UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOJA

ÁREA AGROPECUARIA Y DE RECURSOS NATURALES RENOVABLES

CARRERA DE INGENIERÍA AGRÍCOLA

"ESTUDIO SOBRE LA FABRICACIÓN Y LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL ADOBE UTILIZADO COMO MATERIAL DE CONSTRUCCIÓN EN LA PARROQUIA PALETILLAS, CANTÓN ZAPOTILLO"

Tesis de grado previa a la obtención del título de Ingeniero Agrícola

AUTOR:

LUIS FERNANDO BARRETO PANAMITO

DIRECTOR:

ING. MARCO REINOSO ACARO Mg. Sc.

LOJA – ECUADOR

2014

CERTIFICACIÓN

Que el trabajo de tesis titulado: **"ESTUDIO SOBRE LA FABRICACIÓN Y LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL ADOBE UTILIZADO COMO MATERIAL DE CONSTRUCCIÓN EN LA PARROQUIA PALETILLAS, CANTÓN ZAPOTILLO"**, de la autoría del señor Luis Fernando Barreto Panamito, egresado de la carrera de Ingeniería Agrícola, ha sido dirigida, revisada y aprobada en su integridad, por lo que autorizo su publicación.

Loja, 08 de Diciembre del 2014.

Ing. Marco Reinoso Acaro. Mg. Sc.
DIRECTOR DE TESIS

CERTIFICACIÓN

Los miembros del tribunal de tesis, luego de proceder a revisar y verificar las observaciones realizadas en el trabajo de investigación: **"ESTUDIO SOBRE LA FABRICACIÓN Y LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL ADOBE UTILIZADO COMO MATERIAL DE CONSTRUCCIÓN EN LA PARROQUIA PALETILLAS, CANTÓN ZAPOTILLO"**, aprueba su impresión y publicación.

Loja, 05 de Diciembre del 2014.

Ing. Gonzalo Jaramillo González
PRESIDENTE TRIBUNAL

Ing. Ermel Loaiza Carrión
VOCAL

Ing. Wilman Aldeán Guaman
VOCAL

AUTORÍA

Yo, Luis Fernando Barreto Panamito declaro ser autor del presente trabajo de tesis y eximo expresamente a la Universidad Nacional de Loja y a sus representantes jurídicos, de posibles reclamos o acciones legales por el contenido de la misma.

Adicionalmente acepto y autorizo a la Universidad Nacional de Loja, la publicación de mi tesis en el Repositorio Institucional – Biblioteca Virtual.

Autor: Luis Fernando Barreto Panamito

Firma:.....

Cédula: 1103847255

Fecha: 05/12/2014

CARTA DE AUTORIZACIÓN

Yo, Luis Fernando Barreto Panamito, declaro ser autor de la tesis titulada **"ESTUDIO SOBRE LA FABRICACIÓN Y LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL ADOBE UTILIZADO COMO MATERIAL DE CONSTRUCCIÓN EN LA PARROQUIA PALETILLAS, CANTÓN ZAPOTILLO"**, como requisito para optar al grado de Ingeniero Agrícola, autorizo al Sistema Bibliotecario de la Universidad Nacional de Loja para que con fines académicos, muestre al mundo la producción intelectual de la Universidad, a través de la visibilidad de su contenido de la siguiente manera en el Repositorio Digital Institucional.

Los usuarios pueden consultar el contenido de este trabajo en el Repositorio Digital Institucional, en las redes de información del país y del exterior, con las cuales tenga convenio la Universidad.

La Universidad Nacional de Loja, no se responsabiliza por el plagio o copia de la tesis que realice un tercero.

Para constancia de ésta autorización, en la ciudad de Loja, a los un días del mes de diciembre del dos mil catorce, firma el autor.

Firma:.....

Autor: Luis Fernando Barreto Panamito

Cédula: 1103847255

Dirección: Calle Quito y Av. Universitaria.

Correo electrónico: fernandobarreto11@hotmail.com

Teléfono: (07) 2565751 Celular: 0993307014

DATOS COMPLEMENTARIOS

Director de Tesis: Ing. Marco Reinoso Acaro. Mg. Sc.

Tribunal de Grado: Ing. Gonzalo Jaramillo González. Mg. Sc.

Ing. Ermel Loaiza Carrión. Mg. Sc.

Ing. Wilman Aldeán Guaman. Mg. Sc.

AGRADECIMIENTO

Mi más sincero agradecimientos a la Universidad Nacional de Loja, al Área Agropecuaria de Recursos Naturales Renovables y de manera muy especial a la carrera de Ingeniería Agrícola, con toda su planta docente por haberme formado como profesional para el servicio de la sociedad.

Mi agradecimiento especial al Ing. Marco Reinos Acaro, director de la presente investigación.

Hago extenso mi agradecimiento al Tribunal de Grado que me supieron proporcionar su preciado tiempo y experiencia en la temática para la realización de éste mi más grande anhelo.

Agradezco la colaboración de los Ing. Ermel Loaiza, Ing. Pedro Guaya, Ing. Gonzalo Jaramillo, Ing. Víctor Herrera, Ing. Wilman Aldeán, al Sr. Leonidas Loyola y al Sr. Hugo Martínez ex-presidente y presidente actual respectivamente del Gobierno Autónomo Descentralizado de la Parroquia Paletillas, quienes supieron brindar su ayuda para la realización de la investigación.

Mi agradecimiento a todos los habitantes de la parroquia Paletillas del Cantón Zapotillo por permitirme trabajar y colaborar en el desarrollo del presente trabajo investigativo.

A nuestros familiares, amigos y demás seres queridos, porque sin su apoyo, sabios consejos e inalterables sentimientos hacia nosotros no hubiese sido posible llegar a lograr nuestro gran sacrificio y dar cumplimiento a nuestra meta propuesta.

Finalmente a todos quienes de una u otra forma participaron y apoyaron en la elaboración de la presente investigación, les expreso mi más sincera……**Gratitud.**

EL AUTOR

DEDICATORIA

Al culminar el presente trabajo de investigación quiero agradecer especialmente a Dios por darme la fortaleza y sabiduría para seguir adelante, lo dedico a los dos seres más importantes dentro de mi vida mi esposa *Cristina Gutierrez M.*, y a mi hijo *Fernando Samuel Barreto G.*, quienes son el pilar fundamental en mi vida, además va dedicado a mi padre *Luis Enrrique Barreto O.*, por enseñarme que el trabajo y la responsabilidad son la clave de todo éxito y a mi madre *Josefina Panamito O.*, por su compresión, apoyo y paciencia que me brindó. De la misma manera mi dedicatoria va para mis hermanos, quienes al brindarme el apoyo moral y material han permitido mi superación, de igual forma dedico este trabajo a todos mis familiares y amigos.

LUIS FERNANDO BARRETO PANAMITO

INDICE GENERAL

CONTENIDO Pág.

PORTADA..... i
CERTIFICACIÓN……..... ii
CERTIFICACIÓN……. iii
AUTORÍA……...……...…… iv
CARTA DE AUTORIZACIÓN…… v
AGRADECIMIENTO..... vi
DEDICATORIA..... vii
ÍNDICE GENERAL..... viii
ÍNDICE DE CUADROS..... x
ÍNDICE DE FIGURAS..... xi
ÍNDICE DE APÉNDICE..... xii
RESUMEN..... xiv
SUMARY..... xvi

I. INTRODUCCIÓN.....1
II. MARCO TEÓRICO.....4
2.1. MATERIALES DE CONSTRUCCION RURAL.....4
2.1.1. Características.....4
2.1.2. Virtudes de construir con barro.....5
2.2. ADOBE.....6
2.2.1. Historia del uso del adobe en construcción.....6
2.2.2. Fabricación del adobe.....7
2.2.3. Suelo.....9
2.3. RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL ADOBE.....12
2.3.1. Resistencia característica.....12
2.4. MANUALES.....13
III. METODOLOGÍA.....15
3.1. GENERALIDADES DEL CANTÓN ZAPOTILLO.....15
3.1.1. Ubicación y límites del cantón Zapotillo y parroquia Paletillas.....17
3.1.2. Superficie del cantón Zapotillo y parroquia Paletillas.....17
3.1.3. División política.....18
3.1.4. Caracterización física del cantón Zapotillo.....18

3.1.5. Demografía. 19
3.2. Metodología para el primer objetivo: "*Identificar el proceso de elaboración del adobe utilizado en construcciones rurales de la parroquia Paletillas, cantón Zapotillo*" 19
3.2.1. Selección de los productores de adobe 20
3.2.2. Identificación del proceso de elaboración 20
3.2.3. Dosificación de los materiales usados en la elaboración del adobe 21
3.2.4. Ensayos en campo 21
3.3. Metodología para el segundo objetivo: "*Determinar la resistencia característica de rotura a la compresión simple del adobe".* 27
3.3.1. Ensayo de resistencia compresión simple 27
3.4. Metodología para el tercer objetivo: "*Elaborar un manual sobre la elaboración del adobe para que sea difundido a los actores sociales interesados en el tema".* 28
IV. RESULTADOS 29
4.1. "*Identificación del proceso de elaboración del adobe utilizado en construcciones rurales de la parroquia Paletillas, cantón Zapotillo*" 29
4.1.1. Identificación y selección de los productores de adobe 29
4.1.2. Dosificación de los materiales 30
4.1.3. Proceso de elaboración del adobe 32
4.2. "*Determinar la resistencia característica de rotura a la compresión simple del adobe".*. 35
4.2.1. Toma de muestras 35
4.2.2. Resistencia de rotura a compresión simple 36
4.3. "*Elaborar un manual sobre la elaboración del adobe para que sea difundido a los actores sociales interesados en el tema".* 38
4.3.1. Ensayos de Campo 39
V. DISCUSIÓN 41
VI. CONCLUSIONES 43
VII. RECOMENDACIONES 44
VIII. BIBLIOGRAFÍA 45
IX. APÉNDICE 47

ÍNDICE DE CUADROS

N.- DESCRIPCIÓN **PÁG.**

1. Superficie del cantón.....18

2. Población total del área urbano y rural del cantón Zapotillo y sus parroquias 19

3. Cantidad de suelo requerida para ensayo granulométrico 24

4. Características óptimas de suelos pala la fabricación de adobes.....26

5. Productores de Adobe de la Parroquia Paletillas 29

6. Cantidades de materiales utilizados en la elaboración de adobe en la parroquia Paletillas.....30

7. Ensayo de granulometría en laboratorio de muestra 1 32

8. Ensayo de granulometría en laboratorio de muestra 2 33

9.Ensayo de resistencia a la rotura por compresión simple de adobes Productor 1.....36

10. Ensayo de resistencia a compresión simple de adobes Productor 2 37

11. Ensayo granulométrico.....39

12. Ensayo de resistencia seca.....39

13. Ensayo de Plasticidad.....40

ÍNDICE DE FIGURAS

N.- DESCRIPCIÓN **PÁG.**

1. Perfil del suelo 10

2. Mapa base del Cantón Zapotillo 15

3. Mapa Base Parroquia Paletillas 16

4. Superficie del cantón Zapotillo y sus parroquias 18

5. Ensayo granulométrico, mezcla de suelo y agua 22

6. Ensayo granulométrico, medición de asentamiento 22

7. Muestra de campo enrollada 23

8. Ensayo de Plasticidad 23

9. Medidas de adobe fabricado en el sector Polo-Polo 34

10. Curva de resistencia promedio a la rotura vs tiempo de secado productor 1 36

11. Curva de resistencia promedio vs tiempo de secado productor 2 38

ÍNDICE DE APÉNDICE

N.- DESCRIPCIÓN **PÁG.**

1. Norma de construcción E.080 47
2. Mapa de ubicación de Bloqueras 50
3. Preparación del barro para el Adobe (productor 1) 51
4. Moldeo del Adobe (productor 1) 54
5. Secado y alisado de los adobes (productor 1) 55
6. Proceso de elaboración de los adobes (productor 2) 55
7. Elaboración de los cilindros para ensayo de resistencia (productor 1) 58
8. Ensayos de campo de granulometría 59
9. Ensayo de granulometría laboratorio 60
10. Ensayo de campo de resistencia seca 63
11. Ensayo de campo de plasticidad 64
12. Ensayo de resistencia a compresión simple 65
13. Manual 68

“ESTUDIO SOBRE LA FABRICACIÓN Y LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL ADOBE UTILIZADO COMO MATERIAL DE CONSTRUCCIÓN EN LA PARROQUIA PALETILLAS, CANTÓN ZAPOTILLO”.

RESUMEN

En la parroquia Paletillas del cantón Zapotillo, provincia de Loja, se llevo a cabo el estudio denominado **"Estudio sobre la fabricación y las propiedades mecánicas del adobe utilizado como material de construcción en la parroquia Paletillas, cantón Zapotillo"** para obtener información acerca de los procesos constructivos del adobe tales como las dosificaciones que se utilizan en la elaboración (arcilla, arena, fibra orgánica, agua), y la resistencia a esfuerzos de compresión del adobe que se está utilizando como material de construcción por los moradores de éste sector. Los objetivos planteados en esta investigación son:

- Identificar el proceso de elaboración del adobe utilizado en construcciones rurales de la parroquia Paletillas, cantón Zapotillo.
- Determinar la resistencia característica de rotura a la compresión simple del adobe.
- Elaborar un manual sobre la elaboración del adobe para que sea difundido a los actores sociales interesados en el tema.

Además se planteó la siguiente hipótesis

- La resistencia del adobe a la compresión aumenta en relación al tiempo de secado de 10, 20, 30 y 40 días.

Para identificar el proceso de elaboración de los adobes, se recorrió los barrios de la parroquia Paletillas buscando los lugares donde se elabora adobes para construcción, se localizó las fabrica de adobes (bloqueras) y se selecciono dos productores de adobe, una vez que fueron localizados y seleccionados los productores de adobe, se procedió a verificar la elaboración del adobe obteniendo la información de: procedimiento de elaboración del adobe desde la selección de la tierra hasta el apilado, y dosificación de los materiales que se utilizan en la elaboración de adobes. Para determinar la resistencia característica de rotura a la compresión, se tomó una muestra del barro que tenía listo para la elaboración de los adobes, y con esto se fabricaron las probetas que se analizaron en el laboratorio, para llevar a cabo el trabajo aquí presentado se utilizó una muestra de barro de 12 probetas por productor, las probetas deben ser cilíndricas con un diámetro de 15cm por una altura de 30cm; los ensayos de compresión simple se realizaron teniendo como variable el tiempo de secado, es decir se realizaron las pruebas a los 10, 20, 30 y 40 días, por lo que se necesito 24 probetas, los resultados arrojados tras los ensayos fueron

graficados contrastando valores de resistencia vs tiempo de secado. El ensayo se lo realizó de la siguiente forma: se colocó la probeta en la prensa, se verifica que se encuentre ubicado en el centro de la prensa, luego el laboratorista, acciona la prensa la cual aplica una presión constante sobre la cara superior del bloque de tierra cruda, hasta que llegue a su rotura. En el momento de fracaso del adobe la maquina muestra en la pantalla la máxima carga total aplicada. Para la elaboración del manual, se tomó en consideración el procedimiento de elaboración de adobes en la parroquia Paletillas y además se tomó información del documento "Manual para la construcción de viviendas con Adobe", corroborando los datos obtenidos con sencillas pruebas de campo expresadas en ese manual.

Resultados

Se identificó a los productores de adobe de la parroquia Paletillas; y, se conoció que existen cuatro fabricantes de adobe en ésta parroquia, los cuales fabrican hoy el adobe solo por pedido ya que la demanda ha bajado considerablemente.

Se registró los lugares y personas que elaboran adobes en una base de datos y a través de un GPS se tomó las coordenadas geográficas y se elaboró un mapa de ubicación de las bloqueras.

Se expresó la dosificación de los materiales en una formula Agua – Tierra - Materia orgánica en proporciones: en volumen el agua y la tierra y en peso la materia orgánica. Así al Productor 1 corresponde los 96lt de agua a una dosis 1; y, los 270 lt de tierra corresponde 270/96= 2,8 ≈ 3; y, los 2,2 Kg de materia orgánica, en los 270 lt de tierra corresponde a 2200gr/270lt= 8gr de materia orgánica por litro de tierra; entonces, la formula de dosificación del adobe para el productor 1 será: **1 : 3 : 8;** que se lee: 1 litro de agua se mesclan con 3 litros de tierra y 8 gramos de materia orgánica. De la misma forma, la dosificación de los materiales del Productor 2 será: **1 : 2,3 : 12;** que se lee: 1 litro de agua se mezclan con 2,3 litros de tierra y 12 gramos de materia orgánica.

Para la fabricación de los adobes, el Productor 2 utiliza 24% más de agua y un 34% más de Materia Orgánica.

De la mezcla utilizada para hacer los adobes, para el Productor 1 aproximadamente el 33% es agua; mientras que, para el Productor 2 aproximadamente el 43,5% es agua.

Los ensayos de granulometría de los suelos utilizados por los productores en la fabricación de los adobes, nos dicen que el material utilizado por el Productor 1 posee un 4% más de arena que el material utilizado por el Productor 2.

La resistencia máxima promedio a la rotura por compresión fue a los 20 días de secado con un valor de 5,9Kg/cm2 para el Productor 1; y, 4,7Kg/cm2 para el Productor 2.

SUMARY

In Paletillas parish of Zapotillo canton, province of Loja, it was carried out the study denominated "Estudio sobre la fabricación y las propiedades mecánicas del adobe utilizado como material de construcción en la parroquia Paletillas, cantón Zapotillo" to gain information about the manufacturing process of the mud-brick "Adobe" such as the dosages used in the elaboration (clay, sand, organic fiber, water), and the resistance to the compression efforts of the mud-brick that is used as a building material by the residents of this area. The objectives of this researching are:

- To identify the manufacturing process of the mud-brick used in rural buildings in Paletillas parish,Zapotillo canton.
- To establish the resistance, fracture characteristic to the simple compression of the mud-brick.
- To elaborate a handbook about the manufacturing process of the mud-brick to be diffused between the stakeholders of this thematic.

Also it was hypothesized:

- The resistance of the mud-brick to the compression increases in relation to the drying time of 10, 20, 30, and days.

In order to identify the manufacturing process of the mud-brick, we toured the neighborhoods of Paletillas parish looking for the places where building mud-bricks are manufactured, they were located the mud-brick factories (bloqueras) and were chosen two mud-brick producers, once they were located and chosen, we proceed to verify the manufacturing process of the mud-brick getting information about: manufacturing process of the mud-brick since the soil selection until the stacking, and the dosage of the materials used in the elaboration of the mud-brick. To determine the resistance fracture

characteristic to the compression, a mud sample that was ready for the elaboration of mud-bricks was taken, and with this the specimens that were analyzed in the laboratory were made, to carry out this work were used samples of 12 specimens for each producer, the specimens had to had cylindrical shape with a 15cm diameter and a 30cm height, the simple compression tests were realized having as a variable the drying time, that is to say we realized test at 10, 20, 30, and 40 days, so it was needed 24 specimens, the results obtained after the tests were graphed contrasting values of resistance vs drying time. The test was realized in this way: the specimen was placed in the press, it was verified that the specimen was placed in the center of the press, after that the laboratory worker turns on the press which applies a constant pressure to the upper side of the raw land brick, until it reaches its breaking. At the moment of failure of the mud-brick the machine shows in the screen the total maximum load applied. For the elaboration of the handbook, was taken into consideration the manufacturing process of the mud-brick at Paletillas parish and additionally information was taken from the document "Manual para la construcción de viviendas con Adobe", corroborating the obtained data with simple field tests expressed in that handbook.

Results

The mud-brick producers in Paletillas parish were identified; and, it was learned that exists four mud-brick manufacturers in Paletillas parish which nowadays only work on request due to the considerable decrease of the mud-brick demand.

The places and people who manufacture mud-bricks were recorded in a database, and using a GPS the geographic coordinates were taken and a map of the mud-brick factories was made.

