

UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL



**Análisis de las propiedades mecánicas y físicas del adobe compactado con
adición de viruta y pajilla de arroz, aplicado en el caserío Mesarrume,
distrito Choros, provincia Cutervo, 2022**

**TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO DE
INGENIERO CIVIL AMBIENTAL**

AUTOR

Karem Osnelly Coronel Perez

ASESOR

Justo David Pedraza Franco

<https://orcid.org/0000-0002-1027-2267>

Chiclayo, 2025

Análisis de las propiedades mecánicas y físicas del adobe compactado con adición de viruta y pajilla de arroz, aplicado en el caserío Mesarrume, distrito Choros, provincia Cutervo, 2022

PRESENTADA POR

Karem Osnelly Coronel Perez

A la Facultad de Ingeniería de la
Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo
para optar el título de

INGENIERO CIVIL AMBIENTAL

APROBADA POR

Jorge Enrique Alvarez Ruffran

PRESIDENTE

Wilson Martin García Vera

SECRETARIO

Justo David Pedraza Franco

VOCAL

Dedicatoria

Esta tesis va dedicada con todo mi amor y cariño que tengo a mi Madre, que gracias a su esfuerzo y ayuda hizo que este sueño se haga realidad y a ser a cada día ser la mejor versión de uno mismo sin dejar a lado a Dios.

Agradecimientos

Agradecer de una manera especial a mi Madre, que ha sido el pilar de esta formación académica se logre concretar exitosamente, alentándome día tras día y no permitir que me rinda, a mis familiares por el gran apoyo que me brindaron y así poder culminar mis estudios. Por último, pero no menos importante a mi asesor que me ayudo y guio en esta investigación.

TESIS KAREM OSNELLY CORONEL PEREZ

INFORME DE ORIGINALIDAD

21 %

INDICE DE SIMILITUD

21 %

FUENTES DE INTERNET

2 %

PUBLICACIONES

5 %

TRABAJOS DEL
ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1	hdl.handle.net Fuente de Internet	13 %
2	repositorio.ucv.edu.pe Fuente de Internet	2 %
3	creativecommons.org Fuente de Internet	1 %
4	Submitted to Universidad Cesar Vallejo Trabajo del estudiante	1 %
5	repositorio.unheval.edu.pe Fuente de Internet	1 %
6	tesis.usat.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
7	repositorio.udh.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
8	www.coursehero.com Fuente de Internet	<1 %
9	Submitted to Universidad Andina del Cusco Trabajo del estudiante	<1 %

INDICE

Resumen.....	18
Abstract.....	19
Introducción	20
Revisión de la literatura Antecedentes del problema	22
Antecedentes internacionales.....	22
Antecedentes nacionales.....	23
Bases Teórico-Científicas Definición del adobe	25
Propiedades del adobe.....	25
Propiedades mecánicas	25
Regenerativos.....	25
Resistencia al fuego	25
Resistencia al desgaste causado por lluvias.....	26
Resistencia mecánica	26
Propiedades físicas	26
Confort térmico	26
Variabilidad dimensional	26
Aislamiento acústico.....	26
Composición del adobe.....	27
Limo	27
Arcilla	27
Arena	27
Agua	27
Paja	28
Adobe Compactado.....	28
Fabricación del adobe	28
Selección de Suelo	28
Hidratación previa.....	29
Dimensionamiento	29
Elaboración de Barro.....	30
Mezclado	30
Moldeo	30
Secado y almacenamiento.....	31

Morteros	31
Muro patrón	31
Normas Técnicas Peruanas (NTP)	32
Norma E.050: Suelos y Cimentaciones	32
Norma E.070: Albañilería.....	32
Norma E.080: Adobe.....	32
Ensayos para la elaboración y evaluación del mortero	32
Cuarteo y selección de muestras típicas en laboratorio.....	32
Ensayo de contenido de humedad de un suelo.....	32
Ensayo de análisis granulométrico	32
Ensayo del límite líquido, plástico e índice de plasticidad de suelos.....	33
Ensayo del peso específico relativo del suelo	33
Clasificación unificada de suelos (SUCS).....	33
Ensayo de contenido de sales solubles totales en suelos como en agua subterránea	33
Muestreo y pruebas de las unidades de albañilería de concreto	33
Ensayo de la resistencia en compresión de primas de albañilería.....	33
Especificación normalizada en morteros.....	34
Muestreo y prueba de ladrillos de arcilla en albañilería	34
Ensayo de durabilidad de las unidades de albañilería de concreto bajo condiciones de congelamiento y deshielo	34
Ensayo de resistencia de tracción por compresión de las unidades de albañilería	34
Ensayo de compresión diagonal en muretes de albañilería	34
Ensayo para evaluar morteros de albañilería, antes y durante la construcción (NTP 399.622 2006)	35
Ensayo de absorción en morteros de albañilería (NTP 399.631:2010).....	35
Aditivos en morteros de albañilería	35
Definición y términos (NTP 399.633:2017).....	35
Ensayo de resistencia por tracción indirecta de unidades de albañilería (NTP 399.634:2010)	35
Ensayo de resistencia por flexión del concreto en vigas simplemente apoyadas	36
Ensayo de resistencia de tracción por compresión diametral de probetas de concreto	36

Definición de términos básicos	36
Metodología	37
Tipo y Nivel de Investigación	37
Diseño de Investigación.....	37
Hipótesis	37
Diseño de Contrastación de la Hipótesis	37
Variables	38
Variable Independiente	38
Variable Dependiente	38
Operacionalización de las variables.....	38
Población, Muestra de estudio y Muestreo Población.....	38
Población de Unidades de Adobe.....	38
Muestra	39
Ensayo a compresión.....	39
Ensayo por flexión	40
Ensayo de absorción	40
Ensayo por compresión: muretes de adobe o tapial.....	41
Ensayo de compresión diagonal o tracción indirecta.....	41
Ensayo de resistencia del mortero por tracción.....	41
Muestreo	42
Criterios de selección	42
Ensayo de resistencia por compresión	43
Ensayo de resistencia por flexión.....	44
Ensayo de absorción.....	46
Técnicas e instrumentos de recolección de datos Técnicas.....	46
Observación científica:	46
Experimentos:	46
Análisis de contenidos:	46
Fuentes y Programas	47
Fuentes.....	47
Programas	47
Ensayos de materiales	47
Ensayos y pruebas para elegir el suelo.....	47

Análisis y pruebas en el lugar.....	47
Realización y Análisis de las Pruebas de Laboratorio	51
Límite Líquido.....	51
Límite Plástico	52
Índice de Plasticidad.....	53
Granulometría	54
Contenido de humedad.....	54
Absorción	55
Ensayos Mecánicos en las unidades de adobe	55
Resistencia a la compresión.....	55
Resistencia a compresión de la albañilería	56
Instrumentos	56
Guías de Recolección de datos.....	56
Procedimiento	57
Lugar de fabricación de adobes.....	57
Elección del suelo para la elaboración de adobes.....	57
Extracción de las muestras de suelo.....	58
Prueba de cinta de barro.....	59
Prueba de resistencia seca o presencia de arcilla.....	60
Ejecución de los ensayos.....	60
Análisis Granulométrico.....	61
Contenido de humedad	62
Límite líquido	63
Elaboración del adobe.....	63
Adobes de Prueba	63
Elaboración de las unidades de adobe experimentales.....	63
Selección de las dosificaciones a utilizar.....	63
Elaboración del adobe compactado para las dosificaciones de 1.5%, 3% y 4.5% (Homogeneización de la mezcla).....	66
Ensayo de resistencia por Compresión.....	70
Resistencia a Compresión a los 28 días de Cubos	71
Ensayo de compresión diagonal en muretes	71
Ensayo de resistencia del mortero a la tracción	73
Ensayo de resistencia a compresión del mortero	73
Ensayo de resistencia a la flexión	74

Resistencia por Flexión de adobes de 15x30x10.....	74
Ensayo de Resistencia a tracción o Compresión Diametral	75
Ensayo de Absorción de adobes.....	75
Ensayo de adobe normal.....	76
Resultados y discusión Resultados.....	77
Pruebas en laboratorio.....	77
Ensayo de contenido de humedad de un suelo.....	77
Ensayo de análisis granulométrico	77
Ensayo del Límite Líquido y Límite Plástico e Índice de Plasticidad.....	65
Clasificación Unificada de Suelos.....	66
Ensayo de resistencia a compresión	66
Ensayo de resistencia a compresión del adobe sin adición.....	70
Ensayo de compresión de cubos	71
Ensayo a flexión de adobe	72
Ensayo de resistencia del mortero a la tracción	73
Ensayo de compresión diagonal en muretes	74
Ensayo de absorción.....	78
Ensayo de compresión: Muretes de adobe o tapial	79
Rentabilidad del uso de viruta de madera y la pajilla de arroz.....	81
Análisis de Costos Unitarios	81
Costo total de inversión anual	83
Análisis con el VAN y TIR.....	84
Discusión	85
Caracterización del material.....	85
Ensayos de laboratorio de las muestras de suelo	86
Selección de dosificación de viruta de madera y pajilla de arroz	87
Pruebas de laboratorio de las unidades de adobe.....	87
Resistencia a Compresión del Adobe	87
Resistencia a Tracción del Adobe.....	89
Conclusiones	90

Recomendaciones.....	91
Referencias.....	94
Anexos.....	99
Anexo 1: Fotografías.....	99
Anexo 2: Declaración Jurada.....	106
Anexo 3: Matriz de Consistencia.....	107
Anexo 4: Ensayos en laboratorio externo.....	127

LISTA DE TABLAS

Tabla 1: Operación de las variables	38
Tabla 2 : Cantidad de adobes por unidad para prueba por compresión.....	39
Tabla 3: Cantidad de adobes en cubos para prueba por compresión.....	39
Tabla 4: Cantidad de adobes por unidad para prueba por flexión.....	40
Tabla 5: Cantidad de adobes en cilindros para prueba por flexión.	40
Tabla 6: Cantidad de adobes por unidad para ensayo a absorción.....	40
Tabla 7: Muretes de adobe para prueba por compresión.....	41
Tabla 8: Cantidades de adobes por unidad para prueba por compresión diagonal.	41
Tabla 9: Cantidad de adobes del mortero para prueba por tracción.....	41
Tabla 10: Cantidad de adobes por unidad para un 1.5% de adición para prueba por compresión.	43
Tabla 11: Cantidad de adobes por cubos para un 1.5% de adición para prueba por compresión.	43
Tabla 12: Cantidad de adobes por unidad para un 3.0% de adición para prueba por compresión.	43
Tabla 13: Cantidad de adobes por cubos para un 3.0% de adición para prueba por compresión.	43
Tabla 14: Cantidad de adobes por unidad para un 4.5% de adición para prueba por compresión.	44
Tabla 15: Cantidad de adobes por cubos para un 4.5% de adición para prueba por compresión.	44
Tabla 16: Cantidad de adobes por unidad con un 1.5% de adición para prueba por flexión. .	44
Tabla 17: Cantidad de adobes por cilindro con un 1.5% de adición para prueba por flexión.	44
Tabla 18: Cantidad de adobes por unidad con un 3.0% de adición para prueba por flexión. .	45
Tabla 19: Cantidad de adobes por cilindro con un 3.0% de adición para prueba por flexión.	45
Tabla 20: Cantidad de adobes por unidad con un 4.5% de adición para prueba por flexión. .	45
Tabla 21: Cantidad de adobes por cilindro con un 4.5% de adición para prueba por flexión.	45
Tabla 22 : Cantidad de adobes por unidad para un 1.5% de adición en prueba de absorción.	46
Tabla 23: Cantidad de adobes por unidad para un 3.0% de adición en prueba de absorción. .	46
Tabla 24: Tabla de revisión de antecedentes.....	64
Tabla 25: Distribución granulométrica.....	77
Tabla 26: Pesos de la muestra para el análisis granulométrico.	77

Tabla 27: Granulometría de la muestra.	64
Tabla 28: Pesos de la muestra para ensayos de limite líquido, plástico e índice de plasticidad.	65
Tabla 29: Resultados del ensayo del límite líquido, plástico e índice de plasticidad.	65
Tabla 30: Ensayo de límite de Atterberg.....	66
Tabla 31: Dosificaciones para 1.5% de adición.....	67
Tabla 32: Desviación estándar y coeficiente de variación para 1.5% de adición.....	67
Tabla 33 : Dosificaciones para 3.0% de adición.	68
Tabla 34: Desviación estándar y coeficiente de variación para 3.0% de adición.	68
Tabla 35: Dosificaciones para 4.5% de adición.....	69
Tabla 36: Desviación estándar y coeficiente de variación para 4.5% de adición.	69
Tabla 37: Dosificaciones para adobe sin adición.....	70
Tabla 38: Desviación estándar y coeficiente de variación adobe sin adición.....	70
Tabla 39: Dosificaciones para cada porcentaje de adición para el ensayo de compresión de cubos.	71
Tabla 40: Dosificaciones para cada porcentaje de adición para el ensayo de flexión de adobe.	72
Tabla 41: Dosificaciones para cada porcentaje de adición para el ensayo de resistencia del mortero a la tracción.	73
Tabla 42: Dosificaciones para 1.5% de adición para el ensayo de compresión diagonal en muretes.	74
Tabla 43: Dosificaciones para 3.0% de adición para el ensayo de compresión diagonal en muretes.	75
Tabla 44: Dosificaciones para 4.5% de adición para el ensayo de compresión diagonal en muretes.	76
Tabla 45: Muestra de adobe normal para el ensayo de compresión diagonal en muretes.	77
Tabla 46: Dosificaciones para 1.5% de adición para el ensayo de absorción.....	78
Tabla 47: Dosificaciones para 3.0% de adición para el ensayo de absorción.....	78
Tabla 48: Dosificaciones para 4.5% de adición para el ensayo de absorción.....	79
Tabla 49: Ensayo de absorción para el adobe normal Fuente: Elaboración del autor.	79
Tabla 50: Ensayo de adobe compactado al 1.5% para el ensayo de compresión de muretes de adobe o tapial.	79

Tabla 51: Dosificación 3% de adobe compactado de viruta de madera y pajilla de arroz, para el ensayo de compresión muretes de adobe o tapial.....	80
Tabla 52: Dosificación 4.5% de adobe compactado con viruta de madera y pajilla de arroz para el ensayo de resistencia de murete de adobe o tapial.	80
Tabla 53: Adobe normal ensayo de resistencia de mortero de adobe o tapial.	80
Tabla 54: Análisis de costos unitarios de la arcilla.	81
Tabla 55: Análisis de costos unitarios de la fabricación del adobe convencional.....	82
Tabla 56: Análisis de costos unitarios de la fabricación del adobe con adición del 1.5% de viruta de madera y pajilla de arroz.	82
Tabla 57: Análisis de costos unitarios de la fabricación del adobe con adición del 3.0% de viruta de madera y pajilla de arroz.	82
Tabla 58: Análisis de costos unitarios de la fabricación del adobe con adición del 4.5% de viruta de madera y pajilla de arroz.	83
Tabla 59: Cálculo del costo total de inversión en la fabricación anual.	83
Tabla 60: Flujos de egresos e ingresos del proyecto de inversión.	84
Tabla 61: Flujo de caja y el análisis del TIR y el VAN.	85

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Dimensiones del adobe.	29
Figura 2: Dimensiones lineales del adobe.....	30
Figura 3: Prueba de color del suelo.	47
Figura 4: Proceso de la prueba de la botella. a) Llenado de la botella con el material y agua, b) Manera de agitar la botella, c) Medición de las capas.....	48
Figura 5: Prueba del Enrollado	50
Figura 6: Moldeado de las bolas (Resistencia Seca).....	50
Figura 7: Condición de la Prueba de Resistencia Seca	51
Figura 8: Ubicación de donde se fabrican adobes en la región Cajamarca.	57
Figura 9: Ubicación de la muestra 1 y 2.	58
Figura 10: Localización de la muestra 3.	58
<i>Figura 11:</i> Ubicación donde se da la extracción de muestras.	59
<i>Figura 12:</i> Ubicación del lugar de recolección de viruta de madera cedro.....	59
<i>Figura 13:</i> Prueba de cinta de barro.	60
Figura 14: Prueba de resistencia seca.....	60
Figura 15: Muestras y tamices para el análisis granulométrico.....	61
Figura 16: Pesaje de la muestra. Fuente: Elaboración del autor.	62
Figura 17: Muestras en el horno. Fuente: Elaboración del autor.	62
Figura 18: Abobes de prueba.....	63
Figura 19: Peso del adobe a prueba.....	67
Figura 20: Tamizado de material para elaboración del adobe.....	68
Figura 21: Pesaje del material.	68
Figura 22: Dosificación de los materiales.	68
Figura 23: Mezclado de los materiales.	69
Figura 24: Vaciado de la mezcla a los moldes.....	69
Figura 25: Secado de los adobes elaborados.	69
Figura 26: Prueba de resistencia a compresión.....	70
Figura 27: Prueba de resistencia a compresión a los 28 días de cubos.	71
Figura 28: Ensayo realizado de resistencia a compresión y muestras ya ensayadas.....	71
Figura 29: Elaboración de los muros para el ensayo de murete diagonal.	72
Figura 30: Muestra de murete a ensayar.....	72
Figura 31: Murete ensayado a resistencia a compresión diagonal.....	73

Figura 32: Ensayo de resistencia del mortero a tracción.....	73
Figura 33: Ensayo del adobe a resistencia a compresión.....	74
Figura 34: Ensayo del adobe a resistencia a la flexión.....	74
Figura 35: Ensayo del adobe a resistencia a tracción.....	75
Figura 36: Pesaje del adobe seco y saturado.....	76
Figura 37: Fabricación del adobe normal.....	76
Figura 38: Mezcla para el adobe.....	99
Figura 39: Elaboración y secado de los adobes.....	99
Figura 40: Material a utilizar para los adobes.....	100
Figura 41: Paja Lanzadera para la elaboración del adobe normal.....	100
Figura 42: Zarandeado del material para el adobe normal.....	100
Figura 43: Cortado de la paja lanzadera.....	101
Figura 44: Mojado del barro y Batido.....	101
Figura 45: Batido y puesto de la paja lanzadera Fuente: Elaboración Propia.....	101
Figura 46: Mezcla puesta al molde para el adobe normal.....	102
Figura 47: Desmolde y secado del adobe normal.....	102
Figura 48: Muestra llevada al laboratorio para los respectivos ensayos.....	102
Figura 49: Muestra llevada al laboratorio para los respectivos ensayos.....	103
Figura 50: Adobe de prueba para la elaboración del adobe compactado.....	103
Figura 51: Elaboración de adobe compactado con viruta de madera y pajilla de arroz.....	104
Figura 52: Elaboración de adobe compactado con viruta de madera y pajilla de arroz.....	105
Figura 53: Adobes elaborados para la investigación.....	105
Figura 54: Declaración jurada.....	106
Figura 55: Matriz de Consistencia.....	107
Figura 56: Validación de ensayos de laboratorio.....	108
Figura 57: Ensayo de granulometría.....	109
Figura 58: Ensayo de granulometría.....	110
Figura 59: Contenido de humedad.....	111
Figura 60: Contenido de humedad.....	112
Figura 61: Resistencia a la compresión para una adición de 1.5%.....	113
Figura 62: Resistencia a la compresión para una adición de 3.0%.....	114
Figura 63: Resistencia a la compresión para una adición de 4.5%.....	115
Figura 64: Resistencia a la compresión para el adobe patrón.....	115

Figura 65: Absorción para una adición de 1.5%.....	117
Figura 66: Absorción para una adición de 3.0%.....	118
Figura 67: Absorción para una adición de 4.5%.....	119
Figura 68: Absorción para adobe patrón.	120
Figura 69: Ensayo de compresión de muretes para una adición de 1.5%.	121
Figura 70: Ensayo de compresión de muretes para una adición de 3.0%.	122
Figura 71: Ensayo de compresión de muretes para una adición de 4.5%.	123
Figura 72: Ensayo de compresión de muretes para el adobe patrón.....	124
Figura 73: Resistencia a tracción del mortero con adiciones de 1.5%, 3.0%, 4.5% y sin adición.	125
Figura 74: Ensayo de compresión de cubos con adiciones de 1.5%, 3.0%, 4.5% y sin adición.	126
Figura 75: Carta de autorización para recolección de información.	127

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfica 1: Análisis de granulometría de la muestra.....	64
Gráfica 2: Curva de fluidez de la muestra.....	65
Gráfica 3: Ensayo de resistencia a compresión para 1.5% de adicción.	67
Gráfica 4: Ensayo de resistencia a compresión para 3.0% de adicción.	68
Gráfica 5: Ensayo de resistencia a compresión para 4.5% de adicción.	69
Gráfica 6: Ensayo de resistencia a compresión sin adicción.....	70
Gráfica 7: Ensayo a compresión de cubos del adobe compactado con las adiciones de 1.5%, 3.0%, 4.5% y el adobe normal	72
Gráfica 8: Ensayo a flexión del adobe compactado con las adiciones de 1.5%, 3.0%, 4.5% y el adobe normal.	73
Gráfica 9: Ensayo de resistencia a tracción del mortero con las adiciones de 1.5%, 3.0%, 4.5% y sin adición.....	74
Gráfica 10: Ensayo de ruptura mínima de la resistencia a la compresión de murete diagonal.	75
Gráfica 11: Ensayo de ruptura mínima de resistencia a la compresión de muretes diagonal...	75
Gráfica 12: Ensayo de ruptura mínima de la resistencia a la compresión de murete diagonal del adobe compactado con 4.5% de adicción de viruta de madera y pajilla de arroz.....	77
Gráfica 13: Comparación de resultados de la resistencia a la compresión de cubos.	88
Gráfica 14: Comparación de la resistencia del mortero a la tracción.....	89

Resumen

Esta tesis se desarrolla analizando las propiedades mecánicas y físicas del adobe compactado normal como los adobes con porcentajes de adición de viruta y pajilla de arroz elaborados en el caserío Mesarrume, distrito Choros, provincia Cutervo, 2022.

Primeramente, se hicieron los ensayos in situ con el fin de elegir el material adecuado, seguido de las pruebas de laboratorio para establecer que suelo es apto para la elaboración de los adobes compactados. Del mismo modo, se obtuvo la viruta de madera y la pajilla de arroz del mismo caserío que sería Mesarrume. Esta investigación tiene como objetivo principal Analizar las propiedades mecánicas y físicas del adobe compactado con 1.5%, 3.0% y 4.5% de adición de viruta de madera y pajilla de arroz.

Tras observar los resultados se constata que los adobes compactados con la adición de viruta de madera y pajilla de arroz mejoran sus propiedades del adobe normal, como Absorción, resistencia a la compresión, tracción indirecta, compresión diagonal, compresión de muretes o adobe tapial, resistencia del mortero a la tracción. Concluyendo con todos estos resultados se puede decir que el adobe compactado de viruta de madera y pajilla de arroz al 1.5% tiene una resistencia óptima.

PALABRAS CLAVE: Adobe, Adobe Compactado, Viruta de Madera Cedro, Pajilla de arroz y Resistencia.

Abstract

This thesis is developed by analyzing the mechanical and physical properties of normal compacted adobe such as adobes with percentages of addition of shavings and rice straw made in the Mesarrume hamlet, Choros district, Cutervo province, 2022.

First, in situ tests were carried out in order to choose the appropriate material, followed by laboratory tests to establish which soil is suitable for the production of compacted adobes. In the same way, the wood shavings and the rice straw were obtained from the same hamlet that would become Mesarrime. The main objective of this research is to analyze the mechanical and physical properties of compacted adobe with 1.5%, 3.0% and 4.5% addition of wood chips and rice straw.

After observing the results, it is confirmed that the adobes compacted with the addition of wood chips and rice straw improve their properties of normal adobe, such as absorption, resistance to compression, indirect traction, diagonal compression, compression of walls or rammed adobe, resistance of the tensile mortar. Concluding with all these results, it can be said that the compacted adobe of wood chips and 1.5% rice straw has optimal resistance.

Keywords: Adobe, Compacted Adobe, Cedar Wood Chips, Rice Straw, Resistance.

Introducción

Con respecto a la Realidad Problemática, la arquitectura de adobe es un material absoluto para las edificaciones, teniendo en cuenta de proteger su futuro lejano, las contaminaciones que se dan de las fábricas de cemento y tabiques reducirían [1] .

A nivel regional existe un material muy usado en la antigüedad que es el adobe, que sirve para construir muros de viviendas, su elaboración es favorable con la naturaleza, pero el uso ha ido decayendo por la mala actuación ante sismos e inundaciones.

Con adobe compactado se utilizará el suelo como un material de construcción, ya que muestra superiores características mecánicas. La elaboración de adobe tiene mucha importancia en las construcciones rurales, puesto que el barro es un material que se encuentra en todas partes y puede ser utilizado sin ocasionar daños al medio ambiente [2].

Hoy en día para las construcciones rurales se utilizan materiales propiamente de la región, debido a que se obtienen de los bosques sin poseer un buen manejo sostenible. También existen materiales orgánicos que no son aprovechados, tales como la pajilla de arroz, el aserrín, viruta, estiércol de ganado vacuno, es por ello, que en esta investigación se realizara ensayos de las propiedades mecánicas y físicas del adobe compactado al adicionar viruta de madera y pajilla de arroz. Frente a ello, esta investigación tiene como finalidad de comparar sus propiedades mecánicas y físicas del adobe compactado con las adiciones de viruta de madera y pajilla de arroz, y así tener resultados más favorables.

En consideración a lo que se menciona anteriormente, se hace un análisis de la problemática por lo que se formula lo siguiente: ¿Cómo influye la adición de viruta de madera y pajilla de arroz en las propiedades mecánicas y físicas del adobe compactado utilizado en las construcciones en el caserío de Mesarrume?

Así mismo es de mucha importancia tener en cuenta la Justificación de la investigación, que esta sea factible a partir de la perspectiva ambiental, y sobre todo ver cómo influye el adicionar viruta de madera y pajilla de arroz en adobe compactado, no necesitara ser quemado, consiguiendo así una disminución de la contaminación ambiental, también se sustenta desde la perspectiva económica, la elaboración de adobe compactado con viruta de madera y pajilla de arroz estaría a la eficacia del dinero de la población, por último esta tesis valdrá como referencia de pendientes investigaciones que tengan en cuenta a mejorar las propiedades mecánicas y físicas de los adobes compactados.

Como solución a la problemática se plantea la siguiente hipótesis: La adición de viruta de madera y pajilla de arroz mejora significativamente las propiedades mecánicas y físicas del adobe compactado utilizado en el caserío Mesarrume, en comparación con el adobe sin estas adiciones.

Tras formular la hipótesis se establece el siguiente Objetivo general: Analizar las propiedades mecánicas y físicas del adobe compactado con 1.5%, 3.0% y 4.5% de adición de viruta de madera y pajilla de arroz.

Del mismo modo se establecen los objetivos específicos como: Caracterizar los materiales que intervienen en el proceso de elaboración del adobe compactado con adición de viruta de madera y pajilla de arroz, Evaluar las propiedades físicas para la realización del adobe (contenido de humedad, límites de consistencia, análisis granulométrico), Realizar adobes compactados con diferentes adiciones de viruta de madera y pajilla de arroz, Evaluar el ensayo de pilas y muretes para la elaboración del adobe compactado con adición de viruta de madera y pajilla de arroz, Determinar que beneficio tiene la viruta de madera y la pajilla de arroz en el proceso de la elaboración del adobe compactado, Comparar la resistencia a compresión, resistencia a la flexión y absorción de un adobe patrón con respecto a adición de viruta de madera y pajilla de arroz, Comparar los resultados logrados con la norma E.080 y determinar la rentabilidad de la viruta de madera y la pajilla de arroz para la elaboración del adobe compactado.

El construir con adobe se ha convertido en una elección correcta y sobre todo muy viable a nivel nacional, puesto que esta representa una solución económicamente factible y que no genera mucha contaminación. Sin embargo, el aprovechar estos materiales adicionados como son: la viruta de madera y la pajilla de arroz nos permite minimizar la contaminación en la naturaleza, evitando que la viruta de madera y pajilla de arroz sean desechados a la intemperie y sean reciclados para su uso en la construcción de adobes.

De esta forma, es necesario seguir incursionando en la construcción con adobe, puesto que la materia prima para la elaboración de este material se encuentra a disposición de todos y sobre todo que se puede elaborar de manera rústica, sin necesidad de realizar un proceso industrial.

Es necesario mencionar que el construir material convencional, como lo es el ladrillo, genera gastos económicos elevados en comparación a la construcción con adobe, debido a que la elaboración del adobe se realiza con materiales disponibles en la naturaleza y está a libre

disposición, tales como la arcilla y los componentes de adición como la viruta de madera y la pajilla de arroz, todo esto traerá consigo lograr bajos costos.

El Adobe no solo es un material de fácil elaboración, sino que es muy ecológico, económico; con propiedades que ayudan a aislar la energía y por ende favorecen en la reducción del consumo energético. Es por ello que llevar a cabo esta investigación es importante, ya que tiene como finalidad comparar sus propiedades mecánicas y físicas del adobe compactado con las adiciones de viruta de madera y pajilla de arroz, y así tener resultados más favorables.

Es por ello, que desarrollar esta investigación brindara una contribución fundamental en la rama de la construcción, debido a que podría utilizarse este tipo de adobe en las construcciones, puesto que en la actualidad no existe ningún tipo de capacitación que brinde los conocimientos para realizar correctamente la ejecución de viviendas con este tipo de material y no se tienen conocimiento de las características de los materiales que se usan para su elaboración.

Revisión de la literatura Antecedentes del problema

Antecedentes internacionales

Basándonos en el ámbito Internacional, la investigación realizada por Morales Apraéz [3], tiene la finalidad de evaluar el uso del aserrín y poliestireno en distintos porcentajes (15%, 25%, 50% y 75%) en la producción de adobe para establecer la variación de temperatura y acondicionamiento acústico. Teniendo en cuenta los resultados nos dice que los adobes con porcentajes de adición del 15% y 25% logra alcanzar una resistencia de 10.96 kg/cm² estando dentro de lo establecido por la norma INEN 3066, por lo contrario, con los porcentajes de 50% y 75% la resistencia alcanzada es baja. Cabe mencionar que se hizo ensayo térmico y acústico, obteniendo resultados positivos al usar 75 % de adición, ya que tiene una mejor y alta capacidad de aislamiento térmico a diferencia de los otros porcentajes de adición, pero al agregar un 25% de adición se logra obtener una alta capacidad de aislamiento acústico.

Chuya Sumba [4] en su investigación nos muestra el estudio del comportamiento del adobe al adicionarle fibra de vidrio, realizándole distintos ensayos tales como resistencia a la compresión y flexión de la unidad de adobe, resistencia a la compresión y compresión diagonal de los muretes. Como resultados se obtuvo que la fibra de vidrio beneficia las propiedades mecánicas del adobe, ya que aumenta considerablemente la resistencia a la compresión, pudiendo afirmar que esta adición es viable para mejorar las propiedades del adobe.

Según Contreras Ortiz [5] nos indica en su investigación las propiedades energéticas entre un aserrín fresco y uno intemperado, para ello se elaboraron briquetas con ambos tipos de aserrín y se evaluaron sus propiedades físicas y mecánicas. Como resultado se obtuvo que con el aserrín intemperado las propiedades energéticas mejoran, presenta un menor porcentaje de humedad, pero un mayor porcentaje de carbono fijo y cenizas. Pero al usar aserrín fresco la calidad de las briquetas es baja.

Antecedentes nacionales

Basándose en el ámbito nacional, se encontró la investigación realizada por Mendoza Mamani [6] donde se elaboran adobes con adición de fibra de caña y se realiza una comparación con los adobes convencionales. Se realizaron distintos ensayos tanto a la unidad de adobe como a los muretes de adobe. Los resultados mostraron que el adobe con fibra de caña presenta mejoras en la absorción, ya que disminuye en un 9% en relación con el adobe normal, con respecto a la resistencia a la compresión el adobe con fibra tiene un aumento del 23% de la resistencia en comparación a la resistencia del adobe convencional, para el ensayo de pilas tiene un aumento del 20% el adobe con fibra de caña, al realizar el ensayo de muretes el adobe con fibra de caña tiene una resistencia de 0.90 kg/cm² a diferencia del convencional que tiene una resistencia de

0.80 kg/cm² y en el ensayo de resistencia a flexión se obtiene resistencias de 5.8 kg/cm² y 5.31 kg/cm² para el adobe con fibra de caña y adobe convencional respectivamente, indicándonos que con la fibra de caña se aumenta la resistencia a la flexión de 9.2%. Con estos resultados se concluye que la fibra de caña beneficia notablemente a las propiedades del adobe, por lo que sí es recomendada su uso.

En el caso de nuestra investigación se buscará los mismos fines aplicándolo en el Perú para el análisis de las propiedades mecánicas y físicas de adobe compactado con la adición de viruta de madera y pajilla de arroz, específicamente en la comunidad de Mesarrume, Choros, Cutervo, del 2022.

Del Carpio Barrios [7] en su trabajo investigativo, tiene como fin realizar un diseño con distintos porcentajes de reemplazo de paja de viruta de eucalipto, queriendo lograr mejorar las propiedades físicas como mecánicas del adobe. Es por ello que se realizan ensayos tanto a las muestras de suelo del lugar como a los adobes elaborados. Los resultados obtenidos mostraron que, al reemplazar la paja por viruta de eucalipto con respecto a las propiedades físicas, estas se mantienen o son parecidas al del adobe patrón; pero se notó una gran mejora en las propiedades mecánicas del adobe con sustitución en comparación con el adobe patrón.

La sustitución que da mejores resultados es el de una sustitución del 25%, ya que tanto la resistencia a la compresión y flexión aumentaron.

En la presente tesis Rojas Díaz [8] demuestra el comportamiento mecánico que tienen la fibra de bambú y aserrín al ser sometidos a esfuerzos de compresión y flexión. Teniendo en cuenta los resultados finales de diseño de resistencia a la compresión y flexión, nos da que no cumple con los estándares mínimos, pero es una alternativa más sórdida como ecológica en la construcción.

A nivel regional y local, Briones Chuquilín [9] en su investigación tiene como fin deducir la resistencia por compresión del adobe compactado al adicionar fibras de paja ichu, paja de arroz y paja de trigo en un porcentaje de 5%, 10% y 15%; por ello realiza el estudio de suelos para así poder tener las condiciones adecuadas para elaborar los adobes. Tras hacer los ensayos se obtuvo como resultados que el adobe con adición de paja de arroz supera la resistencia al adobe patrón al agregar un 5% y 10%, ya que con un 15% la resistencia es menor a la del adobe normal. Pero para los adobes con adición de paja de trigo e ichu, las resistencias son mucho más altas de las del adobe patrón, a la vez fue notorio que las mejores resistencias se obtuvieron de las probetas a las que se incorporó paja de ichu.

Esta tesis realizada por Carhuanambo Villanueva [10] donde evalúa las propiedades mecánicas y físicas del adobe al adicionar la viruta y aserrín de Eucalipto en diferentes porcentajes de 1.5%, 3.05 y 4.5%. Los resultados tras hacer los ensayos indican que, al adicionar viruta y aserrín de eucalipto en el adobe, mejora notablemente sus propiedades mecánicas y en sus propiedades físicas se mantiene a las de un adobe convencional.

Según las revisiones literarias mencionadas anteriormente, se lograron resultados satisfactorios y beneficiosas que están dentro de lo establecido en la norma, es por ello que esta investigación se desarrollará con el único objetivo de poder comprobar que mejoras tendrá el adobe tras adicionarle viruta de madera y pajilla de arroz.

En tal sentido, es puntual conocer todos los conceptos básicos e indispensables, que serán presentados posteriormente y que ayudarán al entendimiento de esta investigación.

Bases Teórico-Científicas Definición del adobe

Este término se define “adobe” porque proviene de la palabra “thobe” en egipcio que significa ladrillo, en el idioma árabe es “ottob”, en el idioma francés es “toub” y en español llamado “adobe” [11].

El adobe es un bloque de tierra cruda, que es elaborado con materiales como la arena, arcilla y agua, estos son mezclados para posteriormente colocar la mezcla en moldes rectangulares como la forma de un ladrillo, aunque sus dimensiones son mayores a la de uno; luego de realizar el moldeado se procede a desmoldar y a secarlos a la intemperie [12]- [13].

Teniendo en cuenta el reglamento NTP. E. 080 Adobe, se precisa a las unidades de adobe como un sólido sin cocer de tierra, a la cual puede agregarse paja u cualquier otro elemento que refuerce su estabilidad al estar expuesta a la intemperie.

