



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

“Diseño de elaboración del adobe incorporando la fibra de Totora para reforzar las propiedades físico y mecánico – Huancavelica 2020”

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

Ingeniero Civil

AUTOR:

Laime Ancalle, Gustavo (ORCID: 0000-0003-3671-7858)

ASESOR:

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

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Diseño Sísmico y Estructural

LIMA – PERÚ

2020

Dedicatoria

A Dios quien es el responsable de darme el valor y fuerza necesaria para continuar adelante realizando mis metas.

A mis queridos padres Ignacio Laimé Soto y Silvestra Ancalle Huarancca, quienes me apoyaron siempre incondicionalmente.

A mi novia María Llaccho Quispe, por su incansable apoyo para hacer realidad mi formación profesional.

A mis padres putativos María Julia Seguil Cerrón y Teófilo Alberto Estrella Gamarra, por las enseñanzas que me brindaron desde que tenía 10 años, por inculcar en mi la perseverancia y respeto por los demás.

Agradecimiento

Al Dr. Ing. Gerardo Cancho, asesor de este humilde trabajo de investigación, quien me encaminó del inicio hasta el final de la investigación, brindándome parte de su valioso tiempo para guiarme en todo el proceso de investigación, de igual forma a mi novia Maria Lllaccho Quispe por proporcionarme parte de sus conocimientos y aclararme dudas que en su momento tenía, a todos los docentes que me enseñaron en la facultad de Ingeniería civil, y a mis compañeros y amigos de la universidad.

Índice de contenidos

Carátula	i
Dedicatoria.....	ii
Agradecimiento.....	iii
Índice de contenidos.....	iv
Índice de tablas	v
Índice de figuras	vi
Índice de gráficos	viii
Resumen.....	ix
Abstract.....	xi
I. INTRODUCCIÓN	1
II. MARCO TEÓRICO	5
III. METODOLOGÍA.....	16
3.1 Tipo y diseño de investigación	16
3.2 Variables y operacionalización.....	17
3.3 Población, muestra y muestreo.....	18
3.4 Técnicas escala de medición y recolección de datos	20
3.5 Procedimientos.....	21
3.6 Método de análisis de datos.....	22
3.7 Aspectos éticos.....	23
IV. RESULTADOS.....	25
4.1. Planteamiento experimental de la investigación	25
4.2. Resultado de los ensayos para la clasificación de suelo.....	25
4.3. Ensayo de Resistencia a compresión	26
4.4. Ensayo de Resistencia a flexión.....	29
4.5. Ensayo de Absorción	32
V. DISCUSIÓN	36
VI. CONCLUSIONES	41
VII. RECOMENDACIONES	43
REFERENCIAS	44
ANEXOS.....	47

Índice de tablas

Tabla 1. Viviendas particulares con adobe o tapia predominante en las redes exteriores, según departamento, 2007 y 2017	3
Tabla 2: Cantidad total de muestras a ensayar	18
Tabla 3: Esquema de experimento y variable	19
Tabla 4. Estructura de la tesis	23
Tabla 5 Contenido de Humedad Promedio	25
Tabla 6 Análisis Granulométrico	25
Tabla 7 Tipo de Suelo	25
Tabla 8 Límite Atterberg	25
Tabla 9 Resistencia a compresión muestra patrón según la Norma E-080	26
Tabla 10 Resistencia a compresión del adobe, incorporando 1.5% de fibra de totora. 26	
Tabla 11 Resistencia a compresión del adobe, incorporando 3.0% de fibra de totora. 27	
Tabla 12 Resistencia a compresión del adobe, incorporando 4.5% de fibra de totora. 27	
Tabla 13 Resistencia a flexión de los especímenes patrón según la Norma E-080 29	
Tabla 14 Resistencia a flexión del adobe, incorporando 1.5% de fibra de totora 29	
Tabla 15 Resistencia a flexión del adobe, incorporando 3.0% de fibra de totora 30	
Tabla 16 Resistencia a flexión del adobe, incorporando 4.5% de fibra de totora 30	
Tabla 17 Resistencia a la absorción de los especímenes patrón	32
Tabla 18. Resistencia a la absorción del adobe, incorporando 1.5% de fibra de totora.	32
Tabla 19. Resistencia a la absorción del adobe, incorporando 3.0 de fibra de totora 33	
Tabla 20. Resistencia a la absorción del adobe, incorporando 4.5% de fibra de totora	33
Tabla 21. Contenido de Humedad Promedio	79
Tabla 22. Análisis Granulométrico por tamizado NTP 339.128 / ASTM – D 422	82
Tabla 23. Granulometría método hidrómetro	84
Tabla 24. Granulometría método hidrómetro	84
Tabla 25. Resultado de Límite Líquido, Límite Plástico, Índice de Plasticidad	88
Tabla 26. Clasificación de suelo	88
Tabla 27. Resumen de resistencia a compresión	90
Tabla 28. Resumen de resistencia a compresión	92

Índice de figuras

Figura 1. Ubicación geográfica Huancavelica - Angaraes Lircay.....	47
Figura 2. Lugar de extracción del material (Anchonga - Angaraes Lircay – Huancavelica),	47
Figura 3. Extracción del material.....	48
Figura 4. La muestra en tara	48
Figura 5. Peso de la muestra	49
Figura 6. Lavado del material	49
Figura 7. Secado en el horno de la muestra	50
Figura 8. Tamizado de la muestra.....	50
Figura 9. Granulometría método hidrómetro	51
Figura 10. Colocación del hidrómetro y lectura del hidrómetro	51
Figura 11. Ensayo en la copa de casa Grande.....	52
Figura 12. Ensayo Límites (LL, LP)	52
Figura 13. Resultado del estudio de suelo en laboratorio	53
Figura 14. Molde de los especímenes	54
Figura 15. Extracción de la totora y secado.....	54
Figura 16. Corte de la fibra de totora	55
Figura 17. Elaboración de la mezcla del barro	55
Figura 18. Peso de la fibra de totora al 1.5% y del barro	56
Figura 19. Mezcla del barro implementando al 1.5% de fibra de totora.....	56
Figura 20. Peso de la fibra de totora al 3.0% y del barro	57
Figura 21. Mezcla del barro implementando al 3.0% de fibra de totora.....	57
Figura 22. Peso de la fibra de totora al 4.5% y del barro	58
Figura 23. Mezcla del barro implementando al 4.5% de fibra de totora.....	58
Figura 24. Elaboración del adobe para ensayo de flexión y absorción de agua	59
Figura 25. Elaboración del adobe para ensayo de compresión	59
Figura 26. Secado de los especímenes.....	60
Figura 27. Resistencia a compresión del adobe patrón	60
Figura 28. Resistencia a compresión del adobe estabilizado con 1.5% de fibra de totora	61
Figura 29. Resistencia a compresión del adobe estabilizado con 3.0% de fibra de totora	61

Figura 30. Resistencia a compresión del adobe estabilizado con 4.5% de fibra de totora	62
Figura 31. Resistencia a flexión del adobe patrón.....	62
Figura 32. Resistencia a flexión del adobe estabilizado con 1.5% de fibra de totora ..	63
Figura 33. Resistencia a flexión del adobe estabilizado con 3.0% de fibra de totora ..	63
Figura 34. Resistencia a flexión del adobe estabilizado con 4.5% de fibra de totora ..	64
Figura 35. Resistencia a la absorción del adobe estabilizado con 1.5% de fibra de totora y el adobe patrón.....	64
Figura 36. Resistencia a la absorción del adobe estabilizado con 3.0% de fibra de totora	65
Figura 37. Resistencia a la absorción del adobe estabilizado con 4.5% de fibra de totora	65
Figura 38. Resultado de resistencia a compresión del adobe patrón	66
Figura 39. Resultado de resistencia a compresión de 1.5% de fibra de totora	67
Figura 40. Resultado de resistencia a compresión con 1.5% de fibra de totora	68
Figura 41. Resultado de resistencia a compresión con 3.0% de fibra de totora	69
Figura 42. Resultado de resistencia a compresión con 4.5% de fibra de totora	70
Figura 43. Resultado de resistencia a flexión del adobe patrón	71
Figura 44. Resultado de resistencia a flexión con 1.5% de fibra de totora.....	72
Figura 45. Resultado de resistencia a flexión con 3.0% de fibra de totora.....	73
Figura 46. Resultado de resistencia a flexión con 4.5% de fibra de totora.....	74
Figura 47. Resultado de resistencia a absorción de agua adobe patrón.....	75
Figura 48. Resultado de resistencia a absorción de agua con 1.5% de fibra de totora	76
Figura 49. Resultado de resistencia a absorción de agua con 3.0% de fibra de totora	77
Figura 50. Resultado de resistencia a absorción de agua con 4.5% de fibra de totora	78

Índice de gráficos

Gráfico 1. Promedio de especímenes ensayos en resistencia a compresión del adobe.	28
Gráfico 2. Resumen promedio general de los ensayos en resistencia a compresión del adobe	28
Gráfico 3. Promedio de especímenes ensayos en resistencia a flexión	31
Gráfico 4. Resumen promedio general de los ensayos en resistencia a flexión	31
Gráfico 5. Promedio de especímenes ensayos en resistencia a la absorción del adobe	34
Gráfico 6. Resumen promedio general de los ensayos en resistencia a la absorción del adobe	34
Gráfico 7. Comparación de resistencia a compresión, Viruta vs Totora.....	36
Gráfico 8. Comparación de resistencia a compresión, Paja de trigo, Paja de arroz vs Totora	37
Gráfico 9. Comparación de resistencia a flexión, Viruta vs Totora	39
Gráfico 10. Comparación de resistencia a la absorción de agua, Viruta vs Totora.....	40
Gráfico 11. Curva Granulométrico	82
Gráfico 12. Curva Granulométrico método hidrómetro	85
Gráfico 13. Resistencia a compresión en los porcentajes de 1.5%, 3.0% y 4.5%	90
Gráfico 14. Resumen de resistencia a compresión	92
Gráfico 15. Resumen de resistencia a la absorción de agua.....	93

Resumen

La construcción de viviendas con tierra cruda como material de construcción, es uno de las prácticas más antiguos del mundo; entre ellos se encuentra el adobe. Es por ello, que el uso de este material es el más utilizado mundialmente, su popularidad se debe a los materiales que se encuentran disponibles, son fácilmente trabajables; además, de sus importantes propiedades térmicas, ignífugas y poseer un equilibrio de porcentaje hídrico dentro de la vivienda, adicionalmente, es económico y reutilizable; no genera contaminación ya que el material es ecológico.

La elaboración del adobe en el departamento de Huancavelica, se elabora en base a la norma E-080; sin embargo, esta composición comúnmente usada conlleva a deficiencias en la resistencia debido a la erosión temprana, contracción y humedad; afectando en el comportamiento físico y mecánico del material; es por ello la implementación de la fibra de totora como estabilizante en la mezcla para la elaboración de adobe; para mejorar la resistencia frente al fenómeno de la erosión temprana y contracción, la adición de este estabilizante como es la fibra de totora generará una contribución positiva para el comportamiento físico y mecánico.

Este trabajo de investigación consta de varias fases; en la primera fase consiste en la extracción de muestra del lugar de estudio; en el cual, se extrajo una cantidad de muestras para luego ser llevadas al laboratorio y se realizaron pruebas como: físicas; dentro de los estudios físicos, se encuentra la prueba de granulometría, límite plástico, límite líquido e índice de plasticidad; para tipificar los suelos y saber si sus características se encuentran en condiciones óptimas o no, para fabricación de adobes. En la fase siguiente, una vez verificado el estado del suelo, se da inicio a la realización del formulado de mezclas con la adición de la fibra de totora en diferentes concentraciones (1,5%, 3%, y 4.5%). En la última fase, los especímenes fueron sometidos a distintas pruebas, para determinar la resistencia de flexión, compresión y absorción a cada uno de los especímenes, esto con la finalidad de hacer un cuadro comparativo entre el adobe estabilizado con fibra de totora versus adobe convencional de acuerdo a la norma E-080.

Palabras claves: Tierra cruda, material ecológico, material reutilizable, económico, propiedades mecánicas.

Abstract

The construction of houses with raw earth as construction material is one of the oldest practices in the world; among them is adobe. That is why, the use of this material is the most widely used worldwide, its popularity is due to the materials that are available, they are easily workable; in addition, of its important thermal, fire-retardant properties and having a balance of water percentage within the home, additionally, it is economical and reusable; does not generate contamination since the material is ecological.

The adobe elaboration in the department of Huancavelica, is elaborated based on the E-080 norm; however, this commonly used composition leads to strength deficiencies due to early erosion, shrinkage, and moisture; affecting the physical and mechanical behavior of the material; That is why the implementation of the reed fiber as a stabilizer in the mixture for the preparation of adobe; To improve resistance against the phenomenon of early erosion and shrinkage, the addition of this stabilizer such as reed fiber will generate a positive contribution to physical and mechanical behavior.

This research work consists of several phases; in the first phase it consists of the extraction of a sample from the study site; in which, a number of samples were extracted and then taken to the laboratory and tests such as: physical; within the physical studies, there is the granulometry test, plastic limit, liquid limit and plasticity index; to typify soils and know if their characteristics are in optimal conditions or not, for the manufacture of adobes. In the following phase, once the soil condition has been verified, the formulation of mixtures begins with the addition of the reed fiber in different concentrations (1.5%, 3%, and 4%). In the last phase, the specimens were subjected to different tests, to determine the flexural, compression and absorption resistance to each of the specimens, this in order to make a comparative table between adobe stabilized with cattail fiber versus conventional adobe. according to the E-080 standard.

Keywords: Raw earth, ecological material, reusable, economic material, mechanical properties.

I. INTRODUCCIÓN

A lo largo de la historia, los seres humanos debido a la necesidad de cuidarse del clima y de los animales salvajes, han utilizado materiales que abundan en las zonas para las construcciones de viviendas; de los cuales, uno de los principales materiales es la tierra con el cual elaboran ladrillos de tierra, denominado como adobe.

En la actualidad, el uso de los materiales como la tierra, con el cual se elabora el adobe, están siendo investigados en la mayor parte del mundo, el cual se evidencia en los estudios realizados con distintos tipos de estabilizantes, con la finalidad de mejorar sus propiedades físicas mecánicas y sus diversas características. Estas acciones se deben por la misma necesidad de los seres humanos, ya que la contaminación ambiental ocasionada por nosotros mismos y el uso extremo de los materiales de construcciones industriales, es la causa de buscar alternativas donde se pueda implementar el uso de los materiales presentes de la zona para las construcciones de viviendas, con estas acciones se podría mitigar el incremento de calentamiento global, los mismos materiales que usaron nuestros antepasados, que son los materiales de construcción no industriales, significa materiales locales fabricados utilizando un proceso simple y rápido, por ello podemos referirnos al bloque o ladrillo de adobe utilizando la tierra, arcilla, fibras naturales, arena y el agua; debido al significado que tiene la tierra cruda como material de construcción para el planeta. Además, de presentar una alta disponibilidad, de fácil acceso monetario y por su comportamiento de inercia térmica; y por razones culturales y climáticas. El adobe es utilizado desde la antigüedad en construcciones de zonas rurales, donde el hombre mantiene la costumbre de nuestros antepasados en la ejecución de proyectos con los mismos recursos de la zona, como son los ladrillos de adobe o el bloque de barro elaborado con el material propio de la zona continuando con las técnicas constructivas que sus antecesores le han legado.

En la actualidad, las vulnerabilidades de las viviendas con ladrillo de adobe, en zonas rurales de Huancavelica, están expuestas a las fallas de los desastres naturales, cambios climáticos, contaminación ambiental, en consecuencia quienes corren el riesgo de alto índice de mortalidad son los adultos mayores y los niños debido a que es un material de baja resistencia a las inclemencias

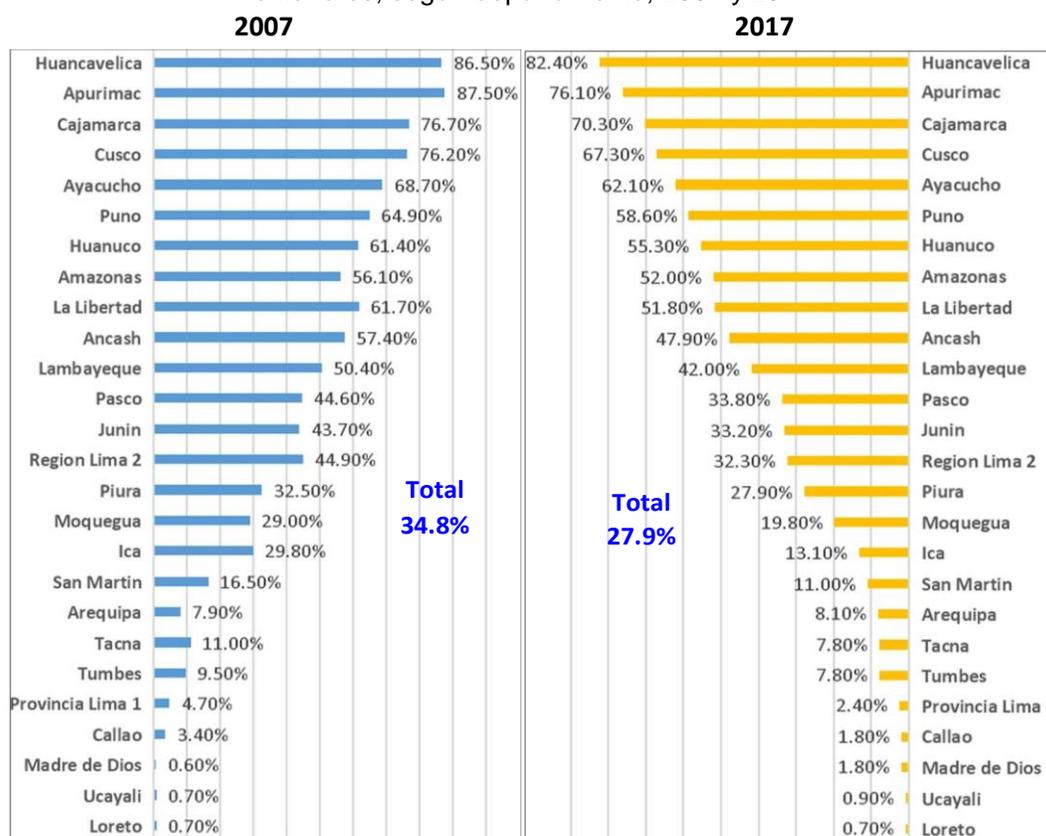
climatológicas; sin embargo, en el Perú se tiene como material bioconstructivo al adobe, material que no genera contaminación, mantiene su propiedad térmica y protege medio ambiente. Sobre la base de la realidad problemática presentada, se planteó el problema general y los problemas específicos de la investigación. El problema general de la investigación es **¿Cómo la incorporación de la fibra de totora mejoraría el comportamiento físico y mecánico en la elaboración del adobe, Huancavelica 2020?**, los problemas específicos de la investigación fueron los siguientes:

- **PE1:** ¿De qué manera la incorporación de fibra de totora influye en el comportamiento físico del adobe?
- **PE2:** ¿De qué manera la incorporación de fibra de totora influye en el comportamiento mecánico del adobe?

La justificación de la investigación tiene como finalidad analizar la conducta físico y mecánico del adobe con la adición de la fibra de totora, de esta manera buscamos en laboratorio un estudio de las características tanto de la resistencia a la compresión y flexión, para poder determinar los beneficios hacia los pobladores de Huancavelica tanto en los costos, durabilidad y la seguridad, de esta forma resguardando así la integridad de sus familiares en las zonas rurales de Huancavelica; en la justificación metodológica dentro de la investigación es usar variedades de herramientas y equipos dentro del laboratorio de acuerdo a la norma peruana E-080 construcción con tierra, de esa forma se llegará a una conclusión que finalmente se plasme de acuerdo a los objetivos y metas trazadas en la investigación.

De acuerdo al Instituto Nacional de Estadística e Informática INEI en su informe: Censos Nacionales de Población y Vivienda, el año 2017 en el Perú existían 2 millones 148 mil 494 viviendas particulares; el cual, representa el 27.9% de viviendas construidas en base a adobe o tapia a nivel nacional. Además, demuestra que el departamento que presenta el mayor porcentaje (82.40%) de viviendas construidas con este tipo de material es Huancavelica.

Tabla 1. Viviendas particulares con adobe o tapia predominante en las redes exteriores, según departamento, 2007 y 2017.



Fuente: INEI-Censos Nacionales de Población y Vivienda, 2007 y 2017

Analizando las estadísticas del INEI, se entiende, que en el departamento de Huancavelica tiene el mayor porcentaje de viviendas construidas con el material de adobe, del cual podemos considerar como zona vulnerable en base a aspectos climáticos, movimientos telúricos y desastres de la misma naturaleza. Esto es debido a su gran masa y poca resistencia del material; es por ello que se busca alternativas de solución como adobes mejorados con estabilizantes cuyas propiedades sean superiores al adobe tradicional para la construcción de viviendas, con la finalidad de poder mitigar las fallas como derrumbes, fallas de la misma estructura, colapsos y fallas presentadas por la misma naturaleza; ya que este tipo de viviendas son vulnerables. Con el adobe estabilizado con fibra de totora, se pretende obtener un mejor desempeño ante un suceso de desastre natural climático o sísmico.

Es por ello, que se plantea una alternativa de elaboración de adobe con un estabilizante natural procedente del lugar de construcción de las zonas alto andinas de Huancavelica, es evidente que el adobe es el recurso más factible a la economía sin genera contaminación ambiental en la zonas rurales dicho departamento, ya que los recursos utilizados para la fabricación del adobe, son los mismos recursos que se puede encontrar en el lugar de la construcción, por lo tanto, el objetivo general es **Determinar que la incorporación de la fibra de totora mejora el comportamiento físico y mecánico en la elaboración del adobe – Huancavelica 2020**. Los objetivos específicos son los siguientes:

- **OE1:** Determinar como la fibra de totora mejora el comportamiento físico en la elaboración de adobe.
- **OE2:** Determinar como la fibra de totora mejora el comportamiento mecánico en la elaboración del adobe.

De acuerdo al problema general y a los problemas específicos que son planteados, se traza la siguiente hipótesis general; **la incorporación de fibra de totora en la elaboración del adobe mejorara el comportamiento físico y mecánico**. La hipótesis específica son los siguientes:

- **HE1** ¿La incorporación de la fibra de totora influye en el comportamiento físico del adobe?
- **HE2** ¿La incorporación de la fibra de totora influye en el comportamiento mecánico del adobe?

II. MARCO TEÓRICO

Para obtener la información de las variables de estudio, se ha utilizado y revisado trabajos de investigación y tesis. Para así recopilar la mayor cantidad de información acerca de las bondades de este material, la información recopilada a nivel nacional e internacional son:

Arteaga Jaime, Loja Luis, (2018), en su investigación “**Diseño de adobe estabilizados con emulsión de Asfáltica**” Tesis para obtener el título de arquitectura en la Universidad Cuenca de Ecuador, en la investigación, **el objetivo** de la investigación es diseñar adobe estabilizado implementando emulsión asfáltica para mejorar sus propiedades mecánicas, es un estudio de **tipo** Aplicativo, para lograr el objetivo propuesto se hizo uso de los **instrumentos** del laboratorio; las muestras fueron extraídas para luego ser sometidas a los ensayos de resistencia de absorción, flexión y compresión, la **investigación es experimental** ya que los especímenes fueron sometidos en un laboratorio; **los resultados** en la prueba de resistencia a compresión usando estabilizantes de emulsión de asfalto al 2.5% (1.22 Mpa), 5% (1.31 Mpa), 7.5% (1.50 Mpa) y al 10% (2.03 Mpa), en las pruebas de la flexión 2.5 % (0.20Mpa), 5% (0.22Mpa), 7.5% (0.25Mpa) y 10% (0.28Mpa); en cuanto a la absorción de agua, el adobe estabilizado con la concentración máxima (10%) se tuvo como resultado el valor de 0,41%. **Conclusiones**; se puede evidenciar los resultados positivos en cuanto a las pruebas sometidas, en resistencia a compresión observándose el incremento en un 62.28% respecto del adobe tradicional que no contiene estabilizantes; en resistencia a flexión se evidencia el incremento en el último valor al 54.45% con respecto al adobe convencional que no se usó ningún estabilizante, en absorción de agua se evidencia la reducción al 86.33%. En la investigación se destaca los resultados positivos en las pruebas de compresión, flexión y la absorción de agua.

Es evidente que las investigaciones en distintos países generan y fomentan buscar alternativas de solución en las construcciones con adobe en el Perú, especialmente en el departamento de Huancavelica de zonas rurales.

Muentes Jose, (2016), en su investigación “**Optimización en el uso de adobe sismo resistente, como material constructivo para viviendas familiares de bajo coto**” tesis para obtener el título de Ingeniero Civil en la

Universidad de Guayaquil de Ecuador, facultad de Ingeniería civil, en la investigación, **el objetivo** de la investigación es evaluar propiedades físicas y mecánicas del adobe estabilizado con cemento; para lograr el objetivo propuesto, se hizo distintos especímenes para luego someterlos a los ensayos de absorción, flexión y compresión, la **investigación es experimental** ya que los especímenes fueron sometidos en un laboratorio, los **Instrumentos** utilizados fueron los equipos de laboratorio; **Los resultados y conclusiones;** laboratorio de suelos “Ing. Dr. Arnoldo Ruffilli” el adobe que es considerado un material capaz de soportar cargas de gravedad de una manera aceptable y mucho más al implementarse el uso de cemento. En cuanto al análisis elaborado a un elemento sólido (Muro de adobe) por cortante, flexión y volteo se pudo comprobar un desempeño favorable para este tipo de estructuras. Este modelo estructural planteado dio respuesta al uso de adobe como material de construcción, el cual fue mejorado con un agente estabilizante como lo es el cemento portland y los sistemas de refuerzo de confinamiento como es el uso de geo mallas o malla de alambre galvanizado; las cuales garantizan confinamiento a los muros, aumentando su resistencia a la tracción causada por los sismos. Las bondades que este elemento (adobe estabilizado) presenta, son los más aceptables y aplicables para nuestro entornos, además se cuenta con los recursos necesarios para la elaboración de este tipo de construcciones de origen ecológico.

Chuya Eva Catalina & Ayala Maria Fernanda, (2018) en su investigación **“Comparación de parámetros mecánicos y físicos del adobe tradicional con adobe reforzado con fibra de vidrio”** trabajo de investigación para obtener el grado de título de arquitectura y urbanismo en la Universidad de Cuenca, facultad de Arquitectura y urbanismo, en la investigación, **el objetivo** de la investigación es analizar y evaluar propiedades mecánicas de adobe reforzado con fibra de vidrio en relación con el adobe tradicional, para lograr el objetivo propuesto se hizo uso de los **instrumentos** del laboratorio; las muestras fueron extraídas para luego ser sometidas a los ensayos de resistencia de absorción, flexión y compresión, la investigación es experimental; **los resultados y conclusiones,** en las pruebas de Compresión, las muestras ensayadas incrementaron su valor hasta un 25% con respecto al adobe convencional incorporando el 0.60% de

fibra de vidrio en relación al 100% de volumen total del adobe; en las pruebas de Flexión incrementó 5.14 veces más con respecto al adobe patrón, tan solo incorporando el 3.4% de fibra de vidrio del 100% del volumen total del adobe; en las pruebas sometidas en laboratorio de Muretes a compresión es de 1.30 veces más con respecto al adobe patrón; en las pruebas de murete a compresión diagonal es de 1.68 veces más con respecto al adobe patrón. En la investigación se evidencia el cambio de propiedades mecánicas considerables, es por ello que se busca más alternativas de solución para la elaboración del adobe, usando recursos naturales de la misma zona que sirven como estabilizantes y de bajo costo, y de esta forma utilizar materiales ecológicos en armonía con los materiales tradicionales.

