



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
Facultad de Tecnología de la Construcción

Monografía

**"ANÁLISIS COMPARATIVO DEL REGLAMENTO TECNICO DE ADOBE
REFORZADO PARA VIVIENDA DE EL SALVADOR CON LAS TECNICAS
UTILIZADAS EN VIVIENDAS DE ADOBE MEJORADO EN EL BARRIO PUEBLOS
UNIDOS DEL MUNICIPIO DE OCOTAL DE LA REGION NORTE DE NICARAGUA"**

Para optar al título de Ingeniero Civil

Elaborado por:

Br. María Fernanda Pineda Calero

Br. Mayron Adán Hernández Zamora

Br. Alejandra Marcela Torrez Palacios.

Tutor

Ing. Matilde Belén Avilés Medal

Managua, Febrero 2022

Dedicatoria:

Por Fernanda Pineda Calero:

El presente trabajo lo dedico principalmente a mi madre Reyna del Socorro Calero una mujer que día a día me demuestra que sí se puede, a todas las mujeres que me rodean especialmente de mi familia "AMCC", a mi abuela Tomasa Talavera y mi abuelo Julián Calero, quienes me enseñaron cada día lo maravillosa que es la vida y la importancia de dejar huellas y aportar a otras personas, a mis amigas, hermanas que han dejado una experiencia que indudablemente han hecho de mi lo que soy.

Por Mayron Adán Hernández Zamora:

Dedico esta tesis primeramente a Dios, por llevarme siempre de su mano, porque me ha convertido en un hombre fuerte que ha superado cada uno de los obstáculos como un escalón más para crecer, por permitirme culminar una de mis grandes metas la cual es obtener el título universitario y poder compartir esta alegría con todos mis seres queridos.

A mis padres Adán Hernández y Martha Elena Zamora quienes han sido un gran pilar fuerte, al apoyarme en todo este tiempo de estudios, siempre estuvieron conmigo apoyándome en mis buenos y malos momentos, los cuales me dieron su apoyo incondicional y motivos para continuar.

A mi hermana Katherin Paola por ser esa persona que ha estado conmigo ayudándome en todo momento siendo una buena hermana, pero también una de mis mejores amigas.

Por último, como olvidar a mis dos compañeras de tesis que decidieron que formarían parte de este trabajo investigativo, que aun teniendo irresponsabilidades ahí estuvieron teniéndome paciencia. Gracias.

Por Alejandra Marcela Torrez Palacios:

A DIOS:

Por siempre darme las mejores oportunidades para ser mejor cada día, la sabiduría y la constancia de ser persistente, y sobre todo por haberme permitido lograr una de mis más grandes metas obtener mi título universitario para poder compartir esta inmensa alegría con mis seres queridos.6yz

A mis padres:

Héctor Freddy Torrez y Lidia Esmeralda Palacios, quienes desde que empecé este camino fueron un pilar de apoyo para no rendirme dándome mil motivos para luchar por mis sueños, toda la vida les estaré agradecida.

A mis abuelos:

Daniel y Lidia quienes también merecen este triunfo por ser esas personas que desde que nací me han tratado como una hija más y me han acompañado desde siempre confiando en que podría llegar muy lejos.

A mis tías:

Janeth y Marcia Palacios por su apoyo y por confiar en que si podía ser toda una Ingeniera.

A nuestra tutora Matilde Avilés por brindarnos su apoyo para poder culminar nuestra tesis, y cada una de las personas que dieron su aporte para hacer de este documento una enseñanza más, gracias a ustedes y nuestro esfuerzo como compañeros(as) lo logramos.

Agradecimiento:

Dedicamos y agradecemos nuestro trabajo investigativo a la arquitecta **Dulce María Guillen** quien proporcionó información para la elaboración de este documento, así como también a la Ingeniera Magda **Nohemy Castellanos Ochoa** por también cooperar con información y apoyo técnico desde el país de El Salvador, quien nos acompañó en este extenso trabajo. Así mismo al equipo de Mujeres salvadoreñas y expertas en el campo, Deysi Armida Méndez de Chávez (Socia de cooperativa de vivienda y ayuda mutua- Cuna de la Paz)

Agradecemos también a nuestra tutora Ing. **Matilde Belén Avilés Medal** por su apoyo siempre desde que empezamos nuestro trabajo, y por aclarar muchas de nuestras dudas y dar posibles soluciones a los problemas que se presentaron en este extenso trabajo.

A los pobladores del Barrio Pueblos Unidos quienes nos apoyaron con información personal y experiencias vividas a lo largo de este proyecto. Por su paciencia y motivación para concluir lo que con mucho esfuerzo logramos, por su responsabilidad durante todo este proceso así finalmente expresamos nuestra inmensa gratitud siempre.

ÍNDICE

CAPITULO I. GENERALIDADES	1
1.1 Introducción	1
1.2 Antecedentes	3
1.3 Justificación	5
1.4 Objetivos.....	7
1.4.1 General.....	7
1.4.2 Específicos	7
CAPITULO II. MARCO TEÓRICO	9
2.1 Descripción del área de estudio	9
2.2 Tierra como material de construcción	10
2.2.1 Adobe.....	10
2.2.2 Propiedades mecánicas del adobe	11
2.2.3 Desventajas de las construcciones con adobe.....	13
2.2.4 Ventajas de las construcciones de adobe	14
2.3 Sistemas constructivos de adobe en Nicaragua para viviendas	15
2.3.1 Estructura de una vivienda:	15
2.3.2 Sistema constructivo de adobe mejorado.....	16
2.3.3 Sistema constructivo del adobe tradicional	16
2.3.4 Sistema constructivo de adobe reforzado	16
2.4 Procesos patológicos y lesiones en elementos construidos en las viviendas de adobes.....	18
2.4.1 Procesos patológicos	18
2.4.1.1 Deterioro por causas directas	18
2.4.1.1.1 Patologías Físicas	18
2.4.1.1.2 Patologías Mecánicas.....	19

2.4.1.1.3 Patologías Químicas.....	20
2.4.1.2 Deterioro por causas indirectas.....	20
2.4.1.2.1 Concepción de diseño:	21
2.4.1.2.2 Naturaleza del material:.....	21
2.4.1.2.3 Proceso constructivo:	22
2.4.1.2.4 El mantenimiento:	22
2.4.1.2.5 Impacto que tiene la humedad en las paredes	23
2.4.2 Mecanismos de fallas en construcciones de adobe	23
2.4.2.1 Tipo 1:	23
2.4.2.2 Tipo 2:	24
2.4.2.3 Tipo 3:	26
2.4.2.4 Tipo 4:	28
2.4.2.5 Tipo 5:	29
2.4.2.6 Tipo 6:	30
2.4.2.7 Tipo 7:	30
2.4.2.8 Tipo 8:	31
2.4.3 Lesión.....	33
2.4.3.1 Clasificación de las lesiones	33
2.4.4 Causas de las lesiones.....	33
2.5 Construcciones sismo-resistentes	34
2.5.1 Generalidades sísmicas	34
2.5.2 Rehabilitación de una vivienda.....	34
2.6 Características sísmicas de la zona de estudio	34
2.6.1 Las características sísmicas de El Salvador	34
2.6.2 Las características sísmicas de Nicaragua y del municipio de Ocotal. ..	35
2.7 Componente de género y cultural	37
CAPITULO III. DISEÑO METOLÓGICO	40
3.1 Tipo de investigación	40
3.2 Técnicas de la investigación.....	41

3.3	Investigación – Acción	42
3.4	Procedimientos para la investigación.....	44
3.4.1	Estudio y análisis de la normativa salvadoreña.....	44
3.4.2	Caracterización del sitio.	45
3.4.3	Instrumento del desarrollo estructural de adobe.	46
3.4.4	Definición de magnitud del daño en función del ancho de grieta	47
3.4.5	Procesamiento de resultados:	48
3.5	Criterios para elaborar la propuesta	50
3.6	Especificaciones técnicas.....	51
3.6.1	Elementos del sistema de adobe reforzado.	51
3.6.2	Descripción del sistema de adobe reforzado.....	52
3.6.3	Comportamiento del sistema de adobe reforzado.....	52
3.6.4	Criterios de diseño.	52
CAPITULO IV. ANÁLISIS Y PRESENTACIÓN DE RESULTADO		54
4.1	Análisis de la normativa salvadoreña	54
4.1.1	Criterios técnicos salvadoreños.....	54
4.1.2	Descripción del sistema de adobe reforzado.....	56
4.1.3	Comportamiento del sistema de adobe reforzado.....	57
4.1.4	Criterios de diseño	58
4.1.4.1	Cimentaciones	58
4.1.4.1.1	Cimiento:	58
4.1.4.1.2	Sobrecimiento.....	58
4.1.4.2	Paredes.....	59
4.1.4.2.1	Pared:.....	59
4.1.4.2.2	Adobe:	60
4.1.4.2.3	Mortero:	60
4.1.4.2.4	Levantamiento de paredes:	60
4.1.4.2.5	Arriostramiento:	63
4.1.4.2.6	Conexiones:.....	64
4.1.4.2.7	Acabados en paredes:.....	65

4.1.4.2.8 Estructura y cubierta de techo:	66
4.1.4.2.9 Puertas y ventanas:	67
4.1.4.2.10 Instalación eléctrica:.....	67
4.2 Características y resultados del diagnóstico.	68
4.2.1 Características de las familias beneficiadas con las viviendas de pueblos unidos.	68
4.2.1.1 Tipo de oficio de las y los habitantes de las viviendas.	68
4.2.2 Especificaciones constructivas de las viviendas de pueblos unidos.	70
4.2.3 Estado actual de las viviendas del barrio Pueblos Unidos	70
4.2.3.1 Cimentaciones y sobrecimiento	71
4.2.3.2 Paredes.	74
4.2.3.2.1 Material predominante en paredes.	74
4.2.3.2.2 Sistema de paredes	75
4.2.3.2.3 Tipo de fallas	75
4.2.3.2.4 Acabados en paredes.....	81
4.2.3.3 Estructura y cubierta de techos	83
4.2.3.3.1 Identificación de daños en techos.....	83
4.2.3.3.1.1 Estructura principal.....	83
4.2.3.3.1.2 Cubierta de techo	85
4.2.3.3.1.3 Estado de la estructura.....	86
4.2.3.4 Pisos y acabados	87
4.2.3.4.1 Tipo de suelo	87
4.2.3.4.2 Estado actual del piso.....	87
4.2.3.5 Puertas y ventanas.....	89
4.2.3.6 Instalaciones	91
4.2.3.6.1 Tipo de abastecimiento.....	91
4.2.3.6.2 Tipo de descarga de aguas negras	91
4.2.4 Construcción de las viviendas	92
4.2.5 Tipo de edificio	93
4.2.5.1 Sólida	93
4.2.5.2 Precaria.....	94

4.2.6	Niveles de construcción	94
4.2.7	Observaciones patologicas.	94
4.3	Comparación de la normativa salvadoreña y la técnica usada en el barrio pueblos unidos del municipio de Ocotal.....	95
4.4	Fortalezas y Capacidades del barrio Pueblos Unidos.....	103
4.5	Propuesta de mejoramiento de las viviendas de adobe para la tecnificación de albañiles del barrio Pueblos Unidos del municipio de Ocotal.....	104
4.5.1	Fabricación de adobes	105
4.5.2	Pruebas in-situ para la elaboración de adobe	106
4.5.2.1	Prueba del puro, rollito o cigarro	106
4.5.2.2	Prueba de la botella	108
4.5.2.3	Pruebas de la pastilla	109
4.5.3	Resistencia del adobe	110
4.5.4	Calidad del adobe	111
4.5.4.1	Secado y almacenamiento de adobes	111
4.5.4.2	Cimentación	112
4.5.4.3	Sobrecimientos	113
4.5.4.4	Levantamiento de paredes.....	114
4.5.4.5	Reparación de grietas en las viviendas del barrio Pueblos Unidos.....	115
4.5.4.6	Puertas y ventanas.....	116
4.5.4.7	Estructura y cubierta de techo.....	117
4.5.4.8	Construcciones adicionales.....	120
4.5.3	Propuesta de mantenimiento que se le debe dar a las viviendas de adobe.....	121
CAPITULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES		126
5.1	Conclusiones	126
5.2	Recomendaciones	129

Bibliografía.....	132
--------------------------	------------

ANEXOS	i
---------------------	----------

INDICE DE ILUSTRACIÓN

Ilustración 1 Mezcla de la tierra.....	12
Ilustración 2 El barro como material de construcción	13
Ilustración 3 Representación de tipo de falla por flexión perpendicular	24
Ilustración 4 Representación de tipo de falla por flexión perpendicular.	24
Ilustración 5 Falla por flexión perpendicular al plano del muro con agrietamiento ...	25
Ilustración 6 Falla por flexión perpendicular al plano del muro con agrietamiento ...	25
Ilustración 7 Representación de falla por flexión perpendicular al plano en esquinas no confinadas de muros sueltos.....	26
Ilustración 8 Representación de falla por flexión perpendicular al plano en esquinas no confinadas de muros sueltos.....	26
Ilustración 9 Representación de falla por flexión perpendicular al plano en esquinas no confinadas de muros sueltos.....	27
Ilustración 10 Representación de falla por flexión perpendicular al plano en esquinas no confinadas de muros sueltos.....	27
Ilustración 11 Representación de falla por flexión perpendicular al plano en esquinas no confinadas de muros sueltos.....	28
Ilustración 12 Falla por cortante en el plano del muro asociado a altos empujes horizontales.....	28
Ilustración 13 Combinación de dos o más mecanismos de falla.	29
Ilustración 14 Combinación de dos o más mecanismos de falla	29
Ilustración 15 Falla en cubierta de techo.....	30
Ilustración 16 Representación de casa antes de sismo	31
Ilustración 17 Representación de falla generalizada en cubierta por falta de apoyos ..	31
.....	31

Ilustración 18 Casa de dos niveles antes del sismo	32
Ilustración 19 Falla por mala conexión en muros, en edificaciones de dos niveles..	32
Ilustración 20 Zonificación sísmica de Nicaragua.	36
Ilustración 21 Imagen urbana del barrio pueblos unidos.	49
Ilustración 22 Edificación del cimiento y sobrecimiento.....	55
Ilustración 23 Paredes con refuerzo interno.....	55
Ilustración 24 Contrafuertes	56
Ilustración 25 Comportamiento de la tierra.....	57
Ilustración 26 Cimiento y sobrecimiento.....	59
Ilustración 27 Medidas de adobes.....	60
Ilustración 28 Primer hilada de paredes de adobe cuadrado	61
Ilustración 29 Segunda hilada de paredes con adobe rectangular.....	61
Ilustración 30 Refuerzos verticales	62
Ilustración 31 Solera de cargadero o intermedia.....	63
Ilustración 32 Solera de coronamiento	63
Ilustración 33 Contrafuerte en esquinas de paredes.....	65
Ilustración 34 Dosificación de repello	65
Ilustración 35 Dosificación de afinado.	66
Ilustración 36 Techo formado con Polín C	66
Ilustración 37 Estructura de techo.....	67
Ilustración 38 Planta arquitectónica	70
Ilustración 39 Pared derecha de casa barrio Pueblos Unidos.....	71
Ilustración 40 Fachada de casa barrio Pueblos Unidos	71
Ilustración 41 Cimientos afectados por lluvias	73
Ilustración 42 Cimiento y sobrecimiento afectado por corriente de agua.....	73
Ilustración 43 Daño leve Pared frente.	77
Ilustración 44 Daño leve pared lateral	77
Ilustración 45 Daño moderado pared de atrás.	78
Ilustración 46 Daño moderado pared frente.	78
Ilustración 47 Daño fuerte.	79
Ilustración 48 Daño fuerte pared en frente	79

Ilustración 49 Daño severo.....	80
Ilustración 50 Daño severo pared de atrás.....	80
Ilustración 51 Pared con acabado muy malo.	82
Ilustración 52 Pared con acabado en mal estado	82
Ilustración 53 Pared con acabado malo.	83
Ilustración 54 Alfajías en mal estado.....	84
Ilustración 55 Grietas cerca de puerta.....	90
Ilustración 56 Grieta en ventana	90
Ilustración 57Técnicas constructivas.....	105
Ilustración 58 Prueba del puro, rollo o cigarro adecuada.	107
Ilustración 59 Prueba del puro, rollo o cigarro mucha arena.	107
Ilustración 60 Prueba del puro, rollo o cigarro mucha arcilla.....	108
Ilustración 61 Prueba de la botella	109
Ilustración 62 Prueba de la pastilla	110
Ilustración 63 Resistencia del adobe.....	111
Ilustración 64 Clasificación de suelos.....	112
Ilustración 65 Sobrecimiento adobe Nicaragua.....	113
Ilustración 66 Cimientos y sobrecimientos mediante Normativa salvadoreña	114
Ilustración 67 Levantamiento de paredes mediante Normativa Salvadoreña.....	115
Ilustración 68 Levantamiento de fichas técnicas	117
Ilustración 69 Estructura y cubierta de techo	117
Ilustración 70 Estructura de vivienda mediante Reglamento Salvadoreño.....	118
Ilustración 71 Repello de viviendas mediante Reglamento Salvadoreño.....	119
Ilustración 72 Habitación adicional.....	120
Ilustración 73 Mantenimiento de paredes.....	121
Ilustración 74 Canales de techos.	122
Ilustración 75 Pintar acero.....	122
Ilustración 76 Techos libres de objetos.	123
Ilustración 77 Macro localización.	i
Ilustración 78 Micro localización.....	ii
Ilustración 79 Micro localización.....	iii

Ilustración 80 Mal repello en paredes.....	xxvi
Ilustración 81 Secado de adobe tradicional.....	xxvi
Ilustración 82 Mezcla de Tierra para la realización de adobe tradicional	xxvii
Ilustración 83 Pared descascarada	xxvii

INDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1 Tipo de oficio de cada familiar con oficio de construcción	69
Gráfico 2 Familiares que saben de construcción.	69
Gráfico 3 Afectaciones de cimiento y sobrecimiento	72
Gráfico 4 Tipo de material en paredes.	74
Gráfico 5 Sistema de paredes.....	75
Gráfico 6 Nivel de daño en las paredes.	76
Gráfico 7 Estado de acabado.....	81
Gráfico 8 Tipo de estructura de techo	84
Gráfico 9 Cubierta de techo	85
Gráfico 10 Cubierta de techo	85
Gráfico 11 Estado de la estructura de techo	86
Gráfico 12 Tipo de suelo	87
Gráfico 13 Estado de piso.	88
Gráfico 14 Daños en puertas y ventanas	89
Gráfico 15 Tipo de abastecimiento.....	91
Gráfico 16 Tipo de descarga	92
Gráfico 17 Tipo de edificio.....	93

INDICE DE TABLAS

Tabla 1 Definición de la magnitud del daño en función del tipo de falla en paredes.	47
Tabla 2 Magnitud del daño en función del ancho de grieta	47
Tabla 3 Tipo de oficio relacionado a la construcción.....	68
Tabla 4 Familias que saben de construcción.	69
Tabla 5 Afectaciones de cimiento y sobrecimiento	72

Tabla 6 Material en paredes.....	74
Tabla 7 Sistema de Paredes	75
Tabla 8 Nivel de daño en las paredes.....	76
Tabla 9 Acabado de paredes	81
Tabla 10 Tipo de estructura de techo.....	83
Tabla 11 Estado de la estructura de techo.....	86
Tabla 12 Tipo de piso.....	87
Tabla 13 Estado del piso.....	88
Tabla 14 Casas con daños en puertas y ventanas	89
Tabla 15 Tipo de Abastecimiento.....	91
Tabla 16 Tipo de descarga de aguas negras	91
Tabla 17 Situación de vivienda	93
Tabla 18: Semejanzas entre el barrio Pueblos Unidos del municipio de Ocotlán y El Salvador.....	96
Tabla 19: Diferencias entre el barrio Pueblos Unidos del municipio de Ocotlán y El Salvador.....	96



CAPITULO

GENERALIDADES

CAPITULO I. GENERALIDADES

1.1 Introducción

El presente trabajo de investigación tiene como fin principal la comparación de sistemas constructivos del barrio Pueblos Unidos del municipio de Ocotol con las técnicas constructivas del sistema de adobe reforzado para viviendas de El Salvador, donde la autoconstrucción con adobe ha demostrado ser la respuesta apropiada y quizás una de las principales vías para tener una casa digna.

Nicaragua posee un déficit en la vivienda, la población Nicaragüense mediante la autogestión, sin asistencia técnica se emplaza espontáneamente en zonas baldías, estableciendo asentamientos informales. (PROTERRA, 2011, pag. 16)

El incremento de los asentamientos espontáneos marginados durante los últimos años el resultado de falta de políticas orientadas a la regularización de los planes de viviendas que normen un desarrollo equilibrado y equitativo desde los diferentes territorios de Nicaragua.

Los sistemas constructivos de adobe han sido utilizados en distintas culturas a lo largo de la historia, en el Municipio de Ocotol se emplea la tierra (adobe y bahareque) como un material para la construcción de sus viviendas, sin embargo, en la actualidad estas prácticas constructivas tradicionales han caído en desuso, son momentáneas mientras cuentan con los recursos económicos para acceder a sistemas constructivos convencionales (industrializados). Este es un ejemplo de la pérdida de identidad cultural desde las prácticas constructivas que son necesarias y urgentes principalmente en una era globalizada con el cambio climático que ya es un hecho.

Las construcciones en este municipio presentan un sistema constructivo deficiente desde el punto de vista estructural, ya que el método que se utiliza es el tradicional donde no se incluye el refuerzo vertical, presentan adobes de mala calidad por tierra inadecuada en las construcciones anexas, falta de cimientos y sobrecimiento, las

juntas de unión entre adobes son muy gruesas, huecos de puertas y ventanas no son proporcionales a la casa y muy cerca de las esquinas.

Por el contexto actual referente a la vivienda en Nicaragua, surge la propuesta de hacer un análisis comparativo de las técnicas constructivas de El Salvador del sistema de adobe reforzado según el reglamento técnico salvadoreño con las técnicas constructivas utilizadas en viviendas del barrio Pueblos Unidos municipio de Ocotol en la región norte de Nicaragua (Ver en anexos mapa de macro y micro localización, ilustración 77, 78 y 79) que posibiliten la construcción de una cartilla.

A las estructuras de adobe se les incorporó la vara de castilla como refuerzo interior de las paredes en El Salvador, dando respuesta ante la intensidad de eventos sísmicos, en Nicaragua se utilizan varas de Paracay y Bambú, con esta comparación se pretende orientar la construcción, reforzamiento de edificaciones a través del sistema constructivo de adobe reforzado, permitiendo mitigar desastres y buscando soluciones económicas, seguras, durables que permiten apropiarse de los recursos existentes en este territorio.

1.2 Antecedentes

La tierra se empleó para levantar fortificaciones, castillos, murallas, ermitas, mezquitas, graneros, molinos y viviendas populares, en lugares como el Sahara, África central y oriental, América Latina o toda Europa, incluyendo también lugares lluviosos como Suecia, Noruega y Dinamarca. En los países con mayor necesidad de viviendas y menos recursos como sucede en casi toda África, Oriente medio y América Latina, la tierra es el material de construcción que predomina, fundamentalmente en las zonas rurales (Maidana, 2006).

En casi todos los climas cálidos- secos y templados del mundo, la tierra ha sido un material de construcción predominante. Aún en la actualidad un tercio de la humanidad vive en viviendas de tierra, y en países en vías de desarrollo esto representa más de la mitad. (Minke, 1994. pag 15,16 y 17.).

En Nicaragua principalmente en la zona norte este tipo de material de construcción fue y es en la actualidad muy usado principalmente por sus cualidades térmicas y acústicas reduce el calor de la vivienda y también reduce el ruido exterior hacia el interior de la vivienda y viceversa, en el reglamento nacional de la construcción está reflejado como adobe de resistencia y constructivo ((RNC, 2017 Pag. 153,154))

Actualmente existen profesionales, iniciativas de grupos y colectivos que están experimentando con estos sistemas constructivos promoviendo materiales alternativos y de fácil acceso para la población.

En varios países de Suramérica como Perú, Ecuador, Bolivia y El Salvador se lleva años investigando:

En el año 2006 se publica el Reglamento Nacional de Edificaciones Cap. III.2 sub índice E0.80 en donde se establecen las normas legales para edificaciones de adobe para Perú, desde las definiciones hasta el tipo de cimientos que debe contener la estructura de acuerdo a su ubicación geográfica, éste último expresa el tipo y uso de suelo principal en cada zona del país.

En el año 2007 fue presentado en la escuela universitaria de Post-Grado de la Universidad Nacional Federico Villareal de Perú el *Estudio* sobre diseño sísmico en Construcciones de adobe y su incidencia en la reducción de desastres elaborado por el Ing. Víctor Antonio Zelaya Jara (Zelaya Jara, 2007), como requisito para optar el título de Maestría en gerencia de la construcción moderna.

Esta investigación explica de forma clara y detallada la dosificación y dimensiones que debe tener el adobe para que un modelo propuesto de viviendas construidas. En países como Argentina se encuentra que en la escuela Universitaria Nacional de Córdoba (UNC) se presentó, en relación con la Sociedad Ambiental, el estudio sobre las ventajas de la construcción de muros con adobes - ladrillos de tierra cruda, respecto al consumo de agua para la producción de éstos, en comparación con los sistemas constructivos que emplean ladrillos cocidos o bloques de cemento por la Ing. María Marcela Cheble.

Este estudio demuestra que, desde el proceso de obtención del producto en sí hasta el producto final, el ladrillo de adobe proporciona un ahorro significativo de hasta un 60% en cuanto a la cantidad de agua para su elaboración respecto a los bloques, y un 37% con relación al ladrillo común. El Salvador cuenta con un reglamento técnico desde el año 2014, cuyo objetivo fue regular los requerimientos técnicos que deban cumplir las edificaciones de adobe de un nivel, a fin de garantizar la seguridad de sus habitantes y minimizar los riesgos que se puedan generar por desastres naturales. El Reglamento técnico RTS.91.02.01:14 urbanismo y construcción al uso del sistema constructivo de adobe para viviendas. Reglamentación técnica para el manejo de la construcción con adobe y su uso relativo (NSO 133.25.01:07.) La construcción de adobe está especificada para promover el diseño, construcción, reparación, y reforzamiento de edificaciones de tierra elaborando así un análisis de una norma técnica con alcances que deben ser considerados y respaldados para la seguridad y bienestar de vida de las personas, así como establecer requisitos y criterios técnicos, así como la difusión de promover la cultura y el desarrollo de forma objetiva.

1.3 Justificación

Nicaragua es un país con alto riesgo sísmico que se encuentra ubicado en el cinturón de fuego, en la zona de subducción de la placa de los Cocos bajo la placa Caribe, según el director de sismología de INETER Emilio Talavera, más de 2000 temblores por año son normales en este país. Los temblores son comunes, sobre todo en la zona del pacífico, ya que al este se encuentra la cordillera volcánica.

(2010)

Las viviendas de adobe en Nicaragua son construidas tradicionalmente no reforzadas, las propiedades sismo-resistentes son muy bajas, esto se debe al gran peso de las estructuras, a su baja resistencia a los sismos y su comportamiento rígido y frágil.

El municipio de Ocotal, está situado en la zona conocida como “Tierras altas del interior” está en los márgenes de la plataforma mesozoica y el Paleozoico y se caracteriza por un relieve escarpado en el norte y sur, mesetas al oeste y un valle en el centro, se encuentra a una altitud de 500 metros sobre el nivel del mar.

Ocotal, como casi todos los municipios del norte y centro del país, es un municipio cuya cultura constructiva ancestral es de adobe, en el barrio Pueblos unidos previo a la realización del proyecto de reubicación de los damnificados por el huracán Mitch de la ciudad de Ocotal, se logró mejorar el sistema de adobe, con la creación de la fábrica de adobe mejorado, con el financiamiento del comité rubí solidario de España, hoy cuenta con una escuela, puesto de salud, casa comunal, por lo cual tiene todas las posibilidades para seguir desarrollándose.

La forma de falla más común durante un sismo en una construcción de adobe no reforzada es la aparición de grandes grietas verticales en las paredes, fracturas por asentamiento de suelo, estas pueden caer ocasionando el colapso del techo, muchas personas de las que construyen desconocen el sistema constructivo de adobe reforzado es por ello que se hace necesario comenzar a realizar investigaciones que

permita dar respuestas a la vulnerabilidad sísmica de las construcciones, es por ello que propusimos este análisis comparativo.

El uso de este sistema constructivo de adobe reforzado aporta a la reducción del impacto del cambio climático también porque es un tipo de construcción con menor huella de carbono que otros más convencionales, contribuiría al equilibrio de las temperaturas en los ambientes internos de la vivienda reduciendo considerablemente la presencia o el aumento de calor que conlleva la disminución del uso de ciertos electrodomésticos tales como: abanicos y aire acondicionado.

Este sistema constructivo de adobe reforzado además de presentar mejores condiciones estructurales, muestra una serie de ventajas más tales como:

-) Los materiales son fácil de obtener localmente.
-) La construcción con tierra cruda es sencilla y con poco gasto energético.
-) Excelentes propiedades térmicas.

Este estudio se realizó con las viviendas de adobe ya existentes, fueron autoconstruidas con el sistema de adobe tradicional, no se cuenta con una normativa que oriente al poblador o constructor de los paso a paso a seguir en la construcción de una vivienda de adobe mejorado, respetando un adecuado proceso constructivo, por lo cual se generan mayores riesgos y accidentes en la seguridad y salud de las personas, disminuyendo la garantía de que la vivienda tenga características sismo resistente.

Por tanto, la propuesta presentada permitirá a los habitantes del municipio de Ocotlán en el barrio pueblos unidos construir de manera segura ya que este sistema ofrece características tales como: Durabilidad, estética y principalmente sean resistentes a las diferentes sollicitaciones de cargas inducidas.

1.4 Objetivos

1.4.1 General

Realizar un análisis comparativo del sistema constructivo de adobe reforzado para viviendas de El Salvador, con el sistema constructivo de adobe mejorado de las viviendas del barrio Pueblos Unidos de Ocotol-Nicaragua para elaborar una propuesta de mejoramiento al sistema constructivo de adobe mejorado.

1.4.2 Específicos

- Identificar los principales problemas de las técnicas constructivas de adobe del barrio pueblos unidos del municipio de Ocotol.
- Encontrar relaciones y diferencias entre el sistema de adobe mejorado de las viviendas del barrio pueblos unidos de Ocotol y el sistema de adobe reforzado para viviendas del El Salvador.
- Identificar las fortalezas y las capacidades locales del barrio pueblos unidos.
- Realizar una propuesta de mejoramiento de las estructuras de adobe del barrio pueblos unidos que permita la tecnificación de albañiles del barrio pueblos unidos del municipio de Ocotol.



CAPITULO

MARCO TEÓRICO

CAPITULO II. MARCO TEÓRICO

2.1 Descripción del área de estudio

Para poder hacer una comparación técnica la cual es inspirada en el desarrollo de la cultura y encontrar soluciones económicas, seguras, durables, confortables y de fácil difusión enfocada en el municipio de Ocotal como casi todos los municipios del norte y centro del país, opta por una crítica constructiva ancestrales de adobe , en el que se construyó un barrio nuevo que comprende 300 casas así como también un mini_mercado y escuelas, todo contemplado con el sistema de construcción de adobe con distintos materiales, este barrio se llama “ Pueblos Unidos” debemos realizar estudios en los que se implemente lograr mejorar el sistema de adobe, limita al Norte con el municipio de Dipilto, al Sur con el municipio de Totogalpa , al Este con el municipio de Mozonte y al Oeste con el municipio de Macuelizo su posición geográfica es de 86°,28 ,39 Oeste y 13°,34 ,56 Norte (Ver en anexos mapa de macro y micro localización, ilustración 77, 78 y 79). Esta zona cuenta con un clima tropical con diversas temperaturas que varían un poco salvo por su altitud con medias mínimas entre 21 y 24 °C. La tierra templada se encuentra entre los 750 y 1600 m y la tierra fría por encima de los 1600 m con mínimas que pueden bajar entre los 15°.Ocotal fue fundada en 1543. Está a 226 kilómetros al norte de Managua y a sólo 24 de la frontera con Honduras. Cabecera del departamento de Nueva Segovia, Ocotal tiene actualmente una extensión territorial de apenas 140 kilómetros cuadrados, donde viven 29 mil 544 personas. Como en el resto de Nicaragua, su población es mayoritariamente joven: el 55% no pasa de los 19 años.

2.2 Tierra como material de construcción

2.2.1 Adobe

Se define el adobe como un bloque macizo de tierra sin cocer, el cual puede contener paja u otro material que mejore su estabilidad frente a agentes externos. Es una unidad o pieza sólida de tierra sin cocer con forma cuadrada y/o rectangular, el adobe puede ser moldeado a mano gracias al estado plástico de la mezcla. Con adobe se puede materializar una gran diversidad de formas constructivas, rectas y curvas, esbeltas y de gran masa. Pertenece a las tradiciones constructivas que emplean materiales naturales de mayor antigüedad, y su utilización sigue vigente a escala global, en algunas regiones como la principal o la única posibilidad para edificar. El material con el que se fabrica el adobe es básicamente una mezcla de tierra seleccionada, agua y fibras.

