

**UNIVERSIDAD NACIONAL
TORIBIO RODRÍGUEZ DE MENDOZA DE AMAZONAS**



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

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

**RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN Y FLEXIÓN DE
ADOBES PRODUCIDOS CON VIRUTA Y ACÍCULA DE
PINO, CHACHAPOYAS, 2021**

Autor: Bach. Melvi Ruiz Pinedo

Asesor: Ing. Emanuel Tafur Revilla

Registro: (.....)

CHACHAPOYAS – PERÚ

2023

AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN DE LA TESIS EN EL REPOSITORIO INSTITUCIONAL DE LA UNTRM



ANEXO 3-H

AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN DE LA TESIS EN EL REPOSITORIO INSTITUCIONAL DE LA UNTRM

1. Datos de autor 1

Apellidos y nombres (tener en cuenta las tildes): RUIZ PINEDO MELVI
DNI N°: 74372636
Correo electrónico: 7437263661@untrm.edu.pe
Facultad: INGENIERIA CIVIL Y AMBIENTAL
Escuela Profesional: INGENIERIA CIVIL

Datos de autor 2

Apellidos y nombres (tener en cuenta las tildes): _____
DNI N°: _____
Correo electrónico: _____
Facultad: _____
Escuela Profesional: _____

2. Título de la tesis para obtener el Título Profesional

"RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN Y FLEXIÓN DE ADOBES PRODUCIDOS CON VERUTA Y MÚCULA DE PINO CHACHAPOYAS, 2021"

3. Datos de asesor 1

Apellidos y nombres: TAFOR REVILLA EMANUEL
DNI, Pasaporte, C.E N°: 47505443
Open Research and Contributor-ORCID (<https://orcid.org/0000-0002-9670-0970>) <https://orcid.org/0000-0001-9493-4370>

Datos de asesor 2

Apellidos y nombres: _____
DNI, Pasaporte, C.E N°: _____
Open Research and Contributor-ORCID (<https://orcid.org/0000-0002-9670-0970>) _____

4. Campo del conocimiento según la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos- OCDE (ejemplo: Ciencias médicas, Ciencias de la Salud-Medicina básica-Inmunología)

https://catalogos.concytec.gob.pe/vocabulario/ocde_ford.html
2.00.00 INGENIERIA Y TECNOLOGIA 2.00.01 INGENIERIA CIVIL

5. Originalidad del Trabajo

Con la presentación de esta ficha, el(la) autor(a) o autores(as) señalan expresamente que la obra es original, ya que sus contenidos son producto de su directa contribución intelectual. Se reconoce también que todos los datos y las referencias a materiales ya publicados están debidamente identificados con su respectivo crédito e incluidos en las notas bibliográficas y en las citas que se destacan como tal.

6. Autorización de publicación

El(los) titular(es) de los derechos de autor otorga a la Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza de Amazonas (UNTRM), la autorización para la publicación del documento indicado en el punto 2, bajo la *Licencia creative commons* de tipo BY-NC: Licencia que permite distribuir, remezclar, retocar, y crear a partir de su obra de forma no comercial por lo que la Universidad deberá publicar la obra poniéndola en acceso libre en el repositorio institucional de la UNTRM y a su vez en el Registro Nacional de Trabajos de Investigación-RENATI, dejando constancia que el archivo digital que se está entregando, contiene la versión final del documento sustentado y aprobado por el Jurado Evaluador.

Chachapoyas, 20, Noviembre, 2023

Firma del autor 1

Firma del Asesor 1

Firma del autor 2

Firma del Asesor 2

DEDICATORIA

A Dios por darme salud, proveerme de fortaleza para no caer y continuar en esta lucha constante hacia la superación para lograr cumplir todos mis objetivos planteados.

A mis padres y hermanos, por el apoyo incondicional que me brindaron desde siempre y el gran esfuerzo diario que realizan para otorgarme una educación de calidad para lograr mi formación profesional en Ingeniería Civil, por ello con toda humildad y sencillez pronuncio que este trabajo los dedico a ustedes.

AGRADECIMIENTO

Agradezco a dios por brindarme vida, sabiduría e inteligencia día a día e iluminarme durante este proceso de educación profesional y la ejecución de mi proyecto de tesis.

A los docentes de la Facultad de Ingeniería Civil y Ambiental de la Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza de Amazonas, quienes han contribuido significativamente en mi desarrollo profesional.

A los miembros del jurado evaluador de este trabajo de investigación, por su sugerencias y recomendaciones para perfeccionar mi informe final de tesis.

A mi asesor Ing. Emanuel Tafur Revilla y al Ing. Marcel Angel Pérez Concha, por sus conocimientos impartidos y apoyo incondicional para la orientación, formulación y desarrollo de esta tesis.

A mis padres y hermanos, por el apoyo inmemorable económico y moral durante todo el transitar de la vida a pesar de los momentos difíciles que pasamos han podido secundar al logro de esta meta tan anhelada permitiéndome cimentar las bases de mi formación profesional en Ingeniería Civil.

**AUTORIDADES DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL TORIBIO RODRÍGUEZ
DE MENDOZA**

Ph. D. JORGE LUIS MAICELO QUINTANA

Rector

Dr. OSCAR ANDRÉS GAMARRA TORRES

Vicerrector académico

Dra. DRA. MARÍA NELLY LUJAN ESPINOZA

Vicerrectora de Investigación

Ph.D. RICARDO EDMUNDO CAMPOS RAMOS

Decano de la Facultad de Ingeniería Civil y Ambiental

VISTO BUENO DEL ASESOR DE LA TESIS



UNTRM

REGLAMENTO GENERAL
PARA EL OTORGAMIENTO DEL GRADO ACADÉMICO DE
BACHILLER, MAESTRO O DOCTOR Y DEL TÍTULO PROFESIONAL

ANEXO 3-L

VISTO BUENO DEL ASESOR DE TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL

El que suscribe el presente, docente de la UNTRM (X)/Profesional externo (), hace constar que ha asesorado la realización de la Tesis titulada "RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN Y FLEXIÓN DE ADOBES PRODUCIDOS CON VERUTA Y AZÚCAR DE PINO, CHACHAPOYAS, 2021"; del egresado RUIZ PENELO MELVE de la Facultad de INGENIERIA CIVIL Y AMBIENTAL Escuela Profesional de INGENIERIA CIVIL de esta Casa Superior de Estudios.

El suscrito da el Visto Bueno a la Tesis mencionada, dándole pase para que sea sometida a la revisión por el Jurado Evaluador, comprometiéndose a supervisar el levantamiento de observaciones que formulen en Acta en conjunto, y estar presente en la sustentación.

Chachapoyas, 14 de agosto de 2023

emanual tafur revilla

Firma y nombre completo del Asesor

EMANUEL TAFUR REVILLA

JURADO EVALUADOR DE LA TESIS



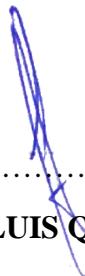
.....
ING. JORGE CHÁVEZ GUIVIN

Presidente



.....
ING. DARWIN YEFFRIN SÁNCHEZ TAMAY

Secretario



.....
LIC. JOSÉ LUIS QUISPE OSORIO

Vocal

CONSTANCIA DE ORIGINALIDAD DE LA TESIS



ANEXO 3-Q

CONSTANCIA DE ORIGINALIDAD DE LA TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL

Los suscritos, miembros del Jurado Evaluador de la Tesis titulada:

"RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN y FLEXIÓN DE ADOBES

PRODUCIDOS CON VERUTA y ACÉCUA DE PINO, CHACHAPOYAS, 2023"

presentada por el estudiante () egresado (X) RUIZ Pinedo Melvi

de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil

con correo electrónico institucional 7437763661@untrm.edu.pe

después de revisar con el software Turnitin el contenido de la citada Tesis, acordamos:

- a) La citada Tesis tiene 24 % de similitud, según el reporte del software Turnitin que se adjunta a la presente, el que es menor (X) / igual () al 25% de similitud que es el máximo permitido en la UNTRM.
- b) La citada Tesis tiene _____ % de similitud, según el reporte del software Turnitin que se adjunta a la presente, el que es mayor al 25% de similitud que es el máximo permitido en la UNTRM, por lo que el aspirante debe revisar su Tesis para corregir la redacción de acuerdo al Informe Turnitin que se adjunta a la presente. Debe presentar al Presidente del Jurado Evaluador su Tesis corregida para nueva revisión con el software Turnitin.

Chachapoyas, 16 de agosto del 2023


SECRETARIO
Mg. Daywin Y. S. Sanchez Tamez
DNI: 76937792.


VOCAL


PRESIDENTE
Mg. Jorge Enrique Gudiño
DNI 83432495

OBSERVACIONES:

.....
.....

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE LA TESIS



UNTRM

REGLAMENTO GENERAL
PARA EL OTORGAMIENTO DEL GRADO ACADÉMICO DE
BACHILLER, MAESTRO O DOCTOR Y DEL TÍTULO PROFESIONAL

ANEXO 3-5

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL

En la ciudad de Chachapoyas, el día 02 de Noviembre del año 2023, siendo las 11:00 horas, el aspirante: Bach. Ruiz Pinedo Melvi, asesorado por Ing. Tafur Revilla Emanuel defiende en sesión pública presencial () / a distancia () la Tesis titulada: "Resistencia a la compresión y flexión de Adobes producidos con Viruta y Acícula de Pino, Chachapoyas, 2021", para obtener el Título Profesional de Ingeniero Civil, a ser otorgado por la Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza de Amazonas; ante el Jurado Evaluador, constituido por:

Presidente: Mg. Serge Chávez Guirín

Secretario: Mg. Darwin Jeppin Junior Sanchez Tamay

Vocal: Mg. Luis Quispe Osorio

Procedió el aspirante a hacer la exposición de la Introducción, Material y métodos, Resultados, Discusión y Conclusiones, haciendo especial mención de sus aportaciones originales. Terminada la defensa de la Tesis presentada, los miembros del Jurado Evaluador pasaron a exponer su opinión sobre la misma, formulando cuantas cuestiones y objeciones consideraron oportunas, las cuales fueron contestadas por el aspirante.



Tras la intervención de los miembros del Jurado Evaluador y las oportunas respuestas del aspirante, el Presidente abre un turno de intervenciones para los presentes en el acto de sustentación, para que formulen las cuestiones u objeciones que consideren pertinentes.

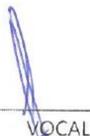
Seguidamente, a puerta cerrada, el Jurado Evaluador determinó la calificación global concedida a la sustentación de la Tesis para obtener el Título Profesional, en términos de:

Aprobado () por Unanimidad () / Mayoría () Desaprobado ()

Otorgada la calificación, el Secretario del Jurado Evaluador lee la presente Acta en esta misma sesión pública. A continuación se levanta la sesión.

Siendo las 12:10 horas del mismo día y fecha, el Jurado Evaluador concluye el acto de sustentación de la Tesis para obtener el Título Profesional.


SECRETARIO


VOCAL


PRESIDENTE

OBSERVACIONES:
.....

ÍNDICE

| | |
|--|------|
| AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN DE LA TESIS EN EL REPOSITORIO INSTITUCIONAL DE LA UNTRM | ii |
| DEDICATORIA | iii |
| AGRADECIMIENTO..... | iv |
| AUTORIDADES DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL TORIBIO RODRÍGUEZ DE MENDOZA DE AMAZONAS..... | v |
| VISTO BUENO DEL ASESOR DE LA TESIS | vi |
| JURADO EVALUADOR DE LA TESIS | vii |
| CONSTANCIA DE ORIGINALIDAD DE LA TESIS | x |
| ACTA DE SUSTENTACIÓN DE LA TESIS..... | ix |
| ÍNDICE GENERAL..... | x |
| ÍNDICE DE TABLAS | xii |
| ÍNDICE DE FIGURAS | xiii |
| RESUMEN | xiv |
| ABSTRACT..... | xv |
| I. INTRODUCCIÓN | 16 |
| II. MATERIAL Y MÉTODOS | 19 |
| 2.1. Población..... | 19 |
| 2.2. Muestra | 19 |
| 2.3. Muestreo..... | 20 |
| 2.4. Variables de estudio..... | 21 |
| 2.5. Métodos | 21 |
| 2.6. Técnicas..... | 21 |
| 2.7. Instrumentos | 21 |
| 2.8. Procedimiento | 22 |
| 2.9. Diseño de la investigación y análisis de datos | 24 |
| III. RESULTADOS | 25 |
| 3.1. Clasificación del suelo para la fabricación de adobes..... | 25 |
| 3.2. Dosificación de viruta y acícula de pino que otorga la mayor resistencia a la compresión y flexión en el adobe..... | 25 |

| | |
|--|-----------|
| 3.3. Comparación de la resistencia a la compresión y flexión de los adobes con la Norma E.080 | 33 |
| IV. DISCUSIÓN | 35 |
| V. CONCLUSIONES | 38 |
| VI. RECOMENDACIONES | 39 |
| VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS | 40 |
| ANEXOS | 42 |

ÍNDICE DE TABLAS

| | | |
|------------------|---|----|
| Tabla 1. | Población producida por cada tipo de fibra. | 19 |
| Tabla 2. | Cantidad de probetas a ser ensayadas para la muestra. | 20 |
| Tabla 3. | Diseño Experimental Completamente al Azar (DCA) para la resistencia a la compresión y resistencia a la flexión. | 24 |
| Tabla 4. | Resultados obtenidos de los ensayos del Suelo. (Ver Anexo 01) | 25 |
| Tabla 5. | Volumen de fibra para cada tratamiento. | 26 |
| Tabla 6. | Resistencia a la compresión de adobes elaborados con viruta. (Ver Anexo 02) | 26 |
| Tabla 7. | Resistencia a la compresión de adobes elaborados con acícula pino. (Ver Anexo 02) | 27 |
| Tabla 8. | Resumen del ensayo de resistencia a la compresión. | 27 |
| Tabla 9. | Resultados del Análisis de varianza (ANOVA). (Ver Anexo 03) | 28 |
| Tabla 10. | Prueba de comparación de medias Tukey. (Ver Anexo 03) | 29 |
| Tabla 11. | Resistencia a flexión de adobes elaborados con viruta. (Ver Anexo 02) | 30 |
| Tabla 12. | Resistencia a flexión de adobes elaborados con acícula pino. (Ver Anexo 02) | 30 |
| Tabla 13. | Resumen del ensayo de resistencia a flexión. | 31 |
| Tabla 14. | Resultados del Análisis de varianza (ANOVA) para el ensayo de resistencia a flexión. (Ver Anexo 03) | 32 |
| Tabla 15. | Prueba de comparación de medias Tukey. (Ver Anexo 03) | 32 |
| Tabla 16. | Diseño Experimental Completamente al Azar (DCA) para Resistencia a la Compresión (kg/cm^2). | 65 |
| Tabla 17. | Análisis de Varianza (ANOVA para resistencia a la compresión. | 66 |
| Tabla 18. | Comparación de medias de los tratamientos. | 67 |
| Tabla 19. | Diferencia entre tratamientos. | 68 |
| Tabla 20. | Determinación de la superioridad entre los tratamientos. | 68 |
| Tabla 21. | Diseño Experimental Completamente al Azar (DCA) para Resistencia a la flexión (kg/cm^2). | 69 |
| Tabla 22. | Análisis de Varianza (ANOVA para resistencia a la flexión. | 70 |
| Tabla 23. | Comparación de medias de los tratamientos. | 71 |
| Tabla 24. | Diferencia entre tratamientos. | 72 |
| Tabla 25. | Determinación de la superioridad entre los tratamientos. | 72 |

ÍNDICE DE FIGURAS

| | | |
|-------------------|---|----|
| Figura 1. | Resistencia a la compresión de los adobes elaborados con viruta y acícula de pino. | 28 |
| Figura 2. | Resistencia a flexión de los adobes elaborados con viruta y acícula de pino. | 31 |
| Figura 3. | Comparación de la resistencia a la compresión de los tratamientos con la Norma E.080 (10.20 kg/cm ²). | 33 |
| Figura 4. | Comparación de la resistencia a flexión de los tratamientos con la Norma E.080 (0.81 kg/cm ²). | 34 |
| Figura 5. | Extracción del sustrato para la fabricación de los adobes. | 73 |
| Figura 6. | Mezclado de la viruta con el sustrato. | 73 |
| Figura 7. | Recolección de acícula de pino utilizada con fibra estabilizadora. | 74 |
| Figura 8. | Adición de agua para la conformación de la mezcla. | 74 |
| Figura 9. | Batido de la mezcla de barro con los pies. | 75 |
| Figura 10. | Dimensiones de la gavera utilizada para el moldeado de las probetas. | 75 |
| Figura 11. | Amasado de la mezcla de barro. | 76 |
| Figura 12. | Enrasado de la masa de barro en la gavera. | 76 |
| Figura 13. | Desencofrado de la masa de barro para la formación de los bloques. | 77 |
| Figura 14. | Proceso de secado de las muestras, protegidas el sol y la lluvia. | 77 |
| Figura 15. | Clasificación de las probetas para cada tratamiento. | 78 |
| Figura 16. | Transporte de los adobes al laboratorio para ser ensayados. | 78 |
| Figura 17. | Rotulado de probetas para cada tratamiento. | 79 |
| Figura 18. | Dimensionamiento de las piezas de adobe antes de ser ensayadas. | 79 |
| Figura 19. | Acomodo del bloque en la prensa hidráulica. | 80 |
| Figura 20. | Probeta de adobe fracturada después de ser ensayada. | 80 |

RESUMEN

Esta investigación se realizó con el objetivo principal de evaluar la influencia de la incorporación de viruta y acícula de pino en la resistencia a la compresión y flexión del adobe producido en la ciudad de Chachapoyas, por el motivo que las construcciones habituales hechas con adobe se manifiestan muy mal a las sacudidas sísmicas, debido a que estas viviendas son muy frágiles y carecen de ductilidad, resultando con fallas súbitas bajo cargas sísmicas, y su ineficiente reacción es debido a su frágil comportamiento, baja resistencia, y el peso de las estructuras. Además, estos materiales son de fácil acceso en nuestro medio y sus propiedades pueden mejorar la pieza ante cargas de gravedad, condiciones climáticas, retracción de fisuras y agrietamientos. Se ensayaron 6 probetas por cada incorporación de fibras de viruta o acícula de pino en dosificaciones de 15%, 20% y 25% por cada incorporación, los resultados fueron analizados estadísticamente y se obtuvo a un nivel de significancia estadística del 95%. las dosificaciones de 25 % de viruta de ishpingo y 25% de acícula de pino presentan mejor respuesta como la resistencia a la compresión y flexión, todos los resultados estas favorables según la norma E.080 exceptuando la resistencia a compresión del 15% de acícula de pino , Concluyendo que la incorporación de estas fibras mejora las propiedades mecánicas del adobe, y conforme se le aumenta el volumen de fibra en la pieza, consecuentemente también incrementa la resistencia a la compresión y flexión de este material del adobe.

Palabras claves: Resistencia a la compresión, resistencia a flexión, viruta, acícula de pino.

ABSTRACT

This investigation was carried out with the main objective of evaluating the influence of the incorporation of pine shavings and needles on the compression and bending resistance of the adobe produced in the city of Chachapoyas, for the reason that the usual constructions made with adobe manifest very poorly to seismic shocks, because these homes are very fragile and lack ductility, resulting in sudden failures under seismic loads, and their inefficient reaction is due to their fragile behavior, low resistance, and the weight of the structures. Furthermore, these materials are easily accessible in our environment and their properties can improve the piece against gravity loads, climatic conditions, crack retraction and cracking. Six specimens were tested for each incorporation of pine shavings or needle fibers in dosages of 15%, 20% and 25% for each incorporation. The results were statistically analyzed and a statistical significance level of 95% was obtained. The dosages of 25% ishingno shavings and 25% pine needles present a better response in terms of resistance to compression and bending. All results are favorable according to the E.080 standard, except for the compression resistance of 15% pine needles. pine, Concluding that the incorporation of these fibers improves the mechanical properties of the adobe, and as the volume of fiber in the piece increases, consequently the resistance to compression and bending of this adobe material also increases.