Mantilla Jhon, (2018), en su investigación “**Variación de las propiedades físico mecánicas del adobe al incorporar viruta y caucho**” tesis para la obtención del título de ingeniero civil en la universidad nacional de Cajamarca, en la investigación experimental, **el objetivo** de la investigación es determinar variaciones tanto en las propiedades físicas y mecánicas del adobe incorporando la viruta y caucho en el porcentaje de 2%, 3% y 5%, para lograr el objetivo propuesto se hizo uso de los **instrumentos** del laboratorio; las muestras fueron extraídas para luego ser sometidas a los ensayos de resistencia de absorción, flexión y compresión, la **investigación es experimental**, ya que los especímenes fueron sometidos en un laboratorio; **los resultados y conclusiones**; en la prueba de resistencia a la compresión se evidencia el incremento de 36% con la incorporación de 3% de viruta con respecto al adobe convencional; en la prueba de resistencia a flexión, se evidencia el incremento de 4% con la incorporación de 3% fibra de viruta con respecto al adobe convencional; en la prueba de resistencia a la absorción de agua, se puede evidenciar que disminuyó al 4% con la incorporación de 5% de fibra de caucho con respecto al adobe convencional. Todos los bloques de adobes presentaron resistencias superiores a la especificada en la Norma E. 080, la cual indica como resistencia a compresión mínima 12 kg/cm².

En la investigación se evidencia el cambio de propiedades físico mecánicas notablemente, es por ello que se busca más alternativas de solución para la elaboración del adobe, usando recursos de la misma zona que sirven como

estabilizantes y de bajo costo, y de esta forma preservar la contaminación ambiental que es el parte fundamental del universo que nos garantiza una vida san y saludable.

Ccoillo Apukintu, (2016), en su investigación “**Estabilización de adobe con especie de pasto natural en la zona de alto andino**” tesis para obtener el título de ingeniero agrícola en la Universidad nacional de san Cristóbal de huamanga, en la investigación experimental, **el objetivo** de la investigación es evaluar la conducta de propiedades físicos y mecánicos del adobe implementando pastos naturales (Stipa ichu) y solución de cactus, para lograr el objetivo propuesto se hizo uso de los **instrumentos** del laboratorio; las muestras fueron extraídas para luego ser sometidas a los ensayos de resistencia de absorción y de compresión; **la investigación es experimental** ya que los especímenes fueron sometidos en un laboratorio; **los resultados y conclusiones**; en la prueba de resistencia a la compresión se evidencia una reducción de 8.66% con el tratamiento SC, 14.43% con el tratamiento CC+0.5%SI, 30.58% con el tratamiento CC+1.0%SI, 43.96% con el tratamiento CC+1.5%SI y 52.94% con el tratamiento CC+2.0%SI, siendo está disminución notablemente, por lo que el adobe estabilizado con pasto natural ofrece menor resistencia a la compresión, pero eleva la resistencia a la ductilidad: Se determinó la absorción del adobe estabilizado con pasto natural, obteniéndose una rápida absorción de agua durante la prueba, llegando a los 60 minutos sumergidos de todos los tratamientos a la desintegración total de las muestras, por lo que el adobe estabilizado con pasto natural más la solución de cactus demostró alta vulnerabilidad durante la sumersión en el agua. En la investigación se evidencia distintos resultados favorables, es por ello que se busca más alternativas de solución para la elaboración del adobe, usando recursos no industriales de la misma zona, que sirven como estabilizantes y ayuda a mitigar los desastres de la misma naturaleza, mencionar también que la utilización de los recursos de la misma, aporta a la reducción de la contaminación ambiental, al cual el planeta se encuentra expuesto.

Carhuanambo Jhenifer, (2016) en su investigación “**Propiedades mecánicas y físicas del adobe compactado con adición de viruta y aserrín**” tesis para obtener el título de ingeniero civil en la Universidad Privada del Norte, en la investigación experimental, **el objetivo** de la investigación es determinar

las propiedades mecánicas y físicas del adobe compactado 1.5%, 3.0% y 4.5% adición de aserrín de Eucalipto y con 1.5%, 3.0% y 4.5% adición de viruta. Para lograr el objetivo propuesto se hizo uso de los **instrumentos** del laboratorio; las muestras fueron extraídas para luego ser sometidas a los ensayos de resistencia de absorción, flexión y compresión, la **investigación es experimental** ya que los especímenes fueron sometidos en un laboratorio; **los resultados y conclusiones**; en la prueba de resistencia a la compresión para los porcentajes de 1.5% (28.04kg/cm²), 3.0%(29.79 kg/cm²) y 4.5%(30.94kg/cm²), con la incorporación de viruta de eucalipto, de los cuales se observa un incremento del 32% con respecto al adobe patrón (21.17kg/cm²), de igual forma con la incorporación de aserrín de eucalipto para los porcentajes de 1.5%(21.01kg/cm²), 3.0%(18.53kg/cm²) y 4.5%(13.64kg/cm²), estos resultados evidencia una reducción de 35% en la prueba de compresión con respecto al adobe tradicional (patrón) (21.17 kg/cm²); en la prueba de resistencia a flexión incorporando viruta de eucalipto para los porcentajes de 1.5%(20.67kg/cm²), 3.0%(19.38 kg/cm²)y 4.5%(23.34 kg/cm²); respectivamente con un 28% más con respecto al adobe patrón (18.11kg/cm²), de igual forma con la incorporación de aserrín de eucalipto en las pruebas de resistencia a flexión sometidos para los porcentajes de 1.5%(18.06 kg/cm²), 3.0%(9.81 kg/cm²) y 4.5%(12.48 kg/cm²); respectivamente, con un 45% de reducción con respecto al adobe patrón (18.11kg/cm²); en las pruebas de absorción de agua incorporando viruta de eucalipto con los porcentajes de 1.5%(19.36%), 3.0%(20.15%) y 4.5%(20.95%), de igual forma en las pruebas de absorción de agua incorporando aserrín de eucalipto con los porcentajes de 1.5%(16.99%), 3.0%(17.75%) y 4.5%(18.35%); se evidencia que los resultados son favorables con respecto a un patrón, esto nos conlleva a seguir buscando más alternativas de solución para la elaboración del adobe, usando recursos de la zona y de esta forma preservar el medio ambiente limpio para una vida sana y saludable.

Romero Vanessa, Callasi Carlos, (2017) en su investigación "**Estudio comparativo de las propiedades físico mecánicas de las unidades de adobe tradicional frente a las unidades de adobe estabilizado con asfalto**" tesis para obtener el título de ingeniero civil en la Universidad Andina del Cusco, en la investigación experimental, **el objetivo** de la investigación es determinar un

estudio comparativo de las propiedades físico mecánicas de las unidades del adobe tradicional con un adobe estabilizado con asfalto, para lograr el objetivo propuesto se hizo uso de los **instrumentos** del laboratorio; las muestras fueron extraídas para luego ser sometidas a los ensayos de resistencia de absorción, flexión y compresión, la investigación es experimental, evidenciando el resultado de los estudios sometidos a un laboratorio; un laboratorio; **los resultados y conclusiones**; en la prueba de resistencia de compresión incorporando el 5% y 10% de asfalto, el resultado que se obtuvo en el laboratorio al 5% es de 52.35% más resistente con respecto al adobe patrón y de 10% es de 81.15% más resistente con respecto al adobe patrón de acuerdo a la norma E-080. Se puede evidenciar que los especímenes de adobes convencionales no soportan la prueba de absorción quedando destruido en su totalidad antes de la primera hora de ensayo, en cambio las unidades de adobe estabilizado al 5% y 10% que tuvieron buen comportamiento frente a las pruebas de absorción a las 24 horas. En esta investigación se observa notablemente el cambio físico mecánica de sus propiedades del adobe frente al adobe tradicional, esto nos conlleva a buscar más alternativas de solución para poder brindar varias alternativas de construcción con un adobe estabilizado con diversos materiales de la zona sin generar la contaminación ambiental.

Nureña Juan, (2017) en su investigación "**Influencia del estabilizante de cemento y tipo de suelos sobre la resistencia y durabilidad de un adobe constructivo**" tesis para obtener el título de ingeniero civil en la Universidad Privada del Norte, en la investigación experimental, **el objetivo** de la investigación es evaluar los porcentajes de estabilizantes de cemento; y tipo de suelos sobre las pruebas sometidas a compresión y durabilidad de un adobe constructivo, para lograr el objetivo propuesto se hizo uso de los **instrumentos** del laboratorio; las muestras fueron extraídas para luego ser sometidas a los ensayos de resistencia de absorción, flexión y compresión, **la investigación es experimental** ya que los especímenes fueron sometidos en un laboratorio, evidenciando el resultado de los estudios sometidos a un laboratorio, un laboratorio; **los resultados y conclusiones**; en la prueba de resistencia de compresión axial, incorporando cemento al 0%, 3%, 6%, 9% y 12% de las cuales el resultado favorable fue con la incorporación de 12% de cemento obteniendo

48.2 kg/cm², de igual forma en la prueba de compresión axial en estado de saturación donde se obtuvo un resultado máximo de 26.2kg/cm² con la adición de 12% de cemento a la mezcla de adobe; de la misma forma realizó los estudios correspondientes para observar la conducta físico mecánico del adobe que se elaboran en Trujillo, donde se tomó muestras en 3 diferentes puntos Moche, San isidro y Av. Villareal de las cuales el resultado fueron de 12kg/cm², 6.4kg/cm² y 11.1kg/cm², de esta forma se evidencia que los resultados no fueron favorables ya que apenas se llega a la resistencia mínima de acuerdo a la norma E-080-2017, evidentemente al adicionar cemento al adobe se incrementa el costo, sin embargo, la elaboración de adobe implementando el cemento es criterio de cada uno de las personas que quieran construir con el adobe mejorado. Se observa que no todas las investigaciones resultan favorables; ya que las propiedades físico mecánica de adobe en algunos lugares no se obtienen la respuesta esperada.

La totora; es una de las plantas de raíces acuáticas que crece, tanto de manera cultivado o de manera silvestre, normalmente este planta crece en lugares como lagunas, zonas como pantanosas, riachuelos humedales y balseras, la longitud de la totora es de un promedio de 3.5m y de las misma forma tiene un diámetro de 2.5cm, una de las principales factores de la totora es el rápido crecimiento ya que se puede cosechar hasta en 2 ocasiones por año cada 6 meses, de esa forma es beneficioso para los pobladores ya que por la misma capacidad de renovación, es útil para elaborar distintos tipos de construcciones como viviendas, techos, muros, lanchas, botes, etc. La totora tiene la estructura porosa al interior, de esta manera forma unas cámaras pequeñas cámaras de aire como una esponja, esa textura le vuelve un material muy liviano y con propiedades aislantes.

- **Densidad:** siendo sometidos a una presión de nivel moderado y un volumen constante; presenta una densidad de 180 kg/m³.
- **Tensión:** el tallo presenta una tensión cuyo valor llega a 38Kg/cm.²; la media de la sección en los tallos de la totora resulta ser 0.433cm².
- **Compresión:** el tallo resiste hasta 15kg/cm², pero en conjunto unificado puede resistir mínimo un valor de 40 kg/cm².

Historia de la construcción en tierra, Nuestros antepasados a inicios de nuestra civilización en el área de la construcción usaron y siguen usándolo técnicas de convencionales en la construcción con adobes, estas técnicas de la construcción de nuestros antepasados nos datan de hace más de 9000 años. En la ciudad de Turquestán se descubrieron viviendas con adobe en los periodos de 8000 – 6000 años antes de cristo. (Pumpelly 1908).

Hay otros autores que nos afirman que “en la región de Asia y Turquestán se evidenciaron detalles de restos de viviendas con adobe que tienen entre 8 mil a 10 mil años de antigüedad” (Calderón, 2013, p.10).

Adobe: El reglamento nacional de edificaciones, E - 080 (2017, p.04) lo define; “unidad de tierra cruda, que, en el proceso de elaboración, puede ser mezclada con paja y arena gruesa, con el fin de mejorar su resistencia y durabilidad.

El adobe, es un bloque macizo de tierra sin cocer, fabricado o moldeado a mano hecho de tierra cruda y mezclado con paja u otro material que pueda mejorar su estabilidad frente a agentes externos, secado a la intemperie o al medio ambiente.

Bestraten, Hormias, Altemer (2010), “define a la unidad del adobe compactado como tierras comprimidas que se fabrica con molde prismático, aumentando su compacidad como también la resistencia mecánica; suelen adicionarse a las mezclas a estabilizantes.

Mayormente en estos tiempos se utiliza en las construcciones de viviendas y edificaciones en las zonas rurales o alto andinos del Perú especialmente en el departamento de Huancavelica.

Adobe Estabilizado; Según la Norma E-80 (2017), El ladrillo de adobe estabilizado es un bloque de ladrillo de tierra donde se elabora incorporando o implementando otros tipos de estabilizantes como (asfalto, cemento, cal, yeso, etc.), esto es con el propósito de incrementar la resistencia en su estabilidad ante la presencia de factores climáticos y en la resistencia a la compresión.

Según la NORMA UNE 41410, 2008; dentro del anexo c: ESTABILIZACION, nos exige la recopilación de informaciones de los tipos de estabilizantes que están disponibles, siempre utilizando un criterio técnico y profesional.

- Disponibilidad regional: usualmente productos lo más cercano posible.

- Mitigación del impacto al medio ambiente, ejecutándolo a partir de un previo análisis del tiempo de vida de los estabilizantes: consumo lo más mínimo posible de energía, recursos renovables y el fundamentalmente el agua; sin generar la contaminación con sustancias que pueden ser tóxicas desde su extracción, transporte, fabricación, aplicación.

Según la NORMA UNE 41410, indica variedades tipos de estabilización, conformados en grupos según las funciones que puedan ejercer sobre el adobe fabricado de la tierra. Estas acciones son:

Adobe tradicional; es un bloque formado en base a tierra y paja, su fabricación artesanal no cuenta con inspección de control de calidad en sus propiedades de resistencia, dimensiones del molde y los materiales a ser usados de acuerdo a la norma vigente E-080.

Propiedades del adobe; para Peña Estrada, (1997), el adobe contiene excelentes propiedades físicas y mecánicas para el rubro de construcción, ya que contiene excelentes propiedades térmicas y acústicas. Una de las características principales del adobe es de mantener una temperatura intermedia por su lentitud a enfriarse y calentarse, esta cualidad se conoce como inercia térmica, lo que permite a las viviendas construidas con adobe conservar la temperatura toda la noche. Durante ese lapso de tiempo o periodo, las estructuras van liberando mediante radiación el calor captado en el transcurso del día y viceversa en el día, se mantiene frío en el transcurso del día, mientras los muros de adobe de las viviendas van almacenando calor. Estas características ayudan a disminuir la necesidad del uso de energía térmica para calentar o enfriar al interior de los ambientes.

Características del adobe; para Peña Estrada (1997), una de las principales y fundamentales características del adobe es la facilidad económica, ya que el costo del adobe se encuentra dentro de las posibilidades de los pobladores, debido a su disponibilidad dentro de la zona y los materiales requeridos para ser usados en la fabricación del adobe; uno de ellos, la tierra, son obtenidos de una especie de cantera improvisada al lado de la vivienda a construir, mientras que los materiales son solicitados de otros lugares, pero cuyo costo no es significativo en el presupuesto final de la obra. Para elaborar adobe

y luego construir una vivienda, se requiere de la mano de obra y la acción solar, para el secado del adobe. El bajo costo y su armonía con la naturaleza, son una de las razones fundamentales para la construcción y utilización del adobe, es por ello que las técnicas constructivas empleadas para dicho fin, incluye este tipo de material ya que, en su mayoría, los pobladores de Huancavelica poseen bajos recursos económicos y manifiestan vivir una vida sana. Puesto que, el uso de los recursos locales disponibles ayuda a preservar el medio ambiente y reducir el calentamiento global.

Componentes del adobe; es sabido en el área de las construcciones ecológicas, que el adobe se compone básicamente de suelos que contienen un balance de material fino como es la arcilla y material grueso como es el caso de la arena, además de la fibra natural como la paja y agua. Esta combinación o mezcla nos permite la fabricación del adobe, comercialmente denominado “adobe convencional”.

Arcilla; es uno de los componentes que permite la cohesión de las partículas juntando a las partículas más gruesas, sin embargo, existen cambios a nivel estructural del suelo con las arcillas húmedas, esto sucede por su misma inestabilidad, caso contrario sucede con la arena.

Las partículas de arcilla tienen un tamaño inferior a 0,002 mm, está compuesta por minerales arcillosos como los cationes, iones con carga eléctrica positiva, que pueden proveer la capacidad aglutinante y resistencia a la compresión (Minke, 2005, p.24).

Limo; Los limos son partículas de arenas microscópicas, entre 0,08 mm y 0,002 mm de diámetro. Los limos le dan al suelo capacidad impermeable, además, los suelos donde predominan los limos son fértiles, una condición negativa para la construcción (Navarro, 2003, p. 34).

Grava y arena; La grava y la arena sirven como una especie de marco esquelético. El tamaño de la grava es de entre 2 y 20 mm, y la arena es mucho más pequeña entre 0.06 y 2 mm. La arena ayuda a limitar la cantidad de grietas debido a tanto la contracción que aparece durante el secado inicial como la expansión que resulta de cantidades relativas de humedad en otros momentos. Sin embargo, cantidades extremas de arena pueden conducir a ladrillos débiles y desmenuzables. Cualquier arena es utilizable para hacer ladrillos, excepto la

arena de playa, que contiene una gran cantidad de sal. Porque la sal es un material higroscópico y tiene consecuencias negativas para materiales de construcción.

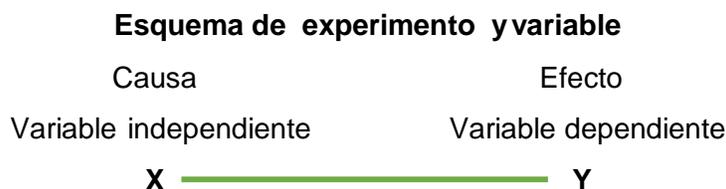
Paja; La paja sirve como material estabilizador, para hacer que la mezcla sea menos pegajosa y más trabajable durante el proceso de mezcla real y, lo más importante, ayuda a mejorar la resistencia a la tracción del adobe ladrillos. En otras palabras, la paja une un ladrillo y permite que se encoja sin romperse. Caballero, Silva & Montes, (2010, p.2).

Suelo para adobe; Según la Norma E-80 (2017) la gradación del suelo para la elaboración de adobe se debe proporcionar de siguiente manera: Arcilla 10-20%; limo 15-25% y arena 55-70%, suelos orgánicos no debe utilizarse. Estos rangos de porcentajes varían cuando se fabrique adobes estabilizados.

III. METODOLOGÍA

3.1 Tipo y diseño de investigación

Teniendo en cuenta a Creswell menciona que la investigación experimental es la relación de causa - efecto como el siguiente esquema: Esto se aprecia en la figura 1.



Fuente: Hernández Y Baptista, M (2010).

Se describe puesto que en ella el investigador interviene constantemente respecto al objeto de análisis, por lo que los neutrales de estos análisis son indispensablemente saber los efectos de los hechos derivados por el conforme científico como componente o técnica para probar la hipótesis. (2010, p.117).

Tipo de investigación; el alcance de la investigación es de tipo aplicativo, cuya finalidad es utilizar materiales como la fibra de totora de la misma zona donde será la construcción, sustituyendo la paja por este nuevo material en la elaboración del adobe, resisando sus características y propiedades mecánicas y físicos que presenta el objeto de estudio.

Diseño de investigación; Para (Behar, 2008, p. 47) el diseño Experimental “es un método en el que el investigador se basa para modificar directa o indirectamente la variable independiente, planteando situaciones que revelen sus características y relaciones”. Este proyecto de investigación se enfoca a un diseño experimental, la misión es cumplir lo propuesto en la hipótesis y dentro de la variable independiente con respecto a un patrón, con la finalidad de obtener resultados pronosticados en base a la variable independiente.

Método de investigación; Según Valderrama (2002, p.76.). en la investigación científica expresan que el método es el acumulado de ordenamientos lógicos a través de los que se tantean los problemas científicos, y se proponen a experimentos la hipótesis y los instrumentos de compromiso

indagados. El método es un mecanismo importante en la ciencia, ya que sin él no sería fácil manifestar si un argumento es válido.

Enfoque de la investigación; Según Hernández, Fernández y Baptista (2014, p. 10) explican que “Para realizar un estudio cuantitativo, este debe basarse en trabajos ya publicados, ya que estos servirán de antecedentes para nuestro proyecto de investigación”. Por ello esta investigación se direcciona a un enfoque cuantitativo ya que los conceptos expuestos y tablas de información son contrastados y verificados con teorías ya resueltas en antiguos proyectos de investigación, pudiendo también cuantificar las variables.

3.2 Variables y operacionalización

- **Variable independiente**

Y: Aplicación de Fibra de totora

- **Variables dependientes**

X1: Propiedades físico

X2: Propiedades mecánico

Definición conceptual:

Fibra de totora, El nombre científico de la planta Totora es “Cyperaceae/Scirpus californicus”, esta planta crece en lugares como: lagunas, ríos y pantanos. Es una planta acuática y terrestre, su raíz es subterránea y continua con la prolongación del tallo en la superficie, está desarrolla flores muy pequeñas en su madurez formándose semillas. La longitud del tallo es de un metro hasta tres metros.

El proceso de elaboración de fibra de totora inicia con la cosecha después se procede al secado correspondiente, luego son cortados o desmenuzados para luego utilizar en la elaboración del adobe.

Variable independiente; es aquella variable que es cambiada o modificada por el investigador con la finalidad de analizar su incidencia sobre la variable dependiente.

Variable Dependiente: Es aquella variable que se ve afectada por la variable independiente.

Escala de medición: Tipo Nominal

3.3 Población, muestra y muestreo

Según Selltiz define que, “Una vez que se ha determinado cuál será la unidad de estudio, se procede a concretar la población que va a ser aprendida y sobre la cual se pretende generalizar los resultados. Así, una población es el conjunto de todos los casos que convienen con una serie de especificaciones” (1980, p.17).

Población; La real Academia Española (2017-9), explica población como: Aquel grupo de individuos que cumplen con características similares que son motivo de estudio.

Terrones (1998, p. 299), Se puede describir el concepto de la población como al conjunto total o el grupo más grande de individuos, objetivos, cosas, hechos, fenómenos o circunstancias que consiguen ser agrupados en destino de una o más especialidades comunes, capacitados de indagación y al que se trata de demostrar sus características y dimensión. En esta investigación la población será en el distrito de Anchonga provincia de angaraes lircay en el departamento de Huancavelica.

- Departamento: Huancavelica
- Provincia: Angaraes Lircay
- Distrito: Anchonga

Muestra; Para Silvia, (2001), es una parte de la población que ha sido seleccionada y que representa a la población que es objeto de estudio. Para esta investigación, la muestra seleccionada pertenece al centro poblado de San pablo de Occo en el distrito de Anchonga, provincia de Angaraes Lircay en el departamento de Huancavelica.

Para la Real Academia Española (2017), la muestra representativa de la población es: “un fragmento extraído del total de elementos que conforman a la población”.

Tabla 2: Cantidad total de muestras a ensayar

Cantidad de especímenes				
Prueba	Patrón	1.5%	3.0%	4.5%
Compresión	6	6	6	6

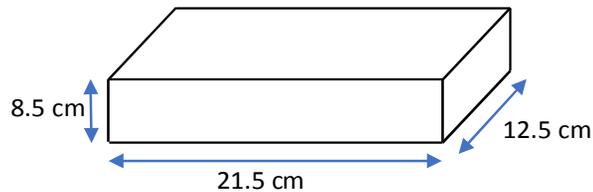
Flexión	6	6	6	6
Absorción	6	6	6	6
Parcial	18	18	18	18
Total	72			

Fuente: Elaboración Propia

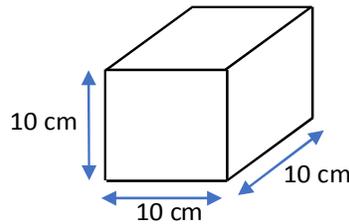
Especímenes:

- Adobe 21.5cm x 12.5cm x 8.5cm (**Ensayo de Flexión y Absorción**)
- Cubos 10cm x 10cm (**Ensayo de Compresión**)

Tabla 3: Esquema de experimento y variable



Fuente: Nureña Zavaleta Juan y Vásquez Alfaro Iván (2017).



Fuente: Norma E-080

Muestreo; Para Mejía (2005, p. 115), el muestreo No Probabilístico “no necesita identificar a la unidad de estudio de manera intencional”.

Según Andrade (2005, p. 221), define que, “Es el conjunto de ordenamientos que se realizan para estudiar el repartimiento de la totalidad de la población con determinada característica, a partir de la observación de una parte o subconjunto de población, nombrada muestra”.

En la presente investigación el muestreo es no probabilístico puesto que el muestreo no garantiza la representación de la muestra, la misma que, ya que las muestras se escogieron a base de nuestro criterio y de acuerdo a la norma del adobe E-080 de acuerdo las caracterices de la investigación.

3.4 Técnicas escala de medición y recolección de datos

Según Pino (2007, p. 158), define que “Es una etapa que consiste en llevar a cabo el plan de agenciarnos información que responde a la planificación del estudio.”

Para el desarrollo de instrumentos y recolección de datos se usará fichas para la recolección de resultados, en donde se recogerá los resultados de laboratorio de acuerdo a las dimensiones planteadas.

El presente tema de investigación se ejecutará mediante ensayos y pruebas de laboratorio- Lima, ensayos de granulometría, contenido de humedad, límites de Atterberg, ensayo de compresión, flexión y absorción de agua para el adobe estabilizado con la fibra de totora. El proceso de desarrollo de los resultados arrojados en el laboratorio es por medio del programa de Microsoft Excel.

Para llevar un control minucioso de los datos finales recopilados de las probetas sometidos a diferentes tipos de ensayos, se trabajó con fichas con el fin de comparar las propiedades tanto físico y mecánico que presentan las muestras con concentraciones de 0%,1.5%, 3.0% y 4.5% de fibra de totora, obtenidos en laboratorio.

Escala de medición o instrumentos con el cual se realizó el presente proyecto de investigación, son los aparatos utilizados en los ensayos realizados en el laboratorio.

(Hernández, et al., 2013, p. 200) Llama “instrumento de investigación a las herramientas en las que se apoya el investigador para obtener respuesta al problema planteado”.

Para la presente investigación se elabora formatos de validación de recopilación de datos. Seguidamente se realizará la validez del instrumento el cual deben de contar con los certificados de calibración revisado y corroborado por un especialista validando la certificación de resultados con su firma y sello del tema que se está investigando.

