



**Facultad de Ingeniería
Ingeniería en Construcción**

“El Adobe”

**Diseño y proceso constructivo de una vivienda de adobe en
Cauquenes**

Memoria para optar al título de Ingeniero Constructor

Alumno:

Luis Alfonso Sotomayor Quintana

Profesor Guía:

Sr. Carlos Alarcón Novoa

Santiago, enero de 2018

AGRADECIMIENTOS.

A todos los que hicieron que esta situación se lograra, profesores y funcionarios que tuvieron paciencia y dedicaron tiempo para pavimentar un camino íntegro y de cariño a la profesión.

A mis compañeros y amigos que estuvieron en momentos difíciles, ayudando para que todo tuviera una solución y colaborando con su tiempo e interminables anécdotas que quedaran para siempre.

Un especial agradecimiento a mi profesor guía, por su apoyo, a mi familia por su incondicional compañía y paciencia.

RESUMEN.

Con el desarrollo de los años y la evolución en la creación de viviendas, la industria de la cimentación ha utilizado una gran cantidad de materiales como el cemento los que en sus procesos de fabricación han generado daños al medio ambiente. Por consecuencia se ha dejado de lado el adobe la cual es una técnica de construcción que trascendió durante décadas y que no funda el daño en su proceso de construcción que sus posteriores sustitutos.

En la presente investigación se da cuenta de los aspectos positivos del adobe, estudiando teóricamente sus métodos de construcción y materiales con los que se fabrica. A la vez se ven los distintos tipos de adobe y rol fundamental en la historia de la construcción que utilizo el adobe en la localidad de Cauquenes. Donde se propondrá un diseño para la fabricación de una vivienda en un sector rural.

La investigación se desarrolló por medio de un estudio de casos en el cual se indago sobre las materias primas para su fabricación, los distintos tipos de aditivos que sirven para la estabilización del suelo (cemento portland, aceites y polímeros). Por otro lado se profundizará en el diseño y construcción de una vivienda con adobe armado.

Este proyecto de memoria da cuenta de las características del adobe y permite reflejar sus recursos sustentables de construcción utilizando elementos que nos entrega el propio terreno, lo cual genera beneficios como el ahorro de dinero y

tiempo en transporte de materiales debido al fácil acceso para obtener las materias primas en el sector de Cauquenes.

Utilizando los datos investigados y basados en el estudio de casos se busca concluir que el adobe cuenta con las características necesarias para ser utilizado como material de construcción apto para viviendas en la ciudad de cauquenes, y con esto hacer renacer un material que con el paso del tiempo ha sido olvidado pero posee los recursos para ser implementado de una manera viable para el sector y como un ejemplo de apoyo al medio ambiente en torno a los métodos de construcción que se realizan hoy en día.

ABSTRACT.

With the development of the years and the evolution in the creation of houses, the computer industry has used a lot of materials such as cement. As a consequence, it has lagged behind the adobe, which is a construction technique that went beyond decades and that was not the damage in its construction process that its subsequent substitutes.

In the present investigation, the positive aspects of the adobe are reported, theoretically studying the construction methods and materials with which it is manufactured. At the same time you can see the different types of adobe and a fundamental role in the history of the construction that I use in the adobe town of Cauquenes. Where a design for the manufacture of a house in a rural sector will be proposed.

The research was developed through a case study in which we inquired about the raw materials for its manufacture, the different types of additives that serve to stabilize the soil (portland cement, oils and polymers). On the other hand, the design and construction of a house with reinforced adobe will be deepened.

This memory project accounts for the characteristics of the adobe and allows us to reflect its sustainable construction resources using elements provided by the land itself, which generates benefits such as saving money and time in transport of materials due to easy access to obtain the raw materials in the Cauquenes sector.

Using the researched data and based on the case study, we seek to conclude that the adobe has the necessary characteristics to be used as a construction material

suitable for housing in the city of Cauquenes, and with this to revive a material that with the passage of Time has been forgotten but it has the resources to be implemented in a viable way for the sector and as an example of support for the environment around the construction methods that are carried out today.

ÍNDICE.

RESUMEN.....	i
ABSTRACT.....	iii
ÍNDICE DE IMÁGENES.....	xii
ÍNDICE DE TABLAS.....	xvi
I. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	17
1.1 INTRODUCCIÓN.....	17
1.2 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	19
1.3 JUSTIFICACIÓN.....	21
1.4 ANTECEDENTES.....	22
1.5 OBJETIVOS.....	23
II. MARCO TEÓRICO Y CONCEPTUAL.....	23
2.1. EL ADOBE.....	23
2.1.1 GENERALIDADES.....	23
2.1.2 EL ADOBE EN CHILE.....	24
2.1.3 MATERIALES.....	26
2.1.4 CARACTERÍSTICAS.....	27
2.1.4.1 SUELOS APROPIADOS. (Morales Morales, Torres Cabrejo, Rengifo, & Irala Candiotti, 1993).....	27

2.1.4.2 PRUEBAS DE SELECCIÓN.....	28
2.1.5 ESTABILIZACIÓN DEL ADOBE.....	32
2.1.6 DIMENSIONES DEL ADOBE.....	32
2.1.7 VENTAJAS.....	33
2.1.7.1 GRAN AISLANTE ACÚSTICO Y ELECTROMAGNÉTICO. (Alday Jaime, 2014).....	33
2.1.7.2 ABSORBE CONTAMINANTES. (Alday Jaime, 2014).....	34
2.1.7.3 ES REUTILIZABLE. (Figuroa, 2011).....	34
2.1.7.4 AHORRO DE MATERIAL Y TRANSPORTE. (Alday Jaime, 2014).....	34
.....	34
2.1.8 TIPOS DE ADOBE.....	35
2.1.8.1 ADOBE NO ESTABILIZADO. (Alday Jaime, 2014).....	35
2.1.8.2 ADOBE SEMI-ESTABILIZADO. (Alday Jaime, 2014).....	36
2.1.8.3 ADOBE ESTABILIZADO.....	37
2.1.8.4 ADOBE COMPACTADO.....	37
2.1.9 ADITIVOS PARA ESTABILIZACIÓN DE SUELO. (Alday Jaime, 2014).....	39
2.1.9.1 CEMENTO PORTLAND. (Alday Jaime, 2014).....	40
2.1.9.2 POLÍMEROS. (Alday Jaime, 2014).....	41
2.1.9.3 ACEITES .(Alday Jaime, 2014).....	42
2.2 PROCESO CONSTRUCTIVO DE UNA VIVIENDA DE ADOBE.....	43

2.2.1 CONFECCION DEL ADOBE.....	43
2.2.1.1 MEZCLADO (Ministerio de Vivienda, Construccion y Saneamiento, 2000).	43
2.2.1.2 MOLDEO.....	44
2.2.1.3 SECADO Y ALMACENAMIENTO.....	46
2.2.1.4 CONTROL DE CALIDAD.....	46
2.2.2 UBICACIÓN DEL TERRENO. (Morales Morales, Torres Cabrejo, Rengifo, & Irala Candiotti, 1993).	47
2.2.3 PREPARACIÓN DEL TERRENO.....	47
2.2.4 CIMENTACIÓN. (Morales Morales, Torres Cabrejo, Rengifo, & Irala Candiotti, 1993)	48
2.2.5 MUROS.....	52
2.2.5.1 NORMAS BÁSICAS.....	52
2.2.5.1.1 CRITERIOS PARA EL DIMENSIONAMIENTO DE MUROS. (Morales Morales, Torres Cabrejo, Rengifo, & Irala Candiotti, 1993).....	52
2.2.5.1.2 REFUERZOS. (Morales Morales, Torres Cabrejo, Rengifo, & Irala Candiotti, 1993)	54
2.2.5.1.3 TIPOS DE AMARRE EN ENCUENTRO DE MUROS DE ADOBE CON O SIN REFUERZO. (Morales Morales, Torres Cabrejo, Rengifo, & Irala Candiotti, 1993)	58
2.2.6 ALBAÑILERIA. (Morales Morales, Torres Cabrejo, Rengifo, & Irala Candiotti, 1993)	60

2.2.7 TECHOS. (Morales Morales, Torres Cabrejo, Rengifo, & Irala Candiotti, 1993)	61
2.3.8 REVESTIMIENTO. (Morales Morales, Torres Cabrejo, Rengifo, & Irala Candiotti, 1993)	63
III. ASPECTOS TECNICOS DEL DISEÑO Y LA CONSTRUCCION DE UNA VIVIENDA DE ADOBE EN CAUQUENES.....	65
3.1 DISEÑO DE LA VIVIENDA.....	65
3.1.1 PLANTA ARQUITECTÓNICA VIVIENDA DE ADOBE.....	69
3.1.2 PLANTA ESTRUCTURA VIVIENDA DE ADOBE	70
3.2 UBICACIÓN DE LA VIVIENDA, LOCALIDAD.	71
3.3 CONSTRUCCIÓN DE LAS FUNDACIONES Y RADIERES.....	73
3.3.1 CIMIENTOS.....	73
3.3.1.1 NIVELACIÓN DEL TERRENO. (Morales Morales, Torres Cabrejo, Rengifo, & Irala Candiotti, 1993).....	73
3.3.1.2 TRAZADO Y REPLANTEO. (Matias & Diego., 2014).....	74
3.3.1.3 EXCAVACIONES DE CIMIENTOS. (Matias & Diego., 2014).....	75
3.3.1.3 LLENADO DE CIMIENTOS. (Matias & Diego., 2014).....	75
3.3.2 SOBRECIMIENTOS.....	76
3.3.2.1 CONSTRUCCIÓN DE ENCOFRADO.....	76
3.3.2.2 LLENADO DE SOBRECIMIENTOS.....	77
3.3.3 RADIERES.....	77

3.4 CONSTRUCCIÓN DE MUROS Y TABIQUES.	78
3.4.1 GENERALIDADES.....	78
3.4.2 EVALUACIÓN DE LA TIERRA PARA LA ELABORACIÓN DE LOS ADOBES. (Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, 2000)	79
3.4.2.1 PRUEBA DE GRANULOMETRÍA	79
3.4.2.2 PRUEBA DE PLASTICIDAD.....	82
3.4.2.3 PRUEBA DE RESISTENCIA	84
3.4.3 ELABORACIÓN DE LOS MOLDES PARA LOS BLOQUES DE ADOBE. (Matias & Diego., 2014)	86
3.4.4 ELABORACIÓN DE LA MEZCLA DE ADOBE. (Matias & Diego., 2014)	86
3.4.5 ELABORACIÓN DE LOS BLOQUES DE ADOBE. (Matias & Diego., 2014)	87
3.4.6 SECADO DE LOS ADOBES. (Matias & Diego., 2014).....	87
3.4.7 ELABORACIÓN DEL MORTERO DE BARRO	88
3.4.8 DISEÑO DE LOS ENCUENTROS DE MUROS Y TABIQUES. (Matias & Diego., 2014)	89
3.4.9 CONSTRUCCIÓN DE LOS MUROS	89
3.4.10 CONSTRUCCIÓN DE UNIONES ENTRE MUROS.....	90
3.4.11 CONSTRUCCIÓN DE UNIÓN MURO TABIQUE. (Matias & Diego., 2014).....	91

3.4.12 CONSTRUCCIÓN DE UNIÓN TABIQUE- TABIQUE. (Matias & Diego., 2014)	92
3.4.13 MALLA METÁLICA (Matias & Diego., 2014).....	93
3.4.14 CONSTRUCCIÓN DE TABIQUES. (Matias & Diego., 2014)	93
3.4.15 CONSTRUCCIÓN DE LA VIGA CONTINÚA. (Matias & Diego., 2014)	94
3.4.16 CONSTRUCCIÓN DE LA VIGA COLLAR. (Matias & Diego., 2014)	95
3.5 TECHUMBRE.....	96
3.6 TERMINACIONES.....	98
3.6.1 ESTUCO. (Morales Morales, Torres Cabrejo, Rengifo, & Irala Candiotti, 1993)	98
3.6.2 MURO CON MALLA METÁLICA. (Matias & Diego., 2014).....	98
3.6.3 INSTALACION DE PUERTAS Y VENTANAS.....	99
3.6.4 PAVIMENTOS.	99
3.6.5 INSTALACIONES.....	99
3.7 CUBICACIONES.....	100
3.7.1 EXCAVACIONES	100
3.7.2 RELLENOS.	101
3.7.3 MOLDAJES.....	101
3.7.4 HORMIGONES.....	102

3.7.5 ADOBES.....	102
3.7.6 MALLA METÁLICA.	103
3.7.7 MADERAS.....	103
III. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN	104
4.1 EL ADOBE.....	104
4.2 VANOS DE PUERTAS Y VENTANAS.....	104
4.3 CIMIENTOS.....	104
4.4 SOBRECIMIENTOS.....	105
4.5 USO DE LOS PILARES DE MADERA.	105
4.6 MUROS.....	106
4.7 VIGAS.....	106
V. CONCLUSIONES.....	107
5.1 CONCLUSIONES.....	107
VI. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	109

ÍNDICE DE IMÁGENES.

Ilustración 1: Prueba de granulometría. Fuente: (Morales Morales, Torres Cabrejo, Rengifo, & Irala Candiotti, 1993).....	29
Ilustración 2: Prueba de granulometría. Fuente: (Morales Morales, Torres Cabrejo, Rengifo, & Irala Candiotti, 1993).....	29
Ilustración 3: Prueba de plasticidad. Fuente: (Morales Morales, Torres Cabrejo, Rengifo, & Irala Candiotti, 1993).....	30
Ilustración 4: Prueba de resistencia. Fuente: (Morales Morales, Torres Cabrejo, Rengifo, & Irala Candiotti, 1993).....	31
Ilustración 7: Mezclado. Fuente: (Morales Morales, Torres Cabrejo, Rengifo, & Irala Candiotti, 1993)	44
Ilustración 8: Molde para la fabricación del adobe. Fuente: (Morales Morales, Torres Cabrejo, Rengifo, & Irala Candiotti, 1993)	45
Ilustración 9: Moldeo del bloque de adobe. Fuente: (Morales Morales, Torres Cabrejo, Rengifo, & Irala Candiotti, 1993).....	46
Ilustración 10: Ubicación del terreno. Fuente: (Morales Morales, Torres Cabrejo, Rengifo, & Irala Candiotti, 1993).....	47
Ilustración 11: Excavación de cimientos. Fuente: (Morales Morales, Torres Cabrejo, Rengifo, & Irala Candiotti, 1993).....	48
Ilustración 12: Dosificación de Hormigón ciclópeo.	49
Ilustración 13: Sobrecimientos. Fuentes: (Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, 2000).	50

Ilustración 14: Fundaciones. Fuente: (Morales Morales, Torres Cabrejo, Rengifo, & Irala Candiotti, 1993).....	50
Ilustración 15: Cimientos y aleros de techumbre. Fuente: (Morales Morales, Torres Cabrejo, Rengifo, & Irala Candiotti, 1993).	51
Ilustración 16: Longitud de Muros. Fuentes: (Morales Morales, Torres Cabrejo, Rengifo, & Irala Candiotti, 1993).....	52
Ilustración 17: Altura máxima espesor de muro. Fuente: (Morales Morales, Torres Cabrejo, Rengifo, & Irala Candiotti, 1993).	53
Ilustración 18: Encuentro de muros. Fuente: (Morales Morales, Torres Cabrejo, Rengifo, & Irala Candiotti, 1993).....	54
Ilustración 19: Diseño y refuerzos verticales. Fuente: (Morales Morales, Torres Cabrejo, Rengifo, & Irala Candiotti, 1993).	55
Ilustración 20: Diseño y refuerzos verticales. Fuente: (Morales Morales, Torres Cabrejo, Rengifo, & Irala Candiotti, 1993).	56
Ilustración 21: Diseño y refuerzos verticales. Fuente: (Morales Morales, Torres Cabrejo, Rengifo, & Irala Candiotti, 1993).	56
Ilustración 22: Refuerzos de muro. Fuente: (Morales Morales, Torres Cabrejo, Rengifo, & Irala Candiotti, 1993).....	57
Ilustración 23: Refuerzos de muro. Fuente: (Morales Morales, Torres Cabrejo, Rengifo, & Irala Candiotti, 1993).....	57
Ilustración 24: Refuerzos de muro. Fuente: (Morales Morales, Torres Cabrejo, Rengifo, & Irala Candiotti, 1993).....	57
Ilustración 25: Refuerzos de muro. Fuente: (Morales Morales, Torres Cabrejo, Rengifo, & Irala Candiotti, 1993).....	58

Ilustración 26: Encuentro de muros, tipo de amarre y refuerzos. Fuente: (Morales Morales, Torres Cabrejo, Rengifo, & Irala Candiotti, 1993).....	59
Ilustración 27: Encuentro de muros, tipo de amarre y refuerzos. Fuente: (Morales Morales, Torres Cabrejo, Rengifo, & Irala Candiotti, 1993).....	60
Ilustración 28: Albañilería. Fuente: (Morales Morales, Torres Cabrejo, Rengifo, & Irala Candiotti, 1993).	61
Ilustración 29: Albañilería. Fuente: (Morales Morales, Torres Cabrejo, Rengifo, & Irala Candiotti, 1993).	61
Ilustración 30: Pendiente de techo. Fuente (Morales Morales, Torres Cabrejo, Rengifo, & Irala Candiotti, 1993).....	62
Ilustración 31: Techumbre. Fuente: (Morales Morales, Torres Cabrejo, Rengifo, & Irala Candiotti, 1993).....	62
Ilustración 32: Revestimientos. Fuente: (Morales Morales, Torres Cabrejo, Rengifo, & Irala Candiotti, 1993).....	63
Ilustración 33: Cauquenes. Fuente: Elaboración Propia.	66
Ilustración 34: Planta Arquitectónica. Fuente: Elaboración propia.	69
Ilustración 35: Planta estructural. Fuente: Elaboración propia.	70
Ilustración 36: Terreno en Cauquenes. Fuente: Elaboración propia.	71
Ilustración 37: Análisis de terreno. Fuente: Elaboración propia.....	71
Ilustración 38: Ubicación del terreno. Fuente: Elaboración Propia.	72
Ilustración 39: Harneo de tierra. Fuente: Elaboración propia.	80
Ilustración 40: Prueba de Granulometría. Fuente: Elaboración propia.....	80
Ilustración 41: Prueba de granulometría. Fuente: Elaboración Propia.	81
Ilustración 42: Prueba de granulometría. Fuente: Elaboración propia.....	81

Ilustración 43: Prueba de plasticidad. Fuente: Elaboración Propia.	82
Ilustración 44: Prueba de Plasticidad. Fuente: Elaboracion Propia.....	83
Ilustración 45: Prueba de resistencia. Fuede: Elaboración propia.	84
Ilustración 46: Prueba de resistencia. Fuede: Elaboración propia.	85
Ilustración 47: Prueba de resistencia. Fuede: Elaboración propia.	85
Ilustración 48: Prueba de resistencia. Fuente: (Morales Morales, Torres Cabrejo, Rengifo, & Irala Candiotti, 1993).....	88
Ilustración 49: Unión entre muro. Fuente: (Matias & Diego., 2014).....	91
Ilustración 50: Unión entre muro y tabique. Fuente: (Matías & Diego., 2014).....	92
Ilustración 51: Unión tabique y tabique. Fuente: (Matias & Diego., 2014).	92
Ilustración 52: Construcción de tabique. Fuente: (Matias & Diego., 2014).	94
Ilustración 53: Viga collar. Fuente: Elaboración propia.	95
Ilustración 54: Tijerales. Fuente: Elaboración propia.	97
Ilustración 55: Techumbre. Fuente: Elaboración propia.....	97

ÍNDICE DE TABLAS.

