

Instituto Politécnico Nacional

Centro Interdisciplinario de Investigación para el
Desarrollo Integral Regional Unidad Oaxaca

Tesis

**Diseño de vivienda de emergencia sustentable
con condiciones de habitabilidad permanente
para zonas afectadas por desastres naturales**

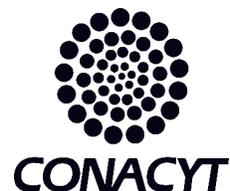
Presenta **German Alberto Parma Valenzuela**

Para obtener el grado de **Maestro en Gestión de Proyectos para el
Desarrollo Solidario**

Línea de trabajo **Diseño y Tecnologías Sustentables para la
Edificación**

Directores **Dr. Rafael Alavez Ramírez
M.A. José Luis Caballero Montes**

Santa Cruz Xoxocotlán, Oaxaca, junio 2021





INSTITUTO POLITÉCNICO NACIONAL

SECRETARIA DE INVESTIGACIÓN Y POSGRADO

ACTA DE REGISTRO DE TEMA DE TESIS Y DESIGNACIÓN DE DIRECTOR DE TESIS

Ciudad de México, a de del

El Colegio de Profesores de Posgrado de en su Sesión
(Unidad Académica)

No. celebrada el día del mes de conoció la solicitud presentada por el (la) alumno (a):

Apellido Paterno:	Parma	Apellido Materno:	Valenzuela	Nombre (s):	German Alberto
-------------------	-------	-------------------	------------	-------------	----------------

Número de registro:

del Programa Académico de Posgrado:

Referente al registro de su tema de tesis; acordando lo siguiente:

1.- Se designa al aspirante el tema de tesis titulado:

Objetivo general del trabajo de tesis:

2.- Se designa como Directores de Tesis a los profesores:

Director: 2° Director:

No aplica:

3.- El Trabajo de investigación base para el desarrollo de la tesis será elaborado por el alumno en:

que cuenta con los recursos e infraestructura necesarios.

4.- El interesado deberá asistir a los seminarios desarrollados en el área de adscripción del trabajo desde la fecha en que se suscribe la presente, hasta la aprobación de la versión completa de la tesis por parte de la Comisión Revisora correspondiente.

Director(a) de Tesis

Dr. Rafael Alavez Ramirez

2° Director de Tesis (en su caso)

M. A. José Luis Caballero Montes

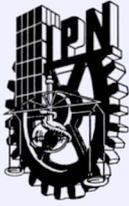
Aspirante

Parma Valenzuela German Alberto

Presidente del Colegio

Dr. Salvador Isidro Belmonte Jimenez





INSTITUTO POLITÉCNICO NACIONAL

SECRETARÍA DE INVESTIGACIÓN Y POSGRADO

ACTA DE REVISIÓN DE TESIS

En la Ciudad de Santa Cruz Xoxocotlan siendo las 12:30 horas del día 29 del mes de Junio del 2021 se reunieron los miembros de la Comisión Revisora de la Tesis, designada por el Colegio de Profesores de Posgrado de: Centro Interdisciplinario de Investigación para el Desarrollo Integral Regional Unidad Oaxaca (CIIDIR UNIDAD OAXACA)

para examinar la tesis titulada: Diseño de vivienda de emergencia sustentable con condiciones de habitabilidad permanente para zonas afectadas por desastres naturales del alumno:

Apellido Paterno:	Parma	Apellido Materno:	Valenzuela	Nombre (s):	German Alberto
-------------------	-------	-------------------	------------	-------------	----------------

Número de registro: B 1 9 0 1 8 2 Maestría en Gestión de Proyectos para el Desarrollo Solidario
Aspirante del Programa Académico de Posgrado:

Una vez que se realizó un análisis de similitud de texto, utilizando el software antiplagio, se encontró que el trabajo de tesis tiene 6 % de similitud. **Se adjunta reporte de software utilizado.** Después que esta Comisión revisó exhaustivamente el contenido, estructura, intención y ubicación de los textos de la tesis identificados como coincidentes con otros documentos, concluyó que en el presente trabajo **SI** **NO** **SE CONSTITUYE UN POSIBLE PLAGIO.**

JUSTIFICACIÓN DE LA CONCLUSIÓN: *Al revisar los resultados del Turnitin se observó que el 6% de similitud se distribuye principalmente en la sección de antecedentes, marco teórico y la metodología; la cual se encuentra en algunas citas textuales y también en palabras que son autoría del testista*
****Es responsabilidad del alumno como autor de la tesis la verificación antiplagio, y del Director o Directores de tesis el análisis del % de similitud para establecer el riesgo o la existencia de un posible plagio.**

Finalmente y posterior a la lectura, revisión individual, así como el análisis e intercambio de opiniones, los miembros de la Comisión manifestaron **APROBAR** **SUSPENDER** **NO APROBAR** la tesis por **UNANIMIDAD** o **MAYORÍA** en virtud de los motivos siguientes:

En virtud de que satisface los requisitos señalados por las disposiciones reglamentarias vigentes, se evidencia que dicha revisión que representó el 6% de similitud en los rubros señalados, no representa un riesgo de plagio.

COMISIÓN REVISORA DE TESIS

Dr. Rafael Alavez Ramirez

Director de Tesis
Nombre completo y firma

Dra.Lidia Argelia Juarez Ruiz

Nombre completo y firma

M.C. Margarito Ortiz Guzmán

Nombre completo y firma

M.A. José Luis Caballero Montes

2° Director de Tesis (en su caso)
Nombre completo y firma

M.E. Margarita Masilla Cano

Nombre completo y firma

Dr. Salvador Isidro Belmonte Jiménez

Nombre completo y firma

PRESIDENTE DEL COLEGIO DE PROFESORES
CENTRO INTERDISCIPLINARIO DE INVESTIGACIÓN PARA EL DESARROLLO INTEGRAL REGIONAL C.I.I.D.I.R. UNIDAD OAXACA I.P.N.



INSTITUTO POLITÉCNICO NACIONAL
SECRETARÍA DE INVESTIGACIÓN Y POSGRADO

CARTA CESIÓN DE DERECHOS

En la Ciudad de Oaxaca de Juárez el día 29 del mes de Junio el año 2021, el que suscribe Parma Valenzuela German Alberto alumno del Programa de Maestría en Gestión de Proyectos para el Desarrollo Solidario con número de registro B190182, adscrito a Centro Interdisciplinario de Investigación para el Desarrollo Integral Regional Unidad Oaxaca, manifiesta que es autor intelectual del presente trabajo de Tesis bajo la dirección del Dr. Rafael Alavez Ramírez y el M. A. José Luis Caballero Montes y cede los derechos del trabajo titulado: **“Diseño de vivienda de emergencia sustentable con condiciones de habitabilidad permanente para zonas afectadas por desastres naturales”** al Instituto Politécnico Nacional para su difusión, con fines académicos y de investigación.

Los usuarios de la información no deben reproducir el contenido textual, gráficas o datos del trabajo sin el permiso expreso del autor y/o director del trabajo. Este puede ser obtenido escribiendo a la siguiente dirección **parma.german@gmail.com**. Si el permiso se otorga, el usuario deberá dar el agradecimiento correspondiente y citar la fuente del mismo.

Parma Valenzuela German Alberto

Nombre y firma



CENTRO INTERDISCIPLINARIO
DE INVESTIGACIÓN PARA EL
DESARROLLO INTEGRAL REGIONAL
C.I.I.D.I.R.
UNIDAD OAXACA
I.P.N.

Agradecimientos

Todo lo que somos, hacemos y tenemos, está influido por la esencia de otras personas. La idea de este proyecto surgió de charlas, lecturas y vivencias compartidas, y pudo concluirse por el apoyo de todos a quienes a continuación les agradezco.

En primer lugar, al Instituto Politécnico Nacional y al Centro Interdisciplinario de Investigación para el Desarrollo Integral Regional (CIIDIR) Unidad Oaxaca, por abrirme las puertas y darme la oportunidad de realizar mis estudios de posgrado.

Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología, por el apoyo brindado durante estos dos años para poder dedicarme a mis estudios.

A mis directores de Tesis, el Dr. Rafael Alavéz y el M. A. José Luis Caballero por el tiempo dedicado a la realización de este proyecto y por ser los guías en esta etapa profesional de mi carrera, me llevo una gran experiencia de su labor.

A los miembros de mi comité, la Dra. Lidia Juárez, el M.C. Margarito Ortiz y la M.E. Margarita Rasilla por estar siempre atentos al proceso, por aportar a este proyecto con sus recomendaciones y palabras de aliento, y a la Dra. Nelly Calderón que, aunque no estuvo en el inicio supo enderezar mi camino.

A la organización Cooperación Comunitaria por permitirme trabajar en la reconstrucción, a Olga y Huzmany, por la amistad, el apoyo en las actividades de diagnóstico y los ánimos para continuar, y a la comunidad de Ciudad Ixtepec por la experiencia adquirida de donde surgió la idea para este proyecto.

A mi familia, que confía en mí y siempre está para apoyarme, Chicho por mostrarme las bondades de la paciencia y que el esfuerzo siempre tiene recompensa, Nini por enseñarme lealtad, porque siempre estas, Chica por ayudarme a ver las cosas siempre de la mejor manera, Miguel por echarme la mano para salir de los momentos difíciles.

A mi mamá, por todo el esfuerzo que ha hecho para que pueda realizar mis sueños y cumplir mis metas, gracias ma porque gracias a ti soy quien soy.

A mi amigo que quiero como hermano, Oscar por estar conmigo siempre que te necesito no importa la distancia o la hora.

Y a Belén, por el protocolo de investigación, tareas y revisiones, porque crecimos juntos y todo lo que me enseñaste se queda aquí conmigo y me ayuda a ser mejor persona.

Gracias.

Índice

Índice de tablas	xiv
Índice de figuras	xv
Resumen	i
Abstract	iii
Introducción	iv
I. Antecedentes	1
1. Planteamiento del problema	5
2. Justificación	6
3. Objetivos	8
4. Delimitación y alcance	9
II. Contexto y zona de trabajo	11
1. Localización geográfica	11
2. Superficie territorial	11
3. Tipos de suelo	12
4. Vegetación	12
5. Población	13
III. Marco teórico	15
1. Marco conceptual	15
1.1. Sustentabilidad	15
1.2. Economía solidaria	16
1.3. Producción social del hábitat	16
1.4. Habitabilidad transitoria	17
1.5. Vivienda	19

1.6.	Sismicidad	22
2.	Marco metodológico	26
2.1.	Investigación acción participativa	26
2.2.	Intervención comunitaria	27
2.3.	Diseño participativo	27
2.4.	Diseño bioclimático	28
2.5.	Plan de respuesta a desastres y contingencia	29
2.6.	Etnografía fotográfica	30
3.	Marco legal y normativo	32
IV.	Metodología del proyecto	35
1.	Fase 1: Diagnóstico	37
1.1.	Diagnóstico del sitio	37
1.2.	Diagnóstico de la vivienda tradicional	38
1.3.	Diagnóstico y evaluación de la vivienda de emergencia	39
2.	Fase 2: Planeación	41
2.1.	Planeación a partir del diagnóstico	41
3.	Fase 3: Diseño de intervención	41
3.1.	Diseño de la vivienda	41
3.2.	Diseño del sistema constructivo alternativo	44
4.	Fase 4: Evaluación	51
4.1.	Análisis de impacto	53
4.2.	Evaluación de sustentabilidad de la vivienda	56
4.3.	Evaluación del sistema constructivo	52
4.4.	Juicio de expertos	¡Error! Marcador no definido.
V.	Resultados	60

1.	Fase 1	60
1.1.	Análisis del sitio	60
1.2.	Etnografía fotográfica	64
1.3.	Evaluación de vivienda tradicional	86
1.4.	Evaluación de viviendas de emergencia	91
2.	Fase 2	100
2.1.	Planeación de la intervención	100
3.	Fase 3	102
3.1.	Diseño de la vivienda	102
3.2.	Diseño del sistema constructivo alternativo	113
3.3.	Proyecto ejecutivo de la VE	124
4.	Fase 4	124
4.1.	Análisis de impacto ambiental	125
4.2.	Evaluación de sustentabilidad de la vivienda	135
4.3.	Evaluación del sistema constructivo	125
	Referencias	143
	Anexos	148

Índice de tablas

Tabla 1. Sismos mayores a 6 grados en el Estado de Oaxaca. Elaboración propia a partir de datos del SSN.....	23
Tabla 2. Indicadores de habitabilidad. Fuente: Elaboración propia. ¡Error! Marcador no definido.	
Tabla 3. Asignación de porcentajes de valor y variables a cada dimensión. Fuente: Elaboración propia a partir de la propuesta de Espinoza y Guncay (2017).....	40
<i>Tabla 4. Listado de materiales más utilizados en la construcción. Fuente: Elaboración propia con datos del ITeC.....</i>	<i>54</i>
Tabla 5. Categorías de evaluación de nivel de sustentabilidad. Fuente: Elaboración propia con datos de Ramírez y Loria, 2014).....	56
Tabla 6. Viviendas afectadas por los sismos de 2017 en el Istmo de Tehuantepec. Fuente: Elaboración propia con datos de SEDATU (2017).....	60
Tabla 7. Resultados de análisis de vivienda tradicional en Cd. Ixtepec. Fuente: elaboración propia con datos obtenidos de Cooperación Comunitaria.....	90
Tabla 8. Evaluación proyecto Esfera. Fuente: Elaboración propia.....	93
Tabla 9. Evaluación de modelos de vivienda post desastre en la región del Istmo de Tehuantepec. Fuente: Elaboración propia a partir de la tabla de Espinoza y Guncay (2017)	98
Tabla 10. Continuación de la tabla anterior.....	99
Tabla 11. Planeación de la intervención. Fuente: Elaboración propia.....	101
Tabla 12. Resumen de estrategias bioclimáticas. Fuente: Elaboración propia con datos obtenidos en BAT.....	109
Tabla 13. Propiedades termofísicas de los materiales. Fuente: Elaboración propia.	115
Tabla 14. Cálculo de amortiguamiento de onda térmica y desfase térmico. Fuente: Elaboración propia.....	116
<i>Tabla 15. Costo energético y emisiones de CO2 de la VE. Fuente: Elaboración propia.....</i>	<i>133</i>

Tabla 16. Costo energético y emisiones de CO2 de la Vivienda Tradicional. Fuente: Elaboración propia.....	133
Tabla 17. Resultados de evaluación de sustentabilidad de VE. Fuente: Elaboración propia.	136
Tabla 18. Evaluación de sustentabilidad de la VE. Fuente: Elaboración propia.	137
Tabla 19. Continuación de la tabla anterior.	138
Tabla 20. Continuación de la tabla anterior.....	139
Tabla 21. Evaluación funcional del sistema constructivo. Fuente: Elaboración propia.	127
Tabla 22. Evaluación tecnológica del sistema constructivo. Fuente: Elaboración propia.	128
Tabla 23. Continuación de tabla anterior.....	128
Tabla 24. Continuación de tabla anterior.....	129
Tabla 25. Continuación de tabla anterior.....	129
Tabla 26. Evaluación económica del sistema constructivo. Fuente: Elaboración propia.	130
Tabla 27. Requerimientos y estrategias para el diseño del sistema constructivo.	130

Índice de figuras

Figura 1. Le Cobusier, Casa Domino, 1914 (Audefroy, 2009).	1
Figura 2. Casa de madera desmontable (Audefroy, 2009).....	1
Figura 3. Prototipo de Aalvar Alto. Fuente: Audefroy (2009).	2
Figura 4. Prototipo de vivienda de emergencia. Cruz Roja alemana, 1972. Fuente: Audefroy (2009).	2
Figura 5. Prototipo de Caritas en Chiapas, 2005. Fuente: Audefroy (2009).....	3
Figura 6. Reconstrucción en el Istmo de Tehuantepec. Fuente: Cooperación Comunitaria (2018).	4
Figura 7. Prototipo de vivienda de emergencia. Fuente: Techo (2018).	5

Figura 8. Zonas sísmicas en México. Elaboración propia a partir de datos del SSN.	7
Figura 9. Ubicación del Istmo de Tehuantepec, Oaxaca. Elaboración propia con datos de INEGI (2015).....	11
Figura 10. Población total en los municipios de Juchitán de Zaragoza, Cd. Ixtepec y Asunción Ixtaltepec. Fuente: Elaboración propia con datos de INEGI (2015).	13
Figura 11. Enfoques del proyecto de tesis. Fuente: Elaboración propia.....	15
Figura 12. Alojamiento durante la reconstrucción. Fuente: Shelter Center (2012)..	19
Figura 13. Etapas del proceso de recuperación post desastre. Fuente: PNUD, 2015.	24
Figura 14. Metodología de intervención comunitaria. Fuente: Elaboración propia a partir de Mori (2008).....	26
Figura 15. Los 8 pasos de la metodología de intervención comunitaria. Fuente: elaboración propia a partir de Mori (2008).....	27
Figura 16. Metodología de diseño bioclimático. Fuente: Elaboración propia a partir de Fuentes (2002).	29
Figura 17. Plan de respuesta a desastres y contingencia. Fuente: Elaboración propia a partir de la metodología de la Federación Internacional de Sociedades de la Cruz Roja y de la Media Luna Roja (2008).	30
Figura 18. Metodología del proyecto de tesis. Fuente: Elaboración propia.....	35
Figura 19. Metodología, fases, subfases y métodos. Fuente: Elaboración propia...36	
Figura 20. Escala de exposición solar en SunHours. Fuente: Elaboración propia.44	
Figura 21. Cimentación y sobrecimentación. Fuente: Minke (2001).....	47
Figura 22. Trabas en cimentación. Fuente: Minke (2001).	48
Figura 23. Refuerzo en esquinas. Fuente: Minke (2001).....	48
Figura 24. Forma de la planta. Fuente: Minke (2001).	49
Figura 25. Forma de la planta. Fuente: Minke (2001).....	49
Figura 26. Solución en dinteles. Fuente: Minke (2001).	50
Figura 27. Dimensionamiento de vanos. Fuente: Minke (2001).	51

Figura 28. Costo energético por Kg de material. Elaboración propia con datos del ITeC.	55
Figura 29 Emisión de CO2 por kg de material. Fuente: Elaboración propia con datos del ITeC.....	55
Figura 30. Total de viviendas. Fuente: Elaboración propia con datos de INEGI (2015) y SEDATU (2017).....	61
Figura 31. Viviendas con piso de tierra. Fuente: Elaboración propia con datos de INEGI (2015).	62
Figura 32. Bienes y servicios. Fuente: Elaboración propia con datos de INEGI (2015).....	63
Figura 33. Materiales precarios. Fuente: Elaboración propia con datos de INEGI (2015).....	64
Figura 34. [Fotografías de German Parma y Olga Zúñiga]. (Ciudad Ixtepec, 2018). Paisaje y territorio de Ciudad Ixtepec.	66
Figura 35. [Fotografías de German Parma y Olga Zúñiga]. (Ciudad Ixtepec, 2018). Paisaje de Ciudad Ixtepec.	68
Figura 36. [Fotografías de German Parma y Olga Zúñiga]. (Ciudad Ixtepec, 2018). Vivienda tradicional Istmeña.	69
Figura 38. [Fotografías de German Parma]. (Ciudad Ixtepec, 2018). Infraestructura.	70
Figura 39. [Fotografías de German Parma]. (Ciudad Ixtepec, 2018). Naturaleza.....	71
Figura 40 [Fotografías de German Parma]. (Ciudad Ixtepec, 2018). El río de los perros.....	72
Figura 41 [Fotografías de German Parma]. (Ciudad Ixtepec, 2018). Ojos de agua en el Istmo de Tehuantepec.	73
Figura 42 [Fotografías de German Parma]. (Ciudad Ixtepec, 2018). Cultura de la región del Istmo de Tehuantepec.....	74
Figura 43 [Fotografías de German Parma y Olga Zúñiga]. (Ciudad Ixtepec, 2018). Distintas formas de cocinar los alimentos.....	76
Figura 44 [Fotografías de German Parma]. (Ciudad Ixtepec, 2018). Mezcla de culturas.	77

Figura 45 [Fotografías de German Parma y Olga Zúñiga]. (Ciudad Ixtepec, 2018). Importancia de las mujeres en la economía local.....	78
Figura 46 [Fotografías de German Parma]. (Ciudad Ixtepec, 2018). Estado de las viviendas después de los sismos de 2017.	79
Figura 47 [Fotografía de German Parma]. (Ciudad Ixtepec, 2018). Rotulo sobre folio de una vivienda afectada por los sismos.....	80
Figura 48 [Fotografías de German Parma]. (Ciudad Ixtepec, 2018). Escombros en las banquetas de Ciudad Ixtepec.	81
Figura 49 [Fotografía de German Parma]. (Ciudad Ixtepec, 2018). Vivienda de bajareque con cubierta de teja.....	82
Figura 50 [Fotografías de German Parma]. (Ciudad Ixtepec, 2018). Sistema constructivo tradicional de ladrillo.	83
Figura 51 [Fotografías de German Parma]. (Ciudad Ixtepec, 2018). Cooperación entre miembros de la comunidad.	84
Figura 52 [Fotografías de German Parma]. (Ciudad Ixtepec, 2018). Integrantes del equipo de Cooperación Comunitaria en campo.....	85
Figura 53. Viviendas tradicionales evaluadas. Fuente: Cooperación comunitaria (2018).	89
Figura 54. VE evaluadas	91
Figura 55. Evaluación de los modelos de vivienda post desastre en el Istmo de Tehuantepec. Fuente: Elaboración propia.....	97
Figura 56. Combinaciones del módulo semilla. Fuente: Elaboración propia.....	102
Figura 57. Opciones de crecimiento del modelo de vivienda. Fuente: Elaboración propia.	103
Figura 58. Estructura de soporte de la vivienda. Fuente: Elaboración propia.....	104
Figura 59. Temperaturas en Ciudad Ixtepec, Oax. Fuente: Elaboración propia....	105
Figura 60. Humedad relativa en Ciudad Ixtepec, Oax. Fuente: Elaboración propia.	106
Figura 61. Diagrama bioclimático. Fuente: Elaboración propia.....	107
Figura 62. Estrategias bioclimáticas. Fuente: Elaboración propia.....	107

Figura 63. Estrategias de diseño obtenidas en las tablas de Mahoney. Fuente: Elaboración propia.....	108
Figura 64. Análisis de radiación solar en orientación sureste y noreste. Fuente: elaboración propia.....	110
Figura 65. Análisis de radiación solar en orientación suroeste y noroeste. Fuente: elaboración propia.....	110
Figura 66. Altura solar en Ciudad Ixtepec, Oaxaca. Fuente: elaboración propia con datos de BAT.....	111
Figura 67. Análisis de asoleamiento. Izq. 10 a.m. 21 de junio. Der. 10 a.m. 21 de dic. Fuente: Elaboración propia.....	112
Figura 68. Análisis de asoleamiento. Izq. 4 p.m. 21 de jun. Der. 4 p.m. 21 de dic. Fuente: Elaboración propia.....	113
Figura 69. Sistemas constructivos seleccionados para comparativa. Fuente: Elaboración propia.....	115
Figura 70. Factor de decremento anual y mensual. Fuente: Elaboración propia.....	116
Figura 71. Carga de calentamiento, enfriamiento y total anual. Fuente: Elaboración propia.....	117
Figura 72. Cimentación de la VE. Fuente: Elaboración propia.....	118
Figura 73. Forma de la planta de la VE. Fuente: Elaboración propia.....	119
Figura 74. Maqueta virtual VE. Fuente: Elaboración propia.....	120
Figura 75. Dimensionamiento de vanos. Fuente: Elaboración propia.....	120
Figura 76. Paneles prefabricados de bajareque. Fuente: Elaboración propia.....	122
Figura 77. Proceso constructivo de la VE. Fuente: Elaboración propia.....	124
Figura 78. Despiece de la Vivienda de Emergencia. Fuente: Elaboración propia.....	131
Figura 79. Despiece de la vivienda tradicional Istmeña. Fuente: Elaboración propia.....	132
Figura 80. Porcentajes de materiales usados. Fuente: Elaboración propia.....	132
Figura 81. Comparación de costo energético y emisiones de CO ₂ . Fuente: Elaboración propia.....	134
Figura 82 Comparación de costo energético y emisiones de CO ₂ de cada material. Fuente: Elaboración propia.....	135

“Una casa es como un amigo, tu buscas a un amigo que se parezca un poco a ti, que tenga cosas en común contigo, la casa también es así”

Oscar Hagerman

Resumen

Con el propósito de que las comunidades de la zona del Istmo de Tehuantepec puedan estar preparadas para actuar y resolver el problema de necesidad de vivienda ante una situación de emergencia post desastre, como un sismo, en este proyecto de tesis se abordó la gestión de un modelo de vivienda de emergencia sustentable con un sistema constructivo de elementos prefabricados, y que se adapte al clima cálido de Ciudad Ixtepec y comunidades del Istmo de Tehuantepec. Como parte de los resultados se obtuvo un diagnóstico del sitio, de las viviendas tradicionales y vivienda de emergencia construida tras los sismos de 2017 para desarrollar la planeación de la intervención. Se analizaron cinco viviendas tradicionales y se obtuvieron los aspectos formales, funcionales y de adaptación al medio y como se han ido modificando. También se hizo un análisis de cuatro tipos de viviendas de emergencia y como resultado se obtuvo que no cumplen con las normas mínimas del proyecto Esfera (El proyecto Esfera, 2011) relativas a alojamientos de ayuda humanitaria ante desastres naturales. Ninguna de las cuatro viviendas cumplió con los 60 puntos mínimos en la evaluación de prototipos de vivienda temporal post desastre. Para realizar el diseño del modelo de vivienda se empleó la metodología de diseño participativo de Habraken donde se obtuvo un modelo semilla como núcleo inicial básico, y sus unidades separables que se pueden combinar. Para desarrollar el diseño de la propuesta se tomaron los datos climáticos de la comunidad para obtener las estrategias de diseño bioclimático. El siguiente paso fue hacer una selección de materiales locales de acuerdo con un análisis comparativo de amortiguamiento térmico y desfase térmico, donde el mejor evaluado fue el sistema de bajareque relleno de pasto con tierra. A partir de estos resultados se diseñó el sistema constructivo híbrido de paneles prefabricados de bajareque, un sistema sencillo que facilita la autoconstrucción, de montaje rápido, económico y con materiales locales. Se realizó un análisis de impacto ambiental del modelo de vivienda y se hizo una comparación con una vivienda tradicional istmeña de ladrillo, se cuantificó el peso de los materiales para obtener el costo energético y las emisiones de CO₂ en su proceso de producción y transporte. Se llevó a cabo una evaluación para determinar el grado de sustentabilidad del modelo de vivienda diseñado, donde se obtuvieron 77 puntos de los 100 totales, la vivienda se considera sustentable a partir de los 60 puntos. El sistema constructivo se evaluó de manera cualitativa de acuerdo con tres aspectos importantes: funcional, tecnológico y económico. Debido a que este proyecto se desarrolló durante la crisis sanitaria de Covid-19, para evaluar el nivel de habitabilidad del modelo de vivienda se realizó un juicio de expertos, en el cual se presentó el proyecto a diez personas con amplio conocimiento sobre el tema y se les pidió una valoración por medio de un cuestionario.

Abstract

In order that the communities of the area of the Isthmus of Tehuantepec can be prepared to act and solve the problem of housing need in a post-disaster emergency, as an earthquake, in this thesis project, the management of a sustainable emergency housing model with a constructive system of prefabricated elements was addressed, and that adapts to the warm climate of Ciudad Ixtepec and communities of the Isthmus of Tehuantepec. As part of the results, a diagnosis of the site, of the traditional housing and emergency housing built after the 2017 sismos was obtained to develop the planning of the intervention. Five traditional houses were analyzed, and the formal aspects were obtained. An analysis was also made of four types of emergency housing and as a result it was found that they do not meet the minimum standards of the Sphere project (El proyecto Esfera, 2011) concerning accommodation for humanitarian aid in the face of natural disasters. None of the four homes met the 60-point minimum in the post-disaster temporary housing prototype evaluation. To carry out the design of the housing model, Habraken's participatory design methodology was used, where a seed model was obtained as a basic initial nucleus, and their separable units that can be combined. To develop the design of the proposal, the climatic data of the community were taken to obtain the bioclimatic design strategies. The next step was to make a selection of local materials according to a comparative analysis of thermal damping and thermal lag, where the best evaluated was the system of bajareque filled with grass with soil. From these results was designed the hybrid construction system of prefabricated panels of bajareque, a simple system that facilitates self-construction, fast, economical assembly and with local materials. An environmental impact analysis of the housing model was carried out and a comparison was made with a traditional isthmian brick house, the weight of the materials was quantified to obtain the energy cost and CO₂ emissions in their production and transport process. An evaluation was carried out to determine the degree of sustainability of the designed housing model, where 77 points of the 100 total were obtained, housing is considered sustainable from 60 points. The construction system was evaluated qualitatively according to three important aspects: functional, technological and economic. Because this project was developed during the Covid-19 health crisis, to evaluate the level of habitability of the housing model, an expert opinion was made, in which the project was presented to ten people with extensive knowledge on the subject and asked for an assessment by means of a questionnaire.

Introducción

A pesar de las múltiples experiencias de desastres naturales y climáticos en México que han dejado miles de damnificados y viviendas dañadas o con pérdidas totales, se siguen repitiendo patrones deficientes para dar solución a la problemática de vivienda desde el momento de la emergencia hasta la reconstrucción en todo el país, aunque las condiciones y el contexto sean muy distintas.

El caso más reciente en nuestro país fue el de los sismos del 7 y 9 de septiembre de 2017, donde hubo aproximadamente 171,925 viviendas dañadas en diferentes estados. En especial, el más afectado fue Oaxaca con 65,044 viviendas dañadas, principalmente en la zona del Istmo de Tehuantepec por el sismo de la noche del 7 de septiembre que tuvo una magnitud de 8.2 grados Richter, con epicentro a 133 km al suroeste de Pijijiapan, Chiapas (SEDATU, 2017).

Para atender la emergencia se construyen prototipos de vivienda temporal, con dimensiones mínimas, que no toman en cuenta a la comunidad en los procesos de diseño o construcción, los prototipos son los mismos, aunque en el país hay diferentes regiones climáticas, se otorgan fondos monetarios para autoproducir vivienda, créditos y financiamiento. Sin embargo, en los últimos eventos ha crecido la implementación de la producción social del hábitat (Aguilar, 2019), aunque esta última con una desventaja ante la emergencia, debido al tiempo que toma llegar a una solución constructiva definitiva.

Normalmente hay un negocio de los desarrolladores de vivienda detrás de las acciones de respuesta ante la emergencia, hay un desalojo forzoso, demolición del patrimonio de las familias, algunas veces se reubica a la gente sin tomar en cuenta las capacidades de las comunidades para recibir a los nuevos habitantes. Se trata de atender la emergencia, pero se olvida que en esos momentos es importante fortalecer los valores comunitarios.

Con el propósito de que las comunidades de la zona del Istmo de Tehuantepec puedan estar preparadas para actuar y resolver el problema de necesidad de vivienda ante una situación de emergencia post desastre, como un sismo, en este proyecto se abordó la gestión de un modelo de vivienda de emergencia sustentable con un sistema constructivo de elementos prefabricados, y que se adapte al clima cálido de Ciudad Ixtepec y comunidades del Istmo de Tehuantepec.

El contenido de este trabajo está dividido en cinco capítulos. En el capítulo I se explican los antecedentes relacionados con la problemática planteada, así como los objetivos de esta investigación, delimitación y alcances. En el capítulo II se exponen los datos referentes a la zona de estudio, mientras que en el capítulo III se trata sobre el marco teórico, que a su vez se divide en marco conceptual, marco metodológico y, marco legal y normativo. En el capítulo IV se desarrolla la metodología del proyecto que está dividida en cuatro fases: la primera es de diagnóstico, la segunda es de planeación, la tercer es de diseño de la intervención y la cuarta es de evaluación. En el quinto y último capítulo se exponen los resultados obtenidos en cada una de las fases del proyecto y su discusión. Y por último, se agregan las conclusiones, bibliografía y anexos.

I. Antecedentes

I. Antecedentes

Los primeros proyectos relacionados con la arquitectura de emergencia y reconstrucción empiezan después de la Primera Guerra Mundial. Algunos ejemplos destacados de esta época son la casa diseñada por el arquitecto Le Corbusier para la reconstrucción rápida de algunas regiones destruidas por la guerra (Figura 1), o las viviendas de madera desmontables construidas por la ayuda norteamericana en Francia en 1917 (Figura 2).

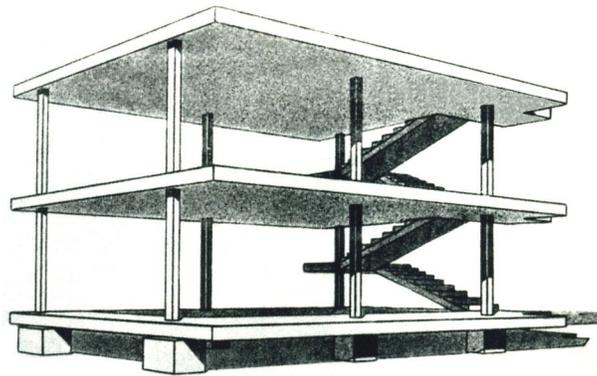


Figura 1. Le Cobusier, Casa Domino, 1914 (Audefroy, 2009).



Figura 2. Casa de madera desmontable (Audefroy, 2009).

Después de la Segunda Guerra Mundial la vivienda de emergencia se convirtió en un tema importante. Por esto se desarrollaron numerosos prototipos, entre otros, el diseñado por el arquitecto Alvar Aalto: una vivienda transportable hasta el sitio y capaz de alojar a cuatro familias con un núcleo central de servicios (Figura 3).

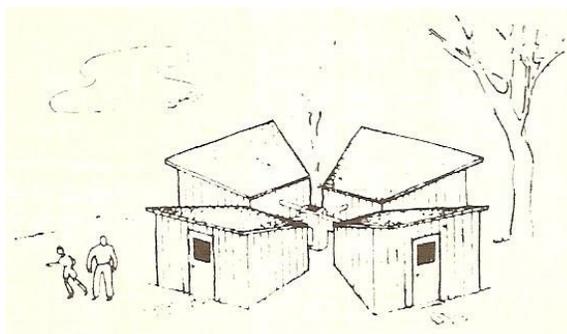


Figura 3. Prototipo de Aalvar Alto. Fuente: Audefroy (2009).

En la década de los 70, la Cruz Roja Alemana y la empresa Bayer desarrollaron un prototipo de vivienda emergente que se utilizó después de un sismo en Nicaragua en 1972. Este, aunque cubría las necesidades ante desastres a través de unos domos inflables, como se observa en la Figura 4, resultó muy costoso. Debido a ello se desarrolló un sistema, implementado después del sismo en Guatemala en 1976, y que resultó ser muy exitoso (Audefroy, 2009). Este sistema fue desarrollado por OXFAM y consistía en un sistema de diseño participativo, en el cual, en lugar de limpiar el escombro con maquinaria pesada, las personas recuperaban sus materiales y, en lugar de invertir en prototipos de emergencia, se construyeron pies de casa con materiales locales que después se usaron como vivienda permanente.



Figura 4. Prototipo de vivienda de emergencia. Cruz Roja alemana, 1972. Fuente: Audefroy (2009).

En el siglo XXI ha habido experiencias de reconstrucción muy importantes en América Latina, tal es el caso de El Salvador, después del sismo de 2001, donde trabajó la ONG FUNDASAL y la agencia alemana MISEREOR. En este caso, el daño

se registró en viviendas construidas con diferentes materiales, como bajareque, concreto, ladrillo y, principalmente, adobe, lo anterior debido a malas prácticas constructivas. Para solucionar esta problemática, se llevó a cabo un programa de reconstrucción con sistemas tradicionales de adobe y bajareque que incluyó además cursos de capacitación de sistemas sismo resistentes con materiales locales.

Otro caso exitoso en América Latina se llevó a cabo en Chiapas después del huracán Stan, en 2005, donde participó la ONG Caritas Mexicana (Audefroy, 2009). El desbordamiento de ríos y deslaves arrasó con las construcciones a orillas de ríos y en zonas costeras. Ante esto, se desarrolló un sistema constructivo capaz de levantar una vivienda en un periodo de cinco a siete días, con un equipo de 20 personas que incluyó no solo hombres sino también mujeres. En este caso los materiales eran ligeros y de fácil colocación y no era necesario mano de obra especializada, solo se dio asesoría y supervisión por parte de un profesional. Este sistema consistió en un molde de fibra de vidrio reutilizable para construcción de muros y cubierta (Figura 5).



Figura 5. Prototipo de Caritas en Chiapas, 2005. Fuente: Audefroy (2009).

El caso más reciente en nuestro país fue el de los sismos de septiembre de 2017 en el Istmo de Tehuantepec, Oaxaca, donde intervinieron diferentes

asociaciones civiles y ONG, entre ellas la A.C. Cooperación Comunitaria¹. Ésta implementó un sistema, como el ya mencionado en Guatemala, donde se buscó recuperar los materiales de muros y cubiertas para la reconstrucción de viviendas, sin dejar de lado la arquitectura vernácula de la localidad. Se reforzó el sistema constructivo tradicional de ladrillo, en muros, y de teja de barro, en cubiertas, para hacerlo resistente a los sismos (Figura 6).



Figura 6. Reconstrucción en el Istmo de Tehuantepec. Fuente: Cooperación Comunitaria (2018).

Por último, otro ejemplo destacado en el país, y en Latinoamérica, es el llevado a cabo por la ONG Techo que, con el apoyo de voluntarios, construye viviendas de emergencia para las personas que perdieron su hogar, llevando hasta la fecha 6,733 soluciones permanentes de infraestructura construidas en México (TECHO, 2019). Estas viviendas, de estructura de madera, son fáciles de montar y se logra en poco tiempo, ya que no es necesario el uso de maquinaria ni de mano de obra especializada (Figura 7).

¹ El autor del presente proyecto trabajó como asesor técnico de vivienda en el proyecto de Reconstrucción Integral y Social del Hábitat en el Istmo de Tehuantepec, en la Asociación Civil Cooperación Comunitaria en 2018. Más información sobre el trabajo de la asociación en: <http://cooperacioncomunitaria.org/reconstruccion-social-de-habitat-en-la-region-istmo-en-oaxaca/>

Sin embargo, este prototipo tiene algunas carencias, ya que utiliza el mismo modelo de vivienda para todo el país, que no se adapta a las condiciones climáticas ni a las necesidades de las familias donde se han construido ya que el

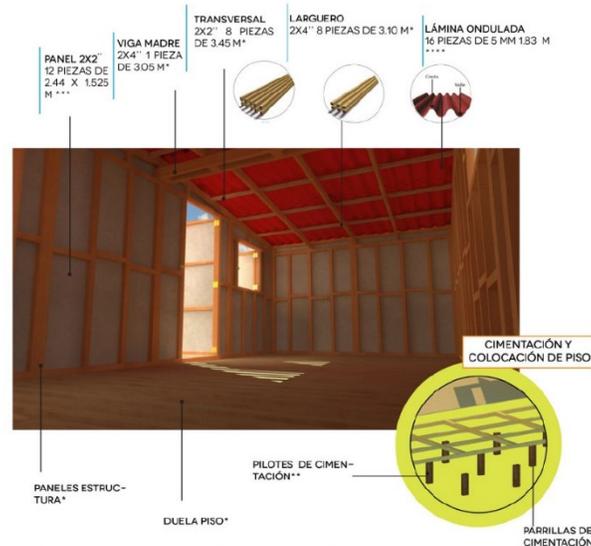


Figura 7. Prototipo de vivienda de emergencia. Fuente: Techo (2018).

espacio es mínimo; los cimientos y estructura tienen un tiempo de vida relativamente corto; los materiales no son fáciles de conseguir en todo el territorio.

Lo anteriormente expuesto, muestra cómo a lo largo de la historia se han desarrollado distintos modelos de vivienda de emergencia en distintos contextos, a través de varias estrategias y enfoques. Aun así, no todos los modelos son fácilmente replicables o adaptables a las necesidades de cada lugar, aunado a que estos por lo general no toman en cuenta las características del entorno como el clima, los materiales locales y la tipología arquitectónica.

1. Planteamiento del problema

Por su ubicación geográfica, la región del Istmo de Tehuantepec está expuesta a una constante actividad sísmica, lo que genera que muchas viviendas sean vulnerables ante la acción de sismos de alta intensidad, principalmente aquellas construidas hace muchos años, o bien, viviendas autoconstruidas sin asesoría técnica especializada, lo cual implica que la población en esta zona este expuesta a riesgo y peligro constante.

Este riesgo se evidenció tras los sismos de septiembre de 2017, y aunque hubo una rápida movilización de ONGs y asociaciones civiles para dar respuesta de alojamiento a personas cuyas viviendas sufrieron afectaciones, esta no fue del todo adecuada, ya que las soluciones de vivienda de emergencia fueron modelos provisionales que no cumplían con condiciones mínimas de habitabilidad, que se reflejaban en problemas de tipo físico-espacial y de confort principalmente. Además de que los materiales de estas viviendas eran poco resistentes y no ofrecían condiciones para que en un futuro se convirtieran en alojamientos permanentes.

Por lo tanto, el problema a resolver es la necesidad de vivienda que existe tras los sismos en la región, donde todavía hay familias que habitan viviendas que no tienen las condiciones adecuadas de habitabilidad, y estar preparados ante futuros desastres naturales, con una vivienda de emergencia diseñada para cumplir con estas condiciones y pueda convertirse en vivienda permanente.

2. Justificación

A nivel nacional, la importancia radica en que México está constantemente expuesto a desastres naturales. Por su ubicación geográfica, a huracanes y ciclones; en la zona costera del Pacífico tiene gran actividad sísmica que puede derivar en tsunamis; y, en la parte central del país, entre Nayarit y Veracruz, la actividad volcánica es una amenaza para la población (SGM, 2019).

Esta vulnerabilidad se traduce en datos por el Programa Nacional de Desarrollo Urbano 2014-2018, mostrando que siete de cada 10 habitantes de México viven en zonas de riesgo por su exposición a diferentes tipos de fenómenos naturales y climáticos: un total de 87.7 millones de personas (ONU-Hábitat, 2018).

El Servicio Sismológico Nacional (SSN) ha dividido el país en cuatro grandes zonas sísmicas de acuerdo con la ocurrencia de sismos. La zona A donde no se tiene registro de sismos. Las zonas B y C son zonas intermedias, donde los sismos tienen baja y moderada frecuencia, respectivamente. En la zona D la ocurrencia y la magnitud es alta.

El Istmo de Tehuantepec se encuentra en la zona D como se observa en la Figura 8, en el borde donde se introduce la placa de Cocos por debajo de la norteamericana, es decir, de la zona sismo generadora. La actividad sísmica en el borde costero del Pacífico es muy elevada, solo en el estado de Oaxaca existen más de 3,800 sismos de magnitudes que van desde dos hasta cerca de siete en los últimos seis años (de enero del 2006 a julio del 2012). Los sismos de mayor magnitud (mayores de seis grados) registrados por el SSN, ocurridos dentro del estado, tienen una recurrencia cada dos años (2008, 2010, 2012) (SEDATU, 2013).



Figura 8. Zonas sísmicas en México. Elaboración propia a partir de datos del SSN.

Después de cada evento de desastre natural en México se siguen repitiendo las mismas estrategias de respuesta, aunque la situación sea diferente. Rodríguez (2014) identifica 3 modelos de recuperación post desastre. El modelo “A” se basa en atender la emergencia, pero sin fortalecer las capacidades comunitarias. En él se promueve la reubicación sin tomar en cuenta a las comunidades y normalmente existe un negocio de desarrolladores de vivienda. El modelo “B” es participativo y de transformación social, hay una participación de los damnificados, sociedad civil solidaria y gobierno para la recuperación. El modelo “C”, se fundamenta en el control del gobierno, basado en el desalojo forzoso, es autoritario y de degradación de las condiciones de producción de la sociedad. El modelo más exitoso es el “B”, donde se involucran todos los actores en la toma de decisiones.

La realización de este proyecto tiene un impacto en las tres dimensiones relacionadas con la sustentabilidad, ambiental, económica y social. Desde la dimensión ambiental se genera un bajo impacto al emplear un sistema constructivo con materiales locales procedentes de fuentes renovables, utilizar sistemas pasivos y ecotecias en la vivienda, implementar estrategias de diseño bioclimático para tener un confort térmico y de esta manera lograr un bajo consumo energético.

Desde la dimensión económica se tiene un impacto positivo al fomentar el auto empleo involucrando a la población en las diferentes fases de construcción, además utilizando materiales con larga vida y de fácil mantenimiento por parte de los ocupantes.

En cuanto a la dimensión social, este proyecto fomenta valores del capital social como la participación, solidaridad y empodera a la comunidad rescatando saberes de construcción tradicional y la transferencia de estos.

3. Objetivos

Objetivo general:

Diseñar un modelo de vivienda de emergencia sostenible que permita solucionar la necesidad de habitabilidad permanente a poblaciones vulnerables ante situaciones de desastres naturales.

Los objetivos específicos para lograrlo son:

1. Identificar las características socio ambientales y económicas de la zona de desarrollo del proyecto a través de una revisión bibliográfica y un diagnóstico de campo con metodologías participativas.
2. Elaborar un plan de acciones de intervención a la problemática planteada a partir de líneas de acción que consideren el diseño sustentable de una vivienda con arquitectura tradicional y sistema de construcción alternativo para promover técnicas con materiales naturales.
3. Diseñar un modelo de vivienda de emergencia con criterios sostenibles que resuelvan la habitabilidad permanente de la población afectada en el Istmo de Tehuantepec, Oaxaca después de los sismos del 2017.

4. Diseñar un sistema constructivo alternativo con condiciones de habitabilidad y criterios de sustentabilidad, por medio de un análisis bioclimático y energético y criterios estructurales.
5. Determinar el grado de cumplimiento del proyecto de intervención a partir de una evaluación técnico-social con indicadores de habitabilidad, sustentabilidad y de economía solidaria.

