

UNIVERSIDAD NACIONAL DE HUANCVELICA
(Creada Por Ley 25265)

FACULTAD DE CIENCIAS DE INGENIERÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



TESIS

**“INFLUENCIA DE LA FIBRA DE MAGUEY EN LA
COMPRESIÓN, TRACCIÓN Y ABSORCIÓN DEL ADOBE”**

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

TECNOLOGÍA DE LOS MATERIALES

PRESENTADO POR:

BACH. CONDORI TAIPE, Anylu Vilma
BACH. SOLANO PEÑALOZA, Yair Anderson

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
INGENIERO CIVIL

HUANCAVELICA – PERÚ

2019



UNIVERSIDAD NACIONAL DE HUANCAMELICA
FACULTAD DE CIENCIAS DE INGENIERÍA



ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS

En el Auditorium de la Facultad de Ciencias de Ingeniería, a los 02 días del mes de julio del año 2019, a horas 5:00 p.m., se reunieron los miembros del Jurado Calificador conformado por los siguientes: **Arq. Abdón Dante OLIVERA QUINTANILLA (PRESIDENTE)**, **Ing. Carlos GASPAS PACO (SECRETARIO)**, **M.Sc. Hugo Rubén Lujan Jeri (VOCAL)**, designados con Resolución de Decano N° 168-2018-FCI-UNH, de fecha 06 de diciembre del 2018, así mismo los miembros de Jurados Evaluadores han sido reestructurados con la Resolución de Decano N° 071-2019-FCI-UNH de fecha 17 de mayo del 2019 y ratificados con Resolución de Decano N° 105-2019-FCI-UNH de fecha 28 de junio del 2019, a fin de proceder con la calificación de la sustentación del informe final de tesis titulado: "INFLUENCIA DE LA FIBRA DE MAGUEY EN LA COMPRESIÓN TRACCIÓN Y ABSORCIÓN DEL ADOBE", presentado por los Bachilleres **Anylu Vilma CONDORI TAPE** y **Yair Anderson SOLANO PEÑALOZA**, para optar el **Título Profesional de Ingeniero Civil**; en presencia del **M.Sc. Marco Antonio LÓPEZ BARRANTES** como Asesor del presente trabajo de tesis. Finalizado la evaluación a horas **6:00 p.m.**; se invitó al público presente y a los sustentantes abandonar el recinto. Luego de una amplia deliberación por parte de los Jurados, se llegó al siguiente resultado:

Anylu Vilma CONDORI TAPE

APROBADO POR **UNANIMIDAD**

DESAPROBADO

Yair Anderson SOLANO PEÑALOZA

APROBADO POR **UNANIMIDAD**

DESAPROBADO

En señal de conformidad, firmamos a continuación:

Presidente

Secretario

Vocal

V° B° Decano

Título

**“INFLUENCIA DE LA FIBRA DE MAGUEY EN LA
COMPRESIÓN, TRACCIÓN Y ABSORCIÓN DEL
ADOBE”**

Tesistas

BACH. CONDORI TAIPE, Anylu Vilma
BACH. SOLANO PEÑALOZA, Yair Anderson

Asesor

M.Sc. LÓPEZ BARRANTES, Marco Antonio

Dedicatoria

A nuestros padres por el apoyo incondicional y el regalo invaluable de la vida, por los principios y valores enseñados que rigen el desarrollo y desenlace de mi vida.

Los autores.

Agradecimiento

Agradecer a Dios por permitirme gozar de salud y bienestar que permiten que logre mis metas.

A la “Universidad Nacional de Huancavelica; Creada por Ley N° 25265 por permitirme desarrollarme en el aspecto profesional y humanitario.

Agradecer a mis padres por el apoyo incondicional durante toda mi educación y el alcance de mis metas.

Agradecer a mi asesor de la presente investigación, quien dedicó parte de su tiempo para guiarme y ver concluido el presente estudio.

A los Docentes de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil, quienes me impartieron sus conocimientos, durante mi formación profesional.

A mis amigos que me dieron su apoyo incondicional y desinteresado, a todas las personas que de una o de otra manera colaboraron en el desarrollo del presente Proyecto.

Índice

Título	iii
Tesistas	iv
Asesor	v
Dedicatoria	vi
Agradecimiento	vii
Índice	1
Índice De Tablas	4
Índice De Figuras	5
Resumen	6
Abstract	7
Introducción	8
CAPÍTULO I	10
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	10
1.1. Descripción del problema.....	10
1.2. Formulación del problema	12
1.2.1. Problema general	12
1.2.2. Problemas específicos	12
1.3. Objetivos	12
1.3.1. Objetivo general.....	12
1.3.2. Objetivos específicos.....	12
1.4. Justificación	13
1.4.1. Justificación teórica.....	13
1.4.2. Justificación practica	13
1.4.3. Justificación social.....	14
1.5. Limitaciones.....	14
CAPÍTULO II	15
MARCO TEÓRICO	15
2.1. Antecedentes.....	15
2.1.1. A nivel Internacional	15

2.1.2.	A nivel Nacional	25
2.1.3.	A nivel Local.....	29
2.2.	Bases teóricas sobre el tema de investigación.....	30
2.2.1.	Unidades De Albañilería.....	30
2.2.2.	Adobe	32
2.2.3.	Maguey	48
2.3.	Bases conceptuales.....	52
2.3.1.	Resistencia a compresión.....	52
2.3.2.	Resistencia a la tracción por flexión.....	52
2.3.3.	Absorción	53
2.4.	Definición de términos	53
2.5.	Hipótesis.....	55
2.5.1.	Hipótesis General	55
2.5.2.	Hipótesis Específicas.....	55
2.6.	Variables	55
2.6.1.	Definición Operacional de la Variable.....	56
2.7.	Operacionalización de la variable	47
CAPÍTULO III	50
METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN	50
3.1.	Ámbito temporal y espacial	50
3.1.1.	Ámbito temporal	50
3.1.2.	Ámbito espacial.....	50
3.2.	Tipo de investigación.....	51
3.3.	Nivel de investigación	51
3.3.1.	Método de Investigación	51
3.4.	Población, muestra y muestreo	52
3.4.1.	Población	52
3.4.2.	Muestra	53
3.4.3.	Muestreo	53
3.5.	Técnicas e instrumentos de recolección de datos	54
3.6.	Técnicas de procesamiento y análisis de datos	54
	Para la recolección de datos se ejecutaron siguiendo las siguientes etapas:	54

CAPÍTULO IV	55
PRESENTACIÓN DE RESULTADOS	55
4.1. Análisis de la información.....	55
4.1.1. Ensayo de Análisis Granulométrico	55
4.1.2. Ensayo de tracción de las Fibras de Maguey	57
4.1.4. Resistencia a la compresión.....	60
4.1.5. Resistencia a la tracción.....	60
4.1.6. Resistencia a la absorción del adobe	61
4.1.7. Análisis de datos	62
4.1.8. Análisis de datos para muestras seleccionadas.....	62
4.2. Prueba de hipótesis.....	66
4.3. Discusión de resultados	73
CONCLUSIONES	76
RECOMENDACIONES	77
REFERENCIAS	78
ANEXOS	81

Índice De Tablas

Tabla N° 1: Características de unidad de albañilería según norma	31
Tabla N° 2 :Sistema de clasificación basado en criterios de granulometría.....	44
Tabla N° 3: Población	52
Tabla N° 4: Muestra	53
Tabla N° 5: Resistencia a la compresión, tracción y absorción	53
Tabla N° 6: Análisis granulométrico	56
Tabla N° 7 : Resultados de los diámetros de la fibra de maguey	57
Tabla N° 8: Resultados de tracción de la fibra de maguey	58
Tabla N° 9: Resultados de la absorción de la fibra de maguey.....	59
Tabla N° 10: Resultados de la resistencia a la compresión.....	60
Tabla N° 11: Resultados de la resistencia a la tracción	60
Tabla N° 12: Resultados de La resistencia a la absorción del adobe	61
Tabla N° 13: Resistencia a la compresión según Norma E-080	62
Tabla N° 14: Resistencia a la Tracción según Norma E-080.....	64
Tabla N° 15: Capacidad de absorción del adobe	65
Tabla N° 16: Estadísticos descriptivos de la Resistencia a la compresión	66
Tabla N° 17: Prueba de normalidad agrupada por Shapiro-Wilk	67
Tabla N° 18: Estadísticos descriptivos de la Resistencia a la Tracción	69
Tabla N° 19: Prueba de normalidad agrupada por Sapiro-Wilk	69
Tabla N° 20: Estadísticos descriptivos de La capacidad de absorción del adobe	71
Tabla N° 21: Prueba de normalidad agrupada por Sapiro-Wilk	72

Índice De Figuras

Figura 1. Cinta de barro	36
Figura 2. Presencia de Arcilla	36
Figura 3. Contenido de humedad	37
Figura 4. Resistencia de Adobe.....	37
Figura 5. Prueba de compresión de adobe	38
Figura 6. Ensayo de resistencia del mortero a la tracción.....	39
Figura 7: Grafico del análisis granulométrico	57
Figura 8: Grafico de los diámetros de la fibra de maguey	58
Figura 9: Grafico de la tracción de la fibra de maguey	59
Figura 10 : Comparación de la resistencia a la compresión.....	63
Figura 11 : Resistencia a la tracción con datos seleccionados según la Norma E-080.....	64
Figura 12: Capacidad de absorción de agua del adobe	65
Figura 13: Distribución agrupado mediante el diagrama de cajas	68
Figura 14: Distribución agrupado mediante el diagrama de cajas	70
Figura 15: Distribución agrupado mediante el diagrama de cajas	72

Resumen

El objetivo del estudio fue determinar la proporción de fibra de maguey en el adobe que maximiza sus características, para lo cual se hizo necesario el tipo de investigación es aplicada, nivel de investigación explicativo, diseño de investigación experimental simple con diseño completamente al azar balanceado, la población se conformó por 144 unidades de adobes con proporciones de 0%, 8%, 16% y 33% de fibra de maguey, con una muestra de 72 unidades de adobe con proporciones de 0%, 8%, 16% y 33% de fibra de maguey. Para la ejecución de la tesis se utilizó el suelo y la planta de Maguey (fibra) procedentes de la localidad de Lirio.

Para el análisis inferencial se usó el estadístico “ANOVA” y el Post Hoc “Tukey” para determinar la proporción de fibra de maguey que maximiza las características a la resistencia de la compresión, tracción y porcentaje de absorción de las unidades de adobe. Los resultados indican que: en el ensayo de compresión existe una máxima resistencia a la compresión promedio (45.95 kg/cm²) de las 6 probetas prismáticas de 12x12x12 cm elaboradas con una proporción de 33% de fibra de maguey. Así mismo; en el ensayo de tracción existe una máxima resistencia a la tracción promedio (11.18 kg/cm²) de las seis probetas prismáticas de 10x10x40 cm elaboradas con una proporción de 33% de fibra de maguey.

Así mismo; se obtuvo un porcentaje mínimo de absorción promedio de 24.57% de los adobes de 10x30x40 elaborados con una proporción de 33% de fibra de maguey. Cabe mencionar que dicho porcentaje (24.57%) no cumplió con la norma E070 donde la absorción mínima es 22%.

En conclusión, la fibra de maguey mejora las propiedades de resistencia a la compresión, resistencia a la tracción por flexión e impide la fisuración en el secado del adobe.

Palabras clave: Fibra de maguey - resistencia a la compresión - resistencia a la tracción - absorción del adobe - adobe.

Abstract

The objective of the study was to determine the proportion of maguey fiber in the adobe that maximizes its characteristics, for which was necessary the type of applied research, level of explanatory research, simple experimental research design with completely randomly balanced design, the population was formed by 144 units of adobes with proportions of 0%, 8%, 16% and 33% of maguey fiber, a sample of 72 units of adobe with proportions of 0%, 8%, 16% and 33% of maguey fiber. For the execution of the thesis were used the soil and the Maguey plant (fiber) from the Lirio town.

For the inferential analysis the statistical "ANOVA" and the Post Hoc "Tukey" were used to determine the proportion of maguey fiber that maximizes the characteristics to the compressive strength, traction and percentage of absorption of the adobe units. The results indicate that: in the compression test there is a maximum resistance to average compression (45.95 kg / cm²) of the 6 prismatic samples of 12x12x12 cm made with a ratio of 33% of maguey fiber. Likewise; in the tensile test there is a maximum average tensile strength (11.18 kg / cm²) of the six prismatic test pieces of 10x10x40 cm made with a 33% proportion of maguey fiber.

In the same way; a minimum percentage of average absorption of 24.57% of 10x30x40 bricks made with a 33% proportion of maguey fiber was obtained. It is worth mentioning that said percentage (24.57%) did not comply with the E070 Quality standards, where the minimum absorption is 22%.

To sum up, maguey fiber improves the properties of resistance to compression, tensile strength by bending and prevents cracking in the drying of adobe.

Keywords: Maguey fiber - compression resistance - tensile strength - adobe absorption - adobe

Introducción

El trabajo de tesis titulado “INFLUENCIA DE LA FIBRA DE MAGUEY EN LA COMPRESIÓN, TRACCIÓN Y ABSORCIÓN DEL ADOBE”, para la cual se dio inicio con el planteamiento del problema que fue ¿Qué proporción de fibra de maguey en el adobe maximiza su resistencia a la compresión, en la localidad de Lirio, Acoria, Huancavelica 2018?, en la que se planteó como objetivo general: Determinar la proporción de fibra de maguey en el adobe que maximiza sus características de este, en la localidad de Lirio, Acoria, Huancavelica 2018, además de ello se planteó una posible respuesta de acuerdo a la experiencia y revisión bibliográfica que fue que existe alguna proporción de fibra de maguey en el adobe que maximiza sus características de este, en la localidad de Lirio, Acoria, Huancavelica 2018.

Con respecto a la razón de la investigación, el adobe posee cierta inestabilidad mecánica (compresión, tracción y absorción de agua) y mal comportamiento ante fenómenos naturales; la resistencia que ofrece la unidad de albañilería de adobe bajo una carga axial es muy baja teniendo un comportamiento muy limitado y es muy vulnerable ante situaciones de exposición prolongada al agua; ya que la absorción de agua está directamente ligada con la porosidad del material, el tamaño de los poros, así como la distribución de los mismos que determinan el grado de absorción de agua.

El adobe es usado en nuestro país generalmente en zonas rurales. Por lo que en la presente investigación se propone una alternativa para mejorar las propiedades mecánicas del adobe tradicional, la adición de la fibra de maguey. Debido a su origen natural, es utilizada para la elaboración de costales, mantas, redes de pesca, sogas, etc.

Una tira de estas fibras tiene una resistencia considerable en comparación de otras. A ello hay que añadir que los residuos producidos por este material no son contaminantes ya que por medio de un proceso natural de degradación se van reincorporando al suelo sin ninguna agresión para éste.

El presente trabajo se estructuro de forma general en los siguientes Capítulo I: Problema, donde se desarrolló temas relacionados al planteamiento del problema, formulación del problema, objetivos y justificación; Capitulo II Marco Teórico, se plasmó información referente a los antecedentes, bases teóricas, definición de términos e hipótesis, y la operacionalización de variables; Capitulo III Metodología de la Investigación, se tocó temas como tipo, nivel, diseño de la investigación, método, entre otros aspectos relevantes; Capitulo IV Resultados, se plantea la información respecto a la estadística descriptiva y estadística inferencial; después se establecen las conclusiones, recomendaciones y Referencias Bibliográficas; finalmente se concluye con los anexos, la matriz de consistencia.

CAPÍTULO I

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1. Descripción del problema

El adobe es un material enormemente utilizado en las construcciones de la sierra peruana. Es un material de bajo precio y sencillo de fabricar pues está fabricado con barro, alguna fibra vegetal (ichu primordialmente), que son materiales naturales, abundantes y de muy bajo precio. Así mismo; en la localidad de Lirio, se observó que las viviendas construidas son de adobe, las viviendas están a punto de colapsar y algunos de ellos sufrieron la agresión de agentes externos debido a que tienen muchos años de antigüedad.

En la actualidad en nuestro país se está empleando la construcción de viviendas de material noble debido la facilidad de construcción; pero las condiciones para un poblador de la localidad de lirio y un ciudadano no son las mismas, ya que, al poblador de Lirio, se le hace más costoso poder trasladar los materiales que son utilizados en una vivienda de material noble, para lo cual se propone el uso adobes estabilizados con fibras de maguey, ya que esta planta de maguey abunda en la zona y creemos que puedan ofrecen mayor resistencia al adobe. Además de ello se utilizará los

materiales propios de la zona, el cual ocasionará menores costos en la construcción de una vivienda.

El uso del adobe constituye una opción óptima, económica, térmica, ecológica y aislante térmica para la construcción de viviendas, no obstante, se utilizan de una manera empírica y sin asistencia técnica. El adobe muestra un mal comportamiento ante fenómenos naturales, una inestabilidad mecánica, una resistencia bajo una carga axial limitado y es vulnerable ante situaciones de exposición prolongada al agua. La absorción de agua de este material (adobe), está estrechamente relacionada con el tamaño y distribución de los poros, que determinan el grado de absorción de agua.

El aprovechamiento del maguey puede llegar a cumplir un papel protagónico para la construcción, esta planta tiene varios usos en el Perú; utilizándose la fibra para la elaboración de productos textiles, jabón, leña, el jugo como fijador de colores, alimento para ganados, se utiliza también para hacer divisiones entre las piezas de las casas, la hoja cortada como canales de agua, se las usa en vez de tejas para muros de adobe o tapia.

La planta de maguey, existe en grandes cantidades en diferentes lugares de nuestro país y constituye una fuente renovable continua.

El adobe como una alternativa de material de construcción, está siendo reemplazado grandemente por lo que se le relaciona a su inseguridad ante los sismos y a la humedad (absorción de agua) y esto es debido a la falta de asistencia técnica en su utilización. Sin embargo, este material (adobe) sigue vigente siendo ampliamente utilizado en las zonas rurales del Perú.

Así mismo, se debe tener en cuenta los materiales con los cuales se elabore el adobe, pues actualmente existen diferentes técnicas y procedimientos de fabricación que optimizan el rendimiento y durabilidad.

1.2. Formulación del problema

1.2.1. Problema general

¿Qué proporción de fibra de maguey en el adobe modifica eficientemente sus características de este, en la localidad de Lirio, Acoria, Huancavelica 2018?

1.2.2. Problemas específicos

- ¿Qué proporción de fibra de maguey en el adobe modifica eficientemente su resistencia a la compresión, en la localidad de Lirio, Acoria, Huancavelica 2018?
- ¿Qué proporción de fibra de maguey en el adobe modifica eficientemente su resistencia a la tracción, en la localidad de Lirio, Acoria, Huancavelica 2018?
- ¿Qué proporción de fibra de maguey en el adobe modifica eficientemente la capacidad de absorción, en la localidad de Lirio, Acoria, Huancavelica 2018?

1.3. Objetivos

1.3.1. Objetivo general

Determinar la proporción de fibra de maguey en el adobe que modifica eficientemente sus características de este, en la localidad de Lirio, Acoria, Huancavelica 2018.

1.3.2. Objetivos específicos

- Establecer la proporción de fibra de maguey en el adobe que modifica eficientemente su resistencia a la compresión, en la localidad de Lirio, Acoria, Huancavelica 2018.

- Establecer la proporción de fibra de maguey en el adobe modifica eficientemente su resistencia a la tracción, en la localidad de Lirio, Acoria, Huancavelica 2018.
- Establecer la proporción de fibra de maguey en el adobe modifica eficientemente la capacidad de absorción, en la localidad de Lirio, Acoria, Huancavelica 2018.

1.4. Justificación

1.4.1. Justificación teórica

Actualmente las construcciones con adobe continúan siendo usadas. Para la población que actualmente utiliza este material en sus construcciones es muy importante el desarrollo de tecnologías constructivas basadas en el adobe estabilizado, que sean apropiados para mejorar el comportamiento sísmico de las construcciones de adobe.

1.4.2. Justificación practica

En la actualidad la industria de la construcción busca innovar los materiales convencionales con la utilización de diversos recursos naturales, como nuevas alternativas que aporten seguridad a la construcción, debido a la manera rudimentaria en la cual son elaborados los adobes y al no contar con controles de calidad mínimos que aseguren un comportamiento estructural óptimo y seguro.

En una constante búsqueda por tener mejores opciones de materiales de construcción, las investigaciones avanzan día a día para dar solución a las diferentes exigencias del mercado. Se desea que las viviendas sean resistentes, durables, y que tengan un buen desempeño de los materiales empleados para su construcción.

1.4.3. Justificación social

A través de esta investigación se mejorará la calidad de vida del poblador de Lirio y se revalorizará el uso de los materiales de construcción principalmente el adobe. La realización de esta investigación servirá como un referente para el uso de fibra de maguey en la construcción del adobe. Por lo tanto, se pretende mejorar las características del adobe utilizando como refuerzo la fibra de maguey, el cual beneficiara a los pobladores de la localidad de Lirio brindándoles seguridad y reduciendo los costos de construcción de sus viviendas.

1.5. Limitaciones

El presente trabajo de investigación fue realizado en la localidad de Lirio, distrito de Acoria y Provincia de Huancavelica. Por lo tanto; los resultados obtenidos son válidos únicamente para la localidad de Lirio, ya que las características de los materiales utilizados en las muestras son únicas y específico de la zona. Sin embargo la estructura de la investigación podrá servir como antecedente para la elaboración de otras investigaciones utilizando su propio ámbito de influencia y utilizando la adición de otros estabilizantes.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes

2.1.1. A nivel Internacional

- a. Llumitasig y Siza (2017)** realizó la investigación “Estudio de la resistencia a compresión del adobe artesanal estabilizado con paja, estiércol, savia de penca de tuna, sangre de toro y análisis de su comportamiento sísmico usando un modelo a escala”. **Objetivo:** Obtener la resistencia a compresión del adobe artesanal estabilizado con estiércol de vaca, sangre de toro, savia de penca de tuna y paja; determinar su comportamiento sísmico usando un modelo a escala. **Material y método:** investigación experimental. Población y muestra: Para la determinación de la Resistencia a Compresión, se realizan 6 muestras de las cuales serán consideradas únicamente el promedio de las cuatro mejores muestras. **Resultados:** Para llevar a cabo las siguientes conclusiones se manejarán términos que a su tiempo fueron explicados y tratados en el Capítulo II. Fundamentación Teórica, pg.6-10, que son

el fundamento principal teórico que se manejó en todo este trabajo experimental. Los adobes artesanales básicos elaborados con barro dormido más agua, obtuvieron una resistencia a compresión de 9,84kg/cm² a los 30 días. Los adobes artesanales estabilizados con paja lograron una resistencia a la compresión de 10,08 kg/cm² a los treinta días, incrementando su resistencia a compresión en 2,44% con respecto al adobe artesanal básico. Los adobes artesanales estabilizados con estiércol de vaca alcanzaron una resistencia a la compresión de 10,21 kg/cm² a los treinta días, comprobando un incremento de su resistencia a compresión del 3,76% con respecto al adobe artesanal básico. Los adobes artesanales estabilizados con sangre de toro obtuvieron una resistencia a la compresión de 10,36 kg/cm² a los treinta días, se registró un incremento en su resistencia a compresión del 5,28% con respecto al adobe artesanal básico. Los adobes artesanales estabilizados con sangre de toro y paja alcanzaron una resistencia a la compresión de 9,90 kg/cm² a los treinta días, se notó un aumento en su resistencia a compresión del 0,61% con respecto al adobe artesanal básico. Los adobes artesanales estabilizados con sangre de toro y estiércol de vaca obtuvieron una resistencia a la compresión de 11,29 kg/cm² a los treinta días, logrando un incremento de la resistencia a la compresión del 14,74% con respecto al adobe artesanal básico.). Los adobes artesanales estabilizados con savia de penca de tuna alcanzaron una resistencia a compresión de 10,26 kg/cm² a los treinta días, incrementando su resistencia a la compresión en 4,27% con respecto al adobe artesanal básico. Los adobes artesanales elaborados con barro dormido, estabilizados con savia de penca de tuna y paja alcanzaron una resistencia a la compresión de 9,98 kg/cm² a los treinta días, se notó un incremento en su resistencia a la compresión del 1,42% con respecto al adobe artesanal básico. Los adobes artesanales elaborados con barro dormido, estabilizados con savia de penca de tuna y estiércol de vaca alcanzaron una resistencia a compresión de 10,66 kg/cm² a los treinta días, logrando un incremento en su resistencia a

compresión del 8,33% con respecto al adobe artesanal básico. Los adobes artesanales elaborados con barro dormido que fueron estabilizados con savia de penca de tuna, paja y estiércol de vaca obtuvieron una resistencia a la compresión de 10,48 kg/cm² a los treinta días, evidenciándose un aumento en su resistencia a la compresión del 6,50% con respecto al adobe artesanal básico. **Conclusión:** Se concluye que la combinación más resistente fue: barro dormido estabilizado con sangre de toro y estiércol de vaca, ya que las muestras de adobe obtuvieron la mayor resistencia a compresión alcanzando así un valor de 11,29 Kg/cm² a los treinta días. El modelo elaborado con los adobes artesanales de la combinación más resistente a la compresión (barro dormido estabilizado con sangre de toro y estiércol de vaca) y reforzado con malla plástica no presento daños.