Como sistema constructivo que emplea la tierra cruda, es uno de los más conocidos, utilizados y difundidos, empleado para construir cerramientos verticales (muros) y cubiertas de los edificios. Está presente también en grandes estructuras en sitios y parques arqueológicos, en formas tales como pirámides, rellenos, taludes, murallas defensivas y torres.

El material con el que se fabrica el adobe es básicamente una mezcla de tierra seleccionada, agua y fibras. Para construir tanto muros como cubiertas se emplea un mortero de barro con o sin fibras, con tecnología que varía de acuerdo a las costumbres y capacidades locales.

(2011)

2.2.2 Propiedades mecánicas del adobe

Las propiedades mecánicas del adobe tienen a cambiar según el tipo de tierra con el que se trabaje, hay diferentes tipos de suelos y esto hace que varíe la resistencia del adobe siempre y cuando se tome el cuidado a la hora de su elaboración.

El peso volumétrico del adobe, se puede considerar aproximadamente como 17.6kN/m³ (1.8 t/m³), la resistencia a la compresión puede variar entre 0.49 y 2 MPa (5y 20 kg/cm²), el módulo de elasticidad se encuentra por el orden de 294 MPa (3000kg/cm²), la resistencia a tensión se encuentra entre 0.025 y 0.1MPa (0.25 y 1kg/cm²), la resistencia a cortante se ha encontrado del orden de 0.05 MPa y menores (0.5 kg/cm² y menores). (Chino, 2017)

Estas resistencias, notablemente bajas, no suelen ser críticas para la capacidad estructural de las construcciones, tanto como lo son el problema de la degradación del material y la dificultad de conectar los muros entre sí y con los techos.

Debido a esto y otros problemas que se presentan al hacer uso de adobes en las construcciones de edificios o casas, se han realizado investigaciones acerca de desarrollar sistemas de refuerzo que proporcionen una mejor estabilidad estructural. Es por esto que en algunos países se ha buscado construir o usar adobe reforzado con otros materiales que les permita recibir los esfuerzos de tensión, para esto se hace uso de barras de acero, bambú o madera. (Pons, 2001)

La tierra es producto de la erosión de las rocas en la corteza terrestre. La erosión ocurre fundamentalmente a través de la pulverización de las rocas provocada por movimientos glaciales del agua y el viento, por la expansión y la contracción térmica de las rocas o por la expansión y la contracción en las grietas de las rocas. La composición y variedad de las propiedades de la tierra dependen del lugar donde se encuentre. La tierra es mezcla de arcilla, limo y arenas, que algunas veces contienen agregados mayores como grava y piedras.

Ilustración 1 Mezcla de la tierra



Fuente: Test Carazas – Manual pedagógico

La tierra es el material de construcción natural más importante y abundante en la mayoría de las regiones del mundo. Esta se obtiene directamente en el sitio cuando se excavan los cimientos.

Se ha comprendido que la tierra como material de construcción natural tiene mejores cualidades que los materiales industrializados como el hormigón, los ladrillos. Las técnicas de construcción con tierra recientemente desarrolladas demuestran el valor y el significado de identidad cultural de la tierra. (Minke, 1994. pag 15,16 y 17.)

El barro como material de construcción ha perdido credibilidad debido al desconocimiento de sus amplias posibilidades, al prejuicio de ser considerado el "material de los pobres". (Minke, 2001 pag. 5)

Ilustración 2 El barro como material de construcción



Fuente: Test Carazas – Manual pedagógico

2.2.3 Desventajas de las construcciones con adobe

-) El barro no es impermeable: Debe ser protegido por la lluvia y las heladas especialmente en estado húmedo, las paredes de tierra deben protegerse con aleros, barreras impermeabilizantes y tratamientos de superficies.
-) Debido a su peso no es en principio un material conveniente para la construcción en altura y edificaciones de varios pisos.
-) El proceso de secado del material puede resultar un poco lento ya que requieren de tiempo para poder utilizar las piezas
-) El barro es un material que tiene un límite a su resistencia y a la comprensión.
-) Es un sistema que trabaja por su peso y es rígido, por eso se usan otros materiales para flexibilizarlos en este caso la vara de castilla lo que hace que una pared de adobe no colapse.
-) Un material que se puede deteriorar si no se le da el mantenimiento adecuado.
-) El material crudo es más vulnerable a la intemperie.

2.2.4 Ventajas de las construcciones de adobe

-) El barro regula la humedad ambiental: barro tiene la capacidad de absorber y desorber humedad más rápido y en mayor cantidad que los demás materiales de construcción.
-) El barro almacena el calor: Al igual que otros materiales densos, el barro almacena calor.
-) El barro ahorra energía y disminuye la contaminación ambiental: El barro prácticamente no produce contaminación ambiental en relación a los otros materiales de uso frecuente.
-) El barro es reutilizable: El barro crudo se puede volver a utilizar ilimitadamente solo se necesita ser triturado y humedecido con agua para ser reutilizado. El barro en comparación con otros materiales no será nunca un escombros que contamine el medio ambiente.
-) La tierra tiene la capacidad de balancear la humedad del aire como ningún otro material.
-) Las construcciones de viviendas con tierra son de bajo costo y con menor impacto ambiental, son recursos accesibles y propios de la zona, este material puede ser utilizado en el mismo lugar de la obra sin requerir ser procesado.
-) Permite realizar moldes suaves y resistentes.
-) Permite un bajo consumo energético por sus cualidades aislantes.
-) Resulta fácil de modificar en futuras reformas de muros y muy versátil para las instalaciones de tuberías y red eléctrica.
-) Fácil aislante del ruido externo.
-) Resistencia y durabilidad a largo plazo.
-) Es un material renovable, si se daña una pared este mismo material se puede reutilizar.
-) Es un sistema que da un confort.
-) Es un material que reduce la huella de carbono ya que se puede construir con materiales locales, no solo por el material también por el uso del agua.

-) El mantenimiento lo podemos dar nosotros(as) mismo(as).
-) Se reduce el consumo energético con las construcciones con este sistema.

(Minke, 1994. pag 15,16 y 17.)

2.3 Sistemas constructivos de adobe en Nicaragua para viviendas

2.3.1 Estructura de una vivienda:

- Cimentación (Encargada de transmitir la carga al suelo)
- Muros
- Elementos de arriostre
- Techo

Las viviendas son construidas con adobe, pero no tienen un estudio de sismo resistencia tampoco tienen acompañamiento o asistencia técnica, no cuentan con los refuerzos necesarios, hace falta el estudio del suelo donde se construirá cada vivienda, ahora se trata de implementar el estudio de los suelos con el que es creado el adobe, a veces no se opta por el debido secado del adobe que debe ser de una manera exacta para que este mismo tenga la resistencia que se quiere obtener.

No se cuenta con la creación de las fundaciones a base de concreto, que es una alternativa que se está estableciendo, para la resistencia de cada vivienda y optar por una mayor seguridad, alternativa que se está empleando de normas de el salvador.

La Arquitecta dulce María Guillen expresa que lo sistemas constructivos están relacionados con la cultura de la gente, el informe regional del estado de la vulnerabilidad y riesgos de desastres en Centroamérica, divulgado por la organización de naciones unidas, ONU, indica que en Nicaragua el 78% de las familias no cuentan con techo para vivir o habitan en viviendas de mala calidad, con construcciones cada vez menos seguras o precarias.

2.3.2 Sistema constructivo de adobe mejorado

En este sistema constructivo los adobes se fabrican con material que sale de la tierra, por ejemplo; para hacer las terrazas donde se construyen las viviendas o las calles, este mismo es mezclado con arena a fin de equilibrar la cantidad de arcilla y obtener un bloque de más calidad, se les agrega la hoja de pino y el agua, una vez batidos se deben "agriar" dos días para homogeneizar la mezcla y obtener un adobe estable. Los adobes mejorados se fabrican en patios amplios y ahí mismos se dejan "tendidos" al sol para su secado, se requiere como mínimo 05 días por ser utilizados en la construcción. (Memoria del proyecto de reubicación de los damnificados por el huracán Mitch de la ciudad de Ocotal) Arquitecta dulce María Guillen.

2.3.3 Sistema constructivo del adobe tradicional

Una de las técnicas de construcción más antigua y empleada hasta hoy es la de albañilería de adobe. En general, los adobes se hacen por colocación manual del barro, compuesto de tierra y agua, dentro de un molde que descansa sobre una superficie plana, procediéndose al desmolde inmediato. Los antiguos constructores aprendieron a usar la tierra, mejorando sus propiedades con la adición de otros materiales y protegiendo las superficies exteriores de la acción de agentes degradantes. Empíricamente, la impermeabilidad del adobe fue mejorada por la adición de asfalto natural a la mezcla de suelo y agua, la contracción se redujo con la adición de paja y los suelos fueron mezclados para obtenerse una tierra con granulometría más adecuada (2011)

2.3.4 Sistema constructivo de adobe reforzado

Actualmente Nicaragua no cuenta con normas y Reglamentos que especifiquen las propiedades más importantes de la construcción con adobe reforzado y que oriente sobre el diseño, mejoramiento, reforzamiento, como son en las edificaciones de tierra del cual hay muchos factores imprescindibles tanto económicos como culturales que se desarrollan por medio de técnicas que no cuentan con la seguridad máxima para este tipo de obras, la minoría de estas obras existentes en el país se han basado

en reglamentos de otros países como son: El Salvador, Perú, Argentina que poseen el material local necesario. En este país se basan con las generalizaciones del adobe en las construcciones tradicionales considerando que la población hace uso de este material por su fácil acceso y su buen uso por eso creemos conveniente acceder a un análisis comparativo.

El adobe, por sus cualidades térmicas, se adapta muy bien a las condiciones climatológicas de lugares , las viviendas de adobe son frescas de día y abrigadas de noche; además, al hacer uso de materiales locales, otorga a estas construcciones características ambientales adecuadas, Nicaragua posee características singulares que requieren de cumplimientos técnicos para llevar a cabo las edificaciones de adobe reforzado a fin de garantizar la seguridad de sus habitantes y minimizar riesgos que puedan generar desastres naturales.

PROTERRA, es una red internacional de transferencia de tecnología en el ámbito de la construcción con tierra, formada por 24 países latinoamericanos y de la península ibérica, en Nicaragua esta red está formada por profesionales que desarrollan alternativas constructivas que consideran necesario avanzar sobre una propuesta conjunta entre las instituciones y organismos que promuevan y rigen la construcción para que estos sistemas sean seguros.

En esta red se promueve la organización para invitar a todos los organismos y profesionales que trabajan con la arquitectura con tierra y otros materiales alternativos, se pretende enfocar esfuerzos colectivos en el trabajo de recopilar, investigar y mejorar las formas de construcción tradicional como; construcciones con adobe, bambú y otras nuevas propuestas, este proceso pretende hacer más seguros y dignos los sistemas de construcción con tierra, planteando la necesidad de trabajar en el mejoramiento de las practicas constructivas para hacer de esas viviendas edificaciones seguras.

2.4 Procesos patológicos y lesiones en elementos construidos en las viviendas de adobes.

2.4.1 Procesos patológicos

Considerando la Patología como la ciencia que estudia los problemas constructivos, su proceso y sus soluciones, debemos recordar que, para afrontar un problema constructivo, debemos, ante todo, conocer su proceso, su origen, sus causas, su evolución, sus síntomas y su estado. Este conjunto de aspectos es el que conforma el proceso patológico en cuestión y se agrupan de modo secuencial.

En esta secuencia temporal del proceso patológico se pueden distinguir tres partes diferenciadas: el origen, la evolución y el resultado final. Para el estudio del proceso patológico conviene recorrer esta secuencia de modo inverso, es decir, empezar por observar el resultado de la lesión, luego el síntoma, para, siguiendo la evolución de la misma, llegar a su origen: la causa. Este proceso nos permitirá definir tanto la estrategia de la reparación como la hipótesis de la prevención.

2.4.1.1 Deterioro por causas directas

Tomando en cuenta la definición de causa directa como el origen inmediato del proceso patológico, iniciando la degradación de los mismos y que acaba en pérdida de su integridad o de su aspecto y con base en el diagnóstico generado, se encontraron causas según los tipos de patologías en las construcciones en tierra.

2.4.1.1.1 Patologías Físicas

Se evidencia humedad por capilaridad cuando la cadena inferior de piedra o el zócalo de tierra cruda se ha saturado de agua y no ha sido capaz de rechazar el exceso, denotando manchas superficiales ascendentes producidas por el agua en las partes bajas de los muros.

Las humedades por filtración se evidencian en mayor escala por la salpicadura constante y continua del agua desde el exterior de la edificación hacia las caras o base del muro de tierra; también por el colapso u obstrucción de los recolectores.

La falta de aleros o los aleros muy cortos generan humedades accidentales en las caras exteriores ya que dejan expuesto al muro de tierra directamente a la intemperie, se acentúa más este proceso patológico cuando existe una abertura en el muro de tierra o revoco de recubrimiento utilizado.

Existe erosión como producto de factores atmosféricos (humedecimiento de revocos por efectos de lluvia y secado brusco por variación térmica), ocasionando la pérdida por disgregación del elemento constructivo del muro de tierra.

Uno de estos mecanismos de degradación en los muros o base del muro, la cual es una zona crítica para su conservación especialmente en el caso de muros en contacto directo en el suelo. El agua presente en el terreno puede ascender por capilaridad hacia la masa del muro incrementando así su contenido de humedad y haciendo que el adobe se vaya degradando progresivamente.

La ascensión de agua por capilaridad puede producir alteraciones cromáticas en la superficie del muro y modificar sus condiciones higrométricas provocando la aparición de manchas de humedad, sin embargo, en los casos en que estos mecanismos persisten de forma muy prolongada en el tiempo pueden llegar a producir importantes pérdidas de sección en la base del muro y a comprometer su estabilidad.

Enfermedades Físicas

- ❖ Humedades
- ❖ Suciedad
- ❖ Erosión atmosférica

2.4.1.1.2 Patologías Mecánicas

El asentamiento del terreno por la falta de compactación del mismo o la variación de nivel determina patologías mecánicas dentro de las familias de las grietas y fisuras

que, en mayor o menor escala, desintegran el material y varían la composición estructural de los muros de tierra.

Enfermedades Mecánicas:

- ❖ Grietas
- ❖ Fisuras
- ❖ Desprendimiento
- ❖ Erosión mecánica

2.4.1.1.3 Patologías Químicas

Los microorganismos y xilófagos que atacan a la madera disgregándola como elemento constructivo y separándola de los encuentros con los muros.

El crecimiento y falta de control de microorganismos de carácter vegetal se considera el principal agente en el deterioro acelerado de las edificaciones.

Enfermedades Químicas:

-) Oxidación y corrosión.
-) Organismos

(Ferrer)

2.4.1.2 Deterioro por causas indirectas

Con base en los ejemplos estudiados se nota como factor común la baja calidad del material en la fabricación de los elementos constructivos de tierra, así como la deficiente calidad técnica constructiva al momento de la ejecución. Dentro de las variables están:

2.4.1.2.1 Concepción de diseño:

Se evidencia, en algunos casos, la carencia de una solera o cadena inferior de arranque o la exposición directa de la misma a la superficie del terreno.

Los aleros son soluciones improvisadas que no cubren un área apropiada. Se evidencia en la dimensión de los aleros, la ausencia de un estudio de las condiciones atmosféricas de la zona.

La distribución aleatoria de los llenos (muro sólido) y vacíos (vanos de puertas y ventanas) debilita la consolidación de la estructura monolítica de la construcción en tierra.

2.4.1.2.2 Naturaleza del material:

La elección de la materia prima es vital en estas tipologías constructivas tradicionales, la tierra debe estar compuesta de arcilla, arena y limos, además de un buen elemento fibroso orgánico que aporte firmeza al mampuesto.

La tierra es un material poco impermeable, por lo tanto, el agua constituye su principal enemigo, determinando patologías físicas incluidas dentro del grupo de las humedades, así se ve expuesto a la capilaridad, filtración, y condensación. Acerca de la humedad en la obra no se logró ninguna evidencia ya que los ejemplos estudiados llevan décadas construidos.

Las construcciones en tierra poseen gran resistencia a la compresión, poca resistencia a la tracción, corte y flexión.

Se evidencia la variación dimensional por efectos de retracción en el proceso de secado y el desprendimiento de la fibra orgánica (paja).

Se evidencia poca resistencia superficial; los impactos puntuales producen erosión.

Cuando el elemento de madera, por causa de efectos patológicos, pierde esa capacidad de trabajo a flexión (pérdida o desintegración de material) trabaja como carga y todo el elemento constructivo termina funcionando a compresión.

2.4.1.2.3 Proceso constructivo:

Caracterizado por la deficiente puesta en obra y la limitada técnica constructiva al momento de su ejecución.

Deficiente apilado y traba de los bloques de adobe; en el tapial existe discontinuidad del material e incorrecta ejecución de la traba en los encuentros.

Incompleta y defectuosa solución técnica en las esquinas, al momento de hacer escuadra en el volumen; igualmente, en los encuentros laterales o perpendiculares, cuando se hacen muros o tabiques interiores.

Deficiente solución en las uniones del muro de tierra y la madera tanto en la solera superior como en los dinteles.

La falta de mortero entre los bloques de adobe, así como el nivel de humedad al momento de la puesta en obra y su posterior secado.

2.4.1.2.4 El mantenimiento:

Los estudios determinan que las construcciones en tierra cruda, sean de adobes, tapiales o bahareque, llegan a alcanzar su máxima resistencia y durabilidad luego de transcurrir veinticuatro a cuarenta ocho meses después de su ejecución e instalación. Si transcurrido este periodo, se comienza a evidenciar un proceso patológico acelerado, quiere decir que mecánicamente el muro de tierra cruda no llegó a alcanzar su resistencia óptima.

La falta de control periódico posterior a la ejecución, deriva en la pérdida del revestimiento, revocos y separación física de los elementos; hay que considerar que en el bahareque esta evidencia es más visible y rápida de identificar.

La ausencia de mantenimiento de la edificación puede aumentar el daño y acelerar el proceso degenerativo constructivo.

La pérdida, rotura o deterioro de las piezas de la edificación, tales como tejas, aleros y dinteles, evidencian aún más el descuido y la aceleración del proceso patológico.

(Calderon, 2017)

2.4.1.2.5 Impacto que tiene la humedad en las paredes

Uno de estos mecanismos de degradación en los muros o base del muro, la cual es una zona crítica para su conservación especialmente en el caso de muros en contacto directo en el suelo. El agua presente en el terreno puede ascender por capilaridad hacia la masa del muro incrementando así su contenido de humedad y haciendo que el adobe se vaya degradando progresivamente.

La ascensión de agua por capilaridad puede producir alteraciones cromáticas en la superficie del muro y modificar sus condiciones higrométricas provocando la aparición de manchas de humedad, sin embargo, en los casos en que estos mecanismos persisten de forma muy prolongada en el tiempo pueden llegar a producir importantes pérdidas de sección en la base del muro y a comprometer su estabilidad.

2.4.2 Mecanismos de fallas en construcciones de adobe

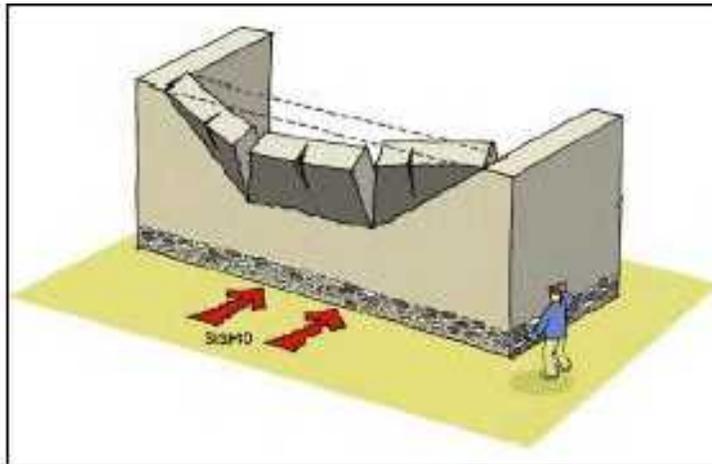
Los mecanismos de falla y el tipo de agrietamiento respectivo más probables que se pueden presentar en las edificaciones de adobe son las siguientes:

2.4.2.1 Tipo 1:

Falla por flexión perpendicular al plano del muro con agrietamiento horizontal en la base o a una altura intermedia y agrietamientos verticales adicionales que constituyen el mecanismo de falla.

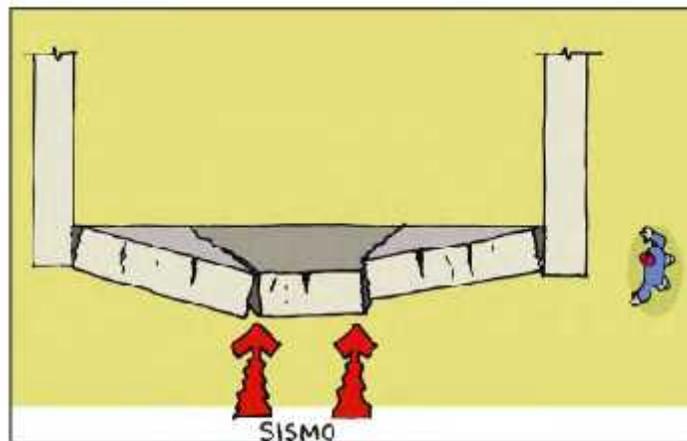
Este tipo de mecanismo de falla es frecuente en muros largos sin restricciones transversales.

Ilustración 3 Representación de tipo de falla por flexión perpendicular



Fuente: Manual para rehabilitación de viviendas construidas con adobes, asociación colombiana de ingeniería sísmica (2004, AIS).

Ilustración 4 Representación de tipo de falla por flexión perpendicular.



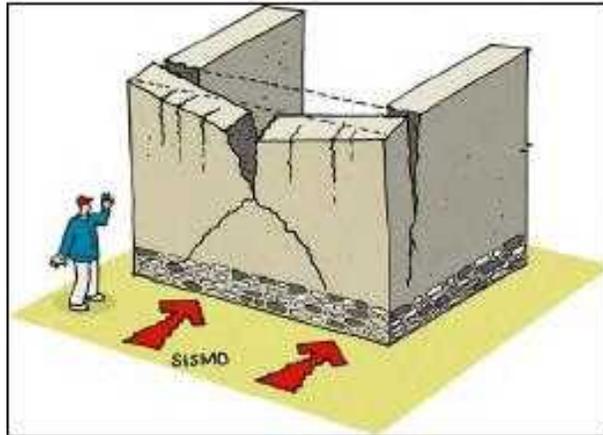
Fuente: Manual para rehabilitación de viviendas construidas con adobes, asociación colombiana de ingeniería sísmica (2004, AIS).

2.4.2.2 Tipo 2:

Falla por flexión perpendicular al plano del muro con agrietamiento vertical en la zona central, agrietamiento diagonal que constituye el mecanismo de falla y fisuración en la parte superior por falta de refuerzo y confinamiento. Este tipo de falla se presenta

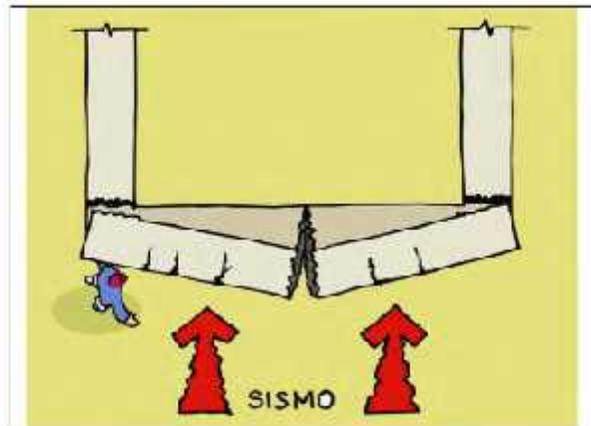
principalmente en muros altos y cortos o muros largos con restricciones laterales poco espaciadas.

Ilustración 5 Falla por flexión perpendicular al plano del muro con agrietamiento



Fuente: Manual para rehabilitación de viviendas construidas con adobes, asociación colombiana de ingeniería sísmica (2004, AIS).

Ilustración 6 Falla por flexión perpendicular al plano del muro con agrietamiento

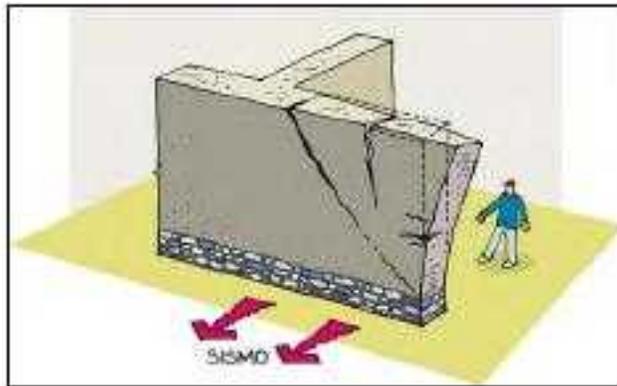


Fuente: Manual para rehabilitación de viviendas construidas con adobes, asociación colombiana de ingeniería sísmica (2004, AIS).

2.4.2.3 Tipo 3:

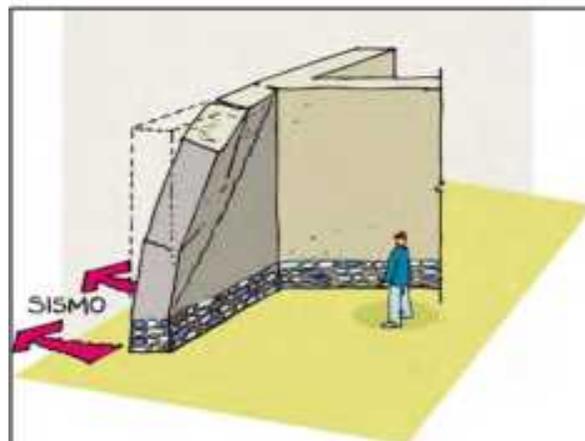
Falla por flexión perpendicular al plano en las esquinas no confinadas de muros sueltos, o en esquinas no conectadas efectivamente con los muros transversales de restricción al mismo.

Ilustración 7 Representación de falla por flexión perpendicular al plano en esquinas no confinadas de muros sueltos



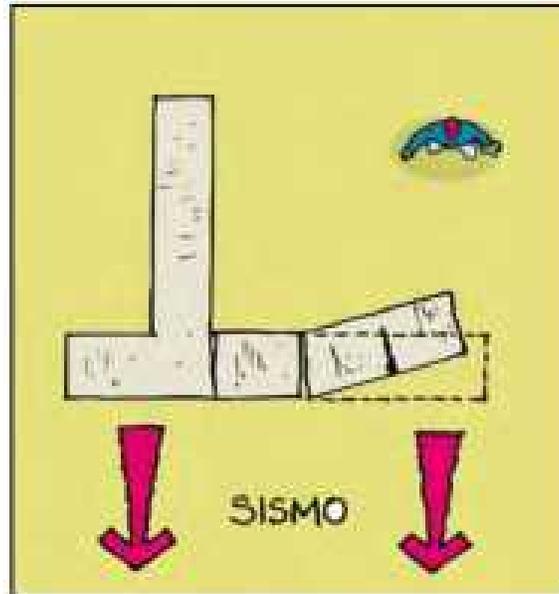
Fuente: Manual para rehabilitación de viviendas construidas con adobes, asociación colombiana de ingeniería sísmica (2004, AIS).

Ilustración 8 Representación de falla por flexión perpendicular al plano en esquinas no confinadas de muros sueltos.



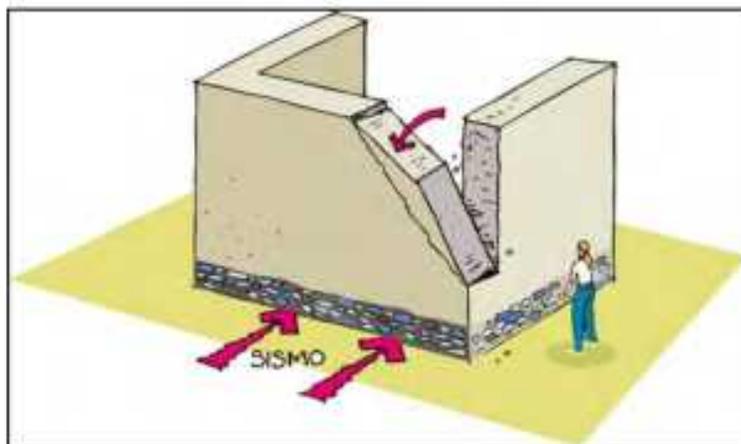
Fuente: Manual para rehabilitación de viviendas construidas con adobes, asociación colombiana de ingeniería sísmica (2004, AIS).

Ilustración 9 Representación de falla por flexión perpendicular al plano en esquinas no confinadas de muros sueltos



Fuente: Manual para rehabilitación de viviendas construidas con adobes, asociación colombiana de ingeniería sísmica (2004, AIS).

Ilustración 10 Representación de falla por flexión perpendicular al plano en esquinas no confinadas de muros sueltos



Fuente: Manual para rehabilitación de viviendas construidas con adobes, asociación colombiana de ingeniería sísmica (2004, AIS).

Ilustración 11 Representación de falla por flexión perpendicular al plano en esquinas no confinadas de muros sueltos

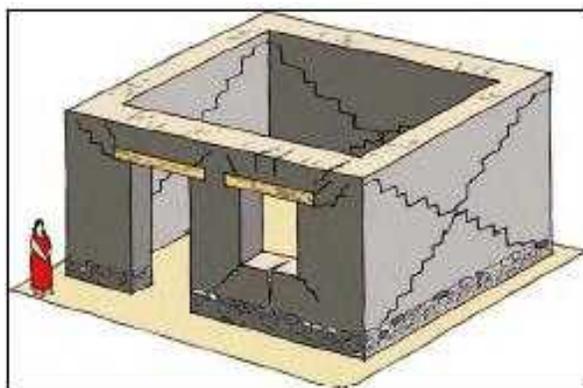


Fuente: Manual para rehabilitación de viviendas construidas con adobes, asociación colombiana de ingeniería sísmica (2004, AIS).

2.4.2.4 Tipo 4:

Falla por cortante en el plano del muro asociada a altos empujes horizontales. En muchos casos estos agrietamientos están asociados a entrepisos o cubiertas muy pesadas o con sobrecarga y se ven magnificados con las aberturas correspondientes a las puertas y ventanas en los muros.

Ilustración 12 Falla por cortante en el plano del muro asociado a altos empujes horizontales.

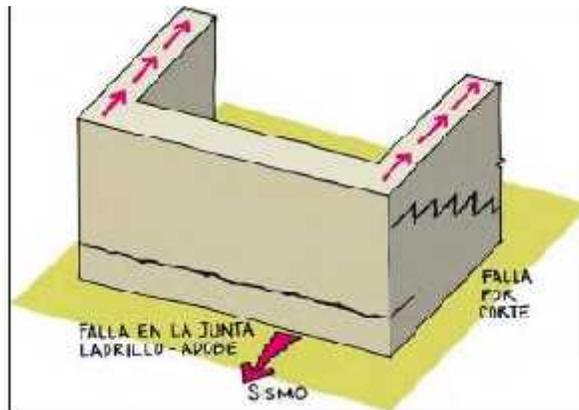


Fuente: Manual para rehabilitación de viviendas construidas con adobes, asociación colombiana de ingeniería sísmica (2004, AIS).

2.4.2.5 Tipo 5:

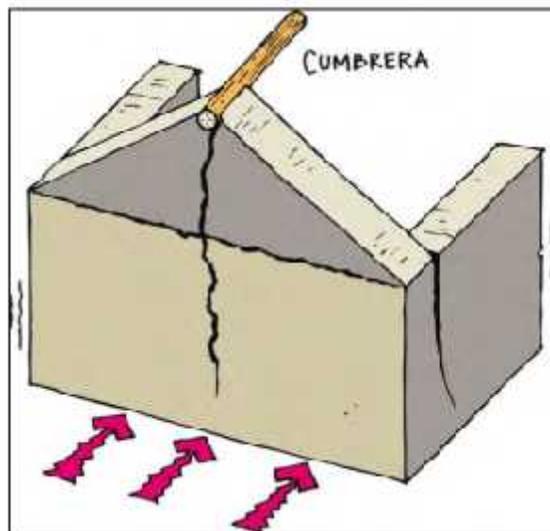
Combinación de dos o más de los mecanismos antes mencionados.

Ilustración 13 Combinación de dos o más mecanismos de falla.



Fuente: Manual para rehabilitación de viviendas construidas con adobes, asociación colombiana de ingeniería sísmica (2004, AIS).

