

UNIVERSIDAD ALAS PERUANAS
FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
Escuela Profesional Ingeniería Civil



**“MEJORAMIENTO DE LA ELABORACIÓN DEL ADOBE COMO
MATERIAL DE CONSTRUCCIÓN PARA VIVIENDAS
UNIFAMILIAR”**

Tesis

Para optar el Título de **Ingeniera Civil**

Presentado por el bachiller **Karlo Pedro Martínez Vargas.**

Abancay, Apurímac

2016

DEDICATORIA

A mis padres por ser el pilar fundamental en todo lo que soy, en toda mi educación, tanto académica, como de la vida, por su incondicional apoyo perfectamente mantenido a través del tiempo.

Todo este trabajo ha sido posible gracias a ellos

Agradecimiento

A Pedro José Martínez Luna, mi padre quien con el ejemplo de todos los días me enseñó que con la perseverancia y el trabajo arduo se pueden alcanzar cualquier meta trazada.

A Cristina Vargas Castilla, mi madre que con su amor incondicional y apoyo no habría podido hacer esta tesis y nunca dudo en echarme la mano día a día en todo este proceso.

A mis hermanos Adolfo Figueroa Vargas, Laura Gabriela Martínez Vargas y Maybee Rosaura Martínez Vargas, quienes me han inspirado a seguir adelante.

Al PhD. Alex Abbon Vásquez Ramírez y al Ing. Anderson Núñez Fernández por brindarme su tiempo y guía para realizar este trabajo de investigación.

A mis amigos de la promoción La Salle 2007 y de la Universidad Alas Peruanas filial Abancay, quienes me han dado su apoyo, confianza y fuerza para poder seguir con esta tesis.

Resumen

Debido al mal comportamiento del adobe ante sollicitaciones sísmicas y su poca impermeabilidad, surge el motivo de esta investigación **“el mejoramiento de la elaboración del adobe como material de construcción”**, para lo cual se realizó la elaboración de adobes con el aditamento de activos artificiales, naturales y de cal para mejorar sus características. Para lo cual se utilizó la dosificación recomendada por el ministerio de vivienda 5:1:1:1/2; con la siguiente distribución barro, arena, paja y agua respectivamente. Con la dosificación recomendada se decidió tomar la siguiente 5:1:1/2, para los adobes base (grupo de control) siendo la distribución barro, paja, agua respectivamente.

Con las dosificaciones echas se vio por conveniente hacer 4 grupos de adobes, siendo el primero el de control (adobes base) y los 3 restantes los grupos mejorados, para lo cual se harán los siguientes grupos: Grupo 1° adobes tipo (grupo de control), Grupo 2° adobes con incorporación de resina de cactus (aditivo natural), Grupo 3° adobes con incorporación de Entrapaire – Chema (aditivo artificial) y adobe con incorporación de cal.

Teniendo como objetivo el mejoramiento en la elaboración del adobe como material de construcción se hizo de 12 a 15 muestras de cada grupo para poder ensayarlos en campos específicos para comprobar la mejoría de sus propiedades, como son la resistencia, adherencia y absorción.

Ya con los laboratorios hechos, se vio en los resultados que en lo que refiere a absorción, resistencia y adherencia han mejorado, en comparación a los parámetros que nos pedía la norma del Reglamento Nacional de Edificaciones, en su capítulo E.080. Viéndose así que el grupo de adobes con incorporación de resina de cactus es el aditivo que mejor resultados ha obtenido, en lo que se refiere a resistencia y absorción, en lo que se refiere a la adherencia tuvo un resultado menor al que el grupo de control, pero cabe resaltar que no por mucho. De esta manera el mejor aditivo ensayado fue el de resina de cactus.

Palabras clave: adobe, resina de cactus, aditivo Entrapaire, cal, resistencia, absorción, adherencia.

Summary

Due to bad behavior to seismic adobe and lack of waterproofing, the purpose of this investigation, "the improvement of the development of adobe as a building material", for which the production of bricks was performed with the addition of artificial asset arises, natural and lime to improve its characteristics. For what I use lime sr recommended by the Ministry of Housing 5 dosage: 1: 1: 1/2; with the following distribution mud, sand, straw and water respectively. The dosage recomendad was decided to take the following 5: 1: 1/2, for adobes basis (control group) being the clay, straw, water distribution respectively.

With dosages you take was it convenient to 4 groups of adobes, the first being the control (type adobes) and the remaining 3 improved groups, for which the following groups will be: Group 1 adobes basis (control group) Group 2nd adobes with cactus incorporating resin (natural additives), Group 3rd adobes with incorporation of Entrapaire - Chema (artificial additive) and adobe with lime incorporation.

I aiming at the improvement in the development of adobe as a building material hiso of 12-15 samples from each group to test them in specific areas to check the improvement of their properties, such as strength, adhesion and absorption.

Laboratories already made, he was in the results in q refers to absorption, resistance and improved adhesion compared to the parameters asked us the standard of National Building Regulations, Chapter E.080. and It seeing the group of bricks with incorporation resin cactus is the additive that better results obtained, in terms of strength and absorption, in regard to adherence had a lower result to the control group but it is worth noting that not by much. Thus the best additive tested was the resin

Síntesis.

El objetivo de estudio de esta investigación fue el de mejorar el adobe desde el proceso de su elaboración, con la finalidad de mejorar sus propiedades tales como resistencia, adherencia y absorción para la construcción de viviendas unifamiliares.

Viéndose a si en esta investigación la mejora de estas unidades mediante el aditamento de aditivos artificiales como naturales y con la adición de cal, mostrando así mejorías en los campos especificados, siendo unos mejores que otros.

ÍNDICE

Contenido	pág.
INTRODUCCIÓN	15
CAPITULO I	17
1.1. DESCRIPCIÓN DE LA REALIDAD PROBLEMÁTICA.	17
1.2. DELIMITACIONES DE LA INVESTIGACIÓN	17
1.2.1. Espacial.....	17
1.2.2. Temporal.....	18
1.3. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN	19
1.3.1. Problema general.....	19
1.3.2. Problema específico	19
1.4. OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN	20
1.4.1. Objetivo general.....	20
1.4.2. Objetivo específico.....	20
1.5. FORMULACIÓN DE LA HIPÓTESIS	20
1.5.1. Hipótesis general.....	20
1.5.2. Hipótesis específica.....	21
1.6. VARIABLES DE LA INVESTIGACIÓN	21
1.6.1. Variable independiente.....	21
1.6.2. Variable dependiente	21
1.6.3. Operacionalización de las variables	21
1.7. DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN	22
1.7.1. Tipo de investigación	22
1.7.2. Nivel de investigación	22
1.7.3. Métodos de investigación.....	22
1.7.4. Diseño de investigación.....	23
1.8. POBLACIÓN Y MUESTRA DE LA INVESTIGACIÓN	23
1.8.1. Población.....	23
1.8.2. Muestra.	23
1.9. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS	24

1.9.1. Técnicas.....	24
1.9.2. Instrumentos.....	25
1.10. JUSTIFICACIÓN E IMPORTANCIA.....	27
1.10.1. Justificación.....	27
1.10.2. Importancia	27
CAPITULO II.....	29
2.1. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN	29
2.2. BASES TEÓRICAS.....	32
2.2.1. Generalidades del adobe.....	32
2.2.2. Verificar el tipo de edificación a construir según el mapa de zonificación sísmica	33
2.2.3. Tipos de Adobe	34
2.2.4. Ventajas y Desventajas	35
2.2.5. Preparación del adobe	36
2.2.6. Cimentación.....	48
2.2.7. Mortero de barro para la construcción de paredes.....	50
2.2.8. Elementos de Arriostre.	52
2.2.9. Adobe compactado	53
2.2.10. Aditivos	54
2.2.11. Costo.....	57
2.2.12. Métodos de ensayos.....	57
2.3. DEFINICIÓN DE TÉRMINOS BÁSICOS	69
CAPITULO III.....	72
3.1. ELABORACIÓN DE MUESTRAS PARA ENSAYOS.	72
3.1.1. Adobes base.....	76
3.1.2. Adobes mejorados con Resina de Cactus.	76
3.1.3. Adobes mejorados con Cal.....	78
3.1.4. Adobes mejorados con aditivo.	79
3.2. CONFIABILIDAD Y VALIDACIÓN DEL INSTRUMENTO	87
3.3. ANÁLISIS CUANTITATIVO DE LAS VARIABLES.....	93
3.3.1. Resistencia de los adobes.	93
3.3.2. Adherencia de los adobes.....	96
3.3.3. Capacidad de absorción de los adobes.....	97

3.3.4. Límites de Atterberg y granulometría.....	98
CAPITULO IV	101
4.1. PRUEBA DE HIPÓTESIS GENERAL	101
4.1.1. Pruebas de resistencia.....	101
4.1.2. Pruebas de adherencia.....	102
4.1.3. Pruebas de absorción.	102
4.2. PRUEBA DE HIPÓTESIS ESPECIFICAS	104
4.2.1. Comparación de resistencia.	105
4.2.2. Comparación de capacidad de absorción.....	106
4.2.3. Comparación de la adherencia.....	107
CAPÍTULO V.....	110
CONCLUSIONES.....	110
RECOMENDACIONES	112
BIBLIOGRAFÍA.....	114
ANEXOS.....	116
CERTIFICADOS DE LABORATORIO	116
Matriz de consistencia.	121
PANEL FOTOGRÁFICO.....	122

ÍNDICE DE TABLAS.

Tabla 1: Operacionalización de las variables.	22
Tabla 2: Verificación del adobe.	46
Tabla 3: Elaboración de unidades de adobe.....	47
Tabla 4: Tabla de ensayo a compresión.....	59
Tabla 5: Tabla de tamices.....	67
Tabla 6: Tabla de rotura a compresión simple.	87
Tabla 7: Tabla de rotura a compresión simple.	88
Tabla 8: resultados del ensayo de adherencia.....	89
Tabla 9: Magnitudes de los lados medidos.....	89
Tabla 10: resultados del ensayo de absorción de los medios adobes.....	90
Tabla 11: resultados del ensayo de absorción de adobes pequeños.	90
Tabla 12: Resultados de ensayos de LL y LP.....	91
Tabla 13: Resultados del ensayo de granulometría.....	92
Tabla 14: Resultados del de Límites de Atterberg.	98
Tabla 15: Resultados del análisis granulométrico.	99

ÍNDICE DE FIGURAS.

Figura 1: Adobe cuadrado 40x40x10 cm.	36
Figura 2: Medio adobe de 40x20x10 cm.	37
Figura 3: Prueba del ensayo de resistencia seca.....	38
Figura 4: Resultado 1, ensayo del rollo.....	39
Figura 5: Resultado 2, ensayo del rollo.....	39
Figura 6: Resultado 3, ensayo del rollo.....	40
Figura 7: Nivelación y compactación del tendal.....	40
Figura 8: Protección del tendal.....	41
Figura 9: Graveas para adobes 43x43x11cm.....	41
Figura 10: Graveas para medios doble 22x43x11cm.....	41
Figura 11: Zarandeo de la tierra.....	42
Figura 12: Preparación del barro para dormido.....	43
Figura 13: Mezcla de materiales para el adobe.....	43
Figura 14: Batido de la mezcla.....	44
Figura 15: (a).....	45
Figura 16: (b).....	45
Figura 17: (c).....	45
Figura 18: (d).....	45
Figura 19: (e).....	45
Figura 20: Volteado de adobe.....	46
Figura 21: Apilado de adobe.....	46
Figura 22: Prueba de resistencia del adobe.....	47
Figura 23: Tipos de cimentación.....	48
Figura 24: Dimensiones de cimentación.....	49
Figura 25: Sobre cimientos.....	50
Figura 26: Elaboración de emparedados.....	51
Figura 27: Abertura de emparedados.....	51
Figura 28: Armado de vigas collarin.....	53
Figura 29: Ubicación de la sona de extracción de la tierra.....	73

ÍNDICE DE GRÁFICOS.

Grafico 1: Resultados del ensayo de Atterberg.	91
Grafico 2: Resultados del ensayo de granulometría.....	92
Grafico 3: Resistencia de muestras de 10x20x40.	93
Grafico 4: Resistencia en porcentaje.....	94
Grafico 5: Resistencia de muestras de 10x10x20.	94
Grafico 6: Resistencia en porcentaje.....	95
Grafico 7: Resistencia del ensayo de adherencia.....	96
Grafico 8: Capacidad de absorción de las muestras de dimensiones 10x20x40.	97
Grafico 9: Capacidad de absorción de las muestras de dimensiones 10x10x20.	97
Grafico 10: Limite líquido.	98
Grafico 11: Curva granulométrica.	99
Grafico 12: Comparación de resistencias con el mínimo.	101
Grafico 13: Comparación de los esfuerzo de tracción.	102
Grafico 14: Comparación de la capacidad de absorción.	103
Grafico 15: Comparación de resistencias promedio.	105
Grafico 16: Comparación de resistencias promedio	105
Grafico 17: Comparación de la capacidad de absorción.	106
Grafico 18: Comparación de la capacidad de absorción.	106
Grafico 19: Comparación de la Adherencia.	107

ÍNDICE DE FIGURAS.

Imagen 1: Realizacoin de ensayos de resistencia seca y ensayo del rollo.	73
Imagen 2: Tamizado de la tierra por la malla 3/8".	74
Imagen 3: Tamizado de la tierra por la malla 5.5 mm.	74
Imagen 4: Preparación del barro.	75
Imagen 5: Dormido del barro.	75
Imagen 6: Grupo de adobes base.	76
Imagen 7: Limpieza y descortezado del gladio de opuntia.	77
Imagen 8: Trozado de los gladios de opuntia.	77
Imagen 9: Remojo de la opuntia.	77
Imagen 10: Grupo de adobes mejorados con resina de cactus.	78
Imagen 11: Agregado de la cal a la elaboración del adobe.	79
Imagen 12: Grupo de adobes mejorados con cal.	79
Imagen 13: Aditivo entrapaire.	80
Imagen 14: Grupo de adobes mejorados con aditivo.	80
Imagen 15: Cubierta del tendal.	81
Imagen 16: Volteado de los adobes.	81
Imagen 17: Prueba de resistencia insitu.	82
Imagen 18: Muestra para ensayo de adherencia.	83
Imagen 19: Muestra para ensayo de adherencia.	83
Imagen 20: Mortero 1:3.	84
Imagen 21: Ensayo de absorción.	85
Imagen 22: Muestras saturadas.	85
Imagen 23: Rotura de adobe de 10x20x40.	86
Imagen 24: Rotura de adobe de 10x10x20.	86

INTRODUCCIÓN.

Desde el inicio de la humanidad ya los primeros hombres construían con tierra formando con ella paredes protectoras para tapar las entradas de sus cuevas. La tierra ha sido material de construcción usado en todos los lugares y en todos los tiempos.

Los hombres se familiarizaron con sus características y aprendieron a mejorarlas agregándole algunas fibras vegetales. O a intercalar algunas ramas como refuerzos para consolidar sus resistencias. Una variedad del uso de la tierra en combinación con otros materiales, principalmente de origen vegetal, apareciendo así el adobe.

Debido al mal comportamiento ante solicitaciones de sismos y frente a inundaciones hace que el adobe no sea referente en el tema de construcción; por lo cual en esta investigación, es de necesidad la mejorar de estas características, para que de esta manera se pueda re integrar esta técnica como alternativa en la construcción. Para lo cual se intervendrá en la elaboración de los adobes para lograr mejoría en sus características mediante la adición de aditivos naturales como artificiales, con la finalidad de comparar la mejoría de estos en relación a los adobes base.

Para la realización de este estudio se utilizo históricos, tanto como actuales de construcciones con adobe, para poder tener una idea de la versatilidad en el tiempo de este material de construcción, como por ejemplo:

La ciudad de Shibam en Yamen, llamada el “Manhattan” del desierto, desafía cualquier prejuicio que se haya generado en contra de la construcción de adobe y sus limitaciones, puesto que sus casas de hasta de 8 pisos que llegan a un altura de casi 30 metros han superado cualquier expectativa siendo esta una ciudad de rascacielos de barro.

Podemos mencionar también la ciudad de Çatalhöyük en Turquía, esta ciudad es la más antigua registrada en la historia de la humanidad que haya hecho uso de este método constructivo.

En Perú existe la ciudad de barro más grande de América: la ciudadela de Chan Chan (1200-1480) perteneciente a la cultura Chimú. Así mismo, algunas crónicas del siglo XVI recogen que los jefes de los tálanos vivían en palacios construidos con este material.

En un ámbito más local podemos mencionar el hotel Tampumayu, ubicada en la localidad de Sañayca distrito de Aymaraes, este hotel fue construido netamente de adobe con la finalidad de no romper el contraste de la localidad.

CAPITULO I

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1. DESCRIPCIÓN DE LA REALIDAD PROBLEMÁTICA.

Los procesos constructivos de viviendas originan actividades con impactos negativos hacia el medio ambiente, tanto por los materiales que se emplean como por los procesos mismos y el costo que genera.

La poca resistencia del adobe hace que este material no sea una opción viable en la construcción puesto que no garantiza el bienestar de sus ocupantes en caso de sismos o movimientos que signifiquen un sobre esfuerzo a su resistencia nominal.

El adobe frente a otros materiales de construcción no ofrece una gran permeabilidad, siendo este muy susceptible en caso de inundaciones ya que siendo la tierra su componente básico, al contacto con el agua el adobe empezara a disgregarse desde la base del muro lo cual hace que una vivienda pierda toda resistencia y empiece a deshacerse.

Debido a su mal comportamiento antisísmico y frente a inundaciones, ocasiona que los reglamentos de construcción no le confieren valor estructural alguno.

1.2. DELIMITACIONES DE LA INVESTIGACIÓN

1.2.1. Espacial

La fabricación de los adobes se realizara en la ciudad de Abancay av. Prado Alto Norte 100 – B, donde se ubica el tendal.

Las limitaciones espaciales vienen a constituirse en factores externos al equipo de investigadores que se convierten en obstáculos que eventualmente pudieran presentarse durante el desarrollo del estudio y que escapan al control del investigador mismo, para el caso de esta investigación se mencionaran algunas de las dificultades que se presentaron en el desarrollo de la misma. Como fueron:

- La obtención del material base para la elaboración del adobe es el barro la cual está conformado en su mayoría por tierra, en los lugares alto andinos, cuando se desea construir una casa de adobe la tierra se saca del terreno donde se hará la construcción sea de la nivelación o excavación del mismo. En este caso la obtención de la tierra se obtuvo del desmonte de la excavación de un terreno ubicado en la carretera panamericana Abancay – Cusco.
- En años pasados cuando se elaboraban adobes podías comprar paja en un lugar específico, en la actualidad la venta de paja no es muy promocionada, de modo que se tuvo que ir a otros lugares para conseguir este material.
- Uno de los más grandes problemas en la elaboración de esta tesis fue el clima, ya que con la venida del fenómeno del “niño” las lluvias se adelantaron y de manera irregular, lo cual fue un reto ya que los adobes debían ser protegidos de la humedad y con la irregularidad de estas fue un grande desafío.

1.2.2. Temporal

El tiempo de la investigación tomo como punto de partida en el mes de octubre del 2015 con un periodo de 3 a 4 meses para poder obtener resultados que puedan dar una mejor apreciación de la investigación hecha.

1.3. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.3.1. Problema general

Por lo mencionado ya anteriormente y siendo esta una realidad que se ve hoy en día y se necesita de una alternativa para poder mejorar las condiciones dadas del problema, de modo tal que surge la siguiente pregunta:

¿Cómo podemos mejorar la construcción de una vivienda con el uso de adobes mejorados?

1.3.2. Problema específico

Con la pregunta ya planteada surgen otras interrogantes, las cuales son las siguientes:

- ¿De qué manera podemos mejorar las capacidades del adobe?
- ¿Podríamos mejorar las propiedades del adobe para un mejor rendimiento?
- ¿Con la adición de otros insumos a la elaboración del adobe podríamos modificar sus características?

1.4. OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN

1.4.1. Objetivo general

“Mejorar la elaboración del adobe como material de construcción para viviendas unifamiliares.”

1.4.2. Objetivo específico

1. Elaborar adobe con incorporación de resina o goma de cactus en relación a su resistencia, permeabilidad y adherencia.
2. Elaborar adobe con incorporación de cal en relación a su resistencia, permeabilidad y adherencia.
3. Elaborar adobe con incorporación de aditivo **Entrapaire - Chema** en relación a su resistencia, permeabilidad y adherencia.

1.5. FORMULACIÓN DE LA HIPÓTESIS

1.5.1. Hipótesis general

La hipótesis general estará representada por el siguiente símbolo “**Hi**”.

Hi: “La adición de elementos (aditivos u otro material) en la elaboración del adobe, mejorara sus propiedades y/o características”.

1.5.2. Hipótesis específica

Las hipótesis específicas serán las siguientes y se representaran como se muestran a continuación:

1. **Ha:** “La adición de aditivos naturales puede mejorar las propiedades del adobe”.
2. **Hb:** “La adición de aditivos artificiales puede mejorar las propiedades del adobe”.
3. **Hc:** “La adición de cal hidratada puede mejorar las propiedades del adobe”.

1.6. VARIABLES DE LA INVESTIGACIÓN

1.6.1. Variable independiente

La variable independiente para esta investigación será: Elaboración del adobe con características óptimas.

1.6.2. Variable dependiente

La variable dependiente para esta investigación será: Obtención del adobe con características óptimas.

1.6.3. Operacionalización de las variables

La operacionalización de las variables será de la siguiente manera:

Tabla 1: Operacionalización de las variables.

Operación de las variables		
Variables	Indicadores	Índices
V. Independiente: Elaboración de adobe con características óptimas.	- Resina o goma de cactus. - Entrapaire. - Cal hidratada.	- m3. - galón. - bolsa.
V. Dependiente: Obtención del adobe con características óptimas	- Resistencia. - Permeabilidad. - Adherencia.	- kg/cm2. - % de absorción. - kg/cm2.

Fuente: elaboración propia.

1.7. DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN

1.7.1. Tipo de investigación

Esta investigación al ser un tema con pocos antecedentes se dirá que es una investigación exploratoria.

1.7.2. Nivel de investigación

La presente investigación se realizara dentro del marco del diseño experimental.

1.7.3. Métodos de investigación

La observación científica como método consiste en la percepción directa del objeto de investigación. La observación investigativa es el instrumento universal del científico. La observación permite conocer la realidad mediante la percepción directa de los objetos y fenómenos.

