

MODELO DE VIVIENDA SOSTENIBLE, EL TRIANGULO

Ricardo Andrés Ruiz Aguirre



Arquitectura, Facultad de Arquitectura

Universidad La Gran Colombia

Bogotá D.C

2021

Modelo de vivienda sostenible, El Triángulo.

Ricardo Andrés Ruiz Aguirre

Trabajo de Grado presentado como requisito para optar al título de Arquitecto

Liliana Rocio Patiño, Asesor.



UNIVERSIDAD
La Gran Colombia

Vigilada MINEDUCACIÓN

Arquitectura, Facultad de Arquitectura

Universidad la Gran Colombia

Bogotá D.C

2021

Dedicatoria

Quiero dedicarle esta tesis, principalmente a mi madre, que, sin su ayuda, su dedicación, paciencia y su infinito amor, jamás hubiera sido posible lograr absolutamente nada en mi vida.

A cada integrante de mi familia: mis padres, mis hermanos, mis abuelas, y mis primos, que de la forma que sea, me han dado su apoyo, desde un simple deseo para que me vaya bien, hasta darme frecuentes palabras de aliento y buenos deseos.

A la memoria de mi abuelo, Saint Aguirre, que se tuvo que ir en medio del desarrollo de esta tesis, y no tuve la oportunidad de dedicarle este triunfo en vida, ya que sin la crianza que me dio desde niño, no hubiera sido posible.

Y finalmente, se lo dedico a una persona que fue importante en mi vida, que, aunque actualmente no se encuentra a mi lado, no podría pasar por alto la ayuda, la confianza, el ánimo, y el apoyo que me brindó durante toda esta etapa de estudio.

Agradecimientos

Quiero expresarle mi gratitud a cada uno de los docentes que me he encontrado en este camino de formación académica, ya que todos han aportado su granito de arena para formarme profesionalmente e incluso humanamente, ya que, sin las enseñanzas y conocimientos adquiridos en cada una de sus clases, sin su vocación por enseñar y disposición de aclarar las miles de dudas que pueden surgir en la realización de un trabajo de este calibre, jamás hubiera sido posible lograrlo.

Sobre todo, agradezco a mi directora Liliana Rocio Patiño, donde quiero destacar que siempre tuvo la mayor disposición para colaborarme a mí y a mis compañeros de grupo en el desarrollo de la tesis, donde incluso nos ayudó fuera de los horarios de clase, constantemente nos aconsejó, y siempre busco la manera de facilitarnos todo, y a pesar que éramos varias personas, siempre nos atendió con la mayor paciencia y de la mejor manera.

Finalmente, agradezco a mi familia, ya que, sin su apoyo económico y moral, nunca hubiera logrado culminar ningún objetivo de mi vida.

Tabla de contenido

RESUMEN	15
ABSTRACT	16
INTRODUCCIÓN	17
FORMULACIÓN DEL PROBLEMA.....	18
OBJETIVO GENERAL	27
OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	27
HIPÓTESIS	28
MARCO TEÓRICO	29
1.0 TIPOS DE VIVIENDA.....	29
1.1 VIVIENDA VIS	29
1.2 VIVIENDA DE BORDE	30
1.4 VIVIENDA SOSTENIBLE.....	32
<i>Sostenibilidad en entorno</i>	<i>33</i>
<i>Sostenibilidad en obra</i>	<i>35</i>
<i>Eficiencia en agua</i>	<i>36</i>
<i>Eficiencia en energía.....</i>	<i>40</i>
<i>Eficiencia en materiales.....</i>	<i>50</i>
<i>Bienestar.....</i>	<i>52</i>
<i>Responsabilidad social.....</i>	<i>55</i>
<i>Comparación - vivienda tradicional</i>	<i>57</i>
2.0 AGRICULTURA URBANA SOSTENIBLE.....	57
2.1 ¿Por qué diseñar una vivienda con huerta?.....	58
2.2 Técnicas de agricultura	61

2.2 Invernadero.....	63
2.2 Clima	65
2.3 Condiciones vivienda con huerta	66
3.0 MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN ECOLÓGICOS	67
3.1 Guadua	68
3.2 Madera	69
4.0 Sistemas constructivos vernáculos	69
4.1 Bahareque encementado.....	69
5.0 BIOCLIMÁTICA.....	70
6.0 REFERENTES	72
6.1 DISEÑO ARQUITECTÓNICO	72
6.1.1 Vivienda de quincha mejorada modular- Pisco (Lima/Perú).....	72
6.1.2 Concurso Nacional de vivienda Social – construye para crecer – Perú/2014.....	74
6.1.3 Estrategias arquitectónicas	76
6.2 DISEÑO CONSTRUCTIVO	76
6.2.1 Cabug negros occidental - vivienda en bahareque encementado	76
6.2.2 Wall Cladding - vivienda en bahareque encementado	78
6.2.3 Estrategias constructivas.....	79
6.3 DISEÑO SOSTENIBLE	79
6.3.1 Yantaló Volunteer House – Peru	79
6.3.2 Hartley Botanic – Inglaterra	80
6.3.3 Vivienda rural sostenible y productiva – Colombia.....	82
6.3.3 Estrategias sostenibles	83
6.4 PROBLEMÁTICA VIVIENDA VIS - BAHAREQUE ENCEMENTADO.....	83
6.4.1 Bambusa – Quindío.....	83
MARCO NORMATIVO.....	85

METODOLOGÍA.....	89
ENFOQUE METODOLÓGICO.....	90
<i>Población</i>	90
<i>Técnica investigación</i>	90
<i>Encuesta.</i>	90
CONCLUSIONES DIAGNOSTICO	91
<i>Materialidad</i>	92
<i>Servicios básicos</i>	92
<i>Análisis condiciones</i>	92
<i>Análisis complementarios</i>	93
CAPÍTULO I – ANÁLISIS CONTEXTO	94
ESTRATOS	95
USOS	96
ECOLÓGICO	96
UPZ: SAN BLAS	97
VÍAS – TRANSPORTE PÚBLICO	98
ESTRATOS	99
ZONA DE AMENAZAS	100
ECOLÓGICO	101
SECTOR DE ESTUDIO	106
<i>Propuesta Urbana</i>	108
CAPÍTULO 2 – DESARROLLO PROYECTO	111
MEMORIA COMPOSITIVA	111
MEMORIA ARQUITECTÓNICA.....	113
PLANTA ARQUITECTÓNICA – PLANTA 1.....	116