Key words: Compressive strength, flexural strength, shavings, pine needles

I. INTRODUCCIÓN

El adobe puede ser caracterizado como el producto de la composición de arcilla, arena y fibras; y por su origen, se sitúa en la mayor parte del mundo y no demanda de gran cantidad de energía para su fabricación (Goodhew & Griffiths, 2005). Así mismo Saroza *et al.*, (2008) menciona que el adobe tradicional está constituido por adecuadas dosificaciones de arcilla, arena, fibra orgánica y agua. El Reglamento Nacional de Edificaciones en su Norma E.080 (2006) define al adobe como "bloque macizo de tierra sin recocer, el cual puede incorporar paja u otro material que perfeccione su duración frente a agentes externos".

El adobe frente al aplastamiento axial ofrece una resistencia mecánica extremadamente baja, siendo hasta 10 veces menor en comparación a la mampostería de arcilla cocida (Arroyo *et al.*, 2013); siendo este uno de los principales problemas para las edificaciones elaboradas con este material, debido a que estas piezas de albañilería no cuentan con elementos estructurales que conecten las cargas de la estructura hacia el suelo, teniendo que ser depositadas sobre sus muros los cuales cumplen la función de tabiquería y soporte, siendo este un motivo urgente para mejorar la calidad de este material de construcción en cuanto a aumentar su resistencia mecánica (Perez & Pérez, 2020).

Estudios demuestran que las construcciones habituales hechas con adobe se manifiestan muy mal a las sacudidas sísmicas, debido a que estas viviendas son muy frágiles y carecen de ductilidad, resultando con fallas súbitas bajo cargas sísmicas. La ineficiente reacción de estas edificaciones es debido a su comportamiento frágil, su baja resistencia, y el peso de las estructuras (Blondet *et al.*, 2011 citado por Ruiz & Vidal, 2014).

Esta investigación se realizó con el objetivo primordial de determinar cómo influye la incorporación de viruta y acícula de pino en la resistencia a la compresión y flexión del adobe producido en la ciudad de Chachapoyas, puesto que estos materiales son de fácil acceso en nuestro medio y pueden mejorar el comportamiento del adobe ante esfuerzos, condiciones climáticas, retracción de fisuras y agrietamientos de las piezas. Se ensayaron probetas con la incorporación de fibras de viruta y acícula de pino en dosificaciones de 15%, 20% y 25% para ambos ensayos, sus resultados fueron analizados estadísticamente utilizando un Diseño Experimental Completamente al Azar (DCA), Análisis de Varianza (ANOVA) y la Prueba de Comparación de Medias Tukey, a un nivel de significancia

estadística del 95%. Testificándose que la incorporación de las fibras de viruta y acícula de pino mejoran las propiedades mecánicas del adobe, y a medida que se le aumenta el volumen de fibra en la pieza, proporcionalmente incrementa la resistencia a la compresión y flexión de este material de construcción. Por lo antes mencionado nos planteamos la siguiente pregunta de investigación: ¿Cómo influye la incorporación de viruta y acícula de pino en la resistencia a la compresión y flexión del adobe producido en la ciudad de Chachapoyas?

Por otro lado, en México el adobe ha sido el material más utilizado para la edificación de muros en la vivienda agraria, debido especialmente a su facilidad de fabricación y economía, en el estado de Oaxaca merece específica atención el estudio de sus peculiaridades de la materia prima que lo compone, ya que la primordial causa de desplome en casas de adobe debido a los terremotos es atribuible a las deficientes propiedades mecánicas del material y a su degradación por agentes climáticos y el tiempo (Rios, 2010).

Además, en Chile, debido a la intrusión de agentes como sismo, viento, lluvia y por ser arcillas en la mayoría de los casos, estas piezas tienden a manifestar afinidad por la humedad, lo que disminuye la resistencia mecánica, así como la disgregación de los mismos al asociarse en contacto con el agua, por lo que la estabilidad de las estructuras edificadas con este material es respectivamente corta, ya que dichos elementos propician el agrietamiento, fisuración y erosión de las piezas llevándolas al deterioro parcial o general (Alday, 2014).

Asimismo, en España, Sánchez *et al.*, (2000) estudiaron la caracterización de materiales antiguos de construcción (adobe y tapial) en las iglesias de Cisneros, Villada y Boada de Campos (Palencia), para lo cual extrajeron fragmentos de adobe para ser analizados mediante lupa binocular de 50 aumentos y exploración visual; además realizaron exámenes mineralógicos por desviación de Rayos X, dando como efecto que el material de edificación estuvo compuesto por gran cantidad de paja, arena, arcilla, y aditivos (huesos, cenizas) cuya misión de estos aditivos era evitar la retracción del secado y aportar cohesión interna entre los componentes de la pieza.

Por su parte, Rivera (2012) con fines estructurales caracterizó el adobe y otros materiales de sistemas constructivos de tierra cruda, usados para construcción de iglesias monumentales en Colombia. Para escoger las probetas y ejecución de los ensayos para caracterizar el material tierra, tomó 27 muestras de cada capilla para ser analizadas sus características mecánicas, químicas y físicas. Con los hallazgos obtenidos se determinó que las piezas soportaban 30.40 kg/cm^2 promedio a la resistencia a la compresión, y que un adobe completamente estabilizado debe restringir la proporción de humedad que asimila al 4% de su masa, solicitando para ello la añadidura de un aditivo que oscile entre el 6 y el 12% de su masa total.

Del mismo modo Mantilla (2018) investigó la variación de las propiedades físicas y mecánicas del adobe al añadir viruta y caucho en proporciones de 2%, 3% y 5 %, alcanzando resultados de hasta 30.25 kg/cm^2 para la resistencia a compresión, y 8.35 kg/cm^2 para resistencia a flexión, correspondientes a los bloques con 3% de viruta, superando al testigo. El nivel de absorción se redujo hasta en 4% con la adición de 5% de caucho, evidenciándose menor erosión del adobe debido al caucho en la saturación general. Concluyendo que la adición de caucho y viruta favorece las propiedades físicas y mecánicas del adobe artesanal.

De acuerdo al censo del año 2007, son más de 3,6 millones de viviendas en el Perú, de las cuales aproximadamente el 47 % están edificadas con madera, barro, piedra y materiales que las forjan frágiles a movimientos telúricos. En la región Amazonas existen 89 mil 30 viviendas particulares con habitantes presentes, de las cuales 49 mil 909 poseen como material superior en las paredes exteriores tapial o adobe, que representa el 56% del total; asimismo la provincia con superior presencia de viviendas en cuyas paredes exteriores predomina el tapial o adobe es Luya contando con el 82.4% (INEI, 2007).

II. MATERIAL Y MÉTODOS

2.1. Población

Está conformada por 60 especímenes para cada tipo de fibra, haciendo un universo total de 120 unidades para todos los tratamientos aplicados al ensayo de resistencia a la compresión y resistencia a flexión.

Tabla 1

Población producida por cada tipo de fibra.

| Tratamientos | Unidades producidas para compresión | Unidades Producidas para flexión | Unidades por tipo de fibra |
|-------------------------------|-------------------------------------|----------------------------------|----------------------------|
| Adobe con 15% de viruta | 10 | 10 | |
| Adobe con 20% de viruta | 10 | 10 | 60 |
| Adobe con 25% de viruta | 10 | 10 | |
| Adobe con 15% acícula de pino | 10 | 10 | |
| Adobe con 20% acícula de pino | 10 | 10 | 60 |
| Adobe con 25% acícula de pino | 10 | 10 | |
| TOTAL | | | 120 |

Fuente: Elaboración propia, 2023.

2.2. Muestra

Por tratarse de una población finita, la muestra representativa para cada tipo de fibra se calculó de la siguiente manera:

$$n = \frac{N * Z_a^2 * p * q}{d^2(N - 1) + Z_a^2 * p * q}$$

Donde:

N = Población para cada tipo de fibra (en este caso son 60)

$Z_a^2 = 1,96^2$ (si la seguridad es del 95%)

p = proporción esperada (en este caso 5% = 0,05)

q = 1 – p (en este caso 1-0,05 = 0,95)

d = precisión (en este caso deseamos un 5%)

$$n = \frac{60 * 1,96^2 * 0,05 * 0,95}{0,05^2(60 - 1) + 1,96^2 * 0,05 * 0,95}$$

n= 34 muestras

* Se determinó la fracción muestral f y posteriormente la muestra en sus fracciones.

$$f = n/N$$

$$f = 34/60$$

$$f = 0.57$$

Muestra = $f * \text{cada fragmento de la población}$

$$\text{Muestra} = 0.57 * 10 = 5.7 \approx \mathbf{6 \text{ bloques}}$$

Tabla 2

Cantidad de probetas a ser ensayadas para la muestra.

| Tratamientos | Sometidos a compresión | Sometidos a flexión | Total, por tipo de fibra |
|-------------------------------|------------------------|---------------------|--------------------------|
| Adobe con 15% de viruta | 6 bloques | 6 bloques | 36 bloques |
| Adobe con 20% de viruta | 6 bloques | 6 bloques | |
| Adobe con 25% de viruta | 6 bloques | 6 bloques | |
| Adobe con 15% acícula de pino | 6 bloques | 6 bloques | 36 bloques |
| Adobe con 20% acícula de pino | 6 bloques | 6 bloques | |
| Adobe con 25% acícula de pino | 6 bloques | 6 bloques | |
| MUESTRA TOTAL | | | 72 bloques |

Fuente: Elaboración propia, 2023.

2.3. Muestreo

De las 10 unidades producidas para cada fragmento de la población, por discriminación geométrica y aleatoria se seleccionaron solamente 6 probetas por cada grupo de producción, descartándose las piezas deformadas, con grietas, vacíos y otros deterioros.

2.4. Variables de estudio

Variable independiente:

- ✓ Porcentaje de viruta.
- ✓ Porcentaje de acícula de pino.

Variable dependiente:

- ✓ Resistencia a la compresión.
- ✓ Resistencia a la flexión.

2.5. Métodos

a. Inductivo

Se visualizaron y registraron las pruebas y ensayos ejecutados en campo y laboratorio, con la finalidad de realizar un apropiado análisis de la resistencia a la flexión y compresión del adobe fabricado con la incorporación de viruta y acícula de pino.

b. Analítico

Consistió en la desintegración de un todo fragmentándolo en sus factores que lo componen para observar su naturaleza, efectos y procedencias, siendo el análisis y observación, la determinación de un suceso en específico.

2.6. Técnicas

a. La observación

Se examinaron y presenciaron los distintos comportamientos que soportaron las muestras a los diferentes tipos de ensayos y pruebas a las que fueron ensayadas.

2.7. Instrumentos

- ✓ Formato para el registro de resistencia a flexión y compresión.

2.8. Procedimiento

a). En cumplimiento de la Norma E.080 se concurrió a una de las canteras del Asentamiento Humano, Pueblo Joven 16 de octubre de la provincia de Chachapoyas, con la finalidad de realizar pruebas rápidas de campo y determinar en primer orden el sustrato adecuado para la fabricación de adobes, las pruebas realizadas fueron: Prueba de Resistencia Seca y Prueba de Cinta de Barro siguiendo el procedimiento establecido en dicha Norma.

b). Posteriormente se tomó una muestra representativa de la cantera en estudio y se la llevó a un laboratorio de mecánica de suelos para realizarle los ensayos correspondientes y poder identificar técnicamente que el suelo utilizado para la fabricación de los adobes cumpla con las expectativas de la Norma E.080, puesto que esta exige que el sustrato sea un suelo arcilloso fino. Para la ejecución de los ensayos de laboratorio se tuvo en cuenta el Manual de Ensayo de Materiales del Ministerio de Transportes y Comunicaciones (2016) ejecutándose las siguientes pruebas:

✓ ***Contenido de Humedad.***

Se efectuó de acuerdo a la Norma MTC E – 108.

✓ ***Granulometría.***

Se realizó en función a la Norma MTC E – 107.

✓ ***Límites de Atterberg o de Consistencia***

Se utilizó el suelo que pasó el tamiz N°40.

• ***Límite Líquido***

Se efectuó de acuerdo a la Norma MTC E -110.

• ***Índice de Plasticidad e Límite Plástico***

Se perpetró de acuerdo la Norma MTC E – 111.

c). Una vez determinado en laboratorio que el suelo de la cantera intervenida es apropiado para la producción de adobes, se procedió a extraer, zarandear por una malla 3/8” y acopiar cantidad de tierra suficiente libre de piedras, material orgánico y otros elementos extraños que perjudiquen a la pieza del adobe.

d). Luego se procedió a realizar la mezcla añadiéndole al sustrato el material estabilizador (viruta, acícula de pino) de acuerdo a cada tratamiento, que posteriormente fue hidratado

con agua para la conformación de barro, teniendo en cuenta de no superar el 20% del contenido de humedad. La mezcla fue batida con una lampa y luego fue dejada en reposo por 48 horas (proceso de dormido) para que el barro absorba la humedad necesaria y se activen las arcillas.

e). Las dosificaciones para cada tratamiento se realizaron de la siguiente manera:

- ✓ T1, T2 y T3 (viruta) en dosificaciones de 15%, 20% y 25% en función al volumen de la muestra.
- ✓ T4, T5 y T6 (acícula de pino) en dosificaciones de 15%, 20% y 25% en función al volumen de la muestra. Esta fibra fue añadida en su tamaño natural (8cm a 15cm de longitud).

f). La adobera a utilizar se la remojó por 24 horas, con la finalidad que absorba suficiente humedad y el barro no se pegue en sus paredes, siendo sus dimensiones: 30cm largo, 20cm ancho y 15cm de altura.

g). Cuando la mezcla esta lista, se selecciono un lugar plano y que este limpio, cubriendo con arena fina la superficie con el propósito de eliminar restricciones y encogimiento durante el secado.

h). La mezcla de barro fue vertida hacia el interior del adobe con la ayuda de las manos, lanzándola con fuerza en porciones, llenándola y emparejándola con una plancha de batir.

i). Se desencofraron las muestras alzando de las agarraderas del molde lentamente, para que el adobe mantenga su forma geométrica.

j). Los adobes fueron secados bajo techo, libres de la exposición a las lluvias y rayos solares. Transcurridos 15 días desde su elaboración, fueron colocados de canto y periódicamente fue cambiando su posición con la finalidad de garantizar un secado uniforme en toda pieza. El tiempo de secado fue por 28 días.

k). Mediante una selección subjetiva por discriminación geométrica y aleatoria, se rotularon los mejores especímenes para su sometimiento a las pruebas de resistencia a la compresión y flexión en laboratorio.

2.9. Diseño de la investigación y análisis de datos

Debido a que la investigación es experimental, para el procesamiento de sus datos se aplicó un Diseño Experimental Completamente al Azar (DCA) con arreglo factorial para 6 tratamientos y 6 repeticiones, tanto para la evaluación de la resistencia a la compresión, como para la resistencia a flexión.

Tabla 3

Diseño Experimental Completamente al Azar (DCA) para la resistencia a la compresión y resistencia a la flexión.

| VARIABLES | PORCENTAJES | TRATAMIENTOS |
|--|--------------------|---------------------|
| Dosificación de Viruta | 15% | T1 |
| | 20% | T2 |
| | 25% | T3 |
| Dosificación de Acícula de Pino | 15% | T4 |
| | 20% | T5 |
| | 25% | T6 |

Fuente: Elaboración propia, 2023.

Culminada la investigación las variables medidas fueron: porcentajes de viruta y acícula de pino; y resistencia a la compresión y flexión del adobe. Los resultados fueron procesados y analizados aplicando estadística inferencial, mediante diseños estadísticos experimentales, análisis de varianzas (ANOVA) y la prueba de comparación de medias Tukey, a un 95% de confiabilidad.

III. RESULTADOS

3.1. Clasificación del suelo para la fabricación de adobes

Tabla 4

Resultados obtenidos de los ensayos del Suelo. (Ver Anexo 01)

| ENSAYO | RESULTADO |
|---------------------------------|-----------|
| Contenido de Humedad | 16.89% |
| Análisis Granulométrico: | |
| -Pasa el tamiz N°200 | 5.36% |
| -Pasa el tamiz N°04 | 99.31% |
| Limite Líquido | 26.05% |
| Limite Plástico | 19.65% |
| Índice de Plasticidad | 6.40% |
| Clasificación SUCS | CL - ML |

Fuente: Elaboración propia, 2023.

La tabla 4 muestra que el porcentaje que pasa por el tamiz N°200 supera el 50%, entonces el suelo es fino, además, como el porcentaje que pasa por el tamiz N°4 es mayor al 50% entonces contamos con arenas. Por último, como el porcentaje de finos es mayor al 12% recurrimos a la carta de plasticidad donde se intercepta el límite líquido vs índice de plasticidad dando como resultado un suelo arcilloso de plasticidad media. Respecto a las características obtenidas en laboratorio, entonces podemos clasificar el suelo mediante el SUCS (Sistema Unificado Para la Clasificación de Suelos) como: Arcilla Limosa (CL-ML), siendo favorable por encontrarse dentro de los límites que exige la NTP E-080.

3.2. Dosificación de viruta y acícula de pino que otorga la mayor resistencia a la compresión y flexión en el adobe

Dosificación de las fibras de viruta y acícula de pino.

Todos los bloques de adobe se fabricaron con las mismas dimensiones (0.3m x 0.2m x 0.15m), solo variaron las dosificaciones de cada tipo de fibra.

- ✓ El volumen de cada bloque es $V = 0.3 \text{ m} * 0.2 \text{ m} * 0.15 \text{ m} = 0.009\text{m}^3$
- ✓ La cantidad de probetas fabricadas para cada tipo de fibra es = 60 unidades
- ✓ Volumen de adobe producido para cada tipo de fibra:
 $0,009 \text{ m}^3 * 60 \text{ unidades} = 0.54 \text{ m}^3$.

Tabla 5*Volumen de fibra para cada tratamiento.*

| Tipo de fibra | Porcentajes | Volumen de 60 bloques de adobe (m³) | Volumen de fibra para 60 unidades (m³) |
|------------------------|--------------------|---|--|
| Viruta | 15% | 0.54 m ³ | 0.8 m ³ |
| | 20% | 0.54 m ³ | 0.11 m ³ |
| | 25% | 0.54 m ³ | 0.14 m ³ |
| Acícula de pino | 15% | 0.54 m ³ | 0.8 m ³ |
| | 20% | 0.54 m ³ | 0.11 m ³ |
| | 25% | 0.54 m ³ | 0.14 m ³ |

Fuente: Elaboración propia, 2023.**Resultados del ensayo de Resistencia a la compresión****Tabla 6***Resistencia a la compresión de adobes elaborados con viruta. (Ver Anexo 02)*

| TRATAMIENTO 1 (15% de viruta) | | TRATAMIENTO 2 (20% de viruta) | | TRATAMIENTO 3 (25% de viruta) | |
|--|--|--|--|--|--|
| Código de muestra | Resistencia a la compresión (kg/cm²) | Código de muestra | Resistencia a la compresión (kg/cm²) | Código de muestra | Resistencia a la compresión (kg/cm²) |
| M-1 | 7.1 | M-13 | 14.1 | M-25 | 19.9 |
| M-2 | 6.1 | M-14 | 15.9 | M-26 | 21.1 |
| M-3 | 8.8 | M-15 | 15.0 | M-27 | 19.9 |
| M-4 | 7.7 | M-16 | 15.6 | M-28 | 21.3 |
| M-5 | 9.0 | M-17 | 15.5 | M-29 | 22.8 |
| M-6 | 8.0 | M-18 | 16.2 | M-30 | 22.0 |
| PROMEDIO | 7.78 | PROMEDIO | 15.38 | PROMEDIO | 21.17 |

Fuente: Elaboración propia, 2023.