1.7.4. Diseño de investigación

El diseño de investigación utilizado es de tipo longitudinales de tendencia o trend, son aquellos que analizan cambios a través del tiempo (en variables o sus relaciones), dentro de alguna población general

1.8. POBLACIÓN Y MUESTRA DE LA INVESTIGACIÓN

1.8.1. Población.

Constituye la totalidad de un grupo de elementos u objetos que se quiere investigar, es el conjunto de todos los casos que concuerdan con lo que se pretende investigar. Para esta investigación la población será **la totalidad de los adobes fabricados.**

1.8.2. Muestra.

Es el conjunto de operaciones que se realizan para estudiar la distribución de determinados caracteres en la totalidad de una población universo o colectivo partiendo de la observación de una fracción de la población considerada. Para el estudio realizado la muestra serán **las muestras seleccionadas de los grupos de adobes para su ensayo.**

1.9. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS

1.9.1. Técnicas

Para esta investigación se hecho del uso de técnicas de muestreo como de recolección de datos.

1.9.1.1 Técnicas de muestreo.

Para este estudio utilizaremos la técnica de **MUESTREO ALEATORIO SIMPLE**. En un muestreo aleatorio simple todos los individuos (adobes) tienen la misma probabilidad de ser seleccionados.

La selección de la muestra puede realizarse a través de cualquier mecanismo probabilístico en el que todos los elementos tengan las mismas opciones de salir, por lo tanto de cada grupo de adobe seleccionaremos de 4 a 5 muestras para cada ensayo.

Como por ejemplo del grupo “A” (adobes base), de las 20 unidades que conforman este grupo, solo 4 serán utilizados para el primer ensayo, el de compresión. Y así con el resto de ensayos.

1.9.1.2 Técnicas para recolectar información.

Para esta investigación utilizaremos los siguientes métodos de recolección de información:

- **Observación de campo.**- los hechos que se captan van presentando en el mismo sitio donde usualmente se encuentra o viven los sujetos de estudio. Esta técnica se utilizara al momento de la selección del material y del secado del adobe.

- **Observación estructurada.**- para esta investigación será necesario el requerimiento de equipos para la realización de los ensayos en laboratorio, siendo así que será necesario gestionar la utilización de todos los equipos que sean necesarios.

1.9.1.3 Técnicas para el procesamiento y análisis de los datos.

Los datos obtenidos se procesaran con la ayuda de tablas de Excel, con la finalidad de dar una mejor interpretación a los resultados obtenidos en esta investigación.

1.9.2. Instrumentos

Para esta investigación se hará uso de diversos tipos como son equipos de laboratorio y programas de recolección y análisis de datos

a. Instrumentos y equipos de laboratorio. Para la obtención de datos en esta investigación será necesario la utilización de ciertos instrumentos de laboratorio como son:

- **Equipo de compresión**, este equipo que mide la resistencia de un elemento sometido a compresión simple, este equipo será utilizado en el ensayo de resistencia y adherencia.
- **Horno para secado de muestra**, es un instrumento de laboratorio el cual sirve para secar una muestra eliminando el contenido de humedad de la misma, este equipo será utilizado para los ensayos de límite de atterberg.
- **Cuchara de Casagrande**, se trata de un utensilio mecánico cuyas dimensiones y composición están normalizadas la muestra de suelo

mezclado uniformemente con agua es colocado en la parte del casquete metálico opuesta al punto fijo y se le da forma con una plantilla que deja en el centro una ranura uniforme. A cada vuelta de la manivela se produce un golpe en el casquete, que tiende a hacer deslizar el suelo ya húmedo juntando los bordes de la ranura. La cantidad de número de golpes “N” nos para un valor para comparar el límite líquido de la muestra.

- **Tamices del N° 4 al 200**, estos serán utilizados para determinar el tipo de suelo y la composición del material que se esté ensayando en el laboratorio.

- **Balanza**, instrumento que mide el peso de alguna muestra, este será utilizado para la determinación de los pesos secos y húmedos en el ensayo de absorción y para el ensayo de resistencia.

b. Software. Para el procesamiento y análisis de datos será necesario el utilización de programas como son Excel, el cual servirá para le procesamiento de los datos que se obtengan de laboratorio.

1.10. JUSTIFICACIÓN E IMPORTANCIA

1.10.1. Justificación

El presente trabajo de investigación surge con la finalidad de mejorar las capacidades del adobe, siendo este un material empleado para la construcción de muros en viviendas, y cuyo proceso de fabricación es amigable con el medio ambiente, y que en comparación a otros materiales de construcción es más rentable, económicamente hablando.

Siendo también un material que ofrece características que otros materiales no pueden ofrecer, como por ejemplo, que este material es termo acústico, es decir que este material nos permite la retención de la temperatura y el sonido; referente a la retención de la temperatura el adobe regula la temperatura de la edificación según sea el caso.

Mediante este estudio trata de encontrar un material, aditivo natural o artificial que pueda mejorar las propiedades y deficiencias del adobe, puesto que este material resulta ser más barato en un proceso constructivo.

1.10.2. Importancia

La construcción de viviendas con adobes se ha visto disminuida en estos últimos tiempos debido a su mala reputación frente algunas solicitaciones, sean climáticas o en presencia de sismos.

Se trata de un material que se ha usado desde hace milenios (como poco desde entorno a los 8.000 años a. c.) en diversas partes del mundo donde se daban las condiciones para ello. Aún hoy día es ampliamente usada en muchas partes del mundo.

De manera tal que es de necesidad encontrar un método que nos ayude a una mejor elaboración de este material para la construcción de viviendas unifamiliares.

Viendo nuestra realidad local, podemos observar la que las casa echas con adobes en ciertos lugares de nuestra ciudad aún están en vigencia y mirando más allá en otras comunidades y departamentos de la región las casas de adobes son un método de construcción actual.

En Abancay se ha visto reducida las casas de adobes construidas anteriormente debido al boom inmobiliario, a pesar de que algunas de las viviendas estaban en perfecto estado

Por lo que, los resultados obtenidos de esta investigación nos pueden dar una mejor visión sobre este material de construcción ancestral, para poder difundirla con la finalidad de afianzar más este método de construcción como una opción viable para personas de medianos a bajos recursos, de esta manera motivar a otras personas a la construcción con este material.

CAPITULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN

En el siguiente se citaran algunos artículos y estudios realizados referentes al tema de investigación que se quiere realizar.

- La bachillera Karina Ysabel Sánchez Puerta (2010) realizó su trabajo de investigación en la universidad católica, cuyo título de investigación es “PROPUESTA DE ADITIVOS NATURALES Y MICROFIBRAS DE PAPEL PARA REPARAR FISURAS EN MUROS DE MONUMENTOS HISTÓRICOS DE TIERRA”. Este trabajo presenta los resultados de un estudio realizado sobre la incorporación de aditivos en grouts de barro para controlar el proceso de fisuración durante el secado. Los aditivos estudiados fueron: microfibras de papel, goma de tuna, clara de huevo y vaselina. Con estos aditivos se buscó 2 efectos. El primero fue el efecto de costura de las microfibras, similar al que produce la paja en el mortero de barro de la mampostería de adobe. El segundo fue el retardo de la velocidad de secado. En algunos ensayos simples se observó que la disminución de la velocidad de secado reduce la fisuración debida a la contracción de la arcilla.

- Ortiz Guzmán, Morales Domínguez, & Alavéz Ramírez (2007) realizaron un trabajo de investigación científica para la revista Naturaleza y Desarrollo cuyo título de investigación es: “MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL ADOBE COMPACTADO”. Este artículo nos dice que el adobe compactado presenta mejores características mecánicas que el adobe tradicional, sin embargo, requiere de estudios y experimentaciones para mejorar su calidad. Para el desarrollo de la investigación se elaboraron series de cinco adobes compactados, sin cementante y estabilizados con ocho porcentajes de cemento que variaron entre el 2 % y el 16 % en peso. Las probetas fueron

sometidas a ensayos de flexión, compresión y absorción para observar su comportamiento. Empleando adobes estabilizados con 8% de cemento se construyeron muretes juntados con morteros cemento-suelo en proporciones volumétricas de 1:2 a 1:5 y se realizaron pruebas de adherencia. Los resultados revelan una mejoría en la resistencia del adobe para porcentajes de cemento del 2 % al 8 % con 28 días de curado, y buena adherencia cuando se emplearon morteros 1:2 y 1:3 para su junteo.

- El CENTRO INTERDISCIPLINARIO DE INVESTIGACIÓN PARA EL DESARROLLO INTEGRAL REGIONAL (2011), publicó una presentación, cuyo título de investigación es: “MEJORAMIENTO DEL ADOBE PARA DISMINUIR RIESGOS EN LA CONSTRUCCIÓN DE VIVIENDAS”, en esta presentación nos dice que para el mejoramiento de los materiales de tierra como el adobe, algunas máquinas hidráulicas han sido desarrolladas con la finalidad de facilitar el proceso de compactación y conseguir bloques similares a los del concreto. De esta manera, la estabilización química por medio del cemento, la cal y fibras han sido investigadas.

Sin embargo el suelo difiere en gran medida de un lugar respecto a otro y los estudios de la resistencia a la compresión, así como de pruebas de durabilidad, permeabilidad y absorción de agua son necesarios.

- Saroza, B.; Rodríguez, M. A. ; Menéndez, J. M.; Barroso, I. J. (2008) publicaron el informe, cuyo título de investigación es: “ESTUDIO DE LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN SIMPLE DEL ADOBE ELABORADO CON SUELOS PROCEDENTES DE CRESCENCIO VALDÉS, VILLA CLARA, CUBA” En este informe se estudia la resistencia a compresión simple que presenta el adobe elaborado con diferentes suelos procedentes del pueblo de Crescencio Valdés, situado en el municipio de Camajuaní, Villa Clara, Cuba. Se valora la idoneidad de la utilización de cada suelo estudiado bajo la premisa de alcanzar con el adobe elaborado una resistencia a compresión simple de 1 MPa (10

kg/cm²), ya que dicho adobe será utilizado posteriormente para educación en dicho pueblo.

2.2. BASES TEÓRICAS

2.2.1. Generalidades del adobe.

Palabra que proviene del árabe *al-tub*, es una pieza para construcción hecha de una masa de barro (arcilla y arena) mezclada con paja, moldeada en forma de ladrillo y secada al sol; con ellos se construyen paredes y muros de variadas edificaciones la desde los inicios de la humanidad los primeros hombres construían con tierra y a través del tiempo fueron familiarizando con sus características y aprendieron a mejorarla agregándole algunas fibras vegetales para mejorar su resistencia, dando origen a materiales como el adobe. (Wikipedia, 2008)

La Norma Peruana de adobe E.080 lo define como un bloque macizo de tierra sin cocer, el cual puede contener paja u otro material que mejore su estabilidad frente a agentes externos y atenúe las fisuras por contracción de secado. (Ministerio de Vivienda, 2009)

En el Perú, el uso del adobe es muy común en zonas rurales, donde la autoconstrucción con adobe ha demostrado ser la respuesta apropiada y quizás, la única vía posible mediante la cual la gente de muy escasos recursos económicos pueda adquirir una casa digna. El adobe es un material muy barato y que tiene un gran aislamiento térmico haciendo estas casas muy acogedoras. El gran problema surge cuando en las construcciones de estas viviendas no se cuenta con asesoría técnica y se construyen de manera muy informal, llevando esta mala construcción al colapso ante alguna eventualidad sísmica. Las casas de adobe bien diseñadas y bien construidas pueden ser, por su simplicidad, duración y costo, la base para resolver el problema de la vivienda, sobretodo la del tipo rural, en los países subdesarrollados como el Perú. Existen culturas preincaicas como Nazca, Mochica, Wari y Chimú, en los siglos de I-IV, I, I-II, II, respectivamente que trabajaron a base de adobe como

material de construcción, para la construcción de sus huacas, templos, ciudadelas, casas, entre otras. Las más importantes manifestaciones se tiene: las huacas del Sol y la Luna. (Cruz Sotelo & Moraga, 2011)

En España, es característico, entre otras, de las regiones secas de Castilla y León donde se añade paja al barro. Las construcciones de adobe se suelen reforzar con una capa de el mismo barro con lo que dan ese aspecto tan curioso de las casas típicas de Tierra de Campos. También es usual en regiones semis-desérticas de África, América Central y América del Sur. (Cruz Sotelo & Moraga, 2011)

En México, Colombia, Ecuador, Perú, Bolivia, Argentina y en el sur y norte de Chile las casas de adobe son aun patrimonio de muchas familias humildes, que conservan esta tradición desde tiempos inmemoriales. En muchas ciudades y pueblos de Centro y Sur de América la construcción con adobes se mantiene viva aunque amenazada por las imposiciones del mercado formal o por la mala fama que le han hecho los sismos. (Cruz Sotelo & Moraga, 2011)

2.2.2. Verificar el tipo de edificación a construir según el mapa de zonificación sísmica

Se debe de tener en cuenta este aspecto, ya que el adobe por si solo no tiene una gran capacidad sísmica; por lo cual tendremos en consideración lo siguiente:

- Para las zonas sísmicas 1 y 2 las construcciones de adobe se limitarán a dos pisos.

- Para la zona sísmica 3 las construcciones de adobe se limitarán a un solo piso.

- En las zonas sísmicas donde se acepten hasta dos niveles, por encima del primer piso de adobe, podrán tenerse estructuras livianas tales como quincha o similares.
(Cruz Sotelo & Moraga, 2011)

2.2.3. Tipos de Adobe

Para esta investigación diremos que tenemos dos tipos de adobes, las cuales son:

- 1) El natural que es el descrito anteriormente, el tradicional.
- 2) El Mejorado que puede ser:
 - a) En una proporción de 1 a 10 colocar cemento a la mezcla y esto dará mayor resistencia a los bloques de adobe. (Salas, 2012)
 - b) Colocar algún tipo de aglomerante como caulote que es una especie de resina natural, o colocar estiércol de ganado o sangre de toro o clara de huevo, esto último según la leyenda dio origen al pan de yema pues cuando se construyó la catedral de Tegucigalpa era tanto las claras utilizadas que sobraba mucha yema y las doñas lo aplicaron a la harina dando por resultado ese sabroso pan. (Salas, 2012)
 - c) Aplicar emulsión asfáltica como petróleo, asfalto o tapagoterías, tal vez aceite quemado en una proporción de 1 a 10 y esto impermeabiliza los bloques haciéndolos más resistentes al agua. (Salas, 2012)

2.2.4. Ventajas y Desventajas

Como todo material y/o sistema constructivo existe ventajas y desventajas, en el caso del adobe diremos que las ventajas más importantes son:

- Es térmico, el calor no se transmite al interior y da una sensación agradable.
- Es acústico, por la condición del material y su espesor los ruidos no se transmiten.
- Ahorro energético en climatización la capacidad de aislante térmico de los muros construidos con tierra reduce o incluso evita el uso de sistemas de climatización, lo que supone un ahorro económico, energético y de emisiones de Co2 muy importante.
- Permite construir viviendas de bajo costo y con menor impacto ambiental.
- Utilizar recursos accesibles y propios de la zona.
- Reintegración a la naturaleza el adobe por estar constituido de materiales locales y presentes naturalmente en el medio, pueden tener una reintegración total a la naturaleza una vez que el edificio ya ha pasado su vida útil.
- Resistencia al fuego, debido a su naturaleza físico-química, la tierra cruda presenta una gran estabilidad y resistencia al fuego, resultando está claramente superior a otros industriales como el acero y el ladrillo
- Es ecológico, su proceso no interfiere con el medio ambiente.
- La mayoría de los materiales e insumos requeridos para el proceso constructivo se puedan elaborar en el lugar de la obra. (Salas, 2012)

Si mencionamos sus desventajas tenemos:

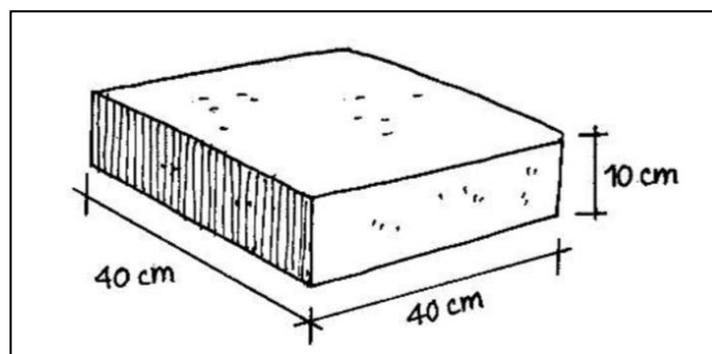
- Es sujeto de inminente colapso ante las inundaciones.
- Por ser de espesor grueso sus paredes ocupa mayor área en el terreno.
- Es lugar ideal para que los insectos hagan su hábitat.
- No ofrece resistencia sísmica.
- No tiene permeabilidad. (Salas, 2012)

2.2.5. Preparación del adobe

Los adobes se hacen con una mezcla de buena tierra, arena gruesa, paja y agua.

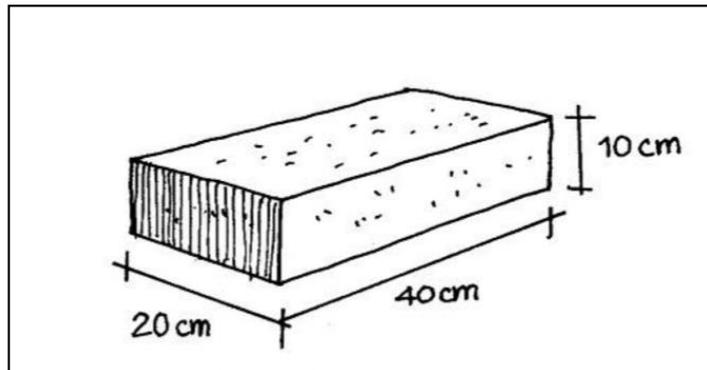
Es necesario que sean anchos y resistentes para que las paredes de tu vivienda sean robustas y tengan mayor resistencia en presencia de algún movimiento. Se recomienda hacer adobes cuadrados y medios con las siguientes medidas:

Figura 1: Adobe cuadrado 40x40x10 cm.



Fuente: (Blondet, 2010)

Figura 2: Medio adobe de 40x20x10 cm.



Fuente: (Blondet, 2010)

i) Material.

Al escoger materiales para su elaboración la gradación del suelo debe aproximarse a los siguientes porcentajes: arcilla 10-20%, limo 15-25% y arena 55-70%, no debiéndose utilizar suelos orgánicos. Se debe retirar piedras mayores a 5 mm y otros elementos extraños. (Misterio de Vivienda, 2010)

Los adobes podrán ser de planta cuadrada o rectangular y en el caso de encuentros con ángulos diferentes de 90°, de formas especiales. Las dimensiones deberán ajustarse a las siguientes proporciones: Para adobes rectangulares, el largo debe ser aproximadamente el doble del ancho. (Misterio de Vivienda, 2010)

ii) Ensayos.

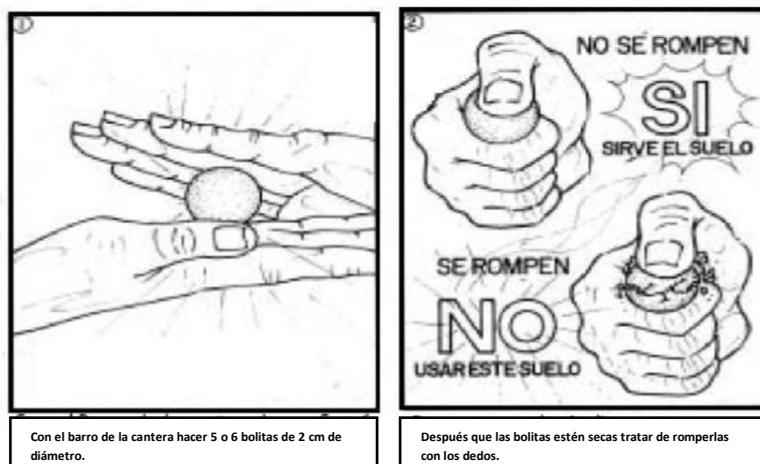
La arcilla es el componente más importante del suelo; provee la resistencia seca y causa la contracción por secado del suelo.

Primeramente se debe de analizar el tipo de suelo a usar, para esto existen ciertos ensayos de resistencia del cual sirve para resolver la calidad de barro del cual se formará los ladrillos de adobe:

a) **Ensayo de Resistencia Seca:** con el suelo elegido hacer por lo menos tres bolitas de barro de aproximadamente 2 cm de diámetro. Una vez se han secado (después de por lo menos 24 horas), aplastar cada bolita entre el dedo pulgar e índice. (Blondet, 2010)

Si ninguna de las bolitas se rompe, el suelo contiene suficiente arcilla como para ser usado en la construcción de adobe, siempre que se controle la microfisuración del mortero debida a la contracción por secado. Si algunas de las bolitas pueden ser aplastadas, el suelo no es adecuado, ya que carece de la cantidad suficiente de arcilla y debería ser descartado. (Blondet, 2010)

Figura 3: Prueba del ensayo de resistencia seca.



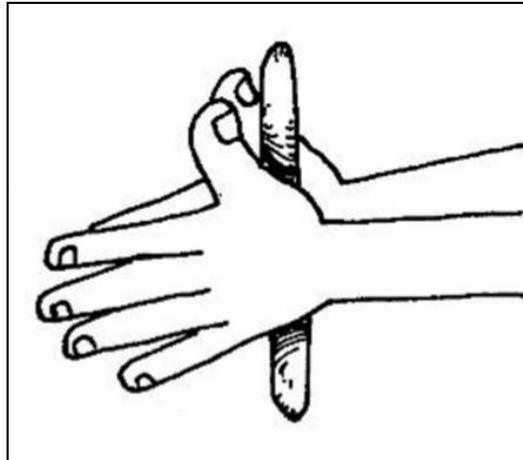
Fuente: (Blondet, 2010)

b) **Ensayo del Rollo:** Es una alternativa para elegir el suelo en el campo. Usando ambas manos, hacer un pequeño rollito de barro. Si la longitud sin romperse del rollito producido está entre 5 y 15 cm, el suelo es adecuado. (Blondet, 2010)

Si el rollito se rompe con menos de 5 cm, el suelo no debe ser usado. Si la longitud sin romperse del rollito es mayor de 15 cm, se debe añadir arena gruesa. A continuación se mostrara como debe realizarse el ensayo y los resultados que podríamos tener:

- **Resultado 1**, si el rollito no se rompe entre los 5 y 15 cm tiene la cantidad adecuada de arcilla y arena, lo cual nos indica que la tierra es buena para la elaboración de adobes.