Ilustración 14 Combinación de dos o más mecanismos de falla

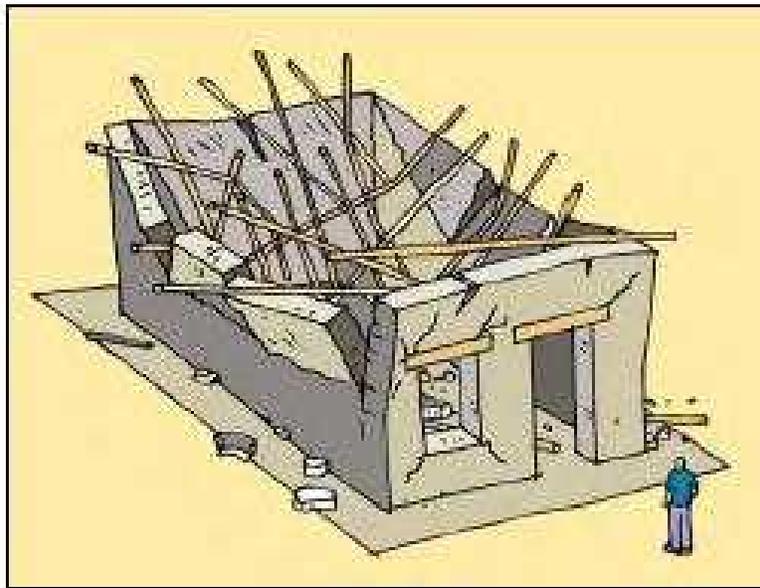


Fuente: Manual para rehabilitación de viviendas construidas con adobes, asociación colombiana de ingeniería sísmica (2004, AIS).

2.4.2.6 Tipo 6:

Caída de la cubierta hacia el interior de la vivienda, por encontrarse mal apoyada sobre los muros o porque los muros presentan cualquiera de las deficiencias anteriores del tipo 1 al tipo 5.

Ilustración 15 Falla en cubierta de techo.



Fuente: Manual para rehabilitación de viviendas construidas con adobes, asociación colombiana de ingeniería sísmica (2004, AIS).

2.4.2.7 Tipo 7:

Falla generalizada de la cubierta por ausencia de un apoyo adecuado o por mala estructuración de la misma. Usualmente La cubierta falla hacia el interior de la estructura, rompiendo la parte superior de los muros portantes.

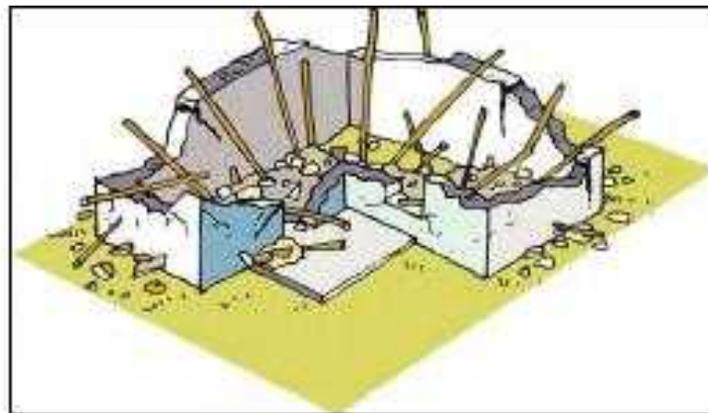
Este tipo de mecanismo de falla es frecuente en edificaciones con cubiertas muy pesadas, mal concebidas estructuralmente o con por alto grado de deterioro a causa del ataque de insectos o cambios de humedad.

Ilustración 16 Representación de casa antes de sismo



Fuente: Manual para rehabilitación de viviendas construidas con adobes, asociación colombiana de ingeniería sísmica (2004, AIS).

Ilustración 17 Representación de falla generalizada en cubierta por falta de apoyos



Fuente: Manual para rehabilitación de viviendas construidas con adobes, asociación colombiana de ingeniería sísmica (2004, AIS).

2.4.2.8 Tipo 8:

Falla que se presenta por mala conexión de los muros del primer piso con los del segundo; el entrepiso rompe los muros principales en forma casi horizontal, generando

la inestabilidad del segundo piso. Este tipo de mecanismo de falla es frecuente en edificaciones de dos o más pisos, con conexiones deficientes en los muros principales y la ausencia de un diafragma rígido en el entrepiso.

Ilustración 18 Casa de dos niveles antes del sismo



Fuente: Manual para rehabilitación de viviendas construidas con adobes, asociación colombiana de ingeniería sísmica (2004, AIS).

Ilustración 19 Falla por mala conexión en muros, en edificaciones de dos niveles.



Fuente: Manual para rehabilitación de viviendas construidas con adobes, asociación colombiana de ingeniería sísmica (2004, AIS).

(Cardona, 1999)

2.4.3 Lesión

Más allá de los agentes atmosféricos, que son la principal causa de degradación en los edificios de adobe. Existe otro grupo de elementos de origen biológico en donde se engloban todas aquellas derivadas de las lesiones en muros de adobe.

Al estar constituidos por tierra, los muros de adobe resultan muchas veces con entornos idóneos para su desarrollo tales como:

- ❖ Lesiones por vegetación
- ❖ Lesiones por animales
- ❖ Lesiones por inadecuado mantenimiento
- ❖ Lesiones por reparaciones inadecuadas y elementos impropios

Cada una de las manifestaciones observables de un problema constructivo. Será, pues, el síntoma o efecto final del proceso patológico en cuestión.

2.4.3.1 Clasificación de las lesiones

Lesión primaria: Es el primer síntoma que aparece en el proceso patológico y que puede ser origen de otras (grietas, fisuras, humedades, etc.).

Lesión secundaria: Consecuencia normalmente del primario y segundo efecto del proceso, pero lesión en sí misma.

2.4.4 Causas de las lesiones

Se define como el agente, activo o pasivo, que actúa como el origen del proceso patológico y que desemboca en una o varias lesiones. En ocasiones, varias causas pueden actuar conjuntamente para producir una misma lesión. Si éste era el punto de partida del estudio, la causa es su objetivo, ya que con el diagnóstico lo que se persigue es conocer el origen de la "enfermedad" para atacar el mal desde el principio.

Causas directas: Son los agentes que ponen en marcha el proceso patológico, es decir, la acción concreta sobre la unidad constructiva o sus materiales que inicia la

degradación de los mismos que acaba en pérdida de su integridad o de su aspecto, lo que constituye una lesión observable como síntoma.

Causas indirectas: Son, cada uno de los factores inherentes a la unidad constructiva (factores de composición química, de forma o de disposición) consecuencia de su selección o de su diseño defectuoso que, al aunarse con la acción de la causa directa, posibilitan la aparición del proceso.

2.5 Construcciones sismo-resistentes

2.5.1 Generalidades sísmicas

El sismo ocurre por el movimiento de las capas tectónicas o por actividades volcánicas. Los edificios son afectados mayormente por la aceleración horizontal creada por el movimiento de la tierra en el plano horizontal. (Minke, 1994. pag 15,16 y 17.)

2.5.2 Rehabilitación de una vivienda

Implica la recuperación de sus funciones principales por medio de distintas actuaciones sobre sus elementos que han perdido su función constructiva, sufrido un deterioro en su integridad o aspecto. Para actuar sobre estos elementos constructivos, además de los estudios históricos previos, será fundamental considerar al edificio en cuestión como un objeto físico, compuesto por elementos con unas características geométricas, mecánicas, físicas y químicas determinadas y que pueden sufrir procesos lesivos o patológicos.

2.6 Características sísmicas de la zona de estudio

2.6.1 Las características sísmicas de El Salvador

El Salvador se encuentra en una región con un alto índice de actividad sísmica. Las principales fuentes generadoras de sismos en el territorio nacional son:

1. La cadena volcánica, que forma parte del cinturón de fuego del Pacífico y corre a lo largo del territorio.
2. Un sistema de fallas geológicas con una dirección predominante noroeste-sureste dentro del territorio salvadoreño.
3. El proceso de subducción entre las placas tectónicas de Cocos y del Caribe, cuyo movimiento relativo origina sismos cercanos a las costas salvadoreñas.
4. Un sistema de fallas geológicas en Guatemala que definen la frontera entre la placa de Norteamérica y la placa del Caribe.
5. Un sistema de fallas geológicas con dirección norte-sur, ubicadas en la depresión de Honduras.

A los sismos generados por las fuentes 1 y 2 los denominamos locales. Estos, que generalmente ocurren a profundidades menores a 30 kilómetros, han sido los que han causado mayor destrucción en El Salvador. Entre los sismos locales más destructivos se pueden mencionar: Jucuapa-Chinameca el 6 de mayo de 1951; San Salvador el 3 de mayo de 1965; San Salvador el 10 de octubre de 1986 y San Vicente el 13 de febrero de 2001.

A los sismos generados por las fuentes 3, 4 y 5 los denominamos regionales. El último sismo regional de gran Intensidad en territorio salvadoreño fue el del 13 de enero de 2001, ubicado en el Océano Pacífico (<https://www.snet.gob.sv/ver/sismologia/registro/estadisticas/>).

2.6.2 Las características sísmicas de Nicaragua y del municipio de Ocotal.

Nicaragua, por su posición geográfica es parte de lo que se conoce como “El Cinturón de Fuego”. Este fenómeno consiste en un conjunto de zonas de hundimiento de placas que atraviesa las costas del océano Pacífico y el este del continente asiático. “El Cinturón de Fuego” es producido por el choque de varias placas tectónicas. El

movimiento de las placas origina terremotos, actividad volcánica constante, cambios en la superficie de la tierra, formación de montañas y valles.

Los terremotos son parte de la dinámica de la Tierra y su origen se remonta a miles de años. Por esa razón, los pueblos, ciudades o países localizados en áreas de afectación de esta dinámica estarán siempre en peligro. Estar conscientes de esta condición para Nicaragua es necesario debido a los antecedentes de nuestro país. Los terremotos generan movimiento a las edificaciones y este produce fuerzas sobre ellas. Esto da origen a la necesidad de construir con ciertos requisitos básicos, los cuales persiguen distribuir estas fuerzas sobre toda la estructura. Construir con materiales que se adecuan a estas demandas y de acuerdo con la normativa es lo que permite a la estructura resistirlas sin sufrir daños extremos.

Las zonas sísmicas son áreas específicas en el país donde se produce el movimiento continuo de las placas tectónicas que da lugar a terremotos, medianos o fuertes, con suficiente fuerza para dañar las construcciones, tanto en áreas pequeñas, ciudades o el país entero. (RNC_17, 2017)

ZONIFICACIÓN SISMICA DE NICARAGUA (RNC_17, 2017)

Ilustración 20 Zonificación sísmica de Nicaragua.

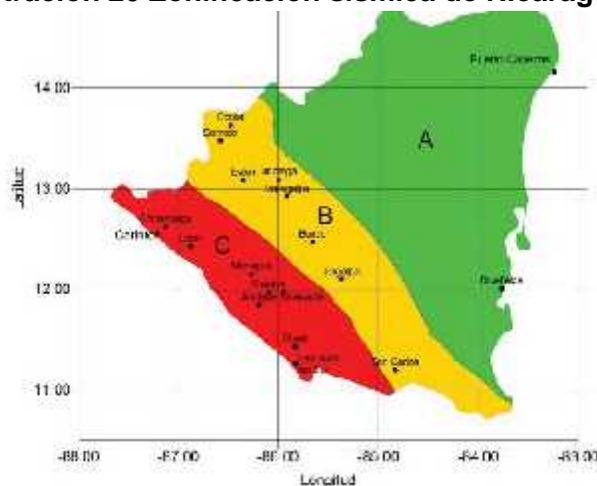


FIGURA 2 ZONIFICACIÓN SISMICA DE NICARAGUA
El valor de α para cada zona es: zona A) $\alpha = 0,2$; zona B) $\alpha = 0,3$; zona C) $\alpha = 0,4$.
El valor de β para cada zona es: zona A) $\beta = 0,2$; zona B) $\beta = 0,3$; zona C) $\beta = 0,4$.

Fuente: Zonificación sísmica Nicaragua

Entre los valores de las zonas sísmicas de Nicaragua, el Municipio de Ocotal está localizado en la zona “B”, donde las actividades de urbanización se muestran en el mapa a escalas, dando una mejor visión para reducir las fuerzas generadas por sismos debido al material y el lugar con el que construimos, por tanto es un sitio que se asienta entre laderas y alturas de montañas en los que deberán usarse sistemas constructivos ajustados a las características territoriales de esta zona.

2.7 Componente de género y cultural.

Las mujeres históricamente han ejercido un importante liderazgo en sus territorios para el mejoramiento de las condiciones de vida de sus comunidades, muchas veces, este trabajo no ha sido valorado. Con esta investigación se pretende reconocer que las viviendas de adobe son una posible opción entre la construcción y que esa labor es ejecutada por aquellas personas de interés propio para así poder llevar a cabo experiencias como parte de la memoria histórica que facilite impulsar otras iniciativas que promuevan la igualdad de género, convirtiéndose así, en gestoras de la transformación social.

Las técnicas de construcción con tierra han surgido en casi todas las civilizaciones del pasado y se expandieron a través de las invasiones y colonizaciones, comunes en la historia de la humanidad. Las técnicas nativas se unieron a las técnicas traídas por los extranjeros y, con variadas combinaciones entre ellas, se fueron adaptando y organizando de las formas más apropiadas para la construcción. Las técnicas presentan similitudes de una región a otra, pero cada una tiene peculiaridades y nomenclatura propia que, muchas veces, confunde hasta a los más estudiosos. (Neves, 2011 pág. 09)

El adobe es un material de construcción de bajo costo y de fácil accesibilidad que es elaborado por comunidades locales es parte de la identidad cultural que se mantiene a través de la historia. Las estructuras de adobe son generalmente autoconstruidas, porque la técnica constructiva tradicional no requiere consumo adicional de energía.

Además de ser una tecnología constructiva de bajo costo, la construcción de adobe tiene otras ventajas, tales como excelentes propiedades térmicas y acústicas (2006)



CAPITULO

DISEÑO METODOLÓGICO

CAPITULO III. DISEÑO METOLÓGICO

3.1 Tipo de investigación

Esta investigación se ha definido según el análisis y alcance de los resultados como tipo experimental, el cual consistió en la comparación del sistema constructivo de adobe reforzado para viviendas de El Salvador, con el sistema constructivo de adobe mejorado de las viviendas del barrio Pueblos Unidos de Ocotal- Nicaragua, a través de la observación, para elaborar una propuesta de mejoramiento al sistema constructivo de adobe mejorado en base al reglamento técnico salvadoreño.

La investigación está centrada en el barrio Pueblos Unidos ubicado en el Municipio de Ocotal, se tomarán en cuenta las referencias de las fuentes de procedimientos de los suelos utilizados en anteriores construcciones.

El criterio de estudios que se reúnen en las encuestas y archivos tomados por pobladores con visitas realizadas al barrio Pueblos Unidos ha sido efectivo y de mucha utilidad. Se ha logrado llevar a cabo con la finalidad de plantear el estado actual de las viviendas construidas con adobe y el diseño técnico con el que se ejecutaron, complejidad de daños existentes, las normativas, manuales con las que se rigen en el país en relación a reglamentos técnicos, como en El Salvador han sido la base importante en este trabajo investigativo para su debida comparación.

La diversidad de cambios que actualmente sobresalen entre las normativas son muchas, sin embargo, la sociedad opta por construir de acuerdo a sus criterios, esto es un limitante para desarrollar una alternativa que consiste en dichos conocimientos. Este objetivo consiste en llegar a contribuir al conocimiento formal relacionado con la naturaleza, diagnosticando el uso de uno de los materiales más prehistóricos donde las probabilidades de 46 muestras son usadas como métodos analíticos variables que sean notables.

3.2 Técnicas de la investigación

❖ **Ficha técnica:**

Es un documento que describe las características principales, la composición y las aplicaciones de un producto, aportando información detallada sobre los aspectos del mismo, esta información se presenta en tablas y predominantes.

([https// riuma pdf](https://riuma.pdf))

❖ **La entrevista:**

Este método es la comunicación interpersonal entre el entrevistador y el objeto de estudio para obtener respuestas verbales de los encuestados. Esta técnica es muy utilizada al momento de una investigación la cual permite tener diferentes opiniones acerca de un tema a investigar, la misma que pueden aportar a algún trabajo investigativo.

❖ **Observación directa:**

Esta investigación se caracteriza por la interrelación entre el investigador y las personas a quienes se les recopila la información.

La observación es el medio que se basa en el conocimiento de índole lógico es decir por juicio toda investigación científica proviene de la indagación, la cual puede ser directa o indirecta.

❖ **Recopilación de datos:**

Dentro de esta investigación el encuestador debe saber escoger las preguntas que serán planteadas en las fichas técnicas. Teniendo en cuenta que se debe seguir el procedimiento para un estudio social o de mercado ya sea para concluir un análisis y de disponer de una información necesaria

3.3 Investigación – Acción.

➤ **Recopilación y sistematización de información:**

Esta técnica permitió conocer y comprender, a través de un conjunto de recursos bibliográficos. Es importante generar distintas formas de interpretar y diseñar escenarios claves de lo que se estaba investigando, más cuando se trata de territorios contruidos por los propios habitantes. En la aplicación de esta técnica se hace visible la utilización de mapeos de la zona e investigaciones relacionadas con el tema, entre otros.

➤ **Muestra utilizada en la investigación:**

$$n = \frac{N * Z^2 * p * q}{e^2 * (N - 1) + Z^2 * p * q}$$

Intervalo de confianza	Z	Nivel de Significancia E
70%	1.04	30%
75%	1.15	25%
80%	1.28	20%
85%	1.39	15%
90%	1.47	10%
95%	1.96	5%
96%	2.05	4%
99%	2.58	1%

N: Número de elementos de la muestra

N: Número de elementos de la población o universo.

P/Q: Probabilidades con las que se presenta el fenómeno. Q= 1-P.

Z: Valor crítico correspondiente al nivel de confianza elegido.

E: Margen de error permitido.

$$n = \frac{30 * (1.4)^2 * 5 * 5}{(1)^2 * (3 - 1) + ((1.4) * 5 * 5)}$$

n= 45.90 viviendas

➤ **Muestreo sistemático:**

Esta técnica permite conocer de una forma probabilística el intervalo que se debe tener a la hora de levantar una investigación en campo.

Se seleccionó esta técnica porque cumple con los objetivos que se han plasmado, es la que mejor aplica para la investigación luego de haber analizado las demás técnicas probabilísticas y no probabilísticas. Se realizó esta investigación a 46 casas del barrio pueblos unidos del municipio de Ocotlán, correspondiendo a un 15% de la totalidad de la población, se tomaron dos vivienda de cada calle del barrio pueblos unidos, las viviendas que fueron elegidas deberían cumplir con un requisito; la casa seleccionada debería tener un promedio de habitantes de una vivienda familiar que son 05 personas, que tuviera las características y servicios básicos de una vivienda, en la práctica hubo algunas distorsiones debido a la no respuesta en las viviendas elegidas, toco buscar otras viviendas que respondieran a los parámetros seleccionados.

➤ **Ecuación:**

$$k = \frac{N}{n}$$

K: Resultado de intervalo

N: Numero de total de casas

n : Numero de casas a investigar.

$$K = \frac{300}{46}$$

$$K= 6.5$$

Al aplicar esta ecuación a la investigación dio un intervalo de cada 6 casas hacer el levantamiento de fichas técnicas.

(2020)

3.4 Procedimientos para la investigación.

3.4.1 Estudio y análisis de la normativa salvadoreña.

Se hizo un estudio de la normativa salvadoreña, lo que permitió hacer el análisis a las viviendas del barrio Pueblos Unidos basándose en los criterios técnicos de la norma y poder hacer la comparación posibilitando hacer la propuesta de mejoramiento.

Se realizaron entrevistas a especialistas que aportaron a la construcción de la norma técnica del Salvador, lo que permitió tener más insumos a la hora de desarrollar las actividades en campo, se adaptó un instrumento (ficha técnica), basándose en la experiencia del Salvador. Esto nos permitió tener una base sobre la comparación en relación a las técnicas constructivas con El Salvador. Los instrumentos que se ocuparon fueron a través de la observación, Imágenes e Información Documental.

Se realizaron las debidas vinculaciones con las autoridades del Municipio de Ocotal, quienes facilitaran permiso para levantamiento de las fichas técnicas, mapas del municipio de Ocotal y pueblos unidos y datos en relación a las construcciones de viviendas con adobe de Pueblos Unidos, lo cual nos permito verificar datos constructivos de las técnicas constructivas nacionales y hacer la comparación con las técnicas de adobe reforzado para viviendas de El Salvador.

3.4.2 Caracterización del sitio.

Se realizó un reconocimiento visual de 46 viviendas interna y externamente, para poder identificar los principales problemas del sistema constructivo de adobe mejorado, permitiendo tener insumos a la hora de elaborar la propuesta de mejoramiento, respetando el sistema constructivo de adobe. Una vez terminadas las visitas de reconocimiento de la vivienda se procedió con la evaluación a través de la aplicación de las fichas técnicas basándose en norma salvadoreña para construcciones de adobe reforzada, se logró hacer un reconocimiento de los problemas que presenta la vivienda, plagas, tipos de fisuras, humedad, entre otras.

Se realizaron visitas de campo a viviendas del proyecto de reubicación de los damnificados por el huracán Mitch en la ciudad de Ocotal, barrio pueblos Unidos en el cual existentes 300 viviendas construidas con adobe tradicional y de las cuales se hizo el levantamiento de 46 fichas técnicas a las construcciones en este barrio, lo que posibilito acercarse a la realidad y contexto de la localidad en relación con las viviendas, se describieron las condiciones físico espacial de la vivienda, su entorno y sus limitaciones, luego se procedió al análisis y resultado del diagnóstico permitiendo hacer el análisis comparativo de la norma Salvadoreña con la técnica de Nicaragua.

Se hizo un registro fotográfico durante las visitas de campo, estas mismas ayudaron a notar problemas que fueron omitidos u olvidados en las visitas.

3.4.3 Instrumento del desarrollo estructural de adobe.

Dada la naturaleza de la estructuración, compuesta por viviendas de adobe mejorado, para dar inicio a las actividades se realizaron visitas de reconocimiento, consistía en recopilar información sobre elementos, análisis físicos de las viviendas, cimentación, estructura, cubierta, acabados, patologías presentadas en la construcción, identificación de daños en pisos y fundaciones, en base a esto se logró la determinación del estado actual de las viviendas

El instrumento que se utilizó para diagnosticar el nivel de daño en la vivienda fue una adaptación de una ficha técnica basada en el manual de evaluación post- sísmicas de edificaciones de El Salvador, el cual permitió realizar un reconocimiento rápido y efectivo sobre la complejidad de los principales elementos de las viviendas, sin necesitar la realización de pruebas de laboratorio exhaustivas, lo que agiliza los tiempos de trabajo en campo, para la obtención de resultados.

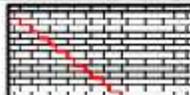
Posterior al levantamiento de datos, se procedió a realizar tres entrevistas a especialistas en el área de adobe reforzado de El Salvador. Las entrevistas fueron cualitativas, entrevista profesional, con un propósito orientados a la investigación social basada en la propia experiencia, exigió preparación por parte de los entrevistadores, habilidad para conversar y análisis crítico.

Debido a las amenazas sísmicas se hizo necesario desarrollar en El Salvador una metodología con el fin de determinar de forma rápida y sencilla aquellas edificaciones que son seguras para permitir la ocupación de ellas, aquellas que son inseguras y que es necesario prevenir que las y los habitantes entren a la edificación y aquellas parcialmente dañadas cuya entrada a ellas debe estar restringida para proteger la vida de sus ocupantes y que requerirán de posteriores análisis, de trabajos de reparación y reforzamiento para garantizar la seguridad de sus ocupantes.

La siguiente representación hace referencia a la edificación que no ha sufrido daños o los daños son ligeros, cuando la edificación presenta problemas de estabilidad y los

daños son severos y cuando la edificación presenta daños estructurales y no estructurales moderados o fuertes.

Tabla 1 Definición de la magnitud del daño en función del tipo de falla en paredes

Tipo de falla	Magnitud del daño	Ejemplos de posibles soluciones
	LD	Recubrimiento con mortero
	MD	Aplanado de mortero, cemento : arena 1:3
	FD	Refuerzo con malla electrosoldada y aplanado de mortero, cemento : arena 1:3
	SD	Demolición y construcción de un elemento nuevo.

Fuente: Manual evaluación post – sísmica de edificaciones de El Salvador abril 2008

3.4.4 Definición de magnitud del daño en función del ancho de grieta.

Tabla 2 Magnitud del daño en función del ancho de grieta

Agrietamiento	Ancho de grieta	Magnitud del daño	Ejemplos de soluciones estructurales posibles del elemento
Fisura	≤ 0.4 mm	LD	No requiere de reparación
Grieta	≤ 1.0 mm	MD	Reparación con resinas epóxicas
Fractura	≤ 5.0 mm	FD	Aumento de dimensiones y acero de refuerzo
Dislocación	> 5.0 mm	SD	Demolición y construcción de un elemento nuevo

Fuente: Manual evaluación post – sísmica de edificaciones de El Salvador abril 2008

Para poder entender la aparición de grietas primero se debe entender cómo funciona la estructura. Según estudios de modelación y de daños en estructuras hechos por diferentes autores (Cording, 2005)

Solo el hecho de existir vanos de puertas y ventanas en los muros, la resistencia de la estructura comparada con la estructura sin estos, disminuye aproximadamente.

Las grietas y fisuras son discontinuidades o interrupciones presentadas en cualquier obra de ingeniería sean muros, losas, vigas, columnas o taludes y cada una de las ellas representan algún suceso anormal en la estabilidad o consistencia de los elementos. Estas anomalías son una alarma y dan a entender que algo no anda bien y que hay que buscar la forma de mitigar o controlar las razones de la aparición de éstas.

La aparición de grietas y fisuras se dan en cualquier elemento estructural debido a muchos factores como movimientos inesperados del tipo asentamientos, expansiones, movimientos laterales debido al desconfinamiento de taludes o a sismos; pero también se deben a propiedades intrínsecas de los materiales que son alteradas debido a sobrecargas o vibraciones ocasionadas por cambios en el tráfico de la zona o trabajos con maquinaria vibratoria en lugares vecinos.

Además, la aparición de grietas y fisuras afecta el desempeño o función de la edificación, dado a que hay pérdida de impermeabilidad y desarrolla corrosión, descomposición y deterioro progresivo. Las fisuras son aquellas que se asemejan al cabello humano y su abertura es menor o igual a 5 mm; las grietas son las que exceden esta medida, y exigen un mayor tratamiento para arreglarlas.

(Viviescas, 2010)

3.4.5 Procesamiento de resultados.

Ya finalizado el análisis del estado actual en el que encontraron las viviendas, se logró realizar un diagnóstico de las mismas y se emitió la propuesta de mejoramiento a las estructuras de adobe para que las viviendas puedan operar de manera segura.

Ilustración 21 Imagen urbana del barrio pueblos unidos



Fuente: Arq. Dulce María Guillén.

Este barrio se ubicó al Oeste de la ciudad, sector que la Alcaldía Municipal definió como apto para el crecimiento urbano, estas áreas tenían acceso a las redes técnicas de electricidad y agua potable y su conexión vial con la ciudad era fluida. Con la cooperación externa se logró comprar 23 manzanas de terreno en el que se ubicaron los lotes y el equipamiento social como un parque vecinal, escuela de primaria, puesto de salud, casa comunal, mercadito, iglesia, un comedor infantil y un preescolar.

La construcción de este nuevo barrio post huracán Mitch inició con la realización de los estudios técnicos como: el levantamiento topográfico, los estudios geotécnicos del suelo, los análisis de riesgos naturales sísmicos y de inundación, los diseños urbanos y del movimiento de tierra, todos estos estudios aseguraron que el nuevo sitio era apto para construir un barrio seguro e indicaron las previsiones técnicas necesarias para asegurar el bienestar de la población.

El lote en el que se ubicó la vivienda era de 300 metros cuadrados con una medida promedio de 12 mt x 25 mt, esto hizo posible construir de acuerdo a la tradición cultural de la ciudad semirural, con casas aisladas y con un patio donde las familias pueden sembrar árboles frutales y tener animales domésticos que contribuyen a mejorar la economía familiar.

El primer producto de este trabajo técnico fue la propuesta urbanística con un barrio planificado, dotado de servicios básicos, con un diseño apropiado a la topografía y con los requerimientos técnicos que ofrecían seguridad a sus pobladores, estudiando minuciosamente la mejor ubicación para la población. Así mismo se hizo la propuesta de una vivienda de Adobe, el que ha sido mejorado para hacerlo más seguro y bello, incorporando nuevos elementos al sistema constructivo más popular y económico del municipio.

Los damnificados se organizaron y se reunieron para conocer y participar de la construcción de sus viviendas y del nuevo barrio, se estructuraron en brigadas de trabajo voluntario y así se integran a labores de apoyo a la construcción todos los domingos o los días de semana, según las posibilidades de cada quien.

3.5 Criterios para elaborar la propuesta.

Dentro del estudio de la investigación se puede establecer la propuesta de Realizar un análisis comparativo del sistema constructivo de adobe reforzado para viviendas de El Salvador, con el sistema constructivo de adobe mejorado de las viviendas del barrio Pueblos Unidos de Ocotal- Nicaragua para el mejoramiento al sistema constructivo de adobe mejorado.

- Elaboración de una comparación del reglamento de El salvador con el sistema constructivo de adobe mejorado de Nicaragua para el mejoramiento del adobe mejorado y fortalecer las debilidades constructivas.
- Dentro de los estudios se planteó los resultados que se pueda obtener al finalizar el análisis comparativo dándonos a conocer las semejanzas y diferencias entre ambos sistemas.
- Se aplicaron métodos de levantamiento de análisis de información el cual permitió llegar al objetivo principal de Realizar un análisis comparativo del sistema constructivo de adobe reforzado para viviendas de El Salvador, con el sistema constructivo de adobe mejorado de las viviendas del barrio Pueblos Unidos de Ocotol- Nicaragua que posibilite la generación de especificaciones técnicas constructivas que permita el mejoramiento de futuros proyectos de viviendas de tierra con impacto social.

3.6 Especificaciones técnicas.

3.6.1 Elementos del sistema de adobe reforzado.

El sistema estructural de edificaciones en el salvador, está conformado por paredes de adobe con refuerzo interno. La técnica constructiva ha sido creada para establecer requisitos mínimos estructurales, por cimientos y sobre cimientos a bases de mampostería de piedras, paredes de adobe. Elaborados con una mezcla adecuada de suelos granulares y arcilloso, pegados con mortero a base de tierra elaborada con la misma mezcla que se elaboran los adobes.

Las paredes de adobe requieren el uso de contrafuertes a fin de evitar despliegues de paredes permitiendo contribuir a la estabilidad lateral propia, por las cargas de su propio peso y las cargas generadas por vientos y sismos. En su terminación los contrafuertes se confinarán con solera y mojinete.

3.6.2 Descripción del sistema de adobe reforzado.

Para este sistema los elementos de arriostre (contrafuertes) son parte fundamental en la construcción de adobe reforzado, que proveen a la resistencia y estabilidad suficiente, permitiendo las fuerzas de cortantes a la cimentación y al refuerzo vertical del contrafuerte, incrementando la seguridad y la capacidad de deformación de paredes, que permite demorar el colapso de la estructura tanto totales como parciales.

3.6.3 Comportamiento del sistema de adobe reforzado.

Al efectuarse de manera adecuada los elementos que conforman el sistema de adobe reforzado, ante la recurrencia de un evento sísmico deberá cumplirse las regulaciones que nos dispone el sistema de construcción.

3.6.4 Criterios de diseño.

Los criterios deben de cumplir con los requerimientos técnicos que garantizan las edificaciones de adobe para la seguridad de los habitantes y minimizar los riesgos que se pueden observar a futuro. A efecto de obtener elementos estructurales reforzados, y las proporciones adecuadas con las principales características, requerimientos técnicos, cimentaciones, paredes que las pautas y alineamientos que hacen referencia a la planeación y realización del proyecto, su construcción y mantenimiento.

La normalización tiene el sentido porque establece parámetros a los cuales se debe ajustar el diseñador esta es una característica principal de una norma y su aplicabilidad respectiva de solucionar problemas en la construcción. A pesar de la gran utilidad de los criterios normativos para regular acciones encaminadas a la opción ingenieril como:

-) Los criterios serán modificables de acuerdo a los factores del problema.
-) Esta debe adecuarse a los recursos disponibles ya sean (técnicas, y materiales)
-) Cuando sea indispensable deben pasar por un proceso selectivo y nuevas adaptaciones de diseño.



CAPITULO

ANÁLISIS Y PRESENTACIÓN DE RESULTADOS

CAPITULO IV. ANÁLISIS Y PRESENTACIÓN DE RESULTADO

4.1 Análisis de la normativa salvadoreña

Esta norma detalla condiciones que deben cumplir los distintos componentes de una vivienda que posibilite garantizar estabilidad y seguridad.