Validez; Según Arias (2007) menciona que la validez “Se refiere a la obtención de mediciones o clasificaciones respecto al asunto de interés, eliminando otras posibles variables” (p. 2003).

Confiabilidad; Para Arias (2007, p. 203), “Este requisito se refiere a la consistencia y permanencia del instrumento y los procedimientos de aplicación, pues se necesita obtener en cada ocasión mediciones del fenómeno de interés, sin ser perturbadas por otros factores”

La confiabilidad de los instrumentos de recolección de datos, se determinará con los ensayos de Laboratorio ya previamente mencionados, los equipos de laboratorio a utilizar deben contar con sus certificados de calibración vigentes para la obtención de resultados reales y confiables.

3.5 Procedimientos

A. Obtención de la muestra de suelo

B. Fichas de recolección de datos: Se conocen como fichas de recolección de información a aquel un formato desarrollado de manera sistemática y coherente que refleje la realidad, permitiendo evaluar la confiabilidad y validez.

C. Análisis de Suelo

- **Ensayo de Granulometría** por tamizado (Norma Técnica Peruana 339. 128. 1999). Cuantifica mediante tamizado la distribución partículas del suelo retenidas en el tamiz N°200.
- **Ensayo de contenido de humedad** (Norma Técnica Peruana 339.127, 1998) ensayo la cuál es sometido el adobe con el propósito de determinar su contenido de humedad.
- **Ensayo de Límites de Atterberg;** (Norma Técnica Peruana 339.129, 1999). Límite líquido, límite plástico, e índice de plasticidad de suelos.

D. Clasificación del suelo; (Norma NTP 339.134,1999) Método para la clasificación de suelo con propósito de ingeniería, sistema unificado de clasificación de suelo (SUCS)

Duque y Escobar, (2016, p.38). La plasticidad de la arcilla es una propiedad circunstancial de esta, dependiendo del contenido de humedad que contenga. Una arcilla en estado seco representa la consistencia de un ladrillo, es decir, tiene plasticidad nula, en tanto que este ladrillo con gran contenido de humedad puede presentarse con propiedades de un lodo en estado semilíquido.

Sistema unificado de clasificación de suelo (SUCS) según SUCS, se puede clasificar de la siguiente manera en el **ANEXO 03, ANEXO 04 Y ANEXO 05**.

- E. Ensayo de Resistencia a Compresión;** las probetas son sometidas a un equipo hidráulico “prensa hidráulica” de acuerdo a las especificaciones con la Norma Técnica Peruana (NTP.399.613 Y 339.604.2003, se somete a la muestra del adobe a esfuerzo de compresión.
- F. Ensayo de Resistencia a la Flexión;** las probetas son sometidas a un equipo hidráulico “prensa hidráulica”, este proceso de ensayo se basa en la Norma Técnica Peruana (NTP.339.078, 1999)
- G. Ensayo de Absorción de Agua;** Esta prueba está basado en la Norma Técnica Peruana (NTP .399.613, 2003).

3.6 Método de análisis de datos

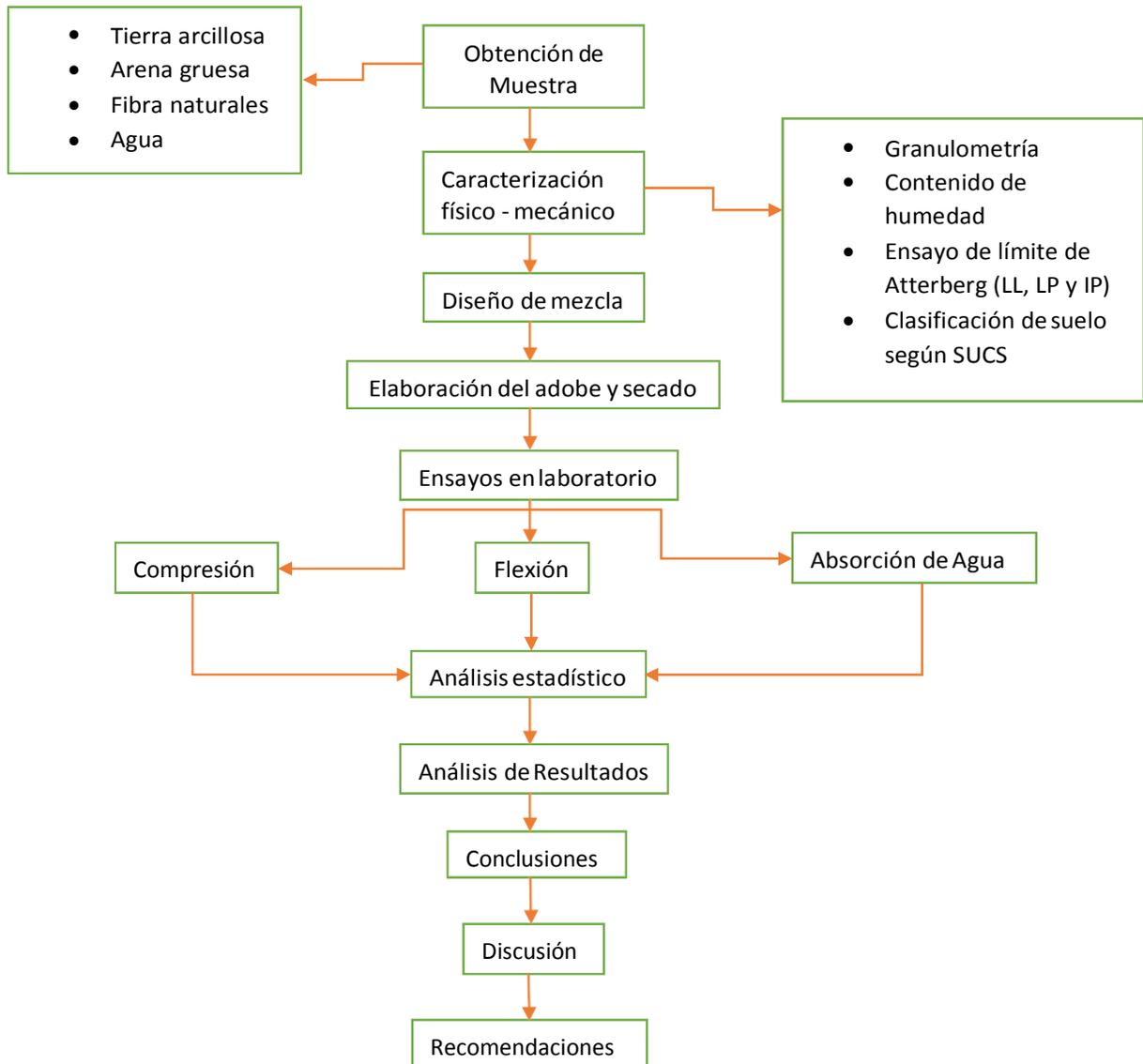
Según Arias (1999, p. 25), menciona que, “En este sitio se detallan las diferentes instrucciones de los que serán sometidos los datos que se adquieran: categorización, registro, tabulación y codificación si fuere el caso”.

Para aplicar el método de análisis de datos, UNICEF (2014, p. 2) nos sugiere “planificar la recolección de datos iniciando con la revisión de los datos ya existentes y en qué modo se usan”

Los métodos de análisis que se utilizará en el desarrollo de la investigación, será la utilización del programa de EXCEL para procesar los datos recolectados, evidenciar en cuadros comparativos y gráficos la aplicación del agregado para el diseño de mezcla del adobe implementando la fibra de totora y la mezcla del adobe convencional.

- Análisis estadístico
- Elaboración de bloques
- Ensayos en el laboratorio (compresión, tracción y absorción).

Tabla 4. Estructura de la tesis



Fuente: Elaboración propia, 2020

3.7 Aspectos éticos

El trabajo de investigación se desarrolló respetando las bases éticas, que son adquiridos en el transcurso de nuestras vidas privadas como en lo profesional. Por lo tanto, se respeta citando las fuentes correspondientes de cada uno de los autores consultados por medio de referencias bibliográficas.

- **Respeto**

El respeto es la base de todos los valores de los seres humanos, con ese valor el ser humano puede aceptar, reconocer, apreciar y valorar todas las cualidades de sus prójimos y respetar los derechos de nuestra sociedad, por

ende, en esta investigación se reconoce el derecho del autor por medio de las referencias bibliográficas de las fuentes consultadas.

- **Honestidad**

Es una de las cualidades propias de nosotros, que adquirimos por medio de las enseñanzas en nuestro hogar por nuestros padres, el cual está relacionada con los principios de la verdad, justicia e integridad moral.

IV. RESULTADOS

4.1. Planteamiento experimental de la investigación

En esta investigación de estudio del adobe incorporando la fibra de totora aplicado con las dimensiones según la Norma, E-080 (2017), se desarrollará con la sustitución en tres diferentes porcentajes de 1.5%, 3.0% y 4.5% de fibra de totora al adobe convencional. Por lo tanto, se obtendrá su comportamiento y resistencia del adobe incorporando la fibra de totora.

4.2. Resultado de los ensayos para la clasificación de suelo

- **Contenido de humedad (Norma MTC E 108 / ASTM D2216 / NTP 339.127)**

Tabla 5 *Contenido de Humedad Promedio*

W (%) Promedio	2.60%
----------------	-------

Fuente: Elaboración propia, 2020

- **Análisis Granulométrico**

Tabla 6 *Análisis Granulométrico*

Pasa la malla N° 200	46.5%
Pasa malla N°4 y retenido en malla N° 200	46.4%

Fuente: Elaboración propia, 2020

- **Clasificación de Suelo**

Tabla 7 Tipo de Suelo

Tipo de Suelo	SC: Según SUCS (Arena Arcilloso)
---------------	---

Fuente: Elaboración propia, 2020

Con los resultados obtenidos en el laboratorio se determinó que el tipo de suelo según la Clasificación SUCS es **SC** (Arena Arcilloso).

- **Límite de Atterberg**

Tabla 8 Limite Atterberg

Limite Líquido (LL)	28%
---------------------	-----

Limite Plástico (LP)	17%
Índice de Plasticidad (IC)	11%

Fuente: Elaboración propia, 2020

4.3. Ensayo de Resistencia a compresión

Tabla 9 Resistencia a compresión muestra patrón según la Norma E-080

IDENTIFICACIÓN	LARGO	ANCHO (cm)	A (cm ²)	W (Kg)	C (Kg/cm ²)
M1-PATRÓN	9.90	9.90	98.01	1402	14.30
M2-PATRÓN	9.90	9.90	98.01	1429	14.58
M3-PATRÓN	9.90	9.90	98.01	1415	14.44
M4-PATRÓN	9.90	9.90	98.01	1382	14.10
M5-PATRÓN	9.90	9.80	97.02	1398	14.41
M6-PATRÓN	9.80	9.90	97.02	1405	14.48
PROMEDIO	9.88	9.88	97.68	1405.17	14.39

Fuente: Elaboración propia, 2020

$$f'_{b} = 14.39 \text{ kg/cm}^2$$

En la tabla N° 09 se puede visualizar los resultados obtenidos en el laboratorio de cada uno de los especímenes de la muestra patrón, de acuerdo a la NTP E-080 con respecto a la resistencia a compresión. Se evidencia el promedio de los 6 especímenes siendo 14.39kg/cm², superando así, las exigencias mínimas de la norma E-080 donde la resistencia mínima es de 12kg/cm².

Tabla 10 Resistencia a compresión del adobe, incorporando 1.5% de fibra de totora.

IDENTIFICACIÓN	LARGO	ANCHO (cm)	A (cm ²)	W (Kg)	C (Kg/cm ²)
M1-ADOBE + TOTORA 1.5%	9.90	9.90	98.01	2574	26.26
M2-ADOBE + TOTORA 1.5%	9.80	9.90	97.02	2660	27.42
M3-ADOBE + TOTORA 1.5%	9.90	9.80	97.02	2551	26.29
M4-ADOBE + TOTORA 1.5%	9.90	9.90	98.01	2615	26.68
M5-ADOBE + TOTORA 1.5%	9.90	9.90	98.01	2639	26.93
M6-ADOBE + TOTORA 1.5%	9.90	9.90	98.01	2592	26.45
PROMEDIO	9.88	9.88	97.68	2605.17	26.67

Fuente: Elaboración propia, 2020

$$f'_{b} = 26.67 \text{ kg/cm}^2$$

En la tabla N° 10 se puede evidenciar los valores de los ensayos en resistencia a compresión de cada uno de los especímenes, de las cuales el resultado promedio final es de 26.67kg/cm², evidentemente este resultado supera al 85% más que el adobe patrón (14.39kg/cm²), de la misma forma supera la resistencia mínima a compresión según la norma E-080 es de 12kg/cm²

Tabla 11 Resistencia a compresión del adobe, incorporando 3.0% de fibra de totora.

IDENTIFICACIÓN	LARGO	ANCHO (cm)	A (cm ²)	W (Kg)	C (Kg/cm ²)
M1-ADOBE + TOTORA 3.0%	9.90	9.90	98.01	3043	31.05
M2-ADOBE + TOTORA 3.0%	9.90	9.90	98.01	3069	31.31
M3-ADOBE + TOTORA 3.0%	9.80	9.90	97.02	2985	30.77
M4-ADOBE + TOTORA 3.0%	9.90	9.90	98.01	2858	29.16
M5-ADOBE + TOTORA 3.0%	9.90	9.80	97.02	2905	29.94
M6-ADOBE + TOTORA 3.0%	9.90	9.90	98.01	3007	30.68
PROMEDIO	9.88	9.88	97.68	2977.83	30.49

Fuente: Elaboración propia, 2020

$$f'_{b} = 30.67 \text{ kg/cm}^2$$

En la tabla N° 11 se observa los resultados de todos los especímenes obtenidos en el laboratorio, y el promedio de todas las muestras es de 30.49kg/cm², este resultado supera en un 111% más con respecto al adobe patrón (14.39kg/cm²), de igual forma supera la resistencia mínima a compresión según la norma E-080 que es de 12 kg/cm².

Tabla 12 Resistencia a compresión del adobe, incorporando 4.5% de fibra de totora.

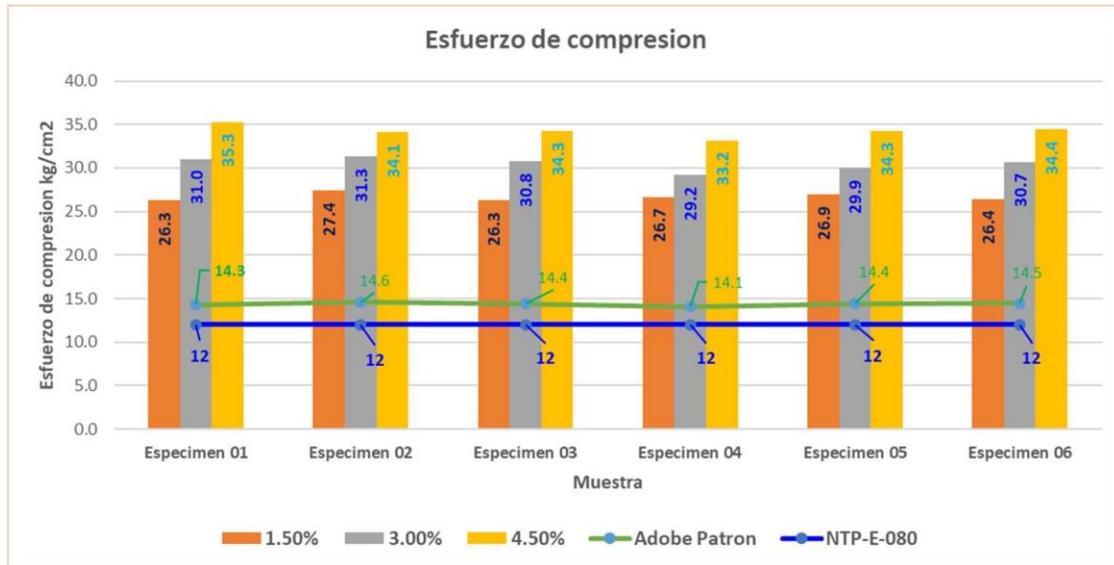
IDENTIFICACIÓN	LARGO	ANCHO (cm)	A (cm ²)	W (Kg)	C (Kg/cm ²)
M1-ADOBE + TOTORA 4.5%	9.90	9.80	97.02	3424	35.29
M2-ADOBE + TOTORA 4.5%	9.90	9.90	98.01	3345	34.13
M3-ADOBE + TOTORA 4.5%	9.90	9.90	98.01	3359	34.27
M4-ADOBE + TOTORA 4.5%	9.90	9.80	97.02	3218	33.17
M5-ADOBE + TOTORA 4.5%	9.90	9.90	98.01	3361	34.29
M6-ADOBE + TOTORA 4.5%	9.80	9.90	97.02	3341	34.44
PROMEDIO	9.88	9.87	97.52	3341.33	34.26

Fuente: Elaboración propia, 2020

$$f'_{b} = 34.26 \text{ kg/cm}^2$$

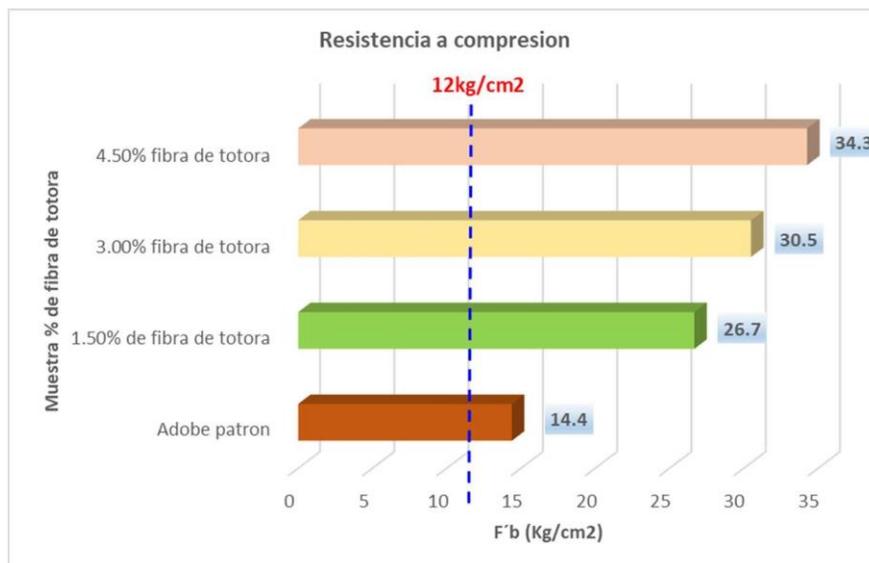
En la tabla N° 12 se puede visualizar los resultados de los seis especímenes sometidos al ensayo a compresión donde el resultado promedio es de 34.26kg/cm² superando así al 138% más que el adobe patrón(14.39kg/cm²), de igual forma se supera ampliamente los requerimientos de la norma E-080 que pide como resistencia mínima de 12kg/cm².

Gráfico 1. Promedio de especímenes ensayos en resistencia a compresión del adobe.



Fuente: Elaboración propia, 2020

Gráfico 2. Resumen promedio general de los ensayos en resistencia a compresión del adobe.



Fuente: Elaboración propia, 2020

En el gráfico N°01 y 02 en la resistencia compresión se puede evidenciar los resultados promedio de cada una de las muestras en los porcentajes de 1.5%, 3.0% y 4.5% de fibra de totora como estabilizante natural en la elaboración del adobe, evidentemente con los resultados obtenidos supera ampliamente en cada una de las muestras al adobe patrón elaborado según la norma E-080, el resultado más relevante es con la dosificación de 4.5% de fibra de totora como estabilizante natural, ya que supera 138% más que el adobe patrón y 186% más con respecto a la resistencia mínima de 12kg/cm² que exige la norma E-080.

4.4. Ensayo de Resistencia a flexión

Tabla 13 Resistencia a flexión de los especímenes patrón según la Norma E-080

IDENTIFICACIÓN	L (cm)	b (cm)	h (cm ²)	P (Kg-f)	Mr (Kg/cm ²)
M1-PATRÓN	16.3	21.30	8.50	259	4.11
M2-PATRÓN	16.3	21.30	8.50	245	3.89
M3-PATRÓN	16.2	21.20	8.50	256	4.06
M4-PATRÓN	16.3	21.30	8.50	263	4.18
M5-PATRÓN	16.3	21.30	8.50	258	4.10
M6-PATRÓN	16.2	21.20	8.50	257	4.08
PROMEDIO	16.3	21.3	8.5	256.3	4.07

Fuente: Elaboración propia, 2020

$$\bar{M}_r = 4.07 \text{ kg/cm}^2$$

En la tabla N° 15 se visualiza los resultados de las muestras sometidos a la resistencia a flexión del adobe patrón elaborados según la norma E-080, donde se puede observar el valor promedio 4.07kg/cm².

Tabla 14 Resistencia a flexión del adobe, incorporando 1.5% de fibra de totora.

IDENTIFICACIÓN	L (cm)	b (cm)	h (cm ²)	P (Kg-f)	Mr (Kg/cm ²)
M1-ADOBE + TOTORA 1.5%	16.3	21.30	8.50	272	4.32
M2-ADOBE + TOTORA 1.5%	16.3	21.30	8.50	276	4.39
M3-ADOBE + TOTORA 1.5%	16.3	21.30	8.50	281	4.46
M4-ADOBE + TOTORA 1.5%	16.4	21.40	8.50	279	4.44
M5-ADOBE + TOTORA 1.5%	16.3	21.30	8.50	276	4.39
M6-ADOBE + TOTORA 1.5%	16.3	21.30	8.50	278	4.42
PROMEDIO	16.3	21.3	8.5	277.0	4.40

Fuente: Elaboración propia, 2020

$$\bar{M}_r = 4.40 \text{ kg/cm}^2$$

En la tabla N° 16 se puede visualizar los resultados de los especímenes sometidos al ensayo de resistencia a flexión, el promedio de las seis muestras es 4.40kg/cm², con este resultado incorporando al 1.5% de fibra de totora incremento al 8% más que el adobe patrón (4.40kg/cm²).

Tabla 15 Resistencia a flexión del adobe, incorporando 3.0% de fibra de totora.

IDENTIFICACIÓN	L (cm)	b (cm)	h (cm ²)	P (Kg-f)	Mr (Kg/cm ²)
M 1-ADOBE + TOTORA 3.0%	16.3	21.30	8.50	403	6.40
M 2-ADOBE + TOTORA 3.0%	16.4	21.40	8.50	411	6.54
M 3-ADOBE + TOTORA 3.0%	16.3	21.30	8.50	409	6.50
M 4-ADOBE + TOTORA 3.0%	16.3	21.30	8.50	405	6.43
M 5-ADOBE + TOTORA 3.0%	16.3	21.30	8.50	419	6.66
M 6-ADOBE + TOTORA 3.0%	16.3	21.30	8.50	407	6.47
PROMEDIO	16.3	21.3	8.5	409.0	6.50

Fuente: Elaboración propia, 2020

$$\bar{M}_r = 6.50 \text{kg/cm}^2$$

En la tabla N° 17 se evidencia los resultados de las muestras sometidos en el laboratorio a la resistencia a flexión, incorporando el 3.0% de fibra de totora, el resultado promedio de los seis especímenes es de 6.50kg/cm², este resultado muestra que superó 59.7% más al adobe patrón (4.07kg/cm²).

Tabla 16 Resistencia a flexión del adobe, incorporando 4.5% de fibra de totora

IDENTIFICACIÓN	L (cm)	b (cm)	h (cm ²)	P (Kg-f)	Mr (Kg/cm ²)
M1-ADOBE + TOTORA 4.5%	16.3	21.30	8.50	620	9.85
M2-ADOBE + TOTORA 4.5%	16.3	21.30	8.50	641	10.18
M3-ADOBE + TOTORA 4.5%	16.4	21.40	8.50	637	10.13
M4-ADOBE + TOTORA 4.5%	16.3	21.30	8.50	639	10.15
M5-ADOBE + TOTORA 4.5%	16.3	21.30	8.50	628	9.98
M6-ADOBE + TOTORA 4.5%	16.3	21.30	8.50	640	10.17
PROMEDIO	16.3	21.3	8.5	634.2	10.08

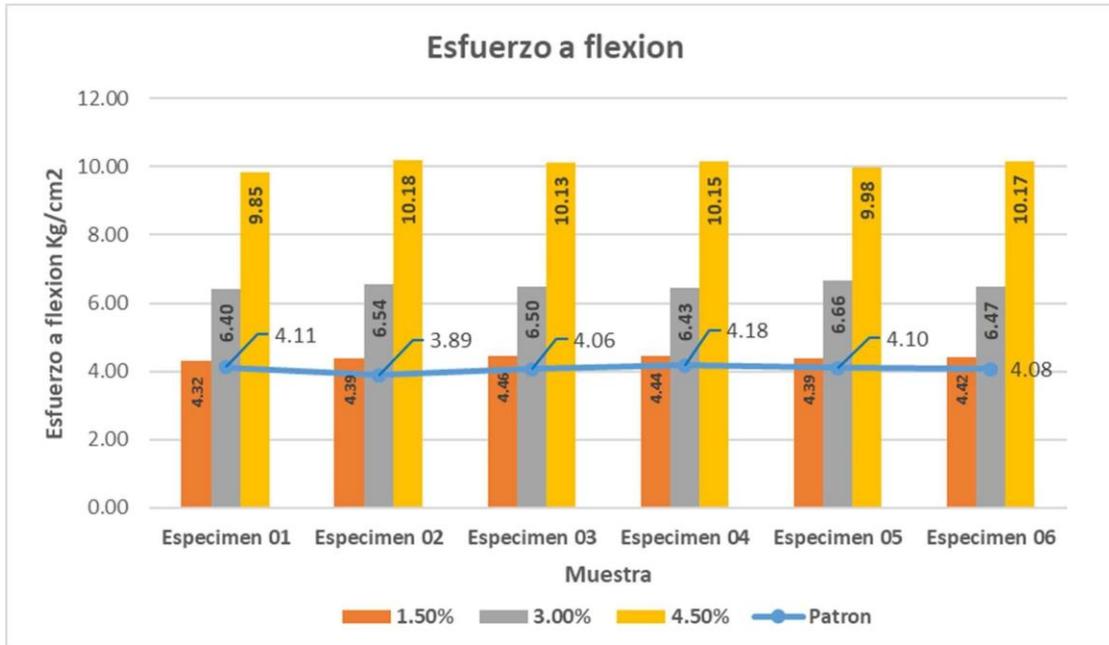
Fuente: Elaboración propia, 2020

$$\bar{M}_r = 10.08 \text{kg/cm}^2$$

En la tabla N° 18 muestra los valores en los ensayos de resistencia a flexión de todos los especímenes, y el promedio de las seis muestras es de 10.08kg/cm²,

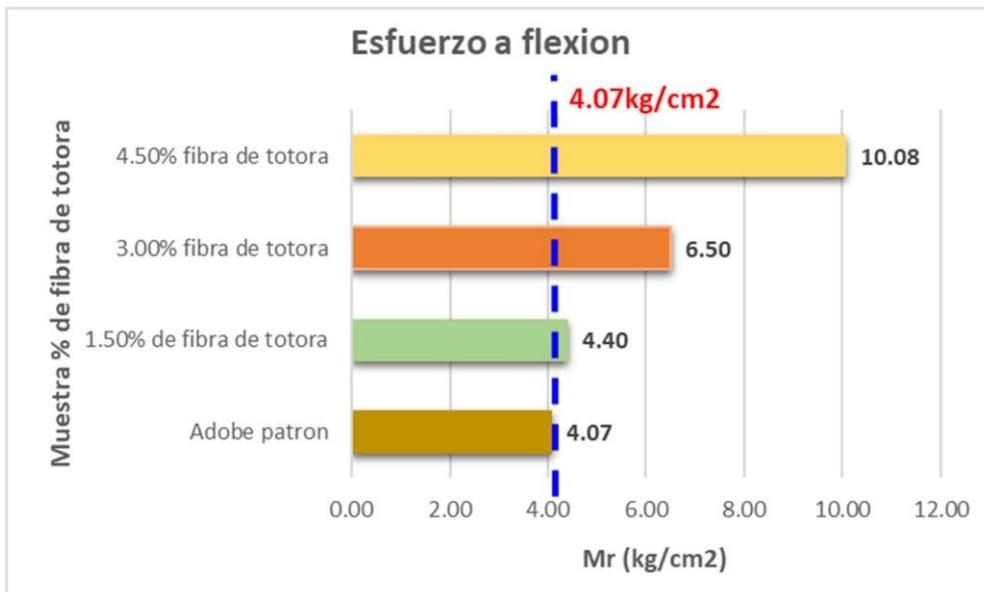
evidentemente este resultado supera en 147.6% más con respecto al adobe patrón de acuerdo a la norma E-080.