CAPÍTULO 3 – DESARROLLO CONSTRUCTIVO	119
CIMENTACIÓN	119
MUROS	121
<i>Paneles muros.....</i>	<i>122</i>
<i>Paneles ventanas.....</i>	<i>123</i>
<i>Paneles puertas</i>	<i>124</i>
<i>Paneles modulados – planta 1.....</i>	<i>125</i>
<i>Paneles modulados – planta 2.....</i>	<i>126</i>
ENSAMBLE CIMIENTO – MUROS – INVERNADERO	128
ENSAMBLE ENTREPISO	130
CUBIERTA	131
ENSAMBLE MUROS 2 PLANTA – CUBIERTA.....	132
UNIONES	133
<i>Empalmes</i>	<i>133</i>
<i>Detalles uniones.....</i>	<i>134</i>
<i>Uniones paneles.....</i>	<i>135</i>
COSTOS Y PRESUPUESTOS	137
CONCLUSIONES.....	143
LISTA DE REFERENCIA O BIBLIOGRAFÍA.....	144
ANEXOS	149

Lista de Figuras

Figura 1 Colombia – Déficit vivienda	19
Figura 2 Bogotá – Déficit vivienda	20
Figura 3 Condiciones vivienda - Bogotá	21
Figura 4 Materiales más utilizados en construcción Bogotá	22
Figura 5 Déficit de vivienda Colombia	23
Figura 6 Proceso de legalización del Triángulo	24
Figura 7 Imágenes estado de viviendas – Barrio el Triángulo	25
Figura 8 Adecuación de terreno	33
Figura 9 estrategia Isla de calor	34
Figura 10 Estrategia espacios abiertos	34
Figura 11 Estrategia de trabajo.....	35
Figura 12 Estrategia gestión de energía y recursos	36
Figura 13 Valores de aparatos ahorradores	38
Figura 14 Sistema captación de aguas pluviales.....	39
Figura 15 Precipitación Bogotá	40
Figura 16 Simulación temperatura y humedad	41
Figura 17 Simulación energética.....	41
Figura 18 Simulación energética 2.....	42
Figura 19 Ahorro de energético - ASHRAE 55-2020.....	43
Figura 20 Análisis asoleación	44
Figura 21 Zonificación	45
Figura 22 Sistema calefacción solar	46

Figura 23 3D Con aberturas inicialmente propuestas	47
Figura 24 Simulación lumínica base – Primera planta	47
Figura 25 Simulación lumínica base – Segunda planta	48
Figura 26 Simulación lumínica final	49
Figura 27 Análisis ciclo de vida guadua, hormigón y acero	50
Figura 28 Impacto ambiental guadua y madera	52
Figura 29 Análisis dirección de vientos	52
Figura 30 Estrategia dirección de vientos	53
Figura 31 Simulación ventilación	54
Figura 32 Simulación confort térmico	55
Figura 33 Estrategias durante el proceso constructivo	56
Figura 34 Estrategias con los futuros residentes	56
Figura 35 Subalimentación en Colombia	60
Figura 36 Tipos de cultivos.....	61
Figura 37 Partes invernadero.....	64
Figura 38 Cultivos por piso térmico	65
Figura 39 Vivienda hecha en quincha - modular	72
Figura 40 Planta arquitectónica – Vivienda en quincha	74
Figura 41 Diseño arquitectónico Instituto de vivienda - Perú	75
Figura 42 Parámetros arquitectónicos.....	76
Figura 43 Vivienda Cabug Negros Occidental	77
Figura 44 Paneles vivienda Wall Cladding	78
Figura 45 Estrategias constructivas	79
Figura 46 Yantalo Volunteer House	80

Figura 47	Invernadero en Inglaterra	81
Figura 48	Propuesta vivienda sostenible - Bogotá.....	82
Figura 49	Parámetros sostenibles.....	83
Figura 50	VIS Bambusa en Nueva Ciudad Milagro.....	84
Figura 51	Infografía 1 resumen NSR 10	85
Figura 52	Simetría de muros.....	87
Figura 53	Metodología según objetivos	89
Figura 54	Diagnostico de las viviendas según encuestas.....	91
Figura 55	Localización San Cristobal	94
Figura 56	Vías San Cristóbal	94
Figura 57	Estratos San Cristóbal	95
Figura 58	Usos San Cristóbal.....	96
Figura 59	Sistema ecológico San Cristóbal	96
Figura 60	Localización San Blas.....	97
Figura 61	Vías San Blas.....	98
Figura 62	Estratos San Blas	99
Figura 63	Amenazas San Blas.....	100
Figura 64	Sistema ecológico	101
Figura 65	Localización Triángulo.....	101
Figura 66	Vías Triángulo.....	102
Figura 67	Estratos Triángulo	103
Figura 68	Amenazas Triángulo.....	104
Figura 69	Sistema ecológico Triángulo	104
Figura 70	Condiciones de vivienda Triángulo	106

Figura 71 Propuesta manzana	107
Figura 72 Estrategias urbanas.....	108
Figura 73 Memoria volumétrica 1	111
Figura 74 Memoria volumétrica 2	111
Figura 75 Memoria volumétrica 3	112
Figura 76 Memoria arquitectónica 1	113
Figura 77 Memoria arquitectónica 2	114
Figura 78 Memoria arquitectónica 3	115
Figura 79 Tipología A - planta productiva.....	116
Figura 80 Tipología B – planta residencial	117
Figura 81 Propuesta arquitectónica planta 2	117
Figura 82 Cimentación	119
Figura 83 Detalles muros.....	121
Figura 84 Paneles para muro	122
Figura 85 Paneles ventana	123
Figura 86 Paneles para puerta	124
Figura 87 Propuesta constructiva modulada – planta 1	125
Figura 88 Configuración paneles en primera planta	126
Figura 89 Propuesta constructiva modulada – planta 2	126
Figura 90 Configuración paneles en segunda planta.....	127
Figura 91 Ensamblaje de elementos en primera planta	128
Figura 92 Entrepiso	129
Figura 93 Composición entrepiso	130
Figura 94 Detalles cubierta	131