- b. **Aguilar y Quezada** (2017) realizó la investigación “Caracterización física y mecánica del adobe en el Cantón Cuenca”. **Objetivo:** Determinar las características físicas y mecánicas del adobe para su uso en el diseño estructural de edificaciones en el cantón Cuenca. **Material y método:** investigación aplicada. Diseño de investigación experimental. Método deductivo inductivo. Para realizar los gráficos de distribución de probabilidad próxima de los módulos de elasticidad de los muretes de adobe, se utilizaron los módulos de elasticidad de las cuatro muestras de cada fábrica de adobe, a partir de ello se generó la curva log normal. Los ensayos de compresión del adobe y muretes, las resistencias del murete a tracción indirecta siguieron los parámetros de la normativa peruana E.080 de Diseño y Construcción con Tierra Reforzada. La resistencia a Tracción por flexión del adobe y la resistencia a compresión del mortero se realizaron bajo los parámetros de la Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 0488 y NTE INEN 2554 respectivamente, estas normativas hacen referencia al hormigón, no obstante, fueron adecuadas para su aplicación en el adobe y mortero de barro, puesto que la norma peruana E.080 no establece ensayos de este

tipo. Para los ensayos de compresión del adobe, Tracción por flexión del adobe y compresión del mortero de barro se analizaron 6 muestras de cada molde; y en los ensayos de resistencia a la compresión y tracción indirecta en muretes se ensayaron 4 muestras. **Resultados:** Sobre la resistencia última a **compresión** que según normativa peruana E.080 de Diseño y Construcción con Tierra Reforzada debe ser mínimo de 1 MPa (*Mega pascal*), comparando los resultados obtenidos para cada caso de estudio se concluye que los especímenes de la adobera 1, adobera 2 y la edificación 2 cumplen con la resistencia mínima, donde la edificación 2 registra el valor más alto con 1,44 MPa (*Mega pascal*), donde los módulos elásticos de los oscilan entre 17 MPa (*Mega pascal*) hasta 68.5 MPa (*Mega pascal*), siendo los más bajos de la adobera 3 y edificación 1 que no cumplieron con la resistencia mínima. Sobre la resistencia a la **Tracción por flexión** del adobe, al comparar los resultados obtenidos podemos observar que según el documento CYED que sugiere una resistencia a la compresión de 1.2 MPa (*Mega pascal*) tan solo los especímenes de la adobera 1 y adobera 2 cumplen, la norma española establece varios valores de resistencia a compresión: baja (0.75 MPa (*Mega pascal*)), media (1.5 MPa (*Mega pascal*)) y alta (2.25 MPa (*Mega pascal*)) donde solo los especímenes de la adobera 1, adobera 2 y edificación 2 entran en esta clasificación ubicándose entre los valores considerados como baja y media, la normativa neozelandesa establece una resistencia a la compresión de 1.3 MPa (*Mega pascal*) donde solo los adobes ensayados de la edificación 2 cumplen, además establece una resistencia a la Tracción por flexión del adobe que debe estar entre el diez y veinte por ciento de la resistencia a la compresión donde solo la adobera 1 la cumple, para los valores establecidos en la norma peruana la adobera 1, adobera 2 y edificación 2 cumplen la resistencia a compresión del adobe y de estas solo la adobera 1 cumple el resto de resistencias establecidas por la normativa peruana. **Conclusión:** Hay una relación directa entre la calidad de los componentes del adobe

obtenidos en los ensayos de carácter físico con el comportamiento mecánico del adobe como unidad y como muro: Los adobes de la edificación 1, tiene una composición desfavorable, por ser un suelo de grano grueso con limos inorgánicos de compresibilidad media y arcillas orgánica, con presencia alta de contenido orgánico 8% que muy poco corresponde a fibras naturales importantes estabilizantes y rigidizadores. La mala calidad de los componentes del adobe de esta edificación se reflejan en el comportamiento mecánico, el árido grueso afecta en la resistencia a compresión del adobe provocando que se acelere su fracaso, se observa la resistencia inferior a la mínima permitida para la construcción según la norma peruana E. 080, y la resistencia a Tracción por flexión con valores sumamente bajos en comparación de la adobera 1 y edificación 2 por la falta de fibras naturales apropiadas, ya que se usó un tipo de paja cilíndrica hueca que no tuvo adherencia con el adobe. La edificación 2, con adobes de composición granular fina y limos inorgánicos de compresibilidad media tiene buenas características además de tener alrededor del 7% de contenido orgánico del que parte corresponde a fibras naturales, por ello la resistencia a compresión supera 1 MPa (*Mega pascal*) el esfuerzo mínimo establecido en la norma peruana E. 080, Así mismo; sobrepasa la resistencia a Tracción por flexión de la edificación 1 por la presencia de fibras que funcionan como rigidizadores en el adobe. La edificación 2, con adobes de composición granular fina y limos inorgánicos de compresibilidad media tiene buenas características además de tener alrededor del 7% de contenido orgánico del que parte corresponde a fibras naturales, por ello la resistencia a compresión supera 1 MPa (*Mega pascal*) el esfuerzo mínimo establecido en la norma peruana E. 080, Así mismo; sobrepasa la resistencia a Tracción por flexión de la edificación 1 por la presencia de fibras que funcionan como rigidizadores en el adobe. Los adobes de la adobera 1, posee una composición granular fina y limos inorgánicos de alta compresibilidad que le otorgan un buen comportamiento mecánico

y 6% de contenido orgánico que corresponde en su mayoría por la alta presencia de fibra natural, la resistencia a compresión supera el esfuerzo mínimo establecido por la norma peruana y sobrepasa la resistencia a Tracción por flexión de la Edificación 1, Adobera 2 y 3 por la presencia de fibras que funcionan como rigidizadores en el adobe. Por las excelentes características físicas del mortero, suelo de grano fino, plasticidad media y arcillas inorgánicas dio como resultado la resistencia a compresión más alta registrada en esta investigación. Como producto de un adobe y mortero de buena calidad, los muretes de esta adobera rebasan la resistencia a compresión y tracción indirecta mínima que indica la norma peruana E. 080, además de registrar los valores más altos de las tres fábricas de adobe. La adobera 2, tiene adobes compuesto de suelo de grano grueso, plasticidad media, arcillas inorgánicas y poco contenido de materia orgánica que poco tiene que ver con la paja que es casi nula, propician condiciones óptimas para un buen comportamiento mecánico del adobe. La buena calidad de la composición del adobe de esta adobera se refleja en el comportamiento a compresión con resultados superiores a los mínimos establecidos por la norma peruana E 080; sin embargo, a Tracción por flexión, la baja presencia de fibras naturales importantes estabilizantes y rigidizadores influyeron en la baja resistencia del adobe a Tracción por flexión. La adobera 3, con adobes de composición granular gruesa y limos inorgánicos de compresibilidad con alrededor del 7% de contenido orgánico que poco corresponde a las fibras naturales, la presencia de paja en estos adobes es casi nula, debido a la alta presencia de árido grueso la resistencia a compresión no supera 1 MPa (*Mega pascal*), el esfuerzo mínimo requerido en la norma peruana E. 080, además de muy baja resistencia a Tracción por flexión provocada por casi nula presencia de fibras.

- c. **Briseño (2016)** realizó la investigación “Análisis del comportamiento a Tracción por flexión de vigas reforzadas con fibra de cabuya”. **Objetivo:** Analizar el comportamiento a flexión de vigas reforzadas con fibra de

cabuya. **Material y método:** Se utilizó agregados pétreos. Una vez conseguidas los materiales se estableció la dosificación del concreto para la resistencia de diseño de $f'c = 240 \text{ kg/cm}^2$ con un asentamiento de 6 – 9 cm, este diseño es el más común en la construcción. A partir de esta dosificación, se elaboró vigas de concreto sin fibra y con fibra de cabuya, se elaboró tres muestras para cada ensayo, se ensayó las muestras a los 14, 28 y 60 días. **Resultados:** Concluidos los ensayos de flexión en las muestras de concreto $f'c = 240 \text{ Kg/cm}^2$ a los 14 días, se evalúa que la muestra reforzada con fibra de cabuya dispersa presenta un aumento en la resistencia a la flexión del 6,0%, mientras la muestra reforzada con fibra longitudinal presenta un descuento del 20,1%, en relación a la muestra sin fibra. Los resultados obtenidos en los ensayos a flexión de las muestras de $f'c = 240 \text{ Kg/cm}^2$ a los 28 días de edad. La muestra reforzada con fibra de cabuya dispersa aumenta su resistencia a la flexión en 6,0%, mientras que la muestra reforzada con fibra longitudinal reduce un 19,5% en relación a la muestra sin fibra. De los ensayos a flexión en muestras de $f'c = 240 \text{ Kg/cm}^2$ a los 60 días de edad, existe un incremento en la resistencia a flexión en la muestra reforzada con fibra de cabuya, alrededor del 14,7% para la muestra con fibra dispersa, y del 7,5% para muestras con fibra longitudinal, en comparación a la muestra sin fibra. **Conclusión:** Los ensayos a flexión ejecutados en muestras de concreto $f'c = 240 \text{ Kg/cm}^2$ a los 14, 28 y 60 días, revela que la muestra con fibra dispersa siempre presentara la mayor resistencia.

- d. **Catalán (2013)** realizó la investigación “Comportamiento sísmico de la vivienda de adobe basado en pruebas en mesa vibradora de dos modelos a escala”. **Objetivo:** Estudiar el comportamiento sísmico de la vivienda de adobe típica, por medio de la simulación de un sismo y sus efectos sobre dos modelos a escala 1:2 en una mesa vibradora. **Material y Método:** Para estudiar el comportamiento sísmico de la vivienda de adobe se recurrió a pruebas dinámicas mediante la simulación de un

sismo y sus efectos sobre un modelo a escala 1:2 en una mesa vibradora. Las viviendas de adobe en términos de resistencia representan el tipo de construcciones más vulnerables frente a un evento sísmico. El experimento se realizó con una mesa vibradora de aluminio, tipo biaxial, con un tamaño de 4 x 4 m y que puede soportar modelos de hasta 20 toneladas. Para transmitir el movimiento a la mesa vibradora cuenta con cuatro actuadores horizontales y cuatro verticales. Su sistema de control digital permite controlar, en tiempo real, cinco grados de libertad de modo independiente o simultáneo: dos desplazamientos, horizontal y vertical y tres rotaciones. Los desplazamientos máximos que alcanza son de ± 150 mm horizontalmente y ± 75 mm verticalmente. Las aceleraciones máximas que alcanza son: 1.2 g y 2 g en dirección horizontal y vertical respectivamente. Además, cuenta con un sistema de adquisición de datos con capacidad para 96 canales y el intervalo de frecuencias que se puede aplicar es de 0.1 a 50 Hz. **Resultados: Modelo sin refuerzo.** Se inició con el ensaye a una intensidad del 25% (0.07 g) del sismo de referencia en la dirección horizontal. Durante esta prueba no se apreció ningún daño en el modelo. Las primeras fisuras visibles se presentaron en las esquinas de puertas y ventana durante la aplicación del 50% (0.13 g) del sismo en la dirección horizontal. Posteriormente, durante la aplicación del 75% (0.21 g) y 100% (0.28 g) del sismo en su componente horizontal, las grietas se acentuaron más en las zonas ya identificadas y se apreciaron grietas verticales en las esquinas interiores y exteriores. La máxima aceleración aplicada en la base del modelo fue de 0.47 y 0.36 g, en la dirección horizontal y vertical respectivamente, que corresponde a una intensidad del 200% del sismo de referencia. Los daños acumulados propiciaron agrietamientos en la cumbrera del muro transversal. Además, debido a la Tracción por flexión de los muros longitudinales, se presentaron grietas verticales en las esquinas de los muros, desde su extremo superior hasta un poco menos de la mitad de su altura, punto desde el cual la grieta se propagó de forma inclinada a

45° aproximadamente hasta la base del muro longitudinal. **Modelo reforzado.** De igual manera que en el modelo anterior, en este modelo fue aplicada inicialmente una señal de ruido blanco tanto al inicio como al final del programa de pruebas. El reforzamiento del modelo hizo que su comportamiento fuera rígido y con un nivel de daño mucho menor con respecto al modelo sin refuerzo. El tamaño de grietas fue pequeño, lo cual demuestra la eficacia de esta técnica de reforzamiento simple y práctica. El primer movimiento aplicado fue de 25% (0.08 g) del sismo de referencia en la dirección horizontal, si bien, se intuía que este nivel de aceleración no provocaría daño alguno en el modelo, se decidió hacer este ensaye para poder hacer las comparaciones con el modelo sin refuerzo. Bajo esta lógica de comparación entre modelos, se ejecutaron ensayos para intensidades del 50, 100,150 y 200% del movimiento de referencia. Los primeros agrietamientos visibles se presentaron durante el ensaye al 100% en su componente horizontal (0.24 g) y vertical (0.2 g), estos agrietamientos fueron en las esquinas de puertas y ventana, también se produjeron grietas diagonales en los muros longitudinales. Estas grietas prolongaron su longitud durante la aplicación del 200% (0.51 g horizontal y 0.45 g vertical) y 300% (0.79 g horizontal y 0.56 g vertical) del sismo en sus dos componentes. **Conclusión:** El periodo de vibrar del modelo sin refuerzo resultó de 0.12 s y de 0.048 s para el modelo reforzado, es decir, con el reforzamiento el periodo de vibrar se redujo hasta en un 60%. La curva de periodos de vibrar obtenido en el modelo sin refuerzo durante el programa de pruebas, exhibe un comportamiento muy frágil y flexible, de tal manera que la pérdida de su rigidez es notable desde niveles bajos de aceleración y agrietamiento, como consecuencia del nivel de daño alcanzado, la rigidez del modelo sin refuerzo se redujo hasta un 90.5% de la rigidez inicial ante una distorsión máxima de 2.07%. La curva de periodos del modelo reforzado, tiene una pérdida de rigidez gradual y menos pronunciada, con una variación lineal hasta antes del primer agrietamiento visible, en

este modelo se llega a aplicar en la base hasta un máximo del doble de aceleraciones que se aplicó en el modelo sin refuerzo y ante esto la pérdida de rigidez se degradó hasta un 75.5% de la rigidez inicial y una distorsión máxima alcanzada de 0.54%. En lo que respecta al porcentaje de amortiguamiento crítico, el modelo sin refuerzo presentó un valor inicial promedio de 7.3% y el modelo reforzado disminuyó a 4.1%, se observa que con el aumento de la rigidez se redujo el porcentaje de amortiguamiento crítico. En el modelo sin refuerzo, el nivel inicial de amortiguamiento crítico es debido a la deformabilidad del mortero de adobe; oquedades entre juntas y piezas y mayor daño progresivo del modelo. Al final del programa de pruebas, el modelo reforzado alcanzó 17.5% de amortiguamiento crítico, valor cercano al del modelo sin refuerzo (18.85%), pero ante niveles de aceleración del doble que fue aplicado en la base del modelo sin refuerzo. El coeficiente de cortante basal resistido por el modelo sin refuerzo (0.41) fue menor que el resistido por el modelo reforzado (0.7). Esto fue debido a la baja resistencia y rigidez del modelo sin refuerzo, lo que hace que éste presente grandes distorsiones. El modelo reforzado resistió fuerzas y aceleraciones del doble, durante las pruebas se observó que el modelo exhibía un comportamiento de cuerpo rígido, al final del programa de pruebas el estado de daño fue moderado. Es importante mencionar que el modelo reforzado no se llevó hasta su resistencia última, pero si se logró establecer las comparaciones ante el mismo nivel de aceleraciones impuestas en el modelo sin refuerzo, además de poder evaluar la variación del comportamiento sísmico del modelo reforzado antes niveles de aceleración mayor, lo cual demuestra que el refuerzo propuesto desde el punto de vista estructural es eficiente, ya que mejora notablemente su capacidad de resistencia.

2.1.2. A nivel Nacional

- a. **Mantilla (2018)** realizó la investigación “Variación de las propiedades físico mecánicas del adobe al incorporar viruta y caucho”. **Objetivo:** Determinar la variación en las propiedades físico-mecánicas del adobe con adición de la viruta y caucho en porcentajes de 2%, 3% y 5%. **Material y Método:** investigación aplicada experimental. La muestra está compuesta por 245 bloques de adobe elaborados con los porcentajes correspondientes de adición de fibras. **Resultados:** Se ha agregado fibra vegetal (viruta) y fibra de caucho en los siguientes porcentajes: 2%, 3% y 5%, realizándose 245 adobes, se realizaron los ensayos de: resistencia a la compresión, flexión, absorción y saturación total. La muestra tuvo 30.25 kg/cm² como máximo en el ensayo de resistencia a la compresión con un porcentaje de 3% de adición de viruta, en el ensayo del ensayo a la flexión tuvo 8.35 kg/cm² como máximo valor mayor a los resultados obtenidos de los ensayos a flexión del adobe tradicional. Así mismo; en el ensayo de absorción se redujo un 4% con la adición del 5% de caucho, observándose también un mínimo deterioro de los adobes con adición de caucho en la saturación total. **Conclusión:** Con la adición de viruta y caucho las propiedades físico-mecánicas del adobe los resultados son positivos.
- b. **Benites (2017)** realizó la investigación “Adobe estabilizado con extracto de cabuya (furcraea andina)”. **Objetivo:** evaluar la factibilidad de la Cabuya o Furcraea andina como estabilizador del adobe tradicional. **Material y Método:** Se evaluó la elaboración del extracto de cabuya con una maceración entre cinco y veinte días previamente a su incorporación al adobe, teniendo en cuenta 3 tiempos de maceración diferentes y evaluándose para cada uno el resultado del adobe estabilizado en los ensayos de: la resistencia a la compresión, flexión; al agua mediante la prueba del chorro de agua y al ensayo de inmersión. **Resultados:** el extracto de Cabuya necesita como mínimo cinco días de

maceración y diez días para activar sus propiedades estabilizantes y alcanzar una mejor resistencia al agua. La resistencia a la compresión y flexión aumentan en un 9.6% y 133.7% respectivamente, mientras mejora notablemente la resistencia a la absorción. Así mismo; el extracto de Cabuya es un buen estabilizante como la cal o el cemento.

Conclusión: El extracto de Cabuya, favorece significativamente a la estabilización del adobe, mejorando la resistencia al agua, reduciendo a casi cero el efecto de daño por inmersión y chorro de agua en el adobe. Cabe mencionar que la resistencia a la compresión aumenta en un 9.6%.

- c. **Romero y Callas (2017)** realizó la investigación “estudio comparativo de las propiedades físico mecánicas de las unidades de adobe tradicional frente a las unidades de adobe estabilizado con asfalto”. **Objetivo:** Determinar las propiedades físico mecánicas del adobe tradicional frente al adobe estabilizado con asfalto. **Material y Método:** nivel de investigación cuantitativa, del nivel descriptivo con un diseño cuasi experimental. Se tiene una población total de 126 muestras. **Resultados:** Los adobes tradicionales obtienen la resistencia mínima (resistencia promedio de 9.76 Kg/cm²) que exige la norma E -080 (resistencia mínima de 12 Kg/cm²). Las unidades de adobe estabilizados a un 5% y al 10% tienen una mejor resistencia a la compresión con un promedio de 14.87 Kg/cm² y 17.68 Kg/cm² respectivamente. **Conclusión:** las muestras estabilizadas con asfalto al 5 % son un 52.35 % más resistentes a la compresión que una muestra de adobe tradicional, y las muestras de adobe estabilizado al 10% son un 81.15% más resistentes a la compresión que la muestra de adobe tradicional. Así mismo; superaron favorablemente los ensayos con presencia de agua.
- d. **Moreno y Sebastián (2017)** realizó la investigación “Comparación de las propiedades físicas y mecánicas del adobe sumergido en lechada agua – cemento y la norma E.080”. **Objetivo:** comparar las propiedades del adobe sumergido en lechada Agua – Cemento y la Norma E.080. **Material y Método:** se tuvo una muestra de 350 adobes. La

investigación es de tipo Cuantitativa. Y un diseño cuasi experimental.

Resultados: Ensayo a la resistencia a compresión de sumergido en lechada Agua – cemento y adobe normal. El promedio de las cuatro mejores muestras ensayadas es 36.88 Kgf/cm², traspasando el valor mínimo que establece la norma (10.2 Kgf/cm²). **Conclusión:** las propiedades de las muestras con adobe sumergido en lechada de agua - cemento presenta un incremento ampliamente.

- e. **Carhuanambo (2016)** realizó la investigación “Propiedades mecánicas y físicas del adobe compactado con adición de viruta y aserrín, Cajamarca 2016”. **Objetivo:** Determinar las propiedades del adobe compactado con adición de viruta al 1.5%, 3.0% y 4.5% y adición de aserrín de Eucalipto al 1.5%, 3.0% y 4.5%. **Material y Método:** investigación experimental. Con una población de 140 bloques de adobe elaborados con la prensa CINVA, elaborándose para los ensayos a flexión y compresión 6 unidades de adobe. **Resultados:** La adición de viruta de Eucalipto tuvo una resistencia a la compresión promedio en los porcentajes de 1.5% (28.04 kg/cm²), 3.0% (29.79 kg/cm²) y 4.5% (30.94 kg/cm²); la adición de aserrín de Eucalipto tuvo una resistencia a la compresión promedio para los porcentajes de 1.5% (21.01 kg/cm²), 3.0% (18.53 kg/cm²) y 4.5% (13.64 kg/cm²). Así mismo; en la resistencia a flexión con adición de viruta de Eucalipto se tuvo como resultado para los porcentajes de 1.5% (20.67 kg/cm²), 3.0% (19.38 kg/cm²) y 4.5% (23.34 kg/cm²). Y para la adición de aserrín de Eucalipto se tuvo una resistencia a flexión con los porcentajes de 1.5% (18.06 kg/cm²), 3.0% (9.81 kg/cm²) y 4.5% (12.48 kg/cm²). Finalmente, para la absorción de agua de los adobes con adición de viruta de Eucalipto se tuvieron los siguientes resultados: con los porcentajes de 1.5% (19.36%), 3.0% (20.15%) y 4.5% (20.95%). Pero, los adobes con adición de aserrín de Eucalipto se tuvieron los siguientes resultados: con los porcentajes de 1.5% (16.99%), 3.0% (17.75%) y 4.5% (18.35%). **Conclusión:** los adobes con adición de viruta en sus

diferentes porcentajes alcanzaron una resistencia a la compresión mínima de 28.04 kg/cm²; por otro lado, los adobes con adición de aserrín alcanzaron una resistencia a la compresión mínima de 13.64 kg/cm². Los adobes con adición de aserrín alcanzaron una resistencia a flexión mínima de 19.38 kg/cm² y los adobes con adición de aserrín alcanzaron una resistencia a flexión mínima 9.81 kg/cm². Además, la resistencia a la absorción del adobe se mantiene invariable en cualquier dosificación.

- f. **Tapia y Huancachoque (2016)** realizó la investigación “Adobe elaborado según norma e.080, adicionado con mucílago de gigantón, utilizando insumos de la región del cusco, comparado con el adobe tradicional artesanal elaborado en el sector adoberos, distrito de San Jerónimo - Cusco”. **Objetivo:** Evaluar el comportamiento del adobe elaborado según Norma E.080, adicionado con diferentes porcentajes de mucílago de gigantón, mediante ensayos de variación de dimensiones, resistencia a la compresión, porcentaje de absorción, porcentaje de succión capilar, resistencia a la compresión de testigos saturados. Y contrastar los resultados obtenidos con el adobe tradicional artesanal elaborado en el sector adoberos, distrito de San Jerónimo - Cusco. **Material y Método:** Investigación Cuantitativa. Nivel Descriptivo – Correlacional. Método Hipotético – Deductivo. La población está determinada por 126 testigos de adobe. **Resultados:** Los adobes adicionadas con 9% de mucílago de gigantón presentan valores de resistencia a la compresión mayores, con un promedio de 15.35 ± 0.172 Kg/cm². Mientras que los testigos tradicionales artesanales presentan valores mínimos con un promedio de 7.55 ± 0.186 Kg/cm². Observándose un comportamiento ascendente desde valores mínimos de los testigos de adobe tradicionales artesanales, hasta llegar al valor máximo con la adición del 9% del aditivo. Las unidades de adobe saturadas adicionadas con 7% de mucílago de gigantón presentan valores de resistencia a la compresión mayores, con un promedio de

12.54 ± 0.246 Kg/cm². Mientras que los testigos tradicionales artesanales saturados presentan valores mínimos con un promedio de 3.95 ± 0.168 Kg/cm². **Conclusión:** el mucílago de gigantón, como estabilizante, tiene mejoras significativas en el adobe.

2.1.3. A nivel Local

- a. **Valencia y Lloclla (2014)** realizó la investigación “Reducción de desastres a través de diseño sísmico en edificaciones de adobe en la ciudad de Lircay 2014”. **Objetivo:** Analizar en qué medida permitirá reducir los desastres sísmicos la aplicación de un diseño sísmico en edificaciones de adobe en la ciudad de Lircay-2014. **Material y Método:** El tipo de investigación es aplicada. Nivel de investigación es de tipo descriptivo. **Resultados:** El 75.00% de Ingenieros y Arquitectos respondieron que el estudio referente a Reducción de Desastres Atraves de Diseño Sísmico en Edificaciones de Adobe, es muy importante (buena) para tener conocimiento sobre el tema y además como un elemento a tomar en cuenta por las empresas constructoras y por el programa de Mi Vivienda que el Gobierno viene implementando. En tanto que un 25.00% de los encuestados opinó que el estudio tiene carácter de regular, ya que se requiere de casos prácticos que todavía deben ser aplicados en nuestra provincia de manera general. El 55.00% de Ingenieros y Arquitectos respondieron que no existen estudios suficientes y efectivos sobre Reducción de Desastre Sísmicos, por cuanto estos no se han profundizado. Estos temas y su aplicación no se han dado aún en Lircay, razón por la cual debería de diseñar estrategias para una mejor participación. El 45.00% de los encuestados manifestaron que este tipo de estudios recién se han venido fomentando últimamente en ciudades con mayor incidencia (sismos zona sísmica 3), situación que implica una mayor difusión y protagonismo en la sociedad de nuestra ciudad. **Conclusión:** La mayoría de viviendas, están

expuestas a sufrir serias consecuencias si no se toman las medidas del caso.

2.2. Bases teóricas sobre el tema de investigación

2.2.1. Unidades De Albañilería

Según el Ministerio de Vivienda Construcción y Saneamiento (2017), son bloques y ladrillos donde se utiliza arcilla, sílice-cal o concreto, como materia prima para la elaboración. Pueden ser sólidas, huecas, alveolares o tubulares. Así mismo; se puede fabricar de manera artesanal o industrial.

A. CLASIFICACIÓN DE LA UNIDAD DE ALBAÑILERÍA

✓ Clasificación por sus dimensiones

Según San Bartolomé, (2011), citado por Idrogo et al. (2011). De acuerdo a sus dimensiones o por su tamaño, las unidades se clasifican en ladrillos y bloques.