El reglamento técnico salvadoreño de adobe para viviendas de un nivel aprobado en junio del 2014, tiene como objetivo regular los requerimientos técnicos que deben cumplir las edificaciones de adobe, a fin de garantizar la seguridad de sus habitantes y minimizar los riesgos que se puedan generar por desastres naturales. (2014)

Este reglamento aplica para todo el territorio nacional salvadoreño y abarca a todas las personas naturales y jurídicas que fabriquen, comercialicen y construyan con unidades de adobe.

4.1.1 Criterios técnicos salvadoreños

Cuenta con especificaciones técnicas de elementos del sistema de adobe reforzado tales como:

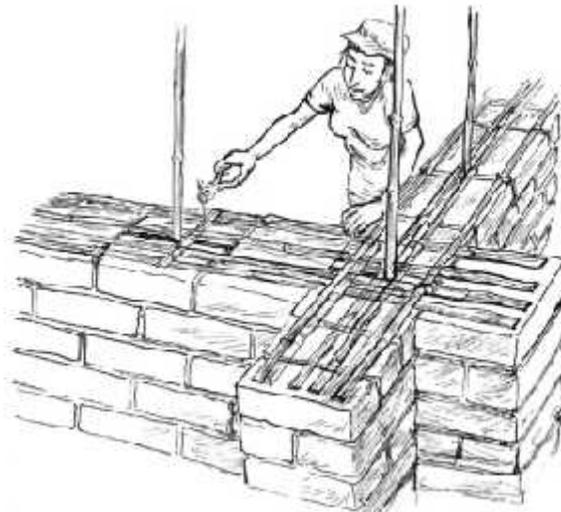
- a) El sistema estructural de edificaciones, deberá estar conformado por paredes de adobe con esfuerzo interno. Dicha técnica constructiva está construida por un cimientado y un sobre cimientado a base mampostería de piedra, paredes con adobes, elaborados con una mezcla adecuada de suelos granulares y arcillosos, pegados con mortero a base de tierra elaborada por la misma mezcla con la que elaboran los adobes.

Ilustración 22 Edificación del cimiento y sobrecimiento.



Fuente: Mi casa 10, sistema de adobe sismo resistente 2010.

Ilustración 23 Paredes con refuerzo interno.



Fuente: Mi casa 10, sistema de adobe sismo resistente 2010.

- b) Las paredes de adobe serán arriostradas con elementos verticales (contrafuertes), colocados a una distancia no mayor a 10 veces el espesor de la

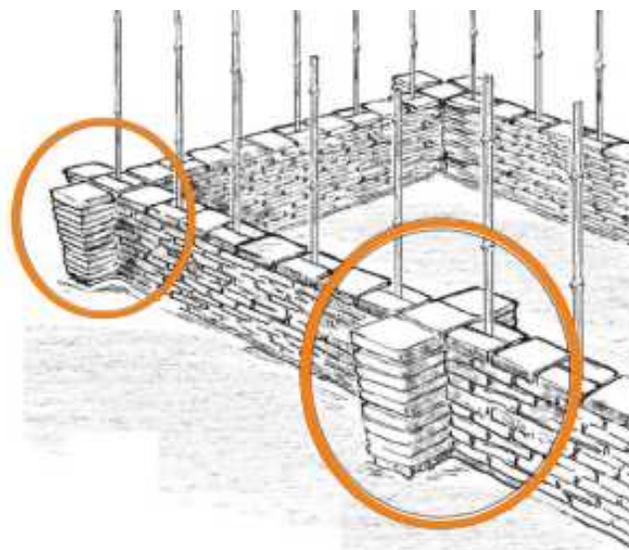
pared, permitiendo contribuir a su estabilidad lateral, para transmitir las cargas de su propio peso y las generadas por el viento y sismo, su terminación y los elementos verticales de arriostre se confinarán con la solera de coronamiento y mojinete (Ver en ilustración 24).

4.1.2 Descripción del sistema de adobe reforzado.

Para este sistema se requiere el uso de contrafuertes, a fin de evitar los despliegues de paredes (grietas o aberturas).

Los elementos de arriostre (contrafuertes), deben ser colocados a una distancia no mayor a diez veces el espesor de la pared, proveyendo la resistencia y estabilidad suficiente, permitiendo la transmisión de las fuerzas cortantes a la cimentación y el esfuerzo vertical de la vara de castilla colocado al interior de la pared a una separación máxima de dos adobes(64cm), y embebido en su totalidad en el sobre cimiento, incrementando la seguridad y la capacidad de deformación de las paredes en su conjunto, dilatando con ello la demora en el colapso de las estructuras, tanto totales como parciales.

Ilustración 24 Contrafuertes



Fuente: Mi casa 10, sistema de adobe sismo resistente 2010

4.1.3 Comportamiento del sistema de adobe reforzado.

A efecto de obtener una reacción adecuada de los elementos que conforman el sistema de adobe reforzado, ante la recurrencia de un evento sísmico deberá cumplirse con las regulaciones dispuestas en este reglamento.

-) Se debe cumplir con las características específicas del suelo contempladas en el mismo.
-) Los adobes deben cumplir con propiedades apropiadas para su fabricación, suelos con características plásticas y granulares, la fabricación de adobe, la verificación para determinar si el suelo conviene o no, consistirá en hacer con la palma de la mano un rollo de suelo en estado plástico (No debe pegarse a la mano) con un largo aproximado de 20 cm y un diámetro que varíe entre 1.5 cm y 2.5 cm, cuya medida al romperse, permitirá conocer aproximadamente las características de la muestra. Al observar la longitud del roll en posición horizontal y sin apoyo, será posible que antes de romperse, se puedan alcanzar las variables siguientes:
 - a) Si se rompe entre 05 y 15 cm, el suelo es bueno para fabricar unidades de adobe.
 - b) Si se rompe antes de 05 cm, es necesario agregar arcilla
 - c) Si se rompe después de 15cm, es necesario agregar arena.

Ilustración 25 Comportamiento de la tierra



Fuente: Reglamento Técnico Salvadoreño

-) Se contemplan criterios de diseños que se deben de cumplir, características generales; requerimientos geométricos, estructurales y de cimentación, paredes, arriostre vertical, confinamiento horizontal, estructura cubierta de techo.

4.1.4 Criterios de diseño.

Las construcciones de adobe reforzado deben cumplir con las características generales:

4.1.4.1 Cimentaciones.

4.1.4.1.1 Cimiento:

Elemento cuya función principal es la de transmitir las cargas de toda la estructura al suelo, debiendo cumplir con los siguientes requerimientos:

-) Estar asentado sobre un suelo firme de material no orgánico ni plástico.
-) El trazo deberá tener una intersección correcta de las paredes en ángulo de grados.
-) Deben determinarse a través de las niveletas la selección y la profundidad de la excavación, por lo que el nivel de desplante no deberá ser menor a los 50 cm a partir del suelo natural y continuo en toda la longitud de la excavación.

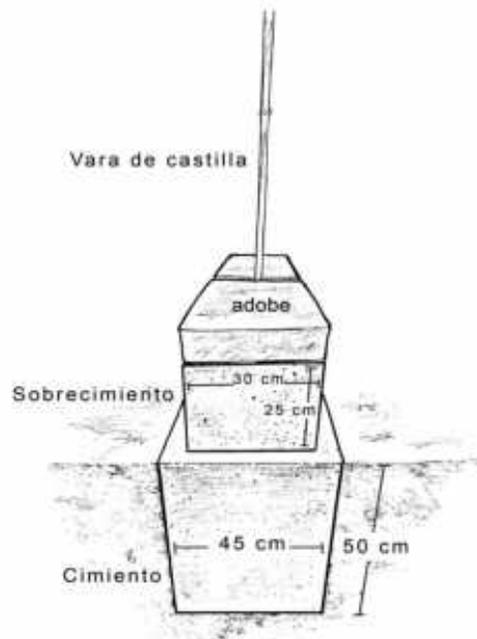
La profundidad de la excavación y/o desplante de la fundación, no deberá ser menor a 50 cm a partir del suelo natural y el ancho no menor de 1.5 veces el espesor de pared, o sea, 45 cm. Los materiales a utilizar deben ser de piedra de cantera ligada con mortero, con una dosificación de 1:5, siendo una medida a base de cemento bajo norma ASTM C1157 tipo GU y cinco medidas de arena cernida por una abertura no mayor de 9.5 mm (3/8-in).

4.1.4.1.2 Sobrecimiento:

Elemento cuya función principal es evitar que las paredes entren en contacto directo con el suelo natural.

El sobre cimiento deberá ser la continuidad del cimiento con un espesor del ancho de la pared y una altura mínima de 25 cm de alto, evitando así la erosión debido a la escorrentía del agua lluvia o efecto capilaridad. Los materiales a utilizar deben ser de piedra de cantera ligada con mortero, con una dosificación de 1:4, siendo una medida a base de cemento bajo norma ASTM C1157 Tipo GU y 4 medidas de arena cernida por una abertura no mayor de 9.5 mm (3/8-in).

Ilustración 26 Cimiento y sobrecimiento



Fuente: Mi casa 10, sistema de adobe sismo resistente 2010

Esta normativa hace referencia a características mecánicas de los materiales para la construcción de viviendas de tierra reforzada.

4.1.4.2 Paredes.

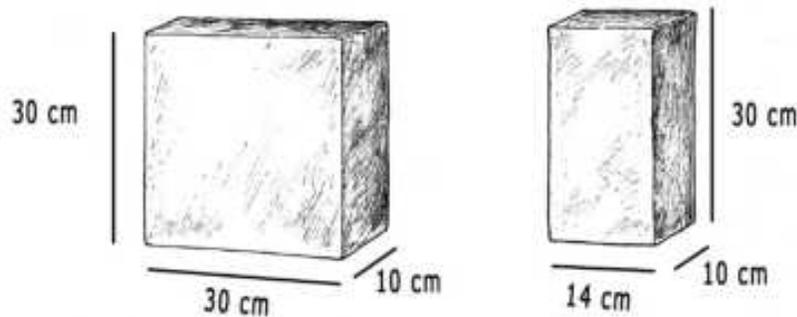
4.1.4.2.1 Pared:

Las paredes de adobe deben tener un espesor mínimo de 30 cm y para su construcción se utilizarán dos tipos de adobe. Uno cuadrado y el otro rectangular.

4.1.4.2.2 Adobe:

Los adobes deben tener las siguientes medidas: adobe entero cuadrado de 30 cm por 30 cm por 10 cm de espesor y adobe mitad rectangular de 14 cm por 30 cm por 10 cm de espesor.

Ilustración 27 Medidas de adobes



Fuente: Mi casa 10, sistema de adobe sismo resistente 2010

4.1.4.2.3 Mortero:

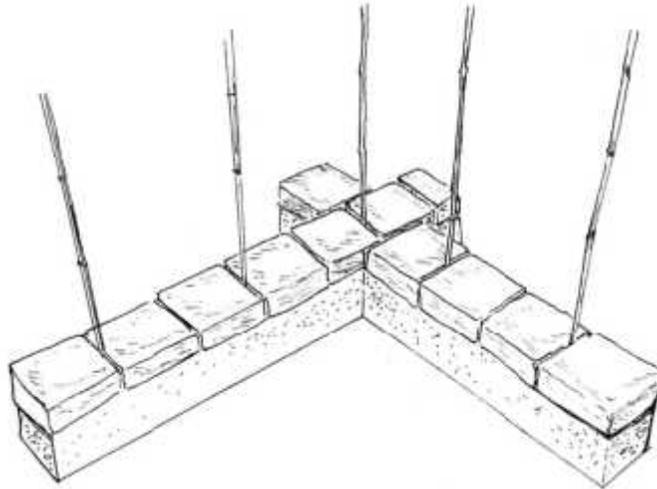
El mortero para la unión de adobes deberá de ser del mismo material con que sean fabricados los adobes.

4.1.4.2.4 Levantamiento de paredes:

El levantamiento de las paredes deberá hacerse de manera simultánea con los contrafuertes en todo su perímetro.

- a) La primera hilada a colocar sobre el sobre cimiento de piedra, deberá hacerse con adobes enteros de 30 cm de ancho por 30 cm de largo por 10 cm de espesor.

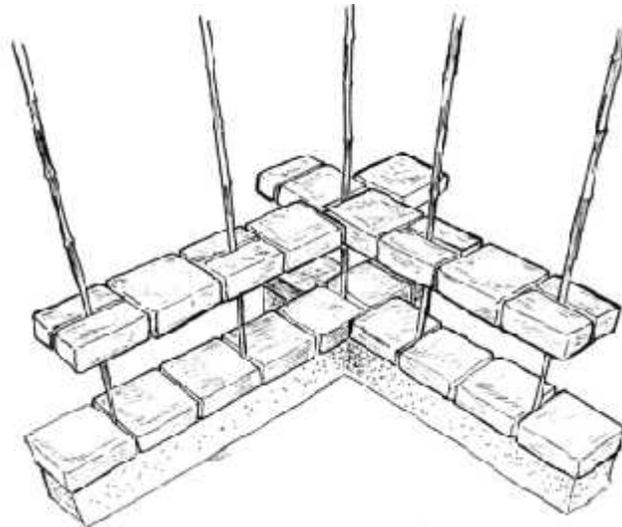
Ilustración 28 Primer hilada de paredes de adobe cuadrado



Fuente: Mi casa 10, sistema de adobe sismo resistente 2010

- b)** A partir de la segunda hilada, deben colocarse en combinación con adobes rectangulares de 14 cm de ancho por 30 cm de largo por 10 cm de espesor en los puntos donde se intercepte el refuerzo vertical de vara de castilla, para lograr mantener el cuatrapeado entre las paredes y contrafuertes, se alterna la colocación de los enteros y mitades.

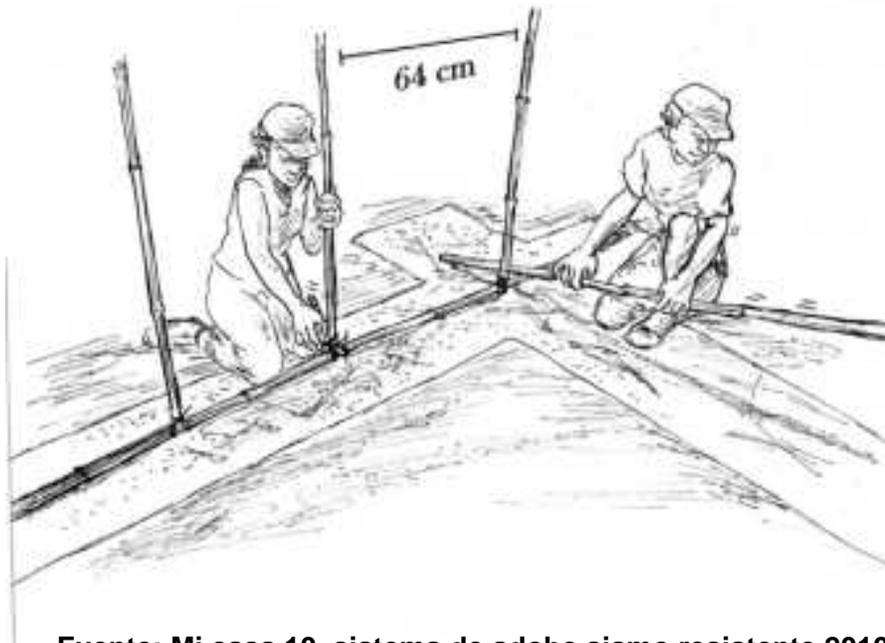
Ilustración 29 Segunda hilada de paredes con adobe rectangular



Fuente: Mi casa 10, sistema de adobe sismo resistente 2010

- c) El refuerzo vertical consiste en varas de castilla embebidas en el sobre cimientó con un distanciamiento máximo de 2 adobes (64 cm) entre sí, en toda su longitud, en las esquinas y en intersecciones de paredes, colocado de forma continua hasta la solera de coronamiento y/o mojinete; y el esfuerzo horizontal se realiza colocando varas de castilla cortada a media caña, entre las hiladas sobre el eje de la pared, deberá colocarse 2 mitades de vara en toda la longitud de las paredes a cada 3 hiladas, en cada intersección con el refuerzo vertical se realizara un entramado con la misma vara. Cada cruce deberá ir amarrado con alambre, en ausencia de varas de castilla se podrá utilizar bambú tipo de Brasil y caña brava, siempre y cuando se hagan las pruebas de tracción correspondientes de acuerdo a lo establecido en los informes de los resultados.

Ilustración 30 Refuerzos verticales



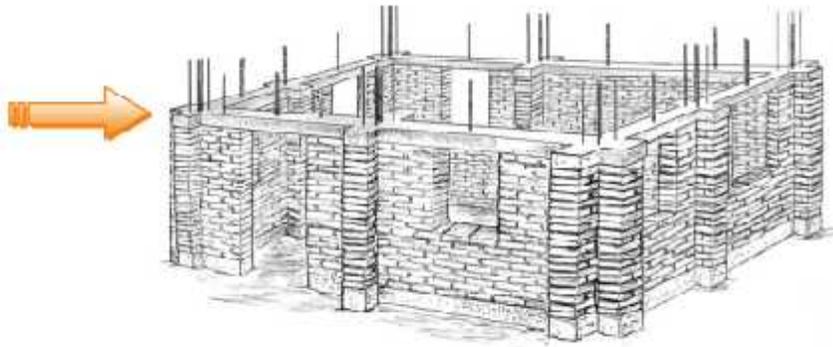
Fuente: Mi casa 10, sistema de adobe sismo resistente 2010

4.1.4.2.5 Arriostramiento:

Los elementos de arrioste vertical (contrafuertes), son elementos que deben ser formados por adobes enteros o cuadrados y mitades o rectangulares colocados de manera entrelazada.

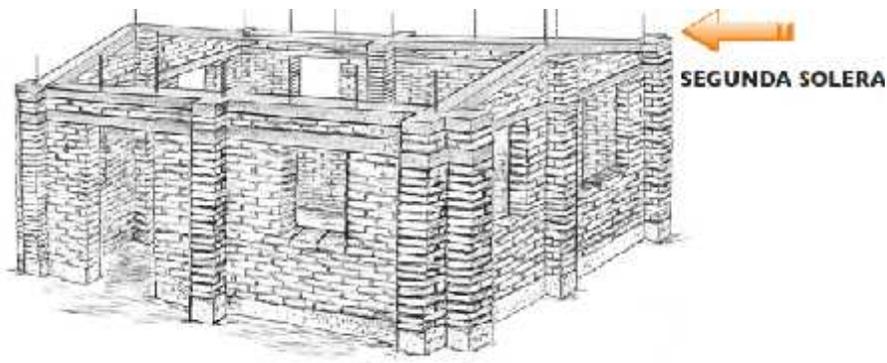
- a) Los elementos confinamiento horizontal, deben estar constituidos por la solera de cargadero, solera de coronamiento y/o solera de mojinete a base de concreto reforzado. Las dimensiones deben de ser del mismo ancho de las paredes y con un espesor o alto de 12cm.

Ilustración 31 Solera de cargadero o intermedia



Fuente: Mi casa 10, sistema de adobe sismo resistente 2010

Ilustración 32 Solera de coronamiento



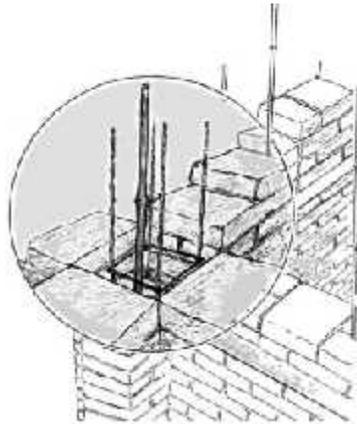
Fuente: Mi casa 10, sistema de adobe sismo resistente 2010

- b) El concreto deberá de ser una dosificación de 1: 2: 3, siendo una medida a base de cemento bajo norma ASTM C1157 tipo GU y dos medidas de arena y tres medidas de grava, a considerarse en aquellos proyectos de construcción de una vivienda y para proyectos de construcción superior a una vivienda, se deberá alcanzar una resistencia mínima de 180 kg/cm² (18.0 MPa) y el acero de refuerzo longitudinal deberá estar dispuesto por dos varillas corrugadas de diámetro de 9.5 mm(N° 3) y cumplir con lo establecido en la norma ASTM A615 con un esfuerzo de fluencia mínimo de 2,800 kg/cm² (280 MPa) y 5200 kg/cm² (520 MPa) a cada 20 cm de separación. Para los traslapes para varillas de 9.5 mm, deberá ser como mínimo 40 veces al diámetro de la varilla.

4.1.4.2.6 Conexiones:

La conexión deberá hacerse a través de un espolón ubicado en cada contrafuerte en las esquinas de paredes y su función será unir los elementos de la solera de cargadero, solera de corona y/o solera mojinete, el cual deberá estar forjado por cuatro varillas corrugados de diámetro de 9.5mm (N° 3) y cumplir con lo establecido en la norma ASTM A615 con un esfuerzo de fluencia mínimo de 2, 800 Kg/cm² (280 MPa) y grapas de varilla lisa de diámetro de 6.0 mm, con esfuerzos de fluencia entre 2800 kg/cm² (280 MPa) y 5200 kg/cm² (520MPa) a cada 15 cm de separación; y deberá de tener una sección terminada de 30 cm por 30 cm. El concreto deberá de ser una dosificación de 1:2:3, siendo una medida a base de cemento bajo norma ASTM C1157 Tipo GU y dos medidas de arena y tres medidas de grava, a considerarse en aquellos proyectos de construcción de una vivienda y para proyectos de construcción superior a una vivienda, se deberá alcanzar una resistencia mínima de 180 kg/cm² (18MPa). Los traslapes para varillas de diámetros 9.5 cm (N° 3) deberá ser 40 veces el diámetro de la varilla.

Ilustración 33 Contrafuerte en esquinas de paredes



Fuente: Mi casa 10, sistema de adobe sismo resistente 2010

4.1.4.2.7 Acabados en paredes:

Se deberá impermeabilizar las paredes, con un repello y un afinado. Para el repello, la técnica comprenderá la aplicación de una capa de mezcla con dosificación 1:2:3, siendo una medida de cal hidratada, 2 medidas de arena y 3 medidas de tierra blanca cernida por una abertura no mayor de 4.75 mm (4-in). El afinado deberá de hacerse utilizando una dosificación de 1:5; una medida de arenilla y 5 medidas de cal hidratada. El espesor de la capa de repello, deberá tener un máximo de 1 cm y el afinado deberá tener un máximo de 2.0 mm; pudiendo sustituir la cal hidratada por el cemento bajo norma ASTM C91 Tipo M, si este estuviera disponible en la obra.

Ilustración 34 Dosificación de repello

3 medidas de tierra blanca
2 medidas de arena
1 medida de cal hidratada



Fuente: Mi casa 10, sistema de adobe sismo resistente 2010.

Ilustración 35 Dosificación de afinado.



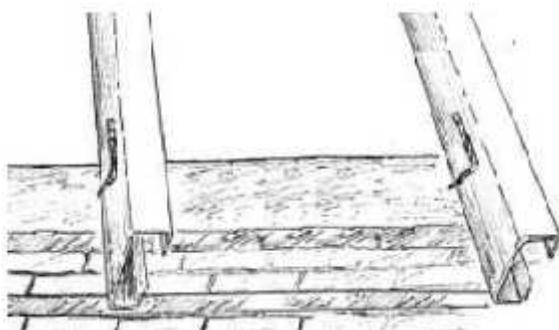
Fuente: Mi casa 10, sistema de adobe sismo resistente 2010.

4.1.4.2.8 Estructura y cubierta de techo:

Los techos deben ser livianos, distribuyendo su carga en la mayor cantidad posible de paredes, evitando concentraciones de esfuerzos en las mismas y además que no produzcan empujes laterales que provengan de las cargas gravitacionales, por lo tanto:

- a) La estructura de techo deberá estar formada a base de polín "c", chapa 14 de 4 pulgadas, reforzado con varilla lisa de diámetro de 6.0 mm en zigzag a 60 grados, empotrado o embebido a la solera de mojinete o coronamiento, al rostro de la misma soldado en placas metálicas. En el caso de presentarse otra alternativa de estructura de techo, deberá ser respaldada por una memoria de cálculo.

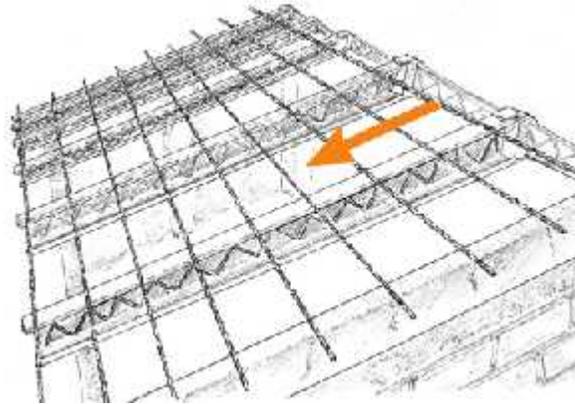
Ilustración 36 Techo formado con Polín C



Fuente: Mi casa 10, sistema de adobe sismo resistente 2010

- b) La cubierta de techo deberá ser de material liviano, como lamina tipo fibrocemento entre 5 a 6 mm de espesor, zinc aluminio u otro similar.

Ilustración 37 Estructura de techo



Fuente: Mi casa 10, sistema de adobe sismo resistente 2010

4.1.4.2.9 Puertas y ventanas:

Las mochetas de puertas y ventanas deben ser de madera y/o metálica. Los elementos de anclaje (pines) del mismo material, y deben colocarse durante el proceso de levantamiento de las paredes, revestidas de mortero o concreto cuando estas sean de metal.

4.1.4.2.10 Instalación eléctrica:

Deben estar dispuestas de manera superficial y/o embebida en la pared, con el cuidado de no dañar excesivamente las paredes con la canalización, debiendo tener una profundidad no mayor a 7 cm. El poliducto no deberá ser colocado en medio de las juntas, ni en sustitución de las varas de castilla, ya que cualquier movimiento posterior a la instalación eléctrica puede dañar las paredes.

4.2 Características y resultados del diagnóstico.

Se hizo uso de la metodología de El Salvador a través de la adaptación de la ficha técnica usada en las viviendas de pueblos unidos, basada en el manual de evaluación el cual proporcione parámetros para evaluar los daños de las viviendas, entre ellos; medir el ancho del agrietamiento y dirigirse con la tabla 2- Magnitud del daño en función del ancho de la grieta, según el tipo de falla en la pared- dirigirse a la tabla 1.

4.2.1 Características de las familias beneficiadas con las viviendas de pueblos unidos.

4.2.1.1 Tipo de oficio de las y los habitantes de las viviendas.

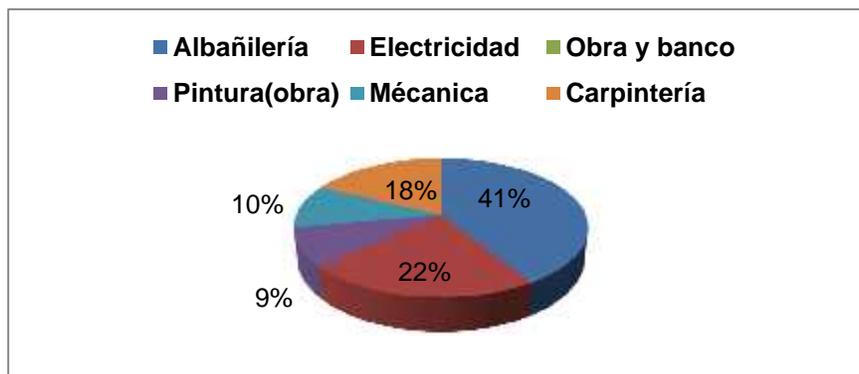
Tabla 3 Tipo de oficio relacionado a la construcción.

Albañilería	Electricidad	Obra y banco	Pintura(obra)	Mecánica	Carpintería
28	15		6	7	12

Fuente: Elaboración propia

32 familias tienen personas que poseen oficios de construcción y en la cual posee un mayor porcentaje de albañiles que son el 41%, lo que le sigue son los oficios de electricidad 22%, un 18% de carpinteros, 10% de mecánica y por último un 9% de obra de pintura. Todos ellos saben un poco de la construcción con adobe y poseen casas realizadas con este sistema de construcción.

Gráfico 1 Tipo de oficio de cada familiar con oficio de construcción



Fuente: Elaboración propia por medio de levantamiento de fichas en visitas a campo.

Tabla 4 Familias que saben de construcción.

SI	NO
32	14

Fuente: Elaboración propia

En la mayoría de las familias entrevistadas, tienen familiares que saben de construcción, el 70% dieron un resultado de que las construcciones de adobe son sumo interés. El otro 30% no tiene familias que estén involucrados en la construcción, pero aun así tienen idea de construcción de adobe por el trabajo que ejercieron al ayudar en la construcción de su vivienda.

Gráfico 2 Familiares que saben de construcción.

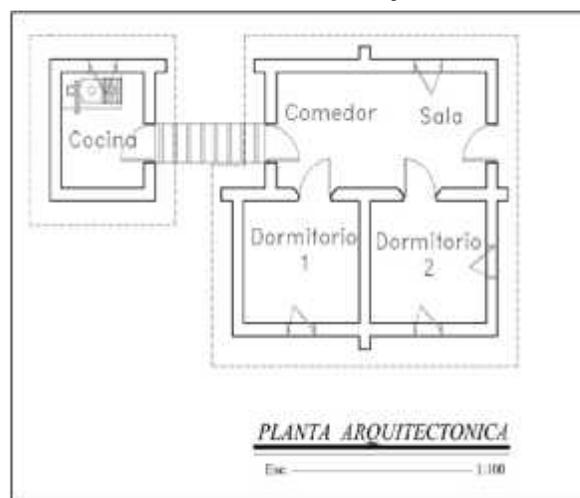


Fuente: Elaboración propia por medio de levantamiento de fichas en visitas a campo.

4.2.2 Especificaciones constructivas de las viviendas de pueblos unidos.

Todas las viviendas tienen 64.46 metros cuadrados, construida con adobe mejorado, techo de teja de barro, piso de concreto, dotada de agua potable e iluminación eléctrica, el sistema sanitario fue construido por una letrina. El lote en el que se ubicara la vivienda es de \$2,800.00 a lo que se le suman \$ 1,500.00 para el movimiento de tierra y construcción de calles. Se está analizando un grupo de viviendas ya construidas, el emplazamiento y ordenamiento de territorio.

Ilustración 38 Planta arquitectónica



Fuente: Arq. Dulce María Guillén

Al inicio de este proyecto se propuso construir una vivienda digna, permitiendo a las familias damnificadas rehacer su vida y que a la vez fue un esfuerzo de ellos mismos comprometiéndose a cuidarla y conservarla para el bienestar de sus hijos.

4.2.3 Estado actual de las viviendas del barrio Pueblos Unidos.

Se realizó un reconocimiento del estado actual de las viviendas lo que posibilitó determinar la presencia de síntomas o lesiones significativas a ser corregidas.

Ilustración 39 Pared derecha de casa barrio Pueblos Unidos



Fuente: Elaboración propia

Ilustración 40 Fachada de casa barrio Pueblos Unidos



Fuente propia: Elaboración propia

4.2.3.1 Cimentaciones y sobrecimiento:

En las viviendas del barrio Pueblos Unidos se pudo observar que los sobrecimiento y cimientos (ilustración 50 e ilustración 51) han sido afectados por las corrientes de agua y por las lluvias, esto debido a que las casas poseen aleros muy cortos, y también por el desnivel del terreno, esto provoca que el agua golpee en cada sobrecimiento y cimiento de la vivienda. Además, el ubicar las casas en terrenos blandos provoca el

hundimiento de estas mismas, por lo que es conveniente hacer un estudio del suelo a construir en caso de futuros proyectos.

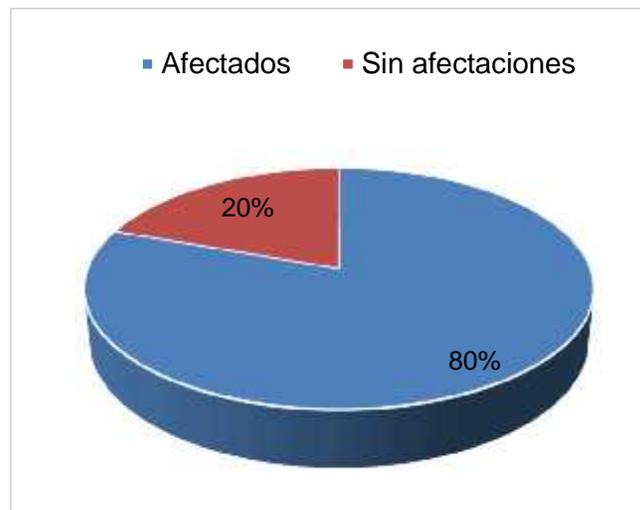
Tabla 5 Afectaciones de cimiento y sobrecimiento

Cimientos y sobrecimientos	
Afectados	37
Sin afectaciones	9

Fuente: Elaboración propia

Se determinó que el 80% de las casas son afectados los cimientos y sobrecimientos, todo esto por la falta de cubrimiento de estos mismos, es decir por causa de tener aleros cortos y la construcción de casas con desniveles en terreno.