Figura 95 Ensamble en segunda planta	132
Figura 96 Empalmes guadua.....	133
Figura 97 Tipos de uniones	134
Figura 98 Uniones guadua en planta 1	135
Figura 99 Uniones guadua en planta 2	136

Lista de Tablas

Tabla 1	Línea base consumo de agua	37
Tabla 2	Comparación gasto de agua entre aparatos convencionales y ahorradores.....	37
Tabla 3	Comparación vivienda tradicional con vivienda sostenible	57
Tabla 4	Análisis impacto ambiental de diferentes materiales de construcción	67
Tabla 5	Costos diferentes técnicas constructivas	137
Tabla 6	Análisis de costos y presupuesto - paneles.....	138
Tabla 7	Análisis de presupuesto -Vivienda guadua	139
Tabla 8	Presupuesto vivienda vis.....	141

Resumen

Este proyecto busca diseñar un prototipo de vivienda, para los habitantes del barrio el Triángulo, San Cristóbal – Bogotá, ofreciendo una vivienda con zonas productivas, una adecuada distribución espacial, empleando conceptos de arquitectura bioclimática y sostenible, haciendo uso de materiales ecológicos, como la madera y guadua. Utilizando la técnica constructiva, bahareque encementado, tornándose clave la propia mano de obra de los beneficiarios para el desarrollo de la vivienda, por lo que adicionalmente, se realizará un manual constructivo para para facilitar el levantamiento de la misma.

Dicho modelo será implementado en las viviendas que se encuentran en peor condición habitacional, de los hogares que tendrán la posibilidad de permanecer en el sector después de la reubicación por preservación ambiental que se realizará en la mayoría de viviendas del lugar.

Palabras clave: Prototipo, vivienda, sostenible, guadua, bioclimática

Abstract

This project seeks to design a housing prototype, for the inhabitants of Triangulo neighborhood, San Cristóbal - Bogotá, offering a home with productive areas, an adequate spatial distribution, which uses concepts of bioclimatic and sustainable architecture, making use of ecological materials, such as wood and bamboo. Using them in the construction technique, cemented bahareque, taking as a key point in the development of the prototype the labor of the beneficiaries, so that it is developed through self-construction, developing prefabricated wall panels, to facilitate the assembly of the house

Said model will be implemented with a focus on the homes that are in the worst housing condition, of the homes that will have the possibility of remaining in the sector after the relocation for environmental preservation that will be carried out in most of the homes in the area.

The housing project, take. project that will be carried out from a mixed research methodology, which will provide a diagnosis regarding the state of existing homes, to obtain design tools and be able to make a home that, as far as possible, meets the needs of the inhabitants.

Keywords: Prototype, housing, sustainable, bamboo, bioclimatic

Introducción

El presente proyecto, tiene como fin elaborar un prototipo de vivienda que sea amigable con el medio ambiente, de manera que los habitantes del barrio el Triángulo tengan una alternativa de vivienda, debido a que se encuentran en un sector que ha sufrido el olvido del estado, lo que ha causado que el barrio no pueda tener una adecuada organización y desarrollo, lo cual se ve reflejado en la manera que la comunidad ha tenido que levantar sus viviendas, con indebidos métodos y materiales.

A partir de ello, se pretende diseñar un modelo de vivienda que pueda ser construido por cualquier habitante, donde la autoconstrucción será esencial para emplearla en la técnica del Bahareque encementado, proceso, que, consiste en una cimentación convencional de hormigón, sobre la cual se levantan muros estructurales compuestos de guadua, esterilla de guadua, y madera, para posteriormente ser revocados con mortero de cemento, (Revista digital de Arquitectura, 2020).

Adicionalmente, se pretende implementar diferentes estrategias de sostenibilidad y bioclimática, de modo que el resultado final, sea una vivienda capaz de ahorrar energía, recursos, sea autosustentable, más sencilla de construir y que cause un bajo impacto ambiental.

Formulación del problema

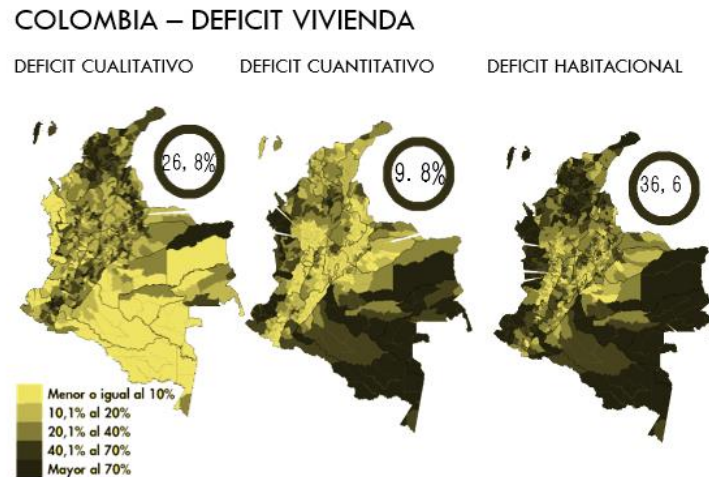
La vivienda, es un espacio que brinda: protección, descanso, comodidad, por eso, es considerada un derecho fundamental del ser humano. Aun así, la falta de ella es una problemática presente en todo el mundo, aunque suele enfocarse en países subdesarrollados, donde predominan el hambre y bajos salarios, por lo que se crea un impedimento para que las familias de esos países, puedan adquirir una vivienda digna, que no necesariamente debe ser lujosa. (Ucha, 2013, párr. 8).

Por tanto, surge la necesidad de crear programas de vivienda social, para los menos favorecidos. Como es el caso de Latinoamérica, donde los planes de gestión de vivienda de interés social que han existido en el último tiempo, no desempeñan las especificaciones mínimas y no cuentan con un diseño adecuado para el usuario, siendo de baja calidad, además, de haber una cobertura insuficiente en cuanto a programas sociales de vivienda, como le menciona Pérez (2016).