Para elaborar el adobe, la tierra adecuada a usar se encuentra entre los siguientes porcentajes: 15% - 25% de limos, 10% - 20% de arcilla y 55% - 70% de arena, destacando que no se debe usar tierra de cultivo [14].

Propiedades del adobe

Propiedades mecánicas

Regenerativos

Presenta esta propiedad regenerativa debido a que tanto el adobe como el tapial al estar formados por componentes locales y que se encuentra en el medio ambiente, se pueden reincorporar en su totalidad al medio ambiente, tras haber cumplido su vida útil la vivienda. A diferencia del adobe, los materiales convencionales como el concreto y el ladrillo no pueden incorporarse con facilidad al medio ambiente, por lo que generan desperdicios y contaminación en gran magnitud a la naturaleza [15] - [16].

Resistencia al fuego

El adobe es un material que tiene muy poca resistencia al fuego a diferencia del ladrillo. Pero una vivienda construida de adobe y tapial, si tiene una adecuada construcción y conservación, puede alcanzar una vida útil de hasta 100 años con perfecto estado. Llegando a la conclusión que con un buen cuidado y correcto mantenimiento una vivienda construida con adobe puede ser estable de manera indefinida [15]- [16]

Resistencia al desgaste causado por lluvias

Esta propiedad, es muy particular en los adobes, puesto que es la característica que tiene al soportar las lluvias constantes manteniendo su funcionalidad [17]

Resistencia mecánica

Para esta propiedad el adobe es un material que presenta una baja resistencia tanto a la compresión como la tensión, a diferencia de otros elementos como el acero y el concreto que lo sobrepasan. A pesar de presentar bajas resistencias, el adobe suele ser beneficioso por su dimensión al fabricarlo siguiendo lo recomendado en la norma, con eso se garantiza que puedan construirse viviendas resistentes y que pueden sostenerse en buenas condiciones por más de 100 años [18].

Propiedades físicas

Confort térmico

Esta es la propiedad que más sobresale del adobe, debido a que la termicidad es la representación del nivel de temperatura confort que internamente presenta una vivienda construida con material de adobe, considerando el clima que tenga la zona donde se construya, de este modo cuando sea invierno el interior de la vivienda estará cálida y si es el clima caluroso la vivienda se mantendrá fresca. En lo referente a la conductividad termina, el adobe presenta una conductividad térmica baja, ya que sus valores están entre 0.50 hasta 0.70 [18].

Variabilidad dimensional

Esta propiedad consiste en la variación de dimensión que hay entre las caras contrarias del adobe, es decir, entre largo, ancho y altura. En lo referente a sus dimensiones, el adobe no tiene una dimensión absoluta que lo caracterice. Lo único que se rescata es que en la construcción con adobe es notorio un desperfecto geométrico en los muros, ya que se hacen juntas con mortero muy superior a las correctas o apropiadas [17].

Aislamiento acústico

El adobe como tal en la construcción de una vivienda funciona muy bien como un aislante acústico, debido a que su masa evita que pasen el aire que genera los sonidos, a la vez su composición molecular que es porosa que absorbe la energía acústica del sonido, esto es lo que lo distingue de otros elementos lisos u homogéneos, tales como el concreto o el vidrio debido

a que estos transfieren las frecuencias del sonido. Es necesario mencionar que en un muro de adobe con un espesor de 40cm pueden pasar 56 decibeles, los cuales se miden en frecuencia y pueden ser considerados como ruido cuando excede el nivel óptimo, como todo esto queda demostrado que el adobe es un material que logra aislar lo demandado sin ser necesario colocar un recubrimiento o aislante que contamine o sea costoso [18].

Composición del adobe

Limo

El limo es un componente no cohesivo, ya que son secos y poseen baja resistencia a la fricción ante las arenas, pero al estar en presencia del agua presenta un incremento de su cohesión, cabe mencionar que suelen tener cambios de volumen, ya que se pueden expandir o contraer [11].

Arcilla

La arcilla es un material muy cohesivo que al incorporarse a suelos gruesos otorgan la misma característica, cabe mencionar que al estar húmedas las arcillas tienen grandes cambios en su composición ya que son muy inestables a diferencia de las arenas [11].

Arena

La arena es considerada como un conjunto granos minerales, no presentan cohesión ya que son secas, pero si son estables, a la vez no se desplazan entre sus partículas y si presentan una gran fricción internamente [11].

Agua

El agua es aquel componente indispensable en la elaboración de los adobes debido a que hidrata la mezcla y ayuda a aumentar sus propiedades, para ser usado este componente debe ser analizado y cumplir con los requisitos con respecto a su composición química, ya que este puede influir mucho en la mezcla si presenta compuestos dañinos [15].

En la mezcla es agua funciona como un hidratante de la tierra o un lubricante que aporta a la trabajabilidad de esta mezcla. Por eso se puede decir que la cantidad de agua que se usa en la mezcla es por tener una buena trabajabilidad, y esta característica es más importante que la hidratación de los adobes.

Para hacer uso del agua durante el mezclado de los componentes, el agua adecuada es el del consumo humano, donde el agua este dentro de los límites permisibles de referencia de tener carbohidratos o sulfatos [15].

Paja

Es un material que ayuda a disminuir las contracciones que se pueden dar durante el proceso de secado a la intemperie del adobe y a la vez mejorar la adherencia de esta. De este modo al construir un muro se puede lograr una buena adherencia entre unidades de adobe. Existen distintos tipos de fibras o pajas que se pueden usar durante la fabricación del adobe, pero estos deben tener una longitud de 5 hasta 10 cm y con un porcentaje en peso del 1%, puesto que si excede disminuirá la resistencia del adobe [19]

Adobe Compactado

Según Benites Zapata [20], hacer la compactación con el adobe es una forma usar correctamente las propiedades que presenta el adobe tradicional, con ello se puede disminuir las diversas desventajas como la baja resistencia por compresión. Cabe mencionar que si se mezclan de manera oportuna los componentes del adobe y al ser sometido a una fuerza de compactación se puede lograr un material uniforme. Al ser sometido el adobe a una fuerza de compactación, lo beneficia, porque aumenta su densidad y por ende aumenta su resistencia mecánica.

Fabricación del adobe

Selección de Suelo

Para elegir la tierra que se necesita al elaborar los adobes se tienen que considerar los siguientes porcentajes, tales como limos entre un 15 - 25%, arcilla entre un 10 - 20% y arena con un 55 - 70%, lo único que no se puede usar es tierra de cultivo [14]

La tierra que se usará como componente en la preparación de los adobes, no deberá de tener impurezas y estar muy limpia. Es necesario mencionar que un suelo arenoso no presenta una buena adherencia entre sus partículas, es por ello que tienden a desmoronarse. En cambio, los suelos que presentan mucho exceso de materia orgánica, no se pueden usar para la preparación de los adobes, debido a que tienen una menor resistencia y duración deficiente a la humedad. También no se sugiere el uso de suelos que contengan sales solubles, ya que atrae la humedad [21].

Hidratación previa

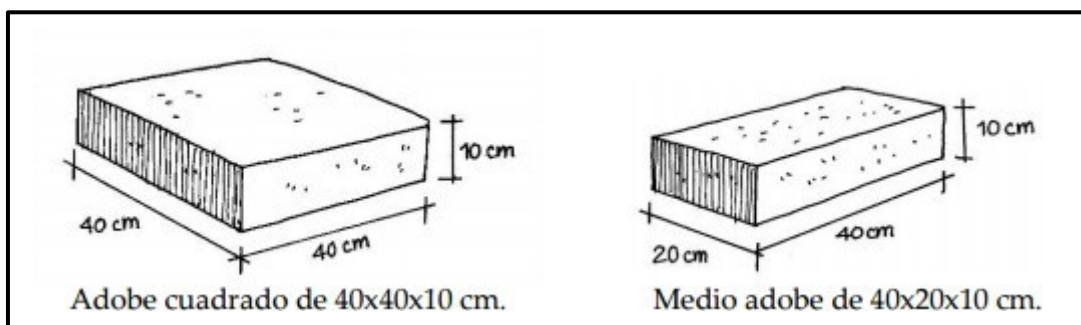
Esta es una actividad recomendada para la hidratación del suelo, esto quiere decir que se debe combinar, saturar y después dejar reposar entre 1 a 3 días antes de realizar el moldeo de

los adobes. Este proceso ayuda a aumentar la trabajabilidad del suelo, a la vez ayuda a disminuir las grietas durante el secado y a aumentar las cualidades del adobe, a todo esto, se le llama hidratación que es una previa fermentación del suelo [15].

Dimensionamiento

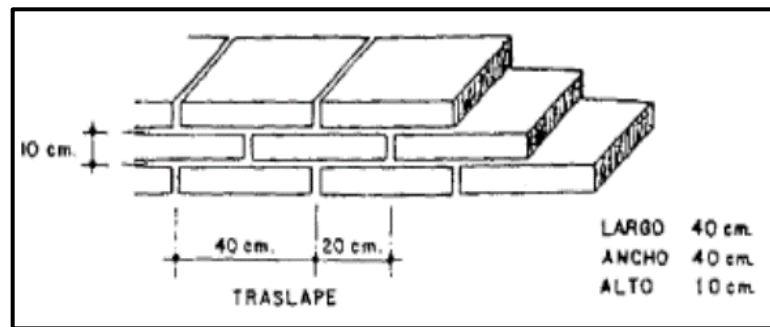
La dimensión que poseen los adobes son de forma rectangular o cuadrada, con unos ángulos en la intersección menor o mayor a 90° . Para establecer las dimensiones que tendrá el adobe se debe considerar lo siguiente: la dimensión más larga debe ser el doble de su ancho, entre la altura y la dimensión larga debe existir una relación de 4 a 1 y por lo general la dimensión alta debe medir más de 8 cm [22]. Lo más recomendado es el uso de una sección cuadrada, ya que se puede garantizar un buen comportamiento mecánico y las secciones más usadas son las que se observan en la Figura 1.

Figura 1: Dimensiones del adobe.



Fuente: Manual de Construcción: Edificaciones Antisísmicas de Adobe.

Cuando ya se realizan muros y se usa mortero para pegar las unidades de adobe, el mortero tendrá un espesor de 2 cm y las dimensiones lineales serán las que se ven en la Figura 2.

Figura 2: Dimensiones lineales del adobe.

Fuente: Manual de Construcción: Edificaciones Antisísmicas de Adobe.

Elaboración de Barro

Para llevar a cabo de realizar el barro, primero se seleccionó la tierra, extrayendo piedras o cualquier otro componente extraño. Durante este proceso la tierra seleccionada se humedece en su totalidad y posteriormente se deja reposar de 1 a 2 días, para después poder proceder con el moldeado de los adobes [21].

Mezclado

Este es el proceso donde se prepara de todos los componentes para la elaboración del adobe, esto se puede hacer de forma manual, esto dependerá de la cantidad de material que se esté trabajando y más si se cuenta con el equipo [15].

Moldeo

Para realizar este proceso se tiene que hacer uso de moldes que pueden tener o no fondo. Si se usa un molde sin fondo el avance será mayor, pero para el que elabora este proceso generará una mayor fatiga e incomodidad, porque se realizará el proceso en el suelo. Por lo contrario, si se hace uso de un molde con fondo, tendrá un menor rendimiento, pero a la vez se logra un adobe más compactado y el proceso se hará de pie evitando la fatiga al trabajador. Al realizar el moldeo en cualquier tipo de molde, para finalizar se pasa una regla cortando de este modo los excesos de mezcla [23]

Cada vez que se moldea un adobe, el molde se limpia y se coloca arena en las paredes para impedir que la mezcla se pegue. El secado de los adobes dependerá de cómo este el clima, pero este tiempo varía entre 2 a 4 semanas [15]. Si durante el secado se tiene un clima cálido, se recomienda hacer un secado bajo sombra por 2 días para evitar tener un secado áspero y por ende reducir el agrietamiento de los adobes [21].

También se recomienda colocar de canto los adobes entre 3 a 5 días ya que con eso se garantiza tener un secado más uniforme y homogéneo, se apilarán de tal modo que el aire pueda expandirse entre todas las unidades de adobes hasta finalizar con el proceso de secado [21].

Secado y almacenamiento

Para realizar el proceso de secado y almacenamiento, se debe hacer en un sitio nivelado, limpio y muy amplio, para que de este modo se pueda hacer el secado de muchos adobes fabricados en distintos días.

Cuando se coloque las unidades de adobe en el tendal, se debe colocar en el suelo una capa de algún tipo de material que separe a los adobes del suelo, evitando que puedan producirse fisuras o grietas en los adobes [21].

Morteros

Para los morteros la norma NTP. E 080 Adobe, nos menciona que estos se dividen en 2 grupos:

Tipo I: los componentes usados son la tierra y cualquier tipo de aglomerante, tales como el cemento, asfalto, cal u otro. Para su elaboración se usa la cantidad adecuada de agua que permite tener una buena trabajabilidad, además el mortero también necesita de la granulometría de los agregados y de las características del aglomerante que se use [24].

Tipo II: este mortero está compuesto por tierra y paja, donde tiene que cumplir con los mismos requisitos que la unidad de adobe. Durante su elaboración se debe aplicar una óptima cantidad de agua que garantiza su trabajabilidad.

Con respecto a sus juntas, tanto las verticales y horizontales no tendrán que superar los 2 cm y estarán completamente saturadas [24].

Muro patrón

Características del muro

Este es un elemento que está compuesto por completo de adobes normales o convencionales, los cuales no poseen ningún tipo de recubrimiento o reforzamiento en su zona vertical u horizontal [25]. Estos muros cuentan con juntas tanto verticales como horizontales de un espesor de 2 cm, elaboradas con mortero de Tipo II [14]. Elaborar este muro permitirá realizar una comparación entre los distintos tipos de muros y así tener resultados de cada uno de ellos.

Normas Técnicas Peruanas (NTP)

Norma E.050: Suelos y Cimentaciones

La norma nos muestra ciertos requisitos o criterios que se utilizaran para desarrollar un estudio de EMS, cuyo fin es tanto en edificaciones como cimentaciones tal y como se ve en la norma. Con este estudio se conocerá que tan estable y seguro puede ser una obra [24].

Norma E.070: Albañilería

Aquí la norma nos muestra requisitos mínimos, los cuales son necesarios en el análisis y diseño de los materiales de construcción, a la vez se ejerce el control de calidad de los edificios de albañilería, tanto los que cuentan con muros armados como confinados [24].

Norma E.080: Adobe

La norma nos habla acerca del empleo del adobe como un material de construcción en la albañilería, como también menciona los criterios de diseño y el comportamiento que este debe tener [14].

Ensayos para la elaboración y evaluación del mortero

Cuarteo y selección de muestras típicas en laboratorio

Este es el proceso que se realiza en el laboratorio para seleccionar las muestras más representativas que se necesitan para llevar a cabo los distintos ensayos, cuyo proceso de desarrollo se encuentra descrito en la norma NTP 339.089 [24]

Ensayo de contenido de humedad de un suelo

En este ensayo se establecerá la metodología descrita en la norma NTP 339.127 o en la ASTM D2216, que es muy necesaria, ya que nos permita saber cuál es el contenido de humedad de un espécimen de suelo [24].

Ensayo de análisis granulométrico

Aquí la norma NTP 339.128 o la ASTM D422, nos indica el proceso que se tiene que llevar a cabo para saber cómo es la distribución o tamaño de las partículas de los especímenes ensayados mediante el método del tamizado [24].

Ensayo del límite líquido, plástico e índice de plasticidad de suelos

Para este método, la norma NTP 339.129 o la ASTM D4318, nos dice como realizar las pruebas tanto para el límite plástico y líquido como el saber cuánto es el índice de plasticidad de la muestra ensayada [24].

Ensayo del peso específico relativo del suelo

Aquí la norma NTP 339.131 o la ASTM D854, nos dice haciendo uso del picnómetro podemos conocer cuál es el peso específico relativo de las muestras ensayadas [24].

Clasificación unificada de suelos (SUCS)

En este método según la norma NTP 339.134 o la ASTM D2487, se establece que la clasificación del suelo para temas de ingeniería, permitiendo saber qué tipo de suelo es donde se trabajara y si es el adecuado para el trabajo que se realizara, por lo contrario, nos permite saber si puede ser un buen material para usarlo para la elaboración de alguna estructura [24].

Ensayo de contenido de sales solubles totales en suelos como en agua subterránea

En este método, la norma NTP 339.152, nos indica que proceso seguir para saber cuál es el contenido de sales presentes en un espécimen de suelo analizado. Desde luego con este proceso se logra especificar el número de sólidos diluidos en el agua (TDS), por ende, puede aplicarse también en especímenes de agua subterránea. Todos los resultados son indispensables para usarlos en la construcción civil [24].

Muestreo y pruebas de las unidades de albañilería de concreto

Aquí la norma NTP 399.604, nos especifica que proceso seguir para conocer y seleccionar el muestreo de las unidades, que posteriormente serán ensayadas tanto para ensayos de albañilería como de concreto, conocer sus medidas y a la vez cuanto será su resistencia por compresión, flexión y absorción [24].

Ensayo de la resistencia en compresión de primas de albañilería

La norma NTP 399.605 (2018), nos especifica el proceso a seguir durante la realización del ensayo de prismas de albañilería, dándonos a conocer los resultados de resistencia a la compresión (f'_m) y así saber si está dentro de los parámetros establecidos por la norma. Este método es muy usado en investigaciones, ya que sirven como referencia con respecto a los estándares de control establecidos por la norma. A la vez, el método también puede ser usado para saber la resistencia por compresión de prismas alcanzada por un espécimen que se extrajo

de una obra de albañilería. Existen ciertos rangos establecidos en unidades internacionales, pero que solo serán usados como referencia o informativos [24].

Especificación normalizada en morteros

La norma NTP 399.610 (2013), determina criterios tanto para los morteros que se usan en la elaboración de estructuras de albañilería con y sin refuerzo. En la norma se mencionan 4 tipos de morteros con dos especificaciones tales como el de las proporciones y las propiedades.

Una recomendación es que cuando se califica el mortero con las especificaciones de un espécimen de albañilería, se debería usar la norma ASTM C1093 en la ejecución de las pruebas de laboratorio. Si al realizar el mortero no se indica alguna especificación con respecto a las proporciones, se procede a usar la proporción que nos indica la norma [24].

Muestreo y prueba de ladrillos de arcilla en albañilería

La norma NTP 339.613 (2017), describe que pasos seguir para determinar el muestreo y que ensayos se realizaran a las unidades de ladrillo cocido. Se usa este método con el fin de controlar la calidad de cada unidad de ladrillo de arcilla [24].

Ensayo de durabilidad de las unidades de albañilería de concreto bajo condiciones de congelamiento y deshielo

Para este método, la norma NTP 399.614 (2016), ofrece un proceso a seguir para realizar los ensayos que nos indiquen si las unidades de albañilería de concreto o cualquier material similar es resistente al descongelamiento y congelamiento. Se ensayan las unidades colocándolas sobre agua o en solución de agua salina de 3%, esto dependerá de cómo se utilizará la unidad ensayada [24].

Ensayo de resistencia de tracción por compresión de las unidades de albañilería

En la norma NTP 339.615 (2016), especifica el proceso a seguir para saber la resistencia de tracción por compresión de una unidad de albañilería.

Ensayo de compresión diagonal en muretes de albañilería

En esta norma NTP 399.621 (2004), nos menciona que pasos seguir para desarrollar el ensayo y determinar la resistencia por compresión diagonal en muretes de albañilería que tiene dimensiones de 600 mm x 600 mm, estos resultados se obtienen tras aplicar una carga de compresión diagonal lo cual genera un defecto por tracción diagonal ocasionando que el modelo ensayado tenga fisuras producto de la carga aplicada [24].

Ensayo para evaluar morteros de albañilería, antes y durante la construcción (NTP 399.622 2006)

La norma NTP 399.622 (2006), nos muestra que proceso seguir tanto de ensayo como el de muestreo, con el fin de saber qué características tiene el mortero y conocer sus propiedades en estado fresco y endurecido, pero esto será tanto antes como después de usarse en la

construcción. En la norma se menciona un proceso de evaluación antes de realizar la construcción, que es donde se realiza una comparación de morteros elaborados con diferentes materiales, en ambientes simulados o en campo. También nos habla el evaluar durante la obra, que es donde se analiza la garantía del mortero premezclado, se aplican procesos para establecer las proporciones del mezclado del mortero y de este modo poder comprobar que el valor obtenido de los ensayos de laboratorio es el correcto, como el saber qué tan uniforme es esa tanda de mortero ensayada [24].

Ensayo de absorción en morteros de albañilería (NTP 399.631:2010)

Aquí la norma NTP 399.631 (2010), menciona el proceso a seguir para realizar el ensayo y de esta manera saber cuánto es la capacidad de absorción del agua en la elaboración de los morteros [24].

Aditivos en morteros de albañilería

En la norma NTP 399.532 (2010), se pueden encontrar los criterios a seguir y como es que se clasifican los componentes que se usan en la elaboración del mortero [24].

Definición y términos (NTP 399.633:2017)

Aquí la norma NTP 399.633 (2017), nos habla de la terminología y definiciones que se usan en la albañilería, es necesario mencionar que la norma es aplicable también en unidades de adoquines y bloques de concreto, tejas o unidades de albañilería sillico calcáreas [24].

Ensayo de resistencia por tracción indirecta de unidades de albañilería (NTP 399.634:2010)

Para este método, la norma NTP 399.63 (2010), dice el proceso a seguir para conocer la resistencia por tracción indirecta en un bloque de albañilería [24].

Ensayo de resistencia por flexión del concreto en vigas simplemente apoyadas

La norma NTP 339-078, nos presenta qué proceso a seguir para saber la resistencia por flexión que puede alcanzar una viga simplemente apoyada, que es ensayada mediante la aplicación de cargas a un tercio de la luz de la viga [24].

Ensayo de resistencia de tracción por compresión diametral de probetas de concreto

La norma NTP 339.084, nos presenta qué proceso y metodología seguir para saber la resistencia de tracción por compresión diametral mediante la aplicación de una fuerza axial en toda la longitud de la muestra cilíndrica [24].

Definición de términos básicos

➤ **Suelo:** sostiene que “es un medio conformado por tres etapas, tales como las partículas sólidas, el agua y los gases, pero sin olvidar mencionar a los sedimentos no consolidados, cuyo origen es de una alteración mecánica, física o química que tienen las rocas.

➤ **Distribución granulométrica:** para el autor [26] sostiene que es una distribución de los granos gruesos y finos del suelo luego de analizar el material retenido y que pasa por los tamices.

➤ **Muestras alteradas:** para el autor [24], sostiene que se les califica a las muestras de suelo que al ser extraídas no conservan sus condiciones iniciales, por ende al realizar los estudios estas muestras no son 100% puras.”

➤ **Muestras inalteradas:** para el autor [24], sostiene que son especímenes suelos donde se emplean durante su extracción métodos que posibilitan la preservación de su estado inicial y su estructura, por ende, al realizar los ensayos los resultados serán confiables.

➤ **Arcilla:** para el autor [24] , sostiene que son partículas de suelo que cuando se distribuyen granulométrica logran su paso por el tamiz N°200 y al estar en presencia del agua se convierte en un material plástico.

➤ **Índice de plasticidad:** para el autor [27], sostiene que se obtiene al restar el valor del límite líquido con el plástico, indicándonos si se encuentra dentro de los márgenes del estado plástico.

➤ **Plasticidad:** para el autor [27], sostiene que nos muestra el intervalo de humedad o magnitud de consistencia plástica que tiene el suelo. Esto es definido como un fenómeno donde el suelo es capaz de deformarse hasta determinado límite sin romperse.”

Metodología

Tipo y Nivel de Investigación

De acuerdo Hernández Sampieri [28], este el tipo de investigación que se aborda es Aplicativa, debido a que esta investigación tiene como fin solucionar una problemática que se presenta en la actualidad. Según su metodología es de tipo Experimental, puesto que la hipótesis planteada que logra verificar a partir de la manipulación de las variables logrando de este modo cada uno de los objetivos. Al analizarse datos es de tipo Cuantitativa y Cualitativa, ya que se estará identificando la realidad problemática a través de recolección y análisis de datos. En la investigación se llevará a cabo ensayos, mediciones y se hará uso de variables como valores numéricos.

Del mismo modo, la investigación también es de tipo Descriptivo, porque usa parámetros y procedimientos de estudio para poder establecer la incidencia de viruta de madera y pajilla de arroz, para observar como mejora las propiedades físicas y mecánicas del adobe.

Diseño de Investigación

En la presente investigación a desarrollar es de tipo Experimental, porque se realizará la manipulación y medición de las variables, como el control y comparación de los resultados obtenidos de los diversos ensayos planteados. La realización de los ensayos no solo permitirá la comparación de los resultados, sino que nos permitirá establecer un comportamiento de las muestras al adicionar los componentes de viruta de madera y pajilla de arroz en sus distintos porcentajes.

Hipótesis

Se propone como hipótesis como: que la adición de viruta de madera y la pajilla de arroz mejora significativamente las propiedades mecánicas y físicas del adobe compactado utilizado en el caserío de Mesarrume, en comparación con el adobe sin estas adiciones.

Diseño de Contrastación de la Hipótesis

En esta investigación esto se especifica con un método de ensayo donde se realizar la comparación, debido a que se realizara una comparación experimental y a partir de ello se va a evaluar cómo se comportan las unidades de adobe, de los muros de adobe tradicionales de la zona, como el evaluar el comportamiento de los bloques de adobe tras adicionarles porcentajes viruta de madera y la pajilla de arroz.

VARIABLES

Variable Independiente

- Adición de viruta y pajilla de arroz.

Variable Dependiente

- Propiedades mecánicas y físicas del adobe.

Operacionalización de las variables

Tabla 1: Operación de las variables

OPERACIÓN DE LAS VARIABLES			
VARIABLE	DIMENSIONES	INDICADOR	MEDICIÓN
Variable Independiente	Viruta de madera	Cantidad de viruta de madera	% del peso seco de dicha muestra
	Pajilla de arroz	Cantidad de pajilla de arroz	% del peso seco de dicha muestra
Variable Dependientes	Propiedades mecánicas	Resistencia a la compresión	kg/cm ²
		Resistencia a la flexión	kg/cm ²
		Absorción	%
	Propiedades físicas	Granulometría	mm
		Límite plástico	%
		Límite líquido	%
		Contenido de humedad	%
		Peso específico	kg/cm ³
	Ensayo Proctor	%	

Fuente: Elaboración propia.:

Población, Muestra de estudio y Muestreo Población

A la población se le conoce como el grupo de los casos relacionados con especificaciones establecidas. Esta debe estar centrada con claridad a las características de contenido, del mismo modo estar relacionada con las características de lugar y del tiempo [28].

En esta investigación la población se clasifica en:

Población de Unidades de Adobe

Está compuesta por el adobe tradicional de 15x30x10, como también de los adobes tras adicionarles viruta de madera y pajilla de arroz en porcentajes de 1.5%, 3% y 4.5% con respecto al peso del adobe. Se estableció el lugar donde se elaborará las unidades de Adobe, siendo seleccionado el Caserío de Mesarrume.

Según la norma peruana E-0.50: Suelos y Cimentaciones, nos indica el tipo de especímenes que se deben usar de acuerdo a lo que se requiere en cada caso, según el tipo de terreno que representan. En la investigación los especímenes que se extrajeron en el mismo terreno donde se elaborarán los adobes, las muestras que se tomarán según la E-0.50 son de tipo Mib y Mab.

En este caso se realizó 128 adobes normales y con la adición de viruta de madera y pajilla de arroz se hicieron 360 unidades de adobes, también se realizaron 32 cubos de 0.1m de arista, finalmente se ejecutaron 24 cilindros la cual nos permitirá realizar el ensayo a brasileño de tracción.

Muestra

Se consideran elementos pertenecientes al conjunto que se define como población [28]. Los especímenes que serán la población de adobe, son considerados bloques de adobe convencional, los bloques de adobe compactado con la adición de viruta de madera y pajilla de arroz que se usarán en distintos ensayos para así poder evaluar sus propiedades.

Ensayo a compresión

Tabla 2 : Cantidad de adobes por unidad para prueba por compresión

CANTIDAD DE ADOBES EN UNIDAD				
PRUEBA	ADOBE ADICIONADO LA VIRUTA DE MADERA Y PAJILLA DE ARROZ			ADOBE COMPACTADO TRADICIONAL
	1.5%	3%	4.5%	
Compresión	8	8	8	8
Parcial	8	8	8	8
TOTAL	32			

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 3: Cantidad de adobes en cubos para prueba por compresión.

CANTIDAD DE ADOBES EN CUBOS				
PRUEBA	ADOBE ADICIONADO LA VIRUTA DE MADERA Y PAJILLA DE ARROZ			ADOBE COMPACTADO TRADICIONAL
	1.5%	3%	4.5%	
Compresión	8	8	8	8
Parcial	8	8	8	8
TOTAL	32			

Fuente: Elaboración propia.

Ensayo por flexión

Tabla 4: Cantidad de adobes por unidad para prueba por flexión.

CANTIDAD DE ADOBES POR UNIDAD				
PRUEBA	ADOBE ADICIONADO LA VIRUTA DE MADERA Y PAJILLA DE ARROZ			ADOBE COMPACTADO TRADICIONAL
	1.5%	3%	4.5%	
Flexión	6	6	6	6
Parcial	6	6	6	6
TOTAL	24			

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 5: Cantidad de adobes en cilindros para prueba por flexión.

CANTIDAD DE ADOBES EN CILINDROS				
PRUEBA	ADOBE ADICIONADO LA VIRUTA DE MADERA Y PAJILLA DE ARROZ			ADOBE COMPACTADO TRADICIONAL
	1.5%	3%	4.5%	
Flexión	6	6	6	6
Parcial	6	6	6	6
TOTAL	24			

Fuente: Elaboración propia.

Ensayo de absorción

Tabla 6: Cantidad de adobes por unidad para ensayo a absorción.

CANTIDAD DE ADOBES POR UNIDAD				
PRUEBA	ADOBE ADICIONADO LA VIRUTA DE MADERA Y PAJILLA DE ARROZ			ADOBE COMPACTADO TRADICIONAL
	1.5%	3%	4.5%	
Absorción	6	6	6	6
Parcial	6	6	6	6
TOTAL	24			

Fuente: Elaboración propia.

Ensayo por compresión: muretes de adobe o tapial

Tabla 7: Muretes de adobe para prueba por compresión.

CANTIDAD DE ADOBES				
PRUEBA	ADOBE ADICIONADO LA VIRUTA DE MADERA Y PAJILLA DE			ADOBE TRADICIONAL
	1.5%	3%	4.5%	
Compresión: Muretes de adobe o tapial	24	24	24	24
Parcial	24	24	24	24
TOTAL	96			

Fuente: Elaboración propia.

Ensayo de compresión diagonal o tracción indirecta

Tabla 8: Cantidades de adobes por unidad para prueba por compresión diagonal.

CANTIDAD DE ADOBES				
PRUEBA	ADOBE ADICIONADO LA VIRUTA DE MADERA Y PAJILLA DE			ADOBE TRADICIONAL
	1.5%	3%	4.5%	
Ensayo compresión diagonal o tracción directa	72	72	72	72
Parcial	72	72	72	72
TOTAL	288			

Fuente: Elaboración propia.

Ensayo de resistencia del mortero por tracción

Tabla 9: Cantidad de adobes del mortero para prueba por tracción.

CANTIDAD DE ADOBES	
PRUEBA	ADOBE TRADICIONAL
Ensayo de resistencia del mortero a la tracción	72
Parcial	24
TOTAL	24

Fuente: Elaboración propia.

Muestreo

En el muestreo se siguió una metodología No Probabilístico, ya que los especímenes como población son del mismo valor numérico, esto quiere decir que todos los especímenes de la población de unidades de adobe constituyen la muestra.

Criterios de selección

Según la norma E-0.80(Adobe), tenemos que considerar ciertos alcances y especificaciones al realizar cada ensayo, del mismo modo recomienda la cantidad de especímenes como mínimo que se deben ensayar.

Para elaborar dichas muestras se ha tenido en cuenta el peso del adobe compactado para así trabajar con los porcentajes que son 1.5%, 3 % y 4.5%.

➤ Para el adobe compactado de 1.5% de las adiciones, se utilizará el 0.75% de viruta de madera cedro que vendría hacer 0.157 gramos más el 0.75% de pajilla de arroz que en peso sería 0.157 gramos, del mismo modo hacemos para el porcentaje de 3% se adicionará 1.5% de pajilla de arroz en peso sería 0.32 gramos más 1.5% de viruta de madera cedros 0.32 gramos y finalmente para el adobe compactado con 4.5% se añadirá 2.25% que tendremos un peso de 0.47 gramos de viruta de madera y 2.25% de pajilla de arroz en peso sería 0.47gr.

➤ Los especímenes de adobe se fabrican en moldes con magnitudes de: 15x30x10 y son elaborados de pajilla de arroz y viruta de madera en el caserío de Mesarrume, distrito de Choros. Para la elaboración de los adobes tradicionales o convencionales se utiliza solo agua potable y paja lanzadera.

Posteriormente, se presentarán cuadros donde se resumen del número de muestras a ensayar.

Para el ensayo a Compresión de los adobes, los cuales se evaluaron para porcentajes de 1.5%, 3.0% y 4.5%, seleccionando posteriormente la dosificación por tener los mejores resultados con respecto a la muestra patrón (0% de adicción). Cabe mencionar que esta prueba se adapta de la norma NTP 399.613 donde nos indica que las muestra de concreto se debe ensayar a los 7, 14 y 21 días.

Es por ello que el ensayo de resistencia por compresión para las unidades de adobe se hizo teniendo en cuenta el número de muestras como se observa en la tabla 10, 11,12,13,14 y 15.

Ensayo de resistencia por compresión

Tabla 10: Cantidad de adobes por unidad para un 1.5% de adición para prueba por compresión.

CANTIDAD DE ADOBES POR UNIDAD			
PRUEBA	ADOBE ADICIONADO LA VIRUTA DE MADERA Y PAJILLA DE ARROZ	ADOBE TRADICIONAL	TOTAL DE ADOBES
	1.5% (TENIENDO EN CUENTA EL PESO DEL ADOBE)		
	0.75% de viruta de madera + 0.75 % de pajilla de arroz		
Compresión	8	8	16

Fuente: Elaboración del autor.

Tabla 11: Cantidad de adobes por cubos para un 1.5% de adición para prueba por compresión.

CANTIDAD DE ADOBES POR CUBOS			
PRUEBA	ADOBE ADICIONADO LA VIRUTA DE MADERA Y PAJILLA DE ARROZ	ADOBE TRADICIONAL	TOTAL DE ADOBES
	1.5% (TENIENDO EN CUENTA EL PESO DEL ADOBE)		
	0.75% de viruta de madera + 0.75 de pajilla de arroz		
Compresión	8	8	16

Fuente: Elaboración del autor.

Tabla 12: Cantidad de adobes por unidad para un 3.0% de adición para prueba por compresión.

CANTIDAD DE ADOBES POR UNIDAD			
PRUEBA	ADOBE ADICIONADO LA VIRUTA DE MADERA Y PAJILLA DE ARROZ	ADOBE TRADICIONAL	TOTAL DE ADOBES
	3% (TENIENDO EN CUENTA EL PESO DEL ADOBE)		
	1.5% de viruta de madera + 1.5% de pajilla de arroz		
Compresión	8	8	16

Fuente: Elaboración del autor.

Tabla 13: Cantidad de adobes por cubos para un 3.0% de adición para prueba por compresión.

CANTIDAD DE ADOBES POR CUBOS			
PRUEBA	ADOBE ADICIONADO LA VIRUTA DE MADERA Y PAJILLA DE ARROZ	ADOBE TRADICIONAL	TOTAL DE ADOBES
	3% (TENIENDO EN CUENTA EL PESO DEL ADOBE)		
	1.5% de viruta de madera + 1.5% de pajilla de arroz		
Compresión	8	8	16

Fuente: Elaboración del autor.

Tabla 14: Cantidad de adobes por unidad para un 4.5% de adición para prueba por compresión.

CANTIDAD DE ADOBES POR UNIDAD			
PRUEBA	ADOBE ADICIONADO LA VIRUTA DE MADERA Y PAJILLA DE ARROZ	ADOBE TRADICIONAL	TOTAL DE ADOBES
	4.5% (TENIENDO EN CUENTA EL PESO DEL ADOBE)		
	2.25% de viruta de madera + 2.25 % de pajilla de arroz		
Compresión	8	8	16

Fuente: Elaboración del autor.

Tabla 15: Cantidad de adobes por cubos para un 4.5% de adición para prueba por compresión.