4. Delimitación y alcance

Para realizar este estudio se seleccionaron tres de los municipios más afectados por los sismos de 2017 en el Istmo de Tehuantepec, Juchitán de Zaragoza, Ciudad Ixtepec y Asunción Ixtaltepec. En cuanto a los alcances del proyecto, se trabajó en el municipio de Ciudad Ixtepec, Oaxaca, y en comunidades cercanas, porque ya se cuenta con un equipo de trabajo conformado; pero se tomaron datos de otras comunidades de la región del Istmo de Tehuantepec para la realización de la investigación, y los resultados obtenidos pueden tomarse de manera general para toda la región por su relación y semejanza en las condiciones climáticas, formas de vida, etc.

El alcance de este proyecto de investigación es el diseño de un modelo de vivienda resultado de un proceso participativo, con criterios de diseño bioclimático, que utilice un sistema constructivo alternativo con materiales locales y sea fácil para autoconstrucción; todo esto para cumplir con condiciones de habitabilidad permanente y dar solución al problema de necesidad de vivienda en zonas afectadas por desastres naturales con clima cálido. Se tenían contemplados talleres de capacitación sobre el sistema constructivo, pero esta actividad se ha cambiado debido a la actual situación de contingencia sanitaria por covid-19 que se presentó en 2020.

II. Contexto y zona de trabajo

II. Contexto y zona de trabajo

1. Localización geográfica

La región del istmo oaxaqueño se localiza en la parte sureste de la capital del estado entre las coordenadas geográficas de 15° 59' y los 16° 58' de latitud norte y entre los 94° 12' y los 95° 40' de longitud oeste del meridiano de Greenwich. Colinda al Norte con el Distrito Mixe y el Estado de Veracruz, al Sur con el Golfo de Tehuantepec, al Este con el Estado de Chiapas y al Oeste con el Distrito de

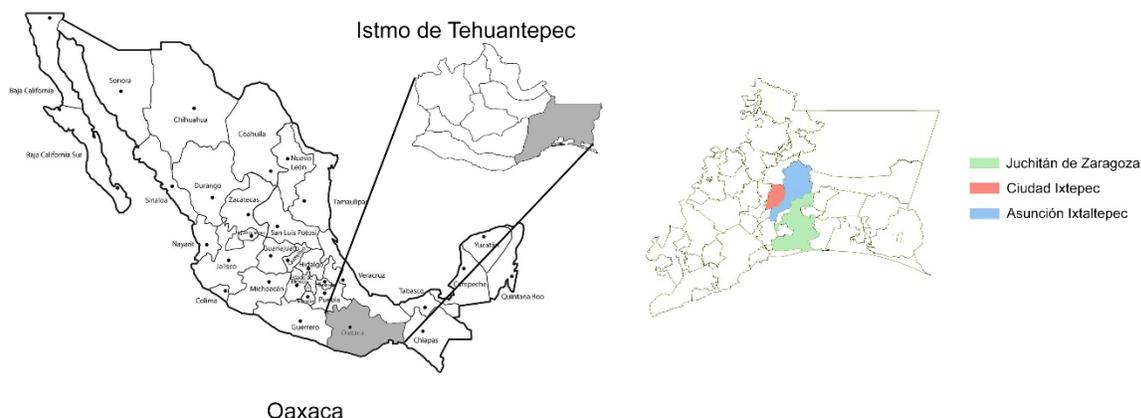


Figura 9. Ubicación del Istmo de Tehuantepec, Oaxaca. Elaboración propia con datos de INEGI (2015).

Pochutla y Yautepec (INEGI, 2010) (Figura 9).

2. Superficie territorial

La región del Istmo tiene una superficie continental de 20,596.45 km², de la cual 2,209.84 km² (11%) se destinan al uso agrícola, 2,865.63 km² son pastizales (14%), 6,475.36 km² (31%) corresponden a selvas y 1,404.85 km² (7%) son de bosque. Sólo 107.67 km² (1%) de la superficie se consideran como área urbana, a pesar de que es la segunda región más poblada de Oaxaca, con más de medio millón de habitantes. Se subdivide en 41 municipios agrupados en dos distritos: Tehuantepec y Juchitán, correspondiéndole al Distrito de Juchitán el 66.6 % equivalente a 13,717.23 km² y al Distrito de Tehuantepec el 33.4% con 6,879.21 km². La región representa la segunda concentración poblacional del estado con 629,032 personas y constituye 15.9% de su población total (INEGI, 2015).

3. Tipos de suelo

Uno de los tipos de suelo dominantes en la región es el Litosol. El espesor de este suelo es menor de 10 cm. Puede tener uso forestal, ganadero o agrícola dependiendo de la vegetación que lo cubre y a diferentes factores climáticos que afectan su fertilidad, pero es comúnmente utilizado para el pastoreo o el cultivo de maíz o nopal (SEDATU, 2013).

Otro suelo dominante en el municipio es el Cambisol. Tienen diferentes usos, según el clima donde se encuentra, pero son susceptibles a la erosión (SEDATU, 2013).

4. Vegetación

Las superficies de bosques y selvas reportadas en la región corresponden únicamente a nueve municipios organizados en diferentes Unidades de Manejo Forestal (UMAFOR). Con base en estudios realizados por la CONAFOR (2013), en total, se tienen 26,346.5 ha de bosque y 212,308.37 ha de selva. Esto representa 1.74% y 13.47%, respectivamente, de la superficie forestal de la entidad organizada mediante las UMAFORES. En este conteo no se tomó en cuenta la zona de Los Chimalapas, cuya superficie aumentaría significativamente el número de los datos de la superficie forestal istmeña significativamente.

5. Población

El municipio más poblado de los tres seleccionados es Juchitán de Zaragoza con una población total 93,038 personas, el 51.9% son mujeres y el 48.1% son hombres. El municipio de Ciudad Ixtepec tiene un total de 26,450 personas, del cual, un 52.5% son mujeres y el 47.5% son hombres. El que tiene menor población es el municipio de Asunción Ixtaltepec, que tiene un total de 14,751 personas, el 50.4% son mujeres y el 49.6% son hombres (Figura 10) (INEGI, 2015).

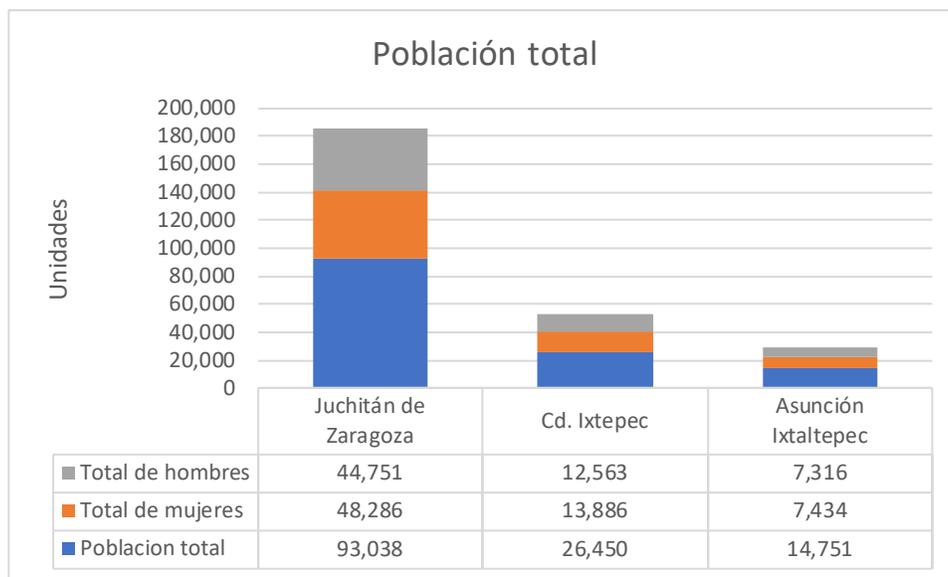


Figura 10. Población total en los municipios de Juchitán de Zaragoza, Cd. Ixtepec y Asunción Ixtaltepec. Fuente: Elaboración propia con datos de INEGI (2015).

III. Marco teórico

III. Marco teórico

Este proyecto se trabajó principalmente desde cuatro enfoques: de sustentabilidad, de economía solidaria, de habitabilidad transitoria y de producción social del hábitat (Figura 11). Conceptos que están muy relacionados entre sí y que están englobados en la arquitectura sustentable.

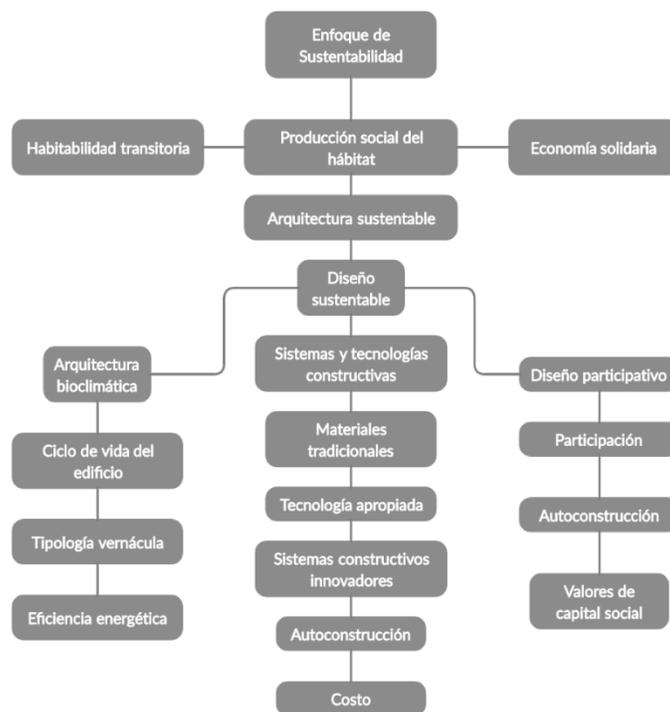


Figura 11. Enfoques del proyecto de tesis. Fuente: Elaboración propia.

1. Marco conceptual

1.1. Sustentabilidad

El término *sustentabilidad* apareció por primera vez en el informe de la Comisión de Brundtland en 1987, un trabajo de la Comisión Mundial para el Medio Ambiente y Desarrollo de la Organización de las Naciones Unidas, donde se define Desarrollo Sustentable como: "Un desarrollo que satisface las necesidades de la generación presente, sin comprometer la capacidad de las generaciones futuras, para satisfacer sus propias necesidades". Insta a hacer un uso racional de los

bienes naturales, que no son inagotables, ya que de no hacerlo se ocasionan problemas ecológicos a nivel global (Brundtland, 1987).

La arquitectura no está alejada de esta problemática ambiental, por lo tanto, es imprescindible definir la arquitectura sustentable. Según el Consejo Colombiano de Construcción Sostenible (2012), es la que toma en cuenta el ambiente durante las diferentes etapas de vida de las edificaciones (diseño, construcción, operación y demolición) para minimizar el impacto que tiene el sector de la construcción en el cambio climático debido a las emisiones de gases de efecto invernadero, el consumo de recursos y la pérdida de biodiversidad que implica esta industria.

1.2. Economía solidaria

Una de las definiciones de *economía solidaria* que integran mejor los enfoques de este proyecto es: la de Ecosol, que explica que es aquella economía que le da una clara ventaja a las personas sobre el capital, tanto en la toma de decisiones como en el reparto del excedente; apuesta por la autonomía y democracia en la gestión; la solidaridad, interna y externa; y la prioridad del servicio a sus miembros y a la comunidad por encima de la consecución de beneficios (Monzón, 2006).

Es una forma de organización económica basada en la igualdad, la solidaridad y la protección del medio ambiente (Santos y Rodríguez, 2011).

La prioridad de la economía solidaria debe ser el compromiso de una comunidad por garantizar el cubrimiento de las necesidades fundamentales para el bienestar de sus miembros, como son la comida, vestido, techo, la educación y cultura, para de esta manera dar marcha atrás a la desintegración social y económica (Barkin y Lemus, 2011).

1.3. Producción social del hábitat

La *Producción social del hábitat (PSH)*, engloba todos los procesos para generar espacios habitables bajo el enfoque de la autoproducción y otras formas sociales sin fines de lucro donde participan las familias, grupos organizados o

empresas sociales, entendiendo a la vivienda como un derecho universal y producto cultural (Ortiz, 2011). Como la define Ortiz (2011):

“La PSH, principalmente es aquella que se apoya en procesos autogestionarios colectivos, por implicar capacitación, participación responsable, organización y la solidaridad activa de los pobladores, contribuye a fortalecer las prácticas comunitarias, el ejercicio directo de la democracia, la autoestima de los participantes y una convivencia social más vigorosa. Al situar al ser humano en el centro de sus estrategias, su método de trabajo y sus acciones, pone en marcha procesos innovadores de profundo contenido social e impacto transformador.”

1.4. Habitabilidad transitoria

Otro de los enfoques del proyecto es el de habitabilidad transitoria, ya que con el proyecto de vivienda se busca, además de dar una respuesta inmediata ante la emergencia, también conseguir que la vivienda cumpla con las condiciones de habitabilidad y las necesidades específicas para la población del Istmo de Tehuantepec, y de tal manera la VE² pueda convertirse con el paso del tiempo en una vivienda definitiva.

Con este enfoque se busca lograr la recuperación del daño físico, social, económico, ambiental, y las condiciones de vida de los habitantes antes del desastre, evitando problemas que conlleva la construcción de VE como soluciones temporales, como pueden ser: reubicación de la población, desalojo forzoso, apropiación, y un largo proceso de reconstrucción hasta la obtención de una vivienda definitiva.

La mesa técnica de habitabilidad transitoria que coordina la Oficina Nacional de Emergencia del Ministerio del Interior y Seguridad Pública en Chile (ONEMI), define *Habitabilidad transitoria* como la manera de abordar los problemas del habitar de los damnificados desde el punto de vista de la temporalidad, desde el momento en que ocurre el desastre hasta que se les

² Vivienda de emergencia

integra en una solución de vivienda definitiva o de larga duración, participando los damnificados, la sociedad civil y el Estado con sus políticas públicas (CIGIDEN, Wagemann, CITRID & Tapia, 2018).

El término proviene del concepto de habitabilidad que se refiere a las condiciones en que se habitan las viviendas, referente a las características físicas tanto de la vivienda como del entorno inmediato, además de los aspectos psicosociales de sus ocupantes (SEDATU, 2017).

De acuerdo con Shelter Centre, una ONG de ayuda humanitaria internacional basada en Suiza, un alojamiento transitorio es un proceso progresivo en el que se brinda refugio a damnificados por desastres naturales o conflictos bélicos mientras se recuperan. Tiene que ver con la temporalidad, va desde el momento en que ocurre el desastre hasta que se cuenta con una solución definitiva del habitar. Puede cumplir con alguna de las siguientes 5 características:

1. Convertirse en una vivienda permanente
2. Reutilizarse para otros propósitos
3. Reubicarse de un emplazamiento temporal a uno permanente
4. Revenderse para generar ingresos de ayuda a los damnificados; y
5. Reciclarse para construcción

La reconstrucción post desastre suele extenderse por varios años, por lo que el enfoque de habitabilidad transitorio tiene gran relevancia ya que apoya un proceso en el que se involucra el beneficiario, es sustentable y culturalmente aceptable.

En la Figura 12 se compara un proceso tradicional de reconstrucción con un proceso progresivo que propone el enfoque de habitabilidad transitorio. El ideal es un proceso progresivo porque el de 3 fases suele afectar psicológicamente a los damnificados, dañar el medio ambiente, y es más costoso. En cambio, en el progresivo el alojamiento se puede convertir en la vivienda permanente con el tiempo.

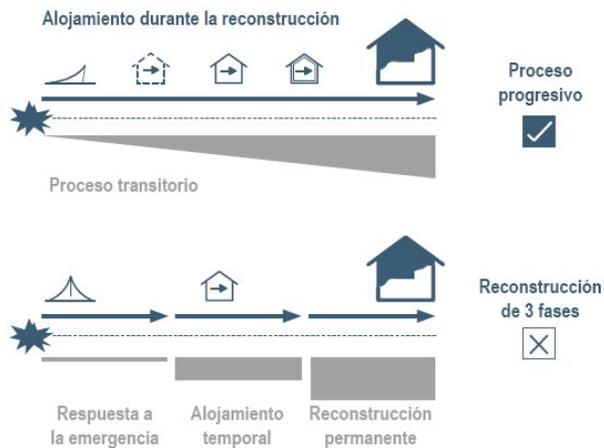


Figura 12. Alojamiento durante la reconstrucción. Fuente: Shelter Center (2012).

Clasificación de vivienda de acuerdo con el principio de transitoriedad en un proceso de reconstrucción tradicional:

- Vivienda de emergencia o respuesta inmediata
- Vivienda temporal
- Vivienda permanente

15. Vivienda

La vivienda se define según Gordillo (2004), como un espacio artificial concebido para ser habitado por el ser humano, donde los individuos se forman una identidad y un sentido dentro de un ambiente seguro y controlado tanto emocional como físicamente.

De acuerdo con los criterios técnicos para una vivienda adecuada de la CONAVI (2019) y el manual del Proyecto Esfera (2011), una vivienda adecuada se refiere al espacio con dimensiones idóneas para protegerse de las diferentes condiciones climáticas como son: el frío, calor, viento, lluvia, humedad etc. así como otros factores que pueden afectar a la salud como, por ejemplo, peligros estructurales.

Debe contar con acceso sostenible a los bienes naturales como, agua potable, energía para la cocción, calefacción y alumbrado, instalaciones sanitarias higiénicas y medios para la conservación de los alimentos. Y en el diseño de la vivienda se deben considerar y respetar la identidad cultural de los habitantes.

1.5.1 Vivienda de emergencia

Sobre la vivienda de emergencia (VE) Gordillo (20004) la define como:

El espacio habitable donde se forman nuevos tejidos sociales que permiten sobrellevar la supervivencia en una situación de catástrofe, substituye por un periodo de tiempo ciertas necesidades y protege de factores externos como las inclemencias del clima, almacenamiento y protección de bienes, seguridad y proporciona intimidad. (p. 161)

La VE debe cumplir con los requisitos de ofrecer protección contra el clima y posibles réplicas de fenómenos naturales; intimidad; debe permitir el almacenamiento de las pertenencias; no debe emplazarse lejos de los lugares de trabajo, debe ser flexible, permitir el crecimiento de los espacios de acuerdo con las necesidades de sus ocupantes; debe cumplir con el espacio necesario para el alojamiento de las familias; de preferencia que utilicen materiales locales y sistemas constructivos fácil para la autoconstrucción de tal manera que la población pueda participar (Gordillo, 2004).

Se le atribuyo el carácter de temporal a la vivienda de emergencia debido a los sistemas constructivos, que en la mayoría de los casos son prefabricados, en combinación con los materiales utilizados que no suelen ser duraderos, sin embargo, muchas de las viviendas de emergencia que se construyen en respuesta ante un desastre natural o un conflicto bélico, se siguen habitando por muchos años. Debido a esto los modelos de vivienda de emergencia deberían concebirse con un nivel de habitabilidad acorde a las necesidades de los beneficiados y al tiempo que se utilizaran.

1.5.2 Vivienda temporal

Es aquella en la que el usuario habita mientras obtiene una solución de vivienda permanente. En esta vivienda se pasa más tiempo a diferencia de la vivienda de emergencia, pueden pasar meses o hasta años. Se pueden llevar a cabo procesos de autoproducción como la autoconstrucción por parte de los beneficiados, esto suele tener un impacto positivo en la comunidad, García (2018).

1.5.3. Vivienda permanente

El tiempo de uso se amplía al máximo, ya que esta se habita de manera definitiva o para siempre, es una vivienda consolidada. Se utilizan sistemas constructivos con materiales duraderos y se garantiza el refugio y la cobertura de las necesidades esenciales de los usuarios a lo largo del tiempo, García (2018).

En el enfoque transitorio se propone un proceso progresivo de reconstrucción de vivienda, según la clasificación de vivienda del Código de edificaciones del gobierno federal (Secretaria de Desarrollo Agrario Territorial y Urbano (SEDATU), 2017), vivienda progresiva es la que comprende un núcleo especial básico (baño, cocineta, cuarto de usos múltiples y una recámara) con posibilidad de crecimiento por etapas. Considera las viviendas con desarrollo gradual, a partir de una unidad básica de servicios y/o un espacio habitable de usos múltiples. Su terminación definitiva se realiza por etapas de acuerdo con la disponibilidad de recursos económicos y necesidades de los propios usuarios.

1.5.4. Vivienda tradicional

Como menciona González (2017), la arquitectura vernácula engloba varios conceptos: la arquitectura autóctona, tradicional o popular, es decir, surge del lugar donde se encuentra, es construida por el pueblo y tiene relación con las costumbres de la gente, pero sobre todo hay una relación directa entre la arquitectura, el ser humano, su entorno y sus maneras de habitar.

El International Council on Monuments and Sites (1999) en la Carta del patrimonio vernáculo construido resalta la importancia de lo tradicional, como parte de la identidad y expresión cultural de una comunidad, así como su relación con el medio. Se puede reconocer porque es una manera de construir que ha pasado de generación en generación, porque hay una coherencia en el estilo arquitectónico y responde directamente a los requerimientos funcionales, sociales y ambientales. Esto último es muy importante porque con la industrialización se pierden saberes constructivos tradicionales, se cambian los materiales y con ello, las maneras de habitar y la relación con la naturaleza.

La vivienda tradicional se entiende como aquella que se adapta a las condiciones del medio donde está construida, como el clima, la topografía y disponibilidad de recursos, así como la forma de vida de los habitantes.

1.6. Sismicidad

Los sismos son movimientos de la capa más superficial de la tierra donde se encuentran las placas tectónicas, una de las principales causas es que debido a movimientos en capas inferiores donde material caliente proveniente del centro de la tierra sube, y el material que se ha enfriado baja, las placas se desplazan generando fricción y choques entre ellas, esto libera energía que se transforma en ondas que producen vibraciones en todas las direcciones. Otras razones que provocan sismos con menos frecuencia y menor impacto son las erupciones volcánicas, los hundimientos producidos por la erosión de aguas subterráneas, deslizamiento de montañas y explosiones atómicas. (Servicio Sismológico Nacional) (Servicio Geológico Mexicano) (Instituto Estatal de Protección Civil, 2010)

El foco de un sismo es la ubicación exacta del origen, debajo de la superficie terrestre, y el epicentro es la proyección de ese punto en la superficie, justo encima del foco. (Servicio Geológico Mexicano)

La forma más común de medir la magnitud de los sismos es con la escala de Richter, que resulta del cálculo de la energía producida por medio de las mediciones de la amplitud de las ondas y la distancia al epicentro obtenidas por los sismógrafos. (Servicio Geológico Mexicano)

La actividad sísmica en el borde costero del Pacífico es muy elevada, solo en el estado de Oaxaca existen más de 3,800 sismos de magnitudes que van desde 2 hasta cerca de 7 en los últimos 6 años (de enero del 2006 a julio del 2012) (SEDATU, 2013). Los sismos de mayor magnitud (mayores de 6 grados) registrados por el Servicio Sismológico Nacional (SSN) son 44 desde el año 1900 y tienen una ocurrencia de cada dos años en promedio, como se muestra en la Tabla 1.

Tabla 1. Sismos mayores a 6 grados en el Estado de Oaxaca. Elaboración propia a partir de datos del SSN.

Sismicidad entre los años 1900 a 2020, mag. 6.0 a 9.9, todas las profundidades, en Oaxaca.			
Fecha	Hora	Magnitud	Referencia de localización
23-09-10	21:32:42	6.9	65 km al SURESTE de TLACOLULA, OAX
03-02-11	14:41:55	6.5	19 km al ESTE de H HUAJUAPAN DE LEON, OAX
27-08-11	4:59:18	6.7	51 km al ESTE de TLACOLULA, OAX
29-12-17	16:50:20	6.9	96 km al SUR de PUERTO ESCONDIDO, OAX
21-03-28	22:17:30	7.5	12 km al SURESTE de CRUCECITA, OAX
16-04-28	21:25:27	6.7	55 km al SUROESTE de TUXTEPEC, OAX
16-06-28	21:19:28	7.6	11 km al OESTE de MIAHUATLAN, OAX
04-08-28	12:28:17	7.4	49 km al SUR de H TLAXIACO, OAX
08-10-28	21:01:08	7.5	35 km al NORESTE de RIO GRANDE, OAX
14-01-31	19:50:40	7.8	30 km al OESTE de MIAHUATLAN, OAX
23-12-37	7:17:58	7.4	46 km al SUROESTE de H TLAXIACO, OAX
25-12-37	0:03:25	6.5	54 km al SUROESTE de RIO GRANDE, OAX
10-07-46	22:46:42	6.9	59 km al ESTE de MATIAS ROMERO, OAX
06-01-48	11:23:36	6.9	45 km al SUROESTE de H TLAXIACO, OAX
06-01-48	11:25:58	7	45 km al SUROESTE de H TLAXIACO, OAX
14-12-50	8:15:50	7.2	47 km al OESTE de H TLAXIACO, OAX
11-12-51	19:37:34	7	59 km al ESTE de MATIAS ROMERO, OAX
09-04-57	23:12:09	6.7	93 km al SUR de PINOTEPA NACIONAL, OAX
24-05-59	13:17:43	6.8	28 km al SURESTE de TEPELMEME, OAX
13-07-60	10:23:56	6.9	59 km al ESTE de MATIAS ROMERO, OAX
23-08-65	13:46:02	7.4	53 km al NORESTE de CRUCECITA, OAX
02-08-68	8:06:37	7.3	39 km al NORESTE de PINOTEPA NACIONAL, OAX
28-11-68	4:36:08	6.6	114 km al SURESTE de SALINA CRUZ, OAX
12-11-72	22:43:45	6.5	73 km al SUR de SALINA CRUZ, OAX
29-11-78	13:52:50	7.6	32 km al NOROESTE de S PEDRO POCHUTLA, OAX
22-06-79	0:30:57	6.9	49 km al NORESTE de MATIAS ROMERO, OAX
07-06-82	0:52:33	6.9	23 km al NOROESTE de PINOTEPA NACIONAL, OAX
24-01-83	2:17:40	6.8	2 km al SUROESTE de SALINA CRUZ, OAX
15-07-87	1:16:13	6	46 km al NORESTE de H TLAXIACO, OAX
30-09-93	12:27:49	6.4	156 km al SUR de SALINA CRUZ, OAX
04-07-94	15:36:43	6.1	117 km al SUR de PUERTO ESCONDIDO, OAX
24-02-96	21:08:19	7.1	52 km al SUR de PINOTEPA NACIONAL, OAX
19-03-96	11:12:39	6	59 km al SUR de RIO GRANDE, OAX
19-07-97	9:22:09	6.7	58 km al SUROESTE de PINOTEPA NACIONAL, OAX
02-02-98	21:02:01	6.4	12 km al SURESTE de S PEDRO POCHUTLA, OAX
30-09-99	11:31:13	7.4	22 km al NORESTE de PUERTO ESCONDIDO, OAX
14-06-04	17:54:21	6.4	18 km al SUROESTE de PINOTEPA NACIONAL, OAX
30-06-10	2:22:27	6	13 km al SURESTE de PINOTEPA NACIONAL, OAX
08-05-16	2:33:59	6	19 km al ESTE de PINOTEPA NACIONAL, OAX
23-09-17	7:53:01	6.1	9 km al SUROESTE de CD IXTEPEC, OAX
16-02-18	17:39:39	7.2	14 km al SURESTE de PINOTEPA NACIONAL, OAX
19-02-18	0:56:58	6	31 km al SURESTE de PINOTEPA NACIONAL, OAX
04-01-20	22:40:49	6	33 km al SURESTE de UNION HIDALGO, OAX
23-06-20	10:29:03	7.4	4 km al NORTE de CRUCECITA, OAX

Según información del Servicio Sismológico Nacional (SSN 2017), el sismo del 7 de septiembre de 2017 sucedió a las 23:49 horas, con una magnitud de 8.2 grados Richter y el epicentro se ubicó en el Golfo de Tehuantepec, a 133 km al suroeste de Pijijiapan, Chiapas. Las coordenadas del epicentro son 14.761° latitud N y -94.103° longitud W y la profundidad es de 45.9 km.

De acuerdo con la información del Servicio Sismológico Nacional (SSN 2017), se registraron un total de 4737 réplicas a lo largo del Golfo de Tehuantepec. Dos

de ellas de gran magnitud, la primera fue de 5.8 grados Richter, sucedió el 8 de septiembre a las 00:24 horas con un epicentro a 72 km al sureste de Salina Cruz. La segunda réplica fue de magnitud 6.1 grados en la escala de Richter, sucedió el día 23 de septiembre a las 07:52 horas en las cercanías de Unión Hidalgo, Oaxaca.

1.6.1 Fases después del desastre

El Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (2015), identifica tres etapas en el proceso de recuperación post desastre (Figura 13). La primera se trata de la atención inmediata de la emergencia, esta inicia en el momento de ocurrido el desastre. En esta etapa se llevan a cabo acciones de ayuda humanitaria relacionadas con asistencia médica y emocional, y con el resguardo y la seguridad, como por ejemplo, el alojamiento temporal, todo esto con la finalidad de salvaguardar a los damnificados.



Figura 13. Etapas del proceso de recuperación post desastre. Fuente: PNUD, 2015.

La etapa de recuperación temprana sucede en los primeros seis meses después del desastre. No hay un punto de separación bien definido entre la recuperación inmediata y la temprana, ya que algunas de las acciones llevadas a cabo en la primera pueden continuarse todavía en la etapa final de recuperación, por ejemplo, la vivienda temporal o el acceso a los servicios (ONU-Hábitat, 2019). Esta etapa es muy importante ya que es en este periodo cuando se restablecen los servicios básicos y se retoman las actividades sociales y económicas para volver a la normalidad. Es en esta etapa donde se consideran soluciones de alojamiento transicionales.

Por último, la etapa de recuperación a mediano y largo plazo es la que se considera de reconstrucción. En esta etapa se pone a prueba la capacidad de resiliencia de una comunidad, que encuentra en los seis meses posteriores a la emergencia, una oportunidad para mejorar las condiciones de habitabilidad que había antes del desastre, ante la posibilidad de planificar el desarrollo a nivel local.

1.6.2 Participación en la gestión del desastre

En las tres etapas después del desastre es importante el involucramiento de la comunidad junto con los actores clave para garantizar el respeto a su derecho a participar en la planeación, toma de decisiones, ejecución de las acciones y evaluación de las intervenciones. Se debe incluir a la población vulnerable, mujeres, niños y niñas, personas de la tercera edad, personas con necesidades especiales, población indígena, y migrantes, para fortalecer sus capacidades para asegurar que todos sean tomados en cuenta (PNUD, 2015), (ONU-Habitat, 2019).

Es conveniente que la comunidad se organice, por ejemplo, en cooperativas o en grupos de vecinos para capacitarse por medio de talleres y así poder apoyar en las labores de construcción de viviendas ayudándose de forma colectiva, lo que se conoce como tequio. Es importante la capacitación de hombres y mujeres en sistemas constructivos tradicionales, sobre todo de personas sin empleo, para que puedan desarrollar un oficio y una vez terminada la etapa de reconstrucción tengan una opción de empleo con los conocimientos adquiridos (ONU-Habitat, 2019).

En el proceso de recuperación del desastre se debe promover la igualdad de género, de tal manera que la participación en temas de productivos, económicos, y en la toma de decisiones sea equitativa y se reduzca la vulnerabilidad relacionada con la identidad de género (PNUD, 2015).

2. Marco metodológico

2.1. Investigación acción participativa

La metodología general del proyecto está basada principalmente en la *investigación acción participativa* (IAP), la cual es un proceso en donde la comunidad o miembros de un grupo, recaban y analizan información con el fin de llevar a cabo acciones para dar solución a sus problemas. Martí (2000) ha identificado cinco etapas en el proceso del desarrollo de la investigación, la primera es una etapa de pre-investigación, donde se detectan los síntomas de la intervención y se hace el planteamiento del problema. En esta etapa se realiza también el diagnóstico, donde se lleva a cabo el acercamiento a partir de una revisión de documentos y de entrevistas a los principales actores. En la segunda, la de programación, se hace una revisión de todos los puntos de vista a través de métodos cualitativos y participativos. En una tercera etapa se hace una negociación sobre las conclusiones y las propuestas. Y hay una etapa final donde se ponen en práctica los resultados y se evalúan (Figura 14).

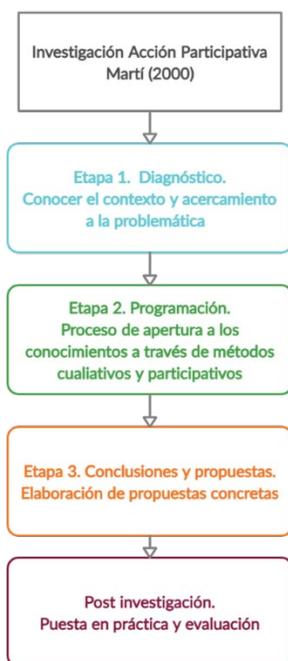


Figura 14. Metodología de intervención comunitaria. Fuente: Elaboración propia a partir de Mori (2008).

2.2. Intervención comunitaria

La metodología de intervención comunitaria de Mori (2008), consta de ocho pasos y pretende fortalecer las capacidades de una comunidad a través de un proceso participativo hasta lograr la autogestión, para lograr su transformación y mejora en la calidad de vida (Figura 15). Esta metodología está compuesta por un conjunto de acciones encaminadas a promover la participación de la comunidad en el desarrollo y mejoramiento de su situación. Este tipo de intervenciones son más productivas a mayor involucramiento de la gente, es primordial fomentar la participación de la mayor parte de la sociedad desde la primera fase.

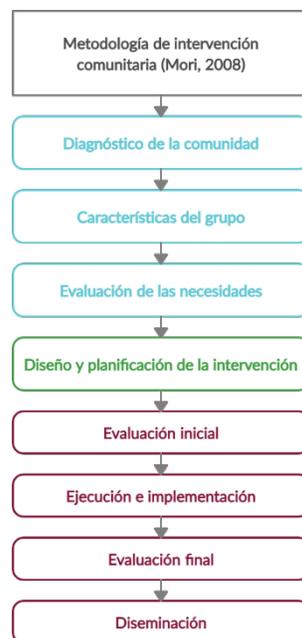


Figura 15. Los 8 pasos de la metodología de intervención comunitaria. Fuente: elaboración propia a partir de Mori (2008).

Se tomó esta metodología porque en esta investigación lo que se procura es diseñar, desarrollar y evaluar un proyecto de vivienda con la participación de la comunidad y con el apoyo de un técnico o mediador.

2.3. Diseño participativo

El diseño participativo es una tendencia en arquitectura que promueve los valores de la economía solidaria, en el cual todas las decisiones del proyecto

arquitectónico durante el proceso de concepción surgen a partir de las opiniones e ideas de la comunidad; el arquitecto se vuelve un intérprete de los deseos de los habitantes (Pelli, 1994). Implica también el trabajo colectivo de la comunidad tanto para la búsqueda de los objetivos como definir las formas de llegar a ellos. De esta forma el arquitecto aporta con información técnica, y los habitantes aportan la información sobre sus necesidades, expectativas y posibles formas de lograr resultados (Romero, 2004).

Dentro de las metodologías participativas que se emplean en el diseño participativo de proyectos arquitectónicos se encuentran: el método de soporte y unidades separables, de John Habraken (1979) publicado en su libro “El diseño de soportes”; y el método Livingston (2002), este último se aplica de manera específica en el diseño de viviendas por su ventaja, flexibilidad y porque realmente integra a los participantes en el proceso de diseño.

Ambas metodologías apoyan la idea de que los habitantes deben tomar todas las decisiones en el proceso del diseño de su vivienda, y pueden modificarla y adaptarla a sus necesidades a lo largo del tiempo.

El método Livingston por su parte, se basa en dinámicas adaptadas de la psicología, a partir de las cuales se obtiene información de las necesidades de cada familia trabajando directamente con ellas. Este método fue pensado para remodelaciones en vivienda o para desarrollar vivienda nueva. Consta de ocho pasos en los que se trabaja directamente con las familias para conocer las necesidades y aspiraciones, de esta misma información surgen las soluciones para que el arquitecto elabore varias alternativas y después la familia pueda decidir entre una de ellas (Aguilar, 2019).

2.4. Diseño bioclimático

La primera metodología empleada para cumplir con el objetivo de la investigación se basó en el diseño bioclimático que propone Fuentes (2002), que consiste en elaborar una serie de análisis: del sitio, del usuario y climático para definir estrategias de diseño, que influyen en el tamaño, la forma y la proporción de los espacios, los elementos arquitectónicos, materiales e instalaciones. Lo

anterior, para crear condiciones de habitabilidad para los usuarios, a la vez que se hace un uso eficiente de los recursos naturales y de la energía. Esta metodología le da importancia al emplazamiento y la relación de la arquitectura con el ambiente, sobre todo en los factores de soleamiento, ventilación y disponibilidad de agua. Este método consta de nueve pasos que se pueden hacer de manera simultánea o algunos de manera secuencial como se muestra en la Figura 16:

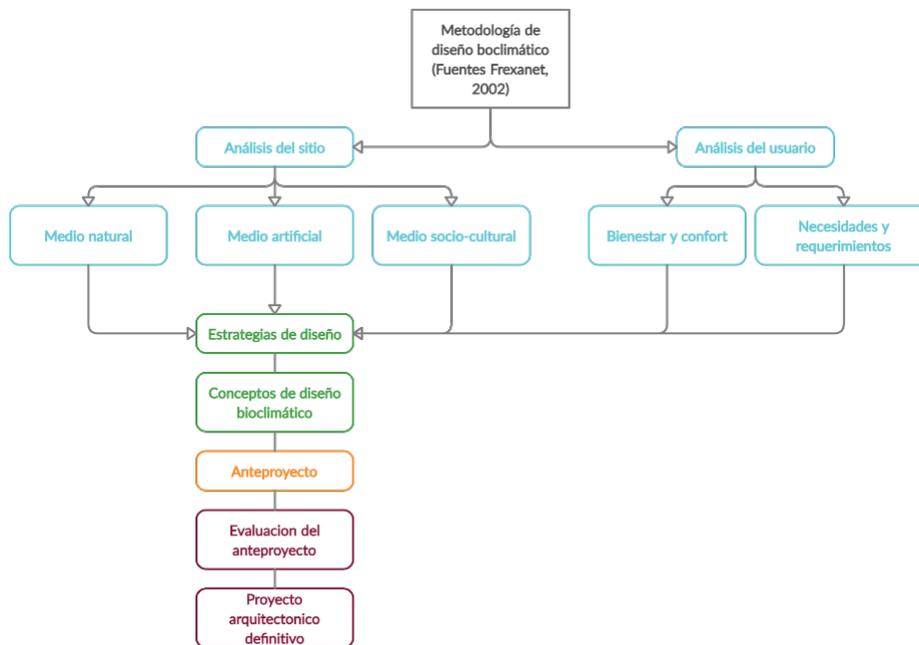


Figura 16. Metodología de diseño bioclimático. Fuente: Elaboración propia a partir de Fuentes (2002).

2.5. Plan de respuesta a desastres y contingencia

La planificación para un proyecto de intervención para dar soluciones a problemas del hábitat dañado en la fase de contingencia o post-desastre, abarca la preparación de un plan estratégico para responder eficazmente a situaciones muy específicas que se han identificado en la fase de diagnóstico para dar respuestas pertinentes.

Es por esto por lo que para la fase dos del proyecto se adaptó la metodología de plan de respuesta a desastres y contingencia de la Federación Internacional de Sociedades de la Cruz Roja y de la Media Luna Roja (2008), ya que es importante

elaborar un plan de trabajo para asegurar una respuesta oportuna, eficiente y eficaz, aprovechando de manera óptima todos los recursos necesarios.

La planificación utilizará información de diferentes fuentes ya sea en bases primarias, secundarias o aquellas obtenidas en campo. Esta información debe ser fiable y de buena calidad y servir un propósito u objetivo determinado dentro del plan. No deberá emplearse la información si existen dudas en cuanto a su utilidad o fiabilidad.



Figura 17. Plan de respuesta a desastres y contingencia. Fuente: Elaboración propia a partir de la metodología de la Federación Internacional de Sociedades de la Cruz Roja y de la Media Luna Roja (2008).

2.6. Etnografía fotográfica

La etnografía visual puede explicarse como la transcripción de una observación etnográfica a un discurso expresado en imagen y sonido: fotografía, video, cine, entre otros; en vez de usar el texto escrito, se utiliza la narrativa visual: podemos decir que en la antropología visual se puede partir de la etnografía o la observación participativa, o una mezcla de ambas en dependencia de las necesidades del proyecto.

La metodología empleada se inscribe en una perspectiva afín a la de la etnografía que dialoga con la sociología visual y otras disciplinas afines que contribuyen a la reflexión sobre las imágenes y sus usos en ciencias sociales (Fernández & Hermansen, 2009; Hermansen & Fernández, 2016).

Como señala Pink (2006), la etnografía se ha caracterizado por una aproximación que presta especial atención a la cultura material y visual de los contextos sociales que investiga, lo cual, en el marco de las perspectivas contemporáneas de la etnografía, supone asumir que el dato visual, al igual que cualquier otro dato, no es una representación objetiva de la realidad sino más bien una mirada situada sobre esta, que permite elaborar conocimientos pertinentes sobre las prácticas y significados propios de un determinado campo social.

En la relación entre indicialidad y deixis, la tensión entre afectividad y capacidad descriptiva se plasma en una “narrativa fotográfica” (Berger & Mohr, 2009, p. 287), en la cual se analizan e interpretan los datos fotoetnográficos.

En la narrativa fotográfica es el observador quien asume un rol activo, poniendo en movimiento la narración su orden, sentido y ritmo (Berger & Mohr, 2009).

Consistentemente, en los conjuntos de datos fotoetnográficos, el flujo narrativo es el proceso de análisis e interpretación.

3. Marco legal y normativo

El Marco de Sendai para la Reducción del Riesgo de Desastres 2015-2030 fue adoptado en la tercera Conferencia Mundial de las Naciones Unidas (llevada a cabo en Sendai, Japón, en 2015). En él, una de las prioridades recogidas es aumentar la preparación para casos de desastre, anticipándose a los acontecimientos, a fin de dar una respuesta eficaz y *“reconstruir mejor en los ámbitos de recuperación, rehabilitación y reconstrucción para el año 2030”* (UNISDR, 2015).

La Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible trata la temática de forma directa en los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) ODS1: Fin de la pobreza, ODS 3: Salud y bienestar, ODS 11: Ciudades y comunidades sostenibles y ODS 13: Adoptar medidas urgentes para combatir el cambio climático y sus efectos (UN, 2018). Específicamente, en las siguientes metas (ONU-Hábitat, 2018):

- *“reducir la exposición de los grupos vulnerables a los fenómenos naturales y climáticos (metas 1.5 y 13.1).*
- *reforzar la capacidad de las autoridades y sensibilizar a la población en materia de alerta temprana, reducción y gestión de riesgos para reducir impactos en la salud (metas 3.d y 13.3).*
- *incorporación en la planeación local de las estrategias y programas federales sobre cambio climático y los riesgos vinculados (metas 11.b y 13.2)*
- *prevenir los impactos de desastres climáticos y reducir las pérdidas humanas y económicas (meta 11.5)”.*

Para conseguirlas, tanto el Marco de Sendai, como la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible, el Acuerdo de París y la Nueva Agenda Urbana reconocen y reafirman la urgencia de reducir el riesgo ante desastres, ya que fomentar la prevención de éstos y la resiliencia de la vivienda incide directamente en la consecución de estas metas (ONU-Hábitat, 2018). Es, por tanto, un tema muy importante presente en los principales acuerdos y estrategias definidos a nivel global.

El acceso a una vivienda digna es un derecho universal que se establece en la Declaración Universal de los Derechos Humanos artículo 25 apartado 1:

“Toda persona tiene derecho a un nivel de vida adecuado que le asegure, así como a su familia, la salud y el bienestar, y en especial la alimentación, el vestido, la vivienda, la asistencia médica y los servicios sociales necesarios; tiene asimismo derecho a los seguros en caso de desempleo, enfermedad, invalidez, viudez, vejez u otros casos de pérdida de sus medios de subsistencia por circunstancias independientes de su voluntad” (25 Declaración Universal de los Derechos Humanos. París, 1948).

En México, la Constitución en su artículo 4 capítulo I De los derechos humanos y sus garantías, menciona:

“Toda familia tiene derecho a disfrutar de vivienda digna y decorosa. La ley establecerá los instrumentos y apoyos necesarios a fin de alcanzar tal objetivo” (Adicionado mediante decreto publicado en el Diario Oficial de la Federación el 7 de febrero de 1983).

Y, en la Ley de Vivienda (2005) artículo 2:

Se considerará vivienda digna y decorosa la que cumpla con las disposiciones jurídicas aplicables en materia de asentamientos humanos y construcción, salubridad, cuente con espacios habitables y auxiliares, así como con los servicios básicos y brinde a sus ocupantes seguridad jurídica en cuanto a su propiedad o legítima posesión, y contemple criterios para la prevención de desastres y la protección física de sus ocupantes ante los elementos naturales potencialmente agresivos.

IV. Metodología del proyecto

IV. Metodología del proyecto

Tomando en cuenta todas estas metodologías descritas anteriormente, se crea una propuesta en cuatro etapas para llevar a cabo el proyecto de investigación (Figura 18), y se enlistó una serie de indicadores para desarrollar el proyecto de VE



Figura 18. Metodología del proyecto de tesis. Fuente: Elaboración propia.

Derivado de la metodología del proyecto, el siguiente esquema de la Figura 19 muestra los métodos que se utilizaron en cada fase y subfase para lograr los objetivos planteados. Y a continuación se enlistan en la Tabla 2 los indicadores considerados en el proyecto para conceptualizar la vivienda de emergencia.