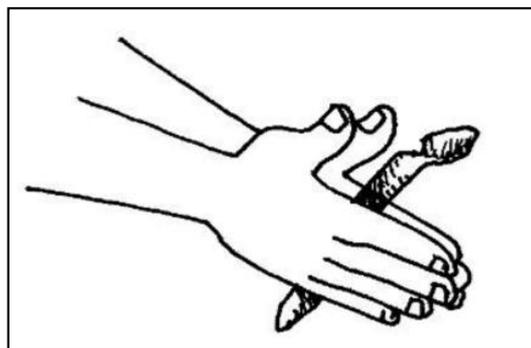
Figura 4: Resultado 1, ensayo del rollo.



Fuente: (Blondet, 2010)

- **Resultado 2**, si el rollito se rompe antes de llegar a los 5 cm nos dice que la tierra tiene mucha arena, para lo cual se recomienda agregar un poco más de arcilla y repetir la prueba.

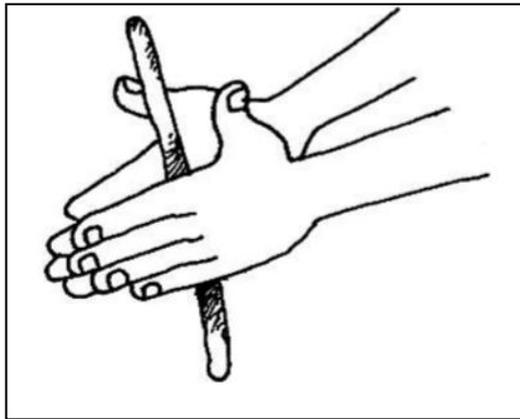
Figura 5: Resultado 2, ensayo del rollo.



Fuente: (Blondet, 2010)

- **Resultado 3**, si el rollito mide más de 15 cm esto quiere decir que la tierra tiene mucha arcilla, para lo cual se recomienda agregar un poco de arena gruesa y volver a realizar el ensayo.

Figura 6: Resultado 3, ensayo del rollo.



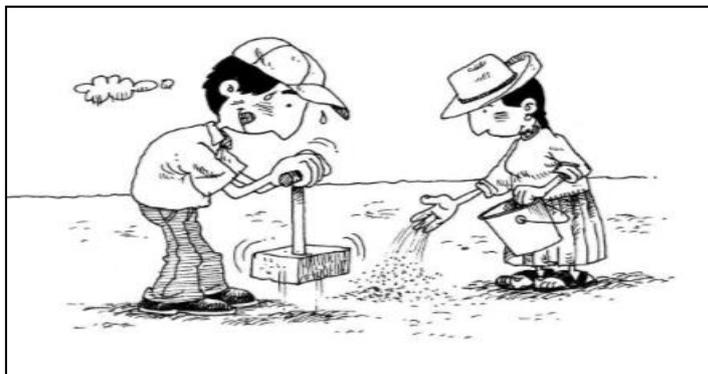
Fuente: (Blondet, 2010)

iii) Construcción del tendal.

El tendal es un lugar plano y limpio donde descansaran los adobes, es necesario que el tendal se haga de la siguiente manera:

- Nivelar y compactar el espacio en donde se posicionara el tendal con la ayuda de un pisón, luego cubrir la superficie con una fina capa de arena. (Blondet, 2010)

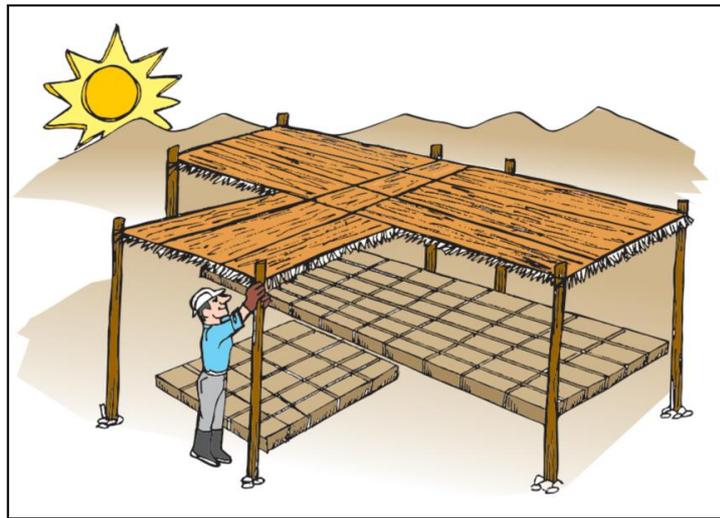
Figura 7: Nivelación y compactación del tendal.



Fuente: (Blondet, 2010)

- De ser posible cubrir el tendal con plástico o hacer esteras con la finalidad de cubrir al adobe del sol, para así evitar rajaduras.

Figura 8: Protección del tendal.

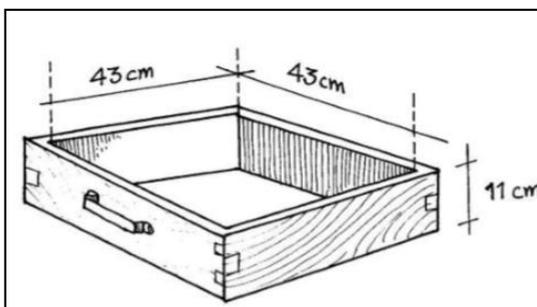


Fuente: (Ministerio de Vivienda, 2009)

iv) Fabricación de las graveas o adoberas.

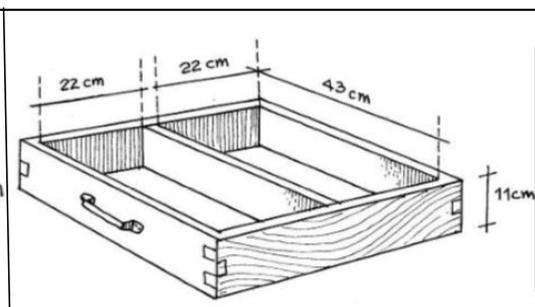
Las graveas son los moldes con los cuales haremos la fabricación del adobe, estos moldes son hechos de madera. Se fabricaran dos graveas, uno para adobes cuadrados y otro para medios adobes. (Ministerio de Vivienda, 2009)

Figura 9: Graveas para adobes
43x43x11cm



Fuente: (Blondet, 2010)

Figura 10: Graveas para medios doble
22x43x11cm.



Fuente: (Blondet, 2010)

Cabe resaltar que las medidas indicadas en las imágenes son internas, debido a que los adobes se encogerán al momento del secado. (Ministerio de Vivienda, 2009)

v) Preparación del barro.

Para la preparación del barro necesitaremos buena tierra (después de ser ensayadas), arena gruesa, agua y paja de 5 cm largo. A demás usaremos las siguientes herramientas:

- Pala.
- Pico.
- Barreta.
- Balde.
- Carretilla.
- Zaranda
- Regla para emparejar
- Graveras: para adobes enteros y medios.

(Ministerio de Vivienda, 2009)

Tener en cuenta de hacer la mezcla cerca del tendal. Después realizaremos los siguientes pasos:

- (1) Tamizamos la tierra con la zaranda, con la finalidad de limpiar la tierra de impurezas como piedras, basura o materiales orgánicos.

Figura 11: Zarandeo de la tierra.



Fuente: (Blondet, 2010)

- (2) Ya teniendo seleccionado la tierra a utilizar se remoja el suelo, acomodando la tierra en rumas y echando agua hasta que se forme

el barro. Es importante dejar “dormir” o reposar el barro por lo menos 24 horas, con un límite de 48 horas. (Blondet, 2010)

Figura 12: Preparación del barro para dormido.



Fuente: (Blondet, 2010)

- (3) Preparar la mezcla utilizando la siguiente dosificación: 5:1:1:1/2, esto quiere decir:
- 5 latas de barro.
 - 1 lata de arena gruesa.
 - 1 lata de paja de 5cm.
 - 1/2 lata de agua. (Ministerio de Vivienda, 2009)

Figura 13: Mezcla de materiales para el adobe.



Fuente: (Blondet, 2010)

La paja evita que los adobes se rajen al secarse.

- (4) Después de dormido el barro procedemos a la bater el barro con los pies o con pala.

Figura 14: Batido de la mezcla.



Fuente: (Blondet, 2010)

(5) Modelación del adobe.

- (a) Humedecer la gravera en la batea con agua.
- (b) Espolvorear el interior de la gravera con arena fina para evitar que el barro se pegue en esta.
- (c) Colocar la gravera en el piso llenarla lanzando con fuerza porciones de barro hasta llenar la gravera.
- (d) Compactar con las manos o pies por el centro y las esquinas de la gravera.
- (e) El barro debe estar al ras de la gravera, emparejando la superficie usando una regla de madera húmeda
- (f) Levantar el molde con mucho cuidado.

Las siguientes imágenes nos muestra el proceso de modelación del adobe propuesto por Blondet.

Figura 15: (a)



Figura 16: (b)

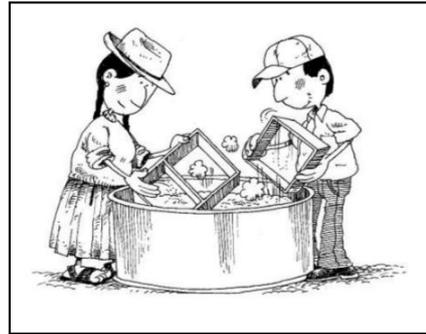


Figura 17: (c)

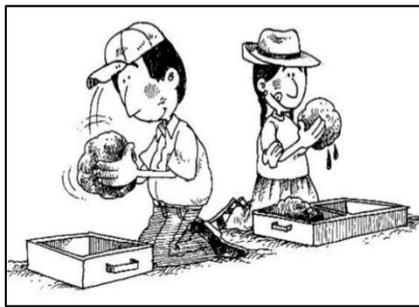


Figura 18: (d)



Figura 19: (e)



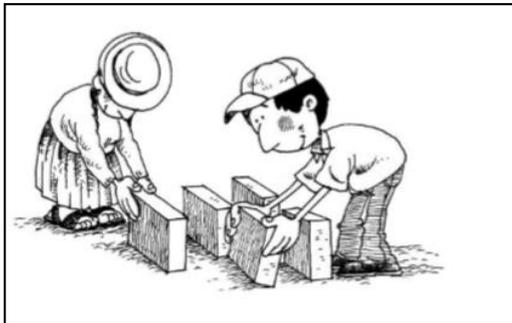
vi) Secado y apilado de adobes.

El tiempo de secado de los adobes dependerá del clima de la zona en donde se hayan hecho los adobes. Se recomienda secar los adobes un mínimo de tres semanas en el tendal. (Blondet, 2010)

Después de un periodo de 10 días de fabricados los adobes deberán ser colocados de costado para que el secado sea más óptimo. (Blondet, 2010)

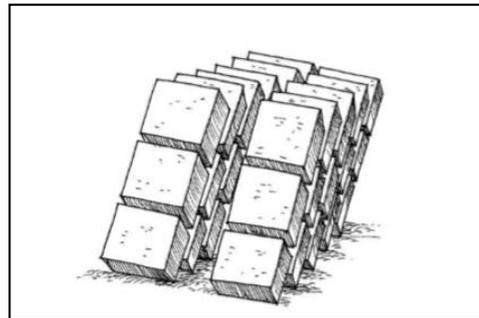
Una vez secos deberán ser apilados. (Blondet, 2010)

Figura 20: Volteado de adobe.



Fuente: (Blondet, 2010)

Figura 21: Apilado de adobe.



Fuente: (Blondet, 2010)

vii) Prueba de resistencia de los adobes.

Después del periodo de sacado del adobe procedernos a ver cuántos están defectuoso y hacer una prueba de su resistencia. (Blondet, 2010)

Tabla 2: Verificación del adobe.

Problema	Causa	Solución
 pieza agrietada	- La mezcla de barro para hacer adobes tiene mucha arcilla. - Los adobes no están protegidos contra el sol o el viento.	- Agregar arena gruesa a la mezcla de barro y vuelve a hacer los adobes. - Cubre el tendal con plástico o esteras. Coloca arena gruesa o paja sobre los adobes.
 pieza deforme	- El terreno del dental no es completamente plano. - La mezcla de barro para hacer adobes no tiene mucha agua.	- Compacta el terreno del tendal hasta que este plano. - Agrega menos agua a la mezcla de barro para hacer adobes.

Fuente: (Blondet, 2010)

Para realizar la prueba de resistencia escogeremos 3 adobes que no tengan rajadura o huecos. (Ministerio de Vivienda, 2009)

Apoyaremos un adobe sobre los otros 2, luego nos pararemos sobre estos en una sola pierna en la parte central del adobe, por lo general un buen adobe puede soportar el peso de una persona de 80 kg durante un minuto. (Ministerio de Vivienda, 2009)

Figura 22: Prueba de resistencia del adobe.



Fuente: (Ministerio de Vivienda, 2009)

Según la propuesta de vivienda que tengamos, realizaremos la siguiente cantidad de adobes:

Tabla 3: Elaboración de unidades de adobe

Vivienda	Adobe cuadrado 40x40x10cm	Adobe medio 40x20x10 cm
2 ambientes	1100 unidades	200 unidades
3 ambientes	1400 unidades	250 unidades
4 ambientes	1700 unidades	250 unidades

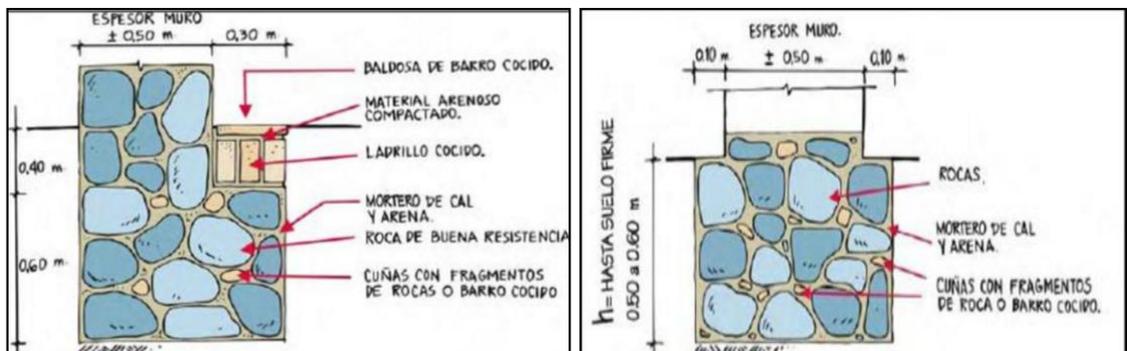
Fuente: (Blondet, 2010)

2.2.6. Cimentación.

La cimentación se construye con base en vigas corridas en roca y material de relleno conformando un entramado de vigas bajo los muros principales de la edificación. En general la profundidad de la cimentación alcanza el suelo firme por debajo de la capa orgánica. (Cruz Sotelo & Moraga, 2011)

Las formas más frecuentes de cimentación son en “L”, en “T” invertida o cimentación prismática del mismo ancho del muro. (Cruz Sotelo & Moraga, 2011)

Figura 23: Tipos de cimentación.

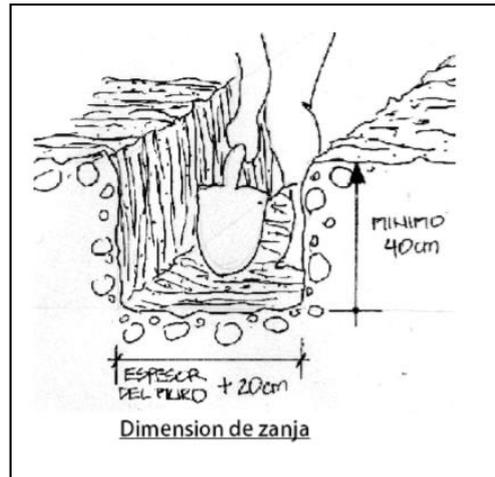


Fuente: (Cruz Sotelo & Moraga, 2011)

i. Dimensiones.

Las dimensiones de la zanja para el cimiento deben tener una profundidad mínima de 40 cm y ser por lo menos 20 cm más ancha que el muro a construirse. (Cruz Sotelo & Moraga, 2011)

Figura 24: Dimensiones de cimentación.



Fuente: (Blondet, 2010)

ii. Características.

Las rocas que constituyen el material principal de la cimentación pueden ser de tipo anguloso, redondeado o una mezcla de los dos. Los fragmentos angulosos pequeños permiten el agarre entre elementos mayores y sirven de cuña para nivelar las rocas. Los fragmentos de tipo redondeado provienen generalmente de ríos y quebradas. AL igual que en el caso anterior, los cantos rodados se traban acuñándose con guijarros. (Cruz Sotelo & Moraga, 2011)

Algunas veces los espacios entre las rocas que conforman la cimentación se dejan vacíos. Otras veces se llenan con materiales arenosos que facilita su colocación y en muchas ocasiones se utiliza cal y canto como cementante. (Cruz Sotelo & Moraga, 2011)

iii. Sobre cimientos.

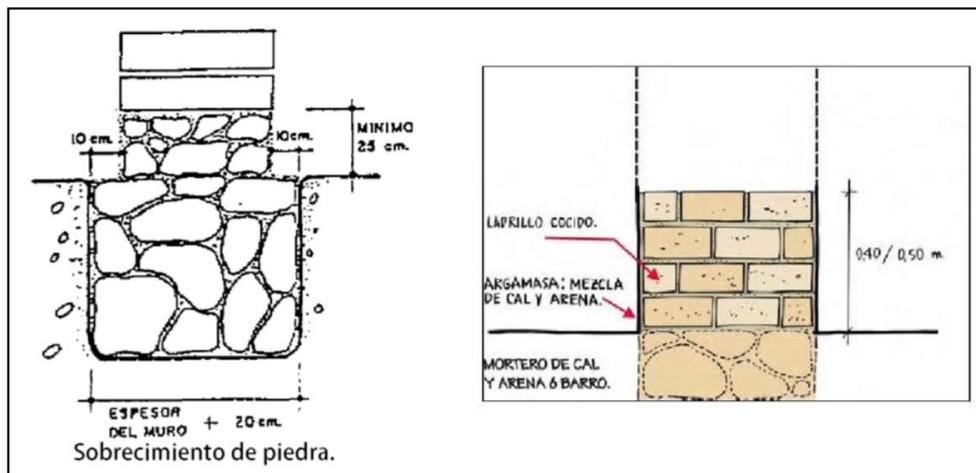
Los Sobre cimientos tienen una altura mínima de 0.30 m sobre el nivel del terreno natural y el ancho mínimo corresponde al ancho del adobe. La piedra, de tamaño mediano ocupa un 75% del volumen del sobre cimiento, se utiliza madera para el encofrado. (Cruz Sotelo & Moraga, 2011)

El desencofrado se realiza 48 horas después del vaciado. La cara superior del sobre cimiento debe quedar nivelada, uniforme y rayada. (Cruz Sotelo & Moraga, 2011)

Los Sobre cimientos se construyen con ladrillo cocido sentado con cal y canto o barro con fragmentos de roca equivalentes a los de la cimentación. (Cruz Sotelo & Moraga, 2011)

Los vacíos que quedan hacia la parte externa del sobre cimiento se nivelan con pañete. (Cruz Sotelo & Moraga, 2011)

Figura 25: Sobre cimientos.



Fuente: (Cruz Sotelo & Moraga, 2011)

2.2.7. Mortero de barro para la construcción de paredes.

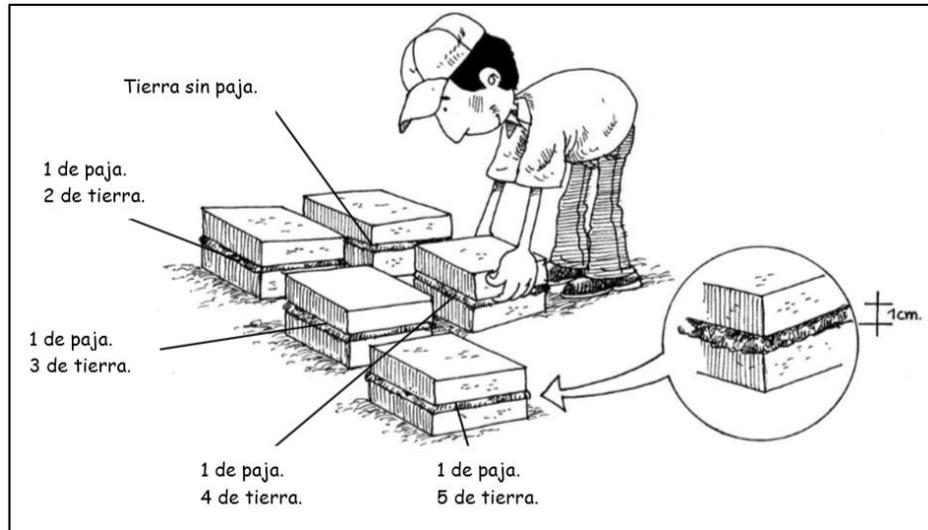
El mortero de barro es una mezcla de tierra, paja y agua que permitirá unir a los adobes, para la construcción de una pared. (Blondet, 2010)

Esta será preparada con la misma tierra con la cual hemos preparado el adobe. (Blondet, 2010)

Sin embargo, se debe colocar más paja al barro “dormido”, para saber cuánta paja debemos colocar realizaremos la siguiente prueba:

- a) Prepara morteros con diferente proporción de volumen de tierra y paja. Luego haz 5 emparedados uniendo adobes con mortero de 1 cm de espesor. Cada emparedado debe tener un mortero diferente. (Blondet, 2010)

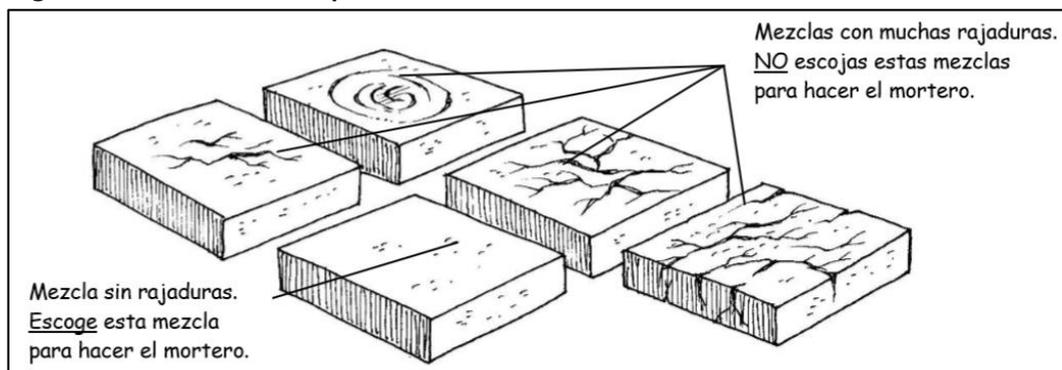
Figura 26: Elaboración de emparedados.



