

MÓDULO DE VIVIENDA SOSTENIBLE

LAURA TATIANA NIÑO BARAHONA
LADY CAROLINA YANQUÉN CORREA

UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS
SECCIONAL TUNJA



FACULTAD DE ARQUITECTURA

2018

MÓDULO DE VIVIENDA SOSTENIBLE

LAURA TATIANA NIÑO BARAHONA

LADY CAROLINA YANQUÉN CORREA

DIRECTOR:

CARLOS MEDINA

ARQUITECTO

UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS

SECCIONAL TUNJA



FACULTAD DE ARQUITECTURA

2018

NOTA DE ACEPTACIÓN

.....

.....

.....

.....

Presidente jurado

.....

Jurado

.....

Jurado

Noviembre, 2018

Dedicatoria

Dedicamos este proyecto de tesis a Dios porque nos ha acompañado en cada paso que hemos dado a lo largo de nuestra carrera, por cuidarnos y darnos la fortaleza suficiente durante este proceso. A nuestros padres, quienes a lo largo de su vida han velado por el bienestar y educación siendo nuestro apoyo en todo momento por ser los promotores de nuestros sueños, por cada día confiar y creer en nosotras y anhelar siempre lo mejor para nuestra vida por su entera confianza en cada reto que se nos presentaba sin dudar en ningún momento en nuestra inteligencia capacidad y compromiso con la carrera.

Agradecimientos

A Dios Padre, Hijo y Espíritu Santo porque nos ha enseñado a ver la vida d otra manera, a apreciar a cada una de las bendiciones que nos ha brindado y a confiar siempre ellos.

A nuestros padres y hermanos Jesús Yanquén, Luz Correa, David Yanquén, Nathaly Yanquén y Diana Barahona por siempre darnos su apoyo y un gran ejemplo de trabajo honradez, que gracias a sus consejos y constante apoyo ayudó a enriquecer de manera grata el proyecto. Y de manera especial a cada uno de los asesores y docentes de la Universidad Santo Tomás por habernos guiado no solo en la elaboración del proyecto, sino a lo largo de la carrera universitaria y habernos guiado y brindado el apoyo para desarrollarnos profesionalmente y seguir cultivando los valores y la ética que debemos tener.

Resumen

El Módulo de Vivienda Rural Sostenible es un proyecto arquitectónico orientado a reforzar la identidad y brindar bienestar a la población rural del departamento de Boyacá. Consiste en un esquema de vivienda en el que la conformación y distribución de espacios responda a los requerimientos de la vivienda rural, con el fin de suplir las necesidades específicas de los habitantes del campo - teniendo en cuenta que la composición y funcionamiento de las viviendas rurales son muy diferentes de aquellas de las viviendas urbanas- así como de recuperar algunos elementos representativos de las construcciones rurales que se han perdido con el paso del tiempo.

Los elementos que caracterizan este proyecto son el diseño bioclimático (ya que el confort térmico es un indicador significativo al momento del diseño de la vivienda), el aprovechamiento de recursos naturales (como el uso de energía solar a través de paneles solares, o la recolección y distribución de aguas lluvias) y el empleo de materiales de construcción típicos y ancestrales (tales como el adobe y el bahareque), componentes que a su vez permiten que el proyecto sea medioambientalmente sostenible y que el costo de construcción y mantenimiento de las viviendas no sea elevado.

Abstract

The Sustainable Rural Housing Module is an architectural project aimed at strengthening the identity and to provide well-being to the rural population of the department of Boyacá. It consists in a housing scheme in which the conformation and distribution of spaces responds to the requirements of rural housing, in order to solve the specific needs of the rural dwellers - having in mind that the spaces and their operation in rural housing are very different from those of urban housing spaces- as well as to recover some traditional elements of the countryside constructions that have been lost over time.

The characteristic features of this project are the bioclimatic design (since thermal comfort is a significant housing design indicator), the harnessing of natural resources (such as the use of solar energy through solar panels, or the collection and distribution of rainwater) and the use of typical materials from ancestral constructions (such as adobe and bahareque), elements that makes of this proposal an environmentally sustainable project and, at the same time, makes the construction housing costs more affordable.

Contenido

1.	Introducción	13
2.	Problemática	14
2.1	Pregunta Problema	15
3.	Planteamiento.....	16
4.	Justificación	17
5.	Objetivos.....	18
5.1	Objetivo General	18
5.2	Objetivos Específicos.....	18
6.	Alcance.....	19
7.	Marco Teórico.....	20
7.1	Marco Conceptual.....	21
7.1.1	Optimización de recursos naturales y artificiales.	21
7.1.2	Disminución del consumo energético.....	23
7.1.3	Fomento de fuentes energéticas naturales.....	25
7.1.4	Disminución de los residuos y emisiones.....	26
7.1.5	Aumento de la calidad de vida de los ocupantes del edificio.....	27
7.1.6	Disminución del mantenimiento y costo de los edificios.....	28
7.2	Marco Histórico.....	30
7.2.1	Evolución de la vivienda en el mundo.....	31
7.2.2	Evolución de la vivienda en Colombia	39
8.	Marco Geográfico	45
8.1	Localización	45
9.	Marco Referencial.....	46
9.1	Arquitectura ancestral como alternativa de paz.....	46
9.2	Modelo de Vivienda Rural Sostenible.....	48
10.	Marco Legal.....	49
10.1	Amenaza Sísmica.....	50
10.2	Principios de Sismo resistencia	53
10.3	Composición de la normativa sobre sismo resistencia.....	57
10.4	Composición de la norma sobre sismo resistencia	58

11. Metodología	60
11.1 Eficacia medioambiental de las acciones ecológicas	61
11.2 Valor económico de las acciones ecológicas	61
12. Desarrollo del Proyecto	64
12.1 Análisis de Vivienda	64
12.2 Análisis climático de Boyacá	65
12.3 Estado del Arte	66
12.3.1 Tipologías de vivienda	68
12.3.2 Análisis por espacios	69
12.4 Criterios de Diseño	70
12.5 Propuesta	71
12.5.1 Organigrama	71
12.5.2 Zonificación	71
12.5.3 Volumetría	71
12.6 Sistema Constructivo	72
12.7 Tipologías de Vivienda	75
12.7.1 Clima Frio	75
12.7.2 Clima templado	78
12.7.3 Clima cálido	81
12.7.4 Render	84
12.8 Detalles Arquitectónicos	85
Conclusiones	91
Bibliografía	92
Webgrafía	94

Lista de Figuras

<i>Figura 1. El primer edificio</i>	31
<i>Figura 2. La construcción de la cabaña primitiva según Cesariano</i>	31
<i>Figura 3. Vivienda Paleolítica en invierno</i>	32
<i>Figura 4. Vivienda Paleolítica en verano</i>	32
<i>Figura 5. Vivienda Mesolítica</i>	32
<i>Figura 6. Vivienda Neolítica.....</i>	33
<i>Figura 7. Vivienda en la edad de Bronce.....</i>	33
<i>Figura 8. Vivienda en la edad de los metales</i>	34
<i>Figura 9. Vivienda Íbera.....</i>	34
<i>Figura 10. Vivienda Celta.....</i>	34
<i>Figura 11. Vivienda en el siglo VIII a.C</i>	35
<i>Figura 12. Vivienda en año 476.....</i>	36
<i>Figura 13. Vivienda en espacios rurales.....</i>	36
<i>Figura 14. Vivienda en espacios urbanos</i>	37
<i>Figura 15. Vivienda en la edad contemporánea</i>	38
<i>Figura 16. Vivienda en el siglo XX</i>	38
<i>Figura 17. Vivienda Precolombina en Colombia.....</i>	39
<i>Figura 18. Vivienda situada en Mompox de la época colonial</i>	41
<i>Figura 19. Vivienda situada en Cartagena de la época colonial</i>	41
<i>Figura 20. Hacienda de la época colonial situada en el Valle del Cauca</i>	42
<i>Figura 21. Vivienda republicana</i>	43
<i>Figura 22. Vivienda rural contemporánea Colombiana</i>	44
<i>Figura 23. Mapa de Colombia.....</i>	45
<i>Figura 24. Mapa de Boyacá.</i>	45
<i>Figura 25. Implantación de la propuesta.</i>	46
<i>Figura 26. Perfiles Viales.</i>	46
<i>Figura 27. Propuesta de Vivienda.</i>	47
<i>Figura 28. Fachadas.....</i>	47
<i>Figura 29. Cortes.....</i>	47
<i>Figura 30. Planta de módulo.</i>	48
<i>Figura 31. Fachadas.....</i>	48
<i>Figura 32. Render.....</i>	48
<i>Figura 33. Forma regular de un edificio.</i>	53
<i>Figura 34. Bajo peso de un edificio.</i>	53
<i>Figura 35. Rigidez de un edificio.</i>	54
<i>Figura 36. Estabilidad de un edificio.....</i>	54
<i>Figura 37. Terreno y cimentación apropiado.</i>	55
<i>Figura 38. Estructura apropiada.</i>	55
<i>Figura 39. Materiales de buena calidad.</i>	56

<i>Figura 40. Calidad en construcción.</i>	56
<i>Figura 41. Dicipación de energía.</i>	56
<i>Figura 42. Acabados de instalaciones.</i>	57
<i>Figura 43. Modelo de pirámides invertidas.</i>	62
<i>Figura 44. Vivienda en Boyacá.</i>	64
<i>Figura 45. Déficit de servicios públicos.</i>	64
<i>Figura 46. Mapa del clima en Boyacá.</i>	65
<i>Figura 47. Mapa de temperatura promedio anual en Boyacá.</i>	65
<i>Figura 48. Mapa de precipitaciones anuales en Boyacá.</i>	66
<i>Figura 49: Vivienda en Adobe.</i>	67
<i>Figura 50. Vivienda en bahareque.</i>	67
<i>Figura 51. Vivienda campesina.</i>	67
<i>Figura 52. Vivienda en dos bloques.</i>	67
<i>Figura 53. Vivienda en tres bloques.</i>	67
<i>Figura 54. Tipologías de vivienda según clima.</i>	68
<i>Figura 55. Análisis de los espacios de una vivienda.</i>	69
<i>Figura 56. Criterios de diseño.</i>	70
<i>Figura 57. Organigrama.</i>	71
<i>Figura 58. Zonificación.</i>	71
<i>Figura 59. Volumetría vivienda clima frío.</i>	71
<i>Figura 60. Volumetría vivienda clima templado.</i>	72
<i>Figura 61. Volumetría vivienda clima cálido.</i>	72
<i>Figura 62. Dimensión y traslape del adobe.</i>	72
<i>Figura 63. Dimensionamiento, traslape y refuerzos del adobe.</i>	73
<i>Figura 64. Muro en bahareque.</i>	73
<i>Figura 65. Detalle de la estructura de muro en bahareque.</i>	73
<i>Figura 66. Detalle de la estructura de muro.</i>	73
<i>Figura 67. Ganancia de calor por cimentación de dados.</i>	74
<i>Figura 68. Protección y ventilación pasiva de cimentación de dados.</i>	74
<i>Figura 69. Vivienda elevada con pilotes.</i>	74
<i>Figura 70. Planta Vivienda clima frío.</i>	75
<i>Figura 71. Corte A-A´. Escala gráfica.</i>	75
<i>Figura 72. Corte B-B´ Escala gráfica.</i>	76
<i>Figura 73. Fachada Principal.</i>	76
<i>Figura 74. Fachada lateral izquierda.</i>	76
<i>Figura 75. Planta estructural.</i>	77
<i>Figura 76. Planta de cubiertas.</i>	77
<i>Figura 77. Planta Vivienda clima templado.</i>	78
<i>Figura 78. Corte A-A´.</i>	78
<i>Figura 79. Corte B-B´.</i>	79
<i>Figura 80. Fachada principal.</i>	79
<i>Figura 81. Fachada lateral derecha.</i>	79

<i>Figura 82. Planta estructural.</i>	80
<i>Figura 83. Planta de cubiertas.</i>	80
<i>Figura 84. Planta vivienda clima cálido.</i>	81
<i>Figura 85. Corte A-A´</i>	81
<i>Figura 86. Corte B-B´</i>	82
<i>Figura 87. Fachada principal.</i>	82
<i>Figura 88. Fachada lateral derecha.</i>	82
<i>Figura 89. Modulaci3n de paneles prefabricados en bahareque.</i>	83
<i>Figura 90: Planta de cubiertas.</i>	83
<i>Figura 91. Render.</i>	84
<i>Figura 92. Detalles de puertas y ventanas en adobe</i>	85
<i>Figura 93. Detalle de traslape en adobe</i>	85
<i>Figura 94. Detalle de instalaciones en adobe</i>	85
<i>Figura 95. Corte de fachada. Elaboraci3n propia</i>	86
<i>Figura 96. Detalle de placa. Elaboraci3n propia</i>	86
<i>Figura 97. Detalle de muros en bahareque</i>	87
<i>Figura 98. Detalle de instalaciones en bahareque</i>	87
<i>Figura 99. Detalle de muro en panel prefabricado</i>	87
<i>Figura 100. Detalle de ventana en bahareque</i>	87
<i>Figura 101. Detalle de puertas en bahareque</i>	87
<i>Figura 102. Detalle de cubiertas</i>	88
<i>Figura 103. Detalle de amarre viga solera</i>	88
<i>Figura 104. Detalle amarre de viga solera</i>	88
<i>Figura 105. Detalle montaje de cubierta</i>	88
<i>Figura 106. Detalle distribuci3n de teja de barro</i>	88
<i>Figura 107. Detalle de recolecci3n de aguas lluvia</i>	89
<i>Figura 108. Detalle de recolecci3n y distribuci3n de aguas lluvia</i>	89
<i>Figura 109. Detalle de anclaje de canal</i>	89
<i>Figura 110. Detalle zanja de recolecci3n de aguas lluvia</i>	89
<i>Figura 111. Funcionamiento del panel solar</i>	90
<i>Figura 112. Detalle de anclaje del panel solar a la cubierta</i>	90
<i>Figura 113. Elaboraci3n de estufa solar</i>	90
<i>Figura 114. Detalle funcionamiento de ba1o seco</i>	90

1. Introducción

Boyacá se ha caracterizado siempre por ser un departamento que posee un alto índice de población rural debido a su gran extensión agrícola, sin embargo a su vez se puede encontrar un alto déficit de vivienda y también la vivienda en muchos de los casos es inadecuada para las necesidades que tienen sus ocupantes.

En muchos de los casos para suplir la necesidad de vivienda, en el campo se pueden ver tipologías urbanas pero estas poseen características que no suplen las necesidades de los habitantes rurales y su vez se va perdiendo la identidad histórica y cultural, es necesario tener en cuenta todos estos aspectos al momento de plantear una tipología de vivienda para que los habitantes se sientan identificados con el lugar en donde viven y que puedan desarrollar sus actividades agrícolas mejorando su estabilidad económica evitando que se pierdan todas las tradiciones.

Con la propuesta de un módulo de vivienda sostenible que sea adaptable a todos los climas del departamento de Boyacá, se planea solucionar esta falencia que cada vez más es más notable teniendo en cuenta estándares sostenibles para poder aprovechar al máximo todos los recursos naturales típicos de la región y de esta manera también rescatar la identidad de la vivienda campesina.

Línea de investigación: Hábitat popular

2. Problemática

Colombia es uno de los países de América Latina que aún en el siglo XXI cuenta con un alto porcentaje de población rural en total el (23%) (Banco Mundial, 2018) junto con Bolivia (32.7%) (Instituto Nacional de Estadística [INE], 2012), Perú (21%), Nicaragua (41%), Costa Rica (22%), Honduras (44%), entre otros (Pérez Correa & Pérez Martínez, 2012).

Hay 12 departamentos en Colombia que tienen más del 50% de su población en zonas rurales los cuales son: Amazonas, Boyacá, Caquetá, Cauca, Chocó, Córdoba, Guainía, Guaviare, Nariño, Putumayo, Vaupés y Vichada.

Boyacá, un departamento caracterizado principalmente por su extensión rural, economía agrícola y ganadera (Andrade Becerra, 2016) en donde el 48% de la población es rural y el 63% de sus viviendas no se encuentran dentro del casco urbano. Según el censo del DANE del 2005, Boyacá presenta un déficit de vivienda de 17000 unidades, lo que corresponde al 1.56% del déficit nacional y en la zona rural hay presencia de alcantarillado solo para el 15% de la población, 40% y 43% para servicio de agua potable y energía eléctrica respectivamente.

Las viviendas rurales según el ministerio de agricultura y desarrollo rural presentan las siguientes características:

- Deficiencias en cubierta.
- Carencia o deficiencia de saneamiento básico, incluyendo aparatos e instalaciones hidráulicas y sanitarias de la vivienda, así como la solución de manejo de excretas y/o aguas residuales domésticas.
- Pisos en tierra, arena o materiales inapropiados.

- Existencia de hacinamiento crítico, cuando en el hogar habitan más de tres personas por habitación.
- Carencia o deficiencia de lugar adecuado para la preparación de alimentos (cocina).
- Muros no estructurales.
- Redes eléctricas internas (Ministerio de Agricultura, 2018).

2.1 Pregunta Problema

¿De qué modo el proyecto puede contribuir a mejorar las condiciones de los habitantes del departamento de Boyacá?

3. Planteamiento

Formulación de una propuesta arquitectónica que permita adaptarse según las condiciones climáticas y topográficas por medio de un sistema estructural y materiales autóctonos de la región; de tal forma que el usuario pueda realizar su vivienda contribuyendo a las costumbres de la autoconstrucción rural; mediante el diseño de un módulo con un enfoque sostenible que se adapte a los diferentes lugares del departamento de Boyacá, lugar donde se va a implantar el proyecto con el fin de disminuir el déficit cualitativo y cuantitativo de vivienda.

Además es necesario que la vivienda brinde la protección climática necesaria según el lugar de implantación bajo criterios establecidos y que provea soluciones integrales de sostenibilidad a los servicios públicos básicos que se presentan deficiencia en la zona, según sea el caso.

4. Justificación

La formulación del proyecto nace de la responsabilidad que debemos tener los arquitectos para entender nuestro territorio y así contribuir al desarrollo de la comunidad, para hacer esto es necesario implementar soluciones innovadoras que permitan el aprovechamiento y cuidado de los recursos ambientales existentes, de esta forma la arquitectura se convierte en una herramienta capaz de cambiar la vida de los habitantes del departamento de Boyacá.

Teniendo en cuenta el déficit cualitativo y cuantitativo de vivienda en el departamento de Boyacá (1,56%), un módulo de vivienda rural y la estandarización en el proceso de construcción permitirán a los habitantes de la región mejorar las condiciones en las cuales ellos viven ya que se suplirá la falta de servicios públicos tales como alcantarillado, acueducto y energía eléctrica, derecho, que para muchos de los habitantes, es vulnerado según (Ley N° 142, 1994) en donde dice que se debe *"garantizar la calidad del bien objeto del servicio público y su disposición final para asegurar el mejoramiento de la calidad de vida de los usuarios"*, a su vez optimizando el costo de construcción, al tiempo que posibilite el aprovechamiento de sus recursos y energías renovables. Debido a la falta de recursos económicos se plantea una vivienda auto construible con el fin de minimizar costos en mano de obra, ayudando así a que los habitantes de las zonas rurales del departamento de Boyacá tengan más posibilidades en vivienda.

5. Objetivos

5.1 Objetivo General

Evitar la migración de la población campesina a la ciudad, manteniendo al habitante en su lugar de origen a través de la propuesta arquitectónica de un módulo de vivienda que posea las características necesarias para ayudar a mejorar las condiciones de vida del campesino.

5.2 Objetivos Específicos

- Disminuir el déficit cualitativo y cuantitativo de la población ubicada en las zonas rurales del departamento de Boyacá, a través de una propuesta de diseño arquitectónico que cuente con un módulo de vivienda rural como forma de hábitat sostenible.
- Plantear el diseño arquitectónico con materiales propios de cada región o que estén en común dentro de la zona en la cual se va a desarrollar.
- Incluir elementos de identidad regional a la vivienda replicable.
- Aprovechar los recursos naturales para lograr la sostenibilidad.

6. Alcance

El alcance del proyecto se enfocará en el área rural del departamento de Boyacá y estará sujeto a disminuir el déficit cualitativo y cuantitativo de vivienda a través de un módulo de vivienda rural. Con esto define los siguientes parámetros:

- Se plantea una propuesta arquitectónica que contemple las variables climáticas (temperatura, humedad, precipitación, asolación, geotecnia) buscando el confort térmico
- Generar un modelo arquitectónico de vivienda básico de fácil construcción y fácil acceso económico
- Conservación de la cultura, adaptación de la vivienda frente a las costumbres con una vivienda flexible y funcional

7. Marco Teórico

Definido el objeto de estudio (diseño de un módulo de vivienda sostenible para el departamento de Boyacá, como proyecto con impacto social y cultural), se precisa plantear una noción de Módulo de Vivienda Sostenible que permita lograr un mejor entendimiento del enfoque adoptado en la concepción y planteamiento de la propuesta.