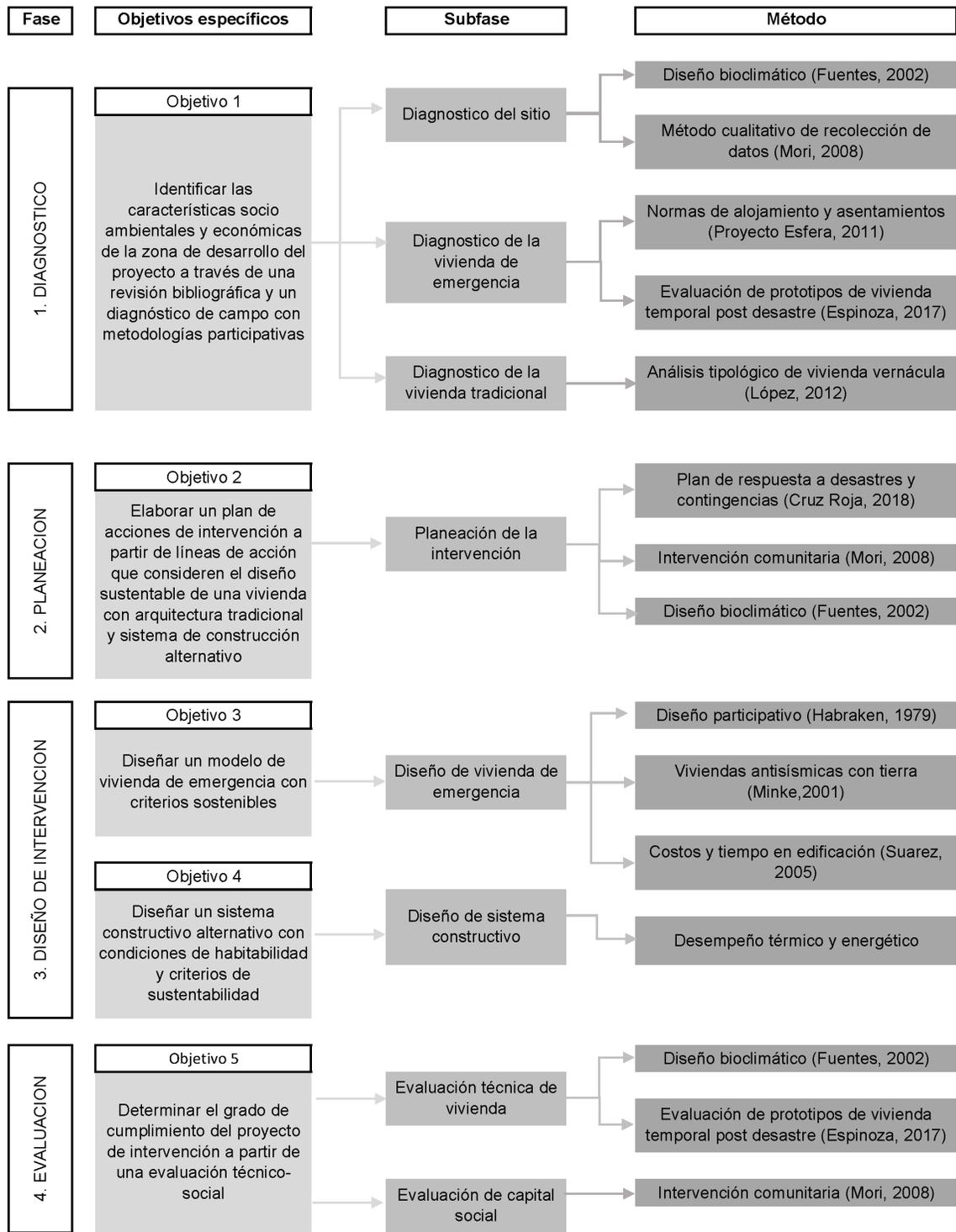


Figura 19. Metodología, fases, subfases y métodos. Fuente: Elaboración propia.

A continuación, se describen las fases metodológicas del proyecto:

1. Fase 1: Diagnóstico

En esta fase se llevó a cabo el diagnóstico de la comunidad en el Istmo de Tehuantepec, específicamente en Ciudad Ixtepec, Asunción Ixtaltepec y Juchitán de Zaragoza, para conocer sus condicionantes económicos, políticos y socio culturales. Se realizó una caracterización de la vivienda tradicional y la vivienda de emergencia construida después de los sismos de 2017, en visitas de campo se hizo un levantamiento físico y fotográfico, y se realizaron fichas de las viviendas. También se empleó una investigación cualitativa basada en la etnografía visual (Fernandez & Hermansen, 2009), la mayor parte de ella realizada durante la estancia del autor en el trabajo con la organización Cooperación Comunitaria (CC) en ciudad Ixtepec durante el período de abril a agosto de 2018.

1.1. Diagnóstico del sitio

En la colaboración con la organización CC se realizaron levantamientos fotográficos durante el trabajo de campo en viviendas dañadas y de aquellas seleccionadas para intervenirlas que arrojaron aproximadamente noventa fotografías a color. Las noventa fotografías seleccionadas sirvieron para realizar el análisis del diagnóstico de sitio, las cuales reflejan aspectos del entorno físico, de la cultura de la población de Ixtepec, del trabajo de las mujeres en la conservación de sus artesanías, el trabajo de los hombres en sus quehaceres cotidianos, el simbolismo, tipología tradicional de la vivienda y de los daños que provocaron los sismos en el 2017. En síntesis, la parte fotográfica cuenta con imágenes sobre las costumbres, los eventos y tradiciones, el tejido social de la comunidad y fotografías panorámicas que evidencian los cambios y transformaciones del paisaje observados en los últimos años. Estas fotografías se organizaron temáticamente para su análisis y descripción.

En un archivo de Excel se catalogó el material visual y audiovisual para poder sistematizar, analizar y procesar el volumen de información y de los archivos digitales, con los criterios que se muestran en la Tabla 2. Se procedió a agrupar las fotografías de acuerdo con los ejes temáticos identificados que brindarán

información sobre el sitio de estudio y se les asignó un folio. Se seleccionaron las imágenes donde se representan mejor los indicadores relacionados con el proyecto

Tabla 2. Organización del material gráfico para el diagnóstico del sitio. Fuente: elaboración propia.

Eje temático	No de fotografía	Análisis e interpretación de los datos fotoetnográficos	Indicadores identificados para aplicarlos en el proyecto
Temas identificados para analizarlos y brinden información del diagnóstico del sitio (socio ambiental y económico)	Folio de fotografías que refieren al eje temático a discutir	Descripción cualitativa de las fotografías que describen significados Reflexión de las imágenes	Elementos, significados y/o representaciones que se relacionan con el proyecto de intervención

El diagnóstico en la comunidad se complementó con la aplicación de entrevistas, pláticas informales y observación participante, para conocer un poco más de los habitantes de la zona y, obtener información primaria sobre la problemática y necesidades en cuanto a sus viviendas que resultaron dañadas por los sismos.

1.2. Diagnóstico de la vivienda tradicional

Para realizar el diagnóstico de vivienda tradicional (VT) se diseñaron instrumentos de recolección de datos; para la caracterización de la vivienda tradicional se hizo un análisis tipológico basado en la metodología de López (2012), en el que se consideran aspectos formales, funcionales y de adaptación al medio.

Aspectos formales: Se analiza todo lo relacionado con la forma de la vivienda, en planta y en volumen, la forma de los techos y las dimensiones y ubicación de vanos.

Aspectos funcionales: Se analizan las relaciones espaciales interiores, interiores-exteriores, y de la construcción con el predio, como pueden ser los accesos, el corredor, etc.

Adaptación al medio: Se considera la eficiencia con que se adapta la vivienda al medio que la rodea.

Se seleccionaron seis viviendas tradicionales en Ciudad Ixtepec, Oaxaca, tomando como criterio o variable las modificaciones que han tenido a lo largo del tiempo, por tal motivo se realizaron levantamientos en dos viviendas que no habían sufrido modificación alguna; dos más con algunas modificaciones tanto en el interior como en el exterior, y una vivienda más donde se han agregado espacios que han cambiado los modos de habitar tradicionales.

1.3. Diagnóstico y evaluación de la vivienda de emergencia

Para el caso de las viviendas de emergencia que fueron construidas de forma provisional para atender la emergencia suscitada en el 2017 en la región, se diseñó un cuestionario para aplicar entrevistas a familias que las habitan actualmente. El objetivo de este instrumento (**Anexo 1**) fue conocer la percepción que tiene la población sobre los sismos ocurridos, que tan apropiados están de las viviendas que les fueron construidas, y que opinaban sobre el confort de sus espacios. Lo que se buscaba era indagar sobre información que pudiera dar un panorama sobre si las viviendas de emergencia satisfacen condiciones de habitabilidad, así como si era posible que estos espacios se consoliden a lo largo del tiempo para llegar a ser una vivienda permanente.

Para complementar el estudio de las VE se hizo una adaptación a la cedula de identificación de vivienda diseñada en la Universidad de Guerrero, en la cual se consideran aspectos tanto físicos como psico-sociales (modos de habitar, simbolismos, etc.). El instrumento se complementó con levantamiento físico y fotográfico para conocer detalles arquitectónicos, elementos adosados, tamaño y ubicación de vanos, así como las condiciones interiores y exteriores de las viviendas identificadas. Este instrumento se aplicó a propietarios de las seis viviendas de emergencia mencionadas.

1.3.1. Evaluación de las VE con la metodología del Proyecto Esfera

Para el análisis de los resultados se hizo una comparación en cuanto al diseño de 4 diferentes tipos de vivienda de emergencia ya que había dos de ellas que se eliminaron por ser similares a dos de las cuatro seleccionadas. Se tomó como metodología de evaluación la que propone el Proyecto Esfera (2011), que se

basa en determinar las normas mínimas que deben cumplir los alojamientos de ayuda humanitaria en eventos de desastres naturales. Esta metodología fue desarrollada por organizaciones no gubernamentales y el Movimiento Internacional de la Cruz Roja, donde se agrupan una serie de indicadores como referencia de calidad en las acciones de apoyo a población afectada. El capítulo de alojamiento y asentamientos humanos del manual Esfera contiene seis normas generales, para la evaluación de las viviendas solo se tomaron las normas relacionadas con el diseño, la norma 3 de espacios cubiertos y la norma 4 de construcción.

1.3.2. Evaluación de la VE con la metodología de evaluación de prototipos de vivienda temporal post desastre

También se utilizó la metodología de evaluación de prototipos de vivienda temporal post desastre de Espinoza y Guncay (2017), que está desarrollada haciendo un análisis de diferentes metodologías y experiencias de lugares en procesos de recuperación.

En esta metodología los indicadores se dividen en cuatro dimensiones importantes: ambiental, sociocultural, económica y técnica-tecnológica. A cada dimensión se le asignó un porcentaje de valor considerando el impacto que los indicadores tienen en generar una mejor calidad de vida (Tabla 3).

Tabla 3. Asignación de porcentajes de valor y variables a cada dimensión.

Fuente: Elaboración propia a partir de la propuesta de Espinoza y Guncay (2017)

Dimensión	Porcentaje (%)	Variables
Medio ambiental	20	12
Técnico-Tecnológico	30	18
Económico	20	12
Sociocultural	30	18

Así mismo cada variable tiene un rango de valoración en una escala del 0 al 3, siendo el 0 el de menor valor y 3 el de mayor valor.

2. Fase 2: Planeación

2.1. Planeación a partir del diagnóstico

Con el diagnóstico y los talleres participativos se logró conceptualizar la vivienda de emergencia respetando las opiniones de las personas, en cuanto a sus gustos y preferencias que quisieran se reflejaran en el proyecto diseñado con ellos y para ellos. Lo anterior, complementado con el análisis bioclimático efectuado se logró un diseño preliminar de la vivienda de emergencia tema principal de esta investigación.

3. Fase 3: Diseño de intervención

3.1. Diseño de la vivienda

Esta fase corresponde al trabajo de diseño y planificación de la intervención en la comunidad. Primero, por medio de la metodología de Fuentes (2002) se realiza una lista de estrategias de diseño y criterios de diseño bioclimático para obtener diferentes opciones en maqueta y modelos 3d. Una vez recabadas las opciones, utilizando el método de diseño participativo de Livingston (2006), se llevan a cabo talleres de diseño participativo para llegar a una o varias opciones de modelo de vivienda.

3.1.1. Diseño participativo

En esta fase se llevaron a cabo talleres con la comunidad donde se emplearon metodologías de diseño participativo (opciones y métodos de soporte y unidades separables) de John Habraken (1974), y el Método de Rodolfo Livingston (2006), con lo que se logra definir el elemento de soporte de la vivienda y varias opciones de modelo de vivienda en maqueta y en modelos 3d.

En la primera metodología, los pasos para seguir como lo describen Romero, et al., (2004) son: primero encontrar un soporte para la vivienda, es decir, los elementos que no se podrán modificar, ni si quiera por el usuario, y segundo, se clasifican los espacios que serán las unidades separables de acuerdo con su

función, posición y dimensión, para plantear las posibles combinaciones de estos dentro del soporte. Es por esto por lo que la finalidad no es llegar a una planta arquitectónica final, si no que el diseño se evalúa por su capacidad de ofrecer diferentes posibilidades de adaptación, crecimiento y modificación por parte de los usuarios. Al mismo tiempo se aplicó el método de Livingston, en el que, por medio de dinámicas adaptadas de la psicología, se obtiene información de las necesidades de cada familia trabajando directamente con ellas.

De la información recabada se analizaron los elementos de la VE y se identificaron los siguientes elementos para identificar el soporte:

- Estructura. Sistemas constructivos, materiales, morfología, cubierta.
- Terreno. dimensión, ubicación y orientación de las viviendas y espacios adyacentes.
- Habitaciones. dimensión, orientación, forma y relación con otros espacios.
- Adaptación al ambiente.

Después, por medio del método Livingston se trabajan las diferentes opciones con las familias para que elijan la que más se adapte a sus necesidades

3.1.2. Diseño bioclimático

Para realizar el análisis de la zona de estudio se obtuvieron los datos de la estación climática más cercana, obtenidos de las Normales climatológicas del servicio Meteorológico Nacional de CONAGUA. La estación climática utilizada es la número 20039, ubicada en Ciudad Ixtepec. El período de datos comprendido es del año 1981 al 2010, que muestra el comportamiento de la temperatura, precipitación y evaporación a lo largo de 30 años. Dichos datos fueron trasladados al software BAT (Bioclimatic Analysis Tool), desarrollado por Julio César Rincón Martínez y Víctor A. Fuentes Freixanet de la Universidad Autónoma Metropolitana, para realizar los cálculos de la caracterización climática del sitio y obtener estrategias de diseño de acuerdo con el clima de la zona de estudio.

3.1.2.1. Análisis de la radiación solar y asoleamiento

Para hacer el análisis de radiación solar en los muros de la VE se utilizaron las herramientas SunHours y Curic Sun para el programa Sketchup, que nos permiten conocer de manera sencilla como es el comportamiento del sol en una ubicación exacta con respecto al diseño y orientación de la vivienda. Para hacer este tipo de análisis es importante conocer la ubicación donde se emplazará la vivienda, por lo que se tomó Ciudad Ixtepec con coordenadas geográficas 16.5680 Norte, 95.0985 Oeste, como punto medio dentro del Istmo de Tehuantepec, no hay diferencia considerable en cuanto a las sombras y radiación si se ubica en otra ciudad de la región es por eso que no es necesario hacer más análisis en otras ubicaciones.

Para hacer uso de estas herramientas se utilizó la maqueta de la VE dibujada en 3d en el software Sketchup, y SunHours nos permite observar la incidencia del sol en los muros y de esta manera saber si se están orientados correctamente los dispositivos de sombreado y los vanos. Para calcular la exposición solar de los muros se crea una malla sobre la superficie de estos, la cual se puede editar y combinar de acuerdo con el resultado que se quiere obtener. Después se selecciona un periodo de tiempo para hacer el cálculo, la hora del día de inicio y final, los días de la semana, la fecha de inicio y final y por último el rango de tiempo en horas. Una vez ingresados estos datos se corre la simulación y como resultado se obtiene una malla sobre la superficie de los muros pintada de acuerdo con la exposición solar en una escala del 0 al 100% y un promedio de horas de exposición, donde el color azul corresponde del 0 al 20%, el amarillo del 20 al 40%, el naranja del 40 al 60%, el rojo del 60 al 80% y el marrón del 80 al 100% (Figura).

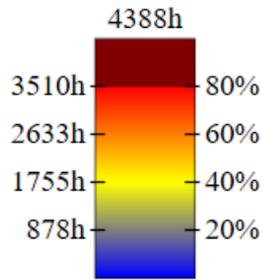


Figura 20. Escala de exposición solar en SunHours. Fuente: Elaboración propia.

La herramienta Curic Sun sirve para visualizar el recorrido del sol en un día y ubicación específicos y poder representarlo en un plano de proyección. Se utilizó para conocer el asoleamiento sobre los diferentes elementos de la vivienda como muros, vanos o cubierta, y de esta manera encontrar la mejor orientación de la vivienda y de los elementos de control solar, diseñar adecuadamente para aprovechar la luz natural, y tener confort térmico en el interior.

En esta fase es cuando se presentan los resultados a la comunidad y a las autoridades para socializar la propuesta del modelo de vivienda.

Se analizan los costos de la propuesta del modelo de vivienda y se hace una comparación con otros modelos de vivienda de emergencia.

También se llevan cabo talleres de sensibilización sobre el uso de materiales naturales, y de capacitación sobre el sistema constructivo prefabricado propuesto. Después se evalúan los valores de capital social del proceso y los talleres participativos.

3.2. Diseño del sistema constructivo alternativo

El Istmo de Tehuantepec se encuentra en una zona de alta actividad sísmica, y los vientos llegan a 180 km/h, cuenta con clima cálido con gran parte del año en sobrecalentamiento, por lo tanto, el sistema constructivo puede desarrollarse a partir del mejoramiento de una técnica y materiales locales, debe garantizar la seguridad, la adaptación al clima y a las formas de vida tradicionales de la región, además de ser una alternativa sustentable, fácil de transportar, de armar, sin necesidad de mano de obra especializada permitiendo la progresión de

los espacios mediante la autoconstrucción y además, que sea económico, social y ambientalmente sostenible.

Derivado del trabajo de campo en la comunidad seleccionada y de revisiones bibliográficas se determinó que el sistema constructivo de bajareque ha sido tradicionalmente utilizado en el Istmo de Tehuantepec por sus habitantes que son principalmente Binnizá (zapotecos) y Ikoots (huaves). Esta técnica se adapta a las condiciones climáticas, geológicas, territoriales y culturales.

El sistema se ha desarrollado desde la época prehispánica en todo el continente, principalmente en centro y Sudamérica, y se sigue utilizando hasta nuestros días gracias a su facilidad constructiva, los materiales económicos y sus capacidades de generar confort térmico al interior de los espacios (Guerrero, 2017).

Se encontró que el bajareque cumple con los requerimientos antes mencionados y se seleccionó como sistema constructivo de la VE, además de que en comparación con otros sistemas constructivos este tiene las ventajas de ser ligero, puede tener una menor sección, y un mejor comportamiento ante los sismos.

Este sistema constructivo consiste en un entramado de varas, maderas y/o ramas que dispuestas en forma vertical y horizontal se forma una malla doble que crea un espacio interior que se rellena con una mezcla de pasto y tierra.

3.2.1 Selección de materiales

Para seleccionar adecuadamente los materiales de la vivienda se realizó una revisión bibliográfica con el fin de conocer las características constructivas y tipología arquitectónica del Istmo de Tehuantepec. Además, se realizaron visitas de campo en Ixtepec y otras comunidades cercanas a esta donde se hizo un levantamiento y de fichas técnicas de viviendas con tipología tradicional. Análisis de desempeño térmico de materiales

Se realizó un estudio comparativo de los cuatro sistemas, los cuales fueron sometidos a un análisis térmico para calcular la amortiguación de la onda y desfase térmico, ya que al combinar de manera adecuada los valores de ambos

fenómenos se mantiene la temperatura al interior de la vivienda en el rango de zona de confort sin necesidad de un mayor aporte energético adicional, es decir, se tiene un ahorro energético en cuanto al uso de refrigeración o calefacción y menores emisiones de contaminantes.

Para el análisis térmico se empleó el software Ener-hábitat de simulación digital de los cuatro componentes (S.C.1, S.C.2, S.C.3, S.C.4) en estudio. Este software es una herramienta de simulación numérica para comparar el desempeño térmico de sistemas constructivos de techos y muros, el cual analiza datos de conductividad ($W/m^{\circ}C$), calor específico ($J/kg^{\circ}C$) y densidad (kg/m^3). Se hizo una comparación de los cuatro sistemas con y sin aire acondicionado, tomando este criterio debido a que el parámetro principal es la energía térmica que entra a la edificación por unidad de área de acuerdo con el material con el que está construido. Lo que permite el análisis térmico es identificar cual es el mejor sistema constructivo de acuerdo con el que presente menor Factor de Decremento. Con aire acondicionado el parámetro principal de comparación es la carga térmica por unidad de área debida a la transferencia de calor por el tipo de sistema constructivo.

Con los datos obtenidos del análisis térmico se seleccionó el componente constructivo que tuvo el mejor comportamiento térmico, para a partir de este diseñar un sistema constructivo para los muros y techo de la vivienda.

3.2.2. Criterio estructural

Para diseñar la VE con el sistema constructivo de bajareque prefabricado se tomaron los criterios estructurales de construcción con tierra de Gernot Minke (2001) y de construcción parasísmica con bajareque de Wilfredo Carazas (2002), los cuales se describen a continuación.

Estructuralmente se pueden construir viviendas antisísmicas de tres formas distintas.

1. Los muros y la cubierta deben ser rígidos para soportar los movimientos sísmicos. Por ejemplo, las estructuras de concreto armado con

columnas o castillos en las esquinas y a los lados de los vanos, que conectan los cimientos con el cerramiento superior.

2. Los muros pueden absorber las cargas del sismo debido a que son capaces de deformarse, en este caso el muro está coronado por un cerramiento superior donde se soporta la cubierta.
3. El sistema puede construirse como en el caso dos, pero la cubierta tiene una estructura independiente, es decir, con columnas por fuera del muro, para que cuando haya un movimiento sísmico tengan un movimiento independiente.

3.2.2.1. Uniones entre cimientos, sobrecimientos y muros.

La altura de la cimentación (h) está formada por dos partes, una es la sección de carga (h_1) que es donde se transmiten las cargas de la construcción a una sección mayor, la sección de soporte (h_2) que transmite las cargas al suelo. En cuanto a las dimensiones, la sección de carga va en función de V cumpliendo con la relación de $h/V=2$, y la sección de soporte en ningún caso debe de ser menor a 0.20 m. Por lo tanto, la altura mínima de la cimentación es de 0.40 m. y el espesor suele construirse 20cm mayor que la sobrecimentación, la altura mínima de la sobrecimentación es de 0.30m. Los cimientos pueden construirse de piedra o concreto (Figura 21).

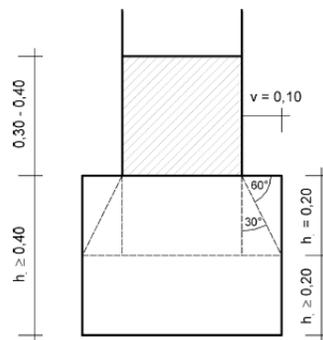


Figura 21. Cimentación y sobrecimentación. Fuente: Minke (2001).

Para soportar las cargas horizontales durante un sismo se recomienda poner elementos verticales en forma de traba que conecten cimentación, sobrecimentación y muro, puede ser varillas, varas, o bambú, por ejemplo, y se colocan a cada 30 o 50 cm entre ellos (Figura 22).

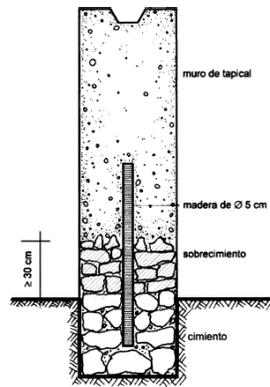


Figura 22. Trabas en cimentación. Fuente: Minke (2001).

3.2.2.2. Cadena de cerramiento

Los muros deben estar coronados por la cadena de cerramiento, esta transmite las cargas de flexión de los impactos perpendiculares que produce un sismo al muro y al mismo tiempo puede funcionar de soporte para la cubierta. Es importante que las esquinas de la cadena de cerramiento este reforzada por los momentos que producen los sismos (Figura 23). En el caso de que la cadena funcione como viga de soporte de la cubierta, esta debe estar en el centro del eje del muro y si es necesario colocar cuñas de madera.

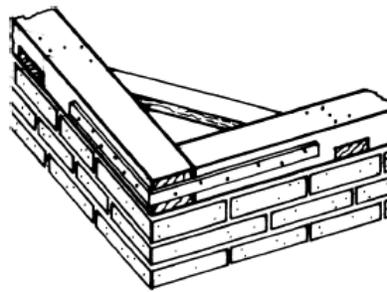


Figura 23. Refuerzo en esquinas. Fuente: Minke (2001).

3.2.2.3. Tímpanos

Si la cubierta es a dos aguas, se forman tímpanos que no pueden ser continuación de la estructura del muro ya que tienden a caer tras los impactos horizontales de un sismo, deben construirse de manera que absorban el impacto.

3.2.2.4. Cubiertas

Las cubiertas deben ser lo más ligeras posibles, no se recomiendan las cubiertas con teja o piedra por ser muy pesadas y porque las tejas suelen caer en el interior con el movimiento.

3.2.2.5. Forma de la planta

Para la estabilidad de la vivienda la forma de la planta es muy importante, mientras más compacta sea esta, más estable será la vivienda. Una planta en forma circular es la mejor, una planta cuadrada es buena y una rectangular no lo es tanto (Figura 24). Tampoco son recomendables las plantas con formas en ángulo o con forma de L, en caso de que sean así se deben separar los espacios y la unión entre ellos debe ser con materiales flexibles (Figura 25).

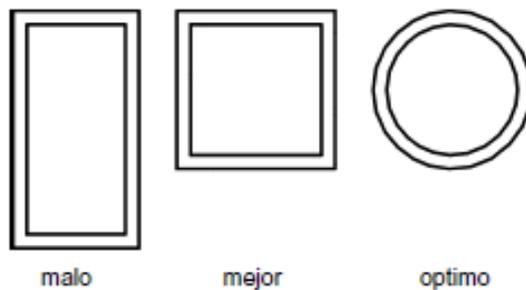


Figura 24. Forma de la planta. Fuente: Minke (2001).

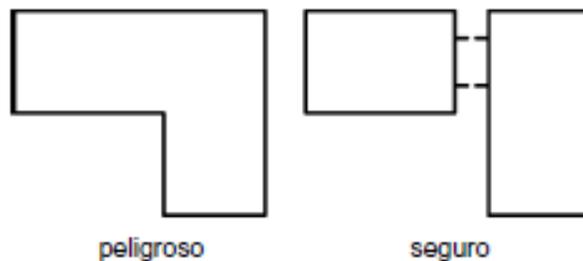


Figura 25. Forma de la planta. Fuente: Minke (2001).

3.2.2.6. Vanos de puertas y ventanas

Los vanos de puertas y ventanas debilitan la estructura y hacen que los muros sean poco estables, para evitar grietas en las esquinas se colocan dinteles encima de los vanos. La mejor solución es cuando el dintel es el mismo

cerramiento del muro, y en el antepecho debajo de la ventana se coloca un elemento flexible, como bajareque, esta solución se muestra en la Figura 26.

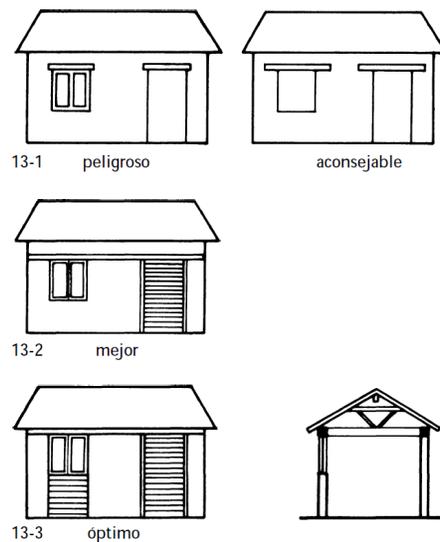


Figura 26. Solución en dinteles. Fuente: Minke (2001).

Se deben seguir las reglas descritas a continuación sobre las dimensiones los muros y los vanos, y se muestran en la Figura 27:

- Los vanos de ventanas (b) no deben ser mayores de 1.20 de longitud, ni sobrepasar $1/3$ de la longitud total de la fachada (c).
- El muro que hay entre los vanos y entre estos y el límite del muro (a) debe tener una longitud mínima de $1/3$ de la altura del muro (h), y no debe ser menor a 1m.
- Se recomienda que las puertas abran hacia afuera y que se contraponga otra en el lado opuesto de la misma.

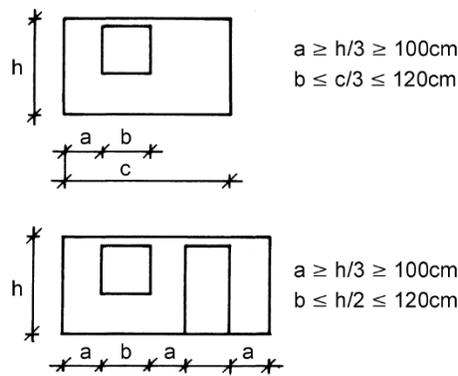


Figura 27. Dimensionamiento de vanos. Fuente: Minke (2001).

3.2.2.7. Revoques

El revestimiento de los muros también ayuda a que tengan un mejor comportamiento ante los sismos. No es recomendable utilizar revoques de cemento como recubrimiento en muros de tierra, en este caso de bajareque, ya que no tiene la propiedad de ser flexible y puede ocasionar grietas ocasionadas por los cambios de temperatura y movimientos. Además, no deja respirar al muro de tierra, esto quiere decir que el muro pierde la propiedad de regular la humedad, esta se queda entre la tierra y el revoque y se desprende el cemento.

4. Fase 4: Evaluación

En esta fase se realizó una evaluación del modelo de vivienda de emergencia propuesto bajo tres enfoques: Reconstrucción Integral y Social del Habitat, Sustentabilidad y Economía Solidaria, cuyos indicadores se evaluaron durante el proceso de intervención del proyecto en las comunidades seleccionadas.

4.1. Evaluación con indicadores de RISH

En la Tabla 4 se muestran los indicadores del enfoque de Reconstrucción Integral y Social del Hábitat que se tomaron en cuenta para la evaluación de la VE, estos se dividen en cuatro dimensiones: sociocultural, económica, tecnológica y ambiental. Las evaluaciones se hicieron por medio de análisis cualitativos y cuantitativos.

Tabla 4. Indicadores de Reconstrucción Integral y Social del Hábitat para la evaluación de la VE.

Fuente: Elaboración propia.

Dimensión	VARIABLES	Indicadores	Medición
Sociocultural	Arquitectura local	% de elementos arquitectónicos de vivienda local	Diseño de vivienda de emergencia
	Vivienda tradicional	Aspectos formales	
		Aspectos funcionales	
		Aspectos de adaptación al medio	
Participación comunitaria	Grado de participación	Etapa de Diagnóstico y diseño	
Económica	Vivienda accesible para la economía local	Costo de la vivienda	Análisis de costos
Tecnológica	Materiales locales	% de materiales locales	Diseño de vivienda de emergencia
	Sistemas constructivos tradicionales	% de sistemas constructivos tradicionales	
Ambiental	Racionalidad energética	Consumo energético	Análisis de impacto de los materiales
		Emisiones de CO ₂	
	Gestión de recursos	No de ecotecnias	Selección de ecotecnias

4.1.1 Evaluación del sistema constructivo

Para la realización de la evaluación del sistema constructivo se hizo una adaptación de la metodología de Monjo (1986) que aparece en el artículo “Propuesta de evaluación de sistemas constructivos”, donde se evalúan tres aspectos fundamentales: el funcional, el tecnológico y el económico.

Se evalúa el aspecto funcional porque sistema constructivo condiciona el buen funcionamiento de la vivienda y sus elementos y la relación entre ellos debe de adaptarse al entorno y al clima del lugar, y al mismo tiempo permitir unas condiciones de habitabilidad favorables en los espacios construidos.

En el aspecto tecnológico se engloban las fases del proceso de producción: diseño, producción de elementos, transporte a la obra y montaje. Y se evalúan los requerimientos tecnológicos, mano de obra, producción y mantenimiento.

El aspecto económico tiene incidencia en los aspectos anteriores del sistema constructivo, así como en el diseño de la construcción, por eso es importante dirigir bien las inversiones, por ejemplo, utilizando materiales locales en lugar de transportarlos de grandes distancias, o utilizar un sistema sencillo y fácil de construir en lugar de uno que requiera maquinaria y mano de obra especializada.

4.1.2. Análisis de impacto

Para llevar a cabo el análisis de impacto ambiental del modelo de vivienda de emergencia diseñado se hizo una adaptación de la metodología de Arguello y Cuchi (2008) quienes investigaron sobre el impacto de los materiales utilizados en la construcción de acuerdo con una base de datos de metaBase del Instituto de Tecnología de la Construcción de Cataluña en donde se brinda información con indicadores de impacto ambiental con base en el peso de los materiales de construcción más comunes. En la Tabla 4 se muestra un listado de los materiales más utilizados en la construcción, son los que se tomaron para realizar el análisis.

Tabla 5. Listado de materiales más utilizados en la construcción. Fuente: Elaboración propia con datos del ITeC.

Material genérico	Listado total de materiales	
Acero	Acero galvanizado Acero laminado	Varilla
		Alambrón
		Armex (elemento presoldado)
		Clavo
		Malla electrosoldada
		Malla de gallinero
Agua Árido	Agua Árido Piedra natural	Agua
		Arena de río
		Tierra natural de la región
		Grava de río
		Piedra natural de la región
Asfaltos	Fieltro asfáltico	Fieltro asfáltico (impermeabilizante)
Cal	Cal	Cal hidra
Cemento	Cemento	Cemento gris portland
Cerámica	Cerámica	Ladrillo rojo común
		Teja de barro industrializada
Pinturas	Pintura vinílica	Pintura vinílica
Fibras naturales	Fibras naturales	Pasto
Madera	Madera	Madera de pino
Resinas	Resinas acrílicas	Impermeabilizantes

Primero se elaboró un modelo en 3d detallado de las dos viviendas identificando cada una de las partes del proceso constructivo, para de esta manera, cuantificar los materiales utilizados en su construcción, para esto se utilizó el software Sketchup. Con esta información se realizó el presupuesto de la obra, en donde se describen los conceptos de construcción. Estos pasos previos ayudaron a cuantificar los materiales utilizados en la estructura, muros y cubierta de las viviendas. No se tomaron en cuenta, puertas y ventanas, instalaciones eléctricas, ni hidrosanitarias, ya que varían mucho de un caso a otro.

Se elaboró una lista de los materiales utilizados y se registraron en una sola unidad de medida, en kilogramos (Kg) de acuerdo con su peso, esta es la unidad que se utiliza para medir el impacto ambiental. No se cuenta con una base de datos del impacto generado por los materiales de construcción en nuestro país ni en el estado de Oaxaca, así que se tomó como referencia la información de

metaBase del Instituto de Tecnología de Cataluña ITec (2003). De este listado se utilizaron los datos de los materiales que cuentan con materia prima o procesos similares en su fabricación. En las siguientes Figura y Figura se muestra una comparación del costo energético y emisiones de CO₂ por cada kilogramo de material usado en las construcciones actualmente.

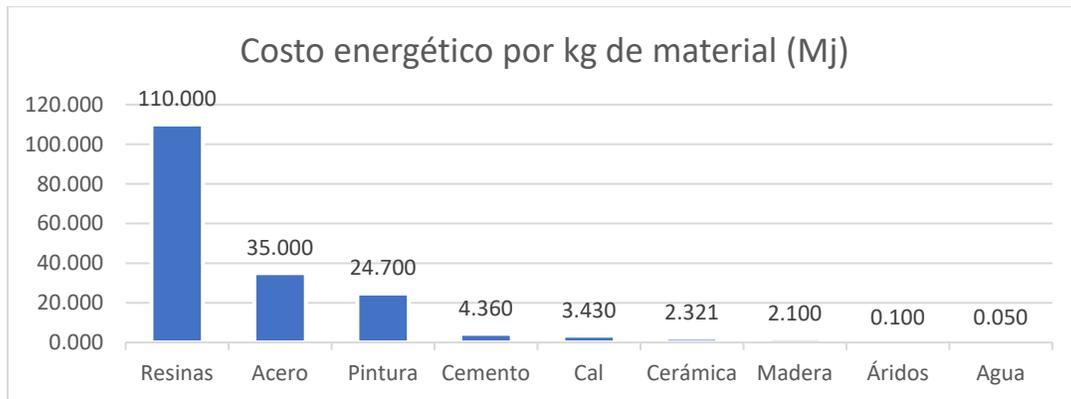


Figura 28. Costo energético por Kg de material. Elaboración propia con datos del ITec.

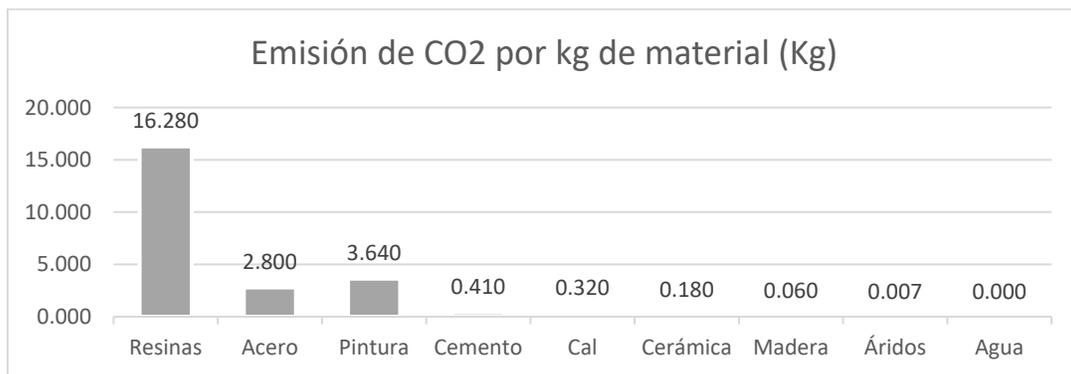


Figura 29 Emisión de CO₂ por kg de material. Fuente: Elaboración propia con datos del ITec.

Después se realizó el cálculo de la energía incorporada y emisiones de dióxido de carbono en la fabricación de los materiales de construcción y el transporte hasta el sitio de la obra, con base en el peso de los materiales utilizados (kg de material, MJ/kg de material, kg de CO₂). Finalmente, los datos se trasladaron a tablas que permiten observar con claridad el grado de sustentabilidad de los materiales. Con estos datos se hizo una evaluación comparativa de la VE con una vivienda tradicional de ladrillo en la región del Istmo de Tehuantepec.

Se tomaron en cuenta la energía incorporada y la emisión de CO₂ ya que son los indicadores con mayor incidencia en el impacto ambiental en el planeta y están relacionados con el calentamiento global y el deterioro de la capa de ozono.

4.2. Evaluación de sustentabilidad de la vivienda

Para determinar el grado de sustentabilidad de la VE se aplicó el instrumento de Ramírez y Loria (2014) “Guía de evaluación del nivel de sustentabilidad de una vivienda de interés social” que aparece en el libro “Evaluación de la vivienda construida en serie” que publicó la Facultad de Arquitectura de la Universidad Autónoma de Yucatán (2014).

Esta guía de evaluación de vivienda es el resultado de la adaptación de diferentes instrumentos nacionales e internacionales para determinar los criterios que se deben cumplir para que una vivienda se pueda considerar sustentable, la suma de todos los criterios da un total de 100 puntos. Aunque esta metodología está dirigida hacia viviendas ya construidas, la mayoría de las preguntas pueden evaluarse desde la etapa de proyecto, en algunas otras el evaluador tuvo que plantearse como sería si la VE ya estuviera construida en la zona de estudio y unas pocas no aplicaron a esta evaluación.

La guía de evaluación del nivel de sustentabilidad de una vivienda de interés social se divide en siete categorías que se enlistan en la Tabla 5:

Tabla 6. Categorías de evaluación de nivel de sustentabilidad. Fuente: Elaboración propia con datos de Ramírez y Loria (2014).

	Valores categoría
1 Diseño arquitectónico	20
2 Uso eficiente de la energía	15
3 Uso eficiente del agua	12
4 Uso de materiales que no dañen al medio ambiente	13
5 Conservación de la vegetación	14
6 Disposición de residuos sólidos	13
7 Sentido de pertenencia y costumbres regionales	13
Totales	100

4.3. Evaluación de habitabilidad de la VE

Para determinar si la VE cumple con las condiciones de habitabilidad se realizó una evaluación por medio de un juicio de expertos. Utkin (como se citó en Escobar y Cuervo, 2008) expresa que el juicio de expertos es muy importante en los casos en que no se pueda llevar a cabo una experimentación, como es este caso, en el que el proyecto de investigación tuvo que replantearse porque atravesamos una situación de pandemia de Covid-19 y hubo restricciones de movilidad, por lo cual no fue posible realizar actividades presenciales en la zona de estudio a partir de marzo de 2020.

Como definen Escobar y Cuervo (2008), un juicio de expertos es una opinión de personas con amplio conocimiento experiencia sobre el tema, lo que les permite hacer un juicio y valoración. Una etapa decisiva del proceso es la selección de las personas que integraran el juicio de expertos. Skjon y Wentworth (citados en Escobar y Cuervo, 2008) propone ciertos criterios de selección: a) experiencia en juicios o toma de decisiones, b) reputación en la comunidad, es decir, son reconocidos por otros como expertos, c) tienen disponibilidad y deseo de formar parte, y por último, d) son imparciales. Los autores difieren en la cantidad de personas que deben formar el juicio de expertos, pero Hyrkas et al. (citado en Escobar y Cuervo, 2008) tienen un número medio, creen que un juicio de diez personas puede ofrecer una opinión confiable y el 80% deben estar de acuerdo para dar como válida la valoración.

Para llevar a cabo el juicio de expertos se diseñó un cuestionario como instrumento de recolección de datos. En el cuestionario las preguntas están relacionadas con los indicadores de habitabilidad y se dividieron en tres dimensiones en las cinco dimensiones: Seguridad, Mantenimiento, Confort, Psicosocial y Físico espacial. Y para evaluar las respuestas se utilizó la escala de Likert.

4.4. Evaluación del proceso de intervención con indicadores de economía solidaria

Durante las fases de diagnóstico y diseño se observaron algunos indicadores de Economía Solidaria para la evaluación del proceso de intervención, estos se agrupan en la Tabla 7.

Tabla 7. Indicadores de Economía Solidaria para la evaluación del proceso de intervención.
Fuente: elaboración propia.

Enfoque	Indicador	Etapa	Obtención de datos	Medición
ECOSOL	Participación	Diagnostico	Estancia de trabajo con la organización Cooperación Comunitaria	Percepción de valores de ECOSOL a partir de platicas informales, observación participante, diario anecdótico, bitácora de campo
	Confianza			
	Cooperación		Visitas de campo a las comunidades de Cd Ixtepec, Asunción Ixtaltepec y Juchitán de Zaragoza	
	Solidaridad			
	Preservación de cultura arquitectónica local	Diseño	Familias donde se aplicaron fichas técnicas y levantamientos de las viviendas de emergencia construidas	Análisis cualitativo de la información valorizada con escala (expresada en percepciones del gestor del proyecto)
	Voluntariado			

V. Resultados

V. Resultados

1. Fase 1

1.1. Análisis del sitio

Oaxaca es uno de los tres estados con un mayor grado de marginación en el país junto con Guerrero y Chiapas. De acuerdo con información de SEDATU (2017), el 83% del total de viviendas en el estado resultaron dañadas en los 20 municipios más afectados del Istmo de Tehuantepec (Tabla).

Tabla 8. Viviendas afectadas por los sismos de 2017 en el Istmo de Tehuantepec.

Fuente: Elaboración propia con datos de SEDATU (2017)

Istmo de Tehuantepec: viviendas afectadas por los sismos de 2017 (primeros 20 municipios)								
Entidad federativa	Viviendas afectadas 2017	Total de viviendas 2015	Población total 2015	Viviendas afectadas %	Pobreza por ingresos (2010) (%)			Grado de marginación 2015
					Alimentaria	Capacidades	Patrimonio	
Juchitán de Zaragoza	14,918	25,184	98,043	59.24	21.62	32.14	61.46	Bajo
Santo Domingo Tehuantepec	4,324	17,137	64,639	25.23	21.73	31.16	59.27	Medio
Ciudad Ixtepec	4,062	8,252	28,637	49.22	13.89	22.46	59.95	Bajo
Asunción Ixtaltepec	2,964	4,631	15,105	64.00	16.97	24.81	49.36	Bajo
Unión Hidalgo	2,811	4,115	15,347	68.31	16.04	23.55	48.25	Bajo
San Francisco Ixhuatán	2,647	2,616	8,980	101.19	33.57	43.97	69.61	Alto
San Pedro Tapanatepec	2,611	4,394	15,152	59.42	24.25	33.97	61.55	Alto
San Francisco del Mar	2,195	2,056	7,650	106.76	38.83	50.04	75.83	Alto
San Mateo del Mar	1,799	3,412	14,835	52.75	52.53	62.69	83.58	Muy alto
Santiago Niltepec	1,602	1,596	5,327	105.67	24.58	34.35	62.74	Medio
Santo Domingo Zanatepec	1,578	3,435	12,161	45.94	32.70	43.86	72.02	Alto
San Dionisio del mar	1,548	1,490	5,127	103.89	45.52	57.74	83.69	Alto
San Pedro Huamelula	1,481	2,988	10,014	49.56	32.70	43.86	72.02	Alto
Santa María Xadani	1,450	2,067	8,795	70.15	35.77	46.68	73.41	Alto
San Blas Atempa	1,282	4,523	18,406	28.34	41.38	51.68	75.47	Muy alto
Reforma de Pineda	1,120	932	2,723	120.17	17.93	26.81	55.79	Medio
Santo Domingo Petapa	1,118	2,505	9,157	44.63	38.62	50.38	77.62	Alto
El Espinal	1,106	2,464	8,575	44.89	4.14	6.66	18.30	Muy baja

San Juan Guichicovi	1,070	8,649	29,364	12.37	44.52	55.98	80.73	Alto
---------------------	-------	-------	--------	-------	-------	-------	-------	------

Por eso, para la realización de este proyecto se seleccionaron tres de los municipios más afectados, principalmente por una de las réplicas, la del 23 de septiembre, estos municipios son: Juchitán de Zaragoza, Ciudad Ixtepec y Asunción Ixtaltepec por su cercanía y conveniencia. El municipio más afectado por los sismos de 2017 fue Juchitán de Zaragoza, con el 59.24% del total de viviendas dañadas (Figura 30).