Fuente: (Blondet, 2010)

- b) Abre los emparedados después de dos días y escoge la mezcla de mortero que tenga menos rajaduras. (Blondet, 2010)

Figura 27: Abertura de emparedados.



Fuente: (Blondet, 2010)

2.2.8. Elementos de Arriostre.

Para que un muro se considere arriostado deberá existir suficiente adherencia o anclaje entre éste y sus elementos de arriostre, para garantizar una adecuada transferencia de esfuerzos. Los elementos de arriostre serán verticales y horizontales. Los arriostres verticales serán muros transversales o contrafuertes especialmente diseñados. Tendrán una adecuada resistencia y estabilidad para transmitir fuerzas cortantes a la cimentación. Para que un muro o contrafuertes se considere como arriostre vertical tendrá una longitud en la base mayor o igual que 3 veces el espesor del muro que se desee arriostar. (Misterio de Vivienda, 2010)

Pueden usarse como elementos de arriostre vertical, en lugar de los muros transversales o de los contrafuertes de adobe, refuerzos especiales como son las columnas de concreto armado. (Misterio de Vivienda, 2010)

Los arriostres horizontales son elementos o conjunto de elementos que poseen una rigidez suficiente en el plano horizontal para impedir el libre desplazamiento lateral de los muros. (Misterio de Vivienda, 2010)

Los elementos de arriostre horizontal más comunes son los denominados viga collar o solera. Estas pueden ser de madera o en casos especiales de concreto madera. (Misterio de Vivienda, 2010)

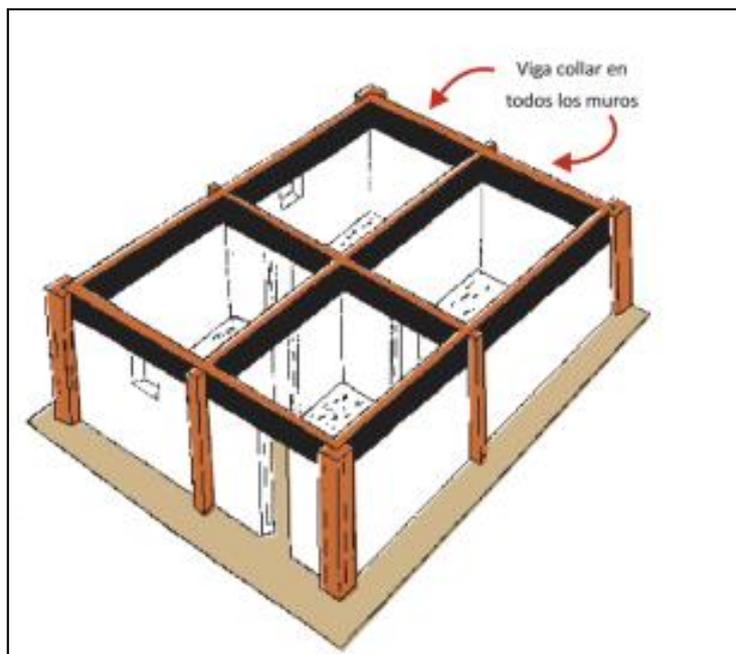
i) Elemento de arriostre o viga collar

La viga collar se coloca a la altura de los dinteles de puertas y ventanas, a lo largo de todos los muros. (Cruz Sotelo & Moraga, 2011)

Para formar la viga collar se colocará dos piezas de madera rolliza azuelada o labrada, en todos los muros de la vivienda. (Cruz Sotelo & Moraga, 2011)

Las piezas de madera azuelada o labrada serán de 4" x 4", y se colocarán sobre una capa de barro. Las piezas se unirán con travesaños de madera colocados cada lado. (Cruz Sotelo & Moraga, 2011)

Figura 28: Armado de vigas collarin.



Fuente: (Cruz Sotelo & Moraga, 2011)

2.2.9. Adobe compactado

El adobe compactado presenta mejores características mecánicas que el adobe tradicional, sin embargo, requiere de estudios y experimentaciones para mejorar su calidad. (Ortiz Guzmán, Morales Domínguez, & Alavéz Ramírez, 2007)

2.2.10. Aditivos

Los aditivos son productos que se adicionan en pequeña proporción al concreto durante el mezclado en porcentajes entre 0.1% y 5% (según el producto o el efecto deseado) de la masa o peso del cemento, con el propósito de producir una modificación en algunas de sus propiedades originales o en el comportamiento del concreto en su estado fresco y/o en condiciones de trabajo en una forma susceptible de ser prevista y controlada. Esta definición excluye, por ejemplo, a las fibras metálicas, las puzolanas y otros. En la actualidad los aditivos permiten la producción de concretos con características diferentes a los tradicionales, han dado un creciente impulso a la construcción y se consideran como un nuevo ingrediente, conjuntamente con el cemento, el agua y los agregados. Existen ciertas condiciones o tipos de obras que los hacen indispensables. (Civil, 2009)

Tanto por el Comité 116R del ACI como por la Norma ASTM C 125 definen al aditivo como: “Un material distinto del agua, de los agregados y cemento hidráulico que se usa como componente del concreto o mortero. Las dosis en las que se utilizan los aditivos, están en relación a un pequeño porcentaje del peso de cemento, con las excepciones en las cuales se prefiere dosificar el aditivo en una proporción respecto al agua de amasado”. (Civil, 2009)

2.2.10.1. Tipos de aditivos.

En la industria de la construcción podremos encontrar aditivos hechos en fábricas, a los cuales llamaremos aditivos artificiales. Así también se puede hacer aditivos “naturales” con materiales muy fáciles de conseguir. (Civil, 2009)

1) Aditivos naturales.

Estos aditivos son aquellos que podemos encontrar en la naturaleza o de fabricación casera. Podemos encontrar los siguientes:

- **Resina o goma de cactus.**

Para la fabricación de este aditivo será necesario recoger penca o cactus, luego deberemos sacarle las espinas y cortarlo en trozos. Después haremos remojar en agua los trozos de penca o tuna en agua en un recipiente durante unos 15 días en un recipiente, con la finalidad de que la penca suelte la goma o resina. (Blondet, 2010)

Luego retiraremos los trozos de penca del recipiente y guardar la goma o resina hasta la preparación del barro, la goma o resina se echara durante el batido final de la mezcla de cemento. (Blondet, 2010)

- **Papel mache.**

Para la fabricación de este aditivo las microfibras fueron obtenidas del papel periódico a partir de la técnica para fabricar papel maché. La técnica consiste en descomponer el papel mediante remojo para luego licuarlo y obtener una pulpa. (Puerta, 2010)

Primero, se rasga el papel en tiras de aproximadamente 20 mm de espesor y estas en cuadrados pequeños. Los trozos de papel se colocan en un depósito, se vierte agua hasta cubrirlos y se deja en remojo durante 2 días. Luego, el papel remojado se licúa hasta obtener una masa cremosa. Al cortar el papel con la mano la textura que queda en el borde del papel rasgado hace que la absorción del agua por capilaridad sea más eficiente que si el papel fuese cortado con tijeras. (Puerta, 2010)

La masa cremosa que se obtiene después del licuado se cuela con una malla fina cualquiera para eliminar el exceso de agua y así obtener solo las microfibras. Para evitar que la masa de microfibras se seque y endurezca, ésta se conserva dentro de una bolsa plástica sellada hasta que sea utilizada.

2) Aditivos artificiales o de fábrica.

En el estudio a realizar uno de los objetivos es ver si este tipo de aditivos puede mejorar las propiedades del adobe en su composición.

Debido a que sus efectos son muy variados, una clasificación así es muy extensa, además debido a que un solo aditivo modifica varias características del concreto, además de no cumplir todas las que especifica (Civil, 2009)

- **Según la norma técnica ASTM-C494 es:**

- a) TIPO A: Reductor de agua.
 - b) TIPO B: Retardante.
 - c) TIPO C: Acelerante.
 - d) TIPO D: Reductor de agua retardante.
 - e) TIPO E: Reductor de agua acelerante.
 - f) TIPO F: Súper reductor de agua.
 - g) TIPO G: Súper reductor de agua retardante.
- (Civil, 2009)

- **Según el comité 212 del ACI.**

Los clasifica según los tipos de materiales constituyentes o a los efectos característicos en su uso:

- a) Aditivos acelerantes.
- b) Aditivos reductores de agua y que controlan el fraguado.
- c) Aditivos para inyecciones.
- d) Aditivos incorporadores de aire.

- e) Aditivos extractores de aire.
 - f) Aditivos formadores de gas.
 - g) Aditivos productores de expansión o expansivos.
 - h) Aditivos minerales finamente molidos.
 - i) Aditivos impermeables y reductores de permeabilidad.
 - j) Aditivos pegantes (también llamados epóxicos).
 - k) Aditivos químicos para reducir la expansión debido a la reacción entre los agregados y los alcalices del cemento. Aditivos inhibidores de corrosión.
 - l) Aditivos fungicidas, germicidas o insecticidas.
 - m) Aditivos floculadores.
 - n) Aditivos colorantes.
- (Civil, 2009)

2.2.11. Costo

Los costos son reducidos desde el momento que no utilizamos cemento ni acero de refuerzo, debido a que los materiales para su construcción se encuentran de manera fácil y su construcción no requiere de mano de obra calificada en el proceso de su elaboración. (Civil, 2009)

2.2.12. Métodos de ensayos.

i) Ensayo de resistencia a la compresión

En la ingeniería civil, el ensayo de compresión viene hacer un ensayo técnico que nos permite establecer la resistencia que puede tener un determinado material debido a un esfuerzo de compresión. (Solís Vásquez , Aguinda Pilla , & Soliz Velásquez)

El ensayo se lo puede realizar con cualquier tipo de material aunque se suele usar hormigones y metales (de preferencia acero), en nuestro caso

lo haremos algunos tipos de mampuestos. Para ejecutar el ensayo se tiene probetas normalizadas que se someten a compresión en una MAQUINA UNIVERSAL. (Solís Vásquez , Aguinda Pilla , & Soliz Velásquez)

a. Procedimiento

Una vez que tengamos el material y el equipo a disposición empezaremos nuestra práctica.

- Lo primero que se hará es determinar la masa, en la balanza.
- Después a ello, procederemos a la medición de sus dimensiones con la ayuda de la cinta métrica, que posteriormente nos servirán para el cálculo de lo solicitado.
- Luego colocamos cada ladrillo sobre la maquina Universal de 100 toneladas, ladrillo será ubicado lo mayor centrado posible.
- Pondremos la placa metálica sobre o encima del mampuesto para de esta forma la fuerza se distribuya uniformemente sobre todo el cuerpo.
- Una vez ubicado el ladrillo junto con la placa procedemos a darle uso a la maquina universal, ya en uso, esta aplicara una fuerza de compresión sobre el cuerpo.
- Entonces cuando se empieza a comprimir, tomaremos lectura de la carga máxima admisible del ladrillo, la carga seguirá aplicándose hasta que el cuerpo falle por completo.
- Por consiguiente se procederá a retirar los escombros del ladrillo ya inutilizable y limpiar el área de trabajo (maquina) para subsiguientes cuerpos.

- Realizar este procedimiento para cada uno de los ladrillo y realizar una tabla de valores con todos los datos obtenidos luego de la práctica.
- Finalmente proceder al cálculo de todo aquello que se solicite y la elaboración del informe
(Solís Vásquez , Aguinda Pilla , & Soliz Velásquez)

b. Tablas y datos

A continuación se mostrara un ejemplo de cómo llenar la tabla

Tabla 4: Tabla de ensayo a compresión.

ITEM	MATERIAL	MEDIDAS (cm)			EDAD (DIAS)	DIAL CARGA (Kg)	ESFUERZO (Kg/cm2)	DISEÑO (Kg/cm2)	RESISTENC IA (%)
		ALT.	ANCH.	LARG.					
1	ADOB. CAL 1								
2	ADOB. CAL 2								
3	ADOB.NORMAL 1								
4	ADOB.NORMAL 2								
5	ADOB.CACTUS 1								
6	ADOB.CACTUS 2								
7	ADOB.INCORPOR ADOR DE AIRE 1								
8	ADOB.INCORPOR ADOR DE AIRE 2								

Fuente: (Cruz Sotelo & Moraga, 2011)

ii) Ensayo de capacidad de absorción de agua (permeabilidad).

La capacidad de absorción de agua de un ladrillo se define como el cociente entre el peso de agua que absorbe y su propio peso cuando está seco. Se expresa en tantos por ciento. Según está definición:

$$\text{Capacidad de absorción de agua} = \frac{P_{sat.} - P_{seco}}{P_{seco}} \times 100 ;$$

En donde:

$P_{sat.}$ = Peso del ladrillo seco saturado de agua.

P_{seco} = Peso del ladrillo seco.

(Garcia Verduch, 2008)

a. MÉTODO DE ENSAYO

En esencia, el método consiste en saturar de agua el ladrillo por ebullición del mismo en una olla a presión de las empleadas para usos domésticos. Con ello se logran saturaciones perfectamente aceptables en tiempos de tan sólo unos minutos; y el ensayo completamente desde la toma de la muestra hasta la obtención del resultado, puede realizarse en un tiempo realmente corto, si se sigue además el camino abreviado de utilizar para el ensayo ladrillos recién salidos del horno que no requieren desecación preliminar. (Garcia Verduch, 2008)

iii) Ensayo de adherencia.

El ensayo de tracción indirecta consiste en aplicar una carga de compresión a un emparedado compuesto por dos bloques de adobe unidos con mortero. La compresión, que es llevada hasta la rotura del espécimen, es aplicada a lo largo y sobre el mortero, lo que genera esfuerzos internos de tracción en la zona bajo la línea de carga y en la interface mortero-adobe. El esfuerzo máximo de tracción en la interface representa la adherencia existente entre el mortero y el adobe, y se calcula con la siguiente expresión:

$$\delta = \alpha \frac{P}{axb}$$

Donde:

α : Coeficiente de forma = 0.5

P: Carga de rotura (N).

δ : Esfuerzo de tracción (kg/cm²)

a y *b*: lados del área de contacto

(Puerta, 2010)

Los resultados de los ensayos de las muestras deberán pasar el promedio estimado en la norma Resistencia ultima 0.012 MPa = 0.12 kgf/cm². E.080. (Puerta, 2010)

iv) Ensayo de límites de Atterberg.

Los límites de Atterberg o también llamados límites de consistencia son ensayos de laboratorio normalizados que permiten obtener los límites del rango de humedad dentro del cual el suelo se mantiene en estado plástico. Con ellos, es posible clasificar el suelo en la Clasificación Unificada de Suelos (Unified Soil Classification System, USCS). (Departamento de Ingeniería Civil, 2007)

Fueron originalmente ideados por un sueco de nombre Atterberg especialista en agronomía y posteriormente redefinidos por Casagrande para fines de mecánica de suelos de la manera que hoy se conocen. Para obtener estos límites se requiere remoldear (manipular) la muestra de suelo destruyendo su estructura original y por ello es que una descripción del suelo en sus condiciones naturales es absolutamente necesaria y complementaria. (Departamento de Ingeniería Civil, 2007)

Para realizar los límites de Atterberg se trabaja con todo el material menor que la malla #40 (0.42 mm). Esto quiere decir que no solo se trabaja con la parte fina del suelo (< malla #200), sino que se incluye igualmente la fracción de arena fina. (Departamento de Ingeniería Civil, 2007)

A. Definiciones

- a) **Contenido de humedad (W):** Razón entre peso del agua y peso del suelo seco de una muestra. Se expresa en porcentaje:

$$w = \frac{W_w}{W_s} \times 100$$

Donde:

W_w : Peso agua

W_s : Peso suelo seco

(Departamento de Ingeniería Civil, 2007)

- b) **Límite Líquido (WL ó LL):** contenido de humedad del suelo en el límite entre el estado semi-líquido y plástico. (Departamento de Ingeniería Civil, 2007)

- c) **Limite Plástico (Wp ó LP):** es el contenido de humedad del suelo en el límite entre los estados semi-sólido y plástico. (Departamento de Ingeniería Civil, 2007)

- d) **Indice de Plasticidad (IP):** es la diferencia entre los límites líquido y plástico, es decir, el rango de humedad dentro del cual el suelo se mantiene plástico:

$$IP = Ll - Lp$$

Dónde: **Ll** = Limite líquido.

Lp = Limite plástico.

IP = Índice pastico.

(Departamento de Ingeniería Civil, 2007)

B. Procedimiento y Cálculo

a. Preparación del material.

Se utiliza únicamente la parte del suelo que pasa por la malla # 40 (0.42 mm). Se procede a agregar o retirar agua según sea necesario y revolver la muestra hasta obtener una pasta semi-líquida homogénea en términos de humedad. Para los limos y suelos arenosos con poco contenido de arcilla el ensayo se podrá realizar inmediatamente después de agregar agua, siguiendo el procedimiento indicado en letra (Departamento de Ingeniería Civil, 2007)

Para los limos arcillosos será necesario conservar la pasta aproximadamente 4 horas en un recipiente cubierto. Para las arcillas este tiempo deberá aumentarse a 15 o más horas para asegurar una humedad uniforme de la muestra. (Departamento de Ingeniería Civil, 2007)

b. Determinación del límite líquido.

En la práctica, el límite líquido se determina sabiendo que el suelo remoldeado a $w = w_L$ tiene una pequeña resistencia al corte (aprox. 0.02 kg/cm²) de tal modo que la muestra de suelo remoldeado necesita de 25 golpes para cerrar en $\frac{1}{2}$ pulgada dos secciones de una pasta de suelo de dimensiones especificadas más adelante. (Departamento de Ingeniería Civil, 2007)

- 1) Se deberá iniciar el ensayo preparando una pasta de suelo en la cápsula de porcelana con una humedad ligeramente superior al límite líquido, para lo cual recibirán indicaciones del instructor. (Departamento de Ingeniería Civil, 2007)
- 2) Desmontar y secar la cápsula de la máquina de Casagrande, asegurándose que ella se encuentre perfectamente limpia y

- seca antes de iniciar el procedimiento. (Departamento de Ingeniería Civil, 2007)
- 3) Montar la cápsula en su posición para el ensayo. (Departamento de Ingeniería Civil, 2007)
 - 4) Colocar entre 50 y 70 g de suelo húmedo en la cápsula, alisando la superficie a una altura de 1 cm con la espátula, cuidando de no dejar burbujas de aire en la masa de suelo. (Departamento de Ingeniería Civil, 2007)
 - 5) Usando el acanalador separar el suelo en dos mitades según el eje de simetría de la cápsula; para una arcilla, el surco se puede hacer de una vez; los limos pueden exigir 2 o 3 pasadas suaves antes de completarlo, siendo este procedimiento aún más complejo cuando se trata de suelos orgánicos con raicillas. (Departamento de Ingeniería Civil, 2007)
 - 6) Girar la manivela de manera uniforme a una velocidad de dos revoluciones/seg; continuar hasta que el surco se cierre en $\frac{1}{2}$ " de longitud; anotar el número de golpes, cuando éste sea inferior a 40. (Departamento de Ingeniería Civil, 2007)
 - 7) Revolver el suelo en la cápsula de Casagrande con la espátula y repetir las operaciones 5 y 6. (Departamento de Ingeniería Civil, 2007)
 - 8) Tomar una muestra de aproximadamente 5 g de suelo en la zona donde se cerró el surco y pesarla de inmediato para obtener su contenido de humedad, lo que permitirá obtener un punto en el gráfico semi-logarítmico de humedad v/s número de golpes que se describe más adelante. (Departamento de Ingeniería Civil, 2007)

- 9) Vaciar el suelo de la cápsula de Casagrande a la de porcelana (que todavía contiene la mezcla de suelo inicial), continuar revolviendo el suelo con la espátula (durante el cual el suelo pierde humedad) y en seguida repetir las etapas (2) a (8). (Departamento de Ingeniería Civil, 2007)

- 10) Repetir etapas (2) a (9), 3 a 4 veces, hasta llegar a un número de golpes de 20 a 25. (Departamento de Ingeniería Civil, 2007)

c. Determinación del límite Plástico (w_P).

El límite plástico es el contenido de humedad para el cual el suelo se fractura al ser amasado en bastoncitos de diámetro 1/8" (3 mm) cuando se amasa una pequeña porción de suelo entre la palma de la mano y una superficie lisa. (Departamento de Ingeniería Civil, 2007)

- 1) Utilizar una porción del material que queda del ensayo del límite líquido. (Departamento de Ingeniería Civil, 2007)

- 2) En los suelos muy plásticos w_P puede ser muy diferente de w_L ; para evitar excesivas demoras en el ensayo con los suelos muy plásticos, es necesario secar el material al aire durante un cierto tiempo extendiéndolo sobre la placa de vidrio o amasándolo sobre toalla nova; se le puede igualmente colocar sobre el horno (a temperatura baja), al sol, o bien bajo una ampolleta eléctrica; en cualquier caso es necesario asegurarse que se seque de manera uniforme. (Departamento de Ingeniería Civil, 2007)

- 3) Tomar una bolita de suelo de 1 cm³ y amasarla sobre el vidrio con la palma de la mano hasta formar bastoncitos de 3 mm de diámetro. (Departamento de Ingeniería Civil, 2007)
- 4) Reconstruir la bolita de suelo, uniendo el material con fuerte presión de las puntas de los dedos y amasar nuevamente un bastoncito hasta llegar al límite plástico. (Departamento de Ingeniería Civil, 2007)
- 5) El límite plástico, w_P , corresponde al contenido de humedad para el cual un bastoncito de 3 mm, así formado, se rompe en trozos de 0.5 a 1 cm de largo, si no se está seguro de haber alcanzado w_P , es recomendable amasar una vez más el bastoncito. (Departamento de Ingeniería Civil, 2007)
- 6) Pesar inmediatamente el bastoncito así formado para determinar su contenido de humedad. (Departamento de Ingeniería Civil, 2007)
- 7) Realizar 2 o 3 ensayos repitiendo etapas (3) a (6) y promediar; diferencias entre 2 determinaciones no deberán exceder a 2 %. (Departamento de Ingeniería Civil, 2007)

v) Análisis granulométrico.