Ladrillo: Se denomina ladrillo aquella unidad cuya dimensión y peso permiten que sea manipulado con una sola mano.

Bloque: Se denomina bloque a aquella unidad que por su dimensión y peso requiere las dos manos para su manipulación.

✓ Clasificación por su materia prima y fabricación

Según drogo et al. (2011), la clasificación de las unidades de albañilería es de la siguiente manera:

Por su materia prima: las unidades de albañilería son básicamente hechas de arcilla (unidades cerámicas), de sílice-cal (unidades sílico-calcáreas) y de concreto.

Por su fabricación: las unidades pueden ser artesanales o industriales. Las unidades de arcilla y de concreto admiten ambas modalidades, mientras que las unidades sílico-calcáreas son únicamente de fabricación industrial.

✓ **Clasificación para fines estructurales**

De acuerdo al Ministerio de Vivienda Construcción y Saneamiento (2017), para los efectos del planteamiento estructural, las muestras tendrán las siguientes características indicadas en la siguiente Tabla .

Tabla N° 1: Características de unidad de albañilería según norma.

CLASE	VARIACIÓN DE LA DIMENSIÓN			Alabeo (máx. en mm)	RESISTENCIA A COMPRESIÓN F'B MÍNIMO EN MPA (KG/CM2) SOBRE ÁREA BRUTA.
	Hasta 100 mm	Hasta 150 mm	Más 100 mm		
LADRILLO I	± 8	± 6	± 4	10	4.9 (50)
LADRILLO II	± 7	± 6	± 4	8	6.9 (70)
LADRILLO III	± 5	± 4	± 3	6	9.3 (95)
LADRILLO IV	± 4	± 3	± 2	4	12.7 (130)
LADRILLO V	± 3	± 2	± 1	2	17.6 (180)
BLOQUE P	± 4	± 3	± 2	4	4.9 (50)
BLOQUE NP	± 7	± 6	± 4	8	2.0 (50)

2.2.2. Adobe

Según Ministerio de Vivienda Construcción y Saneamiento (2017), Se define como adobe como un bloque macizo de tierra sin cocer, el cual puede contener paja u otro material que mejore su estabilidad frente a agentes externos.

2.2.2.1. Tipos de adobe

Llunitasig y Siza (2017, p. 8) consideran los siguientes tipos:

- a) **Adobe Artesanal.** Adobe moldeado a mano de diferentes tamaños, secado al ambiente y que sigue técnicas tradicionales.
- b) **Adobe Artesanal Básico.** El adobe artesanal básico es un bloque básicamente hecho de barro dormido más la adición de agua, sin cocer y moldeado a mano.
- c) **Adobe Artesanal Estabilizado Naturalmente.** Es el adobe artesanal al cual se le añade diferentes estabilizadores naturales para mejorar su resistencia a compresión e impermeabilidad tales como la goma de tuna, sangre de toro, paja, cascara de arroz, estiércol de vaca etc.
- d) **Adobe Artesanal Estabilizado con minerales.** Es el adobe al cual se le añade diferentes estabilizantes minerales para mejorar su resistencia a compresión e impermeabilidad tales como la cal, yeso, cemento, etc.

2.2.2.2. Estabilizadores para adobe

Es un componente que mejora las propiedades físicas y rendimiento del adobe, tales como: resistencia a compresión, porosidad, absorción de agua, profundidad de penetración, resistencia a la abrasión y dureza (Llunitasig & Siza, 2017).

Los estabilizadores mejoran las propiedades físicas del Adobe:

- Incrementa la resistencia del espécimen.

- Evitan que sus dimensiones varíen después de estar seco.
- Evitan la erosión.
- Impiden que los insectos dañen las unidades de albañilería de adobe.
- Tienen mayor resistencia a la humedad.

Tipos de estabilizadores

Llunitasig y Siza (2017, p. 10) refieren los siguientes estabilizadores:

a. Estabilizadores Naturales

- **Arena y arcilla.** Mejoran la calidad del barro al añadir arcilla al suelo arenoso o viceversa, esto se lo realiza en seco para obtener una mezcla uniforme.
- **Cenizas de madera.** Aumenta la resistencia a compresión, reduce la contracción y la hinchazón, sin embargo, tiene menos efecto sobre la resistencia al agua y baja resistencia a la abrasión.
- **Fibras Vegetales.** Previene el agrietamiento, es resistente a la tracción y proporciona fuerza y dureza al adobe.

Si se añade al adobe pequeñas fibras finas la resistencia a la compresión se incrementa levemente. Sin embargo, cuando se añade paja, el efecto opuesto ocurre.

No obstante, para enlucidos de paredes de barro con paja, se ha probado que la paja de cebada es más eficiente por su suavidad.

- **Excremento animal (estiércol de vaca).** Mejora la cohesión y plasticidad de los suelos, al usarlo en la elaboración del adobe reduce la expansión, contracción y a la vez le proporciona fuerza y dureza. El estiércol debe reposar de 1 a 4 días para fermentarse y así se logrará obtener un buen estabilizador al combinarlo con arcilla.

- **Jugos de Plantas (savia de penca de tuna).** Mejora la durabilidad del adobe frente a la lluvia, para obtener este líquido se saca las espinas, se deja las penas de 14 a 21 días en remojo cortadas en trozos, debido a que el tiempo de reposo es fundamental para que este estabilizante sea resistente a la erosión por lluvia.
- **Cola animal.** Proviene de cuernos, pellejos, pesuñas y huesos de animales. Este pegamento contribuye a que el adobe resista a la humedad.
- **Pelo y piel.** Su uso primordial es reforzar enlucidos.
- **Sangre:** Se compone de una porción líquida aproximadamente el 55% de la sangre es plasma, que lleva los glóbulos rojos y blancos, las plaquetas ayudan a coagular la sangre en caso de sangrado, además transporta hormonas por las glándulas endócrinas y transporta los nutrientes alimenticios que han sido digerido por el estómago.
Se obtiene de animales recién sacrificados con el fin de obtener sangre fresca, la sangre posee propiedades aglutinantes y estabilizantes. Al tratar superficies de tierra con sangre la vuelve resistente a la abrasión y si se combina con diferentes materiales, por ejemplo, con cal el agrietamiento en el adobe se reduce significativamente.
Se deberá proporcionar un anticoagulante con el fin de mantener la sangre sin coágulos, también un preservante y un antibacterial.

b. Estabilizadores Minerales

- **Cal.** Debe utilizarse en proporciones determinadas por ensayos, esta cantidad varía del 3% - 14% por peso seco. La cal ayuda a impermeabilizar el adobe.
- **Cemento Portland.** El uso del cemento en el adobe lo hace resistente a la erosión de la lluvia y a la abrasión.
- **Yeso.** Proporciona alta resistencia mecánica, pero es susceptible al agua.
- **Asfalto.** - Su uso debe ser moderado entre 2% y 4%, ya que a mayor contenido de asfalto menor resistencia. El uso de asfalto

impermeabiliza al adobe.

2.2.2.3. Cualidades del adobe

Según Idrogo et al. (2011), el adobe posee las siguientes cualidades:

- **Es económico.** Porque los materiales que se usan en su elaboración son fáciles de conseguir.
- **Es térmico.** Conserva el calor en épocas de invierno y preserva temperatura de la vivienda fresca en épocas de verano.
- **Es un aislante de las plagas.** La madera que está envuelta en adobe resiste mejor a la infección de hongos y la polilla, dado que el adobe absorbe la humedad de la madera.
- **Manejabilidad.** El adobe es moldeable y trabajable, se pueden hacer: nichos, aperturas y pequeñas alteraciones de las estructuras se realizan con facilidad. Por su maleabilidad se pueden dar muchas formas al adobe, entre ovalados y rectangulares.
- **Reciclable.** Solamente se hace una demolición y vuelve a su estado inicial, se puede volver a trabajar con ello, solamente con volver a remojar el adobe con agua.

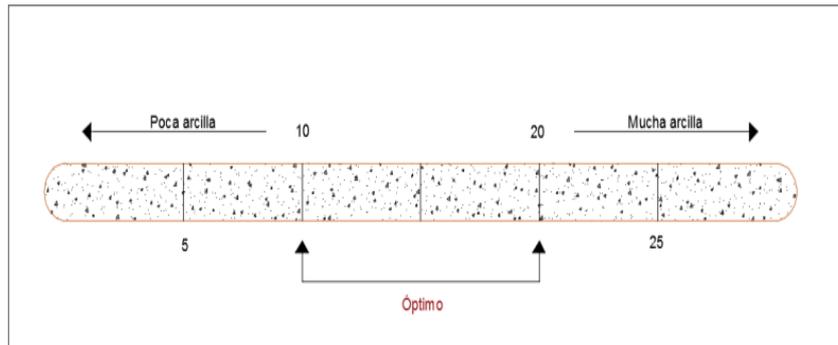
2.2.2.4. Ensayos del adobe

El Ministerio de Vivienda Construcción y Saneamiento (2017) refiere ensayos de campo y laboratorio que a continuación se detallan:

a) Ensayos de campo.

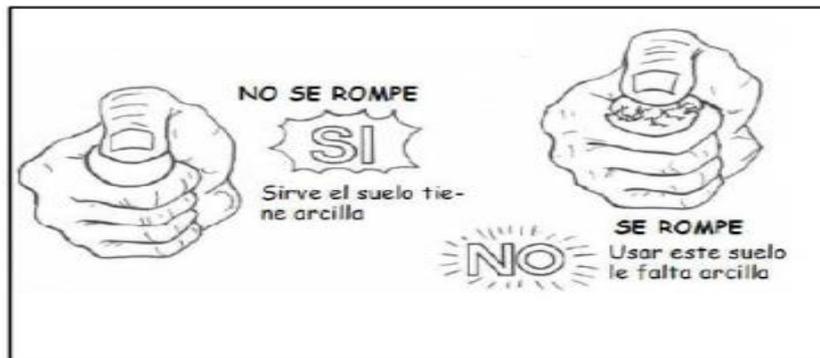
- **Cinta de barro:** Se deberá humedecer la tierra formando barro no tan saturado, para poder moldearla en forma de cilindro de diámetro aproximado a 12 mm, aplanarla entre el índice y pulgar hasta llegar a obtener una cinta de cuatro mm de espesor que se deja descolgar lo más que se pueda. Si alcanza una longitud entre 10 cm y 20 cm el suelo es apto para la elaboración de adobes.

Figura 1. Cinta de barro



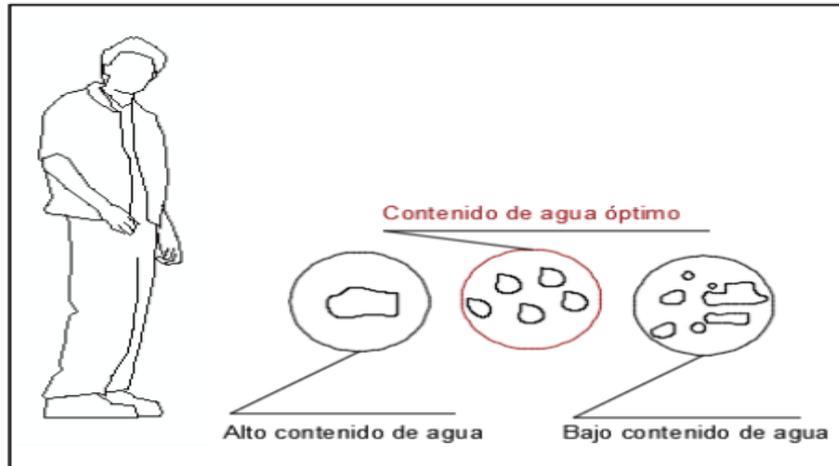
- **Presencia de arcilla:** Formar 4 bolitas con la tierra húmeda y dejar secar por 2 días. Presionar las bolitas secas tratando de romperlas con el dedo índice y el dedo pulgar. Si las muestras no se rompen el suelo es apto para la elaboración de adobes.

Figura 2. Presencia de Arcilla



- **Contenido de humedad:** Realizar con la mezcla una bola apretándola entre la mano, dejar caer de una altura aproximada de 1,10 m. Si se rompe la bolita en al menos 5 pedazos o más sin desintegrarse totalmente, la cantidad de agua es la óptima.

Figura 3. Contenido de humedad



- **Resistencia:** Seleccionar tres muestras de adobe sin fisuras ni deformaciones, colocar dos adobes en la base a una separación de 30 cm y sobre ellos apoyar un tercer adobe, este debe soportar el peso de una persona por un minuto.

Figura 4. Resistencia de Adobe



b) Esfuerzos de rotura mínimos. Ensayos de laboratorio

- **Compresión del material:**

Los ensayos de la Resistencia del material a la compresión, se realiza conforme a lo estipulado por el Ministerio de Vivienda Construcción y Saneamiento (2017) y menciona lo siguiente:

- Según la Norma E.080 Adobe, determina que la Resistencia Última debe ser: $f_o = 10.2 \text{Kg/cm}^2 = 1.0 \text{MPa}$.

- Se mide mediante la resistencia a la compresión en seis muestras de adobe, que serán cubos de 0.1 m de arista, y se considerará el promedio de las 4 mejores muestras y deberá ser mayor o igual a la Resistencia Última mencionada (10.2Kgf/cm²).
- Se aplicará una fuerza de compresión a cada pieza de adobe hasta alcanzar la falla y se registró su valor (Ministerio de Vivienda Construcción y Saneamiento, 2017).

Figura 5. Prueba de compresión de adobe



- **Tracción del material:**

Los ensayos de esfuerzos de rotura mínimos para evaluar la Resistencia a tracción del material, se ejecuta conforme al procedimiento del Ministerio de Vivienda Construcción y Saneamiento (2017) y es el siguiente:

- Se debe medir mediante el ensayo de tracción por flexión, en bloques prismáticos de 6" x 12" o 15.24 cm x 30.48 cm de diámetro y largo.

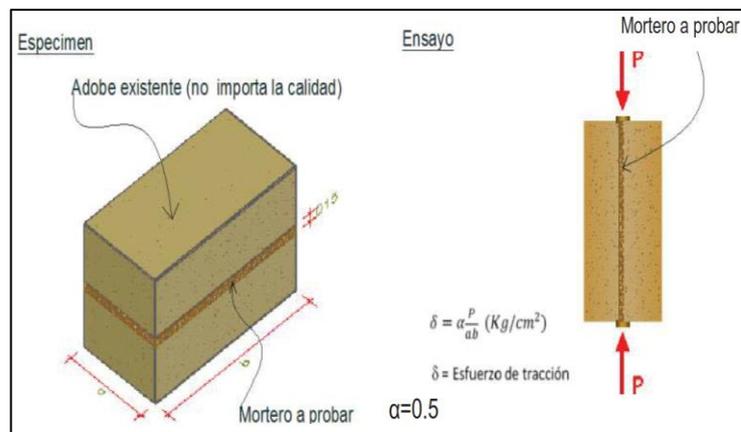
- La Resistencia Última que debe soportar es de $0.08\text{MPa} = 0.81\text{ kgf/cm}^2$.
- Las muestras se deberán secar cubiertas del sol y viento durante 28 días, el promedio de las cuatro mejores muestras (de seis muestras) debería ser igual o mayor a la Resistencia Última (0.81 kgf/cm^2)

• **Tracción del mortero:**

Los ensayos de laboratorio para los esfuerzos mínimos de rotura para medir la Resistencia del mortero a la tracción, se realiza según el procedimiento estipulado por el Ministerio de Vivienda Construcción y Saneamiento (2017) y es el siguiente:

- Para calcular la resistencia se debe de utilizar el ensayo de morteros a tracción indirecta, en probetas de dos adobes unidos por mortero de barro con o sin aditivos naturales, que serán sometidos a compresión de manera similar al ensayo brasileño.
- La Resistencia Última de la muestra debe de ser de $0.012\text{ MPa} = 0.12\text{ kgf/cm}^2$.
- El promedio de las cuatro mejores muestras debe de ser cumplido (de seis muestras) sea igual o mayor a la Resistencia Última indicada.

Figura 6. Ensayo de resistencia del mortero a la tracción



- **Absorción del adobe**

Propiedad que presentan las unidades de adobe estabilizado y tradicional para absorber un porcentaje determinado de agua (Romero & Callasi, 2017).

La absorción es medida de acuerdo a la permeabilidad de la unidad de albañilería, generalmente se escoge como la medición de la porosidad, con los siguientes indicadores:

- La posible filtración a través de la unidad de albañilería.
- Tendencia a la desintegración de las unidades húmedas cuando son sometidas a congelación y descongelación alternas.
- Una unidad de albañilería con poros no tendrá mayor resistencia en cuanto a una unidad de albañilería más densa, a la acción de las cargas.
- La absorción varía de acuerdo a los diferentes tipos de materiales utilizados. La máxima absorción de agua se mide de acuerdo a la cantidad de agua que contiene una unidad de albañilería saturada, considerada como impermeabilidad.

la Norma Técnica Peruana E-080 no tiene estipulado ningún tipo de ensayo de absorción para las unidades de adobe; por ello, se tuvo que trabajar con la norma NTP 399.613 (prueba de absorción de los ladrillos), cuyo objetivo es conocer la capacidad de absorción durante 24 horas de las muestras sumergidas a temperaturas de $24^{\circ}\text{C} \pm 8^{\circ}\text{C}$.

Los instrumentos a utilizar serán:

- Una balanza con capacidad mayor de 2 kg, con una aproximación de 0.5 gr.
- Bateas de saturación
- Se emplean 3 especímenes como señala la NTP. 399.613, para realizar el ensayo de absorción se siguieron los siguientes pasos:

- ✓ Primero, las muestras deben ser secadas al ambiente por lo menos 4 semanas ya que por naturaleza los ensayos tienen humedad natural.
- ✓ Se ubican, las bateas en lugares fuera de la intemperie sumergida individualmente cada espécimen.
- ✓ Después de tiempo de secado, se pesan las muestras secas y se procede a colocar a cada muestra a su respectiva batea.
- ✓ Después de 24 horas de estar sumergidos las muestras, se extrajo la muestra y se secó con un paño, para enseguida volverlos a pesar.

El agua para sumergir las muestras puede ser agua de lluvia, potable o destilada, debiendo limpia y a temperatura entre 15.5 °C a 30 °C. Con los datos de los pesos seco y saturado, se procede a calcular la absorción con la siguiente formula:

$$\text{Absorción\%} = \frac{100(W_s - W_d)}{W_d}$$

Siendo:

- W_d = Peso de la muestra seca
- W_s = Peso de la muestra saturada, después de ser saturado por 24 horas.

La absorción de la muestra es el promedio de la absorción de todos los especímenes, con aproximación a 0,1%.

Además, debe tenerse en cuenta que la norma E.070 para unidades de arcilla considera que la absorción no será mayor a 22%.

2.2.2.5. Elaboración de los adobes

a) Selección de suelo

Sobre la selección del suelo Quintana & Vera (2017) refieren lo siguiente:

El tipo de suelo que se haga uso en la elaboración de unidades de adobe es esencial en las propiedades finales del adobe, es por eso que se debe de seleccionar adecuadamente.

Los autores coinciden en que no deben emplearse suelos agrícolas o mal drenados; ya que tienen contenido de material orgánico y alto contenido de sales.

En los suelos existe acumulación de materia orgánica en la parte superior y va aumentando el contenido de sales en la parte inferior de este suelo. Es por esto que el autor Hartkopf recomienda que la profundidad de extracción se mantenga entre 60 y 90 cm. para la fabricación de adobes.

La presencia de material orgánico, hace que las unidades de albañilería de adobe pierdan sus medidas iniciales, tengan baja resistencia a compresión, y poca duración ante la humedad. Es por esto que Doat recomienda que su contenido de humedad no se eleve más del 3%.

Hartkopf, menciona que: el alto contenido de sales, ocasiona que los adobes se demoren más tiempo en secar y se desmoronen debido a las sales que reaccionan con el agua, generando vacíos y porosidad. Es por esto que, al igual que Morales, Cobe, Doat, y el Instituto Internacional de Tecnología de la Vivienda, recomienda que el contenido máximo sea de 0,2%. Sin embargo, otros autores como Olarte consideran que este puede ser permisible hasta un 2%.

Además del suelo orgánico y suelo no drenado, se debe tomar en cuenta el tamaño de partículas del suelo, ya que el porcentaje en peso, del contenido de arena y arcilla deben mantener una relación entre sí.

La arcilla es el material que adhiere las partículas más grandes del suelo y la cantidad de arcilla, debe ser lo necesario para poder cubrir las partículas gruesas con una delgada capa. Un suelo con demasiada arena hizo que adobes se desintegren rápidamente, por el contrario,

uno con demasiada arcilla dará como resultado adobes agrietados y deformados. Por lo general, es considerado un suelo de “buena calidad”, aquel que contiene entre 50 y 75% de arena.

Nacarino recomienda utilizar un suelo con un porcentaje de arena que varíe entre el 50% y 60% de arena, entre 50% y 10% de limo y arcilla.

Otros autores, como el Instituto Internacional de Tecnología de la Vivienda, COBE y Morales & Bautista afirman que el contenido ideal de arena es de 55% a 75%, entre 25% y 45% de limo y arcilla en conjunto y entre 15 y 17% de arcilla.

En cuanto al tamaño máximo que deben tener las partículas del suelo, Morales aconseja tamizar el suelo utilizando el tamiz N° 4, para no tener un elevado contenido de grava y eliminar impurezas. Nacarino en cambio recomienda que se eliminen por completo las gravas (con diámetro mayor a 0.5 cm), mientras que la Universidad Nacional de San Antonio de Abad del Cuzco recomienda que debería mantenerse un 5% de grava.

Los autores que han establecido las características que debe de tener un suelo, son muchos, para poder utilizarlo en la fabricación de adobes, algunos discrepan en ciertos aspectos y coincide otros; pero, el “suelo ideal” en esencia no se alejan ni contradicen en cuanto a las proporciones que proponen los autores.

Los ingenieros Manuel Morales y Florencio Bautista, expusieron en el Décimo Congreso Nacional de Ingeniería Civil los resultados que obtuvieron de su investigación “EI COMPORTAMIENTO DEL ADOBE DE AYACUCHO”, estableciendo características que debe de tener el “suelo ideal” para la fabricación de adobes.

Estas condiciones se muestran a continuación:

- Contenido de arena 55 - 75%

- Contenido de limo y arcilla 25 - 45%
- Contenido de arcilla 15 - 75%
- Contenido máximo de materia orgánica 0,3%
- Limite líquido 20 - 40%
- Limite plástico Menor a 20%

Según Benites (2017), La materia prima es el suelo en la elaboración de una unidad de albañilería de adobe y mortero de barro, y está compuesto por tres fases: mineral, líquida y gaseosa. La fase mineral está conformada por partículas de diferentes tamaños como grava, arena, limo y arcilla. Las fases restantes, están conformadas por gases y líquidos, ocupan los espacios vacíos entre las partículas sólidas.

El componente del suelo viene, generalmente clasificado, únicamente en base a la dimensión de las partículas según la siguiente tabla:

Tabla N° 2 :Sistema de clasificación basado en criterios de granulometría

MATERIAL	CARACTERÍSTICAS	TAMAÑO mm
Grava	GRUESA	30 a 70
	MEDIA	5 a 30
	FINA	2 a 5
Arena	GRUESA	1 a 2
	MEDIA	0.2 a 1
	FINA	0.1 a 0.2
Polvo	GRUESO	0.05 a 0.1
	FINO	0.02 a 0.05
Limo	GRUESO	0.006 a 0.02
	FINO	0.002 a 0.006
Arcilla	GRUESA	0.0006 a 0.002
	FINA	0.0002 a 0.0006
Ultra-Arcilla	0.00002 a 0.0002

Fuente: (Aburto & Rodríguez, 2012)

Además Blondet (2010) considera las siguientes consideraciones a tomar en cuenta para la Preparación de las unidades de adobe:

b) Construcción del tendal. El tendal es un lugar uniforme y despejado

de impurezas donde se pueden hacer con tranquilidad los adobes para la vivienda.

Se construye así:

- Se nivela y compacta el terreno. Luego, cubre la superficie del terreno con una fina capa de arena.
 - Cubre el tendal con plástico o esteras para proteger a los adobes del sol y evitar que se rajen.
- c) **Fabricación de las gaveras.** Las gaveras son moldes hechos de madera que sirven para hacer los adobes para la vivienda. Fabrica dos gaveras: una para los adobes cuadrados y otra para los medios adobes. Los adobes se encogen al secarse. Por eso, las gaveras deben ser más grandes que los adobes. Así los adobes secos midieron **30x40x10 cm** (adobe cuadrado) y **15x40x10 cm** (medio adobe).
- d) **Preparación del barro para hacer adobes.** Para la elaboración del barro necesitas buena tierra, arena gruesa, agua y paja de 5 cm de largo. Mezcla los materiales cerca del tendal.
- Tamiza la tierra usando una zaranda. La tierra para elaborar el barro debe estar limpia y sin piedras, desperdicios o restos de plantas.
 - Acomoda la tierra en el piso haciendo rumas para después echarle agua hasta que se forme el barro. Deja reposar o "dormir" el barro por 24 horas como mínimo.
 - Prepara la mezcla según las indicaciones. Puedes usar paja de caña, trigo, cebada, ichu o pasto seco. La paja evita que los adobes se rajen al secarse.
- Mezcla de barro para hacer adobes
- 5 baldes de barro dormido
 - 1 balde de arena gruesa
 - 1 balde de paja de 5 cm de largo
 - ½ balde de agua
- Bate muy bien el barro con los pies o con la pala.