Figura 30. Total de viviendas. Fuente: Elaboración propia con datos de INEGI (2015) y SEDATU (2017).

11.1. Economía

De acuerdo con datos del Programa para el Desarrollo del Istmo de Tehuantepec 2020-2024, el 60% de la población del Istmo de Tehuantepec vive en pobreza mientras que en la Región Fronteriza Norte solo el 31% por hacer una comparación. En cuanto a salarios también hay una diferencia notable, mientras que en el Istmo se tiene un promedio de salario mensual de \$6,924.00 a diferencia de los \$10,096.00 que recibe una persona en la Región Norte. En el Istmo es difícil que una familia pueda invertir en la construcción de su vivienda, la mayoría de las construcciones que hay son viejas y se hacen ampliaciones, muchas veces de autoconstrucción sin mano de obra calificada, por esto resultaron seriamente dañadas este tipo de construcciones.

1.1.2 Vivienda

Algunos de los indicadores para medir el grado de salud y bienestar en México, es el tipo de materiales utilizado en las viviendas. Según datos de INEGI (2015) ha disminuido el número de viviendas con piso de tierra, de acuerdo con los censos de los últimos años. En Juchitán de Zaragoza solo el 4% de las viviendas tienen piso de tierra, un total de 1,007 viviendas (Figura 31).



Figura 31. Viviendas con piso de tierra. Fuente: Elaboración propia con datos de INEGI (2015).

Así también ha aumentado el número de viviendas con acceso a los servicios de energía eléctrica, agua entubada, drenaje y que cuentan con sanitario. En los tres municipios con un porcentaje arriba del 90% en acceso a estos bienes y servicios (Figura 32) (INEGI, 2015).

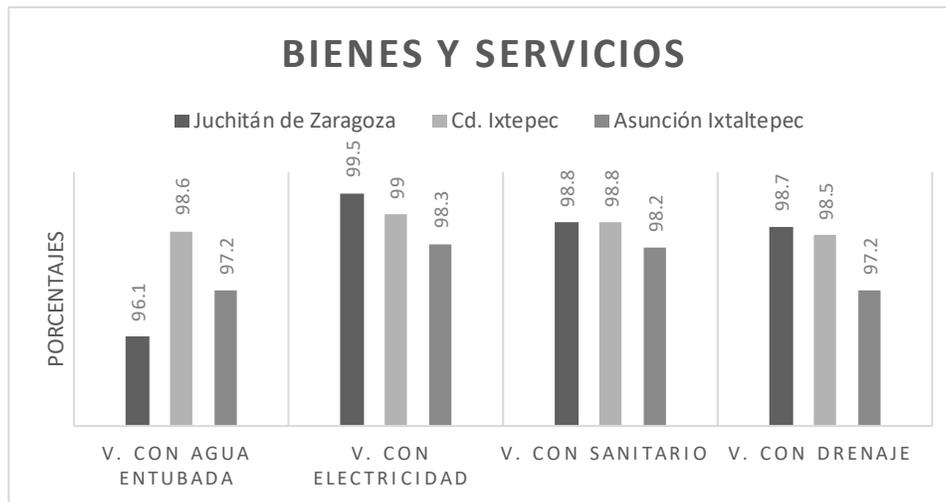


Figura 32. Bienes y servicios. Fuente: Elaboración propia con datos de INEGI (2015).

Todas las viviendas visitadas durante el periodo de estancia en el Istmo cuentan con servicio de agua potable, electricidad y drenaje, y utilizan gas para la cocción de los alimentos, igual hay rezago de servicios en las colonias de la periferia de las ciudades. Pero contradiciendo los datos de INEGI, según el Programa para el Desarrollo del Istmo de Tehuantepec 2020-2024 un 45% de la población carece de servicios básicos en su vivienda. Esto puede ser cuatro razones: 1. Que el agua a la que tienen acceso es a través de un pozo o cuerpo de agua, 2. Que no cuentan con drenaje, 3. No tienen energía eléctrica, 4. O que utilizan leña como combustible para cocinar los alimentos.

Aunque en la metodología para la medición multidimensional de la pobreza en México del CONEVAL (2019), se menciona que, de acuerdo con criterios de la Comisión Nacional de Vivienda (CONAVI), se considera como población en situación de carencia por calidad y espacios de la vivienda a las personas que habiten viviendas con pisos de tierra, cuando el material de los muros es de barro o bajareque. En el documento Criterios para una vivienda adecuada de la CONAVI (2020), recomienda el uso de recubrimientos a base de cal, arena, tierra con impermeabilizantes y pinturas naturales. En la región del Istmo cada vez son menos las viviendas con cubiertas y muros considerados precarios, en Juchitán de Zaragoza hay 352 viviendas con muros precarios y 125 con cubiertas precarias (Figura).

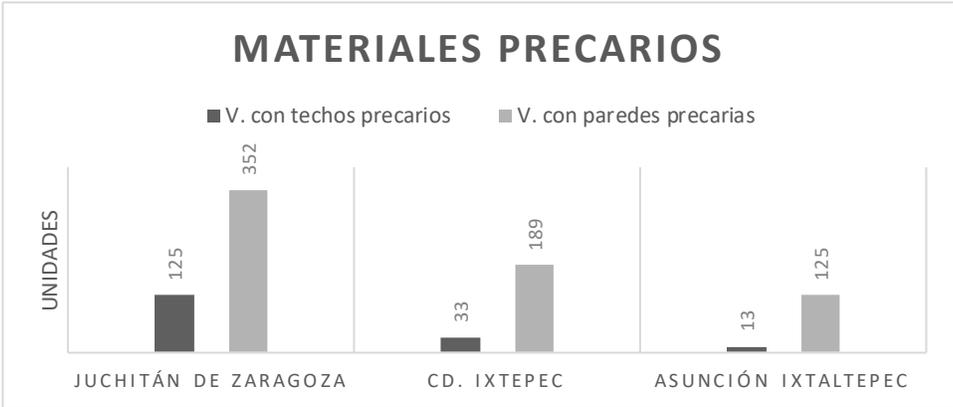


Figura 33. Materiales precarios. Fuente: Elaboración propia con datos de INEGI (2015).

1.2. Etnografía fotográfica

Los resultados de la etnografía visual refuerzan a través de las imágenes, conceptos y procesos que se observaron durante las exploraciones realizadas en el trabajo diagnóstico realizado en campo en la comunidad de Ixtepec.

Se hizo una interpretación de fotografías agrupadas en cinco collages: A) el territorio, el paisaje, la vivienda. B) la naturaleza: conservar la naturaleza. C) las costumbres, tradiciones y simbolismo. D) situación de los daños de las viviendas después de los sismos del 2017. E) Valores solidarios presentes en la comunidad. La mayoría de las fotografías fueron capturadas en condiciones normales al exterior, con luz de día y en contextos de las actividades diarias mientras el autor trabajaba como asesor técnico en la reconstrucción de viviendas con la organización Cooperación Comunitaria A.C.

Para su mejor entendimiento, las imágenes se catalogaron por ejes temáticos y de acuerdo con los indicadores identificados para aplicar en el proyecto, como se muestra en la Tabla 7.

Tabla 9. Catálogo de imágenes utilizadas en el diagnóstico foto etnográfico. Fuente: elaboración propia.

Eje temático	No de fotografía	Análisis e interpretación de los datos foto etnográficos	Indicadores identificados para aplicarlos en el proyecto
Territorio	1,2,3,4,5,6	Paisaje del territorio fértil de Ciudad Ixtepec, parte importante de las actividades económicas es la agricultura	Factibilidad para el manejo de huertos o arboles frutales
	7,8,9,10,11,12	<ul style="list-style-type: none"> Los migrantes son parte importante para la economía de la región. La traza urbana de Cd. Ixtepec esta relacionada con las vías del tren 	<ul style="list-style-type: none"> Tomar en cuenta la participación de los migrantes como mano de obra en la construcción Ubicación de posibles beneficiarios de vivienda en la ciudad
	13,14,15,16,17,18	<ul style="list-style-type: none"> Morfología de la vivienda Istmeña 	El corredor es un espacio muy importante en la cultura
	19,20,21,22	Infraestructura en el espacio público, vialidades, parques, etc.	
Naturaleza	23,24,25,26	Se fomentan sistemas constructivos alternativos para hacer la conservación de los bienes naturales	Uso racional de los materiales naturales, principalmente la madera
	27,28,29,30	La importancia del Rio de los perros en la comunidad y su contaminación	<ul style="list-style-type: none"> Adecuada gestión de los residuos Adecuada selección de materiales
	31,32,33,34	A pesar de contar con ojos de agua, arroyos y ríos, no todas las viviendas tienen acceso a este bien	<ul style="list-style-type: none"> Adecuado manejo de agua por medio de enotecnias como: sanitario seco, captación de agua de lluvia y biofiltro
Costumbres	35,36,37,38	La comunidad en el Istmo de Tehuantepec es muy social, tienen muchas celebraciones	Espacios abiertos para actividades sociales
	39,40,41,42	Diferentes formas de cocción de los alimentos: ollas de comixcal, fogón y estufas de leña	Buena ventilación del espacio de cocina
	43,44	Mezcla de culturas con el zapoteco	El altar es un espacio importante en la cultura
	45,46	La mujer es importante en la economía de la comunidad, elaborando artesanía o cocinando	Espacios adecuados para las actividades de las mujeres
Viviendas dañadas	47,48,49,50, 51	Estado de las viviendas después de los sismos	Recuperar elementos de la vivienda tradicional istmeña como la morfología
	52,53,54,55	Escombros en las banquetas	Selección adecuada de los materiales de construcción para tener un menor impacto ambiental
	56,57,58,59,60	<ul style="list-style-type: none"> Sistema constructivo de bajareque Sistema constructivo de ladrillo doble a tizón y sogá 	Recuperación del sistema tradicional de bajareque, responde estructuralmente bien ante sismos
Valores solidarios	61,62,63,64,65,66,67,68	Cooperación entre miembros de la comunidad	<ul style="list-style-type: none"> Hay un alto grado de participación en la comunidad, un ejemplo de ello es el tequio Ya se ha desarrollado proyectos en la comunidad con enfoque solidario, participativo y de ayuda mutua

A continuación, se presentan los collages y se describen los ejes temáticos.

1.2.1. Territorio

En la Figura 34 se muestra el paisaje de tierras dedicadas a la agricultura. En el Istmo existen 126 ejidos y comunidades agrarias, en estas se siembra café, caña de azúcar, frijol, hortalizas, maíz, naranja y sorgo entre otros. Son pocas las comunidades que se dedican a la ganadería, pero son el 17% de la producción estatal con ganado vacuno, equino y porcino.



Figura 34. [Fotografías de German Parma y Olga Zúñiga]. (Ciudad Ixtepec, 2018). Paisaje y territorio de Ciudad Ixtepec.

Por mucho tiempo Ciudad Ixtepec fue un punto importante en la ruta del tren conocido como la bestia, donde se transportaban indocumentados

centroamericanos en su camino hacia la frontera norte para cruzar a Estados Unidos. Aquí se encuentra uno de los albergues de migrantes más grandes de México. Desde 2014 disminuyó la cantidad de migrantes que pasan a bordo del tren, aun así, es común que se integren a las actividades en la ciudad. Después de los sismos de 2017 se conformaron cuadrillas de albañiles integradas por migrantes centroamericanos. El ferrocarril panamericano va de Cd Ixtepec a Tapachula.

Las vías del tren atraviesan por el centro Ciudad Ixtepec y el río de los perros, y forma parte del paisaje de la ciudad desde 1908, en la Figura 35 se muestran diferentes sitios de la ciudad por donde atraviesa el tren. Con la construcción de las vías y la estación de tren se intensificó la producción de ladrillo en la región. El centro político de la ciudad se trasladó a los alrededores de la estación y la ciudad comenzó a crecer en forma lineal a lo largo de las vías del tren, así nació la colonia Moderna. De esta manera la ciudad quedó dividida simbólicamente en viejo y nuevo Ixtepec por las vías del tren.



Figura 35. [Fotografías de German Parma y Olga Zúñiga]. (Ciudad Ixtepec, 2018). Paisaje de Ciudad Ixtepec.

En la Figura 36 se observan las características de la vivienda istmeña. Una característica importante de la vivienda Istmeña es la presencia del altar familiar en una de las habitaciones de la vivienda, donde se mezclan las creencias prehispánicas con las católicas. Otro espacio primordial es el corredor, un espacio cubierto adyacente a la vivienda, el techo se sostiene por cuatro columnas que, según la tradición zapoteca son los pilares que sostienen al planeta. En este espacio de transición entre el interior y exterior se llevan a cabo las actividades sociales porque siempre está fresco.



Figura 36. [Fotografías de German Parma y Olga Zúñiga]. (Ciudad Ixtepec, 2018). Vivienda tradicional Istmeña.

Aproximadamente el 95% de las vialidades de Ciudad Ixtepec están pavimentadas con concreto hidráulico y se encuentran en buenas condiciones, cuentan con alumbrado público, banquetas y mobiliario urbano en plazas y parques, como se puede observar en la Figura 38. Solo algunas calles en la periferia carecen de este tipo de infraestructura, donde las calles siguen siendo de tierra y falta señalización.



Figura 37. [Fotografías de German Parma]. (Ciudad Ixtepec, 2018). Infraestructura.

1.2.2. Naturaleza

Es importante tomar en cuenta el impacto que puede tener en el ambiente el uso de materiales para la construcción. Tradicionalmente se han utilizado horcones en el sistema de bajareque y morillos y planchas en la estructura de la cubierta, esto ha desembocado en un problema de deforestación. Es por eso por lo que se están promoviendo distintas opciones para un uso racional de los recursos y evitar el uso desmedido de madera, como el bajareque Cerén propuesto por Cooperación Comunitaria que utiliza varas de otates, para cortarlos se debe solicitar permiso al comité de la comunidad. En la Figura 39 se muestra como se utilizan las varas de otate en la construcción.



Figura 38. [Fotografías de German Parma]. (Ciudad Ixtepec, 2018). Naturaleza.

El Río de los Perros es uno de los más importantes en la región del Istmo de Tehuantepec, nace en la Sierra Mixe Zapoteca y desemboca en la laguna de San Mateo del Mar pasando por Ciudad Ixtepec, Asunción Ixtaltepec, El Espinal y Juchitán. Reportes exhibidos por diferentes organizaciones muestran una contaminación de sus aguas hasta en un 80% debido a que se arrojan desechos sólidos y se descargan aguas negras en el en toda su extensión. Esta situación empeora cuando el gobierno fomenta el tiradero de escombros resultado de las demoliciones de vivienda tras los sismos de 2017, con la intención de evitar el desbordamiento del río ante pronósticos de fuertes lluvias. Aun así, sigue siendo una fuente de agua para sus habitantes, se muestra en la Figura 40.



Figura 39 [Fotografías de German Parma]. (Ciudad Ixtepec, 2018). El río de los perros.

También hay ojos de agua (Figura 41) en los alrededores de la zona de estudio en Tlacotepec y Santiago la Ollaga, donde emerge agua dulce de los manantiales. En algunos se han construido balnearios en sus cauces con albercas y chapoteaderos, pero otros permanecen sin ninguna infraestructura. Sus aguas pasan por la comunidad, donde los pobladores aprovechan para refrescarse, los niños para jugar, y hay lugares donde las mujeres se reúnen a lavar la ropa.



Figura 40 [Fotografías de German Parma]. (Ciudad Ixtepec, 2018). Ojos de agua en el Istmo de Tehuantepec.

1.2.3. Costumbres

Algo muy característico del Istmo Oaxaqueño son sus celebraciones, donde llevan a cabo numerosas festividades, desde las tradicionales velas que pueden durar de tres a cuatro días, hasta las mayordomías pasando por las calendas y lavado de ollas. La Figura 42 muestra algunas de estas festividades.

En mayo una de las festividades importantes es en honor a la Santa Cruz, y el 3 de mayo se celebra junto con el día del albañil. En el año 2017 el festejo fue muy grande y llamativo, ya que la región estaba en reconstrucción y en la comunidad se encontraban trabajadores de la construcción de diferentes estados y de Centroamérica. Este día se coloca en la parte más alta de la obra una cruz de

madera adornada con papel de colores y flores a manera de ofrenda para pedir que no haya accidentes en la construcción.

El festejo inicia con la calenda, es un desfile donde todos pueden participar recorriendo las principales calles de la ciudad, donde por medio del ruido y la luz de los cohetes se va anunciando el paso del contingente y se invita a los vecinos a salir. El recorrido suele terminar en alguna plaza donde se lleva a cabo el baile velorio, donde principalmente las mujeres lucen sus mejores trajes y se encienden los toritos, estos son estructuras de varas de carrizo o madera con fuegos artificiales que cargan hombres sobre sus hombros y bailan entre la gente. Al día siguiente continua la celebración con una comida y música en vivo bajo una enramada adornada con papel de colores, vasijas y fruta.



Figura 41 [Fotografías de German Parma]. (Ciudad Ixtepec, 2018). Cultura de la región del Istmo de Tehuantepec.

Dentro de las festividades también existen las mayordomías, donde normalmente una pareja se compromete organizar y cubrir los gastos del festejo al santo patrón de la comunidad, es un honor ser el mayordomo de la fiesta, quienes hacen un gran esfuerzo, aunque el resto del pueblo también coopera. Los días de fiesta terminan con el lavado de olla, esta es una tradición que comenzó como una convivencia donde la gente ayuda a lavar los utensilios que se utilizaron para preparar y servir la comida. Se demuestra que no solo en tiempos difíciles la gente del Istmo está dispuesta a cooperar, también son solidarios durante las fiestas.

En la región hay distintas formas de preparar los alimentos. En la Figura 43 se observan las ollas para los hornos tradicionales de comixcal que serán construidos por Cooperación Comunitaria para reactivar la economía de las mujeres en el Istmo de Tehuantepec, en estos se producen totopos, tortillas y memelas. Los recursos del FONDEN eran destinados solo a la reconstrucción de vivienda, sin tomar en cuenta las actividades económicas de las familias que se vieron afectadas después de los sismos de 2017.



Figura 42 [Fotografías de German Parma y Olga Zúñiga]. (Ciudad Ixtepec, 2018). Distintas formas de cocinar los alimentos.

Antiguamente los zapotecas tenían una gran cantidad de dioses que estaban relacionados con la naturaleza, como la lluvia, el sol y la fertilidad. Con el tiempo las creencias prehispánicas se mezclaron con las de la colonia, dando como resultado una religión híbrida que se mantiene hasta nuestros días. Actualmente en la región se pueden encontrar zapotecos convertidos a evangelistas por misioneros procedentes de Estados Unidos, como testigos de Jehová, bautistas, adventistas del séptimo día, mormones, etc. Para los zapotecos la religión está presente en la vida diaria, desde la cosecha, el nacimiento, la muerte y las fiestas (Instituto Nacional de Pueblos Indígenas, n.d.). (Figura 47) El umbral ubicado en Cheguigo Zapata es una muestra de la convivencia de la población rural mayormente indígena con la urbana. Alrededor del año 4000 a. C. se distinguió la lengua otomangué de otros dialectos que estaban emparentados, de este proviene el mixteco, otomí, chinanteco y zapoteco. El zapoteco que se

habla en el istmo surgió de una separación que produjo alrededor del 1500 a.C. En la Figura 44 se observa a la izquierda una virgen de Guadalupe en un altar se partió debido a los sismos, a la derecha umbral de Cheguigo Zapata.



Figura 43 [Fotografías de German Parma]. (Ciudad Ixtepec, 2018). Mezcla de culturas.

En la Figura 45 se observa la mesa de trabajo de Hilda, por las mañanas apoya en la reconstrucción de su vivienda y por las tardes cuando los trabajadores se retiran, ella se sienta en el patio que ha adaptado como vivienda temporal para elaborar el bordado de un huipil istmeño para después venderlo. Los huipiles son muy valiosos, se dejan como herencia familiar y es común verlos en casas de empeño por su valor monetario.

Las artesanías más importantes que se venden en los mercados regionales son: huipiles bordados, manteles, servilletas, atarrayas para pesca y hamacas. La palma se utiliza para hacer sombreros, bolsas. La madera se utiliza para hacer carretas y arados. Con el cuero curtido se hacen cinturones y huaraches. Con barro se hacen ollas, comales y cantaros. Con el oro se hacen alhajas que principalmente visten las mujeres en las fiestas, como: collares, pulseras y arracadas.

La organización familiar en la cultura zapoteca esta diferenciada por sexos. Los hombres trabajan en la agricultura, caza o pesca, llevan el producto de sus actividades al hogar, y las mujeres son las líderes, son las encargadas de cocinar o comercializar directamente con el producto en los mercados, como pasa con los

totopos o tortillas. Las mujeres son parte muy importante para la economía, administran y toman las decisiones de la casa. (Figura 48) Una mujer prepara la comida, atrás el fogón que sigue utilizándose para cocinar.



Figura 44 [Fotografías de German Parma y Olga Zúñiga]. (Ciudad Ixtepec, 2018). Importancia de las mujeres en la economía local.

12.4. Viviendas dañadas

El Servicio Sismológico Nacional ubica al Istmo de Tehuantepec en la zona D, donde hay más ocurrencia y la magnitud es más alta en todo el país. El 7 de septiembre de 2017 a las 23:49 se presentó un sismo con magnitud de 8.2 grados en escala de Richter de acuerdo con el SSN, con epicentro en el Golfo de Tehuantepec, a 133 km al suroeste de Pijijiapan, Chiapas, y se pudo sentir en el sur y centro del país. El 23 de septiembre a las 7:52, el SSN registró como replica un movimiento de magnitud 6.1 Richter con epicentro en Unión Hidalgo, Oaxaca. Como resultado de estos dos sismos, principalmente el segundo, resultaron afectadas 65,044 viviendas en la región del Istmo de Tehuantepec según SEDATU (2017). En la Figura 46 se observa el estado en que se encontraban las viviendas de ladrillo en la región después de los sismos.



Figura 45 [Fotografías de German Parma]. (Ciudad Ixtepec, 2018). Estado de las viviendas después de los sismos de 2017.

En la Figura 47 se aprecia el mensaje “Esta es mi herencia no se destruye” pintado en la fachada de una vivienda justo sobre el folio de una de las viviendas marcadas con daño total. El apoyo que brindó el gobierno dio entrada a empresas constructoras que realizaron dictámenes erróneos para demoler viviendas y construir otras que no se adaptaban al contexto ni a las necesidades de la comunidad. Se desarrolló una campaña para evitar más demoliciones fomentando el valor del patrimonio histórico de las viviendas tradicionales istmeñas y la recuperación de materiales y técnicas constructivas. Como resultado de la campaña se pudieron rescatar 87 casas de la demolición (Hastings & Guerrero Baca, 2020).



Figura 46 [Fotografía de German Parma]. (Ciudad Ixtepec, 2018). Rotulo sobre folio de una vivienda afectada por los sismos.

Como se puede observar en la Figura 48, los desechos de material convertido en escombros ocupan las banquetas y parte de la vialidad en toda la ciudad. Después de los sismos de 2017 los escombros de viviendas destruidas se habían apropiado de las calles y eran parte del paisaje de la ciudad, tanto, que se vuelven referencia de ubicación. Es común observar a peatones, ciclistas y automovilistas sortear los escombros en su ruta por el centro histórico de la ciudad (Figura 51). El gobierno local convirtió la ribera del río de los perros en un tiradero de escombros lo que provocó una contaminación aun mayor del río que ya estaba contaminado. Durante la demolición no se hizo una separación de los materiales que se pudieron recuperar para volver a ser utilizados, como teja y ladrillo que es más resistente que el que se produce actualmente, morillos y planchas de madera, puertas y ventanas de madera tropical (Hastings & Guerrero Baca, 2020).



Figura 47 [Fotografías de German Parma]. (Ciudad Ixtepec, 2018). Escombros en las banquetas de Ciudad Ixtepec.

En la región se encuentran viviendas con muros de adobe de 80 cm de espesor y techos de hasta seis metros de altura. En la periferia de la ciudad todavía se encuentran viviendas de bajareque con cubierta de teja, las cocinas que están separadas de la vivienda también son construidas de bajareque. Anteriormente se utilizaba la hoja de palma en las viviendas de bajareque tradicional, actualmente es común encontrar cubiertas de teja sobre muros de bajareque, como se muestra en la Figura 49, lo que la hace muy pesada para la estructura que no soporta la carga ante movimientos sísmicos.



Figura 48 [Fotografía de German Parma]. (Ciudad Ixtepec, 2018). Vivienda de bajareque con cubierta de teja.

Los muros de viviendas tradicionales de ladrillo doble acomodados a dos sogas y un tizón resistieron los sismos, aunque algunos elementos se cayeron, como las tejas y los morillos de la cubierta que se desprendieron. Es notorio que donde hubo más daños en las viviendas fue por malas prácticas constructivas, como, mala ejecución del acomodo de ladrillo, vanos de puertas y ventanas sin dinteles, etc.

Una de las razones del colapso de la estructura en las viviendas es la mezcla de sistemas y técnicas constructivas. Un ejemplo de una mala práctica constructiva, muro de ladrillo sencillo sin castillos, en lugar del tradicional muro doble a tizón y soga, se observan algunos casos en la Figura 50.

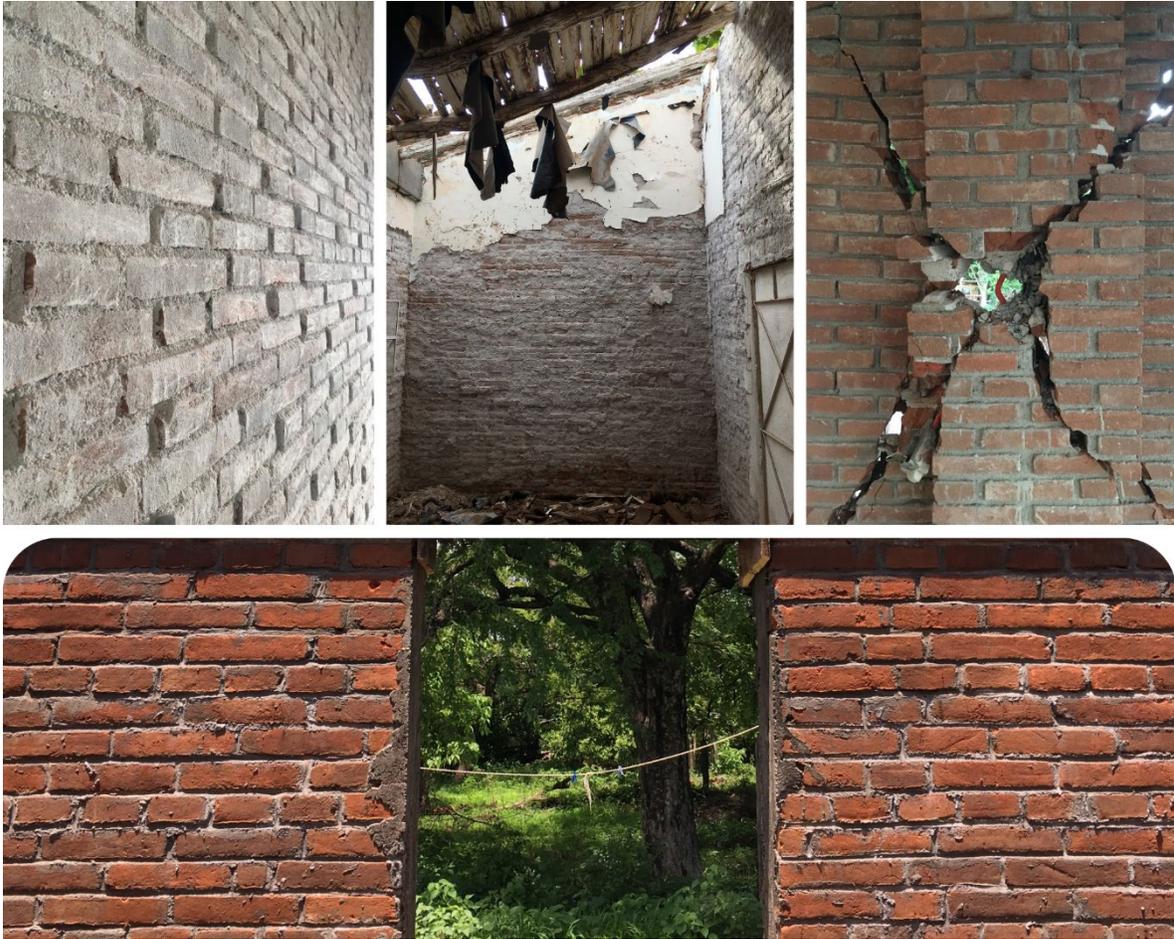


Figura 49 [Fotografías de German Parma]. (Ciudad Ixtepec, 2018). Sistema constructivo tradicional de ladrillo.

1.2.5. Valores solidarios

La comunidad zapoteca en el Istmo de Tehuantepec está acostumbrada a ser solidaria de muchas formas y se evidencia al contemplar palabras relacionadas a brindar apoyo en su vocabulario (Instituto Nacional de Pueblos Indígenas)

- a) Gurendaracanee. La ayuda mutua y desinteresada que se practica para construir una casa o para cooperar en una fiesta.
- b) Tequio. Trabajo obligatorio y comunal.
- c) Guna. Dádiva en especie en ocasión de alguna celebración.
- d) Xendxaa. Cooperación o apoyo en dinero.

La fotografía de la Figura 51 abajo a la izquierda se tomó en un tequio organizado para pintar con cal la vivienda de Cristina, se observan dos niños y una niña participando desde pequeños.



Figura 50 [Fotografías de German Parma]. (Ciudad Ixtepec, 2018). Cooperación entre miembros de la comunidad.

La organización Cooperación Comunitaria A.C. trabaja para mejorar las condiciones de habitabilidad en comunidades rurales en México, a través del fortalecimiento de sus capacidades, con el fin de apoyar a la autogestión y autonomía desde diferentes enfoques como el sociocultural, ambiental, territorial y económico. El proceso de trabajo se basa en la metodología de Producción y Gestión Social del Hábitat que se desarrolla de manera integral, participativa y formativa, buscando la recuperación de prácticas de ayuda mutua.



Figura 51 [Fotografías de German Parma]. (Ciudad Ixtepec, 2018). Integrantes del equipo de Cooperación Comunitaria en campo.

En la Figura 52 se observa a la izquierda el equipo en campo de Cooperación Comunitaria, a la derecha una cuadrilla de albañiles frente a la fachada de una vivienda en reconstrucción.

Se observó un alto grado de participación dentro del grupo de trabajo, ya que las familias eran las encargadas de supervisar las labores de reconstrucción de sus propias viviendas con apoyo de la organización, que les otorgaba un manual de reconstrucción de vivienda tradicional para el Istmo de Tehuantepec, este les servía para tener un conocimiento mínimo del sistema constructivo. Aunque algunas personas se limitaron a ayudar en la supervisión, algunas otras participaron de una manera más activa, como ayudantes de albañil, limpiando y acarreando material, mientras que las mujeres participaron cocinando para los albañiles y organizándose para los tequios. Se observó una buena respuesta por parte del grupo al llamado de tequio, que se organizaba para retirar escombros y preparar las viviendas para empezar los trabajos. Como se mencionó anteriormente, las mujeres toman las decisiones del hogar, durante la reconstrucción ellas asistían a las reuniones informativas, a los tequios, y en mayor medida las que aportaban su mano de obra. También participaban en un grupo de mensajes de texto donde se intercambiaban materiales de construcción, como ladrillos, tejas, bultos de cemento, entre otros, lo que ayudó a reforzar el tejido social.

1.3. Evaluación de vivienda tradicional

Mediante recorridos por las ciudades afectadas por los sismos de 2017 en el Istmo de Tehuantepec y a través de entrevistas informales se puede observar que a lo largo de los años han ido evolucionando los espacios y la forma de las viviendas. Primero se cambiaron los materiales, sustituyendo los considerados precarios como la tierra, por otros más industrializados como sentido de progreso. Con esto viene también una evolución en la forma ya que esta se da a partir del sistema constructivo. Aunque en los aspectos funcionales ha habido pocos cambios porque estos están relacionados con el clima y los usos y costumbres específicos del Istmo.

El registro de las primeras viviendas Istmeñas según Santiago (1998), datan del año 1400 a.C. y eran construidas con muros de varas de madera recubiertas con lodo, el sistema conocido como bajareque, eran de planta cuadrada y de techo a cuatro aguas con estructura de madera y cubierta de palma, los pisos eran de tierra compactada.

Al ser un solo espacio, las mujeres solían preparar los alimentos en el exterior, a un costado de la vivienda para que no se llenara de humo y no se calentara el interior. Puede ser que por esta necesidad de sombra se anexara el pórtico o corredor. Así también cambia la forma de la cubierta a dos aguas extendiéndose hasta cubrir el corredor y la palma se sustituyó por teja de barro. La planta se amplió y pasó a ser de forma rectangular con muros de adobe para resistir el peso de la cubierta con columnas de troncos llamados horcones.

Mas adelante se remplazó el material de los muros que paso a ser de ladrillo rojo, pero se mantiene el corredor frente al acceso, la cocina se instaló en una habitación separada de la vivienda.

Los cambios en los sistemas constructivos de las viviendas se dieron con el crecimiento de las ciudades a través de los años, es así como en las zonas más antiguas de la ciudad todavía se encuentran las viviendas de tierra, construidas con adobe o bajareque y cubiertas de paja o palma. En el centro histórico se ubica la arquitectura con materiales industrializados, viviendas construidas con muros

de ladrillo doble y cubiertas de teja. Y en las colonias modernas se encuentran las viviendas con más modificaciones con respecto a las tradicionales, con cambios en la forma y agregando espacios, con muros de tabicón y losas de concreto.

1.3.1 Aspectos formales

Los predios son rectangulares y la vivienda suele desplantarse en la mitad de este, el patio es importante ya sea en la parte de enfrente o detrás de la vivienda donde se realizan las actividades sociales.

Los vanos de ventanas son pocos y pequeños, esto es por la adaptación al medio, en el interior es oscuro. Se colocan dinteles de madera o arcos adintelados de ladrillo. Las contraventanas que sirven para protegerse del frío o de la luz del sol son de madera y están abiertas casi todo el tiempo, solo hay malla mosquitera sin vidrio para evitar que entren los mosquitos que abundan por el clima húmedo de la región.

Los muros son de ladrillo rojo dispuesto en aparejo a tizón y sogá, que no solo se ve bien estéticamente, también funciona de manera estructural y no es necesario el uso de contrafuertes o castillos. Normalmente se revocan con una mezcla de cal por ambas caras, solo algunas veces se deja el exterior expuesto.

Los techos son a dos aguas y esta soportada por una estructura de madera, primero viene una viga grande de madera que se apoya en la parte más alta de los muros piñones, esta viga se sostiene por un elemento al centro que se llama tijera que a su vez está apoyada sobre una viga que se llama plancha y esta empotrada en ambos lados de los muros de ladrillo. Sobre esta estructura se colocan unas tablas y encima una mezcla de lodo con cal y después la teja de barro.

1.3.2 Aspectos funcionales

El acceso principal a la vivienda está en la fachada del corredor, y lleva al espacio principal o sala. Es un espacio de carácter versátil porque puede tener diferentes usos, durante el día es la sala y por la noche se cuelgan las hamacas para dormir, es importante dejar empotrados en los muros los hamaqueros.

También se pueden convertir en espacio de celebración o de ritos ceremoniales donde se colocan altares y decoración.

El corredor es un espacio socio cultural muy importante en la comunidad, es un espacio de transición que conecta la calle o el patio con el interior. Se dice que en este espacio descansa la gente que viene de la calle con el cuerpo caliente y espera a bajar la temperatura para pasar al interior donde está más fresco.

1.3.3. Adaptación al medio

El espesor de los muros de ladrillo doble que es de 50 a 60 cm que tienen una inercia térmica de más de ocho horas ayudan a tener un confort térmico dentro de la vivienda a pesar de las altas temperaturas. La cubierta está a una altura de casi 5 m lo que ayuda a mantener frescos los espacios. El techo es uno de los elementos donde hay más ganancia de calor, pero los materiales en este caso, la teja de barro y la mezcla de lodo no permiten que el calor pase al interior.

El corredor que sombrea parte de la fachada permite que haya una circulación de aire alrededor de la casa y protege parte de la fachada de los rayos del sol.

Las ventanas son pequeñas porque son más para ventilar que para iluminar, las aberturas, aunque son pocas, están encontradas y facilitan la ventilación cruzada. También hay poca exposición de los rayos directos del sol, de esta manera se evita un sobrecalentamiento.

En las zonas más nuevas de la ciudad se encuentran viviendas que han modificado la tipología tradicional, en su forma, materiales o función, esto provoca problemas de confort térmico y se manifiestan tanto que llega a cambiar la forma de habitar de sus ocupantes.

A continuación, se muestran los resultados obtenidos del análisis que se hizo a cinco VT (Figura 37) con el método de López (2012). Las fichas de cada una de las viviendas tradicionales analizadas se encuentran en el **Anexo 2**, y los resultados se resumen en la Tabla 6.



VT1



VT2



VT3



VT4



VT5

Figura 52. Viviendas tradicionales evaluadas. Fuente: Cooperación comunitaria (2018).

La VT1 es de 90 m² y no ha tenido modificaciones a lo largo del tiempo y se trata de una vivienda con planta rectangular, con cubierta de teja a dos aguas, con muros de ladrillo doble y cuenta con dos espacios definidos y un corredor.

La VT2 es de 58 m² y tampoco ha sufrido modificaciones, tiene planta una planta cuadrada, con cubierta de teja a dos aguas, muros de ladrillo doble y un solo espacio con una columna central y cuenta con corredor.

La VT3 cuenta con espacios bien definidos que antes no existían en la VT como son: cocina, comedor y baño. Tiene 162 m² y es de planta rectangular con muros de ladrillo doble, cubierta de lámina a dos aguas.

La VT4 es de 51 m² y ha tenido algunos cambios, cuenta con dos espacios, corredor y se le agrego un baño, los muros son de ladrillo doble y la cubierta es de teja a dos aguas.

La VT5 es de 95 m², con planta rectangular, se ha dividido el interior en 3 espacios, los muros son de ladrillo doble y la cubierta es de teja a dos aguas, no cuenta con corredor.

Tabla 10. Resultados de análisis de vivienda tradicional en Cd. Ixtepec. Fuente: elaboración propia con datos obtenidos de Cooperación Comunitaria.

	Sin modificaciones (VT1, VT2)	Con modificaciones (VT3)	Pocas modificaciones (VT4, VT5)
Aspectos formales	<ul style="list-style-type: none"> • Planta rectangular • Cubierta a dos aguas • Casi 5 m de altura • Estructura de la cubierta de madera • Dinteles de madera en vanos • Muros de ladrillo doble (45cm) 	<ul style="list-style-type: none"> • Se agregan espacios como: cocina, comedor y baño • Estructura de la cubierta metálica • Cubierta de lamina 	<ul style="list-style-type: none"> • Plantas irregulares o cuadradas • Se agrega principalmente el baño • Suele cerrarse el corredor para convertirlo en un espacio más
Aspectos funcionales	<ul style="list-style-type: none"> • El corredor conecta el espacio de usos múltiples • Flexible, durante el día funciona como estancia y por la noche hamacas • Ventanas pequeñas (poca iluminación) 	<ul style="list-style-type: none"> • Viviendas mas grandes ya que se agregan espacios que antes no había en las tradicionales 	<ul style="list-style-type: none"> • El corredor conecta con otros espacios de la vivienda
Adaptación al medio	<ul style="list-style-type: none"> • Temperatura de confort por medio de muros de 45 cm y espacios altos • Vanos encontrados facilitan ventilación • Poca exposición a rayos del sol 	<ul style="list-style-type: none"> • Cambia la temperatura en el interior con la sustitución de materiales 	

Las primeras dos viviendas analizadas no tienen modificación alguna en cuanto a las características tradicionales de la región, siguen conservando los aspectos formales que caracterizan a la vivienda tradicional

En cambio, las viviendas tradicionales con modificaciones que se analizaron, se conservan aspectos formales como: la cubierta a dos aguas, el espesor de los muros y el material de ladrillo en los muros; pero resalta que se ha cerrado parte del corredor para agregar espacios que no estaban en la planta tradicional como, por ejemplo, el baño, cocina y comedor. También se han ido cambiando algunos materiales, sobre todo después de los sismos de 2017 por considerarlos más seguros como: en la cubierta, la estructura de madera se cambió por metal y la teja por lámina, y los dinteles de vanos de puertas y ventanas es de concreto.

Es importante rescatar aspectos de la arquitectura tradicional de la región, que se está perdiendo por diferentes factores, uno de ellos la industrialización, que ha ocasionado un cambio de materiales en la construcción. Al cambiar los sistemas constructivos cambian también las formas de la vivienda, lo que repercute en la forma de vida de las personas.

14. Evaluación de viviendas de emergencia

14.1. Normas mínimas para la respuesta humanitaria del Proyecto Esfera.

Se evaluaron cuatro tipos de VE construidas en la región después de los sismos de 2017 (Figura 38).



VE 01



VE 02



VE 03

Figura 53. VE evaluadas



VE 04

En el **Anexo 3** se encuentran las fichas de cada una de las viviendas de emergencia evaluadas con este método, se pueden identificar con una clave: VE 01, VE 02, VE 03 y VE 04.

La vivienda VE 01 consiste en una construcción de 18 m² de planta rectangular con cubierta a dos aguas, con estructura de madera y muros de panel de yeso. La organización TECHO construyó 100 de estas viviendas en el municipio de Ixtepec.

La vivienda VE 02 tiene 27 m² con planta rectangular y cubierta a 2 aguas y es a base de estructura metálica con muros y cubierta de lámina galvanizada. Este modelo se construyó en el municipio de Asunción Ixtaltepec por la comunidad menonita.

La vivienda VE 03 tiene 19 m², de planta rectangular, estructura y muros de madera y cubierta de lámina. Este modelo se construyó en el municipio de Asunción Ixtaltepec.

Y, por último, la vivienda VE 04 es la más grande de las analizadas, cuenta con 30 m², de planta rectangular con cubierta de lámina a 2 aguas de lámina, la cubierta esta soportada por una estructura metálica independiente de los muros, estos últimos son a base sacos rellenos con tierra y fibra de coco.

Como se observa en la Tabla 8 ninguna de las viviendas cumple con el 70% de los indicadores que considera el manual del Proyecto Esfera (2011).

Tabla 11. Evaluación de viviendas mediante indicadores del proyecto Esfera. Fuente: Elaboración propia

Evaluación proyecto ESFERA					
NORMA 3 relativa a alojamiento y asentamientos humanos: espacios vitales cubiertos. “Las personas disponen de suficientes espacios vitales cubiertos que ofrecen confort térmico, una buena ventilación y protección contra los rigores del clima y garantizan la privacidad, la seguridad y la salud, permitiendo al mismo tiempo realizar las actividades domésticas esenciales y de apoyo a los medios de subsistencia”.					
Indicadores clave	Cumple				Observaciones
	VE1	VE2	VE3	VE4	
Inicialmente, la superficie cubierta por personas es de 3.5 m2 por lo menos	Sí	Sí	Sí	Sí	Se duplica la superficie mínima por persona
La superficie cubierta permite que haya separación segura y privacidad entre los sexos, entre los diferentes grupos de edad y entre las diversas familias, tal como hace al caso, dentro de cada hogar	No	No	No	No	Es un solo espacio de usos múltiples sin particiones interiores, no tiene posibilidades de crecimiento y sus muros son definitivos por lo que se cumple este indicador en todo el tiempo de vida útil
Las actividades esenciales de las familias se pueden llevar a cabo dentro del refugio	Sí	Sí	Sí	Sí	La vivienda no cuenta con baño, las actividades que se desarrollan en el interior de un baño no están incluidas entre las actividades esenciales enumeradas en el proyecto
Siempre que es posible, para el refugio se usan diseños y materiales con los cuales están familiarizados los beneficiarios y que son cultural y socialmente aceptables	No	No	No	No	Este objetivo se debe alcanzar gracias a la participación de los beneficiarios en la determinación del diseño y los materiales del alojamiento. Las familias no participaron en el diseño ni en la elección de los materiales
Los materiales alternativos que son necesarios para proveer refugios temporales son durables, prácticos y aceptables para la población afectada.	Sí	Sí	Sí	Sí	La mayoría de los materiales ya son utilizados en la región. En los modelos construidos con madera es más fácil que los beneficiarios puedan hacer mejoras, tal vez sea más difícil en los modelos de lámina y de tierra
El tipo de construcción, los materiales empleados y el tamaño y ubicación de las aberturas facilitan un confort térmico y una ventilación óptimos.	No	No	No	Sí	Los habitantes manifestaron estar en condiciones fuera de confort durante la mayor parte del tiempo, principalmente ocasionado por una mala elección de materiales
NORMA 4 relativa a alojamiento y asentamientos humanos: construcción. “Según las necesidades, se utilizan las prácticas, los materiales, los conocimientos técnicos y las capacidades locales en materia de construcción, aprovechando al máximo la participación de la población afectada y las oportunidades locales de conseguir medios de subsistencia.”					
Indicadores clave	Cumple				Observaciones
Se utilizan materiales y mano de obra de adquisición local sin que ello tenga efectos negativos en la economía de la zona o en el medioambiente.	No	No	No	Sí	Se construyó con voluntarios. Se priorizó la rapidez de la construcción sobre la participación de los habitantes de la vivienda, quienes solo participaron proporcionando alimento a los voluntarios. La mayoría de los materiales utilizados son industrializados traídos de fuera de los municipios. solo en el caso de la VE 04 la mayoría del material es local al ser muros de tierra
Las especificaciones de construcción y los materiales contribuyen a reducir los efectos de potenciales desastres naturales.	Sí	Sí	Sí	Sí	Las cubiertas ligeras y las estructuras de los muros hacen que las viviendas sean resistentes a vientos y sismos comunes en la región
El tipo de construcción y los materiales usados hacen posible el mantenimiento y mejora de los refugios individuales para familias empleando herramientas y recursos de que se dispone en la localidad.	No	Sí	No	No	en ninguno de los modelos se contempló un diseño progresivo o el mejoramiento por parte de los beneficiarios, solo en el caso de la VE 02 donde ellos instalaron las ventanas

Los cuatro proyectos de VE fueron construidos en el mismo terreno donde todavía se encontraba la antigua vivienda de los beneficiarios y que resultó destruida con los sismos, o todavía está la vivienda que presenta daños parciales y puede ser reconstruida. Esto permite que las personas puedan volver a sus actividades normales más rápido sin que sean desplazadas.