CANTIDAD DE ADOBES POR CUBOS			
PRUEBA	ADOBE ADICIONADO LA VIRUTA DE MADERA Y PAJILLA DE ARROZ	ADOBE TRADICIONAL	TOTAL DE ADOBES
	4.5% (TENIENDO EN CUENTA EL PESO DEL ADOBE)		
	2.25% de viruta de madera + 2.25 % de pajilla de arroz		
Compresión	8	8	16

Fuente: Elaboración del autor.

Ensayo de resistencia por flexión

Tabla 16: Cantidad de adobes por unidad con un 1.5% de adición para prueba por flexión.

CANTIDAD DE ADOBES POR UNIDAD			
PRUEBA	ADOBE ADICIONADO LA VIRUTA DE MADERA Y PAJILLA DE ARROZ	ADOBE TRADICIONAL	TOTAL DE ADOBES
	1.5% (TENIENDO EN CUENTA EL PESO DEL ADOBE)		
	0.75% de viruta de madera + 0.75% de pajilla de arroz		
Flexión	6	6	12

Fuente: Elaboración del autor.

Tabla 17: Cantidad de adobes por cilindro con un 1.5% de adición para prueba por flexión.

CANTIDAD DE ADOBES POR CILINDRO			
PRUEBA	ADOBE ADICIONADO LA VIRUTA DE MADERA Y PAJILLA DE ARROZ	ADOBE TRADICIONAL	TOTAL DE ADOBES
	1.5% (TENIENDO EN CUENTA EL PESO DEL ADOBE)		
	0.75% de viruta de madera + 0.75 de pajilla de arroz		
Brasileño de tracción	6	6	12

Fuente: Elaboración del autor.

Tabla 18: Cantidad de adobes por unidad con un 3.0% de adición para prueba por flexión.

CANTIDAD DE ADOBES POR UNIDAD			
PRUEBA	ADOBE ADICIONADO LA VIRUTA DE MADERA Y PAJILLA DE ARROZ	ADOBE TRADICIONAL	TOTAL DE ADOBES
	3 % (TENIENDO EN CUENTA EL PESO DEL ADOBE)		
	1.5 % de viruta de madera + 1.5 % de pajilla de arroz		
Flexión	6	6	12

Fuente: Elaboración del autor.

Tabla 19: Cantidad de adobes por cilindro con un 3.0% de adición para prueba por flexión.

CANTIDAD DE ADOBES POR CILINDRO			
PRUEBA	ADOBE ADICIONADO LA VIRUTA DE MADERA Y PAJILLA DE ARROZ	ADOBE TRADICIONAL	TOTAL DE ADOBES
	3 % (TENIENDO EN CUENTA EL PESO DEL ADOBE)		
	1.5 % de viruta de madera + 1.5 % de pajilla de arroz		
Brasileño de tracción	6	6	12

Fuente: Elaboración del autor.

Tabla 20: Cantidad de adobes por unidad con un 4.5% de adición para prueba por flexión.

CANTIDAD DE ADOBES POR UNIDAD			
PRUEBA	ADOBE ADICIONADO LA VIRUTA DE MADERA Y PAJILLA DE ARROZ	ADOBE TRADICIONAL	TOTAL DE ADOBES
	4.5% (TENIENDO EN CUENTA EL PESO DEL ADOBE)		
	2.25% de viruta de madera + 2.25% de pajilla de arroz		
Flexión	6	6	12

Fuente: Elaboración del autor.

Tabla 21: Cantidad de adobes por cilindro con un 4.5% de adición para prueba por flexión

CANTIDAD DE ADOBES POR CILINDRO			
PRUEBA	ADOBE ADICIONADO LA VIRUTA DE MADERA Y PAJILLA DE ARROZ	ADOBE TRADICIONAL	TOTAL DE ADOBES
	4.5% (TENIENDO EN CUENTA EL PESO DEL ADOBE)		
	2.25% de viruta de madera + 2.25% de pajilla de arroz		
Brasileño de tracción	6	6	12

Fuente: Elaboración del autor.

Ensayo de absorción

Tabla 22 : Cantidad de adobes por unidad para un 1.5% de adición en prueba de absorción.

CANTIDAD DE ADOBES POR UNIDAD			
PRUEBA	ADOBE ADICIONADO LA VIRUTA DE MADERA Y PAJILLA DE ARROZ	ADOBE TRADICIONAL	TOTAL DE ADOBES
	1.5% (TENIENDO EN CUENTA EL PESO DEL ADOBE)		
	0.75% de viruta de madera + 0.75 % de pajilla de arroz		
Absorción	6	6	12

Fuente: Elaboración del autor.

Tabla 23: Cantidad de adobes por unidad para un 3.0% de adición en prueba de absorción.

CANTIDAD DE ADOBES POR UNIDAD			
PRUEBA	ADOBE ADICIONADO LA VIRUTA DE MADERA Y PAJILLA DE ARROZ	ADOBE TRADICIONAL	TOTAL DE ADOBES
	3 % (TENIENDO EN CUENTA EL PESO DEL ADOBE)		
	1.5 % de viruta de madera + 1.5 % de pajilla de arroz		
Absorción	6	6	12

Fuente: Elaboración del autor.

Técnicas e instrumentos de recolección de datos Técnicas

Dentro de este acápite he creído por conveniente tener en cuenta las siguientes:

Observación científica:

Se procederá analizar y observar que puntos de sondeo serán los más relevantes para poder realizar la investigación.

Experimentos:

Aquí se toman en cuenta las variables independientes, con el único fin de ver cómo se comportan las variables dependientes, para luego hacer el análisis y lograr conseguir los resultados de la investigación.

Análisis de contenidos:

Dentro de esta técnica he creído por conveniente recopilar toda la información bibliográfica concerniente al tema de investigación con el único fin de poder comparar mis resultados con los resultados de otras investigaciones, de esta forma poder enjuiciar, discutir y entender mucho mejor los resultados, y así emitir conclusiones y recomendaciones mucho mejor argumentadas y mayor trascendencia.

Fuentes y Programas

Fuentes

- Las fuentes que se usarán son las siguientes:
- Norma E 080. Adobe
- Normas Técnicas Peruana (NTP).
- Norma de Estados Unidos: Sociedad Americana para Ensayos y Materiales (ASTM)
- Tesis de pregrado y postgrado concerniente al tema de investigación.
- Artículos científicos.
- Las demás fuentes se han adjuntado en las referencias bibliográficas.

Programas

Se usaron los distintos programas, tales como:

- Microsoft Office (Word, Power Point y Excel).

Ensayos de materiales

Ensayos y pruebas para elegir el suelo

Análisis y pruebas en el lugar

Prueba de Color

Con esta prueba se logra saber qué tipo de suelo es según el color que presente.

Figura 3: Prueba de color del suelo.



Fuente: [29]

El material que se usará estará en estado seco. Si su color es brillante y claro es porque es un suelo inorgánico. El color verde oscuro, castaño oscuro es la representación de un suelo orgánico.

Prueba Granulométrica

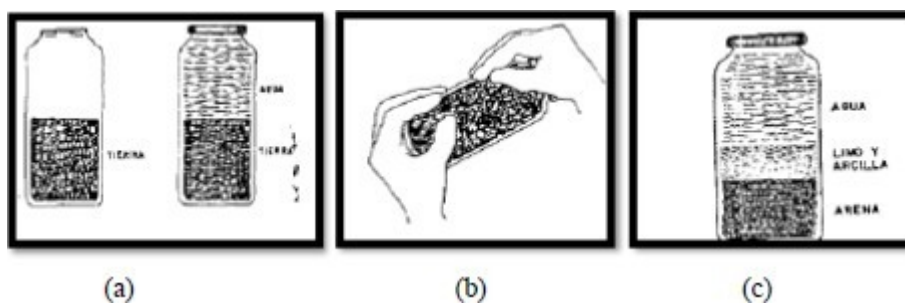
Esta prueba es llamada también prueba de botella, aquí se realiza con el fin de saber cuál es la proporción de los componentes principales de la tierra, ya sean limos, arenas y arcillas [13]

Para este ensayo se necesitan equipos, tales como: una botella con boca ancha, la materia prima y una wincha de mano.

Para el ensayo se sigue el siguiente proceso:

1. La prueba se inicia llenando con tierra ya tamizada la botella de boca ancha cuya capacidad será de 1 litro, la botella se llenará hasta la mitad de su altura.
2. Posterior a ello, la otra mitad de la botella se llena con agua limpia.
3. Una vez llena la botella, se empieza a agitarla vigorosamente hasta lograr que las partículas de la tierra estén en suspensión.
4. Luego se colocará sobre una mesa la botella hasta ver que las partículas reposan en el fondo de la botella. Al observar ese proceso de reposo, se visualiza que las partículas de arena reposan rápido, a diferencia de las de limos y arcillas que demoran unas horas.
5. Ya para finalizar se miden las capas, de este modo se conocerán la cantidad de los limos y arenas con arcilla. Con sugerencia, el valor de arena debe oscilar de 1.5 a 3 veces el valor de arcilla y limos.

Figura 4:Proceso de la prueba de la botella. a) Llenado de la botella con el material y agua, b) Manera de agitar la botella, c) Medición de las capas



Fuente: [13]

Prueba de Solidez

Se realiza para determinar cuál es la cantidad de tierra, que se necesitara del % de arcilla encontrada en la muestra, para ello se aplica los siguientes pasos:

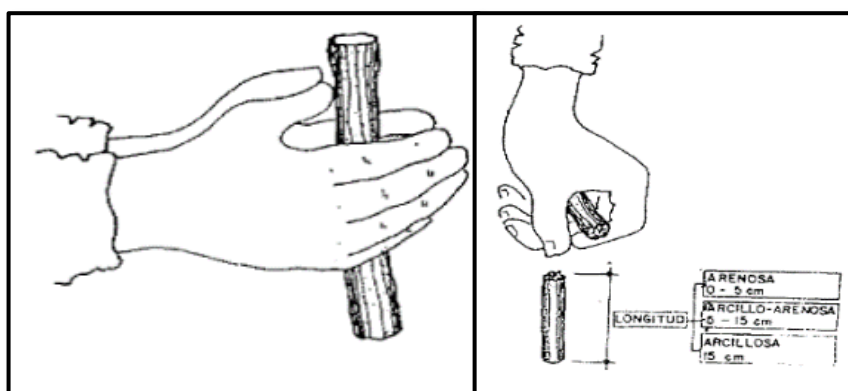
1. Se agarra una porción de tierra seca y se moja con el fin de formar una bola, presionando con la mano de tal forma que se vea solo un poco cantidad de agua en las palmas de la mano.
2. Posterior a ello, la bola que se formó se deja caer desde una altura de 1m aproximadamente hasta que llega al suelo. Una vez que cae al suelo se debe observar si esta se fracciona en pequeñas partículas, esto quiere decir que el suelo usado es bueno, pero si la bola se desmorona por completo esto quiere decir que no es idóneo [30].

Prueba de Cinta de Barro

Se realiza con el fin de evaluar el contenido de arcilla en un suelo, este ensayo se realiza en aproximadamente unos 10 minutos. Para llevar a cabo el desarrollo del ensayo se utiliza masa de barro humedecida, de este modo se facilitará hacer un cilindro de 12 mm de diámetro, se coloca en una mano y se aplana entre los dedos índice y pulgar poco a poco. Posterior a ello se amasa en forma de cinta con un espesor de 4 mm, para luego dejarla descolgar lo máximo posible. Si tras realizar todo este proceso, se logra que la cinta tenga unos 20 cm o 25 cm, esto nos indica que el suelo es arcilloso. Pero si esta se acorta o reduce a unos 10 cm o menor, esto nos indica que el suelo no contiene mucha arcilla [14].

Prueba del Enrollado

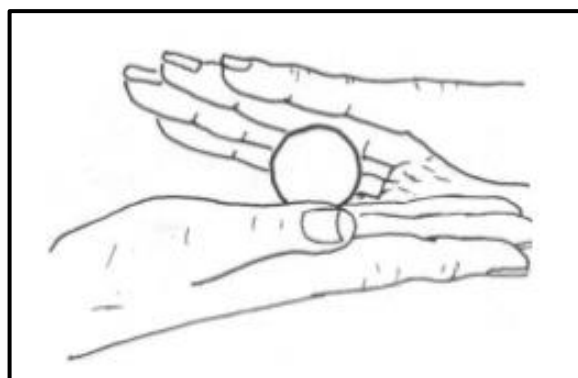
Se realiza haciendo un rollo de suelo, pero que esté humedecido. A continuación, se mueve entre los dedos, mientras se esté realizando el rollo y si este se rompe entre los 5 a 15 cm indicando que el suelo es adecuado, por ende, puede usarse en elaboración de adobe. Por otro lado, si el rollo presenta una longitud mayor a la final, se deberá añadir agregado grueso. A la vez, si el rollo se llega a romper antes de los 5 cm, nos indica que esta muestra de suelo no puede utilizarse en la producción de los bloques de adobe [30].

Figura 5: Prueba del Enrollado

Fuente: [13]

Prueba de Presencia de arcilla o Resistencia Seca

Se moldea 5 bolitas con tierra de las muestras del lugar. Se utilizará la tierra del lugar que sea más adecuada para su uso en la elaboración de adobes, para luego añadir agua en cantidades menores para realizar las 5 bolitas (Figura 6). Se procede a moldear las bolitas en las palmas de las manos, aplicando la cantidad mínima de agua logrando que estas se desproporcionen a plena vista y al secarse [30].

Figura 6: Moldeado de las bolitas (Resistencia Seca)

Fuente: [14]

Las bolitas elaboradas deben secarse por 48 horas, verificando que las bolitas no se humedezcan o mojen por agentes externos. Posterior al secado de las bolitas, se procede a oprimir las 5 bolitas secas.

Al pasar ya el tiempo necesario, se procede a apretar con fuerza cada bolita con los dedos. Si al culminar ese proceso, se visualiza que una de las bolitas se quebró, rompió o agrietó, se procederá a elaborar 4 bolitas más y se sigue con el procedimiento inicialmente hecho.

Si al finalizar las bolitas se rompe, quiebran o agrietan, así sea solo una de las bolitas. Es por ello que, si eso sucede, se vuelve a repetir la prueba. Si tras repetir el proceso ninguna de las bolitas se rompió o quebró, la muestra será elegida.

Figura 7: Condición de la Prueba de Resistencia Seca



Fuente: [14]

Realización y Análisis de las Pruebas de Laboratorio

Límite Líquido

A este tipo de ensayo es definido como el contenido de humedad identificado en porcentaje, donde se identifica dos estados de límite tanto el plástico y el líquido en el que puede estar el suelo que se analizara. Al realizar el proceso de este ensayo, se separan en dos partes iguales de la muestra de suelo, que luego se cerrara en una longitud de 13 mm a lo largo del fondo y posteriormente se dejara descender la copa unas 25 veces de 1 cm de distancia [14].

Normativa: para el ensayo se hace uso de la NTP 339.129, que es el que nos indica cómo desarrollar la prueba para conocer el límite líquido y plástico como el índice de plasticidad del suelo.

Los instrumentos y equipos usados durante el desarrollo del ensayo son: recipiente de porcelanato con diámetro de 115 mm, espátula flexible de una longitud entre 75 – 100 mm y un ancho de 20 mm, el equipo de Casagrande, una recortadora laminar, un calibrador vernier, recipientes, una balanza de peso en gamos, un horno de 105 °C de temperatura y un tamiz N°40.

Durante el proceso se siguió los siguientes pasos:

Paso 1: se coloca la muestra en una vasija y se le agregará agua destilada entre 15 a 20 ml, luego se revuelve y mezcla de manera alternada. Este proceso de adicionar agua se realiza

incrementándola entre 1 a 3 ml, mezclando totalmente en cada incorporación de agua y para después realizar una nueva incorporación.

Paso 2: tras realizar el mezclado del suelo con abundante agua, luego se realizarán entre 30 a 35 golpes al equipo de Casagrande para generarse el cierre, se colocará en la base del equipo un poco de mezcla para comprimirla y esparcirla previniendo que se generen burbujas en la mezcla. Posterior a ello se usa una espátula para alisar la mezcla del equipo y lograr un emparejamiento de aproximadamente de máximo un espesor de 1 cm y luego se hace una ranura en el centro [30].

Paso 3: aquí ya se procede a realizar los golpes que serán entre 1.90 a 2.1 golpes por segundo, este proceso se realizara hasta lograr que se unan en el fondo las dos mitades de mezcla, lográndose registrar un número de golpes que se requieren para el cierre de la ranura [30].

Paso 4: concluyendo con el proceso anterior, se procede a retirar de la base del equipo una porción de mezcla con ayuda de una espátula, esta muestra se colocará de manera adecuada en un recipiente [30].

El límite líquido se calculará con la siguiente ecuación:

$$\omega = \frac{W_w}{W_s} \times 100\%$$

Donde:

W_w = peso de muestra húmeda.

W_s = peso de muestra seca.

Límite Plástico

Se define como cantidad de humedad, expresada en porcentaje, permitiéndose conocer si la mezcla que se analiza estará entre el estado plástico o semisólido. Se establece cierto parámetro de humedad mínimo que permita realizar los rolados de hilos de un espesor de 3.2 mm y sin que estos se rompan.

Normativa: para el ensayo se hace uso de la NTP 339.129, que es el que nos indica cómo desarrollar la prueba para conocer el límite líquido y plástico como el índice de plasticidad del suelo.

Durante el desarrollo del ensayo se usaron: espátula flexible, recipiente de diámetro de 115 mm, balanza de peso en gramos, horno de $110 \pm 5^\circ\text{C}$ de temperatura, tamiz N°40, agua destilada, recipientes para establecer humedades y superficie de rodadura.

Durante el proceso se siguió los siguientes pasos:

Paso 1: se vierte la muestra en una vasija y se le agregara agua destilada entre 15 a 20 ml, luego se revuelve y mezcla de manera alternada. Este proceso de adicionar agua se realiza incrementándola entre 1 a 3 ml, mezclando totalmente en cada incorporación de agua y para después realizar una nueva incorporación [30].

Paso 2: tras realizar el mezclado del suelo con abundante agua, luego se realizarán entre 30 a 35 golpes al equipo de Casagrande para generarse el cierre, se colocará en la base del equipo un poco de mezcla para comprimirla y esparcirla previniendo que se generen burbujas en la mezcla. Posterior a ello se usa una espátula para alisar la mezcla del equipo y lograr un emparejamiento de aproximadamente de máximo un espesor de 1 cm y luego se hace una ranura en el centro [30].

Paso 3: aquí ya se procede a realizar los golpes que serán entre 1.90 a 2.1 golpes por segundo, este proceso se realizara hasta lograr que se unan en el fondo las dos mitades de mezcla, lográndose registrar un número de golpes que se requieren para el cierre de la ranura [30].

Paso 4: se procede a retirar de la base del equipo una porción de mezcla con ayuda de una espátula, esta muestra se colocará de manera adecuada en un recipiente [30].

El límite plástico se calculará con la siguiente ecuación:

$$\omega = \frac{W_w}{W_s} \times 100\%$$

Donde:

W_w = peso de muestra húmeda.

W_s = peso de muestra seca.

Índice de Plasticidad

A este ensayo se le define como el contenido de humedad que presenta el suelo y tiene un comportamiento plástico, y para su desarrollo se usa NTP 339.129.

El índice de plasticidad se calculará con la siguiente ecuación:

$$IP = LL - LP$$

Donde:

LL= límite líquido.

LP= límite plástico.

Granulometría

Con esta prueba se quiere establecer cuál es la composición de un volumen de agregado según su tamaño. Además, la norma idónea para hacer este ensayo es la NTP 339.128 [14], lo cual tiene como objetivo apartar por tamaños las partículas de suelo grueso y fino que conforman una muestra de este, así como también esta normativa nos da la lista de materiales a usar en el ensayo y de la misma forma nos detalla su procedimiento a seguir.

Luego, según la normativa [14], para finalizar se toma nota de los pesos retenidos en cada malla y se calculara el porcentaje de peso retenido a partir del uso de la ecuación siguiente:

$$\%retenido = \frac{W_r}{W_s} \times 100\%$$

Teniendo como:

W_r = Peso retenido

W_s = Peso seco de la muestra

Contenido de humedad

Es una prueba que consiste en la determinación la dosis de agua almacenada en una muestra de suelo en un momento específico, esto es llamado como humedad natural del suelo, además este ensayo se basa en la norma NTP 339.127 [14] y tiene como objetivo establecer el contenido de agua que presenta una muestra de suelo; así como también esta normativa nos da la lista de materiales a usar en el ensayo y de la misma forma nos detalla su procedimiento a seguir.

El cálculo que se debe de seguir según la normativa [14] en forma resumida es el siguiente:

$$WWW\% = (WWWh - WWWs) / WWWs * 100$$

W_h = peso de la muestra húmeda (gr).; W_s = peso de la muestra seca (gr).

Absorción

Este ensayo determina, la cantidad de agua que es absorbida por el material, además para llevar a cabo este ensayo, además para llevar a cabo este ensayo, es necesario usar la norma ASTM C 127 [26], lo cual tiene por objetivo determinar la cantidad de agua absorbida por el suelo; así como también esta normativa nos da la lista de materiales a usar en el ensayo y de la misma forma nos detalla su procedimiento a seguir.

El procedimiento para seguir es el mismo del ensayo del peso específico y con respecto para el cálculo de determinar el porcentaje de absorción según la normativa [26] se hace de la siguiente manera:

$$\%Absorción = (P_{SS} - P) / P''$$

Ensayos Mecánicos en las unidades de adobe

Resistencia a la compresión

Este ensayo se realiza aplicando presiones ante un sólido, que será el adobe en esta ocasión, que sufrirá una deformación tras aplicarle presiones en una dirección que ocasionará la reducción de volumen. Al aplicar las fuerzas al adobe, estas se realizarán en las caras que mayor área presentan y este proceso empezará cuando se coloquen las placas de acero en ambas caras.

Este ensayo se realiza tomando en cuenta la norma E.080, para desarrollar esta prueba se usa una máquina compresora para realizar el ensayo. Aquí se realiza el ensayo de cubos de arista que son de una dimensión mucho menor que la de un adobe, los cálculos para conocer la resistencia a la compresión se realizan a partir de la sección transversal, conociendo la resistencia última donde se ensayen hasta un 80% de las muestras y se conozcan sus resistencias alcanzadas. La norma indica que las muestras se ensayaran secas y la mínima resistencia que se acepta es de 10.2 kgf/cm².

El ensayo empieza con la identificación de las muestras que se ensayaran, luego se hará la homogenización de la superficie de las muestras con la mezcla hecha de viruta de madera y pajilla de arroz y agua, después de hacer la mezcla se llena en el molde y se compactara. Para finalizar se tomarán medidas de las zonas en contacto de cada muestra y se procederá a ensayar en la máquina compresora.

Para cálculos los valores se usará la siguiente fórmula:

$$f'b = \frac{P}{A} \left(\frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2} \right)$$

Donde:

$f'b$ = resistencia a compresión.

P = carga perpendicular aplicada a la superficie de adobe. A = área de contacto.

Resistencia a compresión de la albañilería

La prueba se hace con el fin de saber cuánto es la resistencia por compresión de la albañilería, donde se busca saber cuánto es el esfuerzo último ($f'm$) de adobes en pilas, donde la norma E.080 nos dice que como mínimo el esfuerzo último debe de ser de 6.12 kg/cm².

Aquí lo que se ensayaran son adobes en pilas donde se verá que presente una buena esbeltez y mantengan su verticalidad. Primero se hace la fabricación de las pilas de adobe y las muestras que se usaran son las que tienen un secado de 28 días, luego se hará la homogenización de la superficie de las muestras con la mezcla hecha de viruta de madera y pajilla de arroz y agua, después de hacer la mezcla se llena en el molde y se compactara. Para finalizar se tomarán medidas de las zonas en contacto de cada muestra y se procederá a ensayar en la máquina compresora.

Se usará la siguiente ecuación para su cálculo:

$$f'm = \frac{P}{A}$$

Donde:

$f'm$ = esfuerzo a compresión última en la pila. Se calcula con la siguiente formula $f'm = 0.4f'm$, pero si no se hacen ensayos el valor a usar será $f'm = 2.0 \text{ kg/cm}^2$.

P = carga de rotura que se aplica en la pila de adobe. A = área en contacto.

Instrumentos

Guías de Recolección de datos

Para guiarse se hizo uso de otras investigaciones, donde se abordan temas similares al que se plantea en esta investigación. Los instrumentos usados para recolectar información son los

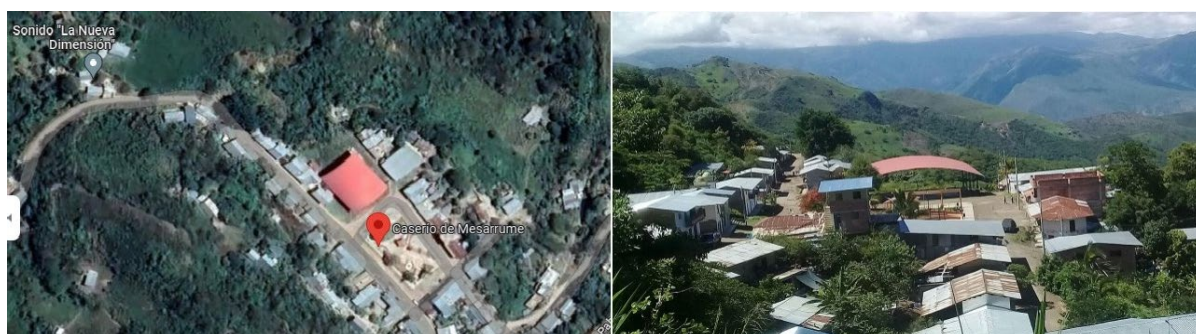
siguientes: la Prueba de Cinta de Barro y de Resistencia Seca. Para las pruebas de laboratorio se realizaron el contenido de humedad, Límites de Atterberg, granulometría, Gravedad Específica, dentro de las pruebas para determinar las propiedades mecánicas del adobe tenemos los siguientes ensayos como la resistencia por compresión, resistencia por flexión, resistencia por tracción, pruebas para establecer las propiedades del muro y el mortero.

Procedimiento

Lugar de fabricación de adobes

Los adobes se elaboraron en el caserío de Mesarrume que está ubicado en el distrito de Choros, provincia de Cutervo, región Cajamarca.

Figura 8: Ubicación de donde se fabrican adobes en la región Cajamarca.



Fuente: Elaboración del autor.

Elección del suelo para la elaboración de adobes

Para este proceso la norma E.080, sugiere que el suelo a usar debe ser idóneo para la elaboración de adobes, por ende, debe cumplir con los siguientes parámetros de: limos de 15% a 25%, arcilla de 10% a 20% y arena de 55% a 70%. Del mismo modo, la tierra que se usara no debe estar contaminada y mucho menos presentar desperdicios. Las muestras de suelo serán extraídas del Caserío de Mesarrume, se extrajo 3 muestras de distintos puntos, con el fin de saber y conocer que muestra de suelo es idóneo para elaborar los adobes.

Figura 9: Ubicación de la muestra 1 y 2.



Fuente: Elaboración del autor.

Figura 10: Localización de la muestra 3.



Fuente: Elaboración del autor.

Extracción de las muestras de suelo

Suelo: Fue recolectado de la cantera número 2, ya que según los ensayos realizados esta tierra resulto idóneo para la preparación del adobe compactado al adicionarle viruta de madera y pajilla de arroz.

Figura 11: Ubicación donde se da la extracción de muestras.



Fuente: Elaboración del autor.

Viruta de madera cedro: Esta fue recolectada de un aserradero del señor Octavio, porque se encarga de realizar muebles, camas, mesas, etc.

Figura 12: Ubicación del lugar de recolección de viruta de madera cedro.



Fuente: Elaboración del autor.

Cáscara de arroz: Esta fue recogida del molino de la Señora Eliza Carranza Sánchez, porque se encarga del pilado del arroz.

Prueba de cinta de barro

En esta prueba se coge un poco de muestra, la cual se va a humedecer con las manos hasta darle la forma de una barra equivalente a 12 mm de diámetro. Posterior a ello se aplastará con la mano hasta lograr aplanarlo y formar una barra con un espesor de 4 mm. La norma E.080 nos dice que la longitud de esta cinta estará entre 20 a 25 cm de longitud y por ende se clasificará como un suelo arcilloso, caso contrario si llega a tener una longitud de 10 cm será un suelo con muy poca cantidad de arcilla.

Figura 13: Prueba de cinta de barro.



Fuente: Elaboración del autor.

Prueba de resistencia seca o presencia de arcilla

Para esto se cogerá una parte de la muestra y como las manos se humedecerá hasta lograr tener 4 esferas. Estas esferas se pondrán a secar por un periodo de 48 horas, evitando que estén en contacto con agentes extraños. Para finalizar el ensayo se presionará cada esfera con los dedos para ver si se deforman.

Figura 14: Prueba de resistencia seca.



Fuente: Elaboración del autor.

Ejecución de los ensayos

En esta etapa básicamente consistirá en la realización de los ensayos tras haber seleccionado las muestras y llevarlos al laboratorio.

Análisis Granulométrico

Lo que se hace es establecer de manera cuantitativa cuál es la distribución de tamaños de partículas de suelo. Para desarrollar el ensayo se usaron tamices y una balanza de peso en gramos.

Figura 15: Muestras y tamices para el análisis granulométrico.



Fuente: Elaboración del autor.

Lo primero que se hace es el cuarto de la muestra seleccionada y a partir de ello se tendrá una muestra consistente. Se pesará la muestra y se anotará el peso, para colocar la muestra en los tamices y se moverá en todos los lados por un buen tiempo. Finalmente, se va a establecer el peso retenido por cada uno de los tamices, se moverá cada tamiz y se colocará la muestra retenida en una tara para luego pesarla, este proceso se hará para cada uno de los tamices. Se tendrá en cuenta que la suma de cada peso retenido por los tamices debe ser igual al peso de la muestra inicialmente pesada.

Para calcular cuánto es el porcentaje de material que pasara por el tamiz N° 200 (0.075), se utilizara la siguiente ecuación:

$$\% \text{Pasa } 0.075 = \frac{\text{Peso total} - \text{Peso retenido en el tamiz } 0.075}{\text{Peso total}} * 100$$

Y para calcular el porcentaje retenido en cada tamiz la ecuación usada será:

$$\% \text{Retenido} = \frac{\text{Peso retenido en el tamiz}}{\text{Peso total}} * 100$$

Para finalizar se calculará el porcentaje del material fino, donde se restará de manera acumulativa desde el 100% en cada tamiz.

$$\% \text{Pasa} = 100 - \% \text{Retenido acumulado}$$

Contenido de humedad

Se realizará el cálculo del contenido de humedad en la muestra de suelo. Para llevar a cabo el ensayo se usará recipientes, un horno calibrado y una balanza de peso en gramos.

Primero se hace el pesaje y registro del peso de las taras que se usara, luego se colocara las muestras húmedas en las taras y se pesaran. Después se colocarán las muestras en el horno por un tiempo de 24 horas y el horno deberá estar a una temperatura de 110 °C. Ya cumplido el tiempo de secado, se retiran las muestras y se dejan enfriar, para luego llevarlas a pesar.

Figura 16: Pesaje de la muestra. Fuente: Elaboración del autor.



Fuente: Elaboración del autor.

Figura 17: Muestras en el horno. Fuente: Elaboración del autor.



Fuente: Elaboración del autor.

Límite líquido

Aquí se hará el cálculo del contenido de humedad el cual será expresado en porcentaje, la muestra de suelo estará entre límite de estado líquido o plástico. Para el desarrollo del

ensayo se usó recipientes, el equipo de Casagrande, un horno, un calibrador, una espátula, agua destilada y una balanza de peso en gramos.

Elaboración del adobe

Antes de llevar a cabo la preparación de los adobes, se calculó los porcentajes de la viruta de madera y la pajilla de arroz, a partir del peso de la muestra de adobe, en este caso hemos realizado adobes de prueba para pesar y así poder sacar el porcentaje.

Adobes de Prueba

Se mezcla la tierra con la pajilla y se le añade agua, luego se amasa formando una mezcla consistente, se compacta y se coloca al molde, se saca del molde luego se pesa y así poder sacar el porcentaje a utilizar.

Figura 18: Abobes de prueba



Fuente: Elaboración del autor.

Elaboración de las unidades de adobe experimentales

Selección de las dosificaciones a utilizar

Para seleccionar los porcentajes a utilizar de cada aditivo se realizó una revisión sistemática de antecedentes, tal como se muestra.

Tabla 24: Tabla de revisión de antecedentes

VIRUTA DE MADERA		
TÍTULO DE INVESTIGACIÓN	PORCENTAJES UTILIZADOS	HALLAZGO
Mejorar el rendimiento de los ladrillos de tierra prensada con aditivos naturales: virutas de madera y fibras de palmera datilera [32].	5% respecto el peso de la muestra	La finalidad del estudio fue investigar el efecto de las fibras naturales, como las fibras de datilera y las virutas de madera, sobre las propiedades mecánicas y físicas de muestras de ladrillos de tierra, obteniéndose lo siguiente, la adición de 5% de virutas de madera aumenta la resistencia a la compresión a 1,72 MPa, mientras que la absorción de agua se convirtió en 18,1%, concluyendo que en altos porcentajes la viruta de madera no genera grandes cambios.
Propiedades mecánicas y físicas del adobe compactado con adición de viruta y aserrín, Cajamarca [33].	1.5%, 3.0% y 4.5% respecto el peso de la muestra	El objetivo de esta investigación fue evaluar la adición de la viruta y aserrín de Eucalipto en porcentajes de 1.5%, 3.0% y 4.5%, observándose que, la adición de viruta de Eucalipto, obtuvo una resistencia a compresión de 28.04 kg/cm ² , 29.79 kg/cm ² y 30.94 kg/cm ² respectivamente, así mismo, respecto la resistencia a flexión alcanzó los 20.67 kg/cm ² , 19.38 kg/cm ² y 23.34 kg/cm ² , en tanto, la menor absorción surge para el 1.5% de viruta alcanzando 19.35%, concluyendo que, es viable el uso de esta viruta en porcentajes mínimos.
Diseño de un bloque de adobe compactado con adición de viruta de madera para mejorar la resistencia a la compresión, Lamas 2020 [34].	0%, 2.5%, 5% y 7% respecto el peso de la muestra	El objetivo de la investigación fue evaluar las propiedades físicas y mecánicas que le atribuyen la viruta de madera en dosificaciones de 0%, 2.5%, 5% y 7%, obteniéndose que, los resultados a los 14 días adicionando la viruta de madera fueron de 6.30 kg/cm ² , 7.92 kg/cm ² , 10.05 kg/cm ² y 13.08 kg/cm ² respectivamente, en tanto a los 28 días fueron de 8.55 kg/cm ² , 11.38 kg/cm ² , 16.73 kg/cm ² y 22.05 kg/cm ² , concluyendo que, el uso de viruta de madera resulta ventajoso.
Propiedades Mecánicas Y Físicas Del Adobe Compactado Con Adición De Viruta Y Aserrín En Las Zonas Rurales De San Ignacio, Cajamarca 2017 [35].	2%, 4% y 6% respecto el peso de la muestra	El objetivo de esta investigación fue determinar las propiedades mecánicas como también las físicas del adobe compactado con la adición de la viruta y aserrín en porcentajes de 2%, 4% y 6%, Los resultados revelaron que al agregarle viruta se adquirió una resistencia a compresión de 20.88 kg/cm ² , 25.85 kg/cm ² y 21.50 kg/cm ² respectivamente, en cuanto a la resistencia a flexión se logró una resistencia de 3.28 kg/cm ² , 4.04 kg/cm ² y 3.84 kg/cm ² , en cuanto a su absorción se obtuvo como resultado 13.18%, 16.07% y 21.28%, concluyéndose que, al adicionar más viruta de romerillo el porcentaje de absorción también incrementa.
Evaluación de las Propiedades Físicas y Mecánicas del Adobe Agregando Viruta de Madera y Tusa de Maíz [36].	1%, 2%, 3%, 4% respecto el peso de la muestra	La finalidad de la investigación fue hallar la resistencia requerida agregando viruta de madera y tusa de maíz como aditivo aglomerante al diseño de mezcla en la elaboración de adobes, para esto, se utilizó los porcentajes de 1%, 2%, 3% y 4% en ambos aditivos, resultando que, la resistencia a compresión aumento a 9.80 kg/cm ² al 1% de viruta, en cambio con las adiciones al 3% mostró un aumento de 10.33 kg/cm ² , concluyendo que el porcentaje ideal de viruta rodea el 1% y 3%.