It was expressed the dosage of the materials in a formula Water – Soil – Organic matter in proportions: in volume the water and the soil, and in weight the organic matter. Thus to the producer 1 corresponds 96lts of water to dose 1; and, the 270 lt of soil corresponds to 270/96= 2,8 = 3; and, the 2,2 Kg of organic matter, on the 270 lt of soil corresponds to 2200gr/ 270lt= 8gr of organic matter for each liter of soil; so, the mud-brick dosage formula for the producer 1 will be: 1 : 1 : 8; that is read: 1 liter of water are mixed with 3 liters of soil and 8 grams of organic matter. In the same way, the materials dosage for the

producer 2 will be: 1 : 2,3 : 12; that is read: 1 liter of water are mixed with 2,3 liters of soil and 12 grams of organic matter.

For the manufacturing process of the mud-bricks, producer 2 uses 24% more water and 34% more organic matter.

From the mix used for manufacturing the mud-bricks, for the producer 1 the 33% is water; while, for the producer 2 approximately 43,5% is water.

The granulometry assays about the lands used by the producers in the manufacturing of the mud-bricks tell us that the material used by the producer 1 has a 4% more of sand than the material used by the producer 2.

The maximum average resistance to the fracture by compression was at the 20 days of drying with a value of 5,9Kg/ cm2 for the producer 1; and, 4,7Kg/ cm2 for the producer 2.

I. INTRODUCCIÓN

El primer material de construcción del mundo es la tierra, su mezcla con agua nos da el barro, material que se ha utilizado desde hace mucho tiempo y que hoy ante la necesidad apremiante de contar con viviendas baratas en todo el mundo, ha hecho que los profesionales de la construcción vuelvan a enfocar su atención en la bondades de la tierra como material de construcción.

En el Ecuador, 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 empleo de la tierra como material de construcción tiene la principal ventaja de ser un material ecológico, de bajo costo y disponible en todo el mundo. Así mismo, además de proveer un aislamiento del calor y el frío, la tierra proporciona un buen aislamiento acústico, crea un equilibrio en la humedad del ambiente y tiene la capacidad de absorber sustancias dañinas.

La gran necesidad de tener una vivienda en Zapotillo, obliga a buscar mecanismos que lleven a resolver esta demanda. Los materiales para la construcción "moderna" son cada vez más costosos, por lo que la construcción con el adobe es una muy buena solución al problema que se enfrenta. Los materiales que se utilizan para su elaboración se encuentran en el lugar y con una orientación adecuada se puede obtener grandes beneficios.

En la parroquia Paletillas, según datos obtenidos de las [1]campañas de barrido predial ejecutadas por el Consorcio Barridos Prediales-Ecuador en el 2012 – 2013 en el cantón Zapotillo, se pudo conocer que de todos los materiales empleados en construcción en la parroquia, alrededor del 50% de las viviendas están construidas en adobe, seguido por el ladrillo o bloque en un 31% y el restante 19% de otros materiales; lo que nos demuestra la importancia de este material en la construcción de viviendas de esta parroquia y la necesidad de conocer el proceso de fabricación y las propiedades mecánicas del adobe para poder contar con información necesaria para proponer formas de mejorar la calidad de este material de construcción, y así contribuir a mejorar la calidad de vida de los habitantes de la parroquia Paletillas.

A través de este proyecto de investigación se pudo obtener información acerca de los procesos constructivos tales como las dosificaciones que se utilizan en la elaboración (arcilla, arena, fibra orgánica, agua), y se pudo determinar que los adobes tal como están siendo fabricados hasta la actualidad, no cumplen con los requerimientos de las Normas Ecuatoriana de la Construcción (Norma E.080 que acepta como valor mínimo f_0= 12 Kg /cm^2).

Frente a esta problemática, la Universidad Nacional de Loja, a través de la carrera de Ingeniería Agrícola, ha propuesto realizar una serie de investigaciones en el campo específico de las construcciones rurales, orientadas a identificar, recolectar, caracterizar y evaluar información de materiales tradicionales de construcción, con la finalidad de disponer de un banco de información sobre las bondades de éstos, para de esta manera contribuir con la solución del problema de vivienda en nuestra provincia.

[1] **Campañas de barrido predial.** Actividad de levantamiento predial rural, delimitando cada uno de los predios, así como los limites de cobertura vegetal y de construcciones, además, la investigación jurídica de tenencia de tierras en los predios rurales de cada cantón.

La investigación se cumplió bajo los siguientes objetivos e hipótesis:

General

- Contribuir al conocimiento de los materiales de construcción que se utilizan en el sector rural, con el propósito de rescatar tecnologías constructivas económica, social y ambientalmente apropiadas.

Específicos

- Identificar el proceso de elaboración del adobe utilizado en construcciones rurales de la parroquia Paletillas, cantón Zapotillo.

- Determinar la resistencia característica de rotura a la compresión simple del adobe.

- Elaborar un manual sobre la elaboración del adobe para que sea difundido a los actores sociales interesados en el tema.

Hipótesis

- La resistencia del adobe a la compresión aumenta en relación al tiempo de secado de 10, 20, 30 y 40 días.

El presente trabajo se realizó en la parroquia de Paletillas del cantón Zapotillo, en el período comprendido entre mayo y octubre del 2014

II. MARCO TEÓRICO

2.1. MATERIALES DE CONSTRUCCION RURAL.

Un material de construcción es una materia prima con más frecuencia un producto manufacturado, empleado en la construcción de edificios u obras de ingeniería civil.

La construcción tradicional es un reflejo de las influencias ambientales, culturales e históricas de un territorio. Los materiales básicos proceden del entorno lo que explica el alto grado de mimetismo ambiental y paisajístico que alcanzan estas construcciones. Los materiales empleados fundamentalmente son piedra, barro y madera. (http://www.arquitecturarural.com/2014)

2.1.1. Características

Los materiales de construcción se emplean en grandes cantidades, por lo que deben provenir de materias primas abundantes y de bajo coste. Por ello, la mayoría de los materiales de construcción se elaboran a partir de materiales de gran disponibilidad como arena, arcilla o piedra.

Además, es conveniente que los procesos de manufactura requeridos consuman poca energía y no sean excesivamente elaborados. Esta es la razón por la que el vidrio es considerablemente más caro que el ladrillo, proviniendo ambos de materias primas tan comunes como la arena y la arcilla, respectivamente.

Los materiales de construcción tienen como característica común el ser duraderos. Dependiendo de su uso, además deberán satisfacer otros requisitos tales como la dureza, la resistencia mecánica, la resistencia al fuego, o la facilidad de limpieza.

Por norma general, ningún material de construcción cumple simultáneamente todas las necesidades requeridas: la disciplina de la construcción es la encargada de combinar los materiales para satisfacer adecuadamente dichas necesidades.

2.1.2. Virtudes de construir con barro

- ***Independencia y disponibilidad local***: un factor importante con el que cuenta el barro es su independencia y su abundancia, disponibilidad y su posibilidad de uso por personas sin experiencia previa.
- ***Ductilidad para el moldeado***: su flexibilidad para cortarlo, tornearlo y ajustarlo lo hacen un material muy dócil en su moldeado y ajuste a las dimensiones.
- ***Bajo costo de fabricación y transporte***: no requiere maquinaria especial, ni capital, ni energía; sólo depende de la mano de obra. Además, su producción apenas utiliza el 1% de la energía que requiere la fabricación de ladrillos u hormigón, agregando como ventaja adicional que no poluciona el ambiente.
- ***Aislante:*** este material representa un buen aislante acústico, y aún cuando el imaginario popular lo considera demasiado aislante, en las regiones donde hay diferencia entre los climas día-noche, las paredes de barro actúan como excelente regulador ambiental en materia de climatización interna. También regula la humedad en el interior, absorbiendo en su masa las radiaciones perjudiciales para la salud como el gas radón y las ondas provenientes de los aparatos modernos como teléfonos celulares, televisores, microondas, etc.
- ***Más saludable:*** en la construcción tradicional, los albañiles se embarran las manos con la cal y el cemento, se cortan con los bordes de los ladrillos que tienen filo; en cambio el barro y la paja son suaves. No tiene componentes químicos como el portland, que son abrasivos con la piel y las vías

respiratorias, por lo que su uso ayuda a prevenir inconvenientes futuros en la salud. (http://www.oyp.com.ar/2014)

2.2. ADOBE.

"Adobe, término empleado para designar un bloque constructivo hecho de tierra arcillosa y secado al sol". El adobe se ha utilizado durante siglos para construir casas y otras edificaciones en Babilonia, en el antiguo Egipto y en numerosas culturas europeas -especialmente en la zona meridional-, africanas y americanas. (http://www.arauzodemiel.org/2014)

"El adobe 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 técnica de elaborarlos y su uso están extendidos por todo el mundo, encontrándose en muchas culturas que nunca tuvieron relación". (http://es.wikipedia.org/2014).

2.2.1. Historia del uso del adobe en construcción

La construcción con adobe surgió como una opción de apoyo a la construcción con tierra arcillosa o tapial. Trabajar con piezas previamente fabricadas a mano brindó muchas ventajas, entre otras podemos anotar: precisión, ergonomía y calidad a todos los proyectos arquitectónicos.

Antes de la creación del adobe, las edificaciones de los muros se levantaban con tierra húmeda entre unos maderos o tablas formando así un encofrado, similar a una formación de hormigón en masas, para posteriormente apisonar (compactar) la tierra mediante un pisón o apisonador. Este método de construcción fue muy popular, pero demandaba de mucho esfuerzo físico y precisión. Razón por la que fabricar previamente bloques compuestos de arcilla y arena formando así el adobe, resultaba mucho más fácil para el levantamiento

de muros. Los tamaños de los adobes resultaban mucho más manejables y fáciles de entablar uno junto al otro.

La construcción con adobe fue desplazando poco a poco al tapial sobre todo en ciertas construcciones en las que era imposible llegar a un lugar muy alto, así únicamente para la parte baja de la casa se usaba la técnica de tapial, debido a la dificultad de subir la tierra a cierta altura, resolviéndose los muros de los pisos superiores con adobe.

La sustitución de tapiales por adobes inició hace 9000 años A.C, cuando se reconoce la seguridad y facilidad de construir con adobe en muchas partes del mundo. En países de todos los continentes ya se construía con adobe como por ejemplo, en Turkestan al sureste de Kazajistán se encontraron casas de adobe del periodo de 8000-6000 A. C. Parte del templo de la muerte de Ramsés II en Egipto, como se mencionó, fue construido con adobe, hace 3200 años (Bardou. 1979).

2.2.2. Fabricación del adobe

Hoy en día existen diferentes criterios de expertos en la construcción con adobe. A la hora de sugerir los porcentajes de arena, arcilla, fibra y agua para la mezcla ideal para un adobe, existen varias propuestas que han sido recogidas en libros o están en la mente de arquitectos quienes han tenido experiencia con el adobe durante décadas.

El porcentaje de arcilla, arena, fibra y agua dependerá mucho de: las propiedades del piso; del objeto que se quiere construir; y de su tamaño. Así por ejemplo, especialistas, de distintos países de Sur América en construcción con adobes citan lo siguiente: 20 % de arcilla y 80 % de arena (Velez; 2000: 18) para la construcción de casas de adobe en el norte de Venezuela. En Perú, es frecuente utilizar suelos que contengan entre un 55 y un 75% de arena, y entre

un 45 y un 25% de arcilla. En México, por el tipo de suelo se aconseja que la mezcla contenga entre 50 y 70% de arena, y entre 40 y 30% de arcilla. Del mismo modo, en Chile, sugieren emplear suelos con un contenido de granos finos de arcilla entre 35 y 45%, y un contenido de arena entre el 55 y el 65% (Barrios et. Al; 1987; 43).

Sobre el porcentaje de arena que debe ser agregada, Barrios (1987; 45) plantea que " (…) para establecer un rango se toma como nivel mínimo de arena aquél en que las fisuras, producto de la absorción de agua capilar, ya no aparezcan o sean de escasa ocurrencia y magnitud y, como nivel máximo, aquél en que se inicia la caída de resistencia a flexo tracción, el que satisface las condiciones deseables de mantener la resistencia a compresión alta y no permitir una excesiva velocidad de ascenso de humedad capilar". Es por esto que este arquitecto establece que el porcentaje de arena debe ser entre los niveles 55 y 65%, y no más que eso.

Con el paso de los años, la forma de fabricar manualmente adobes se ha depurado, pero siempre se ha mantenido el principio de colocar en moldes la mezcla de arcilla-arena, agua y aglutinante. Los moldes son conocidos con algunos nombres: gradillas o tablones, que son fabricados con madera y en ocasiones con metal. En estos se compacta la mezcla a mano y con utensilios diferentes como apisonadores. Posteriormente, se deja secar el adobe en algún lugar intentando evitar la humedad, el excesivo calor o frío, para tener un curado o secado muy constante y evitar las fisuras en la pieza. El tiempo que se los deja secar puede ser de cuatro a seis semanas, dependiendo de las características climáticas del lugar, de la calidad del adobe que se requiera para la construcción en la cual se lo utilizará.

En cuanto a la plasticidad, Barrios et al. (1987) afirman que para la mezcla de adobe es conveniente utilizar suelos con bajo índice de plasticidad, ya que

cuanto más alto sea, mayor será la cantidad de agua contenida en la masa que lo convierte en moldeable y una vez seco, se tendrán mayores retracciones, por cuanto evaporará un volumen mayor de agua. Tejada propone que los suelos para elaborar adobe presenten un límite líquido entre 20 y 40 y un límite plástico inferior a 20.

2.2.3. Suelo

Es un cuerpo natural que comprende a sólidos (minerales y materia orgánica), líquidos y gases presentes en la superficie de la corteza terrestre, que ocupa un espacio, y que se caracteriza por poseer horizontes o capas que se distinguen del material inicial como resultado de las adiciones, pérdidas, transferencias y transformaciones de energía y materia o por la habilidad de soportar plantas enraizadas en un ambiente natural (USDA 2006).

Es un cuerpo natural de material no-consolidado que se forma en la superficie terrestre por procesos pedogenéticos, excluyéndose los sedimentos frescos y materiales geológicos intemperizados que no sufrieron pedogénesis. La diferencia fundamental y posiblemente la única diferencia entre suelo y otros materiales geológicos no-consolidados, es que en el caso del suelo los materiales han sido organizados por procesos naturales no deposicionales en horizontes (Rossiter, 2004).

2.2.3.1. Perfil del suelo

Si se observa sólo la superficie, ésta no revela el resto. Hay que cavar una trinchera o "calicata". El perfil consiste de una sucesión de estratos más o menos diferenciados. Estos estratos pueden deberse a la forma de deposición o sedimentación (suelos eólicos o aluviales, en agua) o a procesos internos (pedogénesis). En este último caso los estratos se denominan "horizontes". En esos procesos de pedogénesis la vegetación ejerce su influencia de arriba hacia

abajo (es más intensa arriba) y los minerales de abajo hacia arriba (es más intensa abajo); la interacción de ambos da lugar a los horizontes.

Horizonte A: capa superior, posee mayor actividad biológica, generalmente está enriquecida con materia orgánica y es más oscura que el suelo subyacente. Plantas, animales y sus residuos interactúan con gran cantidad de microorganismos (bacterias, protozoos, hongos, etc.).

Horizonte B: algunos de sus materiales (ej. arcilla o carbonatos) son filtrados del A por agua percolada. Suele ser más grueso que el A. La acumulación de arcilla y la presión de la capa superior reducen la porosidad de las capas más profundas. Esto a veces inhibe la aireación, el drenaje interno de agua y la penetración de las raíces.

Horizonte C: es material parental del suelo. Un suelo residual C consiste de material rocoso fragmentado y erosionado. En otros casos C consiste de depósitos aluviales, eólicos o glaciares no alterados por la comunidad biológica. (http://www.guiaambiental.com.ar/2014)

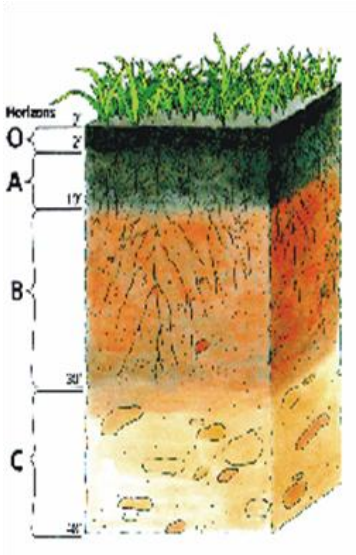


Figura 1 Perfil del suelo

2.2.3.2. Textura

La tierra de los horizontes A y B serán las que se utilicen en la fabricación de adobes, por lo tanto es importante conocer su contenido de arenas, limos y arcillas con lo que estaremos en la posibilidad de conocer su comportamiento, sin necesidad de análisis complejos de laboratorio.

Es Importante conocer las características de los componentes de los suelos dado que así estaremos en la posibilidad de dar las recomendaciones necesarias para su utilización en la fabricación de adobe tradicional o adobe estabilizado con cemento.

Los componentes minerales de los suelos se clasifican como sigue:

- Gravas, son el componente de los suelos más estables en presencia del agua, pero carecen de cohesión secas, por lo que requieren de los limos y las arcillas para formar una estructura estable en los suelos.
- Arenas gruesas: son el componente estable y sus propiedades mecánicas no se alteran sensiblemente con el agua.
- Arenas: son granos minerales, estables, sin grandes desplazamientos entre las partículas que las componen, pero con una fuerte fricción Interna.
- Limos: no tienen cohesión por ser secos y con una resistencia a la fricción menor que las arenas, pero en presencia de agua su cohesión aumenta, además de tener variaciones en volumen debido a que se contraen y se expanden.
- Arcillas: son el componente que da cohesión a los suelos uniendo a los suelos más gruesos, pero en las arcillas húmedas se presentan cambios muy severos en la estructura del suelo, por su inestabilidad química a diferencia de las arenas. (De la Peña, 1997)

2.3. RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL ADOBE.

Sus resistencias a la compresión son bajas (de 3 a 5 Kg/cm^2) cuando está seco y pueden considerarse nulas a los esfuerzos de tracción. Por esas mismas características su manipulación se vuelve más difícil, los adobes se quiebran al no haber sido "curados" de manera que puedan resistir su manejo para colocación en su lugar.

No conviene ser negativo por esas cualidades tan pobres; la arquitectura es el arte de construir para que dure y el tratamiento a los materiales para resistir la intemperie es la base de todo diseño arquitectónico; la baja resistencia a la compresión se puede mejorar con facilidad lo mismo que la poca resistencia a la humedad.

Los métodos ancestrales para seleccionar la tierra como materia prima, su adición de arena, arcilla, o hierba son precisamente para mejorar sus cualidades de modo que resista mejor la intemperie, aumente su resistencia y facilite el manejo de los adobes; pero además los diseños de las viviendas con amplios aleros, o con corredores exteriores, protegiendo las paredes; con fundaciones de piedra para impedir que suba por capilaridad la humedad del suelo son otras maneras, ya clásicas, de proteger y mejorar las construcciones de adobe. La resistencia a los esfuerzos ha sido automáticamente mejorada con estos tratamientos, pero seguiría siendo muy baja de no haber otro tratamiento adicional. (http://www.ecosur.org/2014)

2.3.1. Resistencia característica.

La resistencia característica a la compresión f'c utilizado en el diseño estructural, se mide en términos probabilísticos, definiéndose que solamente un pequeño porcentaje de las muestras, eventualmente el 5% puedan tener

resistencias inferiores a la especificado, lo que da lugar a que la resistencia media de las muestras f_m siempre sea mayor que la resistencia característica.

Si se asume una distribución normalizada (campana de Gauss) de los ensayos de rotura de las probetas, la resistencia característica puede calcularse a partir de la resistencia media y la desviación estándar σ, mediante la siguiente expresión:

$$f'c = fm - 1{,}65\sigma$$

2.4. MANUALES

Los manuales son textos utilizados como medio para coordinar, registrar datos e información en forma sistémica y organizada. También es el conjunto de orientaciones o instrucciones con el fin de guiar o mejorar la eficacia de las tareas a realizar.