En cuanto a la norma 3, los cuatro proyectos tuvieron el mismo resultado. Cada persona debe disponer de un espacio mínimo cubierto de 3.5 m² y la vivienda debe contar con la posibilidad de separar entre diferentes sexos o por rango de edad a los diferentes miembros de la familia. La VE 01 es la que tiene menos superficie con 18 m², tiene la posibilidad de alojar hasta a cuatro personas, en la mayoría de las VE se duplica o triplica el requerimiento mínimo de espacio. Pero no es posible dividir los espacios, todas las VE cuentan con un solo espacio flexible en el que los beneficiados pueden usarlo como mejor les convenga.

Es necesario que las actividades consideradas esenciales para la subsistencia puedan llevarse a cabo en el interior de las VE o en los espacios adyacentes. Las cuatro VE cumplen con este indicador excepto con una de las actividades en la lista que es, lavarse, solo la VE 01 cuenta con instalación de recolección de agua de lluvia y almacenamiento de agua en tinaco adyacente a la vivienda.

Los beneficiados no fueron tomados en cuenta ni en la etapa de diseño ni de construcción de sus viviendas, por lo tanto, no pudieron elegir los materiales, solo en el caso de la VE 02 y VE 03 se les solicitó a los beneficiados construir el piso de concreto para iniciar la obra. Es así como se construye con materiales poco utilizados en los muros de las viviendas de la región, como la madera o la lámina, tampoco se respetaron las alturas de las viviendas tradicionales. Esto resultó en temperaturas fuera de confort térmico en el interior de las VE y poco aprovechamiento de estrategias pasivas como la ventilación cruzada, en un clima cálido húmedo que llega a los 36 °C en el verano, donde la comunidad utiliza muros con alto grado de retardo térmico como el sistema de ladrillo doble o muros de tierra, cubiertas de teja o palma, y protecciones contra la radiación solar como el espacio del corredor.

1.4.2. Evaluación de prototipos de vivienda temporal post desastre.

En el apartado de la dimensión medio ambiental, la VE 04 resultó con mejor puntuación ya que más del 50% de los materiales empleados en la construcción

son extraídos a una distancia menor a 100 km de la obra. En el caso de la VE 01 que utiliza mayormente madera en su construcción, y la VE 04 en la que se utiliza como sistema constructivo muros de superadobe que consiste en sacos rellenos de tierra con fibra de coco, se emiten pocos gases de efecto invernadero en la extracción de sus materiales y provienen de fuentes renovables, además de que son fáciles de reutilizar. La VE 01 contempla, además, un sistema modular que permite tener menos desperdicio, emplea un montaje en seco solo con herramientas manuales mecánicas, reduciendo así el consumo energético en la construcción. También incluye un sistema de captación y almacenamiento de agua de lluvia, de esta manera ayuda a tener acceso a agua limpia.

En la dimensión técnica-tecnológica la valoración para los diferentes proyectos fue muy parecida. Las cuatro viviendas cuentan con 18 m² o más de superficie, considerando 3.5 m² por persona de área mínima como se recomienda en el manual del proyecto Esfera en relación con el alojamiento.

Las viviendas VE 01, 02 y 03 se construyeron en base a estructuras ligeras pero resistentes a los sismos y vientos de la región, y en caso de la caída de alguno de sus elementos se considera que no representa gran riesgo para sus habitantes. La VE 04 también es resistente porque cumple con los criterios estructurales básicos de muros de tierra y la estructura de la cubierta es ligera e independiente de los muros.

En cuanto a las estrategias pasivas de confort climático, todas las viviendas tienen una iluminación natural aceptable, ya que la dimensión de los vanos es mayor al 10% de la superficie que hay en planta. Todas las viviendas aprovechan la ventilación cruzada a excepción de la VE 03 que cuenta con una sola ventana. Y ninguna de las viviendas cuenta con protección frente a la radiación solar ni en muros ni en ventanas, lo que puede influir en tener ganancia de calor.

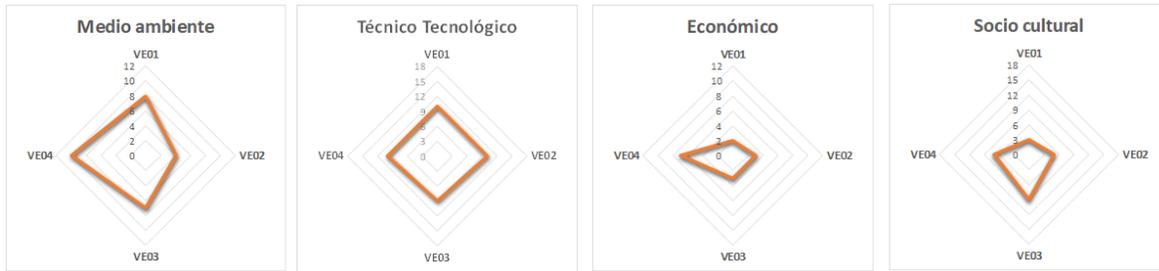
En el criterio de desarrollo social, ninguna de las viviendas contempla la posibilidad de crecimiento espacial desde el diseño, ni cambios de acuerdo con las necesidades de los habitantes.

En la dimensión económica es importante el involucramiento de la población en las distintas fases del proyecto, lamentablemente no fue así en las viviendas VE 01 y 02, pero en las VE 03 y 04 se les pidió a los beneficiados que antes que nada construyeran el piso de concreto. Sin embargo, esto solo fue en sus propias casas en la primera etapa de la construcción, por lo que no hubo un fomento para el autoempleo, tampoco hubo una transferencia de conocimiento para que los beneficiados pudieran construir sus casas sin necesidad de mano de obra especializada y de esta manera tener un ahorro económico.

En la vivienda VE 02 se observa un menor deterioro de los materiales al ser estos de mayor durabilidad y requerir menor mantenimiento, a diferencia de las viviendas VE 01 Y 03 construidas con madera y la VE 04 con muros de tierra donde ya se observa un desgaste en los acabados.

En cuanto a la dimensión sociocultural todas las viviendas son aisladas ya que se construyen en el mismo terreno de los beneficiados, pero no consideran un espacio de carácter público como es el caso del corredor en la vivienda tradicional, sin embargo, se observan algunas buenas prácticas, por ejemplo, todas las viviendas presentan facilidad de acceso y movimiento en el interior para personas con discapacidad, a excepción de la vivienda VE 01 que tiene un par de escalones en el acceso. En cuanto a la morfología de las viviendas, la VE 01, 02 y 04 respetan un elemento de la arquitectura vernácula, esta es la cubierta a dos aguas.

Como se puede observar en la Tabla 9 la vivienda que resultó con una mejor evaluación con esta metodología es la VE 04, pero aun así ninguna de ellas alcanzó el puntaje mínimo aceptable que señala el método de 40 puntos, es decir el 70% del valor asignado a los indicadores.



Indicadores

- | | | | |
|--|--|---|--|
| <ul style="list-style-type: none"> • Materiales locales • Bajo impacto • Fuentes renovables • Sistemas pasivos | <ul style="list-style-type: none"> • Facilidad del <u>sist.</u> constr. • Certificación ingenierías • Componentes especiales • Estrategias de confort • Diseño progresivo • Flexibilidad | <ul style="list-style-type: none"> • Generación de autoempleo • Transferencia de conocimiento • Requiere mantenimiento • Fomenta emprendimiento | <ul style="list-style-type: none"> • Posibilidad de adosamiento • Inclusión social • Espacio publico • Espacio individual • Impacto visual • Configuración morfológica |
|--|--|---|--|

Figura 54. Evaluación de los modelos de vivienda post desastre en el Istmo de Tehuantepec.

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 12. Evaluación de modelos de vivienda post desastre en la región del Istmo de Tehuantepec. Fuente: Elaboración propia a partir de la tabla de Espinoza y Guncay (2017)

Evaluación de modelo de vivienda post desastre en la región del Istmo de Tehuantepec										VE	VE	VE	VE		
Dim	Cr	Variables	Forma de valoración	Evaluación				01	02	03	04				
Medio ambiental 20%	Materiales	Empleo de materiales locales	Sin material local	0	Al menos 20% extraído de una distancia <100 km	1	Entre 20% y 50% extraídos de una distancia < 100km	2	Mayor a 50% extraídos de una distancia < 100 km	3	0	0	0	3	
		Generan bajo impacto	Listado de materiales según las emisiones de CO2 por kg	Mayor a 5000 kg de CO2	0	Entre 3000-5000 kg de CO2	1	Entre 1000-3000 kg de CO2	2	Entre 0-1000 kg de CO2	3	3	3	3	3
		Proviene de fuentes renovables	Sin material renovable	0	Al menos el 20%	1	Entre 20% - 50%	2	Mayor a 50%	3	3	0	3	3	
	Sistemas pasivos	<ul style="list-style-type: none"> Aprovechamiento de aguas lluvias Posibilidad de reciclaje de aguas grises Materiales reciclados/posibilidad de reciclaje de material 	No cumple	0	Cumple un parámetro	1	Cumple dos parámetros	2	Cumple todos los parámetros	3	2	1	1	1	
Técnico-tecnológico 30%	Innovación del sist.const.	Facilidad del sistema constructivo	<ul style="list-style-type: none"> Funcional (permite un crecimiento) Formal (concepción geométrica) Tecnológico (factible, asimilable) 	No cumple	0	Cumple un parámetro	1	Cumple dos parámetros	2	Cumple todos los parámetros	3	2	2	2	2
		Aprobación certificada ingenieril	La propuesta deberá pasar pruebas antisísmicas de técnicos especializados en el tema	No aprueba	0				Aprueba	3	3	3	3	3	
	Diseño espacial	Componentes espaciales	Esfera y Shelter Cluster: área mínima de 18m2 para cinco personas, bajo la premisa de 3,5m2 por persona como área mínima recomendable	Menor a 18 m ²	0				Igual o mayor a 18 m ²	3	3	3	3	3	
	Confort ambiental	Cumplimiento de estrategias de confort ambiental	<ul style="list-style-type: none"> Iluminación: vanos 10% de la superficie del piso del local Ventilación: aprovechamiento/ protección frente a vientos Soleamiento: aprovechamiento/ protección frente a la radiación del sol 	Ausencia de estrategias	0	Cumple un parámetro	1	Cumple dos parámetros	2	Cumple todos los parámetros	3	2	2	1	2
	Desarrollo social	Diseño con potencial de progresividad	La posibilidad de crecer espacialmente	No permite crecimiento	0	Posibilidad de crecimiento mínimo	1	Posibilidad de crecer un espacio	2	Posibilidad de crecer dos o más espacios	3	0	0	0	0
		Flexibilidad ante requerimientos del usuario	Se valorará: reutilización parcial (adaptaciones) (RP) y total (cambios de uso) (RT) para la vivienda	No contempla RP ni RT	0	Solamente con propuesta RT	1	Solamente con propuesta RP	2	Contempla propuesta RP y RT	3	0	0	0	0

Tabla 13. Continuación de la tabla anterior

Dim	Cr	Variables	Forma de valoración	Evaluación				VE 01	VE 02	VE 03	VE 04				
Económico 20%	Fomento de autoempleo	Generación de autoempleo a corto plazo	Involucramiento de la población en las fases de construcción: preconstrucción (extracción de los materiales), construcción (producción y puesta en obra) y post construcción (reciclaje de los materiales)	Ninguna fase	0	Involucra en una fase	1	Involucra en dos fases	2	Involucra en todas las fases	3	0	0	1	1
		Transferencia de conocimiento	La TC es técnica (con base investigativa o académica) o por conocimiento local	No existe TC	0	La TC no es técnica	1	La TC es técnica y de un sistema constructivo desintegrado de la zona	2	La TC es técnica y de un sistema constructivo local	3	0	0	0	2
		Requiere mantenimiento	Vida útil y la posibilidad de mantenimiento de los materiales	Materiales de poca duración/sistemas con alto mantenimiento	0	Materiales/sistemas con menor mantenimiento (mayor mano de obra)	1	Uso de materiales/sistemas con mínimo mantenimiento	2	Materiales de larga vida útil y de fácil reposición	3	2	3	2	2
		Fomento a emprendimientos	Aprovechamiento de materiales locales para la producción de elementos afines a la vivienda (M); así como a la reintroducción de prácticas artesanales en la construcción (P)	La vivienda no incluye M y P	0	La vivienda cuenta solamente con M o P a corto plazo	1	La vivienda cuenta solamente con M y P a corto plazo	2	La vivienda cuenta con M y P a largo plazo	3	0	0	0	2
Sociocultural 30%	Asociatividad urbana	Posibilidad de	Tipología de la vivienda: unifamiliar, bifamiliar y multifamiliar	No permite adosamiento	0	Vivienda aislada	1	Vivienda pareada	2	Vivienda continua	3	1	1	1	1
		Inclusión social		Barreras físicas para acceder a la vivienda	0	Existen elementos pero no cumplen las normas mínimas	1	Rampas y elementos de apoyo para acceder a la vivienda	2	Los anteriores + la libre movilidad inclusiva dentro de la vivienda	3	0	3	3	3
		Espacio público	La recomendación de la OMS de tener entre 10m ² a 15 m ² de espacio público por habitante	Sin posibilidad de espacio público	0	Espacio público < 10 m ²	1	Espacio público > 10 m ² y < 15 m ²	2	Espacio público > 15 m ²	3	0	0	0	0
		Espacio individual		No ofrece ningún tipo de protección	0	El elemento de protección es < a 0.70 m	1	El elemento protector es >1 m	2	Existe protección: aleros > 0.70 m y < 1 m	3	1	0	3	0
	Construcción del paisaje	Impacto visual en el entorno inmediato	Materiales tradicionales/locales o contemporáneos acordes al contexto	Materiales contemporáneos sin integrar	0	Hasta 1/3 de materiales trad. integrados	1	Hasta 2/3 de materiales trad. o contemp. integrados	2	Materiales trad. o contemp. integrados	3	0	0	2	2
Configuración morfológica		Impacto tipológico: Evalúa el respeto a la posición de elementos estructurantes: accesos (A), espacios abiertos y patios (B) y crujías ©	No mantiene elementos estructurantes	0	Respeto de solamente un elemento	1	Respeto de solamente dos elementos	2	Respeto de los elementos	3	1	1	0	1	
Valoración < 40 pts Inaceptable				Valoración ≥ 40 pts Aceptable				VALORACION TOTAL				23	22	28	34

2. Fase 2

2.1. Planeación de la intervención

A partir de la información obtenida en la etapa de diagnóstico se identificaron cuatro problemas principales, para lo que se elaboró un plan de intervención para definir las estrategias a llevar a cabo, el resumen del plan se puede observar en la Tabla 7. Los primeros tres problemas tienen un alcance a corto plazo con un equipo integrado por tres personas, un arquitecto, un dibujante y un ingeniero civil; cada uno con equipo de cómputo y papelería.

El primer problema que se identificó fue que las viviendas que se construyeron como respuesta ante la necesidad de vivienda en la etapa de emergencia tras los sismos de 2017 en el Istmo de Tehuantepec, no cumplieron con las condiciones mínimas de habitabilidad. Para dar solución a este problema se planea diseñar un modelo de vivienda con características que permitan una habitabilidad permanente.

Otro problema identificado fue que en la construcción de las viviendas de emergencia no se emplearon materiales propios de la región, esto genera, entre otras cosas, que no haya confort en el interior y que los habitantes no puedan hacer modificaciones fácilmente. Se planea diseñar un sistema constructivo prefabricado para dar una respuesta rápida ante la emergencia, que sea híbrido, utilizando materiales naturales como la tierra y el pasto.

Aunado a esto también se están perdiendo características de la arquitectura tradicional en la construcción de nuevas viviendas, para esto se planea que el modelo de vivienda que se va a diseñar contemple los elementos y la tipología de la vivienda tradicional.

También se identificó que todavía hay familias que resultaron afectadas por los sismos y que no han sido beneficiadas por los diferentes actores. Se planea dar difusión al proyecto ante posibles fuentes de financiamiento y gestionar viviendas para estas familias. Este objetivo tiene un alcance a largo plazo a cargo de un gestor.

El proyecto de vivienda para el Istmo de Tehuantepec donde se considera el diseño de la vivienda desde la etapa conceptual hasta el proyecto ejecutivo y el diseño del sistema constructivo tendría un costo aproximado de \$44,000.00 como se desglosa en la Tabla 11 con los resultados de la planeación.

Tabla 14. Planeación de la intervención. Fuente: Elaboración propia.

Problema identificado en la fase de diagnóstico	Líneas de acción	Estrategias para la solución de la problemática	Objetivos	Recursos			Gestión	Alcances a corto, mediano y largo plazo	Evaluación
				Humanos	Infraestructura	Económicos			
Viviendas de emergencia no cumplieron con las condiciones mínimas de habitabilidad	Modelo de vivienda	Diseñar un modelo de vivienda con características de habitabilidad permanente	Diseñar un modelo de vivienda	1 arquitecto, 1 dibujante, 1 ingeniero civil	3 computadoras, papelería	\$44,000		Corto plazo	Técnica/económica/social
Uso de materiales para construcción que no son propios de la región	Sistema constructivo	Diseño de un sistema constructivo prefabricado híbrido con materiales naturales	Diseñar un sistema constructivo	1 arquitecto, 1 dibujante, 1 ingeniero civil	3 computadoras, papelería	\$44,000		Corto plazo	Técnica/económica/social
Perdida de la arquitectura tradicional	Vivienda tradicional	Diseño de una vivienda con elementos tradicionales y tipología local	Diseñar un modelo de vivienda	1 arquitecto, 1 dibujante, 1 ingeniero civil	3 computadoras, papelería	\$44,000		Corto plazo	Técnica/económica/social
Hay familias que no fueron beneficiadas por los apoyos tras la emergencia	Gestión del proyecto	Difusión del proyecto ante posibles fuentes de financiamiento	Difundir el proyecto	1 gestor	1 computadora, 1 proyector	\$10,000		Largo plazo	Social

3. Fase 3

3.1. Diseño de la vivienda

3.1.1. Diseño arquitectónico

El módulo semilla de la VE es lo más cercano a una planta cuadrada, ya que esta debe ser compacta para proporcionar estabilidad por la forma ante futuros sismos, una forma cuadrada es mejor que una rectangular. De esta manera se llegó a un área cubierta de 14 m² a ejes interiores, pero con 19 m² de área aprovechable debido a la integración de un tapanco que es posible ubicarlo al interior de la vivienda por la altura que tiene la cubierta. El módulo semilla es capaz de albergar hasta a 5 personas, cumpliendo con la recomendación del manual del proyecto Esfera (2011) de 3.5 m² de superficie cubierta mínima por persona para un alojamiento a corto plazo.

El sistema constructivo de paneles de bajareque seleccionado para la VE permite también hacer divisiones al interior de la vivienda con trabajos mínimos por parte de los ocupantes, para que haya privacidad entre sexos, entre diferentes grupos de edad o entre diferentes familias. El mismo modulo semilla tiene diferentes combinaciones de acuerdo con las costumbres de los ocupantes y la cantidad de miembros (Figura 56).

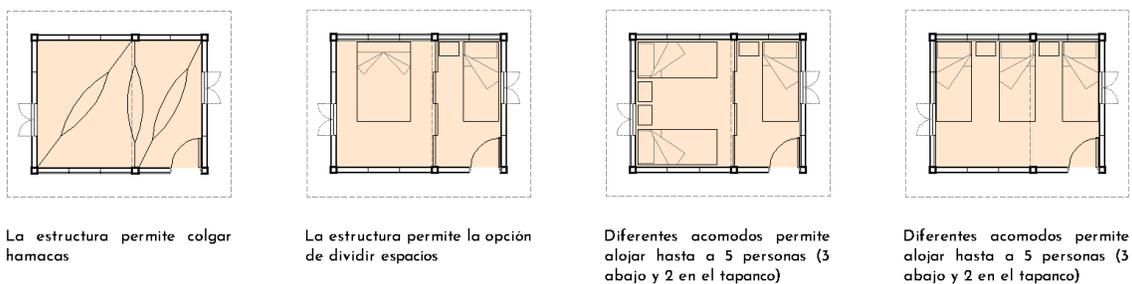


Figura 55. Combinaciones del módulo semilla. Fuente: Elaboración propia.

En el proyecto de VE también hay un módulo de servicios que alberga la zona húmeda de la casa, la cocina-comedor y el baño. La cocina es más abierta para facilitar la ventilación y evitar que el humo pueda acumularse. Al baño se

accede desde el exterior como tradicionalmente ha sido, pero este esta adosado a la vivienda, sigue estando bajo la misma cubierta.

El proyecto considera un crecimiento progresivo de la vivienda de acuerdo con las necesidades y capacidades financieras de cada familia. Se parte de los módulos semilla que pueden interconectarse o no entre ellos, con el módulo de servicios y el módulo del corredor, según las preferencias de sus ocupantes; y se ofrecen las diferentes soluciones formales, espaciales y funcionales. En la Figura 57 se muestran algunos ejemplos de combinaciones de las unidades separables.

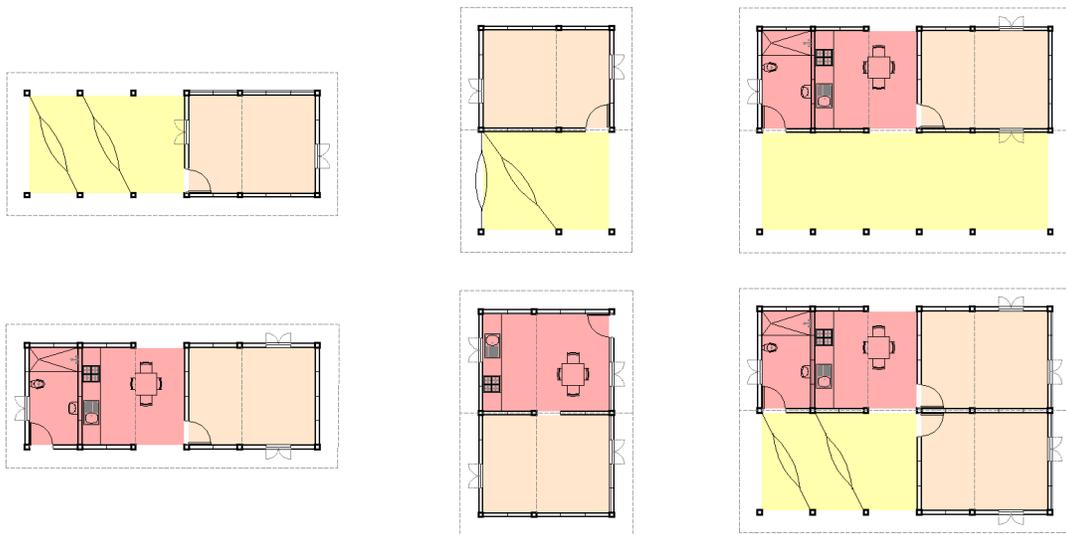


Figura 56. Opciones de crecimiento del modelo de vivienda. Fuente: Elaboración propia.

En todas las opciones propuestas se toma en cuenta las estrategias bioclimáticas que resultaron del estudio particular realizado en la zona de estudio.

3.1.2. Diseño participativo

Con la información resultante de los diagnósticos, análisis bioclimático y de los talleres de diseño participativos con la comunidad se obtuvo la estructura de soporte para la VE del Istmo de Tehuantepec, esta consiste en una planta rectangular con el eje largo en orientación este-oeste, muros arriba de 4 m de altura con cubierta a dos aguas, con vanos orientados al norte y sur para ventilación e iluminación, y sin importar cual sea la combinación de las unidades separables siempre se contempla el corredor en la conformación de la vivienda.

En la Figura 58 se observa la combinación de la estructura de soporte de la vivienda.

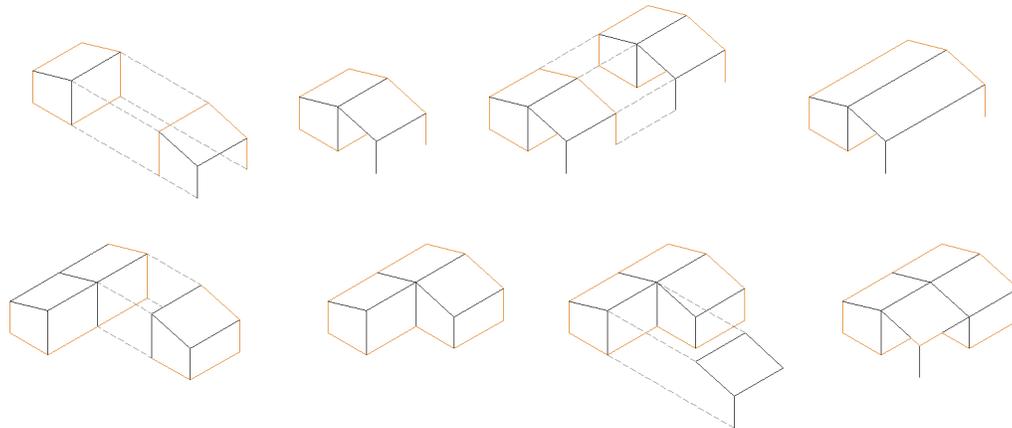


Figura 57. Estructura de soporte de la vivienda. Fuente: Elaboración propia.

Las unidades separables se trabajaron a partir de un módulo “semilla”, como definen Gelabert y González (2013), este es el núcleo inicial básico pero que puede satisfacer los requerimientos de espacio habitable y donde las familias pueden realizar sus actividades esenciales, que pueden ser: dormir, lavarse, vestirse, cuidar a los desprotegidos, cocinar, y comer; este módulo no cuenta con baño ya que las actividades realizadas en el no son consideradas esenciales.

3.1.3. Diseño bioclimático

La forma en que se determinó el rango de la zona de confort es con base en la temperatura neutra (Szokolay,1984) de acuerdo con el modelo de la ecuación de Aulliciem:

$$Tn = 17.6 + 0.31 (tm)$$

$$Zc = Tn + 2.5$$

Donde:

Tn=Temperatura neutra (°C)

Tm= Temperatura media anual o mensual (°C)

Zc= Zona de confort (°C)

La temperatura neutra anual del sitio es de 26.2°C, indicando una zona de confort entre los 23.7°C y los 28.7°C, se visualizan rangos de temperatura elevada durante todo el año sobrepasando el umbral de confort térmico. La temperatura media anual es de 27.7 °C, el rango de temperatura media se encuentra dentro de la zona de confort, excepto en los meses de abril, mayo y junio, en que la temperatura es más elevada.

El rango de temperatura promedio máxima se encuentra entre los 30°C y 36°C, por encima de la zona de confort durante todo el año, con una temperatura máxima en el mes más caluroso de 35.7°C, así mismo el rango de temperatura promedio mínima se encuentra dentro de la zona de confort solo en los meses de mayo a agosto, el resto del año está por debajo, con temperaturas que van desde los 20°C a los 25°C, en el mes más frío del año se registra una temperatura mínima de 20.4°C.

En resumen, para Ciudad Ixtepec en la región del Istmo de Tehuantepec se presenta el 43.2% referente a gran parte del año con sobre calentamiento, así también un promedio de 43.1% del año con temperatura en zona de confort, teniendo en una menor proporción con 13.9% con bajo calentamiento, lo que explica la temperatura cálida en la zona (Figura 59).

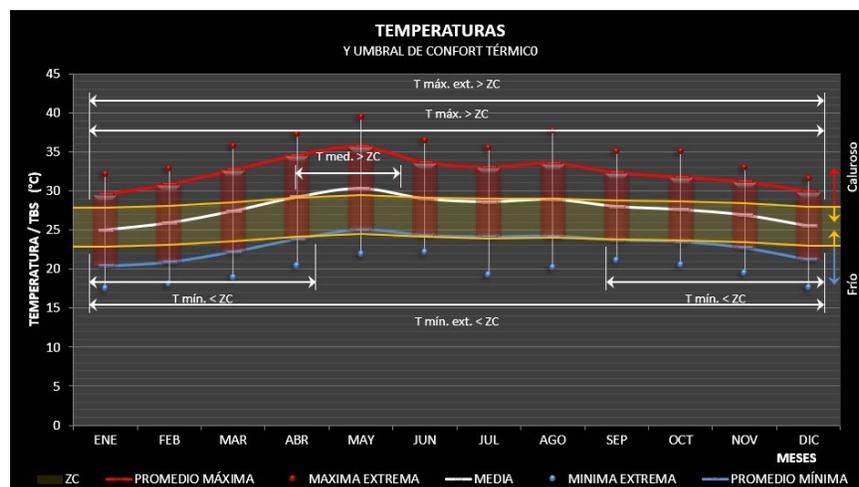


Figura 58. Temperaturas en Ciudad Ixtepec, Oax. Fuente: Elaboración propia.

La Figura 60 muestra la humedad relativa media presentada en la zona de estudio se ubica entre el 30 y el 70 %, así el rango humedad relativa máxima se

encuentra entre el 75 y 89% siendo entre los meses de mayo y octubre los más elevados, esto debido a la prevalencia de lluvias durante ese periodo, así mismo el porcentaje de humedad relativa mínima se encuentra dentro de la zona de confort entre el 30 y 45% excepto en el mes de febrero en un 28%.

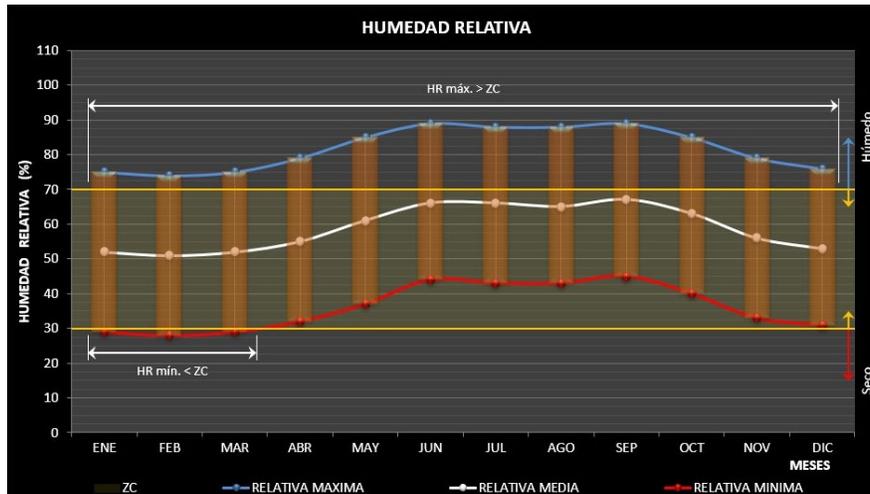


Figura 59. Humedad relativa en Ciudad Ixtepec, Oax. Fuente: Elaboración propia.

Según la clasificación de Köppen García, la zona de estudio presenta un clima tipo cálido húmedo, con poca oscilación, no es de tipo ganges y no hay canícula, y el bioclima es cálido. En la Figura 61 se observa el diagrama bioclimático obtenido a partir del análisis propuesto por Barush Givoni (1969), nos muestra requerimientos bioclimáticos para alcanzar el confort térmico. Para el análisis de Ciudad Ixtepec prevalece generar ventilación entre los meses de abril a octubre, e incrementar la radiación en algunas horas del día en lo que resta del año.

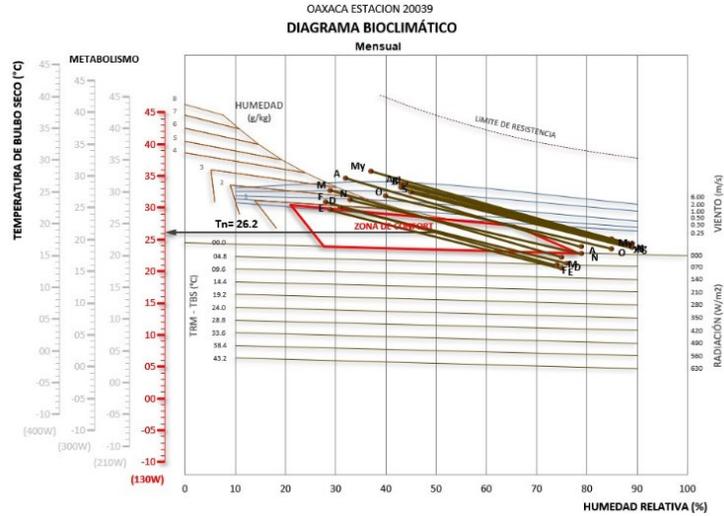


Figura 60. Diagrama bioclimático. Fuente: Elaboración propia.

La Figura 62 muestra el resumen de estrategias bioclimáticas para el clima de la zona de estudio, propuestas a partir del modelo de análisis de John Martin Evans (2000). Los triángulos de confort relacionan las variables de temperatura y oscilación térmica, ésta última es un parámetro importante ya que establece las variaciones de temperatura a lo largo del día, predominando para este clima la recomendación de ventilación y de inercia térmica durante la mayor parte del año para entrar en las condiciones de confort. También recomienda la estrategia de ganancia solar durante la temporada invernal.

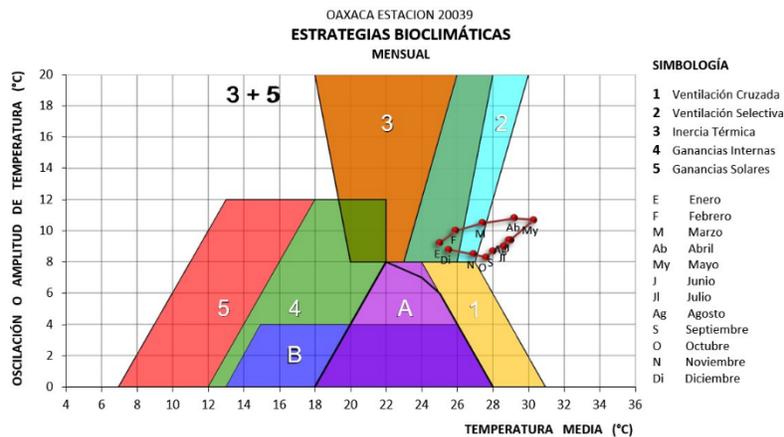


Figura 61. Estrategias bioclimáticas. Fuente: Elaboración propia.

A partir de las tablas de Mahoney (1971) se obtienen las estrategias de diseño bioclimático de acuerdo con los datos del clima del lugar. En este caso se sugieren

principalmente muros masivos con retardo térmico arriba de 8 horas, y que además estén protegidos de la radiación solar de manera total y permanente, y cubiertas ligeras pero bien aisladas. Se recomienda una ventilación constante con espacios abiertos y aberturas a la altura de los ocupantes (Figura 63).

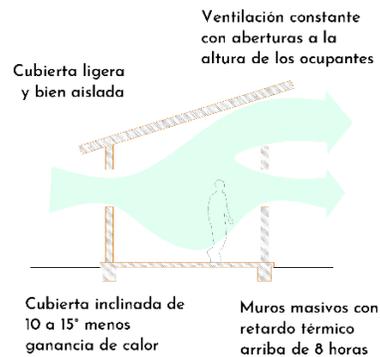


Figura 62. Estrategias de diseño obtenidas en las tablas de Mahoney. Fuente: Elaboración propia.

Las estrategias bioclimáticas para el diseño obtenidas por medio del análisis climático paramétrico se resumen en la Tabla 12. La ventilación y la radiación, los aspectos más importantes a considerar en el clima cálido, se pueden resolver mediante el diseño, pero la inercia térmica se logra con una adecuada selección de materiales. En este trabajo se toma como objeto de estudio principal la inercia térmica ya que es un factor importante que tiene una relación importante en el confort de las edificaciones.

Tabla 15. Resumen de estrategias bioclimáticas. Fuente: Elaboración propia con datos obtenidos en BAT.

Clima: Calido humedo		
Objetivos:	Reducir las ganancias de calor y favorecer la ventilación durante todo el año	
Arquitectura		
Orientaciones		
Optima:	Sur	Ubicar espacios que requieran ser calentados por las tardes y noches (habitaciones y estancia)
Buena:	Sureste	Ubicar espacios de mayor uso vespertino y nocturno y que requieran de temperaturas templadas (habitaciones)
Al norte ubicar los espacios que no necesiten calentamiento (cocina)		
Al oeste ubicar los espacios de corta permanencia (cuarto de lavado, baños o bodega)		
Distribución	Orientación norte-sur, eje largo este-oeste	
Elementos y dispositivos		
Ventanas:	Dimensiones medianas (30-50%) Ubicación: En muros norte y sur a la altura de los ocupantes	
Aleros:	Para proteger todos los vanos con sombreado total y permanente	
Materiales:	Utilizar materiales con inercia térmica arriba de 8 horas (tierra, piedra y ladrillo). Utilizar colores claros en muros y techos para reflejar la radiación solar	
Cubierta:	Inclinada a dos aguas para evitar ganancias de calor. Por cada 10 grados de inclinación se pierde de 10 a 15% de ganancia de calor. Ligera y bien aislada	
Climatología		
Viento:	Aprovechar la ventilacion cruzada para reducir la humedad ambiental y el calor	
Humedad:	Reducirla con ventilación	
Precipitación pluvial:	Captarla para su almacenamiento y utilización	
Asoleamiento:	Evitarlo a lo largo del año	

3.1.3.1. Análisis de radiación solar y solemiento

Con la herramienta SunHours se utilizó la maqueta 3d en Sketchup para hacer una simulación de la VE ubicada en Ciudad Ixtepec dentro del rango de un año (1 de enero al 31 de diciembre) entre las 5 a.m. a las 7 p.m., para todos los días de la semana. En las imágenes se observa que los muros con mayor incidencia de radiación solar son los orientados al este y oeste, las caras más cortas de la vivienda. Principalmente el muro con orientación este que recibe los rayos del sol durante la mañana está pintado de amarillo, con un promedio de 2,000 horas de radiación anual. El muro con orientación oeste recibe los rayos del sol durante la tarde, este tiene un promedio de 1,800 horas de radiación anual (Figura 64). Los muros norte

y sur que son las caras más largas de la vivienda están mayormente pintados de azul, ya que son los menos afectados por la incidencia del sol protegidos por los volados de la cubierta, es donde se han colocado los vanos de puertas y ventanas, en las partes que están más sombreadas a lo largo del año (Figura 65).

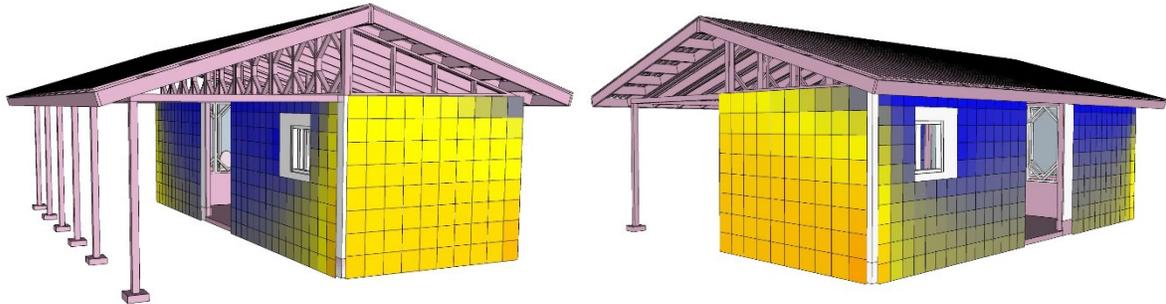


Figura 63. Análisis de radiación solar en orientación sureste y noreste. Fuente: elaboración propia.

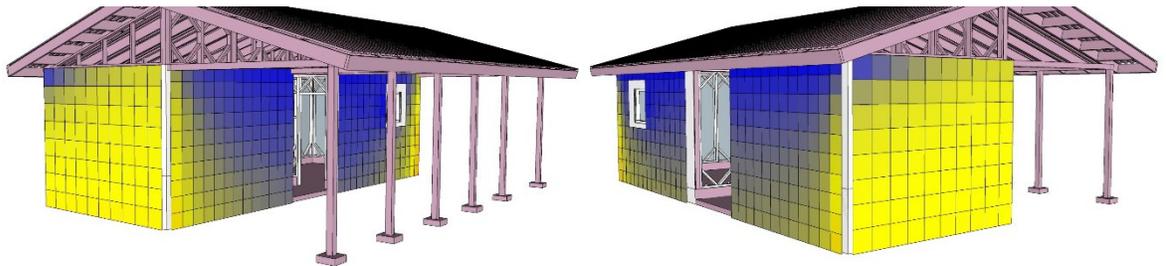


Figura 64. Análisis de radiación solar en orientación suroeste y noroeste. Fuente: elaboración propia.

Con la herramienta Curic Sun se hizo una simulación gráfica del recorrido del sol para visualizar las sombras proyectadas por la vivienda y sus elementos, donde hay exceso de radiación solar, a qué hora del día sucede y por cuanto tiempo. Este análisis permitió orientar los espacios, dimensionar los aleros de la cubierta y ubicar vanos de puertas y ventanas.

Se tomaron dos fechas importantes para hacer el análisis, el 21 de junio (solsticio de verano en el hemisferio norte) y el 21 de diciembre (solsticio de invierno). Se eligieron estas fechas porque durante el solsticio de verano es el día más largo del año, ya que es el que tiene un periodo más largo de luz de día, cuando el ángulo de altura solar con respecto al sur es más elevado, caso contrario

en el solsticio de invierno, que es cuando ocurre el día más corto del año con el periodo de luz de día corto, ya que el ángulo de altura solar es menor (Figura 66).

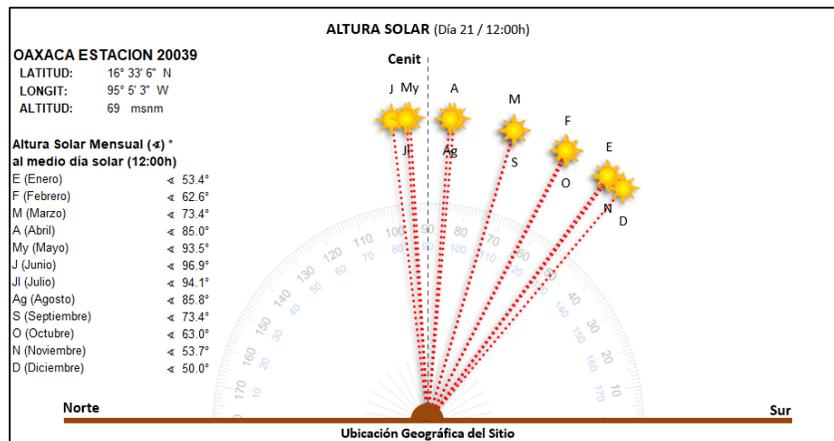


Figura 65. Altura solar en Ciudad Ixtepec, Oaxaca. Fuente: elaboración propia con datos de BAT.

Se puede observar en la Figura 67 que el ángulo de altura solar en verano a las 10 de la mañana es de 61° y en invierno es de 40°, el área del corredor queda protegido por la cubierta durante el verano cuando las temperaturas son mas altas, mientras que durante el invierno entra la luz directa por las mañanas cuando las temperaturas son bajas.

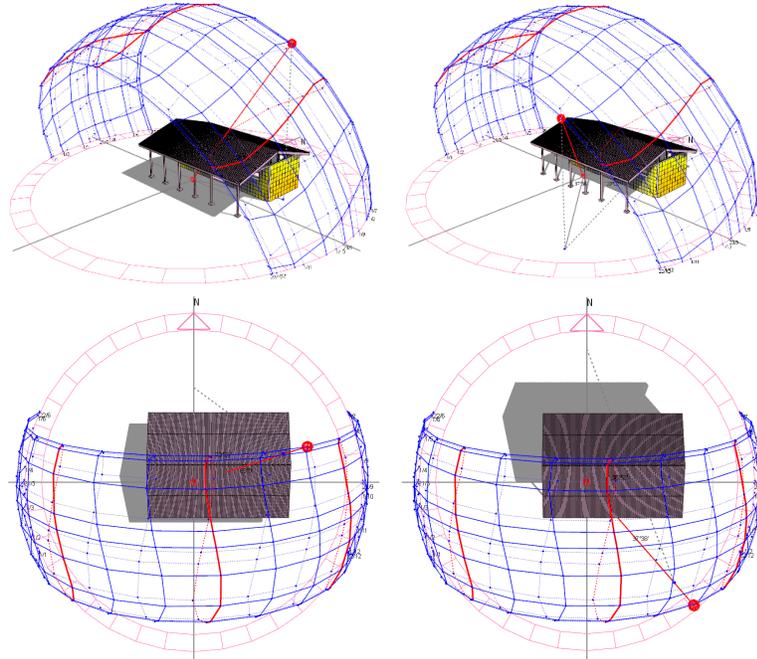
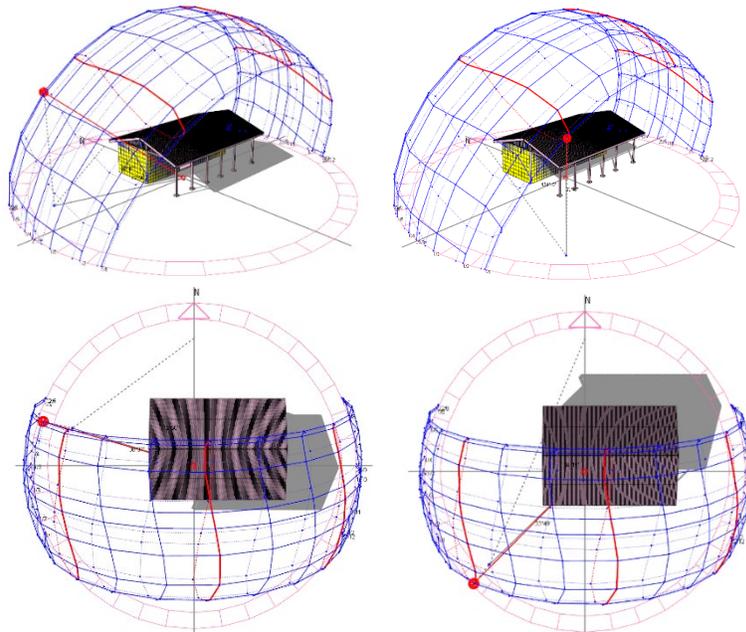


Figura 66. Análisis de asoleamiento. Izq. 10 a.m. 21 de junio. Der. 10 a.m. 21 de dic. Fuente: Elaboración propia.