- e) **Moldeo de adobes.** Necesitas barro preparado, una batea con agua y otra batea con arena fina.
- Humedece la gavera en la batea con agua.
 - Espolvorea el interior de la gavera con arena fina para que el barro no se adhiera a las caras interiores de la gavera.
 - Coloca la gavera en el piso donde está el tendal y hasta llenar la gavera, lanzar bolas de barro con bastante fuerza.
 - Compacta con el pie o las manos las esquinas de la gavera y por el centro.
 - Nivelar con una regla de madera húmeda.
 - Para no deformar el adobe se debe levantar el molde con bastante cuidado.
- f) **Secado y apilado de adobes.** El secado de los adobes depende de la zona y del clima donde vives. Se recomienda dejar secar los adobes por tres semanas como mínimo en el tendal. Luego de hacer los adobes, haz lo siguiente:
- Si el tendal no está cubierto, coloca paja o una capa de arena gruesa sobre los adobes para protegerlos y evitar que se rajen.
 - Después de diez días de fabricados, para que sequen mejor se coloca los adobes de costado.
 - Una vez secos, apila los adobes cerca del terreno donde construirás tu vivienda.

2.2.2.6. Ensayos de contenido de humedad

- **Ensayo de Contenido de Humedad**

La Norma Técnica Peruana 339.127 (2014) propone, que el contenido de humedad de un suelo es la relación, expresada en porcentaje, del peso de agua en una masa dada de suelo, al peso de las partículas sólidas.

$$W(\%) = \frac{W_H - W_S}{W_S} \times 100$$

Siendo:

w = Contenido de agua o humedad (%).

Ws = Peso de la fase sólida de la muestra de suelo (peso de los sólidos o peso de la muestra seca, en gr.)

WH = Peso de la muestra húmeda (gr.).

• **Análisis Granulométrico Mediante Tamizado por Lavado**

Según la Norma Técnica Peruana 339.127 (2014), Se utiliza cuando el material es fino (arcilloso, arenoso, limo arenoso) o cuando un material granular contiene finos.

Determinar los porcentajes retenidos de los pesos en cada tamiz (%R.P.) mediante la siguiente fórmula:

$$\%R.P. = \frac{P.R.P.}{W_s} \times 100$$

Siendo:

P.R.P = Peso retenido en gr.

Ws = Peso de la fase sólida de la muestra de suelo (peso de la muestra seca o peso de los sólidos, en gr.)

Determinar los porcentajes retenidos acumulados en cada tamiz, es decir:

$$\% R.A.1 = \% R.P.1$$

$$\% R.A.1 = \% R.P.1 + \% R.P.2$$

$$\% R.A. = \% R.P.1 + \% R.P.2 + \% R.P.3,$$

Determinar los porcentajes acumulados que pasan en cada tamiz

$$\% \text{ que pasa} = 100 \% - \% R. A$$

2.2.3. Maguey

Reciben numerosos nombres comunes, como agave, pita, cabuya, fique o mezcal, entre los más conocidos (Fundación Wikimedia Inc., 2018).

Esta planta pertenece a la familia de las agaváceas y al género agave. Se estima que el género empezó a diversificarse hace 12 millones de años, por lo cual ha logrado una enorme diversidad de especies, superando las 300 (Fundación Wikimedia Inc., 2018).

Nombre científico: *Agave* sp.

Familia: *Asparagáceas (Asparagaceae)*, antes incluidas en las agaváceas (*Agavaceae* y éstas, a su vez, en las Liliáceas (*Liliaceae*)).

2.2.3.1. Derivados del maguey

Torres (2015) Menciona tres usos principales del maguey:

- **Elaboración de fibras textiles:** La utilización del maguey se da desde la época prehispánica en Mesoamérica en donde se utilizó para confeccionar vestimentas para el pueblo, ya que las personas de la nobleza solían usar ropa de algodón, elaborada a partir del algodón silvestre. En la actualidad existe industria que elabora prendas y paños a partir del maguey.

En la albañilería, la fibra de maguey incorporado genera las siguientes propiedades (Espinoza, Landeo, & Yauri, 2018):

- Incrementa las propiedades de resistencia a la flexión por sus propiedades elásticas.
- Incrementa las propiedades de resistencia a la compresión ya que son hilos muy finos y hace que no queden espacios vacíos.
- Mantiene unida la masa cementante y hace que no se fisure, cuando la masas sufra expansión y contracción por cambios de temperatura.

Sobre la resistencia a la tensión, el diámetro y elongación; Castillo, Sáenz, Narcia, y Vázquez, (2013) refieren lo siguiente: En estas

plantas el diámetro mayor es un criterio de medición de interés que corresponde a la base del centro de la planta, y disminuye gradualmente hasta la punta teniéndose de 0.45 a 0.39 mm. En resistencia a la tensión, la carga máxima que soportaron fue de 19.67 y 22.84 Newton. La prueba de elongación máxima tuvo un intervalo de 7.97 a 12.46%.

- **En la elaboración de bebidas alcohólicas:** Los mexicanos antiguos utilizaron una serie de métodos para poder obtener el jugo del maguey, la más común era en abrir el corazón de la planta aún viva, partirlo y raspando cuidadosamente para que rezuma los jugos cristalinos y viscosos. El sabor es dulce y astringente, por su contenido de azúcar. Si se deja reposar por un tiempo, se empezará a fermentar cambiando de un color cristalino a uno blanco con una mínima proporción de alcohol. La bebida así obtenida recibe el nombre de pulque o neutle en lengua. Es una tradición el consumo del pulque. Hay locales en donde se vende “pulquería”, además de ello es acompañado de alguna botana. El consumo de pulque tiene maneras de tomarlo y una serie de rituales, se puede tomar combinado con la pulpa de frutas de temporada.
- **Plantas ornamentales:** la utilización de plantas de agave o maguey para adornar jardines está en el mundo muy extendido, se utilizan desde grandes residencias hasta en humildes casas y este uso que se le da a la planta es en el que se pueden apreciar todas sus variedades, desde las muy conocidas hasta más las exóticas.

2.2.3.2. Cultivo del Maguey

Los agaves requieren un clima semiseco, con temperaturas promedio de 22 °C, generalmente a una altitud entre 1500 y 2000 m s. n. m. Las características del suelo para un crecimiento óptimo deben ser: arcilloso, permeable y abundante en elementos derivados del basalto y con presencia de hierro, preferentemente volcánico. Es muy importante la

exposición al sol; sin superar los 100 días nublados al año y, preferentemente, solo 65 (Fundación Wikimedia Inc., 2018).

La reproducción se puede dar por semilla o bulbillo, o más eficientemente mediante rizomas, es decir, trasplantando los hijuelos que brotan de la raíz de la planta. Al alcanzar una altura de 50 cm, y cuando el corazón tiene unos 15 cm, se desprenden de la planta madre. La edad óptima de reproducción es entre los 3 y los 5 años, anualmente puede producir entre uno y dos hijuelos, los cuales, una vez separados, se deben plantar, cubriendo un 75 % de su volumen con el sustrato. Este tipo de reproducción produce una copia idéntica de la planta madre (clon), por eso el uso extensivo de este método puede poner en riesgo la importante diversidad genética de estas plantas, tal y como sucedió en el caso del tequila (un tipo de mezcal), ya que las plantaciones de Agave tequilana han perdido prácticamente toda su diversidad (Fundación Wikimedia Inc., 2018).

Su crecimiento es muy lento y tarda de 8 a 10 años en alcanzar la madurez. La floración se produce una sola vez, emite un largo tallo de casi 10 m de altura (puede ser ramificado) que nace del centro de la roseta, con numerosos grupos de pequeñas flores tubulares. La planta muere tras desarrollar el fruto, pero por lo general produce retoños en su base (Fundación Wikimedia Inc., 2018).

2.2.3.3. Morfología del Maguey

Nieto et al. (2016) Indica que las principales características morfológicas del maguey son:

- **Planta.** Es una roseta de hojas más o menos compactadas, con tallo corto y raíces fasciculadas que llegan a profundizar hasta tres metros en el suelo. El tallo tiene yemas terminales, aunque también existen yemas laterales y adventicias, generalmente durmientes.

- **Hojas.** Son persistentes, sésiles de formas lineales lanceoladas, más o menos 10 veces más largas que anchas y terminadas en punta. Los bordes pueden ser lisos o espinosos. La lámina follar es lisa, cerosa, con nervaduras paralelas.
- **Flores.** Se producen en una inflorescencia en forma de panícula, ramificada, con un péndulo. Las flores son hermafroditas, rodeadas de brácteas membranosas.
- **Sépalos.** Cada flor tiene tres sépalos de color verde claro.
- **Pétalos.** Los sépalos van unidos a los pétalos en su parte interior.
- **Corola.** Las partes de la flor van implantadas sobre la corola, ésta es blanca.

2.2.3.4. Modo de Corte de Maguey

Herejia (2018) indica que el corte consiste en desprender de la planta seguidamente un número determinado de hojas, utilizando un cuchillo o machete afilado y de 8 a 10 pulgadas que es el más adecuado.

Herejia (2018) Recomienda las siguientes prácticas:

- Cortar las hojas que estén maduras que son las que forman con el eje vertical de la planta un ángulo mayor de cuarenta grados; la producción de las plantas jóvenes es relativamente menor a las de plantas viejas.
- Efectuar 1, 2 ó 3 cortes anuales, dependiendo el desarrollo de la planta.
- Cortar solo las hojas maduras, ya que, al cortar demasiadas hojas, la planta pierde su vigor.
- Hacer siempre un corte uniforme y liso, lo más cerca posible al tallo, lo cual ayuda para su pronta cicatrización, si el corte es mal

hecho, permanece por largo tiempo expuesto a la invasión de insectos y de organismos patógenos

- Aquí podemos sugerir un procedimiento efectivo y comprobado con resultados de buena calidad y menor desperdicio que consiste en recortar a una distancia de 15 a 20 centímetros de la parte baja de la hoja ya cortada, debido a que aquí se acumula la mayor cantidad de impurezas, originando motas muy enredadas que luego dificultan al proceso de peinado y producen mayor cantidad de desperdicios (fibras cortas) (Herejia, 2018):
- Realizar el corte lo más rápido y eficiente posible, tratando de no herir las hojas que permanecen aún en la planta.

2.3. Bases conceptuales

2.3.1. Resistencia a compresión

Según la Norma NTP 399.613,1999. UNIDADES DE ALBAÑILERÍA. Método de muestreo y ensayo de ladrillos de arcilla usados en albañilería. Indica que el valor de esfuerzo resistente en compresión se obtendrá en base al área de la sección transversal, definiéndose la resistencia última como el valor que sobrepase en el 80% de las piezas ensayadas.

2.3.2. Resistencia a la tracción por flexión

Según la Norma ASTM C – 67. Norma de métodos de prueba de ensayo y prueba de ladrillos de arcilla estructurales. Indica que se ejecutara en la máquina de compresión sobre una unidad de adobe, la cual se apoyara en una luz. El cual se carga en el centro.

El ensayo consiste en producir un esfuerzo de tracción por flexión hasta la ruptura de la unidad.

2.3.3. Absorción

Según la Norma y NTP 399.604,1999, UNIDADES DE ALBAÑILERÍA. Métodos de muestreo y ensayo de albañilería de concreto. Indica que el objetivo de esta prueba es conocer la capacidad de absorción de las muestras a ser ensayadas cuando alcanzan un estado de saturación, en otras palabras, obtendremos un índice que refleje la capacidad de absorción da agua de los especímenes ante 24 horas de inmersión en agua.

2.4. Definición de términos

- a) **SUELO.** El suelo tiene componentes minerales, material orgánico, pequeños organismos vegetales y animales, agua y aire. Es una capa delgada que se ha formado muy lentamente, a través del tiempo, con la erosión de las rocas superficiales por la acción del agua, el viento y los cambios de temperatura. Los animales y plantas que crecen y mueren dentro y sobre el suelo son descompuestos por los microorganismos.
- b) **MORTERO.** Compuesto de arcilla, limo, arena y agua que se forma una masa de tierra y se coloca entre las unidades de albañilería para nuestro caso dos unidades de adobe.
- c) **ADOBE.** Unidad que se fabrica de tierra en forma rectangular, agregado en ciertos porcentajes de arena, arcilla, agua y paja.
- d) **ADOBE ESTABILIZADO.** Es el adobe en el que esta adicionado otros materiales (cal, asfalto, cemento, etc.) con la finalidad de mejorar sus condiciones de estabilidad a la presencia de humedad y resistencia a la compresión.
- e) **RESISTENCIA A COMPRESIÓN.** El término esfuerzo, en la compresión, se refiere a la medida de la fuerza por unidad de área. La compresión, es una presión que tiende a causar una disminución del volumen.

- f) **RESISTENCIA A TRACCIÓN.** Se denomina tracción por Tracción por flexión al tipo de deformación que presenta un elemento estructural alargado en una dirección perpendicular a su eje longitudinal.
- g) **ABSORCIÓN DE AGUA.** Se denomina a un estado de saturación que refleje la capacidad de absorción de agua de los especímenes ante 24 horas de inmersión en agua.
- h) **ARCILLA.** Es un material natural, tiene componentes minerales en forma de granos. Es un material muy moldeable al ser adherido con el agua, se le puede dar cualquier forma y se endurece al secar.
- i) **ARENAS.** Son partículas de minerales, estables y tienen fricción interna, pero con insignificantes desplazamientos entre las partículas que las componen.
- j) **GRAVAS.** Son el componente de los suelos más estables en presencia de las unidades de adobe. Por lo cual, requieren de los limos y las arcillas para formar una estructura estable en los suelos.
- k) **LIMOS.** No tienen cohesión por ser secos y con una resistencia a la fricción menor de las arenas, pero en presencia de agua su cohesión aumenta, además de tener variaciones en volumen debido a que atraen y se expanden.
- l) **MAGUEY.** Es una planta que posee hojas gruesas y carnosas, generalmente terminadas en una afilada aguja en el ápice, arregladas en espiral alrededor de un tallo corto, en cuyos bordes hay espinas marginales, crecen en climas semisecos.
- m) **PLASTICIDAD.** Mediante la adición de una cierta cantidad de agua, la arcilla puede adquirir la forma que uno desee.

2.5. Hipótesis

2.5.1. Hipótesis General

Alguna proporción de fibra de maguey en el adobe modifica eficientemente sus características de este, en la localidad de Lirio, Acoria, Huancavelica 2018.

2.5.2. Hipótesis Específicas

- Alguna proporción de fibra de maguey en el adobe modifica eficientemente su resistencia a la compresión, en la localidad de Lirio, Acoria, Huancavelica 2018.
- Alguna proporción de fibra de maguey en el adobe modifica eficientemente su resistencia a la tracción, en la localidad de Lirio, Acoria, Huancavelica 2018.
- Alguna proporción de fibra de maguey en el adobe modifica eficientemente la capacidad de absorción del adobe, en la localidad de Lirio, Acoria, Huancavelica 2018.

2.6. Variables

Variable independiente:

- **Fibra de Maguey:** Es un estabilizador de carácter natural que aumenta la resistencia del adobe

Variable dependiente

- **Resistencia a la compresión:** Es el resultante de las presiones que están dentro de un sólido deformable, los cuerpos presentan: una disminución de volumen, pandeo y un acortamiento en una determinada dirección.
- **Resistencia a la tracción por flexión:** Se denomina tracción por flexión al esfuerzo interno sometido un cuerpo por la aplicación de una carga a una probeta.

- **Absorción del adobe:** La absorción es un proceso por el cual agua son atrapados o retenidos en una superficie.

2.6.1. Definición Operacional de la Variable

Variable independiente:

- **Fibra de Maguey:** Se añadió fibra de maguey en las proporciones indicadas en el diseño de investigación.

Variable dependiente

- **Resistencia a la compresión:** Se midió haciendo uso del sensor de presión y sus unidades están expresadas en kg/cm².
- **Resistencia a la tracción:** Se midió haciendo uso del sensor de presión y sus unidades están expresadas en N y se hizo una conversión a kg/cm².
- **Absorción del adobe:** Se utilizó una balanza para medir la diferencial en la absorción de las unidades de adobe después de haber sumergido el adobe durante 24 horas en agua a temperatura entre 15.5°C a 30°C, las unidades de medición están expresadas en kilogramos y luego expresadas en proporción.

2.7. Operacionalización de la variable

Tabla 3 Operacionalización de variables

VARIABLE INDEPENDIENTE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	ÍTEMS
FIBRA DE MAGUEY	Es un estabilizador de carácter natural que aumenta la resistencia del adobe	Se añadió fibra de maguey en las proporciones indicadas en el diseño de investigación, con lo cual se pretendió aumentar la resistencia del adobe.	Proporción de fibra de maguey	<ul style="list-style-type: none"> Resistencia a la compresión. 	1. ¿Cuál es la proporción indicada de fibras de maguey para lograr modificar eficientemente la resistencia a la compresión del adobe?
				<ul style="list-style-type: none"> Resistencia a la tracción. 	2. ¿Cuál es la proporción indicada de fibras de maguey para lograr modificar eficientemente la tracción del adobe?
				<ul style="list-style-type: none"> Absorción del adobe. 	3. ¿Cuál es la proporción indicada de fibras de maguey para lograr modificar eficientemente la absorción del adobe?

VARIABLES DEPENDIENTES	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	ÍTEMS
Resistencia a la compresión.	Se midió haciendo uso del sensor de presión y sus unidades están expresadas en kg/cm ² .	Se midió haciendo uso del sensor de presión y sus unidades están expresadas en kg/cm ²	0% de fibra de maguey	1. ¿Cuál es resistencia a la compresión con 0% de fibras de maguey?
			8% de fibra de maguey	2. ¿Cuál es resistencia a la compresión con 8% de fibras de maguey?
			16% de fibra de maguey	3. ¿Cuál es resistencia a la compresión con 16% de fibras de maguey?
			33% de fibra de maguey	4. ¿Cuál es resistencia a la compresión con 33% de fibras de maguey?
Resistencia a la tracción.	Se midió haciendo uso del sensor de presión y sus unidades están expresadas en N y se hizo una conversión a kg/cm ² .	Se midió haciendo uso del sensor de presión y sus unidades están expresadas en N y se hizo una conversión a kg/cm ²	0% de fibra de maguey	5. ¿Cuál es resistencia a la tracción con 0% de fibras de maguey?
			8% de fibra de maguey	6. ¿Cuál es resistencia a la tracción con 8% de fibras de maguey?
			16% de fibra de maguey	7. ¿Cuál es resistencia a la tracción con 16% de fibras de maguey?
			33% de fibra de maguey	8. ¿Cuál es resistencia a la tracción con 33% de fibras de maguey?
Absorción del adobe.		Se hizo uso de una balanza para medir la diferencial	0% de fibra de maguey	9. ¿Cuál es el porcentaje de absorción de agua con 0% de fibras de maguey?

	La adsorción es un proceso por el cual líquidos (agua) son atrapados o retenidos en una superficie.	en la absorción de las unidades de adobe después de haber sumergido el adobe durante 24 horas en agua a temperatura entre 15.5°C a 30°C, las unidades de medición están expresadas en kilogramos y luego expresadas en proporción.	8% de fibra de maguey	10. ¿Cuál es el porcentaje de absorción de agua con 8% de fibras de maguey?
			16% de fibra de maguey	11. ¿Cuál es el porcentaje de absorción de agua con 16% de fibras de maguey?
			33% de fibra de maguey	12. ¿Cuál es el porcentaje de absorción de agua con 33% de fibras de maguey?

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1. Ámbito temporal y espacial

3.1.1. Ámbito temporal

Los datos que serán considerados para la realización del trabajo de investigación propuestos serán enmarcados dentro del periodo 2018 – 2019 cuyo estudio de suelo y ensayos de laboratorio serán obtenidos en la Universidad Nacional de Huancavelica para determinar la resistencia a la compresión y tracción del adobe estabilizado y la menor absorción que presentan los adobes estabilizados.

3.1.2. Ámbito espacial

El presente trabajo de investigación se encuentra dentro de la localidad de Lirio, distrito de Acoria, provincia de Huancavelica y departamento de Huancavelica.

3.2. Tipo de investigación

El presente trabajo de investigación es una investigación aplicada, busca la aplicación o utilización de conocimientos porque se centra en la resolución de problemas en un contexto determinado, con el propósito de implementarlos de forma práctica para satisfacer necesidades concretas, proporcionando una solución a problemas del sector social o productivo (Duoc UC, 2018).

3.3. Nivel de investigación

El nivel de la investigación es explicativo: Se encarga de buscar el porqué de los hechos mediante el establecimiento de relaciones causa-efecto. Determina las causas que originan un fenómeno. Pueden ocuparse tanto de la determinación de las causas, como de los efectos, mediante la prueba de hipótesis (Yanez, 2018).

3.3.1. Método de Investigación

- a. **Método analítico.** Proceso de investigación empírico-analítico, que se enfoca en la descomposición de un todo, separando en varias partes o elementos para determinar las causas, la naturaleza y los efectos (Recursos de autoayuda, 2018).
- b. **Método sintético.** Proceso que consiste en integrar los componentes dispersos de un objeto de estudio para estudiarlos en su totalidad (Recursos de autoayuda, 2018).

3.3.2. Diseño de investigación

Diseño experimental simple: porque solamente presento un factor.

Diseño completamente al azar balanceado: porque los niveles del factor en estudio poseían el mismo número de repeticiones.

ESPECIFICACIONES PARA EL DISEÑO:

- **Número de factores:** 1
- **Factor:** Proporción de fibra de maguey
- **Tratamientos o niveles del factor:** 4 [a) 6 de barro + 0 fibra de maguey (Control o testigo). b) 5 ½ de barro + ½ fibra de maguey. c) 5 de barro + 1 fibra de maguey (Norma E.080). d) 4 de barro + 2 fibras de maguey].
- **Unidad experimental:** Adobe.

- **Variable de salida:** Resistencia a la compresión, tracción y absorción de agua.
- **Número de pruebas con cada nivel de factor:** 6
- **Repeticiones:** 6

Hipótesis estadística

Ho: $t = t_i$ (Todos los tratamientos producen el mismo efecto)

Ha: $t \neq t_i$ (al menos uno de los tratamientos produce efectos distintos)

Modelo Estadístico

$$Y_{ij} = \mu + \tau_i + \varepsilon_{ij} \quad \{i= 1,2,\dots,t \quad j=1,2,\dots,r$$

Siendo:

Y_{ij} = variable de respuesta de la ij – ésima unidad experimental

μ = media general de la variable de respuesta

τ_i = efecto del i – ésimo tratamiento (nivel del factor) en la variable dependiet.

ε_{ij} = error experimental asociado a la ij – ésima unidad experimental

3.4. Población, muestra y muestreo

3.4.1. Población

La población estuvo constituida por 144 adobes.

- **Para la variable compresión, tracción y absorción de agua:** se utilizó 144 unidades de adobe distribuidos de la siguiente manera:

Tabla N° 3: Población

Tratamiento o niveles	Población		
	Compresión	Tracción	Absorción de agua
Proporción de mezcla: 6 de barro + 0 fibra de maguey (Control o testigo)	12	12	12
Proporción de mezcla: 5 ½ de barro + ½ fibra de maguey	12	12	12
Proporción de mezcla: 5 de barro + 1 fibra de maguey (Norma E.080)	12	12	12
Proporción de mezcla: 4 de barro + 2 fibra de maguey	12	12	12
Sub Total	48	48	48
TOTAL	144		

Fuente: Elaboración propia

3.4.2. Muestra

La muestra estuvo constituida por 72 adobes.

- **Para la variable compresión, tracción y absorción de agua:** se utilizó 72 unidades de adobe cogidas aleatoriamente distribuidos de la siguiente manera:

Tabla N° 4: Muestra

Tratamiento o niveles	Población		
	Compresión	Tracción	Absorción de agua
Proporción de mezcla: 6 de barro + 0 fibra de maguey (Control o testigo)	6	6	6
Proporción de mezcla: 5 ½ de barro + ½ fibra de maguey	6	6	6
Proporción de mezcla: 5 de barro + 1 fibra de maguey (Norma E.080)	6	6	6
Proporción de mezcla: 4 de barro + 2 fibra de maguey	6	6	6
Sub Total	24	24	24
TOTAL	72		

Fuente: Elaboración propia

3.4.3. Muestreo

- a) **El siguiente cuadro servirá para las variables:** Resistencia a la compresión, resistencia a la tracción por flexión y capacidad a la absorción.

Tabla N° 5: Resistencia a la compresión, tracción y absorción

Tratamiento o niveles		Repeticiones					
		1	2	3	4	5	6
0% de fibra de maguey	Proporción de mezcla: 6 de barro + 0 fibra de maguey (Control o testigo)						
8% de fibra de maguey	Proporción de mezcla: 5 ½ de barro + ½ fibra de maguey						
16% de fibra de maguey	Proporción de mezcla: 5 de barro + 1 fibra de maguey (Norma E.080)						
33% de fibra de maguey	Proporción de mezcla: 4 de barro + 2 fibra de maguey						

Fuente: Elaboración propia

3.5. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

a. Técnica:

Observación: es científica cuando es controlada, sistemática, y cuenta con elementos destinados a impedir errores de subjetividad, confusiones, etc.

b. Instrumento:

Guía de análisis de observación o ficha de laboratorio. Documento que admite encausar la acción de observar ciertos fenómenos. Esta guía, se estructura a través de columnas para favorecer la ordenación de los datos recogidos.

3.6. Técnicas de procesamiento y análisis de datos

Para la recolección de datos se ejecutaron siguiendo las siguientes etapas:

- a. Análisis de la cantera de donde se extrajo tierra para los adobes.
- b. Se extrajo fibras de maguey.
- c. Se elaboraron adobes considerando el uso de fibras de maguey en las proporciones establecidas.
- d. Se realizaron las pruebas de resistencia a la compresión, tracción, absorción.
- e. Se realizaron la recogida de datos y pasar a las hojas del software estadístico respectivo.
- f. Se procedió con el análisis y síntesis estadístico de datos para lo cual se hizo uso del software Microsoft office Excel 2016, IBM SPSS v24 y Microsoft Word 2016 para la diagramación y elaboración del informe final de investigación.
- g. Se procedió con la descripción e interpretación de ser el caso de los cuadros y figuras estadísticas.
- h. Finalmente se realizó la discusión, conclusiones y recomendaciones

CAPÍTULO IV

PRESENTACIÓN DE RESULTADOS

4.1. Análisis de la información

En la presentación de resultados por la investigación en la que se desarrolló primero la sistematización de los datos en el Software Excel v-16, para dar mejor orden para su óptimo manejo, seguido a ello se realizó el análisis, luego se identificó la proporción de maguey en el adobe que maximiza sus compresión, tracción y absorción de agua de este, y finalmente se realizó la prueba de hipótesis mediante la prueba de Shapiro-Wilk para determinar la proporción de fibra de maguey en el adobe que maximiza dichas características de manera ordenada.