Gráfico 3 Afectaciones de cimiento y sobrecimiento



Fuente: Elaboración propia.

Ilustración 41 Cimientos afectados por lluvias



Fuente: Elaboración propia

Ilustración 42 Cimiento y sobrecimiento afectado por corriente de agua



Fuente: Elaboración propia

4.2.3.2 Paredes:

4.2.3.2.1 Material predominante en paredes.

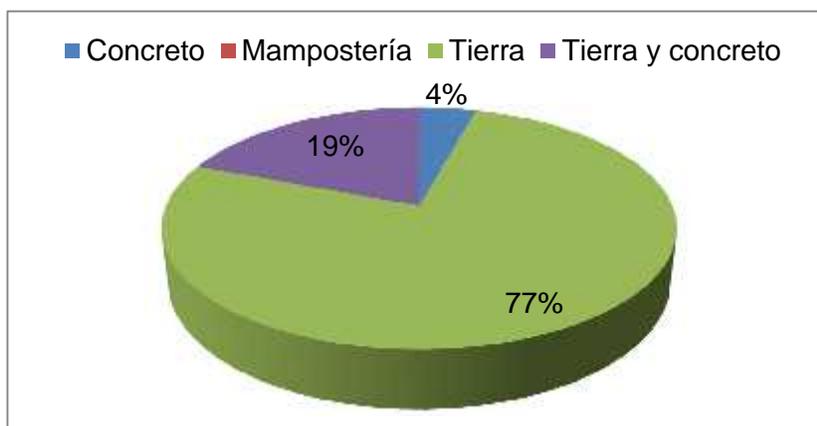
Tabla 6 Material en paredes

MATERIAL	N° CASAS
Concreto	2
Mampostería	
Tierra	36
Tierra y concreto	9

Fuente: Elaboración propia

El material predominante es la tierra representando un 77%, el 19% es tierra y concreto y el 4% es concreto.

Gráfico 4 Tipo de material en paredes.



Fuente: Elaboración propia por medio de levantamiento de fichas en visitas a campo.

4.2.3.2.2 Sistema de paredes:

Tabla 7 Sistema de Paredes

SISTEMA	
Reforzada	
Confinada	
Adobe	46
No reforzada	
Con refuerzo interior	
Bahareque	

Fuente: Elaboración propia

El sistema es un 100% de adobe mejorado al ser un proyecto realizado ya con un sistema planificado en el proyecto pueblos unidos de 1999.

Gráfico 5 Sistema de paredes



Fuente: Elaboración propia por medio de levantamiento de fichas en visitas a campo.

4.2.3.2.3 Tipo de fallas:

Según el tipo de falla en las paredes de las viviendas del barrio pueblos unidos, se tomó como referencia el manual de evaluación de daños en las viviendas de El Salvador lo que posibilitó realizar el siguiente análisis. (Ver en Tabla 1- Definición de la magnitud de daño en función del tipo de falla en las paredes)

07 de las viviendas no presentan daños (15%), esto debido a manteniendo que se le ha hecho a la estructura.

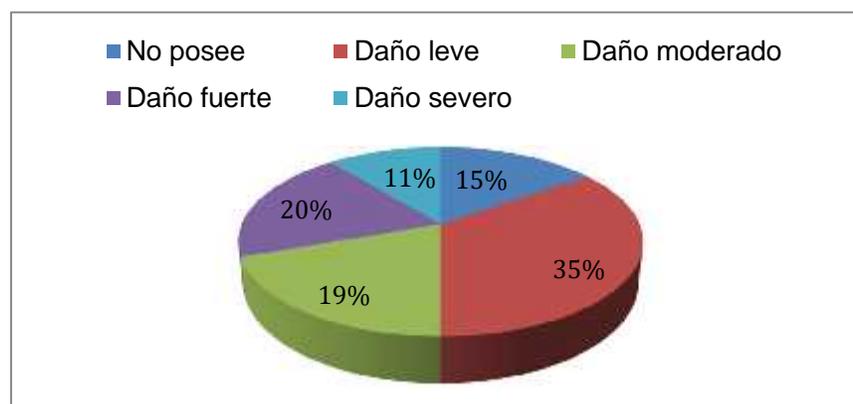
El mantenimiento es primordial en las viviendas esto evitara las fallas en un futuro, es mejor realizar un mantenimiento que aumentará la vida de tu vivienda y la seguridad de los seres queridos, a que se opte por demoler la construcción al presentar una falla severa que provoque inseguridad debido a las posibilidades de desplome de una estructura.

Tabla 8 Nivel de daño en las paredes

No posee	Daño leve	Daño moderado	Daño fuerte	Daño severo
7	16	9	9	5

Fuente: Elaboración propia

Gráfico 6 Nivel de daño en las paredes



Fuente: Elaboración propia

16 de las casas presentan daño leve (35%)

Ilustración 43 Daño leve Pared frente



Fuente: Elaboración propia

Ilustración 44 Daño leve pared lateral



Fuente: Elaboración propia.

09 de las casas presentan daño moderado. (19%)

Ilustración 45 Daño moderado pared de atrás



Fuente: Elaboración propia

Ilustración 46 Daño moderado pared frente



Fuente: Elaboración propia

09 PRESENTAN DAÑO FUERTE. (20%)

Ilustración 47 Daño fuerte



Fuente: Elaboración propia

Ilustración 48 Daño fuerte pared en frente



Fuente: Elaboración propia

05 daño severo. (11%)

Ilustración 49 Daño severo



Fuente: Elaboración propia

Ilustración 50 Daño severo pared de atrás



Fuente: Elaboración propia

4.2.3.2.4 Acabados en paredes:

Los acabados de las paredes es lo más afectado en estas construcciones debido a la mala combinación de tierras para acabados y sobre todo, por la combinación de cemento con tierra. Se puede notar como se destruye el acabado, tan solo con acercar la mano a la pared. Cabe resaltar que el desprendimiento de acabos sucede en las casas que realizan menos mantenimiento.

Tabla 9 Acabado de paredes

Acabado en paredes	
Excelente	6
Bueno	5
Regular	10
Malos	15
Muy malos	10

Fuente: Elaboración propia

Se puede notar que, de 46 casas el 32% tiene un acabado malo, acompañado por un 22% de acabado muy malo (estas son casas que han perdido su acabado en su totalidad).

Gráfico 7 Estado de acabado



Fuente: Elaboración propia.

Estos datos fueron adaptados según el manual de rehabilitación de adobe, varían en dependencia del tipo de fisuras y grietas presentadas en los acabados de las paredes.

Ilustración 51 Pared con acabado muy malo



Fuente: Elaboración propia

Ilustración 52 Pared con acabado en mal estado



Fuente: Elaboración propia

Ilustración 53 Pared con acabado malo



Fuente: Elaboración propia

4.2.3.3 Estructura y cubierta de techos.

La estructura de techos esto representada por madera, vigas y polines metálicos. La cubierta de techo está representada por tejas de barros y lamina de zinc galvanizada.

4.2.3.3.1 Identificación de daños en techos.

4.2.3.3.1.1 Estructura principal:

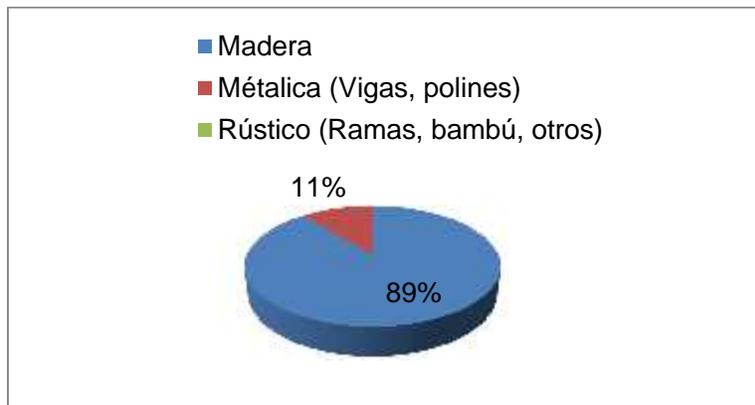
Tabla 10 Tipo de estructura de techo

ESTRUCTURA PRINCIPAL	
Madera	41
Metálica (Vigas, polines)	5
Rústico (Ramas, bambú, otros)	

Fuente: Elaboración propia

La estructura principal con cubierta de madera representa el 89% que equivale a 41 casas con estructura de madera. El 11% de las casas donde se realizó el levantamiento tienen una estructura metálica. Un dato interesante de hacerles saber es que estas casas con techos de estructura metálica han hecho mantenimiento en la pared, piso, y en el techo han optado por un cambio total de su estructura.

Gráfico 8 Tipo de estructura de techo



Fuente: Elaboración propia.

) Estructura de techo en mal estado, reforzado con alfajías para estabilizarlo.

Ilustración 54 Alfajías en mal estado



Fuente: Elaboración propia

4.2.3.3.1.2 Cubierta de techo:

Gráfico 9 Cubierta de techo

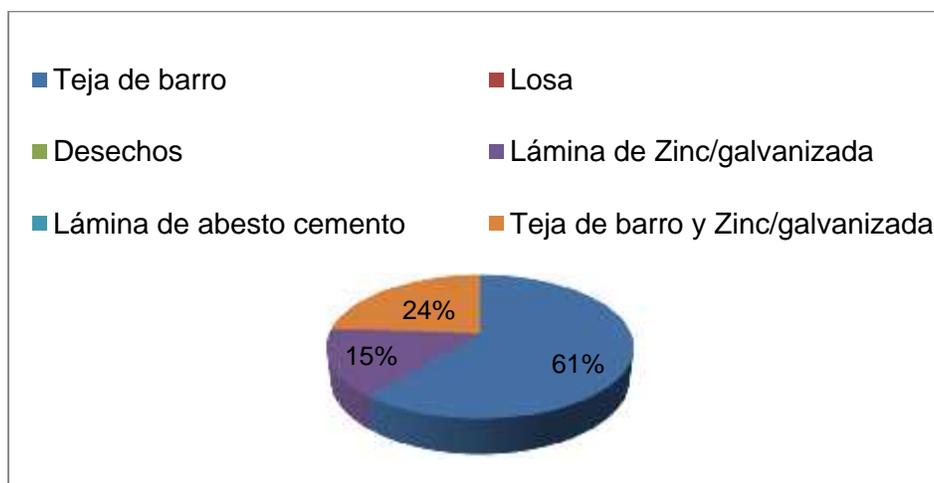
CUBIERTA	
Teja de barro	28
Losa	
Desechos	
Lámina de Zinc/galvanizada	7
Lámina de asbesto cemento	
Teja de barro y Zinc/galvanizada	11

Fuente: Elaboración propia

El 61% de las casas tienen cubierta de techo de teja que equivale a 28 casas, el 24% tienen combinación de cubierta de techo de teja de barro y zinc galvanizado que equivale a 11 casas, el 15% son casas con cubiertas de lámina de zinc galvanizado que son 7 casas de las 46 levantadas.

Definitivamente no es recomendable emplear madera cruda como horcones ni teja de barro porque resultan muy pesadas. (2010)

Gráfico 10 Cubierta de techo



Fuente: Elaboración propia

4.2.3.3.1.3 Estado de la estructura:

Tabla 11 Estado de la estructura de techo

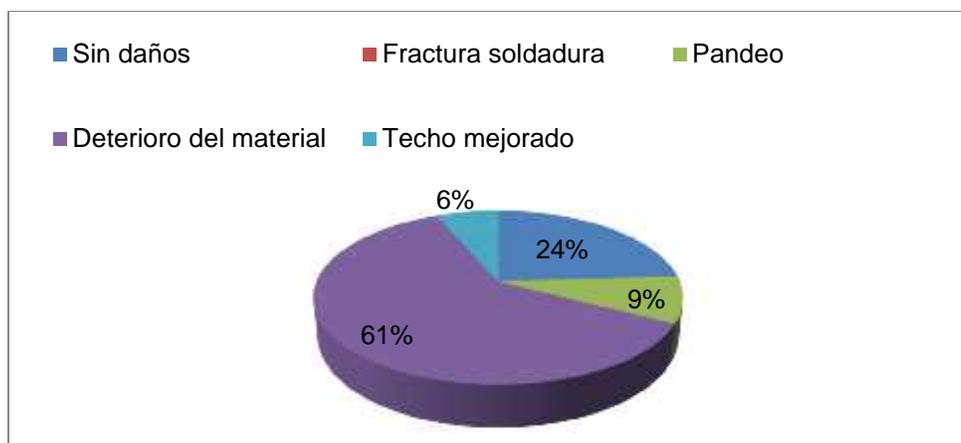
Sin daños	Fractura soldadura	Pandeo	Deterioro del material	Techo mejorado
11		4	28	3

Fuente: Elaboración propia

El estado de la estructura de techo en las viviendas levantadas varía. El 61% de casas poseen deterioro de materiales que son 28 casas, el 24% de casas no tienen ni un daño en la estructura que son 11 casas, el 9% de casas posee pandeo que son 4 casas, y por último el 6% poseen techo mejorado es decir que ha sido modificado por otro nuevo que constituye 3 casas.

Todas estas casas con daños en su estructura han sido por causa de falta de mantenimiento.

Gráfico 11 Estado de la estructura de techo



Fuente: Elaboración propia

4.2.3.4 Pisos y acabados.

4.2.3.4.1 Tipo de suelo:

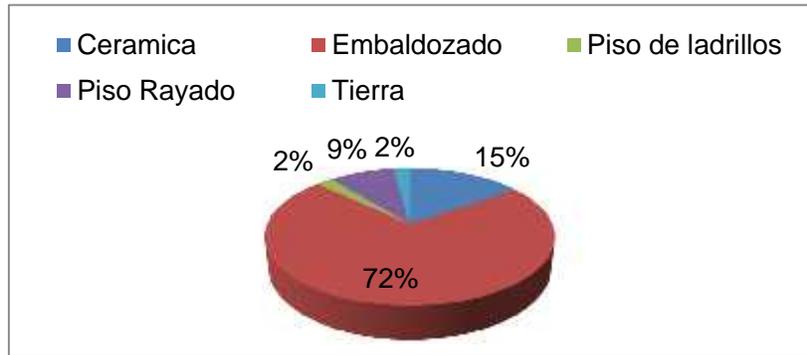
Tabla 12 Tipo de piso

Cerámica	Embaldosado	Piso de ladrillos	Piso Rayado	Tierra
7	33	1	4	1

Fuente: Elaboración propia

El tipo de piso que da un mayor porcentaje es el embaldosado representando un 72% este piso es desde un inicio de las construcciones, esto quiere decir que en la mayoría de viviendas no han mejorado el piso de la vivienda, 15% de cerámica, 5% de piso rayado, y un 2% es piso de tierra, los(as) habitantes han explicado que han arrancado el embaldosado por que se ha realizado de mala manera, y el otro 2% está con piso de ladrillos.

Gráfico 12 Tipo de suelo



Fuente: Elaboración propia por medio de levantamiento de fichas en visitas a campo.

4.2.3.4.2 Estado actual del piso:

Se tomó como referencia el manual de evaluación de daños en las viviendas de El Salvador, a través de la observación se logró identificar el estado actual de los pisos, el nivel de daño se clasificó en dependencia de las grietas y los hundimientos, también

se representa los desniveles esto como consecuencia de donde fueron fundadas las viviendas.

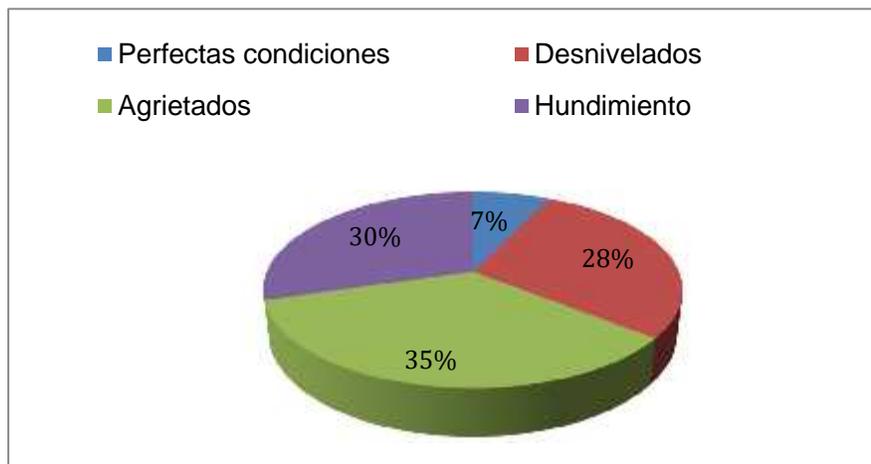
Tabla 13 Estado del piso

Perfectas condiciones	Desnivelados	Agrietados	Hundimiento
7	28	34	29

Fuente: Elaboración propia

El 35% de piso esta agrietado con daños leves en su estructura, el 30% presenta hundimiento, según el análisis ha sido por el tipo de suelo sobre el cual ha sido fundada la vivienda, 28% de viviendas posee desnivel en el piso y por último un 7% de casas en perfectas condiciones quienes han dado un mantenimiento óptimo.

Gráfico 13 Estado de piso.



Fuente: Elaboración propia por medio de levantamiento de fichas en visitas a campo.

El piso debe ser construido con material antideslizante. Esto con el fin de preservar la seguridad de los(as) habitantes. (2004)

4.2.3.5 Puertas y ventanas:

Cada puerta y ventana no deben ser construida cerca de columnas y contrafuertes, debe ser construida de un tamaño no mayor que 1.20m, porque si no se harán las grietas y fisuras según: (2014).

Tabla 14 Casas con daños en puertas y ventanas

Puertas y ventanas	
Fisuras	25
Grietas	12
Sin daños	9

Fuente: Elaboración propia

Gráfico 14 Daños en puertas y ventanas



Fuente: Elaboración propia

) Grietas formadas a la par de las ventanas y puertas

Ilustración 55 Grietas cerca de puerta



Fuente: Elaboración propia.

Ilustración 56 Grieta en ventana



Fuente: Elaboración propia

4.2.3.6 Instalaciones.

Las únicas instalaciones que disponen las viviendas son: la de electricidad, el servicio potable y letrinas.

4.2.3.6.1 Tipo de abastecimiento:

Tabla 15 Tipo de Abastecimiento

Domiciliar	Pozo	Sistema comunitario	No cuenta con servicio	Cantarera	La compra
46					

Fuente: Elaboración propia

El 100% de las 46 casas entrevistadas poseen agua domiciliar que es una de las grandes ventajas ya que e imprescindible el vital líquido.

Gráfico 15 Tipo de abastecimiento



Fuente: Elaboración propia por medio de levantamiento de fichas en visitas a campo.

4.2.3.6.2 Tipo de descarga de aguas negras:

Tabla 16 Tipo de descarga de aguas negras

Baño lavable	Letrina de fosa	Aire libre	Baño y letrina
6	35	0	5

Fuente: Elaboración propia

Las descargas aguas negras tienen mayor porcentaje para las letrinas de fosa que es el 76% por ser según lo que dicen las habitantes más económicas y al no poseer los suficientes recursos económicos para realizar un inodoro (baño lavable) optan por este recurso. El 13 % optó por un inodoro (baño lavable), y el 11% tiene ambas cosas inodoro y letrina de fosa.

Gráfico 16 Tipo de descarga



Fuente: Elaboración propia por medio de levantamiento de fichas en visitas a campo.

4.2.4 Construcción de las viviendas.

El 100% de las casas entrevistadas fueron mujeres, sus habitantes aseguran que ayudaron en la construcción de la casa, donde todos recibieron apoyo técnico por parte de ingenieros, arquitectos, albañiles capacitados en el tema de construcción con adobe mejorado.

Los habitantes han expresado que trabajaron 60 domingos, donde se encargaban de jalar agua y aprender a realizar adobe el cual se realizaba en una fábrica.

4.2.5 Tipo de edificio:

Tabla 17 Situación de vivienda

Sólida	Precaria
35	11

Fuente: Elaboración propia

Las situaciones de las viviendas han sido tomadas por un contexto de análisis a través de la observación y levantamiento de las fichas, esto permitió encontrar un 76% de casas sólidas. Se tomó en cuenta la situación de mantenimiento al menos de un 50% de las viviendas en estado sólido. Se hace énfasis en la definición de sólidas por el buen estado constructivo que podría durar por muchos años, siempre y cuando se le de mantenimiento como se le está dando en la actualidad, caso distinto del 24 % pertenecientes al resto de las casas que están en un estado precario con fallas en su estructura que se definen desde leves hasta severas.

Gráfico 17 Tipo de edificio.



Fuente: Elaboración propia por medio de levantamiento de fichas en visitas a campo.

4.2.5.1 Sólida.

Los edificios son construidos con materiales propios para la construcción la cual es firme, maciza, densa y fuerte, con buen estado constructivo.

4.2.5.2 Precaria.

Los edificios edificados con materiales no propios para la construcción de escasa estabilidad y seguridad.

4.2.6 Niveles de construcción.

Todas las casas son de un nivel, tenían un diseño arquitectónico ya predeterminado desde antes de la construcción.

4.2.7 Observaciones patológicas.

Durante las visitas de campo se observó que 80% de las viviendas presentan fisuras y grietas en su estructura. Se logro observar la vulnerabilidad que se presenta al tener una falta de especificaciones constructivas, lo que provoca que cerca de puertas y ventanas halla mayor registro de fallas estructurales, asi como tambien por los agregados de la tierra desde sus etapas iniciales.

Otro factor presentado por problemas patológicos condiserables es por la humedad que ocasionan manchas en las paredes o muros de adobe y se acelera la capilaridad de agua desde sus cimientos o al contrario la ausencia de agua provoca el agrietamiento y rompimiento de la pared. Todo esto se debe a que los techos permanecen en un estado precario tanto la teja como la madera, la falta de canales y el tipo de techo con las que han sido construidas las viviendas, provoca que este problema patológico se muestre mas a menudo en estas construcciones.

El desarrollo del mantenimiento a lo largo de este tiempo ha sido malo para la mayoría de viviendas visitadas por lo que no ha garantizado la buena conservación de las construcciones y en muchas ocasiones las reparaciones inadecuadas. Estos factores generados pueden llevar a acabo una lesión ya sea superficial o grave.

Sin embargo, actualmente en muchas viviendas no se respeta un adecuado proceso constructivo, o se ha prescindido de la asistencia técnica calificada para las nuevas

construcciones adicionales, generando construcciones vulnerables con riesgos a posibles accidentes. (2010, pag.7)

4.3 Comparación de la normativa salvadoreña y la técnica usada en el barrio pueblos unidos del municipio de Ocotal.

En Nicaragua una de las principales razones por las que se ha descontinuado el uso de las construcciones con tierra, ha sido la vulnerabilidad ante fenómenos naturales como son los sismos, esto ha sido su gran mayoría por errores de diseño, la falta de criterios y normativas, tal como lo explica la Arq. Dulce María Guillen en su artículo “Adobe tierra de nuestra tierra”.

Las construcciones con adobe datan de más de 10 mil años, prueba de ello son las antiguas civilizaciones del lejano oriente, que construyeron grandes ciudades y murallas donde este material era el principal para edificar las viviendas. En América Latina, países como México, Guatemala, El Salvador, Perú y otras naciones de la región andina, tienen una larga historia del uso del adobe en la construcción. Por ese vínculo cultural ancestral, no es extraño que, en muchas ciudades del centro y norte de Nicaragua, el adobe sea el principal material de construcción de la vivienda, no solo de la población más empobrecida, sino también de clases media y alta, que lo usaron para levantar casas señoriales de anchas paredes, amplios patios y corredores internos. (IPN)

Tabla 18: Semejanzas entre el barrio Pueblos Unidos del municipio de Ocotal y El Salvador

Semejanzas / Relaciones	
Pueblos Unidos	El salvador
<p>Materiales de construcción</p> <p>Se conoce que el adobe es una pieza solida de tierra sin coser, con forma cuadrada y/ rectangular.</p>	<p>Materiales de construcción</p> <p>Se usa la vara de castilla, es un vegetal de la familia del bambú utilizado como refuerzo vertical y horizontal en las paredes de adobe reforzado, en Nicaragua se usaría Paracay de ser usado este sistema.</p> <p>Para la Fabricación de adobe existen pruebas de campo que se pueden realizar en el terreno previo a las construcciones. (Esto se aplica en ambos países).</p>
<p>Los trabajos preliminares, limpieza, nivelación del terreno, trazo y replanteo son tareas que se ejecutan al inicio de una obra.</p>	
<p>Son sistemas que se construyen en base a los materiales disponibles en el lugar de construcción, un 90 % de los materiales son la tierra o se hacen con la tierra: el bloque de adobe, el mortero para pegar el adobe, la tierra para repellar las paredes.</p>	
<p>Realización de estudios de suelos anticipados para la selección de la tierra y elaboración de adobes de buena calidad.</p>	

Fuente: Elaboración propia

Tabla 19: Diferencias entre el barrio Pueblos Unidos del municipio de Ocotal y El Salvador

Diferencias	
Pueblos Unidos- Nueva Segovia	El Salvador
Comportamiento de los sistemas constructivos	
<p>El sistema de adobe es el sistema más antiguo utilizado en la zona. Los edificios</p>	<p>El sistema de adobe reforzado se le agrega un refuerzo vertical “la vara de castilla” esta es</p>

<p>más antiguos y representativos de la ciudad fueron hechos con adobe, es un sistema económico en comparación con los sistemas de mampostería y madera. Dado que el sistema de adobe trabaja como muro de carga y no requiere de estructura adicional para sostener la cubierta, permite acabados de gran calidad en el aspecto arquitectónico y constructivo, en Nicaragua no hay parámetros, se construye a criterios de albañil o técnico que sugieren los modelos la construcción.</p> <p>Sistema de adobe mejorado en las casas de pueblos unidos.</p> <p>Su comportamiento estructural es diferente por eventos sísmicos es más vulnerable, no cuenta con refuerzos interiores (verticales y horizontales) que garanticen la seguridad considerada como adobe reforzado.</p>	<p>ubicada desde el sobrecimiento y queda insertada en toda la construcción, se coloca de la siguiente manera: una vara de castilla horizontal a la que se amarra las varas verticales, deben colocarse a cada 64 cm de distancia y en el centro del grueso de la pared, la vara de castilla debe medir 2cm de diámetro y ser una sola pieza, recta, maduras y libres de cascara, la intención es brindar la resistencia de las paredes ante un sismo, dándole mayor seguridad, se hace necesario colocar en toda la estructura y cada 03 hiladas un entramado de vara de castilla horizontal, esto permite que aunque la casa se dañe, no se caiga abruptamente. Las soleras o coronamiento van ligadas a la vara de castilla que es el refuerzo en la estructura del sistema de adobe reforzado en El Salvador.</p> <p>Su comportamiento estructural permite que dispongan de mayor ductilidad y tienen mayor capacidad de sufrir deformaciones sin romperse.</p>
Configuración arquitectónica de una vivienda	
Emplazamiento de una vivienda	
<p>El 90% de las viviendas fueron emplazadas en lugares adecuados, sin embargo, el 10% están ubicadas en corte de una pendiente, lográndose identificar mayores patologías a</p>	<p>Según la reglamentación salvadoreña las viviendas no deben emplazarse en el corte de una pendiente del terreno, los impactos horizontales de la tierra pueden provocar</p>

<p>estas estructuras, según, los terrenos deben tener la capacidad portante necesaria para soportar cargas y no estar ubicadas en cortes de una pendiente.</p>	<p>colapso.</p>
<p>Cimientos y sobrecimiento</p>	
<p>El estudio de las viviendas de tierra del barrio pueblos unidos permitió identificar que el 19% de estas viviendas presentan un daño moderado y el 20% un daño fuerte, relacionado con la socavación de los cimientos y tipos de suelos en los que fueron fundadas estas viviendas.</p> <p>Además, que no cumple con los estándares de la norma salvadoreña, donde se refleja que el nivel de desplante de estas viviendas en los cimientos es de 45, según la norma la profundidad de la excavación y/o desplante de la fundación, no deberá ser menor a 50 cm a partir del suelo normal, en el barrio pueblos unidos se sustituyendo el mortero de tierra tradicional por mortero de cemento y arena, para evitar la infiltración de la humedad al muro, sin embargo, la norma contempla que se debe usar piedra cantera ligada con mortero y una dosificación de 1:5, siendo una medida a base de cemento bajo la norma ASTM C1157 Tipo GU y cinco medidas de arena cernida por una abertura</p>	<p>Cimientos: Estructuras de piedra fraguada con mortero, cuya función es soportar y transmitir las cargas de las paredes y del techo hacia el suelo, primeramente, debe estar asentada sobre un suelo firme y su nivel de desplante no debe ser menor a los 50 cm.</p> <p>Sobrecimiento: Deberá ser la continuidad del cimiento la función principal es evitar que las paredes entren en contacto directo con el suelo natural, deberá tener una altura mínima de 25cm de alto a partir del cimiento. Los materiales a utilizar deben ser piedra cantera ligada con mortero, con una dosificación de 1:4, siendo una medida a base de cemento bajo la norma AS</p> <p>La planta debe ser de preferencia simétrica, recomendando la forma cuadrada.</p>

<p>no mayor de 9.5 mm (3/8-in).</p> <p>En las viviendas de pueblos unidos se incorporó a la cimentación la construcción de un sobrecimiento ciclópeo de piedra bolón y mezcla de concreto de 20 centímetros de altura, este sobrecimiento evita el contacto del bloque de adobe con la humedad.</p> <p>Las plantas de las viviendas son cuadradas. Estos estándares posibilitan la redistribución de una manera adecuada y segura de la carga de los muros por lo cual deben ser tomada a la hora de futuras construcciones con este sistema.</p>	
Paredes	
<p>Las paredes se levantaron con bloque de adobe mejorado, con una nueva medida de 30 cm x 30 cm x 10 cm, lo que responde a la recomendación de que una pared puede tener 10 veces la altura que el espesor de la misma, y ya que el diseño contempla paredes con un máximo de 3.00 mt en los mojinetes o culatas, se definió esta dimensión para el bloque, no cumple con la altura máxima libre recomendada por la norma salvadoreña de 2.40 metros.</p> <p>Para lograr mayor estabilidad de la construcción se han incorporado los contrafuertes, en las paredes más altas y en</p>	<p>Para un adecuado diseño de las paredes que brinden estabilidad a toda la estructura deberán cumplir con lo siguiente: Los contrafuertes deberán ser colocados a una distancia no mayor a 10 veces el espesor de la pared.</p> <p>Las paredes y los contrafuertes deberán estar entrecruzados a través del cuatrapeado de adobes.</p> <p>Los adobes deben tener las siguientes medidas: adobe entero cuadrado de 30 cm por 30 cm por 10 cm de espesor y adobe mitad rectangular de 14 cm por 30 cm por 10 cm de</p>

<p>las más largas de la vivienda, este sistema de arriostre brinda más capacidad a los muros para soportar cargas y empujes, dándosele mayor estabilidad a los muros ante un eventual sismo. (Sin embargo, la ubicación de uno de los contrafuertes en medio de la vivienda en la pared frontal ha sido quitados en un 25% de las viviendas, provocando que la estructura tenga un mayor riesgo a sufrir fallas. En las viviendas que se quitó este contrafuerte se pudieron observar fallas graves.</p> <p>Las viviendas de este barrio no se complementan con refuerzos verticales que garanticen la seguridad considerada como el sistema de adobe reforzado; los muros deben resistir porque reciben carga de las cubiertas y al estar reforzadas por elementos verticales en cada intersección y en los espacios intermedios, permiten disponer de mayor ductilidad y capacidad de sufrir deformaciones sin romperse.</p> <p>Por la situación económica la gente comienza a realizar una pieza y no planifica toda la vivienda, esto lleva a no sacar las mitades de los adobes de los contrafuertes que lindaran con la ampliación, para que la pared que se va construyendo quede</p>	espesor.
--	----------

cuatrapeada con la construcción vieja.	
Acabados en paredes	
<p>Una vez terminada la vivienda y para proteger el bloque se aplicó el repello, estaba constituido por una mezcla de tierra y arena de río que fue “agriada” por 02 días como mínimo, para que la arcilla aumentara la capacidad de adhesión del mortero al muro. El repello se aplica al modo antiguo, cuidando que las esquinas tengan los cantos muertos y con un espesor de 1 cm. Se cumple con el espesor recomendado de la norma teniendo un máximo de 1 cm, sin embargo, no con los requerimientos de la técnica del Salvador según las dosificaciones.</p> <p>Finalmente se aplicó una capa de cal, previamente “podrida” por 5 días, con una pequeña parte de cemento, en todas las paredes.</p>	<p>Los acabados en las paredes se deben impermeabilizar, con un repello y un afinado, la técnica comprende la aplicación de una capa de mezcla con una dosificación 1:2:3, siendo una medida de cal hidratada, 2 medidas de arena y 3 medidas de tierra blanca cernida por una abertura a no mayor de 4.75 mm (4-in). El deberá de hacerse utilizando una dosificación de 1:5; una medida de arenilla y 5 medidas de cal hidratada.</p>
Estructura y cubierta de techo	
<p>Una vez terminados los muros se coloca la estructura de techo o “Artesón”, el que es de madera de pino curado, los aleros no eran tan amplios por lo cual no protegían en su totalidad las paredes, provocando erosión y desprendimiento de repello por humedad. La cubierta del techo fue teja de barro cocido, esta contribuye a un ambiente</p>	<p>Estas deben ser constituidas por materiales livianos para evitar las concentraciones de cargas en las paredes.</p>

<p>climático óptimo dentro de la vivienda, pero no es recomendable para este tipo de edificaciones como lo indica la norma salvadoreña.</p>	
<p>Puertas y ventanas</p>	
<p>Los huecos de las puertas y las ventanas no son proporcionales a la casa y son muy cerca de las esquinas.</p> <p>NTON- Dimensionamiento mínimo para desarrollo habitacional.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Cartilla Nacional de la construcción 	<p>Los vanos deben ser pequeños y de preferencia centrados. Dependiendo de la esbeltez de los muros, se definirá un sistema de refuerzo que asegure el amarre de las esquinas y encuentros.</p>
<p>Reglamentación</p>	
<p>Se han diseñado documentos que se inclinan a las necesidades para el establecimiento de las normas que deberían cumplir a través de los talleres desarrollados con una red Iberoamericana PROTERRA a fin de compartir estándares de calidad, esto ayudara a que las personas se puedan hacer cargo del desarrollo de tecnología y que también resulta de utilidad para estudiantes, profesores y personas que desempeñan la labor en la construcción con tierra.</p> <p>Actualmente se hace usos de cartillas que no es de uso obligatorio y no hay instituciones que implementen lo que plantea la cartilla.</p>	<p>Cuenta con los comités y organismos nacionales de reglamentación técnica salvadoreño, instancias encargadas de garantizar censos nacionales e internacionales a los proyectos elaborados como RTS 91.02.01:14 urbanismo y construcción en lo relativo al uso del sistema constructivo de adobe para viviendas del salvador, este documento está sujeto a la revisión con el objeto de que responda en todo momento a las necesidades y exigencias de la técnica moderna.</p> <p>Se construyó un instrumento legal, tiene una aplicación obligatoria a través de las instituciones que regulan las infraestructuras.</p>

Fuente: Elaboración propia

Las relaciones y diferencias entre ambos son muy relativas, los dos conllevan a un mismo propósito de estudios y nuevas técnicas de mejoramiento en base con el adobe mejorado y el adobe reforzado, con un fin de garantizar la plena seguridad de sus habitantes y minimizar los riesgos que se puedan generar por desastres naturales.