Pueden distinguirse los manuales de:

- **Organización**: este tipo de manual resume el manejo de una empresa en forma general. Indican la estructura, las funciones y roles que se cumplen en cada área.
- **Departamental:** dichos manuales, en cierta forma, legislan el modo en que deben ser llevadas a cabo las actividades realizadas por el personal. Las normas están dirigidas al personal en forma diferencial según el departamento al que se pertenece y el rol que cumple
- **Política**: sin ser formalmente reglas en este manual se determinan y regulan la actuación y dirección de una empresa en particular.
- **Procedimientos:** este manual determina cada uno de los pasos que deben realizarse para emprender alguna actividad de manera correcta.

- **Técnicas**: estos manuales explican minuciosamente como deben realizarse tareas particulares, tal como lo indica su nombre, da cuenta de las técnicas.
- **Bienvenida**: su función es introducir brevemente la historia de la empresa, desde su origen, hasta la actualidad. Incluyen sus objetivos y la visión particular de la empresa. Es costumbre adjuntar en estos manuales un duplicado del reglamento interno para poder acceder a los derechos y obligaciones en el ámbito laboral.
- **Puesto**: determinan específicamente cuales son las características y responsabilidades a las que se acceden en un puesto preciso.
- **Múltiple:** estos manuales están diseñados para exponer distintas cuestiones, como por ejemplo normas de la empresa, más bien generales o explicar la organización de la empresa, siempre expresándose en forma clara.
- **Finanzas**: tiene como finalidad verificar la administración de todos los bienes que pertenecen a la empresa. Esta responsabilidad está a cargo del tesorero y el controlador.
- **Sistema**: debe ser producido en el momento que se va desarrollando el sistema. Está conformado por otro grupo de manuales.
- **Calidad**: es entendido como una clase de manual que presenta las políticas de la empresa en cuanto a la calidad del sistema. Puede estar ligado a las actividades en forma sectorial o total de la organización. (http://www.tiposde.org/2014)

III. METODOLOGÍA

3.1. GENERALIDADES DEL CANTÓN ZAPOTILLO

El cantón Zapotillo está localizado al sur del Ecuador, en la región sur-occidental de la provincia de Loja.

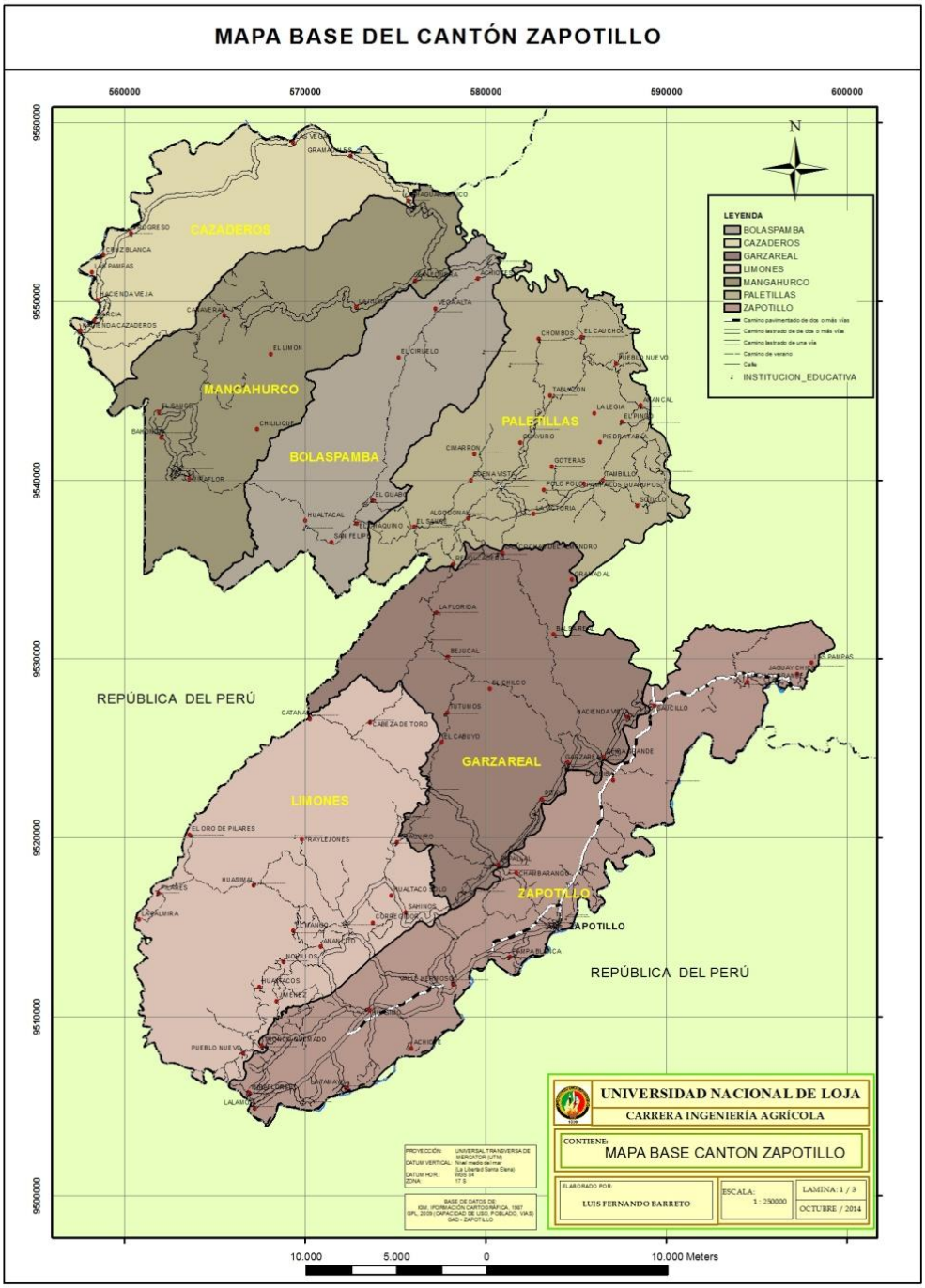


Figura 2 Mapa base del Cantón Zapotillo

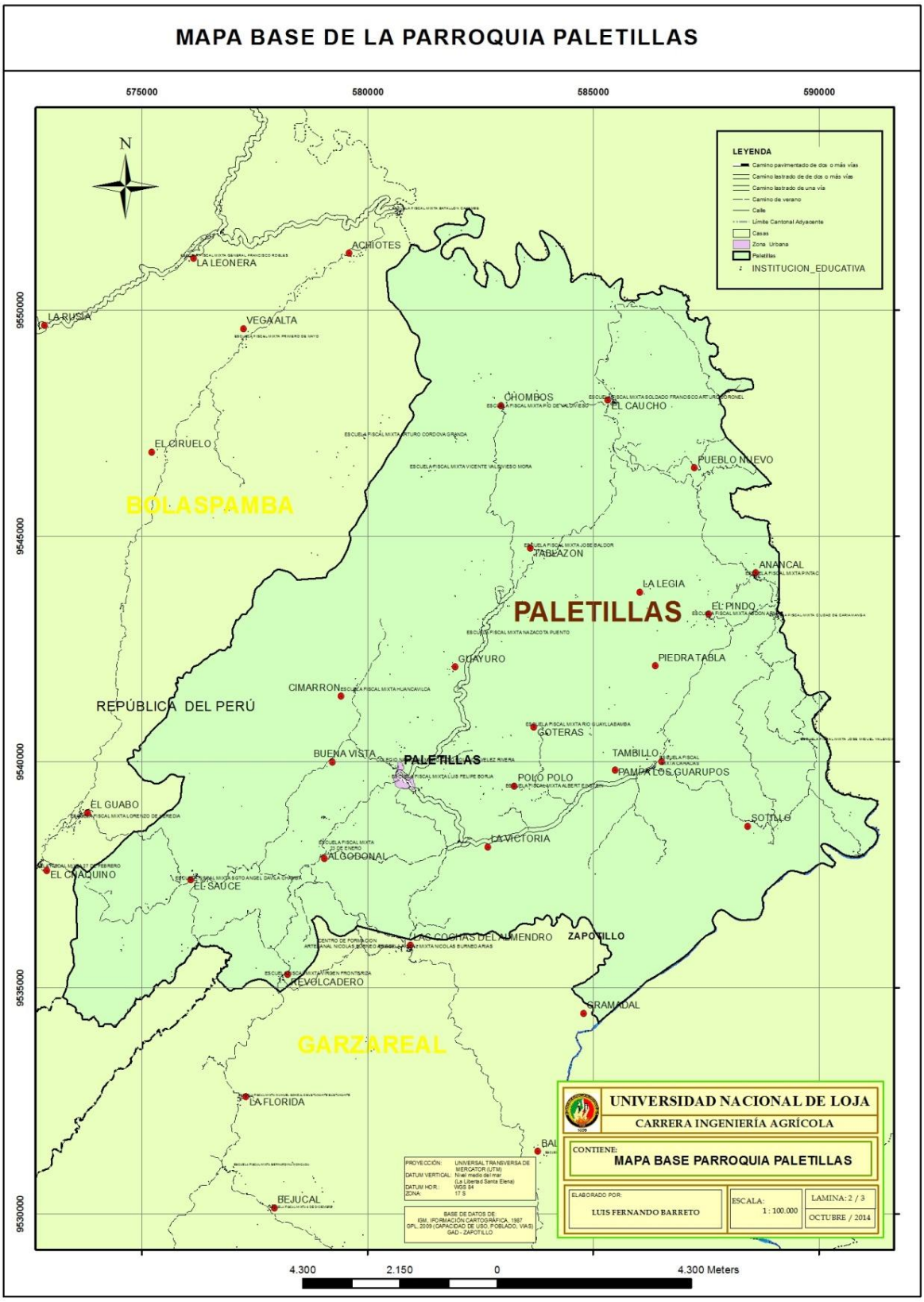


Figura 3. Mapa Base Parroquia Paletillas

3.1.1. Ubicación y límites del cantón Zapotillo y parroquia Paletillas

3.1.1.1. Cantón Zapotillo

Ubicación: Latitud (m): 9504033 y 9559935

Longitud (m): 557001 y 599337

Límites:

Al Norte: Perú.

Al Sur: Perú.

Al Este: Los Cantones de Puyango, Pindal, Celica y Macará.

Al Oeste: Perú.

3.1.1.2. Parroquia Paletillas

Ubicación: Latitud (m): 9534211 y 9551462

Longitud(m): 573252 y 591313

Límites:

Al Norte: Parroquia Bolaspamba

Al Sur: Parroquia Garzareal.

Al Este: El cantón Pindal.

Al Oeste: Perú.

3.1.2. Superficie del cantón Zapotillo y parroquia Paletillas

El cantón zapotillo cuenta con una extensión de 1211.67 Km^2 los cuales constituye aproximadamente el 10.9% del total de la provincia de Loja, está conformada por siete parroquias: 6 rurales y 1 urbana. La parroquia Paletillas tiene una extensión de 174,14 Km^2, que lo ubica en el cuarto lugar en superficie con 14% de la superficie total del cantón.

Cuadro 1. Superficie del cantón Zapotillo y sus parroquias

ID	PARROQUIA	AREA (Km^2)
1	Limones	231,48
2	Zapotillo	194,79
3	Garzareal	189,73
4	Paletillas	174,14
5	Mangahurco	172,33
6	Bolaspamba	131,31
7	Cazaderos	117,89
TOTAL		**1.211,67**

FUENTE: Ilustre municipalidad del cantón Zapotillo, 2013.

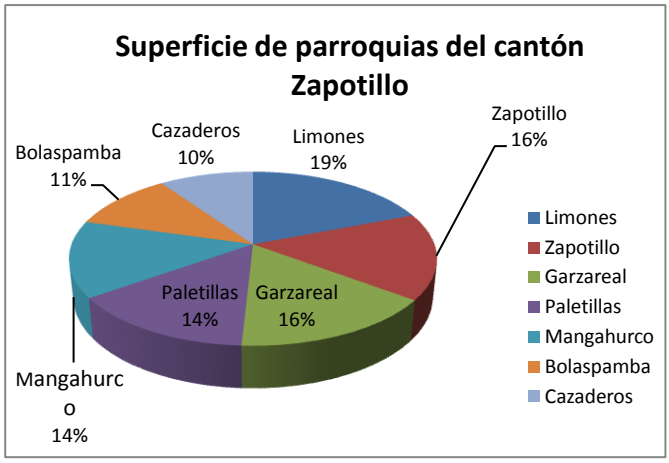


Figura 4. Superficie del cantón Zapotillo y sus parroquias

3.1.3. <u>División política</u>

Parroquia Urbana

a. Zapotillo

Parroquias Rurales

b. Paletillas
c. Garzareal
d. Limones
e. Cazaderos
f. Bolaspamba
g. Mangahurco

3.1.4. <u>Caracterización física del cantón Zapotillo</u>

3.1.4.1. <u>Topografía</u>

Corresponde a terrenos poco accidentados, con presencia de colinas ligeramente onduladas. Las altitudes en el cantón Zapotillo, varían de 800 m.s.n.m en el Oeste y hasta 150 m.s.n.m. en el nor-este, en el límite con el Perú.

Se puede considerar de manera general que la topografía del cantón Zapotillo es regular con pendientes que van del 5% hasta el 15%

3.1.4.2. Clima

Zapotillo, por su ubicación presenta dos estaciones bien definidas que son: Invierno desde el mes de enero hasta abril llegando hasta los 35°C de temperatura y Verano desde el mes de mayo a diciembre llegando hasta 25°C. La temperatura media anual es de 24°C.

3.1.5. Demografía.

La población del cantón asciende a 12 312 habitantes, la cifra señalada se desglosa de la siguiente forma:

Cuadro 2. Población total del área urbano y rural del cantón Zapotillo y sus parroquias

PARROQUIAS	POBLACIÓN TOTAL	PORCENTAJE DE LA POBLACIÓN
BOLASPAMBA	1 086	8,82 %
CAZADEROS	1 172	9,52 %
GARZAREAL	1 782	14,47 %
LIMONES	1 410	11,45 %
PALETILLAS	2 631	21,37 %
ZAPOTILLO	4 231	34,37 %
TOTAL	12 312	100 %

Fuente: INEC, Censo de población y vivienda 2010

La densidad para el cantón en el último censo se ha establecido en 10.13 habitantes por Km².

3.2. Metodología para el primer objetivo: *"Identificar el proceso de elaboración del adobe utilizado en construcciones rurales de la parroquia Paletillas, cantón Zapotillo"*

Para cumplir con el objetivo planteado, se realizó lo siguiente.

3.2.1. Selección de los productores de adobe

Se recorrió los barrios de la parroquia Paletillas buscando los lugares donde se elabora adobes para construcción en compañía del presidente del Gobierno Autónomo Descentralizado de la parroquia Paletillas.

Luego de localizar los lugares donde se construyen los adobes para construcción se registraron las coordenadas geográficas de cada sitio de construcción y en base a esa información se elaboró un mapa de localización de las fábricas de adobes.

La selección de los dos productores de adobe para realizar el estudio se la hizo basados en el criterio de cantidad de adobe fabricado, mayor productor y menor productor.

Una vez que fueron localizados y seleccionados los productores de adobe, se procedió a verificar la elaboración del adobe para obtener la siguiente información:

- Procedimiento de elaboración del adobe desde la selección de la tierra hasta el apilado.
- Dosificación de los materiales que se utilizan en la elaboración de adobes.

3.2.2. Identificación del proceso de elaboración

a) Mezclado

Se tomó en cuenta todo el proceso de mezclado desde la incorporación de los materiales hasta la forma de mezcla que se hace en la elaboración del adobe.

b) Moldeo

Para el moldeo se determinó qué tipo de material es empleado en la elaboración de los moldes, además de sus dimensiones, la forma de colocar el material mezclado (barro) y como se debe retirar el molde.

c) Secado y apilado

Se conoció como seleccionar el lugar, el tiempo y forma de apilado de los adobes para que se realice el secado.

3.2.3. Dosificación de los materiales usados en la elaboración del adobe

a) Suelo

Se midió el volumen utilizado, y se tomó una muestra para la realización de las pruebas tanto in situ como en el laboratorio.

b) Agua

Se midió la cantidad de agua utilizada para la elaboración de los adobes.

c) Fibra orgánica

Se identificó que tipo de fibra es utilizada y se peso el material utilizado.

3.2.4. Ensayos en campo

Existen algunos ensayos que pueden ser empleados para la selección de los suelos apropiados para la fabricación del adobe. Algunas pruebas sencillas expresadas en el documento "Manual para la construcción de viviendas con Adobe" nos permiten determinar la factibilidad o no de un suelo en la elaboración de los adobes, los que a continuación describimos:

3.2.4.1. Ensayo granulométrico.

Sirvió para determinar la proporción de los componentes principales (arena, limo y arcilla) de la tierra.

PROCEDIMIENTO

a) Se llena con tierra tamizada (utilizar tamiz nº 4) una botella de boca ancha de un litro de capacidad hasta la mitad de su altura, llenar la parte restante con agua limpia.

b) Se agita la botella durante 5 minutos o hasta que todas las partículas de tierra estén en suspensión. (Figura 5).

c) Una vez agitado se coloca la botella sobre una mesa y esperamos que todas las partículas de arena reposen al fondo. Las partículas de arena reposan inmediatamente mientras las partículas de limos y arcillas demoran algunas horas.

d) Se mide las capas para determinar la proporción de arena y limos con arcilla. (Figura 6).

e) Se recomienda que la arena debe ser aproximadamente 2 veces la suma de arcilla y limo.

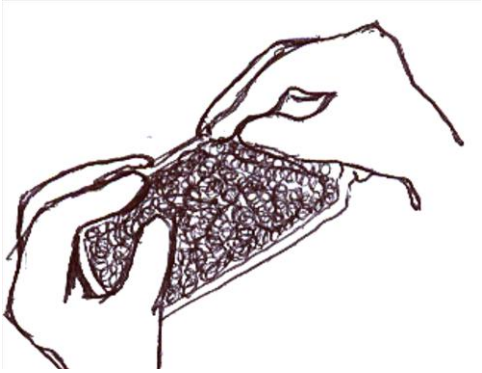


Figura 5. Ensayo granulométrico, mezcla de suelo y agua

Figura 6. Ensayo granulométrico, medición de asentamiento

3.2.4.2. <u>Ensayo de resistencia a la compresión en seco.</u>

<u>PROCEDIMIENTO</u>

a) Con el suelo elegido, se hizo tres bolitas de barro de aproximadamente 2 cm de diámetro. Dejamos secar por 48 horas.

b) Una vez secas, aplastamos cada bolita entre el dedo pulgar e índice. Para los resultados se tomó en cuenta que: Si ninguna de las bolitas se rompe, el suelo contiene suficiente arcilla como para ser usado en la construcción de adobe.

c) Si alguna de las bolitas se rompe, el suelo no es adecuado, ya que carece de la cantidad suficiente de arcilla y debería ser descartado.

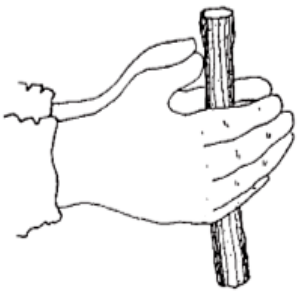
3.2.4.3. Ensayo de plasticidad relacionado con la granulometría

Sirve para determinar la capacidad de la tierra de adoptar la forma del molde sin fisurarse. Esta propiedad nos permite saber si este suelo es arcilloso, arenoso o arcillo arenoso.

PROCEDIMIENTO

a) Con tierra humedecida se hizo un rollo de 1.5cm de diámetro aproximadamente, luego se suspendió en el aire y se midió la longitud del extremo que se rompe. (Figura 7). Para los resultados se tomó en consideración que:

b) Si es de 5 a 15 cm, es tierra arcillo arenosa, que es la adecuada.
c) Si se rompe antes de los 5 cm, no usar ya que es una tierra arenosa.
d) Si se pasa de los 15 cm es una tierra arcillosa, inadecuada. (Figura 8).