Como se observa en la Figura 68 el ángulo de altura solar en verano a las 4 de la tarde es de 34° y en invierno es de 19° , la cubierta protege de los rayos del sol



por la tarde durante el verano, en invierno cuando el sol esta mas bajo pasa la luz directa del sol al corredor cuando las temperturas estan bajando.

3.2. Diseño del sistema constructivo alternativo

3.2.1. Selección de materiales.

Derivado del trabajo de campo en la comunidad seleccionada y de revisiones bibliográficas se encontró que uno de los sistemas históricamente empleado en la construcción de vivienda en la región del Istmo de Tehuantepec con diferentes variaciones es el bajareque. Este sistema constructivo consiste en un entramado de varas, maderas y/o ramas que dispuestas en forma vertical y horizontal se forma una malla doble que crea un espacio interior que se rellena con una mezcla de pasto y tierra. Además de ser un sistema amigable con el ambiente por el uso de materiales naturales que se encuentran en el sitio, también se ha demostrado que el bajareque responde satisfactoriamente frente a los sismos por sus características físico-mecánicas que lo hace un sistema dúctil

Figura 67. Análisis de asoleamiento. Izq. 4 p.m. 21 de jun. Der. 4 p.m. 21 de dic.

Fuente: Elaboración propia.

(flexible) y es fácil para la autoconstrucción, pues no necesita mano de obra especializada. Por lo tanto, se seleccionaron cuatro sistemas de construcción (SC):

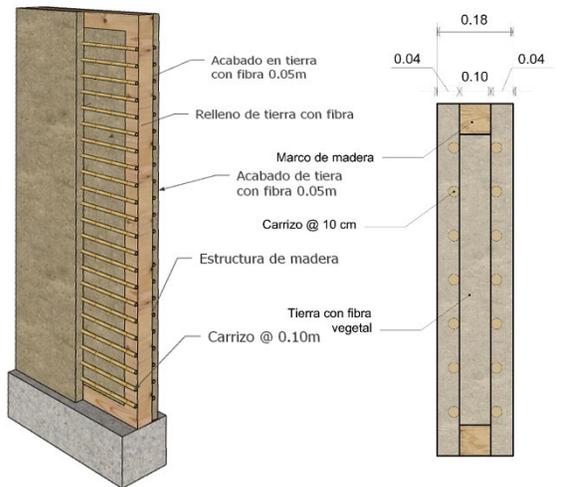
S.C.1. Bajareque relleno con tierra. Este tipo de muro es a base de un marco de madera con un entramado de carrizo a cada 10 cm formando un entramado doble formando un hueco que se rellena de tierra. El espesor del muro es de 18 cm.

S.C.2. Bajareque relleno con piedra. Este tipo de muro es a base de un marco de madera con un entramado de carrizo a cada 10 cm formando un entramado doble formando un hueco que se rellena de piedra. El espesor del muro es de 18 cm.

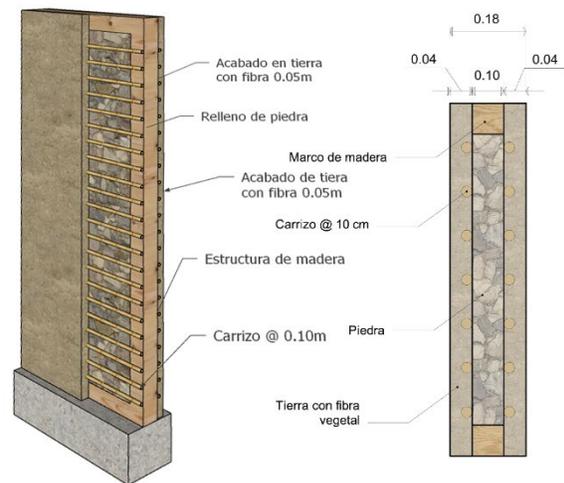
S.C.3. Bajareque relleno con pasto. Este tipo de muro es a base de un marco de madera con un entramado de carrizo a cada 10 cm formando un entramado doble formando un hueco que se rellena de pasto. El espesor del muro es de 18 cm.

S.C.4. Muro de ladrillo. Este tipo de muro es a base de ladrillo rojo recocido de 14 x 28 cm sencillo con acabados de mortero cemento-arena. El espesor del muro es de 19 cm.

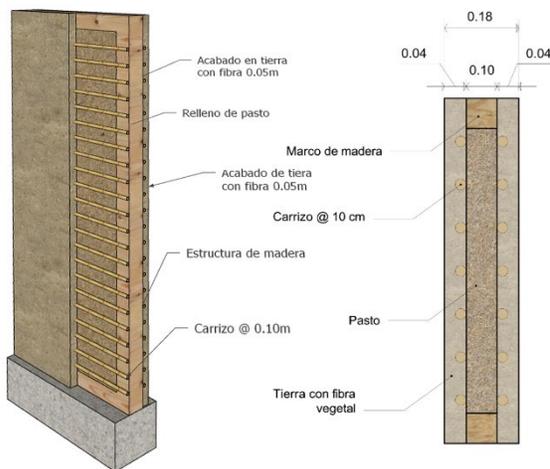
En la Figura 69 se muestran los distintos muros seleccionados en isométrico y en sección.



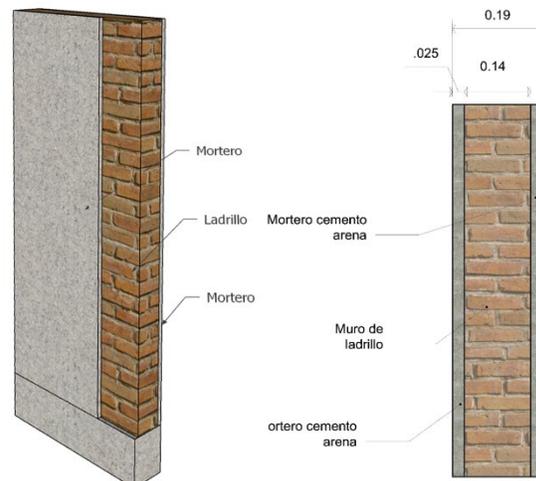
S.C.1 Batarey relleno con tierra



S.C.2 Batarey relleno con piedras



S.C.3 Batarey relleno con pasto



S.C.3 Muro de ladrillo

Figura 68. Sistemas constructivos seleccionados para comparativa. Fuente: Elaboración propia.

3.2.2. Análisis del desempeño térmico de los materiales

3.2.2.1. Análisis de amortiguamiento de onda térmica y desfase térmico de sistema constructivo

Para comprobar que el sistema constructivo seleccionado (S.C.3) constituido por tierra y pasto tuviera un comportamiento adecuado desde el punto de vista térmico, se hizo un estudio comparativo con los otros tres sistemas identificados en la región (S.C.1, S.C.2, S.C.4).

Una de las recomendaciones más importantes formuladas con el software BAT, es la inercia térmica en muros con un retardo térmico arriba de 8 horas. Para ello se realizó el cálculo de desfase térmico empleando los datos de la Tabla 13.

Tabla 16. Propiedades termofísicas de los materiales. Fuente: Elaboración propia.

Material	Lambda W/mK	Densidad kg/m ³	Calor específico J/m ² K
Ladrillo	0.7	1970	800
Pasto	0.037	45	2100
Tierra con paja	0.3	400	900
Piedra del lugar	1.861	2250	712

El resultado del cálculo de desfase térmico para el muro de bajareque con pasto fue de 7 horas. En la Tabla 14 se muestra un aumento en las horas de desfase con el uso de este material con respecto a los demás tipos de bajareque y una mejoría comparado con el sistema de ladrillo.

Tabla 17. Cálculo de amortiguamiento de onda térmica y desfase térmico. Fuente: Elaboración propia.

	Espesor	Amortiguación de onda térmica	Desfase térmico
Sistema constructivo	cm	%	Horas
S.C.1 Bajareque relleno con tierra	18	34.88	4.3
S.C.2 Bajareque relleno con piedras	18	47.19	4.7
S.C.3 Bajareque relleno con pasto	18	72.94	7
S.C. 4 Muro de ladrillo	19	62.78	6.5

3.2.2.2. Análisis con Ener-habitat

En la Figura 70 la gráfica de la izquierda presenta el factor de decremento promediado durante un año para cada sistema constructivo. En la gráfica de la derecha se presenta el factor de decremento para cada sistema constructivo en el día típico de cada mes. El sistema que tiene mejor comportamiento es el de ladrillo y le sigue el muro de bahareque relleno con pasto.

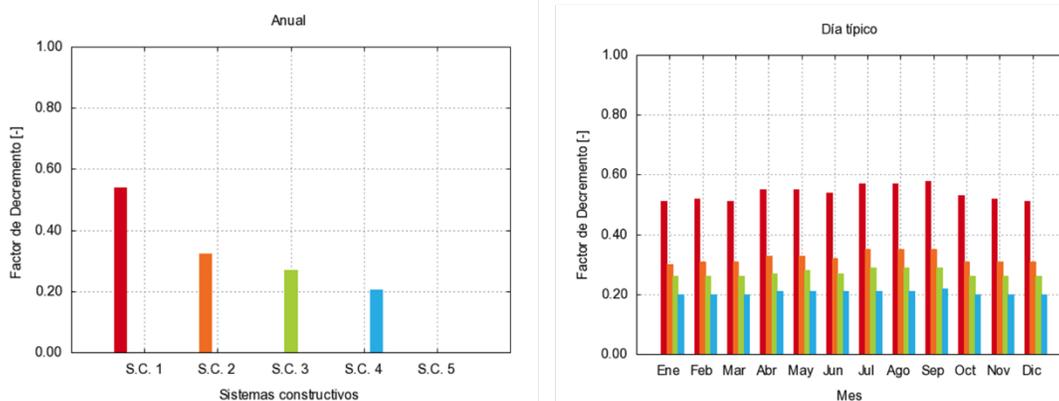


Figura 69. Factor de decremento anual y mensual. Fuente: Elaboración propia.

En las siguientes tres gráficas de la Figura 71 se presentan la energía requerida durante el año por unidad de área, para enfriamiento, para

calentamiento y la energía total. El sistema que tiene mejor comportamiento durante todo el año es el de bajareque relleno con pasto.

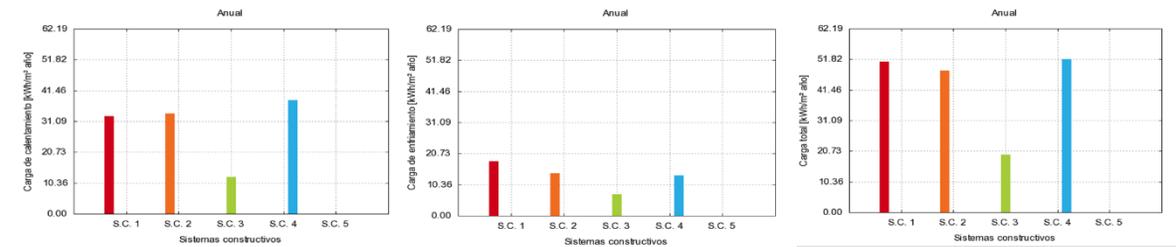


Figura 70. Carga de calentamiento, enfriamiento y total anual. Fuente: Elaboración propia.

Se obtuvo que el muro de bajareque relleno de pasto (S.C.3) presenta mejores resultados que los otros sistemas analizados: tiene un mayor desfase térmico, con 7 horas; y un mejor desempeño energético, con un factor de decremento de 0.20.

Para diseñar el sistema se partió del rescate de los saberes constructivos tradicionales y se propuso un sistema sencillo y al alcance de todos, este se concibió como un bajareque prefabricado, con elementos de madera estandarizada y paneles modulables de tal manera que se reduzca la contaminación en el proceso, los tiempos en la construcción y los costos. Después se hicieron evaluaciones por medio de mediciones y simulaciones virtuales con software, para evaluar sus beneficios térmicos y ambientales.

3.2.3. Diseño estructural

Un sistema que tiene la capacidad de cambiar su forma con el movimiento debido a su flexibilidad es el bajareque, es por eso que tiene un buen comportamiento ante los sismos, ya que funciona como lo haría el concreto armado con varilla, la tierra que rellena el muro absorbe las fuerzas a compresión mientras que la madera colocada de forma horizontal y vertical formando el entramado que soporta las fuerzas de tracción y flexión manteniendo todo unido (Guerrero, 2017).

Para el diseño de la VE se eligió un sistema de bajareque prefabricado donde los muros absorben las cargas, por su facilidad constructiva, rapidez y ser

más económico que un sistema donde la cubierta tiene estructura independiente.

De acuerdo con los criterios de diseño para una vivienda antisísmica de tierra, el diseño de la VE cumple, a continuación, se describen las dimensiones y elementos que componen la estructura.

La cimentación tiene una sección de 40 cm de ancho por 40 cm de altura, 20 cm más ancha que la sobrecimentación. La sobrecimentación es de 30 cm de alto, se dejan ancladas varillas con rosca a cada 40 cm que servirán para fijar los paneles prefabricados de bajareque y al mismo tiempo sirven de traba contra las fuerzas horizontales de un sismo (Figura 72).

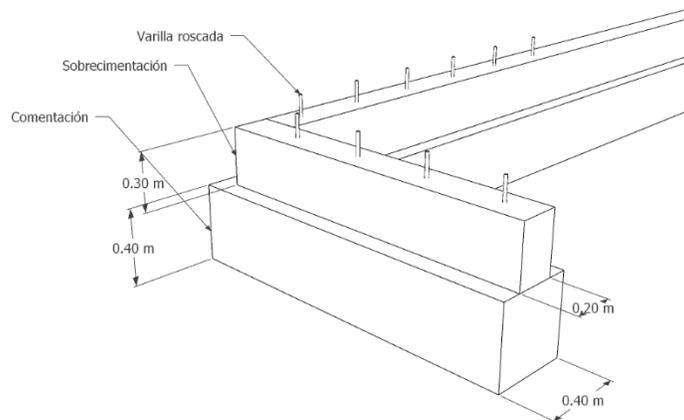


Figura 71. Cimentación de la VE. Fuente: Elaboración propia.

Para que la VE fuera más estable por su planta, se diseñaron módulos de planta cuadrada o lo más cercano al cuadrado, con estructura independiente uno del otro y separados por los vanos de las puertas. De esta manera, se evita tener una planta de forma rectangular alargada y poco estable (Figura 73).

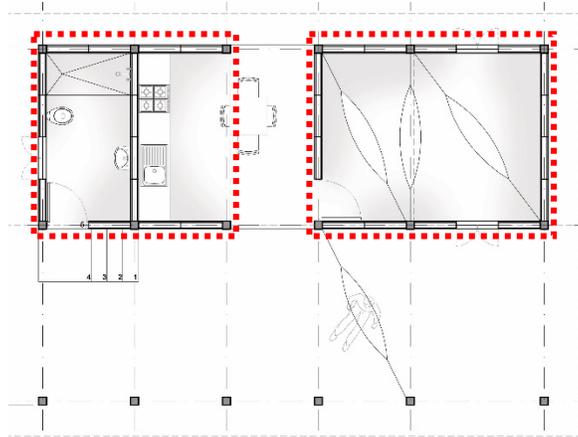


Figura 72. Forma de la planta de la VE. Fuente: Elaboración propia.

Como se aprecia en la Figura 74, la VE tiene una viga de cerramiento perimetral que soporta la carga de la cubierta, también sirve de dintel para los vanos de puertas y ventanas.

El tímpano que se forma con la cubierta a dos aguas se soluciona con elementos que puedan deformarse, en este caso en los tímpanos solo se dejó el entramado de carrizo o madera sin el relleno de tierra, para ventilar naturalmente los espacios y es más flexible para absorber el impacto de los sismos.

Para el diseño de la VE la cubierta es ligera con una estructura de madera y cubiertas de lámina galvanizada. Se propone rellenar la estructura con una mezcla de pasto y lodo (pajarcilla) para que la mezcla sea ligera, pero le proporcione inercia térmica a la cubierta.

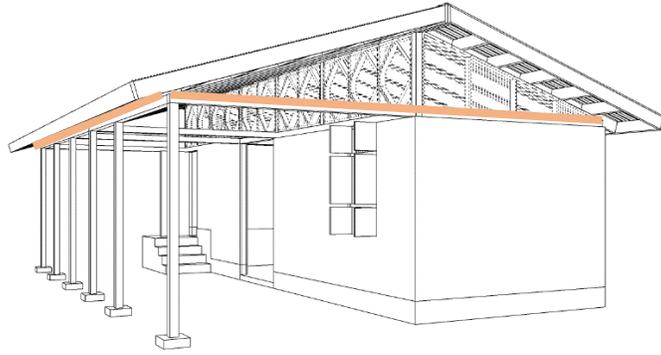


Figura 73. Maqueta virtual VE. Fuente: Elaboración propia.

Referente a los criterios de dimensionamiento de los vanos de la VE, los vanos de las ventanas miden 80 cm y el muro que hay entre estos y el límite del muro es de 1.00 m (el mínimo) Figura 75. El material que hay debajo de la ventana es flexible porque todo el muro es de bajareque.

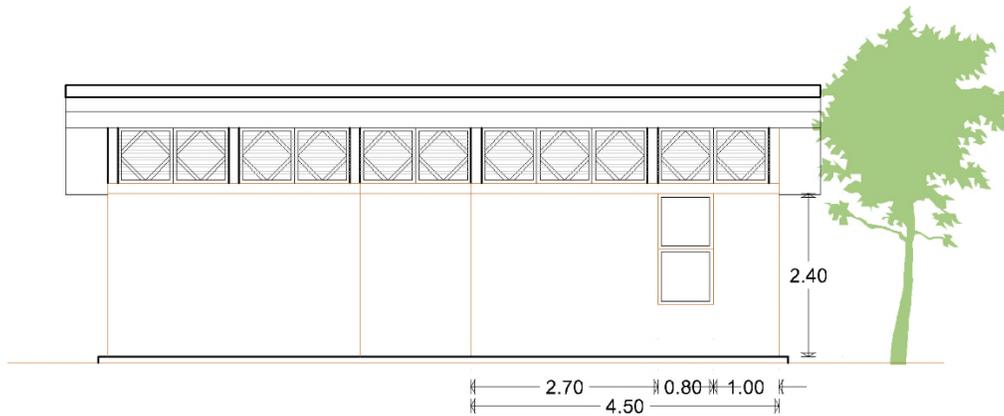


Figura 74. Dimensionamiento de vanos. Fuente: Elaboración propia.

3.2.4. Metodología constructiva

3.2.4.1. Paneles

Se diseñaron paneles a base de marcos de madera de pino armados con barrote de 5 x 10 cm. Los paneles tienen dimensiones de 2.40 m de alto por 0.80 m de ancho con contravientos de barrote en diagonal en las esquinas y se forma un entramado horizontal por ambos lados con carrizo o listones de madera a cada 10 cm. Para unir las piezas se clavan con martillo para evitar utilizar maquinaria.

3.2.4.2. Preservantes

Debido a las características del pino y a la abundancia de termitas en la zona, se opta por utilizar sustancias para proteger la madera. Se escogieron los menos tóxicos y los más utilizados. Para este caso se utiliza sal de borax sumergiendo las piezas durante 48 horas y por cada litro de agua se colocan 10 g de bórax y 10 g de ácido bórico (Salazar, Díaz, 2001) y después, una vez que se ha secado se aplica una capa de aceite de linaza para proteger la madera de las inclemencias del tiempo.

3.2.4.3. Inercia térmica y desempeño energético

Los paneles de madera se rellenan con una mezcla de pasto o paja (dependiendo su disponibilidad ya que se debe colocar seco) y lodo. Como se mencionó anteriormente, este relleno se analizó por medio de software con resultados positivos. El muro de bajareque de estructura de madera con relleno de pasto con lodo alcanza una inercia térmica de 7 horas y tuvo los mejores resultados de desempeño energético en comparación con otros materiales de relleno como solo tierra, solo pasto o piedra.

3.2.4.4. Revoques

De acuerdo con los criterios antisísmicos, es importante que se aplique revoque a base de tierra en capas delgadas. Se le agregan dos capas delgadas de

recubrimiento con tierra y una capa final con cal para proteger la tierra de la humedad y reflejar la luz ayudando a disminuir el impacto de los rayos del sol en los muros.

La primera capa es de nivelación de 8 a 20mm con proporciones de una parte de tierra, dos partes de arena pasada por la malla de 5mm y 1/3 de pasto cortado a 3cm aproximadamente.

Una vez que está seca la primera capa se aplica la segunda que tiene un espesor de 1 a 2mm y tiene proporciones de una parte de tierra, tres partes de arena fina

Se recomienda utilizar pintura de cal en tres capas, la primera debe ser muy liquida para penetrar en el muro. En este caso el acabado en color blanco de la cal ayuda en el clima cálido para reflejar los rayos del sol en la superficie de los muros.

3.2.4.5. Detalles del panel de bajareque

En la Figura 76 se presenta el diseño final del panel de bajareque prefabricado con los diferentes elementos que lo componen, sus dimensiones y tipos de uniones.

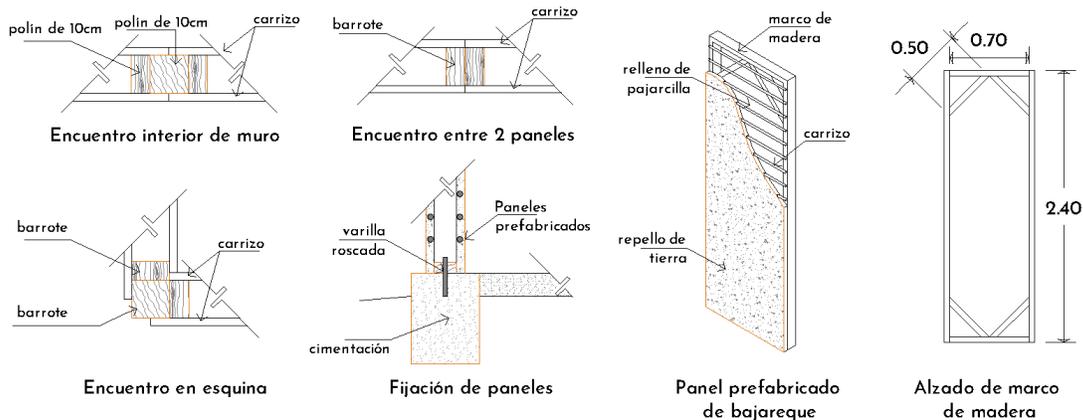


Figura 75. Paneles prefabricados de bajareque. Fuente: Elaboración propia.

3.2.4.6. Proceso constructivo

Se realizó la propuesta del proceso constructivo de la VE Figura 77, el cual puede ser llevado a cabo en taller, donde se fabriquen los paneles con marcos de

madera y el entramado de carrizo, una vez que están listos se trasladan al sitio de la obra.

1. En el terreno donde previamente se ha limpiado, nivelado y trazado con ayuda de los planos, se colocan las columnas de madera a plomo y niveladas, y luego la cimbra de madera para la cimentación y sobrecimentación en el perímetro donde irán los muros
2. Después se vierte el concreto con resistencia $f'c=210\text{kg/cm}^2$ hasta una altura de 40 cm dejando ancladas varillas con rosca que servirán posteriormente para recibir los paneles. La sobrecimentación ayuda a proteger los muros de tierra de la humedad.
3. Después se coloca el resto de la estructura de madera, las vigas de cerramiento y la estructura para darle altura a la cubierta y los tímpanos.
4. A partir de este punto del proceso se pueden instalar los paneles al mismo tiempo que se construye la estructura de la cubierta para proteger de los rayos del sol y de la lluvia los aplanados de tierra y pasto de los paneles.
5. Una vez terminada la estructura de la cubierta se colocan las piezas de lámina y al final se aplican los acabados con cal en muros y se instalan las puertas y ventanas.

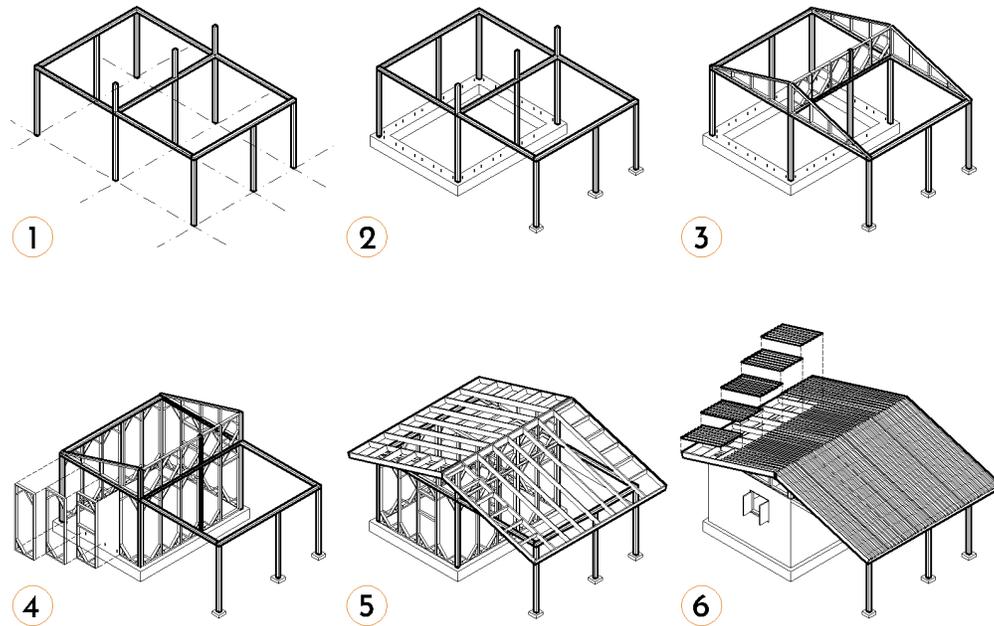


Figura 76. Proceso constructivo de la VE. Fuente: Elaboración propia.

3.3. Proyecto ejecutivo de la VE

3.3.1. Planos arquitectónicos

3.3.2. Presupuesto

3.3.3. Renders

4. Fase 4

4.1. Evaluación con indicadores de RISH

Tabla 18. Resultados de la evaluación de la VE-CBY con indicadores de RISH. Fuente: elaboración propia.

Dimensión	Resultados
Sociocultural	<p>El diseño de la VE es resultado del diagnóstico de vivienda tradicional en las comunidades del Istmo de Tehuantepec, donde se identificaron elementos arquitectónicos y formas de habitar.</p> <p>- Se tomaron en cuenta de la arquitectura local:</p> <p>Aspectos formales</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪Planta rectangular ▪Cubierta a dos aguas ▪Estructura de la cubierta <p>Aspectos funcionales</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪Corredor ▪Espacios flexibles ▪Ventanas pequeñas <p>Adaptación al medio</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪Muros con inercia térmica ▪Ventilación cruzada ▪Protección de rayos del sol <p>- Se considera un 50% de participación de la comunidad en la construcción de muros y cubierta</p>
Económica	La VE tiene un costo por m ² de \$3,500
Tecnológica	<p>El 90% de los materiales empleados son de origen local</p> <p>El 80% del proceso constructivo es con un sistema tradicional, muros de bajareque y estructura de madera en cubierta</p>
Ambiental	<p>Los materiales propuestos en la VE tienen un 50% menos de consumo energético en comparación con una vivienda con materiales convencionales en el Istmo de Tehuantepec.</p> <p>De igual manera la VE tiene el 50% menos de emisiones de CO₂ comparado con una vivienda de materiales convencionales.</p> <p>Se proponen 4 ecotecnias:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪Captación de agua de lluvia ▪Biofiltro de aguas grises ▪Sanitario seco ▪Paneles solares

4.1.1 Evaluación del sistema constructivo

Los resultados de la evaluación que se realizó al sistema constructivo son cuantitativos y se exponen en las siguientes tablas.

Como se muestra en la Tabla 21, los resultados son positivos, ya que se utiliza como sistema constructivo el bajareque, que es a base de materiales naturales y

locales, principalmente tierra que se extrae del sitio. El sistema es tradicional de la región y se ha comprobado su buen comportamiento ante los sismos de gran magnitud recurrentes en la zona y gracias a los cerramientos de tierra con inercia térmica se adapta muy bien al clima. El sistema diseñado se trata de paneles que se montan sobre una estructura de madera, lo que facilita la flexibilidad de los espacios, permitiendo cambiar de ubicación los vanos de puertas y ventanas, así como de agregar divisiones de acuerdo con las necesidades de las familias.

Tabla 19. Evaluación funcional del sistema constructivo. Fuente: Elaboración propia.

Evaluación funcional						
Condicionante			Integridad del sistema			Justificación
			Alta	Media	Baja	
Integridad	Ante acciones mecánicas		X			El sistema de bajareque es el que mejor comportamiento tiene ante sismos
	Ante acciones climáticas	Agua		X		La cubierta es a dos aguas y los muros tienen sobrecimentación
		Sol	X			Los muros tienen inercia térmica arriba de 7 hr, los vanos están orientados norte y sur, la cubierta sobresale
		Viento	X			La estructura esta diseñada con criterios estructurales antisismo y viento
	Ante animales y plantas		X			Los muros estan recubiertos con tierra y acabado con cal
Seguridad	Acciones directas del hombre		X			Los vanos de ventanas tienen contraventanas o un entramado de carrizo
	Acciones indirectas	Contaminación Fuego		X		Aunque el material principal es la tierra, hay partes de la estructura de madera expuesta
Flexibilidad	Propiedades arquitectónicas		X			El sistema constructivo permite hacer divisiones y reubicar vanos de puertas y ventanas
	Constructiva	Construcción progresiva	X			El sistema constructivo permite añadir espacios y los espacios están diseñados de forma modular para permitir su crecimiento
		Autoconstrucción	X			La facilidad del sistema constructivo permite la autoconstrucción
Confort ambiental	Higrotérmico		X			Se diseñó cumpliendo con las estrategias bioclimáticas de la región
	Higiénico		X			Hay buena ventilacion cruzada en todos los espacios
Composición	Geometría		X			La geometría de la vivienda responde a los criterios de construcción con tierra antisísmica y a la tipología local
	Color		X			El acabado final en muros es de cal en color blanco para reflejar los rayos del sol

En la Tabla 22 se muestran los resultados de la evaluación tecnológica del sistema constructivo. Resulta beneficioso que el sistema sea a base de paneles prefabricados ya que es fácil de transportar desde el taller a la obra y es de fácil almacenamiento, y una vez construidos los paneles son de fácil montaje sin

necesidad de maquinaria o mano de obra especializada en poco tiempo. En la comunidad ya están familiarizados con el sistema y permite la autoconstrucción.

Tabla 20. Evaluación tecnológica del sistema constructivo. Fuente: Elaboración propia.

Método constructivo				
Evaluación técnica	Alta	Media	Baja	Justificación
Industrializado			x	Se requiere de materiales industrializados pero la mayoría son de origen natural (tierra, pasto, carrizo)
Prefabricado	x			Todos los muros son de paneles prefabricados de bajareque
Necesita cimbra			x	Solo necesita cimbra la cimentacion de concreto
Posibilidad de reutilizar la cimbra	x			Es posible reutilizar la cimbra para marcos de puertas y ventanas
Factibilidad de transporte	x			Los paneles prefabricados son de 0.80 x 2.40 m
Factibilidad de almacenamiento	x			Bajo techo a largo plazo
Cuidados en la manipulación			x	Los elementos no son fragiles
Cantidad de mano de obra		x		Un equipo de dos personas es suficiente pero para mayor rapidez se necesitan mas personas
Calidad de la mano de obra			x	No requiere mano de obra especializada
Rendimiento del montaje	x			m2/ dias instalado
Cuidados del montaje			x	No requiere cuidados especiales
Control de calidad		x		Solo se requiere control para elaborar las mezclas de bajareque asi como las de acabados con tierra y cal
Frecuencia de mantenimiento		x		Cada vez que se requiera encalar los muros
Necesidad de técnicas especiales			x	No se requiere
Control de calidad en el mantenimiento			x	No se requiere
Construcción con altura		x		Es una vivienda alta de un solo nivel

Tabla 21. Continuación de tabla anterior.

Maquinaria y equipo						
Maquinaria y equipo	Especif. Técnicas (rendimiento, capacidad, etc.)			Facilidades de adquisición		
	Alta	Media	Baja	Alta	Media	Baja
Herramientas menores	x			x		

Tabla 22. Continuación de tabla anterior.

Mano de obra				
Parámetros a evaluar	Evaluación			Justificación
	Alta	Media	Baja	
Mano de obra calificada			X	No requiere mano de obra especializada
Necesidad de entrenamiento			X	Un taller de capacitación es suficiente
Facilidad para conseguirla	X			Hay gran disponibilidad de mano de obra en la zona
No. de personas necesarias			X	Solo se requiere un equipo conformado por dos personas

Tabla 23. Continuación de tabla anterior.

Inclusión de subsistemas			
Subsistema	Elemento	Pertenece al sistema	Incorporado en obra
Estructural	Cimentación		X
	Paneles prefabricados	X	
Cerramientos		X	
Acabados	Puertas		X
	Ventanas		X
	Pisos		X
	Paredes	X	
	Techos	X	
	Exteriores	X	
Instalaciones	Hidráulicas		X
	Sanitarias		X
	Eléctricas		X

Como se muestra en la tabla Tabla 26, los resultados de la evaluación de aspectos económicos también son favorables. En general los materiales de construcción son fáciles de conseguir en la comunidad por un bajo costo, los requerimientos para construir con estos materiales son mínimos y al tratarse de un sistema en su mayoría prefabricado no genera mucho desperdicio.

Tabla 24. Evaluación económica del sistema constructivo. Fuente: Elaboración propia.

Materiales básicos												
Materiales básicos	Facilidad para conseguirlos			Aceptación socio-económica			Requisitos			Generación de desperdicios		
	Alta	Media	Baja	Alta	Media	Baja	Alta	Media	Baja	Alta	Media	Baja
Cemento	X			X				X			X	
Agregados pétreos	X			X					X			X
Acero	X			X				X			X	
Madera	X			X					X			X
Ladrillo	X				X				X			X
Tierra	X			X					X			X
Carrizo		X		X					X			X
Lamina galvanizada	X				X				X			X

En la Tabla 27 se muestran las estrategias que se tomaron en cuenta para el diseño del sistema constructivo, entre ellas, que fuera un sistema prefabricado, sencillo, modular, flexible, económico, culturalmente aceptados y con poco mantenimiento.

Tabla 25. Requerimientos y estrategias para el diseño del sistema constructivo.

Requerimientos y estrategias para el diseño del sistema constructivo	
Requerimientos	Estrategias
Industrialización	Estandarizar el proceso de construcción y montaje
Autoconstrucción	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Sistema constructivo sencillo que no requiera mano de obra especializada ▪ Uso de herramienta menor (pala, martillo, destornillador) ▪ Facilidad de montaje ▪ Tamaño y peso de los elementos adecuado para que dos personas puedan transportarlos ▪ Autocontrol de calidad
Sistema abierto	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Diseño modular de los espacios para permitir crecimiento progresivo ▪ Sistema flexible que permita divisiones interiores y reubicación de vanos de puertas y ventanas
Rapidez	Sistema mayormente prefabricado y facilitando la logística de transporte y montaje
Sencillez	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Sistema constructivo conformado por pocos elementos ▪ Facilidad de aprendizaje y ejecución del sistema constructivo por un equipo de dos personas con poca capacitación
Economía	El sistema propuesto debe ser mas económico que uno convencional usado en la región
Tecnología apropiable	Materiales locales, fáciles de conseguir, con los que la comunidad este familiarizada y sean culturalmente aceptados
Durabilidad	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Estructura resistente con larga vida útil ▪ Materiales que requieran poco mantenimiento

En general, el sistema constructivo propuesto de bajareque prefabricado resulta bien evaluado, atiende los requerimientos y cumple con las estrategias

previstas para el diseño. Los resultados son de relevancia para la comunidad, ya que pueden basarse en ellos para futuras propuestas de diseño de sistemas o al momento de elegir el sistema con el que van a construir. Es importante tomar en cuenta los recursos disponibles en la zona, los conocimientos de la comunidad y el clima, sin descuidar el aspecto económico para elegir un sistema conveniente.

4.1.2. Análisis de impacto ambiental

Se analizó el diseño de la VE de 34 m² con el sistema constructivo híbrido propuesto a base de bajareque prefabricado (Figura 78), en el que la estructura principal es de madera y los muros son de paneles contruidos con marcos de madera y un entramado de carrizo que se rellenan de una mezcla de pasto con tierra, la cimentación es de concreto y la cubierta es de estructura de madera donde los huecos se rellenan con una mezcla de pasto con tierra en estado líquido y en la parte superior se coloca una lámina galvanizada.

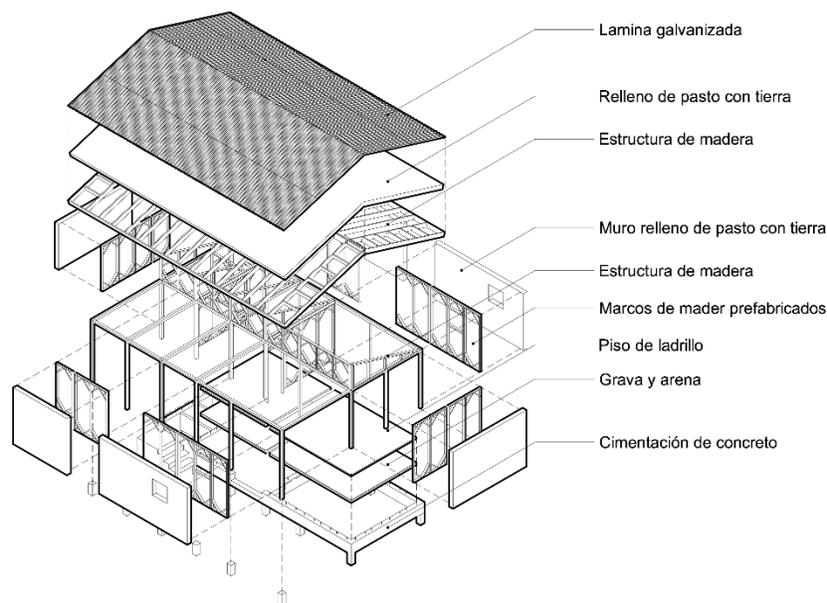


Figura 77. Despiece de la Vivienda de Emergencia. Fuente: Elaboración propia.

Con el objetivo de comparar el impacto ambiental de este sistema alternativo propuesto, se realizó un análisis de una vivienda tradicional Istmeña con muros de ladrillo doble, con dimensiones y características similares pero construida con materiales industrializados (Figura 79). La cimentación es de

piedra junteada con mortero de cal, los pisos son de firme de concreto, los muros son de ladrillo rojo doble, no utilizan castillos, pero si cerramientos de concreto, la cubierta es de estructura de vigas madera con una losa de concreto y finalmente teja de barro.

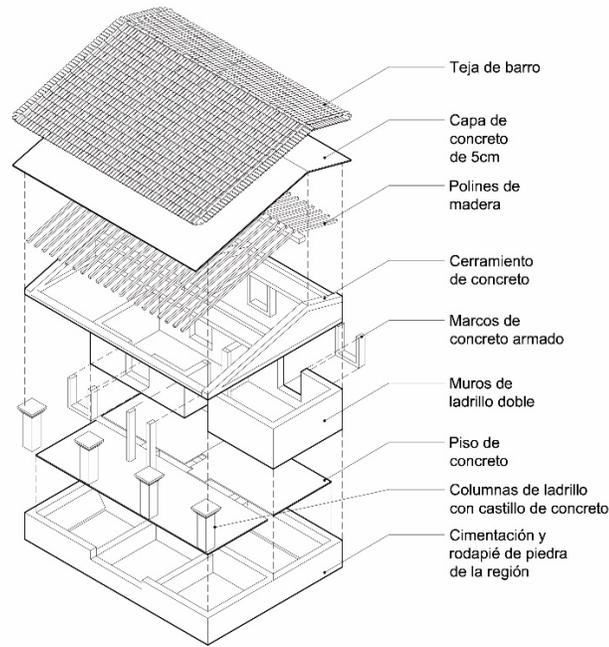


Figura 78. Despiece de la vivienda tradicional Istmeña. Fuente: Elaboración propia.

Como resultado de la cuantificación de materiales, se observa que son los agregados el principal elemento presente en la construcción de ambas viviendas, en la VE es el 52% del peso total de los materiales y se encuentran en la

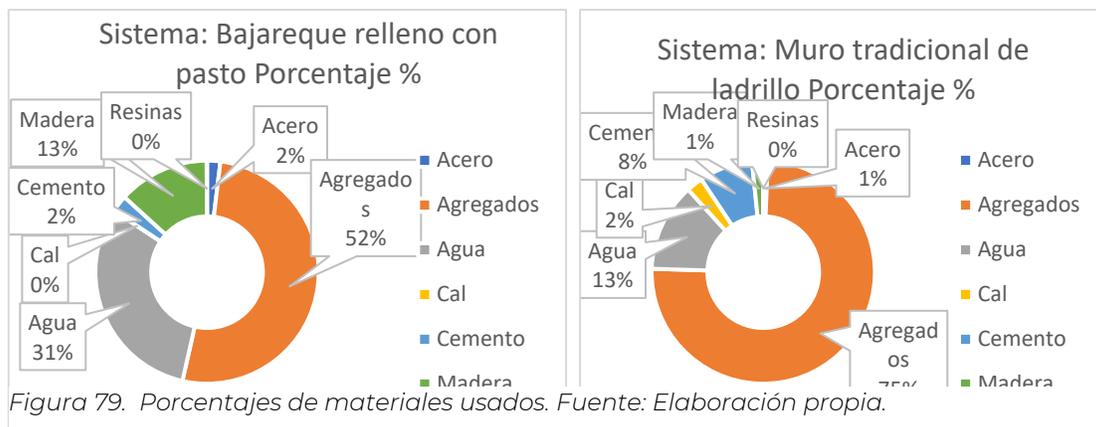


Figura 79. Porcentajes de materiales usados. Fuente: Elaboración propia.

cimentación y en la cama de agregados debajo del piso de ladrillo, mientras que en la VT es el 75% y se encuentra en la cimentación, pisos, estructura y cubierta.

En la Tabla 15 se muestra el listado de materiales utilizados en la propuesta de VE con sistema híbrido de bajareque prefabricado, el peso de cada uno, el porcentaje de acuerdo con el peso, el costo energético y las emisiones de CO₂.

Tabla 26. Costo energético y emisiones de CO₂ de la VE. Fuente: Elaboración propia.

Sistema: Paneles prefabricados de Bajareque				
Material	Costo energético		Emisión de CO ₂	
	kg	%	Mj	Kg
Acero	356.09	1.92	12463.15	997.05
Agregados	9567	51.62	956.70	66.97
Agua	5700	30.76	285.00	0.00
Cal	3.6	0.02	12.35	1.15
Cemento	450	2.43	1962.00	184.50
Madera	2445	13.19	5134.50	146.70
Resinas	10.44	0.06	1148.40	169.96
Total	18532.13	100	21962.10	1566.34

En la Tabla 16 se muestra el listado de materiales utilizados en la Vivienda Tradicional Istmeña con muros de ladrillo, el peso de cada uno, el porcentaje de acuerdo con el peso, el costo energético y las emisiones de CO₂.

Tabla 27. Costo energético y emisiones de CO₂ de la Vivienda Tradicional. Fuente: Elaboración propia.