4.1.1. Ensayo de Análisis Granulométrico

Para determinar si un suelo es adecuado para su utilización en la elaboración de bloques de adobe, existen ciertos parámetros mencionados por la norma E.080 (Diseño y construcción con tierra reforzada), en la cuales menciona ciertos porcentajes de arena, limos y arcillas, por ello se realizó el siguiente ensayo de análisis granulométrico cuyos resultados a continuación se presentan:

- Peso inicial de la muestra seca: 3554 gr.

- Peso de la muestra después del lavado: 2092.03 gr.
- Perdida después del lavado: 1461.97 gr.

Tabla N° 6: Análisis granulométrico

	TAMICES	ABERTURA (mm)	PESO RET.	RET. %	RET. ACUM .	% PASA
GRAVAS	1	25.40	0	0.00	0.00	100.00
	3/4.	19.05	0	0.00	0.00	100.00
	1/2.	12.70	16.95	0.48	0.48	99.52
	3/8.	9.53	21.82	0.61	1.09	98.91
ARENA GRUESA	1/4.	6.35	39.08	1.10	2.19	97.81
	N° 4	4.76	29.14	0.82	3.01	96.99
	N° 6	3.36	45.31	1.27	4.29	95.71
	N° 8	2.38	53.44	1.50	5.79	94.21
	N° 10	2.00	26.69	0.75	6.54	93.46
	N° 16	1.19	149.14	4.20	10.74	89.26
ARENAS FINA	N° 20	0.84	144.44	4.06	14.80	85.20
	N° 30	0.59	205.63	5.79	20.59	79.41
	N° 40	0.43	213.14	6.00	26.58	73.42
	N° 50	0.30	240.16	6.76	33.34	66.66
	N° 60	0.25	124.21	3.49	36.84	63.16
	N° 80	0.18	204.82	5.76	42.60	57.40
	N° 100	0.15	117.02	3.29	45.89	54.11
	N° 200	0.07	342.03	9.62	55.52	44.48
LIMOS Y ARCILLAS	<N° 200	0.00	1580.98	44.48	100.00	0.00

Fuente: Elaboración propia en Microsoft Excel.

Según la norma E.080, los requisitos generales para la gradación del suelo apto para la elaboración de bloques de adobes son las siguientes: arcilla 10-20%, limo 15-25% y arena 55-70%.

Los resultados obtenidos del suelo en estudio fueron los siguientes: 55.52 % de arena, 1.09 % de grava, 33.36 % de limo y 11.12 % de arcilla, haciendo una comparación los porcentajes de gradación de suelo obtenidos del suelo de la localidad de lirio con los porcentajes de la norma E.080 son ligeramente variables.

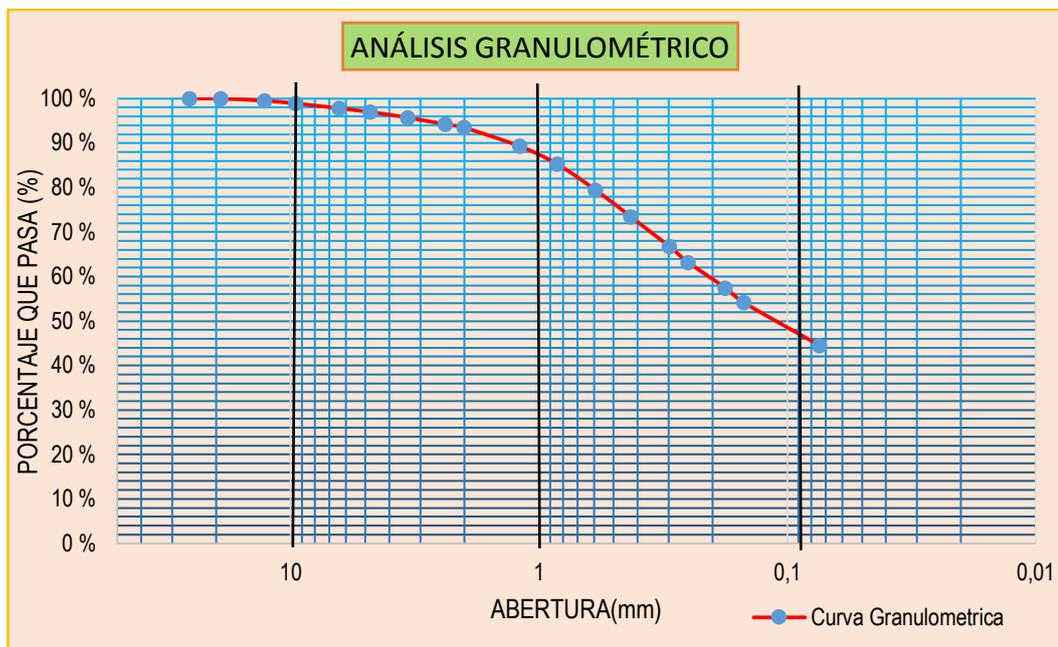


Figura 7: Grafico del análisis granulométrico

Fuente: Elaboración propia

4.1.2. Ensayo de tracción de las Fibras de Maguey

Para realizar el ensayo de tracción de las fibras de maguey se tuvo que realizar un ensayo para ver los diámetros de cuatro muestras seleccionadas, dicho ensayo se realizó en el laboratorio de tecnología de la madera e industrias forestales de la facultad de ciencias forestales y del medio ambiente de la universidad del Centro del Perú, los resultados que se obtuvieron se muestran a continuación:

Tabla N° 7 : Resultados de los diámetros de la fibra de maguey

	DIÁMETRO DE LA FIBRA DE MAGUEY			
	MUESTRA 1	MUESTRA 2	MUESTRA 3	MUESTRA 4
	DIAM (mm)	DIAM (mm)	DIAM (mm)	DIAM (mm)
1	0.401705	0.3964558	0.3788854	0.3788854
2	0.3750407	0.4576199	0.4538831	0.3438831
3	0.4163405	0.3848719	0.3710205	0.3710205
4	0.3946654	0.3754537	0.460798	0.420798
5	0.4486036	0.3860851	0.3538831	0.3938831
PROMEDIO	0.40727104	0.40009728	0.40369402	0.38169402

Fuente: Elaboración propia en Microsoft Excel.

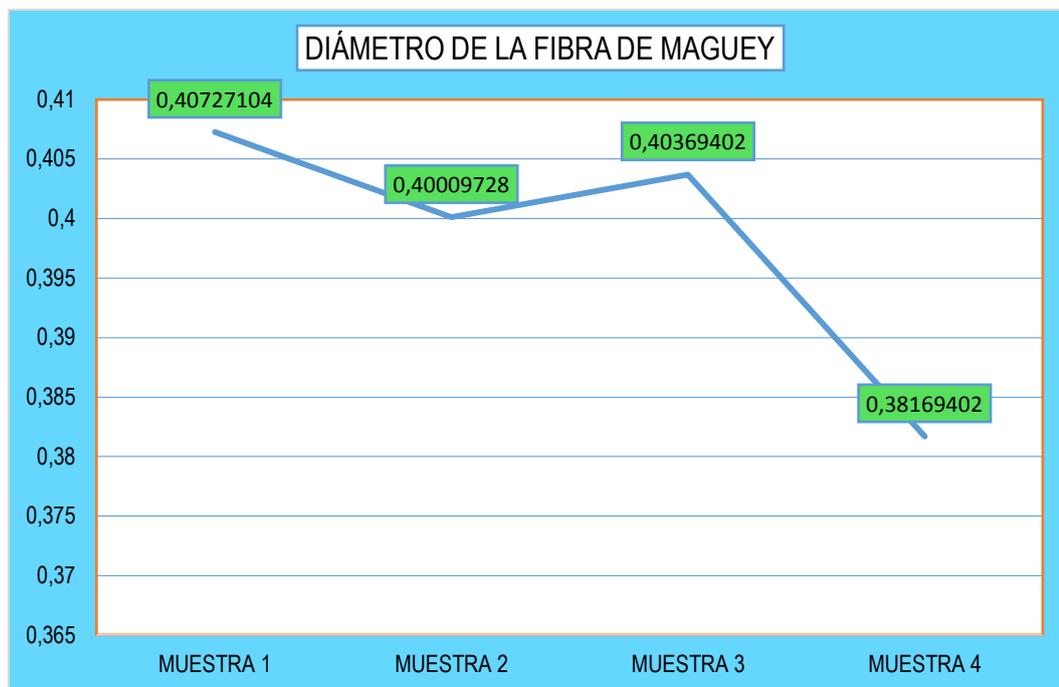


Figura 8: Grafico de los diámetros de la fibra de maguey

Fuente: Elaboración propia

Después de conocer los diámetros de la fibra de maguey, se procedió a realizar el ensayo de tracción a cuatro muestras de fibra de maguey de aproximadamente 10 cm a 20 cm de largo en el laboratorio de tecnología de materiales de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil de la Universidad Nacional de Huancavelica, obteniendo los siguientes resultados:

Tabla N° 8: Resultados de tracción de la fibra de maguey

TRACCIÓN DE LA FIBRA DE MAGUEY					
	ESPEJOR(mm)	ÁREA (mm ²)	FUERZA ULTIMA(Kg)	TRACCIÓN (Kg/mm ²)	DISTANCIA DE ROTURA(mm)
PRUEBA 1	0.40727104	0.130273758	1.37	10.52	13.1
PRUEBA 2	0.40009728	0.125724836	1.11	8.83	3.5
PRUEBA 3	0.40369402	0.127995445	1.31	10.23	4.92
PRUEBA 4	0.38169402	0.114424914	1.15	10.05	3.59
PROMEDIO			1.235	9.91	6.28

Fuente: Elaboración propia en Microsoft Excel.

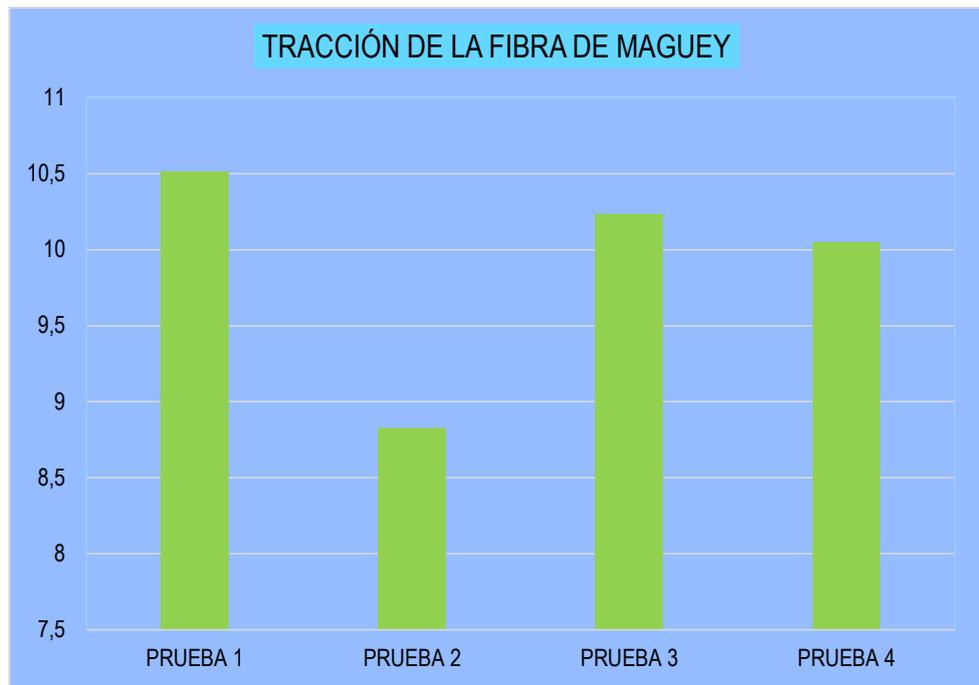


Figura 9: Grafico de la tracción de la fibra de maguey

Fuente: Elaboración propia

4.1.3. Ensayo de Absorción de las Fibras de Maguey

Este ensayo tuvo como objetivo principal determinar el porcentaje de absorción que resulta de la fibra al saturarlo completamente con agua por 24 horas, para lo cual se utilizaron bateas en las cuales se sumergió una cierta cantidad de fibra de maguey por un periodo de 24 horas, el porcentaje de absorción obtenido como resultado fue de un 80 %, con una muestra seca de 10 gramos y una muestra saturada de 18 gramos.

Tabla N° 9: Resultados de la absorción de la fibra de maguey

MUESTRA	PESO SECO (Gr)	PESO HÚMEDO (Gr)	ABSORCIÓN (%)
1	10	18	80

Fuente: Elaboración propia en Microsoft Excel.

$$A = \frac{(PMS - PS) * 100}{PS}$$

Donde:

A : Contenido de agua absorbida (%)

PS : Peso de la muestra seca (gr.)

PMS : Peso de muestra saturada luego de sumergir por 24 horas (gr.)

4.1.4. Resistencia a la compresión

Tabla N° 10: Resultados de la resistencia a la compresión

% FIBRA DE MAGUEY	REPLICA	DIMENSIONES DEL ADOBE			PESO DEL ADOBE SECO (GR)	FUERZA	Resistencia a la compresión kg/cm2	PROMEDIO (%)
		LARGO (CM)	ANCHO (CM)	ALTURA (CM)				
0% de fibra de maguey	1	10.2	11.3	11.3	2.695	1080	10.83	11.34
	2	11.3	11.25	11.5	2.69	1040	10.44	
	3	11.8	11.1	11.8	2.6	1130	10.28	
	4	11.8	11.1	11.5	2.71	1190	11.86	
	5	11.5	11.5	11.6	2.67	1180	10.84	
	6	11.2	11.1	11.3	2.595	1180	11.83	
8% de fibra de maguey	1	11.8	11.7	11.1	2.605	2380	30.84	29.9525
	2	11.2	11.5	11.2	2.625	2540	25.44	
	3	11.1	11.1	12	2.585	2730	27.28	
	4	11.4	11.4	11.2	2.685	3090	30.86	
	5	11.5	11.5	11.6	2.65	3080	23.83	
	6	11.5	11.5	11.8	2.635	3130	30.83	
16% de fibra de maguey	1	11.5	11.5	11.2	2.7553	3520	35.28	38.3625
	2	11.5	12	11.4	2.825	3320	33.21	
	3	11.7	11.6	11.5	2.77	4020	40.19	
	4	11.3	11.3	11.2	2.745	3830	38.26	
	5	11.2	11.5	11.7	2.79	3740	37.36	
	6	11.5	11.7	11.1	2.67	3760	37.64	
33% de fibra de maguey	1	11.5	11.05	11.45	2.635	4770	47.74	46.5375
	2	11.3	11.15	11.8	2.63	4610	46.1	
	3	11.1	11.3	11.7	2.65	4670	46.68	
	4	11.3	11.25	11.5	2.605	4560	45.63	
	5	11.3	11.1	11.1	2.66	4510	45.07	
	6	11.5	11.3	11.3	2.725	4450	44.47	

Fuente: Elaboración propia en Microsoft Excel.

4.1.5. Resistencia a la tracción

Tabla N° 11: Resultados de la resistencia a la tracción

% FIBRA DE MAGUEY	REPLICA	DIMENSIONES DEL ADOBE			PESO DEL ADOBE SECO (GR)	FUERZA		LONG DE APOYO (CM)	RESISTENCIA A LA TRACCIÓN KG/CM2	PROMEDIO (%)
		LARGO (CM)	ANCHO (CM)	ALTURA (CM)		N	KGF			
0% de fibra de	1	37.4	9.5	9.3	6.42	566	57.7136412	30	3.16083253	
	2	39.5	9.9	9.6	6.37	556	56.6939656	30	2.79622226	
	3	37.5	9.8	9.2	6.275	632	64.4435004	30	3.49614878	

maguey	4	38.2	10	9.6	6.235	334	34.0571664	30	1.66294758	2.900182
	5	36.6	9.6	9.9	6.295	376	38.3398041	30	1.83366831	
	6	38	9.6	9.4	6.295	397	40.4811229	30	2.14752449	
8% de fibra de maguey	1	38.5	9.4	9.3	6.1	1410	143.774265	30	7.95792643	7.471838
	2	38.2	9.7	9.4	6.405	1452	148.056903	30	7.77344863	
	3	38.1	10	9.7	6.47	1312	133.781444	30	6.39830479	
	4	38.1	9.6	9.4	5.875	1265	128.988968	30	6.8428677	
	5	38.1	9.8	10	6.185	1153	117.568601	30	5.39855822	
	6	37.8	9.9	9.5	6.505	1424	145.201811	30	7.31311061	
16% de fibra de maguey	1	38.4	10.05	9.1	5.71	1672	170.489767	30	9.21853661	8.413044
	2	35.5	9.9	9.8	5.935	1603	163.454005	30	7.73607612	
	3	37.5	9.5	9.7	5.72	1617	164.881551	30	8.30075325	
	4	37.7	10.1	9.7	6.305	1664	169.674026	30	8.03457738	
	5	37.9	9.8	9.6	5.83	1594	162.536297	30	8.0983088	
	6	36.4	9.6	9.8	6.215	1591	162.230394	30	7.91810676	
33% de fibra de maguey	1	38.2	9.5	9.9	6.04	2583	263.382218	30	12.7293131	11.86952
	2	37.8	9.7	9	5.685	2440	248.800856	30	14.2497627	
	3	37.1	9.5	9.7	5.875	1938	197.613139	30	9.94858367	
	4	37.8	9.7	9.3	5.893	1929	196.695431	30	10.5504056	
	5	37	9.6	9.4	5.59	1801	183.643583	30	9.74229622	
	6	38.1	9.7	9.3	5.84	1803	183.847518	30	9.86126554	

Fuente: Elaboración propia en Microsoft Excel.

4.1.6. Resistencia a la absorción del adobe

Tabla N° 12: Resultados de La resistencia a la absorción del adobe

% FIBRA DE MAGUEY	REPLIC A	DIMENSIONES DEL ADOBE			PESO DEL ADOBE SECO (KG)	PESO DEL ADOBE SATURADO (KG)	ABSORCIÓN (%)	PROMEDIO (%)
		LARGO (CM)	ANCHO (CM)	ALTURA (CM)				
0% de fibra de maguey	1	39.6	29.9	10.2	17.33	No se pudo evaluar (las muestras se desintegraron a pocas horas de sumergirlas en el agua)		
	2	39.4	29.8	9.7	17.21			
	3	39.3	29.2	9.3	16.94			
	4	39.5	29.6	9.9	16.83			
	5	39.7	29.3	9.5	17.01			
	6	39.9	29.5	9.4	16.99			
8% de fibra de maguey	1	39.7	29.3	9.9	16.47	No se pudo evaluar (las muestras se desintegraron antes de las 24 horas sumergidas al agua)		
	2	39.1	29.7	9.5	17.28			
	3	39.2	29.3	10.5	17.47			
	4	39.8	29.7	9.6	15.86			
	5	39.7	29.9	10.1	16.71			
	6	39.5	29.4	9.5	17.56			
	1	39.6	30.1	9.7	15.42	10.68	-30.7392996	

16% de fibra de maguey	2	39.4	29.4	10	16.02	10.17	-36.5168539	No se pudo evaluar porque hubo una desintegración y pérdida de peso
	3	39.8	29.1	9.8	15.44	10.22	-33.8082902	
	4	39.1	29.5	9.6	17.02	10.47	-38.4841363	
	5	39.5	29.5	9.1	15.74	10.99	-30.1778907	
	6	39.6	29.7	9.3	16.78	10.13	-39.2685851	
33% de fibra de maguey	1	39.8	29	9.8	16.31	20.17	23.66646229	24.8775607 (Sufrió una desintegración y pérdida de peso)
	2	39.4	29.9	9.5	15.35	19.21	25.1465798	
	3	39.5	29.7	10	15.86	19.72	24.33795712	
	4	39.8	30	9.1	15.92	19.78	24.24623116	
	5	39.4	29.2	10.3	15.09	18.95	25.57985421	
	6	39.1	29.9	9.6	15.79	19.65	24.4458518	

Fuente: Elaboración propia en Microsoft Excel.

4.1.7. Análisis de datos

Para el análisis de datos se tuvo en consideración la Norma E-080, donde menciona que los cubos de adobes o muestras de tapial deben cumplir con que el promedio de las cuatro mejores muestras (de seis muestras) sea igual o mayor a la resistencia última indicada. Es por ello que para este análisis se tuvo en consideración el promedio de las cuatro mejores muestras obtenidas el cual se presenta a continuación. Así mismo; se realizó un análisis a todas las seis muestras.

4.1.8. Análisis de datos para muestras seleccionadas

4.1.8.1. Resistencia a la compresión

Para el análisis de los datos se tuvieron en consideración solo el promedio de las cuatro mejores muestras como lo establece la Norma E-080 para el diseño y construcción con tierra reforzada en donde menciona que los cubos de adobes o muestras de tapial deben cumplir con que el promedio de las cuatro mejores muestras (de seis muestras) sea igual o mayor a la resistencia última indicada.

Tabla N° 13: Resistencia a la compresión según Norma E-080

% FIBRA DE MAGUEY	0% de fibra de maguey	8% de fibra de maguey	16% de fibra de maguey	33% de fibra de maguey
RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN	11.34	29.9525	38.3625	46.5375

Fuente: Elaboración propia

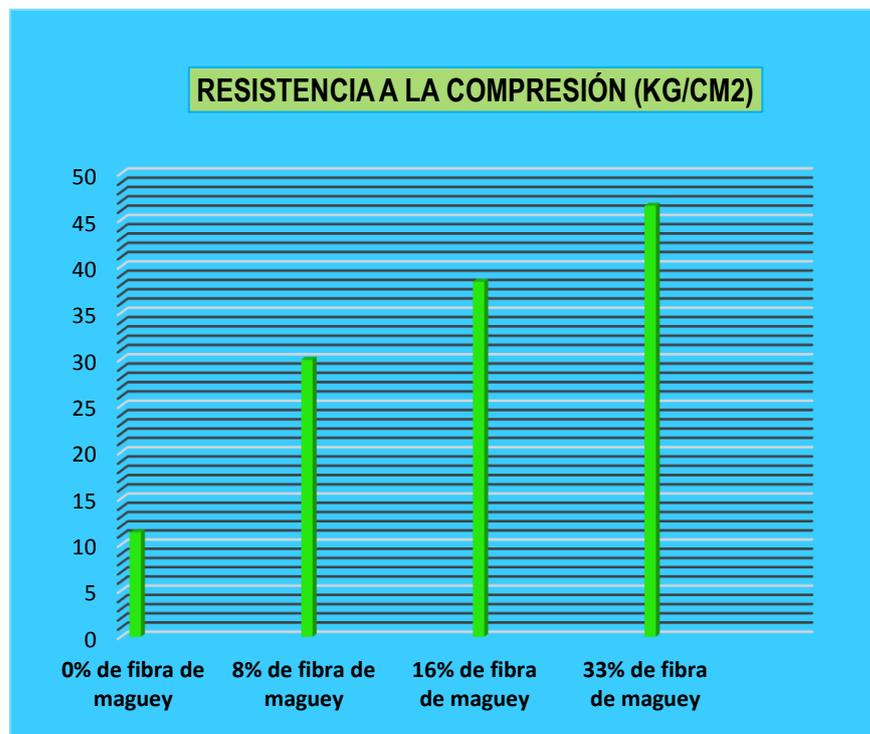


Figura 10 : Comparación de la resistencia a la compresión

Fuente: Elaboración propia

En este apartado donde se tuvo en consideración la Norma E 080. Se pudo observar que la muestra con fibra de maguey a una proporción de 33% tiene una alta resistencia siendo esta de 46.5375 kg/cm² a comparación de las demás proporciones como lo es al 0%, 8% y al 16%. Así mismo; se pudo observar que la resistencia más baja se pudo obtener a una proporción del 0% de fibra de maguey. Cabe señalar que mientras haya más proporción de fibra de maguey la resistencia será mayor. Así mismo; se pudo observar que la resistencia última a **compresión** es mayor a **10,2 kgf/cm²** según normativa peruana de Diseño y Construcción con Tierra Reforzada E.080 debe ser mínimo de 1 **MPa** (*Mega pascal*), cabe señalar que cumple con dicha normativa.

4.1.8.2. Resistencia a la tracción

Para el análisis de los datos de la resistencia a la tracción se tuvieron en consideración el promedio de las cuatro mejores muestras como lo menciona la Norma E-080 para el diseño y construcción con tierra reforzada en donde menciona que los cubos de adobes o muestras de tapial deben cumplir con que el

promedio de las cuatro mejores muestras (de seis muestras) sea igual o mayor a la resistencia última indicada.