PAJILLA DE ARROZ		
TÍTULO DE INVESTIGACIÓN	PORCENTAJES UTILIZADOS	HALLAZGO
Evaluación de la Resistencia del Adobe Reforzado con Paja de Trigo Para Viviendas en el Distrito de Chalaco – Piura, 2019 [37].	1%, 3% y 5% respecto el peso de la muestra	En esta tesis, el objetivo fue evaluar la resistencia del adobe reforzado con paja de trigo para viviendas en el Distrito de Chalaco, Piura. Se incorporaron porcentajes de 1%, 3% y 5% de paja de trigo, y los ensayos de laboratorio arrojaron los siguientes resultados principales: resistencias a la compresión de 13.3 Kg/cm ² , 19.8 Kg/cm ² y 25.3 Kg/cm ² ; resistencias a la flexión de 1.8 Kg/cm ² , 2.4 Kg/cm ² y 2.4 Kg/cm ² ; y absorciones de agua de 31.6%, 32.6% y 28.4%. Se concluyó que al reforzar las unidades de adobe con distintas proporciones de paja de trigo (1%, 3% y 5%), se incrementa la resistencia del material.
Resistencia a la compresión en adobe, estabilizado en 2% y 3% con cenizas de cascara de huevo y cascara de arroz [38].	2% y 3% respecto el peso de la muestra	El objetivo principal de este proyecto de investigación fue determinar la resistencia a la compresión del adobe, cuyas unidades fueron estabilizadas con un 2% y 3% de cenizas de cáscara de huevo y cáscara de arroz. Los resultados obtenidos indicaron que la resistencia a la compresión fue de 15.77 kg/cm ² y 16.24 kg/cm ² , respectivamente, después de 30 días de secado.
Incidencia de la fibra vegetal “paja ichu” en la resistencia mecánica del adobe en el distrito de Cajamarca [39]	0%, 0.40%, 0.80% y 1.20% respecto el peso de la muestra	El objetivo principal de esta investigación fue determinar el impacto de la adición de fibra vegetal de paja ichu en la resistencia mecánica del adobe en el distrito de Cajamarca. Se clasificaron los especímenes en cuatro tipos: adobe tipo "A" (sin paja), tipo "B" (0.40% de paja), tipo "C" (0.80% de paja) y tipo "D" (1.20% de paja). Los resultados obtenidos en los ensayos de compresión fueron de 13.9 kg/cm ² , 14.28 kg/cm ² , 14.57 kg/cm ² y 12.89 kg/cm ² , respectivamente. En cuanto a la resistencia a la tracción, los valores fueron de 1.82 kg/cm ² , 1.98 kg/cm ² , 2.06 kg/cm ² y 1.76 kg/cm ² , mientras que en resistencia a la flexión los resultados fueron de 3.6 kg/cm ² , 4.09 kg/cm ² , 4.50 kg/cm ² y 5.70 kg/cm ² .
Mejoramiento del adobe adicionando cascarilla de arroz para el diseño de viviendas unifamiliares en San Miguel - Piura – 2020 [40]	3%, 6% y 9% respecto el peso de la muestra	El objetivo principal de esta investigación fue determinar la factibilidad de utilizar cascarilla de arroz para mejorar el adobe en el diseño de viviendas unifamiliares en San Miguel, Piura, en 2020. Se realizaron pruebas con adiciones de 3%, 6% y 9% de cascarilla de arroz en las unidades de adobe, obteniendo los siguientes resultados: resistencia a la compresión de 14.5 kg/cm ² , 15.1 kg/cm ² y 17.5 kg/cm ² , respectivamente; resistencia a la flexión de 7.02 kg/cm ² , 8.78 kg/cm ² y 10.37 kg/cm ² ; y absorción de agua de 17.6%, 18.4% y 19.1%.
Estudio del comportamiento físico mecánico del adobe incorporando tallo de trigo, distrito de Sicuani - 2021 [41]	1% y 2% respecto el peso de la muestra	El objetivo de este estudio fue analizar el comportamiento físico-mecánico del adobe al incorporar tallo de trigo en proporciones de 1% y 2%. Los resultados obtenidos fueron los siguientes: resistencia a la compresión de 31.05 kg/cm ² y 33.2 kg/cm ² , resistencia a la flexión de 7.5 kg/cm ² y 5.09 kg/cm ² , y absorción de agua del 15% y 16%, respectivamente.

Fuente: Elaboración del autor.

Con base en la tabla mostrada, se analiza lo siguiente:

- **Viruta de madera:** El porcentaje mínimo [31] y máximo [32] utilizado por diversos autores fue del 1% y 7% respectivamente, no obstante, [33] advierte que, al utilizar contenidos por encima del 5% la viruta de madera resulta perjudicial, así mismo [31] indica que el porcentaje ideal radica entre el 1% y 3%, en tanto, autores como [32] y [34] destacan que al 2% el adobe presenta el menor porcentaje de absorción, siendo ventajoso, pues se obtiene muestras mucho más densas y mejor compactas, es por ello que, a criterio del autor se ha seleccionado los porcentajes de 0.75%, 1.50% y 2.25% de este aditivo, coincidiendo con las recomendaciones de los autores citados.

- **Pajilla de arroz:** Según los autores revisados, el porcentaje mínimo y máximo utilizados fueron de 0.4% y 9% según [35] y [36] respectivamente, no obstante, según [37] al 5% esta pajilla no genera grandes cambios en cuanto a resistencia a flexión ni absorción, así mismo según la resistencia a compresión [35] obtiene resultados similares a [36] y con menor contenido de la adición (0.8%), pues busca mejorar las propiedades del adobe con la menor cantidad de pajilla vegetal, compartiendo el mismo propósito [38] y [39] que proponen el porcentaje ideal de esta pajilla al 2%, ante todo lo mencionado se consideró para la presente investigación los porcentajes de 0.75%, 1.50% y 2.25%

- **Dosificaciones:** para este trabajo de investigación se plantearon tres, las cuales comprenden viruta de madera y pajilla de arroz, siendo combinadas de la siguiente manera:

- Dosificación al 1.5% (0.75% Viruta + 0.75% pajilla)
- Dosificación al 3.0% (1.50% Viruta + 1.50% pajilla)
- Dosificación al 4.5% (2.25% Viruta + 2.25% pajilla)

Elaboración del adobe compactado para las dosificaciones de 1.5%, 3% y 4.5% (Homogeneización de la mezcla).

Para lograr una adecuada homogeneización en la elaboración de los adobes compactados, se necesitó como instrumentos un balde, una balanza, una prensa compactadora, viruta de madera, pajilla de arroz y la adobera de metal con dimensiones de 15x30x10 cm. Teniendo en cuenta el peso del adobe de prueba se llevó a cabo la elaboración del adobe compactado con las diferentes dosificaciones.

- En primer lugar, obtenemos la tierra y la zarandamos, seguido se realiza la pesada de 21 kilogramos, luego, teniendo en cuenta los estudios del suelo se saca el 15% del peso del material para así poder utilizar el agua necesaria para el mezclado.
- En segundo lugar, se realiza la pesada de la viruta de madera y la pajilla de arroz de acuerdo a los porcentajes a ser utilizados. Para el porcentaje del 1.5% se utilizó el 0.75% de viruta de madera cedro, que equivale a un peso de 0.157gm de dicha viruta teniendo en cuenta los 21 kilogramos de la tierra zarandada, y 0.75% de pajilla de arroz dándonos un peso de 0.157 gramos.
- En tercer lugar, teniendo todos los materiales se procede al mezclado, para la dosificación al 1.5%. En un bugui se coloca 21 kilogramos de tierra, luego se añade 0.157 gramos de viruta de madera cedro y 0.157 gramos de pajilla de arroz, se empieza a mezclar, luego se va añadiendo agua de manera constante hasta tener una mezcla uniforme, siendo en total 3.15 lts, es importante que no haya acumulaciones locales de materiales, ya que esto puede generar zonas débiles en el adobe., así mismo, se coloca en la adobera metálica dicha mezcla y se pone el compactador manual, se realiza 30 golpes con una comba; finalmente se saca el adobe y se lleva al lugar donde se realizará el secado respectivo. Posteriormente, se realiza el mismo procedimiento para las más dosificaciones.

Figura 19: Peso del adobe a prueba.



Fuente: Elaboración del autor.

Figura 20: Tamizado de material para elaboración del adobe.



Fuente: Elaboración del autor.

Figura 21: Pesaje del material.



Fuente: Elaboración del autor.

Figura 22: Dosificación de los materiales.



Fuente: Elaboración del autor.

Figura 23: Mezclado de los materiales.



Fuente: Elaboración del autor.

Figura 24: Vaciado de la mezcla a los moldes.



Fuente: Elaboración del autor.

Figura 25: Secado de los adobes elaborados.



Fuente: Elaboración del autor.

Ensayo de resistencia por Compresión

Para hacer el ensayo se usaron adobe con magnitudes de 15x30x10, optando de esta manera querer analizar su comportamiento.

El ensayo se lleva a cabo luego de que los especímenes hayan cumplido con los 28 días de secado se realiza la medición de ancho por el largo y luego se coloca a la prensa para así perder se ensayados.

Teniendo en cuenta la norma E.080 nos indica que los especímenes deberán cumplir con que el promedio de las 4 muestras (de 6 muestras) sea mayor o igual que la resistencia última de 10.2 kgf.

Realizando el proceso anterior, se llevará a cabo el ensayo de los especímenes, tanto del adobe normal como el que presenta adiciones, con el fin de realizar un comparativo. A los especímenes se aplicará una carga perpendicular al área de contacto del adobe ensayado, registrando la carga máxima que se aplicó y así seguir con el procesamiento de los datos.

Figura 26: Prueba de resistencia a compresión.



Fuente: Elaboración del autor.

Resistencia a Compresión a los 28 días de Cubos

Para este ensayo se usaron especímenes con magnitudes de 10x10x10. Siguiendo el proceso que se mencionó con anterioridad, se va a establecer el f'_b del adobe.

Figura 27: Prueba de resistencia a compresión a los 28 días de cubos.



Fuente: Elaboración del autor.

Figura 28: Ensayo realizado de resistencia a compresión y muestras ya ensayadas.



Fuente: Elaboración del autor.

Ensayo de compresión diagonal en muretes

Este ensayo se desarrolló con el fin de saber la resistencia de un murete ante una fuerza de tracción indirecta. Para ello se tiene que saber que la resistencia última será de 0.025 MPa =

0.25kgf/cm², y los muretes de adobe tendrán dimensiones de 0,65 m. x 0.65 m con un secado de 28 días.

Figura 29: Elaboración de los muros para el ensayo de murete diagonal.



Fuente: Elaboración del autor.

Figura 30: Muestra de murete a ensayar.



Fuente: Elaboración del autor.

Figura 31: Murete ensayado a resistencia a compresión diagonal.



Fuente: Elaboración del autor.

Según el ensayo realizado, y las imágenes que se están observando nos dice que la adherencia es óptima, porque la falla atraviesa tanto la unidad como al mortero, logrando con ello maximizar la resistencia a fuerza cortante.

Ensayo de resistencia del mortero a la tracción

Aquí lo que se realizara es obtener cuál es el esfuerzo máximo por tracción indirecta en las probetas constituido de la unión de dos adobes utilizando mortero de barro. Se tiene que considerar que la resistencia última estará en un valor de $0.012 \text{ MPa} = 0.12 \text{ kgf/cm}^2$ y el promedio de 4 muestras debe cumplir la resistencia última indicada anteriormente, para ello se ensayará 6 muestras [14].

Figura 32: Ensayo de resistencia del mortero a tracción.



Fuente: Elaboración del autor.

Ensayo de resistencia a compresión del mortero

Para la norma el esfuerzo de rotura mínimos para establecer la resistencia de un murete al ser sometido a una fuerza de compresión se hará mediante el seguimiento de un proceso. Lo

primero es que la resistencia última sea de $0.6 \text{ MPa} = 6.12 \text{ kgf/cm}^2$, que el murete que se ensayará tendrá una altura igual a tres veces la menor a la magnitud de su base y que se deben ensayar 6 muestras donde 4 de ellas tendrán una resistencia promedio mayor o igual a la de la resistencia última.

Figura 33: Ensayo del adobe a resistencia a compresión.



Fuente: Elaboración del autor.

Ensayo de resistencia a la flexión

Resistencia por Flexión de adobes de 15x30x10

Para el desarrollo de esta prueba se tomó en cuenta la NTP 339.078 2012, las muestras que se utilizaron para la prueba tienen 28 días y se procedió a ensayar 6 especímenes para cada una de las adiciones y el adobe patrón.

Figura 34: Ensayo del adobe a resistencia a la flexión.



Fuente: Elaboración del autor.

Ensayo de Resistencia a tracción o Compresión Diametral

Para este ensayo se elaboraron muestras circulares de magnitudes de 15 x 30 cm, se ensayaron a los 28 días. Se tuvo que adaptar moldes para facilitar el vaciado de la mezcla, teniendo en cuenta el tiempo y la preparación del barro adicionando la viruta de madera y la pajilla de arroz.

Figura 35: Ensayo del adobe a resistencia a tracción.



Fuente: Elaboración del autor.

Ensayo de Absorción de adobes

En este ensayo se realizó los adobes compactos con las tres adiciones y también el adobe normal. Una vez cumplido los 28 días de secado de dichos adobes, se empezó a realizar el ensayo, la cual se hicieron seis adobes por cada muestra.

Primero se realizó el pesaje del adobe en seco, luego se colocó en un recipiente con agua a 1 cm, se controló dos minutos y se volvió a sacar los adobes y se volvió a pesar, así se siguió realizando en el lapso de 10 min.

Figura 36: Pesaje del adobe seco y saturado.



Fuente: Elaboración del autor.

Ensayo de adobe normal

En este ensayo primero se hizo el zarandeado de la tierra, seguido humedecimiento del barro, y se empezó a batir con la paja lanzadera hasta lograr tener una masa homogénea, luego se empezó a colocar en el molde de 30 * 15 * 10 cm.

Figura 37: Fabricación del adobe normal.



Fuente: Elaboración del autor.

Resultados y discusión Resultados

La selección de la cantera que se hizo para adquirir material fue la 2 ya que este cumple con los resultados obtenidos por la muestra de suelos.

Pruebas en laboratorio

Ensayo de contenido de humedad de un suelo

Tabla 25: Distribución granulométrica.

Distribución Granulometrica			
% Grava	G.G%	0.00	2.2
	G.F %	2.20	
% Arena	A.G %	2.10	23.0
	A.M %	7.40	
	A.F %	13.50	
% Arcilla y Limo		74.8	74.8
Total			100
Contenido de Humedad (%)			22.3

Fuente: Elaboración del autor.

Anteriormente se puede visualizar en la tabla, cuanto es el valor del contenido de humedad de la muestra ensayada, cuyo porcentaje de humedad es de 22.3 %.

Ensayo de análisis granulométrico

Tabla 26: Pesos de la muestra para el análisis granulométrico.

Descripción de la Muestra	
Peso total:	500.00 gr
Peso Lavado:	126.05 gr
Peso Fino:	500.00 gr

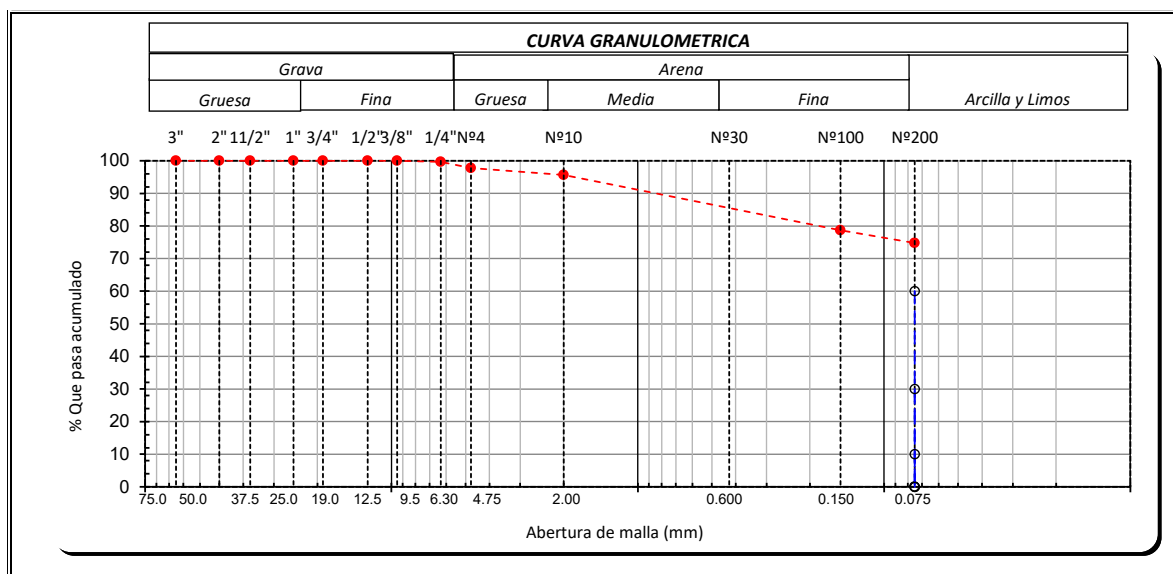
Fuente: Elaboración del autor.

Tabla 27: Granulometría de la muestra.

TAMICES		Peso Retenido	% Retenido Parcial	% Retenido Acumulado	% Que Pasa	Descripción de la Muestra			
(Pulg)	(mm)					Peso Total	:		
3"	75.00	0.00	0.00	0.00	100	Peso Total	:	500.00 gr	
2 1/2"	63.00	0.00	0.00	0.00	100	Peso Lavado	:	126.05 gr	
2"	50.00	0.00	0.00	0.00	100	Peso Fino	:	500.00 gr	
1 1/2"	37.50	0.00	0.00	0.00	100	Límite Líquido	:	40.80 %	
1"	25.00	0.00	0.00	0.00	100	Límite Plástico	:	14.62 %	
3/4"	19.00	0.00	0.00	0.00	100	Índice de Plásticidad	:	26.19 %	
1/2"	12.50	0.00	0.00	0.00	100	Clasf.AASHTO	:	A-6(14)	
3/8"	9.50	0.00	0.00	0.00	100	Clasf.SUCS	:	CL	
1/4"	6.30	1.50	0.30	0.30	99.7	Descripción del Suelo	:		
N°04	4.75	9.50	1.90	2.20	97.8	Arcilla de baja plasticidad con arena			
N°10	2.36	10.25	2.10	4.30	95.7	Ensayo Malla N°200	P.S.Seco	P.S.Lav	(%) 200
N°20	1.18	15.60	3.10	7.40	92.6				
N°40	0.60	21.50	4.30	11.70	88.3	% Humedad	P.S.H	P.S.S.	(%) Hum.
N°50	0.30	23.60	4.70	16.40	83.6				
N°100	0.15	24.60	4.90	21.30	78.7	Módulo de Fineza			
N°200	0.08	19.50	3.90	25.20	74.8	Coef.Uniformidad			
< N°200	FONDO	385.00	77.00	102.20	-2.2	Coef.Curvatura			

Fuente: Elaboración del autor.

Gráfica 1: Análisis de granulometría de la muestra.



Fuente: Elaboración del autor.

Comentario: tras realizar el ensayo nos permitió conocer como está compuesto la muestra ensayada y sobre todo su gradación. Aquí se hizo uso de los tamices N°10, N°20, N°40, N°60, N°80, N°100, N°200; y aplicando la formula mencionado con anterioridad se calculan los pesos de material que retiene cada tamiz.

Ensayo del Límite Líquido y Límite Plástico e Índice de Plasticidad

Tabla 28: Pesos de la muestra para ensayos de limite líquido, plástico e índice de plasticidad.

Dato de Ensayo	Límite Líquido			Límite Plástico		
	P-1	P-2	P-3	P-4		
Nº de tarro						
Nº DE GOLPES	30	20	12			
Tarro + Suelo Húmedo	25.98	23.37	27.37	13		
Tarro + Suelo Séco	20.63	18.56	21.27	12.32		
Agua	5.35	4.81	6.1	0.74		
Peso del tarro	7.15	7.16	7.8	7.26		
Peso del suelo Seco	13.48	11.4	13.47	5.06		
Porcentaje de humedad	39.69	42.19	45.29	14.62		

Fuente: Elaboración del autor.

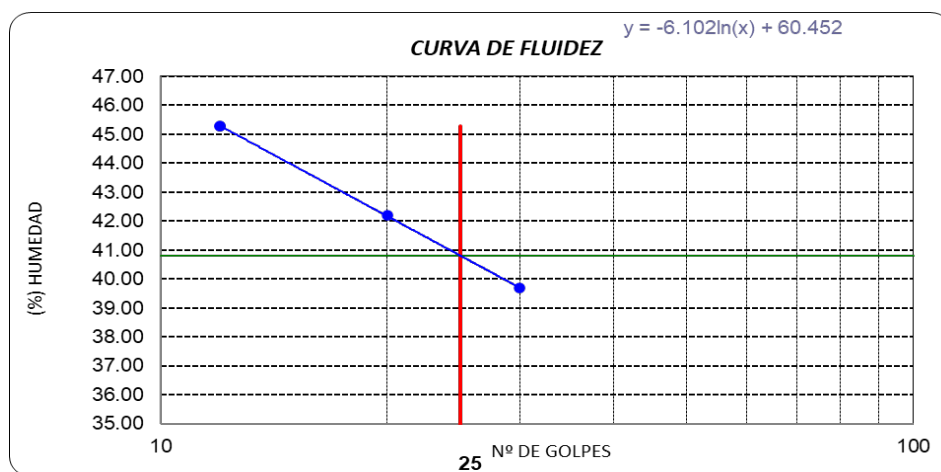
Tabla 29: Resultados del ensayo del límite líquido, plástico e índice de plasticidad.

CONSISTENCIA FISICA DE LA MUESTRA	
Límite Líquido	40.81
Límite Plástico	14.62
Índice de Plasticidad	26.19

Fuente: Elaboración del autor.

Comentario: la humedad obtenida es 42.19 % para unos 25 golpes.

Gráfica 2: Curva de fluidez de la muestra.



Fuente: Elaboración del autor.

Comentario: anteriormente se observa cual es la consistencia física de la muestra ensayada, con un límite plástico de 40.81% y un índice de plasticidad de 14.62%; considerando que estas propiedades son importantes para la elección de un tipo de suelo.

Clasificación Unificada de Suelos

Tras realizar esta clasificación podremos conocer la cantidad de partículas gruesas y finas que presenta un suelo analizado, según la norma nos dice que a partir del tamiz N° 200 se podrá definir si un suelo es de partículas gruesas o finas, ya que si la mitad o más de ella queda retenida en el tamiz este suelo será de tipo grueso, pero si la mitad o más de ella pasa el suelo será de tipo fino.

Tras realizar el ensayo se vio que más de la mitad de la muestra ensayada pasa por el tamiz N° 200, por lo que se clasificó como un suelo con partículas finas. Para el sistema AASHTO se tienen dos criterios o clasificaciones del material, están los limos arcillosos y granulares. Serán materiales granulares aquellos que pasan por el tamiz un valor igual o menor del 35% del material y cuando el material que pases es más del 35% por ciento serán limos arcillosos. Para este ensayo el material que pasó fue más del 35% por el tamiz N°200 clasificándose el suelo como Limo arcilloso.

Tabla 30: Ensayo de límite de Atterberg.

Ensayo de Límite de Atterberg	
Límite líquido (LL):	NP 40.81 (%)
Límite Plástico (LP):	NP 14.62 (%)
Índice Plástico (IP):	NP 26.19 (%)
Clasificación (S.U.C.S.):	CL
Descripción del suelo: Arcilla de baja plasticidad con arena	
Clasificación (AASHTO):	A-6 (14)

Fuente: Elaboración del autor.

Ensayo de resistencia a compresión

Ensayo a la compresión al 1.5% se hicieron 6 muestras de las cuales escogí 5 muestras dando como resultado 22 kg/ cm².

Tabla 31: Dosificaciones para 1.5% de adición.

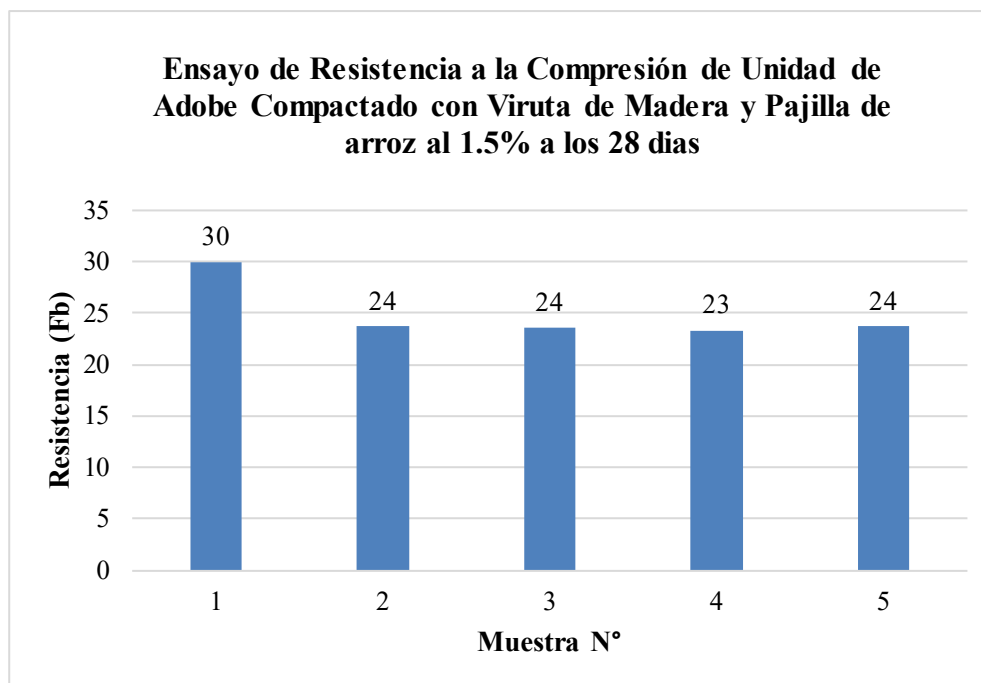
Muestra N°	Denominación de la unidad	Área bruta (cm ²)	Carga (kg)	Fb (kg/cm ²)
01	Adobe (0.75% de pajilla + 0.75% de viruta de madera)	450	14660	30
02	Adobe (0.75% de pajilla + 0.75% de viruta de madera)	450	11590	24
03	Adobe (0.75% de pajilla + 0.75% de viruta de madera)	450	11530	24
04	Adobe (0.75% de pajilla + 0.75% de viruta de madera)	450	11410	23
05	Adobe (0.75% de pajilla + 0.75% de viruta de madera)	450	11580	24

Fuente: Elaboración del autor.

Tabla 32: Desviación estándar y coeficiente de variación para 1.5% de adición.

Promedio (P):	25
Desviación estandar (σ):	2.87
Coeficiente de variación (V%):	0.03
F'b (kg/cm2)	22

Fuente: Elaboración del autor.

Gráfica 3: Ensayo de resistencia a compresión para 1.5% de adición.

Fuente: Elaboración del autor.

Ensayo a la compresión al 3% se hicieron 6 muestras de la misma manera escogí 5 muestras dando como resultado un FC= 20 kg/ cm².

Tabla 33 : Dosificaciones para 3.0% de adición.

Muestra N°	Denominación de la unidad Adobe Compactado al 3% (viruta de madera y pajilla de arroz)	Área bruta (cm ²)	Carga (kg)	Fb (kg/cm ²)
01	Adobe (1.5% de pajilla + 1.5% de viruta de madera)	450	10670	22
02	Adobe (1.5% de pajilla + 1.5% de viruta de madera)	450	10610	22
03	Adobe (1.5% de pajilla + 1.5% de viruta de madera)	450	9960	20
04	Adobe (1.5% de pajilla + 1.5% de viruta de madera)	450	9970	20
05	Adobe (1.5% de pajilla + 1.5% de viruta de madera)	450	10120	21

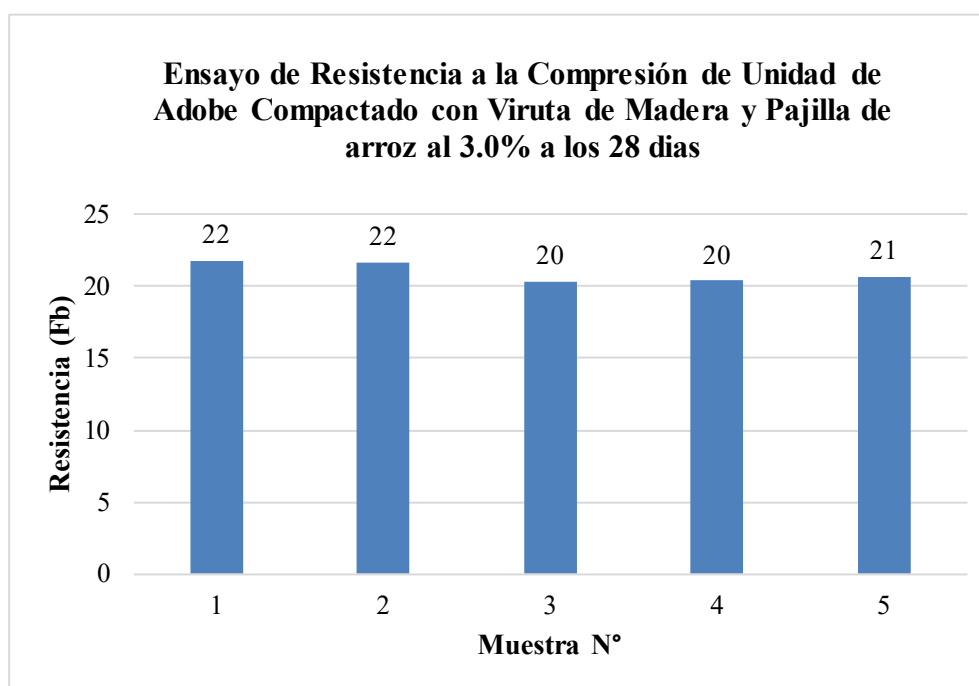
Fuente: Elaboración del autor.

Tabla 34: Desviación estándar y coeficiente de variación para 3.0% de adición.

Promedio (P):	21
Desviación estandar (σ):	0.71
Coeficiente de variación (V%):	0.01
F'c (kg/cm²)	20

Fuente: Elaboración del autor.

Gráfica 4: Ensayo de resistencia a compresión para 3.0% de adicción.



Fuente: Elaboración del autor.

Ensayo a la compresión al 4.5 % se hicieron 6 muestras de la misma manera escogí 5 muestras dando como resultado un FC= 18 kg/ cm²

Tabla 35: Dosificaciones para 4.5% de adición.

Muestra N°	Denominación de la unidad	Área bruta (cm ²)	Carga (kg)	Fc (kg/cm ²)
01	Adobe (2.25% de pajilla + 2.25% de viruta de madera)	450	9410	19
02	Adobe (2.25% de pajilla + 2.25% de viruta de madera)	450	9970	20
03	Adobe (2.25% de pajilla + 2.25% de viruta de madera)	450	8950	18
04	Adobe (2.25% de pajilla + 2.25% de viruta de madera)	450	9970	20
05	Adobe (2.25% de pajilla + 2.25% de viruta de madera)	450	9085	19

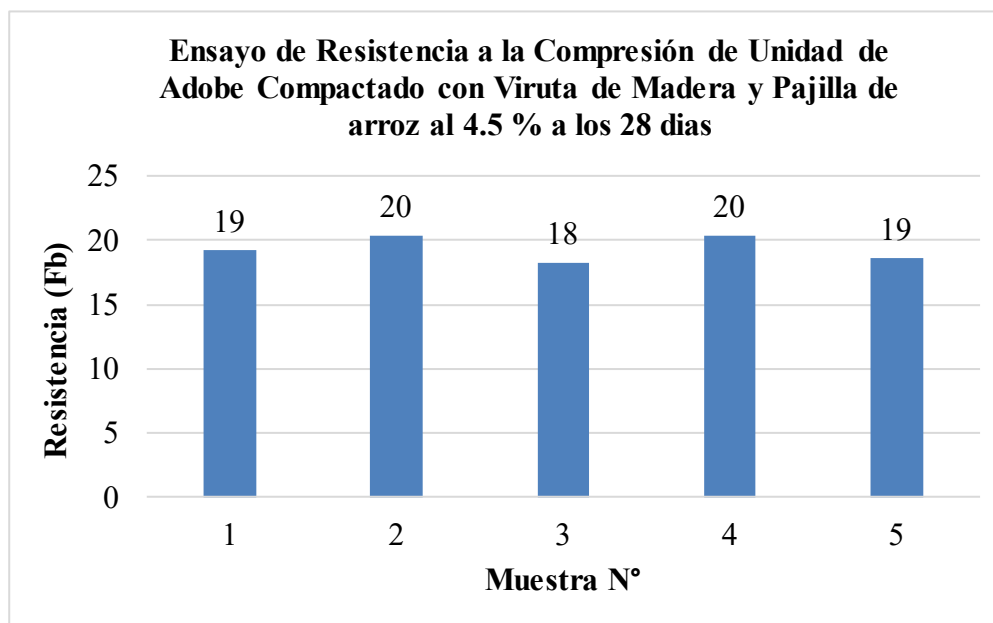
Fuente: Elaboración del autor.

Tabla 36: Desviación estándar y coeficiente de variación para 4.5% de adición.

Promedio (P):	19
Desviación estandar (σ):	0.98
Coeficiente de variación (V%):	0.01
F'C (kg/cm²)	18

Fuente: Elaboración del autor.

Gráfica 5: Ensayo de resistencia a compresión para 4.5% de adición.



Fuente: Elaboración del autor.

Ensayo de resistencia a compresión del adobe sin adición.

En este ensayo se realizaron adobes normales, lo cual después de los 28 días de secado se llevaron a cabo el ensayo dando como resultado un $f_c = 14 \text{ kg/cm}^2$.

Tabla 37: Dosificaciones para adobe sin adición.

Muestra N°	Denominación de la unidad Adobe Compactado al 3% (viruta de madera y pajilla de arroz)	Área bruta (cm^2)	Carga (kg)	Fc (kg/cm^2)
01	ADOBE PATRON	450	7170	15
02	ADOBE PATRON	450	6950	14
03	ADOBE PATRON	450	10130	21
04	ADOBE PATRON	450	7380	15
05	ADOBE PATRON	450	9160	19

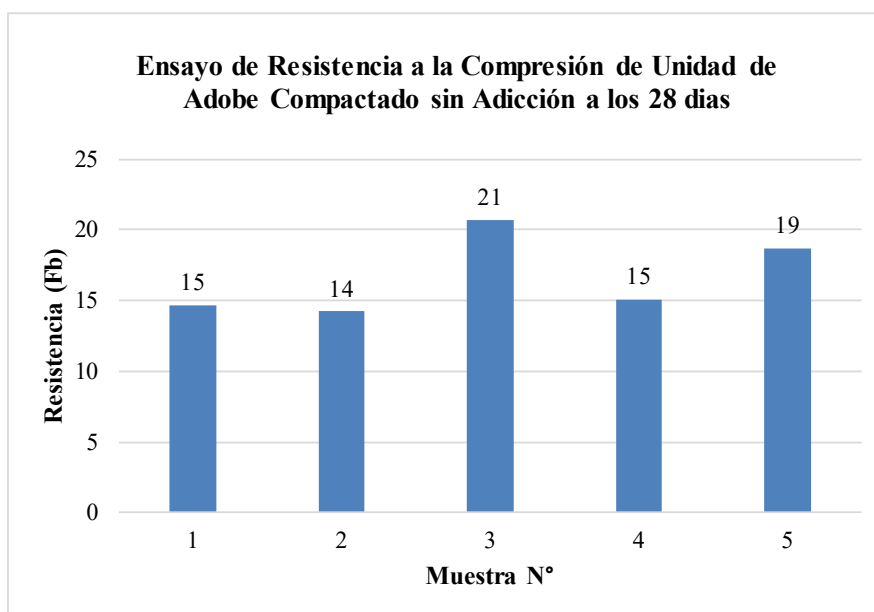
Fuente: Elaboración del autor.

Tabla 38: Desviación estándar y coeficiente de variación adobe sin adición.

Promedio (P):	17
Desviación estandar (σ):	2.88
Coeficiente de variación (V%):	0.03
F'c (kg/cm^2):	14

Fuente: Elaboración del autor.

Gráfica 6: Ensayo de resistencia a compresión sin adición



Fuente: Elaboración del autor.