Como es el caso de Colombia, donde cerca de 18,2 millones de habitantes viven en estado de déficit habitacional (esto relacionado a fallas en cuanto a una vivienda óptima y digna), lo que representa el 36,6% de la población existente, como se encontró el Censo de Población y Vivienda hecho por el Departamento Nacional de Planeación [DNP] y el Departamento Administrativo Nacional de Estadística [DANE]. En la actualidad, de los 14'060.645 hogares del país, 5'144.445 están en este estado. Por otro lado hay 3'765.616 hogares contando con un déficit cualitativo, equivalente al 26% del total, y 1'378.829 hogares en déficit cuantitativo representando 9,8% en cuanto a nivel nacional; (Urrego, 2020).

Figura 1

Colombia – Déficit vivienda

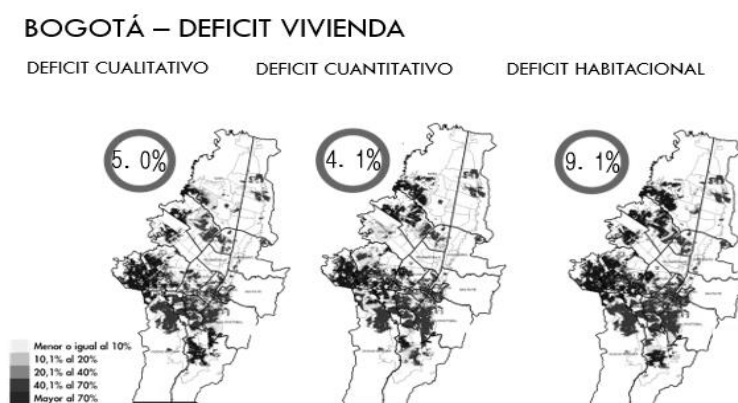


Adaptado de “Déficit de vivienda en Colombia” por Departamento Administrativo Nacional de Estadística [DANE], (2020).

(<https://www.dane.gov.co/files/investigaciones/deficit-habitacional/deficit-hab-2020-boletin.pdf>)

Para el segundo semestre del periodo 2019, según el Ministerio de Vivienda, empezaron 30.149 viviendas. De las cuales, 14.047 fueron Viviendas de Interés Social (VIS), presentando una oferta que no responde a la demanda que debería haber en estos tiempos.

Por otra parte, en la capital colombiana, Bogotá, las quejas por fallas en la construcción de viviendas se han venido incrementando de manera alarmante en los últimos años; asegura el concejal Rolando González (Como se cita en La FM, 2018). Entre los casos que se investigan se encuentran denuncias por problemas de acabados, humedades, agrietamiento, falta de suministro de servicios públicos y hechos que afectan directamente la habitabilidad, uso o funcionamiento de los inmuebles, problema que se complementa al déficit de vivienda a la que Bogotá no es ajena, debido a que de 2’813,945 hogares, 258.046 están en déficit habitacional (9.1%), hay 141.517 hogares con déficit cualitativo (5.0%) y 116.529 hogares en déficit cuantitativo (4,1%). (DANE, 2018).

Figura 2*Bogotá – Déficit vivienda*

Adaptado de “Déficit de vivienda en Bogotá” por DANE, (2020). (<https://www.dane.gov.co/files/investigaciones/deficit-habitacional/deficit-hab-2020-boletin.pdf>)

Por ende, las viviendas no están cumpliendo con la normativa de la legislación Colombiana, donde según el Decreto 2060, junio 24, de 2004. Ministerio de Vivienda. (Colombia). Se mencionan los estándares mínimos de calidad, mencionando que las viviendas de interés social subsidiadas deben construirse siguiendo unas áreas mínimas para ser construidas, esta dice que debe ser en un terreno con un área mínima 36 metros cuadrados con un área construida de al menos 39 metros cuadrados, para lograr ser entregadas.

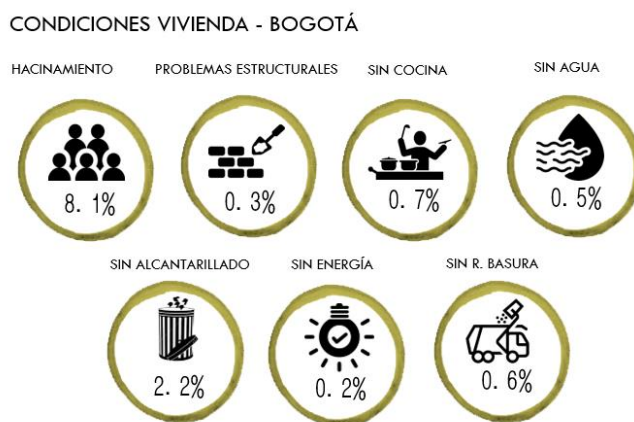
Sin embargo, en los nuevos proyectos existentes de vivienda VIS en Bogotá, se encontraron terrenos que no cumplen ni siquiera con la mitad de las áreas establecidas, (Silva, 2019). *Vivienda social progresiva Usme - Bogotá* (tesis de pregrado). Universidad de la Salle, Bogotá, Colombia. Lo que causa que las personas no tengan una vivienda con debidos estándares de calidad, además, de no contar con la posibilidad de sacar productividad de su vivienda, lo que se traduce a una mala calidad de vida.

Adicionalmente, se analizó otro aspecto importante respecto las condiciones de los de las casas en Bogotá. Según el Censo Poblacional de 2018, la ciudad llegó a la cifra de 8,1 % de hogares con

hacinamiento mitigable, 0,3 % con problemas estructurales, donde además las viviendas tienen pisos en tierra, 0,7 % no contaban con cocina, deben preparar alimentos en el patio, 0,5 % sin abastecimiento de agua, 2,2 % sin servicio de alcantarillado, 0,2 % sin electricidad, y 0,6 % sin un servicio que recoja las basuras. afectando a los bogotanos más vulnerables.