Para tal fin se ha partido de la definición establecida por la Real Academia de la Lengua para cada uno de los términos que componen el objeto de estudio, a saber: *Módulo*, *Vivienda* y *Sostenible*¹, adoptando las acepciones que a continuación se indican, por considerar que son las que mejor se ajustan a los propósitos de este proyecto.

Así las cosas, **Módulo** es aquella "*pieza o conjunto unitario de piezas que se repiten en una construcción de cualquier tipo, para hacerla más fácil, regular y económica*" (Real Academia Española, Modulo. En Diccionario de la lengua española, 2001) **Vivienda** es un "*lugar cerrado y cubierto construido para ser habitado por persona*" (Real Academia Española, Vivienda. En Diccionario de la lengua española, 2001), y **Sostenible** (especialmente en ecología y economía) es aquello que "*se puede mantener durante largo tiempo sin agotar los recursos o causar grave daño al medio ambiente*" (Real Academia Española, Sostenible. En Diccionario de la lengua española, 2001).

Acorde con lo expuesto, es razonable concluir que un Módulo de Vivienda Sostenible es un prototipo de vivienda diseñado a partir de parámetros eco-eficientes (esto es, que involucra medidas, recursos y/o actividades que no causan un impacto negativo en el medio ambiente), con

¹Se aclara que para cada uno de los términos consultados existe más de una definición. Sin embargo, se citan únicamente las definiciones apropiadas para el caso a trabajar, con el fin de no desbordar el objeto aquí planteado.

el ánimo de ser habitada en forma permanente por una o varias personas. La vivienda sostenible se plantea así como una solución a largo plazo y de bajo costo ante posibles problemáticas de orden económico y social, derivadas de la carencia de vivienda o de viviendas construidas bajo parámetros no óptimos desde el punto de vista arquitectónico.

7.1 Marco Conceptual

Sin embargo, el planteamiento de soluciones sostenibles de vivienda debe tener en cuenta una serie de indicadores ecológicos que *"evalúan el nivel de sostenibilidad de un determinado edificio, y además proporcionan información exhaustiva de las características que debe tener una verdadera arquitectura ecológica, por lo que se debe tratar de cumplir con todo ellos"* (Garrido, 2017). De acuerdo con (Garrido, 2017) dichos indicadores están organizados en los siguientes seis grupos:

7.1.1 Optimización de recursos naturales y artificiales. Los recursos naturales generan el menor impacto sobre el ecosistema. Sin embargo, dada la escasez de materiales naturales manipulables, se deben obtener materiales artificiales utilizables en arquitectura. Con los siguientes indicadores se evalúa la óptima utilización de los recursos (naturales y artificiales) en arquitectura:

Nivel de utilización de recursos naturales. Mide la cantidad de recursos y materiales naturales utilizados o a utilizar en la arquitectura. Para disminuir el impacto medioambiental se deben usar materiales extraídos directamente de la naturaleza y evitar su manipulación, con el fin de reducir el consumo de energía.

Nivel de utilización de materiales duraderos. Mide la cantidad de materiales duraderos utilizados o que deban utilizarse en arquitectura. Aunque la fabricación de materiales duraderos

implica la utilización de grandes cantidades de energía inicial y la generación de grandes cantidades de residuos, se deben adoptar medidas que contribuyan a reducir el impacto medioambiental negativo.

Nivel de utilización de materiales recuperados. Mide la cantidad de materiales recuperados utilizados o que se deban utilizar en arquitectura. Con el tiempo los materiales pueden perder su utilidad inicial, convirtiéndose en residuos. Para reducir la cantidad de residuos y el consumo energético, los materiales deben ser reutilizados o reciclados.

Niveles de utilización de materiales reutilizables. Mide la cantidad de materiales reutilizables utilizados o que se deban utilizar en arquitectura, es decir, el manejo dado para que el material pueda ser reutilizable, aunque ello implique una ligera manipulación del material (p. ej reutilización de vigas de madera provenientes de una demolición).

Capacidad de reutilización de los materiales utilizados. Mide la cantidad de veces que un material se puede reutilizar con o sin la funcionalidad original o anterior. Los materiales deben ser fabricados y utilizados de modo que sean reutilizables, con el fin de reducir el consumo energético y la generación de residuos.

Capacidad de reparación de los materiales utilizados. Mide la cantidad de veces que un material se puede reparar para ser utilizado con la misma o diferente funcionalidad y ubicación original. En un edificio se deben usar materiales de fácil mantenimiento y reparación, así como componentes puedan ser desmontados, reparados y sustituidos con el menor consumo energético y la menor generación de residuos posible.

Nivel de utilización de materiales reciclados. Mide la cantidad de materiales reciclados utilizados o que se deban utilizar en arquitectura. Lo anterior teniendo en cuenta que, aunque en menor medida que la obtención de materiales nuevos, el reciclaje de materiales existentes implica consumo de energía, uso de materias primas y generación de residuos.

Capacidad de reciclaje de los materiales utilizados. Mide la cantidad de veces que un material se puede reciclar sin que se deterioren sustancialmente sus características físicas, químicas o mecánicas. Un material se debe reciclar únicamente cuando no sea posible repararlo y reutilizarlo pues, según se explicó, el proceso de reciclaje no es completamente efectivo.

Nivel de aprovechamiento de los recursos utilizados. Mide el aprovechamiento de recursos utilizados, en relación con los recursos desperdiciados o convertidos en residuos. La verdadera arquitectura ecológica aprovecha al máximo tanto los recursos naturales como los artificiales.

7.1.2 Disminución del consumo energético. Los indicadores ecológicos de este grupo proporcionan información acerca de las acciones tendientes a disminuir al máximo el consumo energético en la construcción de un edificio. Para tal fin se examina cada una de las etapas del proyecto, desde la fabricación de los materiales, hasta el desmontaje del edificio².

Energía utilizada en la obtención de materiales. Mide la cantidad de energía necesaria para obtener o fabricar un determinado material o componente. Se deben elegir materiales y componentes cuya obtención o fabricación haya requerido la menor cantidad de energía. Para contabilizar el consumo energético en la producción de un material compuesto, se debe asociar el consumo energético de todos los procesos requeridos para su obtención.

²Ya en arquitectura ecológica no se considera la opción de “derribo”.

Energía consumida en el transporte de los materiales. Mide la cantidad de energía necesaria para transportar un material o componente hasta el lugar donde se va a utilizar. El transporte de materiales es un asunto poco comentado debido a la dificultad para calcular el consumo energético real y a que el sistema económico global ha permitido una importante reducción en el coste económico del transporte de mercancías.

Energía consumida en el transporte de la mano de obra. Mide la cantidad de energía necesaria para transportar la mano de obra necesaria para realizar una determinada construcción. La mano de obra especializada debe evitarse dado su alto costo económico y también porque la arquitectura ecológica debe ser lo más simple posible e incluir mano de obra local.

Energía utilizada en el proceso de construcción del edificio. Mide la cantidad de energía necesaria para construir un determinado edificio. La energía consumida en el proceso de construcción debe ser la menor posible, para lo cual se deben tomar decisiones adecuadas relativas al tipo y características de la cimentación, fachadas y demás componentes del edificio.

Energía consumida por el edificio a lo largo de su vida útil. Mide la cantidad de energía que un determinado edificio consume durante su vida. Las pérdidas energéticas en un edificio se deben, normalmente, a los materiales y a las soluciones constructivas empleadas, aspectos que se solucionan a partir de un diseño arquitectónico adecuado. Este indicador no incluye el consumo energético de los componentes tecnológicos incorporados en el edificio que no sean estrictamente necesarios para su uso.

Nivel de educación tecnológica para la satisfacción de necesidades humanas. Mide la idoneidad de la tecnología utilizada en un determinado edificio para la satisfacción de necesidades humanas, teniendo en cuenta que el cuerpo humano se basa en determinados

parámetros físicos que, si son respetados, ayudan a optimizarla eficiencia energética de los dispositivos tecnológicos empleados.

Eficacia energética del diseño arquitectónico bioclimático. Mide la cantidad de calor y fresco que la vivienda puede generar a través de su diseño bioclimático, lo cual depende del diseño arquitectónico. El correcto diseño bioclimático de un edificio puede reducir el consumo energético. En algunos casos el diseño puede permitir que el edificio se auto-regule térmicamente, sin consumo energético.

Nivel de inercia térmica del edificio. Mide la inercia térmica de un edificio, es decir, la capacidad que tiene un material de acumular calor o fresco durante un periodo prolongado.

Energía consumida en el proceso de derribo o desmontaje del edificio. Mide la cantidad de energía necesaria para demoler un edificio y realizar el tratamiento de residuos. Por tal razón, el diseño de los edificios debe permitir que todos sus componentes sean fácilmente desmontables o que los materiales utilizados puedan ser reciclados.

7.1.3 Fomento de fuentes energéticas naturales. Este grupo de indicadores tiene la función de evaluar y fomentar el uso de fuentes energéticas naturales, entendiendo por tales aquellas que son obtenidas desde el ecosistema natural (provenientes de la radiación solar y/o del interior de la tierra).

Nivel de utilización tecnológica a base de energía solar. Mide el porcentaje de necesidades energéticas de un edificio que han sido satisfechas mediante sistemas mecánicos generadores de energía solar mediante sistemas mecánicos generadores de energía solar, tales como: la *Energía solar térmica* (generación de energía a partir del calentamiento de ciertos fluidos directamente

con la radiación solar que incide sobre la tierra, mediante dispositivos adecuados para tal fin) y la *Energía solar fotovoltaica* (generación de electricidad a partir de radiación solar mediante un proceso de conversión fotovoltaica³ que involucra el uso de células o celdas solares de silicio⁴ o materiales semiconductores similares).

Nivel de utilización tecnológica a base de energía geotérmica. Mide el porcentaje de necesidades energéticas de un edificio satisfechas a través por medio de sistemas mecánicos generadores de energía geotérmica. Algunos sistemas geotérmicos se basan en la extracción de agua desde bolsas subterráneas con una temperatura diferente; otros sistemas geotérmicos se basan en el intercambio de calor con los estratos subterráneos de la tierra.

7.1.4 Disminución de los residuos y emisiones. Los residuos y emisiones están ligados a la fabricación de materiales, y a los procesos de construcción y demolición de un edificio. La situación se agrava a causa de deficiencias de orden normativo, pues no se regula en forma integral y coherente esta temática.

Emisiones y residuos generados en la obtención de materiales de construcción. Mide la cantidad de emisiones y residuos que se generan (inevitablemente) durante la obtención de un

³“La palabra fotovoltaico(a) está formada por la combinación de dos palabras de origen griego: **foto**, que significa luz, y **voltaico**, que significa eléctrico. El nombre resume la acción de estas células: transformar, directamente, la energía luminosa en energía eléctrica”. GASQUET, Héctor L. *Conversión de la luz solar en energía eléctrica. Manual teórico y práctico sobre los sistemas fotovoltaicos.* Ciudad de México, 2004. Recuperado desde https://campusvirtual.univalle.edu.co/moodle/pluginfile.php/204826/mod_resource/content/0/Material_curso/SistemasFV.pdf el 30-10-2018.

⁴“Las células o celdas solares son dispositivos que convierten la energía solar en electricidad, ya sea directamente vía el efecto fotovoltaico, o indirectamente, mediante la previa conversión de energía solar a calor o a energía química”. *Diseño de una instalación y alimentación eléctrica de un comedor industrial por medio de generación distribuida.* (Tesis de grado). UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO, Facultad De Ingeniería. Recuperado de: <http://www.ptolomeo.unam.mx:8080/jspui/bitstream/132.248.52.100/624/4/A-4.pdf> el 30-10-2018.

material o componente. Se presta especial atención al carácter dañino de ciertos residuos y emisiones potencialmente perjudiciales para la salud humana o el medio ambiente.

Nivel de emisiones y residuos generados en el proceso de construcción. Mide la cantidad de emisiones y residuos generados durante la construcción de un edificio. Para disminuir estos índices se deben proponer sistemas que permitan un sencillo ensamblaje y encaje de los elementos arquitectónicos que componen el edificio.

Nivel de emisiones y residuos generados en el mantenimiento de los edificios. Mide la cantidad de emisiones y residuos generados para la conservación de un edificio. Aunque podría parecer ajeno al proyecto, el mantenimiento de un edificio depende directamente de su diseño.

Nivel de emisiones y residuos generados en el derribo de los edificios. Mide la cantidad de emisiones y residuos generados durante el derribo del edificio. Se deben adoptar criterios de diseño y sistemas constructivos que permitan ampliar la vida útil de los componentes usados en la construcción.

7.1.5 Aumento de la calidad de vida de los ocupantes del edificio. Puesto que la razón de ser del desarrollo ecológico es la satisfacción de las necesidades del ser humano y la garantía de su bienestar, se deben establecer indicadores ecológicos que permitan medir de forma directa el deterioro medioambiental, y el deterioro del bienestar y la salud de la especie humana.

Emisiones perjudiciales para el ecosistema natural. Mide el porcentaje de emisiones resultantes de la actividad constructiva (incluyendo la fabricación de materiales, construcción, uso, mantenimiento y derribo del edificio), que son perjudiciales para el ecosistema natural.

Emisiones perjudiciales para la salud humana. Mide el porcentaje de emisiones resultantes de la actividad constructiva que son perjudiciales para la salud humana, sea de forma directa (por manipulación o uso de productos) o indirecta (fabricación o eliminación de productos).

Número de enfermedades de los ocupantes del edificio. Mide la frecuencia de enfermedades padecidas por los ocupantes de un edificio, las cuales son generadas tanto por las emisiones y sustancias que existen dentro de él, como por factores relacionados con el diseño del edificio.

Grado de satisfacción y bienestar de los ocupantes del edificio. Mide el grado de satisfacción y bienestar de los ocupantes del edificio, teniendo en cuenta: nivel de iluminación y ventilación natural, sencillez tecnológica del equipamiento del edificio, utilización de materiales sanos y saludables, diseño arquitectónico sencillo, no monótono, colorido, variado y adecuado, sensación de seguridad e intimidad, variabilidad térmica estacional, ausencia de elementos patógenos y mínima necesidad de mantenimiento.

7.1.6 Disminución del mantenimiento y costo de los edificios. La arquitectura ecológica no debe tener sobrecostos sustanciales, debe ser más económica que la arquitectura tradicional y debe requerir poca necesidad de mantenimiento. Los siguientes indicadores miden estos criterios.

Nivel de adecuación entre la durabilidad de los materiales y su ciclo de vida funcional. Mide el nivel de adecuación entre la durabilidad de un material y su ciclo de vida útil. La durabilidad del material no puede limitarse a su función original, sino que debe adecuarse a nuevas funcionalidades que permitan su reubicación y/o reutilización.

Adecuación funcional de los componentes. Mide el nivel de adecuación entre las características intrínsecas de un material, es decir, que los materiales utilizados sean ubicados correctamente y sean idóneos para cumplir su función especial dentro del edificio.

Recursos consumidos por el edificio en su actividad cotidiana. Mide la cantidad de recursos que un edificio consume en su actividad cotidiana. Se evalúa que los recursos necesarios para el normal funcionamiento del edificio sean mínimos, lo cual depende de su adecuado diseño.

Energía consumida por el equipamiento tecnológico del edificio. Mide la cantidad de energía consumida por los artefactos incorporados en un edificio, incluyendo los que se derivan de la actividad que se desarrolla en su interior.

Energía consumida en la accesibilidad al edificio: Mide la cantidad de energía requerida para facilitar la accesibilidad a un edificio. Se deben adoptar soluciones que reduzcan o no involucren el uso de dispositivos (normalmente tecnológicos) que consumen altas cantidades de energía y/o implican la inversión de grandes cantidades de recursos.

Energía residual consumida por el edificio cuando no está ocupado. Mide la cantidad de energía que un edificio consume cuando no está siendo utilizado. Promueve la elección de dispositivos electromecánicos que solo consuman energía cuando son usados.

Nivel de necesidad de mantenimiento en el edificio. Mide la cantidad de energía requerida para el mantenimiento de un edificio. Promueve la adopción de criterios de diseño que reduzcan la necesidad de mantenimiento y, con ello, de consumo energético.

Nivel de necesidad de tratamiento de emisiones y residuos generados por el edificio. Mide la necesidad de tratamiento de emisiones y residuos generados por un edificio. Proporciona pautas para la reducción de residuos y emisiones, así como para el adecuado y más económico tratamiento de los mismos.

Valor económico en la construcción del edificio. Mide el dinero empleado en la construcción de un edificio. Este indicador promueve la adopción de estrategias dirigidas a reducir el gasto en la construcción de un edificio.

Entorno social y económico. Mide la adecuación de una solución arquitectónica a un determinado entorno social y económico, según sus características concretas. Este indicador es de suma importancia ya que puede cambiar el valor relativo de los demás indicadores, dependiendo del entorno.

7.2 Marco Histórico

A lo largo de los años, se ha podido ver que el hábitat del ser humano depende de la geografía y la arquitectura, teniendo en cuenta que la geografía es la encargada de proveer el espacio natural que sirve como soporte para la construcción de todo lo necesario para la supervivencia material e intelectual del ser humano. La arquitectura tiene consigo una serie de significados que varían de acuerdo a cada espacio o territorio, ya que cada uno representa un modo de habitar y de pensar diferente.

Desde el principio de los tiempos se ha podido evidenciar que el ser humano se ha podido desarrollar en cuanto su forma de ocupación, ya que desde el aprovechamiento del territorio hasta la construcción de las ciudades.

De acuerdo con (Vitruvio Polion, 2004), en el principio de los tiempos los humanos vivían como fieras salvajes, nacían en bosques vivían en cuevas y se alimentaban de frutos silvestres, situación que fue cambiando con el paso del tiempo ya que los humanos empezaron a conversar entre ellos y de esta manera fueron formando una comunidad, y así comenzaron a manipular los

recursos naturales construyendo las primeras chozas con materiales como el barro, ramas entre otros; pero otras personas empezaron a excavar y formaron cueva al lado de la montaña.

La arquitectura es la encargada de la correcta construcción de los espacios habitables, que van desde el más sencillo aposento hasta la creación de una gran complejo urbano, teniendo en cuenta que no sólo se trata de la construcción material, sino también de una construcción cultural, cumpliendo así con su objetivo.



Figura 1. El primer edificio (Saldarriaga, 2016)

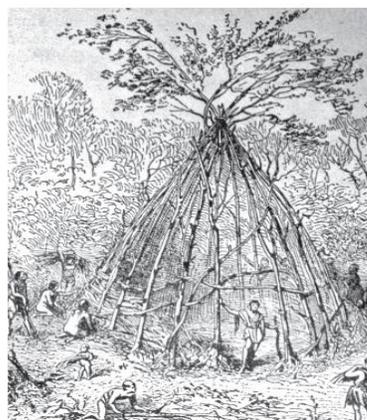


Figura 2. La construcción de la cabaña primitiva según Cesariano (Saldarriaga, 2016)

7.2.1 Evolución de la vivienda en el mundo.

Prehistoria.

- Hace dos millones de años, en el la época Paleolítica el ser humano vivía en cuevas durante los meses de invierno, para protegerse del frío y de la nieve así como de las lluvias, ya que sus abrigos estaban hechos con pieles de animales que cazaban y apenas tenían ropa, y durante el verano construían casas con elementos naturales con el fin de protegerse del sol y de otros peligros como los animales.



Figura 3. Vivienda Paleolítica en invierno (Timetoast, 2018)

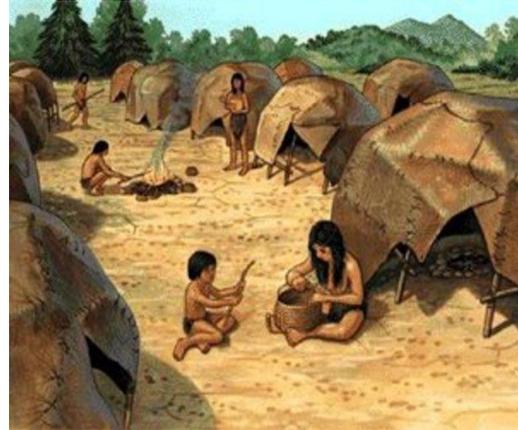


Figura 4. Vivienda Paleolítica en verano (Timetoast, 2018)

- En el Mesolítico (hace 14000 años) se construyen las primeras chozas cerca de los ríos, con el fin de alejarse de las cuevas, estas cabañas las construían con palos de madera y recubiertos de pieles y plantas.