Ensayo de compresión de cubos

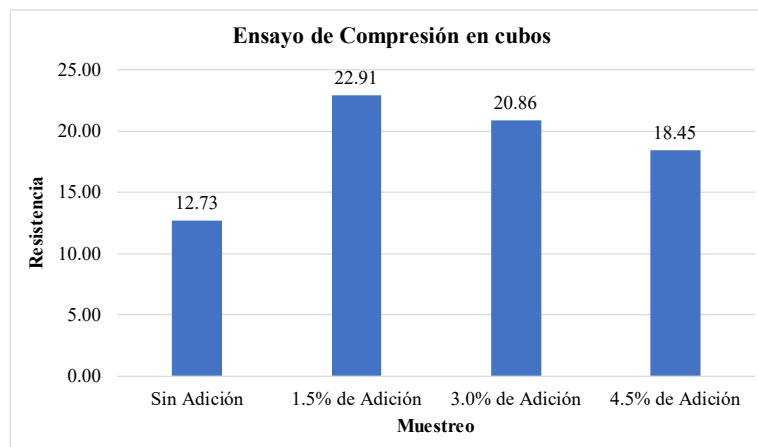
En este cuadro se presenta los resultados de los ensayos del adobe normal y de las tres adiciones de adobe compactado lo cual como resultado nos da que el adobe compactado al 1.5% de adición de viruta de madera y pajilla de arroz tiene un $f_c=22.91\text{kg/cm}^2$ logrando un resultado satisfactoriamente, seguido de la adición de 3% con un $f_c= 20.8 \text{ kg/cm}^2$ y el 4.5% nos da un $f_c=18.45\text{kg/cm}^2$ y el adobe sin adición nos da un resultado de 12.73 kg/cm^2 .

Tabla 39: Dosificaciones para cada porcentaje de adición para el ensayo de compresión de cubos.

Edad del Muestreo (Días de curado)	Descripción	P= Carga máxima de rotura (Kg)	Largo cm	Ancho cm	A= Área de la sección transversal (cm ²)	f _c = Resistencia a la Compresión (Kg/cm ²)	TOTAL PROM (Kg/cm ²)
28 Días de adobe sin adición	ADOBE PATRON	1500	10.0	10.0	100.00	15.00	12.73
		1230	10.0	10.0	100.00	12.30	
		880	10.0	10.0	100.00	8.80	
		1250	10.0	10.0	100.00	12.50	
		1340	10.0	10.0	100.00	13.40	
		1510	10.0	10.0	100.00	15.10	
		1480	10.0	10.0	100.00	14.80	
		990	10.0	10.0	100.00	9.90	
28 Días de adobe compactado con adición de viruta de madera y pajilla de arroz al 1.5%	Adobe (0.75% de pajilla + 0.75% de viruta de madera)	2070	10.0	10.0	100.00	20.70	22.91
		2100	10.0	10.0	100.00	21.00	
		2490	10.0	10.0	100.00	24.90	
		2110	10.0	10.0	100.00	21.10	
		2310	10.0	10.0	100.00	23.10	
		2650	10.0	10.0	100.00	26.50	
		2340	10.0	10.0	100.00	23.40	
		2260	10.0	10.0	100.00	22.60	
28 Días de adobe compactado con adición de viruta de madera y pajilla de arroz al 3 %	Adobe (1.5% de pajilla + 1.5% de viruta de madera)	2260	10.0	10.0	100.00	22.60	20.86
		2070	10.0	10.0	100.00	20.70	
		1640	10.0	10.0	100.00	16.40	
		2150	10.0	10.0	100.00	21.50	
		2300	10.0	10.0	100.00	23.00	
		1960	10.0	10.0	100.00	19.60	
		2120	10.0	10.0	100.00	21.20	
		2190	10.0	10.0	100.00	21.90	
28 Días de adobe compactado con adición de viruta de madera y pajilla de arroz al 4.5%	Adobe (2.25% de pajilla + 2.25% de viruta de madera)	2210	10.0	10.0	100.00	22.10	18.45
		1850	10.0	10.0	100.00	18.50	
		1620	10.0	10.0	100.00	16.20	
		2360	10.0	10.0	100.00	23.60	
		1990	10.0	10.0	100.00	19.90	
		1500	10.0	10.0	100.00	15.00	
		1290	10.0	10.0	100.00	12.90	
		1940	10.0	10.0	100.00	19.40	

Fuente: Elaboración del autor.

Gráfica 7: Ensayo a compresión de cubos del adobe compactado con las adiciones de 1.5%, 3.0%, 4.5% y el adobe normal



Fuente: Elaboración del autor.

Ensayo a flexión de adobe

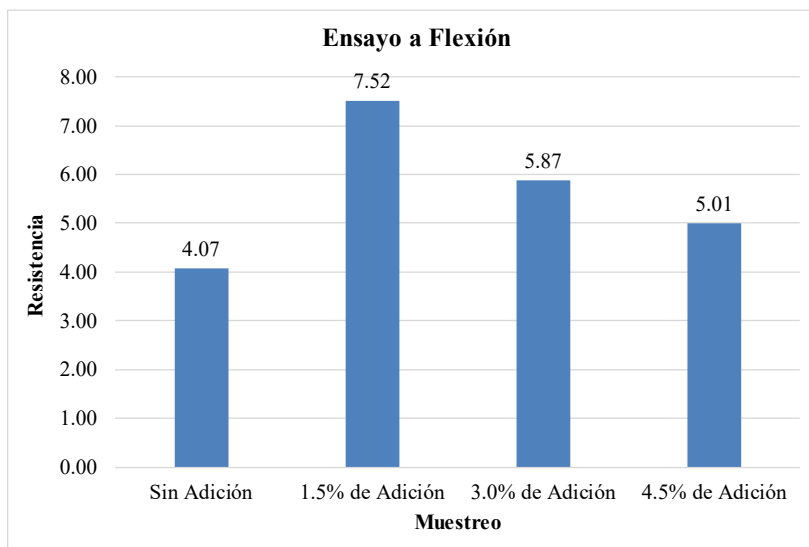
En este ensayo tanto el adobe normal y el adobe compactado con las adiciones de 1.5%, 3% y 4.5% dan un resultado favorable pero el adobe al 1.5% da un $f_c = 7.38 \text{ kg/cm}^2$ lo cual es un resultado óptimo.

Tabla 40: Dosificaciones para cada porcentaje de adición para el ensayo de flexión de adobe.

Edad del Muestreo	Descripción del Especimen	P= Carga máxima de rotura (Kg)	LADOS DEL ADOQUIN			LONGITUD ENTRE APOYOS (cm)	Módulo de Rotura (Kg/cm ²) Mr	TOTAL PROM
			Largo (cm)	Ancho (cm)	Altura (cm)			
28 Días de adobe sin adición	ADOBE PATRÓN	510	30.00	15.00	10.00	27.00	4.59	4.07
		400	30.00	15.00	10.00	27.00	3.60	
		380	30.00	15.00	10.00	27.00	3.42	
		520	30.00	15.00	10.00	27.00	4.68	
28 Días de adobe compactado con adición de viruta de madera y pajilla de arroz al 1.5%	Adobe (0.75% de pajilla + 0.75% de viruta de madera)	810	30.00	15.00	10.00	27.00	7.29	7.52
		850	30.00	15.00	10.00	27.00	7.65	
		790	30.00	15.00	10.00	27.00	7.11	
		890	30.00	15.00	10.00	27.00	8.01	
28 Días de adobe compactado con adición de viruta de madera y pajilla de arroz al 3%	Adobe (1.50% de pajilla + 1.50% de viruta de madera)	660	30.00	15.00	10.00	27.00	5.94	5.87
		590	30.00	15.00	10.00	27.00	5.31	
		720	30.00	15.00	10.00	27.00	6.48	
		640	30.00	15.00	10.00	27.00	5.76	
28 Días de adobe compactado con adición de viruta de madera y pajilla de arroz al 4.5%	Adobe (2.25% de pajilla + 2.25% de viruta de madera)	590	30.00	15.00	10.00	27.00	5.31	5.01
		540	30.00	15.00	10.00	27.00	4.86	
		550	30.00	15.00	10.00	27.00	4.95	
		545	30.00	15.00	10.00	27.00	4.91	

Fuente: Elaboración del autor.

Gráfica 8: Ensayo a flexión del adobe compactado con las adiciones de 1.5%, 3.0%, 4.5% y el adobe normal.



Fuente: Elaboración del autor.

Ensayo de resistencia del mortero a la tracción

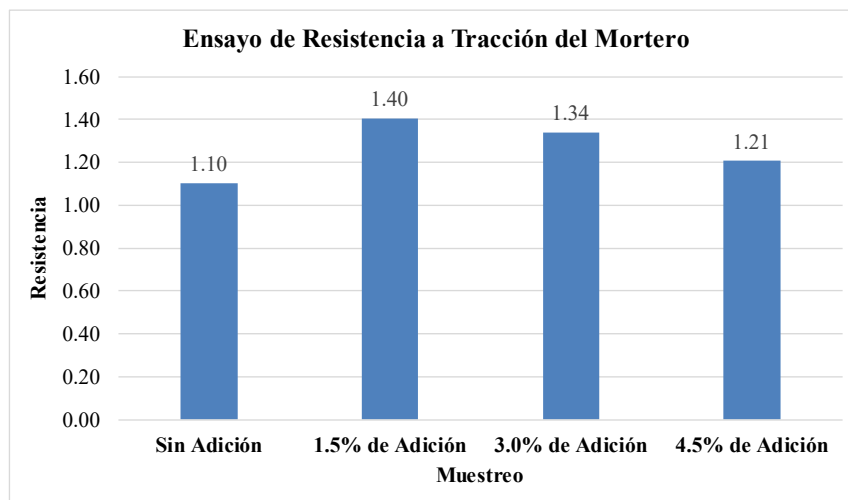
Se puede observar que los resultados son diversos, pero lo más notorio es que las muestras ensayadas cumplieron con el valor indicado en la norma, a la vez se puede ver que el adobe patrón es el de menor resistencia con respecto a los adobes que presentan adición, pero la que tiene mayor resistencia es el adobe con una dosificación del 1.5% con una resistencia de 1.40 kg/cm².

Tabla 41: Dosificaciones para cada porcentaje de adición para el ensayo de resistencia del mortero a la tracción.

Muestra N°	Identificación	Fecha de asentado (Días)	Fecha de ensayo (Días)	Edad (Días)	L (cm)	A (cm)	Área bruta (cm ²)	Carga (kg)	Esfuerzo de compresión a la adherencia (kg/cm ²)	TOTAL PROMEDIO (kg/cm ²)
01	Mortero patrón	22/05/2023	19/06/2023	28	30.0	22.0	1320	1310	1.0	1.10
02		22/05/2023	19/06/2023	28	30.0	22.0	1320	1450	1.1	
03		22/05/2023	19/06/2023	28	30.0	22.0	1320	1610	1.2	
01	Adobe Compactado con Adición de Viruta de Madera y Pajilla de Arroz al 4.5% (2.25% de Viruta de Madera + 2.25 de Pajilla de Arroz)	22/05/2023	19/06/2023	28	30.0	22.0	1320	1660	1.3	1.21
02		22/05/2023	19/06/2023	28	30.0	22.0	1320	1540	1.2	
03		22/05/2023	19/06/2023	28	30.0	22.0	1320	1580	1.2	
01	Adobe Compactado con Adición de Viruta de Madera y Pajilla de Arroz al 3.0% (1.5% de Viruta de Madera + 1.5 de Pajilla de Arroz)	22/05/2023	19/06/2023	28	30.0	22.0	1320	1750	1.3	1.34
02		22/05/2023	19/06/2023	28	30.0	22.0	1320	1890	1.4	
03		22/05/2023	19/06/2023	28	30.0	22.0	1320	1670	1.3	
01	Adobe Compactado con Adición de Viruta de Madera y Pajilla de Arroz al 1.5% (0.75% de Viruta de Madera + 0.75 de Pajilla de Arroz)	22/05/2023	19/06/2023	28	30.0	22.0	1320	1780	1.3	1.40
02		22/05/2023	19/06/2023	28	30.0	22.0	1320	1920	1.5	
03		22/05/2023	19/06/2023	28	30.0	22.0	1320	1860	1.4	

Fuente: Elaboración del autor.

Gráfica 9: Ensayo de resistencia a tracción del mortero con las adiciones de 1.5%, 3.0%, 4.5% y sin adición.



Fuente: Elaboración del autor.

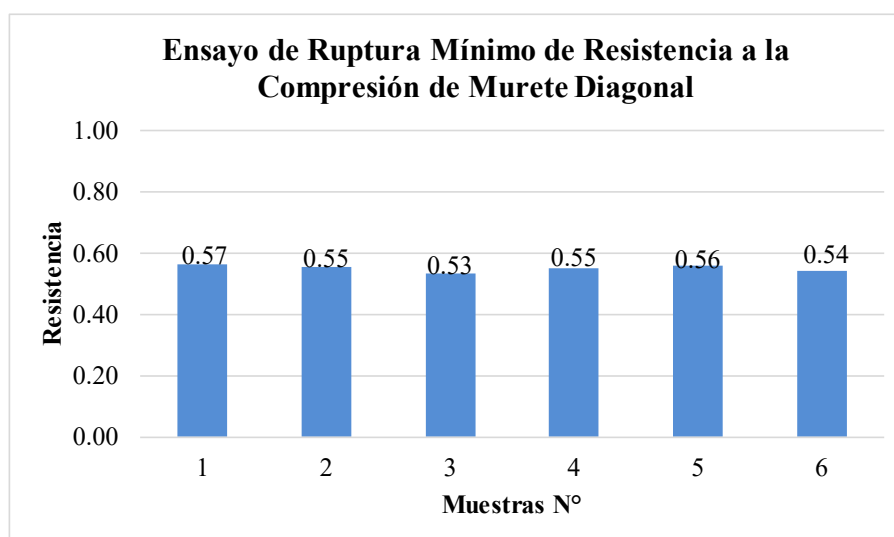
Ensayo de compresión diagonal en muretes

Según el cuadro nos da el resultado de compresión de murete en diagonal de $f_c=0.55$ kg/cm² al 1.5% de adiciones. Teniendo en cuenta con la norma este ensayo se realiza después de los 28 días de secado el muro, logrando así con este porcentaje tener el mayor resultado y también pasando con la resistencia de lo requerido a la norma.

Tabla 42: Dosificaciones para 1.5% de adición para el ensayo de compresión diagonal en muretes.

Muestra N°	IDENTIFICACIÓN	Fecha de Elaboración	Fecha de Ensayo	Edad (días)	Espesor cm	Longitud cm	Altura cm	Área 1 cm ²	Área 2 cm ²	P kgf	Resistencia Compresión kgf/cm ²
01	ADOBE_1.5% (0.75%VIRUTA DE MADERA+ 0.75%PAJILLA DE ARROZ) Y COMPACTADO	22/05/2023	19/06/2023	28	15.0	62.0	65.0	930	975	1077	0.57
02	ADOBE_1.5% (0.75%VIRUTA DE MADERA+ 0.75%PAJILLA DE ARROZ) Y COMPACTADO	22/05/2023	19/06/2023	28	15.0	62.0	65.0	930	975	1054	0.55
03	ADOBE_1.5% (0.75%VIRUTA DE MADERA+ 0.75%PAJILLA DE ARROZ) Y COMPACTADO	22/05/2023	19/06/2023	28	15.0	62.0	65.0	930	975	1019	0.53
04	ADOBE_1.5% (0.75%VIRUTA DE MADERA+ 0.75%PAJILLA DE ARROZ) Y COMPACTADO	22/05/2023	19/06/2023	28	15.0	62.0	65.0	930	975	1047	0.55
05	ADOBE_1.5% (0.75%VIRUTA DE MADERA+ 0.75%PAJILLA DE ARROZ) Y COMPACTADO	22/05/2023	19/06/2023	28	15.0	62.0	65.0	930	975	1062	0.56
06	ADOBE_1.5% (0.75%VIRUTA DE MADERA+ 0.75%PAJILLA DE ARROZ) Y COMPACTADO	22/05/2023	19/06/2023	28	15.0	62.0	65.0	930	975	1033	0.54
PROMEDIO DE LAS 4 MEJORES MUESTRAS_V'm promedio:									0.56		(Kg/cm ²)

Fuente: Elaboración del autor.

Gráfica 10: Ensayo de ruptura mínima de la resistencia a la compresión de murete diagonal.

Fuente: Elaboración del autor.

El gráfico de barras nos muestra los valores de las 6 muestras ensayadas.

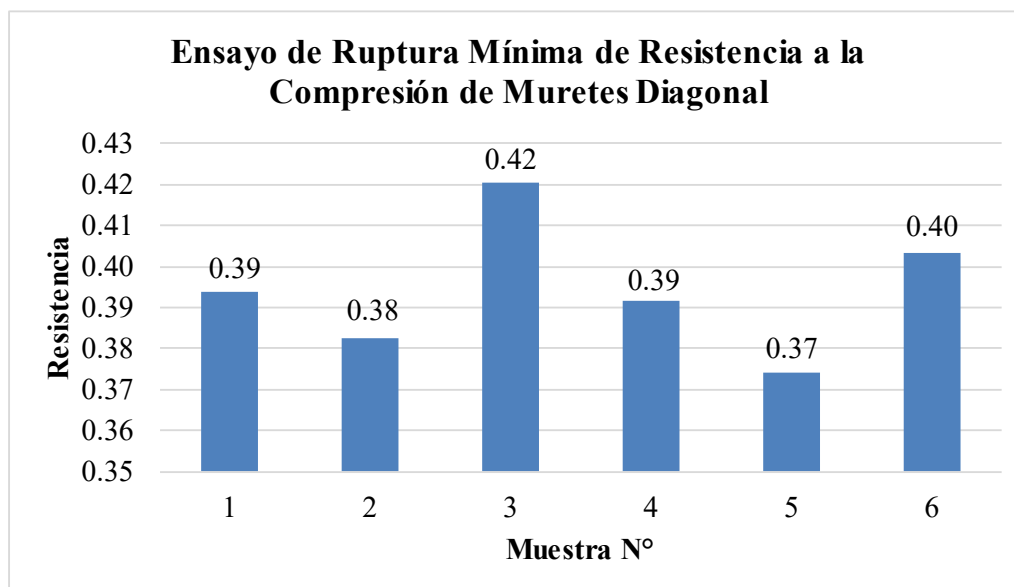
➤ Con respecto al ensayo de ruptura mínima con el 3% de adición de viruta de madera y pajilla de arroz nos da una resistencia a compresión del murete en diagonal de las 6 muestras en promedio un resultado de $f'c = 0.4 \text{ kg/cm}^2$, teniendo en cuenta la norma E 080 este valor obtenido es mayor a lo requerido.

Tabla 43: Dosificaciones para 3.0% de adición para el ensayo de compresión diagonal en muretes.

Muestra N°	IDENTIFICACIÓN	Fecha de Elaboración	Fecha de Ensayo	Edad (días)	Espesor cm	Longitud cm	Altura cm	Área 1 cm2	Área 2 cm2	P kgf	Resistencia Compresión kgf/cm2
01	ADOBE_3.0% (1.5%VIRUTA DE MADERA+ 1.5%PAJILLA DE ARROZ) Y COMPACTADO	22/05/2023	19/06/2023	28	15.0	62.0	65.0	930	975	750	0.39
02	ADOBE_3.0% (1.5%VIRUTA DE MADERA+ 1.5%PAJILLA DE ARROZ) Y COMPACTADO	22/05/2023	19/06/2023	28	15.0	62.0	65.0	930	975	729	0.38
03	ADOBE_3.0% (1.5%VIRUTA DE MADERA+ 1.5%PAJILLA DE ARROZ) Y COMPACTADO	22/05/2023	19/06/2023	28	15.0	62.0	65.0	930	975	801	0.42
04	ADOBE_3.0% (1.5%VIRUTA DE MADERA+ 1.5%PAJILLA DE ARROZ) Y COMPACTADO	22/05/2023	19/06/2023	28	15.0	62.0	65.0	930	975	746	0.39
05	ADOBE_3.0% (1.5%VIRUTA DE MADERA+ 1.5%PAJILLA DE ARROZ) Y COMPACTADO	22/05/2023	19/06/2023	28	15.0	62.0	65.0	930	975	713	0.37
06	ADOBE_3.0% (1.5%VIRUTA DE MADERA+ 1.5%PAJILLA DE ARROZ) Y COMPACTADO	22/05/2023	19/06/2023	28	15.0	62.0	65.0	930	975	768	0.40
PROMEDIO DE LAS 4 MEJORES MUESTRAS_V'm promedio:										0.40	(Kg/cm2)

Fuente: Elaboración del autor.

Gráfica 11: Ensayo de ruptura mínima de resistencia a la compresión de muretes diagonal



Fuente: Elaboración del autor.

En el gráfico de barras se tiene los ensayos de los 6 muros después de los 28 días de secado dando valores que están dentro de lo requerido de la norma E 080.

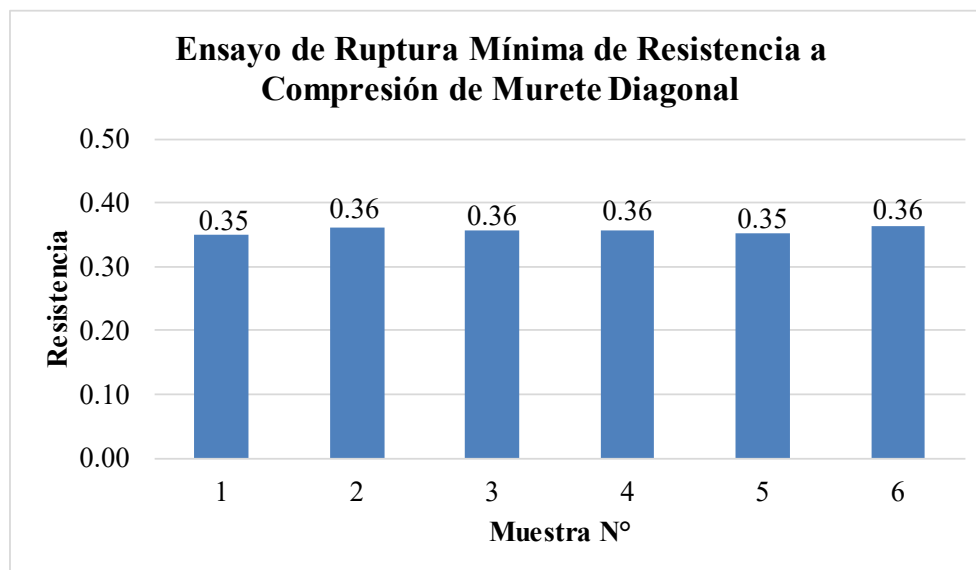
➤ De acuerdo a la ruptura mínima de las 6 muestras de adobe compactado ensayado al 4.5% de adición de viruta de madera y pajilla de arroz tenemos como resistencia a la compresión del murete diagonal un resultado promedio de $f'c = 0.346 \text{ kg/cm}^2$ que de acuerdo con la norma se cumple con lo requerido.

Tabla 44: Dosificaciones para 4.5% de adición para el ensayo de compresión diagonal en muretes.

Muestra N°	IDENTIFICACIÓN	Fecha de Elaboración	Fecha de Ensayo	Edad (días)	Espesor cm	Longitud cm	Altura cm	Área 1 cm2	Área 2 cm2	P kgf	Resistencia Compresión kgf/cm2
01	ADobe 4.5% (2.25%VIRUTA DE MADERA+ 2.25%PAJILLA DE ARROZ) Y COMPACTADO	22/05/2023	19/06/2023	28	15.0	62.0	65.0	930	975	666	0.35
02	ADobe 4.5% (2.25%VIRUTA DE MADERA+ 2.25%PAJILLA DE ARROZ) Y COMPACTADO	22/05/2023	19/06/2023	28	15.0	62.0	65.0	930	975	687	0.36
03	ADobe 4.5% (2.25%VIRUTA DE MADERA+ 2.25%PAJILLA DE ARROZ) Y COMPACTADO	22/05/2023	19/06/2023	28	15.0	62.0	65.0	930	975	679	0.36
04	ADobe 4.5% (2.25%VIRUTA DE MADERA+ 2.25%PAJILLA DE ARROZ) Y COMPACTADO	22/05/2023	19/06/2023	28	15.0	62.0	65.0	930	975	681	0.36
05	ADobe 4.5% (2.25%VIRUTA DE MADERA+ 2.25%PAJILLA DE ARROZ) Y COMPACTADO	22/05/2023	19/06/2023	28	15.0	62.0	65.0	930	975	670	0.35
06	ADobe 4.5% (2.25%VIRUTA DE MADERA+ 2.25%PAJILLA DE ARROZ) Y COMPACTADO	22/05/2023	19/06/2023	28	15.0	62.0	65.0	930	975	693	0.36
PROMEDIO DE LAS 4 MEJORES MUESTRAS_V m promedio:										0.36	(Kg/cm2)

Fuente: Elaboración del autor.

Gráfica 12: Ensayo de ruptura mínima de la resistencia a la compresión de murete diagonal del adobe compactado con 4.5% de adición de viruta de madera y pajilla de arroz.



Fuente: Elaboración del autor.

En este grafico tenemos el resultado de las 6 muestras de muretes diagonal ensayadas después de los 28 días del secado correspondiente, y también comparado con la norma tenemos un resultado que se está dentro de la dentro de la resistencia de la ruptura minia de resistencia a la compresión requerida.

- El ensayo del adobe normal nos da como resultado $f_c = 0.34 \text{ kg/cm}^2$.

Tabla 45: Muestra de adobe normal para el ensayo de compresión diagonal en muretes.

Muestra N°	IDENTIFICACIÓN	Fecha de Elaboración	Fecha de Ensayo	Edad (días)	Espesor cm	Longitud cm	Altura cm	Área 1 cm2	Área 2 cm2	P kgf	Resistencia Compresión kgf/cm2
01	ADOBE PATRON	22/05/2023	19/06/2023	28	15.0	62.0	65.0	930	975	646	0.34
02	ADOBE PATRON	22/05/2023	19/06/2023	28	15.0	62.0	65.0	930	975	650	0.34
03	ADOBE PATRON	22/05/2023	19/06/2023	28	15.0	62.0	65.0	930	975	641	0.34
04	ADOBE PATRON	22/05/2023	19/06/2023	28	15.0	62.0	65.0	930	975	680	0.36
05	ADOBE PATRON	22/05/2023	19/06/2023	28	15.0	62.0	65.0	930	975	600	0.31
06	ADOBE PATRON	22/05/2023	19/06/2023	28	15.0	62.0	65.0	930	975	626	0.33
PROMEDIO DE LAS 4 MEJORES MUESTRAS_ V'm promedio:										0.34	(Kg/cm2)

Fuente: Elaboración del autor.

Según los resultados del ensayo obtenido de los adobes compactados más el adobe normal, el ensayo de la adición del 1.5% es la de mayor resultado con un $f_c=0.55$ kg/cm², cabe recalcar que todas las muestras cumplen, pero la de 1.5% es la de mejor resultado.

Ensayo de absorción

Tabla 46: Dosificaciones para 1.5% de adición para el ensayo de absorción.

Muestra N°	Denominación de la unidad	G4 (g)	G3 (g)	A (%)
01	Adobe (0.75% de pajilla + 0.75% de viruta de madera)	5552	5398	2.9
02	Adobe (0.75% de pajilla + 0.75% de viruta de madera)	5545	5434	2.0
03	Adobe (0.75% de pajilla + 0.75% de viruta de madera)	5558	5410	2.7
04	Adobe (0.75% de pajilla + 0.75% de viruta de madera)	5600	5480	2.2
05	Adobe (0.75% de pajilla + 0.75% de viruta de madera)	5650	5530	2.2
Promedio				2.4

Fuente: Elaboración del autor.

Para este ensayo después de haber realizado el sacado de los 28 días se ensayaron 6 muestras de las cuales descartamos una y nos quedamos con 5 obteniendo como promedio 2.4% de absorción de agua en cuanto al adobe compactado al 1.5% de adición que vendría a ser (0.75% de viruta de madera + 0.75% de pajilla de arroz).

Tabla 47: Dosificaciones para 3.0% de adición para el ensayo de absorción.

Muestra N°	Denominación de la unidad	G4 (g)	G3 (g)	A (%)
01	Adobe (1.5% de pajilla + 1.5% de viruta de madera)	6560	6472	1.4
02	Adobe (1.5% de pajilla + 1.5% de viruta de madera)	6520	6410	1.7
03	Adobe (1.5% de pajilla + 1.5% de viruta de madera)	6580	6430	2.3
04	Adobe (1.5% de pajilla + 1.5% de viruta de madera)	6480	6338	2.2
05	Adobe (1.5% de pajilla + 1.5% de viruta de madera)	6390	6264	2.0
Promedio				1.9

Fuente: Elaboración del autor.

Tabla 48: Dosificaciones para 4.5% de adición para el ensayo de absorción

Muestra N°	Denominación de la unidad	G4 (g)	G3 (g)	A (%)
01	Adobe (2.25% de pajilla + 2.25% de viruta de madera)	6518	6435	1.3
02	Adobe (2.25% de pajilla + 2.25% de viruta de madera)	6524	6420	1.6
03	Adobe (2.25% de pajilla + 2.25% de viruta de madera)	6584	6480	1.6
04	Adobe (2.25% de pajilla + 2.25% de viruta de madera)	6582	6470	1.7
05	Adobe (2.25% de pajilla + 2.25% de viruta de madera)	6602	6510	1.4
			Promedio	1.5

Fuente: Elaboración del autor.

Tabla 49: Ensayo de absorción para el adobe normal Fuente: Elaboración del autor.

Muestra N°	Denominación de la unidad	G4 (g)	G3 (g)	A (%)
01	ADOBE NORMAL	5430	5380	0.9
02	ADOBE NORMAL	5490	5354	2.5
03	ADOBE NORMAL	5481	5374	2.0
04	ADOBE NORMAL	5365	5290	1.4
05	ADOBE NORMAL	5425	5410	0.3
			Promedio	1.4

Fuente: Elaboración del autor.

Tanto las muestras de adobe con los porcentajes de 1.5%, 3%, 4.5% y la muestra patrón están dentro de lo requerido de la norma E080.

Ensayo de compresión: Muretes de adobe o tapial

Tabla 50: Ensayo de adobe compactado al 1.5% para el ensayo de compresión de muretes de adobe o tapial.

Muestra N°	Identificación	Fecha de asentado (Días)	Fecha de ensayo (Días)	Edad (Días)	h (cm)	e (cm)	Relación (h/e)	Área bruta (cm ²)	Carga (kg)	Coef. De corrección	F'm corr. (kg/cm ²)
01	ADOBES COMPACTADO ELABORADOS CON EL 1.5% (que sería el 0.75% de viruta de madera + el 0.75% de pajilla de arroz)	22/05/2023	19/06/2026	28	31.0	12.6	2.460	300	4190	1.04	14
02		22/05/2023	19/06/2026	28	30.9	12.5	2.472	298	4410	1.04	15
03		22/05/2023	19/06/2026	28	30.6	12.7	2.409	304	4220	1.03	14
04		22/05/2023	19/06/2026	28	30.6	12.7	2.409	304	4320	1.04	15
										Promedio F'm (kg/cm2)	15

Fuente: Elaboración del autor.

Tabla 51: Dosificación 3% de adobe compactado de viruta de madera y pajilla de arroz, para el ensayo de compresión muretes de adobe o tapial

Muestra N°	Identificación	Fecha de asentado (Días)	Fecha de ensayo (Días)	Edad (Días)	h (cm)	e (cm)	Relación (h/e)	Área bruta (cm ²)	Carga (kg)	Coef. De corrección	F'm corr. (kg/cm ²)
01	ADOBES COMPACTADO ELABORADOS CON EL 3% (que sería el 1.5% de viruta de madera + el 1.5% de pajilla de arroz)	22/05/2023	19/06/2026	28	31.0	12.6	2.460	300	3150	1.04	11
02		22/05/2023	19/06/2026	28	30.9	12.5	2.472	298	3420	1.04	12
03		22/05/2023	19/06/2026	28	30.6	12.7	2.409	304	3210	1.03	11
04		22/05/2023	19/06/2026	28	30.6	12.7	2.409	304	3360	1.04	12
Promedio F'm (kg/cm2)											11

Fuente: Elaboración del autor.

Tabla 52: Dosificación 4.5% de adobe compactado con viruta de madera y pajilla de arroz para el ensayo de resistencia de murete de adobe o tapial.

Muestra N°	Identificación	Fecha de asentado (Días)	Fecha de ensayo (Días)	Edad (Días)	h (cm)	e (cm)	Relación (h/e)	Área bruta (cm ²)	Carga (kg)	Coef. De corrección	F'm corr. (kg/cm ²)
01	ADOBES COMPACTADO ELABORADOS CON EL 4.5% (que sería el 2.255% de viruta de madera + el 2.25% de pajilla de arroz)	22/05/2023	19/06/2026	28	31.0	12.6	2.460	300	1740	1.04	6
02		22/05/2023	19/06/2026	28	30.9	12.5	2.472	298	2290	1.04	8
03		22/05/2023	19/06/2026	28	30.6	12.7	2.409	304	1970	1.03	7
04		22/05/2023	19/06/2026	28	30.6	12.7	2.409	304	2210	1.04	8
Promedio F'm (kg/cm2)											7

Fuente: Elaboración del autor.

Tabla 53: Adobe normal ensayo de resistencia de mortero de adobe o tapial.

Muestra N°	Identificación	Fecha de asentado (Días)	Fecha de ensayo (Días)	Edad (Días)	h (cm)	e (cm)	Relación (h/e)	Área bruta (cm ²)	Carga (kg)	Coef. De corrección	F'm corr. (kg/cm ²)
01	ADOBE NORMAL	22/05/2023	19/06/2026	28	31.0	12.6	2.460	300	1650	1.04	6
02		22/05/2023	19/06/2026	28	30.9	12.5	2.472	298	2120	1.04	7
03		22/05/2023	19/06/2026	28	30.6	12.7	2.409	304	1850	1.03	6
04		22/05/2023	19/06/2026	28	30.6	12.7	2.409	304	1990	1.04	7
Promedio F'm (kg/cm2)											6.5

Fuente: Elaboración del autor.

La norma define $f'm$ o esfuerzo de compresión último como el valor promedio de las 4 mejores muestras de 6, la misma que debe ser mayor o igual a 6.12 Kgf/cm² dándonos el valor mayor de la adición de 1.5% un $f'm = 15$ Kgf/cm² Valor mucho mayor que lo

% mínimo solicitado. Con ello podemos hallar f_m (Esfuerzo Admisible en Compresión de la Pila). $f_m = 0.40 f'm = 6$ Kgf/cm². El esfuerzo admisible de compresión por aplastamiento se obtendría $f_{ca} = 1.25 f_m = 7.5$ Kgf/cm².

Rentabilidad del uso de viruta de madera y la pajilla de arroz

Aquí se realiza un análisis de rentabilidad, donde se tiene en cuenta el analizar los precios unitarios de la unidad de adobe convencional y las unidades de adobe con sus adiciones de viruta de madera y pajilla de arroz en porcentajes de 1.5%, 3.0% y 4.5%. Luego de realizar el análisis de los precios unitarios tanto para el adobe convencional como para los que presentan adición, se determina cuál de estos presenta el menos costo. Posterior a ello se calculó el costo de inversión anual, para después realizar un análisis con el VAN y el TIR.

Análisis de Costos Unitarios

Para este análisis se consideraron solo aquellas partidas que están siendo afectadas o manipuladas en dicha investigación, en este caso vienen siendo los muros, pero que se consideran desde su elaboración de las unidades de adobe convencional y adobes con adición de viruta de madera y pajilla de arroz.

Para realizar el cálculo de inversión de la fabricación de los adobes, primero se realiza el análisis de costos unitarios de la materia prima, que viene a ser la arcilla. Posterior a ello se hace el análisis del costo unitario por un millar de adobe fabricado tanto adobe convencional como adobes con adiciones de viruta de madera y pajilla de arroz.

Tabla 54: Análisis de costos unitarios de la arcilla.

OBTENCION DE 1M3 DE ARCILLA						
			Rdmt: 5.00 m3/día	Unidad: m3		
Descripción del Recurso	Cuadrilla	Unidad	Cantidad	P. Unit.	Subtotal	Total S/
Mano de obra						
Peón	1	hh	1.600	18.65	29.84	
Materiales						
Arcilla		m3	1.100	0.00	0.00	
Equipo						
Desgaste de herramientas		%MO	0.030	29.84	0.90	
COSTO DIRECTO:						30.74

Fuente: Elaboración del autor.

Tabla 55: Análisis de costos unitarios de la fabricación del adobe convencional.