La tabla 6 muestra los resultados de resistencia a la compresión de los adobes fabricados con viruta, cuyos resultados están comprendidos entre 6.1 kg/cm² a 22.8 kg/cm² y los promedios ascienden desde 7.78 kg/cm² a 21.17 kg/cm², siendo el tratamiento 3 (25% de viruta) el que ofreció la mayor resistencia a la compresión de los bloques ensayados.

Tabla 7

Resistencia a la compresión de adobes elaborados con acícula pino. (Ver Anexo 02)

| TRATAMIENTO 4 (15% acícula de pino) | | TRATAMIENTO 5 (20% acícula de pino) | | TRATAMIENTO 6 (25% acícula de pino) | |
|---|--|---|--|---|--|
| Código de muestra | Resistencia a la compresión (kg/cm²) | Código de muestra | Resistencia a la compresión (kg/cm²) | Código de muestra | Resistencia a la compresión (kg/cm²) |
| M-37 | 13.6 | M-49 | 16.5 | M-61 | 19.7 |
| M-38 | 14.1 | M-50 | 18.2 | M-62 | 18.9 |
| M-39 | 13.8 | M-51 | 18.1 | M-63 | 19.8 |
| M-40 | 13.7 | M-52 | 17 | M-64 | 20.9 |
| M-41 | 14.8 | M-53 | 19.3 | M-65 | 19.6 |
| M-42 | 13.6 | M-54 | 18.7 | M-66 | 20.8 |
| PROMEDIO | 13.93 | PROMEDIO | 17.97 | PROMEDIO | 19.95 |

Fuente: Elaboración propia, 2023.

La tabla 7 muestra los resultados de resistencia a la compresión de los adobes elaborados con acícula de pino, cuyos resultados están comprendidos entre 13.6 kg/cm² a 20.9 kg/cm² y los promedios oscilan desde 13.93 kg/cm² hasta 19.95 kg/cm², siendo el tratamiento 6 (25% acícula de pino) el que ofreció la mayor resistencia a la compresión de los bloques ensayados.

Tabla 8

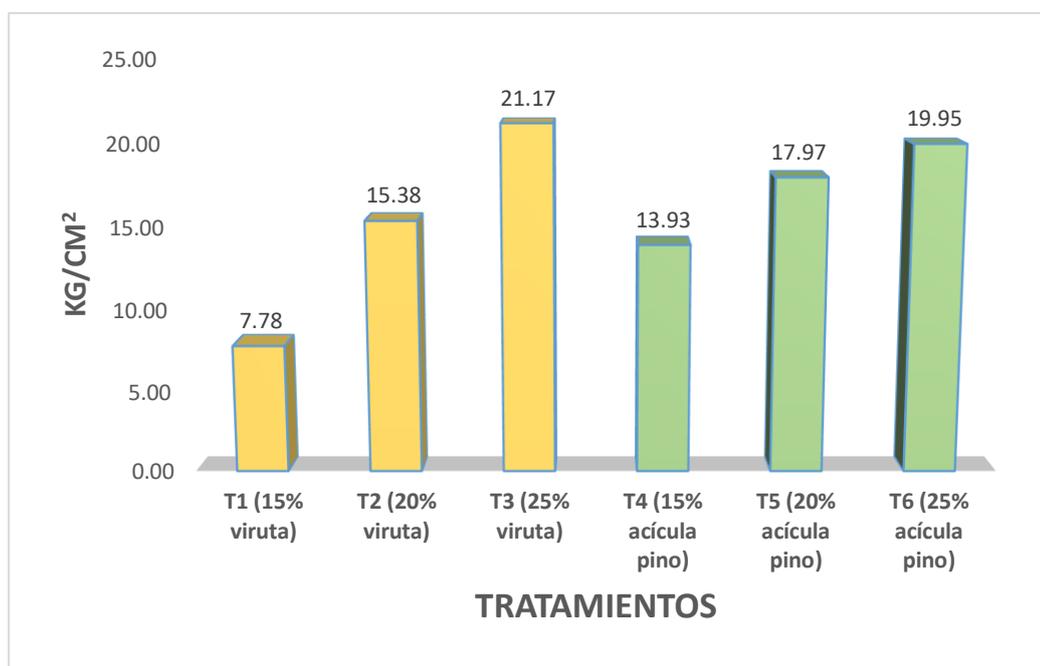
Resumen del ensayo de resistencia a la compresión.

| Tratamientos | Dosificaciones | Resistencia a la compresión promedio (kg/cm²) |
|---------------------|-----------------------|---|
| T1 | 15% de viruta | 7.78 |
| T2 | 20% de viruta | 15.38 |
| T3 | 25% de viruta | 21.17 |
| T4 | 15% acícula de pino | 13.93 |
| T5 | 20% acícula de pino | 17.97 |
| T6 | 25% acícula de pino | 19.95 |

Fuente: Elaboración propia, 2023.

Figura 1

Resistencia a la compresión de los adobes elaborados con viruta y acícula de pino.



Fuente: Elaboración propia, 2023.

En la tabla 8 y figura 1 se observa que conforme se le incrementa la cantidad de fibra estabilizadora a la pieza de adobe, proporcionalmente también aumenta su resistencia a la compresión; e inversamente a medida que se le reduce el volumen de fibra orgánica en la pieza de adobe, su resistencia a la compresión tiende a disminuir.

Análisis estadístico del ensayo de resistencia a la compresión

Tabla 9

Resultados del Análisis de varianza (ANOVA). (Ver Anexo 03)

| Fuente de variabilidad | GL | SC | CM | F cal. | F tab. (F α) |
|------------------------------|-----------|---------------|--------|--------|----------------------|
| Entre tratamiento | 5 | 709.94 | 141.99 | 172.24 | > 2.049 |
| Dentro de la muestra (error) | 30 | 24.73 | 0.82 | | |
| Total | 35 | 734.68 | | | |

Fuente: Elaboración propia, 2023.

Como se aprecia en la tabla 9, el $F_{cal} > F_{\alpha}$, consecuentemente se rechaza la Hipótesis Nula y se acepta la Hipótesis Alterna, afirmándose que existe significancia estadística entre los tratamientos aplicados en esta investigación, a un nivel de confiabilidad del 95 %, por lo que no todos los promedios son iguales, procediéndose a comparar las medias mediante la prueba Tukey, para determinar cuál tratamiento aplicado es superior a los demás estadísticamente.

Tabla 10

Prueba de comparación de medias Tukey. (Ver Anexo 03)

| Tratamiento | Promedio | Agrupación |
|------------------------------|-----------------|-------------------|
| T3 (25% viruta) | 21.17 | A |
| T6 (25% acícula pino) | 19.95 | A |
| T5 (20% acícula pino) | 17.97 | B |
| T2 (20% viruta) | 15.38 | C |
| T4 (15% acícula pino) | 13.93 | C |
| T1 (15% viruta) | 7.78 | D |

Fuente: Elaboración propia, 2023.

Según lo mostrado en la tabla 10 se logra afirmar que los tratamientos T3 y T6 tienen igual nivel de significancia estadística por tener la misma letra, siendo superiores hacia los demás tratamientos; seguidamente el tratamiento T5 es superior a los tratamientos restantes; y luego los tratamientos T2 y T4 son iguales estadísticamente por compartir la misma letra, siendo inferiores a los tratamientos antes mencionados, pero superiores al tratamiento T1 el cual otorga el menor efecto en la resistencia a la compresión del adobe. Además, existe la posibilidad del 5 % que todos los tratamientos sean iguales o que generen la misma influencia incorporándolos al adobe.

Resultados del ensayo de Resistencia a flexión

Tabla 11

Resistencia a flexión de adobes elaborados con viruta. (Ver Anexo 02)

| TRATAMIENTO 1 (15% de viruta) | | TRATAMIENTO 2 (20% de viruta) | | TRATAMIENTO 3 (25% de viruta) | |
|----------------------------------|---|----------------------------------|---|----------------------------------|---|
| Código de muestra | Resistencia a flexión (kg/cm ²) | Código de muestra | Resistencia a flexión (kg/cm ²) | Código de muestra | Resistencia a flexión (kg/cm ²) |
| M-07 | 2.4 | M-19 | 5.4 | M-31 | 6.6 |
| M-08 | 2.0 | M-20 | 5.8 | M-32 | 7.0 |
| M-09 | 2.9 | M-21 | 6.0 | M-33 | 6.6 |
| M-10 | 2.6 | M-22 | 5.9 | M-34 | 7.1 |
| M-11 | 3.0 | M-23 | 6.4 | M-35 | 7.6 |
| M-12 | 2.7 | M-24 | 5.8 | M-36 | 7.3 |
| PROMEDIO | 2.6 | PROMEDIO | 5.88 | PROMEDIO | 7.03 |

Fuente: Elaboración propia, 2023.

La tabla 11 muestra los resultados de resistencia a flexión de los adobes elaborados con viruta, cuyos promedios oscilan desde 2.6 kg/cm² hasta 7.03 kg/cm², siendo el tratamiento 3 (25% de viruta) el que ofreció la mayor resistencia a flexión de los bloques ensayados.

Tabla 12

Resistencia a flexión de adobes elaborados con acícula pino. (Ver Anexo 02)

| TRATAMIENTO 4 (15% acícula de pino) | | TRATAMIENTO 5 (20% acícula de pino) | | TRATAMIENTO 6 (25% acícula de pino) | |
|--|---|--|---|--|---|
| Código de muestra | Resistencia a flexión (kg/cm ²) | Código de muestra | Resistencia a flexión (kg/cm ²) | Código de muestra | Resistencia a flexión (kg/cm ²) |
| M-43 | 4.5 | M-55 | 5.5 | M-67 | 7.0 |
| M-44 | 4.7 | M-56 | 6.1 | M-68 | 6.8 |
| M-45 | 4.6 | M-57 | 6.0 | M-69 | 7.1 |
| M-46 | 4.6 | M-58 | 5.7 | M-70 | 7.5 |
| M-47 | 4.9 | M-59 | 6.4 | M-71 | 7.0 |
| M-48 | 4.5 | M-60 | 6.2 | M-72 | 7.4 |
| PROMEDIO | 4.63 | PROMEDIO | 5.98 | PROMEDIO | 7.13 |

Fuente: Elaboración propia, 2023.

La tabla 12 muestra los resultados de resistencia a flexión de los adobes elaborados con acícula de pino, cuyos promedios oscilan desde 4.63 kg/cm² hasta 7.13 kg/cm², siendo el tratamiento 6 (25% acícula de pino) el que ofreció la mejor resistencia a flexión de los bloques ensayados.

Tabla 13

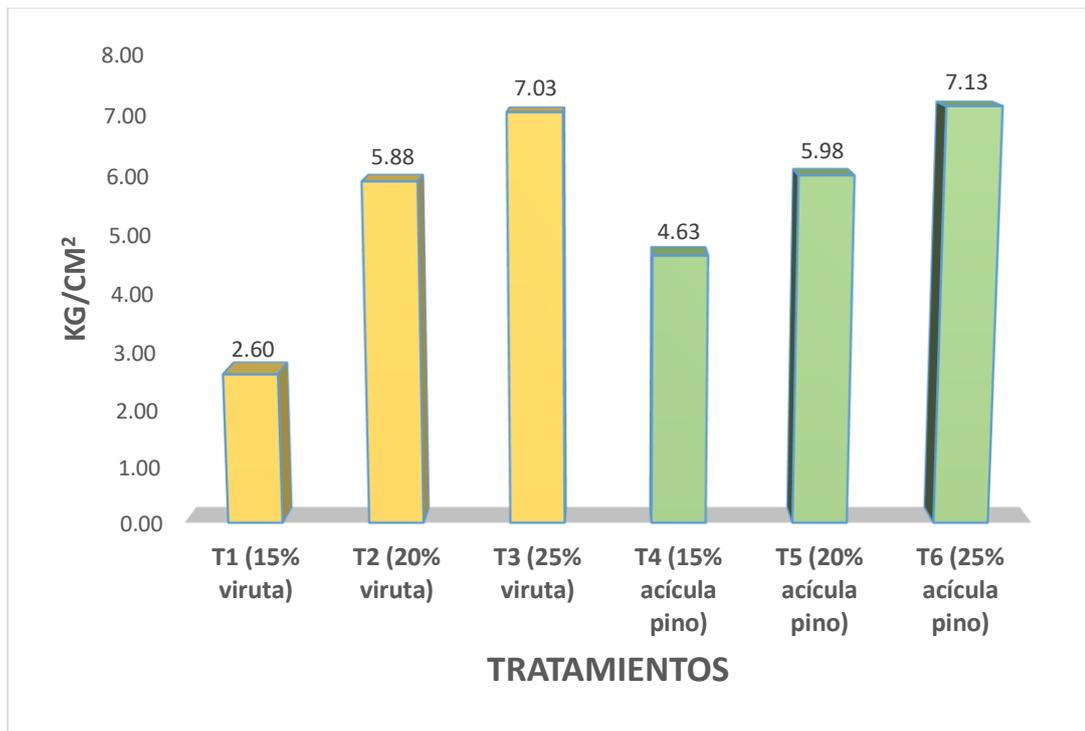
Resumen del ensayo de resistencia a flexión.

| Tratamientos | Dosificaciones | Resistencia a flexión promedio (kg/cm ²) |
|--------------|------------------------|--|
| T1 | 15% de viruta | 2.6 |
| T2 | 20% de viruta | 5.88 |
| T3 | 25% de viruta | 7.03 |
| T4 | 15% de acícula de pino | 4.63 |
| T5 | 20% de acícula de pino | 5.98 |
| T6 | 25% de acícula de pino | 7.13 |

Fuente: Elaboración propia, 2023.

Figura 2

Resistencia a flexión de los adobes elaborados con viruta y acícula de pino.



Fuente: Elaboración propia, 2023.

En la tabla 13 y figura 2 se aprecia que conforme se le aumenta la cantidad de fibra estabilizadora a la pieza de adobe, proporcionalmente también mejora su resistencia a la flexión; e inversamente a medida que disminuye el volumen de fibra orgánica en la pieza de adobe, su resistencia a la flexión también disminuye.

Análisis estadístico del ensayo de resistencia a flexión

Tabla 14

Resultados del Análisis de varianza (ANOVA) para el ensayo de resistencia a flexión. (Ver Anexo 03)

| Fuente de variabilidad | GL | SC | CM | F cal. | F tab. (Fα) |
|-------------------------------------|-----------|--------------|-----------|---------------|--------------------------------------|
| Entre tratamiento | 5 | 87.29 | 17.46 | 175.95 | > 2.049 |
| Dentro de la muestra (error) | 30 | 2.98 | 0.10 | | |
| Total | 35 | 90.27 | | | |

Fuente: Elaboración propia, 2023.

Como se aprecia en la tabla 14, el $F_{cal} > F_{\alpha}$, consecuentemente se rechaza la Hipótesis Nula y se acepta la Hipótesis Alternativa, afirmándose que existe significancia estadística entre los tratamientos aplicados en esta investigación, a un nivel de confiabilidad del 95 %, por lo que no todos los promedios son iguales, procediéndose a comparar las medias mediante la prueba Tukey, para determinar cuál tratamiento aplicado es superior a los demás estadísticamente.

Tabla 15

Prueba de comparación de medias Tukey. (Ver Anexo 03)

| Tratamiento | Media | Agrupación |
|---------------------------------|--------------|-------------------|
| T6 (25% acícula de pino) | 7.13 | A |
| T3 (25% viruta) | 7.03 | A |
| T5 (20% acícula de pino) | 5.98 | B |
| T2 (20% viruta) | 5.88 | B |
| T4 (15% acícula de pino) | 4.63 | C |
| T1 (15% viruta) | 2.60 | D |

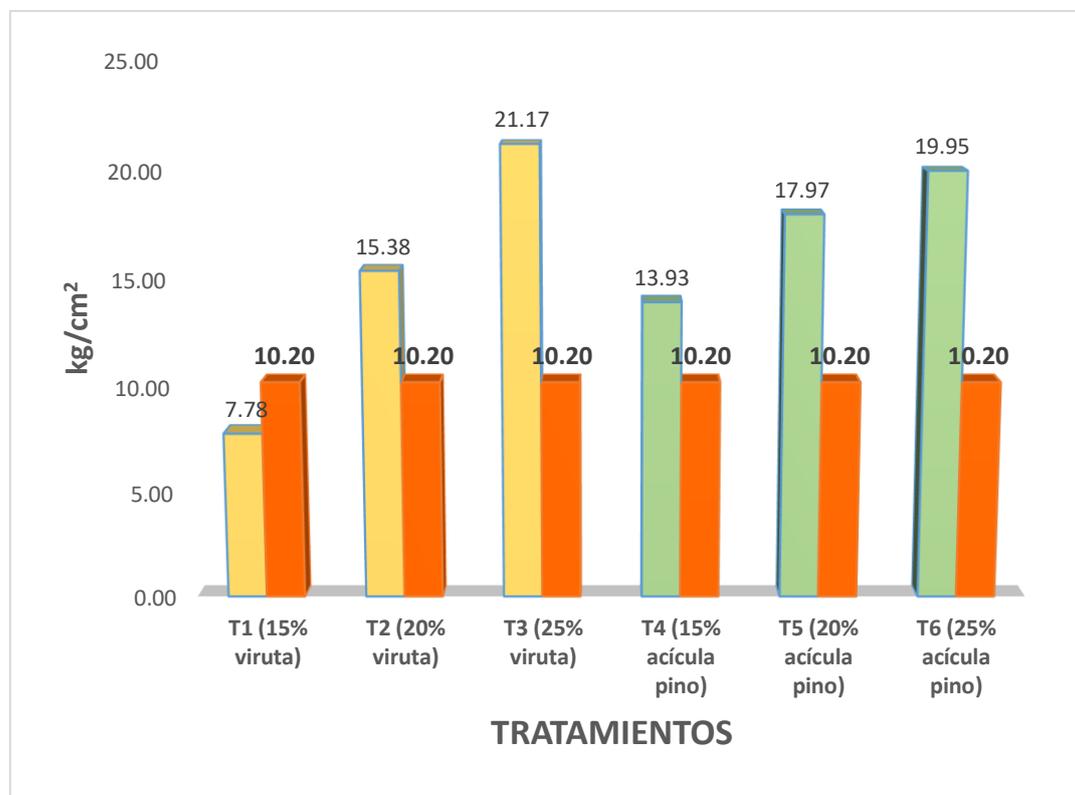
Fuente: Elaboración propia, 2023.

Según lo mostrado en la tabla 15 se logra afirmar que los tratamientos T6 y T3 tienen igual nivel de significancia estadística por tener la misma letra, siendo superiores hacia los demás tratamientos; seguidamente el tratamiento T5 y T2 son iguales estadísticamente por compartir la misma letra, siendo inferiores a los tratamientos antes mencionados, pero superiores a los demás tratamientos restantes; y posteriormente el tratamiento T4 que es inferior a los tratamientos antes mencionados pero superior al tratamiento T1 el cual genera el menor efecto en la resistencia a la flexión en el adobe. Además, existe la probabilidad del 5 % que todos los tratamientos sean iguales o que generen el mismo efecto incorporándolos al adobe.