Longitud cm	Granulometría	Clasificación
5 - 15	Arcillo - arenosa	Adecuada
<5	Arenosa	No adecuada
>15	Arcillosa	No adecuada

Figura 7. Muestra de campo enrollada **Figura 8.** Ensayo de Plasticidad

3.2.4.4. Granulometría

El análisis granulométrico no es más que un intento de determinar las proporciones relativas de los diferentes tamaños de grano presentes en una masa de suelo dada.

Este análisis solamente agrupa los materiales por rangos de tamaño, para lograr esto en suelos de grano grueso se realiza un proceso de tamizado (análisis de tamices), las mismas que definen el tamaño máximo y mínimo de las partículas y en suelos de grano fino por un proceso de sedimentación en agua llamado análisis granulométrico por vía húmeda.

EQUIPO.

- Balanza de tres escalas.
- Balanza digital.
- Juego de tamices
- Tapa del juego de tamices
- Fondo del juego de tamices
- Recipientes.
- Cepillo de acero y brocha.

PROCEDIMIENTO.

a) La cantidad de la muestra depende del tipo del suelo.

Cuadro 3. Cantidad de suelo requerida para ensayo granulométrico

TIPO	CANTIDAD DE LA MUESTRA
Suelo de grano fino	100-200gr
Suelo arenoso	200-500gr
Suelo gravoso	1-3 Kg

b) Se extiende la muestra sobre una bandeja grande para su secado y se machacan los terrones de material con la ayuda de un rodillo sobre una superficie limpia, otra forma de disgregar el suelo es haciendo rodar un tubo de concreto grande sobre una superficie limpia.

c) Con la ayuda de un tamiz número 4 se tamiza el material y se coloca sobre la bandeja.

d) Se pesa 500g del material sin contar con el peso de la bandeja, es necesario previamente encerar la balanza.

e) Se procede al lavado del material, para ello;

1. Se llena la bandeja con agua suficiente para cubrir el material.
2. Se refriega el material y se revuelve la muestra, con ayuda de un guante de caucho.
3. Se vierte el agua sucia con cuidado sobre un tamiz nº 200.
4. No arrastrar ninguna de las partículas visibles del fondo del recipiente.
5. Añadir agua limpia y repetir el proceso hasta que el agua de lavar permanezca limpia. Las piedras más grandes de la muestra se lavan una a una y se ponen al lado en una bandeja.
6. Finalmente una vez lavado el material de la bandeja se lava el material retenido en el tamiz nº 200 y todo el material resultante es colocado en el horno por un tiempo de 24 horas.

f) Una vez seco el material se procede a establecer su peso con la ayuda de una balanza digital, y luego se establece la cantidad de material lavado que no es más que la diferencia entre la muestra original de 500g y el peso seco del material una vez lavado.

g) Establecido el peso seco del material lavado se procede a realizar el proceso de tamizado de la siguiente manera.

1. Se colocan los tamices Nº 4, Nº 10, Nº40, Nº 200 en forma descendente de manera que al final se coloca la bandeja recolectora.

2. Se coloca la tapa de tamices y se procede a colocarlos en un agitador eléctrico por unos cinco minutos o a tamizarlos por unos quince minutos a mano.
3. Se pesa una bandeja y se desprecia su peso.
4. Quitar con cuidado los tamices y obtener el peso del material que quedo retenido en cada tamiz.

Sumar estos pesos y comparar con el peso total obtenido en un principio. Si se obtiene una diferencia de más del 2% se debe repetir el ensayo.

h) Calcular el porcentaje de material retenido y el porcentaje que pasa en cada tamiz. En cada tamiz dividiendo el peso retenido en cada uno de ellos por el peso de la muestra original.

Según el documento "Propuesta de mejoramiento de las características técnicas del adobe para la aplicación en viviendas unifamiliares emplazadas en el área periurbana de la ciudad de Cuenca" se podría tomar de referencia los siguientes porcentajes, propuestos para una mejor selección de las tierras para tener una mejor calidad de los adobes a emplearse en la construcción.

Cuadro 4. Características óptimas de suelos pala la fabricación de adobes

CARACTERÍSTICAS ÓPTIMAS DE SUELOS PARA ADOBES	
Contenido de Arena	Máximo 70%
	Mínimo 55%
Contenido de arcilla y limos (finos)	Máximo 30%
	Mínimo 10%
Índice plástico	Máximo 30%
	Mínimo 2,5%
Humedad óptima	Máximo 16%
	Mínimo 8%

Fuente: Propuesta de mejoramiento de las características técnicas del Adobe, Año 2010

3.3. Metodología para el segundo objetivo: *"Determinar la resistencia característica de rotura a la compresión simple del adobe".*

De acuerdo al avance de la investigación, se creyó más conveniente por sugerencia de los expertos que apoyaron al desarrollo del proyecto, determinar la resistencia característica de rotura como igual a la resistencia media; y, más bien determinar la resistencia media de rotura a compresión medida a diferentes días de secado.

Para el cumplimiento de este objetivo se planteó lo siguiente.

3.3.1. Ensayo de resistencia compresión simple

El ensayo de compresión es un ensayo técnico que permite determinar la resistencia de un adobe a su deformación ante un esfuerzo de compresión.

Cuando el fabricante del adobe tenía listo el barro para colocarlo en el molde, se tomó una muestra para fabricar las probetas que se analizaron en el laboratorio.

Para llevar a cabo el trabajo aquí presentado se utilizó una muestra de barro de 12 probetas por productor, las probetas deben ser cilíndricas con un diámetro de 15cm por una altura de 30cm.

Los ensayos de compresión simple se realizaron teniendo como variable el tiempo de secado, es decir se realizaron las pruebas a los 10, 20, 30 y 40 días, por lo que se necesitaron 24 probetas, los resultados arrojados tras los ensayos fueron graficados contrastando valores de resistencia vs tiempo de secado.

Los ensayos de compresión simple se realizaron en el laboratorio de Mecánica de Rocas de la Carrera de Geología Ambiental y Ordenamiento Territorial de la Universidad Nacional de Loja.

PROCEDIMIENTO DEL ENSAYO.

El ensayo se lo realiza de la siguiente forma:

- Se coloca la probeta en la prensa, se verifica que se encuentre ubicado en el centro de la prensa.
- Luego el laboratorista, acciona la prensa la cual aplica una presión constante sobre la cara superior del bloque de tierra cruda, hasta que llegue a su rotura.

En el momento de fracaso del adobe, la máquina muestra en la pantalla la máxima carga total aplicada.

El cálculo de la resistencia a la compresión se obtiene dividiendo la carga total para el área de la cara del bloque sometida a compresión, obteniendo la resistencia en kg/cm².

$$Resistencia\ a\ compresión = \frac{CT}{A} = \quad en\ Kg/cm^2$$

Donde:

CT = Carga total, o fuerza aplicada medida en kilogramos fuerza
A = Área de la cara del adobe, medida en centímetros cuadrados

La Norma E.080 acepta como valor mínimo f_0= 12 Kg /cm². (Ver Apéndice 1)

3.4. Metodología para el tercer objetivo: *"Elaborar un manual sobre la elaboración del adobe para que sea difundido a los actores sociales interesados en el tema".*

Para dar cumplimiento con este objetivo se tomó en consideración el procedimiento de elaboración de adobes en la parroquia Paletillas y además se tomó información del documento "Manual para la construcción de viviendas con Adobe", corroborando los datos obtenidos con sencillas pruebas de campo expresadas en ese manual.

IV. RESULTADOS

4.1. *"Identificación del proceso de elaboración del adobe utilizado en construcciones rurales de la parroquia Paletillas, cantón Zapotillo"*

4.1.1. Identificación y selección de los productores de adobe

Se identificó a los productores de adobe de la parroquia Paletillas, para lo cual se contó con la colaboración del presidente del Gobierno Autónomo Descentralizado de la parroquia Paletillas Sr. Hugo Martínez Hidalgo; y, se conoció que existen cuatro fabricantes de adobe en la parroquia Paletillas los cuales lo fabrican hoy solo por pedido ya que su demanda ha bajado considerablemente.

Se registró los lugares y personas que elaboran adobes en una base de datos y a través de un GPS se tomó las coordenadas geográficas y se elaboró un mapa de ubicación de las Bloqueras[2] (Ver apéndice 2). Los nombres de los productores y las coordenadas geográficas, se presentan en el siguiente cuadro:

Cuadro 5. Productores de Adobe de la Parroquia Paletillas

PRODUCTORES DE ADOBE DE LA PARROQUIA PALETILLAS				
ID	NOMBRE	SECTOR	COORDENADA X	COORDENADA Y
1	Wilberto Guerrero	Polo-Polo	582968,50	9539377,58
2	Manuel Pizarro	Polo-Polo	582766,54	9539393,42
3	Marco Cueva	Caucho Grande	585506,89	9547933,69
4	Nelson Olaya	Paletillas	580982,61	9539367,84

Fuente: Investigación realizada por el tesista

La selección de los productores se realizó de acuerdo al criterio de volumen de producción: mayor y menor producción; y, fueron seleccionados el Sr. Wilberto Guerrero del Sector Polo-Polo como el mayor productor (Productor 1) y al Sr Manuel Pizarro del Sector Polo-Polo como el de menor producción (Productor 2). El criterio de

[2] **Bloqueras;** término que emplean los habitantes del sector para denominar a los lugares donde se realizan adobes.

mayor producción se refiere a que la fabricación se la hace prácticamente todo el año; mientras que el de menor producción lo hace de forma esporádica y bajo pedido.

4.1.2. Dosificación de los materiales

Para la dosificación de los materiales utilizados en la elaboración del adobe se utilizó unidades de peso y de volumen por ser la manera más cómoda de expresar las proporciones de los materiales empleados. Se midió los volúmenes de tierra y de agua, y el peso de paja utilizados por los dos productores en la elaboración de los adobes. Además se tomó muestras de tierra para los análisis de granulometría y ensayos de campo.

Las cantidades de materiales utilizados por los productores en la elaboración de adobe son:

Cuadro 6. Cantidades de materiales utilizados en la elaboración de adobe en la parroquia Paletillas

PRODUCTORES DE ADOBE	MATERIALES		
	Tierra (m3)	Agua (lt)	Paja (kg)
Productor 1	0.27	96.0	2.2
Productor 2	0.27	114.0	3.2

Fuente: Investigación realizada por el tesista

El cuadro 6 contiene los materiales utilizados por los productores para la elaboración de los adobes; aquí, se puede observar que el productor 1 utilizó 0,23m^3 de tierra al igual que el productor 2, la cantidad de agua utilizada si difiere ya que el productor 1 utilizó 96lt mientras que el productor 2 empleo la cantidad de 114lt, en cuanto a la paja el productor 1 le colocó 2,2Kg mientras que el productor 2 uso 3,2 Kg.

Se propone expresar la dosificación de los materiales en una fórmula Agua – Tierra - Materia orgánica en proporciones: de volumen el agua y la tierra; y, en peso la materia orgánica. Así al Productor 1 le corresponde los 96lt de agua a una dosis 1; y, los 270 lt

de tierra corresponde 270/96= 2,8 ≈ 3; y, los 2,2 Kg de materia orgánica, en los 270 lt de tierra corresponde a 2200gr/270lt= 8gr de materia orgánica por litro de tierra; entonces, la fórmula de dosificación del adobe para el productor 1 será:

1 : 3 : 8

Que se lee: 1 litro de agua se mezclan con 3 litros de tierra y 8 gramos de materia orgánica.

De la misma forma, la dosificación de los materiales del Productor 2 será:

1 : 2,3 : 12

Que se lee: 1 litro de agua se mezclan con 2,3 litros de tierra y 12 gramos de materia orgánica.

Los contenidos de humedad expresados en porcentajes nos dan los siguientes resultados:

Diferencia de contenido de agua en porcentaje.

3 ----------100%
2,3--------- x = (2,3*100)/3 = 76%

Lo que quiere decir que el Productor 2 utiliza un 24% más de agua

Diferencia de contenido de Materia Orgánica en porcentaje.

12 ----------100%
8 ---------- x = (8*100)/12 = 66%

Lo que quiere decir que el Productor 2 utiliza un 34% más de MO

Contenido de Agua de la mezcla en porcentaje.

3 ----------100%
1 ---------- x = (1*100)/3 = 33%

Lo que quiere decir que en la mezcla del Productor 1 aproximadamente el 33% es agua

2,3 ----------100%
1 ---------- x = (1*100)/2,3 = 43,5%

Lo que quiere decir que en la mezcla del Productor 2 aproximadamente el 43,5% es agua

4.1.3. Proceso de elaboración del adobe

4.1.3.1. Selección de la tierra

La selección de la tierra por parte de los productores de adobe en el sector Polo-Polo se la hace por lo general basados en la disponibilidad del material cerca de la obra a realizar, y que el material contenga arena y arcilla.

4.1.3.1.1. Granulometría

La granulometría realizada en el laboratorio, para el Productor 1 arroja los resultados expresados en el siguiente cuadro.

Cuadro 7. Ensayo de granulometría en laboratorio de muestra 1

ENSAYO DE GRANULOMETRÍA SUELO PRODUCTOR 1				CLASIFICACIÓN	
Porcentaje de agregados		w=	4%	SUCS	CL - ARCILLA DE PLASTICIDAD MEDIA ARENOSA
Grava=	0%	LL=	33%		
Arena=	33%	LP=	20%	AASHTO	A - 6 SUELO ARCILLOSO
Finos=	67%	IP=	13%		

Fuente: Ensayo de granulometría laboratorio CODICER - LOJA

El suelo utilizado por el productor 1 no posee grava, el porcentaje de arena es del 33% mientras que de los finos es del 67%, aquí se encuentran los limos y arcillas; el contenido de humedad óptimo es del 4%, el Límite Líquido es del 33%, el Límite Plástico es del 20% y el Índice de Plasticidad es del 13%; la clasificación de éste suelo según el SUCS (Sistema Unificado de Clasificación de Suelos) es CL – Arcilla de plasticidad media con arena; y, en la clasificación de la AASHTO (American Association of State Highway Officials) es un suelo A – 6 Suelo arcilloso.

Mientras que la granulometría del material para el Productor 2 se muestra en el siguiente cuadro.

Cuadro 8. Ensayo de granulometría en laboratorio de muestra 2

ENSAYO DE GRANULOMETRIA SUELO PRODUCTOR 2				CLASIFICACIÓN	
Porcentaje de agregados		w=	5%	SUCS	CL - ARCILLA DE PLASTICIDAD MEDIA CON ARENA
Grava=	0%	LL=	35%		
Arena=	29%	LP=	21%	AASHTO	A - 6 SUELO ARCILLOSO
Finos=	71%	IP=	14%		

Fuente: Ensayo de granulometría laboratorio CODICER - LOJA

El cuadro 8 indica que el suelo utilizado por el productor 2 no posee grava, el porcentaje de arena es del 29% mientras que de los finos (Limos y Arcillas) es del 71%; el contenido de humedad óptimo es del 5%, el Límite Líquido es del 35%, el Límite Plástico es del 21% y el Índice de Plasticidad es del 14%; la clasificación de éste suelo según el SUCS (Sistema Unificado de Clasificación de Suelos) es CL – Arcilla de plasticidad media con arena y en la clasificación de la AASHTO (American Association of State Highway Officials) es un suelo A – 6 Suelo arcilloso.

En los cuadros se observa que el material utilizado por el Productor 1 posee un 4% más de arena que el material utilizado por el Productor 2.

4.1.3.2. Mezclado

A los señores productores, se les pidió que fabricaran aproximadamente 15 adobes; y, que ellos dosificaran los materiales (Agua – Tierra – Materia orgánica) a utilizar. Se les proporcionó un recipiente de volumen conocido (Ver Apéndice 3), con el propósito de registrar las cantidades utilizadas. Los dos productores utilizaron las cantidades señaladas en el cuadro 6.

En los cuadros anteriores 7 y 8, se puede observar que el límite de plasticidad de laboratorio corrobora el límite plástico que sugieren los productores para la elaboración de los adobes.

Los productores para el mojado del suelo fraccionan el volumen total del agua en dos porciones con diferencia de un día

Al día siguiente se aplica la paja picada; el productor 1 pica entre 10 y 15 cm de largo, mientras que el productor 2 pica la paja entre 8 y 10 cm de largo.

Se la agrega más agua hasta lograr una consistencia tal que cuando se introduzca el pie para el pisoteo éste no salga con mucho barro pegado, es decir el pie se introduce y sale casi limpio.

4.1.3.3. Moldeo:

Una vez obtenido el barro, los productores elaboran los adobes utilizando un molde que tiene las siguientes medidas internas:

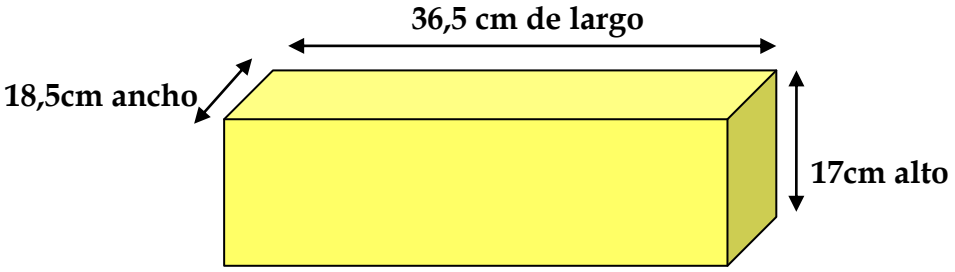


Figura 9. Medidas de adobe fabricado en el sector Polo-Polo

Se comienza humedeciendo las paredes internas del molde de madera y luego ubicando el molde sobre una superficie de plana y limpia. A continuación se coloca una cantidad de barro suficiente para rellenar la base del molde. Se compacta el barro aplicando presión con las manos. (Ver Apéndice 4).

Se llena nuevamente el molde con barro y se lo compacta esto se repite de tres a cuatro veces hasta llenar el molde.

Una vez lleno se enraza la superficie, utilizando un pedazo de madera para ello. Ahora se hala el molde de madera con fuerza, para despegarlo del barro.

4.1.3.4. Secado y alisado

El adobe es colocado en una parte plana con una separación de 5cm entre adobes para el aireado, y a medida que se va secando le van haciendo un alisado con un machete. Cada cinco días se le da la vuelta para un secado uniforme. A los 20 días el adobe está listo para ser utilizado en la obra. (Ver Apéndice 5).

4.2. *"Determinar la resistencia característica de rotura a la compresión simple del adobe".*

4.2.1. Toma de muestras

Para medir la resistencia a la rotura por compresión simple se tomaron muestras del material utilizado para la elaboración de los cilindros de adobe, del mismo que el productor utiliza para la construcción de los adobes. Este material se lo colocó en las probetas. La probeta es un cilindro que tiene 15cm de diámetro y 30 cm de altura. A las muestras se las sacó de las probetas al día siguiente. (Ver Apéndice 7)

La investigación requirió que se analice la resistencia a la rotura de los adobes a los 10, 20, 30, y 40 días de secado; por lo que se utilizó 3 muestras por cada uno de los días establecidos para realizar el ensayo de compresión. Como son 4 tiempos de secado y 3 muestras por tiempo, se requirió un total de 12 muestras por productor, dando un total de 24 muestras analizadas en la investigación.

4.2.2. Resistencia de rotura a compresión simple

Los ensayos para identificar la resistencia a la rotura por compresión simple fueron realizados en el Laboratorio de Mecánicas de Rocas del Área de la Energía, las Industrias y los Recursos Naturales no Renovables de la Universidad Nacional de Loja.