Tabla N° 14: Resistencia a la Tracción según Norma E-080

% FIBRA DE MAGUEY	0% de fibra de maguey	8% de fibra de maguey	16% de fibra de maguey	33% de fibra de maguey
RESISTENCIA A LA TRACCIÓN	2.900182015	7.471838341	8.41304401	11.8695163

Fuente: Elaboración propia

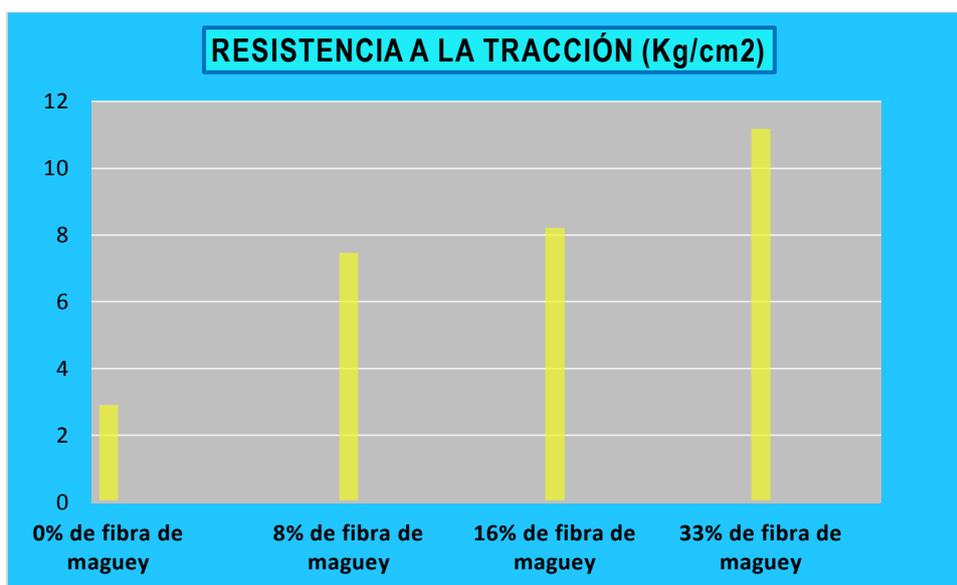


Figura 11 : Resistencia a la tracción

Fuente: Elaboración propia

En este apartado donde se tuvo en consideración la Norma E 080. Se pudo observar que la muestra con fibra de maguey a una proporción de 33% tiene una alta resistencia a la tracción, siendo esta de 11.8695163 kg/cm² a comparación de las demás proporciones como lo es al 0%, 8% y al 16%. Así mismo; se pudo observar que la resistencia más baja se pudo obtener a una proporción del 0% de fibra de maguey. Cabe señalar que mientras haya más proporción de fibra de maguey la resistencia de tracción será mayor.

4.1.8.3. Capacidad de absorción del adobe

Para el análisis de los datos de la absorción de agua se tuvieron en consideración el promedio de las cuatro mejores muestras como lo menciona la Norma E-080 para el diseño y construcción con tierra reforzada en donde menciona que los

cubos de adobes o muestras de tapial deben cumplir con que el promedio de las cuatro mejores muestras (de seis muestras) sea igual o mayor a la resistencia última indicada.

Tabla N° 15: Capacidad de absorción del adobe

% FIBRA DE MAGUEY	0% de fibra de maguey	8% de fibra de maguey	16% de fibra de maguey	33% de fibra de maguey
CAPACIDAD DE ABSORCIÓN DEL ADOBE	No paso la Prueba (Supero los 100%)	No paso la Prueba (Supero los 100%)	No paso la Prueba (Supero los 100%)	24.8775607

Fuente: Elaboración propia

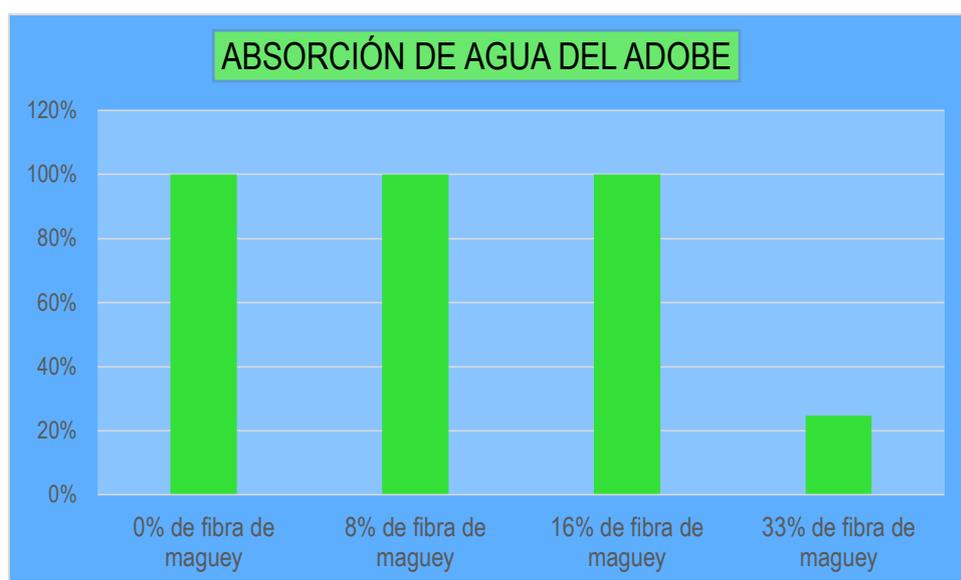


Figura 12: Capacidad de absorción del adobe

Fuente: Elaboración propia

En este apartado donde se tuvo en consideración la Norma E 080. Se pudo observar que los adobes con fibra de maguey a una proporción de 0%, 8% y 16% no resistieron al ensayo de absorción. Así mismo se pudo observar que los adobes con fibra de maguey a una proporción de 33% tienen una mayor absorción de agua (24.88%) a lo mencionado en la norma E. 070 (Albañilería) donde menciona que la absorción no será mayor a 22%.

Los adobes con fibra de maguey con una proporción de 0% y 8% sumergidas en agua colapsaron totalmente antes de llegar a las 24 horas, sin embargo, los adobes con fibra de maguey con una proporción de 16% presentaron una absorción

negativa; debido a que en el momento de retirar los adobes de las bateas sufrieron una desintegración lo que generó una pérdida de peso de dichos adobes. Cabe señalar que mientras haya más proporción de fibra de maguey La resistencia a la absorción del adobe será menor.

4.2. Prueba de hipótesis

La prueba de hipótesis se desarrolló mediante el estadístico Shapiro-Wilk, para lo cual se tuvo que realizar el proceso estadístico de datos.

4.2.1. Resistencia a la compresión

Planteamiento de Hipótesis

Hipótesis Alterna (Ha): Alguna proporción de fibra de maguey en el adobe modifica eficientemente su resistencia a la compresión, en la localidad de Lirio, Acoria, Huancavelica 2018.

Hipótesis Nula (Ho): Ninguna las proporciones de fibra de maguey en el adobe modifica eficientemente su resistencia a la compresión, en la localidad de Lirio, Acoria, Huancavelica 2018.

Nivel de confianza

La resistencia a la compresión con diferentes proporciones de fibra de Maguey al 0%, 8%, 16% y 33% se determinaron a un nivel de significancia de $\alpha = 0.005$ (5%), por lo tanto, el nivel de confianza con el que se trabajo es del 95%.

Tabla N° 16: Estadísticos descriptivos de la Resistencia a la compresión

FACTOR			Estadístico Resistencia a la Compresión	
MAGUEY	Maguey 0%	Media	11,0133	
		95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior	10,2994
			Límite superior	11,7272
		Mínimo	10,28	
		Máximo	11,86	
	Maguey 8%	Media	28,1800	
		95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior	24,9109
			Límite superior	31,4491
		Mínimo	23,83	
		Máximo	30,86	
	Maguey 16%	Media	36,9900	
		95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior	34,4355
			Límite superior	39,5445
		Mínimo	33,21	
		Máximo	40,19	

	Maguey 33%	Media		45,9483
		95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior	44,7221
			Límite superior	47,1746
		Mínimo		44,47
		Máximo		47,74

Fuente: Elaboración propia procesada en el SPSS V23

Prueba de normalidad

Para la prueba de normalidad de los datos de la resistencia a la compresión se empleó el estadístico Shapiro-Wilk ya que la cantidad de datos o replicas fueron igual a 6 datos.

Tabla N° 17: Prueba de normalidad agrupada por Shapiro-Wilk

Pruebas de normalidad				
FACTOR		Shapiro-Wilk		
		Estadístico	gl	P
MAGUE Y	Maguey 0%	,855	6	,174
	Maguey 8%	,831	6	,109
	Maguey 16%	,966	6	,864
	Maguey 33%	,987	6	,981

Fuente: Elaboración propia, procesada en el software SPSS

En este apartado se observó que los resultados de la resistencia a la compresión con fibra de maguey al 0% muestra un P de 0.174, que es mayor al nivel de significancia de 0.05; la resistencia a la compresión con fibra de maguey al 8% muestra un P de 0.109, que es mayor al nivel de significancia de 0.05; la resistencia a la compresión con fibra de maguey al 16% muestra un P de 0.864, que es mayor al nivel de significancia de 0.05 y la resistencia a la compresión con fibra de maguey al 33% muestra un P de 0.981, que es mayor al nivel de significancia de 0.05. Por lo cual, presenta una distribución normal.

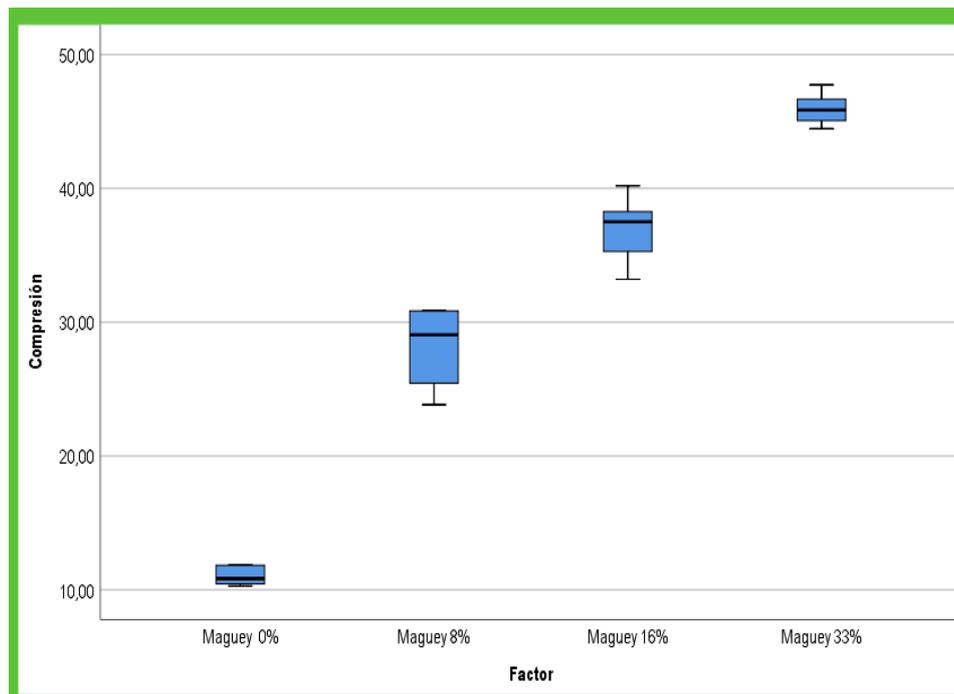


Figura 13: Distribución agrupado mediante el diagrama de cajas

Fuente: Elaboración propia procesada en el SPSS V23

En este apartado se observó mediante el diagrama de cajas que los resultados de la resistencia a la compresión con fibra de maguey al 0%, 8%, 16% y 33% tienen una distribución normal. Así mismo; se pudo observar que hay ausencia de datos atípicos (valor numérico distante al resto de datos). Por lo cual, no se requiere realizar una transformación de datos ya que la distribución en los diferentes casos es de distribución normal. Así mismo; se pudo observar y constatar que, existe una proporción de fibra de Maguey que modifica eficientemente la resistencia a la compresión, resultando de la siguiente manera:

Fibra de maguey al 33% > Fibra de maguey al 16% > Fibra de maguey al 8% > Fibra de maguey al 0%

4.2.2. Resistencia a la tracción

Planteamiento de Hipótesis

Hipótesis Alternativa (Ha): Alguna proporción de fibra de Maguey en el adobe modifica eficientemente su resistencia a la tracción, en la localidad de Lirio, Acoria, Huancavelica 2018.

Hipótesis Nula (Ho): ninguna las proporciones de fibra de Maguey en el adobe modifica eficientemente su resistencia a la tracción, en la localidad de Lirio, Acoria, Huancavelica 2018.

Nivel de confianza

La resistencia a la tracción con diferentes proporciones de fibra de Maguey al 0%, 8%, 16% y 33% se determinaron a un nivel de significancia de $\alpha = 0.005$ (5%), por lo tanto, el nivel de confianza con el que se trabajo es del 95%.

Tabla N° 18: Estadísticos descriptivos de la Resistencia a la Tracción

FACTOR		Estadístico		
Fibra de Maguey	Maguey 0%	Media		2,5162239917
		95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior	1,7331348634
			Límite superior	3,2993131199
		Mínimo	1,66294758	
	Máximo	3,49614878		
	Maguey 8%	Media		6,9473693967
		95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior	5,9464247845
			Límite superior	7,9483140089
		Mínimo	5,39855822	
	Máximo	7,95792643		
	Maguey 16%	Media		8,2177264867
		95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior	7,6667822543
			Límite superior	8,7686707190
		Mínimo	7,73607612	
	Máximo	9,21853661		
	Maguey 33%	Media		11,1802711383
95% de intervalo de confianza para la media		Límite inferior	9,2145663138	
		Límite superior	13,1459759629	
Mínimo		9,74229622		
Máximo	14,24976270			

Fuente: Elaboración propia procesada en el SPSS V23

Prueba de normalidad

Para la prueba de normalidad de los datos de la resistencia a la tracción se empleó el estadístico Shapiro-Wilk ya que la cantidad de datos o replicas fueron igual a 6 datos.

Tabla N° 19: Prueba de normalidad agrupada por Shapiro-Wilk

Pruebas de normalidad				
FACTOR		Shapiro-Wilk		
		Estadístico	Gl	P
Fibra de Maguey	Maguey 0%	,929	6	,575
	Maguey 8%	,945	6	,699
	Maguey 16%	,825	6	,097
	Maguey 33%	,804	6	,064

Fuente: Elaboración propia, procesada en el software SPSS

En este apartado se observó que los resultados de la resistencia a tracción con fibra de maguey al 0% muestra un P de 0.575, que es mayor al nivel de significancia de 0.05; la resistencia a la tracción con fibra de maguey al 8% muestra un P de 0.699, que es mayor al nivel de significancia de 0.05; la resistencia a tracción con fibra de maguey al 16% muestra un P de 0.097, que es mayor al nivel de significancia de 0.05 y la resistencia a la tracción con fibra de maguey al 33% muestra un P de 0.064, que es mayor al nivel de significancia de 0.05. Por lo cual, presenta una distribución normal.

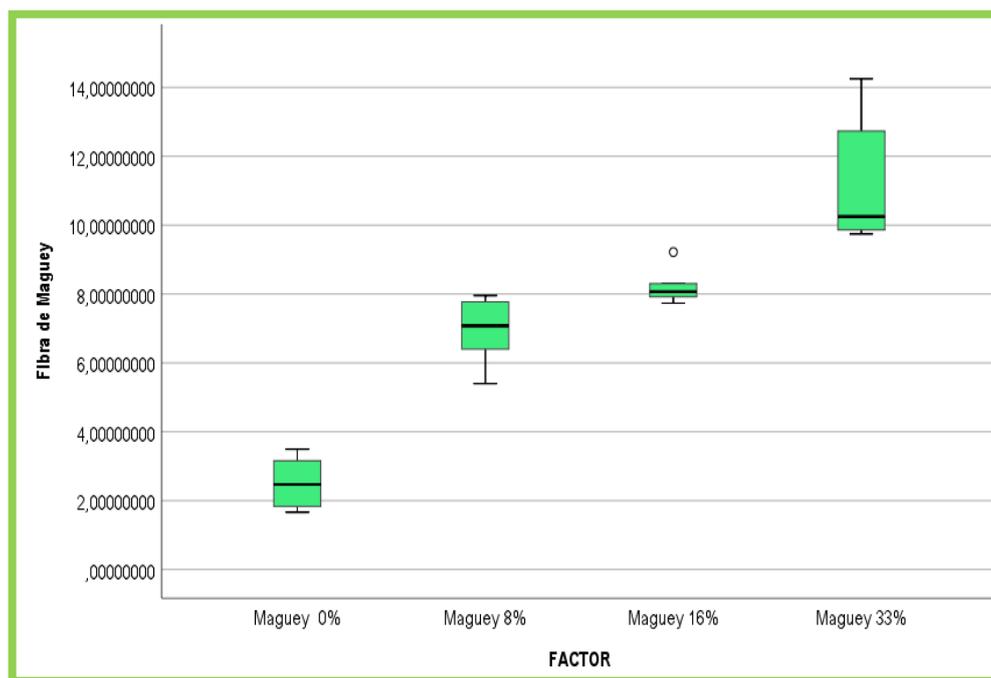


Figura 14: Distribución agrupado mediante el diagrama de cajas

Fuente: Elaboración propia procesada en el SPSS V23

En este apartado se observó mediante el diagrama de cajas que los resultados de la resistencia a tracción con fibra de maguey al 0%, 8%, 16% y 33% tienen una distribución normal. Así mismo; se pudo observar que hay ausencia de datos atípicos (valor numérico distante al resto de datos). Por lo cual, no se requiere realizar una transformación de datos ya que la distribución en los diferentes casos es de distribución normal. Así mismo; se pudo observar y constatar que si existe una proporción de fibra de Maguey que modifica eficientemente la resistencia a la Tracción de manera ordenada resultando de la siguiente manera:

Fibra de maguey al 33% > Fibra de maguey al 16% > Fibra de maguey al 8% > Fibra de maguey al 0%

4.2.3. Capacidad de absorción del adobe

Planteamiento de Hipótesis

Hipótesis Alterna (Ha): Alguna proporción de fibra de Maguey en el adobe modifica eficientemente la capacidad de absorción de agua del adobe, en la localidad de Lirio, Acoria, Huancavelica 2018.

Hipótesis Nula (Ho): Ninguna proporción de fibra de Maguey en el adobe modifica eficientemente la capacidad de absorción de agua del adobe, en la localidad de Lirio, Acoria, Huancavelica 2018.

Nivel de confianza

La capacidad de absorción con diferentes proporciones de fibra de Maguey al 0%, 8%, 16% y 33% se determinaron a un nivel de significancia de $\alpha = 0.005$ (5%), por lo tanto, el nivel de confianza con el que se trabajo es del 95%.

Tabla N° 20: Estadísticos descriptivos de La capacidad de absorción del adobe

		FACTOR		Estadístico
Fibra de Maguey	Maguey 0%	Media		100,0000000
		95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior	100,0000000
			Límite superior	100,0000000
		Mínimo		100,0000000
		Máximo		100,0000000
	Maguey 8%	Media		100,0000000
		95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior	100,0000000
			Límite superior	100,0000000
		Mínimo		100,0000000
		Máximo		100,0000000
	Maguey 16%	Media		100,0000000
		95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior	100,0000000
			Límite superior	100,0000000
		Mínimo		100,0000000
		Máximo		100,0000000
	Maguey 33%	Media		24,57058940
		95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior	23,85214910
			Límite superior	25,28882969
		Mínimo		23,66646229
		Máximo		25,57985421

Fuente: Elaboración propia procesada en el SPSS V23

Prueba de normalidad

Para la prueba de normalidad de los datos de la capacidad de absorción del adobe se empleó el estadístico Shapiro-Wilk ya que la cantidad de datos o replicas fueron igual a 6 datos.

Tabla N° 21: Prueba de normalidad agrupada por Sahpiro-Wilk

Pruebas de normalidad				
	FACTOR	Shapiro-Wilk		
		Estadístico	Gl	P
Fibra de Maguey	Maguey 0%	-	6	-
	Maguey 8%	-	6	-
	Maguey 16%	-	6	-
	Maguey 33%	,951	6	,747

Fuente: Elaboración propia procesada en el SPSS V23

En este apartado se observó que los resultados de las muestras sometidas a la capacidad de absorción con fibra de maguey al 33% tienen un P de 0.747 y las muestras sometidas a la capacidad de absorción con fibra de maguey al 0%, 8% y 16% tienen un P sin ningún valor, lo que indica que no resistieron al ensayo.

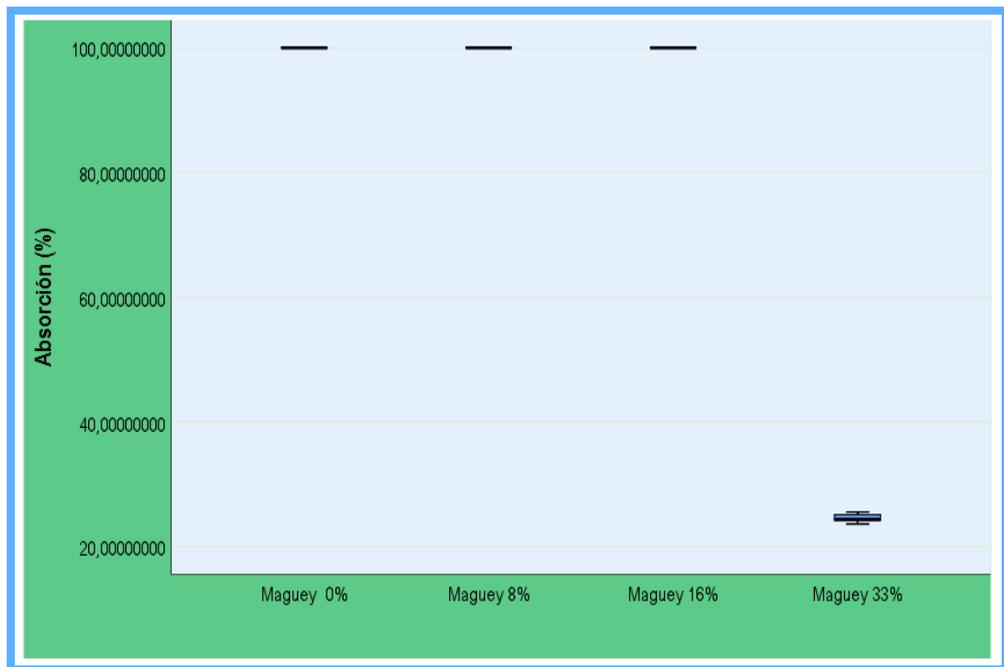


Figura 15: Distribución agrupado mediante el diagrama de cajas

Fuente: Elaboración propia procesada en el SPSS V23

En este apartado se observó mediante el diagrama de cajas que el resultado los resultados de la capacidad de absorción con fibra de maguey al 0%, 8%, 16% y 33%

tienen una distribución normal. Así mismo; se pudo observar que hay ausencia de datos atípicos (valor numérico distante al resto de datos). Por lo cual, no se requiere realizar una transformación de datos ya que la distribución en los diferentes casos es de distribución normal.

Se pudo observar y constatar que si existe una proporción de fibra de Maguey que modifica eficientemente la capacidad de absorción:

Fibra de maguey al 33%

Así mismo; se pudo observar y constatar que no resistieron al ensayo de capacidad de absorción del adobe las siguientes proporciones mostradas de manera ordenada:

Fibra de maguey al 0% > Fibra de maguey al 8% > Fibra de maguey al 16

4.3. Discusión de resultados

En este nivel del informe final de investigación se desarrolló la discusión de los resultados obtenidos por la investigación buscando de esa forma validar los resultados que esta tesis consiguió mediante el contraste de resultados de similar desarrollo, para este se desarrolló de forma primera la discusión de resultados que responden a los objetivos específicos y finalmente se desarrolló la discusión general con respecto al objetivo general de la investigación.

Con respecto al objetivo específico 01 el cual fue; Establecer la proporción de fibra de maguey en el adobe que maximiza su resistencia a la compresión, en la localidad de Lirio, Acoria, Huancavelica 2018., se tiene que Aguilar y Quezada (2017) en su investigación encontraron Sobre la resistencia última a compresión que según normativa peruana de Diseño y Construcción con Tierra Reforzada E.080 debe ser mínimo de 1 MPa (Mega pascal), comparando los resultados obtenidos para cada caso de estudio se concluyó que los especímenes de la adobera 1, adobera 2 y la edificación 2 cumplen con la resistencia mínima, donde la edificación 2 registra el valor más alto con 1,44 MPa (Mega pascal), donde los módulos elásticos de los oscilan entre 17 MPa (Mega pascal) hasta 68.5 MPa (Mega pascal), siendo los más bajos de la adobera 3 y edificación 1 que no cumplieron con la resistencia mínima esto por ser un suelo de grano grueso con limos inorgánicos de compresibilidad media y arcillas orgánica. y Mantilla (2018) en su investigación encontró que al someter fibra de caucho y viruta en porcentajes de 2%, 3% y 5% en bloques de adobe,

obtuvieron que la compresión máxima de 30.25 Kg/cm² a una proporción del 3% de adición de viruta, lo cual indica que todos los adobes presentaron resistencias superiores a la especificada en la Norma E. 080. Se mantiene la teoría ya que ambos estudios concuerdan que existe una máxima resistencia a la compresión a una determinada proporción de algún insumo ya sea caucho, viruta y en el caso de esta investigación a la fibra de Maguey, la cual tiene un soporte con lo mencionado por (Espinoza, Landeo, & Yauri, 2018): La fibra de maguey incorporado en la albañilería generando incrementar las propiedades a la compresión pues por ser hilos muy finos hace que no queden espacios vacíos.

Con respecto al Objetivo específico 02 el cual fue de; Establecer la proporción de fibra de maguey en el adobe maximiza su resistencia a la tracción, en la localidad de Lirio, Acoria, Huancavelica 2018. Se tiene que según Aguilar y Quezada (2017), los resultados de los especímenes de adobe ensayados no cumplen con la norma Peruana E.080 donde determina que la resistencia ultima del murete a tracción indirecta debe ser mínimo de 0.025 Mpa, Por lo cual, dos de tres especímenes no cumplieron con dicha norma mientras que un espécimen de adobera si cumplido. Por lo cual, se mantiene la teoría ya que ambos estudios concuerdan que existe una máxima resistencia a la tracción. El cual tiene un soporte con lo mencionado por (Espinoza, Landeo, & Yauri, 2018): La fibra de maguey incorporado en la albañilería generando incrementar las propiedades ya que Mantiene unida la masa cementante y hace que no se fisure, cuando la masas sufra expansión y tracción.