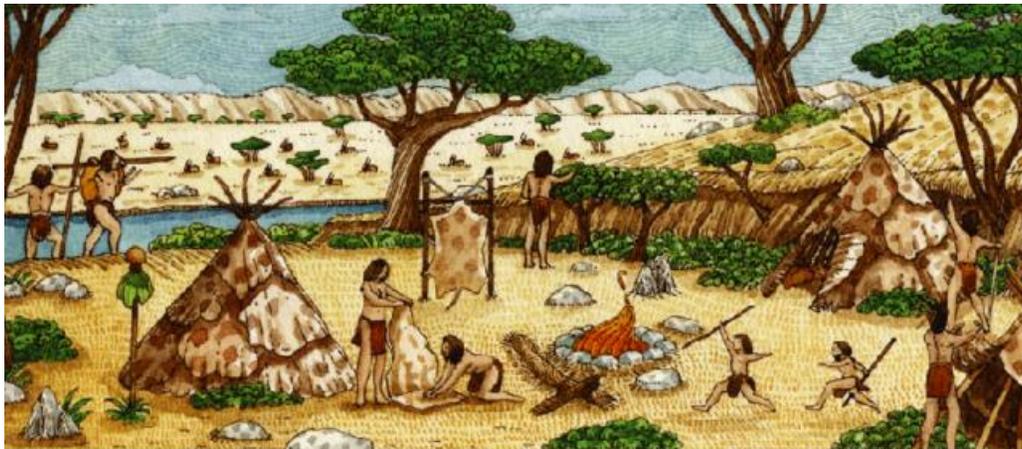


Figura 5. Vivienda Mesolítica (Timetoast, 2018)

- Ya finalizando la etapa de la Prehistoria, aproximadamente en el 7000 a.C., conocida como Neolítico se empiezan a construir casas de adobe y piedra con forma circular o cuadrada y, de una o dos habitaciones. El techo estaba hecho de paja, ramas, etc.



Figura 6. Vivienda Neolítica (Timetoast, 2018)

- En la edad de bronce las casas comparten el muro exterior y están separadas por paredes medianeras, son estrechas y alargadas. El zócalo es de piedra y los muros de adobe; la cubierta, casi horizontal, construida con barro y cañas, se apoya sobre vigas de madera. Las paredes interiores están revocadas y decoradas con pinturas.

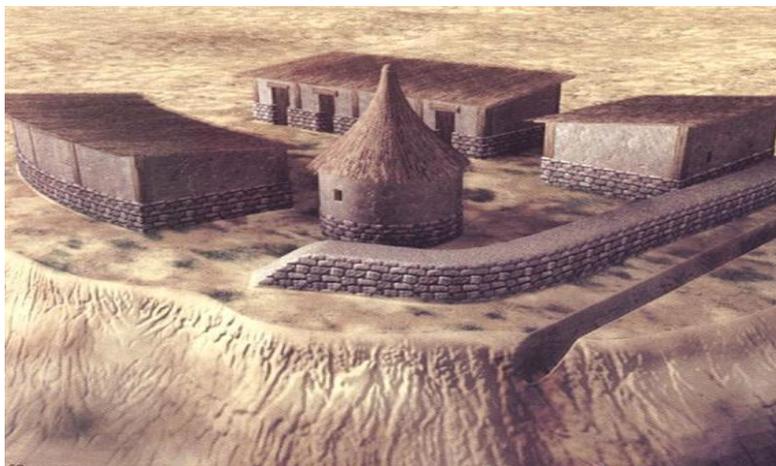


Figura 7. Vivienda en la edad de Bronce (Timetoast, 2018)

- En lo que fue conocido como la Edad de los Metales, las casas de los pobres eran de adobe y paja, las de los ricos de piedra y ladrillo.



Figura 8. Vivienda en la edad de los metales (Timetoast, 2018)

Edad Antigua

- Antes de la llegada del Imperio Romano había otras grandes civilizaciones que cambiaron la forma de construir las viviendas, como lo eran los íberos que construían sus casas de formas rectangulares, y los celtas que vivían en castros circulares distribuidas de manera desordenada, estaban amurallados y situados en un lugar elevado para defenderse de posibles invasiones. Los materiales utilizados en estos castros eran piedra, madera y paja principalmente.



Figura 9. Vivienda Íbera (Timetoast, 2018)



Figura 10. Vivienda Celta (Timetoast, 2018)

- Para el siglo VIII a. C. aparecieron los romanos que construían viviendas unifamiliares utilizando principalmente piedra y madera así como adobe y ladrillos cocidos, organizadas alrededor de una estancia central o atrio, resguardada el exterior con pocas ventanas adornadas con frescos y mosaicos.

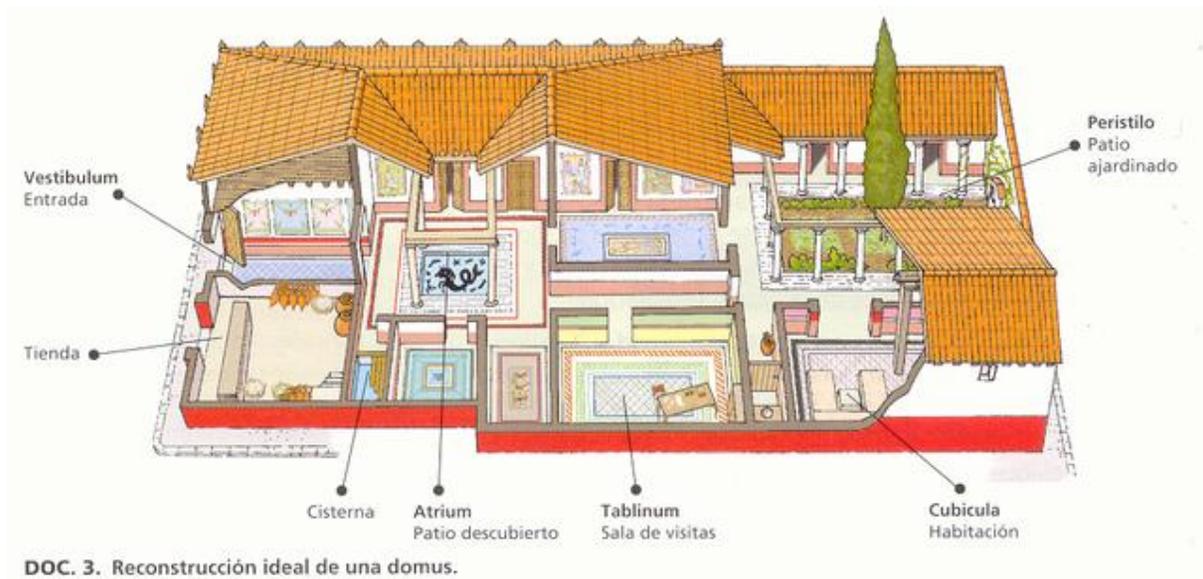


Figura 11. Vivienda en el siglo VIII a.C (Timetoast, 2018)

Edad Media

- Esta época se inicia en el año 476 y las viviendas de este periodo en los espacios rurales eran simples y pequeñas por norma general, estaban construidas en madera, adobe y piedras, utilizando paja para el techo. En su interior habitaban la familia y los animales, sirviendo estos de calefacción. En el exterior solían tener una huerta donde cultivaban alimentos para su consumo.

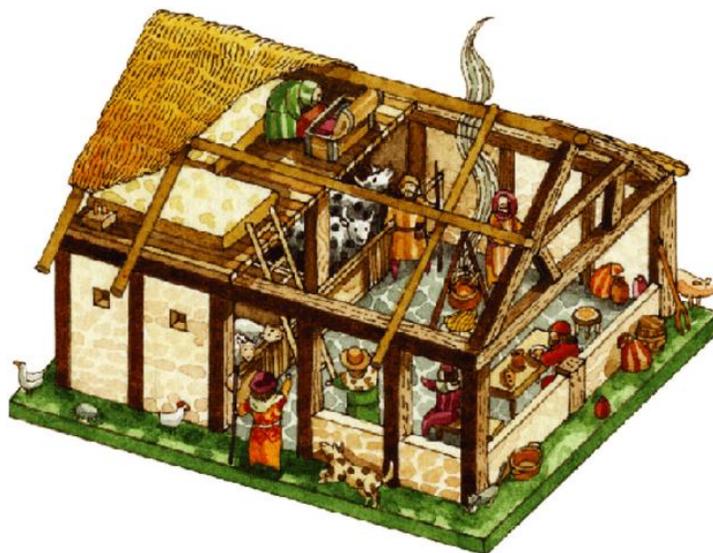


Figura 12. Vivienda en año 476 (Timetoast, 2018)

- En los espacios rurales la economía de esta época estaba centrada en los gremios que se situaban en las propias viviendas que a su vez también era su modo de distribución, es decir, en un mismo edificio se encontraba la vivienda en la planta superior y por su parte en la inferior se situaban el taller y la tienda.

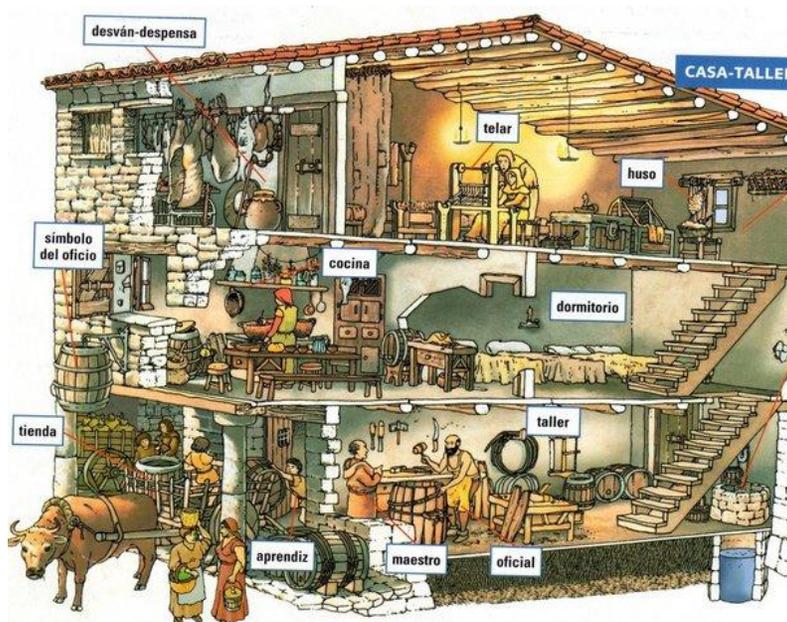


Figura 13. Vivienda en espacios rurales (Timetoast, 2018)

Edad Moderna

- A partir del siglo XV se generaliza el uso de ladrillos de barro cocido para edificar las casas, además de barro, tierra humedecida y pisada, los cantos rodados, la paja, la madera, adobe y piedra. Las casas eran muy simples, por regla general, su tamaño era reducido.



Figura 14. Vivienda en espacios urbanos (Timetoast, 2018)

Edad Contemporánea

- Durante la época barroca los campesinos que vivían en las aldeas comienzan a emigrar a las ciudades. Las casas eran de madera, sin baños y con patios interiores. Se continúan construyendo casas de ladrillos, pero ahora se unen con un nuevo material, más resistente que el adobe, el conocido como cemento. Estas casas se construían cerca de las fábricas donde trabajaban los obreros.



Figura 15. Vivienda en la edad contemporánea (Timetoast, 2018)

Siglo XX

- Las ciudades son más grandes, queda muy poca población que viva en el campo, debido a que en ellas encuentran facilidades de trabajo en fábricas, tiendas y oficinas. La mayoría se encuentran alejadas de los suburbios. Las construcciones son de mayores dimensiones y con materiales cada vez más sofisticados.



Figura 16. Vivienda en el siglo XX (Timetoast, 2018)

7.2.2 Evolución de la vivienda en Colombia

Construcciones Precolombinas. Uno de los materiales más abundantes en el territorio muisca era la piedra, pero los muisca no la utilizaron en el momento de hacer construcciones así que utilizaron el barro y la caña para hacer tapias llamadas bahareque.

Habían dos tipologías de vivienda: las *cónicas* que básicamente consistían en una pared en círculo hecho con palos enterrados haciendo el papel de pilares que sostenían de lado a lado con el tejido de cañas cuyo intersticio era tupido de barro, el techo era cónico y cubierto de pajas aseguradas sobre varas la profusión de tales construcciones en forma cónica en la sabana de Bogotá, dio origen a que Gonzalo Jiménez de Quezada le diera a esta altiplanicie el nombre de Valles de los Alcázares. El otro tipo, las *rectangulares*, consistían en paredes paralelas también de bahareque, como las anteriores, con techo en dos alas en forma rectangular.



Figura 17. Vivienda Precolombina en Colombia (Timetoast, 2018)

Tanto las construcciones cónicas como las rectangulares tenían puertas y ventanas pequeñas. En cuanto al amueblamiento era sencillo y consistía principalmente en camas hechas también de cañas, llamadas barbacoas, sobre las cuales se tendía gran profusión de mantas; los asientos eran escasos pues los indígenas solían descansar en cuclillas en el suelo. Además de las casas comunes existían otras dos clases de construcciones: una para los señores principales, probablemente jefe de tribu y de clan, y otras para los jefes de las confederaciones muiscas, como los Zaque y los Zipas.

Construcciones Coloniales. Con la llegada de los europeos y ellos al encontrarse con una población mucho más dispersa que la suya, decidieron modificar muchas de sus costumbres ocasionando así un cambio cultural abrupto para las personas que habitaban allí, de esta manera se empezaron también a generar cambios en la arquitectura del lugar dando paso a construcciones de casas con una influencia europea muy marcada en todas estas edificaciones.

En un principio los primeros españoles que llegaron al territorio no tenían un mayor dominio acerca de técnicas arquitectónicas, de esta manera son los mismos habitantes muiscas los que empiezan a construir con una variedad de materiales y técnicas empleadas según el lugar, materiales como la madera, cañas, bejucos, ladrillos, guaduas y bahareque y para las cubiertas utilizaban paja.

Ya para años posteriores se empiezan a hacer uso de características más típicas de la colonia como lo es el claustro y empiezan también a pintar los murales de las fachadas con colores basados en influencias por europeas, en cuanto a materialidad se siguió utilizando el bahareque y para las cubiertas la paja o la teja de barro.



Figura 18. Vivienda situada en Mompox de la época colonial (Timetoast, 2018)

Cuando ya se estableció por completo esta clase de arquitectura, se tiene como resultado una vivienda que se compone por dos plantas. En la primera planta se encontraba el acceso principal que conducía a la cocina y a la huerta (en algunos casos también se podría encontrar locales de comercio), y en la segunda planta se encontraba la sala y las habitaciones, toda la casa estaba organizada a partir de un patio central el cual tenía corredores para que circular mediante ellos.



Figura 19. Vivienda situada en Cartagena de la época colonia (Timetoast, 2018)

En lugares rurales se empezaron a formar las haciendas, que eran casas de campo bastante amplias las cuales pertenecían a españoles o a sus hijos, alrededor de estas haciendas se encontraban pequeñas viviendas y estas pertenecían a todas las personas que trabajaban en la hacienda.



Figura 20. Hacienda de la época colonial situada en el Valle del Cauca (Wikipédia en Français, 2018)

Construcciones republicanas. Después de la independencia, la arquitectura toma otro rumbo gracias a la influencia de la arquitectura francesa e italiana alejándose por completo de estereotipos españoles.

En cuanto a la casa republicana, el modelo más utilizado fue el de la villa aislada, diseñada según los modelos europeos y norteamericanos. Estas villas se diseñaron en lotes de mayor tamaño con respecto a las coloniales, las casas tuvieron terrazas exteriores y generalmente estaban bordeadas de columnatas y pasillos, el acceso fue predominantemente central.

La casa también estaba organizada alrededor de un patio que a manera de claustro repartía a las demás dependencias. Las casas de un solo nivel en su mayoría presentaron un hall, vestíbulo que conducía a una sala principal. En los laterales se encontraban las habitaciones y en la del fondo se ubicaban regularmente el comedor y la cocina; en algunos casos las habitaciones al lado del vestíbulo de acceso fueron utilizadas como salas o bibliotecas.



Figura 21. Vivienda republicana (Arteaga & Ayerbe, 2018)

Construcciones contemporáneas. Para esta época se da el fenómeno de la migración a las ciudades, todo para poder buscar mejores oportunidades de trabajo, sin embargo con el tiempo muchas de estas personas retornaron al campo y tomaron muchos elementos de la arquitectura muisca como lo es el uso del adobe que tiene una serie de beneficios que abarcan lo económico y la inercia térmica, de esta manera empezaron a construir sus viviendas a partir de estos parámetros.

Sin embargo no en todos los casos se vio esto, pues al tener cierta influencia de la arquitectura urbana, se implementaron a su vez materiales como la baldosa que al ser un material frío debido a sus propiedades térmicas no beneficia a las viviendas de clima frío causando que esta no tenga confort térmico.



Figura 22. Vivienda rural contemporánea Colombiana (Ministerio de Agricultura, 2018)

8. Marco Geográfico

8.1 Localización



Figura 23. Mapa de Colombia. Elaboración propia



Figura 24. Mapa de Boyacá. Elaboración Propia

El departamento de Boyacá está ubicado en el centro del país más específicamente en la región andina con una extensión de 23.189 Km², está conformado por 13 provincias y un total de 123 municipios. Es reconocido por tener un alto valor histórico pues aquí sucedieron hechos como la batalla del puente de Boyacá, y la del pantano de Vargas y marcaron al país y ayudó a agilizar el proceso de independencia.

Boyacá posee con un alto índice de desarrollo agrícola (caña de azúcar, café, cacao, papa, zanahoria, cereales, granos, entre otros), minero (esmeralda y carbón principalmente) y pecuaria representando un alto porcentaje en la producción, con el fin de abastecer del todo el país.

El departamento de Boyacá cuenta con una población de 1.255.31, de los cuales 625.772 son hombres y 629.539 mujeres según el DANE. En el sector rural tiene un porcentaje aproximado del 46% y el urbano de 54%.

9. Marco Referencial

9.1 Arquitectura ancestral como alternativa de paz

Proyecto de grado de la universidad Santo Tomás, de la autoría de Lina Vanessa Rodríguez Rojas y Miguel Ángel Díaz Díaz, que se desarrolla en el municipio de Chita (específicamente en la vereda de Chipa), cuyo objetivo es ofrecer alternativas para impulsar el desarrollo de los habitantes de la vereda. La propuesta consta del planteamiento de un desarrollo rural que solucione la economía campesina, adicional s esto se propone una modelo de vivienda para los habitantes del sector.



Figura 25. Implantación de la propuesta. (Rodríguez Rojas & Díaz Díaz, 2018)

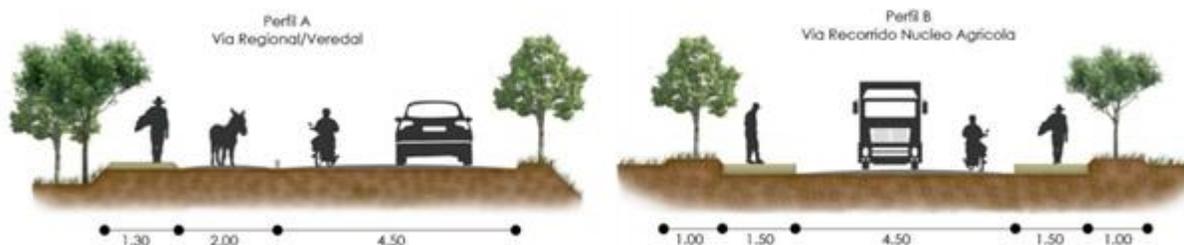


Figura 26. Perfiles Viales. (Rodríguez Rojas & Díaz Díaz, 2018)

9.2 Modelo de Vivienda Rural Sostenible

Proyecto de grado de la Universidad Piloto de Colombia, realizado por Jaime Eduardo Muñoz Moreno cuyo objetivo es formular un modelo de vivienda rural que pueda adaptarse a cualquier lugar en Colombia, brindando apoyo social y ambiental a través de sistemas de aprovechamiento de energías renovables.



Figura 30. Planta de módulo. (Muñoz Moreno, 2015)



Figura 31. Fachadas. (Muñoz Moreno, 2015)



Figura 32. Render. (Muñoz Moreno, 2015)

10. Marco Legal

Después del sismo ocurrido en Popayán en el año 1983, el Congreso de la República toma como medida preventiva expedir la Ley 11 de 1983 en la cual determina las pautas bajo las cuales deben llevarse a cabo la reconstrucción de esta ciudad y las otras zonas afectadas por el sismo, a partir de esta ley el Gobierno autorizó emitir una reglamentación de construcción sismo resistente, facultándolo además para hacerla extensiva a todo el país, siendo esta la primera normativa nacional sobre sismo resistencia por medio del Decreto 1400 de Junio 7 de 1984, denominado “Código Colombiano de Construcciones Sismo Resistentes”.