3.3. Comparación de la resistencia a la compresión y flexión de los adobes con la Norma E.080

Figura 3

Comparación de la resistencia a la compresión de los tratamientos con la Norma E.080 (10.20 kg/cm²).

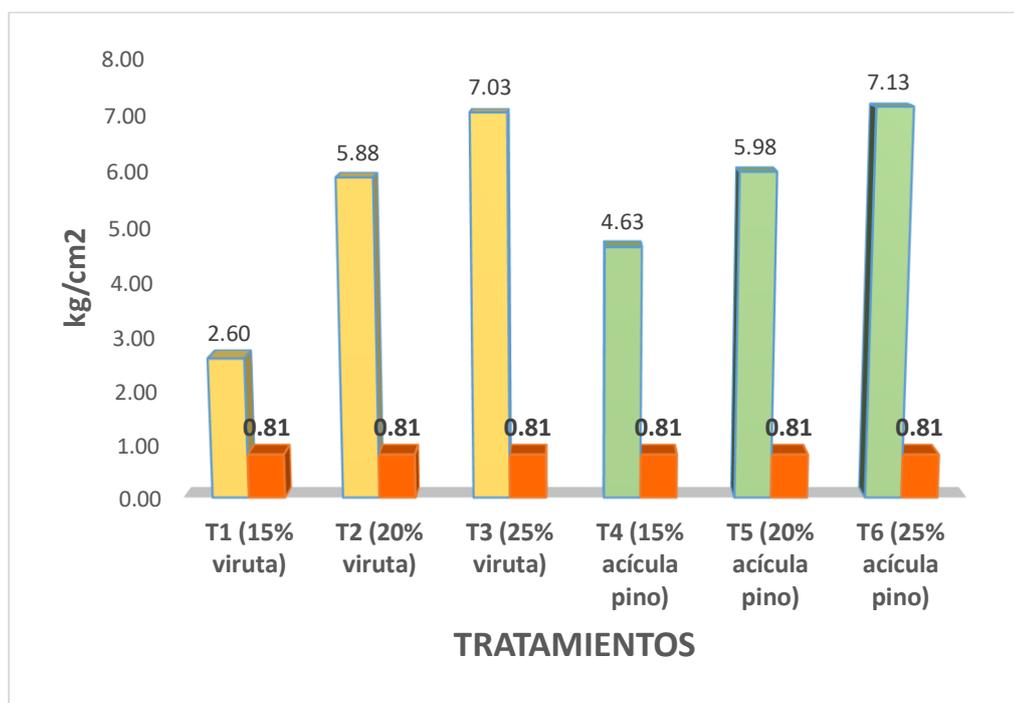


Fuente: Elaboración propia, 2023.

En la figura 5 se aprecia que todas las resistencias a la compresión obtenidas por los tratamientos aplicados, superan a la resistencia exigida por la Normativa E.080 (10,20 kg/cm²), a excepción del tratamiento 1 (15% de viruta) que ofrece una resistencia a la compresión muy inferior a la exigida por la norma antes mencionada. Por lo tanto, se puede afirmar que técnica y legalmente es factible la incorporación de estos tipos de fibras para la fabricación de adobes, en porcentajes superiores al 15%, puesto que superan la resistencia mínima de la referencia, a excepción del tratamiento 1.

Figura 4

Comparación de la resistencia a flexión de los tratamientos con la Norma E.080 (0.81 kg/cm²).



Fuente: Elaboración propia, 2023.

En la figura 6 se aprecia que todas las resistencias a la flexión obtenidas por los tratamientos aplicados, superan a la resistencia exigida por la Normativa E.080 que es 0.81 kg/cm², por lo tanto, se puede afirmar que técnica y legalmente es factible la incorporación de estos tipos de fibras para la fabricación de adobes, puesto que superan la resistencia mínima de la referencia establecida por la NTP E.080.

IV. DISCUSIÓN

Clasificación del sustrato para la elaboración de adobes

Según los resultados logrados se determina que el sustrato de la cantera explorada cumple con las perspectivas de la norma actual E.080, por el motivo que ostenta un sustrato fino apropiado para la elaboración de adobes, siendo los estudios aplicados para su caracterización, esenciales con el propósito de garantizar la seguridad, economía y tiempo requerido para su fabricación. Concertando con la investigación de Lozano & Zurita (2019) quienes manipulando tierra fina arcillosa realizaron las mismas experimentaciones de campo, obteniendo resultados semejantes a los de este estudio, consiguiendo fabricar ladrillos de barro crudo de calidad para el sometimiento de pruebas mecánicas, concluyendo que el suelo ensayado fue apropiado para la elaboración de los adobes, y es de esencial cumplimiento e indispensable importancia la actuación de estas pruebas de campo para la fabricación de estas unidades de albañilería.

Por otro lado, Schmidt (2001) señala que la conducta de un sustrato universalmente depende en gran disposición de su composición de sus partículas finas, alterando éstos acorde a su temperamento mineralógico, por ello puede acontecer que suelos de semejante granulometría presenten comportamientos muy desiguales. Lo insinuado es una de las motivaciones por lo que se propone experimentar los sustratos en estudio, confeccionando adobes parecidos en forma y longitudes, a los que se desea manejar en obra. El análisis de estos ejemplares puede ser el procedimiento más eficaz para conocer la capacidad de un sustrato para manejarlo en la producción de adobes y las potencialidades de la cantera.

Asimismo, el mismo autor también testifica que confeccionar adobes de buena calidad comprende efectuar como primer paso una delicada elección de suelos. Para tal intención existe un contiguo de pruebas de laboratorio y una continuación de ensayos de campo, los cuales acceden tener considerable seguridad en relación con el sustrato escogido y pueden guiar todo el contiguo proceso de producción de adobes; sin embargo, numerosas veces resultan ser costosas y difíciles de perpetrar en razón del recorrido al que generalmente se localizan las canteras.

Dosificación de viruta y acícula de pino que otorga la mayor resistencia a la compresión en el adobe

De acuerdo a los resultados obtenidos, mencionamos que el tratamiento 3 (25% de viruta) con el tratamiento 6 (25% de acícula de pino), son las dosificaciones que generan las mejores resistencias a la compresión de los adobes ensayados correspondientes a cada tipo de fibra; de estos resultados podemos determinar que conforme se le aumenta el volumen de materia orgánica como fibras estabilizadoras para la composición del adobe, estas mejoran su resistencia a la compresión de estas piezas considerablemente; e inversamente, conforme se reduce su presencia de este material estabilizador en el adobe, del mismo modo también disminuye su resistencia a la compresión; este suceso es corroborado por Galán-Marín (2010) citado por Manrique (2017) quien menciona que la adición de fibras vegetales como material estabilizador mejora sus propiedades del adobe, ya sea limitando su contracción durante el proceso de secado, aligerando la pieza, disminuyendo su tiempo de curado, que consecuentemente le otorga valor estructural a esta pieza de albañilería; además, Cotrina *et al.*, (2014) también sostienen que agregarle materia orgánica como paja a las unidades de adobe, las hace más resistentes, puesto que la paja aparte de ser un material que acumula calor, también tiene la función de generar fuerzas de adhesión entre los componentes del adobe y unir las partículas de arcilla, siendo recomendable promover la elaboración de ladrillos de adobe con la incorporación de materia orgánica, puesto que genera mayor resistencia y durabilidad en las construcciones hechas con estas unidades de albañilería.

Dosificación de viruta y acícula de pino que otorga la mayor resistencia a la flexión en el adobe

Con los resultados logrados se determina que el 25% de adición de fibra de viruta y acícula de pino, son las dosificaciones óptimas que le otorgan la mayor resistencia a la flexión a los adobes elaborados, testificándose que a medida que se le incrementa el volumen de estas fibras a las piezas, correlativamente también se acrecienta la resistencia a la flexión, por el motivo que estas fibras orgánicas refuerzan los enlaces interfaciales de cohesión entre las partículas que conforman la muestra de barro, evitando la creación y propagación de fisuras y contracciones en las piezas. Este hallazgo se confirma con la investigación de Paredes & De la Cruz (2017) quienes experimentaron las propiedades mecánicas de adobes estabilizados con fibras de coco, concluyendo que conforme mayor es el volumen de fibra de coco agregada en el adobe, mayor es su resistencia a la fractura

y fisuramiento, por el motivo que estas fibras funcionan como un tejido que evita que los componentes de la tierra se desintegren en la matriz del adobe, conservando su resistencia por mayor tiempo. Por otro lado, Donkor & Obonyo (2016) afirman que, la agregación de fibras longitudinales ubicadas aleatoriamente en las matrices de suelo, perfeccionan el rendimiento de su resistencia al reprimir fallas frágiles, ya que estos compuestos pueden deformarse considerablemente después de resistir la carga máxima sin desplomarse, y su potencia está en función de la cuantía de fibras longitudinales contenidas en relación con el importe general de la matriz del compuesto.

Comparación de la resistencia a la compresión y flexión de los adobes con la Norma E.080

Según Ruiz & Vidal (2014) el Perú es el único país del cinturón de fuego del Pacífico que disfruta de una norma técnica oficial de edificación en adobe. El Instituto Nacional de Investigación y Normalización de la Vivienda (ININVI) de Perú publicó por primera vez en el año 1987, la Norma de Diseño en Adobe, por el Ministerio de Transportes, Comunicaciones, Vivienda y Construcción. En esta norma se especifican las condiciones que deben desempeñar los distintos componentes de la vivienda de adobe para certificar su estabilidad en relación a las sollicitaciones, esencialmente de sismos. La situación básica es que las paredes de adobe sean portantes y que, estructuralmente en estas no exista otro mecanismo que actúe como tal.

Considerando los criterios antes mencionados, actualmente el Reglamento Nacional de Edificaciones (RNE) a través de su Normativa E.080 del año 2017, declara que la resistencia a la compresión mínima para los adobe es $\geq 10,2 \text{ kg/cm}^2$ y $\geq 0.81 \text{ kg/cm}^2$ para resistencia a flexión, por lo que este estudio lo supera en casi todos sus tratamientos planteados, siendo el tratamiento 3 (25% de viruta) y tratamiento 6 (25% acícula de pino) los que obtuvieron las resistencias más acrecentadas, tanto para el ensayo de resistencia a la compresión, como para el ensayo de resistencia a flexión; por lo tanto, se puede afirmar que técnica y jurídicamente se aceptan los tratamientos presentados en esta investigación para la producción de adobes, puesto que son superiores a la menor resistencia demandada por dicha norma. Este aporte concuerda con la investigación de Mantilla (2018) quien determinó la variación de las propiedades mecánicas del adobe incorporado con viruta, obteniendo valores superiores a la resistencia exigida por la Norma E.080 que es 10.20 kg/cm^2 , concluyendo que las propiedades mecánicas del adobe resultan favorables, con la incorporación de viruta como material estabilizador.

V. CONCLUSIONES

- Acorde al Sistema Unificado de Clasificación de Suelos (SUCS) y la Carta de Plasticidad, el suelo utilizado para la elaboración de adobes, fue de tipo CL – ML Arcilla Limosa de plasticidad media, el mismo que satisface las exigencias de la normativa E-080.
- En el estudio, las unidades de adobe con adición de viruta al 15%, 20% y 25% se obtuvo una resistencia a compresión de: 7.78 kg/cm², 15.38 kg/cm² y 21.17 kg/cm². Por otro lado, para la resistencia a flexión se obtuvo valores de 2.60 kg/cm², 5.88 kg/cm² y 7.03 kg/cm² respectivamente.
- Mientras que, las unidades de adobe con adición de acícula de pino al 15%, 20% y 25% en resistencia a compresión, presentan valores de: 13.93 kg/cm², 17.97 kg/cm², 19.95 kg/cm². Por otro lado, para la resistencia a flexión se obtuvo valores de 4.63 kg/cm², 5.98 kg/cm² y 7.13 kg/cm² respectivamente.
- En el estudio estadístico de comparación de medias por Tukey las muestras más representativas a la resistencia a la compresión son: para viruta 25% (T3) con 21.17 kg/cm² y acícula de pino 25% (T6) con 21.17 kg/cm²; y de la misma forma para la resistencia a flexión acícula de pino 25% (T6) con 7.13 kg/cm² y viruta 25% (T3) con 7.03 kg/cm²; valores que quedan en el prospecto aceptable según RNE y se observa que permite mejorar la rigidez frente a acciones mecánicas de compresión y flexión.
- Se determino que a excepción de la resistencia a compresión del tratamiento 1 (15% de viruta), todos los tratamientos propuestos en esta investigación superan las expectativas del Reglamento Nacional de Edificaciones (Norma E.080), el cual exige resistencias $\geq 10,2$ kg/cm² para compresión y ≥ 0.81 kg/cm² para flexión, pudiendo afirmarse que técnicamente se aceptan los tratamientos presentados en esta investigación para ser aplicados en edificaciones, puesto que superan las resistencias demandadas por dicha norma.

VI. RECOMENDACIONES

- Ejecutar el mismo estudio en otras canteras de producción de adobe que existan en la periferia de la ciudad de Chachapoyas.
- Realizar estudios con periodo de tiempo más corto, para conocer si su resistencia mínima es alcanzada a edades de 7 y 14 días.
- Continuar con la presente investigación, y analizar el comportamiento del adobe con adición de mayores porcentajes viruta y acícula de pino.
- Realizar investigación adicionando viruta y acícula de pino en un mismo tratamiento.

VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alday, P. (2014). *Efecto de los estabilizadores en las propiedades físicas del Adobe* (Tesis de Pregrado). Universidad Andrés Bello, Santiago, Chile.
- Arroyo, R., Sánchez, S. & Catalán, P. (2013). *Caracterización Experimental de las Propiedades Mecánicas de la Mampostería de Adobe del Sur de México*. Ingeniería – Revista Académica de la Facultad de Ingeniería, Universidad Autónoma de Yucatán, Vol. 17, No. 3, 2013, ISSN 1665-529-X. <https://www.redalyc.org/pdf/467/46730914001.pdf>
- Cotrina, A., Limay, W. & López, D. (2014). *Comparación de la resistencia a la compresión de unidades de adobe sin paja con unidades de adobe con paja en Cruz Blanca – Cajamarca*. Universidad Privada del Norte. REFI UPN. 2014; 2(2): 01-15.
- Diario El Peruano. Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento (2017). *Norma E.080-RNE. Diseño y Construcción con Tierra Reforzada*. Anexo - Resolución ministerial n° 121-2017-vivienda. Normas Legales. https://procurement-notices.undp.org/view_file.cfm?doc_id=109376
- Donkor, P. & Obonyo, E. (2016). *Compressed soil blocks: Influence of fibers on flexural properties and failure mechanism*. Construction and Building Materials. 121 (2016) 25–33. <http://dx.doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2016.05.151>
- Goodhew, S. & Griffiths, R. (2005). *Sustainable earth walls to meet the building regulations*. Energy and Building , 451-459. Volumen 37 Granger.
- INEI. (2007). *Los Censos Nacionales: XI de Población y VI de Vivienda*.
- Lozano, J. & Zurita, A. (2019). *Resistencia a la Compresión y Absorción del Adobe Estabilizado con Confitillo Jaén - Cajamarca*. [Tesis de Grado. Universidad Nacional de Jaén]. <http://m.repositorio.unj.edu.pe/handle/UNJ/99>
- Manrique, J. (2017). *Evaluación de niveles de cascara de arroz y su influencia sobre la resistencia a la compresión en la fabricación de adobe*. Zungaro Cocha, 2016. [Tesis Doctoral, Universidad Nacional de la Amazonia Peruana]. <https://repositorio.unapiquitos.edu.pe/handle/20.500.12737/5346>
- Mantilla, J. (2018). *Variación de las Propiedades Físico Mecánicas del Adobe al Incorporar Viruta y Caucho*. [Tesis de Grado, Universidad Nacional de Cajamarca].
- Ministerio de Transportes y Comunicaciones. (2016). *Manual de Ensayo de Materiales*. Edición mayo del 2016. https://portal.mtc.gob.pe/transportes/caminos/normas_carreteras/documento_s/manuales/Manual%20Ensayo%20de%20Materiales.pdf

- Paredes, F. & De la Cruz, G. (2017). *Estudio de estabilizadores en el adobe*. FIGEMPA: Investigación y Desarrollo, 1(1), 79–84. <https://doi.org/10.29166/revfig.v1i1.59>.
- Perez, M. & Pérez, R. (2020). *Evaluación de la Resistencia a la Compresión del Adobe Tradicional a los 20; 28 Y 36 Días de Secado en la Ciudad De Jaén – Cajamarca*. [Tesis de Grado, Universidad Nacional de Jaén]. http://m.repositorio.unj.edu.pe/bitstream/handle/UNJ/273/Perez_CMA_P%C3%A9rez_CRJ.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Reglamento Nacional de Edificaciones. (2006). *Norma E-0.80 Adobe*. Ministerio de Vivienda Construcción y Saneamiento, Primera Edición, SENCICO, Lima, Perú.
- Ríos, E. (2010). *Efecto de la adición de látex natural y jabón en la resistencia mecánica y absorción del adobe compactado* (Tesis de posgrado). Instituto Politécnico Nacional, Oaxaca, México.
- Rivera, J. (2012). *El adobe y otros materiales de sistemas constructivos en tierra cruda*.
- Ruiz, J. & Vidal, F. (2014). *Caracterización Mecánica de Piezas de Adobe Fabricado En La Región De Tuxtla Gutiérrez*. Espacio ID Innovación más Desarrollo, 4 (7), 130-154. doi: 10.31644/IMASD.7.2015.a05
- Sánchez, R., Suárez M. & Martín J. (2000). *Caracterización de materiales antiguos de construcción (tapial y adobe) en las iglesias de Cisneros, Villada y Boada de Campos (Falencia)*. Materiales de Construcción, 50 (257), 33-45.
- Saroza, B., Rodríguez, A., Meléndez, J. & Barroso, I. (2008). *Estudio de la resistencia a compresión simple del adobe elaborado con suelos procedentes de Crescencio Valdés, Villa Clara, Cuba*, 60, 41–47
- Schmidt, U. (2001). *Materiales para edificaciones de adobe. Buena tierra: Apuntes para el diseño y construcción con adobe: Consideraciones sismorresistentes*. ISBN. 9728550103, 9789728550103. Pag 29 – 44. <https://cidap.org.pe/wp-content/uploads/63690383-Buena-Tierra-Apuntes-para-el-Diseno-Contruccion-con-ADOBE-1.pdf>

ANEXOS

Anexo 01: Resultados de los ensayos de suelos.

DIAZ & OCAMPO



CONSTRUCTORES Y CONSULTORES SRL

DIAZ & OCAMPO

CONSTRUCTORES Y CONSULTORES SRL

REGISTRO DE INDECOPI N° 00069377

ESTUDIOS DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

(LABORATORIO)

Jr. Libertad N° 1309 Cel. 941892090 RPM *625827 RPM 987425540

Correo Electronico: nestorda433@hotmail.com - CHACHAPOYAS

CONTENIDO DE HUMEDAD

CLASIFICACIÓN DE SUELOS PARA LA CONSTRUCCIÓN DE ADOBE

FECHA : 28 - 09 - 2021

SOLICITANTE : MELVI RUIZ PINEDO

RESPONSABLE: ING. NESTOR ALFONSO DIAZ ARIAS

| | |
|---------------------------------|--------------|
| MUESTRA | M - 1 |
| Peso tara (gr) | 21.06 |
| Peso muestra húmeda + tara (gr) | 104.32 |
| Peso muestra seca + tara (gr) | 92.29 |
| Peso muestra húmeda (gr) | 83.26 |
| Peso muestra seca (gr) | 71.23 |
| Peso agua (gr) | 12.03 |
| Contenido de Humedad (%) | 16.89 |

NOTA: LAS MUESTRAS Y PROFUNDIDADES FUERON PROPORCIONADAS POR EL SOLICITANTE.