Sistema: Muro tradicional de ladrillo				
Material	Peso	Porcentaje	Costo energético	Emisión de CO ₂
	kg	%	Mj	Kg
Acero	360	0.66	12600.00	1008.00
Agregados	40700.7	74.83	4070.07	284.90
Agua	6947	12.77	347.35	0.00

Cal	1305	2.40	4476.15	417.60
Cemento	4205	7.73	18333.80	1724.05
Madera	870	1.60	1827.00	52.20
Resinas	6.5	0.01	715.00	105.82
Total	54394.2	100	42369.37	3592.57

Es notable la diferencia de cantidades de energía requerida, donde en la VE es de 21,962 Mj mientras que en la VT es de 42,369 Mj, así como las emisiones de CO₂ en la fabricación de los materiales entre la VE que tiene como resultado 1,562 Kg, debido a que tiene una estructura a base de madera y materiales naturales y la VT con 3,592 Kg de emisiones, construida con materiales industrializados y una

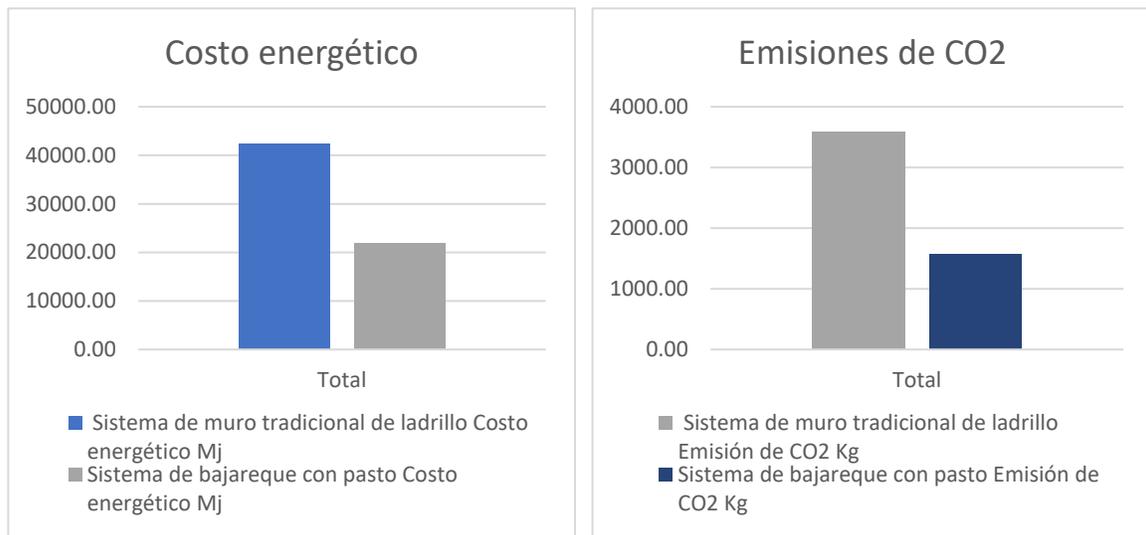


Figura 80. Comparación de costo energético y emisiones de CO₂. Fuente: Elaboración propia.

estructura de concreto. Además, la VE utiliza un sistema de elementos prefabricados, lo que reduce el desperdicio de material, por lo tanto, también sus emisiones y costo energético.

En la siguiente Figura 82 se muestra el costo energético y las emisiones de CO₂ de cada uno de los materiales de las dos viviendas comparadas. Se observa que en la vivienda de bajareque el uso de materiales con alto impacto ambiental como el cemento, es mínimo con solo 450 Kg, a diferencia de la vivienda de ladrillo donde este material es la base de la estructura con un peso de 4,205 Kg. Aunque

en cantidades de acero están prácticamente igual, debido a que la VE utiliza acero en la cimentación y la cubierta es de lámina, lo que suman 356 Kg, en contraste, la VT utiliza muros de ladrillo doble sin castillos, reduciendo el acero a 360 Kg. El uso de la cal también es mayor en la construcción de la VT con 1,305 Kg, se utiliza para el junteo de las piedras de la cimentación y en los muros de ladrillo. En cuanto a la madera, se utiliza en mayor cantidad en la VE con 244 Kg por lo tanto también es mayor el uso de resinas con las que se trata la madera para garantizar su duración, las resinas suman 170 Kg.

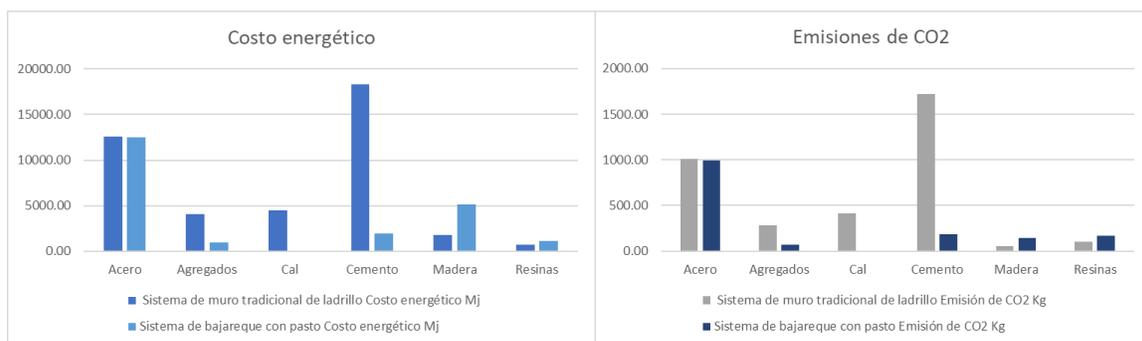


Figura 81 Comparación de costo energético y emisiones de CO2 de cada material. Fuente: Elaboración propia.

4.2. Evaluación de sustentabilidad de la vivienda

Para que una vivienda pueda ser considerada sustentable, el resultado de la suma de los puntos de cada categoría debe ser mínimo 60 puntos, este parámetro de referencia se toma del establecido por la Comisión Nacional de Vivienda (CONAVI).

Tabla 28. Resultados de evaluación de sustentabilidad de VE. Fuente: Elaboración propia.

	Resultado
1 Diseño arquitectónico	19
2 Uso eficiente de la energía	11
3 Uso eficiente del agua	10
4 Uso de materiales que no dañen al medio ambiente	10
5 Conservación de la vegetación	9
6 Disposición de residuos sólidos	7
7 Sentido de pertenencia y costumbres regionales	11
Totales	77

El cuestionario de la evaluación y su resultado se muestra en la Tabla 18.

En cuanto al puntaje de cada una de las categorías se obtiene que:

- En la categoría 1 de diseño arquitectónico se cumplen 17 de los 18 criterios.
- En la categoría 2 de uso eficiente de la energía, se cumplen 9 de los 12 criterios.
- En la categoría 3 de uso eficiente del agua, se cumplen 9 de los 10 criterios.
- En la categoría 4 de uso de los materiales, se cumplen 14 de los 19 criterios.
- En la categoría 5 de conservación de la vegetación, se cumplen 5 de los 8 criterios.
- En la categoría 6 de disposición de residuos sólidos, se cumplen 4 de los 7 criterios.
- En la categoría 7 de sentido de pertenencia y costumbres regionales, se cumplen 14 de los 16 criterios.

Tabla 29. Evaluación de sustentabilidad de la VE. Fuente: Elaboración propia.

Evaluación de sustentabilidad de la vivienda				
1 Categoría: Diseño arquitectónico bioclimático			Cumple	
No.	Criterio		Si	No
Diseño bioclimático clima seco semi-húmedo				
1.01	¿Se utilizó el criterio de orientación norte-sur, eje largo este-oeste?		X	
1.02	¿Los espacios que no necesitan calentamiento como la cocina se orientan al norte?		X	
1.03	¿Se sombrea la fachada sur?		X	
1.04	¿Los espacios de uso vespertino y nocturno como las habitaciones se orientaron al este?		X	
1.05	¿Los espacios de corta duración como baños, bodegas o cuartos de lavar se orientaron al oeste?		X	
1.06	¿El diseño del techo es utilizado para dar confort a la vivienda? ¿son inclinados, a dos aguas?		X	
1.07	La altura de piso a techo ¿es al menos de 2.80 m?		X	
1.08	Las fachadas, ¿cuentan con volados que las protejan del sol?		X	
1.09	Los volados de protección, ¿son de mayor dimensión al sur y al poniente?		X	
1.10	¿Cuenta con amortiguadores que protejan del exterior?		X	
1.11	¿Cuenta con rematamientos en las fachadas?			X
1.12	¿Cuenta la vivienda con terrazas o corredores, como área de esparcimiento?		X	
1.13	¿Cuentan las estancias con una buena iluminación natural?		X	
1.14	¿La vivienda cuenta con ventilación cruzada?		X	
1.15	¿La vivienda está separada de las colindancias?		X	
1.16	¿Se proveen mosquiteros para la protección de los usuarios?		X	
1.17	¿Está diseñada para facilitar remodelaciones futuras?		X	
1.18	¿Existen rampas para el acceso libre a la vivienda de personas con capacidades diferentes?		X	
2 Categoría: Uso eficiente de la energía				
Envolvente Térmica				
2.01	¿Se utilizan materiales con inercia térmica en muros?		X	
2.02	¿Se utilizan materiales con inercia térmica en cubierta?		X	
2.03	¿Cuenta con ventanas al poniente?			X
2.04	¿Se utilizan pinturas de color reflectivo en muros exteriores?		X	
Electricidad y Gas butano				
2.05	¿El acabado en las paredes es con colores claros para ayudar al aprovechamiento de la luz natural?		X	
2.06	¿Están iluminadas las circulaciones de forma natural?		X	
2.07	¿Se instalarán en la vivienda lámparas fluorescentes compactas autobalastadas, de acuerdo a las normas NOM-064-SFI y NOM-017-ENER-1997?		X	
2.08	¿La iluminación artificial de la casa se diseñó respetando las recomendaciones de la Secretaría de Energía en su documento "Guía de iluminación eficiente en el hogar"?			X
2.09	¿Se utiliza ventilación mecánica, ventiladores de techo o piso?		X	
2.10	¿Se instalará equipo de acondicionamiento de aire de alta eficiencia con sello FIDE?			X
2.11	¿La vivienda cuenta con calentador de agua de paso o con calentador solar?		X	
2.12	¿El proyecto de la vivienda contempla alguna instalación en base al aprovechamiento de la energía solar?		X	

Tabla 30. Continuación de la tabla anterior.

3 Categoría: Uso eficiente del agua		
Agua potable		
3.01	¿La red de agua potable fue suficiente para alimentar a la nueva vivienda?	X
3.02	¿Se utilizaron estrategias para el ahorro de agua en las instalaciones de los trabajadores durante el proceso de construcción de la vivienda?	X
3.03	¿Los productos empleados en las instalaciones de la vivienda, tales como tuberías, medidores de flujo y accesorios están certificados como ahorradores en alguna de la NMX?	X
3.04	¿Se ha instalado un inodoro con capacidad de 6 litros para ahorro de agua?	NA
3.05	¿Se ha instalado regadera ahorradora de agua que cumpla la NMX correspondiente?	X
3.06	¿Se han instalado llaves ahorradoras de agua que cumplan la NMX correspondiente?	X
Agua pluvial y residual		
3.07	¿Se recolectó el agua de lluvia para usar durante la obra?	X
3.08	¿Cuenta con algún sistema para reutilización de agua de lluvia para riego, lavandería o el inodoro?	X
3.09	¿La vivienda cuenta con tratamiento de aguas residuales? (fosa séptica o Planta de tratamiento de aguas negras)	X
3.10	¿La vivienda cuenta con sistemas separados de aguas jabonosas y residuales para reúso antes de la infiltración al subsuelo?	X
4 Categoría: Uso de materiales que no dañen al ambiente		
4.01	Materiales especificados en NOM, NMX y regionales	X
4.02	Si la vivienda cuenta con aislamiento térmico, ¿éste es de acuerdo a la NOM-018-ENER-1997? Normatividad de fabricación, no marcas específicas.	X
4.03	¿Se utilizan aislamientos térmicos regionales en techos?	X
4.04	¿Se utilizan aislamientos térmicos regionales en muros?	X
4.05	¿Los movimientos de tierra se minimizaron durante la construcción de la vivienda?	X
4.06	¿El producto de las excavaciones se reutiliza en el lote de la vivienda?	X
4.07	¿Son los materiales de la estructura y de los revestimientos reutilizables?	X
4.08	¿Se utilizaron materiales sin sustancias tóxicas, que no produzcan radiación y no contaminen ?	X
4.09	¿Los materiales utilizados en la vivienda pueden ser adquiridos en la localidad, cuando sea necesario efectuar una reparación?	X
4.10	¿Se utilizó algún material reciclable en la construcción de la vivienda?	X
4.11	¿Se utilizaron pinturas con pigmentos naturales o de fabricación regional?	X
4.12	¿Se utilizó algún piso de fabricación regional?	X
4.13	¿Se ha tenido en cuenta la salud de los usuarios?	X
4.14	¿Son renovables los materiales utilizados?	X
4.15	¿La organización de la construcción fue de poco impacto ambiental, bancos de materiales cercanos, minimización del transporte, un solo acceso al fraccionamiento?	X
4.16	¿Permitió la puesta en obra de los materiales su fácil reutilización y reciclaje?	X
4.17	¿Tienen los materiales utilizados una energía gris baja?	X
4.18	¿Se utilizó mano de obra y materiales locales?	X
4.19	¿En que condiciones sociales y económicas se llevó a cabo la obra?	X

Tabla 31. Continuación de la tabla anterior.

5 Categoría: Conservación de la vegetación		
Vegetación en la vivienda y alrededor de ella		
5.01	¿La vivienda cuenta con la sombra de árboles alrededor de ella?	NA
5.02	¿Existió alguna indicación de preservar vegetación, de acuerdo al estudio de impacto ambiental realizado?	X
5.03	¿La vivienda cuenta al menos con una pared vegetal (paredes con enredaderas)?	X
5.04	¿La vivienda cuenta con cubiertas ajardinadas con plantas?	X
5.05	Aún si la vivienda no cuenta con paredes verdes, ¿existe la posibilidad de plantar enredaderas, cubre suelos y especies de poco consumo de agua?	X
5.06	¿Se conservó al menos 15 % de la vegetación existente cumpliéndose las normas y reglamentos locales?	X
5.07	¿El proyecto de las viviendas brinda oportunidad de plantar y mantener vegetación de la región? (árboles frutales, palmas, etc.)	X
5.08	¿El proyecto de las viviendas brinda oportunidad de mantener la fauna de la región? (pájaros)	X
6 Categoría: Disposición de residuos sólidos		
Residuos de construcción		
6.01	¿Se tuvo un manejo adecuado de los residuos de construcción (escombros, en caso que hubiera existido)?	X
6.02	¿Estaba contaminado el suelo en el área en que se construyó la vivienda?	X
6.03	¿Se minimizó la mezcla de materiales para reducir la generación de residuos?	X
6.04	¿Los materiales utilizados en la vivienda generan poco desperdicio?	X
Residuos de la vivienda		
6.05	¿El gobierno de la ciudad aplica la separación de residuos orgánicos e inorgánicos en el área de ubicación de la vivienda?	X
6.06	¿El usuario de la vivienda realiza la separación de residuos orgánicos e inorgánicos?	NA
6.07	¿El usuario de la vivienda realiza reciclajes adicionales al anterior, envases PET, cartón, periódico, aluminio y cristal?	NA
7 Categoría: Sentido de pertenencia y costumbres regionales		
Ubicación de la vivienda		
7.01	¿Se cuenta con estudio de impacto ambiental del área en el que se construyó la vivienda?	X
7.02	¿Se evitó la molestia de polvo y ruido a las viviendas vecinas a la construcción, como parte del respeto a las familias de la zona?	X
7.03	¿La vivienda se encuentra a una distancia entre 0.5 y 1.5 km de la mancha urbana o bien entre 15 y 30 min del centro de la ciudad?	X
7.04	¿La vivienda se integra a su entorno?	X
7.05	¿Se preserva la intimidad de los habitantes?	X
7.06	¿Favorece el proyecto la instauración de la integración social?	X
7.07	¿Existe impacto social por la construcción de las viviendas?	X
7.08	¿Cuenta la vivienda con vegetación alrededor de su lote?	NA
7.09	¿Existen servicios de proximidad en el entorno inmediato?	X
Participación del usuario		
7.10	¿Participó en el diseño algún posible habitante?	X
7.11	¿Al realizar el diseño de la vivienda se tomaron en cuenta opiniones de distintos grupos e instituciones para aprovechar conocimientos y experiencia?	X
7.12	¿El usuario tuvo oportunidad de opinar en cuanto a considerar ampliaciones futuras en el diseño de la vivienda?	X
7.13	¿Se entregó un manual al usuario sobre el mantenimiento preventivo que requiere la vivienda y sus instalaciones?	
7.14	¿Se explicaron al usuario la importancia del uso de eco-tecnologías?	X
7.15	¿Se explicaron al usuario las oportunidades de cambio de sus electrodomésticos o compra de ellos con sello FIDE que garanticen un ahorro de energía?	X
7.16	¿Es fácil dar mantenimiento a la vivienda?	X

De los resultados obtenidos en cada categoría se puede concluir que:

- Se tomó en cuenta el clima del sitio, cumpliendo con los criterios de diseño bioclimático de acuerdo con la región.
- Se hizo una buena elección de materiales de construcción con inercia térmica, de acuerdo con los requerimientos de la zona climática.
- Se contemplan estrategias para una buena iluminación y ventilación natural, así como instalaciones eléctricas eficientes en el proyecto
- El agua es un bien valioso para la comunidad, por esta razón el proyecto contempla ecotecnia como el sanitario seco, recolección de agua de lluvia y separación de aguas grises y jabonosas, y muebles de uso eficiente.
- El material principal del sistema constructivo propuesto es la tierra, elemento que se puede reciclar fácilmente, se puede obtener en el mismo terreno de la construcción producto de las excavaciones y que no afecta la salud de las personas.
- En la construcción se contempla afectar lo menos posible el terreno y la vegetación existente, pudiendo incluso aprovecharla para sombrear la vivienda.
- El sistema constructivo al ser prefabricado y principalmente de tierra reduce los residuos y desperdicios.
- El diseño de la vivienda toma en cuenta la participación de los habitantes en diferentes etapas de la concepción y la construcción, para que puedan adaptarla de acuerdo con las necesidades y forma de habitar de cada familia.

En conclusión, el modelo de VE propuesto sobrepasa el puntaje mínimo de 60 puntos para ser considerada una vivienda sustentable con un resultado de 77 puntos. Esto se debe a que desde la conceptualización del diseño se busca cumplir las condiciones de habitabilidad para que la VE pueda convertirse en la vivienda permanente de sus ocupantes, ofreciendo un confort en el interior por medio de ventilación natural, inercia térmica en muros y techos; garantizando la

privacidad, seguridad y salud; utilizando materiales y sistemas constructivos locales y fomentando la participación de la comunidad en las diferentes etapas del proyecto.

Es posible construir viviendas post desastre sustentables tomando en cuenta las condiciones climáticas del lugar, los bienes naturales disponibles, la cultura y forma de habitar de la comunidad. Cambiar hacia practicas sustentables es importante sobre todo en la industria de la construcción, ya que se emiten gases de efecto invernadero en la producción y transporte de materiales, hay gran consumo de los recursos naturales y pérdida de biodiversidad.

4.3. Evaluación de habitabilidad de la VE

Para realizar la evaluación de habitabilidad por medio de un juicio de expertos se diseñaron dos laminas (Figura 82y Figura 83) con la información del proyecto de VE-CBY y se enviaron a ocho personas con experiencia en arquitectura social para que respondieran un cuestionario con su opinión sobre la propuesta.

CASA "CAYU BEÑE YOO"
 Del zapoteco Cabele de todo la casa con ayuda de los vecinos (tequio)

UBICACION
 Entre de Tabasco

CONCEPTO

ELEMENTOS PREFABRICADOS DE BAJAREQUE

ESTRATEGIAS DE DISEÑO BIOCLIMATICO

ANÁLISIS DE COSTOS

INSTITUTO POLITÉCNICO NACIONAL - MEXICO

Figura 82. Lamina 1 VE-CBY para juicio de expertos. Fuente: elaboración propia.

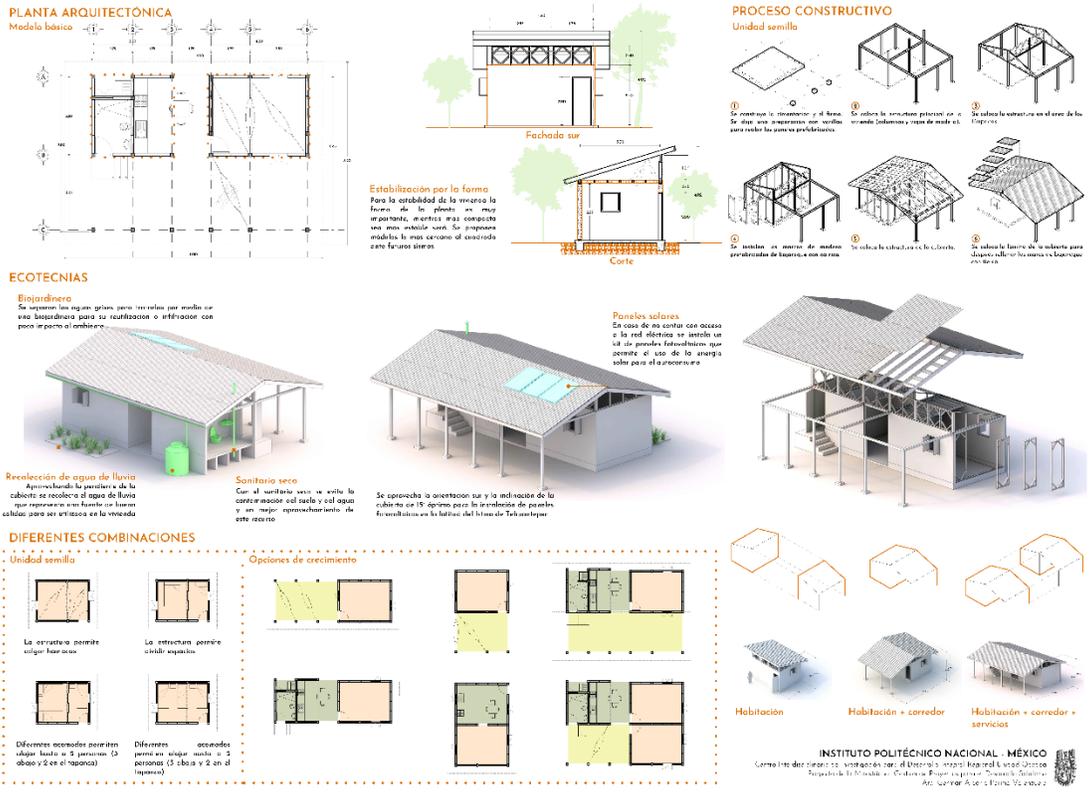


Figura 83. Lamina 2 VE-CBY para juicio de expertos. Fuente: elaboración propia.

4.4. Evaluación del proceso de intervención con indicadores de economía solidaria

Referencias

- Aguilar Contreras, J. J. (2019). Herramienta constructiva didáctica para proyectar viviendas post desastre en zonas rurales de México mediante producción social. Facultad de Ingeniería, Universidad Autónoma de Querétaro.
- Audefroy, J. (2009). Vivienda y ayuda humanitaria. Los antecedentes de las acciones frente a los desastres. *Trace. Travaux et recherches dans les Amériques du Centre*.
- Barkin, L., & Lemus, B. (2011). La Economía Ecológica y Solidaria: Una propuesta frente a nuestra crisis. *Sustentabilidades*, 1-15.
- Berger, J., & Mohr, J. (2009). *Otra manera de contar*. Barcelona: Gustavo Gili.
- Brundtland. (20 de marzo de 1987). *Our Common Future*. Oxford University Press. Recuperado el 15 de abril de 2020, de <http://www.un-documents.net/our-common-future.pdf>
- Carazas, W. (2002). *Guía de construcción parasísmica*. Villefontaine Cedex, Francia: CRAterre.
- CIGIDEN, W., Wagemann, F., CITRID, G., & Tapia, Z. (2018). *Habitabilidad Transitoria en Desastres en Chile: Experiencia en el período 2014-2017*. Santiago.
- CONAVI (Comisión Nacional de Vivienda). (2019). *Criterios técnicos para una vivienda adecuada*. Ciudad de México.
- CONEVAL (Consejo Nacional de Evaluación de la Política de Desarrollo Social. (2019). *Metodología para la evaluación multidimensional de la pobreza en México*. Ciudad de México.
- El proyecto Esfera. (2011). *Carta humanitaria y normas mínimas para la respuesta humanitaria*. Belmont press: Practical Action Publishing.
- Federación Internacional de Sociedades de la Cruz Roja y de la Media Luna Roja. (2008). *Guía para la elaboración de planes de respuesta a desastres y contingencia*. Ginebra.

- Fernandez, R., & Hermansen, P. (2009). Aproximaciones metodologicas para una sociologia visual a partir del estudio de practicas de memoria colectiva en el espacio publico de la ciudad de Santiago de Chile. *Espacio abierto*, 445-460.
- Fuentes Freixanet, V. (2002). Metodología de diseño bioclimático. El análisis climatico. Universidad Autonoma Metropolitana.
- Fuentes Freixanet, V. A. (2009). Modelo de analisis climatico y definicion de estrategias de diseño biolimatico para diferentes regiones de la Republica Mexicana. Unidad Azcapotzalco, Mexico: Universidad Autonoma Metropolitana.
- Gonzalez, J. (2017). La arquitectura sin arquitectos, algunas reflexiones sobre arquitectura vernacula. *AUS (Arquitectura, Urbanismo y Sustentabilidad)*, 12-15.
- Gordillo, F. (2004). Hábitat transitorio y vivienda para emergencias. *Tabula Rasa*, 145-166.
- Guerrero, L. F. (2017). Pasado y porvenir de la costruccion con tierra. *Gremium*, 69-80.
- Habraken, N. J. (1979). *El diseño de soportes*.
- Hastings, I., & Guerrero Baca, L. F. (2020). Transferenca de técnicas sostenibles de conservación para la construccion de viviendas de adobe en Ixtepec, Oaxaca Mexico. *Journal of traditional building, Architecture and urbanism*, 474-484.
- Hermansen, P., & Fernández, R. (2016). Performatividad y disputa digitalmente aumentada en el Espacio Publico de Santiago de Chile: Fotoetnografía y análisis de la Marcha del Orgullo Gay. *nternational Journal of Marketing, Communication and new Media, Special Number*, 79-96.
- Instituto Nacional de Pueblos Indigenas. (s.f.). *Etnografia del pueblo zapoteco del Istmo de Tehuantepec*. Recuperado el Abril de 2021, de

<https://www.gob.mx/inpi/articulos/etnografia-del-pueblo-zapoteco-del-istmo-de-tehuantepec-binniza>

Instituto de Tecnología de la Construcción de Cataluña (ITeC). (2003). Parametros de sostenibilidad. *Linea del Medio Ambiente y la Construcción*, 96.

Instituto Estatal de Protección Civil. (2010). *Actualización del Atlas de Riesgos del Estado de Oaxaca en los Fenómenos Geológicos e Hidrometeorológicos*. México D.F.

Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI). (2010). *Censo Nacional de Población*. México.

Instituto Nacional de Estadística y Geografía. (2015). *Censo nacional de población*. México.

Instituto Nacional de Pueblos Indígenas. (s.f.). *Etnografía del pueblo zapoteco del Istmo de Tehuantepec*. Recuperado el Abril de 2021, de <https://www.gob.mx/inpi/articulos/etnografia-del-pueblo-zapoteco-del-istmo-de-tehuantepec-binniza>

International Council on Monuments and Sites. (1999). *Carta del patrimonio vernáculo construido*. México.

Livingston, R. (2002). *Arquitectos de familia. El método. Arquitectos de la comunidad*.

Lopez , O. (2012). *La evolución de la vivienda vernácula*. Distrito Federal: Universidad Autónoma de Guerrero.

Martí, J. (2000). La investigación acción participativa, Estructura y fases. *La investigación social participativa. Construyendo ciudadanía* , 73-117.

Minke, G. (2001). *Manual de construcción de viviendas antisísmicas de tierra*. Kassel, Alemania: Universidad de Kassel.

Monzón, J. L. (2006). Economía Social y conceptos afines: fronteras borrosas y ambigüedades conceptuales del Tercer Sector. *CIRIEC-España, revista de economía pública, social y cooperativa*, 9-24.

- Mori, M. d. (2008). Una propuesta metodológica para la intervención comunitaria. *Liberabit. Revista de Psicología*, 81-90.
- ONU-Hábitat (Programa de las Naciones Unidas para los Asentamientos Humanos). (2018). *Vivienda y ODS en México*. ISBN: 978-92-1-132831-8.
- Ortiz Flores, E. (2011). Producción social de vivienda y hábitat: bases conceptuales para una política pública. En *El camino posible. Producción social del hábitat en America Latina* (págs. 13-40). Cochabamba: Trilce.
- Pelli, V., Lungo, M., Romero, G., & Bolívar, T. (1994). Reflexiones sobre la autoconstrucción del hábitat popular en América Latina. *América La-tina: Programa Red Cyted XIV-B*.
- Pink, S. (2006). *Doing Visual Ethnography*. Londres: SAGE Publications.
- Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD). (2015). *Guía operativa. Hacia la construcción de municipios resilientes: recuperación post desastres*. San Salvador, El Salvador.
- Programa de las Naciones Unidas para los Asentamientos Humanos (ONU-Habitat). (2019). *Guía metodológica. Estrategia municipal de gestión integral de riesgos de desastres. Un paso a paso desde la identificación ed riesgos hasta la reconstrucción*. México.
- Rodriguez Velazquez, D. (2014). El derecho a la vivienda y fallidas estrategias post desastre en México. *Bulletin de l'Institut français d'études andines*, 483-506.
- Romero, G., Mesías, R., Enet, M., Oliveras, R., García, L., Coipel, M., & Osorio, D. (2004). *La participación en el diseño urbano y arquitectónico en la producción social del hábitat*. México.
- Santiago, T. (1998). Análisis, conservación y rescate de las viviendas típicas de la población de Asunción Ixtaltepec. Juchitan, Oaxaca, México.
- Santos, B. d., & Rodriguez, C. (2011). Para ampliar el canon de producción. *Otra economía*, 8-13.

Secretaría de Desarrollo Agrario Territorial y Urbano (SEDATU). (2017). *Código de edificación de vivienda*. México.

SEDATU (Secretaría de Desarrollo Agrario, Territorial y Urbano). (2013). *Atlas de riesgos del municipio de Ciudad Ixtepec, Oaxaca*.

SEDATU (Secretaría de Desarrollo Agrario, Territorial y Urbano). (15 de abril de 2017). *Censo de viviendas dañadas por los sismos del mes de septiembre de 2017*. Obtenido de <http://transparencia.sedatu.gob.mx/>

Servicio Geológico Mexicano. (s.f.). *SISMOS: Causas, características e impactos*. Recuperado el 3 de Junio de 2020, de <https://www.gob.mx/sgm/articulos/sismos-causas-caracteristicas-e-impactos?idiom=es>

Servicio Sismológico Nacional. (s.f.). *Servicio Sismológico Nacional México*. Recuperado el 3 de Junio de 2020, de <http://www.ssn.unam.mx/divulgacion/preguntas/#que-es-un-sismo>

SGM (Servicio Geológico Mexicano). (20 de abril de 2019). *Sismología de México*. Obtenido de <https://www.sgm.gob.mx/Web/MuseoVirtual/Riesgosgeologicos/>

Shelter center. (2012). *Transitional Center Guidelines*. Ginebra, Suiza.

UNISDR (Oficina de las Naciones Unidas para la Reducción del Riesgo de Desastres). (2015). *Marco de Sendai para la Reducción del Riesgo de Desastres 2015-2030*.

Anexos

Anexo 1. Cuestionario de viviendas de emergencia



INSTITUTO POLITECNICO NACIONAL
CIIDIR Unidad Oaxaca



Cuestionario de viviendas de emergencia

Objetivo: Conocer las características físicas de la VE construida en el Istmo de Tehuantepec y la percepción de la gente después de los sismos de 2017.

1. DATOS GENERALES

Nombre: _____
 Edad: _____ Sexo: _____
 Nivel educativo: _____ Profesión u oficio: _____
 Ubicación de la casa: _____
 Nivel de ingresos: _____ Tiempo de habitar la VE: _____

2. COMPOSICIÓN DE LA FAMILIA QUE HABITA

	Número	Edad	Parentesco
Hombre			
Mujer			
Niños			
Adolescentes			
Adulto mayor			
Discapacitados			
Mascotas/animales			

3. CARACTERÍSTICAS DE LA VE

Superficie en m² _____ Tipo de propiedad: Propia Rentada
 Servicios: Agua Drenaje Electricidad Otros _____

Espacios:

Habitaciones Cocina Baños
 Sala Comedor Otros

MATERIALES

Muros: _____ Pisos: _____

Cubierta: _____ Estructura: _____

ACABADOS

Interiores: _____

Exteriores: _____

¿Cuenta con alguna ecotecnia?

Sanitario seco Recolección de agua de lluvia Celdas solares Biofiltro

Calentador solar Biodigestor Otro _____

¿Almacena agua? Si No

¿Cómo? Tinaco Pileta Cisterna Otro _____

¿La VE es de fácil acceso para discapacitados? Si No

¿Por qué? _____

¿La VE ha presentado fallas o daños después de sismos posteriores? Si No

¿Cuáles? _____

¿Cómo cocina los alimentos? _____

Leña Carbón Gas Otro _____

4. ASPECTOS PSICOSOCIALES Y DE CONFORT

¿Se siente en confort térmico en el interior de la VE?

Si No Más o menos

¿Por qué? _____

¿Considera que hay mucho ruido en el interior de la VE?

Si No Más o menos

¿Por qué? _____

¿Considera que hay buena iluminación natural en el interior de la VE?

Si No Más o menos

¿Por qué? _____

¿Se siente seguro dentro de la VE?

Si No Mas o menos

¿Por qué? _____

¿La VE puede crecer?

Si No

¿Tiene planos de la VE?

Si No

¿Qué uso le da a la VE? _____

¿Qué hace con la basura?

Recicla Camión recolector Composta Otro

¿Le gusta la VE?

Si No Más o menos

¿Por qué? _____

¿Si pudiera cambiar algo de la VE que sería?

¿Habitar la VE ha cambiado la forma como vivía anteriormente?

Si No

¿Cómo? _____

¿De qué manera le afectaron los sismos del 2017? _____

5. PARTICIPACIÓN

¿Participó en alguna etapa del proyecto de la VE?

Si No

Diseño Construcción Otro _____

¿Aprendió algo de esa experiencia?

Si No

¿Quién diseñó y construyó la VE? _____

¿Usted aportó económicamente para la construcción?

Si No

¿Cuánto? _____

¿Recibió apoyo económico?

Si No

¿De quién? _____

¿Le gustaría participar en la construcción o mejoramiento de su vivienda?

Si No

¿Qué días prefiere para esta actividad?

Lunes a viernes Sábados Domingos

¿Cuántas horas puede dedicar a la semana?

2 4 6 8

¿Apoyaría a sus vecinos o familiares en la construcción de su vivienda?

Si No

¿Conoce el sistema constructivo de bajareque?

Si No

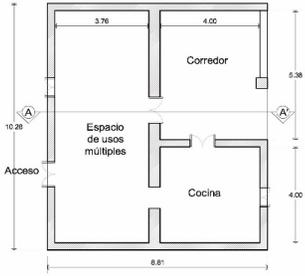
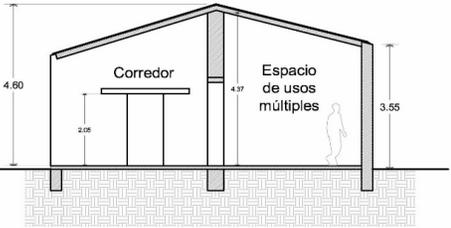
¿Estaría dispuesto a construir con tierra?

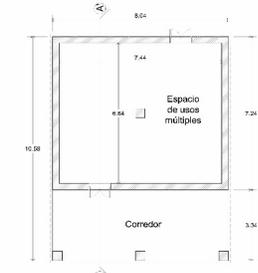
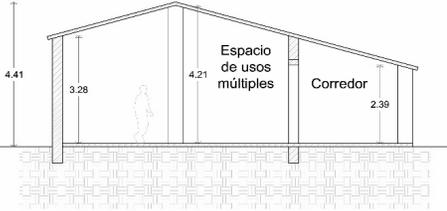
Si No

¿Estaría dispuesto a capacitarse en el sistema constructivo?

Si No

Anexo 2. Fichas de análisis de viviendas tradicionales

FICHA TECNICA DE VIVIENDA	VT 1 Calle Calvario
	<p>ASPECTOS FORMALES</p> <ul style="list-style-type: none"> •La vivienda cuenta con un corredor en la parte de atrás de la casa que da al terreno. •La vivienda está ubicada en la mitad del terreno en la colindancia con la calle. •Tiene una planta de forma rectangular con tres espacios bien definidos. •La vivienda conserva la cubierta a dos aguas con estructura de madera y teja. •La vivienda tiene una altura de casi 5 metros. •Los muros son de ladrillo doble, de 45 cm de espesor. •Sobre los vanos de puertas y ventanas se utilizan dinteles de madera. •Se conservan las puertas y ventanas tradicionales de madera abatibles.
 <p>PLANTA ARQUITECTÓNICA</p>	<p>ASPECTOS FUNCIONALES</p> <ul style="list-style-type: none"> •La fachada oeste tiene el acceso principal que conecta la calle con el espacio de usos múltiples, por la noche se cuelgan las hamacas y en el día funciona como estancia. •Desde el corredor se puede acceder a la habitación o al espacio de usos múltiples. •Tiene poca iluminación natural durante el día porque solo tiene dos ventanas pequeñas en comparación con el tamaño de los muros.
 <p>CORTE TRANSVERSAL A-A'</p>	<p>ADAPTACION AL MEDIO</p> <ul style="list-style-type: none"> •El espesor de los muros y la altura de la cubierta ayudan a tener una temperatura en confort. •Aunque hay pocas aberturas, estas están encontradas, facilitando la ventilación cruzada. •Hay poca exposición a los rayos directos del sol al interior, de esta manera se evita un sobrecalentamiento.

FICHA TECNICA DE VIVIENDA TRADICIONAL	VT 2 Calle Cuauhtemoc
	<p>ASPECTOS FORMALES</p> <ul style="list-style-type: none"> •La vivienda es de planta cuadrada y es de un solo espacio muy amplio con una columna en el centro que sostiene el peso de la cubierta. •La vivienda está separada de las colindancias. •La vivienda conserva la cubierta a dos aguas con estructura de madera y teja. •Tiene una altura de más de 4 metros de altura. •Los muros son de ladrillo doble, de 45 cm de espesor. •Sobre los vanos de puertas y ventanas se utilizan dinteles de madera. •Se conservan las puertas y ventanas tradicionales de madera abatibles.
 <p>PLANTA ARQUITECTÓNICA</p>	<p>ASPECTOS FUNCIONALES</p> <ul style="list-style-type: none"> •El acceso se encuentra en la fachada sur, que conecta el corredor con el interior. •Tiene poca iluminación natural durante el día porque solo tiene una ventana.
 <p>CORTE TRANSVERSAL A-A'</p>	<p>ADAPTACION AL MEDIO</p> <ul style="list-style-type: none"> •El espesor de los muros y la altura de la cubierta ayudan a tener una temperatura en confort. •Aunque hay pocas aberturas, estas están encontradas, facilitando la ventilación cruzada. •Hay poca exposición a los rayos directos del sol al interior, de esta manera se evita un sobrecalentamiento.

FICHA TECNICA DE VIVIENDA

VT 3 Avenida 16 de septiembre

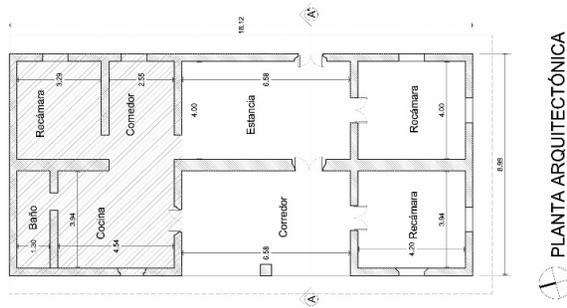


ASPECTOS FORMALES

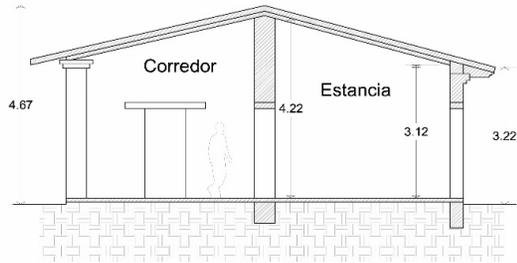
- La vivienda es de planta rectangular.
- La parte sombreada en la planta arquitectónica son los espacios que se han agregado a la vivienda original que tenía una planta tradicional, tres espacios y un corredor.
- La vivienda se encuentra en la esquina del terreno pegada a las colindancias.
- La vivienda conserva la cubierta a dos aguas pero con estructura de metal y cubierta de lámina.
- Tiene una altura de más de 4 metros de altura.
- Los muros son de ladrillo doble, de 45 cm de espesor.
- Sobre los vanos de puertas y ventanas se utilizan dinteles de madera.

ASPECTOS FUNCIONALES

- El acceso se encuentra en la fachada este, que conecta el corredor con el interior.
- Se han agregado espacios nuevos de acuerdo con la forma de vida de la familia, cocina, baño y comedor.
- Es una casa muy grande en comparación con las viviendas tradicionales, cuenta con tres recamaras, comedor, estancia, cocina, baño y corredor.
- Se conserva el corredor en la fachada oeste, conecta la vivienda con el terreno donde hay un jardín.



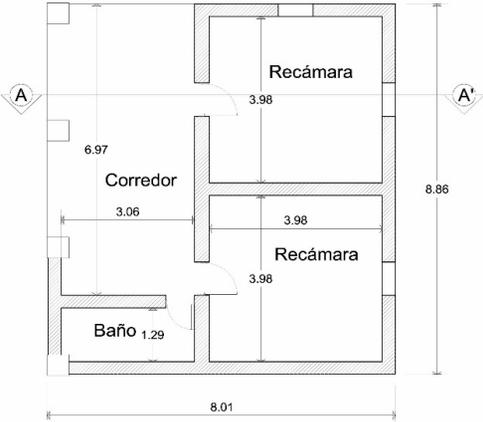
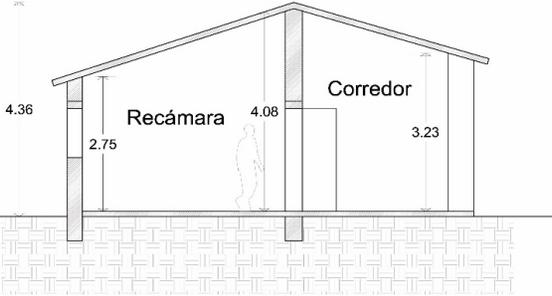
PLANTA ARQUITECTÓNICA



CORTE TRANSVERSAL A-A'

ADAPTACION AL MEDIO

- El espesor de los muros y la altura de la cubierta ayudan a tener una temperatura en confort.
- El corredor ayuda a mantener fresca la fachada oeste.
- El material de la cubierta se cambió a lamina por las experiencias de los sismos de 2017 cuando se cayeron tejas lastimando a las personas.

FICHA TECNICA DE VIVIENDA	VT 4 Calle Valerio Trujano
	<p>ASPECTOS FORMALES</p> <ul style="list-style-type: none"> • La vivienda es de planta casi cuadrada. • La vivienda está emplazada en la orilla del terreno en la colindancia con la calle. • La vivienda conserva la planta tradicional de dos espacios y un corredor, pero se ha agregado el baño. • La vivienda conserva la cubierta a dos aguas con estructura de madera y teja. • La vivienda tiene una altura de más de 4 metros de altura. • Los muros son de ladrillo doble, de 45 cm de espesor. • Sobre los vanos de puertas y ventanas se utilizan dinteles de madera. • Se conservan las puertas y ventanas tradicionales de madera abatibles.
<p> PLANTA ARQUITECTÓNICA</p>	<p>ASPECTOS FUNCIONALES</p> <ul style="list-style-type: none"> • El corredor está orientado al oeste, desde ahí se accede a las recamaras y al baño. • Tiene poca iluminación natural durante el día porque solo tiene dos ventanas pequeñas en comparación con el tamaño de los muros.
 <p>CORTE TRANSVERSAL A-A'</p>	<p>ADAPTACION AL MEDIO</p> <ul style="list-style-type: none"> • El espesor de los muros y la altura de la cubierta ayudan a tener una temperatura en confort. • Hay poca exposición a los rayos directos del sol al interior, de esta manera se evita un sobrecalentamiento. • La cubierta del corredor sombrea los muros del oeste, esto ayuda a tener una mejor temperatura en el interior.

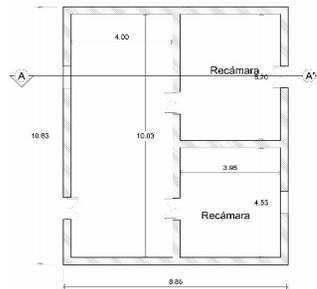
FICHA TECNICA DE VIVIENDA

VT 5 Avenida Guadalupe Victoria



ASPECTOS FORMALES

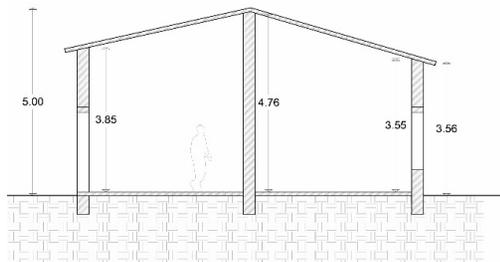
- La vivienda es de planta rectangular.
- La vivienda está emplazada en la orilla del terreno en la colindancia con la calle.
- Se observa que la vivienda conserva la planta tradicional pero el corredor se ha cerrado para convertirlo en una recámara más.
- La vivienda conserva la cubierta a dos aguas con estructura de madera y teja.
- La vivienda tiene una altura de casi 5 metros en el interior.
- Los muros son de ladrillo doble, de 45 cm de espesor.
- Sobre los vanos de puertas y ventanas se utilizan dinteles de madera.
- Se conservan las puertas y ventanas tradicionales de madera abatibles.



PLANTA ARQUITECTÓNICA

ASPECTOS FUNCIONALES

- Se accede directamente desde la calle en la fachada oeste, hay otra puerta en la fachada este que comunica con el patio.
- Tiene poca iluminación natural durante el día porque solo tiene dos ventanas.



CORTE TRANSVERSAL A-A'

ADAPTACION AL MEDIO

- El espesor de los muros y la altura de la cubierta ayudan a tener una temperatura en confort.
- Hay poca exposición a los rayos directos del sol al interior, de esta manera se evita un sobrecalentamiento.
- Hay solo dos ventanas, pero junto con las puertas permiten la ventilación cruzada en toda la vivienda.

Anexo 3. Fichas de identificación de viviendas de emergencia



Ficha de identificación de Vivienda de emergencia

Proyecto: Propuesta de modelo de vivienda sustentable de emergencia
para la región del Istmo de Tehuantepec, Oaxaca.