Como las decisiones tomadas por el Presidente de la República solo duraban un año, se toma la medida de trabajar en la expedición de una ley que permitiera actualizar la normativa por decreto en el futuro. El resultado fue la expedición, de la Ley 400 de 19 de agosto 1997, en la cual se trabajó en la expedición de una ley que permitiera actualizar la normativa por decreto en el futuro. Al amparo de esta Ley, se expidieron los Decretos 33 de 1998, 34 de 1999, 2809 del 2000, y 52 del 2002, los cuales fueron denominados “Reglamento de Construcciones Sismo Resistentes NSR” en el cual se establecen los requisitos de carácter técnico y científico para construcciones sismo resistentes NSR-10, en sus artículos 46, 47 y 48.

En el año 2010 con el decreto 926, se implementa en el país un reglamento nacional el uso obligatorio de la normativa sobre sismo resistencia la cual se llamaría NSR 10.⁵

⁵Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial Vice ministerio de Vivienda y Desarrollo Territorial

10.1 Amenaza Sísmica

<i>Municipio</i>	<i>Nivel de amenaza</i>	<i>Municipio</i>	<i>Nivel de amenaza</i>
Tunja	Intermedia	Chivatá	Alta
Almeida	Alta	Chivor	Alta
Aquitania	Alta	Ciénaga	Alta
Arcabuco	Intermedia	Cómbita	Intermedia
Belén	Alta	Coper	Intermedia
Berbeo	Alta	Corrales	Alta
Beteitiva	Alta	Covarachia	Alta
Boavita	Alta	Cuvará	Alta
Boyacá	Intermedia	Cucaita	Intermedia
Briseño	Intermedia	Duitana	Alta
Buenavista	Intermedia	El Cocuy	Alta
Busbazá	Alta	El Espino	Alta
Caldas	Intermedia	Firavitoba	Alta
Campohermoso	Alta	Floresta	Alta
Cerinza	Alta	Gachantiva	Alta
Chinavita	Alta	Gámeza	Alta
Chiquinquirá	Intermedia	Garagoa	Alta
Chiquiza	Intermedia	Guacamayas	Alta
Chiscas	Alta	Guateque	Alta
Chita	Alta	Guayatá	Alta
Chitareque	Intermedia	Guican	Alta
Iza	Alta	Pajarillo	Alta

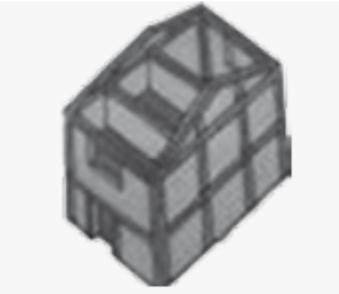
<i>Municipio</i>	<i>Nivel de amenaza</i>	<i>Municipio</i>	<i>Nivel de amenaza</i>
Jenesano	Alta	Panqueva	Alta
Jericó	Alta	Pauna	Intermedia
La Capilla	Alta	Paya	Alta
La Uvita	Alta	Paz del Rio	Alta
La Victoria	Intermedia	Pesca	Alta
Lebranzagrande	Alta	Pisba	Alta
Macanal	Alta	Puerto Boyacá	Intermedia
Maripi	Intermedia	Quípama	Intermedia
Miraflores	Alta	Ramiriquí	Alta
Mongua	Alta	Ráquira	Intermedia
Monguí	Alta	Rondón	Alta
Moniquirá	Intermedia	Saboyá	Intermedia
Motavita	Intermedia	Sáchica	Intermedia
Muzo	Intermedia	Samacá	Intermedia
Nobsa	Alta	San Eduardo	Alta
Nuevo Colón	Intermedia	San José de Pare	Intermedia
Oicatá	Alta	San Luis de Gaceno	Alta
Otanche	Intermedia	San Mateo	Alta
Pachavita	Alta	San Miguel de Sema	Intermedia
Paez	Alta	San Pablo Bourbur	Intermedia
Paipa	Alta	San Rosa de Viterbo	Alta

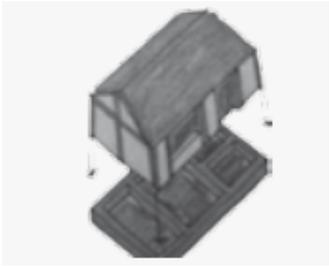
<i>Municipio</i>	<i>Nivel de amenaza</i>	<i>Municipio</i>	<i>Nivel de amenaza</i>
Santa María	Alta	Tenza	Alta
Santa Sofía	Intermedia	Tibaná	Alta
Santana	Intermedia	Tibasosa	Alta
Sativanorte	Alta	Tinjacá	Intermedia
Sativasur	Alta	Tipacoque	Alta
Siachoque	Alta	Toca	Alta
Soatá	Alta	Togui	Intermedia
Socha	Alta	Tópaga	Alta
Socotá	Alta	Tota	Alta
Sogamoso	Alta	Tunungua	Intermedia
Somondoco	Alta	Turmequé	Intermedia
Sora	Intermedia	Tuta	Alta
Soracá	Alta	Tutazá	Alta
Sotaquirá	Intermedia	Umbita	Alta
Susacón	Alta	Ventanquemada	Intermedia
Sutamarchan	Intermedia	Villa de Leyva	Intermedia
Sutatenza	Alta	Viracachá	Alta
Tasco	Alta	Zetaquirá	Alta

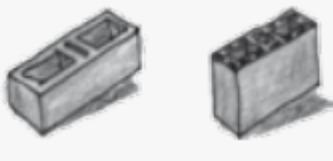
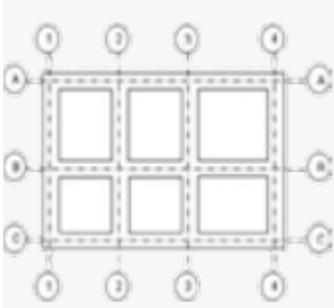
Tabla 1. Amenaza sísmica

10.2 Principios de Sismo resistencia

GRUPOS DE USO		LUGARES
<p>1. Forma regular</p>	<p>La geometría de la edificación debe ser sencilla en planta y en elevación, ya que esta forma favorece un mejor comportamiento de la edificación durante el sismo, evitando que la estructura sufra torsión, y hace que tenga en sus esquinas una mayor resistencia a las fuerzas que se generan allí</p>	 <p><i>Figura 33. Forma regular de un edificio. Elaboración propia</i></p>
<p>2. Bajo peso</p>	<p>Se debe recurrir a materiales livianos en la construcción, especialmente en las cubiertas, ya que entre más liviana sea la edificación, menor será la fuerza que tendrá que soportar cuando ocurra un terremoto.</p>	 <p><i>Figura 34. Bajo peso de un edificio. Elaboración propia</i></p>

3.Mayor rigidez	<p>Es deseable que la estructura se deforme poco cuando se mueve ante la acción de un sismo. De ahí que el cálculo de los elementos estructurales de la edificación deba cumplir con lo establecido en las NSR. Así mismo, en el momento de la construcción se deben seguir estrictamente las especificaciones que haya establecido el ingeniero calculista.</p>	 <p><i>Figura 35. Rigidez de un edificio. Elaboración propia</i></p>
4.Buena estabilidad	<p>Las edificaciones deben ser firmes y conservar el equilibrio cuando son sometidas a las vibraciones de un terremoto. Cuando una cimentación es deficiente las estructuras se pueden volcar o deslizar.</p>	 <p><i>Figura 36. Estabilidad de un edificio. Elaboración propia</i></p>

<p>5.Suelo firme y buena cimentación</p>	<p>La cimentación debe ser apta para transmitir con seguridad el peso de la edificación al suelo. La capacidad del suelo debe ser dura y resistente. Los suelos blandos, amplifican las ondas sísmicas y facilitan asentamientos nocivos en la cimentación que pueden afectar la estructura y facilitar el daño en caso de sismo.</p>	 <p><i>Figura 37. Terreno y cimentación apropiado. Elaboración propia</i></p>
<p>6.Estructura apropiada</p>	<p>Para que una edificación soporte un terremoto, su estructura debe ser sólida, simétrica, uniforme, continua o bien conectada. Cambios bruscos en sus dimensiones, su rigidez, falta de continuidad, una configuración estructural desordenada o voladizos excesivos, facilitan la concentración de fuerzas nocivas, torsiones y deformaciones que pueden causar graves daños o el colapso de una edificación.</p>	 <p><i>Figura 38. Estructura apropiada. Elaboración propia</i></p>

<p>7. Materiales aptos de buena calidad</p>	<p>Los materiales deben ser de buena calidad, para garantizar una adecuada resistencia y capacidad de la estructura para absorber y disipar la energía que el sismo le otorga a la edificación cuando se sacude.</p>	 <p><i>Figura 39. Materiales de buena calidad. Elaboración propia</i></p>
<p>8. Calidad en la construcción</p>	<p>Se deben cumplir los requisitos de calidad y resistencia de los materiales y acatar las especificaciones de diseño y construcción</p>	 <p><i>Figura 40. Calidad en construcción. Elaboración propia</i></p>
<p>9. Capacidad de disipar energía</p>	<p>Una estructura debe ser capaz de soportar deformaciones en sus componentes sin que se dañen gravemente o se degrade su resistencia. Los flejes o estribos en las vigas y columnas de concreto deben colocarse muy juntos respetando las especificaciones técnicas dadas por el ingeniero calculista, para darle confinamiento y mayor resistencia al concreto y a la armadura longitudinal.</p>	 <p><i>Figura 41 Dicipación de energía. Elaboración propia</i></p>

<p>10.Fijación de acabados de instalaciones</p>	<p>Los componentes no estructurales, tales como tabiques divisorios, acabados arquitectónicos, fachadas, ventanas, e instalaciones, deben estar bien adheridos o conectados y no deben interactuar con la estructura.</p>	 <p><i>Figura 42. Acabados de instalaciones. Elaboración propia</i></p>
--	---	--

Tabla 2. Principios de sismo resistencia

10.3 Composición de la normativa sobre sismo resistencia

La normativa colombiana sobre sismo resistencia está conformada por:

- La Ley 400 de 1997, por el cual se adoptan normas sobre construcciones sismo resistentes.
- Los decretos reglamentarios que ha expedido el Presidente de la República al amparo de la Ley 400 de 1997:
 - Decreto 33 de 1998, por el cual se establecen los requisitos de carácter técnico y científico para construcciones sismo resistentes NSR-98. Vigente hasta el 30 de diciembre de 2010.
 - Decreto 34 de 1999.
 - Decreto 2809 de 2000, Por el cual se modifican parcialmente los Decretos 33 de 1998 y 34 de 1999. Vigente hasta el 30 de diciembre de 2010.
 - Decreto 52 de 2002, por medio del cual se modifica y adiciona el Capítulo E del Decreto 33 de 1998. Vigente hasta el 30 de diciembre de 2010.

- Las actas de la Comisión Asesora Permanente del Régimen de Construcciones Sismo Resistentes, creada por la Ley 400 de 1997.
- Decreto 926 del 19 de marzo de 2010, “Por el cual se establecen los requisitos de carácter técnico y científico para construcciones sismo resistentes NSR-10”
- Decreto 2525 de julio 13 de 2010. Por el cual se modifica el Decreto 926 de 2010 y se dictan otras disposiciones.

10.4 Composición de la norma sobre sismo resistencia

I. La geometría de la edificación debe ser sencilla en planta y en elevación, ya que esta forma favorece un mejor comportamiento de la edificación durante el sismo, evitando que la estructura sufra torsión, y hace que tenga en sus esquinas una mayor resistencia a las fuerzas que allí se generan.

II. Se debe recurrir a materiales livianos en la construcción, especialmente en las cubiertas, ya que entre más liviana sea la edificación, menor será la fuerza que tendrá que soportar cuando ocurra un terremoto.

III. Es deseable que la estructura se deforme poco cuando se mueve ante la acción de un sismo. De ahí que el cálculo de los elementos estructurales de la edificación deba cumplir con lo establecido en las NSR. Así mismo, en el momento de la construcción se deben seguir estrictamente las especificaciones que haya establecido el ingeniero calculista.

IV. Las edificaciones deben ser firmes y conservar el equilibrio cuando son sometidas a las vibraciones de un terremoto. Cuando una cimentación es deficiente las estructuras se pueden volcar o deslizar.

V. Supervisión técnica de la construcción. Define cuando debe llevarse a cabo la supervisión.

VI. Profesionales Calidades y requisitos.

- Diseñadores Revisores de diseños.
- Directores de construcción.
- Supervisores técnicos.

VII. Crea la Comisión Asesora Permanente para el Régimen de construcciones Sismo resistentes.

VIII. Potestad reglamentaria. Decretos reglamentarios Alcance y temario técnico y científico.

IX. Responsabilidades y sanciones. Establece las responsabilidades y sanciones en que incurren los profesionales diseñadores y los constructores, los funcionarios oficiales y las alcaldías, al incumplir la Ley.

X. Disposiciones finales

11. Metodología

Con los indicadores mencionados previamente, se ayuda a evaluar el nivel ecológico de un edificio y también para identificar una metodología de diseño para lograr que la tenga un nivel ecológico elevado.

Con la ayuda de indicadores se proporciona información acerca de las características que se deben tener en cuenta para alcanzar un máximo nivel ecológico, sin embargo se debe tener en cuenta que estos suministran el que se debe hacer pero no el cómo se hace. Gracias a una investigación que se desarrolló durante aproximadamente dos décadas, se aportó un listado de 12 *"grupos de acciones arquitectónicas ecológicas que deben ser ejecutadas"* (Garrido, 2017) para poder obtener que un edificio tenga el máximo nivel de arquitectura ecológica.

- Proteger el medio ambiente
- Proteger la fauna y la flora
- Asegurar la nutrición humana
- Modificar el estilo de vida humano y sus valores culturales
- Mejorar el bienestar humano y su calidad de vida
- Optimizar recursos naturales y artificiales
- Fomentar la industrialización y la prefabricación
- Reducir al máximo las emisiones y residuos
- Fomentar el uso de energías naturales
- Reducir el consumo de energía
- Reducir el costo y mantenimiento
- Cambiar los sistemas de transportes

11.1 Eficacia medioambiental de las acciones ecológicas

Una de las primeras decisiones que se den tomar es evaluar la eficacia medioambiental de cada acción utilizando los indicadores de Garrido. Cuando ya se hayan evaluado, se pueden ordenar según su eficacia, y los arquitectos deben empezar a aplicar las acciones de mayor vigor y dejar para más tarde las menos vigorosas y de esta manera se tiene como garantía que se está haciendo todo lo posible para proyectar los edificios con el mayor nivel energético posible.

11.2 Valor económico de las acciones ecológicas

Un factor muy importante a considerar es el presupuesto porque no todas las acciones ecológicas tienen el mismo precio, unas son más económicas y eficaces como otras que son costosas. Para poder controlar esta situación se debe empezar por calcular el precio para todas las acciones para todo tipo de entorno, seguido a esto se procede a hacer una clasificación de acciones ecológicas según el valor económico. El arquitecto debe empezar por aplicar las acciones más económicas y dejar para después las más costosas de tal manera que si no se pudieran a llegar a aplicar todas las acciones, se tiene la certeza que se aplicaron las más económicas.

11.3 Modelo de pirámides invertidas

Se debe establecer un orden económico según el grado de eficacia del conjunto de acciones arquitectónicas ecológicas, sin olvidar que el objetivo es lograr que la vivienda tenga un alto nivel ecológico. El dinero que se dispone para toda construcción siempre es limitado y esto limita a la hora de aplicar las acciones ecológicas. Según un estudio realizado por Garrido en el año 2003 el descubrió que por lo general las acciones medioambientales más eficaces muchas veces son las más económicas y las menos eficaces las más costosas.

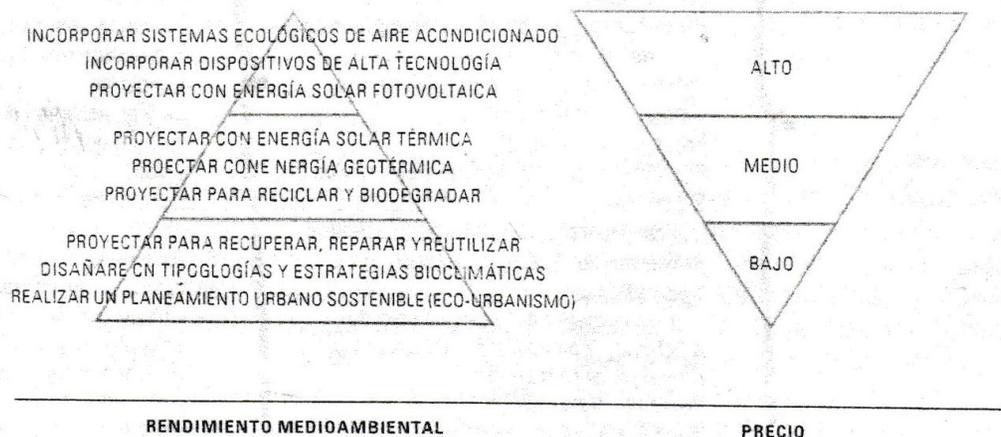


Figura 43. Modelo de pirámides invertidas. (Garrido, 2017)

Teniendo en cuenta el modelo anterior, lo consiguiente es continuar con una estrategia ascendente y secuencial en donde las primeras a ejecutar sean las de menor valor económico y mayor eficacia y las últimas aquella que son de un mayor valor y tengan una mejor eficacia medioambiental.

A continuación se muestran los resultados del estudio realizado por Luis de Garrido, que proporciona una clasificación de las acciones arquitectónicas ecológicas más habituales según el valor económico.

"1. Acciones sin coste adicional significativo"

- *Reevaluar las necesidades humanas*
- *Reevaluar las necesidades sociales*
- *Fomentar la autosuficiencia de alimentos*
- *Fomentar la autosuficiencia de energía*

- *Fomentar la autosuficiencia de agua*
- *Proyectar con tipologías y estrategias bioclimáticas*
- *Utilizar la menor cantidad de artefactos y dispositivos tecnológicos*
- *Utilizar componentes modulares*
- *Utilizar componentes prefabricados*
- *Fomentar la ventilación natural sin dispositivos mecánicos*
- *Utilizar materiales locales*
- *Utilizar mano de obra local*
- *Fomentar la construcción con alta inercia térmica" (Garrido, 2017)*

Este grupo de acciones son los que se deben tener de primeras en cuenta al momento de construir la vivienda, con el fin de establecer una verdadera arquitectura ecológica se deben vencer dos obstáculos: como primera medida se debe controlar la enorme manipulación mediática, ya que muchos arquitectos en su afán de obtener un mayor provecho económico en la construcción de las obras se dejan llevar por empresas que fabrican productos y hacen creer que fabrican productos "respetuosos con el medio ambiente" cuando la realidad es otra ya que no cumplen con esas características. En segundo lugar se debe aprender a cambiar o controlar el sistema político, ya que ellos están más interesados en pensar en su bienestar sin tener en cuenta el equilibrio de la sociedad importar nada.

12. Desarrollo del Proyecto

12.1 Análisis de Vivienda

De acuerdo a un análisis realizado previamente se encontró que la vivienda rural tiene un alto porcentaje en el departamento de Boyacá (*Figura 44. Vivienda en Boyacá. Elaboración propia*), situación que resulta ser bastante razonable ya que la actividad económica del departamento es en su mayoría agrícola; sin embargo hay que tener en cuenta que el déficit de vivienda (1.56%) y servicios básicos (*Figura 45. Déficit de servicios públicos.*) en el departamento es considerablemente alto.