Diaz & Ocampo
CONSTRUCTORES Y CONSULTORES SRL

Ing. NESTOR ALFONSO DIAZ ARIAS
INGENIERO CIVIL - CIP. 21362
GERENTE GENERAL



DIAZ & OCAMPO

CONSTRUCTORES Y CONSULTORES SRL

REGISTRO DE INDECOPI N° 00069377
ESTUDIOS DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO
(LABORATORIO)

Jr. Libertad N° 1309 Cel. 941892090 - 982360835

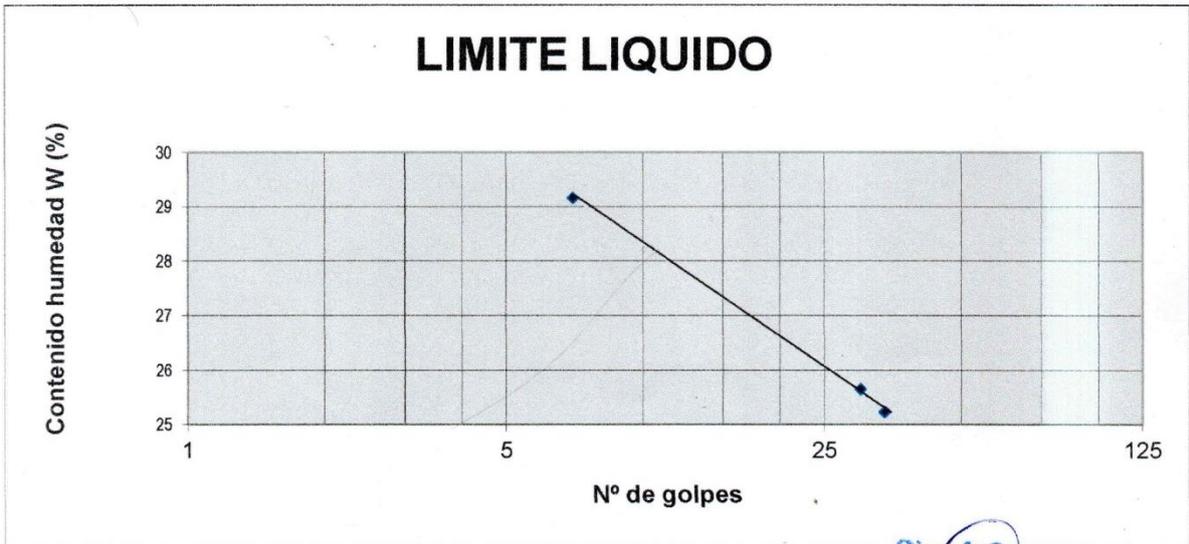
Correo Electronico: suelosyconcretodiazarias@hotmail.com - CHACHAPOYAS

ENSAYO : LIMITES DE CONSISTENCIA
NORMA ASTM D4318

| | | |
|--------------------|----------------------------------|---|
| PROYECTO | | CLASIFICACIÓN DE SUELOS PARA LA CONSTRUCCIÓN DE ADOBE |
| SOLICITANTE | : MELVI RUIZ PINEDO | |
| RESPONSABLE | : ING° NESTOR ALFONSO DIAZ ARIAS | |
| FECHA | : 28 / 09 / 2021 | |

| | | |
|--------------------|------------|---|
| CALICATA N° | C-1 | INDICE PLASTICO = LIMITE LIQUIDO - LIMITE PLASTICO INDICE PLASTICO (%) = 6.40 |
| MUESTRA | M1 | |
| | | |
| | | |

| LIMITES | LIMITE LIQUIDO | | | LIMITE PLASTICO | |
|---|----------------|-------|-------|-----------------|-------|
| | NUMERO | L1 | L2 | L3 | P1 |
| Peso tara (gr) | 20.46 | 17.00 | 28.12 | 26.46 | 27.82 |
| Peso muestra húmeda + tara (gr) | 59.39 | 62.75 | 63.41 | 41.71 | 42.09 |
| Peso muestra seca + tara (gr) | 50.60 | 53.41 | 56.30 | 39.19 | 39.76 |
| Peso agua (gr) | 8.79 | 9.34 | 7.11 | 2.52 | 2.33 |
| Peso muestra seca (gr) | 30.14 | 36.41 | 28.18 | 12.73 | 11.94 |
| N° golpes | 7 | 30 | 34 | | |
| Contenido de Humedad (%) | 29.16 | 25.65 | 25.23 | 19.80 | 19.51 |
| Límite Líquido y Límite Plástico (%) | 26.05 | | | 19.65 | |



NOTA: LAS MUESTRAS Y PROFUNDIDADES FUERON PROPORCIONADAS POR EL SOLICITANTE.

Diaz & Ocampo
 CONSTRUCTORES Y CONSULTORES SRL
 Ing. NESTOR ALFONSO DIAZ ARIAS
 INGENIERO CIVIL - CIP: 21362
 GERENTE GENERAL



CONSTRUCTORES Y CONSULTORES SRL

DIAZ & OCAMPO
CONSTRUCTORES Y CONSULTORES SRL
REGISTRO DE INDECOPI N° 00067377
ESTUDIOS DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

Jr. Libertad N° 1309 Cel. 941892090 RPM *625827 RPC 982360835

Correo Electronico: nestorda433@hotmail.com CHACHAPOYAS

ENSAYO : ANALISIS GRANULOMETRICO POR LAVADO
 NORMA ASTM D421

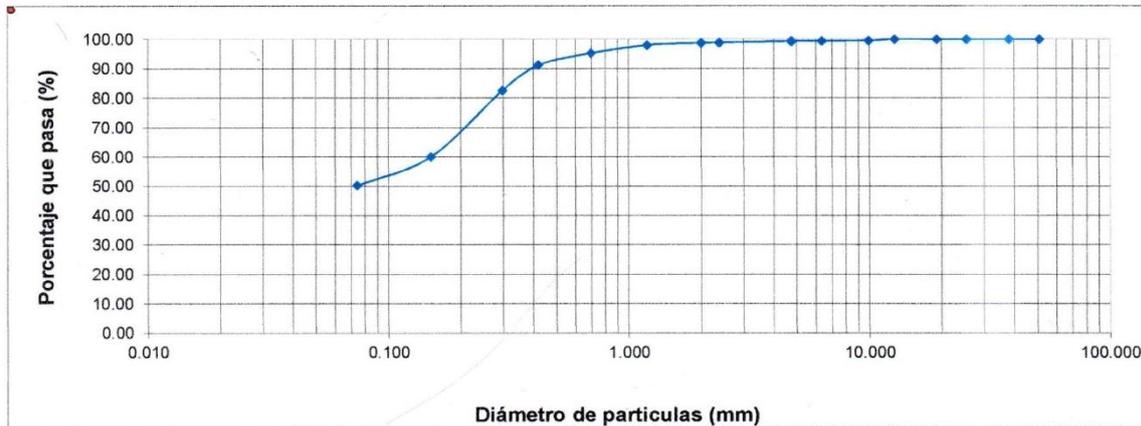
| | |
|--------------------|---|
| MUESTRAS DE SUELOS | CLASIFICACIÓN DE SUELOS PARA LA CONSTRUCCIÓN DE ADOBE |
| SOLICITANTE | : MELVI RUIZ PINEDO |
| RESPONSABLE | : ING° NESTOR ALFONSO DIAZ ARIAS |
| FECHA | : 28 / 09 / 2021 |

CALICATA: C - 1 MUESTRA: M1 Peso muestra seca: 415.71 gr

| Malla | Malla (mm) | Peso ret. Parcial | % Retenido Parcial | % Ret. Acumul. | % Que pasa |
|---------------------------|------------|-------------------|--------------------|----------------|-------------|
| 2" | 50.800 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 100.00 |
| 1 1/2" | 38.100 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 100.00 |
| 1 " | 25.400 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 100.00 |
| 3/4" | 19.050 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 100.00 |
| 1/2" | 12.700 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 100.00 |
| 3/8" | 9.925 | 2.05 | 0.49 | 0.49 | 99.51 |
| 1/4" | 6.350 | 0.61 | 0.15 | 0.64 | 99.36 |
| N° 4 | 4.760 | 0.22 | 0.05 | 0.69 | 99.31 |
| N° 8 | 2.380 | 1.96 | 0.47 | 1.16 | 98.84 |
| N° 10 | 2.000 | 0.57 | 0.14 | 1.30 | 98.70 |
| N° 16 | 1.190 | 2.80 | 0.67 | 1.97 | 98.03 |
| N° 30 | 0.695 | 11.22 | 2.70 | 4.67 | 95.33 |
| N° 40 | 0.420 | 16.93 | 4.07 | 8.75 | 91.25 |
| N° 50 | 0.297 | 35.58 | 8.56 | 17.31 | 82.69 |
| N° 100 | 0.150 | 93.75 | 22.55 | 39.86 | 60.14 |
| N° 200 | 0.074 | 40.66 | 9.78 | 49.64 | 50.36 |
| Pérdida por lavado | | 209.36 | 50.36 | 100.00 | 0.00 |

CURVA GRANULOMETRICA

| | | | | | |
|----------------|-------|-------|--------|-------|--------|
| Limo y Arcilla | Arena | | | Grava | |
| | Fina | Media | Gruesa | Fina | Gruesa |
| N° 200 | N° 40 | N° 10 | N° 4 | 3/4" | 3" |



| | |
|---------------------------|----------------|
| CONTENIDO DE HUMEDAD (%) | 16.89 |
| Límite líquido (%) | 26.05 |
| Límite plástico (%) | 19.65 |
| Índice plástico (%) | 6.40 |
| Clasificación SUCS | CL - ML |

| | |
|-----|------|
| D10 | xxx |
| D30 | xxx |
| D60 | 0.20 |
| Cu | xxx |
| Cc | xxx |

ARCILLA LIMOSA

NOTA: LAS MUESTRAS Y PROFUNDIDADES FUERON PROPORCIONADAS POR EL SOLICITANTE.

Diaz & Ocampo
 CONSTRUCTORES Y CONSULTORES SRL
 Ing. NESTOR ALFONSO DIAZ ARIAS
 INGENIERO CIVIL - CIP 21382
 GERENTE GENERAL



CONSTRUCTORES Y CONSULTORES SRL

DIAZ & OCAMPO **CONSTRUCTORES Y CONSULTORES SRL**

REGISTRO DE INDECOPI N° 00069377

ESTUDIOS DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO (LABORATORIO)

Jr. Libertad N° 1309 CEL. 941892090 - 982360835 CORREO ELECTRONICO: suelosyconcretodiazarias@hotmail.com - CHACHAPOYAS

CUADRO DE RESUMEN

| CLASIFICACIÓN DE SUELOS PARA LA CONSTRUCCIÓN DE ADOBE | |
|---|----------------------------------|
| FECHA | : 28 - 09 - 2021 |
| SOLICITANTE | : MELVI RUIZ PINEDO |
| RESPONSABLE | : ING. NESTOR ALFONSO DIAZ ARIAS |
| MUESTRA | M - 1 |
| % Pasa Tamiz N°4 | 99.31 |
| % Pasa Tamiz N° 10 | 98.70 |
| % Pasa Tamiz N° 40 | 91.25 |
| % Pasa Tamiz N°200* | 50.36 |
| Límite Líquido % | 26.05 |
| Límite Plástico % | 19.65 |
| Índice Plástico % | 6.40 |
| Contenido de Humedad (%) | 16.89 |
| Clasificación de Suelos SUCS | CL - ML ARCILLA LIMOSA |
| Clasificación de Suelos ASSHTO | A-4(1) SUELO MALO |


Diaz & Ocampo
 CONSTRUCTORES Y CONSULTORES SRL
 Ing. NESTOR ALFONSO DIAZ ARIAS
 INGENIERO CIVIL CIP. 21302
 GERENTE GENERAL

DIAZ & OCAMPO
CONSTRUCTORES Y CONSULTORES SRL
REGISTRO DE INDECOPI N° 00069377
ESTUDIOS DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO
(LABORATORIO)
Jr. Libertad N° 1309 Cel. 941892090 - 982360835
CONSTRUCTORES Y CONSULTORES SRL Correo Electrónico: suelosyconcretodiazarias@hotmail.com - CHACHAPOYAS

INFORME DE LABORATORIO DE ENSAYOS DE TESTIGOS DE ADOBE



PROYECTO:

“RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN Y FLEXIÓN DE ADOBES PRODUCIDOS CON VIRUTA Y ACÍCULA DE PINO – CHACHAPOYAS – 2021”

CHACHAPOYAS - AMAZONAS, NOVIEMBRE – 2021

Diaz & Ocampo
CONSTRUCTORES Y CONSULTORES SRL
Nestor Alfonso Diaz Arias
Ing. NESTOR ALFONSO DIAZ ARIAS
INGENIERO CIVIL - CIP. 21362
GERENTE GENERAL

Jr. Libertad N° 1309 Cel. 941892090 - 982360835
Correo Electrónico: suelosyconcretodiazarias@hotmail.com - CHACHAPOYAS

DIAZ & OCAMPO



DIAZ & OCAMPO
CONSTRUCTORES Y CONSULTORES SRL
REGISTRO DE INDECOPI N° 00069377
ESTUDIOS DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO
(LABORATORIO)

Jr. Libertad N° 1309 Cel. 941892090 - 982360835

CONSTRUCTORES Y CONSULTORES SRL

Correo Electronico: suelosyconcretodiazarias@hotmail.com - CHACHAPOYAS

ÍNDICE

| | |
|--|---|
| I. GENERALIDADES | 3 |
| 1.1 Objeto del estudio | 3 |
| 1.2 Ubicación y descripción del área de estudio..... | 3 |
| 1.3 Acceso al área de estudio..... | 3 |
| II. INVESTIGACIONES DE CAMPO | 3 |
| 2.1 Trabajos de campo | 3 |
| III. TRABAJOS Y ENSAYOS DE LABORATORIO | 3 |
| IV. CONCLUSIONES: | 3 |
| ANEXO..... | 5 |
| ENSAYO DE LABORATORIO | 5 |

Diaz & Ocampo
CONSTRUCTORES Y CONSULTORES SRL

Ing. NESTOR ALFONSO DIAZ ARIAS
INGENIERO CIVIL - CIP. 21362
GERENTE GENERAL

Jr. Libertad N° 1309 Cel. 941892090 - 982360835
Correo Electrónico: suelosyconcretodiazarias@hotmail.com - CHACHAPOYAS

ÍNDICE

| | |
|--|---|
| I. GENERALIDADES | 3 |
| 1.1 Objeto del estudio | 3 |
| 1.2 Ubicación y descripción del área de estudio..... | 3 |
| 1.3 Acceso al área de estudio..... | 3 |
| II. INVESTIGACIONES DE CAMPO | 3 |
| 2.1 Trabajos de campo | 3 |
| III. TRABAJOS Y ENSAYOS DE LABORATORIO | 3 |
| IV. CONCLUSIONES: | 3 |
| ANEXO..... | 5 |
| ENSAYO DE LABORATORIO | 5 |


Diaz & Ocampo
 CONSTRUCTORES Y CONSULTORES SRL
 Ing. NESTOR ALFONSO DIAZ ARIAS
 INGENIERO CIVIL - CIP. 21362
 GERENTE GENERAL

I. GENERALIDADES

1.1 Objeto del estudio

El presente estudio técnico tiene por finalidad dar a conocer los resultados de los ensayos a los testigos de adobe para la ejecución del proyecto de tesis: "Resistencia a la compresión y flexión de adobes producidos con viruta y acícula de pino-Chachapoyas - 2021"

1.2 Ubicación y descripción del área de estudio

El lugar destinado a proporcionar los materiales para la elaboración de los testigos fue el AA. HH Pueblo Joven 16 de octubre en la provincia de Chachapoyas.

1.3 Acceso al área de estudio

Se accede por vía terrestre; desde la plaza de armas hacia el AA. HH Pueblo Joven 16 de octubre, en un viaje de aproximadamente 15 min en movilidad motorizada.

II. INVESTIGACIONES DE CAMPO

2.1 Trabajos de campo

No se realizaron trabajos de campo, las muestras fueron proporcionadas por el solicitante.

III. TRABAJOS Y ENSAYOS DE LABORATORIO

Los trabajos de laboratorio incluyeron las siguientes actividades:

- Ensayo a compresión de adobe tipo A (T1) con 15% de viruta.
- Ensayo a compresión de adobe tipo A (T2) con 20% de viruta.
- Ensayo a compresión de adobe tipo A (T3) con 25% de viruta.
- Ensayo a compresión de adobe tipo A (T4) con 15% de acícula de pino.
- Ensayo a compresión de adobe tipo A (T5) con 20% de acícula de pino.
- Ensayo a compresión de adobe tipo A (T6) con 25% de acícula de pino.
- Ensayo a flexión de adobe tipo A (T1) con 15% de viruta.
- Ensayo a flexión de adobe tipo A (T2) con 20% de viruta.
- Ensayo a flexión de adobe tipo A (T3) con 25% de viruta.
- Ensayo a flexión de adobe tipo A (T4) con 15% de acícula de pino.
- Ensayo a flexión de adobe tipo A (T5) con 20% de acícula de pino.
- Ensayo a flexión de adobe tipo A (T6) con 25% de acícula de pino.

IV. CONCLUSIONES:

Correlacionado a los ensayos de laboratorio y según análisis en el transcurso del informe, establecemos las siguientes conclusiones.