Con respecto al objetivo específico 03 el cual fue; Establecer la proporción de fibra de maguey en el adobe que maximiza la resistencia a la absorción de agua del adobe, en la localidad de Lirio, Acoria, Huancavelica 2018. Se tiene que según Mantilla (2018), en su investigación encontró que al someter fibra de caucho y viruta en porcentajes de 2%, 3% y 5% en bloques de adobe, obtuvieron que la absorción disminuyo hasta en 4% con la incorporación de 5% de caucho. La absorción de agua presentada por las unidades de adobe con adición de caucho es menor al valor de un adobe tradicional, disminuyendo el porcentaje de absorción mientras se incrementa la cantidad de incorporación de caucho, presentando la menor absorción, la adición de 5% de caucho, con un valor de 14.20%, que comparado con el adobe tradicional hay una reducción de 4%. En cambio, la adición de viruta en sus tres porcentajes aumenta considerablemente el porcentaje de absorción en comparación con un adobe

tradicional, Así mismo; según Carhuanambo (2016) en su investigación encontró que para la propiedad física de absorción de agua de los adobes con adición de viruta de Eucalipto con los porcentajes de 1.5%, 3.0% y 4.5% obtuvieron como resultado 19.36%, 20.15% y 20.95% respectivamente. Sin embargo, los adobes con adición de aserrín de Eucalipto con los porcentajes de 1.5%, 3.0% y 4.5% lograron como resultado 16.99%, 17.75% y 18.35% respectivamente. Por lo cual, se mantiene la teoría ya que ambos estudios concuerdan que existe una máxima resistencia a la tracción. la cual tiene un soporte con lo mencionado por (Juárez & Rodríguez, 2014), el adobe posee cierta inestabilidad mecánica y mal comportamiento ante fenómenos naturales; la resistencia que ofrece la unidad de albañilería de adobe bajo una carga axial es muy baja teniendo un comportamiento muy limitado y es muy vulnerable ante situaciones de exposición prolongada al agua; ya que la absorción de agua está directamente ligada con la porosidad del material, el tamaño de los poros, así como la distribución de los mismos que determinan el grado de absorción de agua.

Con respecto al objetivo general el cual fue; Determinar la proporción de fibra de maguey en el adobe que maximiza sus características de este, en la localidad de Lirio, Acoria, Huancavelica 2018. Se tiene que según Mantilla (2018) en su investigación encontró que al someter fibra de caucho y viruta en porcentajes de 2%, 3% y 5% en bloques de adobe, obtuvieron que las propiedades mecánicas del adobe resultan favorables, con la incorporación de proporciones de viruta y caucho esto conllevándoles a que existe una proporción de cachucho y viruta que maximiza las características del adobe. Se mantiene la teoría ya que ambos estudios concuerdan que existe una máxima resistencia a las características de este, a un determinada proporción de algún insumo ya sea caucho, viruta y en el caso de esta investigación a la fibra de Maguey, la cual tiene un soporte con lo mencionado por (Espinoza, Landeo, & Yauri, 2018): La fibra de maguey incorporado en la albañilería maximiza las características de este, incrementado las propiedades de resistencia a la Tracción por flexión por su propiedad elástica, incrementa las propiedades de resistencia a la compresión pues por ser hilos muy finos hace que no queden espacios vacíos o porosos, mantiene unida la masa cementante y hace que no se fisure, cuando la masa sufra expansión y contracción por los cambios de temperatura.

CONCLUSIONES

Los ensayos realizados a las muestras del grupo de control 0% de fibra de maguey y grupo experimental con 8%, 16% y 33% de fibra de maguey, se realizaron a los 30 días secados a temperatura ambiente. Por lo tanto; la fibra de maguey modifica eficientemente las propiedades del adobe en:

- ❖ El comportamiento a la propiedad de resistencia a la compresión de las muestras estabilizadas con proporciones al 0%, 8%, 16% y 33% de fibra de maguey, resultó lo siguiente: 11.34 kg/cm², 29.95 kg/cm², 38.36 kg/cm² y 46.54 kg/cm² respectivamente.
- ❖ El comportamiento a la propiedad de resistencia a la tracción de las muestras estabilizadas con proporciones del 0%, 8%, 16% y 33% de fibra de maguey, resultó lo siguiente: 2.90 kg/cm², 7.47 kg/cm², 8.41 kg/cm² y 11.87 kg/cm² respectivamente.
- ❖ El comportamiento a la propiedad de la capacidad de absorción de los adobes de las muestras estabilizadas con proporciones al 0%, 8%, 16% y 33% de fibra de maguey; resultó lo siguiente: 100% (No superó el ensayo a causa de desintegración antes de las 12 horas sumergidas en el agua), 100% (No superaron el ensayo a causa de desintegración antes de las 24 horas sumergidas en el agua), 100% (No superaron el ensayo a causa de desintegración generando pérdida de peso) y 24.88% (desintegración parcial generando pérdida de peso) respectivamente.

RECOMENDACIONES

- ❖ Se recomienda difundir la utilización de estos adobes estabilizados con fibra de maguey en el centro poblado de Lirio.

- ❖ Se recomienda utilizar los adobes estabilizados con fibra de maguey en las zonas rurales donde abundan la planta de maguey, en vista que no hay un costo adicional a comparación con los adobes tradicionales.

- ❖ Se recomienda realizar futuras investigaciones evaluando el comportamiento sísmico mediante una vivienda a escala de las unidades de adobe con una proporción al 33% de fibra de maguey.

REFERENCIAS

- Aburto, M. A., & Rodríguez, D. (2012). Caracterización de la resistencia de un material de banco para su uso como relleno compactado. Retrieved from <http://www.ptolomeo.unam.mx:8080/xmlui/handle/132.248.52.100/466>
- Aguilar, E. D., & Quezada, R. A. (2017). *Caracterización física y mecánica del en el Cantón Cuenca*. (Bachiller Tesis de titulación), Universidad de Cuenca, Ecuador.
- Benites, V. B. (2017). *Adobe estabilizado con extracto de cabuya (Furcraea andina)*. (Bachiller Tesis de titulación), Universidad de Piura, Perú.
- Blondet, M. (2010). *Manual de construcción con adobe reforzado con geomallas*. Perú: Fondo Editorial de la Pontificia Universidad Católica del Perú.
- Briseño, D. Y. (2016). *Análisis del comportamiento a Tracción por flexión de vigas reforzadas con fibra de cabuya*. (Tesis de bachillerato), Universidad Técnica de Ambato, Ecuador.
- Carhuanambo, J. T. (2016). *Propiedades mecánicas y físicas del adobe compactado con adición de viruta y aserrín, Cajamarca 2016*. (Bachiller Tesis de titulación), Universidad Privada del Norte, Perú.
- Castillo, D., Sáenz, T., Narcia, M., & Vázquez, J. A. (2013). Propiedades físico-mecánicas de la fibra de Agave lechuguilla Torr. de cinco procedencias bajo plantaciones. *Revista mexicana de ciencias forestales*, 4.
- Duoc UC. (2018). Investigación Aplicada. Retrieved from <http://www.duoc.cl/biblioteca/crai/definicion-y-proposito-de-la-investigacion-aplicada>
- Espinoza, S., Landeo, D., & Yauri, E. (2018). [Concreto premezclado con fibras de maguey]. Fundación Wikimedia Inc. (2018). Agave. Retrieved from <https://es.wikipedia.org/wiki/Agave>
- Herejia. (2018). Selección y corte del agave maduro. Retrieved from http://herejia.mx/es/portfolio_page/proceso1/
- Idrogo, J., Lingan, S., Quevedo, H., Quiroz, D., Vasquez, M., & Yep, L. (2011). [El adobe].
- Juárez, C., & Rodríguez, P. (2014). [Uso de fibras naturales de lechuguilla como refuerzo en concreto].
- Llumitasig, S. M., & Siza, A. L. (2017). *Estudio de la resistencia a compresión del adobe artesanal estabilizado con paja, estiércol, savia de penca de tuna, sangre de toro y análisis de su comportamiento sísmico usando un modelo a escala*. (Tesis de bachillerato), Universidad Técnica de Ambato, Ecuador.

- Mantilla, J. C. (2018). *Variación de las propiedades físico mecánicas del adobe al incorporar viruta y caucho*. (Bachiller Tesis de titulación), Universidad Nacional de Cajamarca Perú.
- Ministerio de Vivienda Construcción y Saneamiento. (2017). *Norma E.080. Diseño y construcción con tierra reforzada*. Perú: Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento
- Moreno, B., & Sebastián, B. (2017). *Comparación de las propiedades físicas y mecánicas del adobe sumergido en lechada agua – cemento y la norma e.080*. (Bachiller Tesis de titulación), Universidad Nacional Hermilio Valdizán, Perú.
- Nieto, R., Vargas, J., César, N. J., Rodríguez, A., Jiménez, V. M., Hernández, J., & Ortiz, M. (2016). *El cultivo de maguey pulquero (Agave salmiana)*. México: Universidad Politécnica de Francisco I. Madero.
- Quintana, D. L., & Vera, M. O. (2017). *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%*. (Bachiller Tesis de titulación), Universidad Andina del Cusco, Perú.
- Recursos de autoayuda. (2018). ¿Qué es el método analítico? Características, reglas, clasificación y demás. Retrieved from <https://www.recursosdeautoayuda.com/metodo-analitico/>
- Romero, V. I., & Callasi, C. D. (2017). *Estudio comparativo de las propiedades físico mecánicas de las unidades de adobe tradicional frente a las unidades de adobe estabilizado con asfalto*. (Bachiller Tesis de titulación), Universidad Andina del Cusco, Perú.
- Tapia, T. J., & Huancachoque, J. (2016). *Evaluación del comportamiento físico-mecánico del adobe elaborado según norma e.080, adicionado con mucílago de gigantón, utilizando insumos de la región del cusco, comparado con el adobe tradicional artesanal elaborado en el sector adoberos, distrito de San Jerónimo - Cusco*. (Bachiller Tesis de titulación), Universidad Andina del Cusco, Perú.
- Torres, A. K. (2015). El Maguey y sus derivados. Retrieved from <http://vivemaravatio.com/el-maguey-y-sus-derivados-comunidad-de-las-joyas-maravatio>
- Valencia, E., & Lloclla, V. (2014). *Reducción de desastres a través de diseño sísmico en edificaciones de adobe en la ciudad de Lircay • 2014*. (Bachiller Tesis de titulación), Universidad Nacional de Huancavelica, Perú.

Yanez, D. (2018). Investigación Explicativa: Características, Técnicas y Ejemplos.
Retrieved from <https://www.lifeder.com/investigacion-explicativa/>

ANEXOS

ANEXO N° 1: Matriz de Consistencia

ANEXO N° 2: Panel fotográfico

ANEXO N° 3: Guía de observación de resistencia a la compresión, tracción y absorción del adobe

ANEXO N° 4: Ficha de resultados de la tracción de la fibra del laboratorio de tecnología de materiales.

ANEXO N° 1: Matriz de Consistencia

Matriz de Consistencia

VARIABLES

Variable Independiente:

Fibra de maguey.

Variables Dependientes:

- Resistencia a la compresión.
- Resistencia a la tracción.
- Capacidad de absorción

FORMULACIÓN

DEL PROBLEMA

PREGUNTA GENERAL

¿Qué proporción de fibra de maguey en el adobe modifica eficientemente sus características de este, en la localidad de Lirio, Acoria, Huancavelica 2018?

PREGUNTAS ESPECÍFICAS

- ¿Qué proporción de fibra de maguey en el adobe modifica eficientemente su resistencia a la compresión, en la localidad de Lirio, Acoria, Huancavelica 2018?
- ¿Qué proporción de fibra de maguey en el adobe modifica eficientemente su resistencia a la tracción, en la localidad de Lirio, Acoria, Huancavelica 2018?
- ¿Qué proporción de fibra de maguey en el adobe modifica eficientemente su capacidad de absorción de las unidades de adobe, en la localidad de Lirio, Acoria, Huancavelica 2018?

OBJETIVOS

OBJETIVO GENERAL

Determinar la proporción de fibra de maguey en el adobe que modifica eficientemente sus características de este, en la localidad de Lirio, Acoria, Huancavelica 2018.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Establecer la proporción de fibra de maguey en el adobe que modifica eficientemente su resistencia a la compresión, en la localidad de Lirio, Acoria, Huancavelica 2018.
- Establecer la proporción de fibra de maguey en el adobe modifica eficientemente su resistencia a la tracción, en la localidad de Lirio, Acoria, Huancavelica 2018.
- Establecer la proporción de fibra de maguey en el adobe modifica eficientemente su capacidad de absorción de las unidades de adobe, en la localidad de Lirio, Acoria, Huancavelica 2018.

HIPÓTESIS

HIPÓTESIS GENERAL

Alguna proporción de fibra de maguey en el adobe modifica eficientemente sus características de este, en la localidad de Lirio, Acoria, Huancavelica 2018.

HIPÓTESIS ESPECÍFICAS

- Alguna proporción de fibra de maguey en el adobe que modifica eficientemente su resistencia a la compresión, en la localidad de Lirio, Acoria, Huancavelica 2018.
- Alguna proporción de fibra de maguey en el adobe modifica eficientemente su resistencia a la tracción, en la localidad de Lirio, Acoria, Huancavelica 2018.
- Alguna proporción de fibra de maguey en el adobe modifica eficientemente su capacidad de absorción de las unidades de adobe, en la localidad de Lirio, Acoria, Huancavelica 2018.

METODOLOGÍA

TIPO DE INVESTIGACIÓN:

Investigación aplicada.

NIVEL DE INVESTIGACIÓN:

Explicativo.

MÉTODO DE INVESTIGACIÓN:

Analítico-sintético.

TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS:

Variables	Técnica	Instrumento
Fibra de maguey	Experimental	Experimental
- Resistencia a la compresión. - Resistencia a la tracción. - Capacidad de absorción	Observación	Guía de análisis de observación o ficha de laboratorio

DISEÑO DE INVESTIGACIÓN:

No experimental, transversal:

Tratamiento o niveles		Repeticiones					
		1	2	3	4	5	6
0% de fibra de maguey	Proporción de mezcla: 6 de barro + 0 fibra de maguey (Control o testigo)						
8% de fibra de maguey	Proporción de mezcla: 5 ½ de barro + ½ fibra de maguey						
16% de fibra de maguey	Proporción de mezcla: 5 de barro + 1 fibra de maguey (Norma E.080)						
33% de fibra de maguey	Proporción de mezcla: 4 de barro + 2 fibra de maguey						

POBLACIÓN, MUESTRA Y MUESTREO:

- **Población:** 144 adobes.
- **Muestra:** 72 adobes.
- **Muestreo:** Aleatorio simple.

TÉCNICA DE PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS DE DATOS

Técnica estadística:

- Estadística descriptiva
- Estadística inferencial.

ANEXO N° 2: Panel fotográfico

PANEL FOTOGRÁFICO
EXTRACCIÓN DE LAS FIBRAS DE MAGUEY



Ámbito de estudio – Localidad de Lirio



Se observa la abundancia de la planta de maguey



Lugar de extracción del material (suelo)



Lugar de la planta de maguey



Penca del maguey para ser extraído



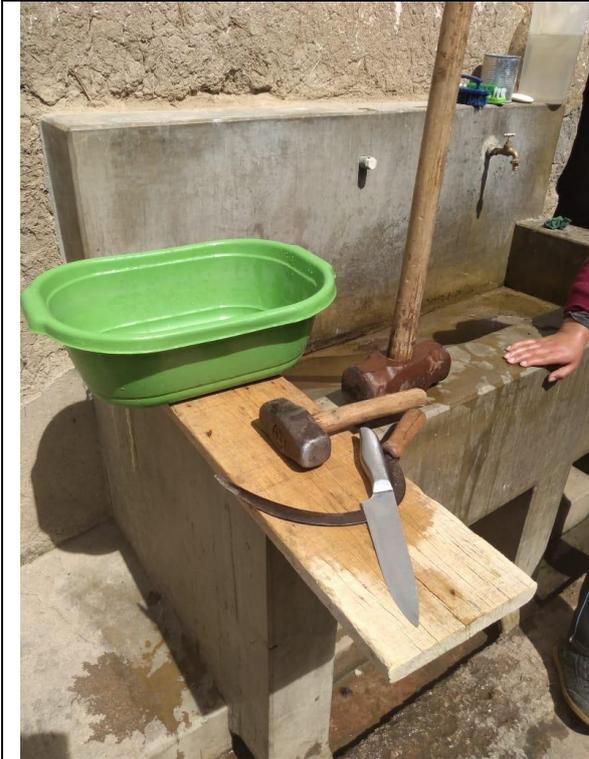
Extracción de la penca de la planta de maguey



Pencas de maguey listo para ser transportado



Corte de las espinas de las pencas de maguey



Materiales que se utilizarón para la extracción de las pencas de maguey



Chancado de la penca de maguey



Cepillado de la penca de maguey



Extracción de las fibras de maguey



Limpieza de las fibras de maguey



Secado de las fibras de maguey



Fibras secas maguey



Almacenamiento de las fibras de Maguey

ENSAYO DE CAMPO DEL SUELO



Prueba de rollito

Comprobando que el rollo mide entre 5cm – 15 cm



Prueba de la bolita

Presionando con el dedo pulgar para comprobar si el suelo sirve despues de dos dias



Prueba granulometrica de la botella



El material se asenta dividiendose por estratos

PROCESO DE ELABORACIÓN DEL ADOBE – PROBETAS CUBICAS



Preparacion de la tierra



Preparacion de la fibra de maguey (10 cm)



Se mezcla 6 baldes de barro + 0 balde de fibra de maguey



Se mezcla 5 1/2 baldes de barro + 1/2 balde de fibra de maguey



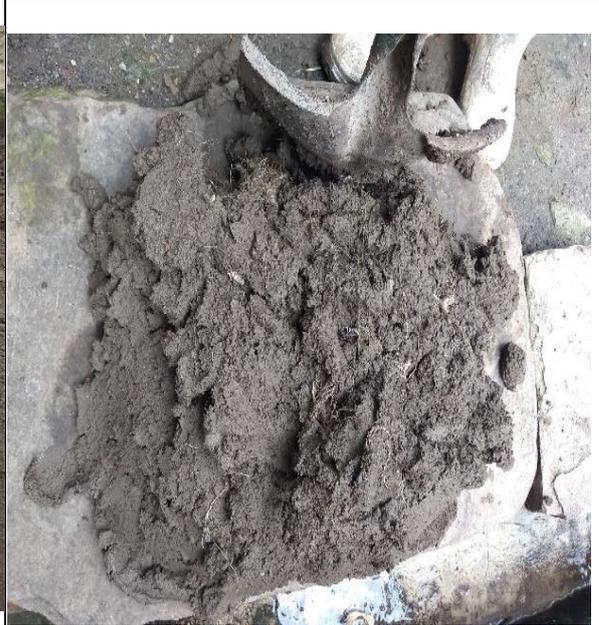
Se mezcla 5 baldes de barro + 1 balde de fibra de maguey



Se mezcla 4 baldes de barro + 2 baldes de fibra de maguey



Se hecha agua hasta formar barro y se deja dormir por 24 horas



Se mezcla la tierra con la fibra con las respectivas proporciones



Batido del barro con los pies



Acondicionamiento del tendal



Moldes de las probetas prismaticas



Gavera para el adobe



Humedecimiento de los moldes



Compactamiento con los pies y manos



Emparejamiento con una regla de madera



Retirado de los moldes con mucho cuidado



Secado y almacenamiento de las probetas



Secado y almacenamiento del adobe

ENSAYO GRANULOMÉTRICO



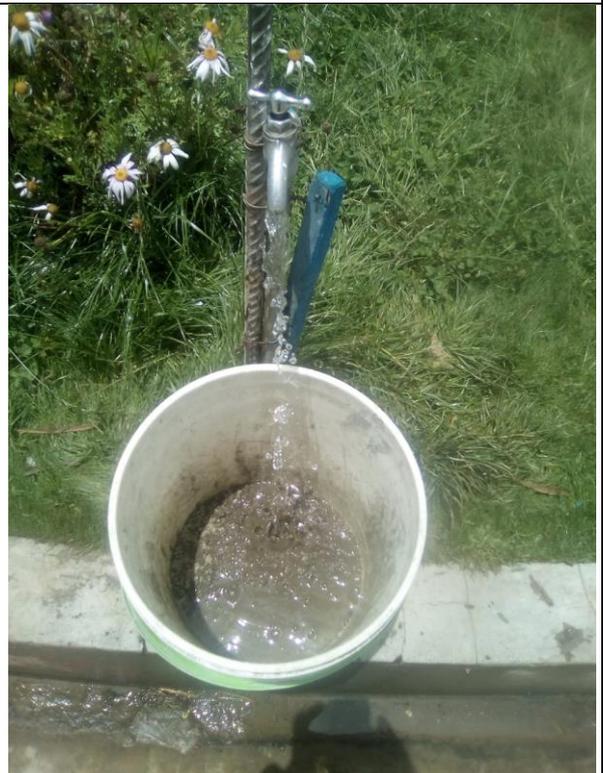
Muestra seca de cantera de la localidad de Lirio



Cuarteo de la muestra



Seleccionamos las muestras mas representativas



Lavado de muestra para realizar el ensayo de granulometría



Utilización del tamiz N°200



Expulsión del agua de la muestra para ser colocado al Horno por 24 h



Muestra seca lista para la elaboración del ensayo de granulometría



Preparación de los tamices (4", 3 1/2", 3", 2 1/2", 2", 1 1/2", 1", 3/4", 3/8", N°4, N°10, N°40 y N°200



Peso de la muestra lavada seca



Muestra ingresada a los tamices



Se coloca los tamices a la maquina vibratoria



Se pesa las muestras retenidas en cada tamiz

ENSAYO DE TRACCIÓN DE LA FIBRA DE MAGUEY



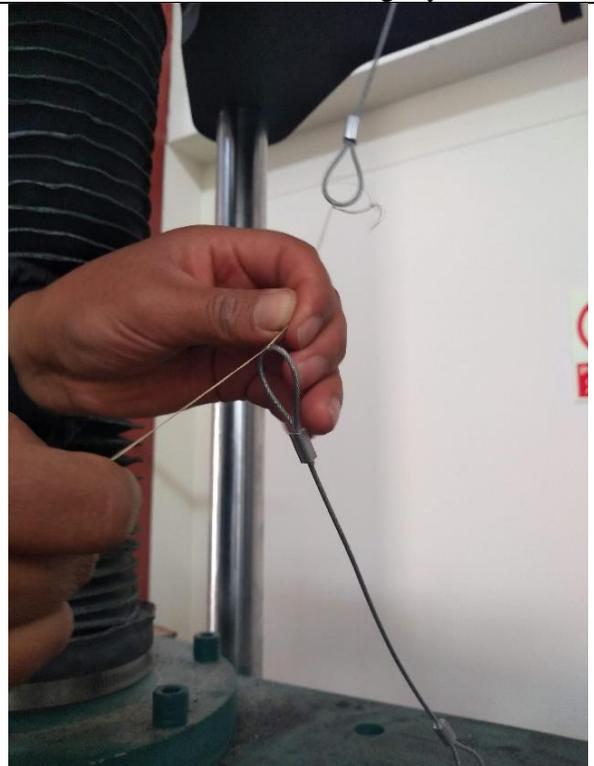
Fibras listas para la prueba de traccion en el laboratorio de tecnologia de materiales de la Escuela Profesional de Huancavelica



Piezas de la Maquina Universal Hidraulica con el cual se realizó el ensayo de tracción de la Fibra de Maguey



Muestra ensayada de fibra N°1 escogida al azar



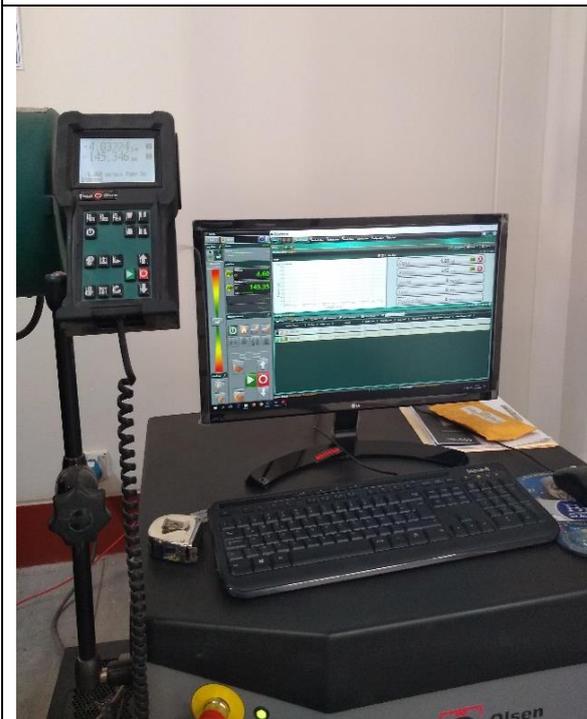
Muestra ensayada de fibra N°2 escogida al azar



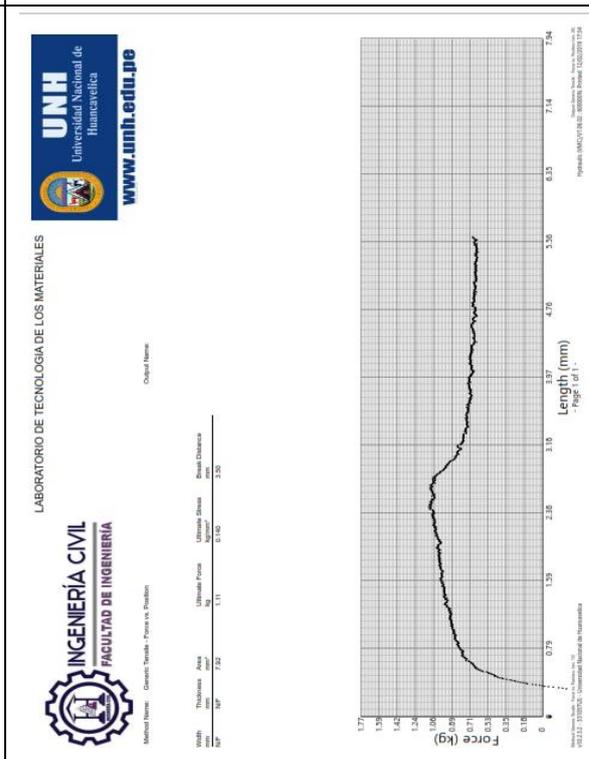
Muestra ensayada de fibra N°3 escogida al azar