El análisis granulométrico de una muestra de suelo consiste en determinar la proporción relativa en peso de los diferentes tamaños de granos, definidos por las aberturas de las mallas utilizadas. (Departamento de Ingeniería Civil, 2007)

Mallas ASTM

Tabla 5: Tabla de tamices.

Malla	Abertura (mm)	Malla	Abertura (mm)
3 "	75.0	# 4	75.0
2 1/2 "	63.0	# 8	63.0
2"	50.0	# 10	50.0
1 1/2"	37.5	# 30	37.5
1"	25.0	# 40	25.0
3/4"	19.0	# 50	19.0
1/2"	12.5	# 100	12.5
3/8"	9.5	# 200	9.5

Fuente: Elaboración propia

A. Procedimiento y Cálculos

- 1) Pasar la muestra seca de suelo por la malla 3/8" y separar el material que pasa esta malla, a fin de determinar el porcentaje de finos de forma confiable posteriormente. (Departamento de Ingeniería Civil, 2007)
- 2) Pasar el material retenido en la malla 3/8" por las mallas 3", 2 1/2", 2", 1 1/2", 1", 3/4", 1/2" y 3/8" y pesar las porciones de material retenido en cada una de ellas. (Departamento de Ingeniería Civil, 2007)
- 3) Mezclar homogéneamente el material que pasó por la malla 3/8" y tomar una muestra representativa según indicación del instructor. (Departamento de Ingeniería Civil, 2007)
- 4) Colocar la muestra obtenida en etapa (3) sobre la malla #200 y lavar el material, utilizando agua común, de tal manera que el agua arrastre los finos haciéndolos pasar por esta malla, hasta que el agua que pasa a través de la malla mantenga su transparencia. (Departamento de Ingeniería Civil, 2007)

- 5) Verter cuidadosamente el residuo, en un recipiente desecador y permitirle sedimentar por un período de tiempo suficiente hasta lograr que el agua en la parte superficial de la suspensión se vuelva transparente, eliminar esta agua transparente y colocar el recipiente con la suspensión suelo y agua remanentes en el horno para secado. (Departamento de Ingeniería Civil, 2007)

- 6) Al día siguiente, regresar al laboratorio y pesar el residuo secado al horno o, en su defecto, el instructor les entregará otras indicaciones. (Departamento de Ingeniería Civil, 2007)

- 7) Finalmente, pasar la muestra (lavada y seca) por las mallas #4 a la #200, registrando el peso retenido en cada malla. (Departamento de Ingeniería Civil, 2007)

2.3. DEFINICIÓN DE TÉRMINOS BÁSICOS

Aditivos naturales. Materiales naturales como la paja y la arena gruesa, que controlan las fisuras que se producen durante el proceso de secado rápido.

Adobe (Bloque o Unidad). Bloque macizo de tierra cruda, que puede estar mezclada con paja u arena gruesa para mejorar su resistencia y durabilidad.

Adobe (Construcción). Proceso tradicional de construcción con tierra que utiliza muros de albañilería de adobes secos asentados con mortero de tierra húmeda.

Altura Libre de Muro. Distancia vertical libre entre elementos de arriostre horizontales. **Arcilla.** Único componente activo e indispensable del suelo

Arena fina. Es un componente inerte, estable en contacto con agua y sin propiedades cohesivas, constituido por partículas de roca con tamaños comprendido entre 0.08 mm y 0.5mm. Como el Limo, puede contribuir a lograr una mayor compacidad del suelo. **Arena gruesa. Arriostre.** Elemento que impide significativamente el libre desplazamiento del borde de muro, considerándose un apoyo. El arriostre puede ser vertical u horizontal.

Contrafuerte. Es un arriostre vertical construido con este único fin. De preferencia puede ser del mismo material o un material compatible.

Colapso. Derrumbe súbito estructural de muros o techos que puedan segar la vida a los ocupantes de una construcción. Puede ser un derrumbe parcial o total.

Densidad de muros. Cociente entre la suma de áreas transversales de los muros paralelos a cada eje principal de la planta de la construcción y el área total techada.

Dormido. Proceso de humedecimiento de la tierra ya zarandeada (cernida o tamizada para eliminar piedras y terrones), durante dos o más días, para activar la mayor cantidad de partículas de arcilla, antes de ser amasada con o sin paja para hacer adobes o morteros.

Esbeltez. Relación entre las dimensiones del muro y su máximo espesor. Hay dos tipos de esbeltez de muros.

Extremo libre de muro. Es el borde vertical u horizontal no arriostrado de un muro

Fisura o grieta estructural. Rajadura que se presenta en los muros de tierra producidas por cargas mayores a las que puede resistir el material, por gravedad, por terremotos, accidentes u otros.

Largo Efectivo. Distancia libre horizontal entre elementos de arriostre verticales o entre un elemento de arriostre y un extremo libre.

Limo. Es un componente inerte, estable en contacto con agua y sin propiedades cohesivas, constituido por partículas de roca con tamaños comprendidos entre 0.002 mm y 0.08 mm.

Mazo o pisón. Herramienta de madera para compactar la tierra húmeda colocada entre los tableros en la técnica del tapial. Puede haber varios tipos de mazos: para los bordes, el centro y la superficie final de las capas diarias. Su peso es de alrededor de 10 kgf.

Mortero. Material de unión de los adobes en una albañilería. Debe ser de barro mezclado con paja o arena gruesa y eventualmente otras sustancias

naturales espesas para controlar las fisuras del proceso de secado (cal, mucílago, clara de huevo, estiércol y otros)

Muro Arriostrado. Es un muro cuya estabilidad lateral está confiada a elementos de arriostre horizontales y/o verticales.

Prueba de campo. Ensayo realizado sin herramientas a pie de obra o en laboratorio, basados en conocimientos comprobados en laboratorio a través de métodos rigurosos, que permite tomar decisiones de selección de canteras y dosificaciones.

Prueba de Laboratorio. Ensayo de laboratorio que permite conocer las características mecánicas de la tierra, para diseñar y tomar decisiones de ingeniería.

Refuerzos. Elementos de materiales con alta capacidad de tracción, que sirven para controlar los desplazamientos de las partes de muros separados por las fisuras estructurales. Deben ser compatibles con el material tierra, es decir, flexibles y de baja dureza para no dañarlo, incluso durante las vibraciones que producen los sismos.

Secado. Proceso de evaporación de agua en la tierra húmeda. El proceso debe controlarse para producir una evaporación muy lenta del agua, mientras la arcilla y barro se contraen y adquieren resistencia. Si la contracción es muy rápida y el barro no se ha endurecido lo necesario, se producen fisuras.

Tableros para tapial. Encofrados móviles normalmente de madera que se colocan paralelos y sujetos entre sí para resistir las fuerzas laterales propias de la compactación de la tierra.

CAPITULO III

PRESENTACIÓN DE RESULTADOS

3.1. ELABORACIÓN DE MUESTRAS PARA ENSAYOS.

Como se especifica en 2.2.5 Preparación del adobe parte v) en la sección (3), la dosificación que se usara para la elaboración de los adobes será la de 5:1:1:1/2; de esta manera se determinó hacer 4 grupos de adobes, un grupo de control y otros 3 grupos mejorados, siendo los grupos los siguientes:

- Grupo de control: **Adobes base.**
- Grupo mejorado N°1: **Adobes con resina de cactus.**
- Grupo mejorado N°2: **Adobes con cal.**
- Grupo mejorado N°3: **Adobes con aditivo (entrapaire)**

Cabe mencionar que el grupo de control (adobes base), estarán conformados solo de paja y barro, siendo la dosificación a usar la siguiente: 5:1:1/2; lo que nos indica esto es q se usara 5 latas de barro, 1 lata de paja y ½ lata de agua.

De esta manera para cada grupo de adobe se harán 12 unidades de medios adobes con las dimensiones de 40x20x10 cm³ y 12 unidades reducidas de adobes con las dimensiones de 20x10x10 cm³ para ser ensayados en laboratorio.

Uno de los principales materiales para la elaboración del adobe es la tierra, con la cual aremos el preparado del barro, para esta investigación la tierra se obtuvo del desmonte resultado de una nivelación de un terreno ubicado en la Av. Tamburco al frente del grifo Piloto.

Figura 29: Ubicación de la zona de extracción de la tierra.



Fuente: Google Maps.

Una vez depositado la tierra en una ubicación cerca al tendal donde dormirán los adobes se procedió a realizar el ensayo de resistencia seca (R.S.) y el ensayo del rollo, como se especifica en 2.2.5, para lo cual se hicieron 6 bolitas de 1cm de diámetro para realizar el ensayo correspondiente. Dando como resultado que le material seleccionado fue el adecuado, pues al tratar de romper aplastándolo con los dedos no se rompió, así también se dejó caer de una altura de 1.5 metros con la finalidad de comprobar la calidad de la tierra dando los resultados favorables. **(Ver más en la galería de fotos en anexos)**

Imagen 1: Realización de ensayos de resistencia seca y ensayo del rollo.



Con la tierra ensayada se hizo un primer tamizado de la tierra con una mallas 3/8" de con la finalidad de reducir piedras de tamaños grandes para una mejor manejo de esta. Luego del tamizado se realizó otro más con una malla de 5.5 mm de diámetro para poder obtener la tierra con menos desperdicios orgánicos, basuras y lista para la elaboración de los adobes. **(Ver más en la galería de fotos en anexos)**

Imagen 2: Tamizado de la tierra por la malla 3/8".



Imagen 3: Tamizado de la tierra por la malla 5.5 mm.



Con la tierra lista, procedemos al preparado del barro y a su posterior dormido de dos días. **(Ver más en la galería de fotos en anexos)**

Imagen 4: Preparación del barro.



Imagen 5: Dormido del barro.



Para la elaboración de los adobes mejorados son necesarios los insumos agregados a su elaboración, como son los aditivos cuya especificación se encuentra en 2.2.10.

Ahora se hará la descripción de la elaboración de los grupos de adobes:

3.1.1. Adobes base.

Como se especificó anteriormente la dosificación a utilizar será 5:1:1/2, luego del dormido del barro se procese al moldeo de los adobes, sin mayor incidencia se realizó la cantidad especificada anteriormente.

Imagen 6: Grupo de adobes base.



3.1.2. Adobes mejorados con Resina de Cactus.

Para la realización de este grupo de adobes se tuvo que obtener de forma casera la resina de cactus, siendo así que se consiguió cladios de Opuntia SP proveniente de la zona de Quitasol.

Luego procedemos a la limpieza, descortezado y trozado de los cladios para su posterior remojo como se indica en 2.2.5. Para después cernir los restos de los cladios remojados en agua para obtener la resina.

Imagen 7: Limpieza y descortezado del gladio de opuntia.



Imagen 8: Trozado de los gladios de opuntia.



Imagen 9: Remojo de la opuntia.



Con la resina ya obtenida se procede al moldeo de los adobes, para este caso la dosificación que se sigue es la indicada anteriormente de 5:1:1:1/2, con la diferencia de que en des de agregar media lata de agua se remplazara con la resina de cactus, estando al tanto de la viscosidad de la mezcla, tratando de evitar que se muy humeda.

Imagen 10: Grupo de adobes mejorados con resina de cactus.



3.1.3. Adobes mejorados con Cal.

Para este grupo de adobes se le adiciono una bolsa de cal de la marca “**Martell – Cal de obra**” de 20 kg en la elaboración del adobe.

Siguiendo la dosificación ya mencionada anteriormente se le ha agregado toda la bolsa, con las precauciones del caso, debido que la cal que se utilizo podía ocasionar daños al contacto prolongado con esta.

Imagen 11: Agregado de la cal a la elaboración del adobe.



Imagen 12: Grupo de adobes mejorados con cal.



3.1.4. Adobes mejorados con aditivo.

Para este grupo de adobes se le adiciono un aditivo de la marca “**Chema – Entrapaire**” cuyo envase era de un galón. Este aditivo puede afectar a la salud al simple contacto, por lo cual se trabajó con botas y guantes para evitar ser dañados por el aditivo.

Siguiendo la dosificación que se ha estado utilizando, se le ha agregado el aditivo a la mezcla; debido sus propiedades de hacer más fluida y maniobrable la mezcla a donde se está incorporando este aditivo, el vertido de este líquido se ha hecho en partes, viendo como reaccionaba con el barro, llegando así a verter 2 litros.

Imagen 13: Aditivo entrapaire.



Imagen 14: Grupo de adobes mejorados con aditivo.



Una vez realizado todo los grupos de adobes e identificados para su mejor reconocimiento procedemos a la cubierta del tendal para proteger los adobes de lluvias y animales que puedan perjudicar la integridad de los adobes.

Imagen 15: Cubierta del tendal.



El secado del adobe se completó en 28 días, según el ministerio de vivienda y Blondet, a los 10 días de realizado el desmolde de los adobes se deberán volter de costado para un secado mas unifrome.

Imagen 16: Volteado de los adobes.



Cabe resaltar que el tiempo promedio de mesclado y moldeado de todas los grupos de adobes fue en promedio de 50 min. Como se muestra a continuación:

- **Adobes base:** 35 min de mezclado y 20 min de moldeado.
- **Adobes mejorados con resina de cactus:** 30 min de mezclado y 20 min de moldeado.
- **Adobes mejorados con cal:** 35 min de mezclado y 20 min de moldeado.
- **Adobes mejorados con aditivo:** 35 min de mezclado y 20 de moldeado.

Pasado ya los 28 días, se podrá decir que los adobes ya se han secado por completo, de tal manera que podemos preparar los adobes para los ensayos en laboratorio.

Antes de seleccionar las muestras y prepáralas para su ensayo en laboratorio se debe de realizar un prueba de resistencia casera con la finalidad de comprobar que el secado del adobe ha sido el adecuado como se indica 2.2.5.

Imagen 17: Prueba de resistencia insitu.



Para el **ensayo de adherencia** se tuvo que preparar muestras de adobes con las dimensiones de 10x10x20 cm³, súper poniendo un adobe tras otro un emparedado, con un capa de mortero aplicado en la sección de contacto de cada cara del adobe, siendo necesario que para cada grupo de adobes el mortero tenga los mismos materiales de fabricación en cada grupo.

Imagen 18: Muestra para ensayo de adherencia.



Dado a que este ensayo trabaja con mortero fue necesario hacer una prueba de morteros como se indica Blondet, 2010 en el cual se haran morteros con la dosificaion señalada en la figura 25. Siendo las dosificaciones mostradas en la imagen 19 de izquierda a derecha de la siguiente manera: 1:5; 1:4; 1:3 y 1:2.

Imagen 19: Muestra para ensayo de adherencia.



Al ser separados los emparedados, se revisó las grietas que presentaban el mortero después de 1 día de secado; siendo así que la mezcla de mortero con 1:3 fue la que menos fisuras presento.

Imagen 20: Mortero 1:3.



Para el **ensayo de absorción** se sumergió a las unidades de adobes en agua hasta llenar los espacios vacíos que contenga cada muestra, el tiempo en el que se llenan los vacíos hasta saturar la muestra sumergida ha sido de 1 día.

Imagen 21: Ensayo de absorción.



Imagen 22: Muestras saturadas.



Para los **ensayos de resistencia a la compresión** se llevaron las muestras al laboratorio de Suelos y Concretos De La Universidad UTEA donde se realizaron las roturas.

Imagen 23: Rotura de adobe de 10x20x40.



Imagen 24: Rotura de adobe de 10x10x20.



3.2. CONFIABILIDAD Y VALIDACIÓN DEL INSTRUMENTO

Los ensayos realizados en la presente investigación fueron hechos en distintos lugares.

- ✓ Siendo así uno de ellos el LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y CONCRETO de la Universidad Tecnológica De Los Andes “**UTEA**”, donde se hizo las pruebas de compresión simple de las muestras de adobe con las medidas de **10x20x40** cm³, las cuales se asignaron por grupos siendo así su denominación en laboratorio: Grupo de adobes con **Cal**, Adob. Cal 1 y Adob. Cal 2. Grupo de Adobes **base**, Adob Normal 1 y Adob. Normal 2. Grupo de Adobes con **Resina de Cactus** Adob. Cactus 1 y Adob. Cactus 2. Grupo de Adobes con **Incorporador de aire**, Adob. Incorporador de aire 1 y Adob. Incorporador de aire 2. Siendo los resultados mostrados en el documento adjunto en los anexos “**N° 1**”, que certifica la valides del análisis de las muestras echa por el encargado del laboratorio el **Ing. Diego Vargas Cruz** y aprobados por el director de carrera de la facultad de ingeniería civil de la universidad **UTEA** el **Arq. Samuel Jacob Pacheco Chavez**.

Tabla 6: Tabla de rotura a compresión simple.

ITEM	MATERIAL	MEDIDAS (cm)			EDAD (DIAS)	DIAL CARGA (Kg)	ESFUERZO (Kg/cm ²)	DISEÑO (Kg/cm ²)	RESISTENCIA (%)
		ALT .	ANCH .	LARG .					
1	ADOB. CAL 1	10	20	40	40	4425	12.53	10	125.4
2	ADOB. CAL 2	10	20	40	40	4256	12.32	10	123.2
3	ADOB.NORMAL 1	10	20	40	40	3524	10.41	10	104.1
4	ADOB.NORMAL 2	10	20	40	40	3468	10.34	10	103.4
5	ADOB.CACTUS 1	10	20	40	40	4655	12.82	10	128.2
6	ADOB.CACTUS 2	10	20	40	40	4510	12.64	10	126.4
7	ADOB.INCORPORADOR DE AIRE 1	10	20	40	40	1245	6.56	10	765.6
8	ADOB.INCORPORADOR DE AIRE 2	10	20	40	40	1450	6.81	10	78.1

Fuente: Laboratorio de suelos y concreto de la UTEA.

- ✓ De la misma manera se realizó la rotura de adobes en el LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y CONCRETO de la Universidad Tecnológica De Los Andes “**UTEA**”, donde se hizo las pruebas de compresión simple de las muestras de adobe con las medidas de **10x10x20** cm³, las cuales se asignaron por grupos siendo así su denominación en laboratorio: Grupo de adobes con **Cal**, Adob. Cal 1 y Adob. Cal 2. Grupo de Adobes **Base**, Adob Normal 1 y Adob. Normal 2. Grupo de Adobes con **Resina de Cactus** Adob. Cactus 1 y Adob. Cactus 2. Grupo de Adobes con **Incorporador de aire**, Adob. Incorporador de aire 1 y Adob. Incorporador de aire 2. Siendo los resultados mostrados en el documento adjunto en los anexos “**N° 2**”, que certifica la valides del análisis de las muestras echa por el encargado del laboratorio el **Ing. Diego Vargas Cruz** y aprobados por el director de carrera de la facultad de ingeniería civil de la universidad **UTEA** el **Arq. Samuel Jacob Pacheco Chavez**.

Tabla 7: Tabla de rotura a compresión simple.

ITEM	MATERIAL	MEDIDAS (cm)			EDAD (DIAS)	DIAL CARGA (Kg)	ESFUERZO (Kg/cm ²)	DISEÑO (Kg/cm ²)	RESISTENCIA (%)
		ALT.	ANCH.	LARG.					
1	ADOB. CAL 1	10	10	20	40	980	9.90	10	99.0
2	ADOB. CAL 2	10	10	20	40	970	9.85	10	98.5
3	ADOB.NORMAL 1	10	10	20	40	896	9.84	10	94.8
4	ADOB.NORMAL 2	10	10	20	40	879	9.40	10	94.0
5	ADOB.CACTUS 1	10	10	20	40	1025	10.13	10	101.3
6	ADOB.CACTUS 2	10	10	20	40	1020	10.10	10	101.0
7	ADOB.INCORPORADOR DE AIRE 1	10	10	20	40	548	7.74	10	77.4
8	ADOB.INCORPORADOR DE AIRE 2	10	10	20	40	610	8.05	10	80.5

Fuente: Laboratorio de suelos y concreto de la UTEA.

- ✓ Para la prueba de adherencia se realizó las roturas de las muestras en el laboratorio de suelos y concretos **GEOLEF**, las muestras llevadas a laboratorio son emparedados de adobes de las dimensiones **10x10x20** cm³ con mortero como fijación entre los adobes. La asignación de las muestras para el laboratorio fue la siguiente: **M-1** adobes con resina de cactus, **M-2** adobes incorporador de aire, **M-3** adobes con cal y **M-4**

adobes base. Siendo los resultados mostrados en el documento adjunto en los anexos “N° 3, 4, 5 y 6”, que certifica la valides del análisis de las muestras echa por el encargado del laboratorio **Lucho Farnan Huamani** y aprobados por el responsable del laboratorio el **Ing. Edilberto Galvez Barrientos**.

Tabla 8: resultados del ensayo de adherencia.

MUESTRA	FUERZA	EDAD DÍAS	FUERZA KG	AREA CM2	Carga de tención
M-1	2575	7	2481.46	231	60.74
M-2	1800	7	1698.01	231	57.35
M-3	2085	7	1986.12	231	58.6
M-4	2600	7	2506.73	231	60.85

Fuente: Laboratorio de suelos y concreto geolef.

Con los resultados obtenidos en el laboratorio procedemos a remplazar los valores en las tablas especificadas en 2.2.12. (iii).

Tabla 9: Magnitudes de los lados medidos.

MUESTRA	AREA CM2	Carga de tención	Esfuerzo De Tracción
M-1	231	60.74	0.131
M-2	231	57.35	0.124
M-3	231	58.6	0.127
M-4	231	60.85	0.132

Fuente: Elaboración propia.

- ✓ Para los ensayos de absorción se hicieron de forma casera, pues no se requiera mayor que una balanza para medir los pesos secos y húmedos de las muestras ensayadas.

Los ensayos de absorción se hicieron en los dos tipos de adobes, los resultados siguientes pertenecen a los adobes de las dimensiones 10x20x40 cm³

Tabla 10: resultados del ensayo de absorción de los medios adobes.

MUESTRA	P SEC. Kg	P SAT. Kg	CAP. ABSORCIÓN %
n	5	6	20.00 %
c	5	5.9	18.00 %
ca	5	6.1	22.00 %
a	5	5.8	16.00 %

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 11: resultados del ensayo de absorción de adobes pequeños.