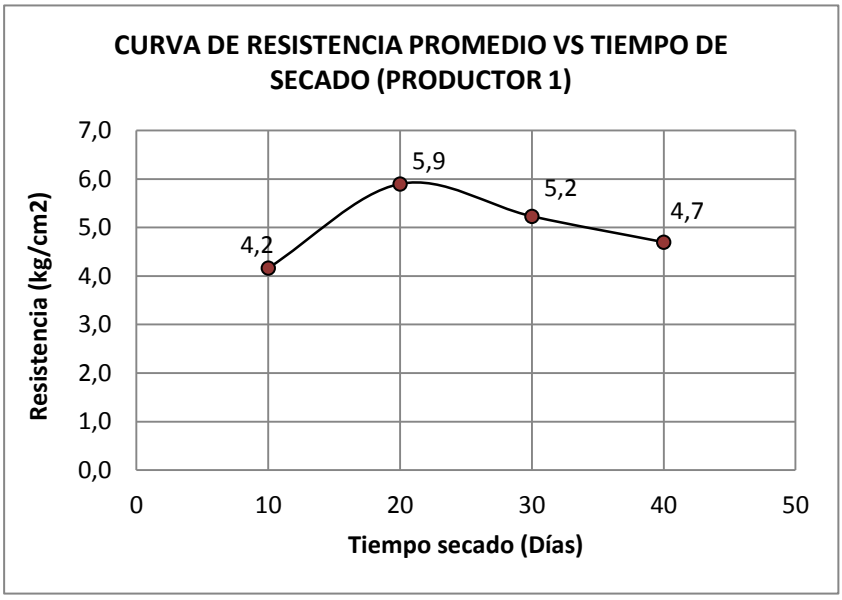
Los resultados para el productor de adobe 1 se muestran en el siguiente cuadro:

Cuadro 9. Ensayo de resistencia a la rotura por compresión simple de adobes Productor 1

ENSAYO DE RESISTENCIA A ROTURA POR COMPRESIÓN (PRODUCTOR 1)				
TIEMPO SECADO (días)	RESISTENCIA (Kg/cm^2)			RESISTENCIA PROMEDIO (Kg/cm^2)
	MUESTRA 1	MUESTRA 2	MUESTRA 3	
10	4,1	4,5	3,9	4,2
20	6,0	5,9	5,8	5,9
30	5,2	5,4	5,1	5,2
40	4,8	4,6	4,7	4,7

Fuente: Ensayo de resistencia realizada por el tesista en el laboratorio de rocas UNL – LOJA

Figura 10. Curva de resistencia promedio a la rotura vs tiempo de secado productor 1



El cuadro 9 muestra la resistencia media en Kg/cm² que tienen los adobes fabricados por el productor 1 en función del tiempo de secado, en el se lee que los adobes a los 10 días alcanzan una resistencia promedio de 4,2Kg/cm² con un máximo de 4,5 Kg/cm² y un mínimo de 3,9Kg/cm², a los 20 días alcanzan una resistencia promedio de 5,9Kg/cm² con un máximo de 6,0 Kg/cm² y un mínimo de 5,8Kg/cm², a los 30 días alcanzan una resistencia promedio de 5,2Kg/cm² con un máximo de 5,4 Kg/cm² y un mínimo de 5,1Kg/cm² ;y, a los 40 días alcanzan una resistencia promedio de 4,7Kg/cm² con un máximo de 4,8 Kg/cm² y un mínimo de 4,6Kg/cm². En la figura 10 se representa la curva de resistencia media versus tiempo de secado, en la que se observa que el valor máximo promedio de resistencia se alcanza a los 20 días de secado.

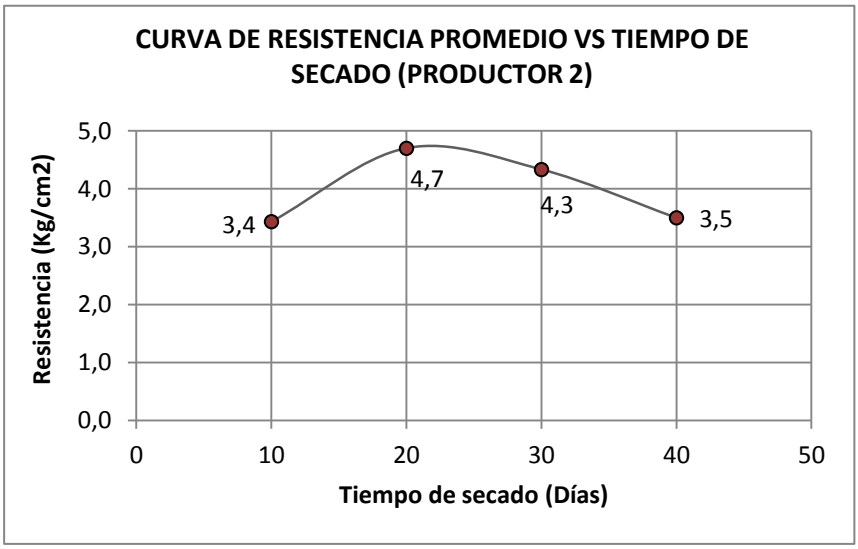
Los resultados para el productor de adobe 2 se muestran en el siguiente cuadro:

Cuadro 11. Ensayo de resistencia a compresión simple de adobes Productor 2

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA ROTURA POR COMPRESIÓN (PRODUCTOR 2)				
TIEMPO SECADO (días)	RESISTENCIA (Kg/cm2)			RESISTENCIA PROMEDIO (Kg/cm2)
	MUESTRA 1	MUESTRA 2	MUESTRA 3	
10	3,6	3,4	3,3	3,4
20	4,9	4,7	4,5	4,7
30	4,5	4,3	4,2	4,3
40	3,4	3,4	3,7	3,5

Fuente: Ensayo de resistencia realizada por el tesista en el laboratorio de rocas UNL – LOJA

Figura 11. Curva de resistencia promedio vs tiempo de secado productor 2



El cuadro 10 muestra la resistencia media en Kg/cm² que tienen los adobes fabricados por el productor 2 en función del tiempo de secado, en el cual se lee que los adobes a los 10 días alcanzan una resistencia promedio de 3,4Kg/cm² con un máximo de 3,6 Kg/cm² y un mínimo de 3,3Kg/cm², a los 20 días alcanzan una resistencia promedio de 4,7Kg/cm² con un máximo de 4,9 Kg/cm² y un mínimo de 4,5Kg/cm², a los 30 días alcanzan una resistencia promedio de 4,3Kg/cm² con un máximo de 4,5 Kg/cm² y un mínimo de 4,2Kg/cm²; y, a los 40 días alcanzan una resistencia promedio de 3,5Kg/cm² con un máximo de 3,7 Kg/cm² y un mínimo de 3,4Kg/cm². En la figura 11 se representa la curva de resistencia media versus tiempo de secado, en la que se observa que el valor máximo promedio de resistencia se alcanza a los 20 días de secado.

4.3. *"Elaborar un manual sobre la elaboración del adobe para que sea difundido a los actores sociales interesados en el tema".*

El manual contiene información muy práctica de cómo elaborar un adobe desde la selección del suelo hasta la forma de secado y almacenamiento, toda esta información fue obtenida de los fabricantes de adobe y mejorada con consejos prácticos tomados del

"Manual de construcciones con adobe" elaborado en el proyecto experimental de viviendas de las Naciones Unidas.

4.3.1. Ensayos de Campo

4.3.1.1. Ensayo Granulométrico.

Los ensayos granulométricos realizados a los dos suelos utilizados por los productores de adobe de la parroquia Paletillas, arrojaron los siguientes resultados:

Cuadro 10. Ensayo granulométrico

ENSAYO GRANULOMÉTRICO			
MUESTRA 1		MUESTRA 2	
Arenas (cm)	Finos (cm)	Arenas (cm)	Finos (cm)
5,0	2,0	4,0	3,0

Fuente: Investigación realizada por el tesista

El cuadro 11 contiene los resultados del ensayo granulométrico realizado a ambas muestras en el cual se tiene información del asentamiento de los materiales en el frasco, de la muestra 1 se tuvo 5cm de arena y 2cm de finos; mientras que, de la muestra 2 tuvimos 4,0cm de arenas y 3,0cm de finos.

4.3.1.2. Ensayo de Resistencia a la compresión en seco

Los ensayos de resistencia a la compresión en seco realizados a los dos suelos utilizados por los productores de adobe seleccionados, nos arrojaron los siguientes resultados:

Cuadro 11. Ensayo de resistencia seca

ENSAYO DE RESISTENCIA SECA			
MUESTRA 1		MUESTRA 2	
ENSAYO	APLASTA	ENSAYO	APLASTA
1	NO	1	NO
2	NO	2	NO
3	NO	3	NO

Fuente: Investigación realizada por el tesista

El cuadro 12 contiene los resultados del ensayo de resistencia a la compresión en seco y nos muestra que ninguna de las bolitas se rompió, lo que nos indica que los suelos contienen cantidad suficiente arcilla como para ser usado en la construcción de adobe.

4.5.1.3. Ensayo de Plasticidad relacionado con la granulometría

El ensayo de plasticidad realizado a los dos suelos utilizados por los productores de adobe seleccionados, nos arrojaron los siguientes resultados:

Cuadro 12. Ensayo de Plasticidad

ENSAYO DE PLASTICIDAD			
MUESTRA 1		MUESTRA 2	
Diámetro (cm)	Rompe (cm)	Diámetro (cm)	Rompe (cm)
1,5	7	1,5	10

Fuente: Investigación realizada por el tesista

El cuadro 13 contiene los resultados del ensayo de plasticidad realizados en el campo, ambos rollos de tierra se hicieron con un diámetro de 1,5cm aproximadamente y la parte que se rompió de la muestra 1 tuvo una longitud de 7cm, mientras que la parte que se rompió de la muestra 2 tuvo 10cm de longitud.

V. DISCUSIÓN

Para discutir los resultados de la resistencia a la rotura por compresión del adobe, se analizaron las diferencias en el proceso de fabricación entre los dos productores, tomando en cuenta que, la resistencia promedio máxima fue a los 20 días de secado con un valor de 5,9Kg/cm^2 para el Productor 1; y, 4,7Kg/cm^2 para el Productor 2.

Dosificación.

Productor 1

1 : 3 : 8

Productor 2

1 : 2,3 : 12

Analizando las dosificaciones de los materiales utilizados en la elaboración del adobe, se nota que la relación Agua - Tierra de los productores se diferencia en un 24%; es decir, el Productor 1 utiliza menos agua que el Productor 2. Parece ser que el comportamiento del adobe al esfuerzo de compresión aumenta a medida que la relación Agua – Tierra aumenta.

Se tiene la idea que el contenido de materia orgánica influye sobre la resistencia a la compresión del adobe, de manera que a mayor contenido de materia orgánica mayor resistencia del adobe; sin embargo, el análisis del resultado de los esfuerzos indican que el adobe que tiene un mayor contenido de materia orgánica tiene menor resistencia a la compresión; pero una pregunta de investigación que surge es ¿Qué sucedería si a igual proporción o granulometría se hace variar solo el contenido de materia orgánica?.

Granulometría.

Productor 1: 33% Arena; 67% Finos (limos y arcillas)

Productor 2: 29% Arena; 71% Finos (limos y arcillas)

Para entender el por qué en el ensayo se observó que a medida que se incrementan los días de secado, la resistencia a la rotura por compresión disminuye; parece ser que, el adobe al contener mayor volumen de agua, en el proceso de secado deja poros o vacíos que lo hacen más sensible a la fisuración y posterior rotura.

El límite líquido de la tierra del Productor 1 es de 33% y la dosis de agua utilizado en la elaboración del adobe representa también el 33%; mientras que, el límite liquido de la tierra del productor 2 es de 35% y la dosis de agua por él utilizada es de 43,5%; se puede ver que sobrepasa el límite líquido del suelo debido a la incorporación de más agua; lo que explica la mayor resistencia a la rotura por compresión de los adobes del Productor 1.

Ésta misma reflexión sirve en cuanto a la granulometría, el mayor porcentaje de arena utilizado por el Productor 1 le da una mayor resistencia al adobe, eso se debe a que al quitar arcilla debido a la incorporación de más arena, hace que la cantidad de agua requerida para que el barro sea manejable sea menor lo que implica reducción de la porosidad al momento del secado y por la tanto mayor resistencia a la compresión.

VI. CONCLUSIONES

- La dosificación de los materiales expresados en una fórmula Agua – Tierra - Materia orgánica en proporciones: en volumen (lt) el agua y la tierra y en peso (gr) la materia orgánica; para el productor 1 es 1:3:8, mientras que para el Productor 2, es 1:2,3:12.

- Para la fabricación de los adobes, el Productor 2 utiliza 24% más de agua y un 34% más de Materia Orgánica.

- De la mezcla utilizada por el Productor 1 para hacer los adobes, aproximadamente el 33% es agua; mientras que, para el Productor 2 es aproximadamente del 43,5%.

- Los ensayos de granulometría de los suelos utilizados por los productores en la fabricación de los adobes nos dicen que el material utilizado por el Productor 1 posee un 4% más de arena que el material utilizado por el Productor 2.

- La resistencia máxima promedio a la rotura por compresión fue a los 20 días de secado con un valor de 5,9Kg/cm^2 para el Productor 1; y, 4,7Kg/cm^2 para el Productor 2.

- El límite líquido de la tierra del Productor 1 es de 33% y la dosis de agua utilizada en la elaboración del adobe representa también el 33%; mientras que, el límite liquido de la tierra del Productor 2 es de 35% y la dosis de agua por él utilizada es de 43,5%.

VII. RECOMENDACIONES

- Investigar la resistencia a la rotura por compresión del adobe, probando diferentes dosificaciones Agua – Tierra manteniendo constante el contenido de materia orgánica.

- Investigar la resistencia del adobe a la rotura por compresión, probando diferentes dosificaciones de materia orgánica manteniendo constante la relación Agua -Tierra.

- Investigar el porcentaje de arena y su influencia en la resistencia del adobe a la rotura ante esfuerzos de compresión.

- Investigar la resistencia del adobe a la rotura por compresión, con dosificaciones que se encuentren dentro de los límites líquido y plástico.

- Realizar una propuesta de mejoramiento del adobe que se fabrica en la parroquia Paletillas debido a la importancia de este material en las construcciones rurales del sector.

VIII. BIBLIOGRAFÍA

- BARDOU, P. (1979). Arquitecturas de adobe. Barcelona: Editorial Gustavo Gili.
- BARRIOS, G.; ÁLVAREZ, L.; ARCOS, H.; MARCHANT, E. y ROSI, D. (1987). "Comportamiento de los suelos para la confección de adobes", Informes de la construcción. Nº 377, Vol.37. Instituto Eduardo Torroja. Madrid. España. p. 43.
- CRYRZA, (1971). Ministerio de Vivienda, Manual para la construcción de viviendas de adobe, Proyecto experimental de Viviendas Naciones Unidas.
- DE LA PEÑA, D. (1997). Tesis "Adobe, características y sus principales usos en la construcción". Tesis previa a la obtención del título de Ingeniero constructor. ITC.
- GUINEA DÍAZ, M. J. (1987). "La tierra, material resistente al agua". Monografía No. 385/386. Instituto Eduardo Torroja. Equipo VMBC. Madrid. España. p. 25-30.
- ROSSITER, D. (2004). Metodologías para el levantamiento del recurso suelo. 2da Ed.rev. 145 p. Disponible en: http://www.itc.nl/~rossiter/teach/ssm/SSM _ LectureNotes2_E.pdf.
- SIAVICHAY, D.; NARVÁEZ, J. (2010). Tesis: "Propuesta de mejoramiento de las características técnicas del Adobe para la aplicación en viviendas unifamiliares emplazadas en el área periurbana de la ciudad de Cuenca".
- VÉLEZ JAHN, G. (2000) "El increíble silencio de las paredes de barro". ICVA. I Congreso Virtual de Arquitectura. Conferencia del Microcurso A8. Arquitectura de barro. Caracas. Venezuela.

INTERNET

- ARAUZODEMIEL.ORG. (2006). Patrimonio arquitectónico del barro. Recuperado de http://www.arauzodemiel.org/textoadobe.htm - 7k
- ARQUITECTURA RURAL. (2009). El valor de lo nuestro. Recuperado de http://www.arquitecturarural.com/Arquitectura-rural-del-ALTO NARCEA MUNIELLOS/Materiales-de-construccion.html
- USOS DEL ADOBE. (2012). Casas con corazón de barro. Recuperado de http://www.oyp.com.ar/nueva/revistas/209/1.php?con=2

- ADOBE. (2014).
  Recuperado de http://es.wikipedia.org/wiki/Adobe
- GUIA AMBIENTAL.COM.AR. (2010). Ciencias de la tierra, perfil del suelo
  Recuperado de http://www.guiaambiental.com.ar/conocimiento-ciencias-de-la-tierra-perfil-del-suelo.html
- CONSTRUCCIÓN GENERAL. (2007). Proceso constructivo
  Recuperado de http://construccion-general.lacoctelera.net/post/2007/05/27/i-proceso-constructivo
- CONSTRUMATICA. (2011). Proceso constructivo en la cooperación para el desarrollo.
  Recuperado de http://www.construmatica.com/construpedia/Proceso_Constructivo_en_la_Cooperaci%C3%B3n_para_el_Desarrollo
- ECOSUR. (2008). Características generales del adobe como material de construcción.
  Recuperado de http://www.ecosur.org/index.php/ecomateriales/adobe/43-caracteristicas-generales-del-adobe-como-material-de-construccion.

IX. APÉNDICE
Apéndice 1. Norma de construcción E.080

NORMA E.080

ADOBE

Artículo 1.- ALCANCE

La Norma comprende lo referente al adobe simple o estabilizado como unidad para la construcción de albañilería con este material, así como las características, comportamiento y diseño.

El objetivo del diseño de construcciones de albañilería de adobe es proyectar edificaciones de interés social y bajo costo que resistan las acciones sísmicas, evitando la posibilidad de colapso frágil de las mismas.

Esta Norma se orienta a mejorar el actual sistema constructivo con adobe tomando como base la realidad de las construcciones de este tipo, existentes en la costa y sierra.

Los proyectos que se elaboren con alcances y bases distintos a los consideradas en esta Norma, deberán estar respaldados con un estudio técnico.

Artículo 2.- REQUISITOS GENERALES

2.1. El proyecto arquitectónico de edificaciones de adobe deberá adecuarse a los requisitos que se señalan en la presente Norma.

2.2. Las construcciones de adobe simple y adobe estabilizado serán diseñadas por un método racional basado en los principios de la mecánica, con criterios de comportamiento elástico.

2.3. Las construcciones de adobe se limitarán a un solo piso en la zona sísmica 3 y a dos pisos en las zonas sísmicas 2 y 1 definidas en la NTE E.030 Diseño Sismorresistente.

Por encima del primer piso de adobe, podrán tenerse estructuras livianas tales como las de quincha o similares.

2.4. No se harán construcciones de adobe en suelos granulares sueltos, en suelos cohesivos blandos, ni arcillas expansivas. Tampoco en zonas propensas a inundaciones cauces de avalanchas, aluviones o huaycos o suelos con inestabilidad geológica.

2.5. Dependiendo de la esbeltez de los muros, se deberá incluir la colocación de refuerzos que mejoren el comportamiento integral de la estructura.

Artículo 3.- DEFINICIONES

3.1. Adobe
Se define el adobe como un bloque macizo de tierra sin cocer, el cual puede contener paja u otro material que mejore su estabilidad frente a agentes externos.

3.2. Adobe Estabilizado
Adobe en el que se ha incorporado otros materiales (asfalto, cemento, cal, etc.) con el fin de mejorar sus condiciones de resistencia a la compresión y estabilidad ante la presencia de humedad.

3.3. Mortero
Material de unión de los adobes. Puede ser barro con paja o con arena, o barro con otros componentes como asfalto, cemento, cal, yeso, bosta, etc.

3.4. Arriostre
Elemento que impide el libre desplazamiento del borde de muro. El arriostre puede ser vertical u horizontal.

3.5. Altura Libre de Muro
Es la distancia vertical libre entre elementos de arriostre horizontales.

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

3.7. Esbeltez
Relación entre la altura libre del muro y su espesor.

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

3.9. Extremo Libre de Muro
Es el borde vertical u horizontal no arriostrado de un muro.

3.10. Vigas Collar o Soleras
Son elementos de uso obligatorio que generalmente conectan a los entrepisos y techos con los muros. Adecuadamente rigidizados en su plano, actúan como elemento de arriostre horizontal (Ver Artículo 6 (6.3)).