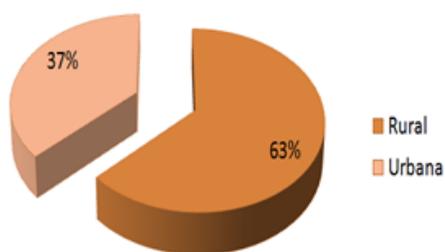


Figura 44. Vivienda en Boyacá. Elaboración propia



Figura 45. Déficit de servicios públicos. Elaboración propia

12.2 Análisis climático de Boyacá

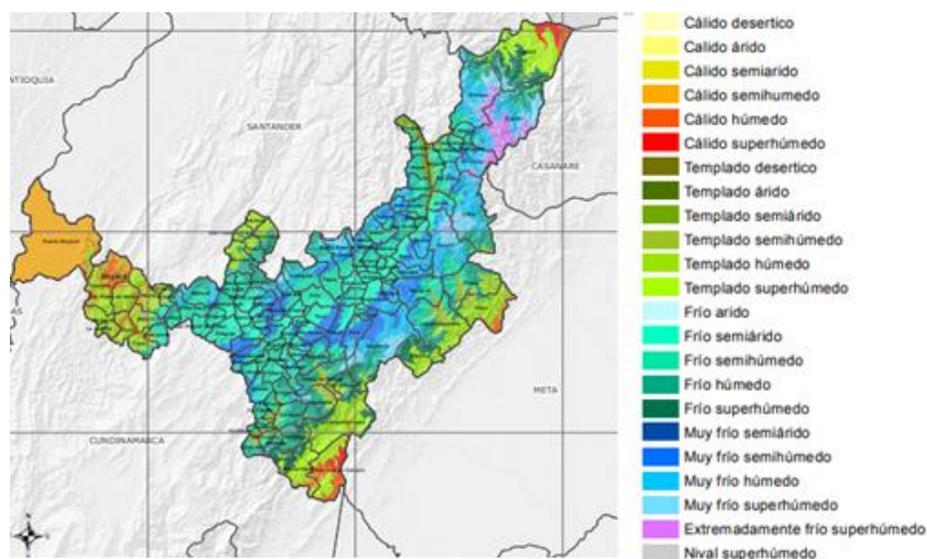


Figura 46. Mapa del clima en Boyacá (IDEAM, 2018)

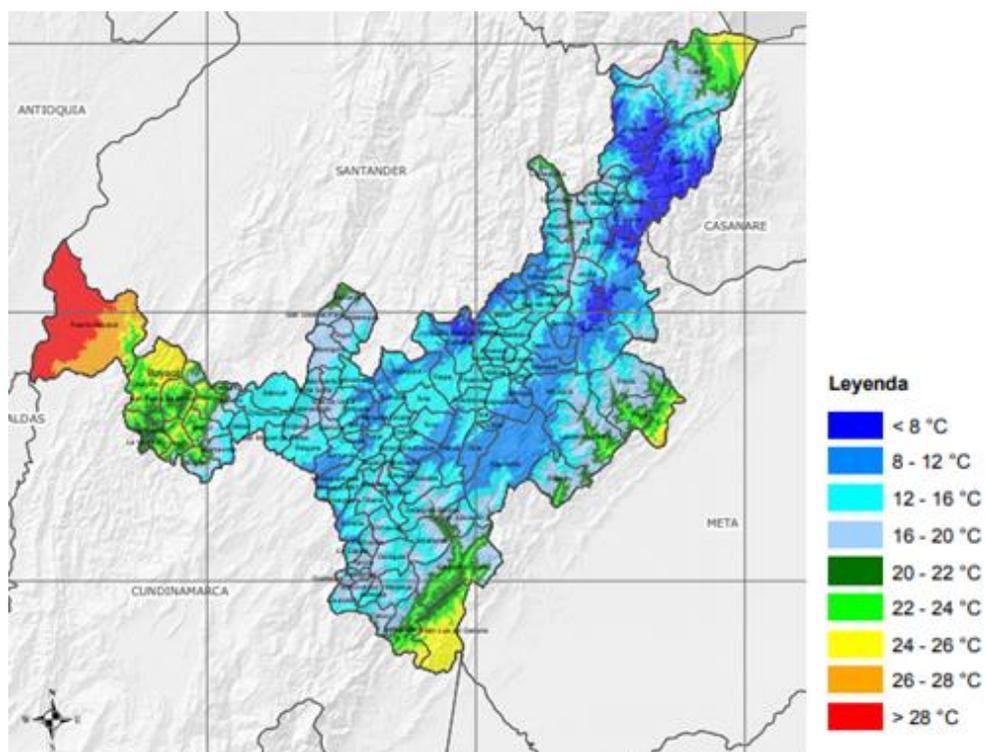


Figura 47. Mapa de temperatura promedio anual en Boyacá (IDEAM, 2018)

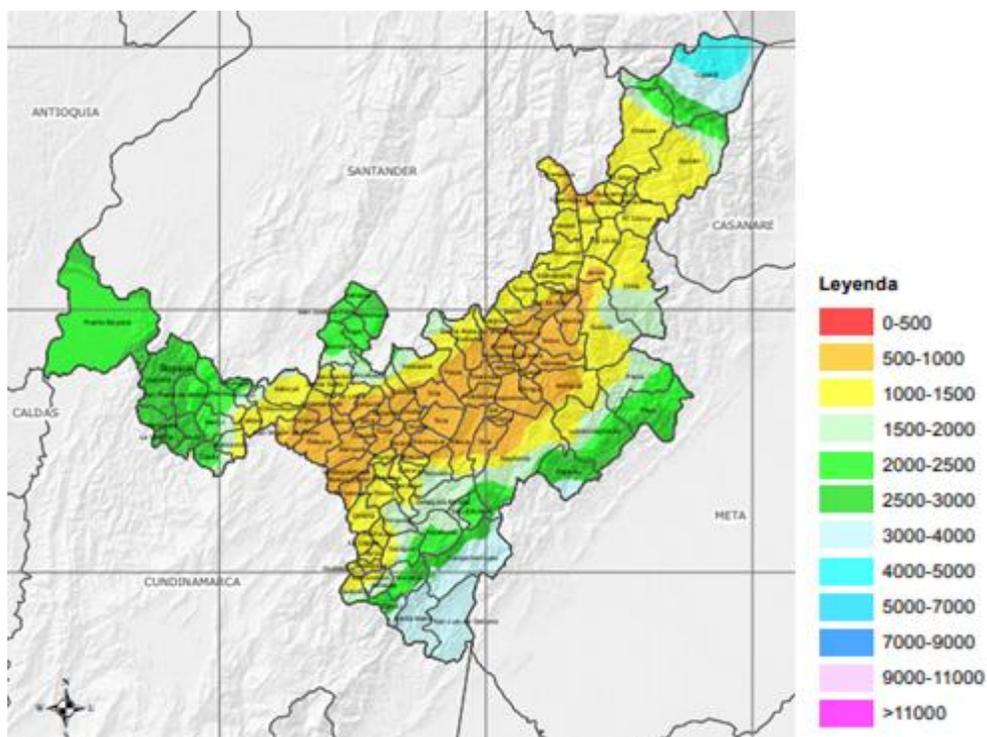


Figura 48. Mapa de precipitaciones anuales en Boyacá (IDEAM, 2018)

Como se muestra en los mapas de Boyacá, este presenta una diversidad climatológica, motivo por el cual al momento de llevar a cabo el planteamiento del módulo de vivienda se debe tener en cuenta esta diversidad y proporcionar soluciones bioclimáticas (tales como orientación, materialidad, etc.) efectivas para los espacios que se van a proyectar.

12.3 Estado del Arte

Teniendo en cuenta los datos recopilados con respecto al análisis de vivienda, se puede decir que a medida que pasa el tiempo la identidad de la vivienda rural campesina se ha ido perdiendo cada vez más, pues muchas veces se construyen tipologías de viviendas de estilo urbano planteando espacios que no son los adecuados y haciendo uso de materiales atípicos para este estilo de vivienda situación que resulta ser preocupante en un ámbito cultural.



Figura 49: Vivienda en Adobe (Boto Caeiro, 2018)



Figura 50. Vivienda en bahareque (Boto Caeiro, 2018)

La vivienda típica campesina se caracteriza por estar dividida por espacios ya sean dos zonas (habitaciones y servicios) o tres (baños, cocina y habitaciones) siendo la cocina el eje principal de la casa en los dos casos.

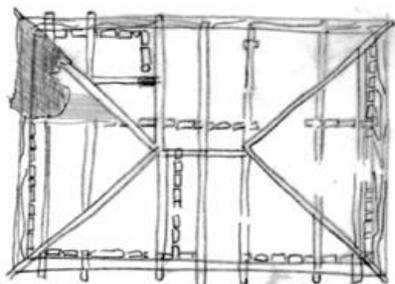


Figura 51. Vivienda campesina. Elaboración propia

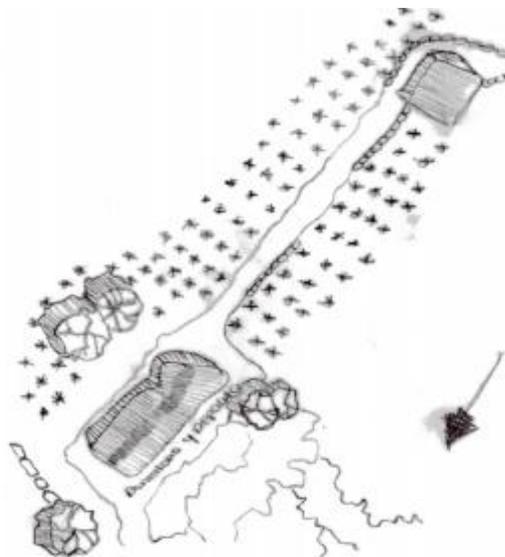


Figura 52. Vivienda en dos bloques. Elaboración propia



Figura 53. Vivienda en tres bloques. Elaboración propia

12.3.1 Tipologías de vivienda

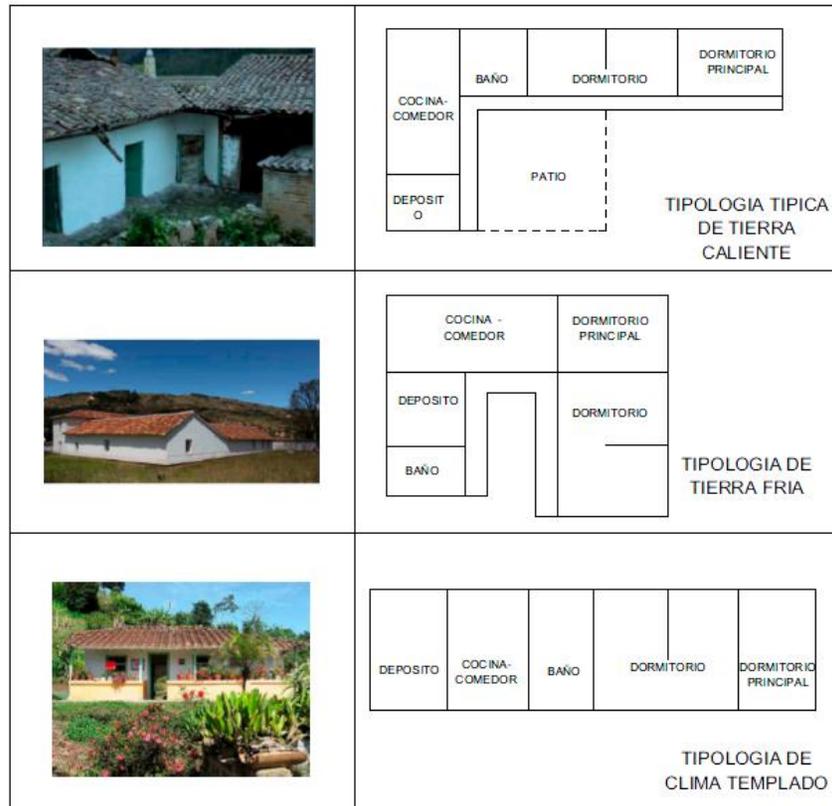


Figura 54. Tipologías de vivienda según clima. Elaboración propia

12.3.2 Análisis por espacios

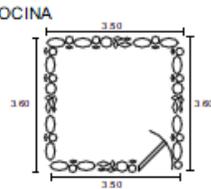
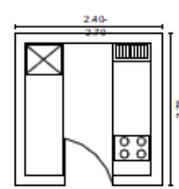
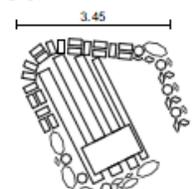
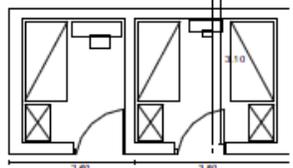
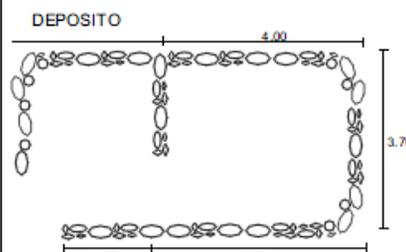
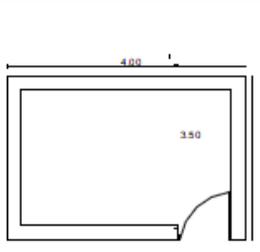
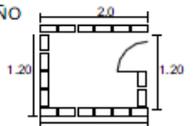
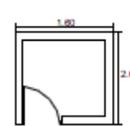
RURAL	URBANA (ESTANDAR)
<p>COCINA</p> 	
<p>HABITACION</p> 	
<p>DEPOSITO</p> 	
<p>BAÑO</p> 	
FUENTE : revista_escalá	FUENTE : Neufert

Figura 55. Análisis de los espacios de una vivienda. Elaboración propia

Los dos tipos de cocina presentan diferentes instrumentos: en las cocinas rurales generalmente se tiene fogón de piedras, leña, máquina de moler, poyos de madera la cocina rural sobrepasa las medidas estándar y es el lugar más importante en la parte rural por lo que se convierte más en una zona social que de servicio.

Las habitaciones rurales son estrechas y no cuentan con las proporciones adecuadas de una habitación estándar por lo que no existe espacio para tener un armario y mesa en la cual depositar las cosas.

Los depósitos rurales tienen la particularidad de ser espacios grandes comparados con uno estándar de una bodega, generalmente aislados de los dormitorios y ubicados junto a la cocina. Allí es donde se suelen guardar los bultos, cajas, canastos, poyos de madera un lugar dedicado netamente a la parte agrícola.

Los baños están ubicados en un lugar lejano e independiente a la vivienda y aunque cumple con las medidas estándar, presenta el defecto de estar ubicado lejos del resto de los habitantes de la casa.

12.4 Criterios de Diseño

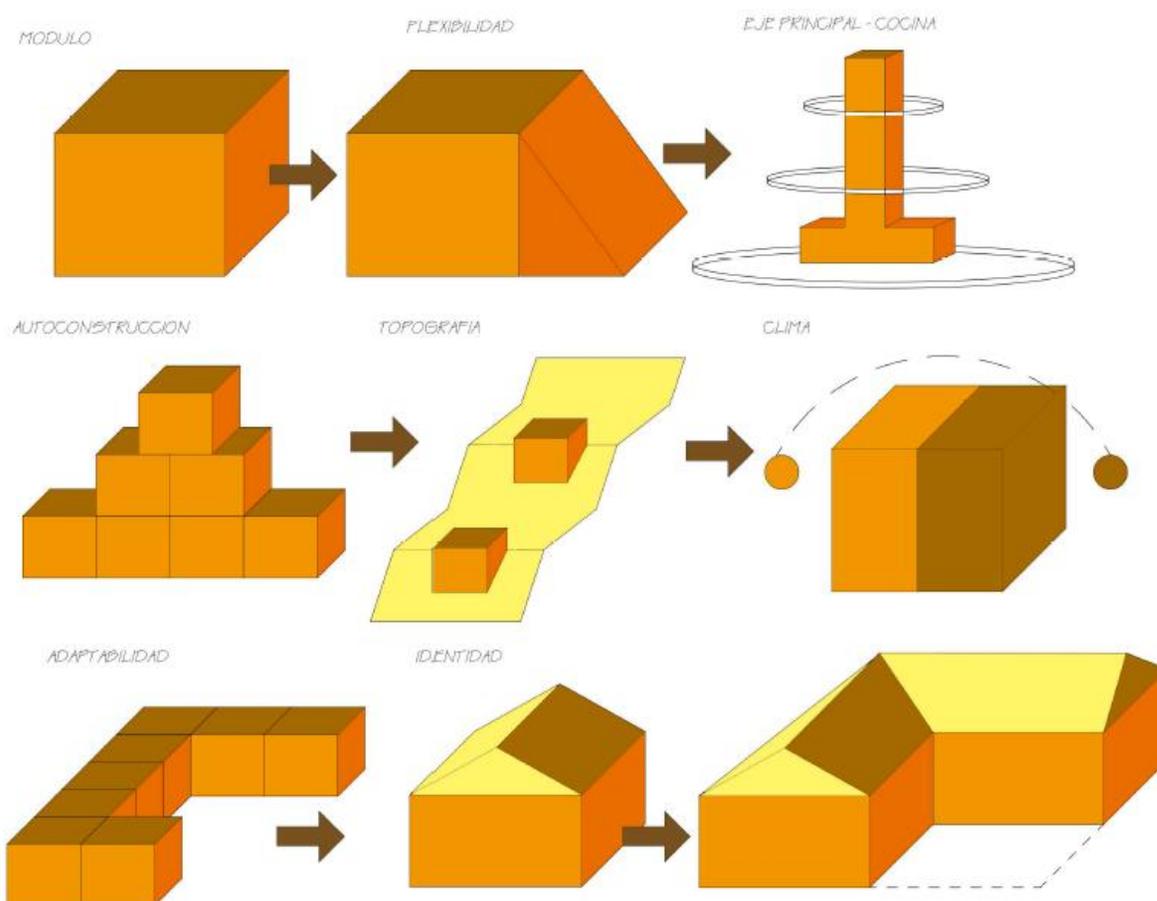


Figura 56. Criterios de diseño. Elaboración propia

12.5 Propuesta

12.5.1 Organigrama

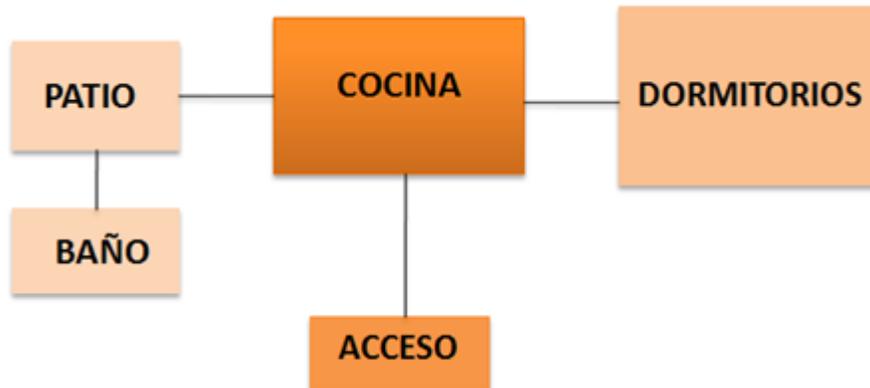


Figura 57. Organigrama. Elaboración propia

12.5.2 Zonificación

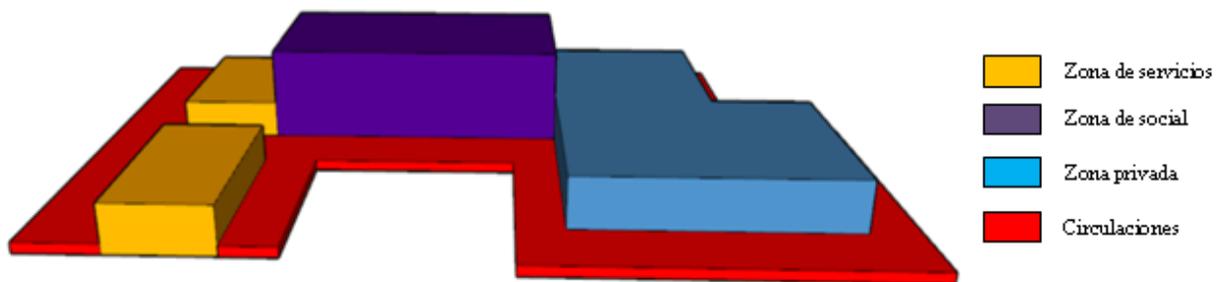


Figura 58. Zonificación. Elaboración propia

12.5.3 Volumetría

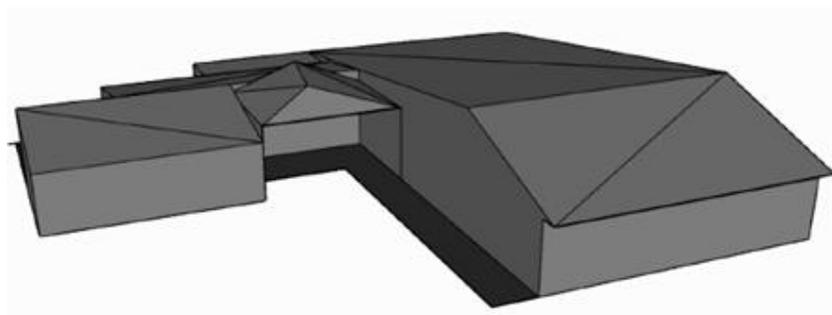


Figura 59. Volumetría vivienda clima frío. Elaboración propia

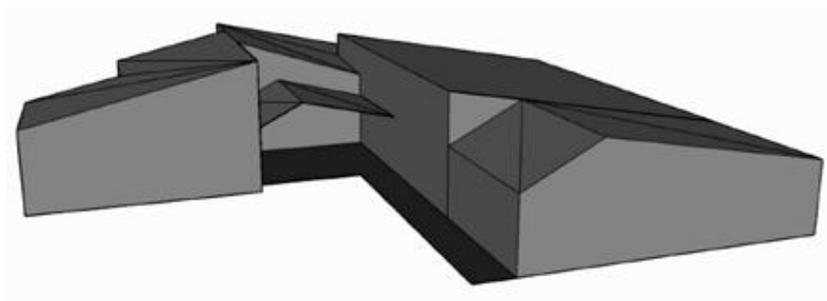


Figura 60. Volumetría vivienda clima templado. Elaboración propia

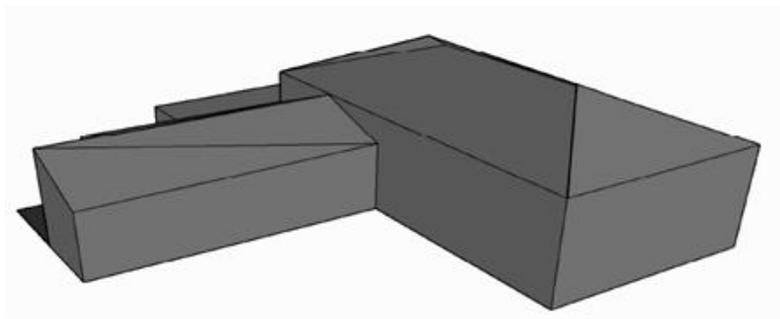


Figura 61. Volumetría vivienda clima cálido. Elaboración propia

12.6 Sistema Constructivo

Adobe. Material de construcción elaborado con barro, paja o heno, con forma de ladrillo, sin cocer y secada al sol o al aire, usado en tabiques y muros en obras sencillas de zonas rurales. Debe evitarse construir en zonas próximas a los pantanos, mar, en zonas de relleno y zonas de contacto, tampoco se construirá en zonas bajas, ni en terrenos con mucha pendiente.