FABRICACIÓN DE UN ADOBE CONVENCIONAL						
			Rdmto:	0.600	Unidad:	millar
Descripción del Recurso	Cuadrilla	Unidad	Cantidad	P. Unit.	Subtotal	Total S/
Mano de obra						
Oficial	1	hh	13.333	20.62	274.93	
Materiales						
Arcilla		m3	2.333	30.74	71.72	
Agua		m3	0.000	4.24	0.00	
Pajilla de arroz		kg	90.000	0.71	63.56	
Viruta de madera		kg	0.000	1.74	0.00	
Equipo						
Desgaste de herramientas		%MO	0.050	274.93	13.75	
						423.96
COSTO DIRECTO:						423.96

Fuente: Elaboración del autor.

Tabla 56: Análisis de costos unitarios de la fabricación del adobe con adición del 1.5% de viruta de madera y pajilla de arroz.

FABRICACIÓN DE UN ADOBE CON ADICIÓN DE 1.5% DE PAJILLA DE ARROZ Y VIRUTA DE MADERA						
			Rdmto:	0.600	Unidad:	millar
Descripción del Recurso	Cuadrilla	Unidad	Cantidad	P. Unit.	Subtotal	Total S/
Mano de obra						
Oficial	1	hh	13.333	19.13	255.07	
Materiales						
Arcilla		m3	2.333	30.74	71.72	
Agua		m3	0.000	4.24	0.00	
Pajilla de arroz		kg	31.500	0.71	22.25	
Viruta de madera		kg	31.500	1.74	54.72	
Equipo						
Desgaste de herramientas		%MO	0.050	255.07	12.75	
						416.51
COSTO DIRECTO:						416.51

Fuente: Elaboración del autor.

Tabla 57: Análisis de costos unitarios de la fabricación del adobe con adición del 3.0% de viruta de madera y pajilla de arroz.

FABRICACIÓN DE UN ADOBE CON ADICIÓN DE 3.0% DE PAJILLA DE ARROZ Y VIRUTA DE MADERA						
			Rdmto:	0.600	Unidad:	millar
Descripción del Recurso	Cuadrilla	Unidad	Cantidad	P. Unit.	Subtotal	Total S/
Mano de obra						
Oficial	1	hh	13.333	19.13	255.07	
Materiales						
Arcilla		m3	2.333	30.74	71.72	
Agua		m3	0.000	4.24	0.00	
Pajilla de arroz		kg	63.000	0.71	44.49	
Viruta de madera		kg	63.000	1.74	109.45	
Equipo						
Desgaste de herramientas		%MO	0.050	255.07	12.75	
						493.48
COSTO DIRECTO:						493.48

Fuente: Elaboración del autor.

Tabla 58: Análisis de costos unitarios de la fabricación del adobe con adición del 4.5% de viruta de madera y pajilla de arroz.

FABRICACION DE UN ADOBE CON ADICION DE 4.5% DE PAJILLA DE ARROZ Y VIRUTA DE MADERA						
			Rdmt:	0.600	Unidad:	millar
Descripción del Recurso	Cuadrilla	Unidad	Cantidad	P. Unit.	Subtotal	Total S/
Mano de obra						
Oficial	1	hh	13.333	19.13	255.07	
Materiales						
Arcilla		m3	2.333	30.74	71.72	
Agua		m3	0.000	4.24	0.00	
Pajilla de arroz		kg	94.500	0.71	66.74	
Viruta de madera		kg	94.500	1.74	164.17	
Equipo						
Desgaste de herramientas		%MO	0.050	255.07	12.75	
						570.45
COSTO DIRECTO:						570.45

Fuente: Elaboración del autor.

Costo total de inversión anual

Tras realizar el análisis de costos unitarios, se realiza una comparación simple donde por temas de costos se ve que la de menor costo es la fabricación de adobe con un 1.5% de viruta de madera y pajilla de arroz, ya que se calculó un costo directo de s/.416.51.

A partir de ello se hace el cálculo de inversión total anual, teniendo en consideración la región del lugar donde se desarrollará la investigación, el número de viviendas en dicho lugar, el área estimada de las paredes exteriores y el área total de adobe construido.

Tabla 59: Cálculo del costo total de inversión en la fabricación anual.

Potencial Demanda	
Cálculo de la inversión (Adobe con adición de 0.75% de pajilla de arroz + 0.75% de viruta de madera)	
Para la región Cajamarca	
Número de viviendas de adobe, según CENSO 2017	264,310 viviendas
Área estimada de paredes exteriores en una vivienda de adobe de 100 m2	125 m2
Área de adobe construidas en viviendas	33,038,750 m2
Cantidad de adobes por m2	27 und
Cantidad de adobes para las viviendas censadas	892,046,250 und
Tomando en cuenta un pequeño porcentaje de dichas viviendas como potenciales compradores, y considerando su distribución principalmente en la provincia de Cutervo, se tiene:	
Porcentaje considerado	0.2%
Cantidad de adobes a producir para el año 1 (millar):	1,784 millar
Costo de producción de 1 millar de adobe	S/416.51
Costo total de inversión para el año 1:	S/743,086.70

Fuente: Elaboración del autor.

Análisis con el VAN y TIR

Se realiza este análisis con el fin de ver que tan rentable es la fabricación de los adobes con adiciones de viruta de madera y pajilla de arroz. El TIR significa tasa interna de retorno, este es un indicador que garantiza la rentabilidad de un proyecto o una inversión. En cambio, el VAN significa valor actual neto, este es un criterio de inversión que permite las actualizaciones tanto de cobros y pagos de un proyecto o inversión.

Para este análisis se consideró primero un costo de inversión inicial de **S/743,087.53**, como también tener en cuenta consideraciones iniciales, tales como el tener una **ganancia del 5%** y el IGV del 18%. Se calcularon el precio de venta que es el precio de compra más la ganancia. Posterior a ello se proyecta el valor mínimo de venta que es de 90% al año, con unos ingresos de 1.15% y egresos de 1.02%.

Tabla 60: Flujos de egresos e ingresos del proyecto de inversión.

Año	Flujo de egresos	Flujo de ingresos	Flujo efectivo neto
1	S/743,086.70	S/828,615.98	S/85,529.28
2	S/757,948.43	S/952,908.37	S/194,959.94
3	S/773,107.40	S/1,095,844.63	S/322,737.23
4	S/788,569.55	S/1,260,221.32	S/471,651.77
5	S/804,340.94	S/1,449,254.52	S/644,913.58
6	S/820,427.76	S/1,666,642.70	S/846,214.94
7	S/836,836.31	S/1,916,639.10	S/1,079,802.79
8	S/853,573.04	S/2,204,134.97	S/1,350,561.93
9	S/870,644.50	S/2,534,755.22	S/1,664,110.72
10	S/888,057.39	S/2,914,968.50	S/2,026,911.11
11	S/905,818.54	S/3,352,213.77	S/2,446,395.23
12	S/923,934.91	S/3,855,045.84	S/2,931,110.93
13	S/942,413.61	S/4,433,302.71	S/3,490,889.11
14	S/961,261.88	S/5,098,298.12	S/4,137,036.24
15	S/980,487.12	S/5,863,042.84	S/4,882,555.72
16	S/1,000,096.86	S/6,742,499.27	S/5,742,402.41
17	S/1,020,098.80	S/7,753,874.16	S/6,733,775.36
18	S/1,040,500.77	S/8,916,955.28	S/7,876,454.51
19	S/1,061,310.79	S/10,254,498.57	S/9,193,187.78
20	S/1,082,537.00	S/11,792,673.36	S/10,710,136.35

Fuente: Elaboración del autor.

Tabla 61:Flujo de caja y el análisis del TIR y el VAN.

NEGOCIO	
Año	Flujo de caja
0	-S/743,086.70
1	S/85,529.28
2	S/194,959.94
3	S/322,737.23
4	S/471,651.77
5	S/644,913.58
6	S/846,214.94
7	S/1,079,802.79
8	S/1,350,561.93
9	S/1,664,110.72
10	S/2,026,911.11
11	S/2,446,395.23
12	S/2,931,110.93
13	S/3,490,889.11
14	S/4,137,036.24
15	S/4,882,555.72
16	S/5,742,402.41
17	S/6,733,775.36
18	S/7,876,454.51
19	S/9,193,187.78
20	S/10,710,136.35

Tasa de descuento (K)	10%	
TIR :	52.08%	Rentable
VAN :	S/60,412.88	Ganancias

Fuente: Elaboración del autor.

Discusión

Tras haber llevado a cabo los distintos ensayos y análisis de los resultados de cada evaluación, se pueden considerar que estas han sido beneficiosos y aceptables, ya que pueden sustentar la hipótesis planteada en la presenta investigación, donde se está buscando establecer las características mecánicas y físicas del adobe compactado con 1.5%, 3.0% y 4.5% de adición de viruta de madera y pajilla de arroz del caserío de Mesarrume.

De los resultados se obtiene que con una adición del 1.5% de viruta de madera y pajilla de arroz se lograron obtener los mejores resultados con respecto a los otros porcentajes de adicción.

Caracterización del material

En lo referido a la selección o caracterización de los materiales que se usaran en la elaboración del adobe compactado, las muestras fueron extraídas del Caserío de Mesarrume, eligiendo 3 sitios distintos y donde se extrajo muestras con un peso aproximado de 500 gr (ensayos in situ), llevando a cabo ensayos en el lugar ya que es lo que establece la Norma E.080

y es un requisito que ayudara a establecer que el material que se usara es apto o no para la elaboración del adobe, es necesario mencionar que este es un método de tipo observación y sensibilidad ya que no es medible de manera cuantitativa sino cualitativa.

Del mismo modo la prueba de resistencia seca o prueba de bolita es el índice que nos indica la cantidad de arcilla que puede tener la muestra y así poder clasificarlo e indicar si es apto para su uso en la elaboración del adobe.

De esta manera también se llevó a cabo ensayos de granulometría, de cinta de barro, de resistencia seca donde la muestra 4 de la figura 11 es la que presenta el mejor comportamiento con respecto a las otras muestras. Es por ello, que esta muestra se puede definir como la muestra que mayor porcentaje de arcilla tiene y por ende puede utilizarse para la elaboración de los adobes. Los ensayos mencionados anteriormente se consideran de tipo clasificatorio, debido a que están registrados en el Reglamento Nacional de Edificaciones (E.080), donde los resultados que se obtuvieron ayudaron a la selección de la muestra.

Ensayos de laboratorio de las muestras de suelo

Tras haber definido el lugar donde se llevará a cabo la extracción de las muestras, se llevó a cabo las pruebas de laboratorio.

Lo que se realizó primero es la prueba de contenido de humedad, la muestra obtiene un porcentaje de 22.3% de humedad. Con el valor obtenido se puede conocer el contenido de agua que presenta el suelo en su estado natural, deduciendo que el suelo presenta un comportamiento estable y cohesivo adecuado, ya que esta prueba es indispensable para poder analizar el comportamiento de las muestras de suelo.

Del mismo modo el ensayo de contenido de humedad nos permite establecer la relación de agua que se usara durante la elaboración de los adobes y el mortero, considerando lo establecido en la Norma E.080 donde nos menciona que como máximo debe tener un 20% de agua tanto para la elaboración de adobes y morteros.

En lo referido a la prueba de granulometría, esta nos sirvió para poder clasificar según Asshto y SUCS de la muestra de suelo. Como resultado se obtuvo que se clasifica en un SUCS del suelo de CL es decir que es un suelo arcilloso de baja plasticidad con arena. A la vez con esta prueba se pudo identificar la clasificación por tamaños de la muestra, teniendo en consideración lo indicado en la norma donde se especifica en que cantidades se debe encontrar los finos y gruesos.

Es necesario mencionar que el material fino, en este caso las arcillas son las que determinan la trabajabilidad y consistencia de la mezcla de barro, como también que esta mezcla se adapte al molde (gabera) que se use durante la elaboración de los adobes. En el caso de los materiales gruesos estos se relacionan más con la resistencia a la compresión y a la fisuración, pero con el desarrollo de la prueba granulométrica se pudo clasificar la muestra y por ende garantizar que el Caserío de Mesarrume presenta un suelo arcilloso.

También se llevó a cabo los ensayos de límite líquido, plástico e índice de plasticidad; estos ensayos nos permitirán conocer que tan consistente puede ser el suelo, debido a que si el suelo es más plástico mejor será la calidad del adobe, pero a la vez esto no garantizara que está presente una buena resistencia. Como resultado se obtuvo que el límite líquido es de 40.8%, el límite plástico de 14.62% y el índice de plasticidad de 26.19% lo cual nos confirma que el Caserío de Mesarrume si presenta un suelo arcilloso, que lo confirma la plasticidad de la muestra analizada.

Con esta cantidad de arcilla se pudo lograr estar bajo los parámetros que nos recomienda la norma para la selección del suelo, donde la indicación es que la cantidad de arcilla debe ser proporcional a la cantidad de arena.

Selección de dosificación de viruta de madera y pajilla de arroz

Para la selección de la dosificación de la viruta de madera y pajilla de arroz se llevó a cabo a partir del peso de la muestra de adobe, es decir, se realizó la elaboración inicial de adobes de prueba para que de este modo se puedan establecer los porcentajes de cada adicción.

Posterior a ello se estableció la dosificación de 1.5%, 3.0% y 4.5% de adición de viruta de madera y pajilla de arroz. Ya con las dosificaciones establecidas se elaboraron los adobes, siendo 5 unidades para cada porcentaje de adición.

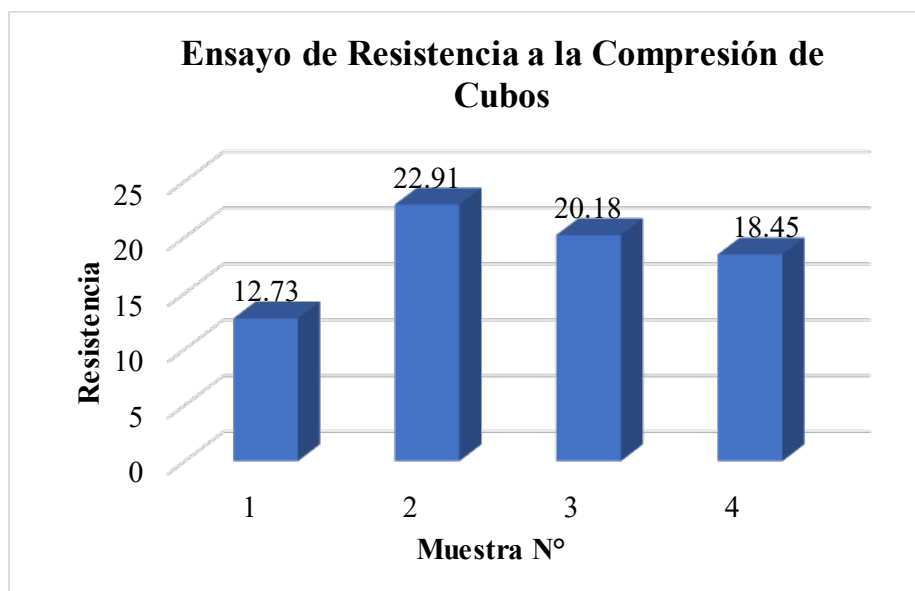
Pruebas de laboratorio de las unidades de adobe

Resistencia a Compresión del Adobe

Según la Norma E.080: Tierra Reforzada nos indica que la resistencia permisible es de 10.2 kg/cm² para las muestras de adobe a los 28 días.

Con los resultados obtenidos de las muestras ensayadas se puede determinar que las dosificaciones establecidas cumplen con el valor permisible de resistencia que establece la norma, tal y como se puede observar en la siguiente gráfica.

Gráfica 13: Comparación de resultados de la resistencia a la compresión de cubos.



Fuente: Elaboración del autor.

En la gráfica 1 se puede observar que, tras llevar a cabo los ensayos a compresión de unidades de adobe normal en cubos de 10 cm de arista en promedio tubo una resistencia de 12.73 kgf/cm², los adobes de las adiciones mayor resultado lo tuvo el 1.5% con una resistencia de 22.91 kgf/cm², el adobe compactado de 3% tubo una resistencia de 20.86 kgf/cm² y por último el 4.5% tiene una resistencia de 18.45kgf/cm². En tal sentido haciendo la comparación con la norma E.080 nos dice que la resistencia última debe ser igual o mayor de 10.2 kgf/ cm², esto quiere decir que tanto el adobe compactado con la adición de viruta de madera y pajilla de arroz ensayados con los tres porcentajes cumplen de una manera correcta, así como también el adobe normal.

También es notorio el descenso lineal de la resistencia al aumentarse el porcentaje de adicción, pero aun así la resistencia a la compresión del último porcentaje de adicción no es menor a la resistencia permisible que establece la norma E.080. De estas dosificaciones se seleccionó la que alcanzo una máxima resistencia que es de 22.91 kgf/cm² con una adicción de 1.5% de viruta de madera y pajilla de arroz.

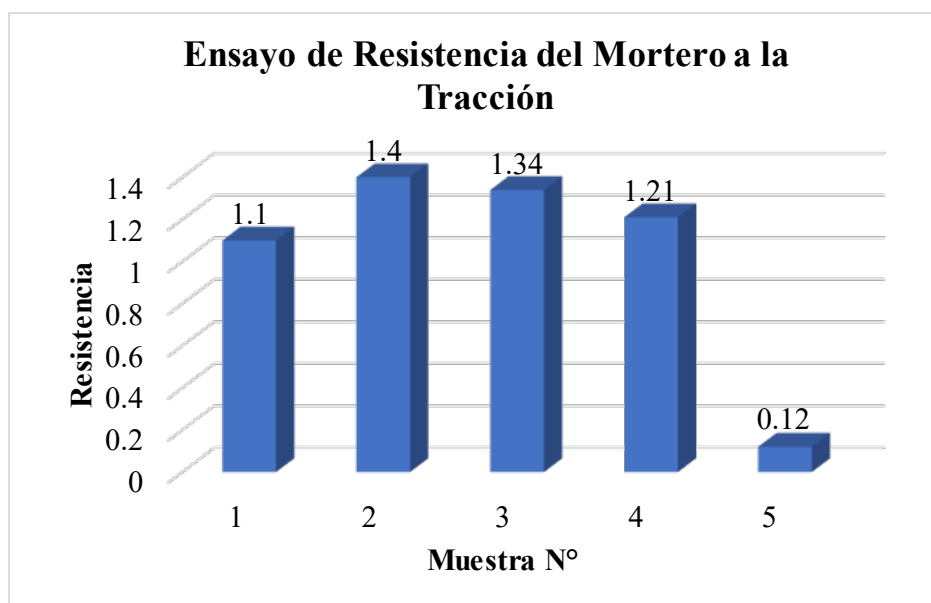
Los resultados que se obtuvieron fueron los adecuados en comparación a la investigación “Análisis de la Resistencia a Compresión del Adobe estabilizado con cal en la ciudad de Cajamarca”, donde tuvo como resultado una resistencia de 13.08 kg/cm² a

los 30 días, es decir estos resultados que obtuvieron son menores a los que se obtienen en esta investigación.

Resistencia a Tracción del Adobe

Para llevar a cabo el ensayo se usaron probetas de 15x30 cm, debido a que es lo que establece la norma para realizar estos ensayos, se elaboraron probetas tanto de adobe normal como de adobe con las adicciones de 1.5%, 3.0% y 4.5% de viruta de madera y pajillas de arroz, obteniendo los siguientes resultados como se muestra en la gráfica 2.

Gráfica 14: Comparación de la resistencia del mortero a la tracción.



Fuente: Elaboración del autor.

En la gráfica 2 se puede visualizar la resistencia del mortero a la tracción de las distintas dosificaciones y comparando con lo indicado en la norma E.080, podemos concluir que el adobe compactado con 1.5% de adición de viruta de madera y pajilla de arroz es el que tiene el mayor resultado con una resistencia de 1.40 kg/cm². Sabiendo que tanto la muestra del adobe normal y las siguientes muestran cumplen de acuerdo la norma que nos da la resistencia. También es notorio que la resistencia a la tracción va disminuyendo al aumentar el porcentaje de adición de viruta de madera y pajilla de arroz.

Conclusiones

- Tras llevar a cabo todos los ensayos de laboratorio, se llega a la conclusión que el mejor porcentaje para elaborar adobes compactados es con el 1.5% de adición de viruta de madera y pajilla de arroz, pero también se puede concluir que con los porcentajes de 3% y 4.5% de viruta de madera y pajilla de arroz si superan la resistencia mínima requerida de acuerdo a la norma E-080.
- Tras realizar el análisis de tres muestras de arcilla, se llega a la conclusión de que la arcilla con mejorar propiedades es la muestra dos, ya que esta cantera cumple con lo especificado en la norma E080, y también con los ensayos realizados en el laboratorio, dando un contenido de humedad de 22.30%, con un límite líquido de 40.81%, un límite plástico de 14.62%, con un índice de plasticidad de 26.19% y según el ensayo granulométrico la muestra es arcilla de baja plasticidad con arena.
- Se determina la resistencia a la compresión de los adobes tanto del adobe patrón como del adobe compactado con las dosificaciones de 1.5%, 3.0% y 4.5% de viruta de madera y pajilla de arroz, llegando a la conclusión que, el adobe compactado con la dosificación del 1.5% de viruta de madera y pajilla de arroz nos da una resistencia de 22kg/cm² superando así la resistencia exigida por la norma E080 que es de 10.2kgf/cm², y de igual modo superando la resistencia del adobe patrón que nos da una resistencia de 14kg/cm².
- En el ensayo realizado de compresión diagonal de muretes se puede concluir que el murete de adobe compactado con adición de 1.5 % de viruta de madera y pajilla de arroz tubo una resistencia de 0.55 kg/cm² llegando a superar la resistencia de los muretes de adobe normal y también la resistencia mínima requerida de la norma E-080.
- En el ensayo de resistencia de compresión del mortero se concluye que las muestras de adobe compactado con adición de 1.5% de viruta de madera y pajilla de arroz es la que obtiene una mayor resistencia de 15kg/cm² que comparado con la norma E-080 la resistencia ultima es de 6.12 kg/cm².
- En cuanto al ensayo de resistencia del mortero a la tracción la muestra de adobe compactado con adición de 1.5% de viruta de madera y pajilla de arroz da una

resistencia de 1.40 kg/cm², superando la resistencia del adobe normal y la resistencia que nos da la norma E-080.

- En el ensayo de resistencia de compresión de cubos, para el adobe patrón la resistencia fue de 12.73 kg/cm² y con las adiciones la que alcanzo mayor resistencia es la de 1.5% de viruta de madera y pajilla de arroz con una resistencia de 22.91 kg/cm², concluyendo que esa sería la adicción correcta ya que cumple con la resistencia mínima requerida por la norma E-080.
- Se comprueba que, en el ensayo de resistencia a la tracción, el adobe patrón obtuvo una resistencia de 4.07 kg/cm² y con la adicción de 1.5% se obtuvo una resistencia de 7.52 kg/cm², siendo esta la mejor resistencia.
- Al evaluar la rentabilidad de la elaboración del adobe compactado con adicción de viruta de madera y pajilla de arroz, se obtiene que el costo total de inversión sería de S/743,087.53 al primer año, proyectando una ganancia al 5%, con una venta del 90% y un aumento anual del 15% se consideraría que la elaboración de los adobes con adiciones sería rentable con un 12.91% y al venderlas si se obtendrían ganancias de S/60,412.94.

Recomendaciones

- Antes de llevar a cabo la fabricación es recomendable saber el tipo de suelo que se usara, como la cantidad de material grueso y fino a usar, puesto que la cantidad de estos materiales afectan en las propiedades mecánicas y físicas del adobe.
- Durante la elaboración de los adobes, se recomienda tener cuidado durante la preparación del barro, puesto que al añadir la viruta de madera y pajilla de arroz se debe buscar obtener una mezcla homogénea, sin que quede alguna partícula extraña que pueda ocasionar daños en la dimensión y comportamiento del adobe fabricado.
- Es recomendable durante la fabricación del adobe hacer uso de gaberías que estén hechas de un material adecuado que permita un buen desmolde y que las unidades de adobe no sufran imperfecciones en la superficie de sus caras.
- Se recomienda que para el mortero del asentado de adobe se debe remojar la arcilla como mínimo dos días y así poder tener un mortero adecuado para el pegado de adobe.

- Durante el secado del adobe se recomienda cumplir con los 28 días de acuerdo a lo estipulado en la norma, llegando así a obtener una resistencia óptima de 3% y 4.5% de viruta de madera y pajilla de arroz si superan la resistencia mínima requerida de acuerdo a la norma E-080.
- Se determina la resistencia a la compresión de los adobes tanto del adobe patrón como del adobe compactado con las dosificaciones de 1.5%, 3.0% y 4.5% de viruta de madera y pajilla de arroz, llegando a la conclusión que, el adobe compactado con la dosificación del 1.5% de viruta de madera y pajilla de arroz nos da una resistencia de 22kg/cm² superando así la resistencia exigida por la norma E080 que es de 10.2kgf/cm², y de igual modo superando la resistencia del adobe patrón que nos da una resistencia de 14kg/cm².
- En el ensayo realizado de compresión diagonal de muretes se puede concluir que el murete de adobe compactado con adición de 1.5 % de viruta de madera y pajilla de arroz tubo una resistencia de 0.55 kg/cm² llegando a superar la resistencia de los muretes de adobe normal y también la resistencia mínima requerida de la norma E-080.
- En el ensayo de resistencia de compresión del mortero se concluye que las muestras de adobe compactado con adición de 1.5% de viruta de madera y pajilla de arroz es la que obtiene una mayor resistencia de 15kg/cm² que comparado con la norma E-080 la resistencia ultima es de 6.12 kg/cm².
- En cuanto al ensayo de resistencia del mortero a la tracción la muestra de adobe compactado con adición de 1.5% de viruta de madera y pajilla de arroz da una resistencia de 1.40 kg/cm², superando la resistencia del adobe normal y la resistencia que nos da la norma E-080.
- En el ensayo de resistencia de compresión de cubos, para el adobe patrón la resistencia fue de 12.73 kg/cm² y con las adiciones la que alcanzo mayor resistencia es la de 1.5% de viruta de madera y pajilla de arroz con una resistencia de 22.91 kg/cm², concluyendo que esa sería la adicción correcta ya que cumple con la resistencia mínima requerida por la norma E-080.

- Se comprueba que, en el ensayo de resistencia a la tracción, el adobe patrón obtuvo una resistencia de 4.07 kg/cm² y con la adición de 1.5% se obtuvo una resistencia de 7.52 kg/cm², siendo esta la mejor resistencia.
- Tras llevar a cabo todos los ensayos de laboratorio, se llega a la conclusión que el mejor porcentaje para elaborar adobes compactados es con el 1.5% de adición de viruta de madera y pajilla de arroz, pero también se puede concluir que con los porcentaje de 3% y 4.5% de viruta de madera y pajilla de arroz si superan la resistencia mínima requerida de acuerdo a la norma E-080.
- Al evaluar la rentabilidad de la elaboración del adobe compactado con adición de viruta de madera y pajilla de arroz, se obtiene que el costo total de inversión sería de S/743,087.53 al primer año, proyectando una ganancia al 5%, con una venta del 90% y un aumento anual del 15% se consideraría que la elaboración de los adobes con adiciones sería rentable con un 12.91% y al venderlas si se obtendrían ganancias de S/60,412.94.
- Antes de llevar a cabo la fabricación es recomendable saber el tipo de suelo que se usara, como la cantidad de material grueso y fino a usar, puesto que la cantidad de estos materiales afectan en las propiedades mecánicas y físicas del adobe.
- Durante la elaboración de los adobes, se recomienda tener cuidado durante la preparación del barro, puesto que al añadir la viruta de madera y pajilla de arroz se debe buscar obtener una mezcla homogénea, sin que quede alguna partícula extraña que pueda ocasionar daños en la dimensión y comportamiento del adobe fabricado.
- Es recomendable durante la fabricación del adobe hacer uso de gabereras que estén hechas de un material adecuado que permita un buen desmolde y que las unidades de adobe no sufran imperfecciones en la superficie de sus caras.
- Se recomienda que para el mortero del asentado de adobe se debe remojar la arcilla como mínimo dos días y así poder tener un mortero adecuado para el pegado de adobe.
- Durante el secado del adobe se recomienda cumplir con los 28 días de acuerdo a lo estipulado en la norma, llegando así a obtener una resistencia óptima.

Referencias

- [1] J. A. López Galvez y P. J. Bernilla Carlos, «Evaluación funcional y constructiva de viviendas con adobe estabilizado en Cayalti Programa COBE-1976,» 2012. [En línea]. Available: https://alicia.concytec.gob.pe/vufind/Record/UUNI_954308df463284f2d082dcbdcc1398c7.
- [2] P. Catalán Quiroz, J. Moreno Martínez, A. Galván y R. Arroyo Matus, «Obtención de las propiedades mecánicas de la mampostería de adobe mediante ensayos de laboratorio,» 2019. [En línea]. Available: https://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S0188-62662019000100118&script=sci_arttext.
- [3] J. L. Morales Apráez, «La adición de aserrín y poliestireno en la elaboración de bloques alivianados para viviendas unifamiliares y su efecto en la variación de temperatura y acondicionamiento acústico en el cantón Ambato, provincia de Tungurahua,» 2019. [En línea]. Available: <https://repositorio.uta.edu.ec/items/018edcd5-6f6b-4e95-94e0-acc467ccb980>.
- [4] E. C. Chuya Sumba y M. F. Ayala Zumba, « Comparación de parámetros mecánicos y físicos del adobe tradicional con adobe reforzado con fibra de vidrio.,» 2018. [En línea]. Available: <https://dspace.ucuenca.edu.ec/items/ecb669c7-92c5-49c9-b99b-58a8bdb7c72a>.
- [5] A. Carrillo Parra, E. Contreras Ortiz, F. Garza Ocañas, M. Ngangyo Heya y J. . G. Rutiaga Quiñones, «Efecto de la intemperización y proceso en las características físicas, mecánicas y energéticas de briquetas,» *Revista mexicana de ciencias forestales*, vol. 9, n° 50, 2018.
- [6] E. R. Mendoza Mamani, «Análisis comparativo de las propiedades mecánicas del adobe reforzado con fibra de caña y el adobe convencional, Carabayllo-2019,» *ALICIA*, 2020.

- [7] R. E. Del Carpio Barrios, «Influencia de la sustitucion de paja por virutas de eucalipto en la estabilizacion de adobes para la construccion de viviendas rurales en el distrito de Coracora,» 2022. [En línea]. Available: <https://repositorioacademico.upc.edu.pe/handle/10757/659406>.
- [8] J. A. Rojas Díaz y J. Vasquez Vílchez, «Comportamiento mecánico de las planchas de fibras de bambú y aserrín sometidas al esfuerzo a compresión y flexión, Moyobamba, 2019,» 2019.
- [9] T. J. Briones Chuquilín y W. Estrada Zelada, «Compresión axial del adobe compactado con fibras de paja ichu, paja de arroz y paja de trigo,» 2018. [En línea]. Available: https://alicia.concytec.gob.pe/vufind/Record/UUPN_e7b8b12a9b5fa8995da4d0d85bcc6306.
- [10] C. Villanueva y J. Thajana, «Propiedades mecánicas y físicas del adobe compactado con adición de viruta y aserrín, Cajamarca 2016.,» *ALICIA*, 2016.
- [11] D. De la Peña, Adobe, características y sus principales usos en la construcción., México: Instituto Tecnológico de la Construcción, 1997.
- [12] . B. Aguilar, Construir con adobe: fundamentos, reparación de daños y diseño contemporáneo., Trillas. México, 2008.
- [13] R. Morales, «Manual para la construcción de viviendas de adobe.,» *Diseño sísmico de construcciones de adobe*, pp. 38-60, 1993.
- [14] E. Norma, *Diseño y Construcción con Tierra Reforzada*, 2017: Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, Perú.
- [15] D. Quintana y V. Mithdwar, «Evaluación de la erosión y la resistencia a compresión de adobes con sustitución parcial y total de agua en peso por mucílago de tuna en porcentajes del 0%, 25%, 50%, 75% y 100%,» Universidad andina del cusco, Cusco, Perú, 2017.

- [16] V. I. Romero Cuentas y C. D. Callasi Venero, «Estudio comparativo de las propiedades físico mecánicas de las unidades de adobe tradicional frente a las unidades de adobe estabilizado con asfalto.,» 2017. [En línea]. Available: <https://core.ac.uk/reader/479037270>.
- [17] V. . I. Romero Cuentas y . C. D. Callasi Venero, «Estudio comparativo de las propiedades físico mecánicas de las unidades de adobe tradicional frente a las unidades de adobe estabilizado con asfalto,» Perú, 2017.
- [18] B. Aguilar, «Construir con adobe: fundamentos, reparación de daños y diseño contemporáneo.,» Trillas. México., 2008.
- [19] L. . A. M. Cárdenas Paredes, «Análisis de vulnerabilidad estructural del hotel comercio,» Lima, 2008.
- [20] V. B. Benites Zapata, «Adobe estabilizado con extracto de cabuya (*Furcraea andina*),» *ALICIA*, 2017.
- [21] O. Higa, «Construcción de vivienda económica en adobe estabilizado,» Perú, 1990.
- [22] Ministerio de vivienda, «Manual de Construcción: Edificaciones Antisísmicas de Adobe,» Perú, 2010.
- [23] Z. Huamán Patiño, «Análisis de la variación de magnitudes de las propiedades resistentes y físicas de un adobe estabilizado con cemento portland tipo IP respecto a un adobe tradicional.,» Universidad Andina del Cusco, Cusco, 2015.
- [24] M. d. Vivienda, «Reglamento Nacional de Edificaciones,» Lima,Perú, 2016.
- [25] R. F. De La Cruz Molina y L. C. Guerrero Chupayo, «Técnicas de protección en construcciones de adobe con la utilización de materiales propios de la zona , ante la exposición de lluvias, en el Distrito de Lircay,» Universidad Nacional de Huancavelica, Huancavelica,Perú, 2012.

- [26] N.T.P.339.128, *Suelos, Método de ensayo para el análisis granulométrico*, Perú: Instituto Nacional de calidad, 1999.
- [27] N.T.P.339.129, *Suelos. Método de ensayo para determinar el límite líquido, límite plástico e índice de plasticidad del suelo*, Perú: Instituto Nacional de Calidad, 1999.
- [28] R. Hernández Sampieri, C. Fernandez Collao y M. d. P. Baptista Lucio, *Metodología de la investigación*, México: McGRAW-HILL / INTERAMERICANA EDITORES, S.A. DE C.V, 2010.
- [29] D. Carbrera Arias y W. Huaynate Granados, «Mejoramiento de las construcciones de adobe ante una exposición prolongada de agua por efecto de inundaciones,» Lima, Perú, 2011.
- [30] K. E. Rivas Jarquín y C. M. Cerrato Cerrato, «Pruebas de resistencia y calidad del suelo para la elaboración del bloque de adobe suelo cemento en la construcción de viviendas mínimas unifamiliares en el Municipio de San Rafael del Sur Comunidad La Gallina (de Agosto–Noviembre 2016),» Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua, Managua, 2016.
- [31] A. A. Chonlon Gonzales y N. Mejia Martinez, *Evaluación de las Propiedades Físicas y Mecánicas del Adobe Agregando Viruta de Madera y Tusa de Maíz*, Universidad Señor de Sipan, 2023.
- [32] F. D. Rojas Tirado, «Diseño de un bloque de adobe compactado con adición de viruta de madera para mejorar la resistencia a la compresión,» Perú, 2020.
- [33] Alshuhai, «Mejorar el rendimiento de los ladrillos de tierra prensada con aditivos naturales: virutas de madera y fibras de palmera datilera,» *Revista de Construcción y Materiales*, vol. 295, 2021.
- [34] J. T. Carhuanambo Villanueva, *Propiedades mecánicas y físicas del adobe compactado con adición de viruta y aserrín*, Cajamarca: Universidad Privada del Norte, 2016.

- [35] O. V. Altamirano Carrasco, «Incidencia de la fibra vegetal "paja ichu" en la resistencia mecánica del adobe en el distrito de Cajamarca,» Universidad Nacional de Cajamarca, Perú, 2019.
- [36] E. Huaranca Quito y J. A. Vasquez Ramirez, «Mejoramiento del adobe adicionando cascarilla de arroz para el diseño de viviendas unifamiliares en San Miguel,» Alicia, Perú, 2020.
- [37] A. M. Bendezu Barreto y G. Garcia Velasquez, «Evaluación de la Resistencia del Adobe reforzado con paja de trigo para viviendas en el Distrito de Chalaco,» ALICIA, Perú, 2019.
- [38] B. J. Leon Valverde, «Resistencia a la compresión en adobe, estabilizado en 2% y 3% con cenizas de cascara de huevo y cascara de arroz,» Universidad San Pedro, Perú, 2019.
- [39] P. B. Barrantes Gómez, «Estudio sobre el efecto de las fibras de paja de arroz, trigo e ichu en las,» Perú, 2023.