3.11. Contrafuerte
Es un arriostre vertical construido con este único fin.

Artículo 4.- UNIDAD O BLOQUE DE ADOBE

4.1. Requisitos Generales
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. Estos rangos pueden variar cuando se fabriquen adobes estabilizados. El adobe debe ser macizo y sólo se permite que tenga perforaciones perpendiculares a su cara de asiento, cara mayor, que no representen más de 12% del área bruta de esta cara.

El adobe deberá estar libre de materias extrañas, grietas, rajaduras u otros defectos que puedan degradar su resistencia o durabilidad.

4.2. Formas y Dimensiones
Los adobes podrán ser de planta cuadrada o rectangular y en el caso de encuentros con ángulos diferentes de 90°, de formas especiales.

Sus dimensiones deberán ajustarse a las siguientes proporciones:

a) Para adobes rectangulares el largo sea aproximadamente el doble del ancho.
b) La relación entre el largo y la altura debe ser del orden de 4 a 1.
c) En lo posible la altura debe ser mayor a 8 cm.

4.3. Recomendaciones para su Elaboración
Remojar el suelo y retirar las piedras mayores de 5 mm y otros elementos extraños.

Mantener el suelo en reposo húmedo durante 24 horas.

Secar los adobes bajo sombra.

Artículo 5.- COMPORTAMIENTO SÍSMICO DE LAS CONSTRUCCIONES DE ADOBE

5.1. Comportamiento Sísmico de las Construcciones de Adobe
Las fallas de las estructuras de adobe no reforzadas, debidas a sismos, son frágiles. Usualmente la poca resistencia a la tracción de la albañilería produce la falla del amarre de los muros en las esquinas, empezando por la parte superior; esto a su vez aísla los muros unos de otros y conduce a una pérdida de estabilidad lateral, produciendo el desplome del mismo fuera de su plano.

Si se controla la falla de las esquinas, entonces el muro podrá soportar fuerzas sísmicas horizontales en su plano las que pueden producir el segundo tipo de falla que es por fuerza cortante. En este caso aparecen las típicas grietas inclinadas de tracción diagonal.

Las construcciones de adobe deberán cumplir con las siguientes características generales de configuración:

a) Suficiente longitud de muros en cada dirección, de ser posible todos portantes.
b) Tener una planta que tienda a ser simétrica, preferentemente cuadrada.
c) Los vanos deben ser pequeños y de preferencia centrados.
d) Dependiendo de la esbeltez de los muros, se definirá un sistema de refuerzo que asegure el amarre de las esquinas y encuentros.

5.2. Fuerzas Sísmicas Horizontales
La fuerza sísmica horizontal en la base para las edificaciones de adobe se determinará con la siguiente expresión:

$$H = S U C P$$

Donde:

S: Factor de suelo (indicado en la Tabla 1),
U: Factor de uso (indicados en la Tabla 2),
C: Coeficiente sísmico (indicado en la Tabla 3) y
P: Peso total de la edificación, incluyendo carga muerta y el 50% de la carga viva.

TABLA 1

Tipo	Descripción	Factor S
I	Rocas o suelos muy resistentes con capacidad portante admisible ≥ 3 Kg/cm²	1,0
II	Suelos intermedios o blandos con capacidad portante admisible ≥ 1 Kg/cm²	1,2

TABLA 2

Tipo de las Edificaciones	Factor U
Colegios, Postas Médicas, Locales Comunales, Locales Públicos	1,3
Viviendas y otras edificaciones comunes	1,0

5.3. Comportamiento del Adobe Frente a Cargas Verticales
Usualmente la resistencia de la albañilería a cargas verticales no presenta problemas para soportar la carga de uno o dos pisos. Se debe mencionar sin embargo que los elementos que conforman los entrepisos o techos de estas edificaciones, deben estar adecuadamente fijados al muro mediante la viga collar o solera.

TABLA 3

Zonas Sísmicas	Coeficiente Sísmico C
3	0,20
2	0,15
1	0,10

ZONAS SÍSMICAS*
FIGURA 1

* Ver Anexo

5.4. Protección de las Construcciones de Adobe
La humedad y la erosión producidas en los muros, son principales causantes del deterioro de las construcciones de tierra, siendo necesaria su protección a través de:

- Recubrimientos resistentes a la humedad
- Cimientos y sobrecimientos que eviten el contacto del muro con el suelo
- Veredas perimetrales
- Aleros
- Sistemas de drenaje adecuados

Artículo 6.- SISTEMA ESTRUCTURAL
El sistema estructural de las construcciones de adobe estará compuesto de:

a) Cimentación
b) Muros
c) Elementos de arriostre horizontal
d) Elementos de arriostre vertical
e) Entrepiso y techo
f) Refuerzos

6.1. Cimentación

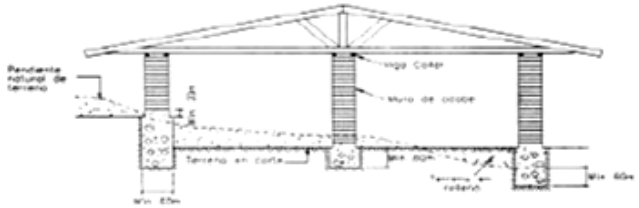
a) No se harán construcciones de adobe en suelos granulares sueltos, en suelos cohesivos blandos ni en arcillas expansivas. Tampoco en zonas propensas a inundaciones, cauces de avalanchas, aluviones o huaycos, o suelos con inestabilidad geológica.

b) La cimentación deberá transmitir la carga de los muros al terreno de acuerdo a su esfuerzo permisible y tendrá una profundidad mínima de 60 cm medida a partir del terreno natural y un ancho mínimo de 40 cm.

c) Los cimientos para los muros deberán ser concreto ciclópeo o albañilería de piedra. En zonas no lluviosas de comprobada regularidad e imposibilidad de inundación, se permitirá el uso de mortero Tipo II para unir la mampostería de piedra (Ver Artículo 7 (7.2)).

d) El sobrecimiento deberá ser de concreto ciclópeo o albañilería de piedra asentada con mortero Tipo I (Ver Artículo 7 (7.11)), y tendrá una altura tal que sobresalga como mínimo 20 cm sobre el nivel del suelo. (Ver Figura 2).

FIGURA 2



6.2. Muros

a) Deberá considerarse la estabilidad de todos los muros. Esto se conseguirá controlando la esbeltez y utilizando arriostres o refuerzos.

b) Las unidades de adobe deberán estar secas antes de su utilización y se dispondrá en hiladas sucesivas considerando traslape tal como se muestra en las Figuras 3 y 4.

c) El espesor de los muros se determinará en función de la altura libre de los mismos y la longitud máxima del muro entre arriostre verticales será 12 veces el espesor del muro. (Ver Tabla 4)

d) En general los vanos deberán estar preferentemente centrados. El borde vertical no arriostrado de puertas y ventanas deberá ser considerado como borde libre.

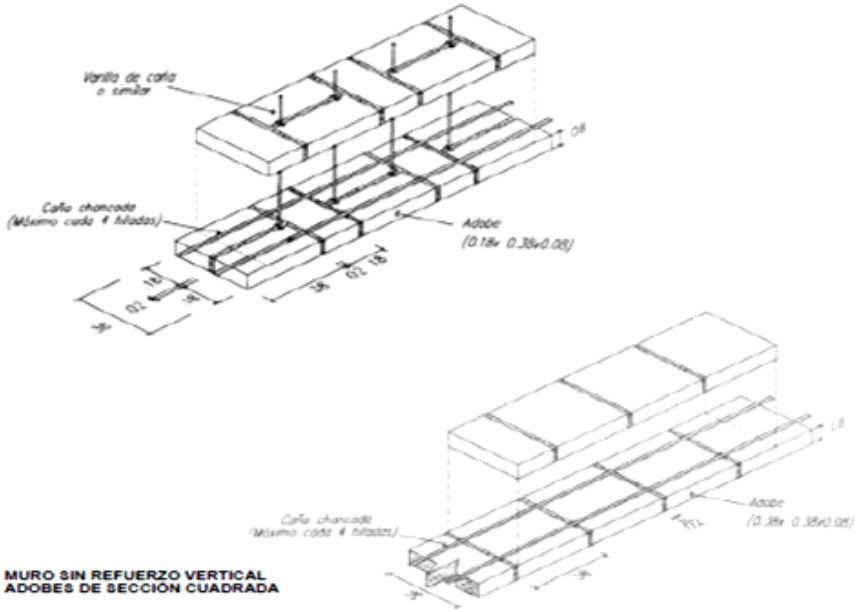
El ancho máximo de puertas y ventanas (vanos) será de 1/3 de la longitud del muro y la distancia entre el borde libre al arriostre vertical más próximo no será menor de 3 ni mayor de 5 veces el espesor del muro. Se exceptúa la condición de 3 veces el espesor del muro en el caso que el muro este arriostrado al extremo (Ver Figura N° 5)

e) Como refuerzo se podrá utilizar cualquier material de los especificados en la Artículo 6 (6.4).

f) Los muros deberán ser diseñados para garantizar su resistencia, según lo especificado en la Artículo 8.

g) En caso de muros cuyos encuentros sean diferentes a 90° se diseñarán bloques especiales detallándose los encuentros.

FIGURA 3
MURO REFORZADO CON CAÑA O SIMILAR VERTICAL Y HORIZONTAL

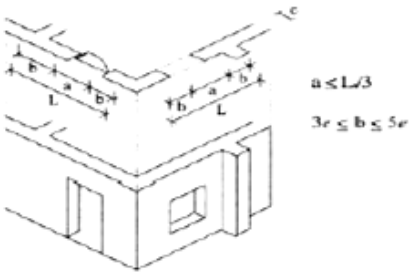


MURO SIN REFUERZO VERTICAL
ADOBES DE SECCIÓN CUADRADA

FIGURA 4
TIPOS AMARRE EN ENCUENTROS DE MUROS DE ADOBE CON O SIN REFUERZO

Tipo de encuentro	Muros Reforzados	Muros no Reforzados
En L	Primera Hilada Segunda Hilada	Primera Hilada Segunda Hilada
En T	Primera Hilada Segunda Hilada	Primera Hilada Segunda Hilada
En X	Primera Hilada Segunda Hilada	Primera Hilada Segunda Hilada

FIGURA 5



6.3. Elementos de Arriostre

a) Para que un muro se considere arriostrado deberá existir suficiente adherencia o anclaje entre este y sus elementos de arriostre, para garantizar una adecuada transferencia de esfuerzos.

b) Los elementos de arriostre serán verticales y horizontales.

c) 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 arriostrar.

d) 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 que se detallan en la Sección 6.4, refuerzos especiales.

e) 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.

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. (Ver Artículo 6 (6.4)).

f) Los elementos de arriostre horizontal se diseñarán como apoyos del muro arriostrado, considerándose al muro como una losa vertical sujeto a fuerzas horizontales perpendiculares a él.

g) Se deberá garantizar la adecuada transferencia de esfuerzos entre el muro y sus arriostres, los que deberán conformar un sistema continuo e integrado.

6.4. Refuerzos Especiales

De acuerdo a la esbeltez de los muros que se indican en la Tabla 4, se requieren refuerzos especiales. Estos tienen como objetivo mejorar la conexión en los encuentros de muros o aumentar la ductilidad de los muros. Dentro de los refuerzos especiales más usados se tienen caña, madera o similares, malla de alambre y columnas de concreto armado.

Se detallarán especialmente los anclajes y empalmes de los refuerzos para garantizar su comportamiento eficaz.

TABLA 4

Esbeltez	Arriostres y Refuerzos Obligatorios	Espesor min. Muro (m)	Altura min. Muro (m)
$\lambda \leq 6$	Solera	0,4 – 0,5	2,4 – 3,0
$6 < \lambda \leq 8$	Solera + elementos de refuerzos horizontal y vertical en los encuentros de muros	0,3 – 0,5	2,4 – 4,0
$8 < \lambda \leq 9$	Solera + elementos de refuerzos horizontal y vertical en toda la longitud de los muros	0,3 – 0,5	2,7 – 4,5

En casos especiales λ podrá ser mayor de 9 pero menor de 12, siempre y cuando se respalde con un estudio técnico que considere refuerzos que garanticen la estabilidad de la estructura.

a) Caña madera o similares

Estos refuerzos serán tiras, colocadas horizontalmente cada cierto número de hiladas (máximo cada 4 hiladas) y estarán unidas entre sí mediante amarres adecuados en los encuentros y esquinas. Podrán usarse en los encuentros y esquineros de los muros o en toda la longitud de los muros, dependiendo de lo indicado en la Tabla 4.

En el caso de que se utilicen unidades cuya altura sea mayor de 10 cm, las tiras de caña tendrán un espaciamiento máximo de 40 cm.

Las tiras de caña o similares se colocarán necesariamente coincidentes con el nivel superior o inferior de todos los vanos.

Se colocarán cañas o elementos de características similares como refuerzos verticales, ya sea en un plano central entre unidades de adobe (Ver Figura 3), o en alvéolos de mínimo 5 cm de diámetro dejados en los adobes (Ver Figura 3).

En ambos casos se rellenarán los vacíos con mortero.

El refuerzo vertical deberá estar anclado a la cimentación y fijado a la solera superior. De usarse caña madura y seca o elementos rectos y secos de eucalipto u otros similares.

Se podrá usar madera en dinteles de vanos y vigas soleras sobre los muros.

La viga solera se anclará adecuadamente al muro y al dintel si lo hubiese.

b) Malla de alambre

Se puede usar como refuerzo exterior aplicado sobre la superficie del muro y anclado adecuadamente a él. Deberá estar protegido por una capa de mortero de cemento – arena de 4 cm aproximadamente.

La colocación de la malla puede hacerse en una o dos caras del muro, en cuyo caso se unirá ambas capas mediante elementos de conexión a través del muro. Su uso es eficiente en las esquinas asegurado un traslape adecuado.

c) Columnas y vigas de concreto armado

La utilización de columnas de concreto armado como confinamiento de muros de adobe debe utilizarse en casos en que el espesor del muro no exceda los 25 cm y se utilice para unir los adobes un mortero que contenga cemento para poder anclar alambre de ¼" cada tres hiladas con la finalidad de conseguir una adecuada transmisión de esfuerzos entre el muro y la columna.

La utilización de vigas soleras de concreto armado tiene como objetivo contribuir a formar un diagrama rígido en el nivel en que se construya, puede ser colocado en varios niveles formando anillos cerrados, pero principalmente debe colocarse en la parte superior. Se puede combinar con elementos de refuerzo verticales como cañas o columnas de concreto armado.

De acuerdo al espesor de los muros, se deberá colocar el refuerzo que se indica en la Tabla 4.

En casos especiales se podrá considerar espesores de muro de 20 – 25 cm, siempre que se respalde por un estudio técnico que considere refuerzos verticales y horizontales.

6.5. Techos

a) Los techos deberán en lo posible ser livianos, distribuyendo su carga en la mayor cantidad posible de muros, evitando concentraciones de esfuerzos en los muros; además, deberán estar adecuadamente fijados a éstos a través de la viga solera.

b) Los techos deberán ser diseñados de tal manera que no produzcan en los muros, empujes laterales que provengan de las cargas gravitacionales.

c) En general, los techos livianos no pueden considerarse como diafragmas rígidos y por tanto no contribuyen a la distribución de fuerzas horizontales entre los muros. La distribución de las fuerzas de sismo se hará por zonas de influencia sobre cada muro longitudinal, considerando la propia masa y las fracciones pertinentes de las masas de los muros transversales y la del techo.

d) En el caso de utilizar tijerales, el sistema estructural del techado deberá garantizar la estabilidad lateral de los tijerales.

e) En los techos de las construcciones se deberá considerar las pendientes, las características de impermeabilidad, aislamiento térmico y longitud de los aleros de acuerdo a las condiciones climáticas de cada lugar.

Artículo 7.- MORTEROS

Los morteros se clasificaran en dos grupos:

a) Tipo I (en base a tierra con algún aglomerante como cemento, cal, asfalto, etc.).

b) Tipo II (en base a tierra con paja).

Se considera que las juntas de la albañilería constituyen las zonas críticas, en consecuencia ellas deberán contener un mortero del tipo I ó II de buena calidad.

7.1. Mortero Tipo I

Mortero de suelo y algún aglomerante como cemento, cal o asfalto.

Deberá utilizarse la cantidad de agua que permita una adecuada trabajabilidad.

Las proporciones dependen de las características granulométricas de los agregados y de las características específicas de otros componentes que puedan emplearse.

7.2. Mortero Tipo II

La composición del mortero debe cumplir los mismos lineamientos que las unidades de adobe y de ninguna manera tendrá una calidad menor que las mismas.

Deberá emplearse la cantidad de agua que sea necesaria para una mezcla trabajable.

Las juntas horizontales y verticales no deberán exceder de 2 cm y deberán ser llenadas completamente.

Artículo 8.- ESFUERZOS ADMISIBLES

Los ensayos para la obtención de los esfuerzos admisibles de diseño considerarán la variabilidad de los materiales a usarse.

Para fines de diseño se considerará los siguientes esfuerzos mínimos

- Resistencia a la compresión de la unidad:

$f_c = 12\ kg/cm^2$

- Resistencia a la compresión de la albañilería:

$f_m = 0{,}2 f_c$ ó $2\ kg/cm^2$

- Resistencia a la compresión por aplastamiento:

$1{,}25\ f_m$

- Resistencia al corte de la albañilería:

$V_m = 0{,}25\ kg/cm^2$

8.1. Resistencia a la Compresión de la Unidad

La resistencia a la compresión de la unidad se determinará ensayando cubos labrados cuya arista será igual a la menor dimensión de la unidad de adobe.

El valor del esfuerzo resistente en compresión se obtendrá en base al área de la sección transversal, debiéndose ensayar un mínimo de 6 cubos, definiéndose la resistencia última (f_c) como el valor que sobrepase en el 80% de las piezas ensayadas.

Los ensayos se harán utilizando piezas completamente secas, siendo el valor de f_c mínimo aceptable de 12 kg/cm².

La resistencia a la compresión de la unidad es un índice de la calidad de la misma y no de la albañilería.

8.2. Resistencia a la Compresión de la Albañilería

La resistencia a la compresión de la albañilería podrá determinarse por:

a) Ensayos de pilas con materiales y tecnología a usar en obra.

Las pilas estarán compuestas por el número entero de adobes necesarios para obtener un coeficiente de esbeltez (altura / espesor) del orden de aproximadamente tres (3), debiéndose tener especial cuidado en mantener su verticalidad.

El número mínimo de adobes será de cuatro (4) y el espesor de las juntas será de 2 cm. La disposición del ensayo será la mostrada en la Figura 6.

El tiempo de secado del mortero de las pilas será de 30 días y el número mínimo de pilas a ensayar será de tres (3).

Mediante estos ensayos se obtiene el esfuerzo último f_m en compresión de la pila, considerándose aquel valor que sobrepasa en 2 de la 3 pilas ensayadas.

Es esfuerzo admisible a compresión del muro (f_m) se obtendrá con la siguiente expresión:

$f_m = 0{,}25\ f_m$

Donde:

f_m = esfuerzo de compresión último de la pila

b) Alternativamente cuando no se realicen ensayos de pilas, se podrá usar el siguiente esfuerzo admisible:

$f_m = 2{,}0\ Kg/cm^2$

8.3. Esfuerzo Admisible de Compresión por Aplastamiento

El esfuerzo admisible de compresión por aplastamiento será: $1{,}25\ f_m$

8.4 Resistencia al Corte de la Albañilería

La resistencia al corte de la albañilería se podrá determinar por:

a) Ensayos de compresión diagonal con materiales y tecnología a usarse en obra.

La disposición del ensayo será la mostrada en la Figura 7.

Se ensayarán un mínimo de tres (3) especímenes.

El esfuerzo admisible al corte del muro (V_m) se obtendrá con la expresión:

$V_m = 0{,}4\ f_v$

Donde:

f_v = esfuerzo último del murete de ensayo.

Este valor será el sobrepasado por 2 de cada 3 de los muretes ensayados.

b) Alternativamente cuando no se realicen ensayos de muretes, se podrá usar el siguiente esfuerzo admisible al

$V_m = 0{,}25\ kg/cm^2$

Artículo 9.- DISEÑO DE MUROS

9.1. Diseño de Muros Longitudinales

La aplicación de la resistencia V_m se efectuará sobre el área transversal crítica de cada muro, descontando vanos si fuera el caso.