El sistema de adobe mejorado en el barrio Pueblos Unidos no está cumpliendo parámetros de las normativas con las que se especifican de acuerdo al sistema constructivo en el Salvador.

El sistema de Adobe Reforzado, brinda nuevas alternativas económicas y seguras de construcción, en Nicaragua se hace necesaria la creación de medidas adecuadas para reducir los daños en las viviendas y la consecuente pérdida de vidas humanas.

4.4 Fortalezas y Capacidades del barrio Pueblos Unidos.

El liderazgo, iniciativa y pro actividad fueron el enfoque de la disposición para desempeñar actividades de labores técnicas en la construcción, así como la comunicación en este ámbito. Las personas por su nivel empático y crítico han logrado que la metodología tecnificada muy poco experimentada, se realice mediante estudios realizados ya que hay una gran cantidad de problemas.

A raíz de ello se implementaron nuevos procedimientos, es por eso que se identificó que en esta zona todas las personas conocen el método de construcción con el adobe tradicional lo cual con los años se han ido ampliando y desarrollando nuevos cambios y adaptaciones como el adobe reforzado.

Es importante señalar que hay personas que desempeñan esta labor, en el sentido de dar oportunidades y de mejorar la calidad de vida que hoy en día han aprendido mediante la práctica y la experiencia, esto es una fortaleza para tecnificar y planear sus conocimientos ayudando a otras personas que se interesan.

Pese a sus carencias económicas y el clima muchas veces, han demostrado que el adobe es un material duradero entre tantos años de existencia que les ha permitido contribuir a un tema de gran importancia a nivel mundial y que las nuevas técnicas

serán un cambio de vida entre sus habitantes y un puente a una posible sustentabilidad económica ya que abrirá nuevas oportunidades de empleos.

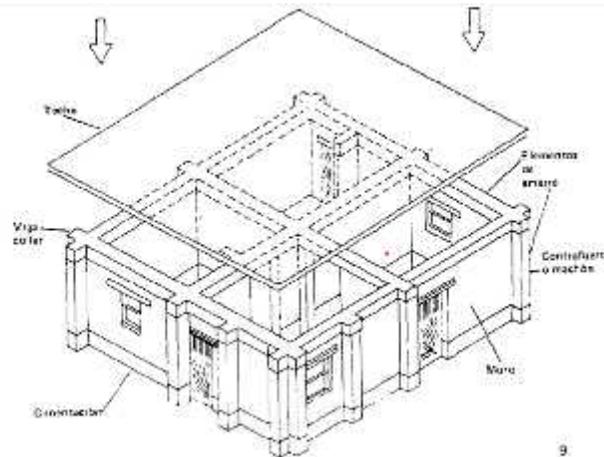
Además de presentar mejores condiciones han demostrado diversidad de fortalezas y capacidades.

Se espera que con los objetivos empleados y la recolección de información las personas puedan mejorar su implementación en técnicas y que todo lo que plantearon se utilice como guía para el mejoramiento del adobe y parámetros propuestos con la seguridad del sistema de adobe reforzado podrán tener un confort resistente para las nuevas generaciones.

4.5 Propuesta de mejoramiento de las viviendas de adobe para la tecnificación de albañiles del barrio Pueblos Unidos del municipio de Ocotal.

Este trabajo evidencia la necesidad de una norma constructiva de casas de adobe reforzadas, Nicaragua comparte similitudes entorno a las características sísmicas de El Salvador, partiendo de esto se proponen paso a paso de cómo se debe configurar una vivienda y mejoras de técnicas constructivas tomando como referencia la norma salvadoreña en función de los hallazgos del diagnóstico, este trabajo será devuelto en una cartilla que posibilite a los (as) pobladores del barrio pueblos unidos y personas que trabajen en el sector de la construcción aprender/capacitarse del sistema constructivo de adobe reforzado.

Ilustración 57 Técnicas constructivas



Fuente: Libro construcción de vivienda económica, página 7

En caso de una construcción nueva deben tomarse los siguientes aspectos en el sistema estructural de la construcción, la cual está compuesta de:

- Buenos adobes.
- Cimiento y sobrecimiento.
- Paredes cuatraperadas, para evitar las fallas en las paredes y la caída de la construcción.
- Contrafuertes.
- Sisas delgadas
- Refuerzo de vara de castilla o paracay
- Soleras o coronas
- Repellada
- Techo liviano
- Piso que no sea de tierra.

4.5.1 Fabricación de adobes.

La tierra con que se elaboren los adobes debe ser limpia, sin piedras ni desperdicios, es necesario hacer pruebas preliminares de la materia prima antes de iniciar la fabricación de adobe, las pruebas de campo consisten en; prueba del puro, rollito o

cigarrillo, prueba de la botella, prueba de la pastilla, la tierra deberá tener un balance apropiado de arena y arcilla. La mezcla para adobe debe hacerse cuidadosamente con la tierra completamente seca a fin de obtener una masa homogénea, la cantidad optima de agua por lo general es de un 30% de agua con respecto al peso del suelo. Todo exceso de agua sobre este límite redundara en un adobe de menor resistencia y de forma deficiente.

Las medidas propuestas de adobe son las siguientes: 30cm de ancho por 30 cm de largo por 10 cm de espesor.

4.5.2 Pruebas in-situ para la elaboración de adobe.

4.5.2.1 Prueba del puro, rollito o cigarro.

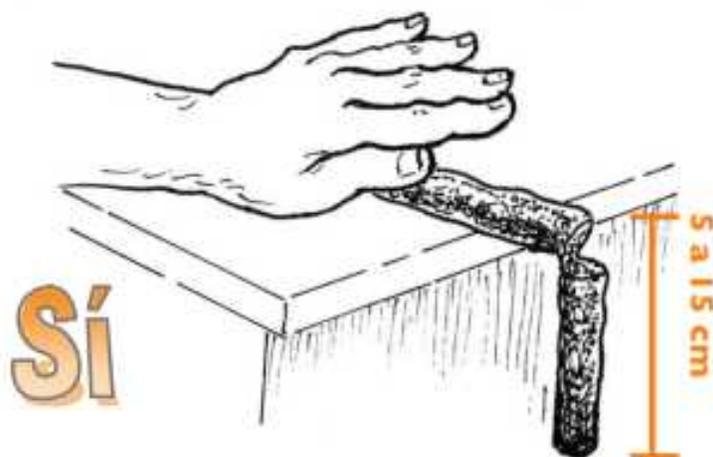
Para la fabricación de las unidades de adobe, se verificara para determinar si el suelo conviene o no y consistirá en: se toma una porción de tierra suficiente mezclada con agua, para alcanzar un estado plástico de modo que se haga moldeable sin que se pegue en la mano, con la palma de la mano forma rollitos de 2cm - 3cm de diámetro sobre la mesa y de 15cm a 20cm de largo; colocándolo al extremo de la mesa y sacándolo al vacío se darán los siguientes posibles resultados:

➤ Resultado 1:

Si el rollo mide entre 5 y 15 cm, la tierra tiene la cantidad adecuada de arcilla y arena y es buena para hacer adobes y mezclas de para repellos con tierra.

((2014)

Ilustración 58 Prueba del puro, rollo o cigarro adecuada.



Fuente: Mi casa 10, sistema de adobe sismo resistente 2010

➤ **Resultado 2:**

Si el rollo se rompe antes de que mida 5 cm la tierra tiene mucha arena. Agrega un poco de arcilla y limo a la tierra y vuelve a hacer la prueba.

Ilustración 59 Prueba del puro, rollo o cigarro mucha arena.

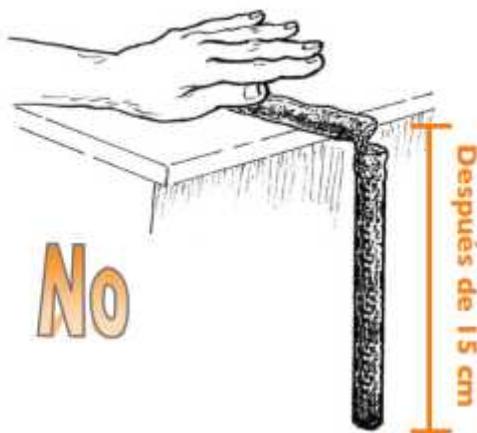


Fuente: Mi casa 10, sistema de adobe sismo resistente 2010

➤ **Resultado 3:**

Si el rollo mide más de 15 cm, la tierra tiene mucha arcilla. Agrega un poco de arena gruesa a la tierra y limo y vuelve a hacer la prueba.

Ilustración 60 Prueba del puro, rollo o cigarro mucha arcilla.



Fuente: Mi casa 10, sistema de adobe sismo resistente 2010

4.5.2.2 Prueba de la botella.

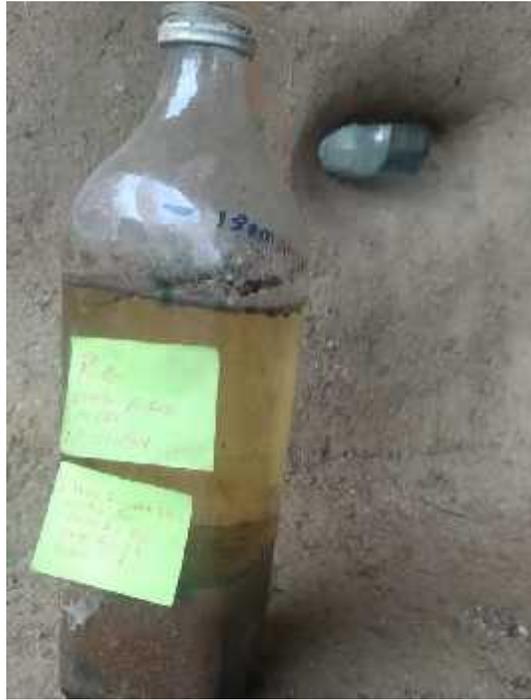
Esta prueba permite conocer las proporciones de los elementos que componen el tipo de tierra que se está utilizando. De esta manera podemos darnos cuenta si se necesita de otro elemento para que sea ideal para la elaboración de mezclas para repellos.

En una botella de vidrio o plástico transparente y liso se coloca tierra hasta $\frac{1}{3}$ de la altura de la misma y $\frac{2}{3}$ de agua, la agitamos por varios minutos, la dejamos reposar por 24 horas en un lugar estable y sin moverla.

Al finalizar el resultado se puede observar una capa de material más grueso en el fondo (arena), sobre ella una capa de limo y finalmente la arcilla.

El resultado ideal es 20% arcilla, 40% limo y 40% arena, dependiendo de este resultado veremos que elemento podemos agregar para mejorar la tierra y poder utilizarla para elaborar nuestras mezclas.

Ilustración 61 Prueba de la botella



Fuente: Elaboración propia

4.5.2.3 Pruebas de la pastilla.

Se toma una porción de tierra con agua de tal manera que sea moldeable y que no se pegue en las manos, haciendo una pastilla de 1 o 2 cm de espesor y 10cm de diámetro como mínimo, se deja secando varios días al aire sin que le caiga el sol directamente.

Cuando esta ya se haya secado, se procede a rasparla con una moneda para determinar la cantidad de limo, si esta suelta mucho polvo significa que la tierra es bastante limosa, luego se debe intentar romperla con los dedos y presionándola a la mitad.

De romperse con facilidad, la tierra no es buena para hacer mezclas para repellos ni adobes; en cambio sí se resiste a la fuerza que se ha aplicado, la tierra es ideal para la elaboración de las mezclas para repellos. (2017)

Ilustración 62 Prueba de la pastilla



Fuente: Elaboración propia.

4.5.3 Resistencia del adobe.

Cuando se tiene elaborado el adobe se le hace prueba de resistencia la que consiste en: ubicar un adobe sobre dos adobes, el adobe que se ubique encima de los dos adobes deberá quedar a 02 centímetros de cada extremo, luego una persona que tenga un peso de 150 a 200 libras debe apoyar su peso encima del adobe con un solo pie, si el adobe no se parte se asume que paso la prueba de resistencia los resultados de resistencia y las especificaciones son tomadas del reglamento (Técnico Salvadoreño (Minke, 1994. pag 15,16 y 17.)

Ilustración 63 Resistencia del adobe.



Fuente: Mi casa 10, sistema de adobe sismo resistente 2010

4.5.4 Calidad del adobe.

El adobe, su composición se basa en mezcla de 40% de limo, 40% de arena y 20% arcilla, se le debe agregar fibras grandes y pequeñas, las fibras grandes pueden ser (paja, zacate, fécula de pino, paste de montaña de 10 cm) y fibras pequeñas (se utiliza el estiércol de caballo) estas fibras permiten que tengan mayor resistencia en cuanto los cambios que pueda haber en el clima.

Por otro lado, existen métodos para establecer si un suelo es apto para fabricar adobes en base a las pruebas de campo, si este no cumpliera con los parámetros se hace un mejoramiento que permita llegar a un aproximado de la mezcla para la elaboración de adobe.

4.5.4.1 Secado y almacenamiento de adobes.

Para el secado de los adobes, utilizar una superficie horizontal, limpia y libre de impurezas orgánicas, este tendal deberá poder albergar la producción de una semana, deberá ser techado en épocas muy calurosas o lluviosas, luego de 03 días los adobes

se podrán poner de canto y al cabo de una semana se deberán apilar. (Estas recomendaciones se proponen partiendo de que en las entrevistas las y los habitantes mostraron interés de ampliar las viviendas).

4.5.4.2 Cimentación.

Para construir la fundación de una vivienda, se debe contar con un terreno que sea seco, duro, plano, como parte de la gestión de riesgos y amenazas. A demás deben construirse con cimientos mejorados como los que propone la norma haciendo que las viviendas tengan estabilidad y sean más seguras.

El estudio de la cimentación se debe iniciar con el conocimiento de las características del suelo sobre el que se va a construir.

Ilustración 64 Clasificación de suelos



Fuente: Libro construcción de vivienda económica, página 8.

El ancho de la cimentación dependerá del peso del muro, techos y de la calidad del suelo, por ejemplo; para una misma carga en terreno blando el cimiento será más ancho que en un terreno duro.

El cimiento debe estar asentado sobre un suelo firme de material no orgánico ni plástico, el trazo deberá tener una intersección correcta de las paredes en ángulo de 90 grados.

Se deben determinar las niveletas la sección y profundidad de la excavación, por lo que el nivel de desplante no deberá ser menor a los 50 cm a partir del suelo natural.

4.5.4.3 Sobrecimientos.

Este deberá ser la continuidad del cimiento con un espesor de ancho de la pared y una altura mínima de 25 cm de alto.

En el caso de las viviendas de Pueblos Unidos que ya están construidas se recomienda la construcción de un pequeño canal de 15 cm de profundidad por 20 cm de ancho para desaguar el agua de la lluvia que cae de los lechos, evitando que suba la humedad y evitando la erosión debido a la escorrentía del agua lluvia o efecto capilaridad.

Ilustración 65 Sobrecimiento adobe Nicaragua.



Fuente: Memoria de pueblos unidos.

Esta imagen representa la construcción del sobrecimiento de las viviendas de pueblos unidos permitiendo tener más seguridad y que no se humedezca por el efecto de capilaridad donde el agua sube hacia los muros.

4.5.4.4 Levantamiento de paredes.

Se recomienda que el levantamiento de paredes se debe hacer de manera simultánea con los contrafuertes en todo su perímetro.

Para construcciones nuevas se recomienda hacer uso del refuerzo vertical que consiste en varas de paracay embebidas en el sobrecimiento con un distanciamiento máximo de 2 adobes (64cm) entre sí, en toda la longitud, en las esquinas y en intersecciones de paredes, colocado de forma continua hasta la solera de coronamiento y/o mojinete; y el refuerzo horizontal se realiza colocando varas de paracay cortada a media caña, entre las hiladas sobre el eje de la pared, deberá colocarse 2 mitades de vara en toda la longitud de las paredes a cada 3 hiladas. (En Nicaragua se necesita hacer pruebas de tracción a las varas de paracay)

Los refuerzos posibilitan que las construcciones por medio de este sistema de normativa sean más seguro y de mejor eficiencia, evitando que las viviendas se deterioren y desplomen mediante cualquier sismo y hará evitar las grietas en paredes a largo plazo.

Ilustración 66 Cimientos y sobrecimientos mediante Normativa salvadoreña



Fuente: Construcción con adobe sismo-resistente MEDES y ASF

Una pared puede tener 10 veces la altura que el espesor de la misma, sin embargo, se debe respetar la altura libre de máximo de 2.40 m desde el nivel superior del sobrecimiento hasta el nivel inferior de la solera de cargadero.

Ilustración 67 Levantamiento de paredes mediante Normativa Salvadoreña



Fuente: Construcción con adobe sismo-resistente MEDES y ASF

Se propone que el mortero utilizado para las uniones deberá ser del mismo material con que los adobes fueron fabricados.

4.5.4.5 Reparación de grietas en las viviendas del barrio Pueblos Unidos.

La aparición de grietas en las edificaciones, se debe a una redistribución de esfuerzos en el material cuando se presenta una distorsión dada por un movimiento cualquiera, la distorsión provoca dos tipos de esfuerzo: los de compresión y los de tracción, con resultado de una aparición de grietas en la zona de tracción, debido a que los materiales trabajan en menor medida a este tipo de esfuerzo.

Según los daños encontrados en las viviendas se propone las siguientes reparaciones:

- **Daños leves:** Grietas finas y se pueden tratar fácilmente con decoración superficial.

- **Daños moderados:** Estas requieren de abrirlas y ser enmascaradas por un adecuado revestimiento; se debe arreglar la junta de la mampostería exterior y puede ser necesario remplazar una cantidad de adobe dependerá de las dimensiones de la parte afectada. Los adobes deberán realizarse haciendo uso de las pruebas de campo antes mencionada.
- **Daños Fuertes:** Son grietas largas las cuales requieren una extensiva reparación envolviendo un trabajo de demoler y remplazar secciones de la pared. (especialmente sobre puertas y ventanas).
- **Daño Severo:** Estas requieren un mayor trabajo de reparación envolviendo una parcial o total reconstrucción, las vigas y las paredes han perdido capacidad de carga; las paredes se inclinan y requieren un apuntalamiento; las ventanas colapsaron por la distorsión y existe el peligro de daño estructural.

Se identificaron grietas en los encuentros de las esquinas, se recomiendan reparar colocándose llaves, se pueden colocar cada 5 hiladas y siempre aprovechando las juntas. El corte del muro para la colocación de las piezas de madera que conformaran la llave debe hacerse con mucho cuidado tratando de dañar lo menos posible los adobes. Luego se deben recubrir con mortero de barro y paja los espacios que queden entre la llave y el muro.

4.5.4.6 Puertas y ventanas.

Todos los vanos deberán estar centrados, un ancho de un vano no deberá ser mayor que 1.20 mts, la distancia entre una esquina y un vano no debe ser inferior a 3 veces el espesor del muro y como mínimo 0.90, la suma de los anchos de los vanos en una pared no debe mayor que la tercera parte de su longitud. El empotramiento de un dintel aislado no debe ser inferior a 40 cm.

Ilustración 68 Levantamiento de fichas técnicas

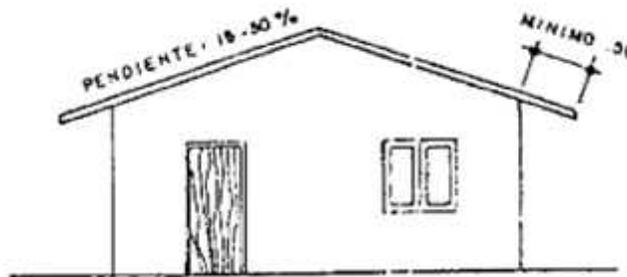


Fuente: Elaboración propia

4.5.4.7 Estructura y cubierta de techo.

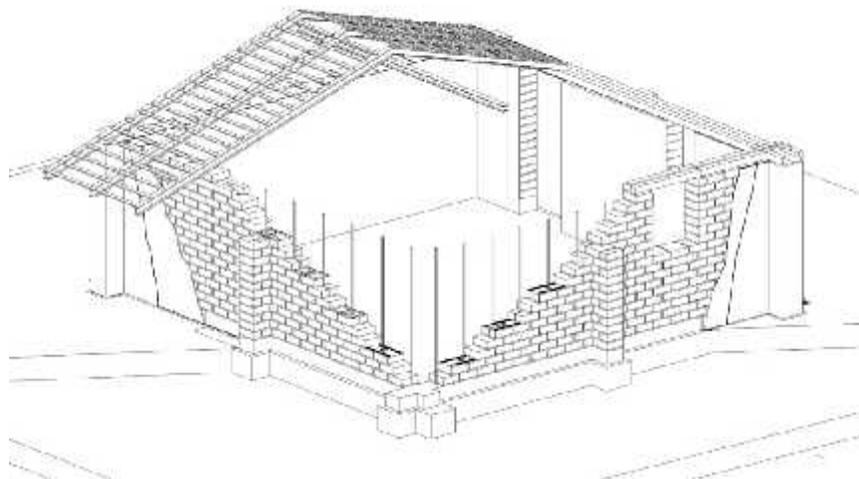
La estructura y cubierta de techo, deberían ser constituidas por materiales livianos para evitar las concentraciones de cargas en las paredes, una o dos aguas, es importante estudiar la pendiente de los techos y la longitud de los aleros de acuerdo con las condiciones climáticas de cada lugar, la pendiente puede variar de 15 a 30%, los aleros perimetrales deberán tener una longitud mínima de 50 cm, para impedir que los muros sean humedecidos por el agua de lluvia.

Ilustración 69 Estructura y cubierta de techo



Fuente: Manual para la construcción de adobe página 20

Ilustración 70 Estructura de vivienda mediante Reglamento Salvadoreño



Fuente: Construcción con adobe sismo-resistente MEDES y ASF

Se hace necesario hacer consciencia acerca de las estructuras del techo de las viviendas, las estructuras que son de madera presentan daños por plagas “termitas” y por falta de mantenimiento preventivo y correctivo, se propone hacer cambios de los elementos de las columnas, soleras y alfajías que presenten daños.

Las viviendas estudiadas con techo de tejas presentaban fisuras en la parte que soporta la estructura de techo, esto se presenta cuando falta la viga collar que reparta horizontalmente las cargas (esta se encuentra en mal estado).

-) Lo primero que se debe hacer es quitar las tejas, con el fin de evitar que se continúen cayendo y liberar la estructura esto permitirá que se haga un mejor trabajo de apuntalamiento.
-) Luego de realizar el apuntalamiento del techo se procede a eliminar los adobes dañados y se reemplaza la viga collar.
-)

4.3.1.8 Repello y acabado de paredes.

El repello es una parte esencial en este tipo de construcción ya que esto evitará el alojamiento de insectos.

Ilustración 71 Repello de viviendas mediante Reglamento Salvadoreño



Fuente: Manual popular para la construcción de la vivienda de adobe sismo-resistente

En las viviendas de Pueblos Unidos se recomienda eliminar los repellos con cal y cemento, este tipo de repello se cae y las paredes queden descubiertas, el cemento es frágil y quebradizo, muy poco flexible y atiende a crear fisuras por las cargas térmicas que expanden y contraen el material por impactos mecánicos.

Se propone aplicar repello y acabados de cal con tierras naturales, la cal es el conglomerante que por sus propiedades físicas y mecánicas es el más compatible con las construcciones de tierra que posibilitan la impermeabilización

-) Este mortero se obtiene mezclando cal viva con agua dentro de un recipiente en las mismas proporciones (1:1) para que este se añeje, se sabe que mientras más tiempo tenga la mezcla, mejora sus propiedades, por lo que se sugiere hacer esta mezcla que haya transcurrido semanas desde que se hidrato la cal viva.

En la fachada principal se recomienda darle mantenimiento al repello de la pared y del zócalo, utilizando el mortero de cal apagada previamente descrito, esto ayudará a prevenir la aparición de humedad en las paredes.

La humedad y la erosión producidas en los muros, son una de las principales causas del deterioro de las construcciones de adobe, por lo cual debe ser necesaria su protección a través de:

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

4.5.4.8 Construcciones adicionales.

El 57% de las viviendas del barrio Pueblos Unidos realizaron una habitación adicional a la del diseño inicial, estas deben ser eliminadas ya que no cumplen con los criterios de construcción iniciando por las dimensiones de los adobes, sin embargo, se puede trabajar y reutilizar los materiales, una de las ventajas de la tierra.

Se propone mantener la debida distancia entre los contrafuertes, amarrar al cuatrapeado de las otras paredes, se deben sacar las mitades de adobe de los contrafuertes que lindaran con la ampliación, para que la pared que se construya quede cuatrapeada con la construcción vieja.

-) Se debe fijar un mínimo para la distancia entre el cruce de paredes y el vano de una puerta o ventana.
-) El espesor de las paredes se debe establecer de acuerdo con la distancia entre paredes transversales y la altura de la misma.

Ilustración 72 Habitación adicional



Fuente: Elaboración propia

4.5.3 Propuesta de mantenimiento que se le debe dar a las viviendas de adobe.

En las viviendas estudiadas del barrio pueblos unidos se reflejan que el 80% de las casas no se les ha dado mantenimiento, por lo cual esto provoca deterioro y también que se produzcan daños leves, moderados, fuertes y hasta severos.

Dar un mantenimiento periódico a la vivienda aumenta la durabilidad de los elementos que la componen y asegura que siga funcionando correctamente, por eso es importante identificar factores que puedan deteriorarla y tomar acciones preventivas para garantizar una buena salud de las viviendas.

Propuesta a realizar el siguiente mantenimiento:

- Protegerla de la humedad. Para ello hay que reparar cualquier fractura o desgaste de repello, y mantener los alrededores de la vivienda libre de objetos que favorezcan la humedad.

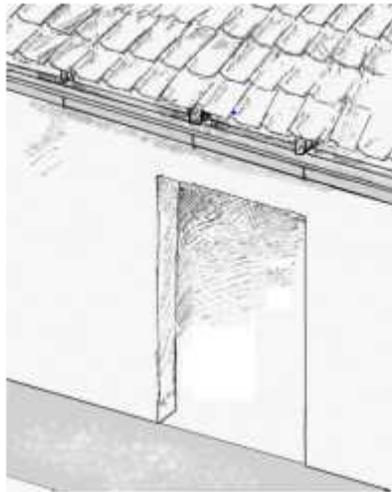
Ilustración 73 Mantenimiento de paredes



Fuente: Misa 10 sistema de adobe sismo resistente.

- Es conveniente colocar canales en los techos para evacuar lluvias y construir ceras alrededor de la vivienda.

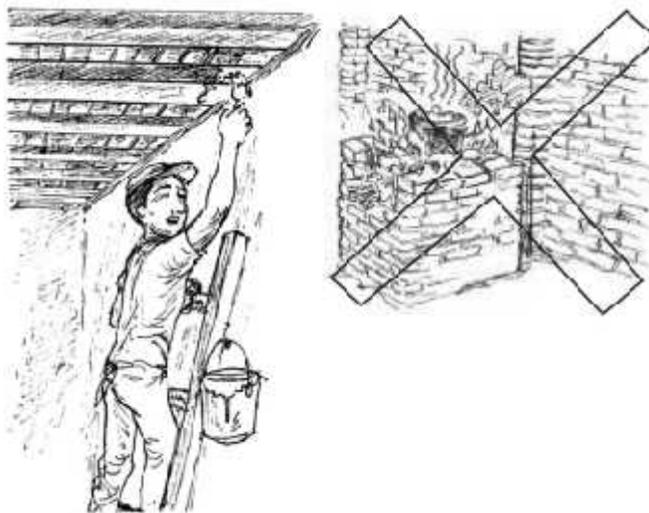
Ilustración 74 Canales de techos.



Fuente: Misa 10 sistema de adobe sismo resistente

- Pintar con pintura anticorrosiva, cada año las partes de metal, no construir corrales ni cocinas a la par de las paredes, ni amarrar animales en las columnas del corredor

Ilustración 75 Pintar acero.



Fuente: Misa 10 sistema de adobe sismo resistente

- Mantener libre de objetos y basura el techo; asear diariamente el interior de la vivienda, procurando que no permanezcan animales para evitar la proliferación de la chinche picuda y otras alimañas.

Ilustración 76 Techos libres de objetos.



Fuente: Misa 10 sistema de adobe sismo resistente

- Las mezclas deben tener la misma consistencia tanto como para el repello de las paredes, y nuevas hechuras de los adobes.
- Si existen las posibilidades la cubierta de techo debe cambiarse por lo menos cada 4 años ya sean tejas de barro o láminas de zinc.
- Siempre usar los mismos aditivos que son los que brindan impermeabilidad, estética y durabilidad a los acabados del relleno de tierra.

Dados estabildades económicas de las personas no son muy factibles, pero es de suma importancia hacer ver que este es un material que no requiere de mucho costo, y que es necesario se le brinde su debido mantenimiento físico consecutivo, esto evitara daños graves en las viviendas y mejores formas de vivir.

Este barrio aproximadamente de 300 viviendas solo 100 cuentan con su mantenimiento previo, y otras no cuentan con una metodología tecnificada ni los

recursos necesarios es por eso mismo que en diversas épocas del año las viviendas comienzan a presentar daños algunos irreversibles y otros que si tienen reparación.



CAPITULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

CAPITULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 Conclusiones.

Al realizar el presente trabajo investigativo se concluyó lo siguiente:

- El reglamento de El Salvador proporciona una guía técnica y orden lógico que posibilita tener a la comunidad una alternativa habitacional, segura, económica y amigable con el medio ambiente.
- La norma salvadoreña detalla el sistema constructivo de adobe reforzado y características que deben cumplir para la construcción de una vivienda de un nivel.

Al comparar las prácticas constructivas de Nicaragua en relación con el Salvador se encontró lo siguiente:

- Las pruebas de campo no se están realizando, por lo cual no existe seguridad de que la tierra (suelo) tengan las proporciones adecuadas para la construcción, estas pruebas preliminares son necesarias antes de iniciar la fabricación de los adobes de esta dependerá la construcción de una vivienda estable y segura.
- No todas las tierras o suelos son apropiados para la elaboración de los adobes, los suelos inapropiados pueden mejorarse mezclando con otros suelos y elementos como: paja, burrel, hasta obtener el porcentaje apropiado en relación a la resistencia, a la comprensión y estabilidad.
- Una de las principales fallas que afectan la estabilidad de una vivienda es la carencia de cimentación o su profundidad, es por eso que recomienda que las viviendas deben estar asentadas sobre suelos firmes y su nivel de desplante no debe ser menor a los 50cm.
- Un buen traslape y contrapeado de los adobes permite construir paredes estables.
- Las grietas en paredes se producen debido al mal manejo de la compactación del suelo.