Tabla 1: Comparación entre los adobes, la cantidad de estabilizante y su costo.	39
Tabla 2: Volumen de excavaciones. Fuente: Elaboración propia.	100
Tabla 3: Cantidad de ripio en el radier. Fuente: Elaboración propia.	101
Tabla 4: Cantidad de moldaje para Sobrecimientos. Fuente: Elaboración propia.	101
Tabla 5: Volumen de Hormigón en los cimientos. Fuente: Elaboración propia.	102
Tabla 6: Cantidad de adobes. Fuente: Elaboración propia.	102
Tabla 7: Cantidad de kilogramos de malla metálica. Fuente: Elaboración propia.	103
Tabla 8: Cantidad de metros de madera de 4x4 y 2x8. Fuente: Elaboración propia. .	103

I. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.

1.1 INTRODUCCIÓN.

El material de construcción que se llama adobe, tiene un uso que data de siglos de antigüedad. Desde tiempos remotos se ha utilizado para albergar al hombre de las inclemencias naturales. En la historia de la humanidad este material no ha sufrido cambios importantes en su elaboración, siendo uno de los aportes más significativos para dicho proceso la compactación mecánica del adobe. A pesar de todo esto el material se ha dejado de lado en las construcciones en especial en los países más desarrollados o en vías de desarrollo, quedando solo como una alternativa constructiva para los países menos desarrollados.

La presente investigación analizará diversas características como aislar del clima, mantener temperaturas adecuadas en el interior de la vivienda, la factibilidad económica en lugares apartados de las ciudades donde la tierra para construir es un recurso de fácil acceso. De lo anterior se tomará en cuenta la imagen patrimonial del adobe ya que la preservación de una construcción con tierra cruda, reafirma la identidad y agrega valor cultural, turístico e histórico al país.

La adición de estabilizadores mejora las resistencias mecánicas de los adobes, la emulsión asfáltica mejora la impermeabilidad y los revestimientos mezclados con estabilizadores de polímeros sintéticos, genera un aumento en las propiedades de adherencia e impermeabilidad, en general las adiciones se utilizan para estabilizar y dar mejor resistencia como también para la impermeabilidad.

Los diferentes tipos de climas, tierras y métodos de elaboración serán analizados con el fin de incluir dichas variables para que estas, al ser consideradas, no sean una desventaja a la hora de construir en los amplios terrenos que posee la ciudad de Cauquenes en la región del Maule.

Es necesario promover el uso de materiales suplementarios que estén disponibles en las regiones dado el acceso a la materia prima, así como generar conocimiento en este sentido, con el fin de seguir promoviendo el uso de este material y disminuir el consumo de materiales basados en el cemento y así construir con materiales más amigables con el medio ambiente.

La presente tesis tiene como objetivo hacer renacer la construcción con tierra tomando antecedentes y estudios de distintas fuentes bibliográficas que nos describen las características favorables que posee el adobe para construir, a su vez este proyecto se va a enfocar en un lugar específico de Chile siendo la ciudad ubicada en la región del Maule llamada Cauquenes, para así poder estudiar la factibilidad real de construir con adobe en zonas rurales. Este lugar cumple con varias de las características mencionadas anteriormente y las cuales se desarrollaran en el posterior trabajo.

El trabajo realizado se presentara en cinco capítulos:

Capítulo I: se presenta el diseño de la investigación.

Capítulo II: marco teórico.

Capítulo III: aspectos técnicos.

Capítulo IV: análisis y discusión.

Capítulo V: conclusiones.

1.2 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.

La mayoría de los autores que escriben, investigan o desarrollan proyectos de construcción con este material creen que un gran porcentaje de las viviendas del mundo están construidas con tierra pero no dan un número exacto de cuantas son, esto es porque gran parte de las obras en las que se utiliza tierra, se ubican en zonas remotas y en países en vías de desarrollo, donde existe poco registro de las construcciones, lo que hace difícil llegar a cifras certeras. Se trata de todos modos de un porcentaje muy importante que nos recuerda que es uno de los elementos constructivos más abundantes y antiguos. No obstante las técnicas constructivas se han ido perdido con el pasar de los años y la invención de nuevos métodos que parecen ser más eficientes.

La migración del campo a la ciudad, la pérdida de tradiciones y la aplicación de técnicas de otros sistemas constructivos han ido afectando la conservación de valiosas construcciones en adobe, al punto de que hoy en día se les subestima, omite e incluso se propone demolerlas y no fomentar su construcción.

La tierra es el material de construcción más abundante en la mayoría de las regiones del mundo. Chile no es la excepción. A lo largo del país se encuentra una gran cantidad de obras construidas con este material, desde iglesias hasta grandes casonas en la zona centro y sur.

Como todos los sistemas y materiales constructivos, el adobe tiene virtudes y limitaciones, es materia de esta investigación destacar cada una de ellas.

El sismo del 27 de febrero del 2010, un terremoto de magnitud 8,8 de casi 3 minutos, con su epicentro a 59 kilómetros de profundidad en el mar, devastó seis

regiones del centro y norte chilenos, causo 525 muertos, 25 desaparecidos, 800.000 damnificados y pérdidas por 30.000 millones de dólares. De las víctimas mortales, más de 150 fueron por causa del tsunami, cuyo efecto se extendió por el pacifico. Seguido de este terremoto, en Chile se han producido alrededor de 10 sismos de magnitudes mayores a 6,8 grados en la escala de Richter, siendo el último el 16 de septiembre del 2015 que dejó como evidencia la desprotección y fragilidad de nuestro patrimonio inmueble.

Las características geográficas del país muestran un escenario complicado, por lo que es comprensible que las personas posean la noción que las construcciones hechas en base a tierra no poseen las características suficientes para soportar sismos o las inclemencias de los distintos climas que se presentan en Chile, tanto en el norte donde se encuentra el desierto de atacama, el cual es el más árido del mundo, hacia el centro fértiles valles y en el sur de Chile donde existen abundante lluvias y frio durante todo el año, por lo que se ha dejado de construir con este material.

Por otra parte el rápido crecimiento de la población y las distintas necesidades que van surgiendo por parte de la humanidad, las nuevas tecnologías y distintos nuevos materiales que surgen para satisfacer esas necesidades, han hecho que los procesos constructivos y las técnicas de construcción con tierra se pierdan.

“En las civilizaciones modernas se construyen edificaciones confortables y aparentemente funcionales para ritmos de crecimiento poblacional y estilos de vida de la sociedad actual. Casi de manera general, estas viviendas implican consumos elevados de energía para su climatización e iluminación, entre otras necesidades, sin

percatarse del derroche de recursos que esto representa para el medio ambiente además de contribuir con el calentamiento global”. (Figueroa, 2011).

1.3 JUSTIFICACIÓN.

El adobe en Chile se establece como la técnica constructiva más popular desde la llegada de los españoles al país. La metodología, la tradición y la participación de los pueblos donde se ha construido en adobe representan un valor cultural transversal a cada lugar donde se han levantado ciudades. La identidad ciudadana en relación al adobe se establece básicamente por una técnica que necesita de la colectividad. Más aun entendiendo que durante la colonia prácticamente todos los edificios y pueblos estaban contruidos con adobe.

La arquitectura tradicional en la zona central de Chile se presenta como una tipología similar que abarca desde la cuarta a la octava región.

Otro factor importante en esta identidad como país es que el adobe recoge en sus componentes elementos que son parte del lugar, así como encontrar que las construcciones de adobe ocupaban tierra del lugar, las rastras de trigo de campos aledaños. Es por esto que el adobe constituye un elemento de gran interés cultural histórico debido al fácil acceso que existía para los recursos necesarios y componentes.

La creciente preocupación de la comunidad internacional por los problemas medioambientales, ha generado la creación e impulso de proyectos de desarrollo sustentable. Al percibir el desequilibrio ecológico que ocurre en la mayoría de los ecosistemas naturales y el gasto innecesario de energía, se ha buscado rescatar

técnicas antiguas de construcción combinándolas con nuevos aportes que permiten administrar los recursos, disminuyendo el alto impacto en el entorno. Tales técnicas consideran elementos climáticos y los recursos materiales del entorno hacen posible esta investigación en torno al uso y desarrollo que puede poseer el adobe con el fin de mantener una construcción óptima utilizando recursos viables y generando un importante apoyo a la ecología del país.

1.4 ANTECEDENTES.

La tierra es un material de origen natural y además se encuentra disponible en abundancia. Su uso abre la posibilidad de la construcción sostenible, reduciendo gastos en materiales, cubriendo las necesidades sociales y culturales de vivienda, al satisfacer la demanda de vivienda a bajo costo.

La tierra normal que cualquier puede encontrar en su patio contiene minerales arcillosos y otros minerales, los componentes del suelo vienen generalmente clasificados en base a la dimensión de sus partículas.

Un suelo rico en arcilla es plástico y graso al tacto, se contrae mucho cuando se seca y se resquebraja. Un suelo rico en arena, no es plástico y es granuloso al tacto lo que permite ver de una forma fácil las características que posee cada suelo.

(Alday Jaime, 2014)

1.5 OBJETIVOS.

Objetivo General.

Proporcionar diseño y proceso constructivo de una vivienda de adobe en Cauquenes.

Objetivos específicos.

Recuperar el uso del adobe como método de construcción sustentable.

Dar cuenta que los recursos utilizados para la construcción de una vivienda de adobe son de fácil acceso en la zona de Cauquenes.

II. MARCO TEÓRICO Y CONCEPTUAL.

2.1. EL ADOBE.

2.1.1 GENERALIDADES.

El adobe es un material de fácil acceso ya que puede ser confeccionado por comunidades locales, lo cual genera un bajo costo. Además es uno de los materiales más antiguos usados en la construcción.

“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”. (Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, 2000).

El adobe es una pieza de construcción hecha en una masa de barro compuesta por arcilla la cual es mezclada con paja, esta es moldeada en forma de ladrillo y secada al sol los cuales se utilizan para construir paredes y muros de variadas edificaciones.

2.1.2 EL ADOBE EN CHILE.

El terremoto ocurrido el pasado 27 de febrero del 2010, que el grado de 8.8 en la escala de Richter, dejó un enorme nivel de destrucción física y cultural, localizadas principalmente en la zona central de Chile. Esto no solo produjo pérdidas humanas, fuentes de trabajo y materiales como infraestructura, si no también destrucciones físicas de las construcciones, tanto de monumentos como también domésticas, tradicionales e históricas. Con esto último quedó en evidencia la desprotección y fragilidad de nuestro patrimonio cultural inmueble frente a las catástrofes naturales en las cuales nuestro país se ve inmerso.

Uno de los rasgos más destacables de Chile radica en la variedad de paisajes y climas que lo conforman. Mientras el norte se caracteriza por la presencia del desierto de Atacama, el más árido del mundo, hacia el centro se encuentran fértiles valles donde se despliega la agricultura y se concentra la mayor parte de la población. En el sur, particularmente en la zona austral, las condiciones de vida son difíciles producto del frío y la deficiente conectividad.

Las características geográficas del país conllevan un complejo escenario en términos de riesgos naturales, no solo de ubica en el “cinturón de fuego del pacifico” que atraviesa la cordillera de los andes, una zona con intensa actividad sísmica y volcánica, sino que también posee una amplia zona costera que combinada con lo anterior, convierte a este territorio en vulnerable a tsunamis. Algunos de estos riesgos pueden considerarse y minimizarse a través de obras de mitigación, educando a la población local frente a condiciones especiales de construcción o una adecuada planificación que restrinja o condicione determinados usos de los recursos respecto al entorno, entre otras medidas.

El barro crudo es utilizado a lo largo de todo Chile, en el norte es donde más se encuentran vestigios de manejo en la composición de muros, bajo la influencia del Perú previo a la colonización española y en la actualidad en los barrios más pobres se sigue empleando el sistema. En la zona central bajo la influencia española que trajeron la técnica egipcia se construyeron varias edificaciones de distinta índole, residenciales, religiosas y hasta de defensa civil, de distintas magnitudes e importancia, las cuales en la actualidad aun albergan multitudes y son funcionales para el estado, iglesia y particulares.

Entre los diversos tipos de asentamientos y centros urbanos que se vieron afectados por el terremoto de febrero del 2010, son los poblados de la zona centro y sur del país los que se vieron más afectados, Cauquenes es uno de estos ya que se encuentra a 100 km aproximadamente del epicentro del sismo.

La arquitectura que da forma a estos pueblos corresponde a construcciones realizadas a partir de una técnica mixta que combina gruesos muros de tierra cruda con una subestructura de madera que soporta la techumbre, tradicionalmente se

utilizan tejas de arcilla cocida, lo cual permite generar galerías exteriores. Las divisiones internas suelen realizarse a partir de una suerte de bastidores livianos hechos también con soportes de madera y rellenos con tierra cruda, que reciben el nombre de adobillo. Estas formas pasaron de alguna manera a caracterizar la arquitectura chilena tradicional.

2.1.3 MATERIALES.

El adobe posee diferentes medios de elaboración, por lo cual no solo se deben comprender los materiales que lo componen únicamente, sino el lugar y entorno donde se llevará a cabo la construcción, en consideración con los diversos factores antes mencionados, se realizara en detalle una descripción de los diferentes componentes y procesos para ser utilizados en una construcción que permita cumplir con los estándares apropiados para el sector de Cauquenes.

La mezcla a base de pasto seco con barro permite una correcta aglutinación, gran resistencia a la intemperie y evita que los bloques una vez solidificados tiendan a agrietarse. Posteriormente los bloques se adhieren entre sí con barro para levantar muros.

- **Arcilla.**

Su principal función es dar cohesión a la mezcla del adobe. Este material el estar en contacto con agua logra la dar gran unión a la mescla.

- **Paja.**

Es básicamente el material orgánico compuesto por fibras vegetales, por lo general se utiliza pasto paja de trigo, que le da consistencia a la pasta en estado plástico y evita el agrietamiento cuando los adobes se dejan secando.

- **Agua.**

La principal característica del agua es que le da trabajabilidad a la mezcla, ya que aplicada en proporciones adecuadas a la mezcla de arcilla con paja, le proporciona mejor maniobrabilidad.

2.1.4 CARACTERÍSTICAS.

2.1.4.1 SUELOS APROPIADOS. (Morales Morales, Torres Cabrejo, Rengifo, & Irala Candiotti, 1993).

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.

2.1.4.2 PRUEBAS DE SELECCIÓN. (Morales Morales, Torres Cabrejo, Rengifo, & Irala Candiotti, 1993).

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

- Tierra con materia orgánica: color negruzco.
- Tierras salitrosas: color blanquecino y sabor salado.
- Existen pruebas sencillas que se puede hacer in situ, son pruebas cuyos resultados nos darán a conocer la calidad de la tierra y si es para fabricar adobes.
- Prueba de Granulometría que sirve para determinar la proporción de los componentes principales (arena, limos y arcillas) de la tierra.
- Prueba de plasticidad que sirve para determinar la calidad de la tierra y nos permite saber si esta es arcillosa, arenosa o arcillo-arenosa. La tierra arenosa es inadecuada, la tierra arcillo-arenosa es adecuada y la tierra arcillosa es inadecuada.
- Prueba de resistencia si las pruebas no indican que hay baja resistencia la tierra es inadecuada, si la tierra posee mediana o alta resistencia es apta para la elaboración del adobe.

PRUEBA GRANULOMÉTRICA. (Morales Morales, Torres Cabrejo, Rengifo, & Irala Candiotti, 1993).

Llenar con tierra tamizada (tamiz n°4) una botella de boca ancha hasta la mitad de su altura. Llenar la parte restante con agua limpia.



Ilustración 1: Prueba de granulometría. Fuente: (Morales Morales, Torres Cabrejo, Rengifo, & Irala Candiotti, 1993).

Agitar vigorosamente la botella hasta que todas las partículas de la tierra estén en suspensión.



Ilustración 2: Prueba de granulometría. Fuente: (Morales Morales, Torres Cabrejo, Rengifo, & Irala Candiotti, 1993).

Poner la botella sobre una superficie plana y esperar que las partículas de arena reposen al fondo. Todas las partículas de arena reposaran inmediatamente. Las partículas de limos y arcilla durante algunas horas.

Finalmente medir las capas para determinar la proporción de arena y limos con arcilla. Se recomienda que la cantidad de arena fluctúe entre 1,5 a 3 veces la cantidad de limos y arcilla. Por ejemplo, si tenemos una altura de 3 cm con limos y acilla, la altura de la arena deberá estar comprendida entre 4,5 a 9 cm.

PRUEBA DE PLASTICIDAD. (Morales Morales, Torres Cabrejo, Rengifo, & Irala Candiotti, 1993).

Consiste en formar con tierra humedecida un roto de 1,5 cm de diámetro, suspenderlo en el aire y medir la longitud del extremo que se rompe.

Se presentan 3 casos.

- Tierra Arenosa: 0 a 5 cm (INADECUADA).
- Arcillo-Arenosa: 5 a 15 cm (ADECUADA).
- Arcillosa: más de 15 cm. (INADECUADA).

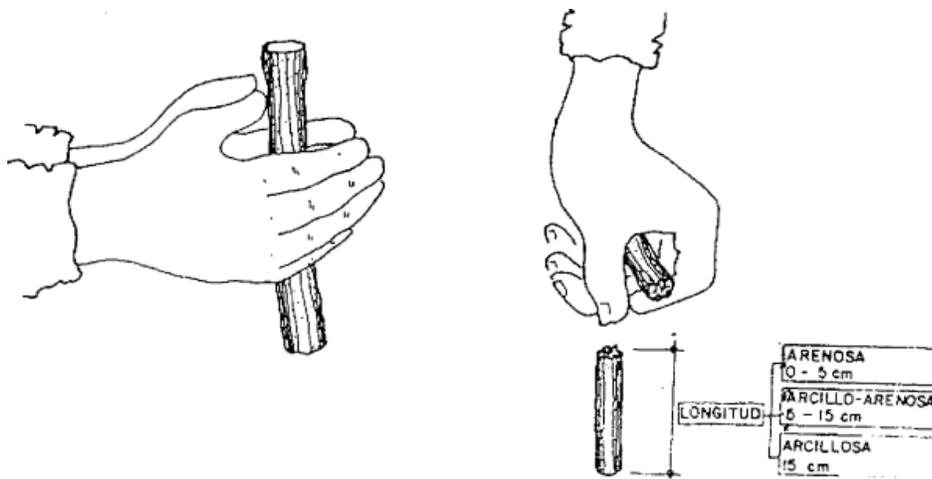


Ilustración 3: Prueba de plasticidad. Fuente: (Morales Morales, Torres Cabrejo, Rengifo, & Irala Candiotti, 1993).

PRUEBA DE RESISTENCIA. (Morales Morales, Torres Cabrejo, Rengifo, & Irala Candiotti, 1993).

Consiste en amasar tierra húmeda y elaborar 5 discos de 3 cm de diámetro por 1,5 cm de espesor. Dejarlos secar 48 horas y luego tratar de romperlos.

Se presentan dos casos:

- BAJA RESISTENCIA (INADECUADO)

El disco se aplasta fácilmente.

- MEDIANA RESISTENCIA (ADECUADO)

Cuando el disco se aplasta con facilidad o se rompe con un sonido seco.

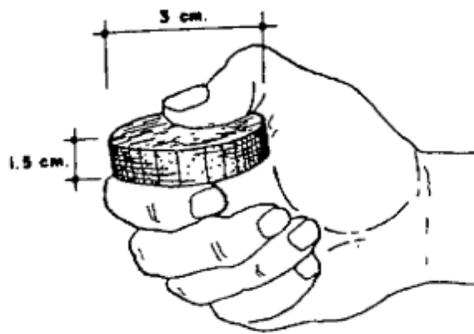


Ilustración 4: Prueba de resistencia. Fuente: (Morales Morales, Torres Cabrejo, Rengifo, & Irala Candiotti, 1993).

2.1.5 ESTABILIZACIÓN DEL ADOBE. (Morales Morales, Torres Cabrejo, Rengifo, & Irala Candiotti, 1993).

El siguiente paso es la estabilización del suelo, la arcilla en presencia de la humedad experimenta cambios de volumen que son necesarios controlar, este aumento se produce cuando se tiene agua y disminuye cuando se seca. Este fenómeno origina erosión de los adobes y por lo tanto, la pérdida de estabilidad y resistencia en los muros.