Medicion de las muestras



Maquina universal hifraulica (Controlador de mano y controlado de maquina virtual)



Resultado de la fibra N°1

TRASLADO DE LOS BLOQUES PRISMÁTICOS Y ADOBE



Transporte de los bloques prismáticos y adobes hacia la Universidad Nacional de Huancavelica



Traslado de bloques prismáticos y adobes hacia el laboratorio de geotecnia de la Escuela Profesional de Huancavelica

ENSAYO DE COMPRESIÓN



Pintado de los bloques prismáticos según corresponde:

- I (0%): 6 baldes de barro + 0 baldes de fibra
- II (8%): 5 1/2 baldes de barro + 1/2 balde de fibra



Almacenamiento de los bloques prismáticos para la prueba de compresión

- III (16%): 5 baldes de barro + 1 balde de fibra
- IV (33%): 4 baldes de barro + 2 baldes de fibra



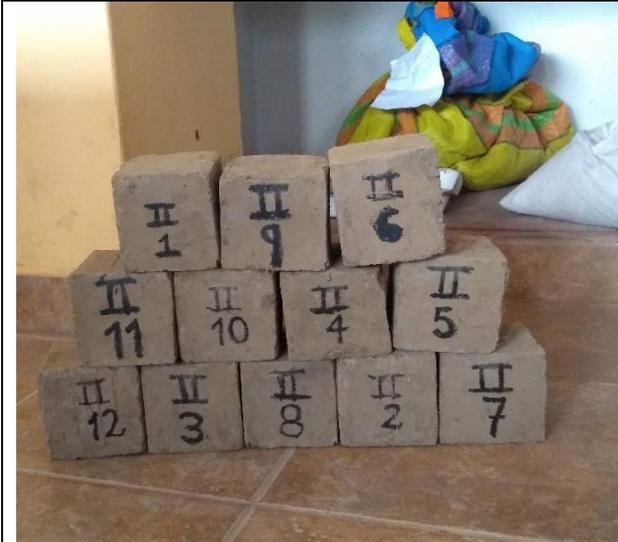
Traslado de los bloques prismáticos al laboratorio de Tecnología de concreto

Selección de las muestras aleatoriamente (0% de fibra)



Muestras seleccionadas con 0% de fibra

Se pesa las muestras



Selección de las muestras aleatoriamente (8% de fibra)



Muestras seleccionadas con 8% de fibra



Se pesa las muestras



Selección de las muestras aleatoriamente (16% de fibra)



Muestras seleccionadas con 16% de fibra



Se pesa las muestras



Selección de las muestras aleatoriamente (33% de fibra)



Muestras seleccionadas con 33% de fibra



Se pesa las muestras con 33% de fibra

Muestras (0%, 8%, 16% y 33% de fibra) listas para el ensayo de resistencia a la compresion



Muestra con 0% de fibra de maguey siendo ensayada

Muestra con 8% de fibra de maguey siendo ensayada



Muestra con 16% de fibra de maguey siendo ensayada

Muestra con 33% de fibra de maguey siendo ensayada



Carga maxima soportado por el bloque prismático IV 10 (33% de fibra)

Bloques despues del ensayo

ENSAYO DE TRACCIÓN POR FLEXIÓN



Población de la cuál se escojera al azar 6 muestras, proporción: 6 de barro + 0 de fibra de maguey

Selección de 6 muestras de la poblacion, proporción: 6 de barro + 0 de fibra de maguey



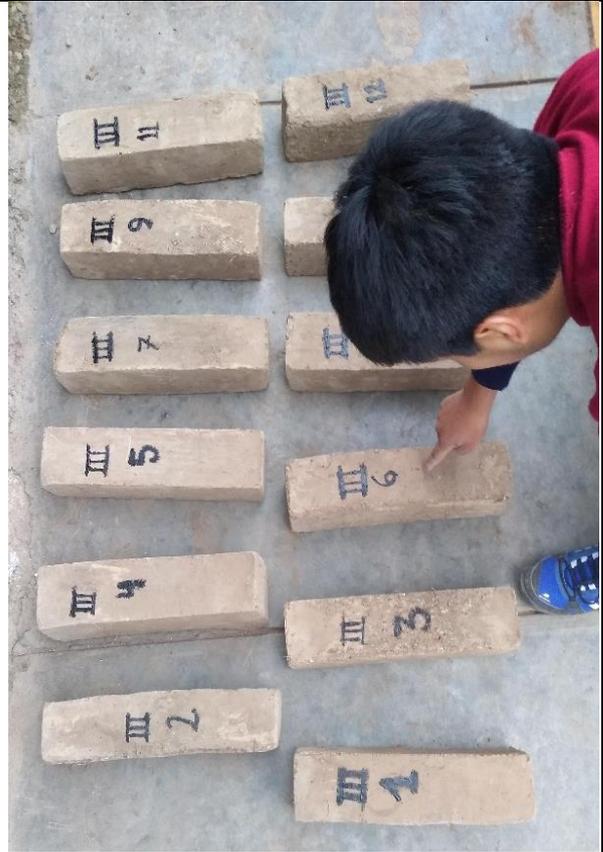
Población de la cuál se escojera al azar 6 muestras, proporción: 5 1/2 de barro + 1/2 de fibra de maguey



Selección de 6 muestras de la poblacion, proporción: 5 1/2 de barro + 1/2 de fibra de maguey



Población de la cuál se escojera al azar 6 muestras, proporción: 5 de barro + 1 de fibra de maguey



Selección de 6 muestras de la poblacion, proporción: 5 de barro + 1 de fibra de maguey



Población de la cuál se escojera al azar 6 muestras, proporción: 4 de barro + 2 de fibra de maguey

Selección de 6 muestras de la poblacion, proporción: 4 de barro + 2 de fibra de maguey



Pesado de la muestra en kilogramos, proporción: 6 de barro + 0 de fibra de maguey

Pesado de la muestra en kilogramos, proporción: 5 1/2 de barro + 1/2 de fibra de maguey



Pesado de la muestra en kilogramos, proporción: 5 de barro + 1 de fibra de maguey



Pesado de la muestra en kilogramos, proporción: 4 de barro + 2 de fibra de maguey



Máquina para ensayo a flexión



Triaxial asimilado para ensayo a flexión



Falla de la muestra , proporción: 6 de barro + 0 de fibra de maguey



Adaptando la maquina triaxial por parte del técnico del laboratorio para ensayo a tracción por flexion



Adaptando la muestra en la maquina triaxial

Falla de la muestra , proporción: 4 de barro + 2 de fibra de maguey



Grieta generada por los apolos de la parte inferior y la parte superior de la muestra

Transipcion de los resultados que se obtuvieron en el momento de la falla de cada una de las muestras

ENSAYO DE ABSORCIÓN DEL MAGUEY



Utilizacion de balanza eletronica para pesar la muestra de maguey en estado seco y saturado

Peso seco de la muestra de maguey, con un peso de 10 Gramos



Recipiente en donde se saturará la muestra de fibras de maguey



Saturacion de las fibras de maguey



Se dejó saturar por un periodo 24 horas para ver el porcentaje de absorcion de las fibras de maguey



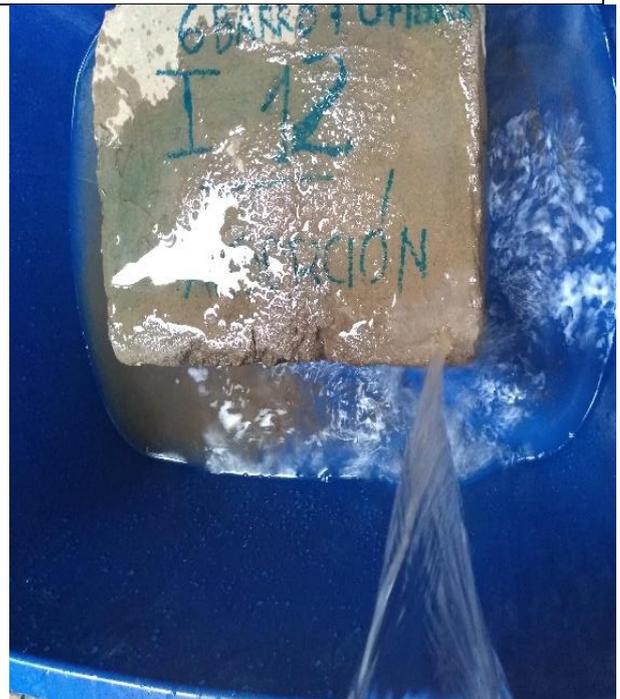
Se retiró las fibras de maguey saturadas



Se dejo secar por un periodo de 10 minutos

Se volvió a pesar las fibras de maguey obteniendose un peso de 18 gramos

ENSAYO DE ABSORCIÓN DEL ADOBE



Proporción: 6 de barro + 0 de fibra Maguey

Saturacion del adobe con agua antes de las 24 horas



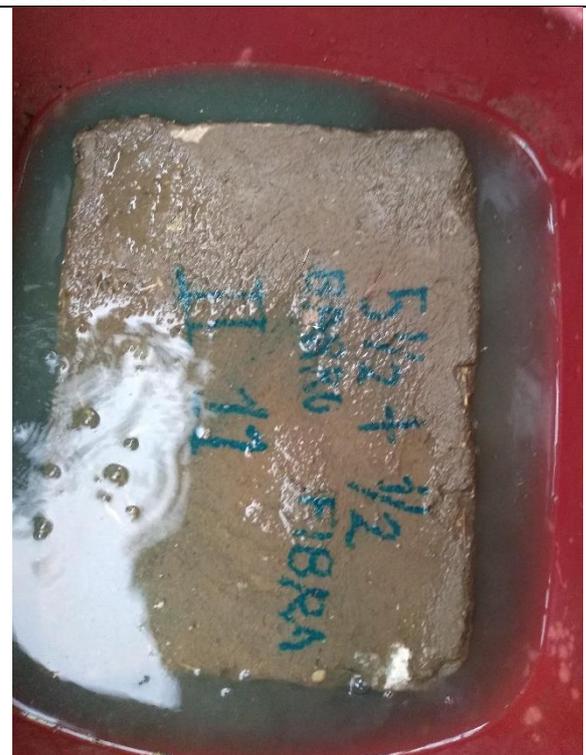
Disolución completa del adobe después de sumergir después de 12 horas



Residuos del adobe después de 24 horas de sumersión



Proporción: 5 1/2 de barro + 1/2 de fibra Maguey



Saturación del adobe con agua durante 24 horas



Disolución de una parte del adobe después de sumergir 24 horas



Restos del adobe después de 24 horas de sumersión



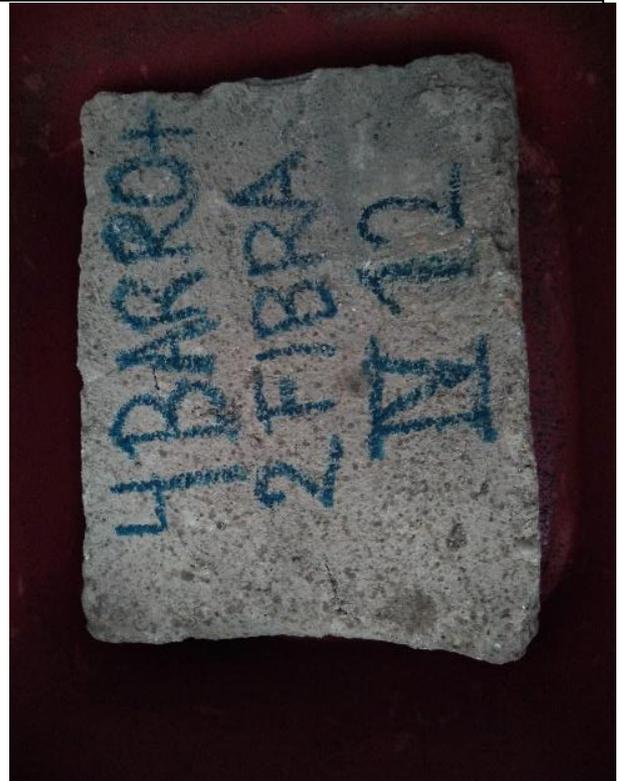
Proporción: 5 de barro + 1 de fibra Maguay



Saturación del adobe con agua durante 24 horas



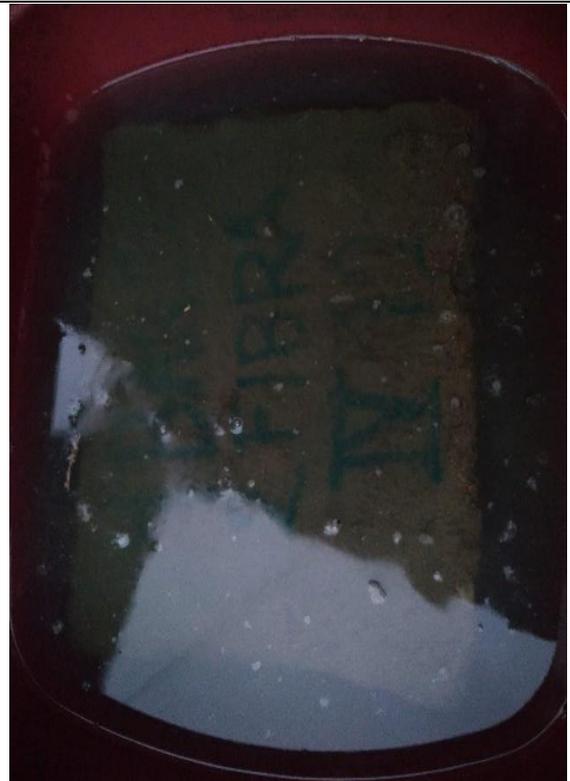
Restos del adobe: 5 de barro + 1 de fibra de maguey, despues de 24 horas de sumersión



Proporción: 4 de barro + 2 de fibra Maguey



Saturacion con agua hasta sobrepasar las dimensiones del adobe



Saturacion del adobe con agua durante 24 horas



Restos del adobe: 4 de barro + 2 de fibra de maguey, despues de 24 horas de sumersión



Adobe listo para pesar

ANEXO N° 3: Guía de observación de resistencia a la compresión, tracción y capacidad de absorción del adobe

Instrumento

GUÍA DE OBSERVACIÓN DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL ADOBE

Instrucciones:

- Las 6 muestras deben ser elegidas aleatoriamente.

% fibra de maguey	Replica	Dimensiones del adobe			Resistencia a la COMPRESIÓN N kg/cm ²	Promedio (%) Se consigna el promedio de las 4 mejores
		Largo (cm)	Ancho (cm)	Altura (cm)		
0% de fibra de maguey: Proporción de mezcla: 6 de barro + 0 fibra de maguey (Control o testigo)	1					
	2					
	3					
	4					
	5					
	6					
8% de fibra de maguey: Proporción de mezcla: 5 ½ de barro + ½ fibra de maguey	1					
	2					
	3					
	4					
	5					
	6					
16% de fibra de maguey: Proporción de mezcla: 5 de barro + 1 fibra de maguey (Norma E.080)	1					
	2					
	3					
	4					
	5					
	6					
33% de fibra de maguey: Proporción de mezcla: 4 de barro + 2 fibra de maguey	1					
	2					
	3					
	4					
	5					
	6					

GUÍA DE OBSERVACIÓN DE RESISTENCIA A LA TRACCIÓN DEL ADOBE

Instrucciones:

- Las 6 muestras deben ser elegidas aleatoriamente.

% fibra de maguey	Replica	Dimensiones del adobe			Resistencia a la TRACCIÓN	Promedio (%) Se consigna el promedio de las 4 mejores
		Largo (cm)	Ancho (cm)	Altura (cm)		
0% de fibra de maguey: Proporción de mezcla: 6 de barro + 0 fibra de maguey (Control o testigo)	1					
	2					
	3					
	4					
	5					
	6					
8% de fibra de maguey: Proporción de mezcla: 5 ½ de barro + ½ fibra de maguey	1					
	2					
	3					
	4					
	5					
	6					
16% de fibra de maguey: Proporción de mezcla: 5 de barro + 1 fibra de maguey (Norma E.080)	1					
	2					
	3					
	4					
	5					
	6					
33% de fibra de maguey: Proporción de mezcla: 4 de barro + 2 fibra de maguey	1					
	2					
	3					
	4					
	5					
	6					

GUÍA DE OBSERVACIÓN DE CAPACIDAD DE ABSORCIÓN DEL ADOBE

Instrucciones:

- El agua que se utiliza para sumergir las muestras puede ser agua potable, destilada o incluso agua de lluvia, debiendo ser esencialmente agua limpia y a temperatura entre 15,5°C a 30°C.
- El adobe debe estar sumergido durante 24 horas.
- Además, debe tenerse en cuenta que la norma E.070 para unidades de arcilla considera que la absorción no será mayor a 22%.

% fibra de maguey	Replica	Dimensiones del adobe			Peso del adobe seco (gr)	Peso del adobe saturado (gr)	Absorción (%)	Promedio (%)
		Largo (cm)	Ancho (cm)	Altura (cm)				
0% de fibra de maguey: Proporción de mezcla: 6 de barro + 0 fibra de maguey (Control o testigo)	1							
	2							
	3							
	4							
	5							
	6							
8% de fibra de maguey: Proporción de mezcla: 5 ½ de barro + ½ fibra de maguey	1							
	2							
	3							
	4							
	5							
	6							
16% de fibra de maguey: Proporción de mezcla: 5 de barro + 1 fibra de maguey (Norma E.080)	1							
	2							
	3							
	4							
	5							
	6							
33% de fibra de maguey: Proporción de mezcla: 4 de barro + 2 fibra de maguey	1							
	2							
	3							
	4							
	5							
	6							

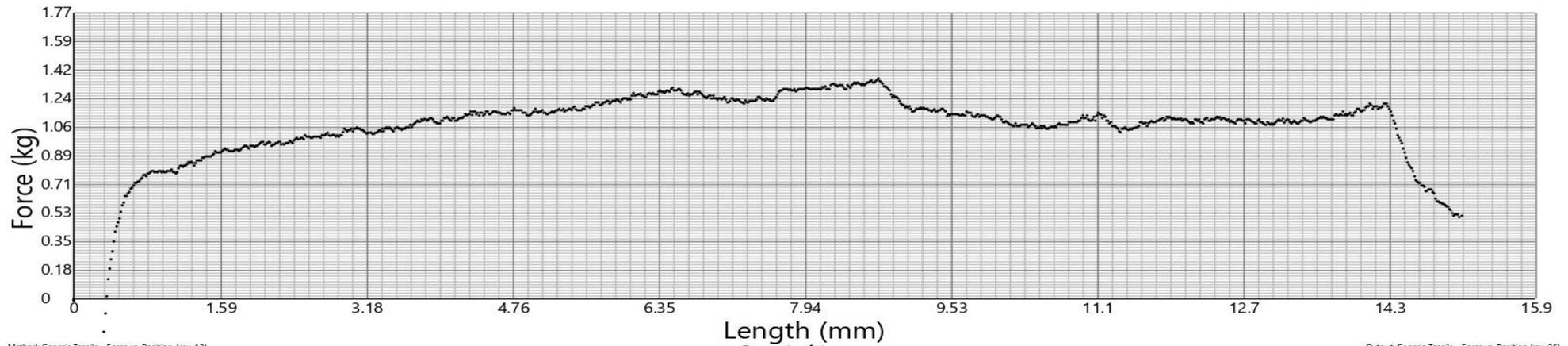
ANEXO N° 4: Ficha de resultados de la tracción de la fibra del laboratorio de tecnología de materiales.



Method Name: Generic Tensile - Force vs. Position

Output Name:

Width mm	Thickness mm	Area mm ²	Ultimate Force kg	Ultimate Stress kg/mm ²	Break Distance mm
N/F	N/F	7.92	1.37	0.173	13.1

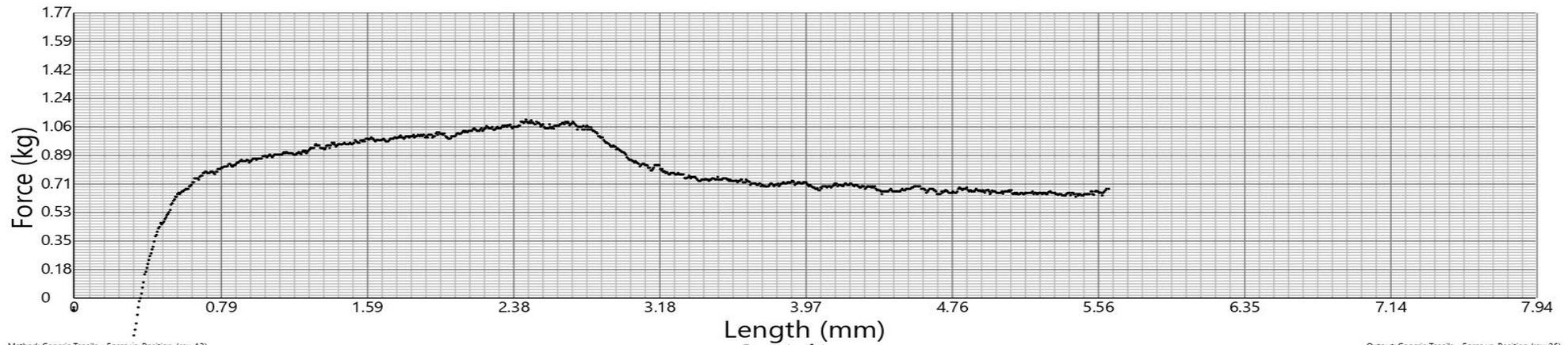




Method Name: Generic Tensile - Force vs. Position

Output Name:

Width mm	Thickness mm	Area mm ²	Ultimate Force kg	Ultimate Stress kg/mm ²	Break Distance mm
N/F	N/F	7.92	1.11	0.140	3.50



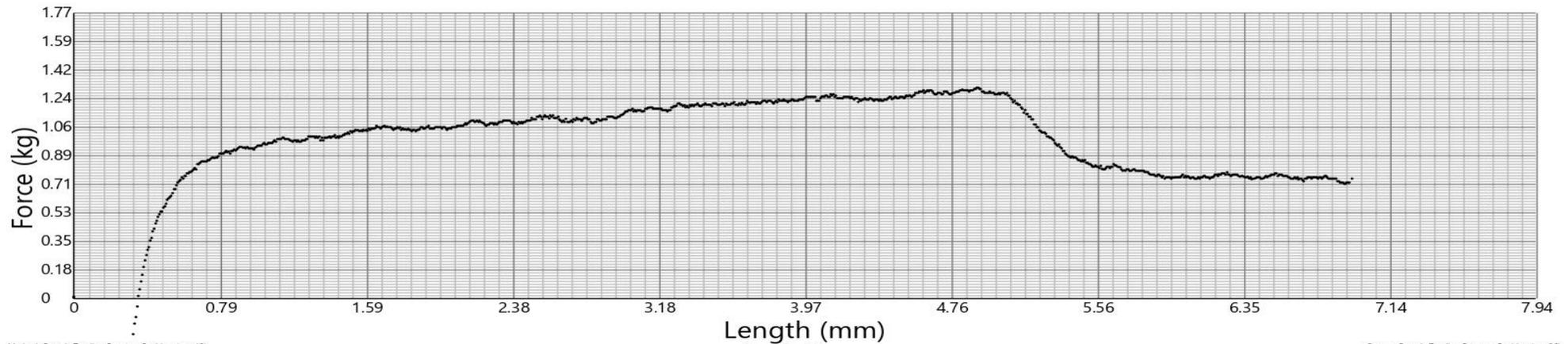
Method: Generic Tensile - Force vs. Position, (rev. 13)
v10.2.3.2 - 331057US - Universidad Nacional de Huancavelica



Method Name: Generic Tensile - Force vs. Position

Output Name:

Width mm	Thickness mm	Area mm ²	Ultimate Force kg	Ultimate Stress kg/mm ²	Break Distance mm
N/F	N/F	7.92	1.31	0.165	4.92

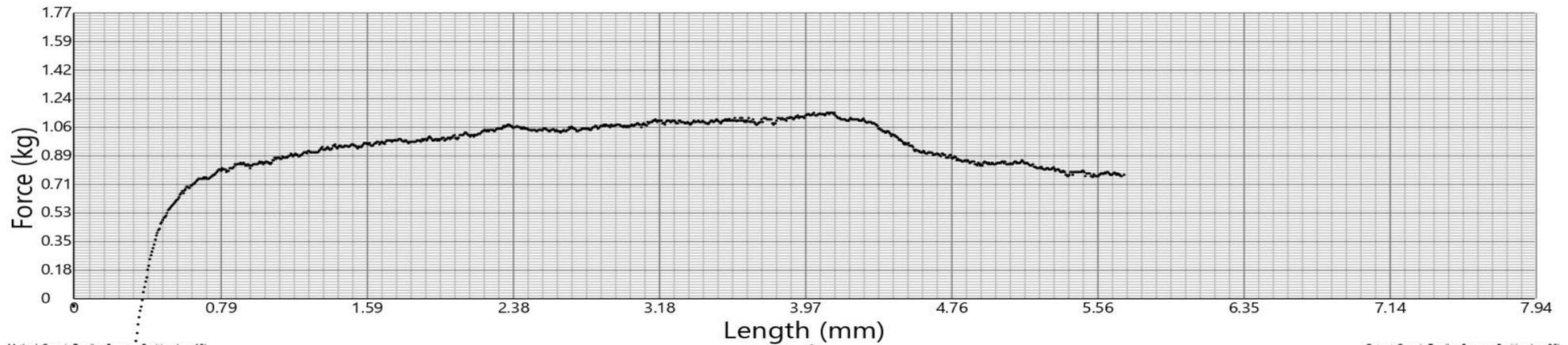




Method Name: Generic Tensile - Force vs. Position

Output Name:

Width mm	Thickness mm	Area mm ²	Ultimate Force kg	Ultimate Stress kg/mm ²	Break Distance mm
N/F	N/F	7.92	1.15	0.146	3.59



Method: Generic Tensile - Force vs. Position, (rev. 13)
v10.2.32 - 331057US - Universidad Nacional de Huancavelica