MUESTRA	P SEC. Kg	P SAT. Kg	CAP. ABSORCIÓN %
N	19	24	26.32 %
C	19.5	23.5	20.51 %
Ca	19	23	21.05 %
A	18.5	22	18.92 %

Fuente: Elaboración propia.

- ✓ Los análisis de granulometría y de límites de Atterberg se realizaron en el laboratorio de la **Universidad Alas Peruanas (UAP) filial Abancay** con el permiso del director de carrera el **PhD. Alex Aboon Vásquez Saavedra**, siendo el **PhD. Alex Aboon Vásquez Saavedra** el supervisor de los laboratorios hechos por mi persona el Bachiller Karlo Pedro Martínez Vargas.

Siendo los resultados obtenidos del laboratorio de los ensayos de los límites de Atterberg los siguientes:

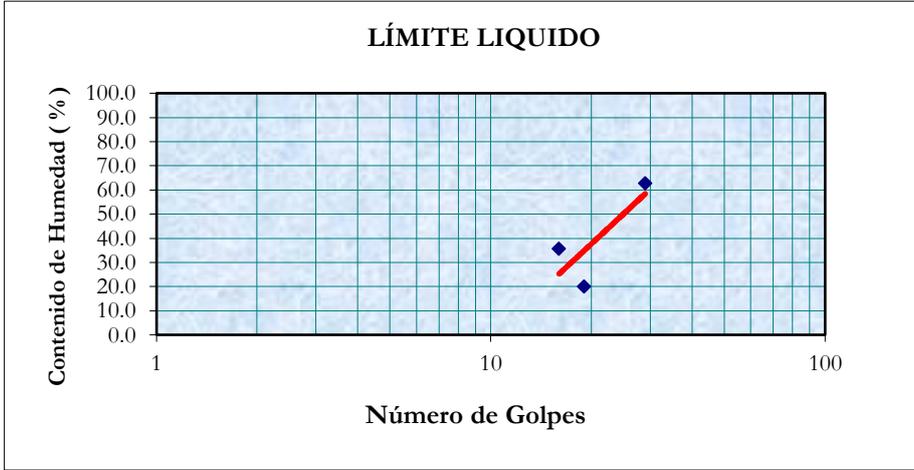
a. Limite líquido y Limite plástico.

Tabla 12: Resultados de ensayos de LL y LP.

LÍMITES DE CONSISTENCIA								
Tara Número	UND.	LÍMITE LÍQUIDO			LÍMITE PLÁSTICO			Límites de Consistencia
		1	2	3	1	2	3	
Peso Tara + Muestra Húmeda	Gr	28.50	21.00	23.50	28.00	28.00	28.00	Límite Líquido: LL =50.18%
Peso Tara + Muestra Seca	Gr	22.33	20.00	21.00	27.50	27.00	27.50	Límite Plástico: LP =19.58%
Peso de la Tara	Gr	12.50	15.00	14.00	23.00	24.00	24.00	Índice de Plasticidad: IP =30.60%
Peso de la Muestra Seca	Gr	9.83	5.00	7.00	4.50	3.00	3.50	Comt. De Humedad : W _n =37.61%
Peso del Agua	Gr	6.17	1.00	2.50	0.50	1.00	0.50	Grado de Consistencia: K _w =0.41
Contenido de Humedad	%	62.77	20.00	35.71	11.11	33.33	14.29	Grado de Consistencia : Viscosa
Número de Golpes		29	19	16	Promedio : 19.58			

Gráfico 1: Resultados del ensayo de Atterberg.	
Número de Golpes	Contenido de Humedad (%)
29	62.77
19	20.00
16	35.71
25	50.177

LÍMITE LIQUIDO



Contenido de Humedad (%)

Número de Golpes

Fuente: Elaboración propia.

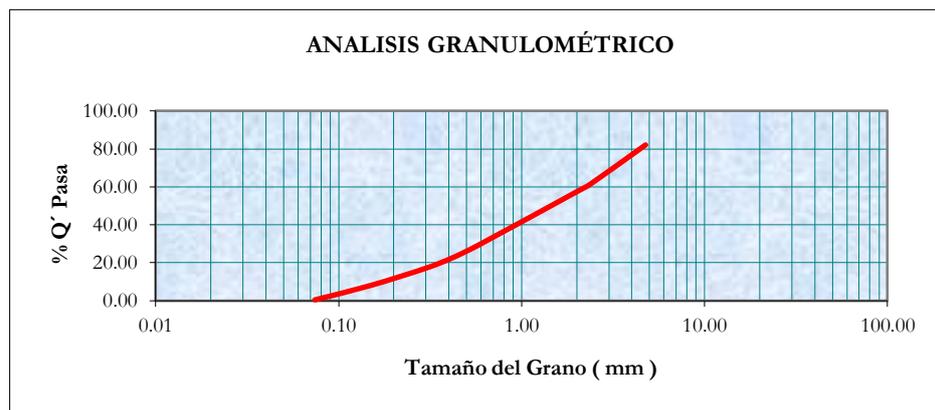
De la misma manera se hizo el ensayo de granulometría con la finalidad de conocer de mejor manera el suelo utilizado para la elaboración de los adobes, siendo estos los resultados:

Tabla 13: Resultados del ensayo de granulometría.

<i>ANÁLISI GRANULOMÉTRICO</i>				
Peso Inicial de la Muestra Seca	= 688.00Gr	D60 = 23.31	Cu = 48.563	
Peso de la Muestra Después del Labado	= 638.40Gr	D30 = 7.49	Cc = 5.014	
Perdida por Lavado	= 49.60Gr	D10 = 0.48		
Tolerancia	7.21 %			
Tamiz	Abertura (mm)	Retenido		% Q' Pasa
		(gr.)	(%)	
4	4.760	123.00	17.88	82.12
8	2.380	142.00	20.64	61.48
10	2.000	28.00	4.07	57.41
30	0.590	191.00	27.76	29.65
40	0.420	48.00	6.98	22.67
50	0.297	39.00	5.67	17.01
100	0.149	62.00	9.01	7.99
200	0.074	52.00	7.56	0.44
Cazoleta		3.00	0.44	
Total Retenido :		688.00	100.00	

Fuente: Elaboración propia.

Gráfico 2: Resultados del ensayo de granulometría.



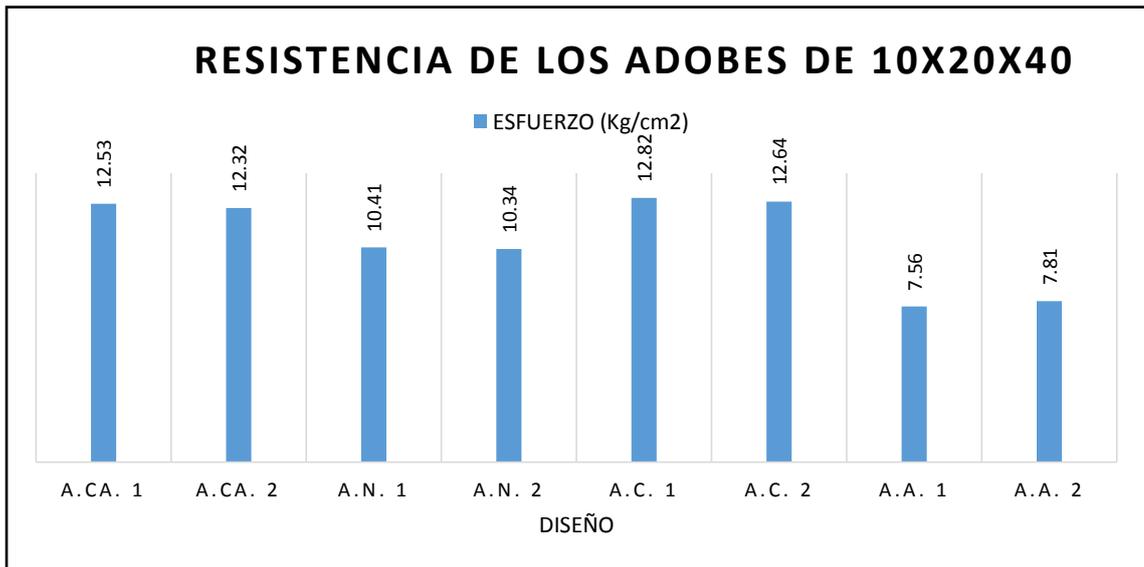
Fuente: Elaboración propia.

3.3. ANÁLISIS CUANTITATIVO DE LAS VARIABLES

Los análisis cuantitativos de las variables se harán comparando los resultados de los laboratorios hechos mediante gráficos de columnas y gráficos de líneas para una mejor apreciación de los resultados.

3.3.1. Resistencia de los adobes.

Grafico 3: Resistencia de muestras de 10x20x40.



Fuente: Elaboración propia.

Dónde: **A.C.A. 1** y **A.C.A. 2** son adobes con cal, **A.N. 1** y **A.N. 2** son adobes con normales, **A.C. 1** y **A.C. 2** son adobes con resina de goma, **A.A. 1** y **A.A. 2** son adobes con aditivos.

En la gráfica se muestra la comparación de la resistencia del adobe de las dimensiones de 10x20x40 cm³ a la compresión, comparada con la resistencia de diseño esperada.

Siendo así que los adobes normales han llegado a la resistencia de diseño requerida de 10 kg/cm², mientras que los adobes con cactus han superado la resistencia esperada marcando la mayor resistencia en las muestras ensayadas, de la misma manera los adobes con cal han superado la resistencia de diseño pero no ha podido superar la resistencia de los

adobes con cactus y los adobes con aditivos han sido los que menos resistencia han mostrado.

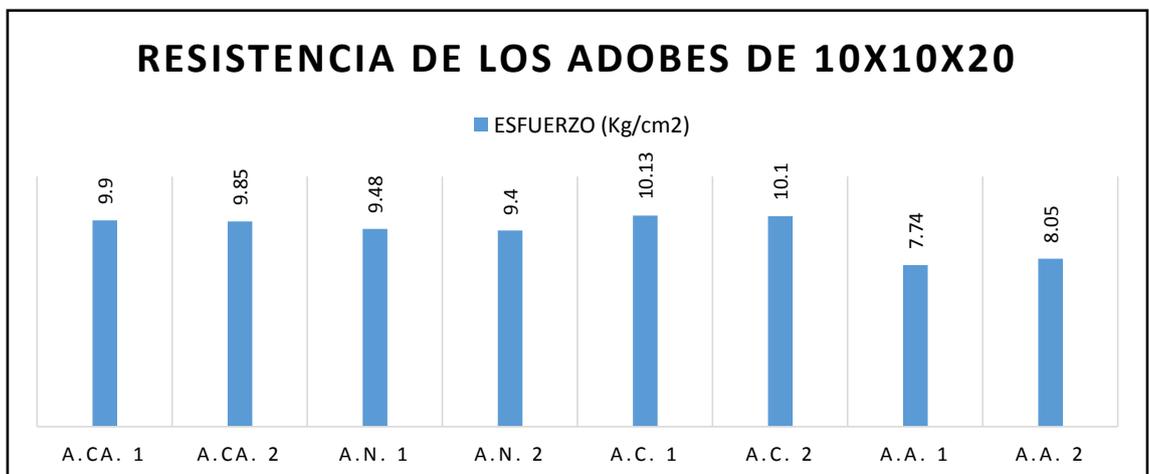
Grafico 4: Resistencia en porcentaje.



Fuente: Elaboración propia.

En la **gráfica 4** de barras agrupadas se muestran los valores de la resistencia de las muestras ensayadas en porcentaje para una mejor comparación de las resistencias obtenidas, siendo las muestras de adobes con cactus las más resistentes y las muestras con aditivos las menos resistentes.

Grafico 5: Resistencia de muestras de 10x10x20.



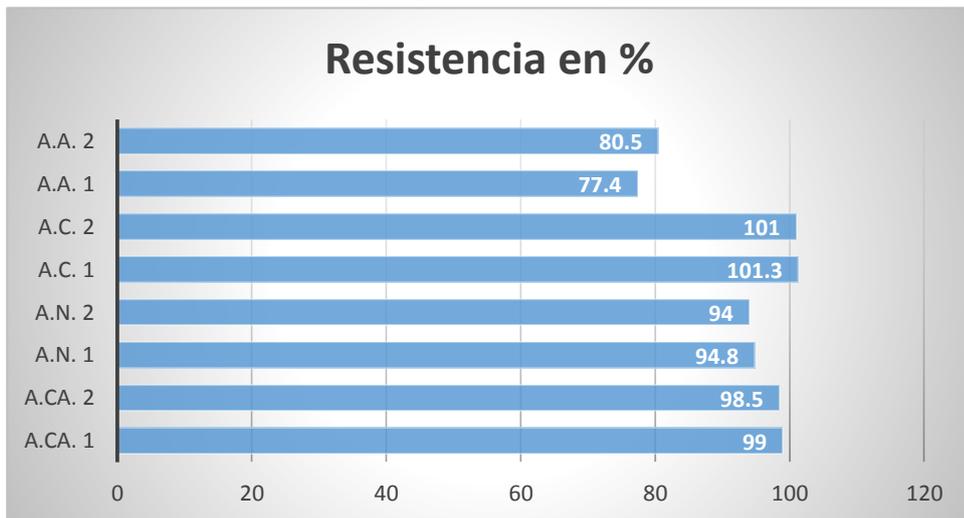
Fuente: Elaboración propia.

Dónde: **A.CA. 1** y **A.CA. 2** son adobes con cal, **A.N. 1** y **A.N. 2** son adobes con normales, **A.C. 1** y **A.C. 2** son adobes con resina de goma, **A.A. 1** y **A.A. 2** son adobes con aditivos.

En la **gráfica 5** se muestra la comparación de la resistencia del adobe de las dimensiones de 10x10x20 cm³ a la compresión, comparada con la resistencia de diseño esperada.

De acuerdo a los resultados los adobes normales no han alcanzado la resistencia de diseño de 10 kg/cm² requerida, mientras que los adobes con cactus la han superado marcando la mayor resistencia de las muestras ensayadas, mientras que las muestras de adobes con cal no han superado resistencia de diseño por un margen pequeño y los adobes con aditivos han registrado la menor resistencia.

Grafico 6: Resistencia en porcentaje.

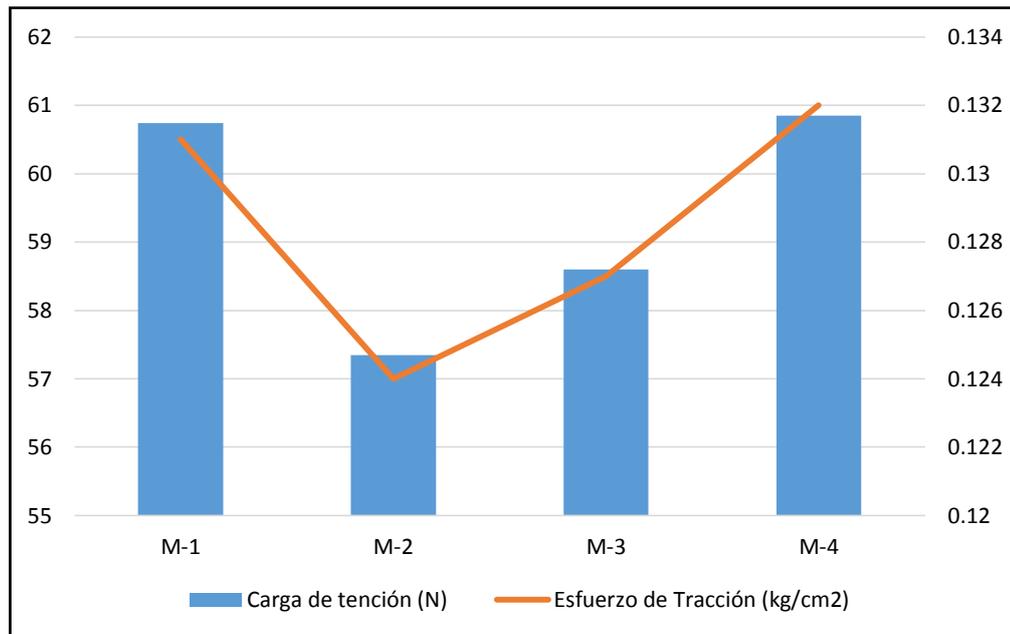


Fuente: Elaboración propia.

En la **gráfica 6** de barras agrupadas se muestran los valores de la resistencia de las muestras ensayadas en porcentaje para una mejor comparación de las resistencias obtenidas, siendo las muestras de adobes con cactus las más resistentes y las muestras con aditivos las menos resistentes.

3.3.2. Adherencia de los adobes.

Grafico 7: Resistencia del ensayo de adherencia.



Fuente: Elaboración propia.

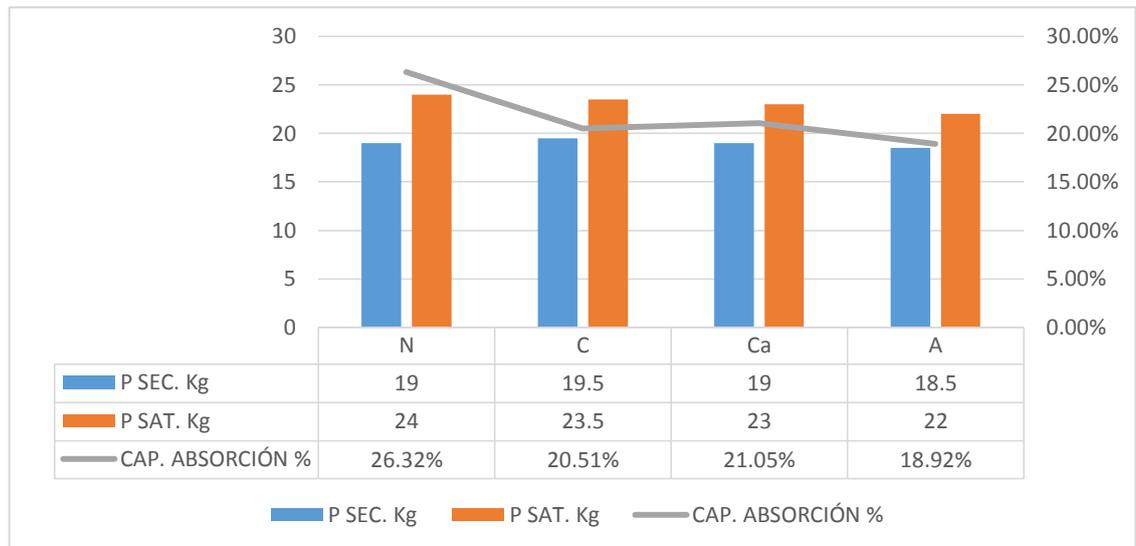
Dónde: **M-1** son morteros con resina de cactus, **M-2** son morteros incorporador de aire, **M-3** son morteros con cal y **M-4** son morteros normal.

En el **gráfico 7** se muestra los esfuerzos de tracción alcanzados por los morteros en el ensayo de adherencia, siendo así que el mortero **M-4** tiene el mayor valor alcanzado, siendo el mortero **M-2** el que menor valor a alcanzado.

Cabe mencionar que los valores obtenidos en laboratorio cumplen con lo estipulado con norma E.080.

3.3.3. Capacidad de absorción de los adobes.

Grafico 8: Capacidad de absorción de las muestras de dimensiones 10x20x40.

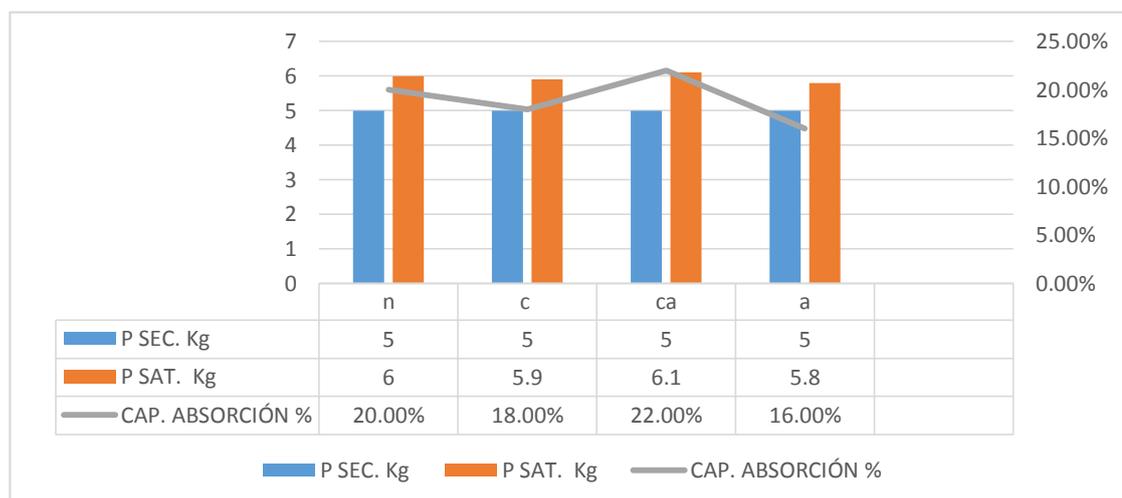


Fuente: Elaboración propia.

Dónde: **N** son adobes normales, **C** son adobes con resina de cactus, **Ca** adobes con cal y **A** adobes con aditivos.

En el **grafico 8** se muestra los porcentajes de la capacidad de absorción de las muestras saturadas, mostrando que las muestra **N** es la que más porcentaje muestra, lo que nos indica que es la muestra que más agua absorbe. El resto de muestras han absorbido menos que la muestra **N**, siendo a muestra **A** la más impermeable.

Grafico 9: Capacidad de absorción de las muestras de dimensiones 10x10x20.



Dónde: **n** son adobes normales, **c** son adobes con resina de cactus, **CA** adobes con cal y **a** adobes con aditivos.

En el **grafico 9** se muestra los porcentajes de la capacidad de absorción de las muestras saturadas, mostrando que las muestra **ca** es la que más porcentaje muestra, lo que nos indica que es la muestra que más agua absorbe. El resto de muestras han absorbido menos que la muestra **ca**, siendo a muestra **a** la más impermeable.