Gráfico 3. Promedio de especímenes ensayos en resistencia a flexión



Fuente: Elaboración propia, 2020

Gráfico 4. Resumen promedio general de los ensayos en resistencia a flexión



Fuente: Elaboración propia, 2020

En el gráfico N°03 y 04 se puede evidenciar los resultados promedios de cada uno de los especímenes incorporando la fibra de totora como estabilizante natural en los porcentajes de 1.5%, 3.0% y 4.5%, de igual forma se observa los resultados del adobe patrón elaborado de acuerdo a la Norma E-080, el resultado más relevante es con la incorporación de fibra de totora al 4.5%, donde se evidencia el incremento al 147.6% más con respecto al adobe patrón según la norma E-080.

4.5. Ensayo de Absorción

Tabla 17 Resistencia a la absorción de los especímenes patrón

IDENTIFICACIÓN	PESO SECO (g)	PESO SATURADO (g) 24 hrs	ABSORCIÓN (%)
M1-PATRÓN	5596	7106	26.98
M2-PATRÓN	5571	7025	26.10
M3-PATRÓN	5587	7036	25.94
M4-PATRÓN	5496	7059	28.44
M5-PATRÓN	5568	7025	26.17
M6-PATRÓN	5582	7058	26.44
PROMEDIO (%)	5566.67	7051.50	26.68

Fuente: Elaboración propia, 2020

% Absorción Promedio: 26.68%

En la tabla N° 21 muestra el valor promedio 26.68% en los ensayos de resistencia a la absorción del adobe patrón de acuerdo a la norma E-080.

Tabla 18. Resistencia a la absorción del adobe, incorporando 1.5% de fibra de totora.

IDENTIFICACIÓN	PESO SECO (g)	PESO SATURADO (g) 24 hrs	ABSORCIÓN (%)
M1-ADOBE + TOTORA 1.5%	5548	7088	27.76
M2-ADOBE + TOTORA 1.5%	5532	7025	26.99
M3-ADOBE + TOTORA 1.5%	5567	7111	27.73
M4-ADOBE + TOTORA 1.5%	5514	7003	27.00
M5-ADOBE + TOTORA 1.5%	5587	7078	26.69
M6-ADOBE + TOTORA 1.5%	5569	7054	26.67
PROMEDIO (%)	5552.83	7059.83	27.14

Fuente: Elaboración propia, 2020

% Absorción Promedio: 27.14%

En la tabla N° 22 se observa los resultados en la resistencia a la absorción del agua, incorporando 1.5% de fibra de totora, el resultado promedio es de 27.14%, superando al adobe patrón de acuerdo a la norma E-080.

Tabla 19. Resistencia a la absorción del adobe, incorporando 3.0 de fibra de totora

IDENTIFICACIÓN	PESO SECO (g)	PESO SATURADO (g) 24 hrs	ABSORCIÓN (%)
M1-ADOBE + TOTORA 3.0%	5496	7028	27.87
M2-ADOBE + TOTORA 3.0%	5528	7094	28.33
M3-ADOBE + TOTORA 3.0%	5537	7054	27.40
M4-ADOBE + TOTORA 3.0%	5549	7096	27.88
M5-ADOBE + TOTORA 3.0%	5524	7071	28.01
M6-ADOBE + TOTORA 3.0%	5537	7059	27.49
PROMEDIO (%)	5528.50	7067.00	27.83

Fuente: Elaboración propia, 2020

% Absorción Promedio: 27.83%

En la tabla N° 23 muestra los valores en los ensayos de resistencia a la absorción el adobe incorporando el 3.0% de fibra de totora, el cual evidencia el resultado promedio de los seis especímenes siendo 27.83%, superando al adobe convencional.

Tabla 20. Resistencia a la absorción del adobe, incorporando 4.5% de fibra de totora

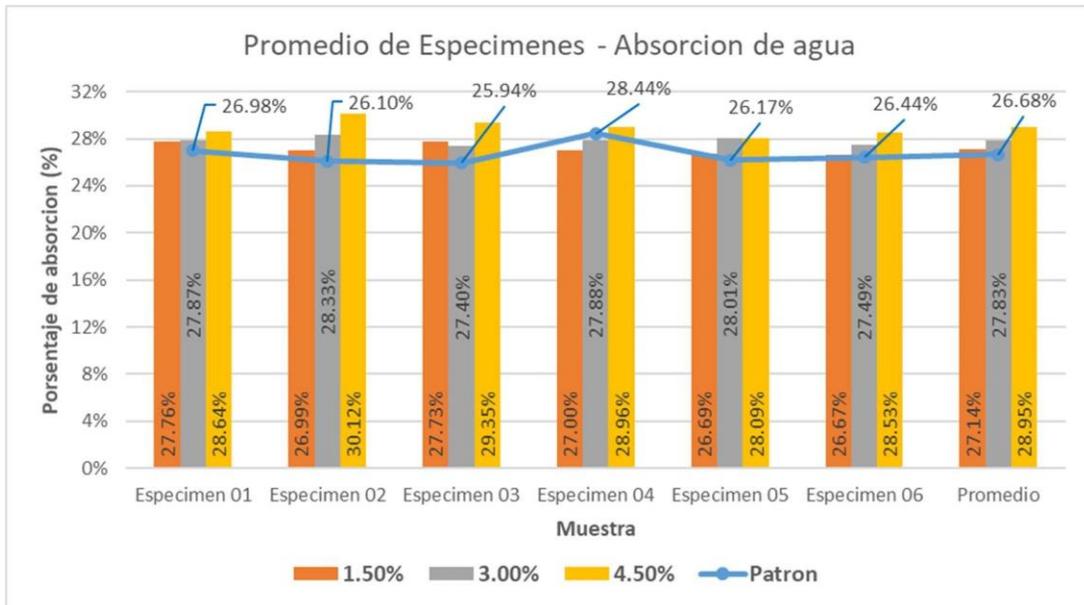
IDENTIFICACIÓN	PESO SECO (g)	PESO SATURADO (g) 24 hrs	ABSORCIÓN (%)
M1-ADOBE + TOTORA 4.5%	5587	7187	28.64
M2-ADOBE + TOTORA 4.5%	5515	7176	30.12
M3-ADOBE + TOTORA 4.5%	5564	7197	29.35
M4-ADOBE + TOTORA 4.5%	5524	7124	28.96
M5-ADOBE + TOTORA 4.5%	5571	7136	28.09
M6-ADOBE + TOTORA 4.5%	5553	7137	28.53
PROMEDIO (%)	5552.33	7159.50	28.95

Fuente: Elaboración propia, 2020

% Absorción Promedio: 28.95%

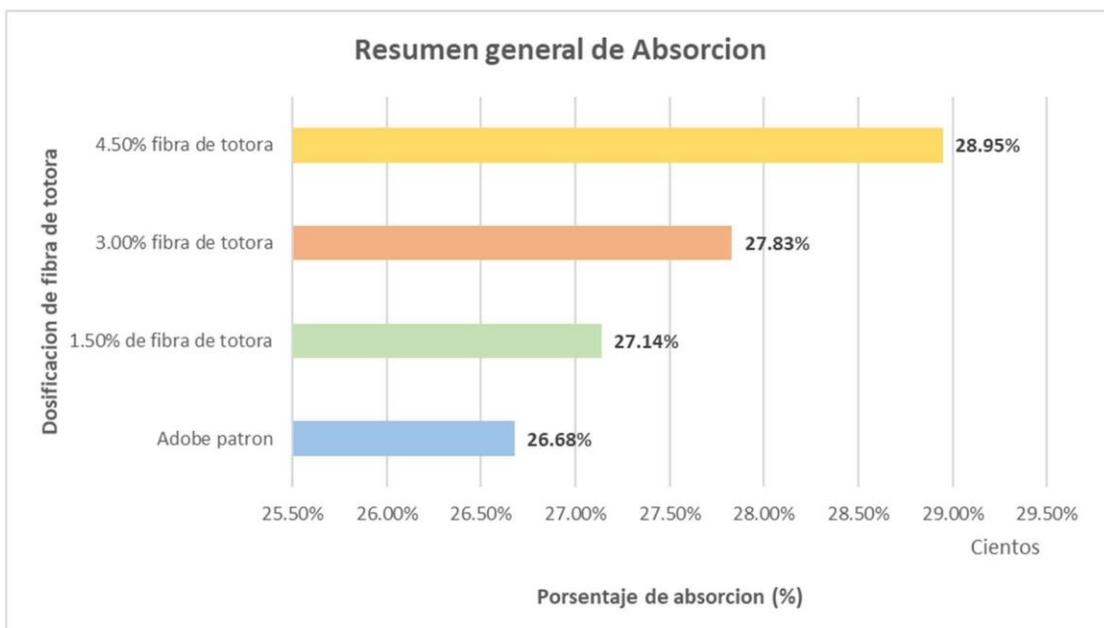
En la tabla N° 24 muestra los valores en los ensayos de resistencia a la absorción el adobe incorporando el 4.5% de fibra de totora, se puede observar el valor promedio 28.95%, superando el adobe patrón de acuerdo a la norma E-080.

Gráfico 5. Promedio de especímenes ensayos en resistencia a la absorción del adobe.



Fuente: Elaboración propia, 2020

Gráfico 6. Resumen promedio general de los ensayos en resistencia a la absorción del adobe.



Fuente: Elaboración propia, 2020

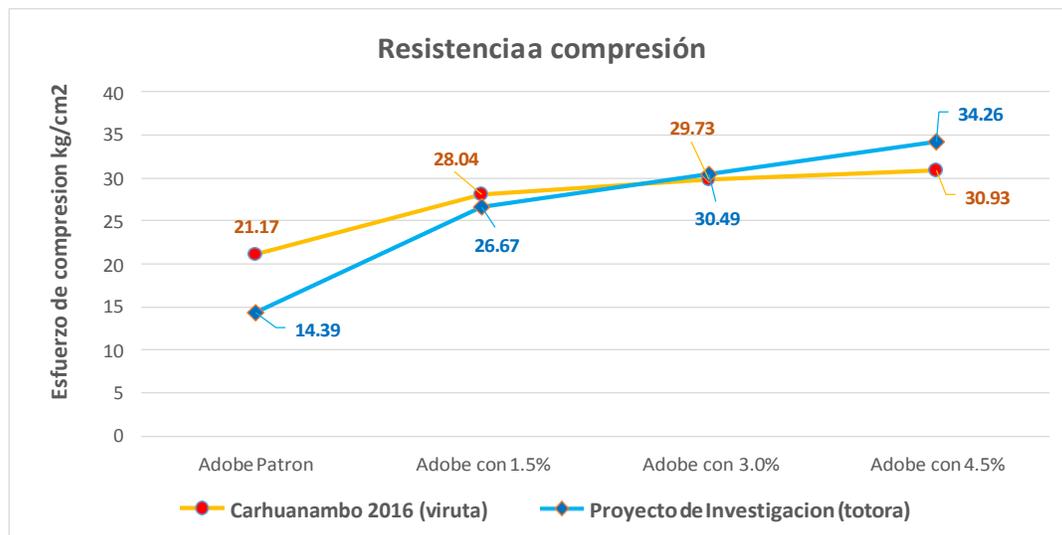
En la tabla N° 25 y 26 se puede apreciar el incremento de los resultados en el ensayo a la absorción con respecto al adobe patrón, utilizando la fibra de totora al 1.5%,3.0% y 4.5% como estabilizante natural.

V. DISCUSIÓN

En esta investigación se planteó una alternativa de elaboración de adobe con un estabilizante natural procedente del lugar de construcción de las zonas alto andinas de Huancavelica, ya que el adobe es el recurso más accesible a la economía de los pobladores de Huancavelica, por lo tanto, la hipótesis general de la investigación es **la incorporación de fibra de totora en la elaboración del adobe mejorará el comportamiento físico y mecánico.**

Según Carhuanambo Jhenifer, (2016) en su investigación “**Propiedades mecánicas y físicas del adobe compactado con adición de viruta y aserrín**”, tesis para obtener el título de ingeniero civil, en su investigación experimental, **el objetivo** fue determinar las propiedades mecánicas y físicas del adobe compactado 1.5%, 3.0% y 4.5% adición de aserrín de Eucalipto y con 1.5%, 3.0% y 4.5% adición de viruta.

Gráfico 7. Comparación de resistencia a compresión, Viruta vs Totora



Fuente: Elaboración propia, 2020

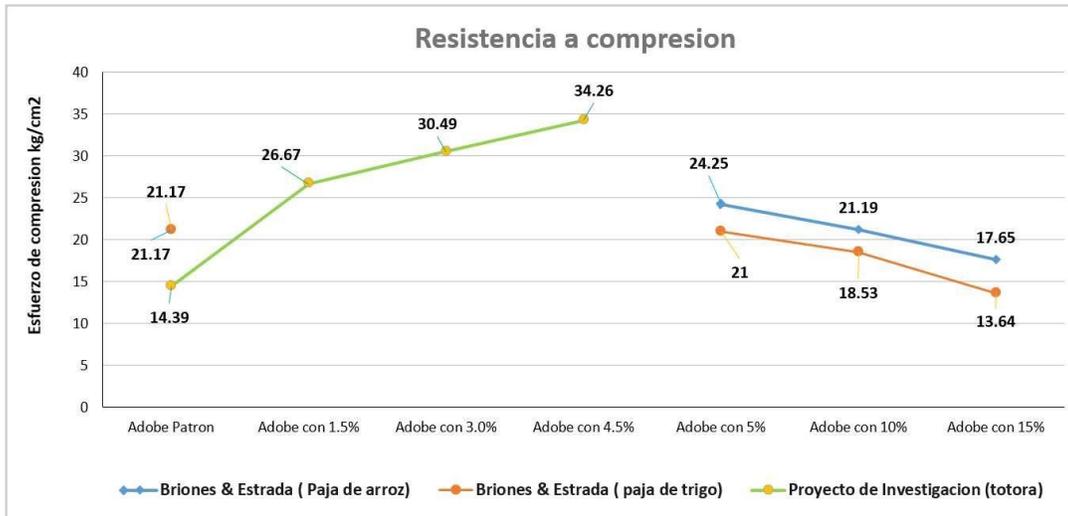
En la tabla 27 se evidencia los resultados de la investigación de Carhuanambo (2016), implementando viruta de eucalipto en los porcentajes de 1.5%, 3.0% y 4.5%, lo cual evidencia mejora al 32.45%, 40.43% y 46.10%, respectivamente en comparación al adobe tradicional (patrón). El estabilizante utilizado en la investigación de carhuanambo (2016), viruta de eucalipto tiende a aumentar la resistencia; sin embargo se observa que a medida que se incrementa el

porcentaje de estabilizante, este ascenso tiende a disminuir, lo que hace inferir que llegará a tope; es decir, a pesar que se incremente mayor porcentaje del estabilizante el aumento de la resistencia será mínimo o nulo, a medida que se va incorporando mayor cantidad de estabilizante, el cual nos da indicio que la resistencia máxima se encuentra en el rango de 4.5% - 5%. En el presente trabajo de investigación hay una mejora significativa de 85.33%, 111.88% y 138.08% con respecto al adobe patrón, implementando la fibra de totora como estabilizante natural en los porcentajes de 1.5%, 3.0% y 4.5%. Esto se debe a las características fisicoquímica propias de la fibra de totora ya que, al poseer mayor rigidez y plasticidad, permite soportar una mayor presión, evidenciando su resistencia alta en comparación con la resistencia obtenida con la viruta de eucalipto, con los resultados obtenidos en las dos investigaciones se puede evidenciar la mejora, en las propiedades físicas y mecánicas, así cumpliendo la hipótesis planteado en la investigación.

Hipótesis específica: la incorporación de la fibra de totora influye en el comportamiento mecánico del adobe.

Según Briones Tito y Estrada Wilmer, (2018) en su investigación “**compresión axial del adobe compactado con fibra de paja ichu, paja de arroz y paja de trigo**” tesis para obtener el título de ingeniero civil, en su investigación experimental, **el objetivo** fue determinar las propiedades mecánicas y físicas del adobe 5%, 10% y 15% adición de fibra de paja ichu, paja de arroz y paja de trigo.

Gráfico 8. Comparación de resistencia a compresión, Paja de trigo, Paja de arroz vs Totora



Fuente: Elaboración propia, 2020

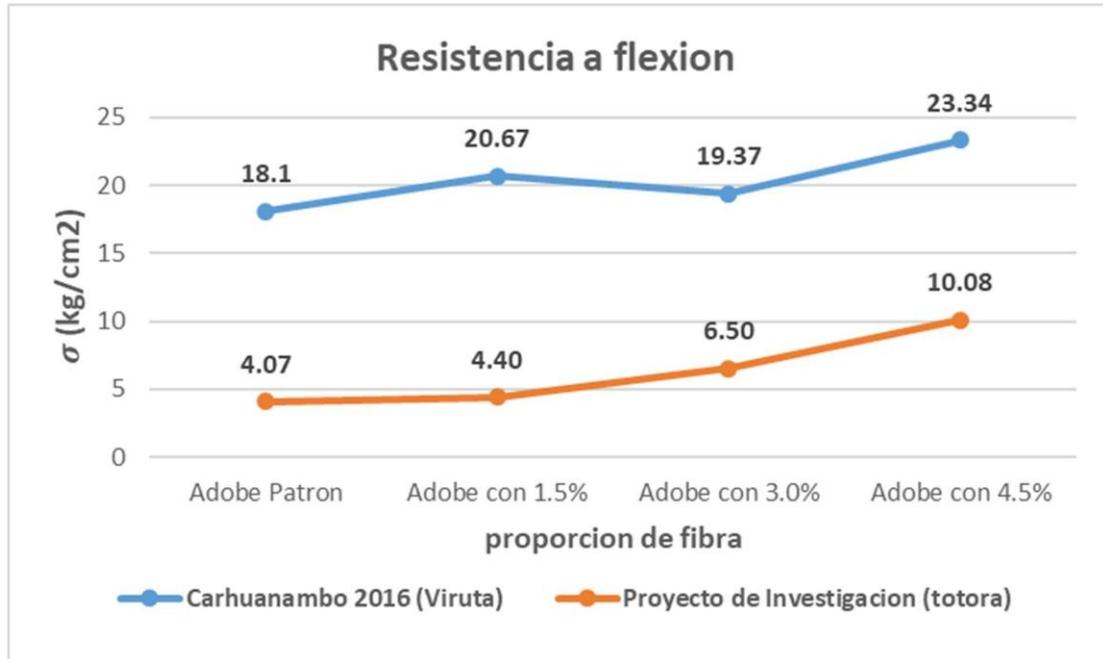
En la tabla 28 se evidencia los resultados de la investigación de Briones & Estrada (2018), utilizando la paja de trigo y la paja de arroz, como estabilizantes para la elaboración del adobe en los porcentajes de 5%,10% y 15%, donde se muestra en forma decreciente; eso quiere decir, que mientras más porcentaje se incorpora a la mezcla del adobe, la paja de trigo y la paja de arroz, la resistencia en compresión disminuye progresivamente.

En la presente investigación utilizando la fibra de totora hay un incremento de 85.33%, 111.88% y 138.08% en los porcentajes de 1.5%, 3.0% y 4.5%, de esta forma se evidencia el incremento considerable en cada uno de los porcentajes utilizando la fibra de totora como estabilizantes naturales en el adobe, basándose en la clasificación taxonómica, las tres plantas pertenecen a la misma clase, lo que permite una comparación más aceptada, debido que todas son sometidas en las mismas condiciones agrícolas, ya que crecen sobre el agua, además de permanecer en las zonas pantanosas y en los riachuelos. Por lo tanto, al secarse todas las plantas, brindará características fisicomecánicas similares. Lo cual, reafirma que la resistencia máxima para la fibra de totora, se encuentra presente en el rango de 4.5% - 10% del estabilizante, lo cual demuestra que la fibra de totora influye en el comportamiento mecánico, así cumpliéndose la hipótesis planteada.

Según Carhuanambo Jhenifer, (2016) en su investigación “**Propiedades mecánicas y físicas del adobe compactado con adición de viruta y aserrín**” tesis para obtener el título de ingeniero civil, en su investigación experimental, el

objetivo fue determinar las propiedades mecánicas y físicas del adobe compactado 1.5%, 3.0% y 4.5% adición de aserrín de Eucalipto y con 1.5%, 3.0% y 4.5% adición de viruta.

Gráfico 9. Comparación de resistencia a flexión, Viruta vs Totora



Fuente: Elaboración propia, 2020

En la tabla 29 se observa los resultados de la investigación de Carhuanambo (2016), implementando viruta de eucalipto en los porcentajes de 1.5%, 3.0% y 4.5%, lo cual se evidencia el incremento no lineal 14%, 7% y 28% con respecto al adobe patrón.

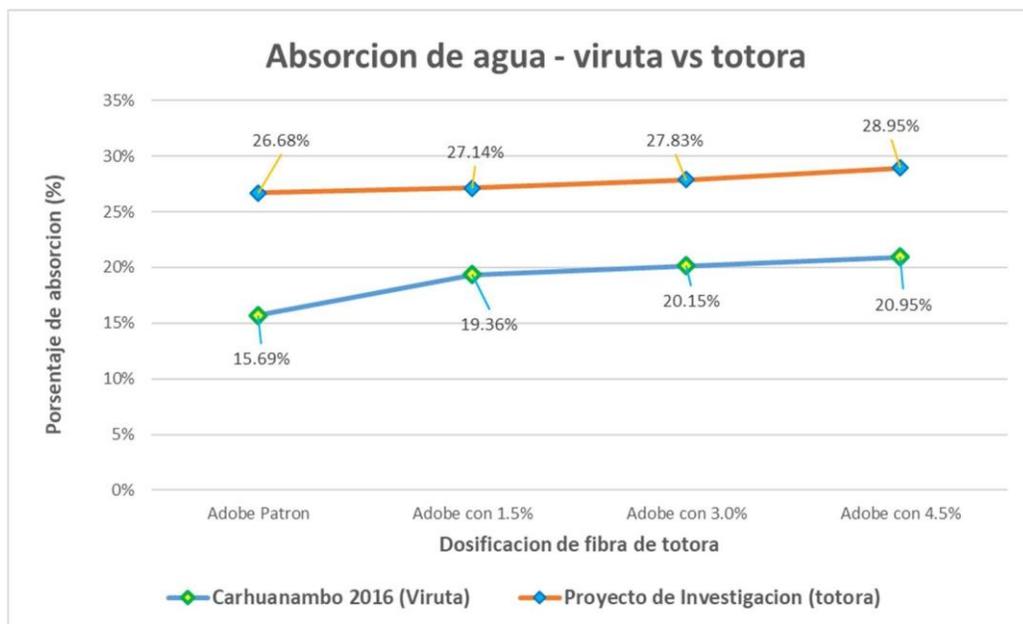
De igual forma en la presente investigación demuestro que hay un crecimiento significativo de 8.10%, 59.70% y 147.66% con respecto al adobe patrón que se elaboró de acuerdo a la norma E-080; esto quiere decir, mientras más fibra de totora se incorpore a la mezcla del adobe, la resistencia a flexión incrementa; dado que el porcentaje 4.5% de fibra de totora es el resultado mayor (10.08kg/cm²) superando con 147.66% más que el adobe convencional (patrón).

Estas diferencias de los resultados se deben que la fibra de totora presenta una mayor plasticidad o flexibilidad, lo que origina que haya una adecuada flexión al momento de ser sometida a una presión para ser fraccionada; a diferencia de la

viruta de eucalipto, la cual no presenta resultados estables, esto se puede deber a las grandes diferencias morfológicas, fisicomecánicas y condiciones agrícolas; a pesar que el tipo de muestra se asemejen, en morfología, corte y tamaño, lo cual demuestra que la fibra de totora influye en el comportamiento mecánico, así cumpliéndose la hipótesis planteada.

Hipótesis específica: la incorporación de la fibra de totora influye en el comportamiento físico del adobe.

Gráfico 10. Comparación de resistencia a la absorción de agua, Viruta vs Totora



Fuente: Elaboración propia, 2020

En los resultados de los dos investigadores, evidencia que el adobe estabilizado con viruta de eucalipto y fibra de totora, mantienen un crecimiento mínimo constante, superando al adobe patrón, lo cual demuestra que la fibra de totora influye en el comportamiento físico, así cumpliéndose la hipótesis planteada.

VI. CONCLUSIONES

Con cada uno de los resultados obtenidos en el laboratorio, en los ensayos de resistencia a compresión, resistencia a flexión y resistencia a la absorción, se llegó a las siguientes conclusiones haciendo referencia a los objetivos de la investigación.

1. Para **determinar que la incorporación de la fibra de totora mejora el comportamiento físico y mecánico en la elaboración del adobe**, se hicieron muestras para luego someterlos a los ensayos de resistencia compresión, flexión y absorción de agua, de acuerdo a los resultados arrojados en el laboratorio, se cumple a los objetivos planteadas, ya que hubo una variación favorable con la incorporación de la fibra de totora como estabilizante natural, en la resistencia a compresión incremento hasta un 85.33% (1.5% fibra de totora), 111.88% (3.0% fibra de totora) y 138.08% (4.5% fibra de totora) a comparación con el adobe convencional (patrón), lo mismo sucede en la resistencia a flexión, de acuerdo a los ensayos sometidos en el laboratorio hay un incremento significativo de 8.10% (1.5% fibra de totora), 59.70% (3.0% de fibra de totora), 147.6% (4.5% fibra de totora) con respecto al adobe patrón según la norma E-080, de igual forma en la resistencia al absorción de agua, donde hubo una variación mínima constante de 27.14% (1.5% fibra de totora), 27.83%(3.0% de fibra de totora), 28.95%(4.5% fibra de totora) con respecto al adobe patrón 26.68 %, lo cual demuestra que las propiedades físico y mecánico incrementan.
2. Para **determinar como la fibra de totora mejora el comportamiento físico en la elaboración de adobe**, se hicieron muestras para luego someterlos a los ensayos de resistencia al absorción de agua por 24 horas, de acuerdo a los resultados arrojados en el laboratorio, se cumple el objetivo planteado en la investigación, ya que hubo una mejora mínima pero favorable con la incorporación de la fibra de totora como estabilizante natural, se obtuvo los siguientes porcentajes como resultado 27.14%(1.5% fibra de totora), 27.83% (3.0% fibra de totora), 28.95% (4.5% fibra de totora) con respecto al adobe patrón 26.68%, lo cual

demuestra que las propiedades físicas mejora ya que hubo una variación positivo con respecto al adobe patrón.