Ficha: **VE 1**

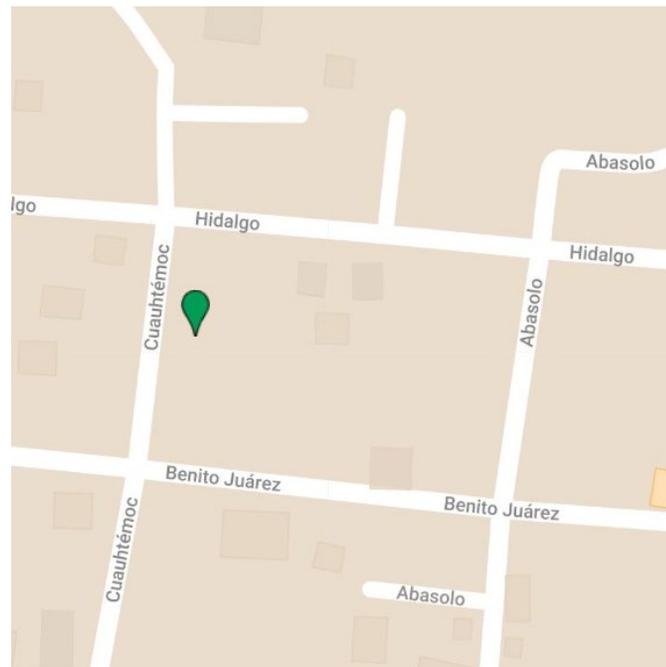
Ubicación			
Estado:	Oaxaca	Municipio:	Ciudad Ixtepec
Ciudad:	Ciudad Ixtepec		
Calle:	Cauhtémoc	Numero:	S/n
Colonia:	Primera sección		

CARACTERÍSTICAS DE LA VIVIENDA			
Superficie en m ²	18	Tipo de propiedad:	Propia <input checked="" type="checkbox"/> Rentada <input type="checkbox"/> Terreno m ² 450
Forma de la vivienda	Rectangular		
Servicios:	Agua <input type="checkbox"/> Drenaje <input type="checkbox"/> Electricidad <input checked="" type="checkbox"/> Otros <input type="checkbox"/>		
Distribución:			
Habitaciones		Cocina	
Sala		Comedor	
		Baños	
		Otros	1 solo espacio
¿Se le ha hecho alguna modificación?	No		
No. de ventanas	2	No. de puertas ext.	1
		No. de puertas int.	0
Altura máxima interior	2.08 m		

	MATERIALES	ESTADO DE CONSERVACIÓN			
		B	R	M	P
Estructura	Polines y barrotes de madera	X			
Pisos	Madera		X		
Acabados	Aparentes	X			
Muros	Paneles de Yeso	X			
Cubierta	Lamina de teja de fibrocemento	X			

B= Bueno R= Regular M= Malo P= Peligroso

LOCALIZACIÓN



FACHADA PRINCIPAL



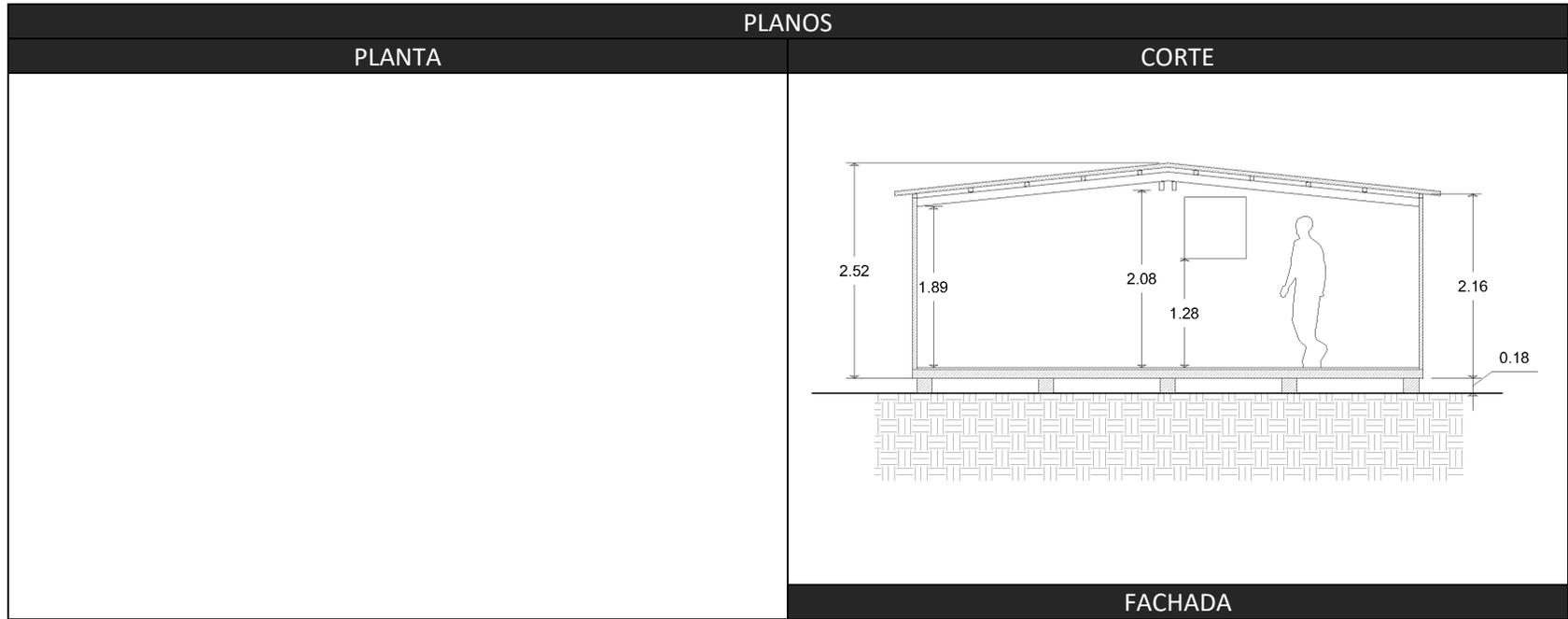
OBSERVACIONES:

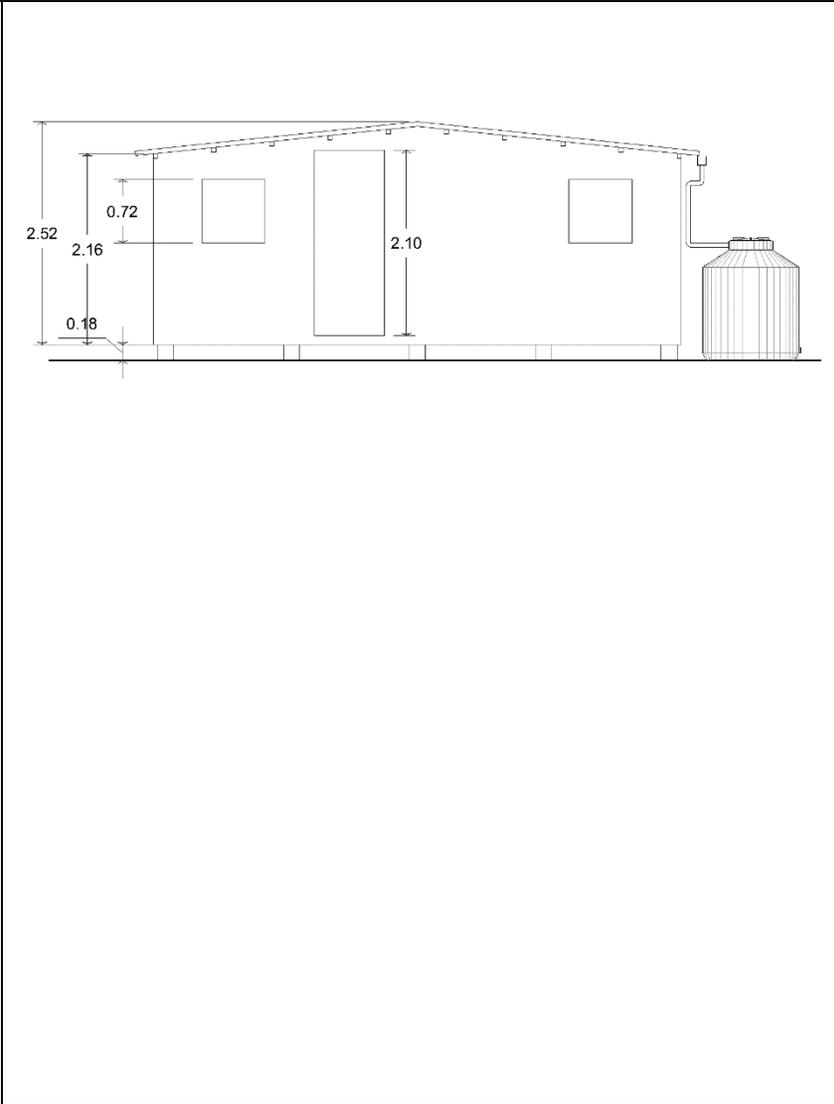
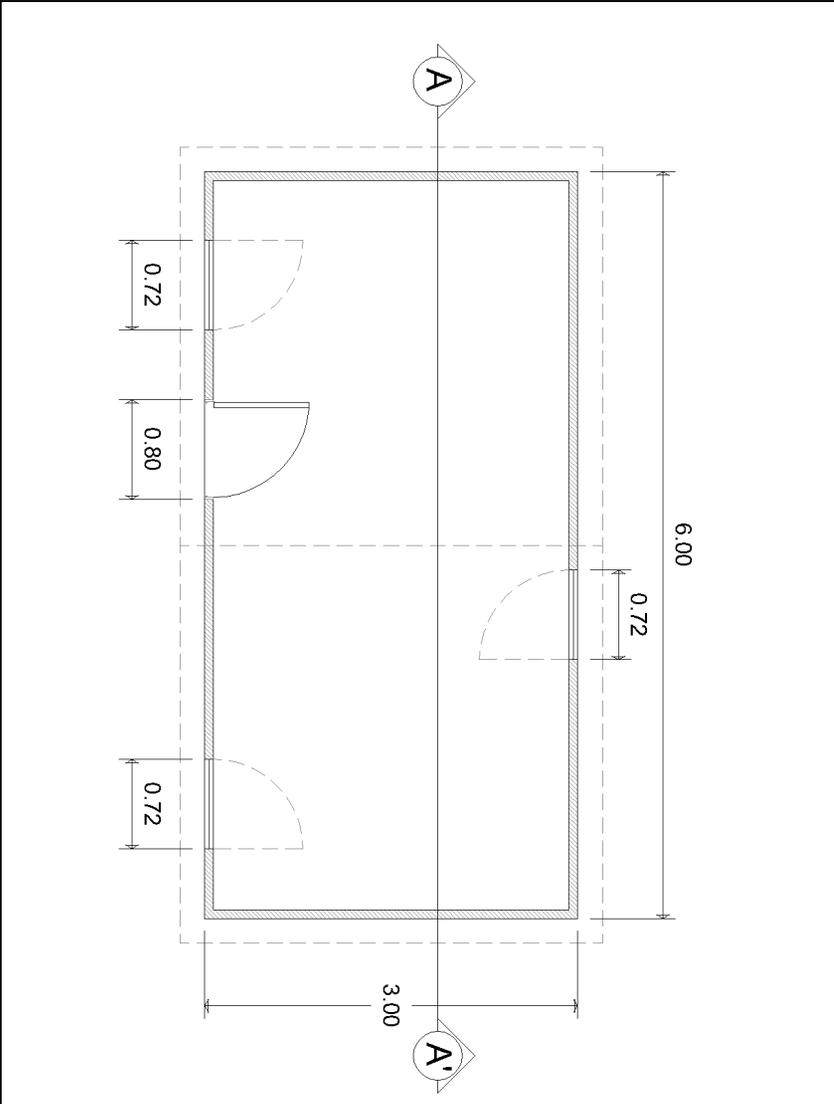
Hace mucho calor y frio, las personas solo entran para dormir. También se escucha mucho el ruido de la lluvia y del viento.

En la construcción de la vivienda los habitantes participaron ofreciendo comida a los voluntarios.

La vivienda parece que se ha desnivelado con el tiempo. Hay un par de escalones para entrar a la casa, esto la hace de difícil acceso para

personas con alguna discapacidad para caminar.





ELEMENTOS ARQUITECTONICOS

ESTRUCTURA

MUROS



PISOS

CUBIERTA

ELEMENTOS ARQUITECTONICOS (VANOS)

VENTANAS



PUERTAS

DETALLES

EXTERIOR



INTERIOR





Ficha de identificación de Vivienda de emergencia
Proyecto: Propuesta de modelo de vivienda sustentable de emergencia
para la región del Istmo de Tehuantepec, Oaxaca.



Ficha: VE 2

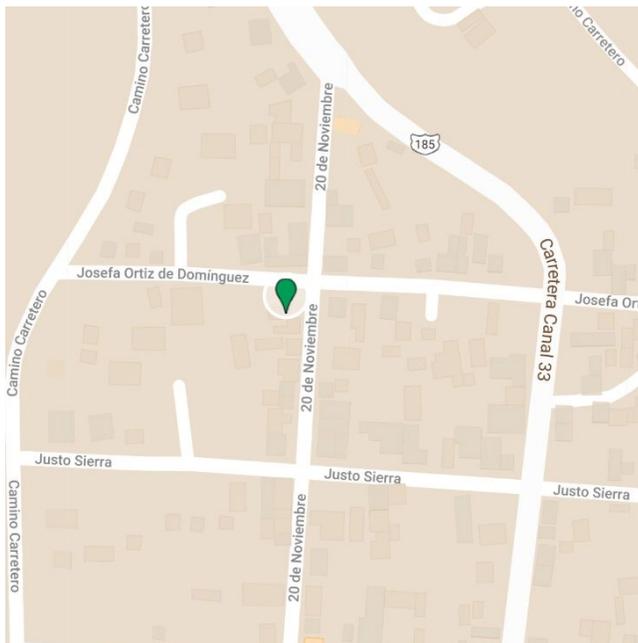
Ubicación			
Estado:	Oaxaca	Municipio:	Asunción Ixtaltepec
Ciudad:	Asunción Ixtaltepec		Numero:
Calle:	20 de noviembre		S/n
Colonia:	Santa Rita segunda sección		

CARACTERÍSTICAS DE LA VIVIENDA			
Superficie en m ²	Tipo de propiedad: Propia <input checked="" type="checkbox"/> Rentada <input type="checkbox"/>		Terreno m ² _____
Forma de la vivienda	Rectangular		
Servicios:	Agua <input checked="" type="checkbox"/>	Drenaje <input checked="" type="checkbox"/>	Electricidad <input checked="" type="checkbox"/> Otros <input type="checkbox"/> _____
Distribución:			
Habitaciones	<input type="text"/>	Cocina	<input type="text"/>
Sala	<input type="text"/>	Comedor	<input type="text"/>
Baños	<input type="text"/>	Otros	1 solo espacio
¿Se le ha hecho alguna modificación? Los dueños instalaron las ventanas y la electricidad			
No. de ventanas	<input type="text" value="2"/>	No. de puertas ext.	<input type="text" value="1"/>
No. de puertas int.	<input type="text"/>		
Altura máxima interior	<input type="text" value="2.73 m"/>		

	MATERIALES	ESTADO DE CONSERVACIÓN			
		B	R	M	P
Estructura	PTR metálico	X			
Pisos	Concreto	X			
Acabados	Aparente				
Muros	Lámina galvanizada	X			
Cubierta	Lámina galvanizada	X			

B= Bueno R= Regular M= Malo P= Peligroso

LOCALIZACIÓN



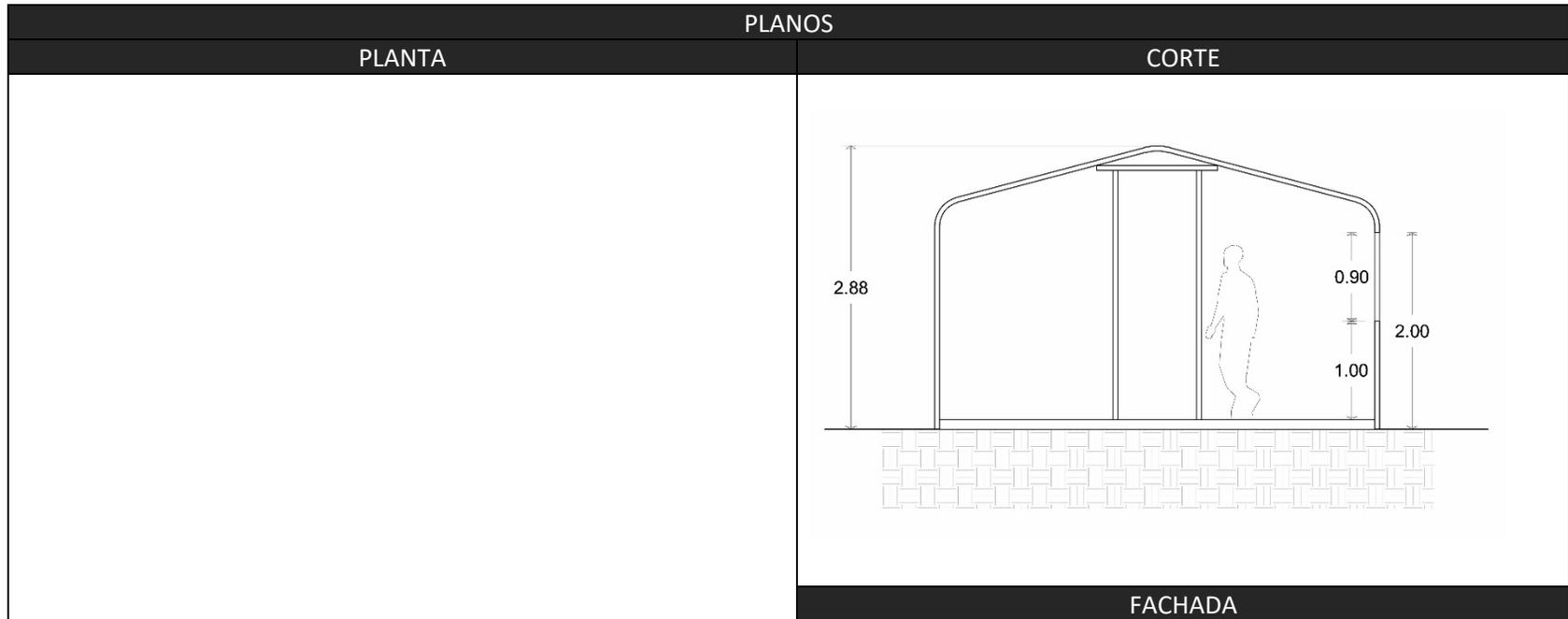
FACHADA PRINCIPAL

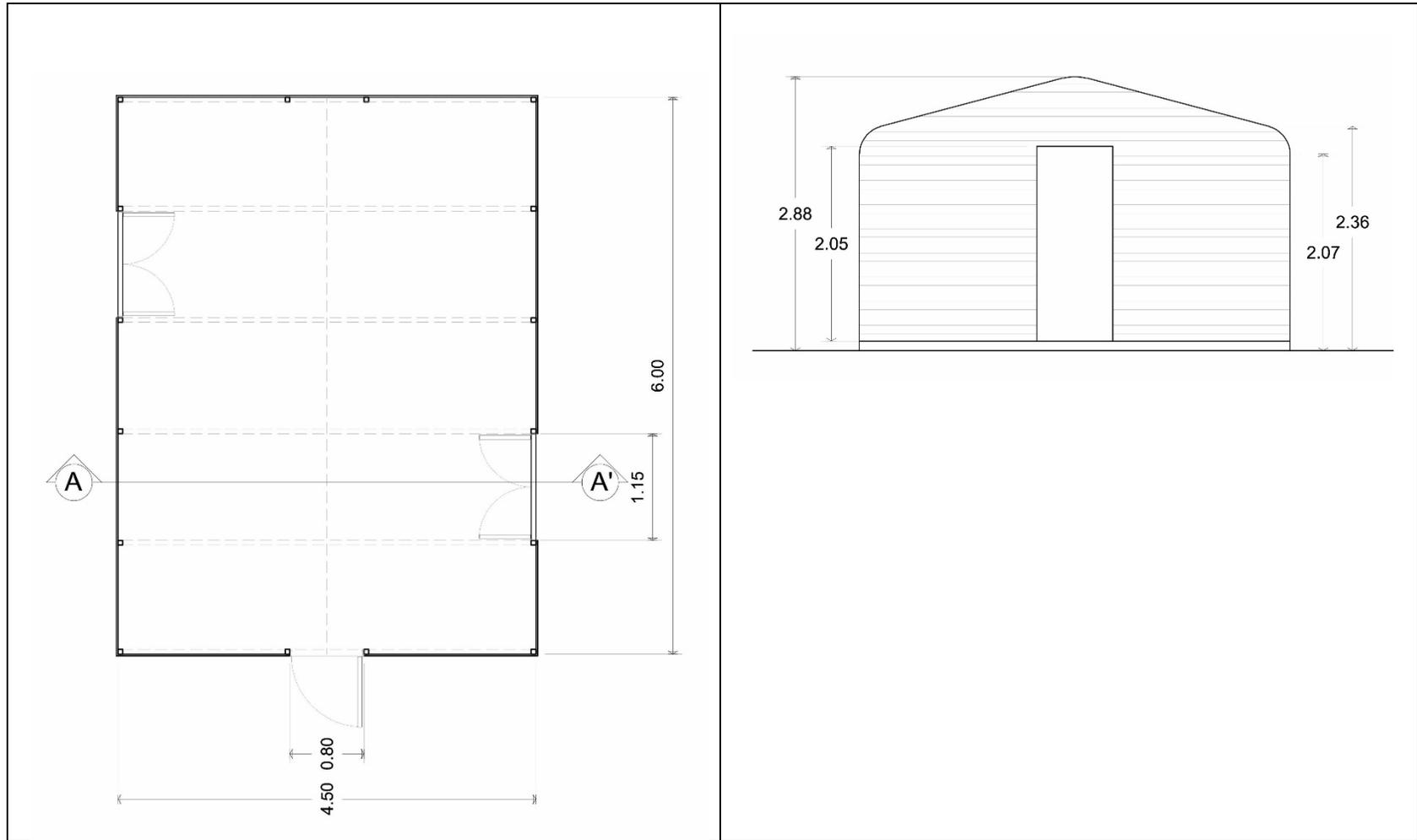


OBSERVACIONES:

Os habitantes sienten mucho frio por las noches y calor durante el día. Si pudieran cambiar algo de esta casa seria, elevar la cubierta para que fuera más alta y pondría madera en el techo como aislante. Se escucha mucho la lluvia por el material de los muros y cubierta.

En la construcción los dueños hicieron el piso de concreto y participaron ofreciendo comida a los voluntarios.





ELEMENTOS ARQUITECTONICOS	
ESTRUCTURA	MUROS



PISOS

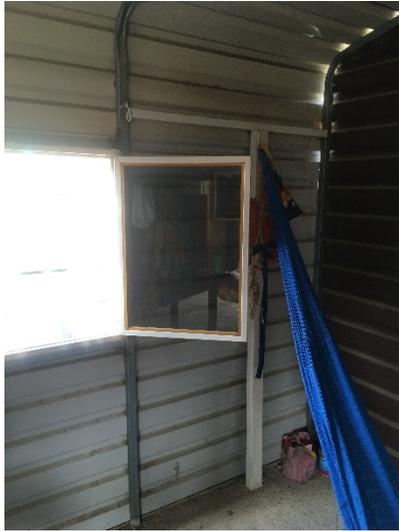


CUBIERTA

ELEMENTOS ARQUITECTONICOS (VANOS)

VENTANAS

PUERTAS

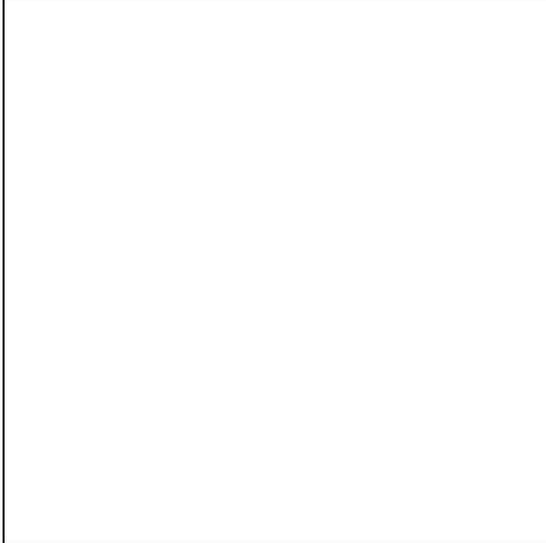


DETALLES

EXTERIOR



INTERIOR





Ficha de identificación de Vivienda de emergencia

Proyecto: Propuesta de modelo de vivienda sustentable de emergencia
para la región del Istmo de Tehuantepec, Oaxaca.



Ficha: **VE 3**

Ubicación			
Estado:	Oaxaca	Municipio:	Asunción Ixtaltepec
Ciudad:	Asunción Ixtaltepec		
Calle:	Nicolas Bravo entre Independencia y Jesús Rasgado		Numero: 18
Colonia:	Segunda sección		

CARACTERÍSTICAS DE LA VIVIENDA			
Superficie en m ²	19	Tipo de propiedad:	Propia <input checked="" type="checkbox"/> Rentada <input type="checkbox"/> Terreno m ² 300 aprox
Forma de la vivienda	Rectangular		
Servicios:	Agua <input checked="" type="checkbox"/> Drenaje <input checked="" type="checkbox"/> Electricidad <input checked="" type="checkbox"/> Otros <input type="checkbox"/>		
Distribución:			
Habitaciones	Cocina	Baños	
Sala	Comedor	Otros	1 solo espacio
¿Se le ha hecho alguna modificación?	Se agrego un pórtico		
No. de ventanas	1	No. de puertas ext.	1
No. de puertas int.			
Altura máxima interior	2.76 m		

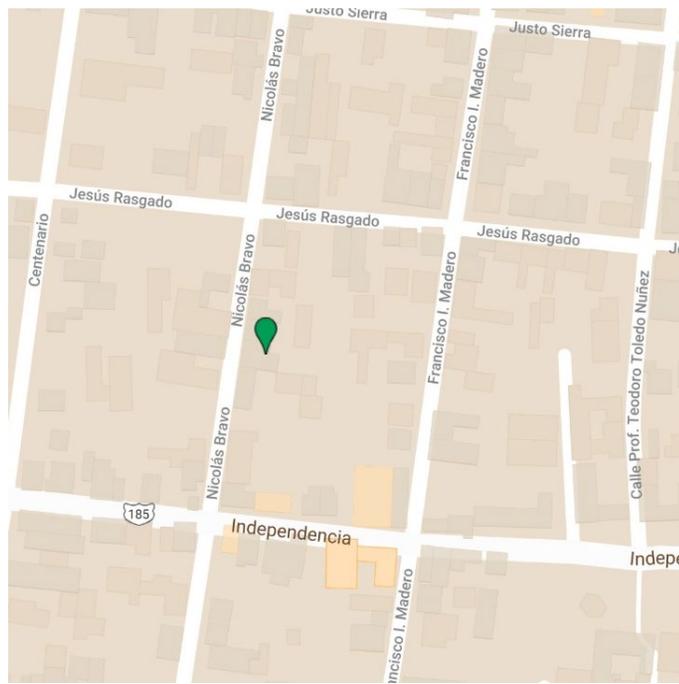
MATERIALES	ESTADO DE CONSERVACIÓN				
	B	R	M	P	
Estructura	Morillos y polines de madera	X			
Pisos	Concreto	X			
Acabados	Aparente		X		
Muros	Tabla		X		
Cubierta	Lámina galvanizada	X			

B= Bueno R= Regular M= Malo P= Peligroso

OBSERVACIONES:

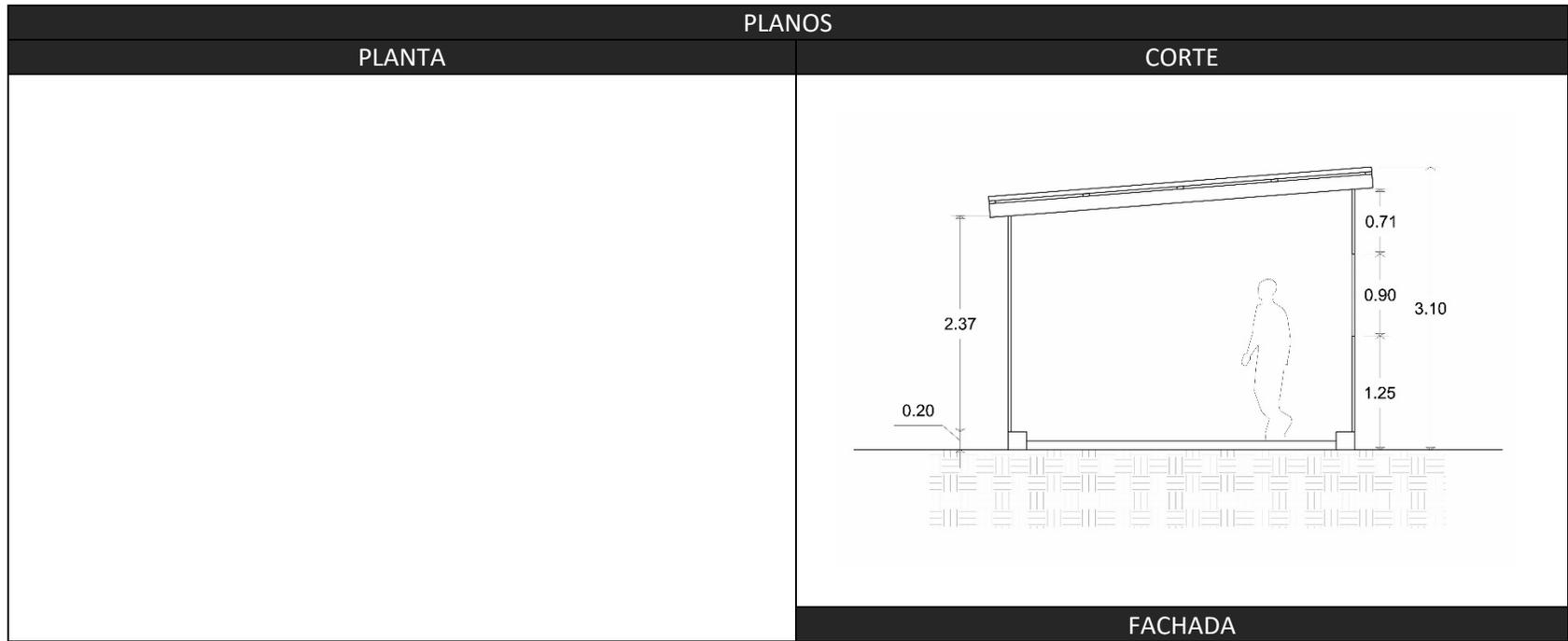
El dueño de la casa no esta en confort, prefiere dormir en el corredor de su antigua casa. Si pudiera cambiar algo seria poner un plafón para que pasara menos el calor de la cubierta, poner aire acondicionado y sellar todas las ranuras que hay entre las tablas de los muros. Un requisito ara que le construyeran la casa era que el primero hiciera el piso de concreto. Utiliza la vivienda para cocinar, comer y dormir cuando el clima lo permite. Guarda agua en un tinaco.

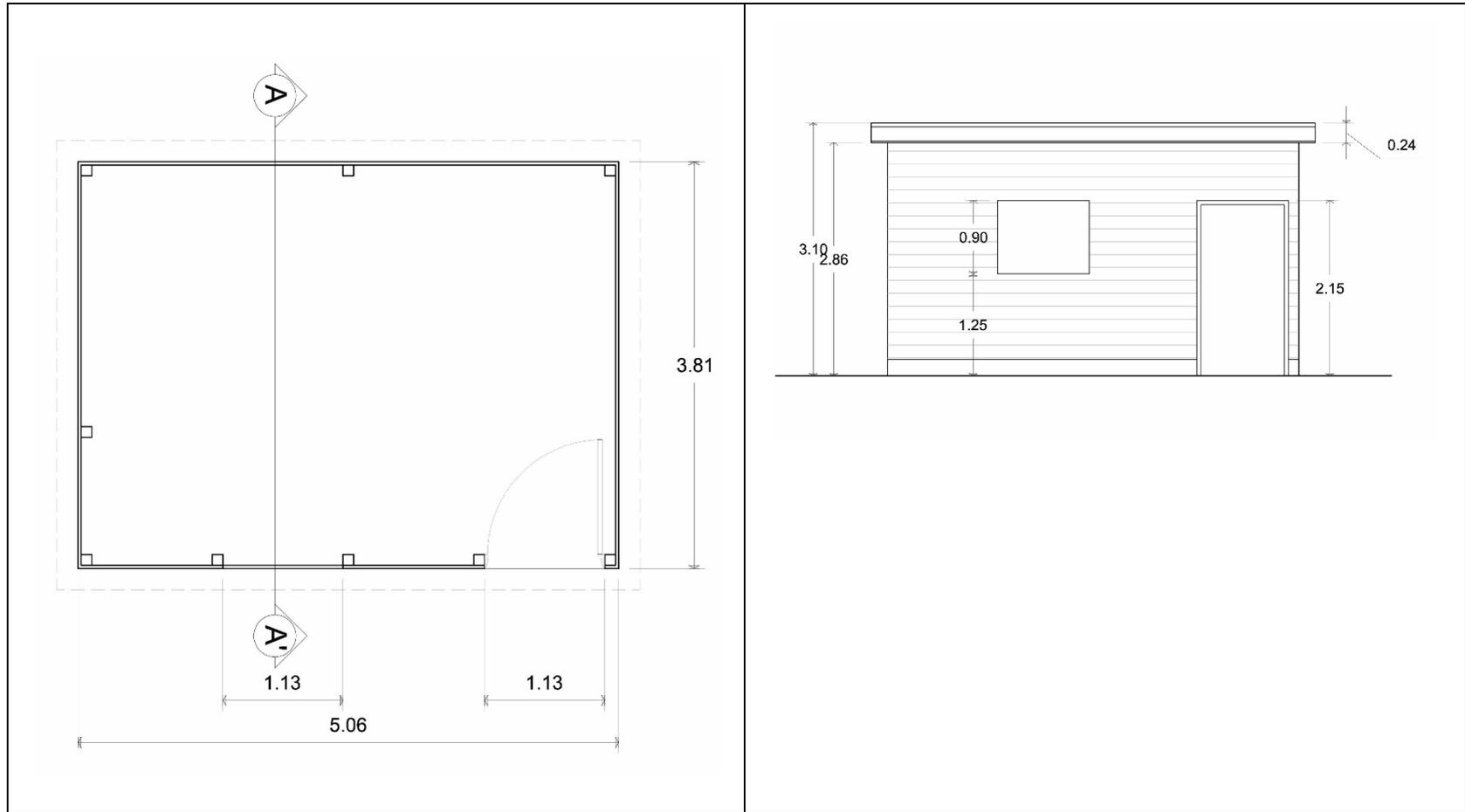
LOCALIZACIÓN



FACHADA PRINCIPAL







ELEMENTOS ARQUITECTONICOS	
ESTRUCTURA	MUROS

PISOS



VENTANAS

CUBIERTA



PUERTAS

ELEMENTOS ARQUITECTONICOS (VANOS)



EXTERIOR



INTERIOR





Ficha de identificación de Vivienda de emergencia

Proyecto: Propuesta de modelo de vivienda sustentable de emergencia
para la región del Istmo de Tehuantepec, Oaxaca.



Ficha: VE 4

Ubicación			
Estado:	Oaxaca	Municipio:	Asunción Ixtaltepec
Ciudad:	Asunción Ixtaltepec		
Calle:	Vicente Guerrero entre carretera canal 33 y Santa Rita		Numero: S/n
Colonia:	Tercera sección		

CARACTERÍSTICAS DE LA VIVIENDA

Superficie en m² _____ Tipo de propiedad: Propia Rentada Terreno m² 500 aprox

Forma de la vivienda Rectangular

Servicios: Agua Drenaje Electricidad Otros _____

Distribución:

Habitaciones	Cocina	Baños
Sala	Comedor	Otros

¿Se le ha hecho alguna modificación? Ninguna

No. de ventanas 2 No. de puertas ext. 1 No. de puertas int. _____

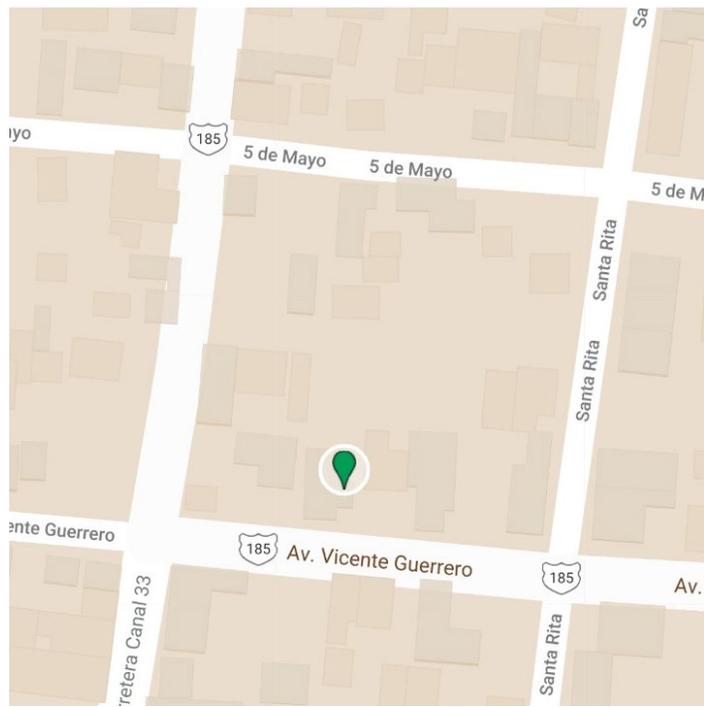
Altura máxima interior 3.30 m

	MATERIALES	ESTADO DE CONSERVACIÓN			
		B	R	M	P
Estructura	<u>Metálica (Independiente de los muros)</u>	X			
Pisos	<u>Concreto</u>	X			
Acabados	<u>Enmasillado con cal</u>			X	
Muros	<u>Sacos rellenos de tierra con fibra de coco</u>		X		
Cubierta	<u>Lamina</u>	X			

B= Bueno R= Regular M= Malo P= Peligroso

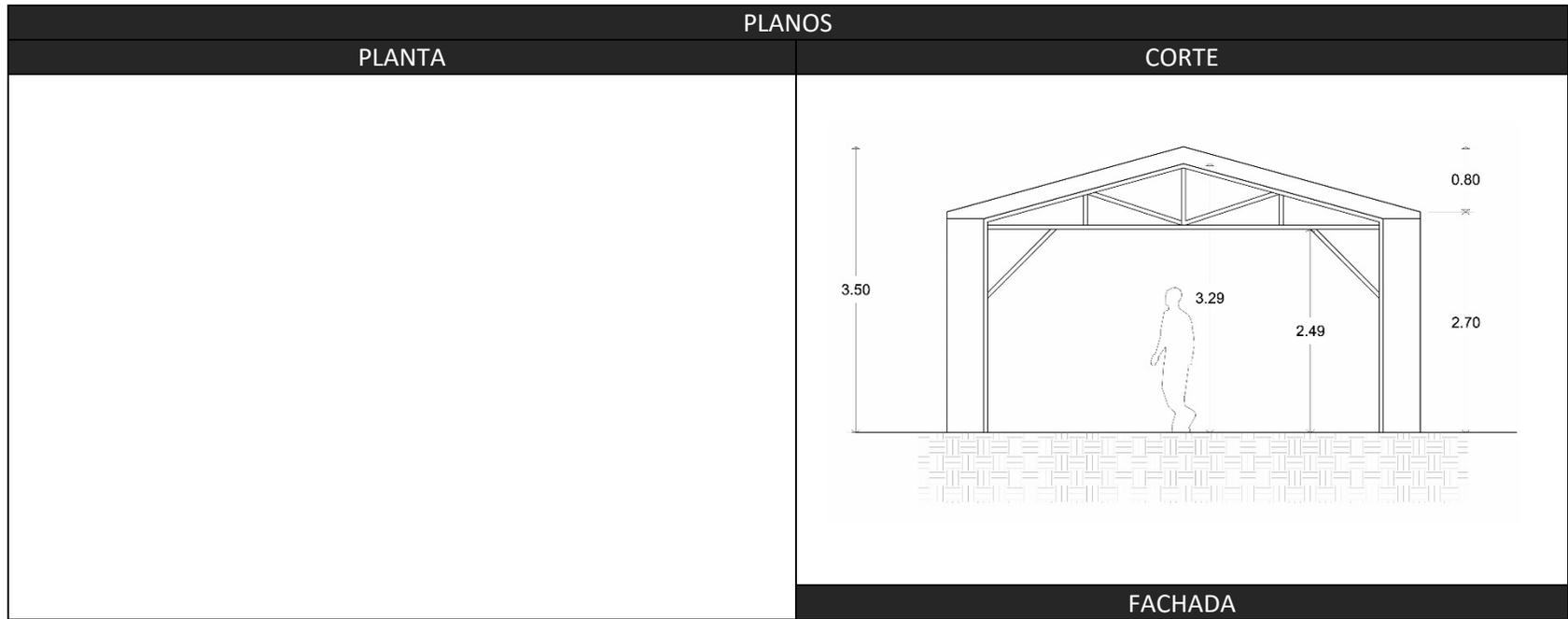
OBSERVACIONES:

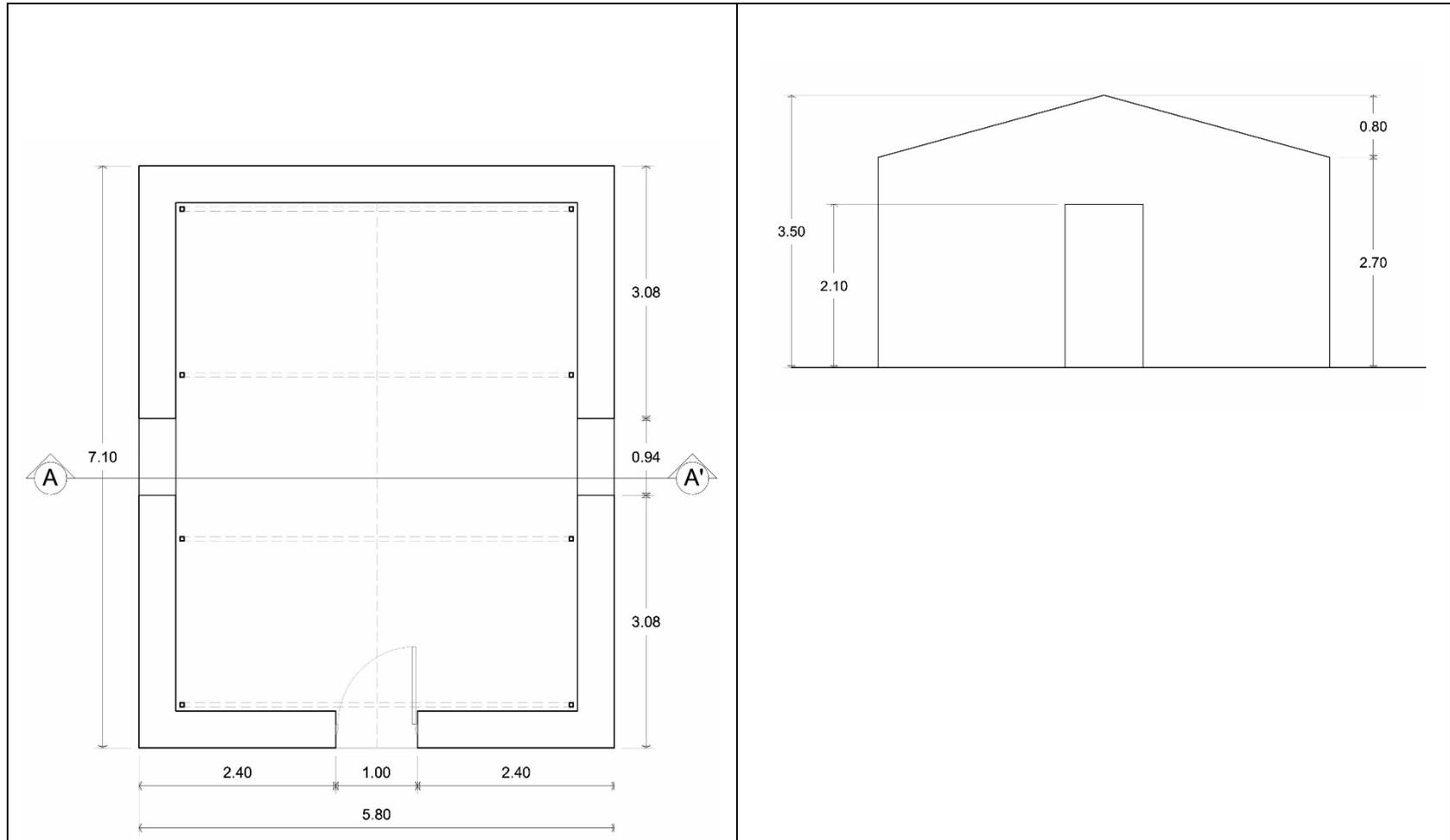
LOCALIZACIÓN



FACHADA PRINCIPAL







ELEMENTOS ARQUITECTONICOS

ESTRUCTURA

MUROS



PISOS



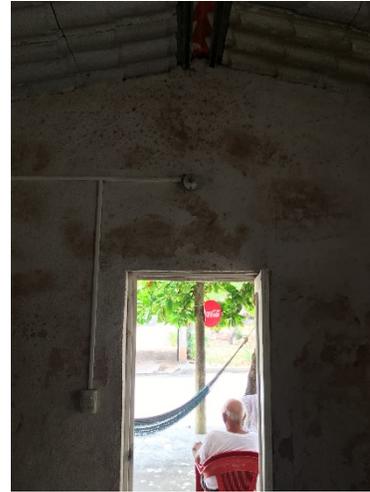
CUBIERTA



ELEMENTOS ARQUITECTONICOS (VANOS)

VENTANAS

PUERTAS



DETALLES

EXTERIOR



INTERIOR