- El muro es el elemento estructural que resiste mayor parte de las cargas actuantes en las construcciones con adobe, por lo que a mayor o más grandes aberturas para puertas y ventanas, se les resta resistencia a las construcciones.
- Las construcciones adicionales en las viviendas del barrio pueblos unidos que se están realizando, no se integran con la calidad de adobe requerido para la seguridad de los habitantes.

Estudiar las viviendas construidas con adobes en el barrio pueblos unidos posibilita la construcción de una cartilla lo que permitirá fortalecer las capacidades locales y tecnificación en el sistema de adobe reforzado, como parte de la propuesta de mejoramiento las siguientes especificaciones técnicas constructivas:

- En las paredes se deben realizar trabajos correctivos pertinentes según los daños encontrados, según su clasificación; daños leves, moderados, fuertes, severos, desde tratar fácilmente con decoraciones superficiales, hasta abrir las grietas, arreglar las juntas, remplazar adobes, demoler y reconstruir las paredes que han perdido la capacidad de carga.
- Estas viviendas se caracterizan por tener un techo de teja de barro, algunas de las estructuras de los techos deberán ser remplazada, las piezas que son funcionales deberán recibir mantenimiento (pintadas y curadas) se recomienda dar mantenimiento periódicamente una vez por año y se debe tomar como referencia la norma salvadoreña, se hace necesario optar por techos liviano que proporcionan mayor estabilidad y seguridad en las viviendas.
- Para proteger las paredes de agentes externos, se debe revestir los muros con mortero de cal y tierra evitando el deterioro y desgastes de las mismas.
- Al 80% de las viviendas sus propietarios no le dan el mantenimiento adecuado, lo cual disminuirá la durabilidad de los elementos que la componen.
- Las y los habitantes del barrio Pueblos Unidos no deben seguir quitando los contrafuertes de las paredes frontales, estos son refuerzos verticales hechos con los mismos adobes y sirven para aumentar la estabilidad y transmitir las cargas transversales a la cimentación.

Concluimos que las construcciones con adobe mejorado en comparación con las viviendas de El Salvador no tienen la uniformidad en su estructura, por lo cual no brindan seguridad y estabilidad en las viviendas, es por ello la necesidad de utilizar elementos verticales y horizontales como refuerzos dentro de los muros, anclados al sobrecimiento y fijados al encadenado.

5.2 Recomendaciones.

En función de los resultados y el diagnóstico realizado a las viviendas del barrio pueblos Unidos el equipo de trabajo recomienda lo siguiente:

- Se recomienda comenzar a realizar estudios para crear un manual básico que oriente a la población que autoconstruye, tomando como referencia la norma salvadoreña.
- A nivel de municipalidad se recomienda capacitaciones a los entes encargados de velar por dar seguimientos a proyectos de vivienda de adobes, con el fin de proporcionarles herramientas, insumos, que orienten a la población entorno a utilizar técnicas adecuadas y formas en las que se debe construir.
- Recomendamos a la Universidad como institución de educación superior, en compañía con instituciones gubernamentales, que tienen como misión garantizar y dar respuesta a la sociedad, a que profundicen estudios técnicos y científicos del sistema constructivo de adobe reforzado y que este sirva de insumo para la elaboración de la normativa técnica que se pueda generar en el país.
- A los entes, directores, personas calificadas, la necesidad de comenzar a realizar estudios que posibiliten la creación y aprobación de una norma constructiva técnica de adobe reforzado que establezcan los requisitos físicos y mecánicos de los adobes, así mismos los procedimientos para el control de calidad de los mismos de manera que cumpla con las condiciones de seguridad, estabilidad, habitabilidad, accesibilidad y diseño adecuado, existe una necesidad real que obedece al consumo de esta técnica constructiva principalmente en el norte del país.
- Como lo recomienda la ingeniera Rita De Franco, Gerente General del INVUR y miembro de PROTERRA como representante de esta institución, el adobe es ciertamente un sistema alternativo para Nicaragua. Y es necesario que las entidades correspondientes promuevan su uso para viviendas de interés social en norte de Nicaragua, donde existe una cultura y practica con este material, ya

que las casas hechas con el mismo proporcionan un alto confort climático y tienen una buena calidad y sobre todo muy bajo costo.

Se recomienda hacer una propuesta de un manual, donde se explique el diseño constructivo de una vivienda de adobe, posibilitando que las personas en futuros proyectos tengan el conocimiento y las herramientas para construir las edificaciones seguras, esto se inclina a la necesidad de reglamentar las construcciones con tierra, mientras se da inicio a estudios que posibiliten la creación de una norma constructiva de viviendas con menor impacto ambiental y económico, utilizando recursos locales y accesibles para las(os) habitantes.



BIBLIOGRAFÍA

Bibliografía

[Sección de libro] // Reglamento tecnica Salvadoreño / aut. libro Castro Edgar Mendoza. - San Salvador : [s.n.], 2014.

[Sección de libro] // Patología de la contruccion.

Norma Técnica Obligatoria Nicaragüense de Accesibilidad [Libro]. - 2004.

(4app- Tecnicas de construccion) [Libro].

(El nuevo barrio de Ocotal) [Libro].

(Fotos tomadas en barrio Pueblos Unidos) [Libro].

(RNC, 2017 Pag. 153,154) [Libro].

.(<https://webserver2.ineter.gob.ni/boletin/2001/06/sismologia0106.htm>) [En línea].

.(<https://www.snet.gob.sv/ver/sismologia/registro/estadisticas/>) [Libro].

Caertilla Cartilla AMCC [Libro]. - [s.l.] : ocsi , 2017.

Calderon Lenin Lara Patología de la construcción en tierra cruda en el área andina ecuatoriana [Sección de libro] // Patología de la construcción en tierra cruda en el área andina ecuatoriana. - Ecuador : [s.n.], 2017.

Cardona Omar Darío Manual para la rehabilitación de viviendas construidas en adobe y tapia pisada [Libro]. - Colombia : [s.n.], 1999.

Cartilla AMCC [Libro]. - [s.l.] : OCSI, 2017.

Chino I y Gutarra, A Propiedades Mecanicas y termicas de adodes compactados [Libro]. - 2017.

Cording Son y [Informe]. - 2005.

Ferrer D. Francisco Poves Exposición de las patologías más habituales en los edificios [Libro].

Fuente propia [Libro].

Guillen Dulce Maria Memoria del proyecto de reubicacion de damnificados barrio pueblos unidos [Informe]. - 1999.

<https://riuma.pdf> [Libro].

<https://www.laprensa.com.ni/2010/01/19/nacionales/13622-riesgos-sismicos-de-nicaragua> [En línea] // <https://www.laprensa.com.ni/2010/01/19/nacionales/13622-riesgos-sismicos-de-nicaragua>. - 01 de Enero de 2010.

IPNICARAGUA [En línea]. - <https://ipnicaragua.com/construir-con-adobe-alternativa-barata-que-beneficia-al-medio-ambiente/> .

López Roldan y fachelli Sandra Metodología de la investigación social cuantitativa [Informe]. - Barcelona, 02- 2015 : Universidad Autonoma de Barcelona, 2015.

Manual de la construccion [Libro]. - 2010, pag.7.

MI CASA 10 SISTEMA DE ADOBE SISMO RESISTENTE [Libro]. - EL SALVADOR : [s.n.], 2010.

Minke Gernot Manual de construcción [Libro]. - 2001 pag. 5.

Minke Gernot Manual de la construccion en tierra [Libro]. - 1994. pag 15,16 y 17..

Neves Celia Tecnicas de construccion de adobe [Libro]. - [s.l.] : PROTERRA, 2011.

Normas minimas de dimensionamiento para desarrollos habitacionales [Libro]. - Managua : [s.n.], 2005.

NSO 133.25.01:07. [Sección de libro].

Pons G Adobe com material de construcción [Libro]. - 2001.

PROTERRA RED Tecnicas de construccion con Tierra [Libro]. - 2011, pag. 16.

QuestionPro [En línea] // QuestionPro. - 2020. - Martes de junio de 2021. - <https://www.questionpro.com/blog/es/metodos-de-muestreo/amp/>.

Reglamento técnico salvadoreño [Libro]. - San Salvador : [s.n.], 2014.

RNC,2007 pag.56 [Libro].

RNC_17 [Sección de libro] // RNC 17 / aut. libro MI. - Managua, Nicaragua : SINAPRED, 2017.

Tamayo Mario Tamayo Tipos de investigación [Libro].

Tecnicas constructivas locales [Libro]. - [s.l.] : PUCP, 2006.

Tecnicas de la construccion [Sección de libro]. - [s.l.] : PROTERRA, 2011.

Viviescas Juan Camilo GRIETAS EN [Informe]. - 2010.

[www. researchate. net](http://www.researchate.net) [Artículo].



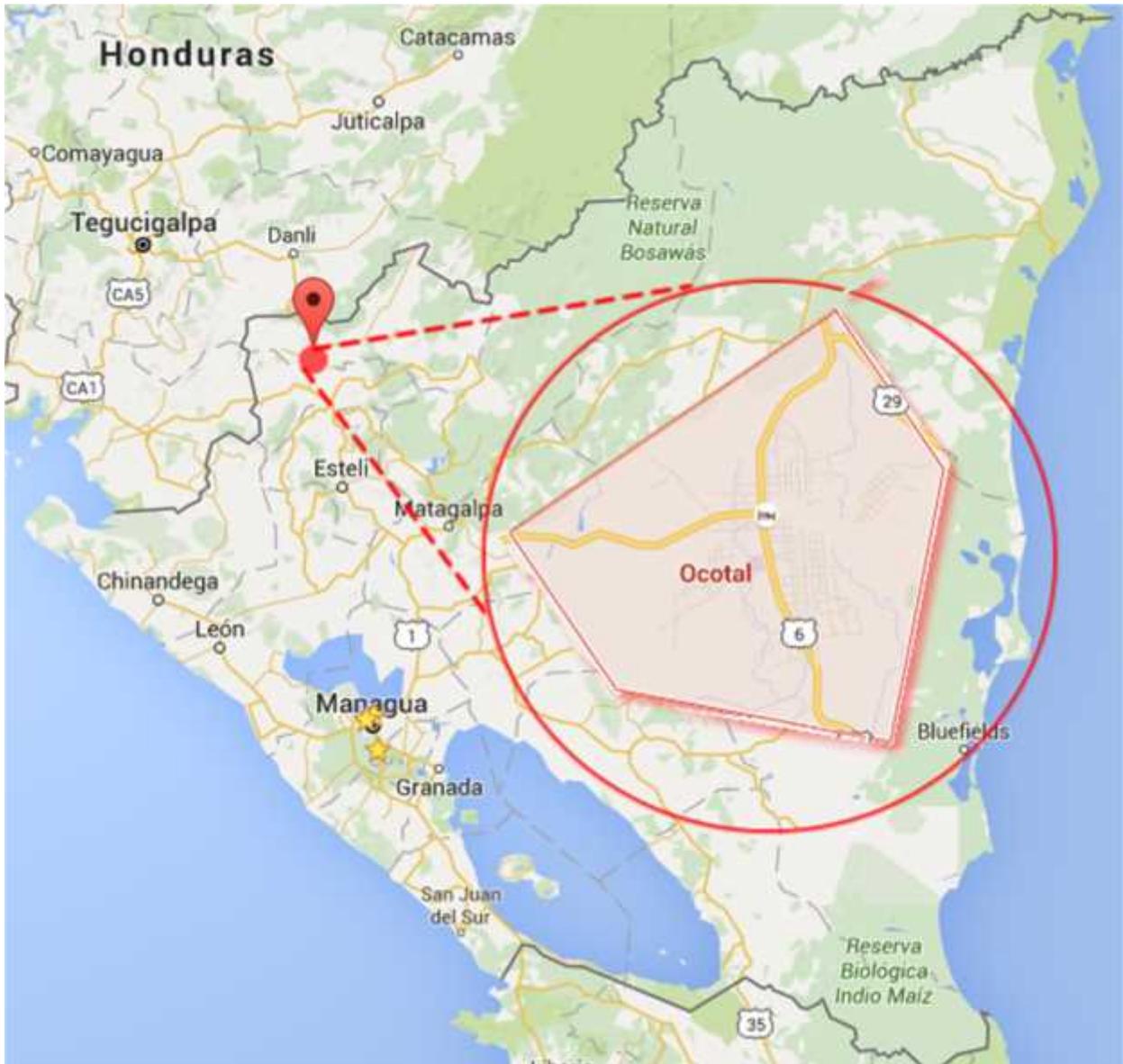
ANEXOS

ANEXOS

LOCALIZACIÓN

- Macro localización:

Ilustración 77 Macro localización.



Fuente: Google Maps

➤ Micro localización:

Ilustración 78 Micro localización.



Fuente: Google Earth

Ilustración 79 Micro localización.



Fuente: Alcaldía Ocotlán.

FICHA TÉCNICA

FICHA TECNICA		
OBJETIVO:		

FORMATO DE FICHAS TECNICAS APLICADAS A FAMILIAS

Fecha: _____

Nombre Propietario: _____

Nombre Responsable Familiar: _____

Dirección: _____ Teléfono: _____

Información del equipo técnico que realizó el levantamiento

Nombre del técnico que realizó levantamiento de ficha: _____

Nombre del técnico que realizó levantamiento de vivienda: _____

PARTE 1: DATOS GENERALES

1. ¿La familia construyó la vivienda?

Si _____

No _____

Explique: _____

2. ¿Recibió apoyo técnico?

Si _____

NO _____

¿De quién? _____

3. ¿Conoce usted o alguien de su familia que realice algún oficio relacionado a la construcción?

Si _____

No _____

¿Cuál?

Albañilería	<input type="checkbox"/>	Obra y banco	<input type="checkbox"/>	Mecánica	<input type="checkbox"/>
Electricidad	<input type="checkbox"/>	Pintura (obra)	<input type="checkbox"/>	Carpintería	<input type="checkbox"/>

4. Tipo de abastecimiento de agua potable:

Domiciliar	<input type="checkbox"/>	Sistema comunitario	<input type="checkbox"/>	Cantarera	<input type="checkbox"/>
Pozo	<input type="checkbox"/>	No cuenta con servicio	<input type="checkbox"/>	La compra	<input type="checkbox"/>

5. Tipo de descarga de aguas negras (Dibujar en esquema su ubicación)

Baño lavable	<input type="checkbox"/>	Letrina de fosa	<input type="checkbox"/>	Aire libre	<input type="checkbox"/>
--------------	--------------------------	-----------------	--------------------------	------------	--------------------------

PARTE II: Situación de la vivienda

6. Tipo de edificio:

Sólida	<input type="checkbox"/>	Unidad formal edificada con materiales propios para la construcción
Precaria	<input type="checkbox"/>	Construcción basada con materiales no propios para la construcción (perecederos)

7. Niveles de construcción:

1 Nivel: 2 Niveles: Más de 2 niveles:

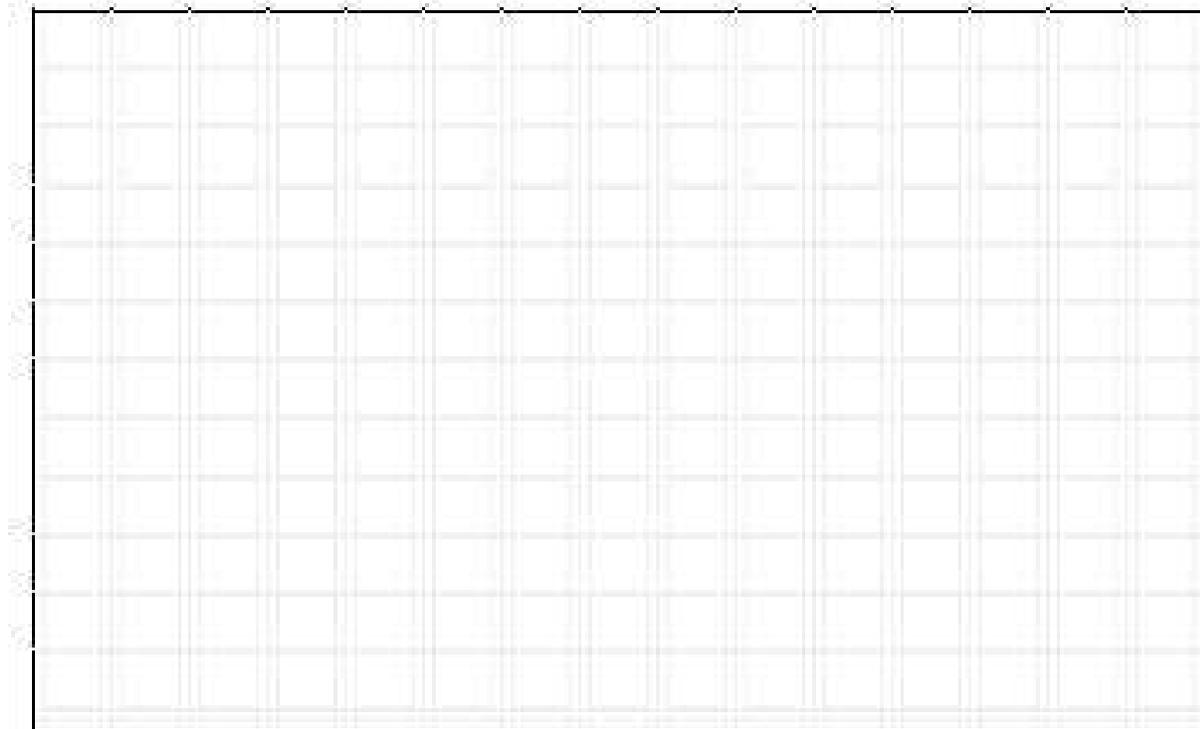
PARTE III: Identificación de daños en pisos y fundaciones. Detalle medidas y tipo estructuras

8. Tipo de suelo: _____

9. Material predominante en piso y estado actual:

	Desnivelados	Agrietados	Hundimiento	Otros
Encementado				
Ladrillo de cemento				
Ladrillo de barro				
Cerámica				
Tierra				
Suelo cemento				

10. Esquema de piso:



11. Condiciones del suelo y cimientos:

Condiciones del suelo y los cimientos	Si	No	Especifique
Colapso total o parcial de la cimentación.			
Edificación separada de su cimentación o falla de esta. (Identificar si el daño es en la unidad principal o ampliaciones.			
Grandes grietas en el suelo, movimiento masivo del suelo, hundimientos en las proximidades de la edificación o falla de			

muros de retención próximos a la edificación.			
Tubería de agua rota, mal drenaje de aguas grises, mal drenaje de aguas lluvias que dañen la cimentación.			

Observaciones:

PARTE IV: Tipificación de daños en la pared

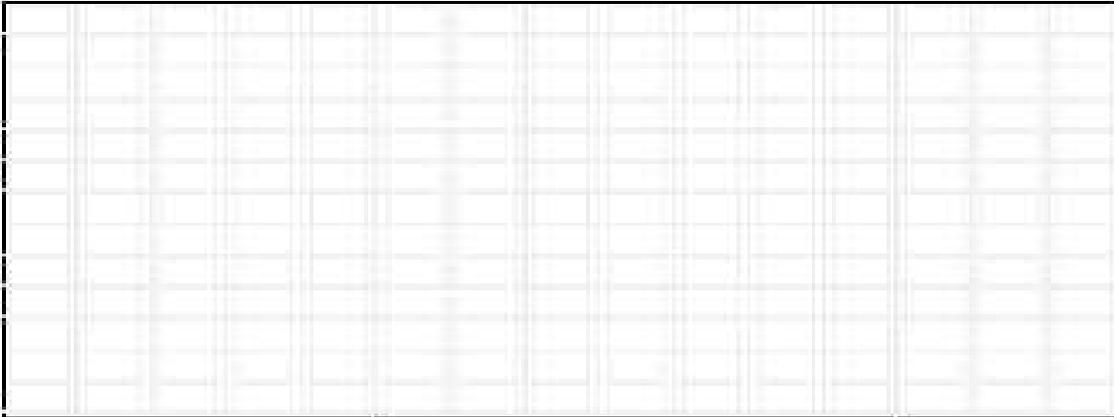
12. Material predominante en paredes

Material		Sistema					
Concreto		Reforzada		No reforzada		OTRO	
Mampostería		Confinada		Con refuerzo interior			
Tierra		Adobe		Bahareque			

Año de construcción: _____

13. Planta de vivienda (ubicar ejes: 1, 2, 3... A, B, C...) Identificar daños entre separación de ejes.

14. Paredes. Identificar por intersección de paredes tipo de daño y ancho de grieta. Identificar daño en huecos de ventanas y puertas.



15. Tipo de fallas a identificar, en paredes de mampostería reforzada



16. Ancho de la grieta en las estructuras de concreto armado

Fisura	Grieta	Fractura	Dislocación
$\leq 0.4 \text{ mm}$	$\leq 1.0 \text{ mm}$	$\leq 5.0 \text{ mm}$	$\geq 5.0 \text{ mm}$
Daño Leve (LD)	Daño moderado (MD)	Daño fuerte (FD)	Daño Severo (SD)

PARTE V: Identificación de daños en techos. Detalle medidas y tipo de estructuras.

17. Material predominante en techo y cubierta:

Estructura principal

Madera

Metálica (vigas, polines)

Rústico (Ramas, bambú, otros)

Cubierta

Teja de barro

Lámina de zinc / galvanizada

Losa

Lámina de asbesto cemento

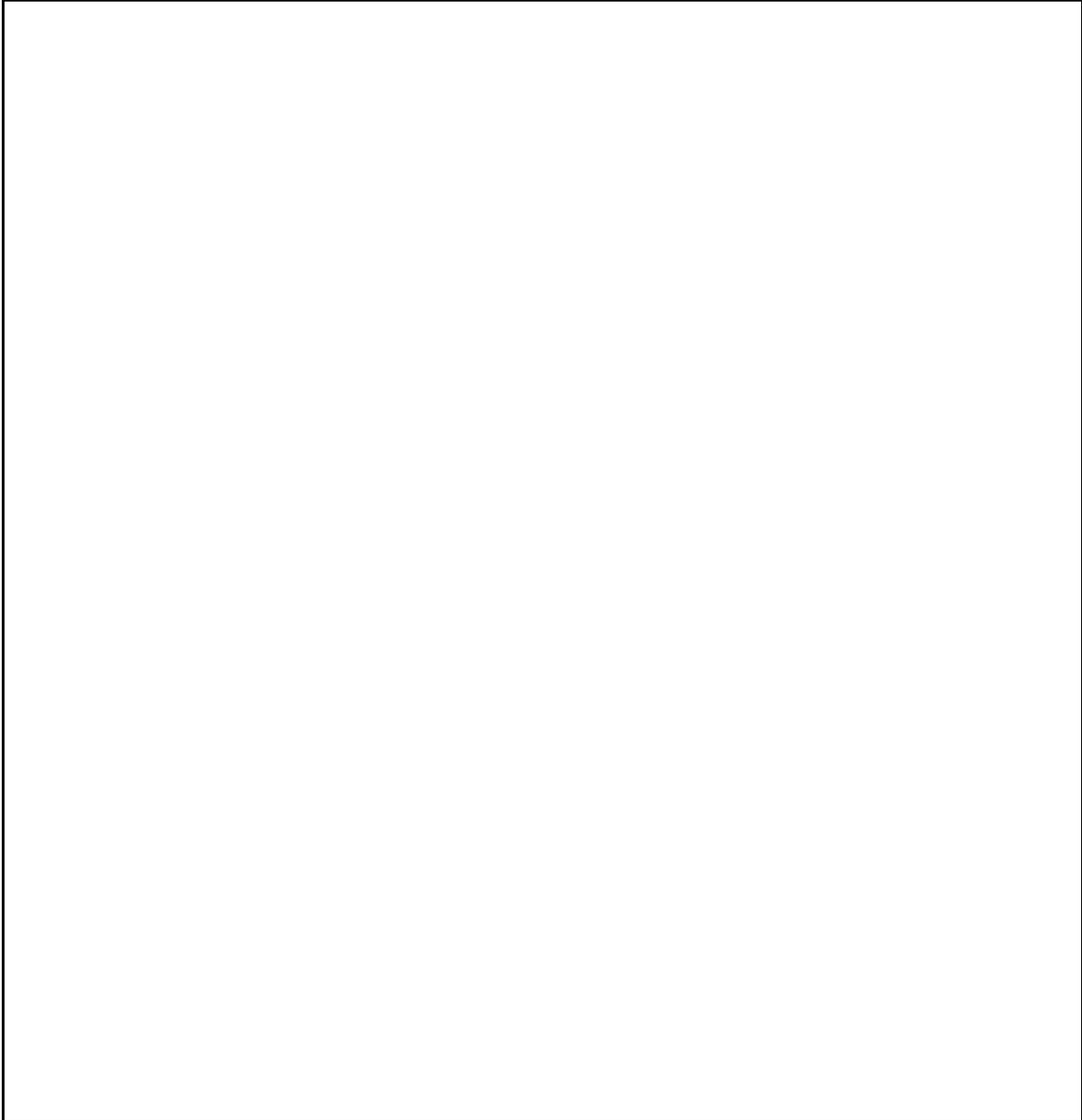
Desechos

Otros

18. Tipo y distribución de estructura del techo de la vivienda. Identificar si daños en la soldadura o piezas.

Estado de la estructura					
Tipo de estructura	de	Fractura soldadura	Pandeo	Deterioro Material	Observación

19. Esquema de daño de estructura



4. Tipo de abastecimiento de agua potable:

Domiciliar	<input checked="" type="checkbox"/>	Sistema comunitario	<input type="checkbox"/>	Cantarera	<input type="checkbox"/>
Pozo	<input type="checkbox"/>	No cuenta con servicio	<input type="checkbox"/>	La compra	<input type="checkbox"/>

5. Tipo de descarga de aguas negras (Dibujar en esquema su ubicación)

Baño lavable	<input type="checkbox"/>	^{o1} <input checked="" type="checkbox"/> Letrina de fosa	<input type="checkbox"/>	Aire libre	<input type="checkbox"/>
--------------	--------------------------	--	--------------------------	------------	--------------------------

PARTE II: Situación de la vivienda

6. Tipo de edificio:

Sólida	<input type="checkbox"/>	Unidad formal edificada con materiales propios para la construcción
Precaria	<input checked="" type="checkbox"/>	Construcción basada con materiales no propios para la construcción (percederos)

7. Niveles de construcción:

1 Nivel:	<input checked="" type="checkbox"/>	2 Niveles:	<input type="checkbox"/>	Más de 2 niveles:	<input type="checkbox"/>
----------	-------------------------------------	------------	--------------------------	-------------------	--------------------------

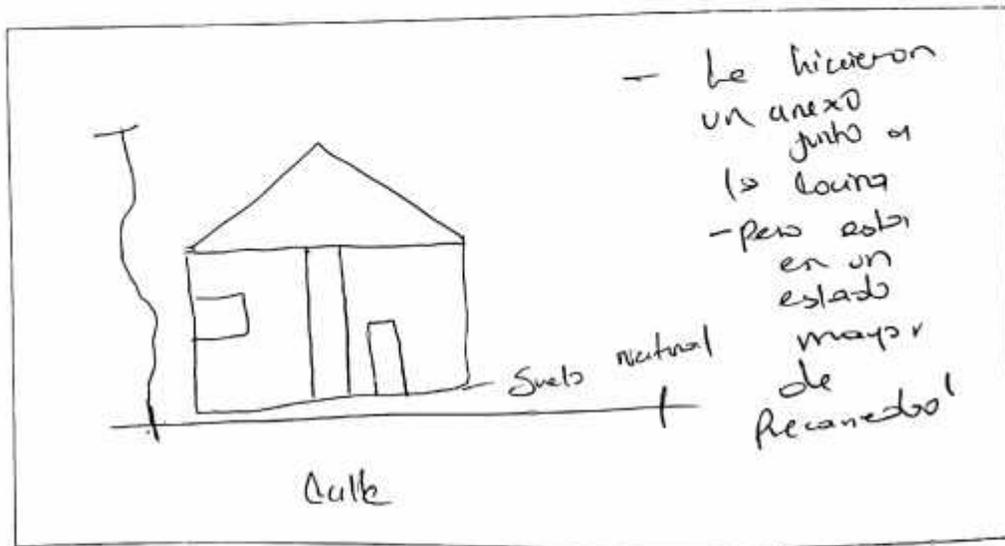
PARTE III: Identificación de daños en pisos y fundaciones. Detalle medidas y tipo estructuras

8. Tipo de suelo: casio de cemento.
- no le han dado mantenimiento

9. Material predominante en piso y estado actual:

	Desnivelados	Agrietados	Hundimiento	Otros
Encementado	X	X	X	
Ladrillo de cemento				
Ladrillo de barro				
Cerámica				
Tierra				
Suelo cemento				

10. Esquema de piso:



11. Condiciones del suelo y cimientos:

Condiciones del suelo y los cimientos	Si	No	Especifique
Colapso total o parcial de la cimentación.		X	

Edificación separada de su cimentación o falla de esta. (Identificar si el daño es en la unidad principal o ampliaciones)		X	
Grandes grietas en el suelo, movimiento masivo del suelo, hundimientos en las proximidades de la edificación o falla de muros de retención próximos a la edificación.	X		- Grandes grietas en los ventanos
Tubería de agua rota, mal drenaje de aguas grises, mal drenaje de aguas lluvias que dañen la cimentación.		X	

Observaciones:

PARTE IV: Tipificación de daños en la pared

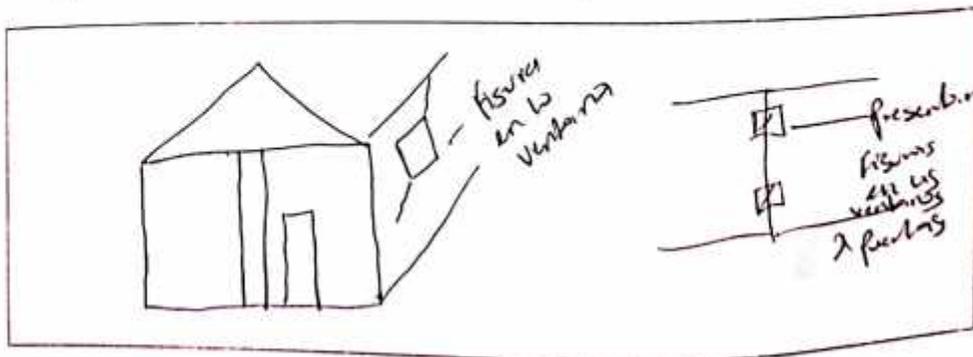
12. Material predominante en paredes

Material		Sistema			
		Reforzada		No reforzada	
Concreto					OTRO
Mampostería		Confinada		Con refuerzo interior	
Tierra	X	Adobe	X	Bahareque	

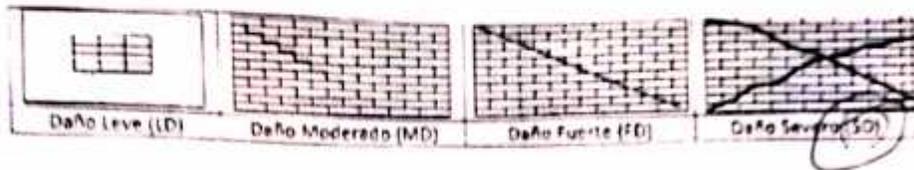
Año de construcción: 1999 -

13. Planta de vivienda (ubicar ejes: 1, 2, 3... A, B, C...) Identificar daños entre separación de ejes.

14. Paredes. Identificar por intersección de paredes tipo de daño y ancho de grieta. Identificar daño en huecos de ventanas y puertas.



15. Tipo de fallas a identificar, en paredes de mampostería reforzada



16. Ancho de la grieta en las estructuras de concreto armado

Fisura	Grieta	Fractura	Dislocación
≤ 0.4 mm	≤ 1.0 mm	≤ 5.0 mm	≥ 5.0 mm
Daño Leve (LD)	Daño moderado (MD)	Daño fuerte (FD)	Daño Severo (SD)

PARTE V: Identificación de daños en techos. Detalle medidas y tipo de estructuras.

17. Material predominante en techo y cubierta:

Estructura principal

- Madera
- Metálica (vigas, polines)
- Rústico (Ramas, bambú, otros)

Cubierta

- Teja de barro
- Losa
- Desechos
- Lámina de zinc / galvanizada
- Lámina de asbesto cemento
- Otros

— La nueva construcción no tiene niveles.

18. Tipo y distribución de estructura del techo de la vivienda. Identificar si daños en la soldadura o piezas.

Estado de la estructura				
Tipo de estructura	Fractura soldadura	Pandeo	Deterioro Material	Observación

- No hay mantenimiento

Estructura de techo esta deteriorada.
- Necesita

19. Planta de techos de la vivienda, identifique las áreas dañadas.

- Golpes - en los ventanales y tejas - en deterioro

4

Barrio Pueblos Unidos- Ocotul	
FICHA TÉCNICA	
OBJETIVO:	Identificar los principales problemas de las técnicas constructivas de adobe del barrio pueblos unidos del municipio de Ocotul.