3.3.4. Límites de Atterberg y granulometría.

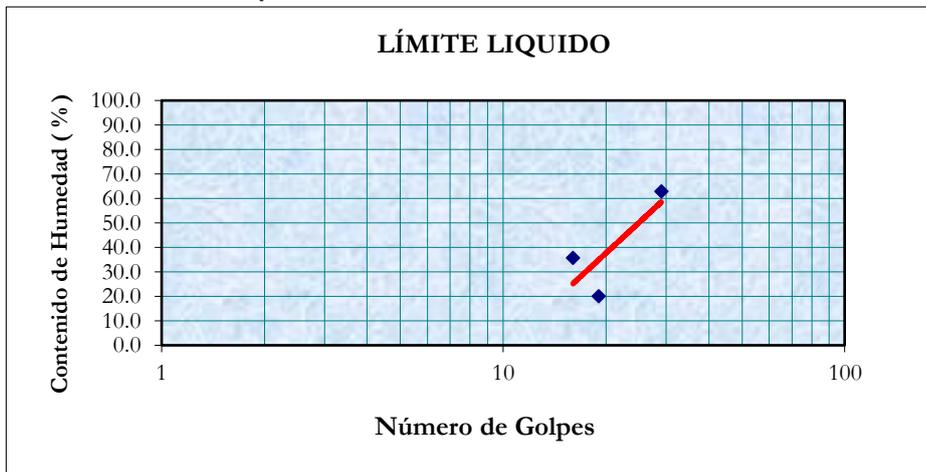
Los ensayos de límite de Atterberg se realizaron para determinar la consistencia del material utilizado para la elaboración de los adobes

Tabla 14: Resultados del de Límites de Atterberg.

Límites de Consistencia		Número de	Contenido de
Límite Líquido:	LL = 50.18%	Golpes	Humedad (%)
Límite Plástico:	LP = 19.58%	29	62.77
Índice de Plasticidad:	IP = 30.60%	19	20.00
Comt. De Humedad :	Wn = 37.61%	16	35.71
Grado de Consistencia:	Kw = 0.41	25	50.177
Grado de Consistencia :	Viscosa		

Fuente: Propia.

Grafico 10: Limite líquido.

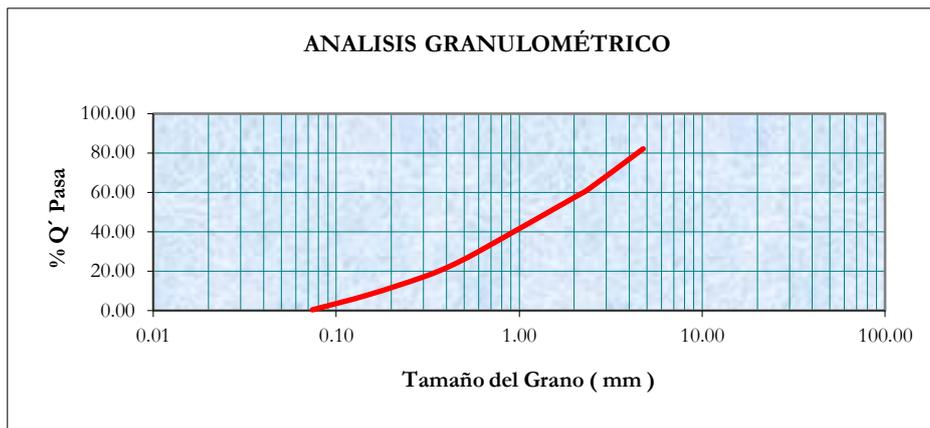


Fuente: Elaboración propia.

De acuerdo al **gráfico 10** y como se muestran en los resultados de laboratorio la tierra ensayada en laboratorio nos da como resultado que su consistencia es viscosa, lo cual nos quiere decir que la tierra que se usó para la elaboración de los adobes es la adecuada en relación a su consistencia.

Ensayo de granulometría.

Gráfico 11: Curva granulométrica.



Fuente: Elaboración propia.

Del **gráfico 11**, obtenido del ensayo de granulometría se ha obtenido los valores de D10, D30 y D60; con la finalidad de hallar el coeficiente de uniformidad C_u y coeficiente de curvatura C_c para determinar el tipo de suelo del cual se ha extraído la tierra para la elaboración de adobes.

Tabla 15: Resultados del análisis granulométrico.

D60 =	23.31	$C_u =$	48.563
D30 =	7.49	$C_c =$	5.014
D10 =	0.48		

Fuente: Elaboración propia.

Con los coeficientes calculados podemos decir que el suelo del cual se extrajo la tierra son arcillas de alta plasticidad **CH**, con límite líquido mayor

a 50 %, y se caracterizan por ser muy compresibles, corroborados con la carta de plasticidad del SUCS.

CAPITULO IV

PROCESO DE CONTRASTE DE HIPÓTESIS

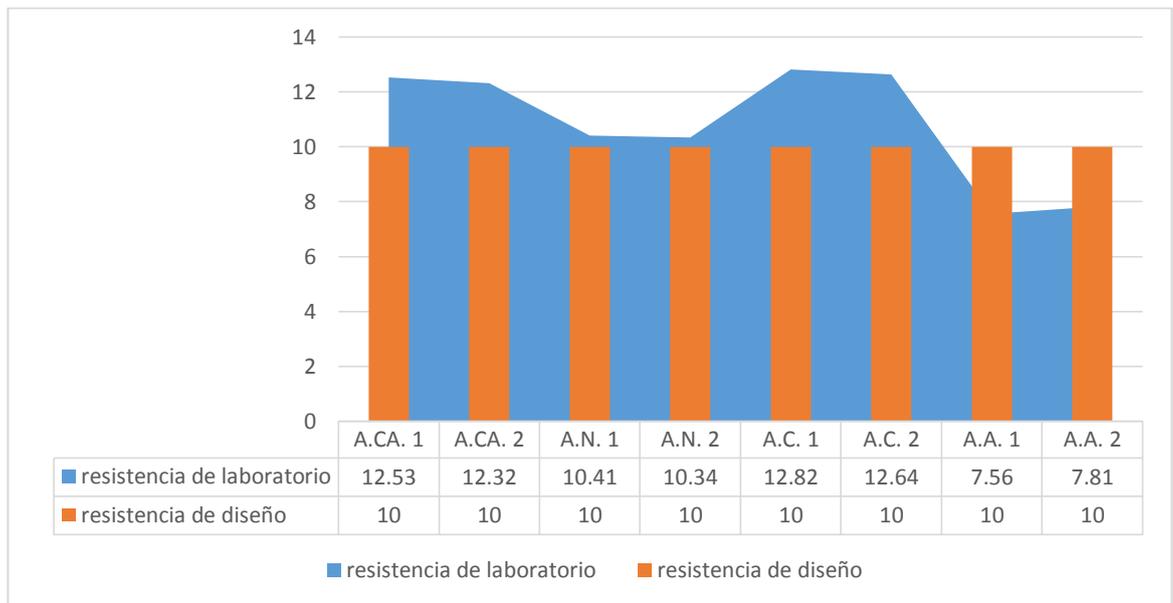
4.1. PRUEBA DE HIPÓTESIS GENERAL

Siendo la hipótesis H_i : “La adición de elementos (aditivos u otro material) en la elaboración del adobe, mejorara sus propiedades y/o características”.

4.1.1. Pruebas de resistencia.

En lo que se requiere a resistencia a la compresión de los adobes la norma estipula que el mínimo 10 kg/cm² en la mayoría de los casos.

Grafico 12: Comparación de resistencias con el mínimo.



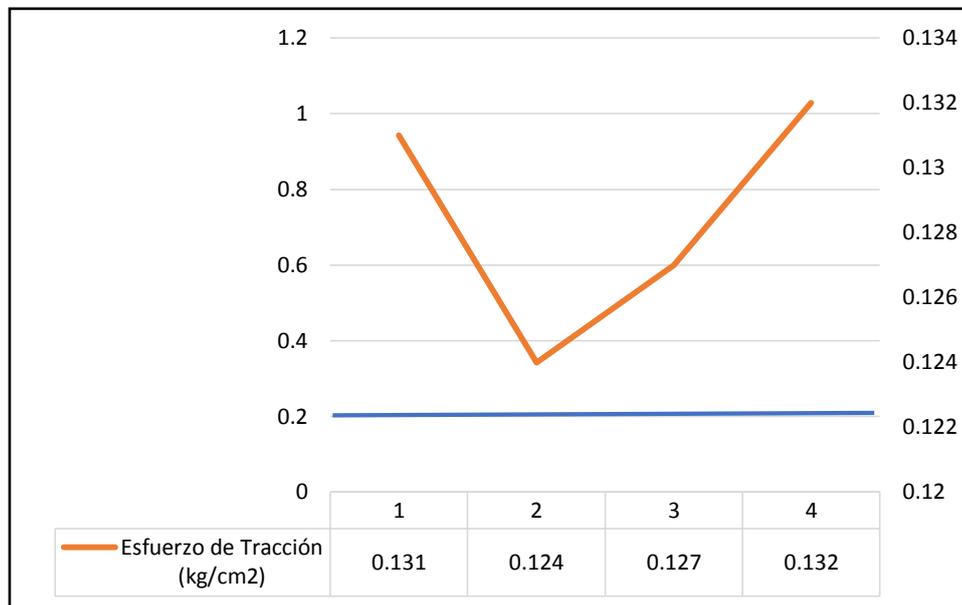
Fuente: Elaboración propia.

El **grafico 12** nos indica las muestras que han superado lo estipulado en el reglamento, viéndose que la mayoría de los adobes la han mostrado una resistencia superior a la mínima esperada.

4.1.2. Pruebas de adherencia.

En lo que se refiere a adherencia la norma estipula que el valor mínimo del ensayo efectuado debe ser igual o superior a 0.12 kg/cm².

Grafico 13: Comparación de los esfuerzo de tracción.



Fuente: Elaboración propia.

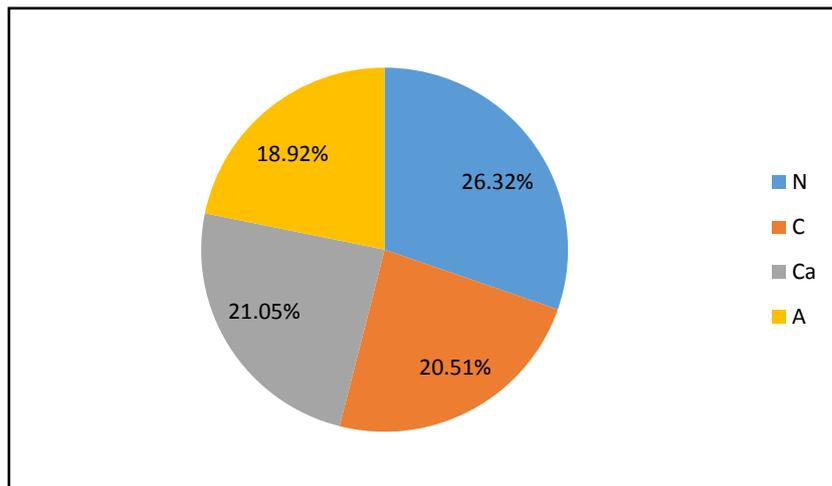
Dónde: **M-1** son morteros con resina de cactus, **M-2** son morteros incorporador de aire, **M-3** son morteros con cal y **M-4** son morteros normal.

El **grafico 13** nos muestra que los morteros ensayados en la prueba de adherencia superan el mínimo estipulado por la norma.

4.1.3. Pruebas de absorción.

En lo que se refiere al ensayo de absorción se hará una comparación entre las muestras, para determinar cuál de todas muestras ensayadas es más impermeable ante la saturación de vacíos

Grafico 14: Comparación de la capacidad de absorción.



Fuente: Elaboración propia.

Del **grafico 14** se puede ver que con respecto a N las demás muestras han mejorado su permeabilidad.

Por lo tanto se puede decir por comparación las muestras de adobes mejorados, sean con **resina de cactus, cal o el aditivo** frente a los adobes **normales**, han mejorado tanto su resistencia como su adherencia y su permeabilidad.

Por último se afirma que **la adición de elementos (aditivos u otro material) en la elaboración del adobe** si mejora sus propiedades.

4.2. PRUEBA DE HIPÓTESIS ESPECIFICAS

Siendo las hipótesis específicas las siguientes:

Ha: “La adición de aditivos naturales puede mejorar las propiedades del adobe”.

Hb: “La adición de aditivos artificiales puede mejorar las propiedades del adobe”.

Hc: “La adición de cal puede mejorar las propiedades del adobe”.

Estas hipótesis afirman la existencia de una diferencia entre las poblaciones, o la presencia de un efecto no nulo de los tratamientos y suele ser la hipótesis que se desea probar. El diseño será:

$$Ha: \bar{An} \neq \bar{Aan} ; Ha: \bar{An} > \bar{Aan} ; Ha: \bar{An} < \bar{Aan}$$

$$Hb: \bar{An} \neq \bar{Aaa} ; Ha: \bar{An} > \bar{Aaa} ; Ha: \bar{An} < \bar{Aaa}$$

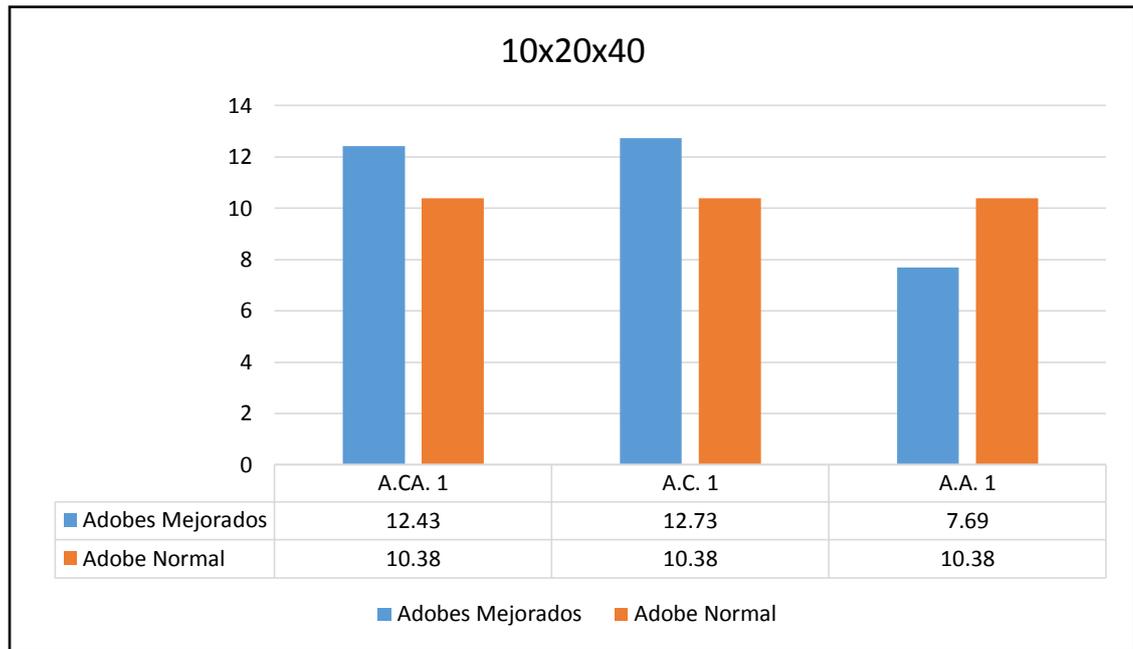
$$Hc: \bar{An} \neq \bar{Ach} ; Ha: \bar{An} > \bar{Ach} ; Ha: \bar{An} < \bar{Ach}$$

- Siendo:
- *An*: adobo natural.
 - *Aan*: adobe con aditivos naturales.
 - *Aaa*: adobe con aditivos artificiales.
 - *Ach*: adobe con cal.

De tal manera que para la contratación de las hipótesis se compararan los resultados de los laboratorios de los adobes normales con los adobes mejorados.

4.2.1. Comparación de resistencia.

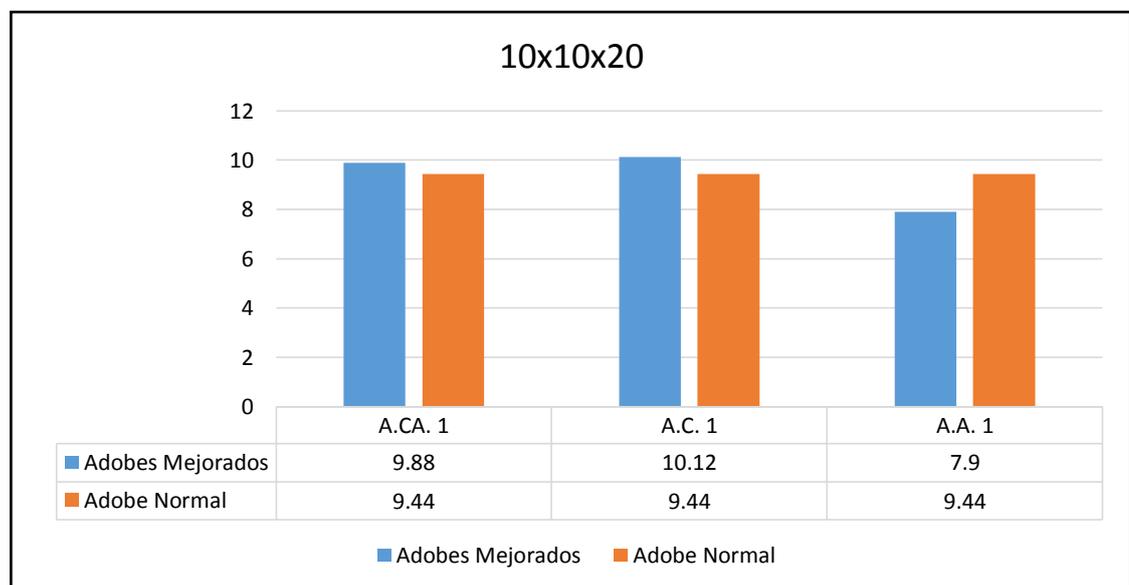
Grafico 15: Comparación de resistencias promedio.



Fuente: Elaboración propia.

Del **grafico 15** podemos decir que los adobes con cal y los adobes con resina de cactus han superado la resistencia marcada por los adobes normales, a diferencia de los adobes con aditivo, cuya resistencia no ha superado siquiera la mínima establecida.

Grafico 16: Comparación de resistencias promedio

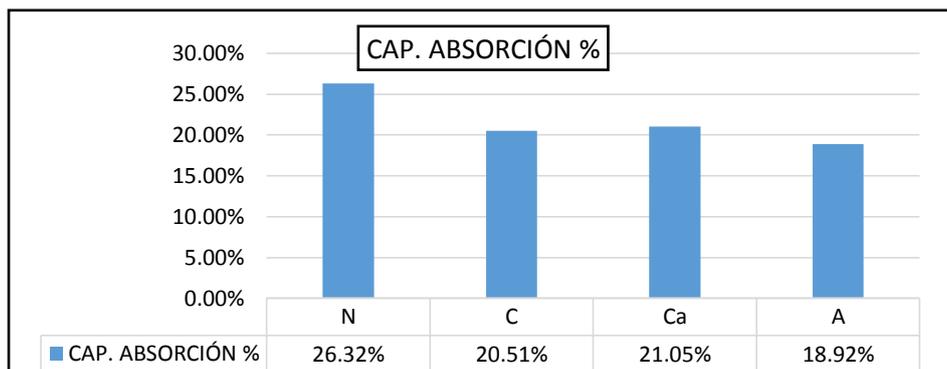


Fuente: Elaboración propia.

Del **grafico 16** podemos ver que en las muestras pequeñas de adobes normales no han superado el mínimo establecido, siendo así que el único grupo que logro superar este parámetro fue el de los adobes con cactus, y como en el caso anterior los adobes con aditivo no han superado el valor mínimo requerido.

4.2.2. Comparación de capacidad de absorción.

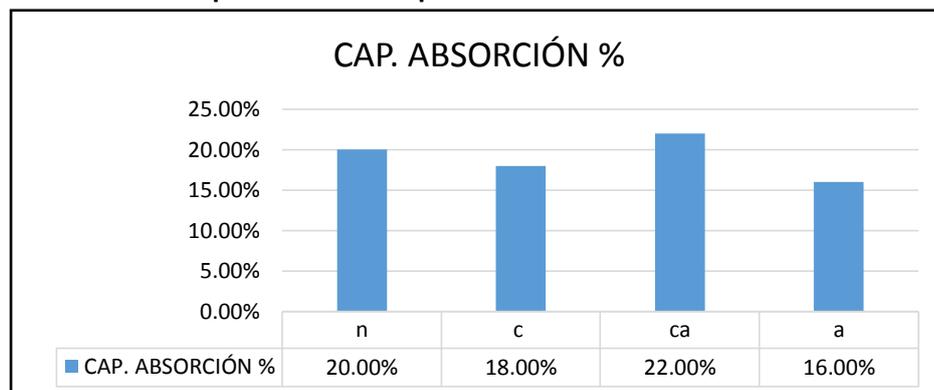
Grafico 17: Comparación de la capacidad de absorción.



Fuente: Elaboración propia.

Del **grafico 17** podemos ver que la muestra que más capacidad de absorción tiene es el adobe normal con un 26.32% de absorción, en comparación, los adobes mejorados presentan un menor porcentaje de absorción, siendo el adobe con aditivo el que más impermeable es de las muestras con las dimensiones 10x20x40.

Grafico 18: Comparación de la capacidad de absorción.

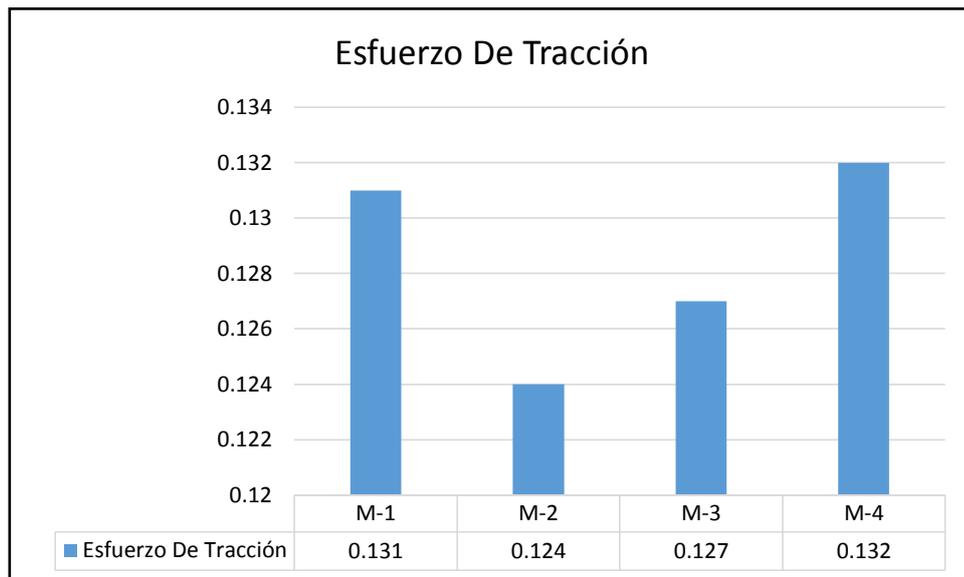


Fuente: Elaboración propia.