3. Para **determinar como la fibra de totora mejora el comportamiento mecánico en la elaboración del adobe**, se hicieron muestras para luego someterlos a los ensayos de resistencia a compresión y resistencia a flexión, para determinar el comportamiento mecánico del adobe implementando la fibra de totora en los porcentajes de 1.5%, 3.0% y 4.5%, lo cual nos arroja en los resultados 26.67kg/cm² (1.5% adición de fibra de totora), 30.49kg/cm² (3.0% adición de fibra de totora) y 34.26kg/cm² (4.5% adición de fibra de totora), con la adición de 4.5% de fibra de totora como estabilizante natural, mejora 138.08% más que el adobe patrón (14.39kg/cm²) según la norma E-080, siendo el resultado más alto, de igual forma en los ensayos de resistencia a flexión nos arroja como resultado promedio 4.40kg/cm² (1.5% adición de fibra de totora), 4.40kg/cm² (3.0% adición de fibra de totora) y 10.08 (4.5% adición de fibra de totora) con la adición de 4.5% de fibra de totora como estabilizante natural se logró obtener 10.08kg/cm² así superando con 147.66%, lo cual demuestra la variación para mejora en las propiedades mecánicas del adobe con respecto al adobe patrón(4.07kg/cm²) según la norma E-080, por ende se demostró que mejora en las propiedades mecánicas del adobe adicionando la fibra de totora como estabilizante natural.
4. Los resultados en los ensayos en la resistencia a compresión y resistencia a flexión incrementan a mas porcentaje de fibra de totora como estabilizante natural, mayor es la resistencia mecánica, sin embargo este incremento tiene su punto más alto donde la curva llega a su punto máximo y empieza a descender, en la investigación de Briones & Estrada (2018), utilizando la paja de trigo y la paja de arroz como estabilizantes para la elaboración del adobe en los porcentajes de 5%.10% y 15%, donde se demuestra que el 5% es el resultado más alto con respecto a los porcentajes de 10% y 15%, de esta forma se puede deducir que el porcentaje adecuado para elaborar el adobe garantizando la durabilidad y la seguridad está entre los rangos de 4.5% hasta 5% de estabilizante natural.

VII. RECOMENDACIONES

- Se recomienda el uso de la totora como estabilizante natural para la elaboración del adobe en zonas rurales de Huancavelica.
- Se recomienda elaborar el adobe con diferentes tipos de suelos, en distintas zonas de alto andino, de esa forma evaluar el comportamiento físico.
- Se recomienda habiéndose logrado el objetivo la mejora en las propiedades mecánicas con la incorporación de fibra de totora en los porcentajes de 1.5%, 3.0% y 4.5%, realizar otras investigaciones adicionando la fibra de totora entre los porcentajes de 5% hasta 10% para así obtener la resistencia máxima en los ensayos de resistencia a compresión y resistencia a flexión, de igual forma se recomienda elaborar estudios con adición de totora para evaluar las características térmicas.

REFERENCIAS

- Norma E-080. (2017). Reglamento manual de edificaciones - Ministerio de vivienda, construcción y saneamiento.
- Norma E-080. (2007). Reglamento manual de edificaciones - Ministerio de vivienda, construcción y saneamiento.
- Álvarez, Morales y Ortiz. (2007). Mejoramiento de las propiedades mecánicas del adobe compactado”. México-Oaxaca: Instituto Politécnico.
- Norma Técnica Peruana 400.012. (s.f.). agregados análisis granulométrico del agregado fino, grueso y global. Lima - Perú.
- Namakforoosh Mohammad , N. (2007). Metodología de la investigación. Limusa (noriega editores).
- Subasheva Samal, (2007). Ladrillo de adobe como material de construcción” Universidad Tecnica Checa en Fraga.
- Arteaga Jaime, Loja Luis, (2018). Diseño de adobe estabilizados con emulsión de Asfáltica. Ecuador: Universidad Cuenca de Ecuador.
- Muentes Jose, (2016). Optimización en el uso de adobe sismo resistente, como material constructivo para viviendas familiares de bajo coto. Ecuador: Universidad de Guayaquil de Ecuador
- Grace Yu Chen, (2009). Análisis de adobe estabilizado en áfrica oriental rural: Universidad Politécnica del estado de California San Luis Obispo.
- Chuya Eva Catalina & Ayala Maria Fernanda, (2018). Comparación de parámetros mecánicos y físicos del adobe tradicional con adobe reforzado con fibra de vidrio. Ecuador: Universidad de cuenca.
- Mantilla Jhon, (2018). Variación de las propiedades físico mecánicas del adobe al incorporar viruta y caucho. Cajamarca – Perú: Universidad nacional de Cajamarca.
- Ccoillo Apukintu, (2016). Ayacucho – Perú: Estabilización de adobe con especie de pasto natural en la zona de alto andino Universidad nacional de san Cristóbal de huamanga.
- Carhuanambo Jhenifer, (2016). Propiedades mecánicas y físicas del adobe compactado con adición de viruta y aserrín. Lima-Perú: Universidad Privada del Norte

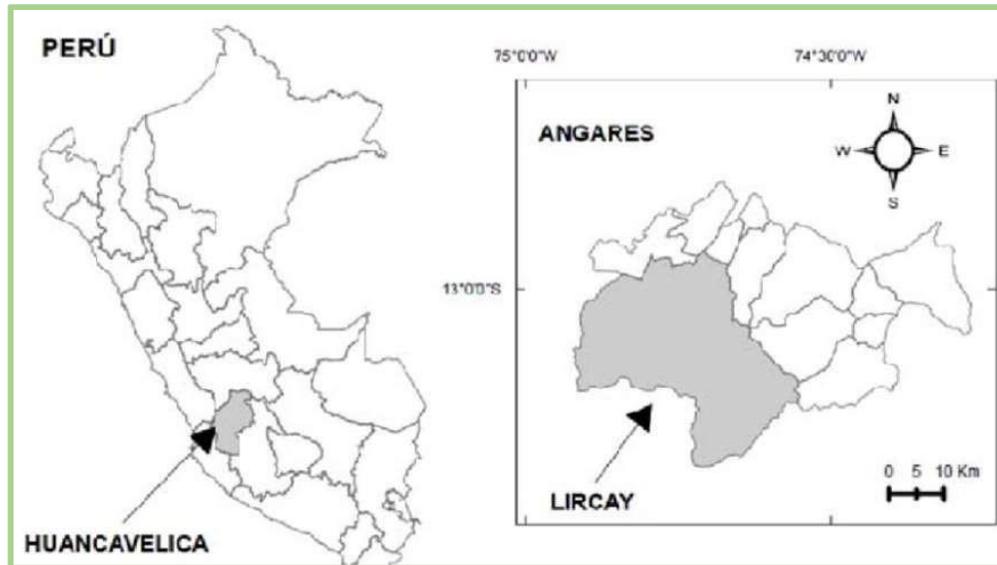
- Romero Vanessa, Callasi Carlos, (2017). Estudio comparativo de las propiedades físico mecánicas de las unidades de adobe tradicional frente a las unidades de adobe estabilizado con asfalto. Cusco-Perú: Universidad Andina del Cusco.
- Nureña Juan, (2017). Influencia del estabilizante de cemento y tipo de suelos sobre la resistencia y durabilidad de un adobe constructivo. Lima-Perú: Universidad Privada del Norte.
- Alam, I,Naseer, A y Shah, AA. (2014). Economical stabilization of clay for earth building construction in rainy and prone areas. Construction and buiding materials, 77,154,159. pakistán.
- Calderón Peñafiel, J. C. (2013). tecnología para la fabricación de bloques de tierra de gran resistencia. Barcelona - España: universidad pontificia de Catalunya.
- Castilla Pascual, F. (2004). Estabilización de morteros de barros para la protección de muros.
- Cancho Zúñiga, G. E. (1987). Bloques de tierra estabilizado con asfalto. Lima-Perú: Universidad Nacional Villareal.
- Gomes M , M. (2006). Introducción a la metodología de la investigación científica. Córdoba - Argentina: Brujas .
- Fernández Carcedo, M. (2012). Resistencia a la compresión de boloques de tierra comprimida estabilizada con materiales de sílice de diferentes tamaños de partículas. España-Madrid: Universidad politécnica de Madrid.
- Pontificia Universidad Catalica del Perú. (1995). Nuevas casas resistentes de adobe. Lima - Perú.
- Rojas Crotte , I. R. (2011). Elementos para el diseño de tecnicas de investigacion: una propuesta de definiciones y procedimientos a la investigación científica. Toluca-México: Universidad autónoma del estado de México.
- Zambrano Flores Martha E. (2018). Análisis de su comportamiento como material en la construcción para futuras aplicaciones. Ecuador: universidad católica de Cuenca.

- Salinas Valdez Erick J. (2017). Vivienda económica en adobe de 02 pisos. Lima – PERU: Universidad Nacional Federico Villarreal.

ANEXOS

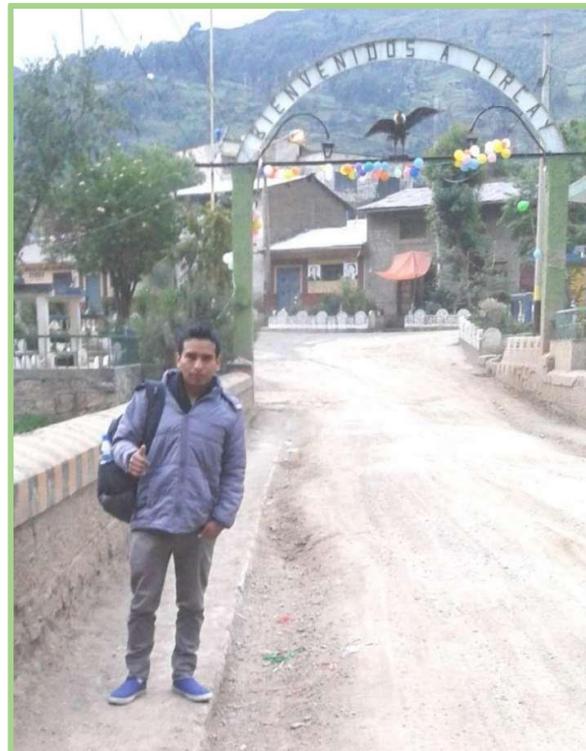
ANEXO 1. Panel Fotográfico del proceso de elaboración

Figura 1. Ubicación geográfica Huancavelica - Angaraes Lircay



Fuente: Elaboración propia, 2020

Figura 2. Lugar de extracción del material (Anchonga - Angaraes Lircay – Huancavelica),



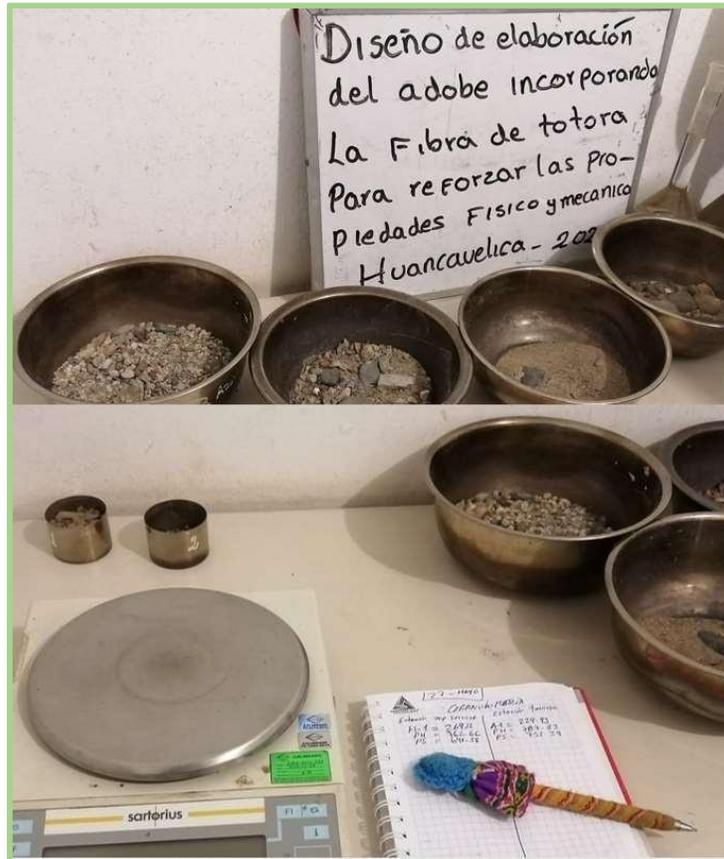
Fuente: Elaboración propia, 2020

Figura 3. Extracción del material



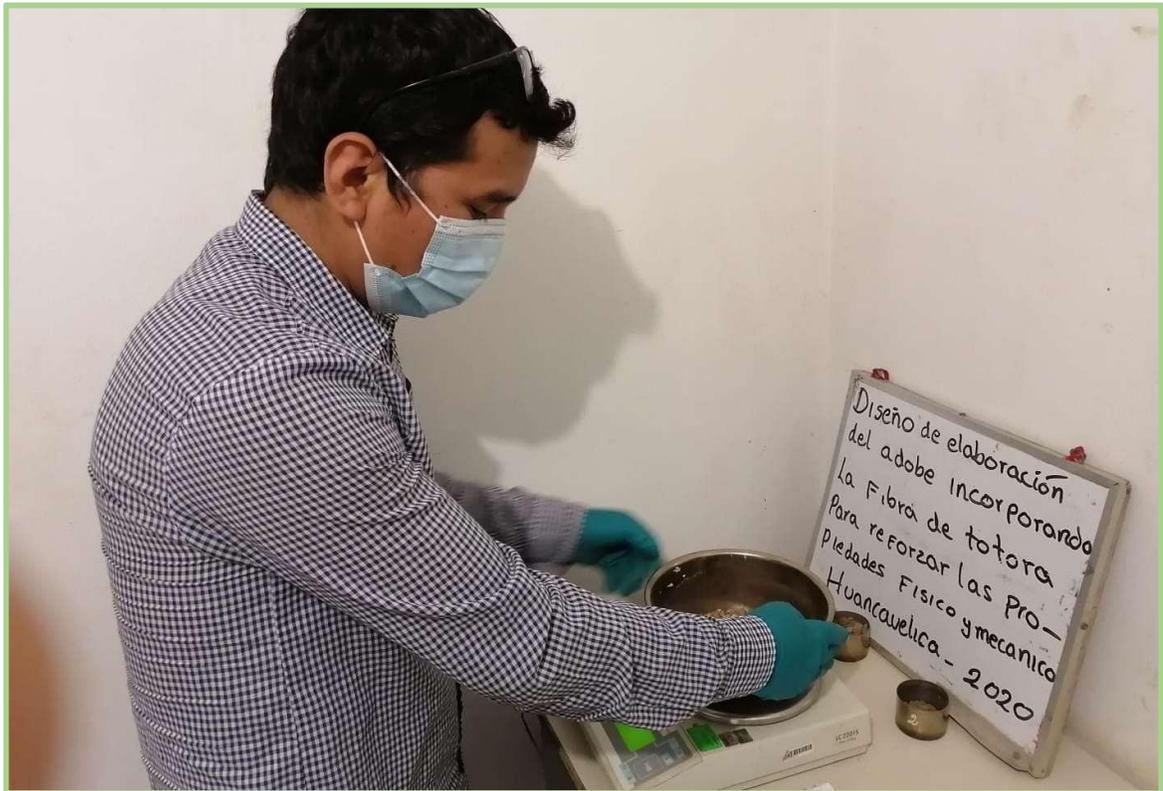
Fuente: Elaboración propia, 2020

Figura 4. La muestra entera



Fuente: Elaboración propia, 2020

Figura 5. Peso de la muestra



Fuente: Elaboración propia, 2020

Figura 6. Lavado del material



Fuente: Elaboración propia, 2020

Figura 7. Secado en el horno de la muestra



Fuente: Elaboración propia, 2020

Figura 8. Tamizado de la muestra



Fuente: Elaboración propia, 2020

Figura 9. Granulometría método hidrómetro



Fuente: Elaboración propia, 2020

Figura 10. Colocación del hidrómetro y lectura del hidrómetro



Fuente: Elaboración propia, 2020

Figura 11. Ensayo en la copa de casa Grande



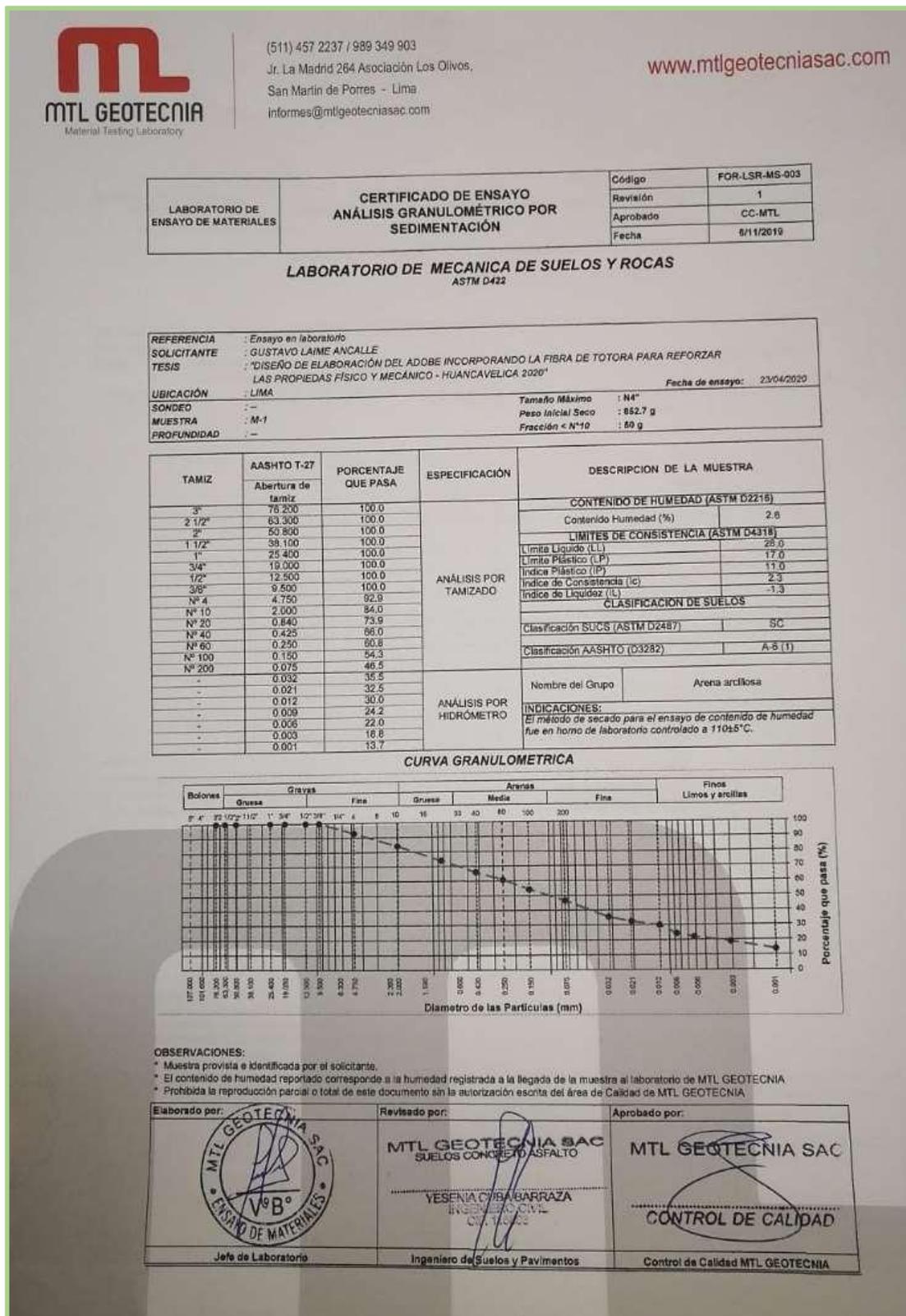
Fuente: Elaboración propia, 2020

Figura 12. Ensayo Limites (LL, LP)



Fuente: Elaboración propia, 2020

Figura 13. Resultado del estudio de suelo en laboratorio



Fuente: MTL GEOTECNIA S.A.C.

Figura 14. Molde de los especímenes



Fuente: Elaboración propia, 2020

Figura 15. Extracción de la totora y secado



Fuente: Elaboración propia, 2020

Figura 16. Corte de la fibra de totora



Fuente: Elaboración propia, 2020

Figura 17. Elaboración de la mezcla del barro



Fuente: Elaboración propia, 2020

Figura 18. *Peso de la fibra de totora al 1.5% y del barro.*



Fuente: Elaboración propia, 2020

Figura 19. *Mezcla del barro implementando al 1.5% de fibra de totora.*



Fuente: Elaboración propia, 2020

Figura 20. *Peso de la fibra de totora al 3.0% y del barro.*



Fuente: Elaboración propia, 2020

Figura 21. *Mezcla del barro implementando al 3.0% de fibra de totora*



Fuente: Elaboración propia, 2020

Figura 22. *Peso de la fibra de totora al 4.5% y del barro.*



Fuente: Elaboración propia, 2020

Figura 23. *Mezcla del barro implementando al 4.5% de fibra de totora*



Fuente: Elaboración propia, 2020

Figura 24. *Elaboración del adobe para ensayo de flexión y absorción de agua*



Fuente: Elaboración propia, 2020

Figura 25. *Elaboración del adobe para ensayo de compresión*



Fuente: Elaboración propia, 2020

Figura 26. Secado de los especímenes



Fuente: Elaboración propia, 2020

Figura 27. Resistencia a compresión del adobe patrón



Fuente: Elaboración propia, 2020

Figura 28. Resistencia a compresión del adobe estabilizado con 1.5% de fibra de totora



Fuente: Elaboración propia, 2020

Figura 29. Resistencia a compresión del adobe estabilizado con 3.0% de fibra de totora



Fuente: Elaboración propia, 2020

Figura 30. Resistencia a compresión del adobe estabilizado con 4.5% de fibra de totora



Fuente: Elaboración propia, 2020

Figura 31. Resistencia a flexión del adobe patrón



Fuente: Elaboración propia, 2020

Figura 32. Resistencia a flexión del adobe estabilizado con 1.5% de fibra de totora



Fuente: Elaboración propia, 2020

Figura 33. Resistencia a flexión del adobe estabilizado con 3.0% de fibra de totora



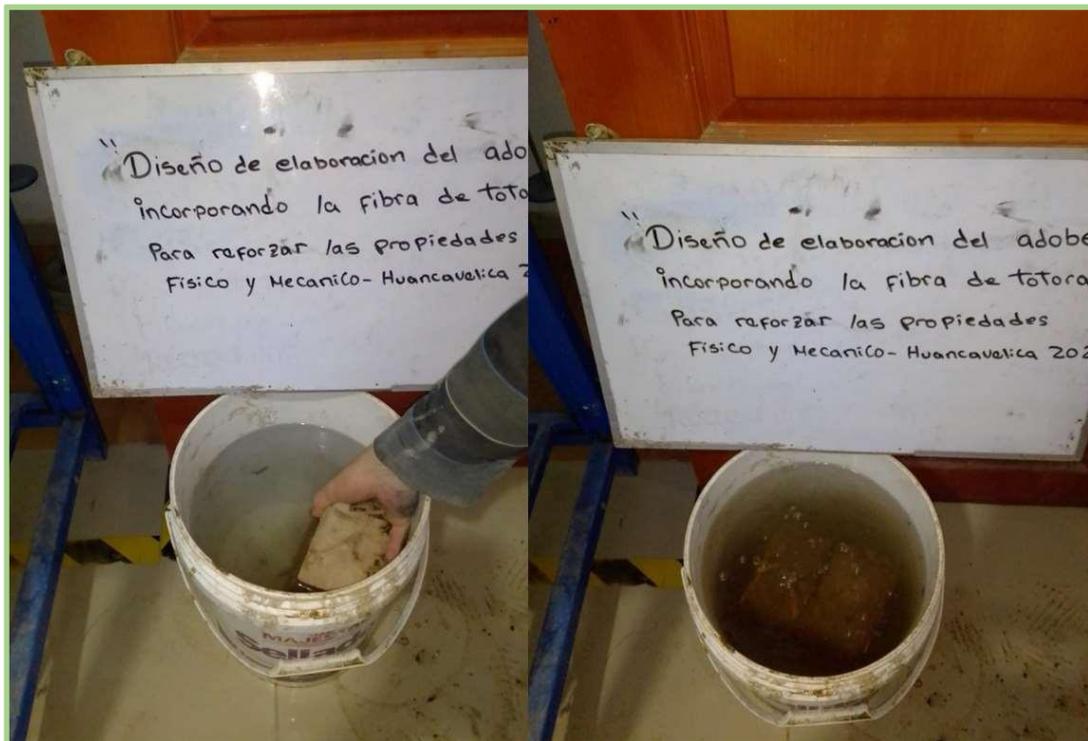
Fuente: Elaboración propia, 2020

Figura 34. Resistencia a flexión del adobe estabilizado con 4.5% de fibra de totora



Fuente: Elaboración propia, 2020

Figura 35. Resistencia a la absorción del adobe estabilizado con 1.5% de fibra de totora y el adobe patrón.