Díaz & Ocampo
CONSTRUCTORES Y CONSULTORES SRL

Ing. NESTOR ALFONSO DIAZ ARIAS
INGENIERO CIVIL - CIP. 21362
GERENTE GENERAL

DIAZ & OCAMPO



DIAZ & OCAMPO

CONSTRUCTORES Y CONSULTORES SRL

REGISTRO DE INDECOPI N° 00069377

ESTUDIOS DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO
(LABORATORIO)

Jr. Libertad N° 1309 Cel. 941892090 - 982360835

CONSTRUCTORES Y CONSULTORES SRL Correo Electronico: suelosyconcretodiazarias@hotmail.com - CHACHAPOYAS

- ✓ Los adobes fueron fabricados con materiales del AA. HH Pueblo Joven 16 de octubre en la provincia de Chachapoyas.
- ✓ La graduación utilizada en su elaboración fue según la NTO-E080(10-20% arcilla, 15-25 limo y 55-70% arena.
- ✓ Se elaboraron dos tipos de adobes: Adobe tipo A con adición de viruta al 15,20 y 25% y adobe tipo B con adición de acícula de pino 15,20 y 25%.
- ✓ Las muestras y panel fotográfico fueron entregadas por el solicitante
- ✓ Se realizaron de manera correcta y con la participación del bachiller en los ensayos de compresión y flexión de las muestras proporcionadas (ver anexos)

Diaz & Ocampo
CONSTRUCTORES Y CONSULTORES SRL

Ing. NESTOR ALFONSO DIAZ ARIAS
INGENIERO CIVIL - CIP. 21362
GERENTE GENERAL

Jr. Libertad N° 1309 Cel. 941892090 - 982360835

Correo Electrónico: suelosyconcretodiazarias@hotmail.com - CHACHAPOYAS

DIAZ & OCAMPO



DIAZ & OCAMPO

CONSTRUCTORES Y CONSULTORES SRL

REGISTRO DE INDECOPI N° 00069377

ESTUDIOS DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO
(LABORATORIO)

Jr. Libertad N° 1309 Cel. 941892090 - 982360835

CONSTRUCTORES Y CONSULTORES SRL

Correo Electronico: suelosyconcretodiazarias@hotmail.com - CHACHAPOYAS

ANEXO

ENSAYO DE LABORATORIO

Diaz & Ocampo
CONSTRUCTORES Y CONSULTORES SRL

Ing. NESTOR ALPHONSO DIAZ ARIAS
INGENIERO CIVIL CIP: 22362
GERENTE GENERAL

Jr. Libertad N° 1309 Cel. 941892090 - 982360835
Correo Electrónico: suelosyconcretodiazarias@hotmail.com - CHACHAPOYAS

DIAZ & OCAMPO



DIAZ & OCAMPO
 CONSTRUCTORES Y CONSULTORES SRL
REGISTRO DE INDECOPI N° 00069377
 ESTUDIOS DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO
 (LABORATORIO)

Jr. Libertad Nº 1309 Cel. 941892090 - 982360835

CONSTRUCTORES Y CONSULTORES SRL

Correo Electronico: suelosyconcretodiazarias@hotmail.com - CHACHAPOYAS

| DATOS GENERALES | | | | | | | | | |
|--|---|------------|------------|-------------|-------------------------|-----------|-------------------------|---|--------------------------------|
| Título del Proyecto | : "RESISTENCIA A LA COMPRESION Y FLEXION DE ADOBES PRODUCIDOS CON VIRUTA Y ACICULA DE PINO, CHACHAPOYAS, 2021 | | | | | | | | |
| Solicitante | : Bach. MELVI RUIZ PINEDO | | | | | | | | |
| Universidad | : Universidad Nacional Toribio Rodriguez de Mendoza | | | | | | | | |
| Especialidad | : Ingenieria Civil | | | | | | | | |
| REGISTRO DE DATOS | | | | | | | | | |
| Fecha de produccion de de adobe | : 12/10/2021 | | | | | | | | |
| Fecha de ensayo | : 19/11/2021 | | | | | | | | |
| Dimensiones del adobe | : 30 x 20 x 14 | | | | | | | | |
| DATOS DEL MUESTREO | | | | | | | | | |
| Tipo de testigo | : A | | | | | | | | |
| % de viruta | : 15% | | | | | | | | |
| Codigo de muestreo | : MC-A-15 | | | | | | | | |
| Tipo de ensayo | : Compresion | | | | | | | | |
| Ensayo de modulo de rotura en adobe | | | | | | | | | |
| Ensayo | Edad (Dias) | Ancho (cm) | Largo (cm) | Altura (cm) | Area (cm ²) | Peso (kg) | Resistencia Ensayo (kg) | Resistencia del adobe (kg/cm ²) | Promedio (kg/cm ²) |
| M-1 | 38 | 19 | 28.5 | 14 | 541.5 | 13.438 | 3830 | 7.1 | 7.78 |
| M-2 | 38 | 19 | 28.5 | 14 | 541.5 | 13.928 | 3330 | 6.1 | |
| M-3 | 38 | 19 | 28.5 | 14 | 541.5 | 13.597 | 4740 | 8.8 | |
| M-4 | 38 | 19 | 28.5 | 14 | 541.5 | 14.09 | 4180 | 7.7 | |
| M-5 | 38 | 19 | 28.5 | 14 | 541.5 | 14.258 | 4880 | 9.0 | |
| M-6 | 38 | 19 | 28.5 | 14 | 541.5 | 13.852 | 4320 | 8.0 | |

Diaz & Ocampo
 CONSTRUCTORES Y CONSULTORES SRL

 Ing. NESTOR ALFONSO DIAZ ARIAS
 INGENIERO CIVIL - CIP. 21362
 GERENTE GENERAL

RESPONSABLE DEL ENSAYO

Jr. Libertad Nº 1309 Cel. 941892090 - 982360835
 Correo Electronico: suelosyconcretodiazarias@hotmail.com - CHACHAPOYAS



CONSTRUCTORES Y CONSULTORES SRL

DIAZ & OCAMPO
 CONSTRUCTORES Y CONSULTORES SRL
REGISTRO DE INDECOPI N° 00069377
 ESTUDIOS DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO
 (LABORATORIO)

Jr. Libertad N° 1309 Cel. 941892090 - 982360835

Correo Electronico: suelosyconcretodiazarias@hotmail.com - CHACHAPOYAS

| DATOS GENERALES | | | | | | | | | |
|--|---|------------|------------|-------------|-------------------------|-----------|------------------------|---|--------------------------------|
| Título del Proyecto | : "RESISTENCIA A LA COMPRESION Y FLEXION DE ADOBES PRODUCIDOS CON VIRUTA Y ACICULA DE PINO, CHACHAPOYAS, 2021 | | | | | | | | |
| Solicitante | : Bach. MELVI RUIZ PINEDO | | | | | | | | |
| Universidad | : Universidad Nacional Toribio Rodriguez de Mendoza | | | | | | | | |
| Especialidad | : Ingenieria Civil | | | | | | | | |
| REGISTRO DE DATOS | | | | | | | | | |
| Fecha de produccion de de adobe | : 12/10/2021 | | | | | | | | |
| Fecha de ensayo | : 19/11/2021 | | | | | | | | |
| Dimensiones del adobe | : 30 x 20 x 14 | | | | | | | | |
| DATOS DEL MUESTREO | | | | | | | | | |
| Tipo de testigo | : A | | | | | | | | |
| % de viruta | : 20% | | | | | | | | |
| Codigo de muestreo | : MC-A-20 | | | | | | | | |
| Tipo de ensayo | : Compresion | | | | | | | | |
| Ensayo de modulo de rotura en adobe | | | | | | | | | |
| Ensayo | Edad (Dias) | Ancho (cm) | Largo (cm) | Altura (cm) | Area (cm ²) | Peso (kg) | Resitencia Ensayo (kg) | Resistencia del adobe (kg/cm ²) | Promedio (kg/cm ²) |
| M-13 | 37 | 19 | 28.5 | 14 | 541.5 | 13.502 | 7635 | 14.1 | 15.38 |
| M-14 | 37 | 19 | 28.5 | 14 | 541.5 | 13.822 | 8610 | 15.9 | |
| M-15 | 37 | 19 | 28.5 | 14 | 541.5 | 13.555 | 8123 | 15.0 | |
| M-16 | 37 | 19 | 28.5 | 14 | 541.5 | 13.678 | 8447 | 15.6 | |
| M-17 | 37 | 19 | 28.5 | 14 | 541.5 | 13.588 | 8393 | 15.5 | |
| M-18 | 37 | 19 | 28.5 | 14 | 541.5 | 13.725 | 8772 | 16.2 | |


Diaz & Ocampo
 CONSTRUCTORES Y CONSULTORES SRL
 Ing. NESTOR ALFONSO DIAZ ARIAS
 INGENIERO CIVIL - CIP 21362
 GERENTE GENERAL

RESPONSABLE DEL ENSAYO

Jr. Libertad N° 1309 Cel. 941892090 - 982360835
 Correo Electronico: suelosyconcretodiazarias@hotmail.com - CHACHAPOYAS

DIAZ & OCAMPO



DIAZ & OCAMPO

CONSTRUCTORES Y CONSULTORES SRL

REGISTRO DE INDECOPI N° 00069377

ESTUDIOS DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

(LABORATORIO)

Jr. Libertad N° 1309 Cel. 941892090 - 982360835

CONSTRUCTORES Y CONSULTORES SRL

Correo Electronico: suelosyconcretodiazarias@hotmail.com - CHACHAPOYAS

| DATOS GENERALES | | | | | | | | | |
|--|---|------------|------------|-------------|------------|-----------|-------------------------|--------------------------------|-------------------|
| Título del Proyecto | : "RESISTENCIA A LA COMPRESION Y FLEXION DE ADOBES PRODUCIDOS CON VIRUTA Y ACICULA DE PINO, CHACHAPOYAS, 2021 | | | | | | | | |
| Solicitante | : Bach. MELVI RUIZ PINEDO | | | | | | | | |
| Universidad | : Universidad Nacional Toribio Rodriguez de Mendoza | | | | | | | | |
| Especialidad | : Ingenieria Civil | | | | | | | | |
| REGISTRO DE DATOS | | | | | | | | | |
| Fecha de produccion de de adobe | : 12/10/2021 | | | | | | | | |
| Fecha de ensayo | : 19/11/2021 | | | | | | | | |
| Dimensiones del adobe | : 30 x 20 x 14 | | | | | | | | |
| DATOS DEL MUESTREO | | | | | | | | | |
| Tipo de testigo | : A | | | | | | | | |
| % de viruta | : 25% | | | | | | | | |
| Codigo de muestreo | : MC-A-25 | | | | | | | | |
| Tipo de ensayo | : Compresion | | | | | | | | |
| Ensayo de modulo de rotura en adobe | | | | | | | | | |
| Ensayo | Edad (Dias) | Ancho (cm) | Largo (cm) | Altura (cm) | Area (cm2) | Peso (kg) | Resistencia Ensayo (kg) | Resistencia del adobe (kg/cm2) | Promedio (kg/cm2) |
| M-25 | 38 | 19 | 28.5 | 14 | 541.5 | 13.579 | 10790 | 19.9 | 21.17 |
| M-26 | 38 | 19 | 28.5 | 14 | 541.5 | 13.492 | 11430 | 21.1 | |
| M-27 | 38 | 19 | 28.5 | 14 | 541.5 | 13.353 | 10760 | 19.9 | |
| M-28 | 38 | 19 | 28.5 | 14 | 541.5 | 13.172 | 11530 | 21.3 | |
| M-29 | 38 | 19 | 28.5 | 14 | 541.5 | 13.351 | 12340 | 22.8 | |
| M-30 | 38 | 19 | 28.5 | 14 | 541.5 | 13.643 | 11920 | 22.0 | |

Diaz & Ocampo
CONSTRUCTORES Y CONSULTORES SRL

Ing. NESTOR ALFONSO DIAZ ARIAS
INGENIERO CIVIL - CIP: 21362
GERENTE GENERAL

RESPONSABLE DEL ENSAYO

Jr. Libertad N° 1309 Cel. 941892090 - 982360835

Correo Electronico: suelosyconcretodiazarias@hotmail.com - CHACHAPOYAS

DIAZ & OCAMPO



DIAZ & OCAMPO

CONSTRUCTORES Y CONSULTORES SRL

REGISTRO DE INDECOPI N° 00069377

ESTUDIOS DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

(LABORATORIO)

Jr. Libertad N° 1309 Cel. 941892090 - 982360835

CONSTRUCTORES Y CONSULTORES SRL

Correo Electronico: suelosyconcretodiazarias@hotmail.com - CHACHAPOYAS

| DATOS GENERALES | | | | | | | | | |
|--|---|------------|------------|-------------|-------------------------|-----------|-------------------------|---|--------------------------------|
| Título del Proyecto | : "RESISTENCIA A LA COMPRESION Y FLEXION DE ADOBES PRODUCIDOS CON VIRUTA Y ACICULA DE PINO, CHACHAPOYAS, 2021 | | | | | | | | |
| Solicitante | : Bach. MELVI RUIZ PINEDO | | | | | | | | |
| Universidad | : Universidad Nacional Toribio Rodriguez de Mendoza | | | | | | | | |
| Especialidad | : Ingenieria Civil | | | | | | | | |
| REGISTRO DE DATOS | | | | | | | | | |
| Fecha de produccion de de adobe | : 13/10/2021 | | | | | | | | |
| Fecha de ensayo | : 19/11/2021 | | | | | | | | |
| Dimensiones del adobe | : 30 x 20 x 14 | | | | | | | | |
| DATOS DEL MUESTREO | | | | | | | | | |
| Tipo de testigo | : B | | | | | | | | |
| % Acicula de pino | : 15% | | | | | | | | |
| Codigo de muestreo | : MC-B-15 | | | | | | | | |
| Tipo de ensayo | : Compresion | | | | | | | | |
| Ensayo de modulo de rotura en adobe | | | | | | | | | |
| Ensayo | Edad (Dias) | Ancho (cm) | Largo (cm) | Altura (cm) | Area (cm ²) | Peso (kg) | Resistencia Ensayo (kg) | Resistencia del adobe (kg/cm ²) | Promedio (kg/cm ²) |
| M-37 | 38 | 19 | 28.5 | 14 | 541.5 | 13.477 | 7380 | 13.6 | 13.93 |
| M-38 | 38 | 19 | 28.5 | 14 | 541.5 | 13.516 | 7630 | 14.1 | |
| M-39 | 38 | 19 | 28.5 | 14 | 541.5 | 13.784 | 7470 | 13.8 | |
| M-40 | 38 | 19 | 28.5 | 14 | 541.5 | 13.624 | 7420 | 13.7 | |
| M-41 | 38 | 19 | 28.5 | 14 | 541.5 | 13.739 | 8010 | 14.8 | |
| M-42 | 38 | 19 | 28.5 | 14 | 541.5 | 13.651 | 7350 | 13.6 | |

Diaz & Ocampo
 CONSTRUCTORES Y CONSULTORES SRL

(Firma manuscrita)

Ing. NESTOR ALFONSO DIAZ ARIAS
 INGENIERO CIVIL / CIP. 71362
 GERENTE GENERAL

RESPONSABLE DEL ENSAYO

Jr. Libertad N° 1309 Cel. 941892090 - 982360835

Correo Electronico: suelosyconcretodiazarias@hotmail.com - CHACHAPOYAS



DIAZ & OCAMPO
 CONSTRUCTORES Y CONSULTORES SRL
REGISTRO DE INDECOPI N° 00069377
 ESTUDIOS DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO
 (LABORATORIO)

Jr. Libertad N° 1309 Cel. 941892090 - 982360835

Correo Electronico: suelosyconcretodiazarias@hotmail.com - CHACHAPOYAS

| DATOS GENERALES | | | | | | | | | |
|--|---|------------|------------|-------------|-------------------------|-----------|-------------------------|---|--------------------------------|
| Título del Proyecto | : "RESISTENCIA A LA COMPRESION Y FLEXION DE ADOBES PRODUCIDOS CON VIRUTA Y ACICULA DE PINO, CHACHAPOYAS, 2021 | | | | | | | | |
| Solicitante | : Bach. MELVI RUIZ PINEDO | | | | | | | | |
| Universidad | : Universidad Nacional Toribio Rodriguez de Mendoza | | | | | | | | |
| Especialidad | : Ingenieria Civil | | | | | | | | |
| REGISTRO DE DATOS | | | | | | | | | |
| Fecha de produccion de de adobe | : 13/10/2021 | | | | | | | | |
| Fecha de ensayo | : 19/11/2021 | | | | | | | | |
| Dimensiones del adobe | : 30 x 20 x 14 | | | | | | | | |
| DATOS DEL MUESTREO | | | | | | | | | |
| Tipo de testigo | : B | | | | | | | | |
| % Acicula de pino | : 20% | | | | | | | | |
| Codigo de muestreo | : MC-B-20 | | | | | | | | |
| Tipo de ensayo | : Compresion | | | | | | | | |
| Ensayo de modulo de rotura en adobe | | | | | | | | | |
| Ensayo | Edad (Dias) | Ancho (cm) | Largo (cm) | Altura (cm) | Area (cm ²) | Peso (kg) | Resistencia Ensayo (kg) | Resistencia del adobe (kg/cm ²) | Promedio (kg/cm ²) |
| M-49 | 38 | 19 | 28.5 | 14 | 541.5 | 13.724 | 8950 | 16.5 | 17.97 |
| M-50 | 38 | 19 | 28.5 | 14 | 541.5 | 13.678 | 9880 | 18.2 | |
| M-51 | 38 | 19 | 28.5 | 14 | 541.5 | 13.667 | 9790 | 18.1 | |
| M-52 | 38 | 19 | 28.5 | 14 | 541.5 | 13.558 | 9220 | 17.0 | |
| M-53 | 38 | 19 | 28.5 | 14 | 541.5 | 13.902 | 10440 | 19.3 | |
| M-54 | 38 | 19 | 28.5 | 14 | 541.5 | 13.552 | 10120 | 18.7 | |

Diaz & Ocampo
 CONSTRUCTORES Y CONSULTORES SRL

Ing. NESTOR ALFONSO DIAZ ARIAS
 INGENIERO CIVIL - CIP. 21462
 GERENTE GENERAL

RESPONSABLE DEL ENSAYO

DIAZ & OCAMPO



CONSTRUCTORES Y CONSULTORES SRL

DIAZ & OCAMPO

CONSTRUCTORES Y CONSULTORES SRL

REGISTRO DE INDECOPI N° 00069377

ESTUDIOS DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO
(LABORATORIO)

Jr. Libertad N° 1309 Cel. 941892090 - 982360835

Correo Electronico: suelosyconcretodiazarias@hotmail.com - CHACHAPOYAS

DATOS GENERALES

| | |
|----------------------------|---|
| Título del Proyecto | : "RESISTENCIA A LA COMPRESION Y FLEXION DE ADOBES PRODUCIDOS CON VIRUTA Y ACICULA DE PINO, CHACHAPOYAS, 2021 |
| Solicitante | : Bach. MELVI RUIZ PINEDO |
| Universidad | : Universidad Nacional Toribio Rodriguez de Mendoza |
| Especialidad | : Ingenieria Civil |

REGISTRO DE DATOS

| | |
|--|----------------|
| Fecha de produccion de de adobe | : 13/10/2021 |
| Fecha de ensayo | : 19/11/2021 |
| Dimensiones del adobe | : 30 x 20 x 14 |

DATOS DEL MUESTREO

| | |
|---------------------------|--------------|
| Tipo de testigo | : B |
| % Acicula de pino | : 25% |
| Codigo de muestreo | : MC-B-25 |
| Tipo de ensayo | : Compresion |

Ensayo de modulo de rotura en adobe

| Ensayo | Edad (Dias) | Ancho (cm) | Largo (cm) | Altura (cm) | Area (cm ²) | Peso (kg) | Resistencia Ensayo (kg) | Resistencia del adobe (kg/cm ²) | Promedio (kg/cm ²) |
|--------|-------------|------------|------------|-------------|-------------------------|-----------|-------------------------|---|--------------------------------|
| M-49 | 38 | 19 | 28.5 | 14 | 541.5 | 13.771 | 10650 | 19.7 | 19.95 |
| M-50 | 38 | 19 | 28.5 | 14 | 541.5 | 13.49 | 10230 | 18.9 | |
| M-51 | 38 | 19 | 28.5 | 14 | 541.5 | 13.694 | 10730 | 19.8 | |
| M-52 | 38 | 19 | 28.5 | 14 | 541.5 | 13.375 | 11330 | 20.9 | |
| M-53 | 38 | 19 | 28.5 | 14 | 541.5 | 14.194 | 10620 | 19.6 | |
| M-54 | 38 | 19 | 28.5 | 14 | 541.5 | 13.616 | 11270 | 20.8 | |

Diaz & Ocampo
CONSTRUCTORES Y CONSULTORES SRL

Ing. **MESTOR ALFONSO DIAZ ARIAS**
INGENIERO CIVIL - CIP. 21362
GERENTE GENERAL

RESPONSABLE DEL ENSAYO

Jr. Libertad N° 1309 Cel. 941892090 - 982360835

Correo Electronico: suelosyconcretodiazarias@hotmail.com - CHACHAPOYAS

DIAZ & OCAMPO



DIAZ & OCAMPO

CONSTRUCTORES Y CONSULTORES SRL

REGISTRO DE INDECOPI N° 00069377

ESTUDIOS DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO
(LABORATORIO)