FIGURA 6
ENSAYO DE COMPRESIÓN AXIAL

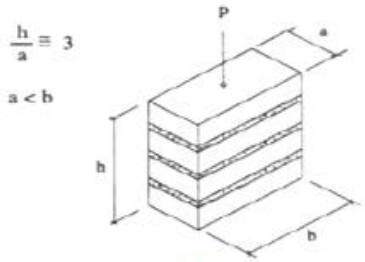
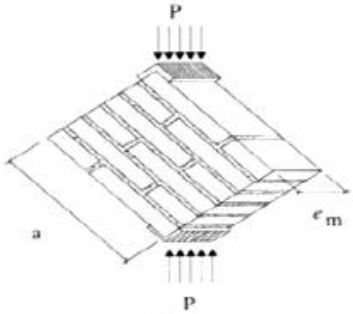


FIGURA 7
ENSAYO DE COMPRESIÓN DIAGONAL

$f_v = \frac{P}{2at_m}$



ANEXO

ZONIFICACIÓN SÍSMICA

Las zonas sísmicas en que se divide el territorio peruano, para fines de esta Norma se muestran en la Figura 1.

A continuación se especifican las provincias de cada zona.

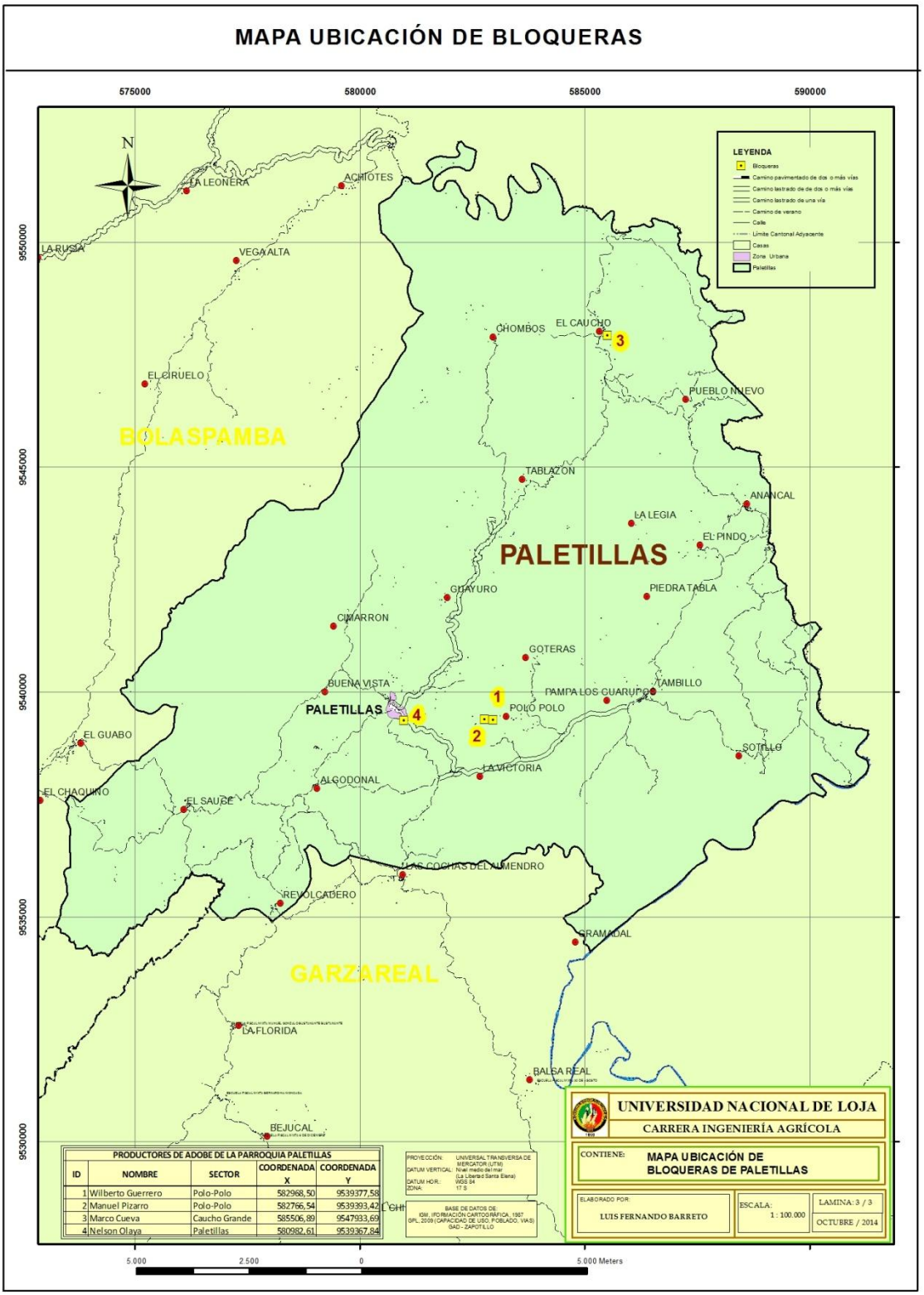
Zona 1

1. Departamento de Loreto. Provincias de Ramón Castilla, Maynas, y Requena.
2. Departamento de Ucayali. Provincia de Purús.
3. Departamento de Madre de Dios. Provincia de Tahuamanú.

Zona 2

1. Departamento de Loreto. Provincias de Loreto. Alto

Apéndice 2. Mapa de ubicación de Bloqueras



Apéndice 3. Preparación del barro para el Adobe (productor 1)

Toma de medidas del recipiente utilizado para el agua

Colocación de la tierra

Amontonado de la tierra

Se expande la tierra sobre una superficie plana

Llenado del agua

Remojando la tierra

Colocación del agua y mezclado

Colocación del agua y mezclado

Paja para elaboración de los adobes

Picado de la paja

Se coloca la mitad de la paja sobre la tierra

Pisoteo hasta mesclar todo

Se coloca el resto de paja y se mezcla con la pala

Se pisotea hasta mezclar todo homogéneamente

Apéndice 4. Moldeo del Adobe (productor 1)

Mojado del molde	Colocación del barro en el molde
Quitado del molde del adobe	Adobe listo para secado

Apéndice 5. Secado y alisado de los adobes (productor 1)

Secado de los adobes	Alisado de los adobes

Apéndice 6. Proceso de elaboración de los adobes (productor 2)

Selección del suelo a usar	Amontonado del suelo a usar

Amontonado del suelo

Mojado del suelo

Mezcla del suelo

Picado de la paja

Agregando la paja y mezclando

Pisoteando la paja y el suelo

 Mojado del molde	 Colocando el barro en el molde
 Colocando el barro en el molde	 Quitado del molde del adobe
 Quitado del molde del adobe	 Secado del adobe

Apéndice 7. Elaboración de los cilindros para ensayo de resistencia (productor 1)

Llenado del barro en las probetas cilíndricas

Llenado del barro en las probetas cilíndricas

Desmoldado

Secado de la probeta cilíndrica

Apéndice 8. Ensayos de campo de granulometría

Muestra de suelo para prueba de granulometría	Envase para prueba de granulometría
Llenado de suelo en envase	Suelo y agua mezclados y agitados

Apéndice 9. Ensayo de granulometría laboratorio

Muestra 1

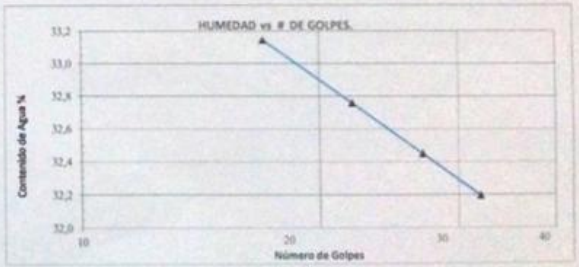
CODICER

CONSULTORÍA - DISEÑOS DE INGENIERÍA - LABORATORIO

PROYECTO: Estudio sobre la Fabricación de las Propiedades Mecánicas del Adobe
ESTUDIO: Propiedades Mecánicas del Adobe
UBICACIÓN: Polo Polo - Paletillas - Zapotillo
SOLICITA: Ing.Luis Fernando Barreto
SONDEO: C-02
PROFUNDIDAD: 0,30 m
FECHA: 02/oct/2014

TAMIZ INEN (ASTM)	Masa retenida parcial	Masa retenida acumulada	% Retenido	% que pasa	% que pasa especificado
GRANULOMETRÍA GRAVA (INEN 690)					
75 mm (3")	-	-	-	100,00	
63 mm (2 ½")	-	-	-	100,00	
50 mm (2")	-	-	-	100,00	
37.5 mm (1 ½")	-	-	-	100,00	
25 mm (1")	-	-	-	100,00	
19 mm (¾")	-	-	-	100,00	
12.5 mm (½")	-	-	-	100,00	
9.5 mm (⅜")	-	-	-	100,00	
4.75 (Nº 4)	-	-	-	100,00	
Pasa 4.75 mm	561,90	561,90	100,00		
Σ =	561,90				
GRANULOMETRÍA ARENA (INEN 690)					
2.36 mm (Nº 8)					
2 mm (Nº 10)	42,80	42,80	7,62	92,38	
1.18 mm (Nº 16)					
850 µm (Nº 20)					
600 µm (Nº 30)					
425 µm (Nº 40)	72,00	114,80	20,43	79,57	
300 µm (Nº 50)					
250 µm (Nº 60)					
150 µm (Nº 100)					
75 µm (Nº 200)	72,10	186,90	33,26	66,74	
Pasa 75 µm	375,00	561,90	100,00		
Σ =	561,90				

Muestra Nº	Cápsula Nº	Número de Golpes	Masa recipen + suelo húme. (gr.)	Masa recipen + suelo seco (gr.)	Masa del recipiente (gr.)	Masa del agua (gr.)	Masa del Suelo Seco (gr.)	Contenido de agua %	Valor Promedio %
CONTENIDO DE AGUA (INEN 690)									
M-01	15	-	146,60	142,00	22,30	4,60	119,70	3,84	4,04%
M-02	24	-	147,40	142,20	19,20	5,20	123,00	4,23	
LÍMITE LÍQUIDO (INEN 691)									
M-01	47	17	32,09	28,46	17,48	3,63	10,98	33,06	32,57
M-02	41	22	33,09	29,24	17,54	3,85	11,70	32,91	
M-03	15	27	32,30	28,55	16,99	3,75	11,56	32,44	
M-04	6	32	32,54	28,75	16,96	3,79	11,79	32,15	
LÍMITE PLÁSTICO (INEN 692)									
M-01	38	-	10,24	9,97	8,61	0,27	1,36	19,85	19,72
M-02	19	-	10,21	9,93	8,48	0,28	1,45	19,31	
M-03	16	-	10,22	9,93	8,48	0,29	1,45	20,00	



Masa total muestra = 561,90 gr
Masa antes de = 561,90 gr
Masa después de = 187,40 gr

D10 = _____
D30 = _____
D60 = _____

C_U = _____
C_C = _____

RESULTADOS:

< 75 µm = 67 %
Grava = 0 %
Arena = 33 %
Finos = 67 %

W = 4%
LL = 33 %
LP = 20 %
IP = 13

CLASIFICACIÓN

SUCS = Arcilla de plasticidad media arenosa CL
AASHTO = A-6 Suelo arcilloso

CODICER
RUC 1191715213001
TELEF 072579038
Jorge Espejo Orellana
Responsable Laboratorio

Muestra 2

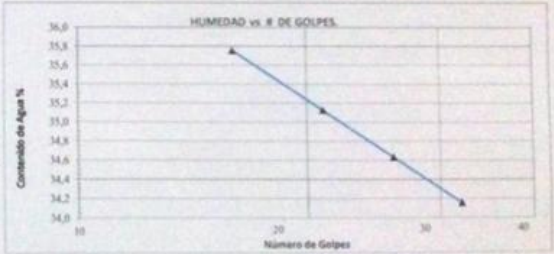
CODICER

CONSULTORÍA - DISEÑOS DE INGENIERÍA - LABORATORIO

PROYECTO: Estudio sobre la Fabricación de las Propiedades Mecánicas del Adobe
ESTUDIO: Propiedades Mecánicas del Adobe
UBICACIÓN: Polo Polo - Poletillas - Zapotillo
SOLICITA: Ing.Luis Fernando Barreto
SONDEO: C-01
PROFUNDIDAD: 0,30 m
FECHA: 02/oct/2014

TAMIZ (INEN [ASTM])	Masa retenida parcial	Masa retenida acumulada	% Retenido	% que pasa	% que pasa especificado
GRANULOMETRÍA GRAVA (INEN 690)					
75 mm (3")	-	-	-	100,00	
63 mm (2 ½")	-	-	-	100,00	
50 mm (2")	-	-	-	100,00	
37,5 mm (1 ½")	-	-	-	100,00	
25 mm (1")	-	-	-	100,00	
19 mm (¾")	-	-	-	100,00	
12,5 mm (½")	-	-	-	100,00	
9,5 mm (⅜")	-	-	-	100,00	
4,75 (Nº 4)	-	-	-	100,00	
Pasa 4,75 mm	485,70	485,70	100,00		
Σ =	485,70				
GRANULOMETRÍA ARENA (INEN 690)					
2,36 mm (Nº 8)					
2 mm (Nº 10)	1,70	1,70	0,35	99,65	
1,18 mm (Nº 16)					
850 µm (Nº 20)					
600 µm (Nº 30)					
425 µm (Nº 40)	41,80	43,50	8,96	91,04	
300 µm (Nº 50)					
250 µm (Nº 60)					
150 µm (Nº 100)					
75 µm (Nº 200)	96,50	140,00	28,82	71,18	
Pasa 75 µm	345,70	485,70	100,00		
Σ =	485,70				

Muestra Nº	Cápsula Nº	Número de Golpes	Masa recipen + suelo húme. [gr.]	Masa recipen + suelo seco [gr.]	Masa del recipiente [gr.]	Masa del agua [gr.]	Masa del Suelo Seco [gr.]	Contenido de agua %	Valor Promedio %
CONTENIDO DE AGUA (INEN 690)									
M-01	36	-	149,90	143,30	21,70	6,60	121,60	5,43	5,49%
M-02	30	-	156,80	149,70	21,70	7,10	128,00	5,55	
LÍMITE LÍQUIDO (INEN 691)									
M-01	32	16	35,27	30,57	17,40	4,70	13,17	35,69	34,73
M-02	25	21	34,90	30,24	17,05	4,66	13,19	35,33	
M-03	27	26	35,44	30,82	16,63	4,82	13,59	34,45	
M-04	46	32	34,21	29,89	17,26	4,32	12,63	34,20	
LÍMITE PLÁSTICO (INEN 692)									
M-01	27	-	10,25	9,97	8,61	0,28	1,36	20,59	20,70
M-02	26	-	10,40	10,08	8,54	0,32	1,54	20,78	
M-03	40	-	10,18	9,90	8,55	0,28	1,35	20,74	



Masa total muestra = 485,70 gr
Masa antes de = 485,70 gr
Masa después de = 140,80 gr

D10 = ____
D30 = ____
D60 = ____

C_u = ____
C_c = ____

RESULTADOS:

< 75 µm = 71 %
Grava = 0 %
Arena = 29 %
Finos = 71 %

W = 5%
LL = 35 %
LP = 21 %
IP = 14

CLASIFICACIÓN

SUCS = Arcilla de plasticidad media con arena CL
AASHTO = A-6 Suelo arcilloso

CODICER
Ingeniero Luis Fernando Barreto
Responsable Laboratorio
RUC 1191715213001
TELEF.0723712023

Muestra de suelo

Cuarteo de la muestra de suelo

Muestra de suelo para contenido de humedad

Muestra de suelo en horno

Muestra de suelo para límite líquido

Muestra de suelo para límite líquido

Tamices para prueba de granulometría

Ensayo de límite líquido

Apéndice 10. Ensayo de campo de resistencia seca

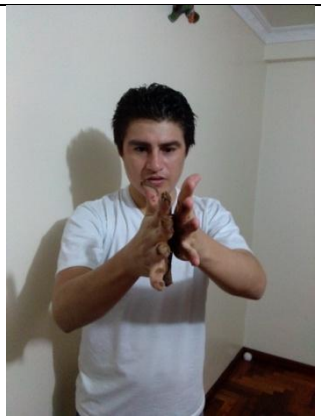
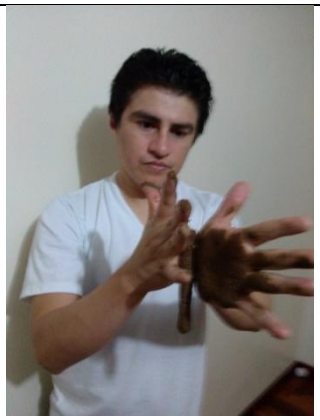
Elaboración de bolas para ensayo

Elaboración de bolas para ensayo

Bolas secados 48 horas

Bolas secados 48 horas

Apéndice 11. Ensayo de campo de plasticidad

 Elaboración de rollo para ensayo	 Elaboración de rollo para ensayo
  Rollo de 1,5 cm de diámetro	 Rollo de 1,5 cm de diámetro

Apéndice 12. Ensayo de resistencia a compresión simple

Colocando el adobe en la máquina de resistencia	Adobe listo para prueba de compresión simple

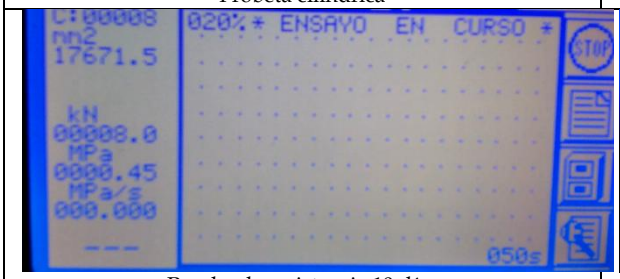
Accionando la máquina para comprimir el adobe	Adobe fracturado
Adobe fracturado	Adobe fracturado