- Dimensionamiento y traslape del adobe

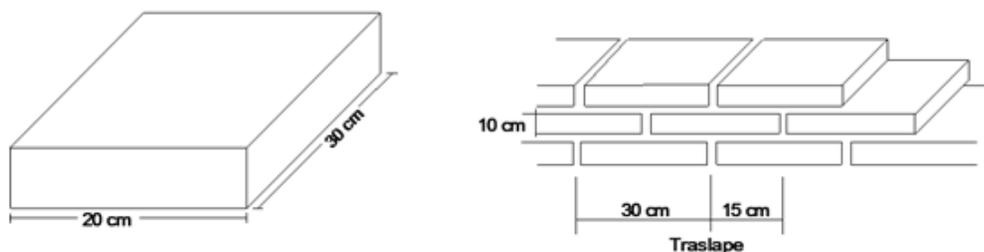


Figura 62. Dimensión y traslape del adobe. Elaboración propia

- Refuerzos: Los contrafuertes facilitan la futura ampliación. Se consigue un buen amarre con los muros nuevos, sin debilitar la unión o la esquina de los muros antiguos

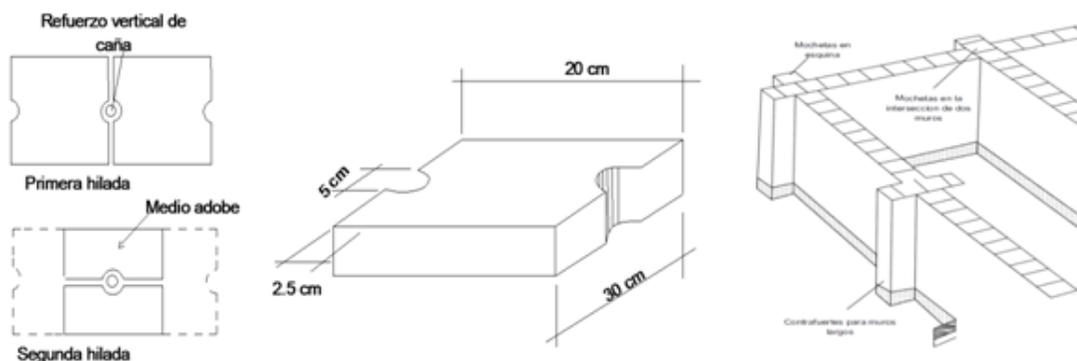


Figura 63. Dimensionamiento, traslape y refuerzos del adobe. Elaboración propia

Bahareque. Material utilizado en la construcción de viviendas compuesto de cañas o palos entretejidos y unidos con una mezcla de tierra húmeda y paja.

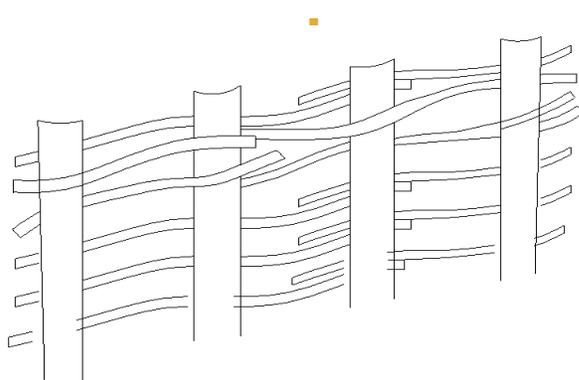


Figura 64. Muro en bahareque. Elaboración propia

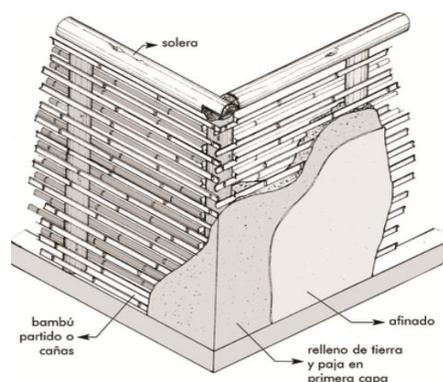


Figura 65. Detalle de la estructura de muro en bahareque (Rivera, 2018)

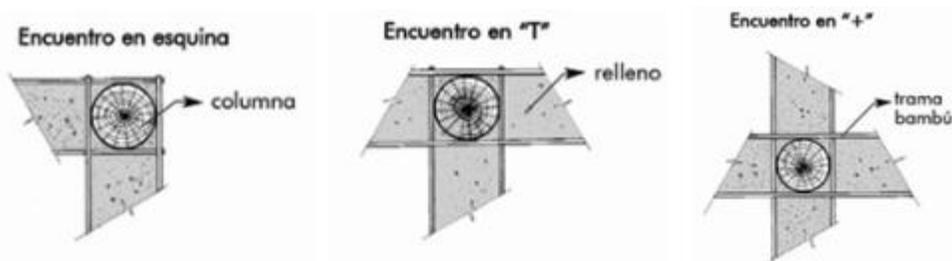


Figura 66. Detalle de la estructura de muro (Rivera, 2018)

Cimentación. La cimentación y estructura funcionan de una forma que se adapta a cualquier a cualquier clase de terreno, ya que el sistema telescópico que maneja cada zapata permitiendo que funcione de manera independiente. Este sistema actúa también como aislante térmico manteniendo la temperatura de la vivienda e una zona de confort, ayuda también a mantener un aislamiento al agua que par el caso del adobe, evitando así que este se derrita.

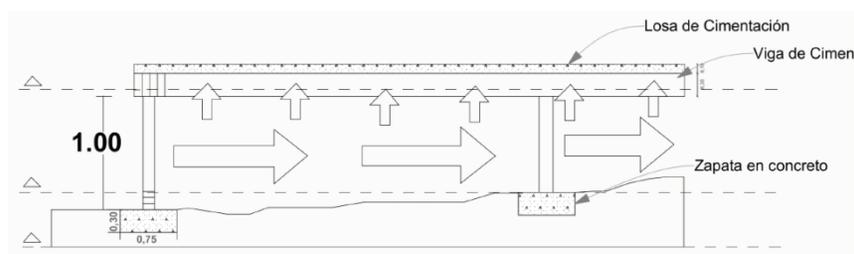


Figura 67. Ganancia de calor por cimentación de dados. Elaboración propia

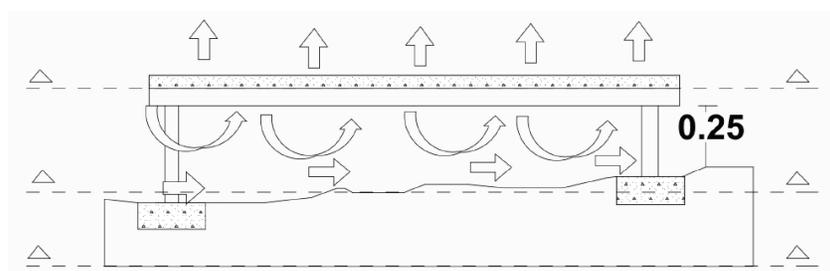


Figura 68. Protección y ventilación pasiva de cimentación de dados. Elaboración propia



Figura 69. Vivienda elevada con pilotes. Elaboración propia

12.7 Tipologías de Vivienda

12.7.1 Clima Frio

- Planta

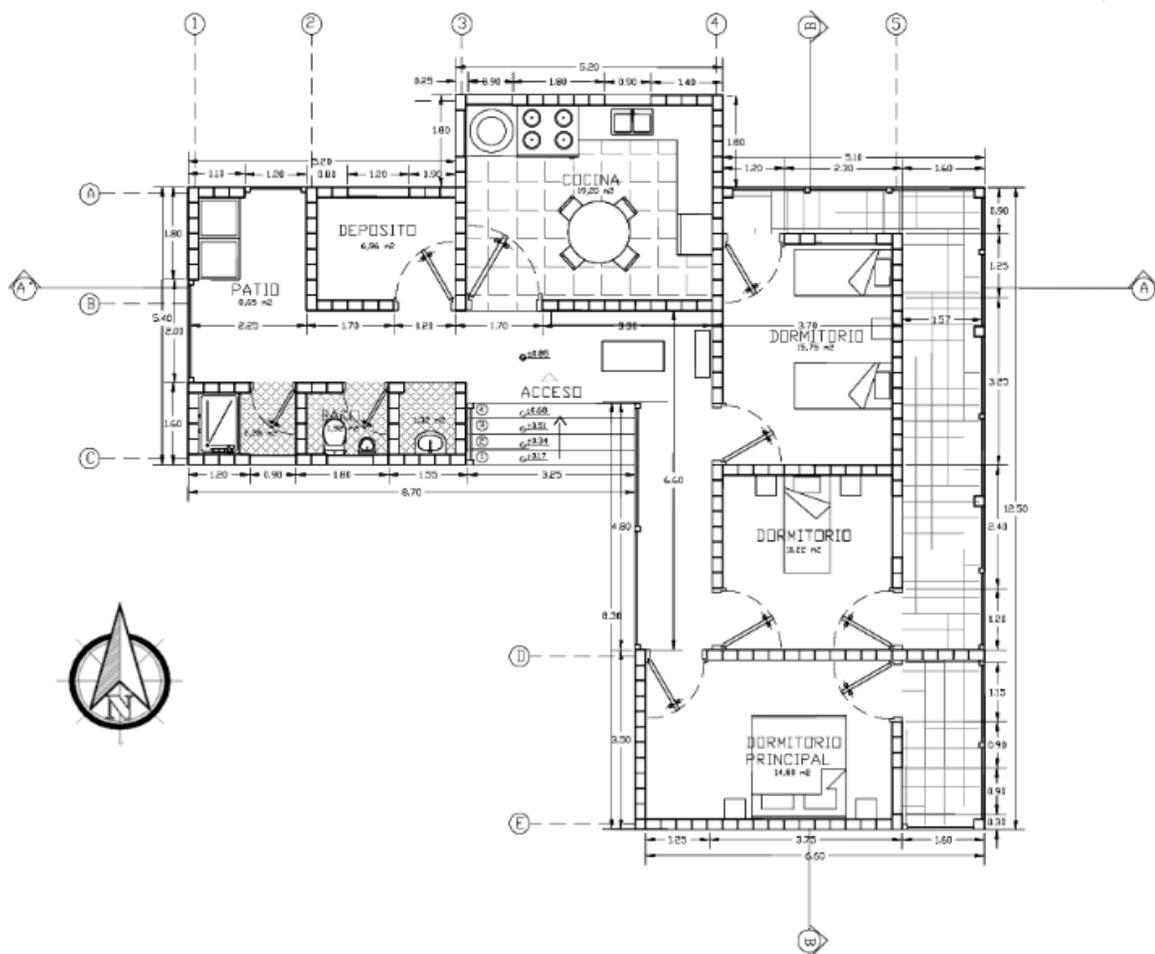


Figura 70. Planta Vivienda clima frío. Escala gráfica. Elaboración propia

- Cortes

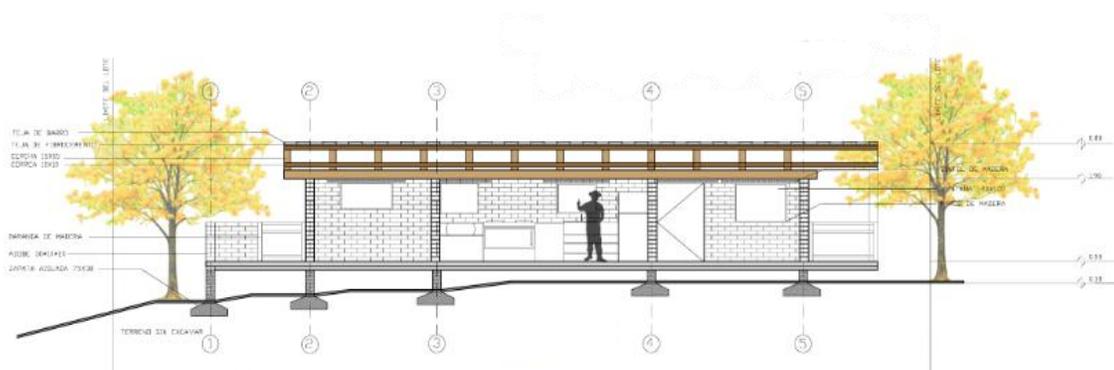


Figura 71. Corte A-A'. Escala gráfica. Elaboración propia

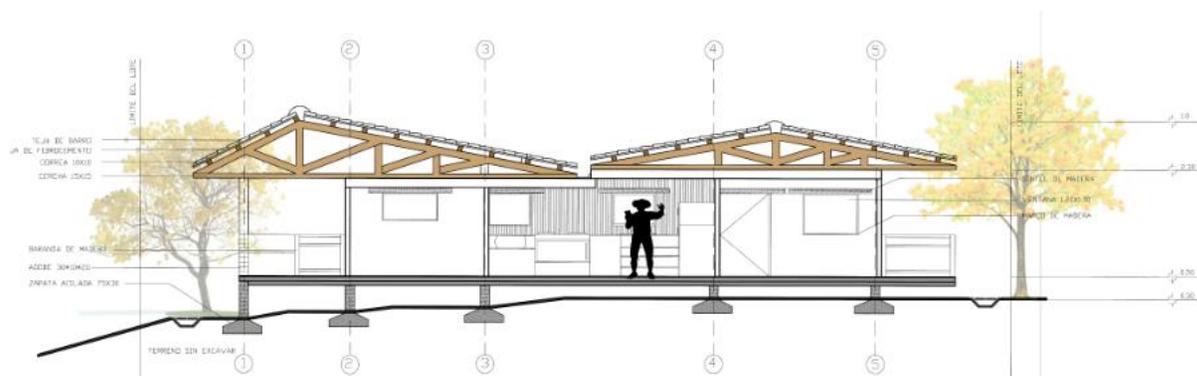


Figura 79. Corte B-B'. Escala gráfica. Elaboración propia

- Fachadas



Figura 80. Fachada principal. Escala gráfica. Elaboración propia

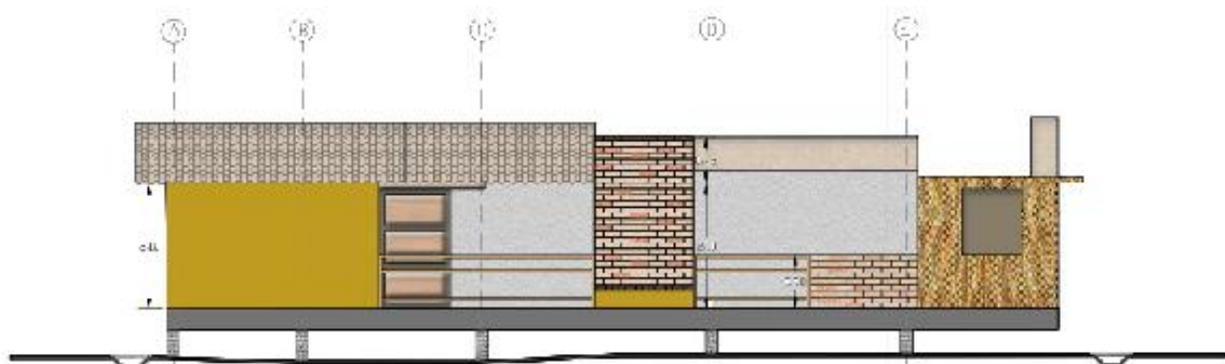


Figura 81. Fachada lateral derecha. Escala gráfica. Elaboración propia.