Jr. Libertad N° 1309 Cel. 941892090 - 982360835

CONSTRUCTORES Y CONSULTORES SRL

Correo Electronico: suelosyconcretodiazarias@hotmail.com - CHACHAPOYAS

| DATOS GENERALES | | | | | | | | | | |
|--|---|------------|------------|-------------|-------------------------|-----------|-------------------------------------|-------------------------|---|--------------------------------|
| Título del Proyecto | : "RESISTENCIA A LA COMPRESION Y FLEXION DE ADOBES PRODUCIDOS CON VIRUTA Y ACICULA DE PINO, CHACHAPOYAS, 2021 | | | | | | | | | |
| Solicitante | : Bach. MELVI RUIZ PINEDO | | | | | | | | | |
| Universidad | : Universidad Nacional Toribio Rodriguez de Mendoza | | | | | | | | | |
| Especialidad | : Ingeniería Civil | | | | | | | | | |
| REGISTRO DE DATOS | | | | | | | | | | |
| Fecha de produccion de de adobe | : 12/10/2021 | | | | | | | | | |
| Fecha de ensayo | : 19/11/2021 | | | | | | | | | |
| Dimensiones del adobe | : 30 x 20 x 14 | | | | | | | | | |
| DATOS DEL MUESTREO | | | | | | | | | | |
| Tipo de testigo | : A | | | | | | | | | |
| % Viruta | : 15% | | | | | | | | | |
| Codigo de muestreo | : MF-A-15 | | | | | | | | | |
| Tipo de ensayo | : Flexion | | | | | | | | | |
| Ensayo de modulo de rotura en adobe | | | | | | | | | | |
| Ensayo | Edad (Dias) | Ancho (cm) | Largo (cm) | Altura (cm) | Area (cm ²) | Peso (kg) | Distancia entre los apoyos-Luz (cm) | Resistencia Ensayo (kg) | Resistencia del adobe (kg/cm ²) | Promedio (kg/cm ²) |
| M-7 | 38 | 19 | 28.5 | 14 | 541.5 | 13.754 | 17 | 350 | 2.4 | 2.6 |
| M-8 | 38 | 19 | 28.5 | 14 | 541.5 | 13.537 | 17 | 290 | 2.0 | |
| M-9 | 38 | 19 | 28.5 | 14 | 541.5 | 13.708 | 17 | 420 | 2.9 | |
| M-10 | 38 | 19 | 28.5 | 14 | 541.5 | 13.125 | 17 | 380 | 2.6 | |
| M-11 | 38 | 19 | 28.5 | 14 | 541.5 | 13.768 | 17 | 440 | 3.0 | |
| M-12 | 38 | 19 | 28.5 | 14 | 541.5 | 13.457 | 17 | 390 | 2.7 | |

Diaz & Ocampo
CONSTRUCTORES Y CONSULTORES SRL

ING. NESTOR ALONSO DIAZ ARIAS
INGENIERO CIVIL - CIP. 21362
GERENTE GENERAL

RESPONSABLE DEL ENSAYO

Jr. Libertad N° 1309 Cel. 941892090 - 982360835

Correo Electronico: suelosyconcretodiazarias@hotmail.com - CHACHAPOYAS

DIAZ & OCAMPO



DIAZ & OCAMPO

CONSTRUCTORES Y CONSULTORES SRL

REGISTRO DE INDECOPI N° 00069377

ESTUDIOS DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO
(LABORATORIO)

Jr. Libertad N° 1309 Cel. 941892090 - 982360835

CONSTRUCTORES Y CONSULTORES SRL

Correo Electronico: suelosyconcretodiazarias@hotmail.com - CHACHAPOYAS

DATOS GENERALES

| | |
|----------------------------|---|
| Título del Proyecto | : "RESISTENCIA A LA COMPRESION Y FLEXION DE ADOBES PRODUCIDOS CON VIRUTA Y ACICULA DE PINO, CHACHAPOYAS, 2021 |
| Solicitante | : Bach. MELVI RUIZ PINEDO |
| Universidad | : Universidad Nacional Toribio Rodriguez de Mendoza |
| Especialidad | : Ingenieria Civil |

REGISTRO DE DATOS

| | |
|--|----------------|
| Fecha de produccion de de adobe | : 12/10/2021 |
| Fecha de ensayo | : 19/11/2021 |
| Dimensiones del adobe | : 30 x 20 x 14 |

DATOS DEL MUESTREO

| | |
|---------------------------|-----------|
| Tipo de testigo | : A |
| % Viruta | : 20% |
| Codigo de muestreo | : MF-A-20 |
| Tipo de ensayo | : Flexion |

Ensayo de modulo de rotura en adobe

| Ensayo | Edad (Dias) | Ancho (cm) | Largo (cm) | Altura (cm) | Area (cm ²) | Peso (kg) | Distancia entre los apoyos-Luz (cm) | Resistencia Ensayo (kg) | Resistencia del adobe (kg/cm ²) | Promedio (kg/cm ²) |
|--------|-------------|------------|------------|-------------|-------------------------|-----------|-------------------------------------|-------------------------|---|--------------------------------|
| M-19 | 38 | 19 | 28.5 | 14 | 541.5 | 13.036 | 17 | 790 | 5.4 | 5.88 |
| M-20 | 38 | 19 | 28.5 | 14 | 541.5 | 13.188 | 17 | 850 | 5.8 | |
| M-21 | 38 | 19 | 28.5 | 14 | 541.5 | 13.486 | 17 | 870 | 6.0 | |
| M-22 | 38 | 19 | 28.5 | 14 | 541.5 | 12.961 | 17 | 860 | 5.9 | |
| M-23 | 38 | 19 | 28.5 | 14 | 541.5 | 13.524 | 17 | 930 | 6.4 | |
| M-24 | 38 | 19 | 28.5 | 14 | 541.5 | 13.352 | 17 | 850 | 5.8 | |

Diaz & Ocampo
CONSTRUCTORES Y CONSULTORES SRL

Ing. NESTOR ALONSO DIAZ ARIAS
INGENIERO CIVIL - C.P. 21362
GERENTE GENERAL

RESPONSABLE DEL ENSAYO

Jr. Libertad N° 1309 Cel. 941892090 - 982360835

Correo Electronico: suelosyconcretodiazarias@hotmail.com - CHACHAPOYAS

DIAZ & OCAMPO



DIAZ & OCAMPO

CONSTRUCTORES Y CONSULTORES SRL

REGISTRO DE INDECOPI N° 00069377

ESTUDIOS DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO
(LABORATORIO)

Jr. Libertad N° 1309 Cel. 941892090 - 982360835

CONSTRUCTORES Y CONSULTORES SRL

Correo Electronico: suelosyconcretodiazarias@hotmail.com - CHACHAPOYAS

| DATOS GENERALES | | | | | | | | | | |
|--|---|------------|------------|-------------|-------------------------|-----------|-------------------------------------|-------------------------|---|--------------------------------|
| Título del Proyecto | : "RESISTENCIA A LA COMPRESION Y FLEXION DE ADOBES PRODUCIDOS CON VIRUTA Y ACICULA DE PINO, CHACHAPOYAS, 2021 | | | | | | | | | |
| Solicitante | : Bach. MELVI RUIZ PINEDO | | | | | | | | | |
| Universidad | : Universidad Nacional Toribio Rodriguez de Mendoza | | | | | | | | | |
| Especialidad | : Ingenieria Civil | | | | | | | | | |
| REGISTRO DE DATOS | | | | | | | | | | |
| Fecha de produccion de de adobe | : 12/10/2021 | | | | | | | | | |
| Fecha de ensayo | : 19/11/2021 | | | | | | | | | |
| Dimensiones del adobe | : 30 x 20 x 14 | | | | | | | | | |
| DATOS DEL MUESTREO | | | | | | | | | | |
| Tipo de testigo | : A | | | | | | | | | |
| % Viruta | : 25% | | | | | | | | | |
| Codigo de muestreo | : MF-A-25 | | | | | | | | | |
| Tipo de ensayo | : Flexion | | | | | | | | | |
| Ensayo de modulo de rotura en adobe | | | | | | | | | | |
| Ensayo | Edad (Dias) | Ancho (cm) | Largo (cm) | Altura (cm) | Area (cm ²) | Peso (kg) | Distancia entre los apoyos-Luz (cm) | Resistencia Ensayo (kg) | Resistencia del adobe (kg/cm ²) | Promedio (kg/cm ²) |
| M-19 | 38 | 19 | 28.5 | 14 | 541.5 | 13.437 | 17 | 970 | 6.6 | 7.03 |
| M-20 | 38 | 19 | 28.5 | 14 | 541.5 | 13.499 | 17 | 1020 | 7.0 | |
| M-21 | 38 | 19 | 28.5 | 14 | 541.5 | 13.707 | 17 | 960 | 6.6 | |
| M-22 | 38 | 19 | 28.5 | 14 | 541.5 | 13.308 | 17 | 1030 | 7.1 | |
| M-23 | 38 | 19 | 28.5 | 14 | 541.5 | 13.086 | 17 | 1110 | 7.6 | |
| M-24 | 38 | 19 | 28.5 | 14 | 541.5 | 13.388 | 17 | 1070 | 7.3 | |

Diaz & Ocampo
CONSTRUCTORES Y CONSULTORES SRL

Ing. NESTOR ALFONSO DIAZ ARIAS
INGENIERO CIVIL - CIP. 21362
GERENTE GENERAL

RESPONSABLE DEL ENSAYO

Jr. Libertad N° 1309 Cel. 941892090 - 982360835
Correo Electronico: suelosyconcretodiazarias@hotmail.com - CHACHAPOYAS

DIAZ & OCAMPO



DIAZ & OCAMPO

CONSTRUCTORES Y CONSULTORES SRL

REGISTRO DE INDECOPI N° 00069377

ESTUDIOS DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO
(LABORATORIO)

Jr. Libertad N° 1309 Cel. 941892090 - 982360835

CONSTRUCTORES Y CONSULTORES SRL

Correo Electronico: suelosyconcretodiazarias@hotmail.com - CHACHAPOYAS

| DATOS GENERALES | | | | | | | | | | |
|--|---|------------|------------|-------------|-------------------------|-----------|-------------------------------------|------------------------|---|--------------------------------|
| Título del Proyecto | : "RESISTENCIA A LA COMPRESION Y FLEXION DE ADOBES PRODUCIDOS CON VIRUTA Y ACICULA DE PINO, CHACHAPOYAS, 2021 | | | | | | | | | |
| Solicitante | : Bach. MELVI RUIZ PINEDO | | | | | | | | | |
| Uiversidad | : Universidad Nacional Toribio Rodriguez de Mendoza | | | | | | | | | |
| Especialidad | : Ingenieria Civil | | | | | | | | | |
| REGISTRO DE DATOS | | | | | | | | | | |
| Fecha de produccion de de adobe | : 13/10/2021 | | | | | | | | | |
| Fecha de ensayo | : 19/11/2021 | | | | | | | | | |
| Dimensiones del adobe | : 30 x 20 x 14 | | | | | | | | | |
| DATOS DEL MUESTREO | | | | | | | | | | |
| Tipo de testigo | : B | | | | | | | | | |
| % de Acicula de Pino | : 15% | | | | | | | | | |
| Codigo de muestreo | : MF-B-15 | | | | | | | | | |
| Tipo de ensayo | : Flexion | | | | | | | | | |
| Ensayo de modulo de rotura en adobe | | | | | | | | | | |
| Ensayo | Edad (Dias) | Ancho (cm) | Largo (cm) | Altura (cm) | Area (cm ²) | Peso (kg) | Distancia entre los apoyos-Luz (cm) | Resitencia Ensayo (kg) | Resistencia del adobe (kg/cm ²) | Promedio (kg/cm ²) |
| M-43 | 37 | 19 | 28.5 | 14 | 541.5 | 13.588 | 17 | 660 | 4.5 | 4.63 |
| M-44 | 37 | 19 | 28.5 | 14 | 541.5 | 13.643 | 17 | 690 | 4.7 | |
| M-45 | 37 | 19 | 28.5 | 14 | 541.5 | 13.794 | 17 | 670 | 4.6 | |
| M-46 | 37 | 19 | 28.5 | 14 | 541.5 | 13.308 | 17 | 670 | 4.6 | |
| M-47 | 37 | 19 | 28.5 | 14 | 541.5 | 13.561 | 17 | 710 | 4.9 | |
| M-48 | 37 | 19 | 28.5 | 14 | 541.5 | 13.372 | 17 | 660 | 4.5 | |

Diaz & Ocampo
CONSTRUCTORES Y CONSULTORES SRL
Nestor Alfonso Diaz Arias
INGENIERO CIVIL / CIP. 21362
GERENTE GENERAL

RESPONSABLE DEL ENSAYO

Jr. Libertad N° 1309 Cel. 941892090 - 982360835

Correo Electronico: suelosyconcretodiazarias@hotmail.com - CHACHAPOYAS

DIAZ & OCAMPO



DIAZ & OCAMPO
 CONSTRUCTORES Y CONSULTORES SRL
REGISTRO DE INDECOPI N° 00069377
 ESTUDIOS DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO
 (LABORATORIO)

Jr. Libertad N° 1309 Cel. 941892090 - 982360835

CONSTRUCTORES Y CONSULTORES SRL

Correo Electronico: suelosyconcretodiazarias@hotmail.com - CHACHAPOYAS

| DATOS GENERALES | | | | | | | | | | |
|--|---|------------|------------|-------------|-------------------------|-----------|-------------------------------------|------------------------|---|--------------------------------|
| Título del Proyecto | : "RESISTENCIA A LA COMPRESION Y FLEXION DE ADOBES PRODUCIDOS CON VIRUTA Y ACICULA DE PINO, CHACHAPOYAS, 2021 | | | | | | | | | |
| Solicitante | : Bach. MELVI RUIZ PINEDO | | | | | | | | | |
| Universidad | : Universidad Nacional Toribio Rodriguez de Mendoza | | | | | | | | | |
| Especialidad | : Ingenieria Civil | | | | | | | | | |
| REGISTRO DE DATOS | | | | | | | | | | |
| Fecha de produccion de de adobe | : 13/10/2021 | | | | | | | | | |
| Fecha de ensayo | : 19/11/2021 | | | | | | | | | |
| Dimensiones del adobe | : 30 x 20 x 14 | | | | | | | | | |
| DATOS DEL MUESTREO | | | | | | | | | | |
| Tipo de testigo | : B | | | | | | | | | |
| % de Acicula de Pino | : 20% | | | | | | | | | |
| Codigo de muestreo | : MF-B-20 | | | | | | | | | |
| Tipo de ensayo | : Flexion | | | | | | | | | |
| Ensayo de modulo de rotura en adobe | | | | | | | | | | |
| Ensayo | Edad (Dias) | Ancho (cm) | Largo (cm) | Altura (cm) | Area (cm ²) | Peso (kg) | Distancia entre los apoyos-Luz (cm) | Resitencia Ensayo (kg) | Resistencia del adobe (kg/cm ²) | Promedio (kg/cm ²) |
| M-43 | 37 | 19 | 28.5 | 14 | 541.5 | 13.204 | 17 | 800 | 5.5 | 5.98 |
| M-44 | 37 | 19 | 28.5 | 14 | 541.5 | 13.758 | 17 | 890 | 6.1 | |
| M-45 | 37 | 19 | 28.5 | 14 | 541.5 | 13.411 | 17 | 880 | 6.0 | |
| M-46 | 37 | 19 | 28.5 | 14 | 541.5 | 13.499 | 17 | 830 | 5.7 | |
| M-47 | 37 | 19 | 28.5 | 14 | 541.5 | 13.736 | 17 | 930 | 6.4 | |
| M-48 | 37 | 19 | 28.5 | 14 | 541.5 | 13.538 | 17 | 910 | 6.2 | |


Diaz & Ocampo
 CONSTRUCTORES Y CONSULTORES SRL
 Ing. NESTOR ALONSO DIAZ ARIAS
 INGENIERO CIVIL - CIP. 21362
 GERENTE GENERAL

RESPONSABLE DEL ENSAYO

Jr. Libertad N° 1309 Cel. 941892090 - 982360835
 Correo Electronico: suelosyconcretodiazarias@hotmail.com - CHACHAPOYAS

DIAZ & OCAMPO



DIAZ & OCAMPO
 CONSTRUCTORES Y CONSULTORES SRL
REGISTRO DE INDECOPI N° 00069377
 ESTUDIOS DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO
 (LABORATORIO)

Jr. Libertad N° 1309 Cel. 941892090 - 982360835

CONSTRUCTORES Y CONSULTORES SRL

Correo Electronico: suelosyconcretodiazarias@hotmail.com - CHACHAPOYAS

| DATOS GENERALES | | | | | | | | | | |
|--|---|------------|------------|-------------|------------|-----------|-------------------------------------|------------------------|--------------------------------|-------------------|
| Título del Proyecto | : "RESISTENCIA A LA COMPRESION Y FLEXION DE ADOBES PRODUCIDOS CON VIRUTA Y ACICULA DE PINO, CHACHAPOYAS, 2021 | | | | | | | | | |
| Solicitante | : Bach. MELVI RUIZ PINEDO | | | | | | | | | |
| Universidad | : Universidad Nacional Toribio Rodriguez de Mendoza | | | | | | | | | |
| Especialidad | : Ingenieria Civil | | | | | | | | | |
| REGISTRO DE DATOS | | | | | | | | | | |
| Fecha de produccion de de adobe | : 13/10/2021 | | | | | | | | | |
| Fecha de ensayo | : 19/11/2021 | | | | | | | | | |
| Dimensiones del adobe | : 30 x 20 x 14 | | | | | | | | | |
| DATOS DEL MUESTREO | | | | | | | | | | |
| Tipo de testigo | : B | | | | | | | | | |
| % de Acicula de Pino | : 25% | | | | | | | | | |
| Codigo de muestreo | : MF-B-25 | | | | | | | | | |
| Tipo de ensayo | : Flexion | | | | | | | | | |
| Ensayo de modulo de rotura en adobe | | | | | | | | | | |
| Ensayo | Edad (Dias) | Ancho (cm) | Largo (cm) | Altura (cm) | Area (cm2) | Peso (kg) | Distancia entre los apoyos-Luz (cm) | Resitencia Ensayo (kg) | Resistencia del adobe (kg/cm2) | Promedio (kg/cm2) |
| M-43 | 37 | 19 | 28.5 | 14 | 541.5 | 13.211 | 17 | 1020 | 7.0 | 7.13 |
| M-44 | 37 | 19 | 28.5 | 14 | 541.5 | 13.481 | 17 | 990 | 6.8 | |
| M-45 | 37 | 19 | 28.5 | 14 | 541.5 | 13.517 | 17 | 1030 | 7.1 | |
| M-46 | 37 | 19 | 28.5 | 14 | 541.5 | 13.318 | 17 | 1110 | 7.6 | |
| M-47 | 37 | 19 | 28.5 | 14 | 541.5 | 13.431 | 17 | 1020 | 7.0 | |
| M-48 | 37 | 19 | 28.5 | 14 | 541.5 | 13.385 | 17 | 1080 | 7.4 | |

Diaz & Ocampo
 CONSTRUCTORES Y CONSULTORES SRL

 Ing. NESTOR ALFONSO DIAZ ARIAS
 INGENIERO CIVIL - CIP. 21362
 GERENTE GENERAL
 RESPONSABLE DEL ENSAYO

Jr. Libertad N° 1309 Cel. 941892090 - 982360835
 Correo Electronico: suelosyconcretodiazarias@hotmail.com - CHACHAPOYAS

Anexo 03: Memoria de cálculo del análisis estadístico

Análisis estadístico de la resistencia a la compresión

Tabla 16

Diseño Experimental Completamente al Azar (DCA) para Resistencia a la Compresión (kg/cm²).

| | T1 | T2 | T3 | T4 | T5 | T6 | TOTAL (Σxi) |
|-------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|------------------------------------|------------------------------------|--|------------------------|
| N° | 15% viruta | 20% viruta | 25% viruta | 15% acícula de pino | 20% acícula de pino | 25% acícula de pino | |
| 1 | 7.10 | 14.10 | 19.90 | 13.60 | 16.50 | 19.70 | |
| 2 | 6.10 | 15.90 | 21.10 | 14.10 | 18.20 | 18.90 | |
| 3 | 8.80 | 15.00 | 19.90 | 13.80 | 18.10 | 19.80 | |
| 4 | 7.70 | 15.60 | 21.30 | 13.70 | 17.00 | 20.90 | |
| 5 | 9.00 | 15.50 | 22.80 | 14.80 | 19.30 | 19.60 | |
| 6 | 8.00 | 16.20 | 22.00 | 13.60 | 18.70 | 20.80 | |
| Σ Xi | 46.70 | 92.30 | 127.00 | 83.60 | 107.80 | 119.70 | 577.10 |
| x̄ | 7.78 | 15.38 | 21.17 | 13.93 | 17.97 | 19.95 | |
| minim. | 6.10 | 14.10 | 19.90 | 13.60 | 16.50 | 18.90 | |
| maxi. | 9.00 | 16.20 | 22.80 | 14.80 | 19.30 | 20.90 | |
| Dsv Stand | 1.083 | 0.747 | 1.148 | 0.463 | 1.046 | 0.766 | |

Fuente: Elaboración propia, 2023.