Fractura del adobe

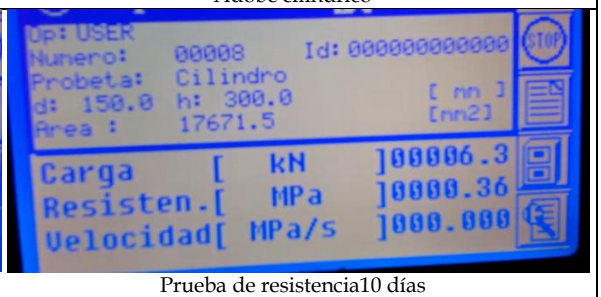
Adobes fracturados

Probeta cilíndrica

Adobe cilíndrico



Prueba de resistencia 10 días

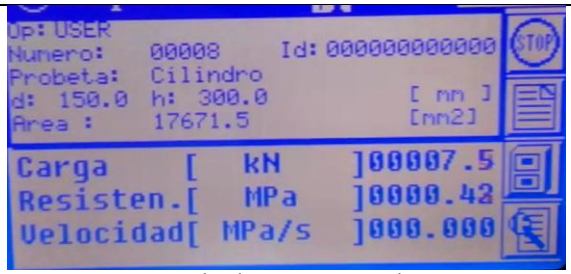


Prueba de resistencia10 días

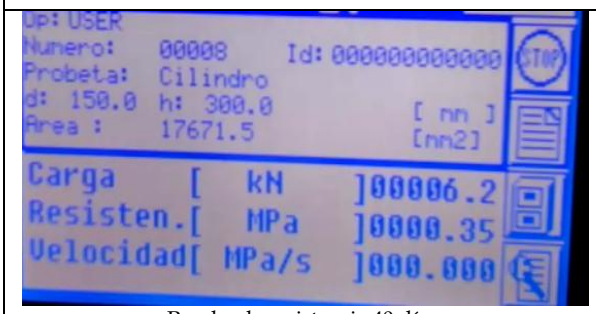
Prueba de resistencia 20 días

Prueba de resistencia20 días

Prueba de resistencia 30 días



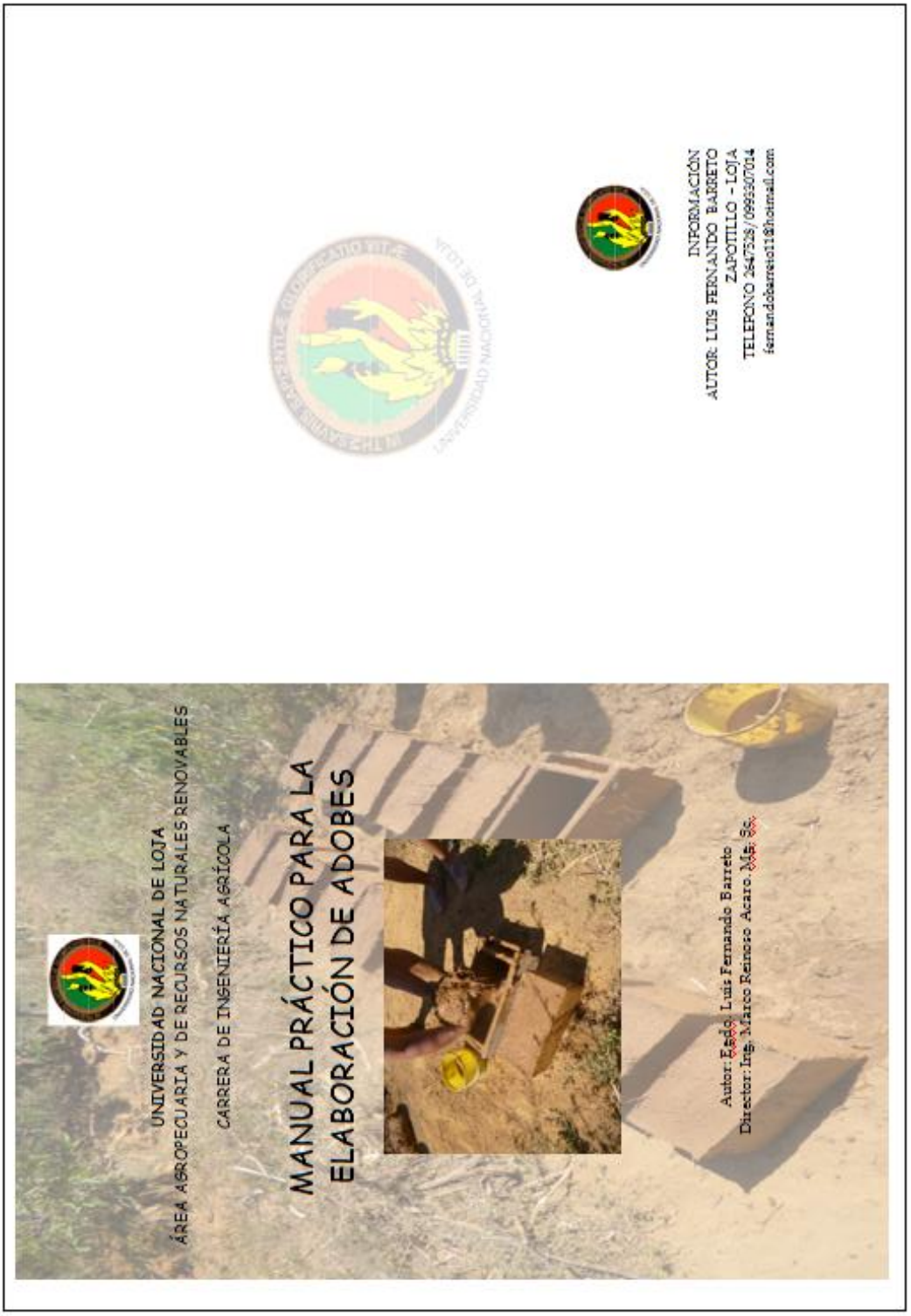
Prueba de resistencia 30 días



Prueba de resistencia 40 días

Prueba de resistencia 40 días

Apéndice 13. Manual



PRESENTACIÓN

La Universidad Nacional de Loja, a través de la carrera de Ingeniería Agrícola, han propuesto realizar una serie de investigaciones en el campo específico de las construcciones rurales, orientadas a identificar, recolectar, caracterizar y evaluar información de éstos materiales, con la finalidad de disponer de un banco de información sobre las características de éstos, para de esta manera contribuir con la solución del problema de vivienda en nuestra provincia.

El presente trabajo contiene información obtenida en el proyecto de tesis "Estudio sobre la fabricación y las propiedades mecánicas del adobe utilizado como material de construcción en la parroquia Paletillas, cantón Zapotillo", realizado en el periodo de Marzo a Octubre del 2014. A través de este proyecto de investigación se pudo obtener información acerca de los procesos constructivos tales como las dosificaciones que se utilizan en la elaboración (Arcilla, arena, fibra orgánica, agua), además de información producto de de revisión bibliográfica para la descripción de la metodología para la elaboración de adobes.

QUE ES EL ADOBE?

El adobe es considerado un material de construcción de bajo costo ya que la materia prima principal (tierra) se obtiene del lugar y que se lo elabora en las comunidades locales.

Las estructuras de adobe son generalmente auto-construidas, porque la técnica constructiva tradicional es simple y no requiere consumo adicional de energía. Profesionales calificados (ingenieros y arquitectos) generalmente no estaban involucrados con este tipo de construcción.

Al adobe se lo puede describir como un bloque macizo de tierra cruda, el cual puede contener paja u otro material (fibras naturales o artificiales) que mejore su estabilidad frente a agentes externos. Finalmente es secado al sol y al aire, el adobe se caracteriza por ser un material que se emplea sin cocción previa.

A continuación se describe los pasos a seguir para elaborar un adobe:

1. SELECCIÓN DE LA TIERRA

La tierra para fabricar adobes debe estar formada por un 25 a 45% de limos y arcillas y el resto de arena. La proporción máxima de arcilla será del 15 al 17%. La tierra no debe ser de cultivo y tiene que estar libre de restos de éstos.

Tierra de cultivo

Tierra para adobes

Se pueden identificar fácilmente las tierras inadecuadas por su color y sabor:

Tierra con materia orgánica: de color negruzco
Tierra salitrosa: de color blanquecino y sabor salado

2. PRUEBAS DE SELECCIÓN DE LA TIERRA

➢ **ENSAYO DE GRANULOMETRÍA.** Sirve para determinar la proporción de los componentes principales (arena, limo y arcilla) de la tierra.

PROCEDIMIENTO

a) Llenar con tierra tamizada (utilizar tamiz nº 4, cedazo abertura de 4,75mm) una botella de boca ancha de un litro de capacidad hasta la mitad de su altura, llenar la parte restante con agua limpia.
b) Agitar la botella durante 5 minutos o hasta que todas las partículas de tierra estén en suspensión.
c) Una vez agitado poner la botella sobre una mesa y esperar que todas las partículas de arena reposen al fondo. Las partículas de arena reposaran inmediatamente mientras las partículas de limos y arcillas duraran algunas horas.
d) Medir las capas para determinar la proporción de arena y limos con arcilla.
e) Se recomienda que la cantidad de arena fluctué entre 1.5 y 3 veces la cantidad de limos y arcilla.

- **ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN EN SECO.**

PROCEDIMIENTO

a) Realizar el "ensayo de resistencia seca" con el suelo elegido hacer por lo menos tres bolitas de barro de aproximadamente 2 cm de diámetro.
Dejar secar por lo menos 24 horas lo aconsejable 48 horas.

b) Una vez secas, aplastar cada bolita entre el dedo pulgar e índice. Si ninguna de las bolitas se rompe, el suelo contiene suficiente arcilla como para ser usado en la construcción de adobe.
c) Si alguna de las bolitas puede ser aplastada, el suelo no es adecuado, ya que carece de la cantidad suficiente de arcilla y debería ser descartado.

- **ENSAYO DE PLASTICIDAD RELACIONADO CON LA GRANULOMETRÍA**

Sirve para determinar la capacidad de la tierra de adoptar la forma del molde sin fisurarse. Esta propiedad nos permite saber si este suelo es arcilloso, arenoso o arcillo arenoso.

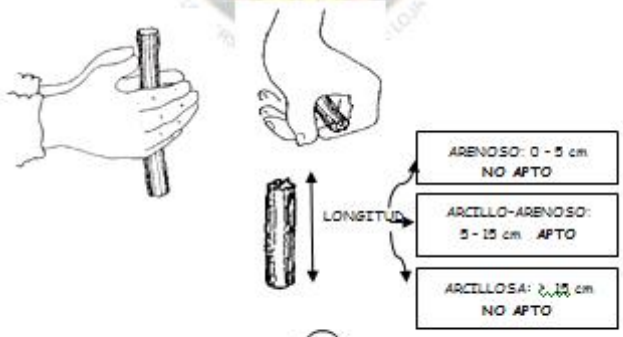
PROCEDIMIENTO

a) Conformar con tierra humedecida un rollo de 1.5cm de diámetro aproximadamente, suspenderlo en el aire y medir la longitud del extremo que se rompe.

b) Si es de 5 a 15 cm es tierra arcillo arenosa que es la adecuada.

c) Si se rompe antes de los 5 cm no usar ya que es una tierra arenosa.

d) Si se pasa de los 15 cm es una tierra arcillosa inadecuada.



3. ELABORACIÓN DEL ADOBE.

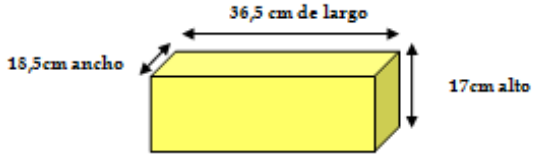
DIMENSIONAMIENTO

Las dimensiones de los adobes en Latino América son muy variadas.
Es claro que no existe una dimensión estandariza sin embargo es de mencionar las recomendaciones para el dimensionamiento establecidas por la universidad nacional de ingeniería del Perú (UNI) publicadas en lima en marzo de 1993. En las cuales se expresa;

La longitud no debe ser mayor que el doble de su ancho más el espesor de una junta de pega. También se recomienda que tanto la longitud como el ancho tengan una dimensión máxima de 40 cm.

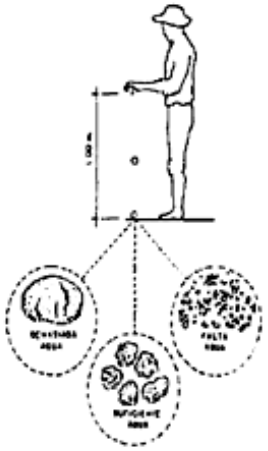
En Ecuador generalmente la altura está entre 18 a 20 cm. La relación entre la longitud y la altura debe ser de aproximadamente 4 a 1 para permitir un traslape horizontal en proporción de de 2 a 1, lo cual brinda seguridad ante el efecto de corte producto de los sismos.

Los adobes fabricados en el sector Polo-Polo de la parroquia Paletillas, que es el lugar seleccionado para la investigación, tienen las siguientes medidas



4. PREPARACIÓN DEL BARRO.

Mojar el suelo a utilizar y retirar las piedras mayores a 5mm u otros elementos extraños. Mantener el suelo húmedo en reposo durante 24 horas, lo cual facilita el mezclado.



MEZCLADO.

La etapa del mezclado de los materiales se la realiza tradicionalmente de la siguiente manera:
Se procede a mezclar el barro con agua utilizando palas, aunque es muy común realizarlo con los pies o con el empleo de bueyes, caballos, luego se agrega a la mezcla materiales inertes como fibras de paja o pasto seco con una proporción del 20% en relación al volumen de suelo utilizado. La densidad de la paja suelta es de 40Kg/m³.
Para la verificación de la humedad correcta de la mezcla se aconseja:
Tomar un puñado de mezcla y formar una bola. Dejarla caer al suelo desde una altura de un metro y;

- Si se rompe en pocos pedazos grandes hay suficiente agua.
- Si se aplasta sin romperse hay demasiada agua.
- Si se pulveriza en muchos pedazos pequeños hay mucha agua.

5. MOLDEO DE ADOBES.

Consiste en colocar el material preparado en un molde asentado en el suelo que sirve de fondo, la masa es comprimida apisonada perfectamente a mano.

Se comienza humedeciendo las paredes en el molde de madera y luego ubicando el molde sobre una superficie de moldeo plana y limpia. A continuación se coloca una cantidad de barro suficiente para rellenar la base del molde. Se compacta el barro aplicando presión con las manos.

Se llena nuevamente el molde con barro y se lo compacta esto se repite de tres a cuatro veces hasta llenar el molde. No se debe olvidar en rellenar bien el molde en las esquinas.
Una vez lleno se enraza la superficie, se puede utilizar un pedazo de madera para ello. Ahora se desmolda el adobe, halando el molde de madera con fuerza, para despegarlo del barro.

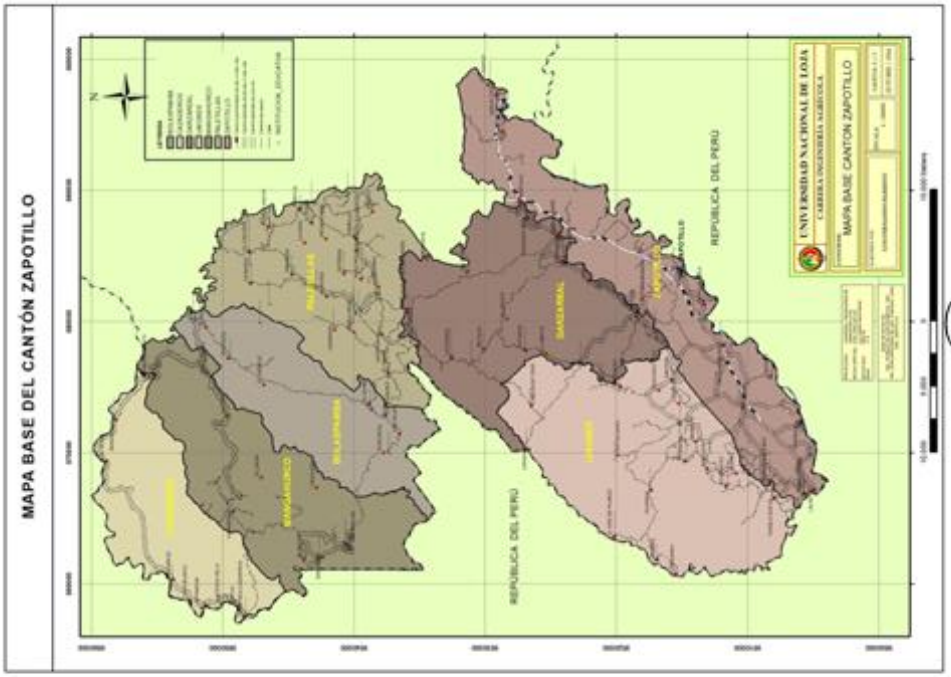
6. SECADO Y ALMACENAMIENTO.

Para el secado y almacenamiento de los adobes se procede de la siguiente manera:

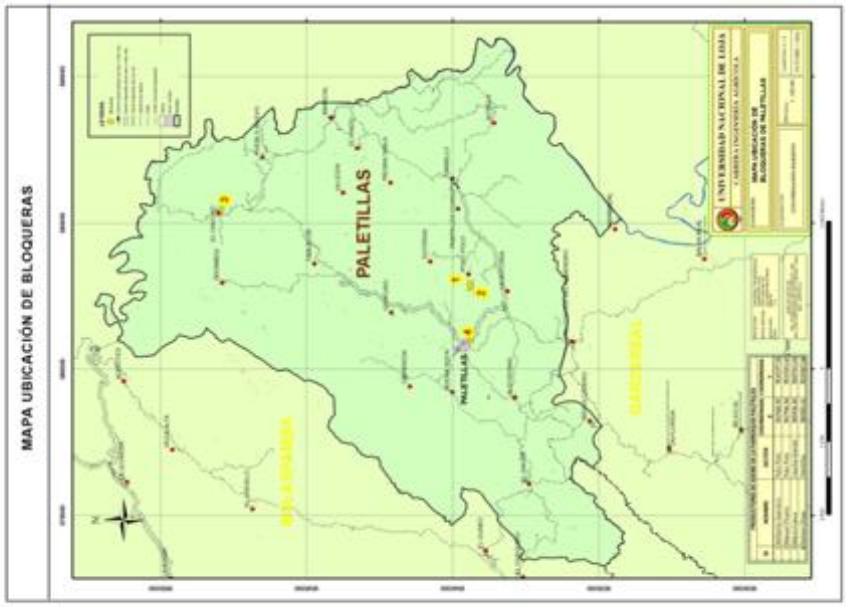
La superficie que se emplea para el secado es una superficie horizontal, limpia y libre de impurezas orgánicas o sales.

El adobe se coloca en una parte plana con una separación de 5cm entre adobes para el aireado, y a medida que se va secando se le va haciendo un alisado con un machete.

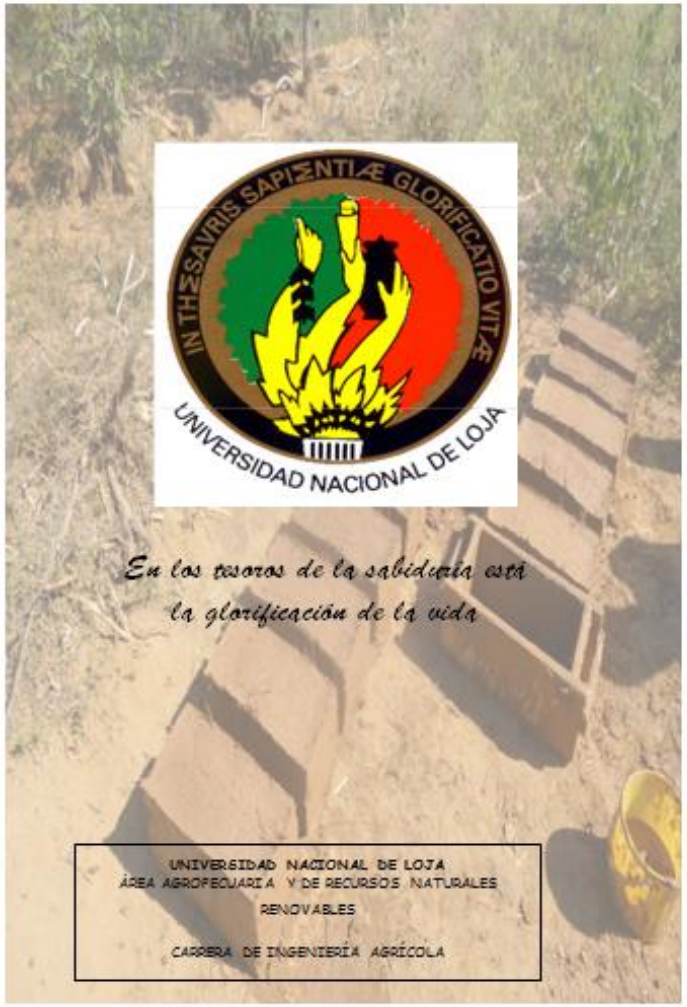
Cada tres días se le da la vuelta para un secado uniforme. A los 20 días el adobe está listo para ser utilizado en la obra.


MAPA BASE DEL CANTÓN ZAPOTILLO
REPÚBLICA DEL PERÚ
REPÚBLICA DEL PERÚ
UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOJA
MAPA BASE CANTÓN ZAPOTILLO

13


MAPA UBICACIÓN DE BLOQUERAS
PALETILLAS
UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOJA

12

BIBLIOGRAFIA:

- CRYRZA, Ministerio de Vivienda, Manual para la construcción de viviendas de adobe.
- SIAVICHAY, D.; NARVÁEZ, J.; Tesis: "Propuesta de mejoramiento de las características técnicas del Adobe".
- BARRETO, L.; Tesis: "Estudio sobre la fabricación y las propiedades mecánicas del adobe utilizado como material de construcción en la parroquia Paletillas, cantón Zapotillo".
- Folleto tabla de densidades de materiales, STEMM; http://www.stemm.com.