Anexos

Anexo 1: Fotografías

Figura 38: Mezcla para el adobe.



Fuente: Elaboración Propia.

Figura 39: Elaboración y secado de los adobes.



Fuente: Elaboración Propia.

Figura 40: Material a utilizar para los adobes.



Fuente: Elaboración Propia.

Figura 41: Paja Lanzadera para la elaboración del adobe normal.



Fuente: Elaboración Propia.

Figura 42: Zarandeado del material para el adobe normal.



Fuente: Elaboración Propia.

Figura 43: Cortado de la paja lanzadera.



Fuente: Elaboración Propia.

Figura 44: Mojado del barro y Batido.



Fuente: Elaboración Propia.

Figura 45: Batido y puesto de la paja lanzadera Fuente: Elaboración Propia.



Fuente: Elaboración Propia.

Figura 46: Mezcla puesta al molde para el adobe normal.



Fuente: Elaboración Propia.

Figura 47: Desmolde y secado del adobe normal.



Fuente: Elaboración Propia.

Figura 48: Muestra llevada al laboratorio para los respectivos ensayos.



Fuente: Elaboración Propia.

Figura 49: Muestra llevada al laboratorio para los respectivos ensayos.



Fuente: Elaboración Propia

Figura 50: Adobe de prueba para la elaboración del adobe compactado.



Fuente: Elaboración Propia

Figura 51: Elaboración de adobe compactado con viruta de madera y pajilla de arroz.



Fuente: Elaboración Propia

Figura 52: Elaboración de adobe compactado con viruta de madera y pajilla de arroz.



Figura 53: Adobes elaborados para la investigación



Fuente: Elaboración Propia

Anexo 2: Declaración Jurada**Figura 54: Declaración jurada.**

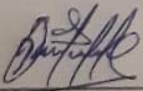
DECLARACIÓN JURADA

Yo, **CORONEL PEREZ KAREM OSNELLY**, de nacionalidad peruana; con documento nacional de identidad N° **74157947**, domiciliado en el caserío de Mesarrume, Distrito de Choros, Provincia de Cutervo, departamento de Cajamarca, estudiante de Ingeniería Civil Ambiental de la Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo, del curso de Proyecto de Tesis, Ciclo Académico 2022-II. DECLARO BAJO JURAMENTO que:

Verifiqué la no duplicidad del proyecto de tesis titulado: **ANALISIS DE LAS PROPIEDADES MECANICAS Y FISICAS DEL ADOBE COMPACTADO CON ADICION DE VIRUTA Y PAJILLA DE ARROZ APLICADO EN EL CASERIO MESARRUME, DISTRITO CHOROS, PROVINCIA CUTERVO, 2022**.de verificarse si existe el tema antes mencionado me pongo a plena disposición para las sanciones emitidas por la Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo, según corresponda.

La verificación de la no duplicidad se realizó en la medida que se pudo por lo coyuntura nacional debido al Covid 19.

Chiclayo, 10 de noviembre del 2022



Firma de Estudiante

Fuente: Elaboración Propia

Anexo 3: Matriz de Consistencia

Figura 55: Matriz de Consistencia

MATRIZ DE CONSISTENCIA						
PROYECTO DE INVESTIGACION						
TITULO: Análisis de las propiedades mecánicas y físicas del adobe compactado con adición de viruta y pajilla de arroz aplicado en el caserío Mesarrume, distrito choras, provincia Cutervo, 2022.						
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPOTESIS	VARIABLES	INDICADORES	METODOLOGIA	
PROBLEMA	OBJETIVO GENERAL		INDEPENDIENTE		TIPO DE INVESTIGACION	
¿Cuál es la influencia de la adición de viruta de madera y pajilla de arroz dentro de las propiedades mecánicas y físicas del adobe compactado?	Analizar las propiedades mecánicas y físicas del adobe compactado con 1.5%, 3.0% y 4.5% de adición de viruta de madera y pajilla de arroz.	La hipótesis que se esta proponiendo es Añadiendo viruta de medra y pajilla de arroz, en porcentajes 1.5 %, 3.0%, 4.5% mejora sus propiedades mecánicas y físicas, en el adobe compactado.	Viruta de Madera	cantidad de viruta de madera	De acuerdo al fin que se persigue es aplicativa	
			Pajilla de Arroz	cantidad de pajilla de arroz		
			OBJETIVOS ESPECIFICOS		DEPENDIENTE	Resistencia a la compresión
	Caracterizar los materiales que intervienen en el proceso de elaboración del adobe compactado con adición de viruta de madera y pajilla de arroz.		Resistencia a la Tracción	Propiedades mecanicas	Absorción	De acuerdo al tipo de analisis es experimental
	Evaluar las propiedades físicas para la realización del adobe (contenido de humedad, límites de consistencia, análisis granulométrico)					NIVEL DE INSVESTIGACION
	Realizar adobes compactados con diferentes adiciones de viruta de madera y pajilla de arroz.		Granulometria	Propiedades Fisicas	Peso Especifico	Según las características de esta investigación se dice que es de nivel descriptivo.
	Evaluar el ensayo de pilas y muretes para la elaboración del adobe compactado con adición de viruta de madera y pajilla de arroz.					DISEÑO DE LA INVESTIGACION
	Determinar que beneficio tiene la viruta de madera y la pajilla de arroz en el proceso de la elaboración del adobe compactado.		Límite plastico	Propiedades Fisicas	Ensayo de proctor	Es de tipo experimental y para el diseño de contrastacion de la hipótesis se recurrira al método de ensayos comparativos, basados en comparaciones experimentales en la cuales se evaluara el adobe normal y el adobe ccompactado con viruta de madera y la pajilla de arroz.
	Comparar la resistencia a compresión, resistencia a la flexión y absorción de un adobe patrón con respecto a adición de viruta de madera y pajilla de arroz. Comparar los resultados logrados con la norma E.080.		Límite líquido			
	Determinar la rentabilidad de la viruta de madera y la pajilla de arroz para la elaboración del adobe compactado		Contenido de humedad			

Fuente: Elaboración Propia

Anexo 4: Ensayos en laboratorio USAT

Figura 56: Validación de ensayos de laboratorio.



UNIVERSIDAD CATOLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL AMBIENTAL
LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES, SUELOS Y PAVIENTOS

INFORME N° LEM USAT 034-2023-II

FECHA: 28 de Octubre 2023

VALIDACIÓN DE ENSAYOS DE LABORATORIO

ESTUDIANTE: ALFONSO MANUEL LIZANA SANTISTEBAN

TITULO DE LA TESIS: DISEÑO DE LA ESTRUCTURA DEL PAVIMENTO ASFALTICO DE LA AV. AUGUSTO B. LEGUIA- CHICLAYO.


El que suscribe, responsable del laboratorio de Ingeniería Civil Ambiental, verifica y da conformidad que los siguientes ensayos de laboratorio realizados por el indicado estudiante se han efectuado en las instalaciones de la USAT, asimismo valida los ensayos realizados fuera de nuestras instalaciones siempre que no se puedan realizar en esta universidad:

- Contenido de humedad
- Granulometría
- Limite líquido, limite plástico e índice de plasticidad
- Proctor Modificado
- Ensayo de resistencia a la compresión de adobe
- Ensayo de porcentaje de absorción
- Ensayo de resistencia del mortero a la tracción
- Ensayo de compresión de cubos
- Ensayo de Resistencia de flexión del adobe
- Ensayo de esfuerzo de ruptura mínima para medir la resistencia del murete a compresión diagonal.
- Ensayo de compresión muretes de adobe tapial.

Se alcanza al interesado para los fines pertinentes.
 Observación: Adjunto



Rivadeneira Obitas Henry
 TÉCNICO DE LABORATORIO



USAT
 Laboratorio de Ensayo de Materiales, Suelos y Pavimentos

Henry Rivadeneira Obitas.....
 Responsable de Laboratorio de Ingeniería Civil Ambiental

Fuente: USAT

Figura 57: Ensayo de granulometría.



UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
 FACULTAD DE INGENIERÍA
 ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL
 LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES



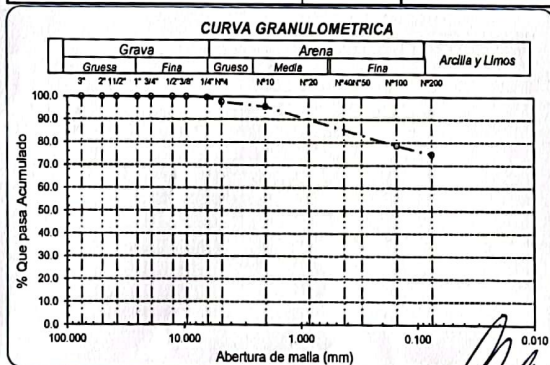
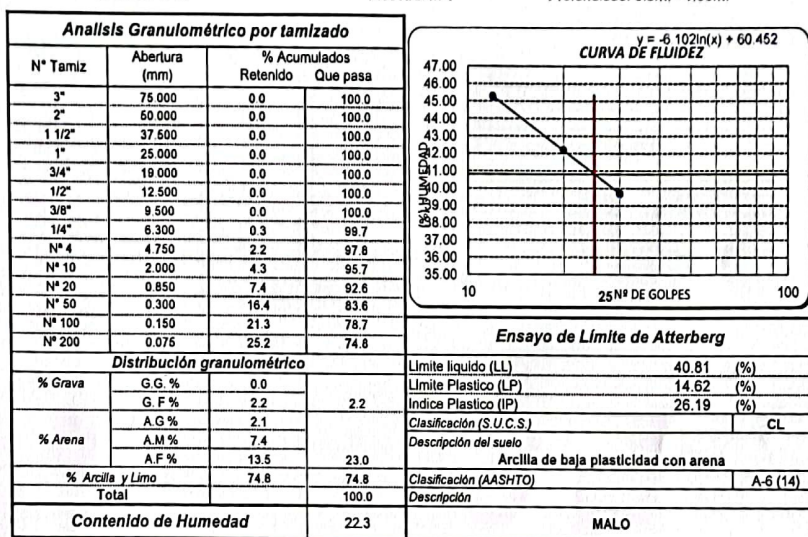
Tesista : CORONEL PÉREZ KAREM OSNELLY
 Escuela : INGENIERIA CIVIL Y AMBIENTAL
 Tesis : Análisis de las propiedades mecánicas y físicas del adobe compactado con adición de viruta y paja de arroz aplicado en el caserío Mesarume, distrito choros, provincia Cutervo, 2022
 Lugar : MESARRUME
 Fecha de emisión : 17/05/2023

ENSAYO : SUELO Método de ensayo para el análisis granulométrico
 SUELO Método de ensayo para determinar el límite líquido, límite plástico e índice de plasticidad del suelo
 SUELOS Métodos de ensayo para determinar el contenido de humedad de un suelo. 1a ed.
 NORMA DE REFERENCIA : N.T.P. 399 128 : 1999
 N.T.P. 399 131
 N.T.P. 339 127 : 1998

Calicata: C-01

Muestra: M-1

Profundidad: 0.0m. - 1.50m.



Rubén de la Cruz Jblitas Jentis
 TÉCNICO DE LABORATORIO

Figura 58: Ensayo de granulometría.



UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
 FACULTAD DE INGENIERÍA
 ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL
 LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES



Tesista : CORONEL PEREZ KAREM OSNELLY
 Escuela : INGENIERIA CIVIL Y AMBIENTAL
 Tesis : Análisis de las propiedades mecánicas y físicas del adobe compactado con adición de viruta y paja de arroz aplicado en el caserío Mesarrume, distrito choros, provincia Culervo, 2022.
 Lugar : VESARRUME
 Fecha de emisión : 17/05/2023

ENSAYO : SUELO Método de ensayo para el análisis granulométrico
 SUELO Método de ensayo para determinar el límite líquido, límite plástico e índice de plasticidad del suelo
 SUELOS. Métodos de ensayo para determinar el contenido de humedad de un suelo. 1a. ed
 NORMA DE REFERENCIA : N.T.P. 399 128 : 1999
 N.T.P. 399 131
 N.T.P. 339 127: 1998

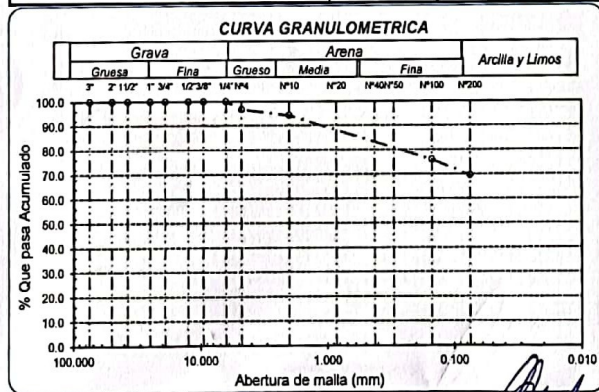
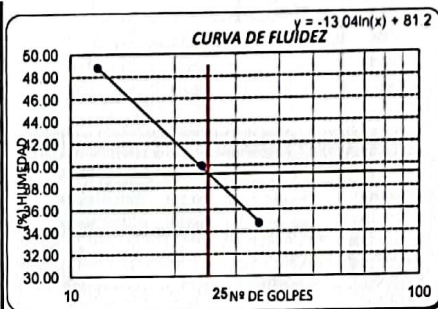
Calicata: C-02 Muestra: M-1 Profundidad: 0.0m. - 1.50m.

Análisis Granulométrico por tamizado			
N° Tamiz	Abertura (mm)	% Acumulados	
		Retenido	Que pasa
3"	75.000	0.0	100.0
2"	50.000	0.0	100.0
1 1/2"	37.500	0.0	100.0
1"	25.000	0.0	100.0
3/4"	19.000	0.0	100.0
1/2"	12.500	0.0	100.0
3/8"	9.500	0.0	100.0
1/4"	6.300	0.0	100.0
N° 4	4.750	3.3	96.7
N° 10	2.000	5.8	94.2
N° 20	0.850	7.9	92.1
N° 50	0.300	14.8	85.2
N° 100	0.150	24.0	76.0
N° 200	0.075	30.5	69.5

Distribución granulométrica		
% Grava	G.G. %	0.0
	G.F. %	3.3
% Arena	A.G. %	2.5
	A.M. %	5.5
	A.F. %	19.2
% Arcilla y Limo		69.5
Total		100.0

Ensayo de Límite de Atterberg	
Límite líquido (LL)	39.24 (%)
Límite Plástico (LP)	13.16 (%)
Índice Plástico (IP)	26.08 (%)
Clasificación (S.U.C.S.)	CL
Descripción del suelo	Arcilla arenosa de baja plasticidad
Clasificación (AASHTO)	A-6 (13)
Descripción	MALO

Contenido de Humedad	
	28.1



Rivero Reyna Oblitas Denis
 TÉCNICO DE LABORATORIO

Figura 59: Contenido de humedad.

UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
 FACULTAD DE INGENIERÍA
 ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL
 LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES

SUELOS. Método de ensayo para la compactación de suelos en laboratorio utilizando
 una energía modificada (2700 kN-m/m³ (66000 pie-lbf/pie³))
 N.T.P. 330.141 ASTM D - 1657

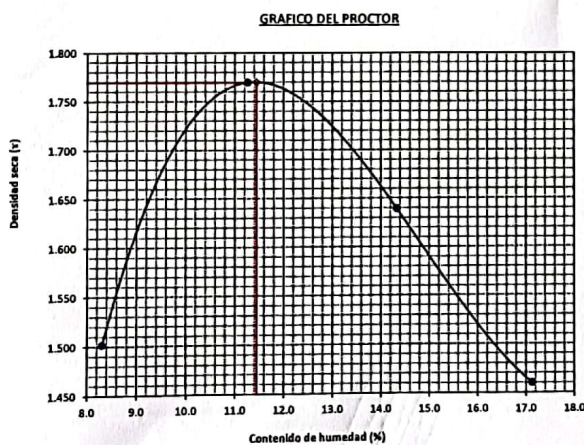
Prueba : CORONEL PEREZ KAREM OSNELLY
 Escuela : Ingeniería Civil Ambiental
 Proyecto/Tests : ANALISIS DE LAS PROPIEDADES MECANICAS Y FISICAS DEL ADOBE COMPACTADO CON ADICION DE VIRUTA Y PAJILLA DE ARROZ APLICADO EN EL CASERIO
 Ubicación : MESARRUME
 Fecha de emisión : Chiclayo, 17 DE MAYO DEL 2023

CALCATA : C-1
 MUESTRA : M-1
 PROFUNDIDAD : 0.10 m - 0.80 m

Número de ensayo	1	2	3	4
Peso del suelo + molde	g 11478.7	12207	12005.8	11656
Peso del molde	g 8022	8022	8022	8022
Peso del suelo húmedo compactado	g 3456.7	4185	3983.8	3634
Volumen del molde	cm ³ 2125	2125	2125	2125
Peso del volumen húmedo	g/cm ³ 1.627	1.969	1.875	1.710

Nº Recipiente	1	2	3	4
Peso del suelo húmedo + tara	g 53.20	150.10	94.60	125.00
Peso del suelo seco + tara	g 50.50	143.00	85.50	109.50
Peso de tara	g 18.00	80.00	22.00	19.00
Peso de agua	g 2.7	7.1	9.1	15.5
Peso de suelo seco	g 32.5	63	63.5	90.5
Contenido de agua	% 8.3	11.3	14.3	17.1
Peso volumétrico seco	g/cm ³ 1.502	1.770	1.640	1.460

DENSIDAD MAXIMA SECA	1.770	g/cm ³
ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD	11.45	%



LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES
USAT
 TÉCNICO DE LABORATORIO
 Rivaldo Reyna Oblitas Jarrín
 TÉCNICO DE LABORATORIO

Personal del área de Control de Calidad: Jefe de Control de Calidad en Suelos y Pavimentos, Ing. Especialista de Suelos y Pavimentos ó Ingeniero de Laboratorio de PEA

Figura 60: Contenido de humedad.

UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
 FACULTAD DE INGENIERÍA
 ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL
 LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES

SUELOS. Método de ensayo para la compactación de suelos en laboratorio utilizando una energía modificada (2700 kN·m/m³ (66000 pie·lb/ft³))
 N.T.P. 339.141 ASTM D - 1557

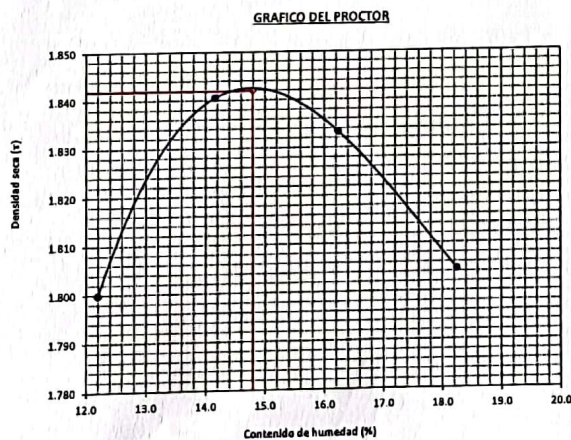
Testista : CORONEL PEREZ KAREM OSNELLY
 Escuela : Ingeniería Civil Ambiental
 Proyecto/Teste : ANALISIS DE LAS PROPIEDADES MECANICAS Y FISICAS DEL ADOBE COMPACTADO CON ADICION DE VIRUTA Y PAJILLA DE ARROZ APLICADO EN EL CASERIO
 Ubicación : MESARRUME
 Fecha de emisión : Chiclayo, 17 DE MAYO DEL 2023

CAJATA : C-1 PROFUNDIDAD : 0.10 m - 0.80 m
 MUESTRA : M-1

Número de ensayo		1	2	3	4
Peso del suelo + molde	g	10619	10792	10855	10861
Peso del molde	g	6350	6350	6350	6350
Peso del suelo húmedo compactado	g	4269	4442	4505	4511
Volumen del molde	cm ³	2114	2114	2114	2114
Peso del volumen húmedo	g/cm ³	2.019	2.101	2.131	2.134

Nº Recipiente		1	2	3	4
Peso del suelo húmedo + tara	g	310.7	281.7	253.2	306.3
Peso del suelo seco + tara	g	280.1	250.6	222.2	263.9
Peso de tara	g	29.2	31	31.3	31.5
Peso de agua	g	30.6	31.1	31	42.4
Peso de suelo seco	g	250.9	219.6	190.9	232.4
Contenido de agua	%	12.2	14.2	16.2	18.2
Peso volumétrico seco	g/cm ³	1.800	1.841	1.833	1.805

DENSIDAD MAXIMA SECA	1.842	g/cm ³
ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD	14.80	%



USAT
 LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES
 TÉCNICO DE LABORATORIO
 RIVERA MEYER, Oblitas Jenni
 TÉCNICO DE LABORATORIO

Personal del Área de Control de Calidad: Jefe de Control de Calidad en Suelos y Pavimentos, Ing. Especialista de Suelos y Pavimentos ó Ingeniero de Laboratorio de PEA

Fuente: USAT

Figura 61: Resistencia a la compresión para una adición de 1.5%.

UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
 FACULTAD DE INGENIERÍA
 ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL
 LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES

(Pág. 01 de 01)

Tesista : CORONEL PEREZ KAREM OSNELLY
 Escuela : Escuela de Ingeniería Civil Ambiental
 Tesis : ANALISIS DE LAS PROPIEDADES MECANICAS Y FISICAS DEL ADOBE
 COMPACTADO CON ADICION DE VIRUTA Y PAJILLA DE ARROZ APLICADO
 EN EL CASERIO MESARRUME, DISTRITO CHOROS, PROVINCIA CUTERVO,
 Ubicación : Laboratorio de Ingeniería Civil Ambiental- USAT
 Fecha : Chiclayo, 31 de Mayo del 2023

ENSAYO : UNIDADES DE ALBAÑILERÍA. Resistencia a la compresión
 REFERENCIA : NORMA N.T.P. 399.613 : 2005

Muestra Nº	Denominación de la unidad	Área bruta (cm ²)	Carga (kg)	F _b (kg/cm ²)
01	Adobe (0.75% de pajilla + 0.75% de viruta de madera)	450	14660	30
02	Adobe (0.75% de pajilla + 0.75% de viruta de madera)	450	11590	24
03	Adobe (0.75% de pajilla + 0.75% de viruta de madera)	450	11530	24
04	Adobe (0.75% de pajilla + 0.75% de viruta de madera)	450	11410	23
05	Adobe (0.75% de pajilla + 0.75% de viruta de madera)	450	11580	24

Promedio (P)	25
Desviación estandar (σ)	2.87
Coefficiente de variación (V%)	0.03
F ^b (kg/cm ²)	22



TÉCNICO DE LABORATORIO

Rivadey y Oblitas Henr.
 TÉCNICO DE LABORATORIO

Figura 62: Resistencia a la compresión para una adición de 3.0%.

UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES

(Pág 01 de 01)

Tesista CORONEL PEREZ KAREM
Escuela : Escuela de Ingeniería Civil Ambiental
Tesis : Análisis de las propiedades mecánicas y físicas del adobe compactado con adición de viruta y pajilla de arroz aplicado en el caserío Mesarrume, distrito Choros, provincia Cutervo, 2022.

Ubicación Laboratorio de Ingeniería Civil Ambiental- USAT
Fecha CHICLAYO, 07 DE JUNIO DEL 2023

ENSAYO Resistencia a la Compresión
REFERENCIA :NORMA N.T.P.E.080

Muestra	Denominación de la unidad	Área bruta (cm ²)	Carga (kg)	Fc (kg/cm ²)
Nº	Adobe Compactado al 3%(viruta de madera y pajilla de arroz)			
01	Adobe (1.5% de pajilla + 1.5% de viruta de madera)	450	10670	22
02	Adobe (1.5% de pajilla + 1.5% de viruta de madera)	450	10610	22
03	Adobe (1.5% de pajilla + 1.5% de viruta de madera)	450	9960	20
04	Adobe (1.5% de pajilla + 1.5% de viruta de madera)	450	9970	20
05	Adobe (1.5% de pajilla + 1.5% de viruta de madera)	450	10120	21

Promedio (P)	21
Desviación estandar (σ)	0.71
Coefficiente de variación (V%)	0.01
F'c (kg/cm2)	20

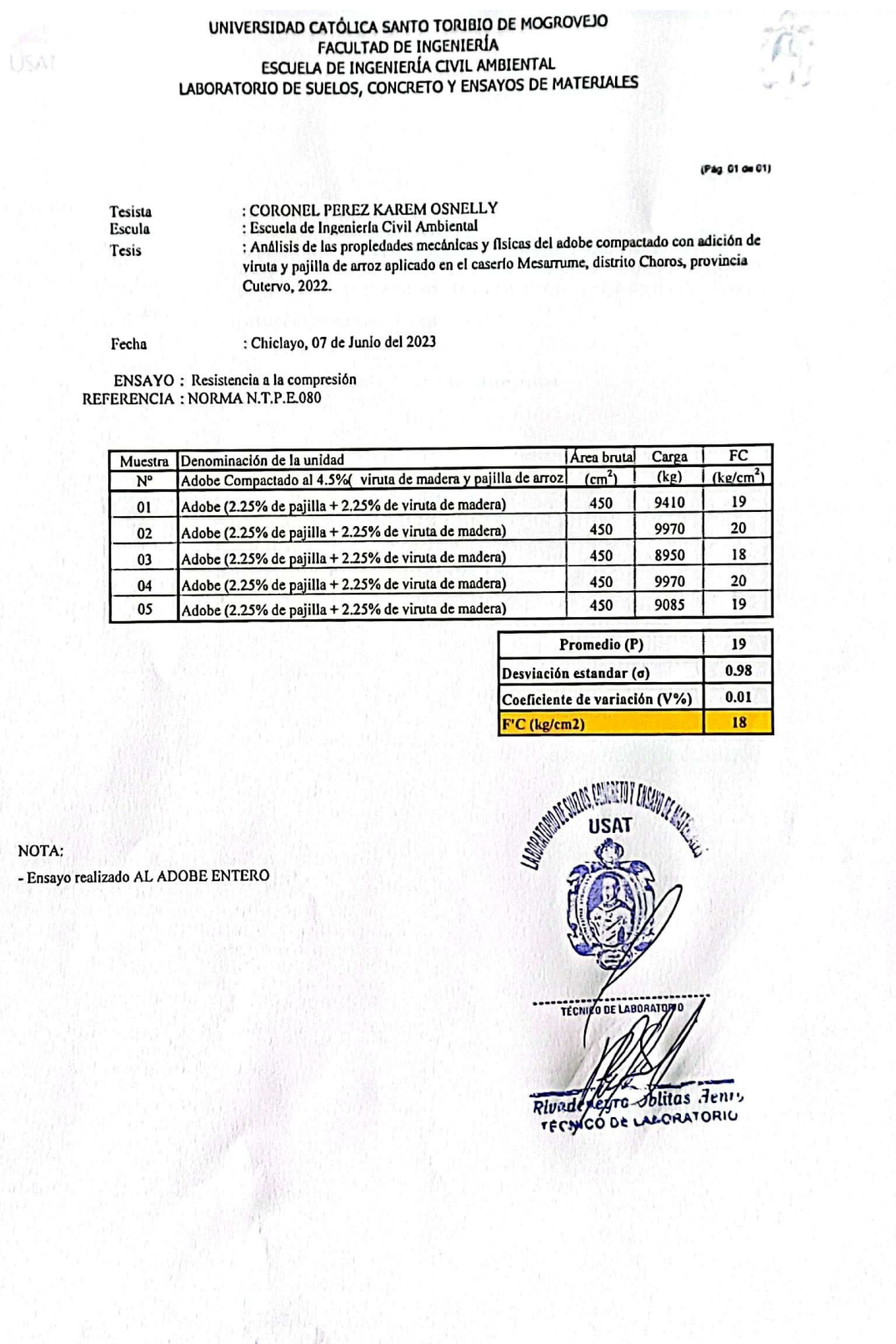
NOTA:

- Ensayo realizado a adobe entero



Fuente: USAT

Figura 63: Resistencia a la compresión para una adición de 4.5%.



Fuente: USAT

Figura 64: Resistencia a la compresión para el adobe patrón.

UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES

(Pag. 01 de 01)

Tesista CORONEL PEREZ KAREM
Escuela : Escuela de Ingeniería Civil Ambiental
Tesis : Análisis de las propiedades mecánicas y físicas del adobe compactado con adición de viruta y pajilla de arroz aplicado en el caserío Mesarrume, distrito Choros, provincia Cutervo, 2022.

Ubicación Laboratorio de Ingeniería Civil Ambiental- USAT
Fecha CIIICLAYO, 07 DE JUNIO DEL 2023

ENSAYO Resistencia a la Compresión
REFERENCIA :NORMA N.T.P.E.080

Muestra	Denominación de la unidad	Área bruta (cm ²)	Carga (kg)	Fc (kg/cm ²)
Nº	Adobe Compactado al 3% (viruta de madera y pajilla de arroz)			
01	ADOBE PATRON	450	7170	15
02	ADOBE PATRON	450	6950	14
03	ADOBE PATRON	450	10130	21
04	ADOBE PATRON	450	7380	15
05	ADOBE PATRON	450	9160	19

Promedio (P)	17
Desviación estandar (σ)	2.88
Coefficiente de variación (V%)	0.03
F^c (kg/cm²)	14

NOTA:

- Ensayo realizado a adobe entero



TECNICO DE LABORATORIO

Rivendy de Obilias Denis
TECNICO DE LABORATORIO

Fuente: USAT

Figura 66: Absorción para una adición de 3.0%.

UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES

Tesista : CORONEL PEREZ KAREM OSNELLY
Escuela : Escuela de Ingeniería Civil Ambiental
Tesis : Análisis de las propiedades mecánicas y físicas del adobe compactado con adición de viruta y pajilla de arroz aplicado en el caserío Mesarrume, distrito Choros, provincia Cutervo, 2022.
Ubicación : MESARRUME
Fecha : Chiclayo, 07 de Junio del 2023

ENSAYO : Porcentaje de Absorción
REFERENCIA : NORMA N.T.P. E 080

Muestra N°	ADOBE COMPACTADO CON ADICION DE 3% DE VIRUTA DE MADERA Y PAJILLA DE ARROZ	G4 (g)	G3 (g)	A (%)
01	Adobe (1.5% de pajilla + 1.5% de viruta de madera)	6560	6472	1.4
02	Adobe (1.5% de pajilla + 1.5% de viruta de madera)	6520	6410	1.7
03	Adobe (1.5% de pajilla + 1.5% de viruta de madera)	6580	6430	2.3
04	Adobe (1.5% de pajilla + 1.5% de viruta de madera)	6480	6338	2.2
05	Adobe (1.5% de pajilla + 1.5% de viruta de madera)	6390	6264	2.0
Promedio			1.9	


USAT
 LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES
 TÉCNICO DE LABORATORIO
Riunderney Solvas deni
 TÉCNICO DE LABORATORIO

Fuente: USAT

Figura 67: Absorción para una adición de 4.5%.

UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES

Tesista : CORONEL PEREZ KAREM OSNELLY
Escuela : Escuela de Ingeniería Civil Ambiental
Tesis : Análisis de las propiedades mecánicas y físicas del adobe compactado con adición de viruta y pajilla de arroz aplicado en el caserío Mesarrume, distrito Choros, provincia Cutervo, 2022.

Ubicación : MESARRUME
Fecha : Chiclayo, 07 de Junio del 2023

ENSAYO : Porcentaje de Absorción
REFERENCIA : NORMA N.T.P. E.080

Muestra N°	Denominación de la unidad	G4 (g)	G3 (g)	A (%)
01	Adobe (2.25% de pajilla + 2.25% de viruta de madera)	6518	6435	1.3
02	Adobe (2.25% de pajilla + 2.25% de viruta de madera)	6524	6420	1.6
03	Adobe (2.25% de pajilla + 2.25% de viruta de madera)	6584	6480	1.6
04	Adobe (2.25% de pajilla + 2.25% de viruta de madera)	6582	6470	1.7
05	Adobe (2.25% de pajilla + 2.25% de viruta de madera)	6602	6510	1.4
Promedio				1.5

LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES
USAT



TÉCNICO DE LABORATORIO

Rivadeneira Oblitas Heni
TÉCNICO DE LABORATORIO

Fuente: USAT

Figura 68: Absorción para adobe patrón.

UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES

Tesista : CORONEL PEREZ KAREM OSNELLY
 Escuela : Escuela de Ingeniería Civil Ambiental
 Tesis : Análisis de las propiedades mecánicas y físicas del adobe compactado con adición de viruta y paja de arroz aplicado en el caserío Mesarrume, distrito Choros, provincia Cutervo, 2022.
 Ubicación : MESARRUME
 Fecha : Chiclayo, 07 de JUNIO del 2023
 ENSAYO : Porcentaje de Absorción
 REFERENCIA : NORMA N.T.P. E.020

Muestra N°	ADOBE NORMAL	G4 (g)	G3 (g)	A (%)
01	ADOBE NORMAL	5430	5380	0.9
02	ADOBE NORMAL	5490	5354	2.5
03	ADOBE NORMAL	5481	5374	2.0
04	ADOBE NORMAL	5365	5290	1.4
05	ADOBE NORMAL	5425	5410	0.3
Promedio				1.4


 USAT
 LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES
 TÉCNICO DE LABORATORIO
 Rivas de Herra Jblitas Henrí
 TÉCNICO DE LABORATORIO

Fuente: USAT

Figura 69: Ensayo de compresión de muretes para una adición de 1.5%.



UNIVERSIDAD CATOLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERIA
ESCUELA DE CIVIL AMBIENTAL
LABORATORIO DE SUELOS, DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES



Solicitante : CORONEL PEREZ KAREM OSNELLY
Atención : Escuela de Ingeniería Civil Ambiental
Proyecto : ANALISIS DE LAS PROPIEDADES MECANICAS Y FISICAS DEL ADOBE COMPACTADO CON ADICION DE VIRUTA Y PAJILLA DE ARROZ APLICADO EN EL CASERIO MESARRUME, DISTRITO CHOROS, PROVINCIA CUTERVO, 2022
Lugar : MESARRUME
Fecha de Ensayo : Chiclayo, 19 de junio del 2023


CÓDIGO : NTP 080
0

Muestra N°	Identificación	Fecha de asentado (Dias)	Fecha de ensayo (Dias)	Edad (Dias)	h	e	Relación	Área bruta	Carga	Coef. De	F _m con
					(cm)	(cm)	(ve)	(cm ²)	(kg)	corrección	(kg/cm ²)
01	ADOBES COMPACTADO ELEBORADOS CON EL 1.5% (que sería el 0.75% de viruta de madera + el 0.75% de pajilla de arroz)	22/05/2023	19/06/2026	28	31.0	12.6	2.460	300	4190	1.04	14
02		22/05/2023	19/06/2026	28	30.9	12.5	2.472	298	4410	1.04	15
03		22/05/2023	19/06/2026	28	30.6	12.7	2.409	304	4220	1.03	14
04		22/05/2023	19/06/2026	28	30.6	12.7	2.409	304	4320	1.04	15
Promedio F _m (kg/cm ²)											15


USAT
 LABORATORIO DE SUELOS, DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES
 TÉCNICO DE LABORATORIO
 RIVERA, J. J. J.
 TÉCNICO DE LABORATORIO

Fuente: USAT

Figura 70: Ensayo de compresión de muretes para una adición de 3.0%.



UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE CIVIL AMBIENTAL
LABORATORIO DE SUELOS, DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES



Solicitante KAREM OSNELLY CORONEL PEREZ
Atención Escuela de Ingeniería Civil Ambiental
Proyecto ANALISIS DE LAS PROPIEDADES MECANICAS Y FISICAS DEL ADOBE COMPACTADO CON ADICION DE VIRUTA Y PAJILLA DE ARROZ APLICADO EN EL CASERIO MESARRUME, DISTRITO CHOROS, PROVINCIA CUTERVO, 2022.
Lugar MESARRUME
Fecha de Ensayo Chiclayo, 19 de junio del 2023

CÓDIGO : N.T.P. E 080
 00

Muestra N°	Identificación	Fecha de asentado (Días)	Fecha de ensayo (Días)	Edad (Días)	h	e	Relación	Área bruta	Carga	Coef De	F'm corr.
					(cm)	(cm)	(t/e)	(cm ²)	(kg)	corrección	(kg/cm ²)
01	ADOBES COMPACTADO EMBORADOS CON EL 3%(que sería el 1.5% de viruta de madera + el 1.5% de pajilla de arroz)	22/05/2023	19/06/2026	28	31.0	12.6	2.460	300	3150	1.04	11
02		22/05/2023	19/06/2026	28	30.9	12.5	2.472	298	3420	1.04	12
03		22/05/2023	19/06/2026	28	30.6	12.7	2.409	304	3210	1.03	11
04		22/05/2023	19/06/2026	28	30.6	12.7	2.409	304	3360	1.04	12
Promedio F'm (kg/cm2)										11	


 LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES
 USAT
 TÉCNICO DE LABORATORIO
 RIVINDENYA OBLITAS JENI
 TÉCNICO DE LABORATORIO

Fuente: USAT

Figura 71: Ensayo de compresión de muretes para una adición de 4.5%.