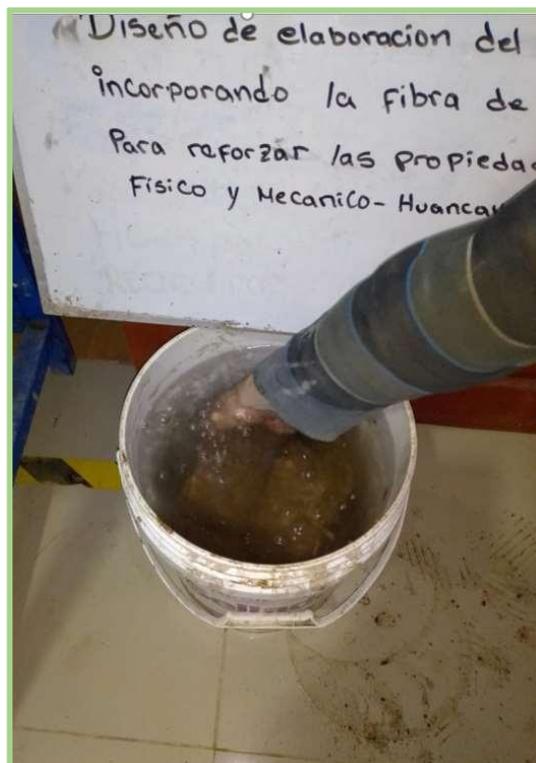
Fuente: Elaboración propia, 2020

Figura 36. Resistencia a la absorción del adobe estabilizado con 3.0% de fibra de totora



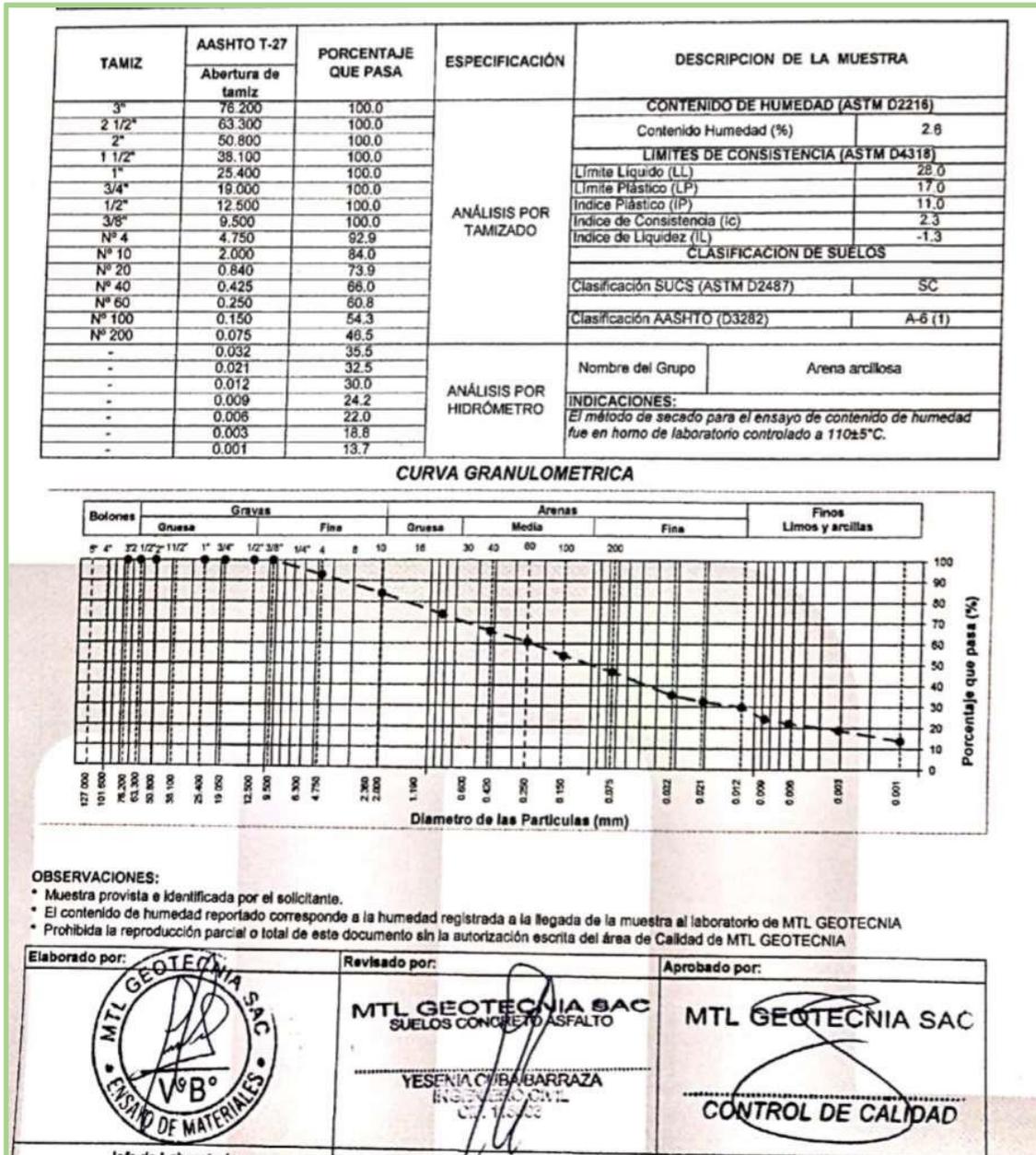
Fuente: Elaboración propia, 2020

Figura 37. Resistencia a la absorción del adobe estabilizado con 4.5% de fibra de totora



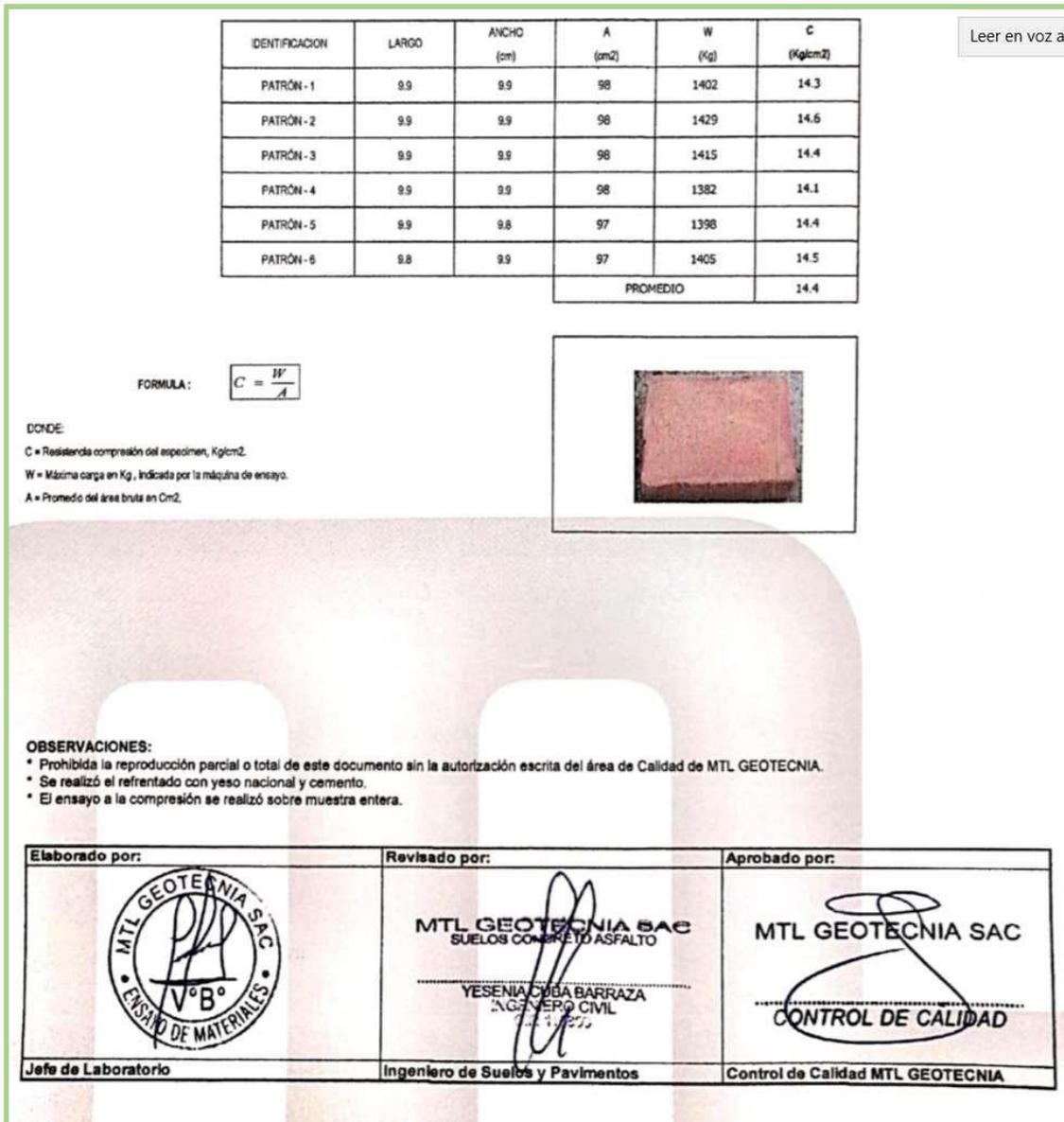
Fuente: Elaboración propia, 2020

Figura 38. Resultado de resistencia a compresión del adobe patrón



Fuente: MTL GEOTECNIA S.A.C

Figura 39. Resultado de resistencia a compresión de 1.5% de fibra de totora



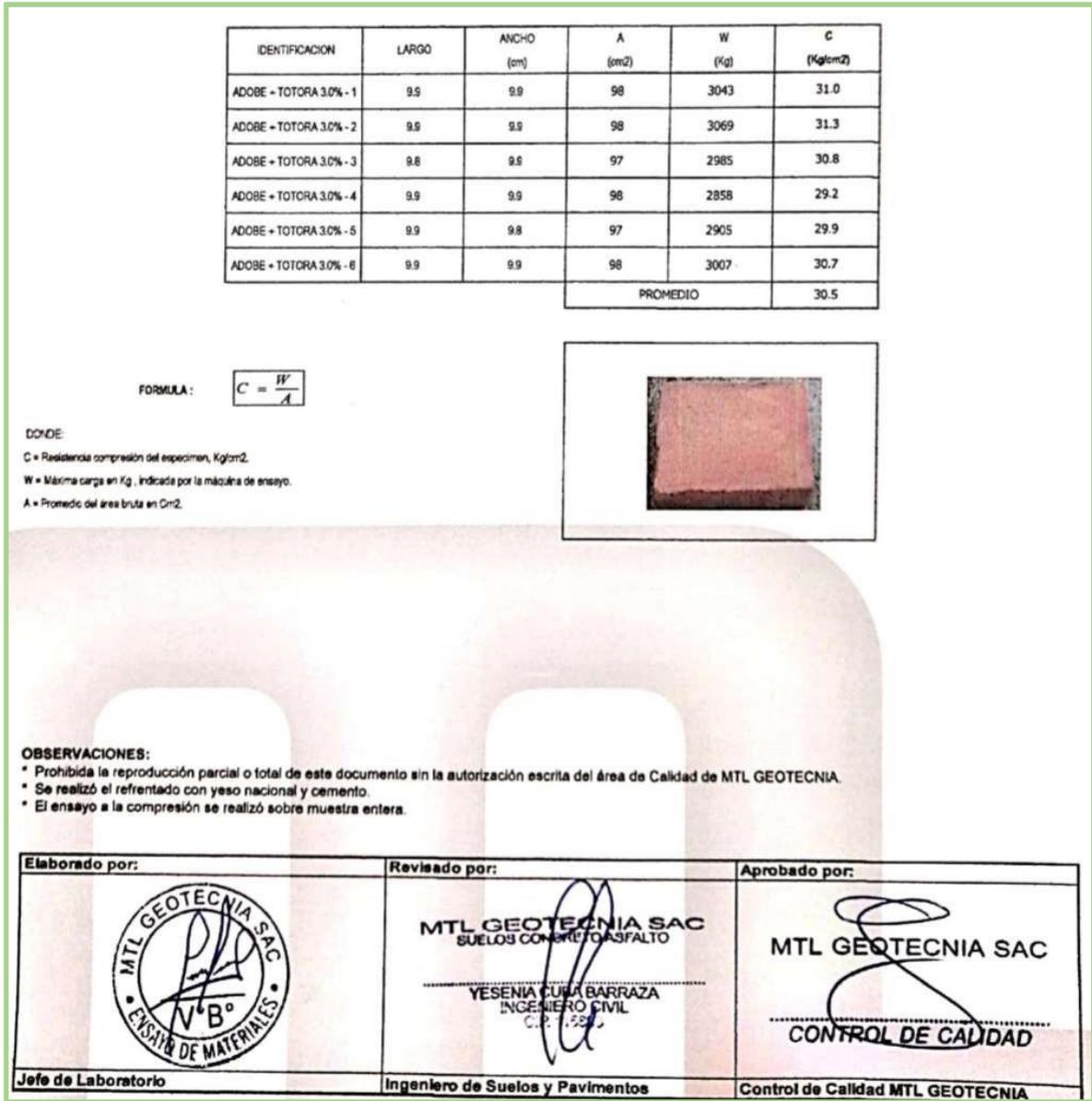
Fuente: MTL GEOTECNIA S.A.C

Figura 40. Resultado de resistencia a compresión con 1.5% de fibra de totora



Fuente: MTL GEOTECNIA S.A.C

Figura 41. Resultado de resistencia a compresión con 3.0% de fibra de totora



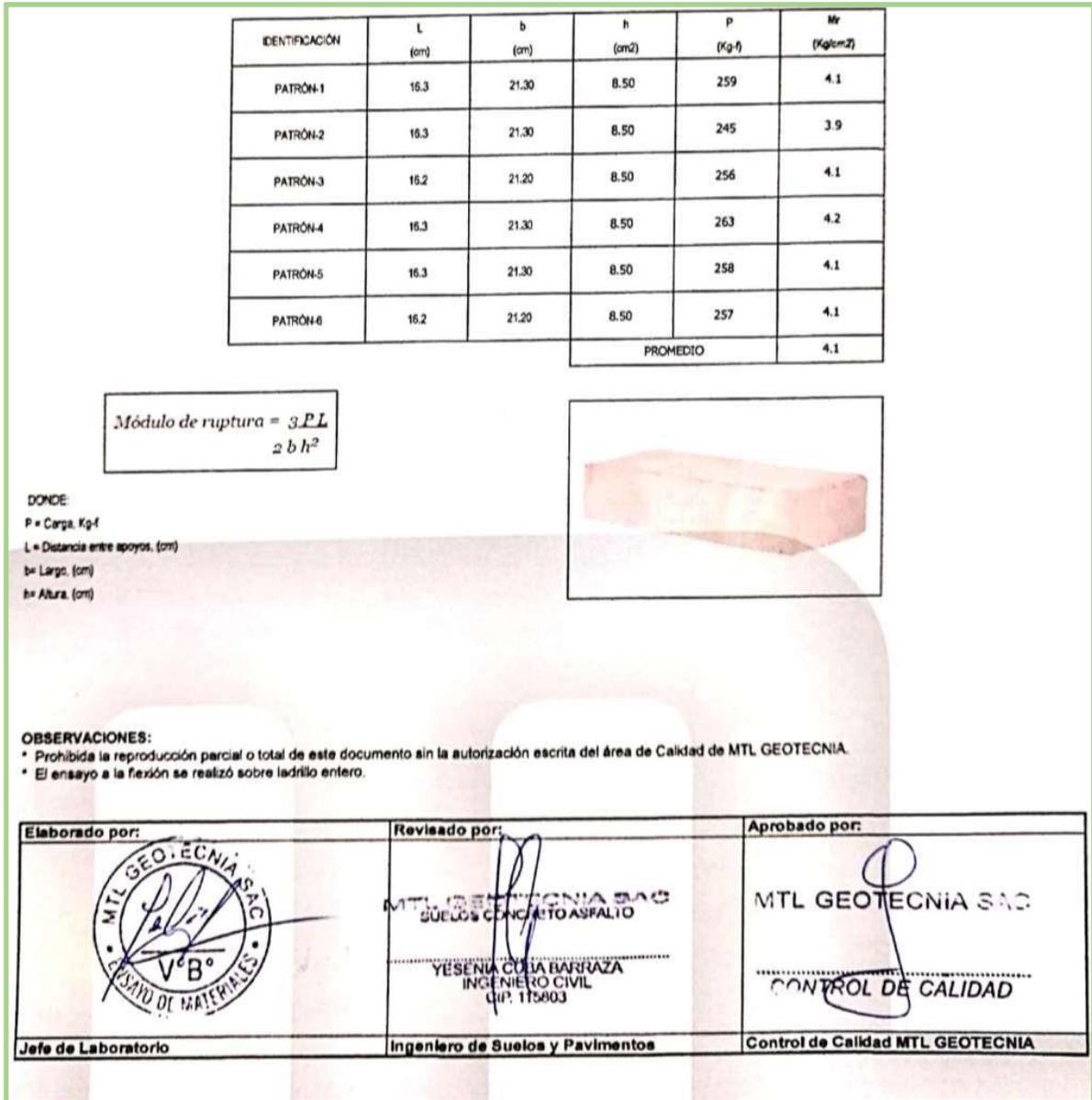
Fuente: MTL GEOTECNIA S.A.C

Figura 42. Resultado de resistencia a compresión con 4.5% de fibra de totora



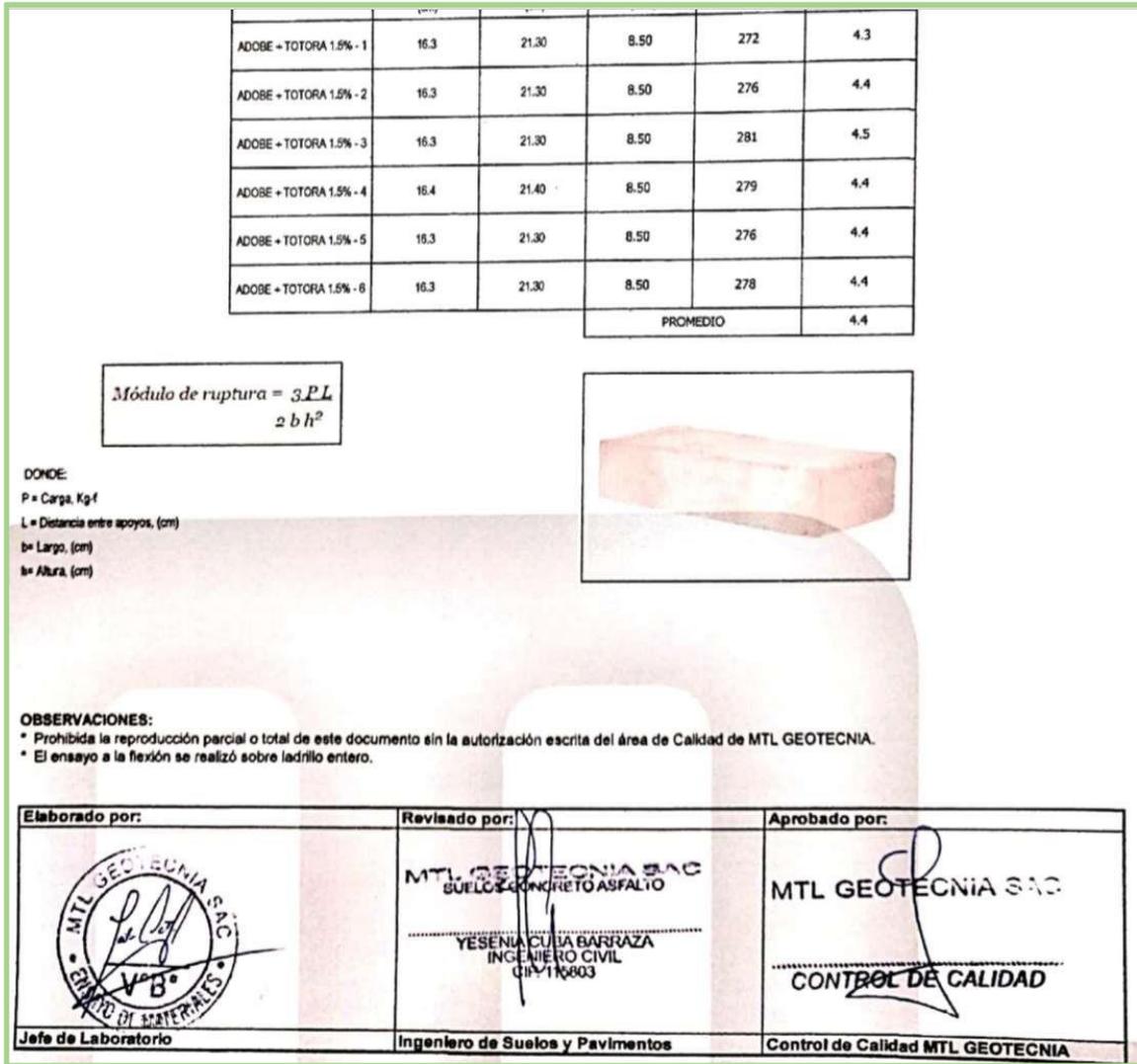
Fuente: MTL GEOTECNIA S.A.C

Figura 43. Resultado de resistencia a flexión del adobe patrón



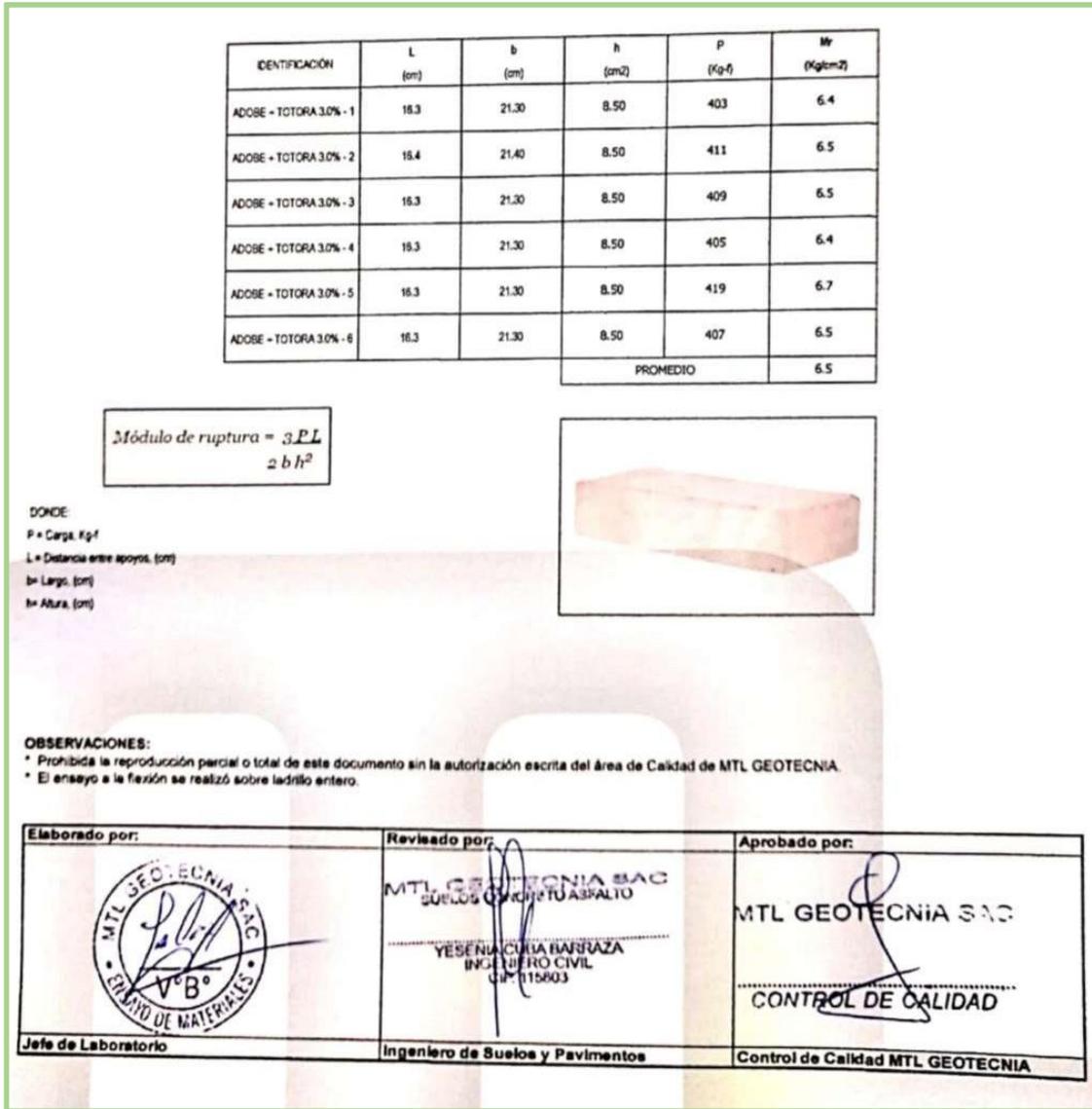
Fuente: MTL GEOTECNIA S.A.C

Figura 44. Resultado de resistencia a flexión con 1.5% de fibra de totora



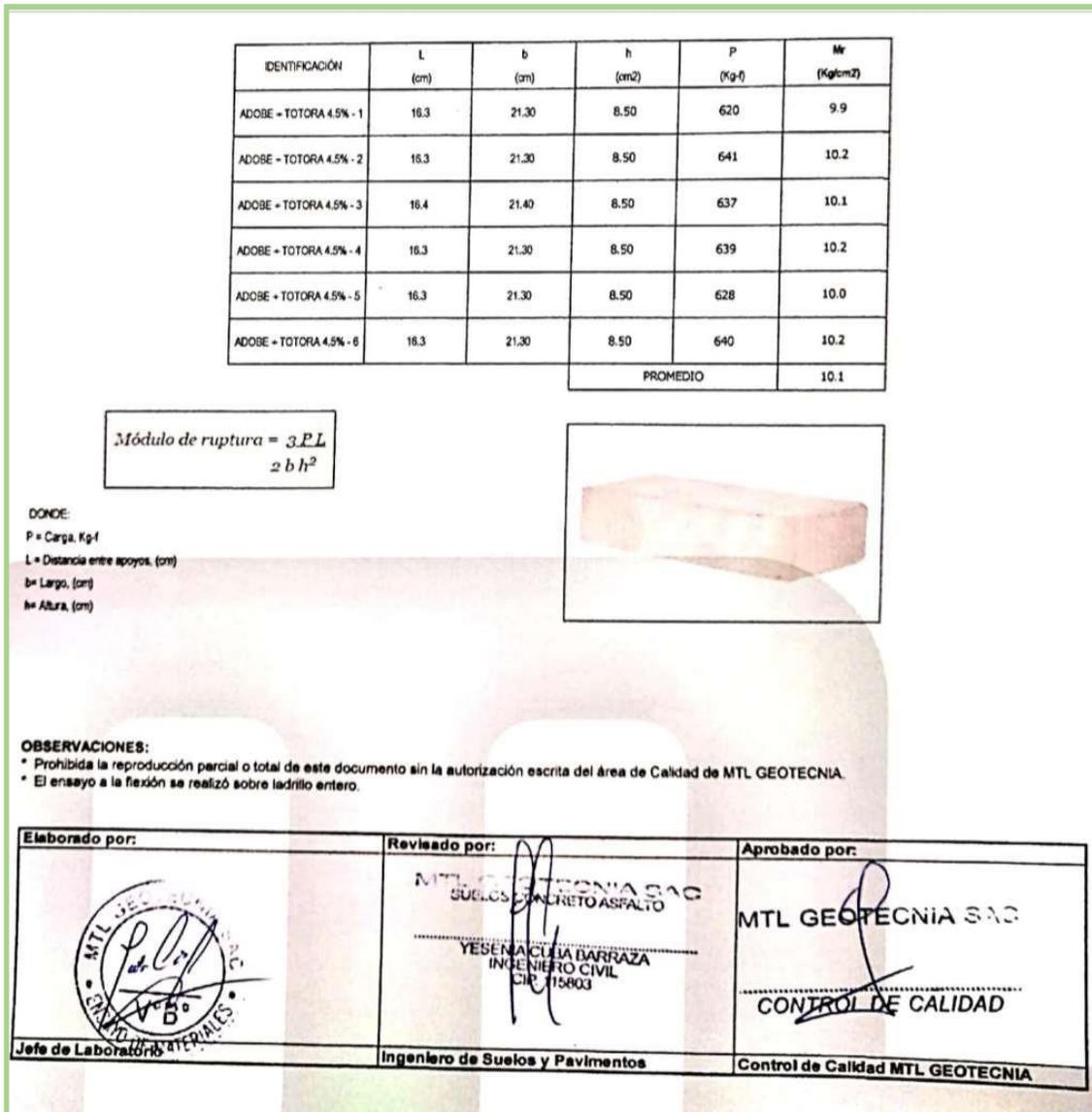
Fuente: MTL GEOTECNIA S.A.C

Figura 45. Resultado de resistencia a flexión con 3.0% de fibra de totora



Fuente: MTL GEOTECNIA S.A.C

Figura 46. Resultado de resistencia a flexión con 4.5% de fibra de totora



Fuente: MTL GEOTECNIA S.A.C

Figura 47. Resultado de resistencia a absorción de agua adobe patrón

SOLICITANTE : GUSTAVO LAIME ANCALLE		TESIS : "DISEÑO DE ELABORACIÓN DEL ADOBE INCORPORANDO LA FIBRA DE TOTORA PARA REFORZAR LAS PROPIEDAS FÍSICO Y MECÁNICO - HUANCVELICA 2020"		Fecha de emisión: 09/06/2020
UBICACIÓN : LIMA				
ESPÉCIMEN	PESO SECO (g)	PESO SATURADO (g) 24 hrs	ABSORCIÓN (%)	
PATRÓN - 1	5596	7106	25.98	
PATRÓN - 2	5571	7025	25.10	
PATRÓN - 3	5587	7036	25.94	
PATRÓN - 4	5496	7059	28.44	
PATRÓN - 5	5568	7025	25.17	
PATRÓN - 6	5582	7058	25.44	
		PROMEDIO (%)	25.68	