Figura 3

Condiciones vivienda - Bogotá



Adaptado de “Censo Poblacional , (2018). (http://microdatos.dane.gov.co/index.php/catalog/643/data_dictionary)

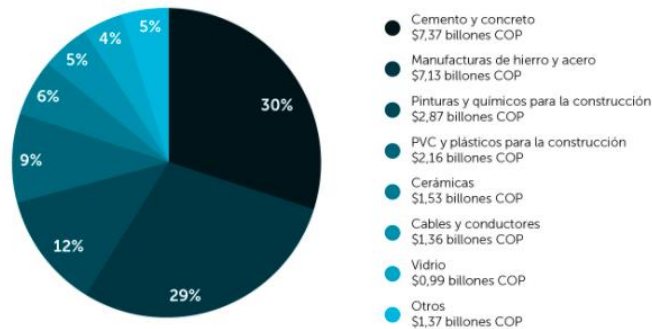
De acuerdo a lo anterior, se identificó que, Bogotá tiene un porcentaje de viviendas que, no cuentan con las mejores condiciones para su hogar, por tanto, se buscará que el proyecto a realizar, mitigue los problemas en cuanto a insuficiencia de ambientes, hacinamiento, fallas estructurales, tratamiento de residuos y uso de recursos, por medio de un diseño arquitectónico y estructural más adecuado.

Por otra parte, se asemejó una cifra que demuestra que, Bogotá, no solamente cuenta con una problemática de vivienda, sino también con una problemática ambiental, que está estrechamente relacionada al tipo de materiales que se emplean para construir las viviendas. Según cifras del DANE, los

materiales más utilizados en la construcción, son en su gran mayoría materiales tradicionales y contaminantes como, cemento, ladrillo, vidrio, acero, etc. (Como se cita en Ojeda, 2020)

Figura 4

Materiales más utilizados en construcción Bogotá



Adaptado de “Materiales de construcción” por Inest In Bogota, (2021). (<https://es.investinbogota.org/sectores-de-inversion/materiales-de-construccion>)

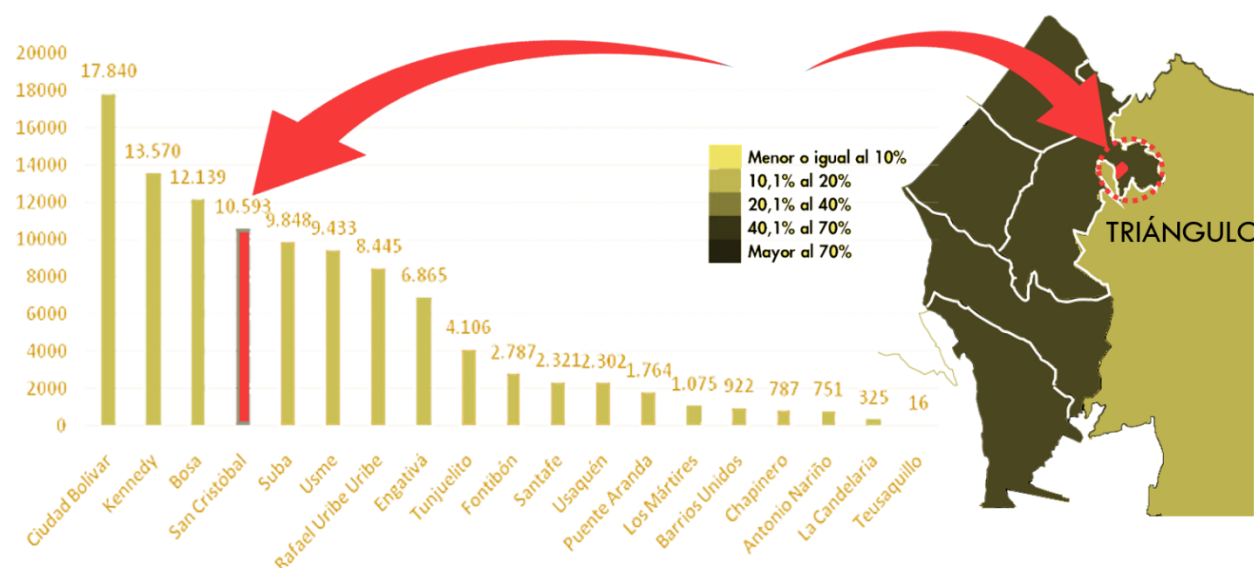
Del mismo modo, se comprobó que apenas el 5% son otro tipo de materiales, y que, los de tipo sostenible, como la madera, guadua y demás son prácticamente nulos, lo que maximiza el dilema ambiental por el que pasa el mundo y en el que Bogotá hace su aporte. Debido a ello, se busca crear viviendas más sostenibles, enfocado en el uso de eco materiales, para tratar de reducir el impacto ambiental que generan los materiales tradicionales de construcción.

Problemática acotada en 3 grandes problemas, primero, la deforestación, ya que se destruye la naturaleza para la extracción de recursos y póstuma creación de materiales. Seguido, del consumo de energía, empleado en la producción de los materiales, por ejemplo, en el calentamiento de hornos (A más de 1700°), sumado a los recursos necesarios para transportar materiales a todos los continentes, además de la energía que gastara el edificio, y finalmente, la emisión de gases contaminantes, a causa

de la liberación de CO2 constante, por la extracción de recursos y materiales de construcción; (Ramírez C, 2011).

Figura 5

Déficit de vivienda Colombia



Adaptado de “Deficit habitacional 2018” por DANE, (2018). (<https://www.dane.gov.co/files/investigaciones/deficit-habitacional/deficit-hab-2020-boletin.pdf>)

Después de analizar la problemática de vivienda desde una escala metropolitana, se identificó que la localidad 4, San Cristóbal (Localidad de sector de estudio), es una de las que mayor presenta déficit, ubicándose en la posición número 4 frente otras 18 localidades más de la ciudad (Ver figura 5.), donde evidenciamos que el barrio el Triángulo perteneciente a la UPZ San Blas, de esta localidad, es afectado por este déficit superior al 70% que existe en toda la localidad.