En nuestro medio se utilizan como estabilizadores para dar impermeabilizar al adobe los siguientes productos industriales. Asfalto (en una proporción de 1 a 3%), cemento (10 a 12%) o cal (15 a 20%). Estos productos mejoran la calidad del adobe pero elevan su costo de 3 a 4 veces más. Una alternativa a aquellos, es utilizar estabilizadores únicamente en la tierra que será destinada al tarrajeo de muros.

Otra alternativa de disminuir los costos sería utilizar estabilizadores de precedencia vegetal.

2.1.6 DIMENSIONES DEL ADOBE.

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:

- Para adobes rectangulares el largo será aproximadamente el doble del ancho.
- La relación entre el largo y la altura debe ser del orden de 4 a 1.

- En lo posible la altura debe ser mayor a 8 cm.

Las medidas más comunes son de 6x15x30cm, 10x40x60cm y 7x20x40cm, esto depende de las regiones del mundo y sus condiciones.

2.1.7 VENTAJAS.

El barro es capaz de absorber y expulsar humedad más rápido y en mayor cantidad que ningún otro material de construcción, regulando de este modo la humedad interior y manteniéndola constante sin perder su estabilidad ni sobrepasar su límite en contenido de humedad (5-7% sobre su peso) incluso con humedad del 95%. Los primeros 1.5 cm de barro son capaces de absorber hasta 300gr/m² cada 48 horas, mientras un material como el ladrillo cosido o el hormigón proporcionan variaciones de humedad interior de 5-10%.

2.1.7.1 GRAN AISLANTE ACÚSTICO Y ELECTROMAGNÉTICO. (Alday Jaime, 2014).

El aislamiento acústico del adobe es de gran calidad, los muros de barro son gruesos y su densidad semejante a la del hormigón armado, con superficies internas rugosas permite amortiguar el sonido fácilmente.

Aísla de radiaciones electromagnéticas de alta frecuencias las que pueden ser muy dañinas para la salud.

2.1.7.2 ABSORBE CONTAMINANTES. (Alday Jaime, 2014).

Los muros de tierra tienen la capacidad de depurar el aire contaminado interior. Es un hecho que los muros de barro pueden absorber contaminantes disueltos en agua, un ejemplo de esto es: En Ruhlenben, Berlín. Donde existe una planta depuradora de aguas residuales que usa tierra arcillosa para eliminar fosfatos de 600 m³ de agua residual diarios. La ventaja de este procedimiento es que no quedan sustancias nocivas en el agua, y los minerales de la arcilla retienen el fosfato transformándolos en fosfato cálcico que se utiliza como fertilizante mineral natural.

2.1.7.3 ES REUTILIZABLE. (Figueroa, 2011)

El barro crudo puede ser reutilizado indefinidamente como material de construcción con solo remojarlo en agua, con lo que nunca se convertirá en un material de desecho que dañe al medio ambiente debido al ahorro de energía y de muchos recursos naturales necesario para la fabricación de otros materiales.

2.1.7.4 AHORRO DE MATERIAL Y TRANSPORTE. (Alday Jaime, 2014)

El material para construir el adobe se suele encontrar in situ esto genera una de las grandes ventajas ya que su costos como material y su transporte es cero.

La tierra obtenida de las excavaciones para la cimentación se puede usar para la construcción, lo cual reduce costes de movimiento de tierra, materiales. Los

revestimiento o y terminaciones están hechas a base de tierra por lo que también se ahora en este ítem.

2.1.8 TIPOS DE ADOBE.

El adobe es elaborado por la mezcla de tierra, paja y agua, dicha mezcla es puesta en moldes de madera y se deja secar al sol hasta que se pueda retirar del molde y se expone al sol para terminar el proceso de secado de dicha pieza. Actualmente existen varios modos para la elaboración de adobes, esto son algunos de ellos.

2.1.8.1 ADOBE NO ESTABILIZADO. (Alday Jaime, 2014).

El comportamiento del adobe está ligado a las condiciones y constitución del suelo con que este fabricado. Un suelo excesivamente arcilloso exigirá una incorporación de una mayor proporción de otros componentes para balancear su capacidad de expandirse y contraerse que pueden conducir a fisuras y deformaciones. Por la naturaleza de los materiales que lo constituyen, así como su proceso de fabricación, el adobe no requiere del uso de combustibles, por lo que representa un ahorro económico estimado en el 40% con relación al ladrillo de barro cocido, puesto que este material no requiere de un proceso de cocción a diferencia del ladrillo (Reyes, 2007).

Una de las desventajas del adobe tradicional, después de sus prestaciones mecánicas limitadas, está la utilización de un gran número de obreros que se

requieren para elaborarlo, lo que eleva el costo de las obras, además, requiere de áreas de secado muy extensas, así como de tiempos de secado variables en relación al clima.

Originalmente el adobe se elabora con paja o fibras, las cuales ayudan a mejorar su comportamiento ante efectos de contracción y expansión del material que se evidencian principalmente con agrietamientos, sin embargo, si a la consistencia del suelo con que se elabora este material esta equilibrada y presenta cambios dimensionales despreciables, el uso de fibras puede ser óptimo.

2.1.8.2 ADOBE SEMI-ESTABILIZADO. (Alday Jaime, 2014).

Este tipo de adobe se clasifica como una forma de block resistente a la humedad debido a la incorporación a su composición tradicional un 3 a 5% de su peso en forma de estabilizante o agente impermeable. Este estabilizador posee gran importancia en la protección del bloque de adobe durante el proceso de curado. La emulsión asfáltica es el principal estabilizador debido a su facilidad de uso y propiedades físicas, principalmente de impermeabilidad. Dicho estabilizado es adicionado desde el momento que se mezclan los materiales para elaborar los ladrillos y no como un acabado final.

Las principales desventajas del uso de emulsiones en la estabilización del adobe es el costo económico elevado, que lo hace poco factible como material de construcción en viviendas de bajo costo, debido al tamaño masivo de los bloques y al tratamiento de los moldes en los que estos se elaboran, que deben ser recubiertos con lamina melaminica.

2.1.8.3 ADOBE ESTABILIZADO. (Alday Jaime, 2014).

En el caso del adobe estabilizado el material estabilizador disminuye el problema técnico fundamental que presenta el adobe simple, que es su baja resistencia a la humedad.

Estabilizar el suelo es modificar las propiedades de un sistema tierra, agua, aire para que se obtengan propiedades que le hagan compatible con su aplicación. En la estabilización intervienen muchos parámetros, por lo que es necesario tener un conocimiento de factores tales como las propiedades del suelo que se quiere estabilizar, las propiedades finales que se requieren, la economía del proyecto, las técnicas para utilizar el suelo seleccionado en el proyecto así como el sistema constructivo y el costo de conservación.

Una adobe totalmente estabilizado debe limitar la proporción de agua que asimila el 4% de su peso, requerimiento para ello la incorporación de un aditivo que fluctúe entre el 6 y el 12% de su peso total, no requiere del uso de algún tipo de recubrimiento, sin embargo, su principal desventaja es que la mayoría de las veces los usuarios de este tipo de material requieren recubrir las paredes con algún material impermeable, lo que incrementa sustancialmente el costo de la obra.

2.1.8.4 ADOBE COMPACTADO. (Alday Jaime, 2014)

La compactación en el adobe es una alternativa en que se aprovechan las ventajas del adobe tradicional y minimizan sus desventajas, ya que al mezclar

adecuadamente los ingredientes del adobe tradicional y a esto se agrega una fuerza de compactación con una prensa se obtiene un material más homogéneo. El efecto que la compactación produce, se refleja en el aumento en la densidad del adobe, incrementado su resistencia mecánica, debido a que se disminuye la porosidad total y la macro porosidad del suelo, haciéndolo más denso en relación al adobe tradicional. El adobe compactado es elaborado con material propio del lugar, para ellos se emplea una prensa manual o electromecánica sencilla, que no requiere de un consumo energético elevado. En comparación con materiales industrializados, el adobe compactado ofrece ventajas valiosas en la conservación y aprovechamiento de los recursos naturales.

La elaboración del adobe con materiales propios del lugar y de origen natural, reduciendo con esto los costos directos e indirectos de la construcción. Por otra parte produce un mayor rendimiento por metro cuadrado de construcción y menor tiempo de elaboración. Otra de las ventajas es la mayor economía que el bloque de concreto en relación a la cantidad de cemento utilizado para su elaboración, además de presentar mejores prestaciones térmicas y acústicas.

En comparación con el adobe tradicional, resulta más barato puesto que su producción es más rápida.

De lo anterior se puede concluir que el adobe compactado para la construcción de viviendas es una alternativa viable, amigable con el medio ambiente y sobre todo limpia.

Tabla Comparativa		
Tipos de adobes	Cantidad de estabilizante	Costos
Adobe no estabilizado	0%	Bajo
Adobe semi-estabilizado	3-5%	Moderado
Adobe estabilizado	6-12%	Alto
Adobe compactado	0%	Moderado

Tabla 1: Comparación entre los adobes, la cantidad de estabilizante y su costo.

Fuente: elaboración propia

2.1.9 ADITIVOS PARA ESTABILIZACIÓN DE SUELO. (Alday Jaime, 2014).

La estabilización de suelos se define como el mejoramiento de la matriz del material mediante la compactación, al incrementar su resistencia y capacidad de carga, y al disminuir su sensibilidad al agua y cambios volumétricos durante el ciclo de humedecimiento y secado. Este mejoramiento es posible con la adición de diversos materiales que actúan en el aspecto fisicoquímico para promover tales incrementos en las propiedades que se desean mejorar.

Existen diversas formas de estabilización de suelos, desde la mecánica como la compactación en la que se logra mejorar el suelo considerablemente sin que se produzca reacciones químicas de importancia, y las químicas que utilizan diversos aditivos de naturaleza cementante.

Las características de los aditivos según su procedencia se clasifica en dos grupos, derivados del petróleo, emulsionados y sulfatados; y derivados poliméricos, orgánicos o alcalinos.

Los aditivos derivados del petróleo poseen un alto potencial de intercambio iónico, en las que intercambian sus cargas positivas con las partículas negativas, se desprende el agua pelicular y drena (por evaporación y gravedad), por lo que las partículas se aglomeran por atracción electroquímica, sellando la estructura porosa capilar, aumentando la resistencia, la capacidad portante, y disminuye la permeabilidad que es una reacción permanente en general.

Los aditivos derivados poliméricos, orgánicos o alcalinos, forman polímeros tridimensionales en los capilares del material compactado, rechazando el agua. Ambos procesos se complementan para controlar la humedad y compactación.

2.1.9.1 CEMENTO PORTLAND. (Alday Jaime, 2014)

Se da el nombre de portland a un cemento obtenido por la mezcla de materiales calcáreos y arcillosos u otros materiales asociados con sílice, alúmina y óxido de hierro, que son calentados a temperaturas que se formen escorias, se muele hasta convertirlas en un polvo fino y se le agrega yeso, este producto resultante es el cemento portland.

Para efectos de construcción, el significado del término cemento se restringe a materiales aglutinantes utilizados con piedras, arenas, ladrillos, bloques de construcción, etc. Los principales componentes de este cemento son compuestos de cal, de modo que en construcción se trabaja con cementos calcáreos, los cementos que se utilizan en la fabricación del concreto tiene la propiedad de fraguar y endurecer bajo o sumergidos en agua, en virtud de que experimentan una reacción química con esta y, por lo tanto, se denominan cementos hidráulicos.

El cemento portland puede ser usado también para mejorar la calidad del suelo o transformar la matriz del suelo para incrementar la resistencia y durabilidad de este. La cantidad de cemento utilizada en gran medida del tipo de suelo o el grado de estabilización que se pretende confiarle al suelo.

Los cementos hidráulicos fraguan y endurecen por la reacción química con el agua. Durante la reacción llamada hidratación, el cemento se combina con el agua para formar una masa similar a una piedra, llamadas pasta. La hidratación comienza cuando el cemento entra en contacto con el agua. En la superficie de cada partícula de cemento se forma una capa fibrosa que gradualmente se propaga hasta que se enlaza con la capa fibrosa de otra partícula de cemento o se adhiera a las sustancias adyacentes. El crecimiento de las fibras resulta una materia más rígida, endurecimiento y desarrollo progresivo de resistencia.

Agregar cemento portland a los suelos es un método útil para suelos con contenidos bajos de partículas finas, es decir, que en los suelos granulares este es un método recomendable, aunque relativamente costoso, por el precio del cemento.

El principal efecto que tiene el cemento en el adobe es unir las partículas de suelo entre sí con los productos de hidratación del propio cemento. En dicho proceso de unión estaban implicadas las fuerzas intermoleculares del suelo mismo.

2.1.9.2 POLÍMEROS. (Alday Jaime, 2014)

Los polímeros son sustancias cuyas moléculas son por lo menos múltiples de unidades de peso molecular bajo. Los polímeros se producen por la unión de cientos

de miles de moléculas pequeñas denominadas monómeros que forman enormes cadenas de diferentes formas.

Existen polímeros naturales como proteínas globulares y polímeros de pectinas, cuyas moléculas tienen todo el mismo peso molecular y la misma estructura molecular, pero la gran mayoría de los polímeros sintéticos y naturales importantes son mezclas de componentes poliméricos homólogos.

La incorporación de polímeros al suelo se hace de dos maneras, una es añadiendo los monómeros juntos con un sistema catalizador que produce la polimerización; La segunda el polímero se añade ya formado, sólido, en solución o en emulsión.

Su función principal es estabilizar la mezcla ante la acción del agua. Esa es en general la reacción de todas las resinas y polímeros, incrementando incluso la resistencia. Los contenidos de resina y polímero fluctúan entre 1 y 2%.

2.1.9.3 ACEITES .(Alday Jaime, 2014)

El uso de aceites o grasas para la estabilización de suelos se ha evaluado el efecto de aceites sulfonados y el uso de aceite automotriz (Reyes Ortiz, 2001), por lo que con la incorporación de ácidos grasos de origen animal se pretende generar conocimiento respecto al efecto de dicho material en la estabilización de suelos. Las grasas son ésteres glicéridos en los que predominan los componentes ácidos de una cadena larga y saturada. Son sólidas o semi-sólidas y principalmente de origen animal.

2.2 PROCESO CONSTRUCTIVO DE UNA VIVIENDA DE ADOBE.

2.2.1 CONFECCION DEL ADOBE.

2.2.1.1 MEZCLADO (Ministerio de Vivienda, Construccion y Saneamiento, 2000).

Agregar al barro la cantidad de agua necesaria y realizar el mezclado esto puede ser con los pies, pisando enérgicamente. También se puede realizar con caballos.

Agregar a la mezcla materias inertes compuestas por fibras de pajas o pasto seco con una proporción del 20% del volumen. En caso, de utilizar asfalto como estabilizador, incorporarlo a la mezcla antes de la paja y mezclarlo adecuadamente hasta que desaparezcan las manchas de asfalto.

Antes de realizar el moldeo, se recomienda verificar la humedad correcta de la mezcla.



Ilustración 5: Mezclado. Fuente: (Morales Morales, Torres Cabrejo, Rengifo, & Irala Candiotti, 1993)

2.2.1.2 MOLDEO. (Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, 2000).

El moldeo puede ser el tradicional, utilizando moldes sin fondo y vaciando la mezcla el molde directamente sobre el tendal o también utilizando moldes con fondo, que permite producir adobes más uniformes, más resistentes y de mejor presentación.

En el fondo del molde debe hacerse con un acabado rugoso y con ranuras de aproximadamente 2mm en los extremos.

Los moldes serán de madera cepillada de buena calidad, puede prolongarse su vida útil protegiendo los bordes con zunchos metálicos.

Para la fabricación de los moldes debe considerarse el encogimiento del adobe durante el secado, el cual puede determinarse con adobes de prueba, de tal manera que el adobe seco corresponda a las dimensiones en el diseño.

El moldeo se efectúa de la siguiente manera:

Lavar el molde y esparcir arena fina en sus caras inferiores antes de cada uso.

Formar una bola con barro y tirar con fuerza al molde. Esta debe ser suficientemente grande para llenar la capacidad del molde, porque no deberán hacerse rellenos posteriores.

Para cortar los excesos de mezcla y emparejar la superficie utilizar una regla de madera.

Desmoldar con suaves sacudidas verticales.

Si al retirar el molde el adobe se deforma o se comba es porque el barro tiene mucha agua.

Si el adobe se raja o se quiebra es porque el barro está muy seco.

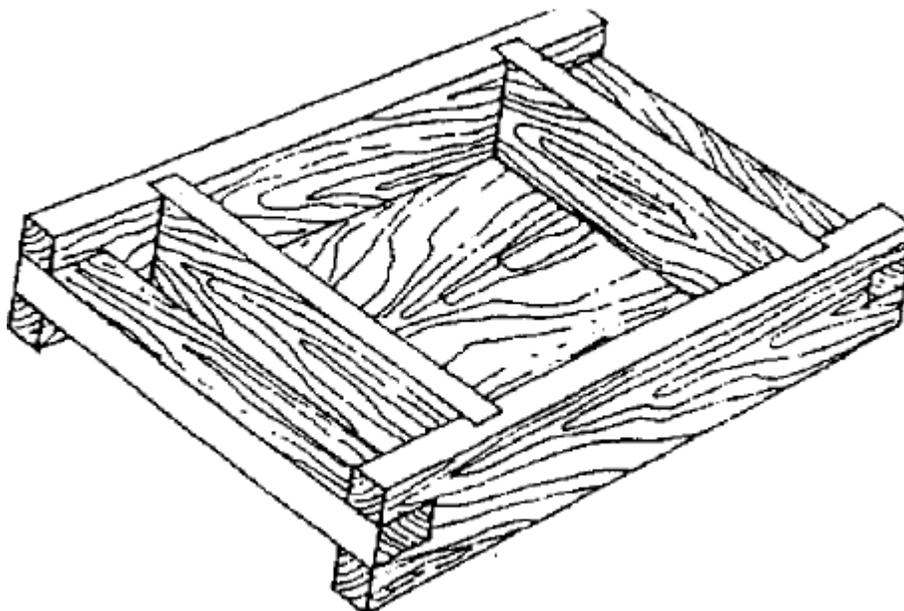


Ilustración 6: Molde para la fabricación del adobe. Fuente: (Morales Morales, Torres Cabrejo, Rengifo, & Irala Candiotti, 1993)

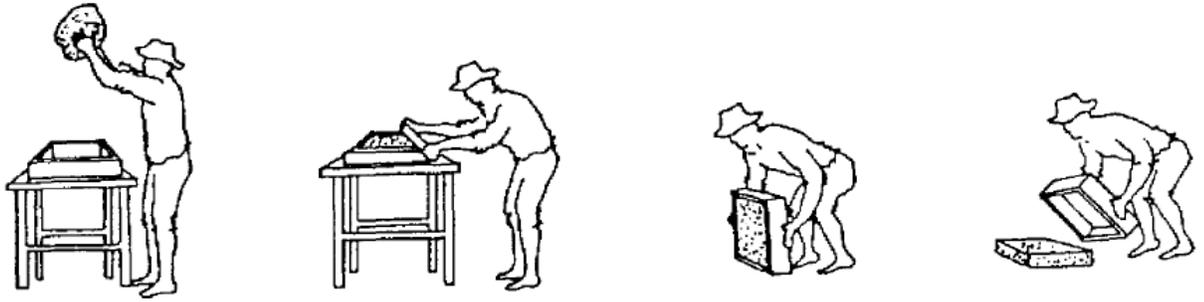


Ilustración 7: Moldeo del bloque de adobe. Fuente: (Morales Morales, Torres Cabrejo, Rengifo, & Irala Candiotti, 1993)

2.2.1.3 SECADO Y ALMACENAMIENTO. (Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, 2000).

Para el secado de los adobes, utilizar una superficie horizontal, limpia y libre de impurezas orgánicas o sales. Este tendal deberá poder albergar la producción de la semana, tendrá que ser techado en épocas muy calurosas o lluviosas.

Espolvorear arena fina sobre toda la superficie del tendal para evitar que se peguen los adobes.

Luego de tres días los adobes se podrán poner de canto y al cabo de una semana se deberán apilar.