- Estructura

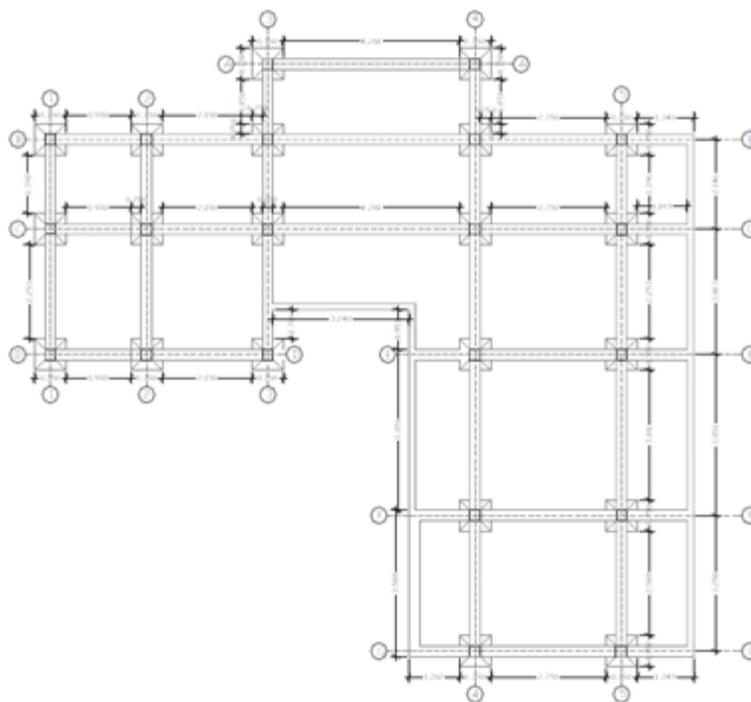


Figura 82. Planta estructural. Escala gráfica. Elaboración propia

- Cubiertas

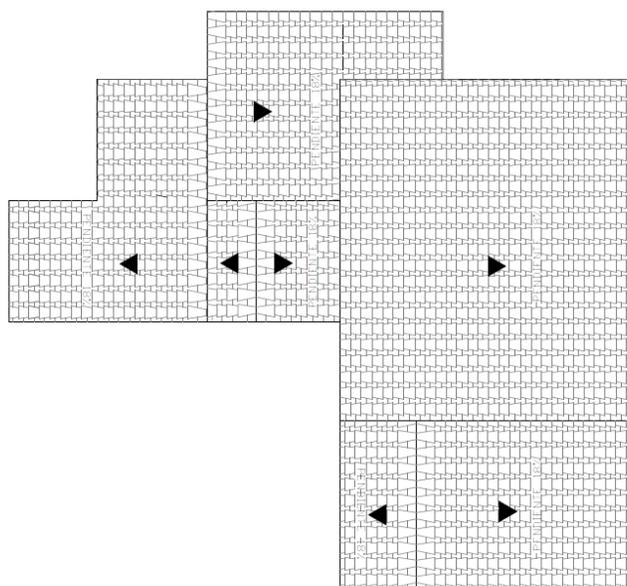


Figura 83. Planta de cubiertas. Escala gráfica. Elaboración propia

12.7.3 Clima cálido

- Planta

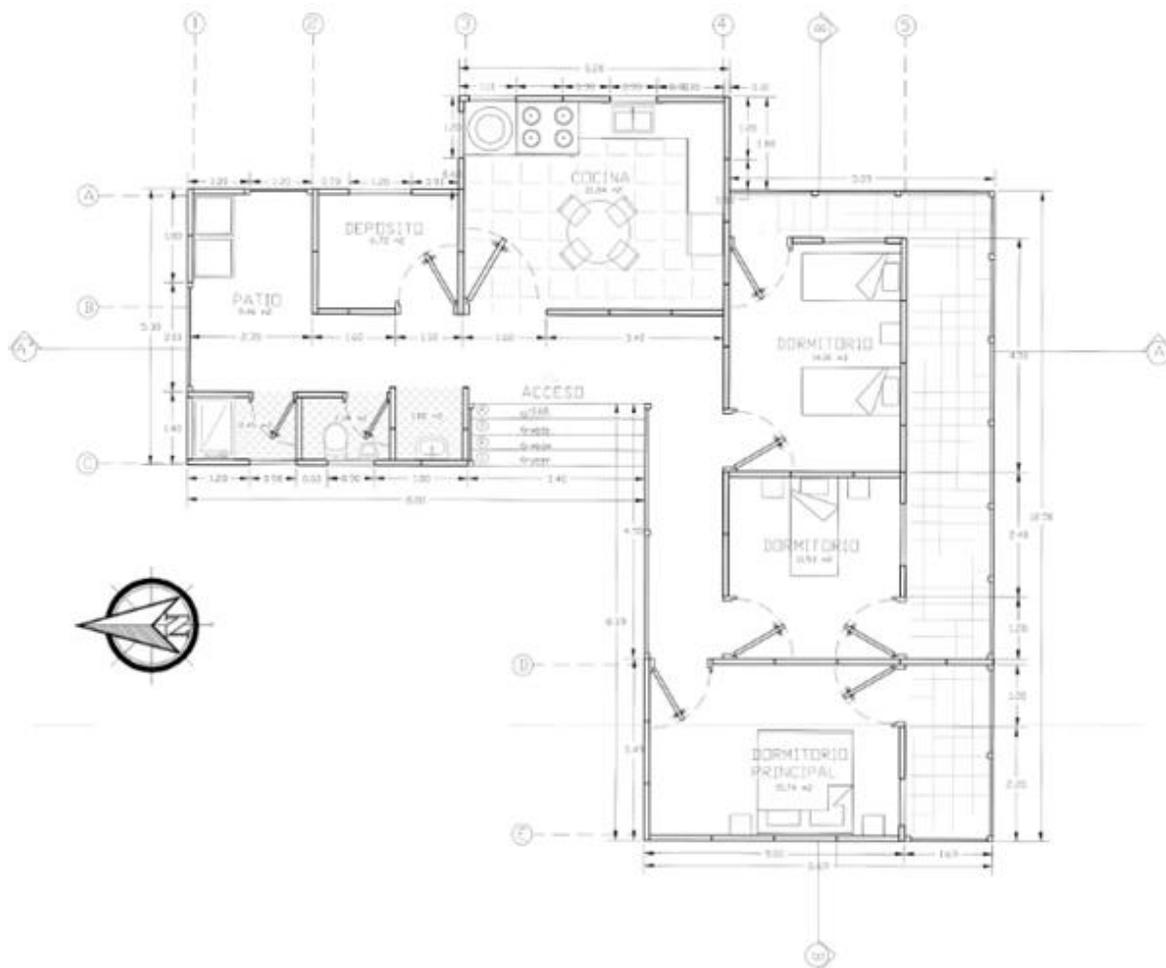


Figura 84. Planta vivienda clima cálido. Escala gráfica. Elaboración propia

- Cortes

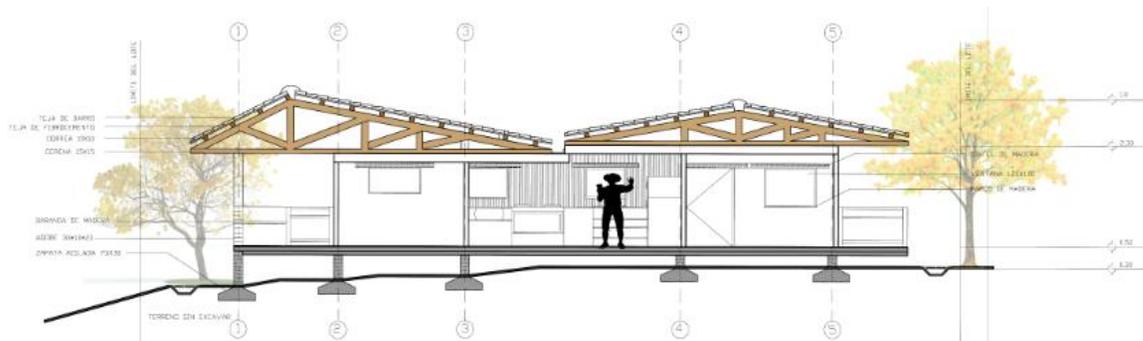


Figura 85. Corte A-A'. Escala gráfica. Elaboración propia

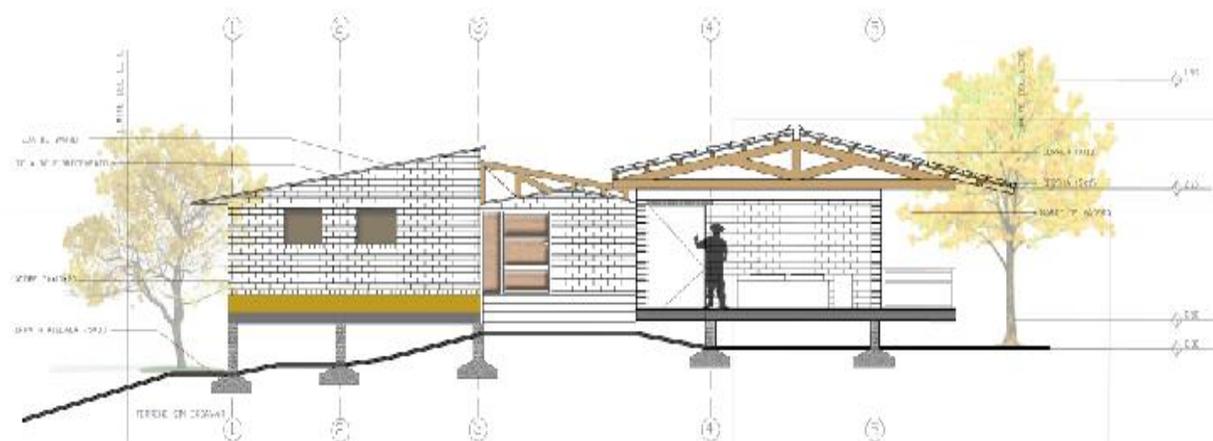


Figura 86. Corte B-B' Escala gráfica Elaboración propia

- Fachadas



Figura 87. Fachada principal. Escala gráfica. Elaboración propia



Figura 88. Fachada lateral derecha. Escala gráfica. Elaboración propia

- Estructura

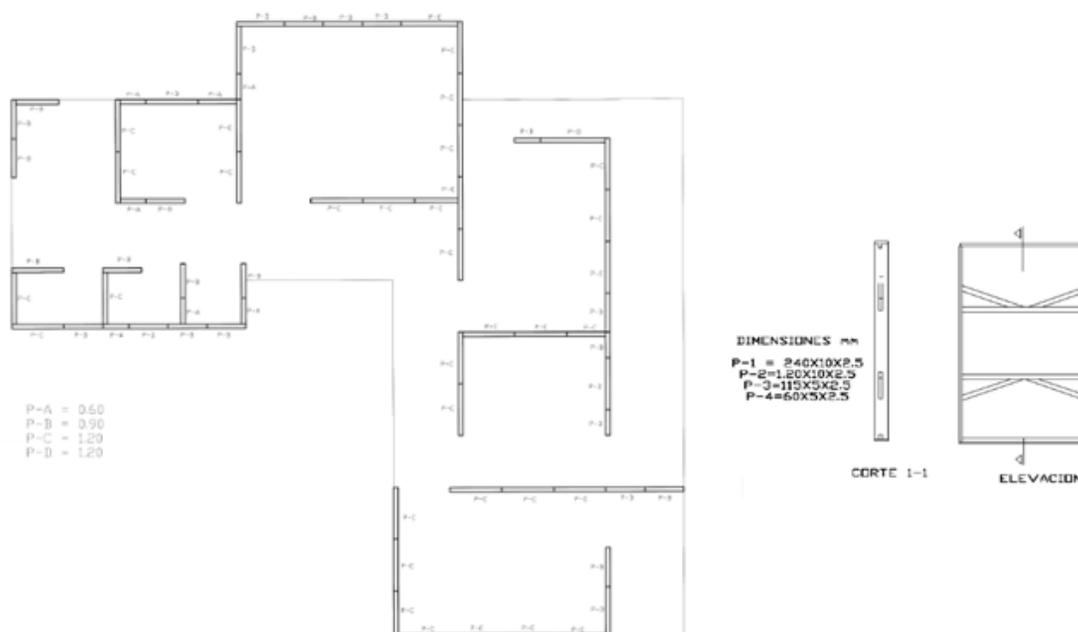


Figura 89. Modulación de paneles prefabricados en bahareque. Escala gráfica. Elaboración propia