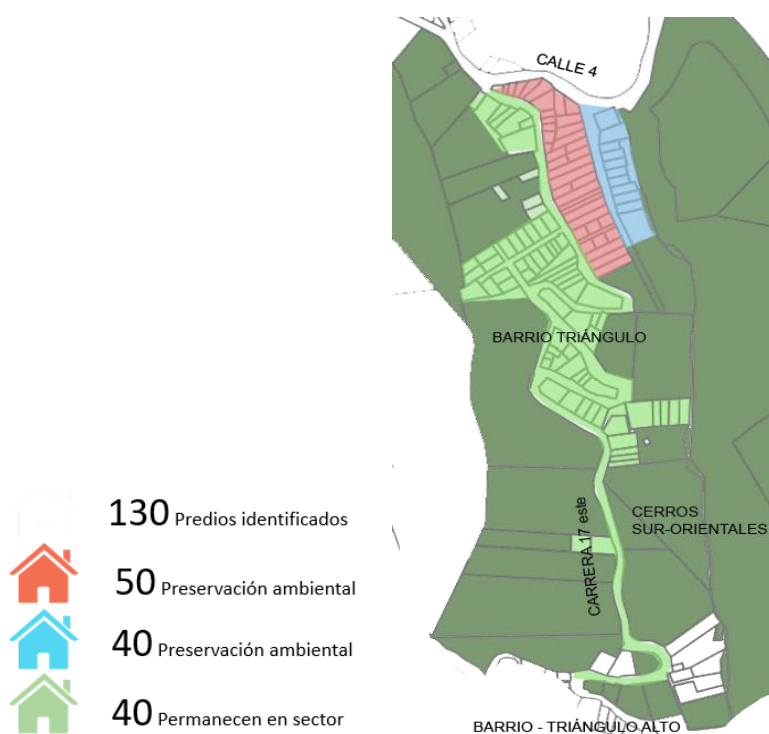
Con esto, se encontraron otros problemas con relación a la vivienda, específicamente del barrio el Triángulo, que, consiste en que está compuesto en su mayoría por viviendas informales, esclareciendo que, ha sido considerado un distrito de invasión por más de 40 años y apenas hace 1 año ha logrado

conseguir el reconocimiento de ser un barrio oficial de la capital, a causa de eso, se identifica un evidente abandono social y de infraestructura por parte del estado, además, de no contar con adecuadas vías de acceso y transporte público.

A partir de lo anterior, surge una problemática de emplazamiento de las viviendas, ya que la mayoría deben ser re ubicadas y re diseñadas, por encontrarse mal establecidas ya sea por estar en zonas de riesgo por remoción de masas o por estar ubicadas en la quebrada "El Chuscal" y ser una zona de preservación ambiental, donde se han identificado 130 predios, donde mínimo 90 viviendas deben ser reubicadas, llegando a un 60% del total de familias.

Figura 6

Proceso de legalización del Triángulo



Adaptado de “El Triángulo: un barrio a la sombra de la ilegalidad por más de 40 años” por C. Guerrero, (2017).

(<https://www.elspectador.com/bogota/el-triangulo-un-barrio-a-la-sombra-de-la-ilegalidad-por-mas-de-40-anos-article-677576/>)

Asimismo, cuenta con viviendas, cerca de desplomarse, con indebidos diseños arquitectónicos y constructivos, donde se detectan fallas estructurales y agrietamiento, debido a que la mayoría de viviendas son construidas de una manera empírica, sin ningún tipo de dirección profesional, y seleccionando cualquier tipo de materiales, lo cual hace las viviendas más vulnerables a derrumbes, donde incluso dos viviendas han llegado a desplomarse; lo anterior, se evidencia en lo que dijo Camila Arciniegas en una artículo para el Espectador (2017).

Figura 7

Imágenes estado de viviendas – Barrio el Triángulo



Google maps, (2017).

(https://www.google.com/maps/@4.5634215,74.0753077,3a,75y,31.98h,76.17t/data=!3m7!1e1!3m5!1s65VNt8YCV1onfbN60m5piA!2e0!6shttps:%2F%2Fstreetviewpixelspa.googleapis.com%2Fv1%2Fthumbnail%3Fpanoid%3D65VNt8YCV1onfbN60m5piA%26cb_client%3Dsearch.revgeo_and_fetch.gps%26w%3D96%26h%3D64%26yaw%3D204.55339%26pitch%3D0%26thumbfov%3D100!7i13312!8i6656)

Del mismo modo, se pueden comprobar las condiciones de estas viviendas, (Ver figura .7), identificando bajas condiciones habitacionales, lo anterior, se puede evidenciar dirigiéndose a una encuesta realizada a los habitantes del sector (Ver anexo A.), donde se hicieron preguntas indagando sobre las condiciones de calidad de las viviendas, donde se evidenció un malestar general frente a ellas. Dicho esto, se quiere brindar una alternativa de vivienda con materiales sostenibles, como la madera, heno y tierra, usando técnicas constructivas vernáculas, como el Bahareque, siendo esta la única técnica vernácula con normatividad vigente en la NSR-10 de Colombia. Dicho modelo se implementará para las viviendas que tendrán la posibilidad de permanecer en el sector después de la reubicación de viviendas por preservación ambiental y remoción de masas.

Objetivo General

Diseñar un prototipo de vivienda adaptable a diferentes tipos de terreno, para los habitantes del barrio el Triángulo, que además, cuente con un diseño arquitectónico, que brinde una mayor comodidad frente a las viviendas actuales del sector, asimismo, de implementar un sistema constructivo vernáculo, pensado para ser desarrollado por autoconstrucción, a partir de la elaboración de una metodología de construcción dada, empleando parámetros sostenibles y bioclimáticos, tomados de la certificación de sostenibilidad ambiental, Casa Colombia.

Objetivos Específicos

Proyectar un prototipo de vivienda, que se adapte a lotes con diferentes características topográficas, de manera que, sean utilizados por las familias del sector de estudio, que tienen su vivienda en bajas condiciones habitacionales, al mismo tiempo, de ofrecer un diseño arquitectónico que, por medio de su proyección, mitigue la falta de ambientes básicos, como la cocina, baños y alcobas.

Diseñar un sistema constructivo, compuesto por paneles prefabricados de Bahareque encementado, para facilitar el armado de los muros de la vivienda, aplicando lineamientos dados por la NSR-10, al mismo tiempo de elaborar un manual para la correcta construcción de la misma.

Desarrollar una vivienda con huertas para autoconsumo, que emplee los parámetros de vivienda sostenible, brindados por el sistema de certificación en construcción sostenible de vivienda “Casa Colombia”, usando materiales ecológicos como la madera y guadua. Además, de generar un ahorro de recursos naturales por medio de un recolector de aguas lluvias, al mismo tiempo, de aplicar conceptos bioclimáticos que, permitan la ventilación e iluminación natural, conjuntamente de un buen confort térmico.