2.2.1.4 CONTROL DE CALIDAD. (Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, 2000).

Si a las 4 semanas el adobe de prueba presenta grietas o deformaciones, se debe agregar paja al barro.

Si a las 4 semanas el adobe no resiste el peso de un hombre se debe agregar arcilla al barro.

Estos indicios indica la rigurosa vigilancia que debe tener dicho proceso, para obtener un material apto para su posterior uso.

2.2.2 UBICACIÓN DEL TERRENO. (Morales Morales, Torres Cabrejo, Rengifo, & Irala Candiotti, 1993).

El terreno de cimentación de debe corresponder en lo posible a suelo firme (Suelo tipo 1 de las Normas Básicas de Diseño Sismos-resistente). No se construirá en suelos blandos (Suelos Tipo 3) no en terrenos cuya capacidad portante sea menor de 1.5 Kg/cm².

Debe evitarse construir en zonas próximas a pantanos, ríos, mar, en zonas de relleno, tampoco se construirá en zonas bajas ni en terrenos con mucha pendiente.



Ilustración 8: Ubicación del terreno. Fuente: (Morales Morales, Torres Cabrejo, Rengifo, & Irala Candiotti, 1993).

2.2.3 PREPARACIÓN DEL TERRENO.

Las actividades preliminares de una construcción con adobe son las comunes a las obra de limpieza del terreno, nivelación y trazado. Se debe limpiar el terreno

para que esté libre de basura y escombras, va a depender como este el terreno y el trazado debe ser preciso para no cometer errores en la construcción.

2.2.4 CIMENTACIÓN. (Morales Morales, Torres Cabrejo, Rengifo, & Irala Candiotti, 1993)

Los cimientos y sobrecimientos para los muros de adobe siguen el mismo procedimiento de ejecución constructiva que se realiza para una cimentación convencional

La zanja para el cimiento debe tener una profundidad mínima de 40 cm y ser por lo menos 20 cm más ancha que el muro a construirse.

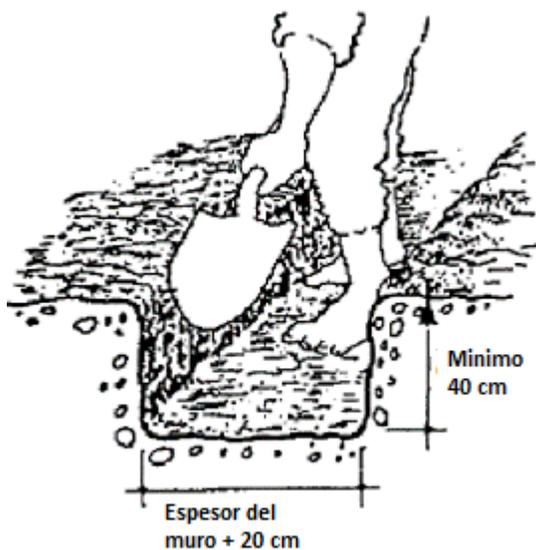


Ilustración 9: Excavación de cimientos. Fuente: (Morales Morales, Torres Cabrejo, Rengifo, & Irala Candiotti, 1993).

Los cimientos se deben hacer de preferencia concreto ciclópeo. Las proporciones en volumen de los materiales que se deben utilizar son: 1 de cemento por 10 de hormigón, es decir, 1 saco de cemento por 5 carretillas de hormigón.

Se debe añadir la mayor cantidad posible de piedra grande, que normalmente constituye la tercera parte del volumen del cimiento.

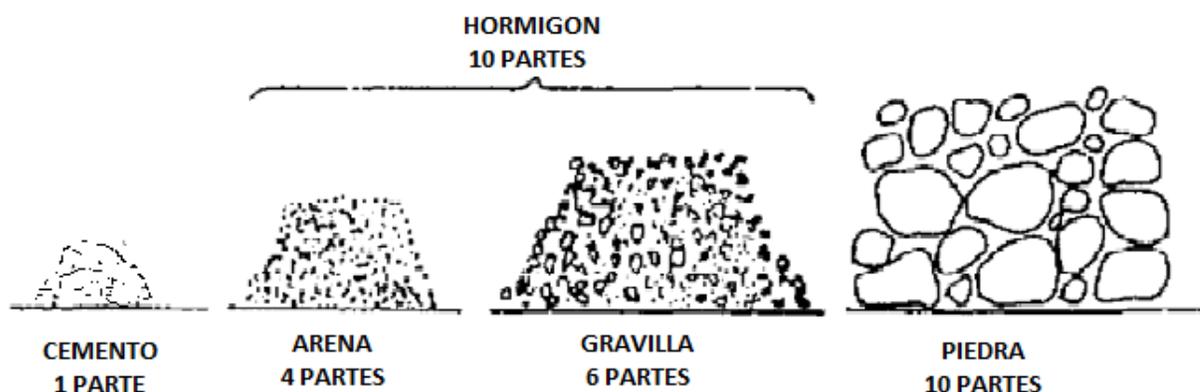


Ilustración 10: Dosificación de Hormigón ciclópeo.

Fuente: (Morales Morales, Torres Cabrejo, Rengifo, & Irala Candiotti, 1993).

El sobrecimiento será de concreto ciclópeo y tendrá una altura mínima de 25 cm. sobre el nivel de suelo para proteger las primeras hiladas de adobe de la erosión provocada por las lluvias. Las proporciones en volumen de los materiales que se debe utilizar son: 1 saco de cemento por 4 carretillas de hormigón.

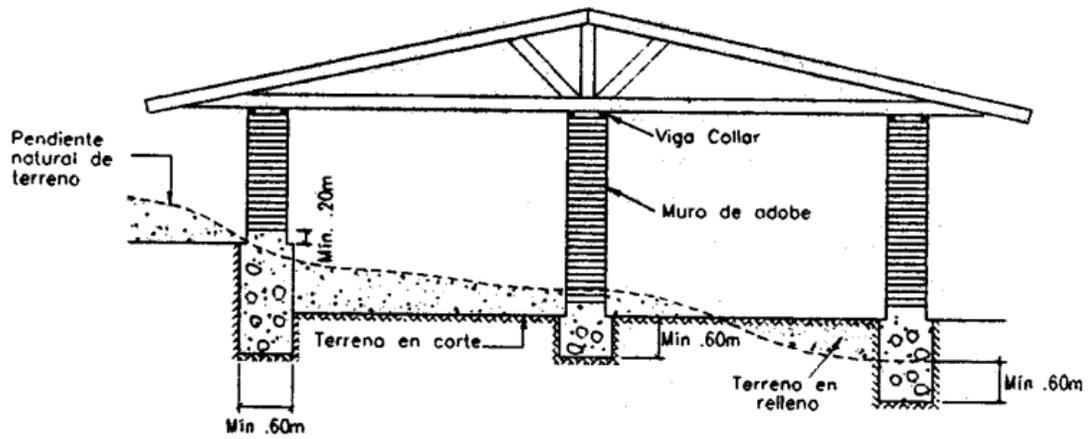


Ilustración 11: Sobrecimientos. Fuentes: (Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, 2000).

Para el refuerzo de los muros se puede usar materiales locales (madera, caña u otros); estos deberán anclarse en la cimentación.

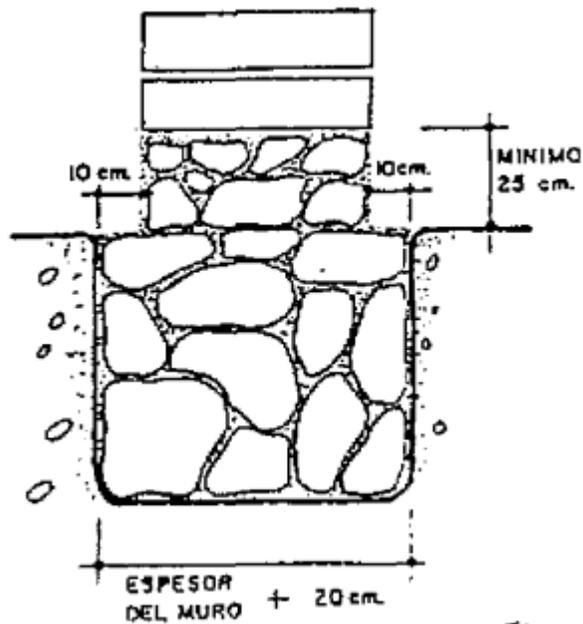


Ilustración 12: Fundaciones. Fuente: (Morales Morales, Torres Cabrejo, Rengifo, & Irala Candiotti, 1993).

En zonas lluviosas se recomienda la construcción de un pequeño cañal de 15 cm. De profundidad por 20 cm. De ancho para desaguar el agua de la lluvia que cae de los techos.

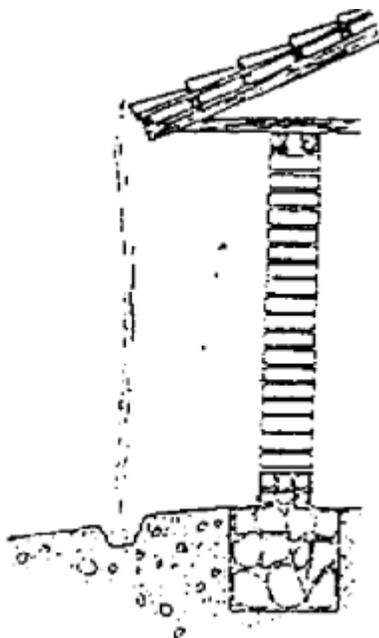


Ilustración 13: Cimientos y aleros de techumbre. Fuente: (Morales Morales, Torres Cabrejo, Rengifo, & Irala Candiotti, 1993).

2.2.5 MUROS.

2.2.5.1 NORMAS BÁSICAS.

2.2.5.1.1 CRITERIOS PARA EL DIMENSIONAMIENTO DE MUROS.

(Morales Morales, Torres Cabrejo, Rengifo, & Irala Candiotti, 1993)

La longitud de un muro tomado entre dos contrafuertes¹ o dos muros perimetrales a él debe ser mayor que 10 veces su espesor.

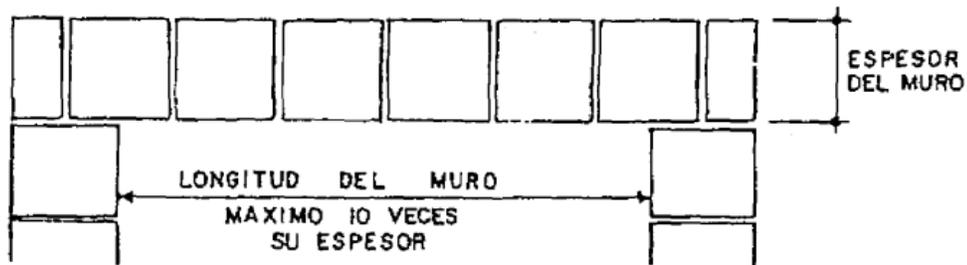


Ilustración 14: Longitud de Muros. Fuentes: (Morales Morales, Torres Cabrejo, Rengifo, & Irala Candiotti, 1993)

La altura mínima de los muros no debe ser mayor a 8 veces el espesor del mismo muro

¹ Contrafuerte: Arq. Refuerzo vertical en el paramento de un muro para aumentar su estabilidad. (Asociación de Academias de la Lengua Española, 2014)

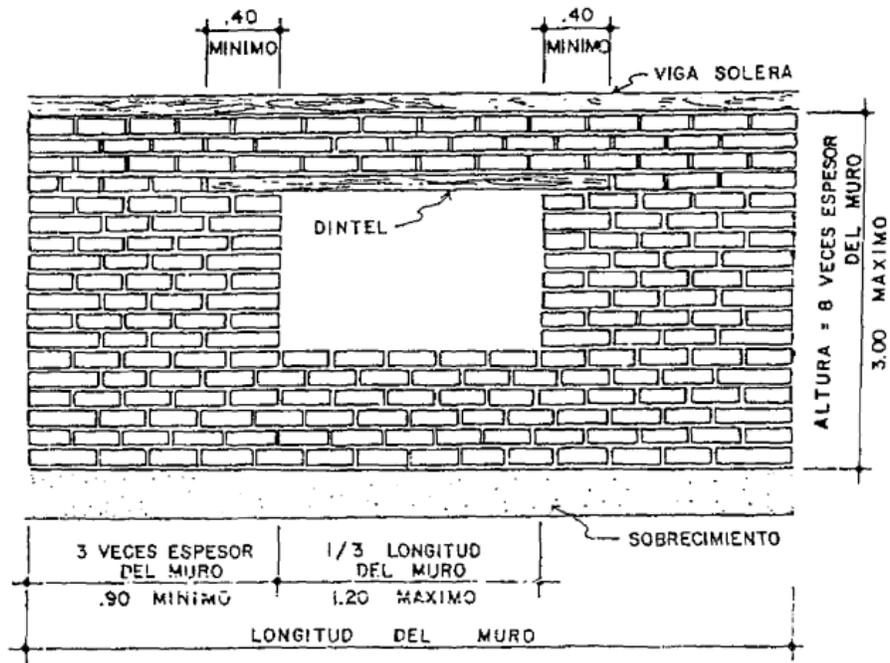


Ilustración 15: Altura máxima espesor de muro. Fuente: (Morales Morales, Torres Cabrejo, Rengifo, & Irala Candiotti, 1993).

Todos los vanos deberán estar centrados. El ancho de un vano no debe ser mayor que 20 mts. La distancia entre esquina y un vano no debe ser inferior a 3 veces el espesor del muro y como mínimo 0,90 m. la suma de los anchos de vanos en una pared, no deben ser mayor que la tercera parte de su longitud. El empotramiento de un dintel no debe ser inferior a 40 cm.

No es recomendable hacer esquinas en ochavo²

² Ochavos: Plano que, en lugar de esquina, une dos paramentos. (Asociacion de Academias de la Lengua Española, 2014)

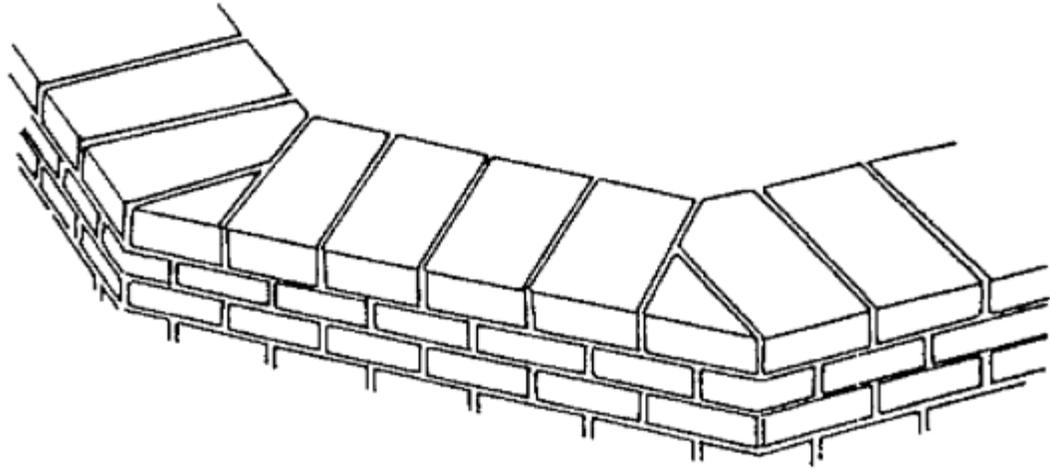


Ilustración 16: Encuentro de muros. Fuente: (Morales Morales, Torres Cabrejo, Rengifo, & Irala Candiotti, 1993).

2.2.5.1.2 REFUERZOS. (Morales Morales, Torres Cabrejo, Rengifo, & Irala Candiotti, 1993)

Las construcciones de adobe serán reforzadas para resistir adecuadamente las solicitaciones sísmicas. El refuerzo en los muros será horizontal y vertical.

Como refuerzo horizontal de muros se puede utilizar: caña³ o similares en tiras colocadas horizontalmente cada 4 hiladas como máximo, cocidas en los encuentros.

Se reformara la junta que coincide con el nivel superior e inferior de todos los vanos. Deberán coincidir los niveles superiores de los vanos (puertas y ventanas).

Como refuerzo vertical, se deberán colocar cañas ya sea en un plano central entre unidades de adobe, o en alveol⁴ de 5 cm. de diámetro dejados en los bloques.

En ambos casos se asegurara la adherencia relleno los vacíos con mortero.

³ Caña: Tallo de las plantas gramíneas, por lo común hueco y nudoso. (Asociacion de Academias de la Lengua Española, 2014).

⁴ Alveol: Cavidad, hueco. (Asociacion de Academias de la Lengua Española, 2014).

El refuerzo vertical de caña, se deberá estar anclado a la cimentación y fijado en la solera superior.

Se usara caña madura y seca.

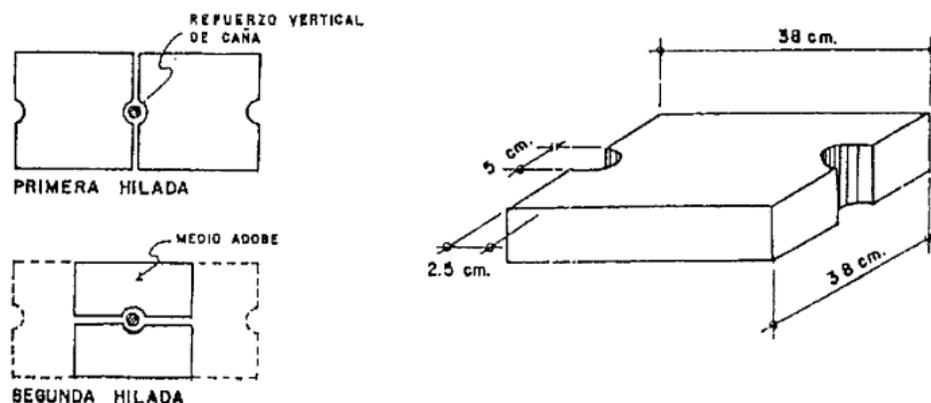


Ilustración 17: Diseño y refuerzos verticales. Fuente: (Morales Morales, Torres Cabrejo, Rengifo, & Irala Candiotti, 1993).

En la parte superior de los muros se colocara necesariamente una viga solera que en posible debe coincidir con los dinteles de puertas y ventanas.

En todos los encuentros las vigas solera en un mismo nivel estará firmemente unidas para evitar que se abran. En los tímpanos⁵ en su parte más alta se colocara adicionalmente otra viga solera.

La viga solera se anclara el muro. En el caso de usar refuerzos verticales, se podrá realizar el anclaje de la viga solera, tal como se muestra en la imagen.

⁵ Tímpanos: espacio triangular que queda entra las dos cornisas inclinadas de un frontón y horizontal de su base. (Asociacion de Academias de la Lengua Española, 2014).

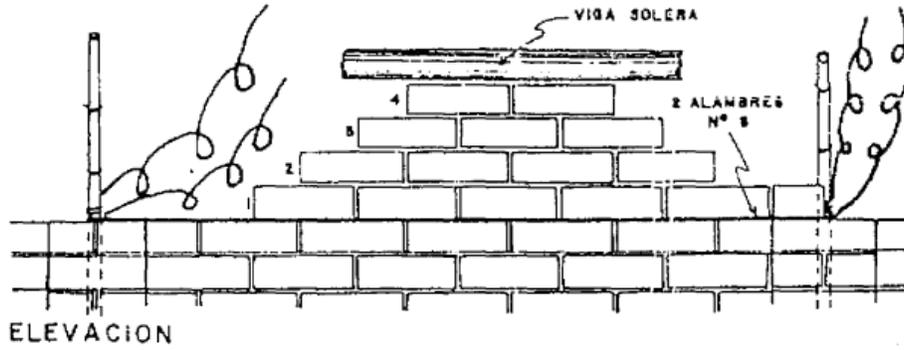


Ilustración 18: Diseño y refuerzos verticales. Fuente: (Morales Morales, Torres Cabrejo, Rengifo, & Irala Candiotti, 1993).