Tratamientos (t) = 6

Repeticiones (r) = 6

1) Factor de corrección (Fc):

$$F_c = (\Sigma x_i)^2 / (r \cdot t)$$

$$F_c = (577.10)^2 / (6 \times 6) = 9251.23$$

2) Suma de cuadrados entre tratamientos (SCt):

$$SC_t = (\Sigma x_i^2 / r) - F_c$$

$$SC_t = ((46.70^2 + 92.30^2 + 127^2 + 83.60^2 + 107.80^2 + 119.70^2) / 6) - 9251.23 = \mathbf{709.94}$$

3) Suma de cuadrados totales (SCtot):

$$SC_{tot} = \Sigma x_{ij}^2 - F_c$$

$$SC_{tot} = (7.10^2 + 14.10^2 + 19.90^2 + \dots + 18.70^2 + 20.80^2) - 9251.23 = \mathbf{734.68}$$

4) Suma de cuadrados de la muestra (SCe):

$$SCe = SC_{tot} - SC_t \rightarrow 734.68 - 709.94 = \mathbf{24.73}$$

5) Cuadrado medio entre tratamientos (CMt):

$$GL_t = t-1 \rightarrow 6 - 1 = 5$$

$$CM_t = SC_t/GL_t$$

$$CM_t = 709.94 / 5 = \mathbf{141.99}$$

6) Cuadrado medio dentro de las muestras (CMe):

$$GL_e = t(r-1) \rightarrow 6(6-1)$$

$$GL_e = 30$$

$$CMe = SC_e/GL_e$$

$$CMe = 24.73 / 30 = \mathbf{0.82}$$

7) Prueba F Calculado:

$$F \text{ calculado} = CM_t/CMe \rightarrow 141.99 / 0.82$$

$$F \text{ calculado} = \mathbf{172.24}$$

8) F tabular (F α):

$$GL_t = t - 1 = 5$$

$$GL_e = t(r-1) \rightarrow 6(6-1) = 30$$

$$F\alpha = \mathbf{2.049}$$

El F tabular (F α) lo obtenemos de la Tabla Estadística de la Prueba “F” (Fisher)

Tabla 17

Análisis de Varianza (ANOVA para resistencia a la compresión.

| Fuente de variabilidad | GL | SC | CM | F cal. | F tab. (Fα) |
|-------------------------------------|-----------|---------------|-----------|---------------|--------------------------------------|
| Entre tratamiento | 5 | 709.94 | 141.99 | 172.24 | > 2.049 |
| Dentro de la muestra (error) | 30 | 24.73 | 0.82 | | |
| Total | 35 | 734.68 | | | |

Fuente: Elaboración propia, 2023.

Hipótesis Alterna (H1): No todas las medias son iguales.

Hipótesis Nula (H0): Todas las medias son iguales.

En la tabla 17 se muestra que el $F \text{ cal} > F\alpha$, por lo tanto, se puede afirmar que existe diferencias significativas entre los tratamientos aplicados para esta investigación, y por lo menos uno o más tratamientos son superiores a los demás estadísticamente, a un nivel de significancia del 95 %, procediéndose a aplicar la prueba de comparación de medias Tukey.

Prueba de Comparación de Medias TUKEY:

$$VCt = q_{\alpha(t,n-t)} * \sqrt{CMe/r}$$

$$VCt = 4.302 * \sqrt{0.82/6}$$

$$VCt = 1.59$$

Donde:

VCt: Valor Crítico de la Prueba

CMe: Cuadrado Medio del Error (0.82)

q: Valor Obtenido de la Tabla Tukey (4.302)

r: Número de Repeticiones (6)

t: Número de Tratamientos (6)

n: Número de Datos (36)

α : Nivel de Significancia (95%)

Tabla 18

Comparación de medias de los tratamientos.

| | Tratamientos (Dosificaciones) | | | | | |
|------------------------|--------------------------------------|----------------------------|----------------------|----------------------------|----------------------------|-------------------------|
| | 15% de viruta | 15% acícula de pino | 20% de viruta | 20% acícula de pino | 25% acícula de pino | 25% de de viruta |
| \bar{x}_i (Promedio) | 7.78 | 13.93 | 15.38 | 17.97 | 19.95 | 21.17 |
| Clave \bar{x}_i | T1 | T4 | T2 | T5 | T6 | T3 |

Fuente: Elaboración propia, 2023.

Tabla 19

Diferencia entre tratamientos.

| Clave \bar{x}_i | Diferencia entre \bar{x}_i (Promedios) | Valor Crítico de la Prueba (VCt) | Comparación $\bar{x}_i > VCt$ | Existe significancia |
|-------------------|--|----------------------------------|-------------------------------|----------------------|
| T3-T6 | 1.22 | 1.59 | 1.22 > 1.59 | NO |
| T3-T5 | 3.20 | 1.59 | 3.20 > 1.59 | SI |
| T3-T2 | 5.78 | 1.59 | 5.78 > 1.59 | si |
| T3-T4 | 7.23 | 1.59 | 7.23 > 1.59 | SI |
| T3-T1 | 13.38 | 1.59 | 13.38 > 1.59 | SI |
| T6-T5 | 1.98 | 1.59 | 1.98 > 1.59 | SI |
| T6-T2 | 4.57 | 1.59 | 4.57 > 1.59 | SI |
| T6-T4 | 6.02 | 1.59 | 6.02 > 1.59 | SI |
| T6-T1 | 12.17 | 1.59 | 12.17 > 1.59 | SI |
| T5-T2 | 2.58 | 1.59 | 2.58 > 1.59 | SI |
| T5-T4 | 4.03 | 1.59 | 4.03 > 1.59 | SI |
| T5-T1 | 10.18 | 1.59 | 10.18 > 1.59 | SI |
| T2-T4 | 1.45 | 1.59 | 1.45 > 1.59 | NO |
| T2-T1 | 7.60 | 1.59 | 7.60 > 1.59 | SI |
| T4-T1 | 6.15 | 1.59 | 6.15 > 1.59 | SI |

Fuente: Elaboración propia, 2023.

Si la diferencia de medias $\bar{x}_i > VCt$ por lo tanto existe diferencia significativa.

Tabla 20

Determinación de la superioridad entre los tratamientos.

| Tratamiento | Promedio | Agrupación |
|-------------|----------|------------|
| T3 | 21.17 | A |
| T6 | 19.95 | A |
| T5 | 17.97 | B |
| T2 | 15.38 | C |
| T4 | 13.93 | C |
| T1 | 7.78 | D |

Fuente: Elaboración propia, 2023.

Se puede afirmar que los tratamientos T3 y T6 tienen igual nivel de significancia estadística por tener la misma letra, siendo superiores a los demás; seguidamente el tratamiento T5 es superior a los restantes; y luego los tratamientos T2 y T4 son iguales estadísticamente por compartir la misma letra, pero superiores al tratamiento T1.

Análisis estadístico de la resistencia a flexión

Tabla 21

Diseño Experimental Completamente al Azar (DCA) para Resistencia a la flexión (kg/cm²).

| | T1 | T2 | T3 | T4 | T5 | T6 | TOTAL (Σxi) |
|-------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|------------------------------------|------------------------------------|--|------------------------------|
| N° | 15% viruta | 20% viruta | 25% viruta | 15% acícula de pino | 20% acícula de pino | 25% acícula de pino | |
| 1 | 2.40 | 5.40 | 6.60 | 4.50 | 5.50 | 7.00 | |
| 2 | 2.00 | 5.80 | 7.00 | 4.70 | 6.10 | 6.80 | |
| 3 | 2.90 | 6.00 | 6.60 | 4.60 | 6.00 | 7.10 | |
| 4 | 2.60 | 5.90 | 7.10 | 4.60 | 5.70 | 7.50 | |
| 5 | 3.00 | 6.40 | 7.60 | 4.90 | 6.40 | 7.00 | |
| 6 | 2.70 | 5.80 | 7.30 | 4.50 | 6.20 | 7.40 | |
| Σ Xi | 15.60 | 35.30 | 42.20 | 27.80 | 35.90 | 42.80 | 199.60 |
| x̄ | 2.60 | 5.88 | 7.03 | 4.63 | 5.98 | 7.13 | |
| minim. | 2.00 | 5.40 | 6.60 | 4.50 | 5.50 | 6.80 | |
| maxi. | 3.00 | 6.40 | 7.60 | 4.90 | 6.40 | 7.50 | |
| Dsv Stand | 0.36 | 0.33 | 0.39 | 0.15 | 0.33 | 0.27 | |

Fuente: Elaboración propia, 2023.

Tratamientos (t) = 6

Repeticiones (r) = 6

1) Factor de corrección (Fc):

$$Fc = (\Sigma xi)^2 / (r.t)$$

$$Fc = (199.60)^2 / (6 \times 6) = \mathbf{1106.67}$$

2) Suma de cuadrados entre tratamientos (SCt):

$$SCt = (\Sigma xi^2 / r) - Fc$$

$$SCt = ((2.60^2 + 5.88^2 + 7.03^2 + 4.63^2 + 5.98^2 + 7.13^2) / 6) - 1106.67 = \mathbf{87.29}$$

3) Suma de cuadrados totales (SCtot):

$$SCtot = \Sigma xij^2 - Fc$$

$$SCtot = (2.40^2 + 5.40^2 + 6.60^2 + \dots + 6.20^2 + 7.40^2) - 1106.67 = \mathbf{90.27}$$

4) Suma de cuadrados de la muestra (SCe):

$$SCe = SCtot - SCt \rightarrow 90.27 - 87.29 = \mathbf{2.98}$$

5) Cuadrado medio entre tratamientos (CMt):

$$GLt = t-1 \rightarrow 6 - 1 = 5$$

$$CMt = SCt/GLt$$

$$CMt = 87.29 / 5 = \mathbf{17.46}$$

6) Cuadrado medio dentro de las muestras (CMe):

$$Gle = t(r-1) \rightarrow 6(6-1)$$

$$Gle = 30$$

$$CMe = SCe/Gle$$

$$CMe = 2.98 / 30 = \mathbf{0.10}$$

7) Prueba F Calculado:

$$F \text{ calculado} = CMt/CMe \rightarrow 17.46 / 0.10$$

$$F \text{ calculado} = \mathbf{175.95}$$

8) F tabular (F α):

$$GLt = t - 1 = 5$$

$$Gle = t(r-1) \rightarrow 6(6-1) = 30$$

$$F\alpha = \mathbf{2.049}$$

El F tabular (F α) lo obtenemos de la Tabla Estadística de la Prueba “F” (Fisher)

Tabla 22

Análisis de Varianza (ANOVA para resistencia a la flexión.

| Fuente de variabilidad | GL | SC | CM | F cal. | F tab. (Fα) |
|-------------------------------------|-----------|--------------|-----------|---------------|--------------------------------------|
| Entre tratamiento | 5 | 87.29 | 17.46 | 175.95 | > 2.049 |
| Dentro de la muestra (error) | 30 | 2.98 | 0.10 | | |
| Total | 35 | 90.27 | | | |

Fuente: Elaboración propia, 2023.

Hipótesis Alterna (H1): No todas las medias son iguales.

Hipótesis Nula (H0): Todas las medias son iguales.

En la tabla 22 se muestra que el $F \text{ cal} > F\alpha$, por lo tanto, se puede afirmar que existe diferencias significativas entre los tratamientos aplicados para esta investigación, y por lo menos uno o más tratamientos son superiores a los demás estadísticamente, a un nivel de significancia del 95 %, procediéndose a aplicar la prueba de comparación de medias Tukey.

Prueba de Comparación de Medias TUKEY:

$$VCt = q_{\alpha(t,n-t)} * \sqrt{CMe/r}$$

$$VCt = 4.302 * \sqrt{0.10/6}$$

$$VCt = 0.55$$

Donde:

VCt: Valor Crítico de la Prueba

CMe: Cuadrado Medio del Error (0.10)

q: Valor Obtenido de la Tabla (4.302)

r: Número de Repeticiones (6)

t: Número de Tratamientos (6)

n: Número de Datos (36)

α : Nivel de Significancia (95%)

Tabla 23

Comparación de medias de los tratamientos.

| | Tratamientos (Dosificaciones) | | | | | |
|------------------------|-------------------------------|---------------------|---------------|---------------------|---------------|---------------------|
| | 15% de viruta | 15% acícula de pino | 20% de viruta | 20% acícula de pino | 25% de viruta | 25% acícula de pino |
| \bar{x}_i (Promedio) | 2.60 | 4.63 | 5.88 | 5.98 | 7.03 | 7.13 |
| Clave \bar{x}_i | T1 | T4 | T2 | T5 | T3 | T6 |

Fuente: Elaboración propia, 2023.

Tabla 24*Diferencia entre tratamientos.*

| Clave \bar{x}_i | Diferencia entre \bar{x}_i (Promedios) | Valor Crítico de la Prueba (VCt) | Comparación $\bar{x}_i > VCt$ | Existe significancia |
|-------------------|--|----------------------------------|-------------------------------|----------------------|
| T6-T3 | 0.10 | 0.55 | 0.10 > 0.55 | NO |
| T6-T5 | 1.15 | 0.55 | 1.15 > 0.55 | SI |
| T6-T2 | 1.25 | 0.55 | 1.25 > 0.55 | si |
| T6-T4 | 2.50 | 0.55 | 2.50 > 0.55 | SI |
| T6-T1 | 4.53 | 0.55 | 4.53 > 0.55 | SI |
| T3-T5 | 1.05 | 0.55 | 1.01 > 0.55 | SI |
| T3-T2 | 1.15 | 0.55 | 1.15 > 0.55 | SI |
| T3-T4 | 2.40 | 0.55 | 2.40 > 0.55 | SI |
| T3-T1 | 4.43 | 0.55 | 4.43 > 0.55 | SI |
| T5-T2 | 0.10 | 0.55 | 0.10 > 0.55 | NO |
| T5-T4 | 1.35 | 0.55 | 1.35 > 0.55 | SI |
| T5-T1 | 3.38 | 0.55 | 3.38 > 0.55 | SI |
| T2-T4 | 1.25 | 0.55 | 1.25 > 0.55 | SI |
| T2-T1 | 3.28 | 0.55 | 3.28 > 0.55 | SI |
| T4-T1 | 2.03 | 0.55 | 2.03 > 0.55 | SI |

Fuente: Elaboración propia, 2023.

Si la diferencia de medias $\bar{x}_i > VCt$ por lo tanto existe diferencia significativa.

Tabla 25*Determinación de la superioridad entre los tratamientos.*

| Tratamiento | Promedio | Agrupación |
|-------------|----------|------------|
| T6 | 7.13 | A |
| T3 | 7.03 | A |
| T5 | 5.98 | B |
| T2 | 5.88 | B |
| T4 | 4.63 | C |
| T1 | 2.60 | D |

Fuente: Elaboración propia, 2023.

Se puede afirmar que los tratamientos T6 y T3 tienen igual nivel de significancia estadística por tener la misma letra, siendo superiores a los demás; seguidamente los tratamientos T5 y T2 también son iguales estadísticamente por compartir la misma letra y son superiores a los restantes; y luego el tratamiento T4 que es superior al tratamiento T1.

Anexo 05: Panel fotográfico

Figura 5

Extracción del sustrato para la fabricación de los adobes.



Figura 6

Mezclado de la viruta con el sustrato.



Figura 7

Recolección de acícula de pino utilizada con fibra estabilizadora.



Figura 8

Adición de agua para la conformación de la mezcla.



Figura 9

Batido de la mezcla de barro con los pies.



Figura 10

Dimensiones de la adobera utilizada para el moldeado de las probetas.

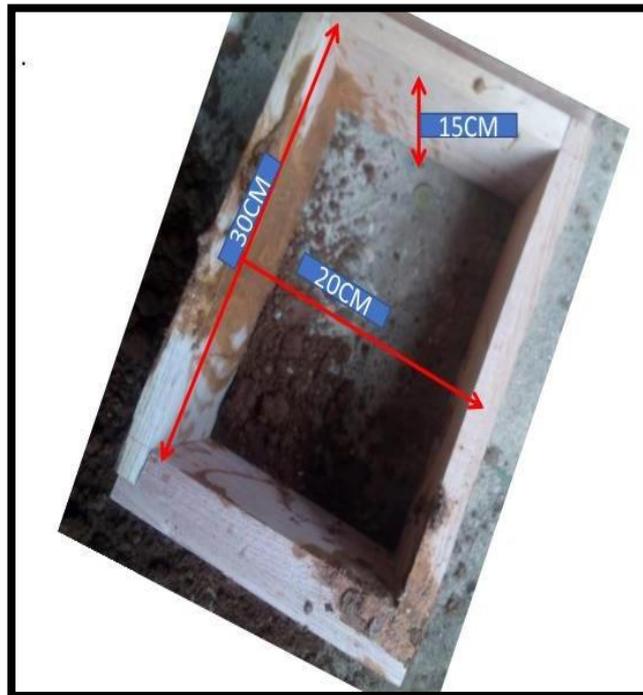


Figura 11

Amasado de la mezcla de barro.



Figura 12

Enrasado de la masa de barro en la gavera.



Figura 13

Desenfofrado de la masa de barro para la formación de los bloques.



Figura 14

Proceso de secado de las muestras, protegidas el sol y la lluvia.



Figura 15

Clasificación de las probetas para cada tratamiento.



Figura 16

Transporte de los adobes al laboratorio para ser ensayados.



Figura 17

Rotulado de probetas para cada tratamiento.



Figura 18

Dimensionamiento de las piezas de adobe antes de ser ensayadas.



Figura 19

Acomodo del bloque en la prensa hidráulica..



Figura 20

Probeta de adobe fracturada después de ser ensayada.