UNIVERSIDAD CATOLICA SANTO TORIBERO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERIA
ESCUELA DE CIVIL AMBIENTAL
LABORATORIO DE SUELOS, DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES



Solicitante: CORONEL PEREZ KAREM OSNELLY
Atención: Escuela de Ingeniería Civil Ambiental
Proyecto: ANALISIS DE LAS PROPIEDADES MECANICAS Y FISICAS DEL ADOBE COMPACTADO CON ADICION DE VIRUTA Y PAJILLA DE ARROZ APLICADO EN EL CASERIO MESARRUME, DISTRITO CHOROS, PROVINCIA CUTERVO, 2022
Lugar: MESARRUME
Fecha de Ensayo: Chiclayo, 19 de junio del 2023

CÓDIGO : N.T.P. E 050


ENSAYO :

Muestra	Identificación	Fecha de asentado (Dias)	Fecha de ensayo (Dias)	Edad (Dias)	h	e	Relación	Área bruta (cm ²)	Carga (kg)	Coef. De corrección	F'm corr (kg/cm ²)
N°					(cm)	(cm)					
01	ADOBES COMPACTADO ELABORADOS CON EL 4.5% (que sería el 2.255% de viruta de madera + el 2.25% de pajilla de arroz)	22/05/2023	19/06/2026	28	31.0	12.6	2.460	300	1740	1.04	6
02		22/05/2023	19/06/2026	28	30.9	12.5	2.472	298	2290	1.04	8
03		22/05/2023	19/06/2026	28	30.6	12.7	2.409	304	1970	1.03	7
04		22/05/2023	19/06/2026	28	30.6	12.7	2.409	304	2210	1.04	8
Promedio F'm (kg/cm ²)											7



 LABORATORIO DE SUELOS, DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES
 TÉCNICO DE LABORATORIO
 RIVERA J. Oblitas Ferr.
 TÉCNICO DE LABORATORIO

Fuente: USAT

Figura 72: Ensayo de compresión de muretes para el adobe patrón.



UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MÓRRON
 FACULTAD DE INGENIERÍA
 ESCUELA DE CIVIL AMBIENTAL
 LABORATORIO DE SUELOS, DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES



Solicitante: KAREM OSNELLY CORONEL PEREZ
Atención: Escuela de Ingeniería Civil Ambiental
Proyecto: ANALISIS DE LAS PROPIEDADES MECANICAS Y FISICAS DEL ADOBE COMPACTADO CON ADICION DE VIRUTA Y PAJILLA DE ARROZ APLICADO EN EL CASERIO MESARRUMAE, DISTRITO CHOROS, PROVINCIA CUTERVO, 2022
Lugar: MESARRUMAE
Fecha de Ensayo: Chidayo, 19 de junio del 2023

CÓDIGO N.T.P. E 080
 00

Muestra Nº	Identificación	Fecha de asentado (Dias)	Fecha de ensayo (Dias)	Edad (Dias)	h	e	Relación	Área bruta	Carga	Coef. De	F'm corr.
					(cm)	(cm)	(h/e)	(cm ²)	(kg)	corrección	(kg/cm ²)
01	ADOBE NORMAL	22/05/2023	19/06/2026	28	31.0	12.6	2.460	300	1650	1.04	6
02		22/05/2023	19/06/2026	28	30.9	12.6	2.472	298	2120	1.04	7
03		22/05/2023	19/06/2026	28	30.6	12.7	2.409	304	1850	1.03	6
04		22/05/2023	19/06/2026	28	30.6	12.7	2.409	304	1990	1.04	7
Promedio F'm (kg/cm2)										6.5	

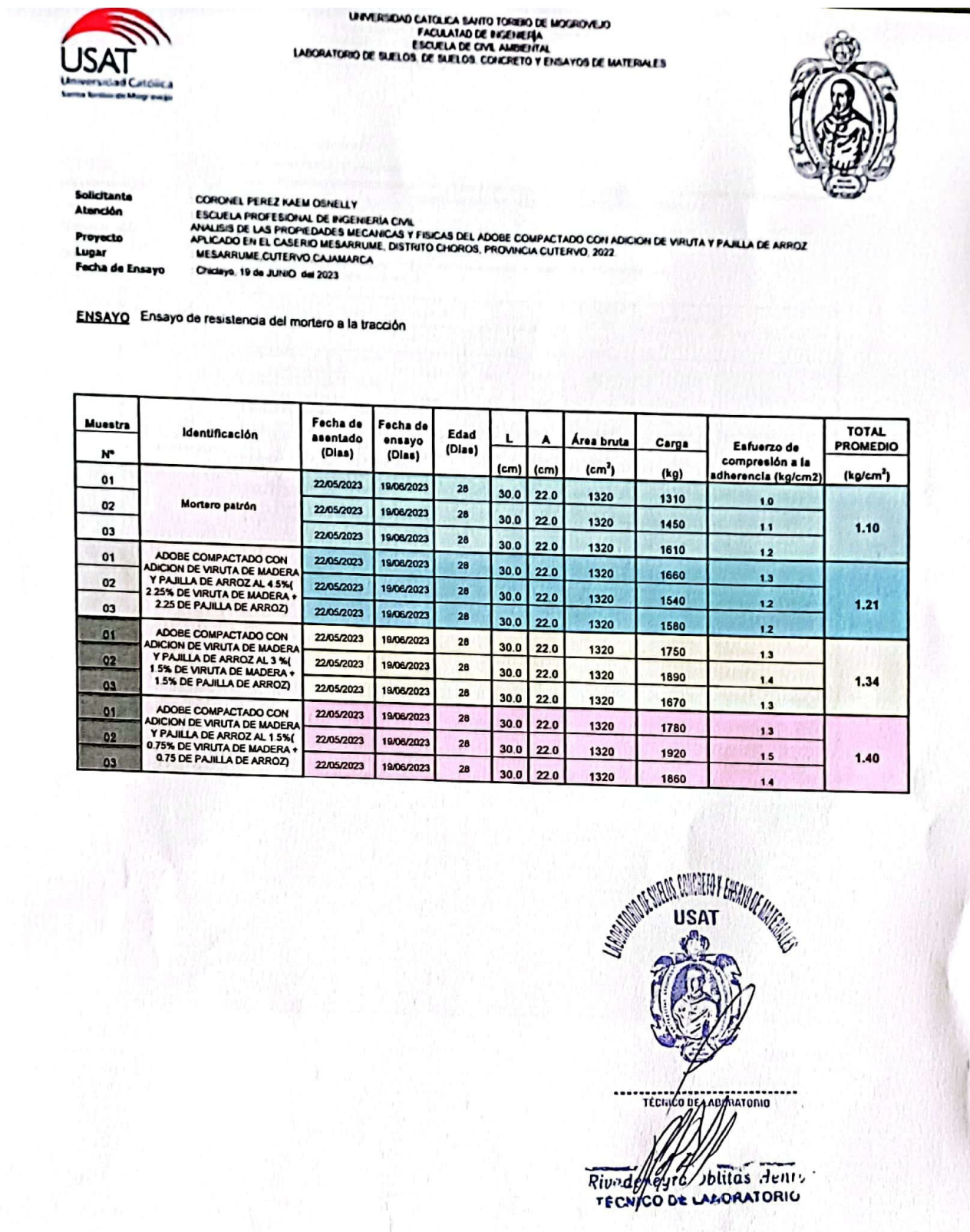


USAT
 LABORATORIO DE SUELOS, DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES

TÉCNICO DE LABORATORIO

Rivendeyra, Abilitas Henr.
 TÉCNICO DE LABORATORIO

Figura 73: Resistencia a tracción del mortero con adiciones de 1.5%, 3.0%, 4.5% y sin adición.



Fuente: USAT

Figura 74: Ensayo de compresión de cubos con adiciones de 1.5%, 3.0%, 4.5% y sin adición.



UNIVERSIDAD CATOLICA SAJITO TORIBIO DE MOGROVEJO
 FACULTAD DE INGENIERIA
 ESCUELA DE CIVIL AMBIENTAL
 LABORATORIO DE SUELOS, DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES



TESISTA : CORONEL PEREZ KAREM OSNELLY
 FACULTAD : ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL AMBIENTAL
 NOMBRE DE LA TESIS : ANALISIS DE LAS PROPIEDADES MECANICAS Y FISICAS DEL ADOBE COMPACTADO CON ADICION DE VIRUTA DE MADERA Y PAILLA DE ARROZ APLICADO EN EL CASERIO MESARRUME, DISTRITO CHOROS, PROVINCIA CUTERVO, 2022.
 Lugar : MESARRUME, CHOROS, CUTERVO
 Fecha de emisión : 19/06/2023

Ensayo : Los ensayos de laboratorio de esfuerzos de rotura mínimos para medir la Resistencia del material tierra a la compresión (ensayo de compresión en cubos)
 Referencia NTP E 080

Edad del Muestreo (Días de curado)	N° de Pruebas	P= Carga máxima de rotura (Kg)	Largo cm	Ancho cm	A= Área de la sección transversal (cm ²)	f _c = Resistencia a la Compresión Kg/cm ²	TOTAL PROM (Kg/cm ²)
28 Días de adobe compactado con adición de viruta de madera y paila de arroz al 4.5%	Adobe (2.25% de paila + 2.25% de viruta de madera)	2210	10.0	10.0	100.00	22.10	18.45
	Adobe (2.25% de paila + 2.25% de viruta de madera)	1850	10.0	10.0	100.00	18.50	
	Adobe (2.25% de paila + 2.25% de viruta de madera)	1620	10.0	10.0	100.00	16.20	
	Adobe (2.25% de paila + 2.25% de viruta de madera)	2360	10.0	10.0	100.00	23.60	
	Adobe (2.25% de paila + 2.25% de viruta de madera)	1990	10.0	10.0	100.00	19.90	
	Adobe (2.25% de paila + 2.25% de viruta de madera)	1500	10.0	10.0	100.00	15.00	
	Adobe (2.25% de paila + 2.25% de viruta de madera)	1290	10.0	10.0	100.00	12.90	
	Adobe (2.25% de paila + 2.25% de viruta de madera)	1940	10.0	10.0	100.00	19.40	
28 Días	ADOBES PATRON	1500	10.0	10.0	100.00	15.00	12.73
		1230	10.0	10.0	100.00	12.30	
		880	10.0	10.0	100.00	8.80	
		1250	10.0	10.0	100.00	12.50	
		1340	10.0	10.0	100.00	13.40	
		1510	10.0	10.0	100.00	15.10	
		1480	10.0	10.0	100.00	14.80	
		890	10.0	10.0	100.00	8.90	
28 Días de adobe compactado con adición de viruta de madera y paila de arroz al 3%	3.0%	2260	10.0	10.0	100.00	22.60	20.86
	3.00%	2070	10.0	10.0	100.00	20.70	
	3.00%	1640	10.0	10.0	100.00	16.40	
	3.00%	2150	10.0	10.0	100.00	21.50	
	3.00%	2300	10.0	10.0	100.00	23.00	
	3.00%	1960	10.0	10.0	100.00	19.60	
	3.00%	2120	10.0	10.0	100.00	21.20	
3.00%	2190	10.0	10.0	100.00	21.90		
28 Días de adobe compactado con adición de viruta de madera y paila de arroz al 1.5%	Adobe (0.75% de paila + 0.75% de viruta de madera)	2070	10.0	10.0	100.00	20.70	22.91
	Adobe (0.75% de paila + 0.75% de viruta de madera)	2100	10.0	10.0	100.00	21.00	
	Adobe (0.75% de paila + 0.75% de viruta de madera)	2490	10.0	10.0	100.00	24.90	
	Adobe (0.75% de paila + 0.75% de viruta de madera)	2110	10.0	10.0	100.00	21.10	
	Adobe (0.75% de paila + 0.75% de viruta de madera)	2310	10.0	10.0	100.00	23.10	
	Adobe (0.75% de paila + 0.75% de viruta de madera)	2650	10.0	10.0	100.00	26.50	
	Adobe (0.75% de paila + 0.75% de viruta de madera)	2340	10.0	10.0	100.00	23.40	
	Adobe (0.75% de paila + 0.75% de viruta de madera)	2260	10.0	10.0	100.00	22.60	

Rivinderya Oblitas Henrí
 TÉCNICO DE LABORATORIO



Anexo 4: Ensayos en laboratorio externo

Figura 75: Carta de autorización para recolección de información.



CARTA DE AUTORIZACIÓN PARA EL RECOLECCIÓN DE LA INFORMACIÓN

Chiclayo, 27 de octubre del 2023

Quien suscribe:

Sr. Wilson Arturo Olaya Agullar

**Representante Legal – LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS
W & C E.I.R.L. - LEMS W & C E.I.R.L.**

AUTORIZA: Permiso para recojo de Información pertinente en función del proyecto de Investigación, denominado "Análisis de las propiedades mecánicas y físicas del adobe compactado con adición de viruta y pajilla de arroz, aplicado en el caserío Mesarrume, distrito choros, provincia Cutervo, 2022".


Por el presente, el que suscribe, Wilson Arturo Olaya Agullar representante legal de la empresa LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS W & C E.I.R.L. - LEMS W & C E.I.R.L. **AUTORIZO** a la estudiante Karem Osnelly Coronel Pérez identificado con DNI N° 74157947 estudiante de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil Ambiental de la UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO y autor del trabajo de Investigación denominado "Análisis de las propiedades mecánicas y físicas del adobe compactado con adición de viruta y pajilla de arroz, aplicado en el caserío Mesarrume, distrito choros, provincia Cutervo, 2022". para el uso de laboratorio técnico y formatos de procesamiento de datos y cálculo para obtención de resultados de control de calidad en efectos exclusivamente académicos de la elaboración de tesis, enunciada líneas arriba de quien solicita se garantice la absoluta confidencialidad de la información solicitada.

Ensayos realizados:

- Ensayo de compresión diagonal o tracción Indirecta. NORMA E.080 Diseño y Construcción con Tierra Reforzada (24)

Atentamente.




LEMS W&C E.I.R.L.
 WILSON ARTURO OLAYA AGUILAR
 REPRESENTANTE GENERAL

Rv. de la Policia ...
 TÉCNICO DE LABORATORIO





Prolongación Biologena Km. 3.5
Chiclayo - Lambayeque
R.U.C. 20480781334
Email: lemswyc@ gmail.com

Solicitud de Ensayo : 1906A-23/ LEMS W&C
Solicitante : KAREM OSNELLY CORONEL PEREZ
Proyecto / Obra : TESIS: "ANÁLISIS DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS Y FÍSICAS DEL ADOBE COMPACTADO CON ADICIÓN DE VIRUTA Y PAJILLA DE ARROZ, APLICADO EN EL CASERIO MESARRUME, DISTRITO CHOROS, PROVINCIA CUTERVY, 2022"
Ubicación : Dist. Pimentel, Prov Chiclayo, Reg Lambayeque
Fecha de Apertura : Lunes, 19 de junio del 2023.
Inicio de ensayo : Lunes, 22 de mayo del 2023
Fin de ensayo : Lunes, 19 de junio del 2023
Ensayo : ADOBE Esfuerzo de rotura mínima para medir la resistencia del murete a compresión diagonal
Referencia : NORMA E. 080 Diseño y Construcción con Tierra Reforzada - 2017.


Muestra N°	IDENTIFICACIÓN	Fecha de Elaboración	Fecha de Ensayo	Edad (días)	Espesor cm	Longitud cm	Altura cm	Área 1 cm2	Área 2 cm2	P kgf	Resistencia Compresión kgf/cm2
01	ADOBE PATRON	22/05/2023	19/06/2023	28	15.0	62.0	65.0	930	975	646	0.34
02	ADOBE PATRON	22/05/2023	19/06/2023	28	15.0	62.0	65.0	930	975	650	0.34
03	ADOBE PATRON	22/05/2023	19/06/2023	28	15.0	62.0	65.0	930	975	641	0.34
04	ADOBE PATRON	22/05/2023	19/06/2023	28	15.0	62.0	65.0	930	975	680	0.36
05	ADOBE PATRON	22/05/2023	19/06/2023	28	15.0	62.0	65.0	930	975	600	0.31
06	ADOBE PATRON	22/05/2023	19/06/2023	28	15.0	62.0	65.0	930	975	626	0.33
PROMEDIO DE LAS 4 MEJORES MUESTRAS_V'm promedio									0.34		(Kg/cm2)

OBSERVACIONES:

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.


LEMS W&C EIRL.
WILSON ARTURO OLAYA AGUILERA
TEC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS


LEMS W&C EIRL.
MIGUEL ANGEL RUIZ PERALES
INGENIERO CIVIL
CIP: 246904


Rivaldo Roberto Sblitas Ferris
TÉCNICO DE LABORATORIO


USAT
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES
TÉCNICO DE LABORATORIO

Solicitud de Ensayo: 1806A-23/LEMS W&C
 Solicitante: KAREM OSHELLY CORONEL PEREZ
 Proyecto / Obra: TESIS "ANÁLISIS DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS Y FÍSICAS DEL ADOBE COMPACTADO CON ADICIÓN DE VIRUTA Y PAJILLA DE ARROZ, APLICADO EN EL CASERÍO MESARRUME, DISTRITO CHIGROS, PROVINCIA CUTERVO, 2022"
 Ubicación: Dist. Pimentel, Prov Chiclayo, Reg. Lambayeque
 Fecha de Apertura: Lunes, 19 de junio del 2023
 Inicio de ensayo: Lunes, 22 de mayo del 2023
 Fin de ensayo: Lunes, 19 de junio del 2023

Ensayo: ADOBE: Esfuerzo de rotura mínima para medir la resistencia del murete a compresión diagonal.
 Referencia: NORMA E 080 Diseño y Construcción con Tierra Reforzada - 2017.

Muestra N°	IDENTIFICACIÓN	Fecha de Elaboración	Fecha de Ensayo	Edad (días)	Espesor cm	Longitud cm	Altura cm	Área 1 cm ²	Área 2 cm ²	P kgf	Resistencia Comaración kgf/cm ²
01	ADOBE_1.5% (0.75%VIRUTA DE MADERA+ 0.75%PAJILLA DE ARROZ) Y COMPACTADO	22/05/2023	19/06/2023	28	15.0	62.0	65.0	930	975	1077	0.57
02	ADOBE_1.5% (0.75%VIRUTA DE MADERA+ 0.75%PAJILLA DE ARROZ) Y COMPACTADO	22/05/2023	19/06/2023	28	15.0	62.0	65.0	930	975	1054	0.55
03	ADOBE_1.5% (0.75%VIRUTA DE MADERA+ 0.75%PAJILLA DE ARROZ) Y COMPACTADO	22/05/2023	19/06/2023	28	15.0	62.0	65.0	930	975	1019	0.53
04	ADOBE_1.5% (0.75%VIRUTA DE MADERA+ 0.75%PAJILLA DE ARROZ) Y COMPACTADO	22/05/2023	19/06/2023	28	15.0	62.0	65.0	930	975	1047	0.55
05	ADOBE_1.5% (0.75%VIRUTA DE MADERA+ 0.75%PAJILLA DE ARROZ) Y COMPACTADO	22/05/2023	19/06/2023	28	15.0	62.0	65.0	930	975	1062	0.56
06	ADOBE_1.5% (0.75%VIRUTA DE MADERA+ 0.75%PAJILLA DE ARROZ) Y COMPACTADO	22/05/2023	19/06/2023	28	15.0	62.0	65.0	930	975	1033	0.54
PROMEDIO DE LAS 4 MEJORES MUESTRAS_V'm promedio									0.56		(Kg/cm ²)

OBSERVACIONES:

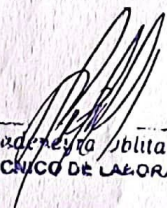
- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.




LEMS W&C EIRL.
 WILSON ARTURO OLAYA AGUILAR
 TEC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS




LEMS W&C EIRL.
 MIGUEL ANGEL RUIZ PERALES
 INGENIERO CIVIL
 CIP: 246904



Rivaldo Reyes Oblitas Henry
 TÉCNICO DE LABORATORIO

LABORATORIO DE ACEROS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES
USAT

 TÉCNICO DE LABORATORIO



Certificado PIREC/CPI Nº00137704 PMP Barroeta 8208588

Prolongación Bolsonera Km. 1.5
Chiclayo - Lambayeque
R.U.C. 2048078134
Email: lemswycarl@gmail.com

Solicitud de Ensayo: 1906A-23/LEMS W&C
Solicitante: KAREM OSNELLY CORONEL PEREZ
Proyecto / Obra: TESIS "ANÁLISIS DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS Y FÍSICAS DEL ADOBE COMPACTADO CON ADICIÓN DE VIRUTA Y PAJILLA DE ARROZ, APLICADO EN EL CASERIO MEBARRUME, DISTRITO CHOROS, PROVINCIA CUTERVO, 2022"
Ubicación: Disto Pimental, Prov Chiclayo, Reg Lambayeque
Fecha de Apertura: Lunes, 19 de junio del 2023
Inicio de ensayo: Lunes, 22 de mayo del 2023
Fin de ensayo: Lunes, 19 de junio del 2023
Ensayo: ADOBE. Esfuerzo de rotura mínima para medir la resistencia del murete a compresión diagonal.
Referencia: NORMA E 080 Diseño y Construcción con Tierra Reforzada - 2017.


Muestra Nº	IDENTIFICACIÓN	Fecha de Elaboración	Fecha de Ensayo	Edad (días)	Espesor cm	Longitud cm	Altura cm	Área 1 cm ²	Área 2 cm ²	P kgf	Resistencia Comaratada kgf/cm ²
01	ADOBE_3.0% (1.5%VIRUTA DE MADERA+ 1.5%PAJILLA DE ARROZ) Y COMPACTADO	22/05/2023	19/06/2023	28	15.0	62.0	65.0	930	975	750	0.39
02	ADOBE_3.0% (1.5%VIRUTA DE MADERA+ 1.5%PAJILLA DE ARROZ) Y COMPACTADO	22/05/2023	19/06/2023	28	15.0	62.0	65.0	930	975	729	0.38
03	ADOBE_3.0% (1.5%VIRUTA DE MADERA+ 1.5%PAJILLA DE ARROZ) Y COMPACTADO	22/05/2023	19/06/2023	28	15.0	62.0	65.0	930	975	801	0.42
04	ADOBE_3.0% (1.5%VIRUTA DE MADERA+ 1.5%PAJILLA DE ARROZ) Y COMPACTADO	22/05/2023	19/06/2023	28	15.0	62.0	65.0	930	975	746	0.39
05	ADOBE_3.0% (1.5%VIRUTA DE MADERA+ 1.5%PAJILLA DE ARROZ) Y COMPACTADO	22/05/2023	19/06/2023	28	15.0	62.0	65.0	930	975	713	0.37
06	ADOBE_3.0% (1.5%VIRUTA DE MADERA+ 1.5%PAJILLA DE ARROZ) Y COMPACTADO	22/05/2023	19/06/2023	28	15.0	62.0	65.0	930	975	768	0.40
PROMEDIO DE LAS 4 MEJORES MUESTRAS_V m promedio									0.40	(Kg/cm ²)	

OBSERVACIONES:

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.


LEMS W&C EIRL.
WILSON ARTURO OLAYA AGUILAR
TEC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS


LEMS W&C EIRL.
MIGUEL ANGEL RUIZ PERALES
INGENIERO CIVIL
CIP: 246984


Rudy de Jesus Jblitas Ferris
TÉCNICO DE LABORATORIO

LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYO DE MATERIAS
USAT

TÉCNICO DE LABORATORIO

Solicitud de Ensayo: **YOMA 23/ LEMS W&C**
 Solicitante: **KAREM OSNELLY GONZALEZ PEREZ**
 Proyecto / Obra: **TESIS "ANÁLISIS DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS Y FÍSICAS DEL ADOBE COMPACTADO CON ADICIÓN DE VIRUTA Y PAJILLA DE ARROZ, APLICADO EN EL CASERIO MESARRUME, DISTRITO CHOROS, PROVINCIA CUTERVO, 2022"**
 Ubicación: **Dpto. Piura, Prov. Chiclayo, Reg. Lambayeque**
 Fecha de Apertura: **Lunes, 19 de junio del 2023**
 Inicio de ensayo: **Lunes, 22 de mayo del 2023**
 Fin de ensayo: **Lunes, 19 de junio del 2023**
 Ensayo: **ADOBE. Esfuerzo de rotura mínima para medir la resistencia del murete a compresión diagonal.**
 Referencia: **NORMA E 060 Diseño y Construcción con Tierra Reforzada - 2017.**

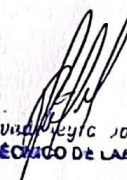
Muestra	IDENTIFICACIÓN	Fecha de Elaboración	Fecha de Ensayo	Edad (días)	Espesor cm	Longitud cm	Altura cm	Área 1 cm ²	Área 2 cm ²	P kgf	Resistencia Comprimión kgf/cm ²
01	ADOBE_4.5% (2.25%VIRUTA DE MADERA+ 2.25%PAJILLA DE ARROZ) Y ADOBE_4.5%	22/05/2023	19/06/2023	28	15.0	62.0	65.0	930	975	666	0.35
02	(2.25%VIRUTA DE MADERA+ 2.25%PAJILLA DE ARROZ) Y ADOBE_4.5%	22/05/2023	19/06/2023	28	15.0	62.0	65.0	930	975	687	0.36
03	(2.25%VIRUTA DE MADERA+ 2.25%PAJILLA DE ARROZ) Y ADOBE_4.5%	22/05/2023	19/06/2023	28	15.0	62.0	65.0	930	975	679	0.36
04	(2.25%VIRUTA DE MADERA+ 2.25%PAJILLA DE ARROZ) Y ADOBE_4.5%	22/05/2023	19/06/2023	28	15.0	62.0	65.0	930	975	681	0.36
05	(2.25%VIRUTA DE MADERA+ 2.25%PAJILLA DE ARROZ) Y ADOBE_4.5%	22/05/2023	19/06/2023	28	15.0	62.0	65.0	930	975	670	0.35
06	(2.25%VIRUTA DE MADERA+ 2.25%PAJILLA DE ARROZ) Y	22/05/2023	19/06/2023	28	15.0	62.0	65.0	930	975	693	0.36
PROMEDIO DE LAS 4 MEJORES MUESTRAS_Vm promedio										0.36	(Kg/cm ²)

OBSERVACIONES:

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.


WILSON ARTURO OLAYA AGUILAR
 TEC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS

MIGUEL ANGEL RUIZ PERALES
 INGENIERO CIVIL
 CIP: 246904

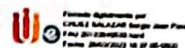

 RIVERA MONTAÑA JONAS
 TÉCNICO DE LABORATORIO




PERÚ

Presidencia
del Consejo de Ministros

INDECOPI



Registro de la Propiedad Industrial

Dirección de Signos Distintivos

CERTIFICADO N° 00137704

La Dirección de Signos Distintivos del Instituto Nacional de Defensa de la Competencia y de la Protección de la Propiedad Intelectual – INDECOPI, certifica que por mandato de la Resolución N° 008139-2022/DSD - INDECOPI de fecha 25 de marzo de 2022, ha quedado inscrito en el Registro de Marcas de Servicio, el siguiente signo:

Signo : La denominación LEMS W&C y logotipo, conforme al modelo

Distingue : Servicios de estudio de mecánica de suelos, estudio de evaluación de estructuras, ensayos y control de calidad del concreto, mezclas asfáltica, emulsiones asfálticas, suelos y materiales.

Clase : 42 de la Clasificación Internacional.

Solicitud : 0935718-2022

Titular : LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS W & C E.I.R.L. - LEMS W & C E.I.R.L.

País : Perú

Vigencia : 25 de marzo de 2032

 LEMS W&C

Rivinderia Jblitas Henis
TÉCNICO DE LABORATORIO



Pág. 1 de 1



Esta es una copia auténtica imprimible de un documento electrónico archivado por Indecopi, aplicando lo dispuesto por el Art. 25 de D.S. 070-2013-PCM y la Tercera Disposición Complementaria Final del D.S. 026-2016-PCM. Su autenticidad e integridad pueden ser contrastadas a través de la siguiente dirección web.

<https://enlinea.indecopi.gob.pe/verificador>

Id Documento: wt0nwa22bp

INSTITUTO NACIONAL DE DEFENSA DE LA COMPETENCIA Y DE LA PROTECCIÓN DE LA PROPIEDAD INTELECTUAL
Calle De la Prosa 104, San Borja, Lima 41 - Perú, Telf: 224-7800, Web: www.indecopi.gob.pe



PERUTEST S.A.C.

VENTA Y FABRICACIÓN DE EQUIPOS E INSTRUMENTOS DE LABORATORIO
SUELOS - MATERIALES - CONCRETOS - ASFALTOS - ROCAS - FÍSICA - QUÍMICA

RUC N° 20602182721

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN PT - LF - 057 - 2023

Área de Metrología
Laboratorio de Fuerza

Página 1 de 3

1. Expediente	1912-2023	Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales o internacionales, que realizan las unidades de la medición de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).
2. Solicitante	LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS W&C E.I.R.L.	
3. Dirección	CALLE LA FE NRO 0167 UPIS SEÑOR DE LOS MILAGROS - CHICLAYO - LAMBAYEQUE	Los resultados son validos en el momento de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamento vigente.
4. Equipo	PRENSA DE MURETES	PERUTEST S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.
Capacidad	20000 kgf	
Marca	NO INDICA	
Modelo	NO INDICA	
Número de Serie	NO INDICA	
Procedencia	PERÚ	Este certificado de calibración no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio que lo emite.
Identificación	LF-057	
Indicación	DIGITAL	
Marca	HIGH WEIGHT	
Modelo	315A	
Número de Serie	NO INDICA	
Resolución	10 kgf	
Ubicación	NO INDICA	El certificado de calibración sin firma y sello carece de validez.
5. Fecha de Calibración	2023-03-01	

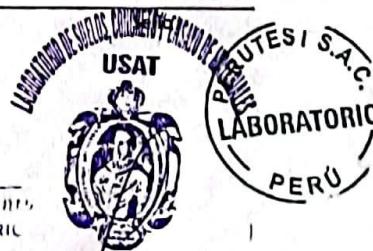
Fecha de Emisión

Jefe del Laboratorio de Metrología

2023-03-02

JOSE ALEJANDRO FLORES MINAYA

Riviera Flores Minaya
TÉCNICO DE LABORATORIO



☎ 913 028 621 / 913 028 622
☎ 913 028 623 / 913 028 624
🌐 www.perutest.com.pe

📍 Av. Chillón Lote 50B - Comas - Lima
✉ ventas@perutest.com.pe
🏢 PERUTEST SAC



PERUTEST S.A.C.

VENTA Y FABRICACIÓN DE EQUIPOS E INSTRUMENTOS DE LABORATORIO
SUELOS - MATERIALES - CONCRETOS - ASFALTOS - ROCAS - FÍSICA - QUÍMICA

RUC N° 20602182721

Área de Metrología
Laboratorio de Fuerza

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN PT - LF - 057 - 2023

Página 2 de 3

6. Método de Calibración

La calibración se realiza por comparación directa entre el valor de fuerza indicada en el dispositivo indicador de la máquina a ser calibrada y la indicación de la fuerza real tomada del instrumento de medición de fuerza patrón siguiendo la PC-032 "Procedimiento para la calibración de máquinas de ensayos uniaxiales" Edición 01 del INACAL - DM.

7. Lugar de calibración

Las Instalaciones del cliente.
CALLE LA FE NRO 0167 UPIS SEÑOR DE LOS MILAGROS - CHICLAYO - LAMBAYEQUE

8. Condiciones Ambientales

	Inicial	Final
Temperatura	26.1 °C	26.1 °C
Humedad Relativa	65 % HR	65 % HR

9. Patrones de referencia

Trazabilidad	Patrón utilizado	Informe de calibración
Celdas patrones calibradas en PUCP - Laboratorio de estructuras antisísmicas	Celda de Carga Código: LF-005 Capacidad: 150,000 kg.f	INF-LE 093-23 (B)
Celdas patrones calibradas en PUCP - Laboratorio de estructuras antisísmicas	Celda de Carga Código: LF-001 Capacidad: 10,000 kg.f	INF-LE 093-23 A/C

10. Observaciones

- Se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación CALIBRADO.
- Durante la realización de cada secuencia de calibración la temperatura del equipo de medida de fuerza permanece estable dentro de un intervalo de $\pm 2,0$ °C.
- El equipo no indica clase sin embargo cumple con el criterio para máquinas de ensayo uniaxiales de clase de 2.0 según la norma UNE-EN ISO 7500-1.



Rivero Mejía Jhilita Jenni,
REFERENTE LABORATORIO



☎ 913 028 621 / 913 028 622
☎ 913 028 623 / 913 028 624
🌐 www.perutest.com.pe

📍 Av. Chillón Lote 50B - Comas - Lima - Lima
✉ ventas@perutest.com.pe
📞 PERUTEST SAC



PERUTEST S.A.C.

VENTA Y FABRICACIÓN DE EQUIPOS E INSTRUMENTOS DE LABORATORIO
SUELOS - MATERIALES - CONCRETOS - ASFALTOS - ROCAS - FÍSICA - QUÍMICA

RUC N° 20602182721

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN PT - LF - 057 - 2023

Área de Metrología
Laboratorio de Fuerza

Página 3 de 3

11. Resultados de Medición

Indicación del Equipo		Indicación de Fuerza (Ascenso) Patrón de Referencia			
%	F_1 (kgf)	F_1 (kgf)	F_2 (kgf)	F_3 (kgf)	$F_{Promedio}$ (kgf)
10	2000	1990	2000	2000	1996
20	4000	4001	4021	4001	4008
30	6000	6042	6042	6042	6042
40	8000	8044	8044	8044	8044
50	10000	10046	10046	10046	10046
60	12000	12048	12048	12048	12048
70	14000	14050	14050	14050	14050
80	16000	16052	16052	16052	16052
90	18000	18054	18054	18054	18054
100	20000	20057	20057	20057	20057
Retorno a Cero		100.0	100.0	120.0	

Indicación del Equipo F (kgf)	Errores Encontrados en el Sistema de Medición				Incertidumbre U (k=2) (%)
	Exactitud a (%)	Repetibilidad b (%)	Reversibilidad v (%)	Resol. Relativa a (%)	
2000	0.39	0.50	1.00	0.50	0.66
4000	0.36	0.50	2.56	0.25	1.20
6000	-0.35	0.00	1.41	0.17	0.79
8000	-0.27	0.00	1.10	0.13	0.65
10000	-0.23	0.00	0.91	0.10	0.57
12000	-0.20	0.00	0.79	0.08	0.52
14000	-0.18	0.00	0.71	0.07	0.49
16000	-0.16	0.00	0.65	0.06	0.47
18000	-0.15	0.00	0.60	0.06	0.46
20000	-0.14	0.00	0.57	0.05	0.44

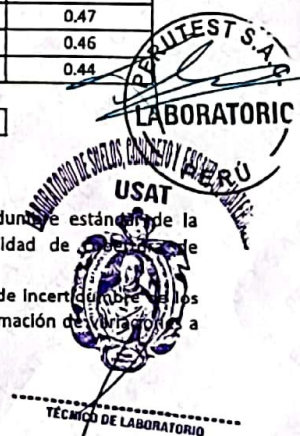
MÁXIMO ERROR RELATIVO DE CERO (f_0)	0.60 %
---	--------

12. Incertidumbre

La incertidumbre expandida de medición se ha obtenido multiplicando la incertidumbre estándar de la medición por el factor de cobertura $k=2$, el cual corresponde a una probabilidad de $\approx 95\%$ de aproximadamente 95%.

La incertidumbre expandida de medición fue calculada a partir de los componentes de incertidumbre de los factores de influencia en la calibración. La incertidumbre indicada no incluye una estimación de variación a largo plazo.

Rita Neyra Jblitas Ferrer
TÉCNICO DE LABORATORIO



☎ 913 028 621 / 913 028 622
☎ 913 028 623 / 913 028 624
🌐 www.perutest.com.pe

📍 Av. Chillón Lote 50B - Comas - Lima - Lima
✉ ventas@perutest.com.pe
🏢 PERUTEST SAC