Ilustración 19: Diseño y refuerzos verticales. Fuente: (Morales Morales, Torres Cabrejo, Rengifo, & Irala Candiotti, 1993).

Según los materiales que se encuentran en la región, esta viga solera puede ser, tal como se muestra en la siguiente imagen.

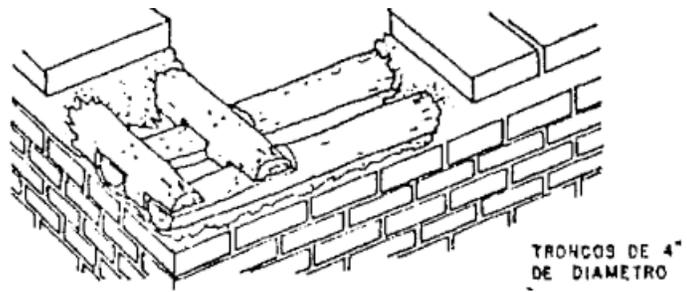


Ilustración 20: Refuerzos de muro. Fuente: (Morales Morales, Torres Cabrejo, Rengifo, & Irala Candiotti, 1993).

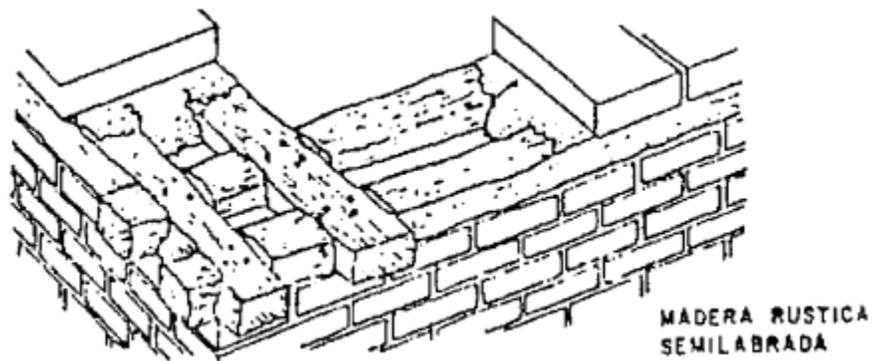


Ilustración 21: Refuerzos de muro. Fuente: (Morales Morales, Torres Cabrejo, Rengifo, & Irala Candiotti, 1993).

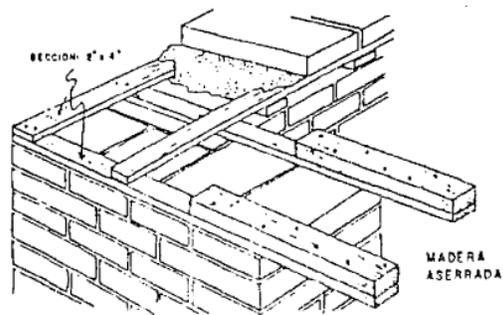
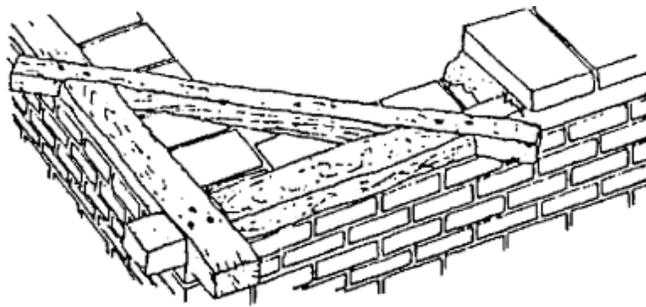
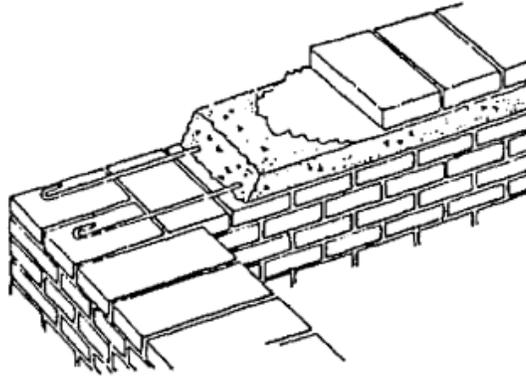


Ilustración 22: Refuerzos de muro. Fuente: (Morales Morales, Torres Cabrejo, Rengifo, & Irala Candiotti, 1993).



MADERA RUSTICA SEMILARNADA CON
DIAGONALES COMO REFUERZO DE ESQUINAS



CONCRETO ARMADO

Ilustración 23: Refuerzos de muro. Fuente: (Morales Morales, Torres Cabrejo, Rengifo, & Irala Candiotti, 1993).

2.2.5.1.3 TIPOS DE AMARRE EN ENCUENTRO DE MUROS DE ADOBE CON O SIN REFUERZO. (Morales Morales, Torres Cabrejo, Rengifo, & Irala Candiotti, 1993)

Según la forma del adobe, ya sea rectangular o cuadrado, tendremos distintos tipos de amarre.

Los adobes deben quedar perfectamente trabados en todas las situaciones de encuentros de muros

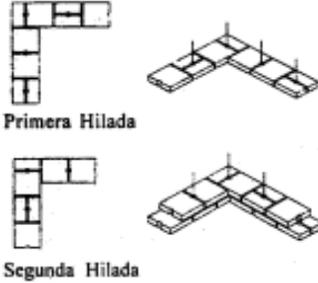
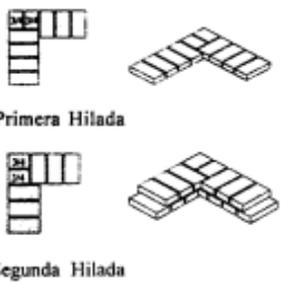
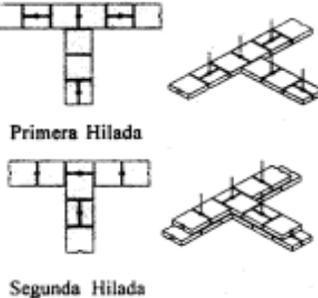
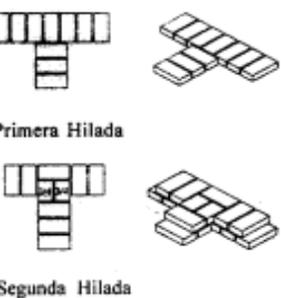
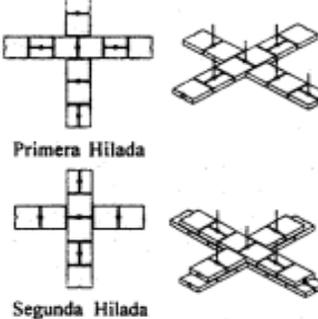
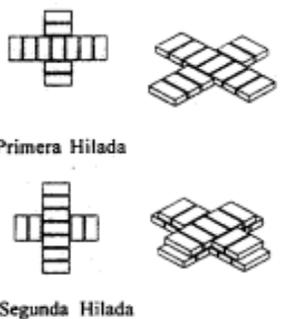
Tipo de encuentro	Muros Reforzados	Muros no Reforzados
En L	 <p>Primera Hilada</p> <p>Segunda Hilada</p>	 <p>Primera Hilada</p> <p>Segunda Hilada</p>
En T	 <p>Primera Hilada</p> <p>Segunda Hilada</p>	 <p>Primera Hilada</p> <p>Segunda Hilada</p>
En X	 <p>Primera Hilada</p> <p>Segunda Hilada</p>	 <p>Primera Hilada</p> <p>Segunda Hilada</p>

Ilustración 24: Encuentro de muros, tipo de amarre y refuerzos. Fuente: (Morales Morales, Torres Cabrejo, Rengifo, & Irala Candiotti, 1993).

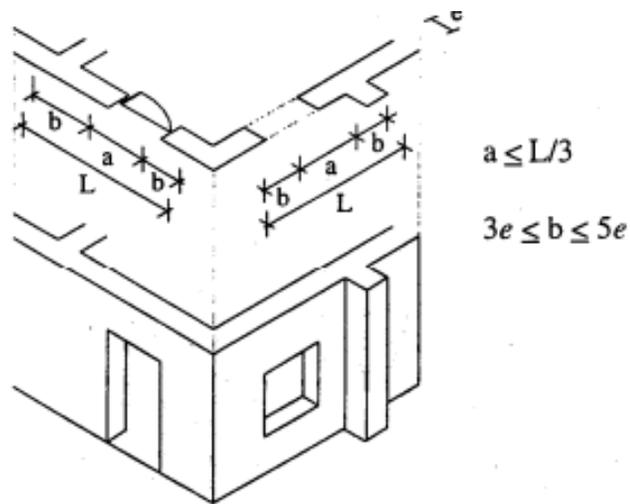


Ilustración 25: Encuentro de muros, tipo de amarre y refuerzos. Fuente: (Morales Morales, Torres Cabrejo, Rengifo, & Irala Candiotti, 1993).

2.2.6 ALBAÑILERIA. (Morales Morales, Torres Cabrejo, Rengifo, & Irala Candiotti, 1993)

El asentado de los adobes sigue procedimientos similares a otras albañilerías.

Los adobes deberán haber completado su proceso de secado, ser limpiados y mojados antes de asentamiento para que no absorban el agua del mortero y haya una buena adherencia en entre el adobe y el mortero.

El mortero se prepara con barro y paja en forma similar a la mezcla que se utiliza para la fabricación de adobes. Las proporciones en volumen de los materiales son 1 de barro por uno de paja o pasto seco.

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

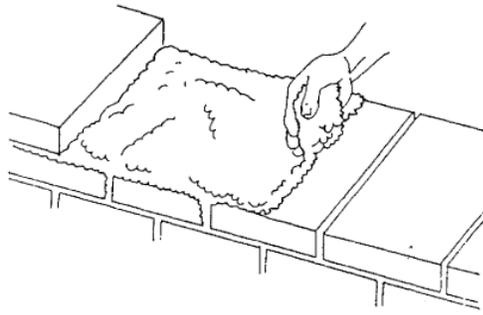


Ilustración 26: Albañilería. Fuente: (Morales Morales, Torres Cabrejo, Rengifo, & Irala Candiotti, 1993).

Deberán evitarse los empalmes del refuerzo de caña en casos indispensables tendrán una longitud mínima de 40 cm. Y serán asegurados con soguilla o alambre galvanizado n°16.

Evitar la continuidad de juntas verticales en los vanos.

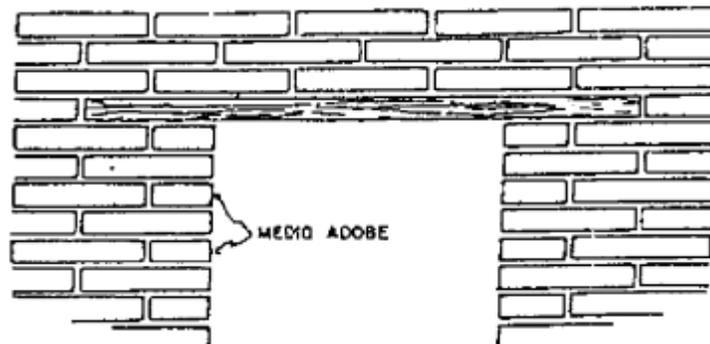


Ilustración 27: Albañilería. Fuente: (Morales Morales, Torres Cabrejo, Rengifo, & Irala Candiotti, 1993).

2.2.7 TECHOS. (Morales Morales, Torres Cabrejo, Rengifo, & Irala Candiotti, 1993)

Se recomiendan techo de una o dos aguas. Es importante estudiar la pendiente de los techos y la longitud los de los alerones de acuerdo a las condiciones climáticas de cada lugar. La pendiente puede variar de 15 a 30% y los

aleros perimetrales tendrán una longitud mínima de 50 cm. Para impedir que los muros sean humedecidos por el agua de lluvia.

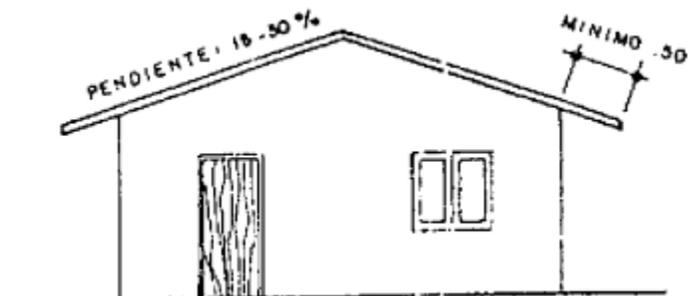


Ilustración 28: Pendiente de techo. Fuente (Morales Morales, Torres Cabrejo, Rengifo, & Irala Candiotti, 1993).

Los techos deberán ser livianos. El sistema tradicional de la estructura del techo consiste en viguetas de troncos de madera apoyadas sobre la viga solera.

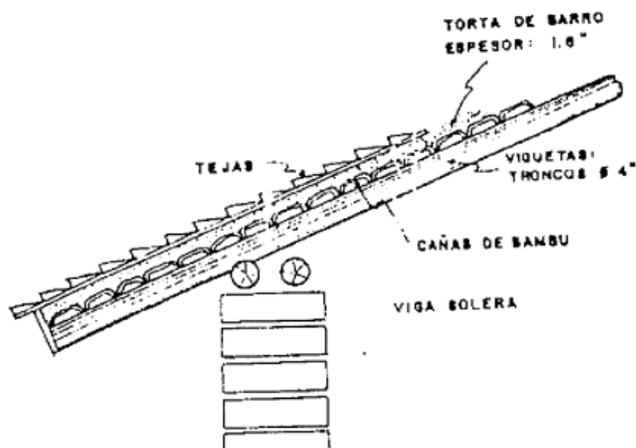


Ilustración 29: Techumbre. Fuente: (Morales Morales, Torres Cabrejo, Rengifo, & Irala Candiotti, 1993).

Sobre las viguetas se clavarán cañas de bambú partidas y chancadas colando la parte pulposa hacia abajo para una mejor adherencia. (Buscar un material que se encuentre en la zona que pueda reemplazar la caña)

Sobre las cañas se hecha una torta de barro de 15" de espesor. El 50% del volumen de esta torta debe contener paja o pasto seco para aligerar el peso y disminuir los agrietamientos.

Para zonas lluviosas, a la torta de barro se le debe añadir asfalto en proporción de 2% en peso, si no se utiliza asfalto deberá colocarse una cubierta de planchas de asbesto cemento o tejas

2.3.8 REVESTIMIENTO. (Morales Morales, Torres Cabrejo, Rengifo, & Irala Candiotti, 1993)

Se recomienda el revestimiento de los muros para protegerlos de la humedad.

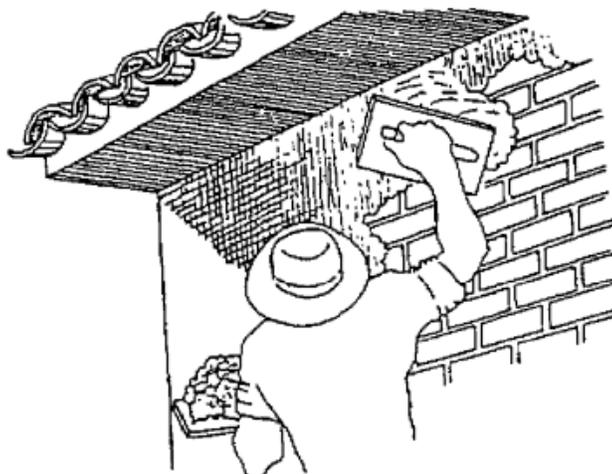


Ilustración 30: Revestimientos. Fuente: (Morales Morales, Torres Cabrejo, Rengifo, & Irala Candiotti, 1993).

Hay diferentes formas de revestimiento del muro, depende del material que se use y de la forma como se fija al muro. Por ejemplo, la tierra o el yeso se adhieren fácilmente mientras que el cemento necesita un sistema de fijación.

El material del revestimiento debe ser semejante al material del muro para que se adhiera y no se desprenda. Se recomiendan las siguientes alternativas:

- **REVESTIMIENTO DE TIERRA:**

Se utiliza el mismo barro del muro, con un 50% más de arena y el 2% en peso de paja o pasto seco. Este barro se puede estabilizarse con asfalto en una proporción del 2%.

- **REVESTIMIENTO DE YESO SON CAL:**

Primera capa revestir con tierra

Segunda capa 1 parte de yeso, una parte de arena y 1/10 parte de cal.

- **REVESTIMIENTO DE TIERRA CON CAL:**

Utiliza una mezcla compuesta de 5 partes de tierra y 1 parte de cal.

- **REVESTIMIENTO DE TIERRA CON CEMETO:**

Utilizar tierra arenosa y mezclar con 10 partes de tierra con una parte de cemento emplear un sistema de fijación que puede ser utilizando juntas hundidas e los muros de una malla metálica (alto costo).

- **REVESTIMIENTO DE ARENA, CEMENTO Y CAL:**

Utilizar una mezcla compuesta de 1 parte de cemento, 1 parte de cal y 6ª 8 de arena. Emplear un sistema de fijación, ya sea una red de alambre o malla clavada (buscar que es la malla clavada).

III. ASPECTOS TECNICOS DEL DISEÑO Y LA CONSTRUCCION DE UNA VIVIENDA DE ADOBE EN CAUQUENES.

3.1 DISEÑO DE LA VIVIENDA.

La vivienda está situada en la comuna de cauquenes que está ubicada en la séptima región del Maule. El censo realizado el 2002, muestra que la comuna de Cauquenes abarca una superficie de 2126,3 km cuadrados y una población de 41.217 habitantes, de los cuales el 25,34 % (10.446 habitantes) corresponde a población rural, esto se ve reflejado en que una gran proporción de las escuelas con las que cuenta la comuna son rurales. A su vez cauquenes es reconocido por su agricultura, vinos y alfarería.

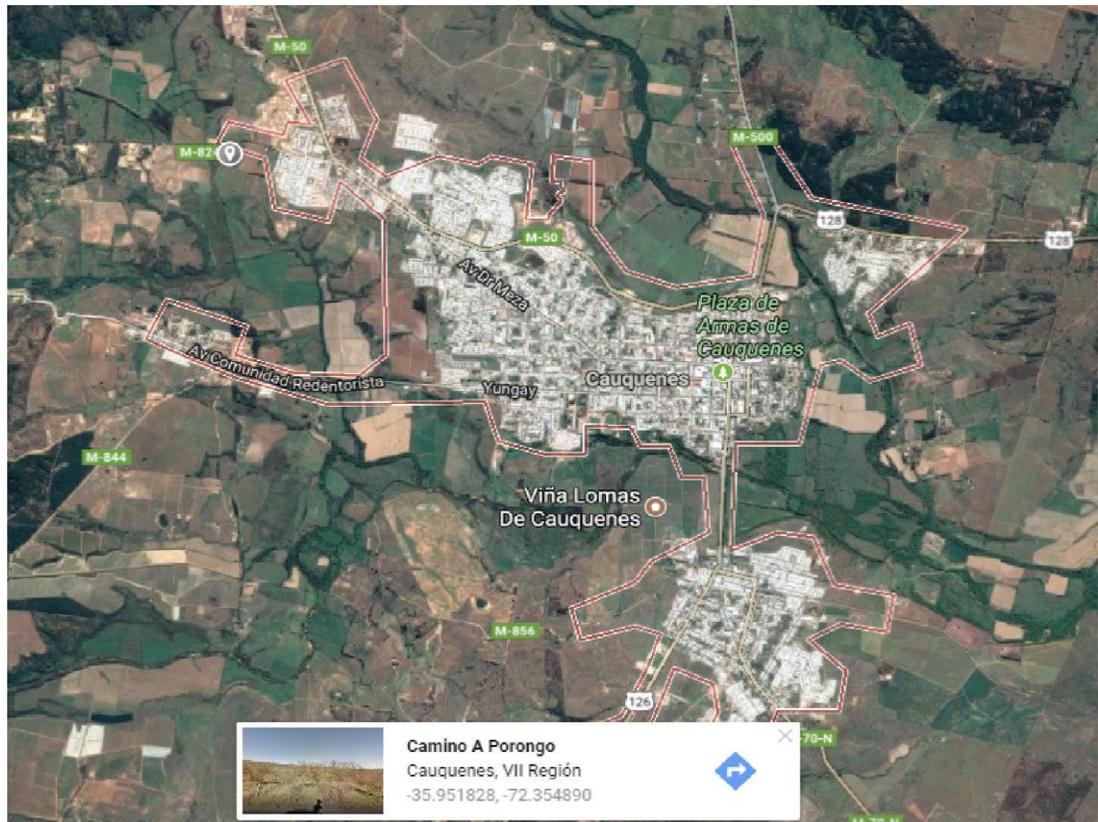


Ilustración 31: Cauquenes. Fuente: Elaboración Propia.