OBSERVACIONES:
 * Muestras identificadas por el solicitante
 * Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita del área de Calidad de MTL GEOTECNIA

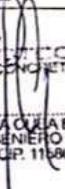
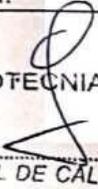
Elaborado por: 	Revisado por: MTL GEOTECNIA SAC SUELOS/CONCRETO ASFALTO YESENIA OJEDA BARRAZA INGENIERO CIVIL	Aprobado por: MTL GEOTECNIA SAC CONTROL DE CALIDAD
Jefe de Laboratorio	Ingeniero de Suelos y Pavimentos	Control de Calidad MTL GEOTECNIA

Fuente: MTL GEOTECNIA S.A.C

Figura 48. Resultado de resistencia a absorción de agua con 1.5% de fibra de totora

SOLICITANTE : GUSTAVO LAIME ANCALLE TESIS : DISEÑO DE ELABORACIÓN DEL ADOBE INCORPORANDO LA FIBRA DE TOTORA PARA REFORZAR LAS PROPIEDAS FÍSICO Y MECÁNICO - HUANCAVELICA 2020* UBICACIÓN : LIMA Fecha de emisión: 09/06/2020			
ESPÉCIMEN	PESO SECO (g)	PESO SATURADO (g) 24 hrs	ABSORCIÓN (%)
ADOBE + TOTORA 1.5% - 1	5548	7088	27.76
ADOBE + TOTORA 1.5% - 2	5532	7025	26.99
ADOBE + TOTORA 1.5% - 3	5567	7111	27.73
ADOBE + TOTORA 1.5% - 4	5514	7003	27.00
ADOBE + TOTORA 1.5% - 5	5587	7078	26.69
ADOBE + TOTORA 1.5% - 6	5569	7054	26.67
		PROMEDIO (%)	27.14

OBSERVACIONES:
 * Muestras identificadas por el solicitante
 * Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita del área de Calidad de MTL GEOTECNIA

Elaborado por: 	Revisado por:  MTL GEOTECNIA SAC SUELOS CEMENTO ASFALTO YESENIA OJEDA BARRAZA INGENIERO CIVIL CEP. 116903	Aprobado por:  MTL GEOTECNIA SAC CONTROL DE CALIDAD
Jefe de Laboratorio	Ingeniero de Suelos y Pavimentos	Control de Calidad MTL GEOTECNIA

Fuente: MTL GEOTECNIA S.A.C

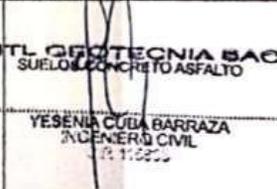
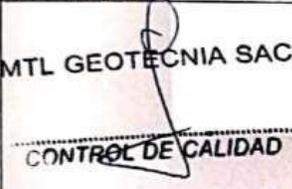
Figura 49. Resultado de resistencia a absorción de agua con 3.0% de fibra de totora

REFERENCIA	: Datos de laboratorio		
SOLICITANTE	: GUSTAVO LAIME ANCALLE		
TESIS	: "DISEÑO DE ELABORACIÓN DEL ADOBE INCORPORANDO LA FIBRA DE TOTORA PARA REFORZAR LAS PROPIEDAS FÍSICO Y MECÁNICO - HUANCVELICA 2020"		
UBICACIÓN	: LIMA		<i>Fecha de emisión: 09/06/2020</i>

ESPÉCIMEN	PESO SECO (g)	PESO SATURADO (g) 24 hrs	ABSORCIÓN (%)
ADOBE + TOTORA 3.0% - 1	5496	7028	27.87
ADOBE + TOTORA 3.0% - 2	6628	7094	28.33
ADOBE + TOTORA 3.0% - 3	5537	7054	27.40
ADOBE + TOTORA 3.0% - 4	5549	7096	27.88
ADOBE + TOTORA 3.0% - 5	5524	7071	28.01
ADOBE + TOTORA 3.0% - 6	5537	7059	27.49
		PROMEDIO (%)	27.83

OBSERVACIONES:

- Muestras identificadas por el solicitante
- Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita del área de Calidad de MTL GEOTECNIA

Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
	 MTL GEOTECNIA S.A.C SUELOS, CONCRETO, ASFALTO <hr/> YESENIA CUBA BARRAZA INGENIERO CIVIL 19 11 2000	 MTL GEOTECNIA S.A.C <hr/> CONTROL DE CALIDAD
Jefe de Laboratorio	Ingeniero de Suelos y Pavimentos	Control de Calidad MTL GEOTECNIA

Fuente: MTL GEOTECNIA S.A.C

Figura 50. Resultado de resistencia a absorción de agua con 4.5% de fibra de totora

REFERENCIA		Datos de laboratorio	
SOLICITANTE	TESIS	: GUSTAVO LAIME ANCALLE : "DISEÑO DE ELABORACIÓN DEL ADOBE INCORPORANDO LA FIBRA DE TOTORA PARA REFORZAR LAS PROPIEDAS FÍSICO Y MECÁNICO - HUANCAYELICA 2020"	
UBICACIÓN		: LIMA	
		Fecha de emisión: 09/05/2020	

ESPÉCIMEN	PESO SECO (g)	PESO SATURADO (g) 24 hrs	ABSORCIÓN (%)
ADOBE + TOTORA 4.5% - 1	5587	7187	28.64
ADOBE + TOTORA 4.5% - 2	5515	7176	30.12
ADOBE + TOTORA 4.5% - 3	5564	7197	29.35
ADOBE + TOTORA 4.5% - 4	5524	7124	28.96
ADOBE + TOTORA 4.5% - 5	5571	7136	28.09
ADOBE + TOTORA 4.5% - 6	5553	7137	28.53
		PROMEDIO (%)	28.95

OBSERVACIONES:

- Muestras identificadas por el solicitante
- Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita del área de Calidad de MTL GEOTECNIA

Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
	MTL GEOTECNIA SAC SUELOS CONCRETO ASFALTO YESENIA CUBA BARRAZA INGENIERO CIVIL 12.11.2020	MTL GEOTECNIA SAC CONTROL DE CALIDAD
Jefe de Laboratorio	Ingeniero de Suelos y Pavimentos	Control de Calidad MTL GEOTECNIA

Fuente: MTL GEOTECNIA S.A.C

ANEXO 2. Procedimiento de elaboración de las muestras

A. Determinar el contenido de humedad del suelo

La determinación del contenido de humedad nos permite determinar la cantidad de agua presente en una cantidad dada de suelo en términos de su peso en seco.

Materiales

- Suelo.
- Taras.
- Horno o estufa para secado de muestra de Temp. máxima de 200°C.
- Balanza electrónica de 15 kg. precisión de 1 gr.

Procedimiento

1. Se pesó un recipiente codificado, seguidamente se colocó una muestra representativa de suelo húmedo y se pesó la tara más el suelo húmedo.
2. Una vez pesado las muestras de suelo más las taras se proceden a secar en la estufa a una temperatura de 105 a 110 °C durante 24 horas.
3. Pasado las 24 horas se vuelve a pesas el suelo más la tara y con los datos de los pesos se calcula el contenido de humedad.

Tabla 21. Contenido de Humedad Promedio

Contenido de humedad	
Calicata	Muestra
W tara (gr)	0
Wt+M. Humeda (gr)	874.5
Wt+M. Seco (gr)	852.4
W agua (gr)	22.1
W M. Seca (gr)	852.4
W (%)	2.6

Fuente: MTL GEOTECNIA S.A.C.

$$\%H = \frac{WSH - WSS}{WSS} \cdot 100$$

- %H: Porcentaje de humedad (%).
- WSH: Peso de suelo húmedo (g).
- WSS: Peso de suelo seco (g).
- WT: Peso de tara (g).

B. Determinar la granulometría del suelo por tamizado

Mediante la granulometría del suelo nos permite determinar cuantitativamente la distribución de los tamaños de las partículas del suelo y verificar si el suelo se encuentra dentro uso granulométrico de acuerdo a la Norma E 080 Adobe.

Materiales

- Tamices (3/4), 9,525 mm (3/8"), 4,75 mm (N° 4), 2,00 mm (N° 10), 0,850 mm (N° 20), 0,425 mm (N° 40), 0,250 mm (N° 60), 0,106 mm (N° 140) y 0,075 mm (N° 200).
- Horno o estufa para secado de muestra de capacidad 80 Lt. Temperatura máxima de 200°c
- Balanza electrónica de 15 kg. precisión de 1 gr.
- Balanza mecánica de 0.01gr de cesibilidad.
- Cepillo para malla.
- Taras y recipientes.
- Cucharon metálico.

Procedimiento

1. Preparación de la muestra

Se ha preparado la muestra de acuerdo a la norma técnica peruana NTP 339.128 durante el procedimiento de preparación, para lo cual se hizo el cuarteo correspondiente tomando una muestra cuarteada de 4 a 6 kg, dependiendo del tipo de suelo y gradación, una vez cuarteada la muestra de suelo se pasó por el tamiz 4.760mm (N° 4).

2. Lavado de la muestra

De las partículas que pasan el tamiz N° 4 (4.760mm), se pesa el material y mediante el cuarteo se toma una muestra representativa para el lavado con el tamiz 200 (0.075mm), y una muestra de 250 g para la humedad que es importante para su respectivo calculo, la muestra representativa se coloca en un recipiente y se deja que remoje hasta que los terrones se ablanden, se lava la muestra sobre el tamiz 200 (0.075mm).

3. Secado al horno

Una vez lavado la muestra se procede a secar en la estufa a una temperatura de 105 a 110 °C durante 24 horas.

4. Tamizado de la Muestra

Una vez seca la muestra se procede al tamizado desde el tamiz N° 4 (4.760mm) hasta el tamiz número 200 (0.075mm) se determina el peso de cada fracción con una balanza mecánica de sensibilidad 0.01g.

Calculo de la humedad del suelo la que pasa la malla N° 4 (4.760mm).

$$\%H = \frac{W_{SH} - W_{SS}}{W_{SS}} \times 100$$

- %H: Porcentaje de humedad (%)
- WSH: Peso de suelo húmedo (g)
- WSS: Peso de suelo seco (g)
- WT: Peso de tara (g). –

Calcular el peso de suelo seco la que pasa la malla N° 4 (4.760mm)

$$W_{SS} = W_{SH} \left(1 - \frac{\%H}{100}\right)$$

Se calcula el porcentaje retenido sobre cada tamiz (desde el tamiz N° 3” el tamiz N° 4 (4.760mm), de la siguiente forma:

$$\%R = \frac{W_{retenido}}{PT} \times 100$$

PT = W reten. Desde tamiz N°3” hasta tamiz N°4” + **WSS** pasa tamiz N°4

PT: Peso total (g)

Se calcula el porcentaje retenido sobre cada tamiz (desde el tamiz N° 4 (4.760mm), hasta el tamiz N° 200 (0.075mm)) de la fracción tomada de la muestra.

$$\%R = \frac{\text{Peso Retenido en el tamiz}}{\text{Peso Total de la fracción tomadas}} \times 100$$

%R = Peso Retenido (%)

Se calcula el porcentaje que pasa. Restando en forma acumulativa de 100% los porcentajes retenidos sobre cada tamiz.

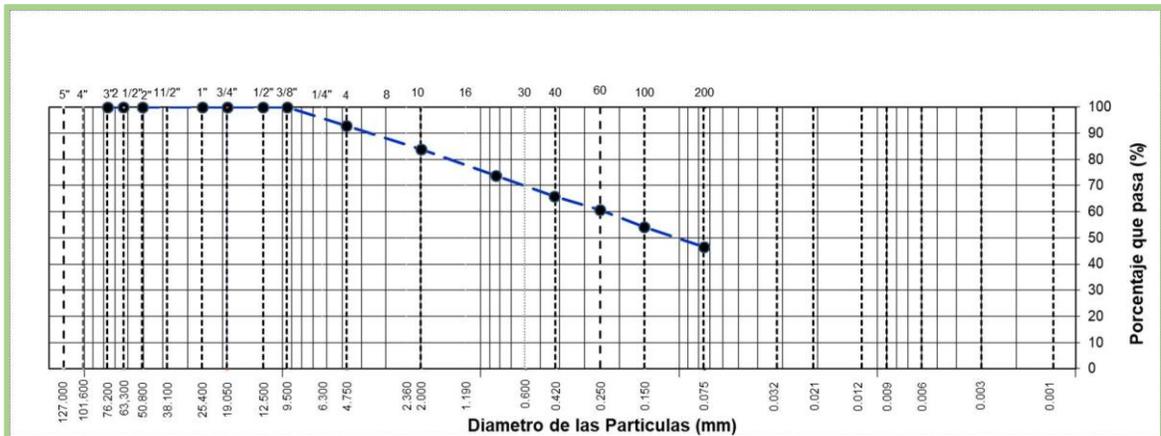
%Pasa = 100 - %Retenido Acumulado

Tabla 22. Análisis Granulométrico por tamizado NTP 339.128 / ASTM – D 422

TAMIZ	AASHTO T-27	PORCENTAJE QUE PASA	ESPECIFICACIÓN
	Abertura de tamiz		
3"	76.200	100.0	ANÁLISIS POR TAMIZADO
2 1/2"	63.300	100.0	
2"	50.800	100.0	
1 1/2"	38.100	100.0	
1"	25.400	100.0	
3/4"	19.000	100.0	
1/2"	12.500	100.0	
3/8"	9.500	100.0	
Nº 4	4.750	92.9	
Nº 10	2.000	84.0	
Nº 20	0.840	73.9	
Nº 40	0.425	66.0	
Nº 60	0.250	60.8	
Nº 100	0.150	54.3	
Nº 200	0.075	46.5	

Fuente: MTL GEOTECNIA S.A.C.

Gráfico 11. Curva Granulométrico



Fuente: MTL GEOTECNIA S.A.C.

C. Determinación de la granulometría método hidrómetro

El análisis del hidrómetro es un método ampliamente utilizado para obtener un estimado de la distribución granulométrica de suelo cuyas partículas se encuentran desde el tamiz N° 200 (0.075mm) hasta el rededor de 0.001mm las partículas que pasan el tamiz son la arcilla y limo el objetivo de este ensayo es obtener el porcentaje de arcilla y limo mediante un estimado de la distribución se basa en la ley de Stokes. Se asume que la ley de Stokes puede ser aplicada a una masa de suelo dispersado, con partículas de varias formas y tamaños.

Materiales

- Muestra de suelo.
- Solución de NaPO al 4 %.
- Probeta graduada de 1000ml.
- Pizeta.
- Mezcladora eléctrica.
- Hidrómetro.
- Termómetro.

Procedimiento

a) Preparación de la muestra

Se toma una muestra seca de 50 gramos secado al horno y pulverizado que pasa por el tamiz N° 80 (0.180mm) y se mezcla con 125 ml de solución al 4 % de NaPO. Una solución de 4% de metafosfato de sodio.

b) Mezclar la solución con la muestra y dejar reposar

Se deja asentar la muestra de suelo cerca de una hora, y luego transferir la mezcla al vaso de una maquina batidora y añadir agua común hasta llenar los 2/3 del vaso mezclarlo por espacio de un minuto, seguidamente se transfiere la mezcla a la probeta teniendo mucho cuidado de no perder el material en el proceso. Añadir agua común hasta completar la marca de 1000 ml de la probeta, seguidamente se prepara la solución dispersa al 4% y verificar que la

temperatura del agua común sea igual para ambos cilindros el de sedimentación y control.

c) Colocar el hidrómetro e iniciar las anotaciones de las lecturas de dato

Con la palma de la mano se tapa la boca del cilindro y se agita cuidadosamente por un tiempo de un minuto. Colocar sobre la mesa la probeta e insertar inmediatamente el hidrómetro y tomar las lecturas con los siguientes intervalos de tiempo y tomar la lectura del termómetro.

Tabla 23. Granulometría método hidrómetro

TAMIZ	AASHTO T-27	PORCENTAJE QUE PASA	ESPECIFICACIÓN
	Abertura de tamiz		
-	0.032	35.5	ANÁLISIS POR HIDRÓMETRO
-	0.021	32.5	
-	0.012	30.0	
-	0.009	24.2	
-	0.006	22.0	
-	0.003	18.8	
-	0.001	13.7	

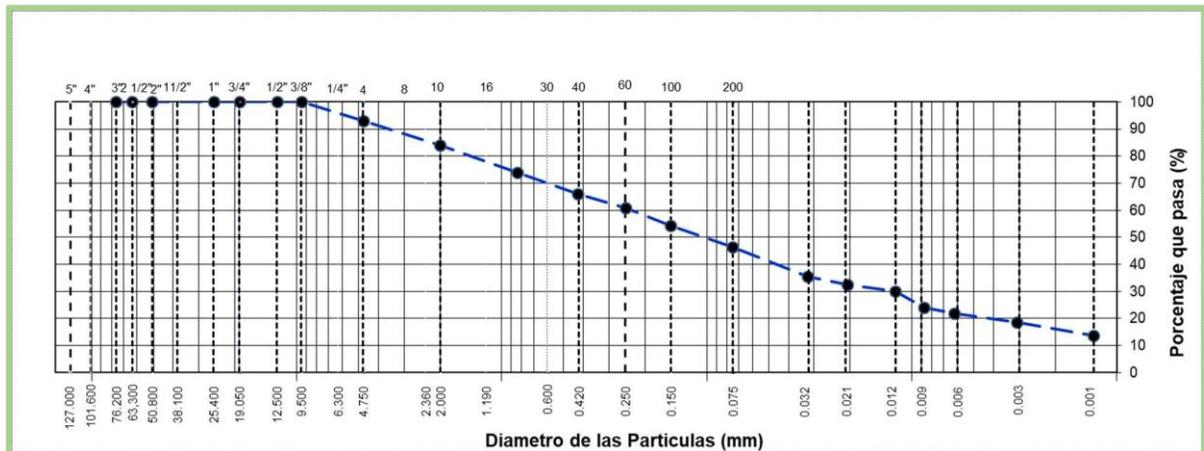
Fuente: MTL GEOTECNIA S.A.C.

Tabla 24. Granulometría método hidrómetro

Gs	2.612																	
a	1.009	Corrección por menisco		Cm =	1.0													
Ws	50	Corrección por defloculante		Cd =	3.2													
																		0.84
Tiempo (min)	Temperatura (°C)	Lectura real Rd	Lectura corregida Rc	% más fino	Lectura corregida por menisco, R	Longitud L	Lt	Constante K	Viscosidad del agua	Corrección por temperatura Ct	Diámetro (mm.)	Porcentaje del total	va = 1					
2	25.2	22.8	20.97	42.3	23.8	12.4	6.1959	0.01300	0.00890	1.37	0.0324	35.5		35.5				
5	25.2	21.0	19.17	38.7	22.0	12.7	2.5374	0.01300	0.00890	1.37	0.0207	32.5	1	32.5				
15	25.2	19.5	17.67	35.7	20.5	12.9	0.8622	0.01300	0.00890	1.37	0.0121	30.0		30.0				
30	25.2	16.1	14.27	28.8	17.1	13.5	0.4497	0.01300	0.00890	1.37	0.0087	24.2	1	24.2				
60	25.2	14.8	12.97	26.2	15.8	13.7	0.2284	0.01300	0.00890	1.37	0.0062	22.0		22.0				
250	25.2	12.9	11.07	22.3	13.9	14.0	0.0561	0.01300	0.00890	1.37	0.0031	18.8	1	18.8				
1440	25.2	9.9	8.07	16.3	10.9	14.5	0.0101	0.01300	0.00890	1.37	0.0013	13.7	1	13.7				

Fuente: MTL GEOTECNIA S.A.C.

Gráfico 12. Curva Granulométrico método hidrómetro



Fuente: MTL GEOTECNIA S.A.C.

D. Determinación del límite Líquido y Limite Plástico

El límite líquido y el límite plástico han sido ampliamente utilizadas en todo el mundo con el objetivo de identificación y clasificación de suelos para el caso de la investigación nos servirá para determinar el tipo de suelo mediante la clasificación SUCS. El límite líquido es el contenido de humedad al cual una masa de suelo húmedo colocada en un recipiente copa de Casagrande de bronce separada en dos por la acción de un rasurador dejada caer desde una altura de 1 cm sufra después de dejarla caer 25 veces una falla o cierre de la ranura en una longitud de 12.7 mm

Materiales

- Suelo.
- Espátula.
- Copa de Casagrande.
- Taras.
- Balanza electrónica de 0.01gr de sensibilidad.
- Horno o estufa para secado de muestra de capacidad 80 Lt. Temperatura máxima de 200°C. - Acanalador.
- Porcelana de 115 mm.

Limite Líquido

- i. **Preparación de la muestra:** Se tomó una muestra de peso 150 - 200 g de una porción de material completamente mezclado que pase el tamiz de 0.425 mm (N° 40). Se colocó la muestra de suelo en la vasija de porcelana y se mezcló completamente con 15 a 20 ml de agua destilada, agitándola, amasándola y tajándola con una espátula en forma alternada y repetida.

Durante el mezclado del suelo se hizo durante 3 horas aproximadamente por que el suelo es lentas en absorber agua y evitar un límite líquido falso.

- ii. **Colocado en la cazuela de Casagrande:** Una vez mesclado lo suficiente agua completamente con el suelo Se coloca una porción de la mezcla en la cazuela sobre el sitio en que esta reposa en la base, y comprimiéndola hacia abajo, extender el suelo hasta obtener la posición, teniendo cuidado de evitar la inclusión de burbujas de aire dentro de la masa. Se nivelará el suelo con la espátula y al mismo tiempo emparejando hasta conseguir una profundidad de 1 cm en el punto de espesor máximo.

- iii. **Pasta de suelo con ranura hecha:** Se divide el suelo en la taza de bronce por pasadas firmes con el ranurador y a través del área central de la masa del suelo de modo que se forme una ranura limpia y de dimensiones apropiadas como se muestra en la Figura A.11. Para evitar rasgaduras en los lados de la ranura o escurrimientos de la pasta del suelo a la cazuela de bronce.

Se empieza a girar la manija de la copa de Casagrande, a una velocidad de 1,9 a 2,1 golpes por segundo, hasta que las dos mitades de la pasta de suelo se pongan en contacto en el fondo de la ranura, a lo largo de una distancia de cerca de 13 mm (0.5"). Luego se anota el número de golpes requeridos para cerrar la ranura. Se repitió la operación hasta obtener 4 puntos de humedad, con el suelo restante en la vasija de porcelana, al que se le ha agregado agua suficiente para ponerlo en un estado de mayor fluidez. El objetivo de este procedimiento es obtener muestras de tal consistencia que al menos una de las determinaciones del número de golpes requeridos para

cerrar la ranura del suelo se halle en cada uno de los siguientes intervalos: 30-35; 25-30; 20-25; 15-20. De esta manera, el alcance de las 4 determinaciones debe ser de 5 golpes.

- iv. **Calculo de límite líquido:** el valor tomado del límite líquido es a los 25 golpes se obtiene un contenido de humedad.

$$\text{Contenido de humedad} \% = \frac{W - W_{100}}{WSS} \cdot 100$$

Límite Plástico

Consiste en determinar el límite plástico del suelo para aumentar la precisión eliminando los errores de pesada para lo cual se hizo de la siguiente forma.

- a. **Preparación de la muestra:** Se tomó aproximadamente 20 gr de la muestra que paso el tamiz de 426 mm (N° 40), preparado para el ensayo de límite líquido. Se amaso con agua destilada hasta que pueda formarse con facilidad una esfera con la masa de suelo. Se tomó una porción de 1,5 gr a 2,0 gr de dicha esfera como muestra para el ensayo.
- b. **Moldeado de la muestra:** Se moldeo la mitad de la muestra en forma de elipsoide y a continuación, se rueda con los dedos de la mano sobre una superficie lisa, con la presión estrictamente necesaria para formar un hilo de diámetro uniforme a una velocidad de 80 a 90 ciclos por minuto el hilo se forma hasta que se llega a obtener un diámetro de 3 a 3.2 mm, se vuelve a repetir el proceso, cuantas veces sea necesario, hasta que se desmorone aproximadamente con dicho diámetro, este proceso no tomo más de 2 minutos.
- La porción obtenida se colocó en vidrios, se continúa el proceso hasta reunir unos 10 a 18 gr de suelo y se determina la humedad de acuerdo a la NTP 339.127.
- c. **Calculo de límite plástico:** Se calcula el promedio de dos contenidos de humedad. Repetir el ensayo, el cálculo del límite plástico es mediante la siguiente expresión.

$$L.P. = \text{Límite Plástico} \% = \frac{MSK-M}{WSS} \cdot 100$$

- **LP:** Limite plástico.
- **H:** Porcentaje de humedad.
- **WSH:** Peso de suelo húmedo.
- **WSS:** Pesos de suelo seco.

Tabla 25. Resultado de Límite Líquido, Limite Plástico, Índice de Plasticidad

Límites de Atterberg		
Límite Líquido (LL)	28	%
Límite Plástico (LP)	17	%
Índice plástico (IP)	11	%
Índice de Consistencia (IC)	2.3	%

Fuente: MTL GEOTECNIA S.A.C.

Tabla 26. Clasificación de suelo

SISTEMA DE CLASIFICACIÓN SUCS						
GRUESOS (<50% pasa por 0.075 mm)						
Tipo de Suelo	Símbolo	%Ret mm	%Pasa0.075 mm	CU	CC	**IP
Gravas	GW	>50% de lo Ret. En 0.075 mm	<5	>4	1 a3	
	GP			>6	<1 ó >3	
	GM		>12			<0.73(wl-20) ó <4
	GC					>0.73(wl-20) y >7
Arenas	SW	<50% de lo Ret. En 0.075 mm	<5	>6	1 a3	
	SP			<6	<1 ó >3	
	SM		>12			<0.73(wl-20) ó <4
	SC					>0.73(wl-20) y >7
*Entre 5 y 12% usar símbolo doble como GW-GC, GP-GM, SW-SM, SP-SC						
**Si IP=0.73 (wl-20) ó si IP entre 4 y 7 e IP>0.73 (wl-20), usar símbolo doble: GM-GC, SM-SC						
En casos dudosos favorecer clasificación menos plástica. Ej: GW-GM en vez de GW-GC						
$CU = \frac{\phi_{60}}{\phi_{10}}$			$CC = \frac{\phi_{30}^2}{\phi_{60} \cdot \phi_{10}}$			

Fuente: (NTP 339.134. 1999)

E. Ensayo de resistencia a compresión

Objetivo

En este ensayo nos permite Determinar la resistencia máxima a la compresión que puede soportar una unidad de adobe estabilizado con fibra de totora de acuerdo a los diferentes tratamientos.