Hipótesis

Las viviendas en el barrio el Triángulo, no cuentan con condiciones óptimas para vivir cómodamente, además, de no contar con diseños arquitectónico ni constructivos, ya que, existe una construcción informal sin una debida dirección profesional, por tanto, las viviendas son construidas sin ningún tipo de estándar de calidad, y usando cualquier tipo de materiales.

Esto debido a, los bajos recursos de los habitantes del sector, al ser personas que, originariamente, llegaron al lugar luego de ser desplazados de sus tierras, problemática apoyada por un nulo soporte estatal, que conlleva a que los habitantes tengan una baja calidad de vida, al no tener una vivienda con una buena planificación.

De esta manera es posible que, al brindar un prototipo de vivienda con un diseño arquitectónico y estructural, que emplee técnicas vernáculas, como el bahareque y utilice eco materiales como la guadua y madera, además, de poder ser desarrollado por autoconstrucción, así los habitantes del barrio el triángulo podrán tener una mejor calidad de vida, al contar con una alternativa de vivienda sostenible ambientalmente, que brinde mejores condiciones respecto las viviendas actuales del sector.

Marco teórico

A continuación, se ocupará información sobre diferentes temas que son fundamentales para poder elaborar el proyecto y obtener unas determinantes a considerar para su desarrollo, investigando sobre: Vivienda VIS, vivienda de borde, vivienda rural, vivienda sostenible, agricultura urbana, materiales ecológicos, y sistemas constructivos vernáculos.

1.0 Tipos de vivienda

Para poder elaborar el diseño de vivienda más óptimo, se investigaron diferentes tipos de vivienda, comprendiendo las diferentes dinámicas de la vivienda: VIS, sostenible, de borde y rural, para a partir de ellas, implementar ciertas estrategias al diseño.

1.1 Vivienda VIS

A pesar de que la esencia del proyecto no es de tipo VIS, se buscara que el diseño de la vivienda cumpla las características mínimas que exige una vivienda de estas, por ello, se investigó que, para vivienda unifamiliar, el lote mínimo debe ser de al menos 35 m², con un frente de 3.50 m², con retiro posterior de 2.00 m², como lo indica la resolución 2060 de 2004 [Ministerio de Vivienda]. Estableciendo las normas mínimas para vivienda VIS. Adicionalmente, de contar con un valor máximo en Bogotá de 150 SMLMV. Esto debido a que, está en una "aglomeración urbana, como lo indica el decreto 1467 de 2019 respecto el precio máximo de la Vivienda VIS. Además, según el Ministerio de vivienda, la vivienda VIS, debe reunir ciertas características que aseguren que será una vivienda en condiciones óptimas para habitar, empezando por un diseño arquitectónico y urbanístico. Por lo que, a partir de eso, se tendrán en cuenta las siguientes estrategias.

- Su diseño y construcción, debe velar por la sostenibilidad de los recursos naturales.
- Cuidar la salud física, mental y dignidad humana, que permite el desarrollo del individuo.

- Garantizar protección contra cualquier factor climático como lluvia, calor, frío, humedad y diferentes riesgos.
- Ser asequible y priorizada para las personas en situación de desventaja o que cuentan con menos recursos.

1.2 Vivienda de borde

Teniendo presente, que el sector de estudio se encuentra ubicado en un barrio al borde de la localidad de San Cristóbal, se indagó sobre cómo debería funcionar una vivienda con estas condiciones de contexto, determinando que, en el caso de la ciudad de Bogotá, el fenómeno de invasión es históricamente mínima respecto la urbanización ilegal, (Camargo y Hurtado, 2013, p. 83.).

Estos barrios informales se desarrollan por medio de la obtención de terrenos a través de un proveedor ilegal, o también por medio de un proceso deliberado de autoconstrucción usando materiales que no son aptos para construir, estableciéndose en lugares que son ilegales y son adjudicados por la ocupación siendo inexistente un beneficio económico por parte de su estrato, fenómeno conocido como invasión, (Toro Vasco, Carolina, & Velasco Bernal, Vanessa, & Niño Soto, Alexander, 2005). Esta última siendo el caso del barrio el Triángulo, entendiendo que la primera generación de habitantes son personas que cuando se establecieron en el lugar, llegaron por un desplazamiento forzado de sus hogares de origen.

Desde el punto de vista de Carvajal, (2011, p. 54). El borde urbano es visto como un fenómeno de integración entre territorios, donde se originan unas dinámicas particulares distinguidas por ser viviendas urbanas, pero que conservan el ambiente rural, así como las costumbres de los habitantes, que también se van volviendo urbanas gracias a su modo de vida, y cambio de actividades, (Como se cita en Gil, 2019).

También se destaca el concepto de Ramírez (2007), donde menciona que los bordes urbanos se deben ver a modo de nodos de articulación, en simultaneo a la construcción de las ciudades actuales, donde se resalta el aspecto ambiental, haciendo uso de las particularidades que presenta al estar localizado en un contexto urbano, pero al mismo tiempo rural, generando unas dinámicas que deben ser usadas como articulador, volviéndose un interconector entre la escala local, regional y global.

1.3 Vivienda rural

Debido a que, como se mencionó anteriormente, la vivienda se encuentra entre un contexto urbano y rural, se analizó las características de una vivienda rural, para entender su funcionamiento e implantarlo en las estrategias de diseño de la vivienda.

A partir de lo anterior, se encontró que, la vivienda rural es un lugar con áreas internas y externas. Esto debido a las actividades agropecuarias realizadas allí, la vivienda se encuentra relacionada al ecosistema natural que cultiva. (Sánchez, 2006).

Del mismo modo, según Rotorando & Mellase, 2000, estas estas viviendas se diseñan áreas productivas, teniendo en cuenta que las actividades realizadas pueden ser efectuadas por todos los miembros de la familia, o en caso de ser en asentamientos rurales, estas deben estar situadas a distancias adecuadas a las tierras de cultivo y que sean accesibles, ya que, estas actividades campesinas, se vuelven básicas, para realizar el diseño de interiores y exteriores de la vivienda. (Como se cita en Sanchez, C. Jimenez, E. Junio, 2014).

Adicional, se menciona la forma más adecuada de desarrollar la vivienda rural es la que de una solución integral respecto: Mantenimiento, construcción gestión, flexibilidad para crecer, teniendo en cuenta los siguientes aspectos técnicos y arquitectónicos:

Dar prioridad al uso de materiales locales empleándolos en técnicas tradicionales.