Según la NCh 1079 of 2008 que habla de localización y descripción del clima de Chile por zonas. Ubica a Cauquenes en la zona Central Interior, la cual se encuentra limitada en el norte con la comuna de la Ligua y Petorca, y hasta el límite norte de las comunas de Cobquecura, Quiruhie, Ninhue y San Carlos.

Esta zona presenta un clima mediterráneo con temperaturas templadas, con inviernos que duran de 4 a 5 meses en donde la media de temperatura es 8,9 °C y una humedad relativa de 90 % y las precipitaciones llegan a 700 milímetros al año. En verano la insolación es intensa, la temperatura media es de 21 °C y tiene una humedad relativa del 68 %. Los vientos soplan principalmente desde el Sureste.

El diseño del proyecto consta de una casa unifamiliar de 70 m², de un nivel, con 4 aguas y para cuatro personas, con un living-comedor de 19 m², dos

dormitorios, uno matrimonial de 9 m² y otro de 8 m², un baño de 5,7 m² y una cocina de 9 m².

El desafío es diseñar la vivienda con la menor cantidad de huella de carbono, con una mirada sustentable, funcional y utilizando materiales extraídos desde el mismo terreno o del sector.

La casa constara con una estructura de pórticos construidos con pilares y vigas con madera de dimensión 100x100 milímetros que puede ser conseguida en aserraderos ubicados a no más de 4 km de la obra.

Los muros serán de adobes fabricados in situ con tierra extraída desde las excavaciones de las fundaciones de la casa, previo a esto se debe realizar pruebas de granulometría, densidad y resistencia del suelo. El terreno tiene una leve pendiente por que habrá que realizar cortes para su nivelación, esta misma tierra es la que se utilizara para la confección de adobes y del revestimiento de muros y tabiques interiores y exteriores.

La techumbre es constituida por un entramado de madera de 45x190 milímetros y tejas que serán conseguidas en las obras de tejas y ladrillos que están frente al terreno.

Los detalles de puertas y ventanas se conseguirán en el comercio local priorizando el precio y la calidad. Las fijaciones de la madera se harán con pernos, tornillos y clavos. Además de las fijaciones se utilizara el calado como principio de unión para los encuentros.

En el interior el piso estará hecho por un radier de ladrillo, en los muros de la cocina y baño habrá cerámica. En los demás muros de la casa la terminación será un revoque de barro.

Debido a la expansión de la ciudad hacia la periferia, en el sector se están construyendo muchas viviendas sociales por lo que el acceso a agua potable y la luz es muy fácil. El terreno no cuenta con alcantarillado por lo que se realizara una fosa.

3.1.1 PLANTA ARQUITECTÓNICA VIVIENDA DE ADOBE

<https://www.polpaico.cl/wp->

<content/uploads/2017/06/pdf200971016572.pdf>

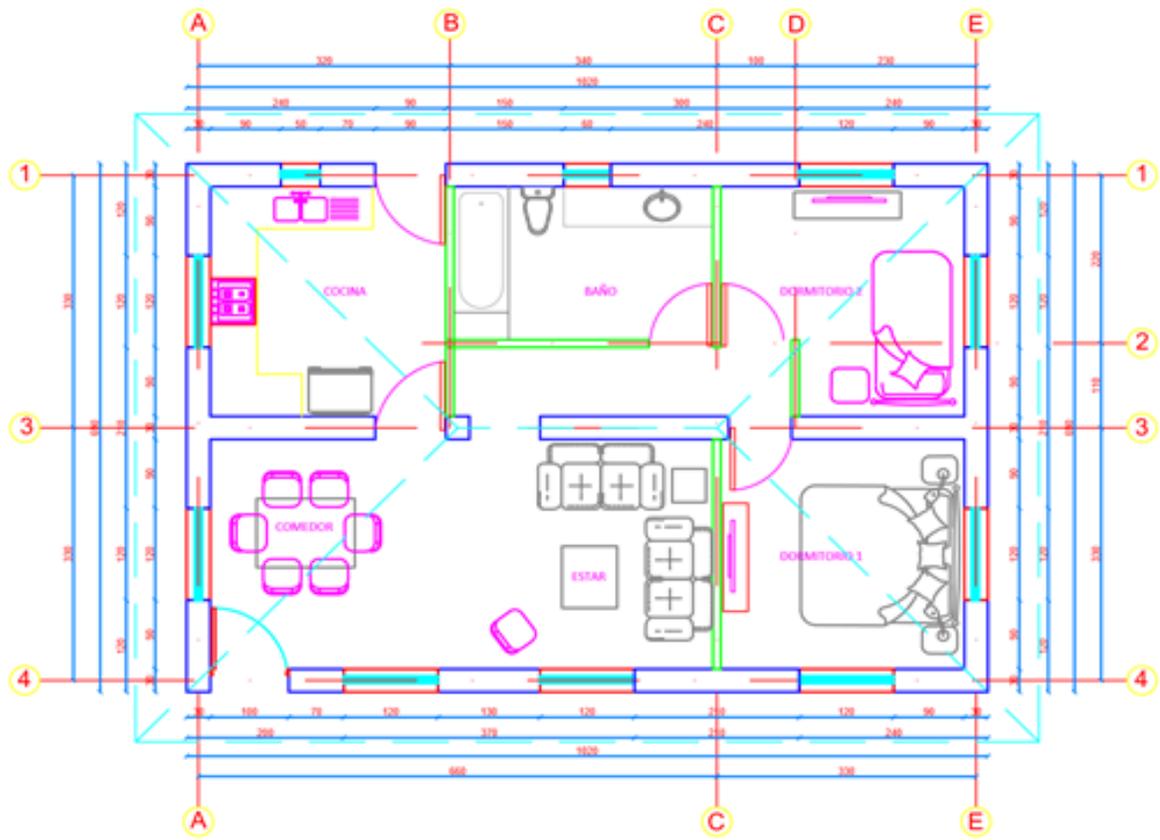


Ilustración 32: Planta Arquitectónica. Fuente: Elaboración propia.

3.1.2 PLANTA ESTRUCTURA VIVIENDA DE ADOBE.

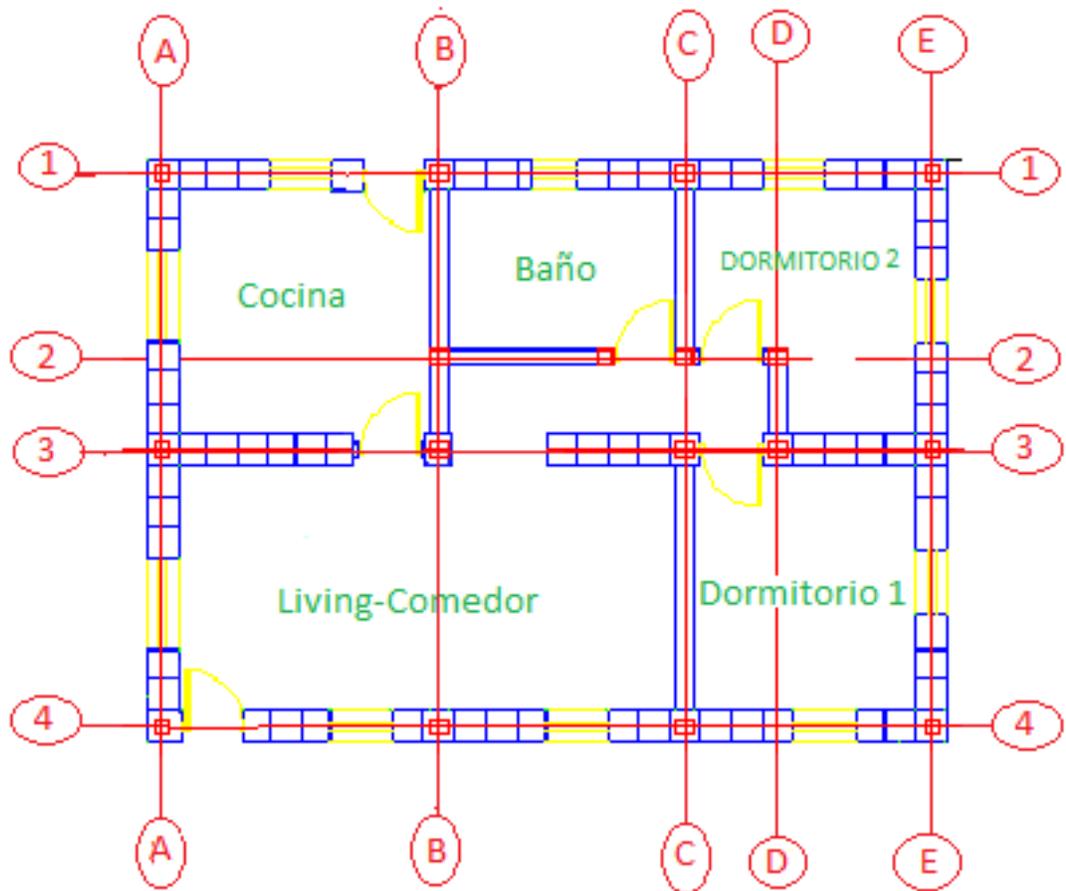


Ilustración 33: Planta estructural. Fuente: Elaboración propia.

3.2 UBICACIÓN DE LA VIVIENDA, LOCALIDAD.

La ubicación de la vivienda está condicionada a un estudio previo de suelos, para diagnosticar la calidad del suelo en el que se va a construir.



Ilustración 34: Terreno en Cauquenes. Fuente: Elaboración propia.



Ilustración 35: Análisis de terreno. Fuente: Elaboración propia.

El terreno donde se realiza el diseño de la casa está situado en dirección Nororiente en los alrededores de la ciudad de Cauquenes a 5 km del centro tomando el camino M-824, en un sector llamado Porongo el terreno es de 500 m². La ubicación exacta es latitud -35.951341 longitud -72.353754 (<https://www.google.cl/maps/@-35.9508902,-72.3540838,197m/data=!3m1!1e3!4m2!10m1!1e4?hl=es>)z



Ilustración 36: Ubicación del terreno. Fuente: Elaboración Propia.

3.3 CONSTRUCCIÓN DE LAS FUNDACIONES Y RADIERES.

3.3.1 CIMIENTOS.

3.3.1.1 NIVELACIÓN DEL TERRENO. (Morales Morales, Torres Cabrejo, Rengifo, & Irala Candiotti, 1993)

Es fundamental que el terreno este bien nivelado y para esto se deben hacer cortes y rellenos desde un inicio. Esta etapa comienza con la limpieza del terreo removiendo la basura, vegetación y escombros que se encuentren en la zona donde se construirá la vivienda para poder tener un lugar apto para los siguientes procesos de construcción.

El siguiente paso es la colocación de estacas para constatar que el terreno se encuentre aplomado. Se debe instalar una estaca en un lugar de referencia para poder marcar el nivel de la vivienda (se recomienda marcar en la estaca de referencia a una altura de un metro). Para obtener este nivel se puede utilizar instrumentos topográficos, para llevar a cabo el proceso con un método más artesanal, se puede utilizar una manguera con agua para trasladar el nivel de nuestra estaca de referencia a todas las demás estacas.

Posteriormente se mide la distancia entre el nivel de referencia y el terreno natural, con esto se procede a rellenar o cortar el terreno para llegar a la altura que se dio como referencia a en las estacas (1 metro). Es recomendable realizar solo cortes ya que los rellenos muchas veces quedan sueltos y no se compactan bien lo que puede generar problemas de resistencias en las fundaciones de la vivienda.

3.3.1.2 TRAZADO Y REPLANTEO. (Matias & Diego., 2014)

El trazado consiste en marcar en la zona del terreno donde se va a construir los cimientos de la vivienda, se deben trazar los ejes de los cimientos con respecto a los planos de la casa. Los ejes son líneas rectas que pasan por el centro de los muros.

Para realizar el trazado se debe poner estacas sobre el terreno en los extremos y en el centro del muro. Estas estacas se amarran entre sí con una lienza la que dará guía para marcar con cal el suelo lo cual es positivo ya que nos permite tener una idea clara de lo que se va que construir.

Esta operación se debe repetir por todas la veces que sea necesario para marcar cada muro de acuerdo a los planos.

Luego de marcar el eje del muro, se marca el ancho de los cimientos, para lo que se requiere medir 30 cm hacia cada lado del eje del muro lo que da el ancho de 60 cm requerido para que los cimientos, es importante que se cumplan con las medidas de los cimientos ya que la tierra que será extraída de estos será utilizada para fabricar los adobes con los que se construirán los muros, de no ser así será necesario excavar en otras partes del terreno o se tendrá que comprar la tierra lo que genera gastos extras.

3.3.1.3 EXCAVACIONES DE CIMIENTOS. (Matias & Diego., 2014)

Siguiendo el trazado ya hecho se procede a excavar con palas y picotas. La excavación será de 60cm de profundidad por 60 cm de ancho.

Una vez terminada la excavación se debe verificar que las paredes de dicha excavación estén a plomo y que el fondo de la zanja se encuentre limpio para no contaminar el hormigón con el que se construirán las cimentaciones, ya que cualquier material ajeno al hormigón puede impedir que el hormigón alcance las resistencias necesarias para soportar y transmitir las cargas a las que estará expuesta la edificación al suelo.

3.3.1.3 LLENADO DE CIMIENTOS. (Matias & Diego., 2014)

El llenado de los cimientos se realiza con hormigón ciclópeo, que está compuesto de una mezcla de cemento, grava y bolones o piedras grandes de aproximadamente 25 cm. La mezcla de cemento se recomienda realizarla en trompo para mejorar su homogeneidad. Se utiliza un cemento portland que se encuentre en el comercio local, privilegiando el precio.

- **Dosificación del hormigón H20 (baldes de 10 litros).**

Cantidad balde x saco

- 1 saco de cemento (42,5 kg).
- 17 baldes de grava (170 litros).
- 15 baldes de arena (150 litros).

- 3 baldes de agua (30 litros).

Fuente: Cemento Polpaico.

<https://www.polpaico.cl/wpcontent/uploads/2017/06/pdf200971016572.pdf>

- **Dosificación de piedras en el cimiento**

- Porcentaje de piedras en el cimiento**

- 50% de piedras grandes de 25 cm (50% del volumen total)

Fuente: Manual de construcción con adobe reforzado con geomallas

Año: 2010

El procedimiento de vaciado del hormigón en los cimientos será en capas de 10 cm, poniendo énfasis en que quede sin vacíos y asegurándose que la mitad el volumen total sea de piedras. Se deben colocar los anclajes de los pilares anclajes madera según planos.

Se instalaran piedras angulosas para mejorar la unión entre el cimiento y el sobrecimiento, antes que el hormigón endurezca.

3.3.2 SOBRECIMIENTOS.

3.3.2.1 CONSTRUCCIÓN DE ENCOFRADO.

Se debe trazar el contorno de la vivienda donde ira el encofrado, este tendrá 25 centímetros de altura y 30 centímetros de ancho. Se debe asegurar que las

uniones de las maderas estén bien clavadas y estancas para evitar que existan filtraciones y el hormigón se salga, la construcción del encofrado se realiza con tablas de madera las que serán en aserraderos cercanos a al terreno, es impórtate que a la hora de comprar las tablas se verifique que estén derechas y sin imperfecciones, ya que cualquier imperfección que esta tenga puede llevar a el hormigón se filtre. (Matias & Diego., 2014)

3.3.2.2 LLENADO DE SOBRECIMENTOS.

Se utilizara un hormigón H20 (200 kg/cm²), la dosificación es la misma que se utilizó en el hormigón de los cimientos.

Una vez hecha la mezcla esta será vertida en el encofrado y luego emparejada con una regla.

Por último se debe realiza un curado del hormigón, mojándolo y poniendo poliestileno para mantener una humedad optima en su proceso de fraguado. Después de 24 horas se puede proceder a desarmar el encofrado y por último se coloca una cama de asfalto para proteger a los adobes de la humedad. (Matias & Diego., 2014)

3.3.3 RADIERES.

Para los radieres se utilizara hormigón H20. Estos serán de 10 cms de espesor. Previo a esto se debe colocar una capa de ripio de 10 cms de espesor. Sobre el ripio se instala capa de polietileno de 0,2 milímetros de espesor como

mínimo, esta es la principal barrera de humedad del radier. Para luego verter la capa de hormigón.

Previo a verter el hormigón se debe marcar por el contorno de los muros con fajas de hormigón, las fajas se confeccionan colocando tacos de madera sobre pollos de hormigón indicando el nivel de piso terminado. Una vez secas las fajas se vierten el hormigón y se nivela con reglas de aluminio. Inmediatamente después del hormigonado se da la terminación con llanas y platacho. Terminado el proceso se debe rociar el hormigón con agua por lo menos tres veces al día para asegurar un buen curado.

3.4 CONSTRUCCIÓN DE MUROS Y TABIQUES.

3.4.1 GENERALIDADES.

Para la fabricación de los muros se utilizaran tres tipos de adobes de 38x30x13 centímetros para los muros, 10x30x8 centímetros para los tabiques y 30x18x13 centímetros, estos últimos serán especiales, ya que tendrán un sacado para que puedan instalarse junto con los pilares de madera que se encuentran en las esquinas. Los adobes serán confeccionas in situ y con la misma tierra que fue sacada de la fundaciones.

3.4.2 EVALUACIÓN DE LA TIERRA PARA LA ELABORACIÓN DE LOS ADOBES. (Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, 2000)

Es fundamental realizar un análisis de suelos, para saber la calidad de la tierra que se va a utilizar para la fabricación de los adobes que será sacada desde el mismo lugar, específicamente de los cimientos. Para ello se hacen pruebas de granulometría, plasticidad y resistencia. Para realizar estas pruebas es necesario hacer dos o tres excavaciones en diferentes partes del terreno para extraer muestras de suelo a las que se les harán las pruebas antes mencionadas.

3.4.2.1 PRUEBA DE GRANULOMETRÍA

Una vez hechas las excavaciones se procede a harnear con un tamiz N°4 la tierra para que esté libre de piedras. Es importante harnear una buena cantidad de tierra ya que esta se utilizará para la prueba de granulometría, plasticidad y resistencia. Si no se cuenta con un tamiz N°4 se puede utilizar cualquier objeto o malla que tenga 4,75 milímetros en sus agujeros.



Ilustración 37: Harneo de tierra. Fuente: Elaboración propia.

La tierra ya harneada se introduce dentro de un recipiente con boca ancha y que tenga tapa, el recipiente se debe llenar por lo menos hasta mitad con tierra dejando espacio para poder rellenarlo con agua.



Ilustración 38: Prueba de Granulometría. Fuente: Elaboración propia.

Se rellena el recipiente con agua, se tapa y se agita con fuerza hasta asegurarse que este todo mezclado para luego dejar en un lugar que repose durante 24 horas dejando que todas las partículas decanten en el fondo del recipiente.



Ilustración 39: Prueba de granulometría. Fuente: Elaboración Propia.

Pasadas 24 horas se miden las capas para poder determinar la cantidad de arena, limo y arcilla.



Ilustración 40: Prueba de granulometría. Fuente: Elaboración propia.

Según el manual para la construcción de viviendas de adobe está en presencia de un suelo apropiado cuando al medir las capas la proporción de arena fluctúa entre 1,5 y 3 veces la cantidad de limos y arcillas. En este caso el suelo posee una correcta granulometría ya que cuenta con 5,5 centímetros de arena y 2,5 de limos y arcillas, por lo que está dentro del rango ya que la proporción de arena es 2,2 veces la cantidad de limos y arcillas.