Del **grafico 18** podemos ver que el adobe normal ha marcado un 20% de absorción, en comparación a este el adobe con cal ha subido un 2% de su capacidad de absorción, mientras que las muestras con resina de cactus y aditivo muestran un menor porcentaje de absorción, siendo el adobe con aditivo el más impermeable de las muestras con las dimensiones de 10x10x20.

4.2.3. Comparación de la adherencia.

Grafico 19: Comparación de la Adherencia.



Fuente: Elaboración propia.

Dónde: **M-1** son morteros con resina de cactus, **M-2** son morteros incorporador de aire, **M-3** son morteros con cal y **M-4** son mortero normal.

En el **grafico 19** se puede ver que el mortero M-4 es el que mayor adherencia tiene en comparación a los otros mortero, siendo el mortero M-2 el que menor adherencia tiene.

Con los resultados analizados en las gráficas anteriores podemos decir entonces que:

- **Ha:** “La adición de aditivos naturales puede mejorar las propiedades del adobe”.

Siendo la contratación de hipótesis específica es $H_a: \bar{A}n \neq \bar{A}an$; $H_a: \bar{A}n > \bar{A}an$; $H_a: \bar{A}n < \bar{A}an$. Esto nos indica que la hipótesis esta hipótesis puede ser verdadera, similar o fallar de acuerdo a los resultados obtenidos.

Se vio que en lo que a resistencia de los adobes se refiere, las muestras con resina de cactus son más resistentes en comparación a los normales. Con respecto a la capacidad de absorción, se ha demostrado que son mas impermeables en comparación con los normales. Y en cuanto a la adherencia se vio que no han podido superar al mortero M-4.

Siendo así que en los tres campos donde se ha probado esta hipótesis se ha obtenido un resultado de 2 de 3, por lo cual diremos que esta hipótesis es verdadera.

- **Hb:** “La adición de aditivos artificiales puede mejorar las propiedades del adobe”.

Siendo la contratación de hipótesis específica es $H_b: \bar{A}n \neq \bar{A}an$; $H_a: \bar{A}n > \bar{A}an$; $H_a: \bar{A}n < \bar{A}an$. Esto nos indica que la hipótesis esta hipótesis puede ser verdadera, similar o fallar de acuerdo a los resultados obtenidos.

Se vio que en lo que a resistencia de los adobes se refiere, las muestras con aditivos artificiales no son resistentes en comparación a los normales. Con respecto a la capacidad de absorción, se ha demostrado que son mas impermeables en comparación con los normales siendo las muestras con aditivos artificiales la más impermeables. Y en cuanto a la adherencia se vio que no han podido superar al mortero M-4.

Siendo así que en los tres campos donde se ha probado esta hipótesis se ha obtenido un resultado de 1 de 3, por lo cual diremos que esta hipótesis no es verdadera.

- **Hc:** “La adicción de cal puede mejorar las propiedades del adobe”.

Siendo la contratación de hipótesis específica es $H_c: \overline{An} \neq \overline{Aan}$; $H_a: \overline{An} > \overline{Aan}$; $H_a: \overline{An} < \overline{Aan}$. Esto nos indica que la hipótesis esta hipótesis puede ser verdadera, similar o fallar de acuerdo a los resultados obtenidos.

Se vio que en lo que a resistencia de los adobes se refiere, las muestras con cal son más resistentes en comparación a los normales. Con respecto a la capacidad de absorción, se ha demostrado que son más impermeables en comparación con los normales de dimensiones 10x20x40, mientras que las muestras de dimensiones 10x10x20 han sido las menos impermeables. Y en cuanto a la adherencia se vio que no han podido superar al mortero M-4.

Siendo así que en los tres campos donde se ha probado esta hipótesis se ha obtenido un resultado de 2 de 3, por lo cual diremos que esta hipótesis es verdadera, pero se debe de tener en consideración las dimensiones si se desea utilizar este tipo de adobes.

CAPÍTULO V

DISCUSIÓN DE RESULTADOS

CONCLUSIONES

- Se ha demostrado una mejoraría en las propiedades del adobe al ser incluidas aditamentos el proceso de su elaboración, en relación a su resistencia, adherencia e impermeabilidad; siendo algunos más efectivos que otros en el momento de haber sido ensayados.
- La fabricación de los adobes ha llegado a cumplir con los mínimos parámetros que pedía la norma, refiriéndonos a las muestras de las dimensiones 10x20x40 cm². Por otro lado en lo que concierne a las muestras de dimensiones 10x10x40 no han podido llegar a los mínimos establecidos por la norma en su totalidad, por tanto es necesario estudiar estas muestras para un rediseño en sus dimensiones y ver otras dosificaciones para tratar de mejorar estos resultados.
- La adición de resina de cactus a la elaboración de adobes ha mejorado sus características, siendo uno de los aditivos que mejores resultados ha mostrado. El incremento de la resistencia en comparación a las muestras base y de la impermeabilidad hace que este aditivo fácil de obtener y fabricar sea considerado en una producción en masa. En lo que respecta a la adherencia, se tiene que probar otras dosificaciones de mortero ya que los resultados para este aditivo fueron menores al mortero de barro solo por muy poco.
- El uso de aditivos artificiales como el que es uso para esta investigación debe ser más estudiado, ya que los resultados desfavorables de esta no confinan

al resto, a pesar de su gran impermeabilidad con relación al barro no es para recomendar su uso en una fabricación en masa.

- La adición de cal en proceso de su elaboración ha demostrado mejoras en resistencia y absorción las cuales pueden mejorar, se debe de hacer más estudios a la interacción de este material con el barro para la fabricación de adobes pues los resultados obtenidos son parecidos a los obtenidos con los adobes mejorados con resina de cactus.
- Debido a las propiedades del adobe que ya tiene establecidas la adición de resina de cactus es una opción viable para la fabricación de adobes, pues es de los materiales que mejor rendimiento ha tenido.

RECOMENDACIONES

- El batido del barro, la paja y algún otro aditamento que se quiera aumentar es de suma importancia para garantizar una buena resistencia de los adobes y para evitar rajaduras en las unidades producidas, ya que depende de la sujeción de estos materiales para una buena unidad de adobe, siendo así que se recomienda un tiempo de batido de 30 a 40 min.
- Al momento de realizar el desmoldado se recomienda tener el tendal bien nivelado y con una cubierta de arena fina para evitar que los adobes se peguen al suelo, ya que las unidades de adobes pueden sufrir rajaduras por el mal posicionamiento en el tendal.
- Se recomienda la hacer los adobes en épocas donde no hayan lluvias, si bien es cierto que se puede cubrir con un plástico o con esteras, esto no asegura al 100 por ciento la integridad de todas las unidades fabricadas.
- Se recomienda hacer otra prueba de adherencia con otra dosificación de mortero, ya que los resultados de este estudio no han podido superar la adherencia del mortero de barro solo.
- Si bien es cierto la adición de resina de cactus ha mejorado las propiedades del adobe común, podría ser mejoradas con la utilización de otras dosificaciones.
- Se recomienda el uso de resina de cactus en la elaboración del adobe debido a que se ha mostrado un incremento en las propiedades del adobe, siendo así que con el uso de técnicas de reforzamiento en construcciones con adobes puede aportar un mejor desempeño de este.

- La adición de activos en el proceso de elaboración no debe limitarse a estos resultados, si bien es cierto que solo se ha mejorado la impermeabilidad de los adobes, se puede hacer el experimento con otros aditivos y ver cual puede funcionar de mejor manera.

BIBLIOGRAFÍA

- Moraga, D., & Cruz Sotelo, A. (2011). *SISTEMA CONSTRUCTIVO TRADICIONAL ADOBE*. Lima.
- Solís Vásquez, D., Aguinda Pilla, J., & Soliz Velásquez, B. (s.f.). *Ensayo de compactación*.
- Blondet, M. (2010). Manual de Construcción con Adobes reforzados con geomallas de viviendas de bajo costo saludables y seguras. En M. Blondet, *Manual de Construcción con Adobes reforzados con geomallas de viviendas de bajo costo saludables y seguras* (pág. 96). Lima: FONDO EDITORIAL.
- Civil, I. (Junio de 2009). <http://ingecivilcusco.blogspot.pe/>. Obtenido de <http://ingecivilcusco.blogspot.pe/2009/07/aditivos-aspectos-generales.html>
- Departamento de Ingeniería Civil, U. d. (2007). *Apuntes Laboratorio CI44A*, Chile.
- García Verduch, A. (2008). Método de ensayo para la determinación de capacidad de absorción de agua de los ladrillos. *Materiales de Construcción*, 97.
- Mac Donnell, H., Massera, A., Calvo, M., & Balzamo, H. (2009). *LABORATORIO DE ENSAYOS DE ADHERENCIA*. Buenos Aires.
- Ministerio de Vivienda, C. y. (2009). *Reglamento Nacional de Edificaciones*. Lima, Perú.
- Ministerio de Vivienda, C. y. (2010). *Edificaciones Antisísmicas de Adobe*. Lima, Perú.
- Ortiz Guzmán, M., Morales Domínguez, V. J., & Alavéz Ramírez, R. (2007). Mejoramiento de las propiedades mecánicas del adobe compactado. *Naturaleza y Desarrollo*, 41-48.
- Puerta, K. Y. (2010). *PROPUESTA DE ADITIVOS NATURALES Y MICROFIBRAS DE PAPEL PARA REPARAR FISURAS EN MUROS DE MONUMENTOS HISTÓRICOS DE TIERRA*. Lima.
- REGIONAL, C. I. (Febrero de 2011). *MEJORAMIENTO DEL ADOBE PARA DISMINUIR RIESGOS EN LA CONSTRUCCIÓN DE VIVIENDAS*. Presentación, Mexico.

Salas, A. G. (26 de Junio de 2012). *http://arquetipounah.blogspot.pe*. Obtenido de *http://arquetipounah.blogspot.pe/2012/05/el-adobe.html*

Saroza, B., Rodríguez, M. A., Menéndez, J. M., & Barroso, I. J. (2008). *Estudio de la resistencia a compresión simple del adobe elaborado con suelos procedentes de Crescencio Valdés, Villa Clara, Cub. Oviedo.*

Vargas Neumann, J., Torreavala, D., & Blondet, M. (2007). Construcciones de casa salusables y sismoresistentes de adobe reforzado con geomalla. San Miguel, Lima : FONDO EDITORIAL.

Wikipedia. (2008). *Wikipedia*. Obtenido de *https://es.wikipedia.org/wiki/Adobe*

Reglamento Nacional de Edificaciones, E.080.

ANEXOS
CERTIFICADOS DE LABORATORIO


UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE LOS ANDES
CARRERA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y CONCRETO - CONTROL DE CALIDAD



**RESISTENCIA A LA COMPRESION DE CILINDROS
DE CONCRETO (NTP 339.034 / ASTM C39M)**

TESIS : MEJORAMIENTO DE LA ELABORACION COMO MATERIAL DE CONSTRUCCION

UBICACIÓN: UNIVERSIDAD A LAS PERUANAS
DISTRITO: ABANCAY
PROVINCIA: ABANCAY
DEPARTAMENTO: APURIMAC

SOLICITADO POR: PEDRO MARTINEZ VARGAS
OPERADOR: MIGUEL MARIO ANAMPA RIOS

ITEM	MATERIAL NOBLE	MEDIDAS (cm)			FECHA		EDAD (DIAS)	DIAL CARGA (Kg)	ESFUERZO (Kg/cm ²)	DISEÑO (Kg/cm ²)	RESISTENCIA (%)
		ALT.	ANCH.	LARG.	MOLDEO	ROTURA					
1	ADOB. CAL	10	20	40	08/11/2015	18/12/2015	40	4425	12.53	10	125.4
2	ADOB. CAL	10	20	40	08/11/2015	18/12/2015	40	4256	12.32	10	123.2
3	ADOB. NORMAL	10	20	40	08/11/2015	18/12/2015	40	3524	10.41	10	104.1
4	ADOB. NORMAL	10	20	40	08/11/2015	18/12/2015	40	3468	10.34	10	103.4
5	ADOB. CACTUS	10	20	40	08/11/2015	18/12/2015	40	4655	12.82	10	128.2
6	ADOB. CACTUS	10	20	40	08/11/2015	18/12/2015	40	4510	12.64	10	126.4
7	ADOB. INCORPORADOR DE AIRE	10	20	40	08/11/2015	18/12/2015	40	1245	6.56	10	765.6
8	ADOB. INCORPORADOR DE AIRE	10	20	40	08/11/2015	18/12/2015	40	1450	6.81	10	78.1

Area de base del espécimen= 800 cm²

CERTIFICO: De que de la tesis, "MEJORAMIENTO DE LA ELABORACION COMO MATERIAL DE CONSTRUCCION"

han traído al laboratorio de control de calidad, de la UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE LOS ANDES, de concreto para someter al ensayo, de RESISTENCIA A LA COMPRESION en presencia del solicitante.

8 TESTIGOS

Abancay, 18 de diciembre del 2015



Técnico Laboratorista

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE LOS ANDES
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

---Responsable del laboratorio---
Arq. Samuel Jacob Pacheco Chávez
DIRECTOR(e)



UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE LOS ANDES
CARRERA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y CONCRETO - CONTROL DE CALIDAD



**RESISTENCIA A LA COMPRESION DE CILINDROS
DE CONCRETO (NTP 339.034 / ASTM C39M)**

TESIS : MEJORAMIENTO DE LA ELABORACION COMO MATERIAL DE CONSTRUCCION

UBICACIÓN: UNIVERSIDAD A LAS PERUANAS
DISTRITO: ABANCAY
PROVINCIA: ABANCAY
DEPARTAMENTO: APURIMAC

SOLICITADO POR: PEDRO MARTINEZ VARGAS
OPERADOR: MIGUEL MARIO ANAMPA RIOS

ITEM	MATERIAL NOBLE	MEDIDAS (cm)			FECHA		EDAD (DIAS)	DIAL CARGA (Kg)	ESFUERZO (Kg/cm ²)	DISEÑO (Kg/cm ²)	RESISTENCIA (%)
		ALT.	ANCH.	LARG.	MOLDEO	ROTURA					
1	ADOB. CAL	10	10	20	08/11/2015	18/12/2015	40	980	9.90	10	99.0
2	ADOB. CAL	10	10	20	08/11/2015	18/12/2015	40	970	9.85	10	98.5
3	ADOB. NORMAL	10	10	20	08/11/2015	18/12/2015	40	896	9.84	10	94.8
4	ADOB. NORMAL	10	10	20	08/11/2015	18/12/2015	40	879	9.40	10	94.0
5	ADOB. CACTUS	10	10	20	08/11/2015	18/12/2015	40	1025	10.13	10	101.3
6	ADOB. CACTUS	10	10	20	08/11/2015	18/12/2015	40	1020	10.10	10	101.0
7	ADOB. INCORPORADOR DE AIRE	10	10	20	08/11/2015	18/12/2015	40	548	7.74	10	77.4
8	ADOB. INCORPORADOR DE AIRE	10	10	20	08/11/2015	18/12/2015	40	610	8.05	10	80.5

Area de base del especimen= 200 cm²

CERTIFICO: De que de la tesis, "MEJORAMIENTO DE LA ELABORACION COMO MATERIAL DE CONSTRUCCION"

han traído al laboratorio de control de calidad, de la UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE LOS ANDES, de concreto para someter al ensayo, de RESISTENCIA A LA COMPRESION en presencia del solicitante.

8 TESTIGOS



Tecnico Laboratorista

Abancay, 18 de diciembre del 2015

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE LOS ANDES
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

Responsable del laboratorio
Arq. Samuel Jacob Pacheco Chávez
DIRECTOR(e)

A		GEOLEF LABORATORIO DE SUELOS Y CONCRETO		LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, Y CONCRETO					
URB. LOS INGENIEROS B-13 ABANCAY - APURIMAC									
ENSAYO DE TRACCION INDIRECTA									
CLASES DE CONCRETO :									
CEMENTO : _____									
AGREGADO FINO : _____									
AGREGADO GRUESO : _____									
AGUA : POTABLE									
ADITIVO : NO									
ESTRUCTURA : LADRILLO DE ARCILLA 21*11*10									
SOLICITA : KARLO PEDRO MARTINEZ VARGAS									
N° REGISTRO	FECHA MUESTREO	FECHA ROTURA	EDAD DIAS	FUERZA	FUERZA kg	AREA CM2	RESISTENCIA KG/CM2	PROMEDIO	PORCENTAJ E %
1	29/10/2014	19/01/2015	7	2600	2,506.73	231	60.85	58.60	

Lucho Farfán Huamani
LABORATORISTA DE SUELOS Y CONCRETO
 LABORATORISTA

Edilberto Galvez Barrientos
INGENIERO CIVIL
 CIP. 87403
 ING. RESPONSABLE

NOTA: MUESTREADO POR EL SOLICITANTE

GEOLEF LABORATORIO DE SUELOS Y CONCRETO		LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, Y CONCRETO							
URB. LOS INGENIEROS B-13 ABANCAY - APURIMAC									
ENSAYO DE TRACCION INDIRECTA									
CLASES DE CONCRETO :									
CEMENTO : _____									
AGREGADO FINO : _____									
AGREGADO GRUESO : _____									
AGUA : POTABLE									
ADITIVO : NO									
ESTRUCTURA : LADRILLO DE ARCILLA CON CAL 21*11*10									
SOLICITA : KARLO PEDRO MARTINEZ VARGAS									
N° REGISTRO	FECHA MUESTREO	FECHA ROTURA	EDAD DIAS	FUERZA	FUERZA kg	AREA CM2	RESISTENCIA KG/CM2	PROMEDIO	PORCENTAJ E %
1	29/10/2014	19/01/2015	7	2085	1,986.12	231	58.60	58.60	

Lucho Farfán Huamani
 LABORATORISTA DE SUELOS Y CONCRETO
 LABORATORISTA

Edilberto Galvez Barrientos
 INGENIERO CIVIL
 CIP. 87403
 ING. RESPONSABLE

NOTA: MUESTREADO POR EL SOLICITANTE

A	GEOLEF LABORATORIO DE SUELOS Y CONCRETO	LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, Y CONCRETO							
URB. LOS INGENIEROS B-13 ABANCAY - APURIMAC									
ENSAYO DE TRACCION INDIRECTA									
CLASES DE CONCRETO :									
CEMENTO	:	_____							
AGREGADO FINO	:	_____							
AGREGADO GRUESO	:	_____							
AGUA	:	POTABLE							
ADITIVO	:	NO							
ESTRUCTURA	:	LADRILLO DE ARCILLA 21*11*10							
SOLICITA	:	KARLO PEDRO MARTINEZ VARGAS							
N° REGISTRO	FECHA MUESTREO	FECHA ROTURA	EDAD DIAS	FUERZA	FUERZA kg	AREA CM2	RESISTENCIA KG/CM2	PROMEDIO	PORCENTAJ E %
1	29/10/2014	19/01/2015	7	2600	2,506.73	231	60.85	58.60	


Lucho Farfán Huamani
 LABORATORISTA DE SUELOS Y CONCRETO

 LABORATORISTA


Edilberto Galvez Sarcedo
 INGENIERO CIVIL
 CIP. 37403

 ING. RESPONSABLE

NOTA: MUESTREADO POR EL SOLICITANTE

Matriz de consistencia.

Matriz de consistencia						
Problema	Objetivos	Hipótesis	Variables	Indicadores	Índices	Metodología
<p>Problema general.</p> <p>¿Cómo podemos mejorar el costo de una vivienda unifamiliar con otros materiales de construcción?</p> <p>Problema específico.</p> <p>¿De qué manera podemos mejorar las capacidades del adobe?</p> <p>¿Podríamos mejorar las propiedades del adobe para un mejor rendimiento?</p> <p>¿Con la adición de otros insumos a la elaboración del adobe podríamos modificar sus características?</p>	<p>Objetivo general.</p> <p>Mejorar la elaboración del adobe como material de construcción para viviendas unifamiliares.</p> <p>Objetivo específico.</p> <p>Elaboración de adobe con incorporación de:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Resina de cactus. - Aditivo Z AER. - Cal hidratada. <p>En relación a su resistencia, permeabilidad y adherencia.</p>	<p>Hipótesis general.</p> <p>La adicción de elementos en la elaboración del adobe.</p> <p>Hipótesis alternas.</p> <p>La adición de:</p> <ul style="list-style-type: none"> - aditivos naturales (resina de cactus). - Aditivos Artificiales (Z AER) - Cal hidratada. <p>Pueden mejorar las propiedades del adobe.</p>	<p>V. Independiente:</p> <p>Elaboración de adobe con características óptimas.</p> <p>V. Dependiente:</p> <p>Obtención del adobe con características óptimas.</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Resina o goma de cactus. - Z AER. - Cal hidratada. - Resistencia. - Permeabilidad. - Adherencia. 	<ul style="list-style-type: none"> - m3 - bolsa - bolsa - N - % - Mpa 	<p>Tipo de investigación</p> <p>La presente investigación se realizara dentro del marco del diseño experimental, es una investigación exploratoria.</p>

PANEL FOTOGRÁFICO.

Obtención de la tierra.



Tamizado de la tierra



Fabricación de la resina de cactus:

Limpieza de cactus.



Trozado de cactus.



Remojado de cactus trozado



Cernido de la goma de cactus.



Obtención de la paja



Trozado de la paja.



Ensayo de resistencia seca



Ensayo de rollo



Elaboración de adobes

Preparación del barro.



Dormido del barro.



Elaboración de adobes.

Materiales para la elaboración de los adobes



Adobes normales.



Resultado final.



Adobes con aditivo.



Resultado final.



Cubierta del tendal



Volteo de los adobes



Ensayo de límites de Atterberg, laboratorio UAP



Ensayo de granulometría laboratorio UAP



Elección de mortero



Mortero 1:3.



Preparación de muestras para el ensayo de adherencia



Ensayos de resistencia.



Ensayo de adherencia



Ensayo de absorción

Sumergido de las muestras.



Muestras saturadas después de un día de remojo.