Fecha:

Nombre Propietario: Aura Elizabeth Martinez - 54 años

Nombre Responsable Familiar:

Dirección: Del Puerta de la Pobla al sur Teléfono:

Información del equipo técnico que realizó el levantamiento

Nombre del técnico que realizó levantamiento de ficha: Maria Fernanda Pineda

Nombre del técnico que realizó levantamiento de vivienda: Maria Fernanda Pineda

PARTE 1: DATOS GENERALES

1. ¿La familia construyó la vivienda?

Si — involucro la gente — os chicos.

No —

Explique: _____

2. ¿Recibió apoyo técnico?

Si X

No —

¿De quién? _____

3. ¿Conoce usted o alguien de su familia que realice algún oficio relacionado a la construcción?

Si X

No —

¿Cuál?

Albañilería	<input checked="" type="checkbox"/>	Obra y banco	<input type="checkbox"/>	Mecánica	<input type="checkbox"/>
Electricidad	<input checked="" type="checkbox"/>	Pintura (obra)	<input type="checkbox"/>	Carpintería	<input type="checkbox"/>

4. Tipo de abastecimiento de agua potable:

Domiciliar Sistema comunitario Cantarera
Pozo No cuenta con servicio La compra

5. Tipo de descarga de aguas negras (Dibujar en esquema su ubicación)

Baño lavable ^o Letrina de fosa Aire libre

PARTE II: Situación de la vivienda

6. Tipo de edificio:

Sólida Unidad formal edificada con materiales propios para la construcción
Precaria Construcción basada con materiales no propios para la construcción (perecederos)

7. Niveles de construcción:

1 Nivel: 2 Niveles: Más de 2 niveles:

PARTE III: Identificación de daños en pisos y fundaciones. Detalle medidas y tipo estructuras

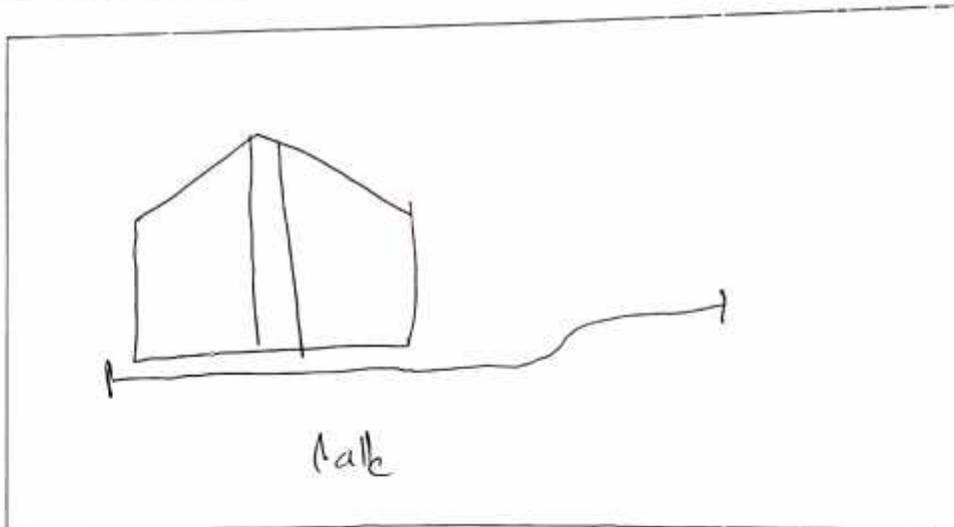
8. Tipo de suelo: Asfalto de cemento

- Se le ha dado mantenimiento
- Está repelada con cemento

9. Material predominante en piso y estado actual:

	Desnivelados	Agrietados	Hundimiento	Otros
Encementado	X	✓	En algunos momentos	
Ladrillo de cemento				
Ladrillo de barro				
Cerámica				
Tierra				
Suelo cemento				

10. Esquema de piso:



11. Condiciones del suelo y cimientos:

Condiciones del suelo y los cimientos	Si	No	Especifique
Colapso total o parcial de la cimentación.		X	

Edificación separada de su cimentación o falla de esta. (Identificar si el daño es en la unidad principal o ampliaciones.			
Grandes grietas en el suelo, movimiento masivo del suelo, hundimientos en las proximidades de la edificación o falla de muros de retención próximos a la edificación.			
Tubería de agua rota, mal drenaje de aguas grises, mal drenaje de aguas lluvias que dañen la cimentación.			

Observaciones:

Es una obra que solo ha dado mantenimiento

PARTE IV: Tipificación de daños en la pared

12. Material predominante en paredes

Material		Sistema				OTRO	
		Reforzada		No reforzada			
Concreto							
Mampostería		Confinada		Con refuerzo interior			
Tierra	X	Adobe	X	Bahareque			

Año de construcción: 1977

13. Planta de vivienda (ubicar ejes: 1, 2, 3... A, B, C...) Identificar daños entre separación de ejes.

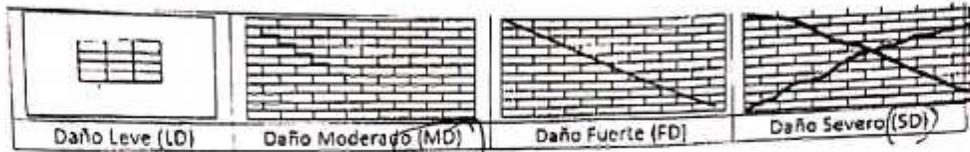
14. Paredes. Identificar por intersección de paredes tipo de daño y ancho de grieta. Identificar daño en huecos de ventanas y puertas.



- fisura en la ventana - todo blanco

- fisura en las puertas - lo que se rebentó, la remendaron con cemento.

15. Tipo de fallas a identificar, en paredes de mampostería reforzada



16. Ancho de la grieta en las estructuras de concreto armado

Fisura	Grieta	Fractura	Dislocación
$\leq 0.4 \text{ mm}$	$\leq 1.0 \text{ mm}$	$\leq 5.0 \text{ mm}$	$\geq 5.0 \text{ mm}$
Daño Leve (LD)	Daño moderado (MD)	Daño fuerte (FD)	Daño Severo (SD)

PARTE V: Identificación de daños en techos. Detalle medidas y tipo de estructuras.

17. Material predominante en techo y cubierta:

Estructura principal

Madera

Metálica (vigas, polines)

Rústico (Ramas, bambú, otros)

Cubierta

Teja de barro

Losa

Desechos

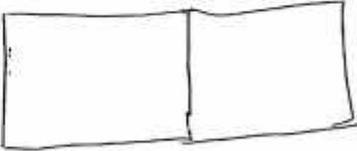
Lámina de zinc / galvanizada

Lámina de asbesto cemento

Otros

18. Tipo y distribución de estructura del techo de la vivienda. Identificar si daños en la soldadura o piezas.

Estado de la estructura				
Tipo de estructura	Fractura soldadura	Pandeo	Deterioro Material	Observación



- La madera es dañada.

19. Planta de techos de la vivienda, identifique las áreas dañadas.

- Los principales daños identificados es en alfojas de maderas

FORMATO DE ENTREVISTA APLICADAS

Entrevista para albañiles de la construcción con adobe

Fecha:

Nombre del albañil:

Dirección:

Teléfono:

Nombre la técnica(o) que realizo la entrevista:

Datos Generales:

- 1 ¿Tiene experiencia en el trabajo de la construcción, explique?

- 2 ¿Cuánto tiempo tiene de experiencia en el trabajo de la construcción con adobe? Si la respuesta es no, entonces; ¿Alguien de su familia ha trabajado con adobe?

- 3 ¿Porque trabaja en el mundo de la construcción con adobe?

Ilustración 80 Mal repello en paredes



Fuente: Elaboración propia

Ilustración 81 Secado de adobe tradicional



Fuente: Elaboración propia

Ilustración 82 Mezcla de Tierra para la realización de adobe tradicional



Fuente: Elaboración propia

Ilustración 83 Pared descascarada



Fuente: Elaboración propia

ENTREVISTA A EXPERTAS (OS)

Entrevista para expertas

Fecha:

Nombre del experto:

Dirección:

Teléfono:

- 1 ¿Tiene experiencia en el trabajo de la construcción, explique?
- 2 ¿Porque trabaja en el mundo de la construcción con adobe? ¿Cuál es su motivación?
- 3 ¿Cuál es el mantenimiento que se le da a este tipo de vivienda (Adobe)?

Entrevista

Nombre de la experta: Ing. Magda Nohemy Castellanos Ochoa

-Maestra universidad – Tecnología del concreto

-Consultora en la unidad e infraestructura de una organización de Migración

-Trabaja en una iniciativa de escuela de tecnologías de construcción alternativas

Dirección: El Salvador

1- ¿Tiene experiencia en el trabajo de la construcción, explique?

Comencé a trabajar en la construcción natural o en la investigación de tecnologías alternativas, un proyecto que desarrollo el sistema de adobe reforzado, estábamos comenzado hacer todos los requerimientos para convertir la información a normativa, tengo experiencia en proyectos en Choluteca de adobe reforzado, luego trabaje en Fundasal lo que me posibilitó estar en la rama de formación y desarrollo de capacidades a través del centro de investigaciones de tecnologías por medio de capacitaciones desde varios proyectos con las comunidades, en la construcción de viviendas con el sistema de adobe reforzado, cocinas ecológicas (ladrillo de barro cocido), letrinas, aboneras, cuando se construye se analiza el entorno, se capacita desde la ayuda mutua y autoconstrucción asistida, bajo estos modelos se capacita a las familias para sensibilizarlas a través de la organización social y desarrollo comunitario, estuve en el levantamiento de una línea de base lo que posibilitó rescatar saberes y hacer un diagnóstico en el que se encontraba la comunidad, acompañe un proceso constructivo con una cooperativa de mujeres cuyo objetivo fue desarrollar un proyecto ecoturístico, iniciaron con una obra “casa comunitaria”, ahora las mujeres que se formaron están construyendo sus viviendas, en este camino he acompañado a varios grupos de mujeres para fortalecerse como equipo de trabajo en la construcción e investigación, el centro de investigación me permitió hacer pruebas, estudios desde mejorar en los revestimientos y pinturas lo que posibilitó desarrollar el proceso de normativa luego de 10 años de investigación, por esta

normativa del reglamento de adobe para viviendas de un nivel se logró que hubiera mayor aceptación del sistema constructivo, al igual habían equipos de transferencia y difusión a nivel nacional, quienes se encargaron de capacitar a técnicos, personas albañiles y maestros de obras con esta técnica de sismo resistencia.

En el año 2015 fui parte de la Red Iberoamericana de arquitectura y construcción con tierra, Red Proterra, en ese espacio expandí mis conocimientos en la construcción natural, conocí otras experiencias del sur y nuestra Meso-América, estuve en Nicaragua en AMCC- Asociación de Mujeres Constructoras de Condega me ayudo a crecer en el ámbito profesional, aprender y compartir conocimiento local, necesitamos expandir nuestra mente en las posibilidades de las construcciones, estas experiencias nos nutren cada día.

2- ¿Porque trabaja en el mundo de la construcción con adobe? ¿Cuál es su motivación?

Me motiva el trabajo en la comunidad, el respeto a los saberes ancestrales, protección del Medio Ambiente, son los motores que me llevaron a elegir la construcción desde esta mirada, en la ingeniería hay tantas ramas en las que podemos desarrollarnos, sin embargo no niego que hubieron influencias externas para decidirme por la CN, mi obsesión cuando comencé la carrera era el agua, pero ahora veo la construcción con adobe como un reto más grande, es un material que no podemos categorizarlos siempre hay que hacer un análisis antes.

3- ¿Cuál es el mantenimiento que se le da a este tipo de vivienda (Adobe)?

A todas las viviendas se les debe dar mantenimiento, pero es un elemento cultural, ninguna vivienda se debería construir y dejarse 50 años deteriorando, existen algunas técnicas y esto corresponde a los hábitos con tierra, pero el mantenimiento debe ser periódico, recomiendo que cada año se le de mantenimiento en repello y pintura para los exteriores, hay época de lluvia y se debe procurar que en ese tiempo nuestra vivienda este más protegida, cada año se le debería de dar una revisión a la

vivienda para saber en qué estado se encuentra, en los interiores dependerá del uso que tengamos en las viviendas, todo esto tiene que ver con hábitos y tradición.

Entrevista

Nombre del experto: Deysi Armida Méndez de Chávez

- Socia de cooperativa de vivienda ayuda mutua- Cuna de la Paz
- Maestra de obra

Dirección: El Salvador

1- ¿Tiene experiencia en el trabajo de la construcción, explique?

Tengo 04 años de experiencia en la construcción, primeramente, recolectamos la tierra, seleccionamos la tierra con la que haremos el adobe las cuales deben cumplir ciertas propiedades arcilla o barro y tierra blanca, hay pruebas que se le hacen para saber si se necesita mejorar, es fácil, solamente es con un rollito, si este rollito no se quiebra a los 5cm, es una buena tierra para construir, luego cuando ya tenemos la tierra empezamos hacer adobes entero con gradillas de 30x30x10cm de profundidad, luego la mitad del adobe con la medida 30x15x10cm, cuando ya se tienen elaborados los adobes, ponemos dos adobes entero y dejamos una abertura para poner un adobe encima y lo probamos con un peso de 150 libras para ver si se rompe, vemos la calidad del adobe , ya elaborado el adobe, preparamos la mezcla bien uniforme, luego tenemos que tener un buen secado de adobe.

Se prepara la zona donde se está haciendo la vivienda, luego cimiento y sobre cimiento, empezamos a poner vara de castilla amarrada en el sobre cimiento, la vara de castilla debe estar pelada y lo más recta posible, se pone a 04 cm de distancia hacemos el modelado de toda la vivienda, luego llenamos con la mezcla de cemento, ponemos la primera hilada de adobe, cada 03 hiladas de adobe le ponemos un entramado de vara de castillo de manera que este afianzada, volvemos a poner otras

hiladas a modo que se asegure la vara de castilla, este proceso se repite hasta llegar a la solera, donde termina las ventanas y puertas, al terminar se hace una coronación de concreto de manera que luego el techo quede firme.

2- ¿Porque trabaja en el mundo de la construcción con adobe? ¿Cuál es su motivación?

Nosotras vivimos en la Palma Chalatenango, este pueblo se caracteriza como un pueblo con viviendas de adobe tradicional, estar con las cooperativas me motiva no perder las raíces, aquí es un lugar turístico, nos hemos dedicado hacer pruebas y estudios, este es un medio de subsistir, somos nosotras quienes nos involucramos a construir nuestras viviendas, ponemos niveles, aplomamos nuestras paredes, hacemos repello.

3- ¿Cuál es el mantenimiento que se le da a este tipo de vivienda (Adobe)?

Se debe repellar y tener cuidado con mantener resguardada las paredes, no deben estar húmedas porque de lo contrario se deterioran. El mantenimiento hace que ellas duren más.

4- ¿Cuáles son los retos de las mujeres en la construcción?

Nosotras nunca habíamos agarrado una pala, una piocha, tampoco cargado piedras, sin embargo, cada vez que lo hacemos lo tratamos de hacer de la mejor manera posible, pensamos en el bienestar de todas(os).

5- ¿Ventajas de la construcción con adobe reforzado?

El adobe es más fresco, es térmico, no dañamos el medio ambiente, son recursos locales, tenemos tierra, piedras y todos los materiales para la construcción de este sistema.

Cartilla para el diseño y ejecución del sistema constructivo de adobe en Nicaragua.



“Elaborado por: “

María Fernanda Pineda Calero.

Alejandra Marcela Torrez Palacios.

Mayron Adán Hernández Zamora.

“SISTEMA DE ADOBE SISMO RESISTENTE”

Objetivo:

Como estudiantes y de acuerdo a nuestras investigaciones realizadas queremos dar a conocer a personas que optan por la construcción con adobe una propuesta de mejoramiento para sus viviendas para una mayor resistencia y utilidad.

Es importante para nosotros dar a conocer a personas con interés de aprender nuevas experiencias de diseño que facilitaran que las construcciones de bajo costo se ejecuten con métodos seguros aprobados nacionales e internacionalmente nosotros hemos hecho una referencia a la norma salvadoreña de la construcción con adobe reforzado.

Hemos planteado encuestas en el municipio de Ocotral barrio “ Pueblos Unidos” en el cual, las personas nos proporcionaron información acerca de los daños causados en sus viviendas e hicimos un análisis con el que llegamos a la conclusión de que empleando nuevas técnicas se podría reducir tanto daños como riesgos por eso hemos creado un poco de esta pequeña cartilla indicando paso a paso como debe empezar la construcción de adobe también tomando en cuenta una entrevista realizadas con albañiles que ejercen esta labor.

Esperamos que nuestro proyecto sea de mucha utilidad en un futuro, ya que en la actualidad se han innovado muchas técnicas que nos permiten vivir de una manera más segura, que tendrán una composición más estable en comparación en años anteriores



A pesar de los temores de muchas personas a construir viviendas con adobe luego de un terremoto o actividad física del suelo, miles de familias lo continúan haciendo. El problema es que lo hacen de manera informal y sin criterios técnicos que conviertan la unidad habitacional en una vivienda segura. Por lo anterior, el gobierno de este país con el apoyo de agencias de cooperación internacional (JICA), formuló el proyecto denominado “Mejoramiento de la tecnología y difusión de la vivienda sismo- resistente “.

La vivienda de adobe sismo- resistente resulta ser una alternativa habitacional segura y económica. En este manual se muestran los detalles de dichos sistemas constructivos, esperamos que sea de gran utilidad para todas aquellas personas interesadas de la construcción de la manera segura y amigable con el medio ambiente

Construcción de adobe tradicional.

ADOBES de mala calidad por ser elaborados con tierras inadecuadas.

- ✓ Falta de cimientos y sobre cimientos.
- ✓ Viviendas construidas en lugares de riesgo y sobre suelos no estabilizados.
- ✓ Mal amarre de las de las paredes y falta de refuerzos internos.
- ✓ Las juntas de la unión son muy gruesas.
- ✓ Huecos de puertas y ventanas no son proporcionales a la casa y muy cerca de las esquinas.
- ✓ Falta de vigas de amarre o soleras de coronamiento.
- ✓ Alto y largo de las paredes no son proporcionales a tamaño de la vivienda.

- ✓ Techos muy pesados.
- ✓ Falta de repello en las paredes.

Estas son algunas de las causas por la que una vivienda de adobe tiene muy poca resistencia con el adobe tradicional, pero nuevas técnicas e innovaciones han permitido que las construcciones de estos sistemas constructivos nos permitan construir una vivienda de adobe segura y saludable tomando en cuenta ciertas propuestas de mejoramiento.

Buenos adobes:

- ✓ Escoger la tierra adecuado para hacer adobes

Para hacer los adobes, necesitamos que la tierra tenga una adecuada proporción de arcilla llamado también barro y tierra blanca. Es importante aclarar que el tipo de tierra es diferente en cada lugar y es difícil encontrar tierra que tenga la adecuada proporción de arcilla y tierra blanca naturalmente lo que hace necesario agregarle los elementos que le hagan falta hasta alcanzar la proporción adecuada.

Para ello se deben hacer pruebas de la tierra a utilizar como las siguientes:

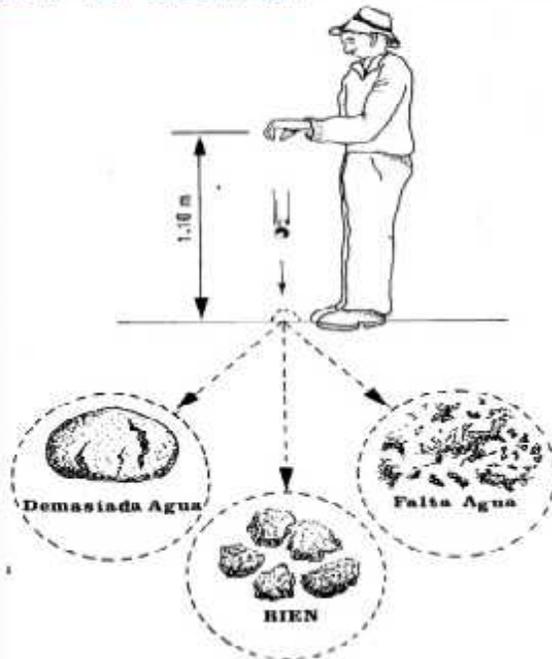
La prueba de la bolita: Esta se realiza para conocer si la tierra encontrada tiene barro tomar un poco de tierra con la mano y empuñándola agregue agua poco a poco hasta que pueda formar una bolita de 2 centímetros aproximadamente, déjela secar por 24 horas, luego apriétela con los dedos pulgar e índice de una mano. Si la bolita no se rompe la tierra es adecuada. Si esta se rompe el suelo no tiene suficiente barro, por lo que no se puede utilizar.

• Prueba para seleccionar la tierra:

- Toma un puñado de tierra y forma una bola.
- Se deja caer en el suelo desde una altura aproximada, a la cintura.
- Si se rompe en pocos pedazos grandes, hay suficiente agua.
- Si se aplasta sin romperse, hay demasiada agua.
- Si se pulveriza en muchos pedacitos, falta agua.



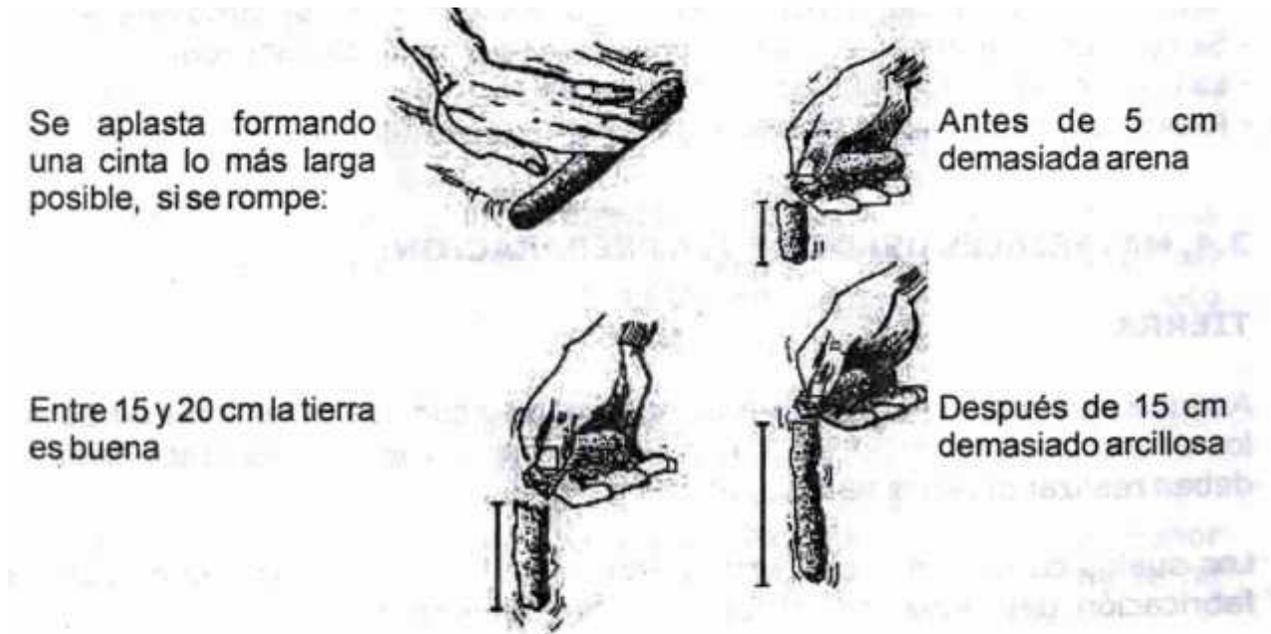
Arq. R. Pineda C.



Prueba del rollito: Se realiza para conocer si la cantidad de barro que contiene la tierra es adecuada.

- a) Se hace con un rollito con la mezcla de 20 cm de largo y de un diámetro de 1 cm. Si esta se rompe entre los 5 y 15 cm la tierra es buena porque tiene la adecuada proporción de barro y arena.
- b) Si se rompe antes de los 5 cm no tiene suficiente barro por lo que hay algo agregarle la cantidad de barro que necesite.

- c) Si se rompe a más de 15 cm tiene exceso de barro, entonces hay que agregar tierra blanca.



**FIGURA 11:
PRUEBA PARA VERIFICACION DE TIERRA APTA PARA FABRICACION DE ADOBE**

Elaborar adobes de calidad

En la construcción de la vivienda se van a utilizar 2 medidas de adobes una de 30 x 30 x 10 cm de espesor y otra de 30 x 14 x 10 cm de espesor correspondientes a mitades de adobe.

Se deben de hacer en moldes de madera o metal con las dimensiones mencionadas, también debemos preparar el lugar donde haremos los adobes. Este tiene que ser plano y seco hay que limpiarlo de cualquier basura que se pueda pegar a la mezcla además colocaremos una capa fina de arenilla para que los adobes no se peguen en el suelo.

Una vez preparado el lugar es importante recordar que primero elaboraremos los adobes de prueba que serán de calidad y posteriormente elaboraremos los adobes que necesitamos para la construcción.

Preparación de la mezcla:

- ✓ La tierra debe estar limpia de material orgánico y piedras se recomienda colarlo en zarandas.
- ✓ Además, para evitar que los adobes se deformen es necesario calcular la cantidad de agua para la mezcla.
- ✓ Para que la mezcla quede bien batida se recomienda hacerlo con los pies y auxiliarse con un azadón algunos adoberos prefieren dejar la mezcla en remojo por un día para que el barro absorba la humedad necesaria y se desintegren todas aquellas partículas gruesas.

Hechura de los adobes:

Para la fabricación de los adobes se siguen los siguientes pasos

- ✓ Limpiar bien los moldes con agua para evitar que restos de la mezcla se peguen en él.
- ✓ Formar una bola con la mezcla y tirarla con fuerza al molde.
- ✓ Rellenar bien el molde compactándolo con los puños para estar seguros que no hay bolsas de aire.
- ✓ Se recomienda emparejar con una regla de metal o de madera mojada.
- ✓ Levantar el molde con cuidado procurando no deformar el adobe.
- ✓ Es recomendable que el adobe no les pegue el sol directamente todo el día por lo menos los 3 primeros días porque se podrían agrietar por el excesivo calor del sol,
- ✓ Después del tercer día de elaboración se voltean los adobes poniéndolos de canto para un secado uniforme dejándolos secar al sol por unos 10 días más.
- ✓ Cuando los adobes están bien se apilan de canto procurando estibarlos o si bien (ponerlos uno encima de otro) para evitar pérdidas y si van a estar a la intemperie se sugiere taparlos para que no se mojen en caso de que llueva.

- ✓ Cuando nuestros adobes estén secos se evalúa su calidad y se coloca un adobe entre otros dos y después debe subirse una persona de unas 150 lbs aproximadamente por unos minutos.
- ✓ Una vez superada la prueba de calidad y resistencia estamos listos para fabricar con esta misma mezcla los adobes necesarios para la construcción y es conveniente hacer suficientes adobes de la misma mezcla para que no falte ni uno solo a la hora de construir.



Cimiento y sobre cimiento:

Para construir la fundación de una vivienda primero debemos de contar con un terreno que sea seco, duro y plano y lejos de cualquier factor que represente riesgos.

La fundación consta de un cimiento y sobre cimiento:

El cimiento: primero se debe hacer un trazo de la casa incluyendo los contrafuertes se debe excavar una zanja mínimo de 50 cm de profundidad y 45 cm de ancho que debe ser llenado con piedra y cuarta de mezcla en proporciones de 1 medida de cemento y 3 medidas de arena.

El sobre cimientto: es una estructura fraguada con mortero, construida sobre el cimientto y la altura recomendada de 25 cm de alto y 30 cm de ancho.

El sobre cimientto quedará insertado la vara de castilla que hará las veces de refuerzo vertical (bastones) esta deberá ser colocada de la siguiente manera.

Primeramente, se coloca una vara de castilla de manera horizontal en la que amarraremos las barras verticales que deben colocarse a cada 64 cm de distancia y en el medio del grueso de la pared.

- ✓ Las varas de castillas deben medir 2 cm de diámetro y ser de una sola pieza rectas, maduras y libres de cascaras por lo que deben pelarse la parte más gruesa debe ser colocada hacia abajo.
- ✓ Posteriormente se rellena con piedra cuarta mediana y con colado en proporciones de 1 medida de cemento y 3 medidas de arena.
- ✓ Las varas de castillas verticales deben ir desde el sobre cimientto hasta la solera de coronamiento no debe olvidarse que en el centro de los contrafuertes siempre habrá un refuerzo vertical de vara de castilla.

Paredes cuatrapeadas:

Un buen traslape o cuatrapeado de los adobes permite construir paredes más estables por eso utilizamos diferentes cuatrapeados en la primera y segunda hilada.

Primera hilada: la primera hilada está formada por adobes enteros solamente se usa una mitad al inicio de las paredes.

Segunda hilada: en la segunda hilada se usan adobes enteros y mitades para que siempre la vara de castilla atraviese todas las hiladas que forman la pared.

Este tipo de cuatrapeado facilita la colocación de la vara de castilla que sirve de refuerzo vertical hay que tomar en cuenta que las paredes no deben ser muy altas máximo 8 veces el tamaño del adobe ósea 2.40 mts antes de la primera solera.

Los huecos de puertas y ventanas no deben ser muy anchos y deben estar a un mínimo de 90 cm de distancias de las esquinas.

Contrafuertes:

Los contrafuertes son refuerzos verticales hechos con los mismos ladrillos de adobe se construyen en las esquinas a cada 3 mts en las paredes y la distancia de estos puede cambiar cuando los módulos son más pequeños y construidos antes de los 3 mts pero nunca antes de esta distancia.

Un aspecto importante es que el levantamiento de las paredes y el contrafuerte debe hacerse de manera simultánea es decir de forma perimetral (anillo).

Sisa delgada:

Para obtener una mejor solidez en las paredes se deberán pegar los adobes con una mezcla con la misma proporción de barro y arena con la que se fabricaron los adobes el grosor de esta sisa debe ser de 2 cm aproximadamente y no debemos colocar más de 5 hiladas al día para que la mezcla se adhiera bien.

Para que los adobes queden bien pegados es necesario humedecerlos antes.

Refuerzos de vara castilla:

Para completar la resistencia de las paredes ante un sismo es necesario colocar en toda la estructura y en cada 3 hiladas un entramado de varilla de castilla horizontal cortada a media caña y machacada esto permitirá que la casa se dañe no se caiga abruptamente.

El entramado de vara de castilla debe amarrarse con alambre galvanizado N° 18 en todas las intersecciones.

Soleras o coronas:

La estabilidad de la vivienda de adobe va a depender de la colocación de la solera de coronamiento esta estructura permite un amarre de todas las paredes garantizando con ella una mejor resistencia ante un sismo se recomienda hacerlas en 2 partes.

Primera solera o solera de altura de puerta y ventanas:

Se construye un encofrado de madera con 2 varillas de hierro corrugado de 3/8” y alacranes de hierro liso de 1/2” colocados a cada 20 cm.

Se deben dejar en medio de los contrafuertes cuatro pines en cada contrafuerte para amarrarlos posteriormente a la estructura de la segunda solera y las proporciones del concreto a emplear son de 2 medidas de grava, 2 medidas de arena y 1 de cemento.

Cuando por aberturas de huecos en puertas y ventanas sea necesario interrumpir el largo de las varas de castillas verticales se les debe dar continuidad en esta solera para eso se deben de colocar varas de castillas verticales. Cuando recién se ha invertido el colocado en la solera también se hace cuando las varas verticales no sean suficientemente largas.

A estas varas de castilla se les debe colocar alambre de amarre en la punta para que queden fijas.

Sobre la primera solera se colocarán 2 hiladas de adobes y se levantara el mojinete. No se deben colocar adobes en medio de los contrafuertes para dejar el hueco donde se formará un espolón.

Hay que tomar en cuenta que los refuerzos de vara de castilla verticales y los pines tienen que atravesar las 2 soleras.

Segunda solera o solera de coronamiento:

Para la segunda solera se utilizará una estructura de hierro y mezcla similar a la primera solera. No olvidar anclar los pines que se dejaron en la primera solera con la estructura de la segunda.

Es importante también que en la segunda solera se dejen pines que sirvan para anclar el techo.

Repellada, limpiécita y sin chinches:

Es muy importante, para nuestra Salud y seguridad, repellar las paredes para protegerlas y los insectos como chinches, que es la transmisora de la enfermedad

“mal de Chagas”.

Existen muchas formas de repellar las paredes y es una de las siguientes:

Raspamos las paredes de adobe con un cepillo de alambre a fin de eliminar rebaba y otras impurezas. Mojamos la pared hasta lograr la humedad necesaria que facilite la adherencia del repello.

Se prepara la mezcla con las siguientes proporciones:

- ✓ 3 medidas de tierra blanca.
- ✓ 2 medidas de arena.
- ✓ 1 medida de cal hidratada.