3.4.2.2 PRUEBA DE PLASTICIDAD

Con la misma tierra que fue harneada para la prueba de granulometría se procede a humedecerla y con esta formar un rollo de 1,5 centímetros de diámetro, suspenderlo en el aire y medir la longitud del extremo que se rompe.



Ilustración 41: Prueba de plasticidad. Fuente: Elaboración Propia.

Según el manual para la construcción de viviendas de adobe se pueden presentar tres casos, tierra arenosa la que es inadecuada en donde el rollo se rompe entre 0 a 5 centímetros. Tierra arcillo arenosa la que es adecuada para la fabricación de adobes, en donde el rollo se rompe entre 5 y 15 centímetros y tierra arcillosa la cual es inadecuada y el rollo se rompe en más de 15 centímetros. En el caso de la muestra de tierra el rollo se rompió a los 11 centímetros por lo que se puede considerar una tierra con una plasticidad adecuada para la fabricación de los adobes de la vivienda.



Ilustración 42: Prueba de Plasticidad. Fuente: Elaboracion Propia.

3.4.2.3 PRUEBA DE RESISTENCIA

La prueba de plasticidad consiste en tomar de la misma tierra que fue harneada para las pruebas anteriores, humedecerla y amasarla para elaborar cinco discos de 3 centímetros de diámetro por 1,5 centímetros de espesor. Estos discos se dejan secando durante 48 horas aproximadamente para luego tratar de romperlos con el dedo pulgar e índice.



Ilustración 43: Prueba de resistencia. Fuente: Elaboración propia.



Ilustración 44: Prueba de resistencia. Fuente: Elaboración propia.

Según el manual para la construcción de viviendas de adobe se puede presentar dos casos el primero es que el disco se aplaste fácilmente lo que quiere decir que posee una baja resistencia por lo que es inadecuado, el siguiente caso es que el disco se aplasta fácilmente o se rompa con un sonido seco.



Ilustración 45: Prueba de resistencia. Fuente: Elaboración propia.

3.4.3 ELABORACIÓN DE LOS MOLDES PARA LOS BLOQUES DE ADOBE.

(Matias & Diego., 2014)

Se utilizará tablas cepilladas para realizar la confección de los moldes. Los moldes deben tener en su interior 5 mm más que las dimensiones del adobe, ya que el adobe tiende a contraerse una vez seco. Las maderas deben unir con clavos de 2". Al molde se le instalan manillas en sus extremos para facilitar su uso y manejo.

3.4.4 ELABORACIÓN DE LA MEZCLA DE ADOBE. (Matias & Diego., 2014)

En primera instancia se inspeccionarán los materiales para asegurarse que estén libres de piedras y materia orgánica contenida en el suelo esto se puede llevar a cabo mediante inspección visual mientras se realizan rumas de tierra.

Se procede hacer rumas de tierra para luego agregar agua hasta lograr formar barro, posteriormente este se debe dejar reposar aproximadamente 24 horas tapado con polietileno. Una vez transcurrido este tiempo se debe mezclar el barro con la paja, esta será de trigo el cual será conseguido con agricultores de la zona en caso de no encontrar se compraran fardos de paja los que se venden en el comercio local.

Estos materiales deben ser bien mezclado con pala para lograr tener una mezcla homogénea y trabajable, posterior a esto la mezcla una vez supervisada, está en condiciones para usarse en los adobes.

3.4.5 ELABORACIÓN DE LOS BLOQUES DE ADOBE. (Matias & Diego., 2014)

Anterior a la elaboración de los bloques se debe tener preparado un tendal el cual estará situado en mismo terreno donde se realizara la ejecución de la casa, el tendal debe ser un lugar plano y limpio.

Se debe contar un tambor con agua para humedecer los moldes y un recipiente que contenga arena fina para espolvorear el molde y así evitar que el barro se pegue en las paredes del molde.

Para fabricar lo adobes se deben ubicar los moldes sobre el piso y luego introducir la mezcla en su interior. La mezcla se debe apisonar dentro del molde, posteriormente se nivela la mezcla con una regla que se pasa sobre el molde para eliminar cualquier exceso y dejar una superficie plana y uniforme. Una vez pasado el tiempo de secado los adobes se deben trasladar para ser apilados cerca de donde se van a utilizar.

3.4.6 SECADO DE LOS ADOBES. (Matias & Diego., 2014)

El secado se realiza en el tendal, es importante estar al tanto del clima de la zona para no sufrir percances con las lluvias debido a que el agua puede desarmar los adobes o hacerlos perder sus capacidades resistentes.

El tendal debe tener aproximadamente 100 m². Estos pueden aumentar o disminuir dependiendo de la cantidad de adobes que se deben construir, es importante que la superficie del tendal sea plana y uniforme y libre de basura o materia orgánica que pueda dañar la forma de los adobes. La ubicación del tendal debe ser estratégica para ahorrar el traslado de los adobes al lugar donde se van a utilizar.

Los bloques se dejan secar por 3 semanas, pasado 10 días los bloques se ponen de costado para que su secado sea de forma uniforme y esto permita que los adobes adquieran sus capacidades de resistencia.

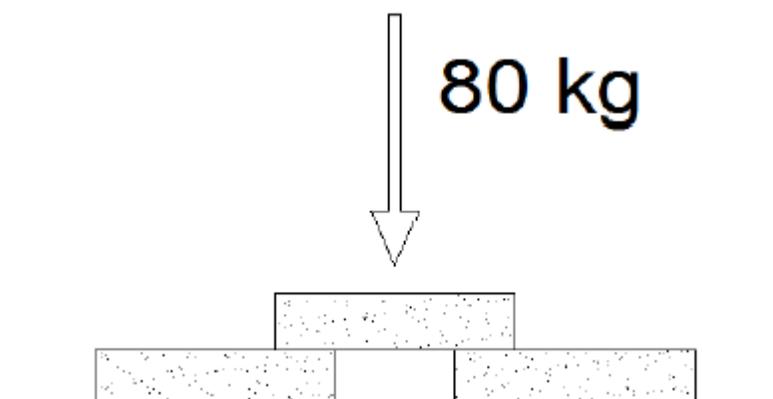


Ilustración 46: Prueba de resistencia. Fuente: (Morales Morales, Torres Cabrejo, Rengifo, & Irala Candiotti, 1993).

3.4.7 ELABORACIÓN DEL MORTERO DE BARRO. (Matias & Diego., 2014)

Se utiliza una mezcla de barro muy similar a la utilizada en los bloques, la mezcla es un poco más trabajable, es importante verificar la cantidad de agua para que no se generen fisura en el adobe.

3.4.8 DISEÑO DE LOS ENCUENTROS DE MUROS Y TABIQUES. (Matias & Diego., 2014)

Los encuentros de los muros y los tabiques estarán contruidos por hiladas de bloques que estarán reforzados por un pilar de madera lo que es beneficioso para la estructuración de la vivienda.

3.4.9 CONSTRUCCIÓN DE LOS MUROS.

- **PILARES DE MADERA.**

Se deben levantar los pilares de madera que reforzarán la estructura.

Los pilares de madera serán de 10x10x280 cm. La madera puede ser bruta o cepillada y estará en todas la uniones de muros y tabiques. Una vez colocada la última hilada de adobes en la cadena se instalará una viga collar en forma de escalerilla que le dará más firmeza a los pilares.

Los pilares se acoplaran a anclajes en forma de U los que serán fijados con pernos. El pilar será pintado con una mezcla asfáltica para evitar que la humedad dañe la madera.

- **PEGADO DE LOS ADOBES. (Morales Morales, Torres Cabrejo, Rengifo, & Irala Candiotti, 1993)**

Para pegar los adobes es necesario contar con un nivel y se debe poner una marca cada 13 centímetros para instalar los adobes a nivel, esta marca se realiza con una lienza que es amarrada a tablas que se instalan en los extremo del muro

El mortero que se utilizará se encuentra especificado en el punto de elaboración de mortero de barro.

Los adobes deben ser remojados en agua antes de ser colocados, para evitar que absorban el agua del mortero.

En los dinteles de puertas y ventanas se colocarán una viga continua por lo largo de todo el muro con el mismo ancho de estos, luego de esto se instalaron 4 hiladas de adobe para poder finalizar con la viga collar.

3.4.10 CONSTRUCCIÓN DE UNIONES ENTRE MUROS (Matias & Diego., 2014)

Los encuentros entre muros estarán construidos por hiladas de bloques de adobe especiales lo que tienen un sacado en el centro para ser reforzados interiormente con un pilar de madera de 10x10 centímetros.

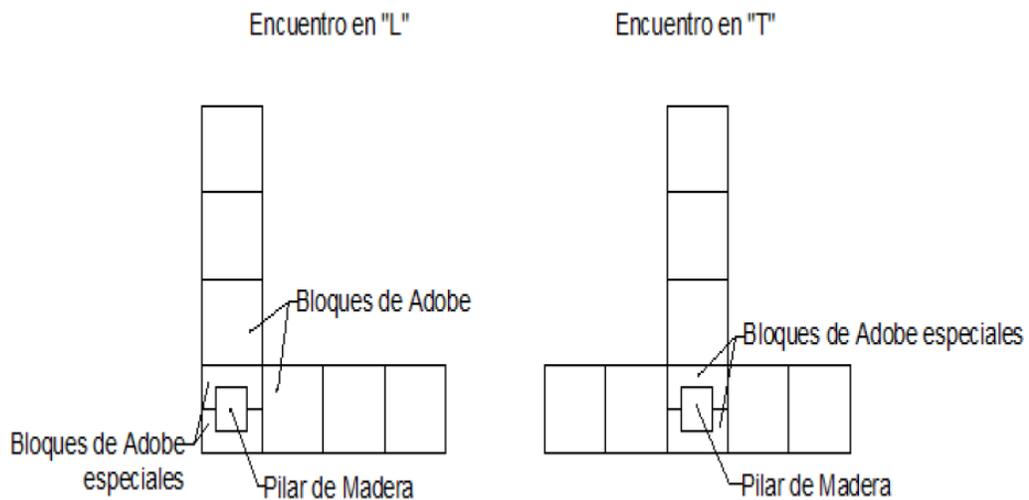


Ilustración 47: Unión entre muro. Fuente: (Matias & Diego., 2014).

3.4.11 CONSTRUCCIÓN DE UNIÓN MURO TABIQUE. (Matias & Diego., 2014)

La unión de muro tabique tendrá en la línea del muro una hilada de adobes especiales reforzados interiormente con un pilar de madera de 10x10 centímetros y en la línea del tabique tendrá un listón de madera anclado a la cadena de madera y a los listones de 10x10 dispuestos como solera en el piso y en el cielo. Este tabique se reforzara con pies derechos de 10 x10 centímetros, con una separación de 30 centímetros, además el listón de madera se anclara al muro de adobe con clavos, por otra parte se instalara una malla por todo el largo del tabique la que ira anclada a la solera de piso y cielos, y a los pies derechos con grapas.

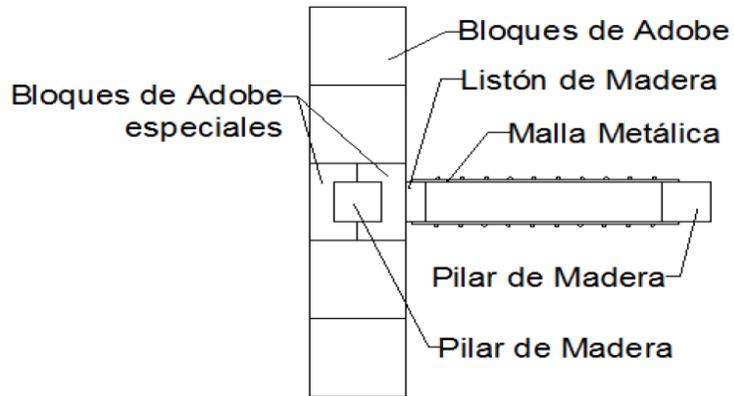


Ilustración 48: Unión entre muro y tabique. Fuente: (Matías & Diego., 2014).

3.4.12 CONSTRUCCIÓN DE UNIÓN TABIQUE- TABIQUE. (Matias & Diego., 2014)

Las uniones de tabique-tabique serán con pilares de madera de 10x10 centímetros en donde se aclara la malla en todas sus direcciones.

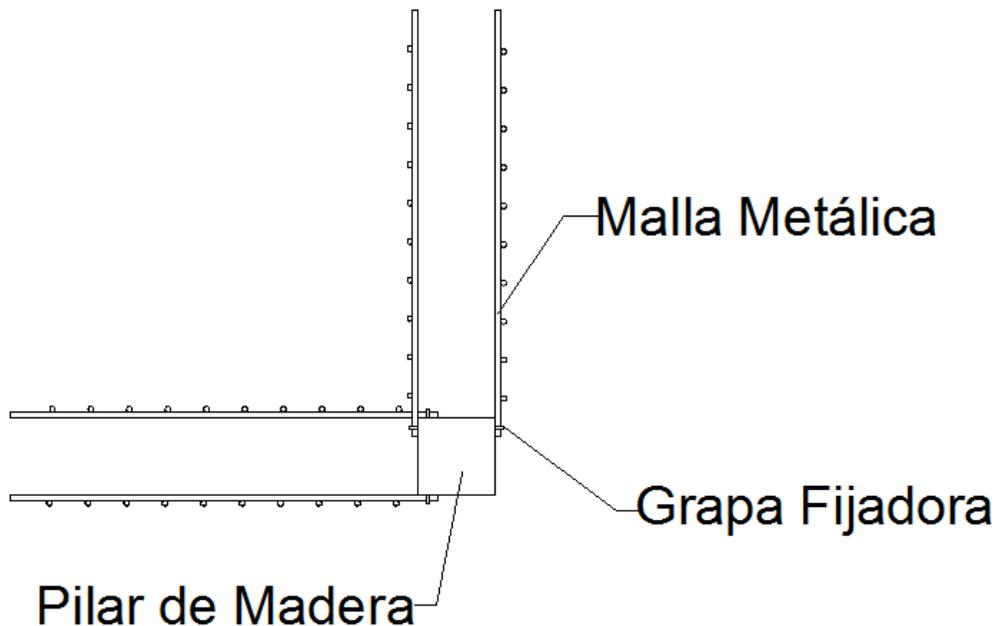


Ilustración 49: Unión tabique y tabique. Fuente: (Matias & Diego., 2014).

3.4.13 MALLA METÁLICA (Matias & Diego., 2014)

La malla metálica se utilizará para contener y dar estabilidad a los tabiques. La malla está hecha de alambres con forma de cuadrados con aberturas de 3 cm.

La malla irá clavada a los pilares de madera y a las vigas la unión de malla será reforzada y amarrada con alambre.

3.4.14 CONSTRUCCIÓN DE TABIQUES. (Matias & Diego., 2014)

Los tabiques tendrán un espesor de 15 centímetros los que estarán rellenos con adobes especiales de 10 x30 x8 centímetros, con un revestimiento de barro de 2,5 centímetros de espesor por ambos lado del tabique, la contención de los tabique se realizara con la instalación de una malla metálica anclada a las vigas, pilares de madera y pies derechos cada 60 centímetros, se instalaran pies derechos cada 30 centímetros, es recomendable utilizar diagonales en para dar una mejor resistencia a la estructura del tabique.

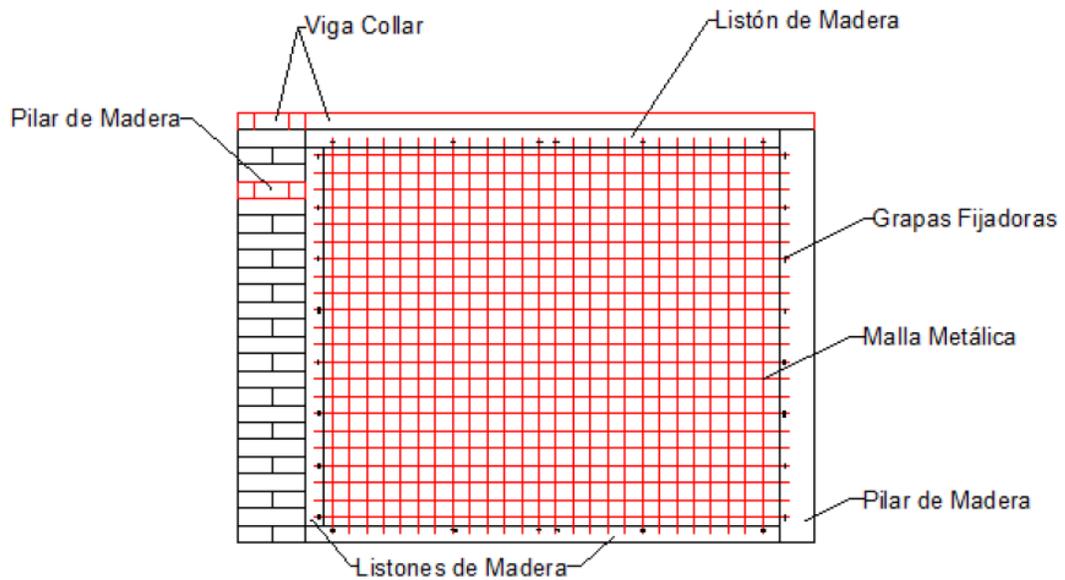


Ilustración 50: Construcción de tabique. Fuente: (Matias & Diego., 2014).

3.4.15 CONSTRUCCIÓN DE LA VIGA CONTINÚA. (Matias & Diego., 2014)

Una vez hechos los muros al nivel de los dinteles de las ventanas y puertas a una altura de 2,1 metros Se instalará una viga que será una especie de cadena que irá a lo largo de todos los muros, con el fin de reforzar la estructura en los puntos más débiles, los cuales son las esquinas y encuentros de muros. Esta viga también sirve para los pilares ya que los afirma entre ellos y genera que la construcción no tenga posibles fallas estructurales.

La viga será de madera de 10x10 centímetros esto se fijaran a los pilare con clavos.

3.4.16 CONSTRUCCIÓN DE LA VIGA COLLAR. (Matias & Diego., 2014)

La viga estará hecha de madera con listones de 100x100 milímetros con forma de escalerilla.

La viga debe estar constituida de dos listones paralelos que se unirán por medio de otros listones perpendiculares separados cada 60 centímetros.

Los listones perpendiculares serán unidos con clacos de 4".

En las uniones de las vigas de realizar un sacado a cada listón para hacerlos encajar en conjuntos para ser clavados.

La viga collar será rellena con mortero de barro en los espacios que quedan entre los listones.

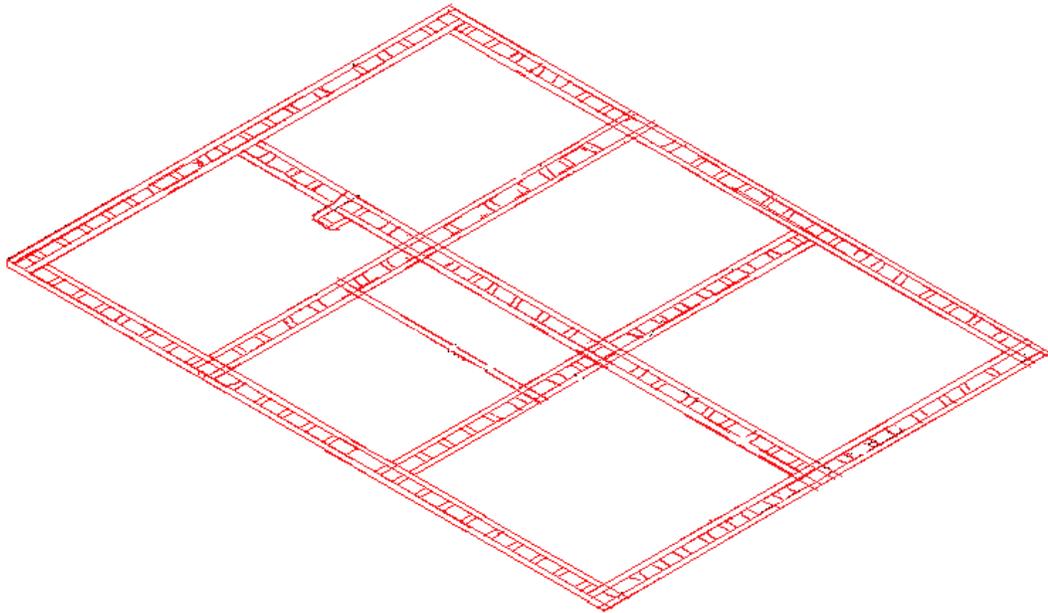


Ilustración 51: Viga collar. Fuente: Elaboración propia.