Materiales

- Cubos de adobe de 10 cm de arista.
- Equipo de compresión simple.
- Balanza aprox. 0.1 gr.
- Vernier.

Procedimiento

- 1) Se pesaron las muestras de cubos de adobe.
- 2) Se midió el diámetro de la altura tres veces considerando el promedio de la altura para cuando se realice el ensayo con el equipo se haga la lectura en el deformimetro de acuerdo a la fuerza aplicada.
- 3) Se determinó la lectura dial a diferentes % de deformación de la muestra del cubo de adobe.

Resultados

Según los resultados obtenidos Adobe sin cactus (Patrón)

$$K = \frac{F_c}{A}$$

Dónde:

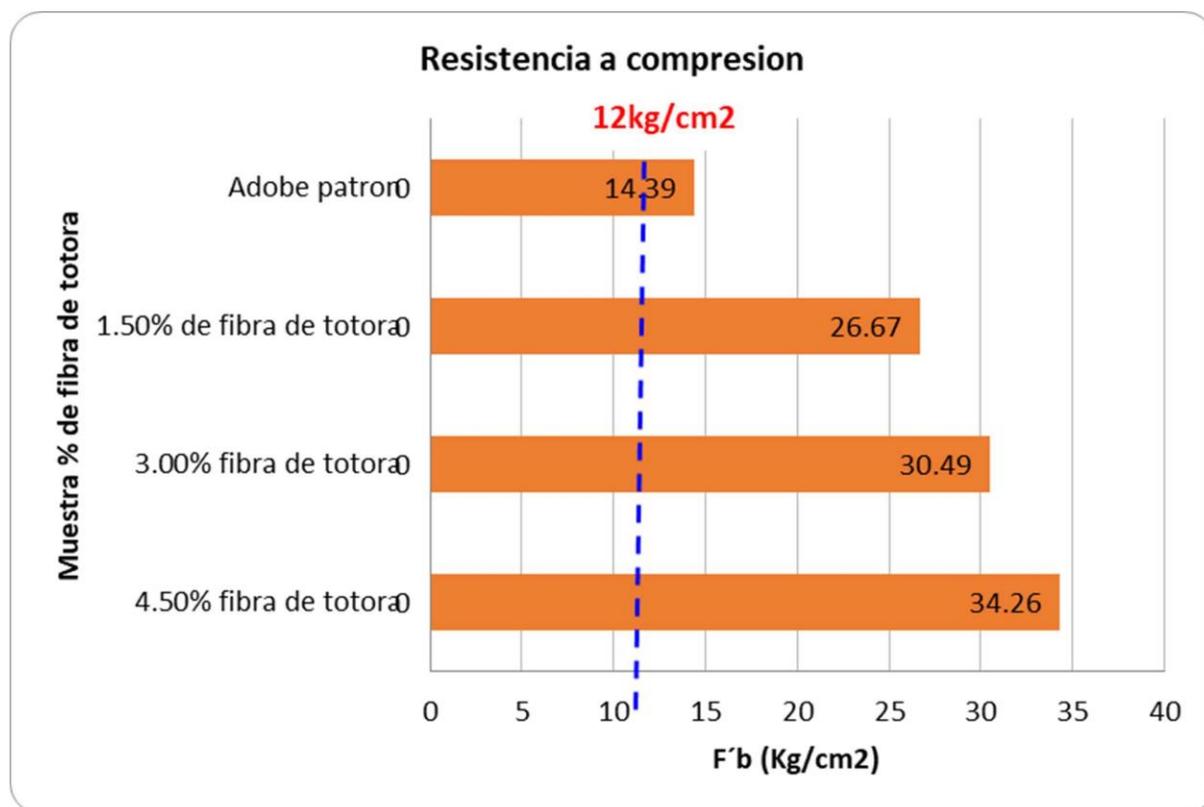
- **F_c** : Fuerza compresiva.
- **K** : Carga máxima soportada.
- **A** : Área de Aplicación.

Tabla 27. Resumen de resistencia a compresión

Muestra	RESUMEN DE COMPRESIÓN				
	NTP-E-080	Patrón	1.50%	3.00%	4.50%
Espécimen 01	12	14.3	26.3	31.0	35.3
Espécimen 02	12	14.6	27.4	31.3	34.1
Espécimen 03	12	14.4	26.3	30.8	34.3
Espécimen 04	12	14.1	26.7	29.2	33.2
Espécimen 05	12	14.4	26.9	29.9	34.3
Espécimen 06	12	14.5	26.4	30.7	34.4
Promedio	12	14.4	26.7	30.5	34.3

Fuente: Elaboración propia, 2020

Gráfico 13. Resistencia a compresión en los porcentajes de 1.5%, 3.0% y 4.5%



Fuente: Elaboración propia, 2020

F. Ensayo de resistencia a Flexión

Ensayo que determina el módulo de rotura dependiendo la ubicación de la grieta. Este consiste en someter la unidad de estudio a una carga en los tercios de luz, hasta que se produzca la falla

Si la falla se produce dentro del tercio medio de la luz, el cálculo del módulo de la rotura se dará mediante la siguiente formula:

Fórmula 6. Módulo de Rotura

$$M_r = PL/bh^2$$

En donde:

- **Mr:** Es el módulo de rotura, en kg/cm².
- **P:** Es la carga máxima de rotura, en kilogramos.
- **L:** Es la luz libre entre apoyos, en centímetros.
- **b:** Es el ancho promedio de la probeta en la sección de falla, (cm)
- **h:** Es la altura promedio de la probeta en la sección de falla, (cm)

Si la falla se produce fuera del tercio medio y con una distancia de este menor o igual al 5% de la luz libre, el módulo de rotura resultará de la siguiente formula:

Fórmula 7. Módulo de Rotura

$$M_r = P = 2Pa^2/Lbh^2$$

En donde:

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

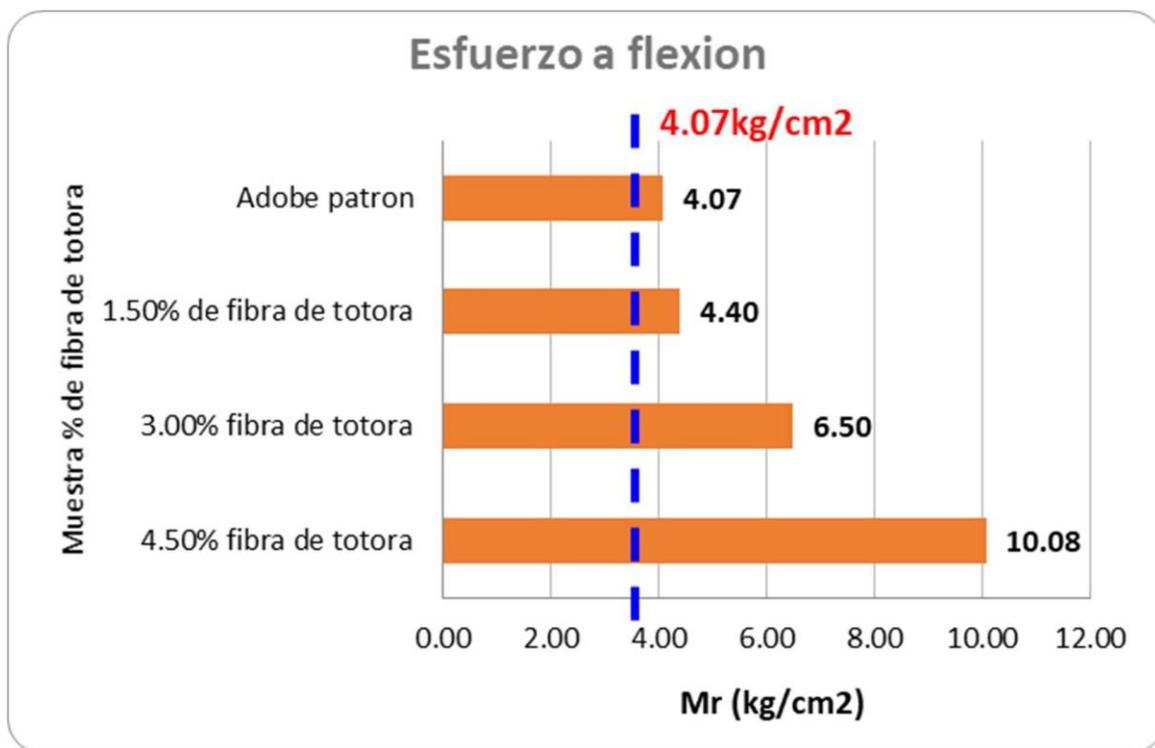
Si la falla ocurre fuera del tercio medio y a una distancia de éste mayor del 5% de la luz libre, se rechaza el ensayo.

Tabla 28. Resumen de resistencia a compresión

RESUMEN DE RESISTENCIA A FLEXIÓ				
Muestra	Patrón	1.50%	3.00%	4.50%
Espécimen 01	4.11	4.32	6.40	9.85
Espécimen 02	3.89	4.39	6.54	10.18
Espécimen 03	4.06	4.46	6.50	10.13
Espécimen 04	4.18	4.44	6.43	10.15
Espécimen 05	4.10	4.39	6.66	9.98
Espécimen 06	4.08	4.42	6.47	10.17
Promedio	4.07	4.40	6.50	10.08

Fuente: Elaboración propia, 2020

Gráfico 14. Resumen de resistencia a compresión



Fuente: Elaboración propia, 2020

G. Ensayo de resistencia absorción

El objeto de esta prueba es conocer la capacidad de absorción de las muestras a ensayar cuando alcanzan un estado de saturación, obteniéndose el porcentaje de la capacidad de absorción de agua de las unidades ante 24 horas de inmersión en agua (NTP. 399.613, 2003).

La velocidad con que se absorbe el agua depende de su volumen y composición, por ello las unidades sometidas deben tener medidas exactas e idénticas.

En donde:

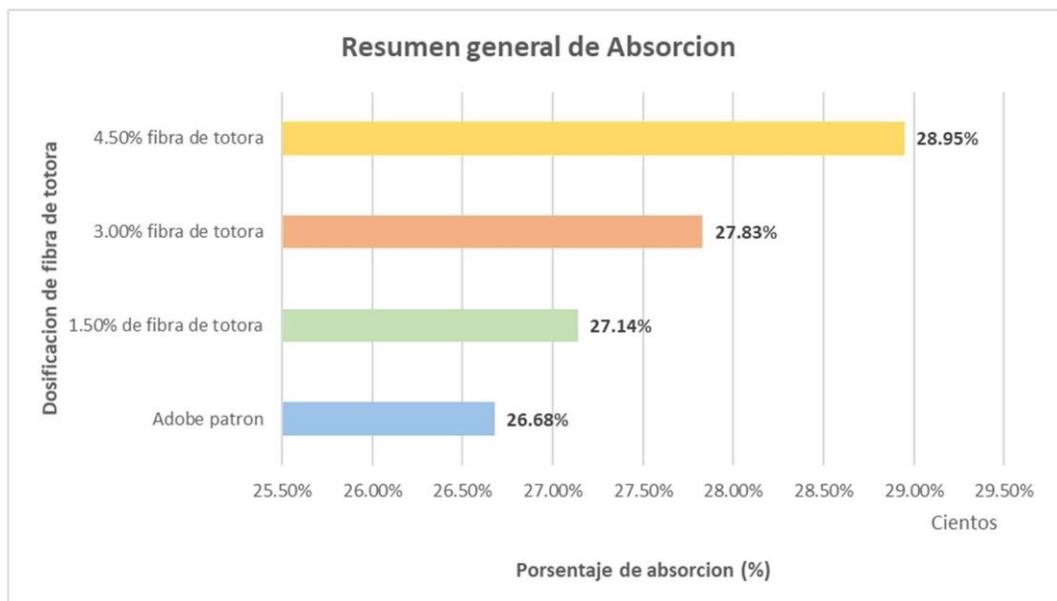
Fórmula 8. Absorción de Agua

$$\%ABS = \frac{P2 - P1}{P1} * 100$$

Dónde:

- **%ABS** = Porcentaje de absorción de agua (%)
- **P1** = Peso de la unidad seca (gr)
- **P2** = Peso de la unidad saturada (gr)

Gráfico 15. Resumen de resistencia a la absorción de agua



Fuente: Elaboración propia, 2020

ANEXO 3. Matriz de Operacionalización

Título: Diseño de elaboración del adobe incorporando la fibra de totora para reforzar las propiedades físico y mecánico – Huancavelica 2020						
VARIABLES	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	INSTRUMENTO	
VARIABLE INDEPENDIENTE	APLICACIÓN DE FIBRA DE TOTORA	La fibra de totora es el fragmento de material residual de la totora, con forma tabular obtenido mediante trabajo manual.	Para utilización en fibras, la totora se tiene que pasar por un proceso estricto de secado para luego extraer las fibras, material que se utilizara como ingrediente para modificar la resistencia del adobe.	Dosificación	1.5% de Fibra de totora	Ficha técnica
					3% de Fibra de totora	Ficha técnica
					4.5% de Fibra de totora	Ficha técnica
						Ficha técnica
VARIABLE DEPENDIENTE	ANÁLISIS FÍSICO Y MECÁNICO DEL ADOBE	Los adobes naturales son poco resistentes ante las solicitudes de comprensión y presentan también baja rigidez ante esfuerzos sísmicos, (ENGLER, 2010, pg.8)	Se pretende establecer el valor que adoptaría esta variable, determinando la influencia de la variable independiente.	Resistencia Física	Ensayo de resistencia a absorción (NTP 399.613-2003)	Aparatos - Pison -Balanza -Horno
				Resistencia Mecánica	Ensayo de resistencia a compresión	Máquina para ensayo a la compresión
					Ensayo de resistencia a flexión	Máquina para ensayo a la flexión

Fuente: Elaboración propia, 2020

ANEXO 4. Matriz de consistencia

Título: Diseño de elaboración del adobe incorporando la fibra de totora para reforzar las propiedades físico y mecánico – Huancavelica 2020											
PROBLEMAS		OBJETIVOS		HIPÓTESIS		VARIABLES		DIMENSIONES	INDICADORES	METODOLOGÍA	
PROBLEMA GENERAL	¿Cómo la incorporación de la fibra de totora mejoraría el comportamiento físico y mecánico en la elaboración del adobe, Huancavelica 2020?	OBJETIVO GENERAL	Determinar que la incorporación de la fibra de totora mejora el comportamiento físico y mecánico en la elaboración del adobe – Huancavelica 2020	HIPÓTESIS GENERALES	La incorporación de fibra de totora en la elaboración del adobe mejorara el comportamiento físico y mecánico	INDICADOR DE RESULTADO	APLICACIÓN DE FIBRA DE TOTORA	Dosisificación	1.5% de fibra de totora	<p>DISEÑO DE INVESTIGACIÓN:</p> <p>Experimental</p> <p>M TODO: Científico</p> <p>Tipo: Aplicativo</p> <p>Nivel Descriptivo Explicativo</p> <p>ENFOQUE: Cuantitativo</p> <p>UNIDAD DE ANÁLISIS: El Adobe</p> <p>Población: Unidad de adobe de 21.5cm x 12.5cm x 8.5cm, 10cm x10cm y el adobe</p> <p>Muestra: En esta investigación la muestra</p> <p>Muestreo: La investigación es no probabilístico, ya que no toda unidad de adobe cumple con las características de estudio y por lo cual no todos pueden ser escogidos como unidad</p>	
											3% de fibra de totora
											4.5% de fibra de totora
PROBLEMA ESPECÍFICO	¿De qué manera la incorporación de fibra de totora influye en el comportamiento físico del adobe?	OBJETIVO ESPECÍFICO	Determinar como la fibra de totora mejora el comportamiento físico en la elaboración de adobe.	HIPÓTESIS ESPECÍFICA	¿La incorporación de la fibra de totora influye en el comportamiento físico del adobe?	DEPENDIENTE	ANÁLISIS FÍSICO Y MECÁNICO DEL ADOBE	Resistencia física	Ensayo de resistencia a absorción (NTP 399.613-2003)		
	¿De qué manera la incorporación de fibra de totora influye en el comportamiento mecánico del adobe?		Determinar como la fibra de totora mejora el comportamiento mecánico en la elaboración del adobe.		¿La incorporación de la fibra de totora influye en el comportamiento mecánico del adobe?				Resistencia mecánica		Ensayo de resistencia a compresión

Fuente: Elaboración propia, 2020

ANEXO 5. Simbología SUCS

Tipo de Suelo	Símbolo	Sub Grupo	Símbolo
Grava	G	Bien graduado	W
Arena	S	Pobrementemente graduado	P
Limo	M	Limoso	M
Arcilla	C	Arcilloso	C
Orgánico	O	Limite Liquido alto (>50)	L
Turba	Pt	Limite liquido bajo (<50)	H

Fuente: Yataco, 2017

ANEXO 6. Clasificación de suelo SUCS

Símbolo	Características generales		
GW	GRAVAS (>50% en tamiz #4 ASTM)	Limpias (Finos < 5%)	Bien graduadas
GP			Pobrementemente graduadas
GM		Con finos (Finos > 12%)	Componente limoso
GC			Componente arcilloso
SW	ARENAS (<50% en tamiz #4 ASTM)	Limpias (Finos <5%)	Bien graduadas
SP			Pobrementemente graduadas
SM		Con finos (Finos > 12%)	componente limoso
SC			Componente arcilloso
ML	LIMOS	Baja plasticidad (LL<50)	
MH		Alta plasticidad (LL>50)	
CL	ARCILLAS	Baja plasticidad (LL<50)	
CH		Alta plasticidad (LL>50)	
OL	SUELOS ORGANICOS	Baja plasticidad (LL<50)	
OH		Alta plasticidad (LL>50)	
Pt	TURBA	Suelos altamente orgánicos	

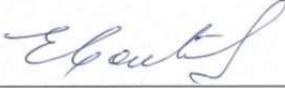
Fuente: Yataco, 2017

ANEXO 7. Clasificación de suelo AASHTO

<i>Clasificación general</i>	<i>Materiales granulares (igual o menor del 35% pasa el tamiz n°200)</i>							<i>Materiales limo – arcillosos (más del 35% pasa el tamiz n°200)</i>				
<i>Grupos</i>	<i>A-1</i>			<i>A-2</i>							<i>A-7 A-7-5 A-7-6</i>	
<i>Sub-grupos</i>	<i>A-1-a</i>	<i>A-1-B</i>		<i>A-3</i>	<i>A-2-4</i>	<i>A-2-5</i>	<i>A-2-6</i>					<i>A-2-7</i>
<i>% que pasa el tamiz</i>												
<i>N°10</i>	<i>50 máx.</i>											
<i>N°40</i>	<i>30 máx.</i>	<i>50 máx.</i>	<i>51 máx.</i>									
<i>N°200</i>	<i>15 máx.</i>	<i>25 máx.</i>	<i>10 máx.</i>	<i>35 máx.</i>	<i>35 máx.</i>	<i>35 máx.</i>	<i>35 máx.</i>	<i>36 mín.</i>	<i>36 mín.</i>	<i>36 mín.</i>	<i>36 mín.</i>	
<i>Características del material que pasa la malla N°40</i>												
<i>LL</i>			<i>No plástico</i>	<i>40 máx.</i>	<i>41 mín.</i>	<i>40 máx.</i>	<i>41 mín.</i>	<i>40 máx.</i>	<i>41 mín.</i>	<i>40 máx.</i>	<i>41 mín.</i>	
<i>IP</i>	<i>6 máx.</i>	<i>6 máx.</i>		<i>10 máx.</i>	<i>10 máx.</i>	<i>11 mín.</i>	<i>11 mín.</i>	<i>10 máx.</i>	<i>10 máx.</i>	<i>11 mín.</i>	<i>11 mín.</i>	
<i>Índice de grupo</i>	<i>0</i>	<i>0</i>	<i>0</i>	<i>0</i>	<i>0</i>	<i>4 máx.</i>	<i>4 máx.</i>	<i>8 máx.</i>	<i>12 máx.</i>	<i>16 máx.</i>	<i>20 máx.</i>	
<i>Tipos de material</i>	<i>Fragmentos de piedra grava y arena</i>		<i>Arena fina</i>	<i>Grava, arenas limosas y arcillosas</i>				<i>Suelos limosos</i>		<i>Suelos arcillosos</i>		
<i>Terreno de fundación</i>	<i>Excelente a bueno</i>						<i>Regular a deficiente</i>					
<p><i>NOTA: Para el grupo A-7 Si el LP es mayor o igual a 30, la clasificación es A-7-6, si el LP es menor a 30, la clasificación es A-7-5</i></p>												

Fuente: García, 2015

ANEXO 8. Confiabilidad

<h1>Certificado</h1>	 <p>INACAL Instituto Nacional de Calidad Acreditación</p>
<p>La Dirección de Acreditación del Instituto Nacional de Calidad – INACAL, en el marco de la Ley N° 30224, OTORGA el presente certificado de Renovación de la Acreditación a:</p>	
<h3>TEST & CONTROL S.A.C.</h3>	
<p>Laboratorio de Calibración</p>	
<p>En su sede ubicada en: Calle Condesa de Lemós N° 117, Urb. San Miguelito, distrito de San Miguel, provincia de Lima y departamento de Lima</p>	
<p>Con base en la norma</p>	
<p>NTP-ISO/IEC 17025:2006 Requisitos Generales para la Competencia de los Laboratorios de Ensayo y Calibración</p>	
<p>Facultándolo a emitir Certificados de Calibración con Símbolo de Acreditación. En el alcance de la acreditación otorgada que se detalla en el DA-acr-05P-21F que forma parte integral del presente certificado llevando el mismo número de registro indicado líneas abajo.</p>	
<p>Fecha de Renovación: 24 de marzo de 2019 Fecha de Vencimiento: 23 de marzo de 2023</p>	
 <hr/> <p>ESTELA CONTRERAS JUGO Directora, Dirección de Acreditación - INACAL</p>	
<p>Cedula N° : 230-2019-INACAL/DA Contrato N° : Adenda al Contrato de Acreditación N°004-16/INACAL-DA Registro N° : LC-016</p>	<p>Fecha de emisión: 05 de junio de 2019</p>
<p><small>El presente certificado tiene validez con su correspondiente Alcance de Acreditación y cédula de notificación dado que el alcance puede estar sujeto a ampliaciones, reducciones, actualizaciones y suspensiones temporales. El alcance y vigencia debe confirmarse en la página web www.inacal.gob.pe/acreditacion/categoria/acreditados al momento de hacer uso del presente certificado. La Dirección de Acreditación del INACAL es firmante del Acuerdo de Reconocimiento Multilateral (OMLA) del Inter American Accreditation Cooperation (IAAC) e International Accreditation Forum (IAF) y del Acuerdo de Reconocimiento Mutuo con la International Laboratory Accreditation Cooperation (ILAC).</small></p>	

Fuente: MTL GEOTECNIA S.A.C.



Laboratorio de Calibración

SISTEMA DE GESTIÓN DE LA CALIDAD
NTP ISO / IEC 17025:2017

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
TC-5684-2019

PROFORMA : 2004A

Fecha de emisión : 2019 - 08 - 02

Página : 1 de 2

SOLICITANTE : MTL GEOTECNIA S.A.C.

Dirección : Cal. La Madrid Nro. 264 Asc. Los Olivos Lima - Lima - San Martín De Porres.

INSTRUMENTO DE MEDICIÓN : PRENSA DE CONCRETO

Marca : ELE
Modelo : ADR TOUCH
N° Serie : 1887-1-00074
Intervalo de indicación : 120000 kgf
Resolución : 0,1 kgf
Procedencia : No Indica
Código de Identificación : No Indica
Ubicación : Laboratorio
Fecha de Calibración : 2019 - 08 - 01

TEST & CONTROL S.A.C. es un Laboratorio de Calibración y Certificación de equipos de medición basado a la Norma Técnica Peruana ISO/IEC 17025.

TEST & CONTROL S.A.C. brinda los servicios de calibración de instrumentos de medición con los más altos estándares de calidad, garantizando la satisfacción de nuestros clientes.

LUGAR DE CALIBRACIÓN

Instalaciones de LEMICONS S.R.L.

Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales o internacionales, de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

METODO DE CALIBRACIÓN

La calibración se efectuó por comparación directa utilizando el PIC-023 "Procedimiento para la Calibración de Prensas, celdas y anillos de carga".

Con el fin de asegurar la calidad de sus mediciones se le recomienda al usuario recalibrar sus instrumentos a intervalos apropiados de acuerdo al uso.

CONDICIONES AMBIENTALES

MAGNITUD	INICIAL	FINAL
TEMPERATURA	19,2°C	19,1°C
HUMEDAD RELATIVA	72,0%	72,0%

Los resultados en el presente documento no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

TEST & CONTROL S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que puedan ocurrir después de su calibración debido a la mala manipulación de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración declarados en el presente documento.

El presente documento carece de valor sin firma y sello.

Lic. Nicolás Ramos Paucar
Gerente Técnico
C.F.P. N° 0316



Laboratorio de Calibración

SISTEMA DE GESTIÓN DE LA CALIDAD
NTP ISO / IEC 17025:2017

Certificado : TC-5684-2019
Página : 2 de 2

TRAZABILIDAD

Patrón de Referencia	Patrón de Trabajo	Certificado de Calibración
Balanza de Presión Clase de Exactitud 0,005 DM-INACAL	Manómetro de 0 bar a 700 bar Clase de Exactitud 0,05	LFP - C - 029 - 2019

RESULTADOS				
INDICACIÓN DEL EQUIPO BAJO CALIBRACIÓN		VALOR CONVENCIONALMENTE VERDADERO	CORRECCIÓN	INCERTIDUMBRE
kgf	kgf/cm ²	kgf/cm ²	kgf/cm ²	kgf/cm ²
102	0,61	0,61	0,00	0,02
200	1,10	1,11	0,01	0,02
500	2,72	2,68	-0,04	0,02
800	4,33	4,26	-0,07	0,02
1000	5,40	5,30	-0,10	0,02
5000	26,77	26,26	-0,51	0,02
10000	53,46	52,44	-1,02	0,03
20000	107,17	105,12	-2,05	0,05
50000	266,47	261,35	-5,12	0,07
80000,5	423,45	415,30	-8,15	0,09

OBSERVACIONES.

Con fines de identificación de la calibración se colocó una etiqueta autoadhesiva con el número de certificado.

INCERTIDUMBRE

La incertidumbre expandida de medida se ha obtenido multiplicando la incertidumbre típica de medición por el factor de cobertura $k=2$ que, para una distribución normal, corresponde a una probabilidad de cobertura de aproximadamente el 95%.

FIN DEL DOCUMENTO