- Planta de cubiertas

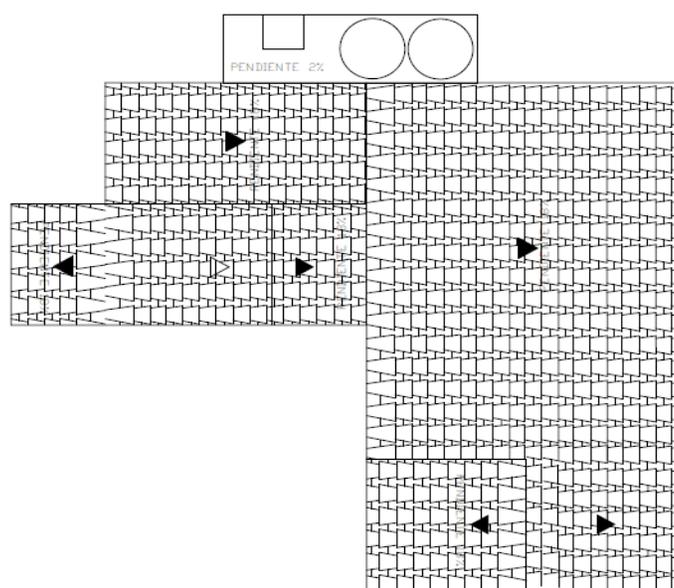


Figura 90: Planta de cubiertas. Escala gráfica. Elaboración propia

12.7.4 Render



Figura 91. Render. Elaboración propia

12.8 Detalles Arquitectónicos

- Adobe

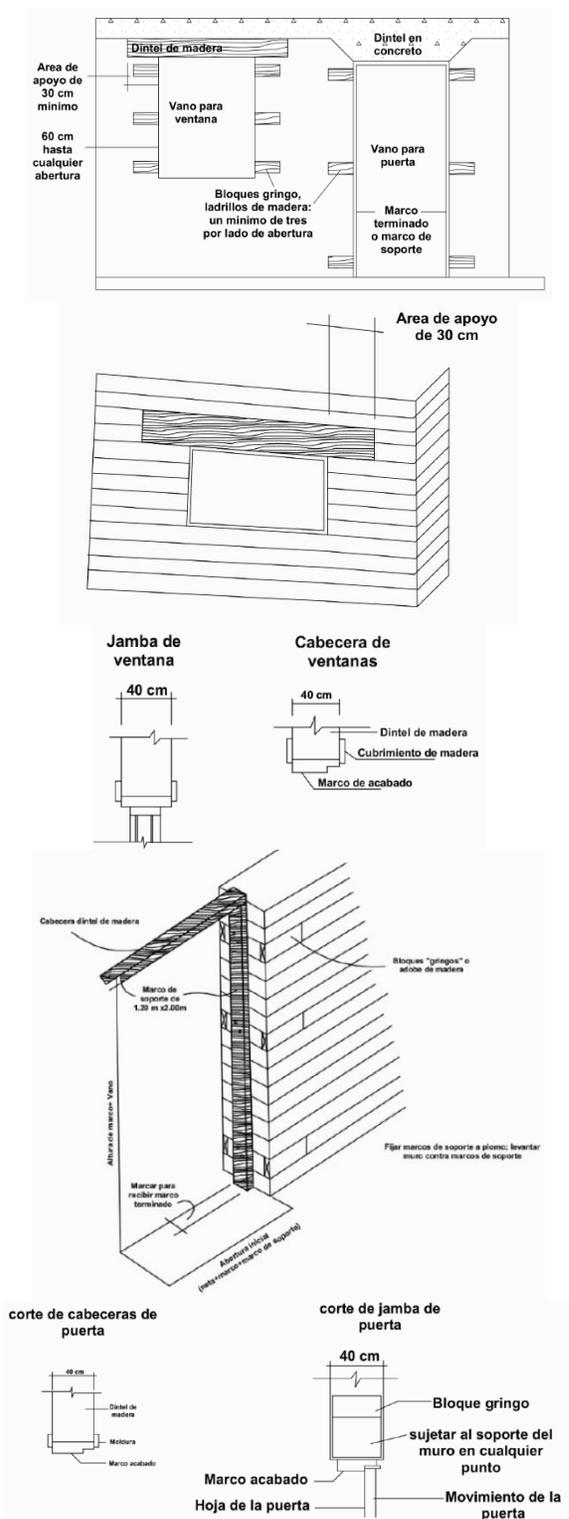


Figura 92. Detalles de puertas y ventanas en adobe

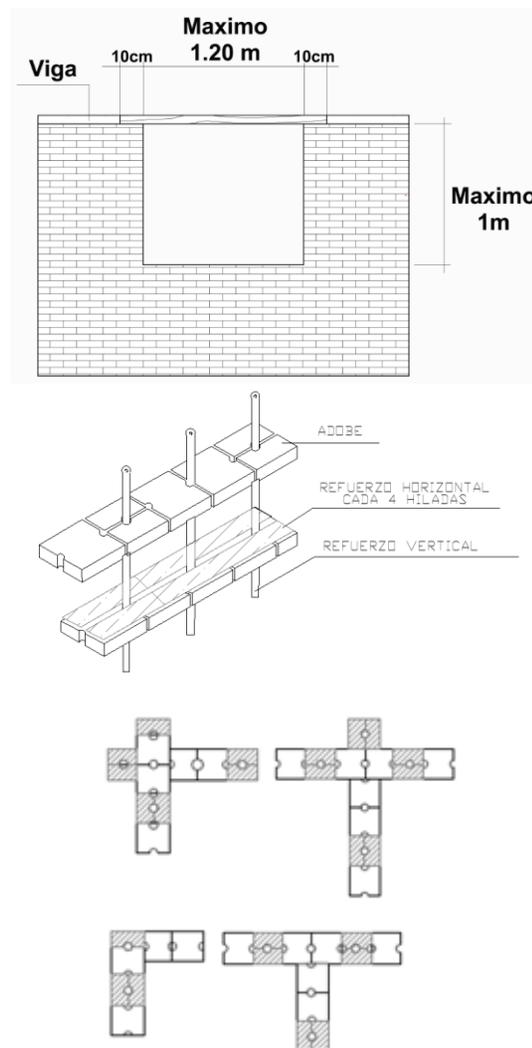


Figura 93. Detalle de traslape en adobe

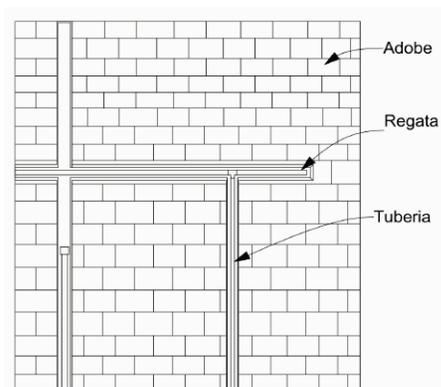


Figura 94. Detalle de instalaciones en adobe

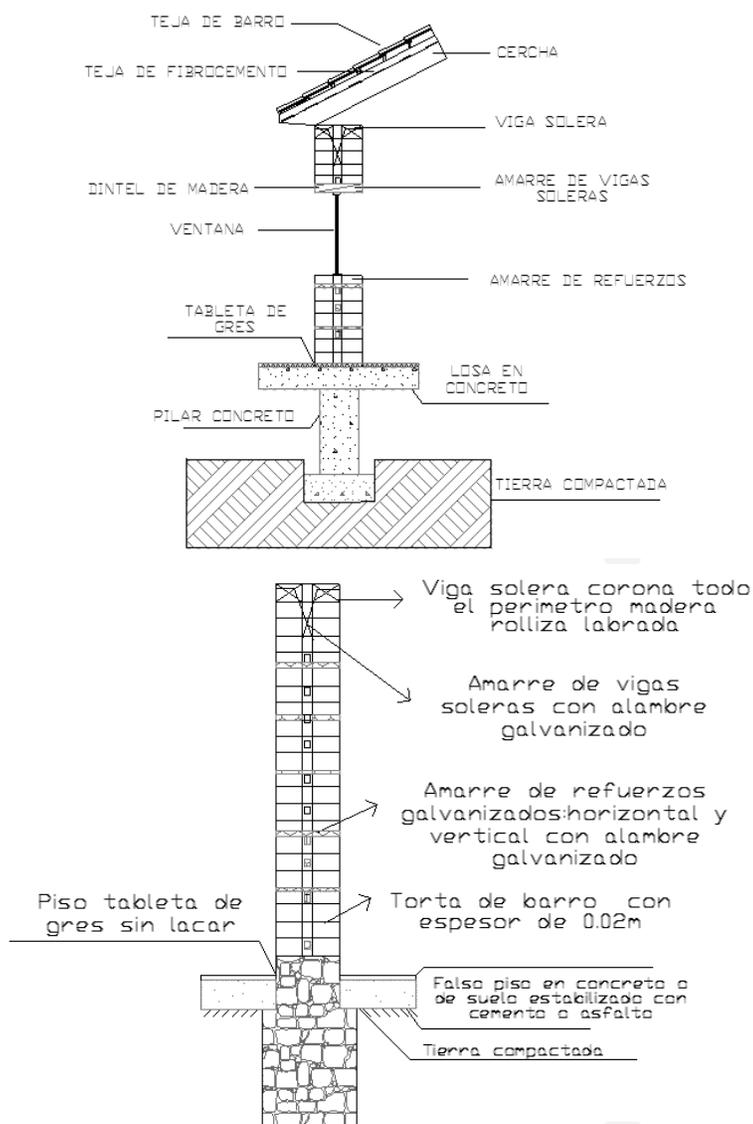


Figura 95. Corte de fachada. Elaboración propia

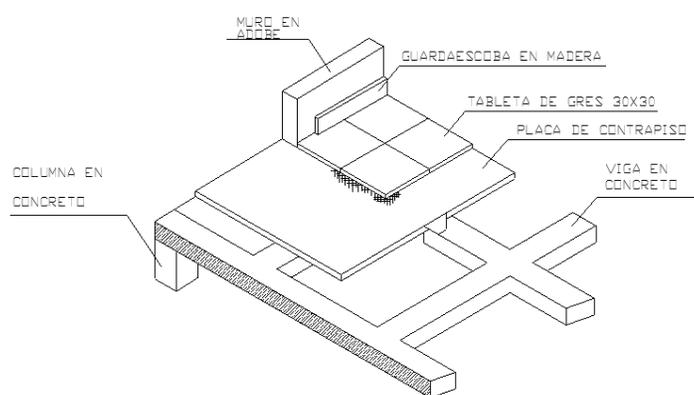


Figura 96. Detalle de placa. Elaboración propia

- Bahareque

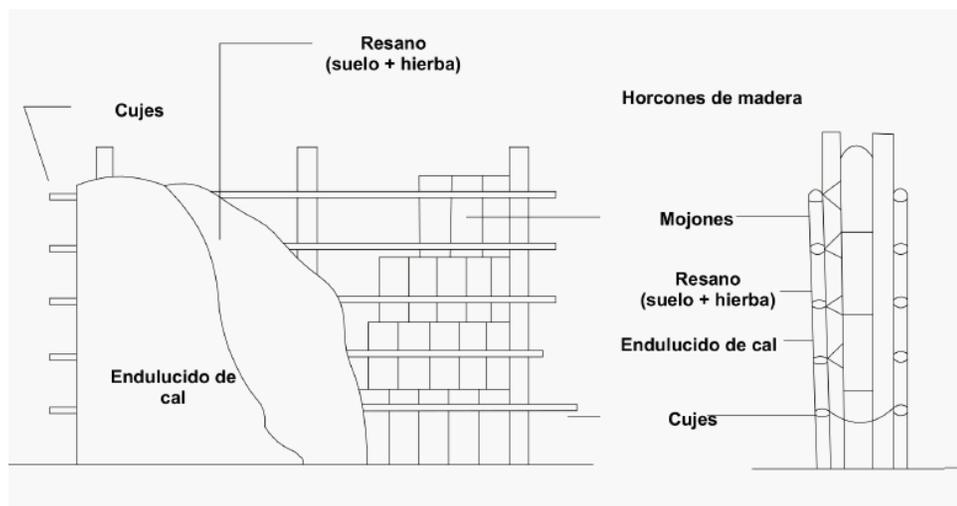


Figura 97. Detalle de muros en bahareque

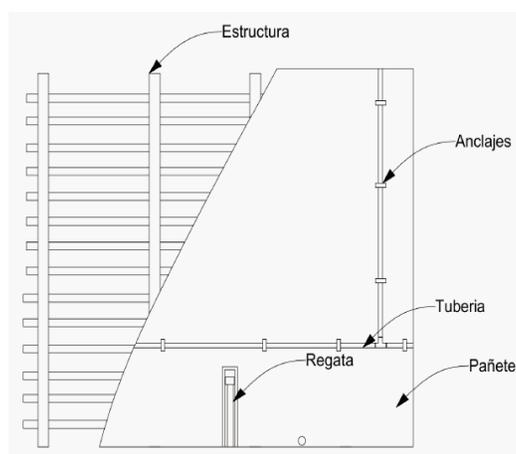


Figura 98. Detalle de instalaciones en bahareque

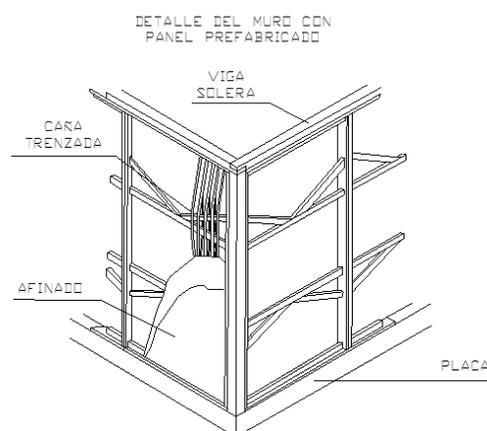


Figura 99. Detalle de muro en panel prefabricado

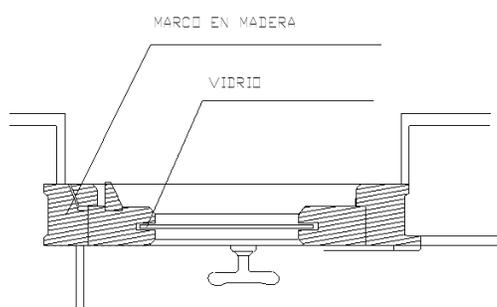


Figura 100. Detalle de ventana en bahareque

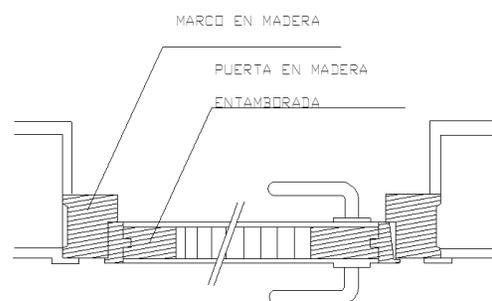


Figura 101. Detalle de puertas en bahareque

• Cubierta

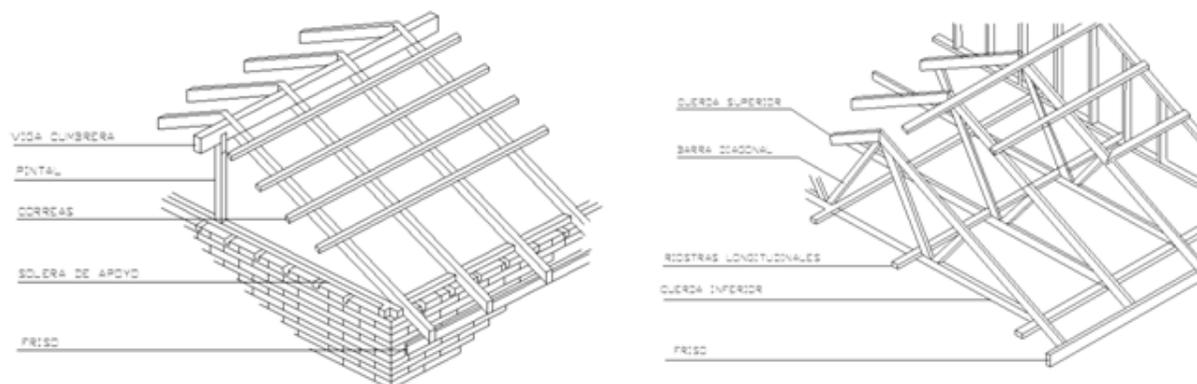


Figura 102. Detalle de cubiertas

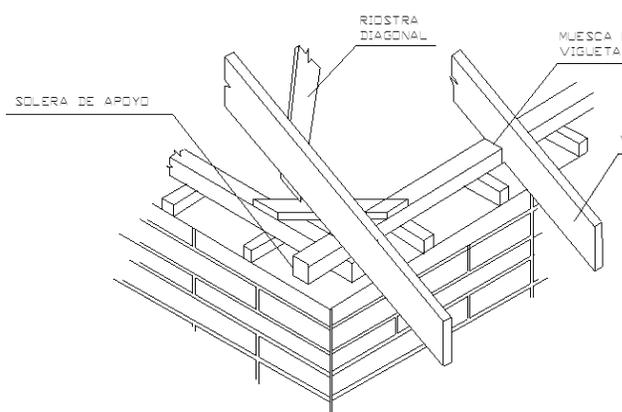


Figura 103. Detalle de amarre viga solera

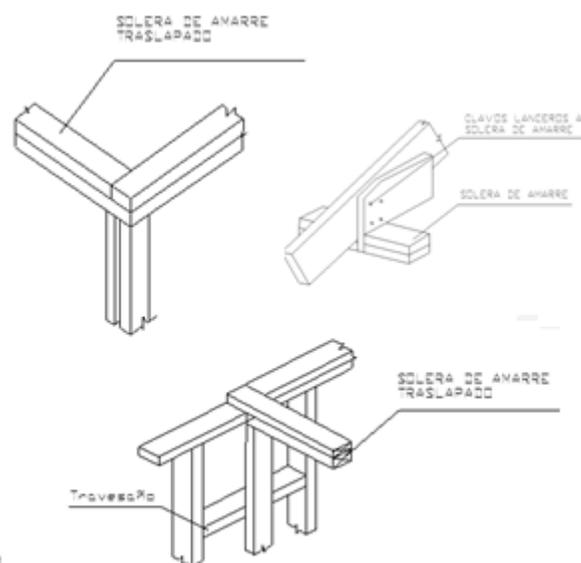


Figura 104. Detalle amarre de viga solera

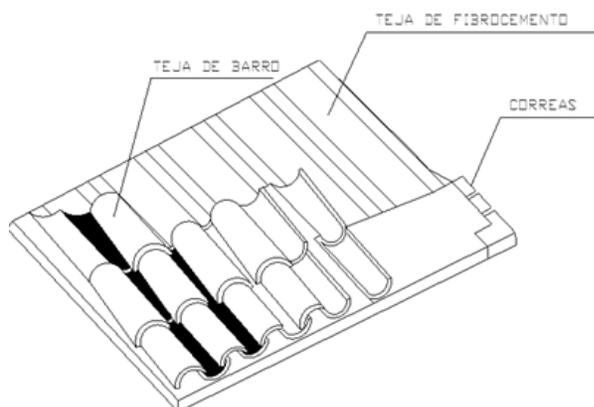


Figura 105. Detalle montaje de cubierta

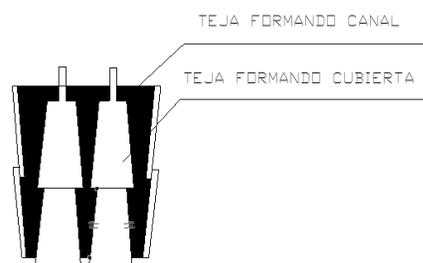


Figura 106. Detalle distribución de teja de barro

- Recolección de aguas lluvia

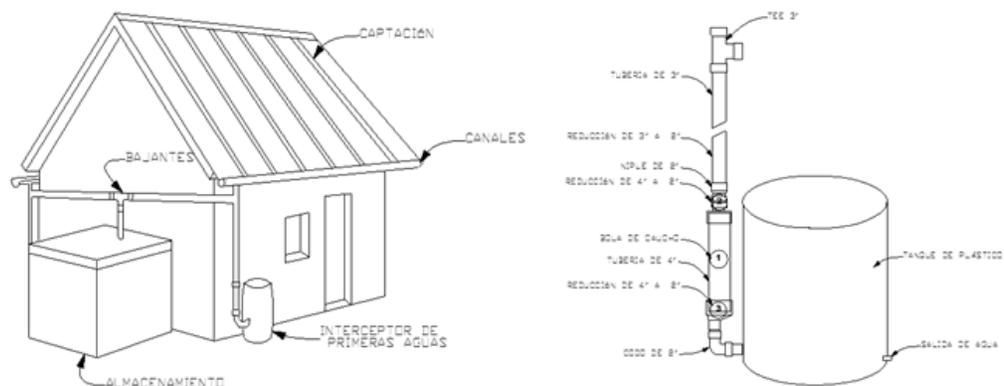


Figura 107. Detalle de recolección de aguas lluvia

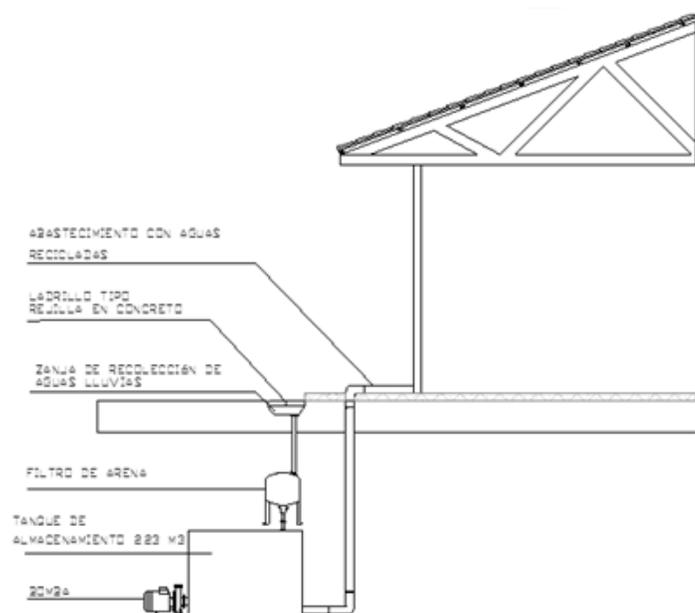


Figura 108. Detalle de recolección y distribución de aguas lluvia

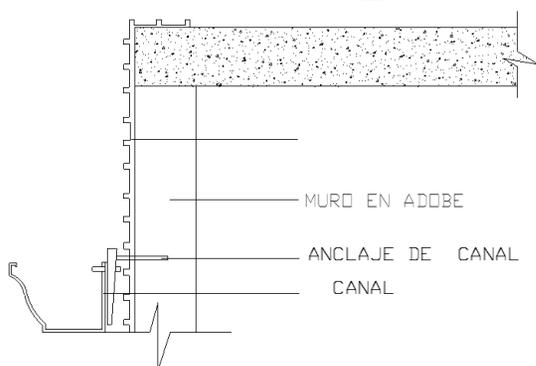


Figura 109. Detalle de anclaje de canal

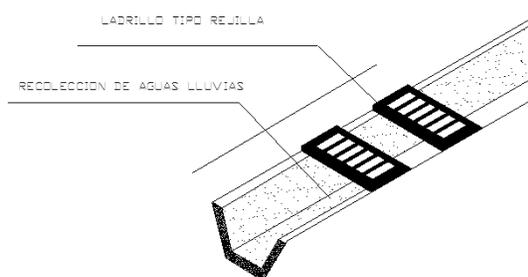


Figura 110. Detalle zanja de recolección de aguas lluvia

- Panel solar

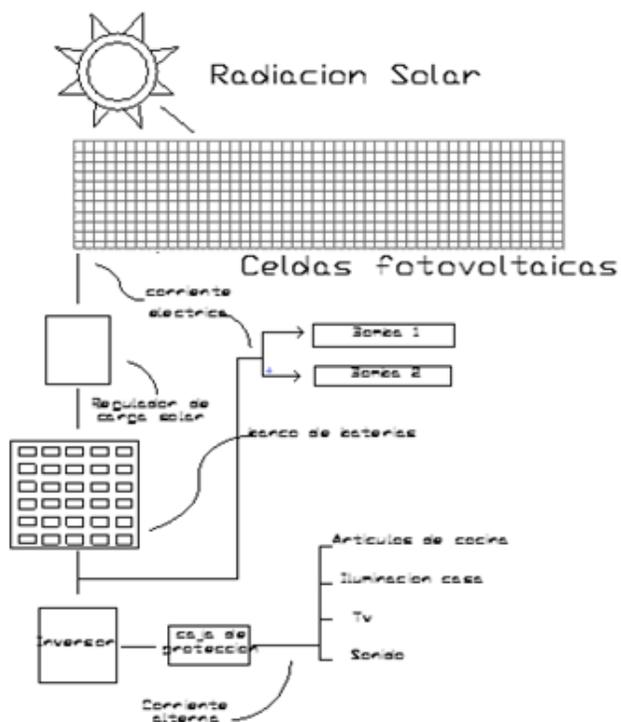


Figura 111. Funcionamiento del panel solar

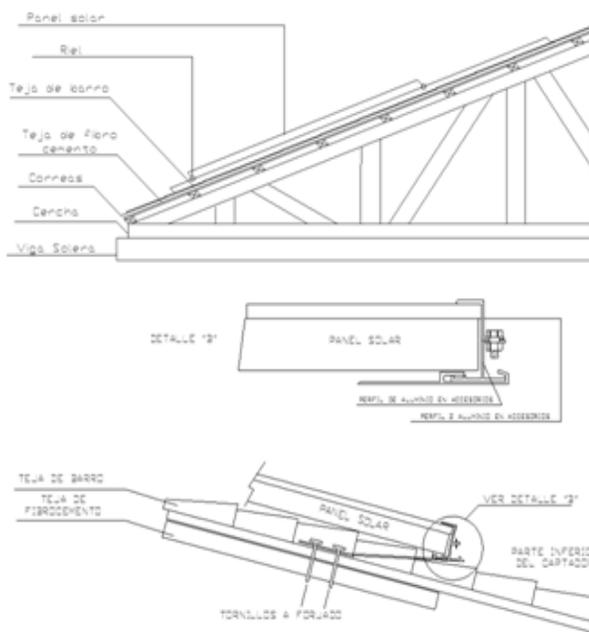


Figura 112. Detalle de anclaje del panel solar a la cubierta

- Estufa solar y baño seco



Figura 113. Elaboración de estufa solar

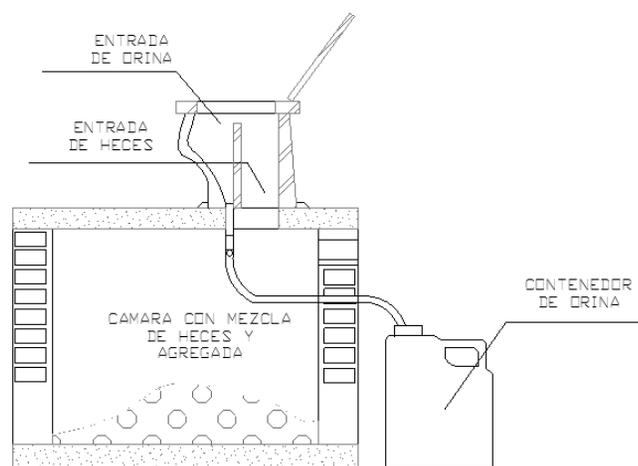


Figura 114. Detalle funcionamiento de baño seco

Conclusiones

Como conclusión, a medida que fuimos haciendo el trabajo de investigación nos dimos cuenta que aunque el déficit de vivienda en el departamento de Boyacá es bastante alto se puede ver que en varios casos se construyen viviendas, sin embargo estas viviendas no son las adecuadas para satisfacer las necesidades de los habitantes del área rural del departamento, teniendo en cuenta que los espacios que ellos requieren son muy diferentes de los que se ven en dichas casas.

Se debe tener en cuenta que las viviendas rurales traen consigo mucha historia y a su vez sistemas constructivos como lo es el caso del adobe y el bahareque, conformación de espacios y funcionamiento de estos, un claro ejemplo es el rol de la cocina en las viviendas rurales pues en estas cumplen también la función de zona social ya que no poseen sala de estar, y esta al ser un parte primordial en la vivienda resultar ser un eje principal en la composición de la tipología.

Teniendo en cuenta todo lo anterior, el resultado obtenido durante toda esta investigación y planteamiento de proyecto arquitectónico es importante estudiar los antecedentes históricos y culturales de los habitantes para poder hacer una buena propuesta arquitectónica y de esta manera satisfacer las necesidades de estos de tal manera que el desarrollo de la población no sea obstruida.

Bibliografía

Andrade Becerra, R. J. (2016). Reflexión sobre la problemática rural. *Pensamiento Y Acción* , 21.

Arteaga, R., & Ayerbe, M. (Febrero de 2018). *La casa republicana en el caribe colombiano*. Obtenido de <http://www.revistacredencial.com/credencial/historia/temas/la-casa-republicana-en-el-caribe-colombiano>

Banco Mundial. (2018). *Estimaciones de personal del Banco Mundial sobre la base de las Perspectivas de la urbanización mundial de las Naciones Unidas*. Recuperado el 5 de Agosto de 2018, de <https://datos.bancomundial.org/indicador/SP.RUR.TOTL.ZS>

Boto Caeiro, J. (18 de Junio de 2018). *Arquitectura de tierra, cal y bambú*. Obtenido de Enlace Arquitectura: <https://enlacearquitectura.com/arquitectura-de-tierra-cal-y-bambu/>

Garrido, L. (2017). *Manual de arquitectura ecológica avanzada*. Diseño Editorial.

Instituto Nacional de Estadística [INE]. (2012). *Resultados Censo de Poblacion y Vivienda 2012*. Recuperado el 20 de Agosto de 2018, de <http://datos.ine.gov.bo/binbol/RpWebEngine.exe/Portal?BASE=CPV2012COM&lang=ESP>

Ley N° 142. (1994).

Ministerio de Agricultura. (2018). *Programa de vivienda de interés social rural (VISR) 2018*. Recuperado el 2 de Septiembre de 2018, de <https://www.minagricultura.gov.co/Paginas/vivienda-rural.aspx>

Muñoz Moreno, J. (2017). *Trabajo de grado. Modelo de vivienda sostenible*.

Pérez Correa, E., & Pérez Martínez, M. (2012). El sector rural en Colombia su crisis actual. *Cuadernos de desarrollo rural* , 48.

Real Academia Española. (2001). *Modulo*. En *Diccionario de la lengua española*. Recuperado el 29 de Agosto de 2018, de <http://dle.rae.es/srv/search?m=30&w=modulo>

Real Academia Española. (2001). *Sostenible*. En *Diccionario de la lengua española*. Obtenido de <http://dle.rae.es/srv/search?m=30&w=sostenible>

Real Academia Española. (2001). *Vivienda*. En *Diccionario de la lengua española*. Recuperado el 29 de Agosto de 2018, de <http://dle.rae.es/srv/search?m=30&w=vivienda>

Rivera, Y. (1 de Mayo de 2018). *Bahareque, una técnica constructiva sismoresistente en Colombia*. Obtenido de archdaily: <https://www.archdaily.co/co/892994/bahareque-una-tecnica-constructiva-sismoresistente-en-colombia>

Rodriguez Rojas, L., & Díaz Díaz, M. (2018). *Trabajo de Grado. Arquitectura ancestral como alternativa de paz*. Tunja.

Saldarriaga, A. (2016). *Habitat y arquitectura en Colombia : modos de habitar desde el prehispánico hasta el siglo XIX*. Bogotá: Editorial UJTL.

Timetoast. (2018). *Evolución de la vivienda a lo largo de la historia*. Obtenido de <https://www.timetoast.com/timelines/evolucion-de-la-vivienda>

Vitruvio Polion, M. (2004). *Los diez libros de arquitectura*. Alizanza Editorial.

Wikipédia en Français. (2018). *El Cerrito (Colombie)*. Obtenido de http://fracademic.com/pictures/frwiki/72/Hacienda_El_Paraiso%2C_El_Cerrito_-_Valle_del_Cauca.jpg

Webgrafía

<https://datos.bancomundial.org/indicador/SP.RUR.TOTL.ZS>

<http://censosbolivia.ine.gob.bo>

<https://www.minagricultura.gov.co/Paginas/vivienda-rural.aspx>

<http://dle.rae.es/srv/search?m=30&w=vivienda>

<http://dle.rae.es/srv/search?m=30&w=sostenible>

https://campusvirtual.univalle.edu.co/moodle/pluginfile.php/204826/mod_resource/content/0/Material_curso/SistemasFV.pdf el 30-10-2018.

<http://www.ptolomeo.unam.mx:8080/jspui/bitstream/132.248.52.100/624/4/A-4.pdf> el 30-10-2018.