3.5 TECHUMBRE (Lefevre, 2016)

Se realiza una techumbre de cuatro aguas esto permitirá que la techumbre cuente con aleros de 50 centímetros que ayudaran a proteger los muros del agua lluvia, los aleros son de la misma medida en todo el contorno de la casa.

La parte estructural de la techumbre se realizara con vigas de madera de pino 2x8, los que darán forma a los tijerales. Las vigas (cerchas y cambios cortos del faldón) se dispondrán cada 55 centímetros.

En una primera instancia se fijaran listones de 10x10 centímetros por todo el perímetro de los muros a lo que se llama correa de aleros que se sujetan a los muros longitudinales con clavos, en las esquinas y uniones se realizaran cortes a media madera las que estarán unidas con clavos.

Seguidamente hay que fijar vigas de 2x8 que darán forma a las lima-tesas y a la cumbrera principal. Las lima-tesas son las que darán forma a nuestro par de faldones y la cumbrera será la que recibirá las cerchas.

Posterior a este trabajo se comienza con la instalación de los cambios cortos del faldón y las cerchas. Los cambios cortos son de longitud variable y se apoyan a tope sobre la viga lima-tesa, las cerchas tienen la misma longitud entre ellas y se apoyan a tope con la cumbrera principal.

Todas la uniones serán reforzadas con platinas de metal atornillas.

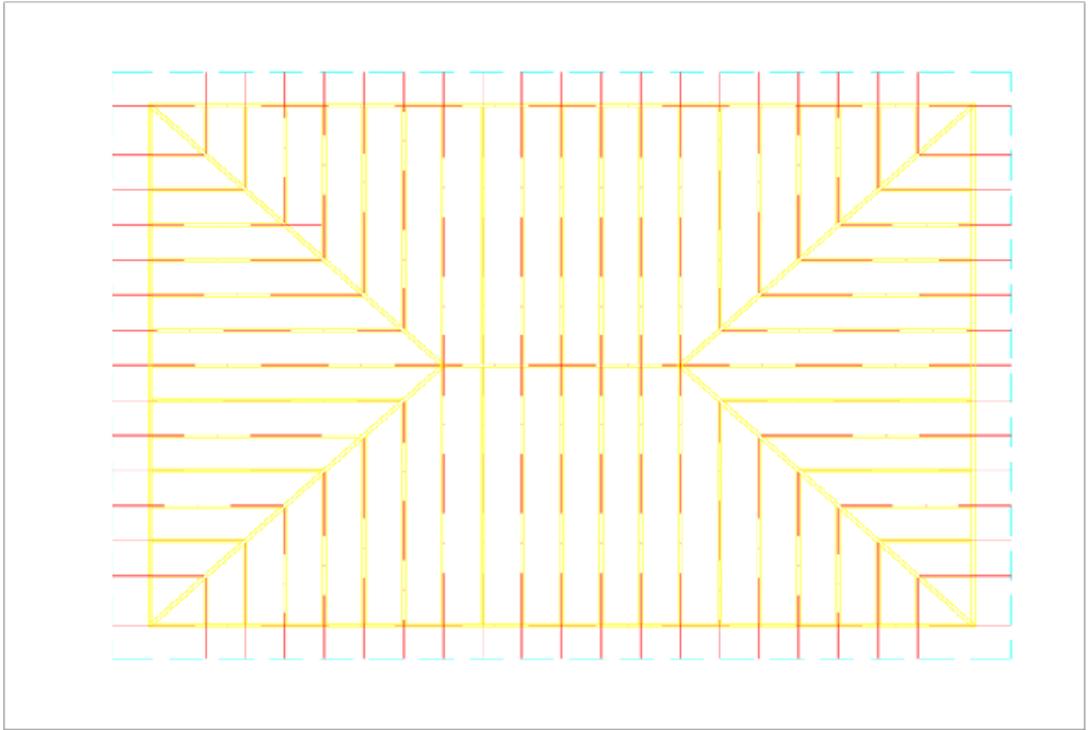


Ilustración 52: Tijerales. Fuente: Elaboración propia.

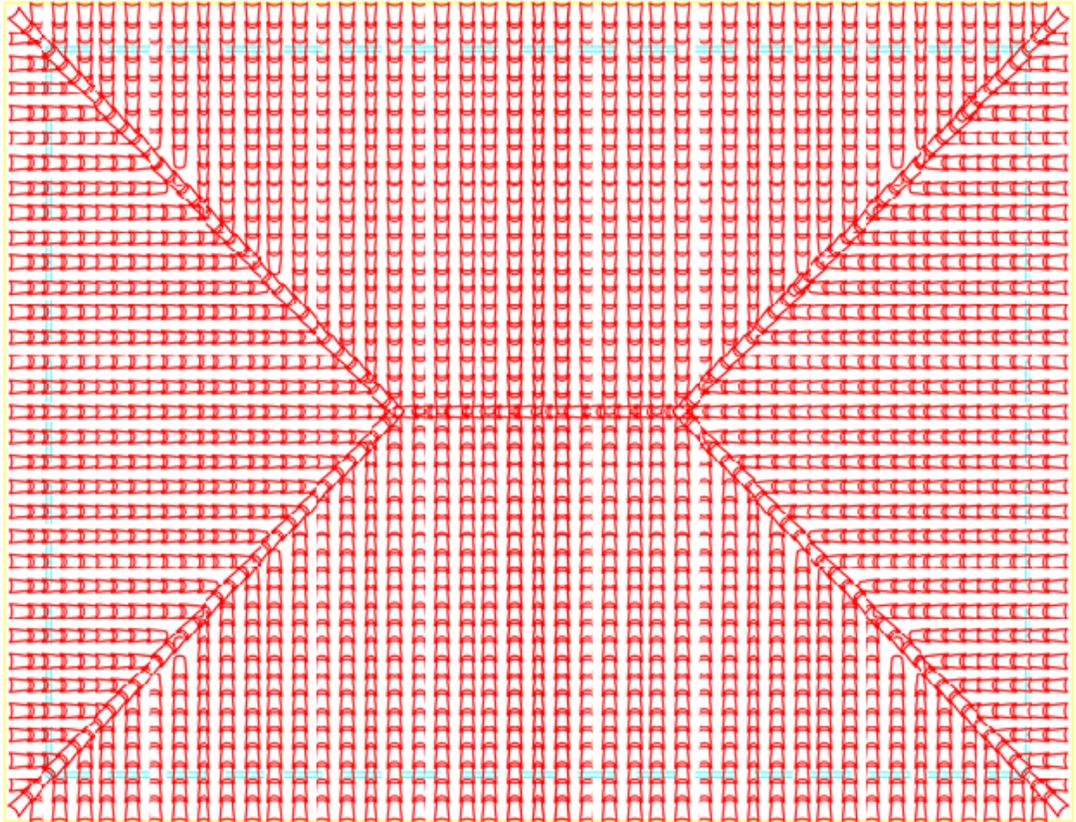


Ilustración 53: Techumbre. Fuente: Elaboración propia.

3.6 TERMINACIONES.

3.6.1 ESTUCO. (Morales Morales, Torres Cabrejo, Rengifo, & Irala Candiotti, 1993)

El tipo de estuco que se va a utilizar tendrá un sellado de cal, el cual sirve para obtener una mejor terminación del muro lo que permitirá que la pintura de adhiera de mejor forma, la pintura que se utilizara será una pintura al agua que se adquirirá en el comercio local.

3.6.2 MURO CON MALLA METÁLICA. (Matias & Diego., 2014)

La malla estará revestida por el estuco, y esta permitirá una mejor adherencia del estuco al muro, lo cual generará un aumento a las resistencias de las paredes de la casa, el estuco debe ser aplicado en dos capas.

El estuco que se utiliza es el mismo que se usa en el mortero de barro, pero se agrega más paja para darle una mejor resistencia a la tracción. La forma correcta de aplicar el estuco es haciendo bolas de barro las cuales se esparcen por el muro formando la primera capa que debe tener de 2 a 2,5 cm de espesor aproximadamente. El estuco se debe dejar secar por al menos 12 horas para posteriormente colocar la segunda capa, la cual debe ser de 0,5 a 1 cm esta capa es la terminación final por lo que se debe emparejar de forma prolija para conseguir una superficie lisa y sin imperfecciones.

3.6.3 INSTALACION DE PUERTAS Y VENTANAS.

Las puertas y ventanas serán instaladas una vez que la segunda mano de estuco este seca, los marcos serán de madera al igual que las puertas y ventanas.

Las ventanas estarán confeccionadas con doble vidrio para mejorar el confort de la casa.

3.6.4 PAVIMENTOS.

En interiores de la vivienda se utilizará madera de pino exceptuando el baño y la concina donde estarán recubierto por cerámicos, los pavimentos de la intemperie se utilizaran ladrillos fiscales, se deben dejar las pendiente adecuadas en los lugares expuestos al agua para asegurar los escurrimientos de esta.

3.6.5 INSTALACIONES.

Todas las instalaciones de gas y electricidad irán a la vista y pegadas a la pared con las fijaciones y protecciones adecuadas. Las instalaciones de agua caliente, agua fría y sanitarias se recomienda que se instalen en el piso y en los muros solo en los lugares que sea necesario, esto es para no tener que picar los muros ya que perjudicaría a las resistencia de la vivienda.

3.7 CUBICACIONES

Las cubicaciones abarcaran la obra gruesa y la obra fina solo en sus partidas más importantes y significativas para el presupuesto.

3.7.1 EXCAVACIONES.

Las excavaciones que se realizaran en los cortes necesarios para la nivelación del terreno y en los cimientos de donde será extraída la tierra necesaria para la construcción de los adobes con los que se conformaran los muros de la vivienda.

EXCAVACIONES : Cantidad de volumen de la excavación de cimientos

LARGO TOTAL (m)	ANC HO (m)	ALTU RA (m)	VOLUMEN TOTAL (m ³)
59,2	0,6	0,6	21,3

Tabla 2: Volumen de excavaciones. Fuente: Elaboración propia.

3.7.2 RELLENOS.

Se realizaran rellenos en el radier el cual se hará con tierra y ripio. La tierra la también será extraída del mismo terreno donde se construirá la casa.

RELLENOS: Cantidad de volumen de ripio compactado en el radier.

AREA DEL RADIER (m ²)	ESPESOR (m)	VOLUMEN TOTAL (m ³)
60,48	0,1	6,1

Tabla 3: Cantidad de ripio en el radier. Fuente: Elaboración propia.

3.7.3 MOLDAJES.

Solo se realizaran moldajes en los sobrecimientos.

MOLDAJES: Cantidad de superficie del moldaje.

LARGO TOTAL (m)	ALTURA TOTAL LADO 1	ALTURA TOTAL LADO 2	SUPERFICIE TOTAL (m ²)
44,4	0,3	0,3	26,6

Tabla 4: Cantidad de moldaje para Sobrecimientos. Fuente: Elaboración propia.

3.7.4 HORMIGONES.

Los hormigones serán utilizados en cimientos, sobrecimientos y y radieres o en algún lugar extra como las descargas de los baños.

HORMIGONES: Cantidad de volumen de hormigón en los cimientos.

LARGO TOTAL (m)	ANCHO (m)	ALTURA (m)	VOLUMEN TOTAL (m ³)
59,2	0,6	0,6	21,3

Tabla 5: Volumen de Hormigón en los cimientos. Fuente: Elaboración propia.

3.7.5 ADOBES.

El adobe será utilizado principalmente en los muros.

ADOBES: Cantidad De adobes.

LARGO TOTAL (m)	ALTURA (m)	SUPERFICIE DEL BLOQUE DE ADOBE (m ²)	NUMERO DE BLOQUES
59,4	2,5	0,06	2475

Tabla 6: Cantidad de adobes. Fuente: Elaboración propia.

3.7.6 MALLA METÁLICA.

Se utilizará malla en los tabiques.

MALLA METALICA: Cantidad de kilogramos de malla metálica

LARGO TOTAL (m)	ALTURA (m)	DIAMETRO 4 mm PESO NOMINAL (Kg/m ²)	PESO TOTAL Kg
24	2,4	1,33	76,6

Tabla 7: Cantidad de kilogramos de malla metálica. Fuente: Elaboración propia.

3.7.7 MADERAS.

MADERA: Cantidad de metros de madera de 100x100 mm

LISTONES DE 100X100 mm	LARGO TOTAL	CANTIDAD DE PIEZAS DE 3 Metros
VERTICALES	57	19
HORIZONTALES	216	72
	total	91

MADERA: Cantidad de metros de madera de 2x8

LISTONES DE 2x8	LARGO TOTAL	CANTIDAD DE PIEZAS DE 3 Metros
Techumbre	154	51

Tabla 8: Cantidad de metros de madera de 4x4 y 2x8. Fuente: Elaboración propia.

III. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN .

4.1 EL ADOBE.

Una de las de las cosas que debe ser tomada con mucha precaución es la elección cuidadosa de los materiales con los que se va a elaborar los bloques. La elección de los suelos que se utilizarán será mediante las pruebas de resistencia plasticidad y granulometría. Es impórtate también que una vez confeccionados los bloques y secos se realice una prueba de resistencia de estos, la cual consta de pararse sobre un bloque y que este sea capaz de resistir por lo menos a una persona de 80 kg.

4.2 VANOS DE PUERTAS Y VENTANAS.

Los vanos de puerta y ventanas no deben superar a u tercio del largo del muro en el que se ubican.

4.3 CIMIENTOS.

Lo cimientos son la base de la casa por lo que deben estar consolidados de muy buena forma, una de las principales precauciones que se debe tener es que, en la excavación se debe respetar las dimensiones del trazado.

Es fundamental ser riguroso en la dosificación del hormigo para que este puede alcanzar las resistencias esperadas.

4.4 SOBRECIMIENTOS.

En la construcción de lo sobrecimientos se debe ser cuidadoso en la confección de los moldajes para que no se salga la mezcla de estos. Otro punto importante es la impermeabilización de los sobrecimientos para que esto no afecte a los adobes de los muros

4.5 USO DE LOS PILARES DE MADERA.

Los pilares de madera En las juntas en forma de T Y L de los muros mejoraran la resistencia de estas juntas las cuales son inestables a los efectos sísmicos

El pilar estará envuelto en adobe, es impórtate la impermeabilización del pilar para tanto en su base como a lo largo. Una forma de asegurarse que el pilar no sufra daños por los efectos de la humedad es usando madera impregnada.

Otro punto importante con respecto a los pilares es el anclaje, este debe estar bien afianzado a los cimientos para proporcionarle una buena estabilidad al pilar.

4.6 MUROS.

En los muros es impórtate el estuco de barro junto con el sellante de cal, ya que estos protegerán a los adobes de los agentes climáticos como lo son la lluvia, el viento y el sol que provocan erosiones lo que debilita el muro.

4.7 VIGAS.

La viga continua se implementa al nivel de los dinteles de las puertas y las ventanas, esta viga es muy importante para la estabilización del muro. La viga al extenderse por todo el largo del muro logra hacer un trabajo de soporte de los bloques así como también de refuerzo de la estructura en lugares donde la vivienda es más débil.

La importancia de la viga collar es que amarra todos los muros en su parte superior, esto forma una estructura que trabaja en conjunto para así poder soportar esfuerzos sísmicos. Es impórtate que la unión que se haga con clavos en las esquinas donde se junta la viga collar estén bien hechos y bien clavados para que esta pueda dar estabilidad y sujeción en la esquinas de la estructura

V. CONCLUSIONES

5.1 CONCLUSIONES

La investigación da cuenta de los aspectos positivos del adobe, los materiales con los que está confecciona recuerdan el rol histórico de la construcciones que se realizaban en la antigüedad.

Las pruebas realizadas tanto de granulometría, plasticidad y resistencia evidencian que la tierra que el terreno posee cuenta con las características adecuadas para la fabricación de los adobe para la construcción de una vivienda.

Los diferentes tipos de climas que se dan en cauquenes en las diferentes estaciones del año, descritos en la norma Nch 1079, la tierra con la que contaba el terreno y los métodos de elaboración le dan forma a un diseño que hace a la vivienda este construida para soportar dichas variables.

Como gran parte de las obras en las que se utiliza adobe se encuentran en zonas rurales y al generarse una gran migración del campo a la ciudad, la técnica de construir con adobe se ha perdido en el tiempo.

En Cauquenes los materiales que se utilizan para la fabricación de una vivienda de adobe son de fácil acceso y bajo costo, se pueden encontrar en cualquier ferretería del lugar.

La mano de obra puede estar constituida por la personas que van a habitar construcción o por personal no calificado el que puede trabajar como voluntario, siempre es recomendable asesorarse por lo menos por un profesional que puede ser un ingeniero en construcción o un arquitecto los que pueden ayudar a diseñar y mejor procesos constructivos para asegurar la faena de la construcción.

El diseño de una vivienda unifamiliar de 70 m² fabricada de adobe en la que pueden vivir 4 personas cumple con el desafío de poder construir una casa funcional y utilizando materiales extraídos desde el mismo sector.

Al considerar en el diseño la utilización de pilares y vigas confeccionadas de la misma dimensión favorecen y facilitan la construcción.

Con esto puede ver que el plantear el diseño y proceso constructivo de una vivienda de adobe en Cauquenes es factible técnicamente, además de contribuir con la población rural promoviendo la construcción de viviendas sustentables que originan cambios conscientes en el entorno, satisfaciendo las necesidades humanas y preservando el medio ambiente y los recursos naturales.

VI. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alday Jaime, P. a. (2014). *EFFECTOS DE LOS ESTABILIZADORES EN LAS PROPIEDADES FISICAS DE ADOBE*. Santiago.
- Asociacion de Academias de la Lengua Española. (2014). *Diccionario de la Lengua Española*. Madrid.
- Barrientos, S. (27 MAYO 2010). *INFORME TECNICO ACTUALIZADO*. Santiago.
- CAMARA CHILENA DE LA CONSTRUCCION. (2012). *Evaluacion de Daños y Soluciones Para la construccion en Tierra Cruda* . Santiago , Chile.
- Figueroa, L. O. (2011). *MANUAL DE CONSTRUCCION (BIO-CONSTRUCCION)*. Patzucuaró .
- INSTITUTO NACIONAL DE NORMALIZACION - INN. (2008). *Arquitectura y construccion - Zonificacion climatico Ambiental para chile y recomendaciones para diseño arquitectonico*. Santiago, Chile.
- Lefervre, R. (2016). *Estructuracion de cubiertas de madera y accesorios*. Rosario, Argentina.
- Marcial, B., Julio, V., Daniel, T., & Alvaro., R. (2010). *MANUAL DE LA CONSTRUCCION CON ADOBE REFORZADO CON GEOMALLA* . Lima, Peru.
- Matias, A., & Diego., M. (2014). *DISEÑO Y PROCESO CONSTRUCTIVO DEL ADOBE ARMADO*. Santiago, Chile.
- Ministerio de Vivienda, Construccion y Saneamiento. (2000). *Norma Tecnica de Construccion NTE E.80*. lima.
- Morales Morales, R., Torres Cabrejo, R., Rengifo, L., & Irala Candiotti, C. (1993). *Manual para la construccion de viviendas de adobe*. Lima.

Reyes Ortiz, O. J. (2011). *Empleo de Aceites Quemados Para el Mejoramiento de las Propiedades Mecánicas de Bases Granulares*. Bogotá, Colombia.