Diseñar con costos flexibles para cada comunidad con tiempos razonables.

Brindar soluciones que se adapten a las particularidades culturales, sociales, recursos, capacidades, territorio, y naturaleza de los usuarios.

Proporcionar bienestar, intimidad y protección a los usuarios, respecto factores climáticos como el viento, frío, lluvia, calor, etc.

También se menciona la visión de Sámano, 2001, que dice que:

La vivienda debe estar localizada de una forma óptima teniendo facilidad de hacerle su respectivo mantenimiento, según las actividades agropecuarias realizadas por los usuarios.

Plantear espacios que brinden alojamiento a rituales o costumbres relacionadas a las actividades sociales y económicas de las personas, o ya sea adecuando espacios que cuenten con, depósitos, acequias, corrales, gallineros. (Como se cita en Sanchez, C. Jimenez, E. Junio, 2014).

1.4 Vivienda sostenible

Debido a que el sector de estudio, cuenta con población de bajos recursos, se emplearan conceptos de vivienda sostenible, ya que este tipo de viviendas, por medio de su orientación, permite un ahorro en facturación de agua y energía., reduciendo las emisiones la huella de carbono, además de sacar provecho de la luz solar, utilizando diferentes estrategias para la conservación de energía y reutilización aguas pluviales, (Escobar, 2020).

Para establecer unos lineamientos claros a seguir respecto sostenibilidad, se usará como punto de referencia las estrategias brindadas por el sistema de certificación en construcción sostenible para la vivienda - Casa Colombia, que se basan en un sistema de puntos otorgados a medida que se vayan cumpliendo los lineamientos exigidos en siete diferentes categorías. El nivel de sostenibilidad de los proyectos Casa Colombia, se representa en estrellas, en este caso se apunta a cumplir un mínimo de 73 puntos, para desarrollar una vivienda con una calidad de al menos 4 estrellas.

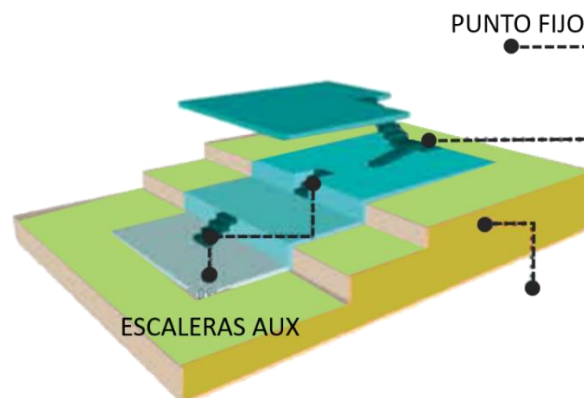
Sostenibilidad en entorno

Selección adecuada del terreno

Para evitar mayores alteraciones al ecosistema existente, se minimiza el impacto escalonando el proyecto para que se vaya adaptando al terreno, como se puede observar en la figura 8, donde evidenciamos el escalonamiento del proyecto, por medio de pequeñas escaleras internas al cambio de nivel.

Figura 8

Adecuación de terreno



Elaboración propia

Reducción efecto isla de calor

En este apartado, se habla de realizar el diseño del proyecto de manera que se reduzca el efecto isla de calor, lo que significa que se debe buscar la manera de aminorar los impactos de temperatura respecto los microclimas que se generan por la urbanización. Esto se puede cumplir, por medio del planteamiento de zonas verdes entre las edificaciones de manera que estas zonas absorban el calor, por eso se diseñaron espacios abiertos en el proyecto con vegetación (Ver figura 9) de manera que se mitiguen este fenómeno.

Figura 9

estrategia Isla de calor



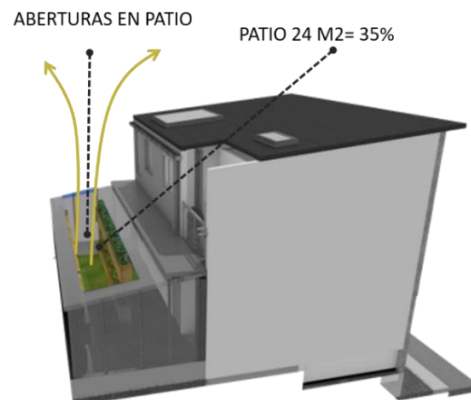
Elaboración propia

Acceso a espacio abierto

Proporcionar espacios al aire libre, en los que se fomente la interacción social, demostrando que, al interior del proyecto, existe una zona para tal fin, que sea por lo menos un 20% del área total del predio. Tal como en este diseño, que cuenta con un patio de 24 m², equivalente al 35% del área total.

Figura 10

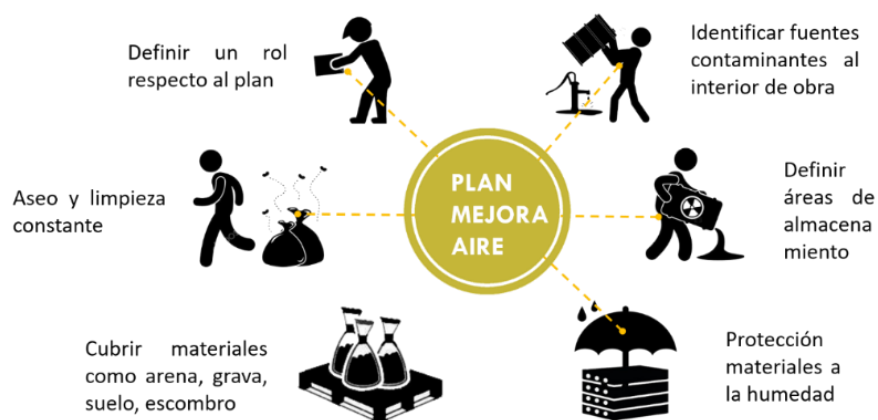
Estrategia espacios abiertos



Elaboración propia

Sostenibilidad en obra**Manejo de calidad de aire durante construcción**

Hacer un control respecto la exposición de los trabajadores a factores contaminantes generados en el período de construcción y efectos resultantes durante la de operación. Se cumplirá cumpliendo el plan de trabajo de la figura 11, adicionalmente, se podrá ver a detalle este plan de trabajo en el manual de construcción.

Figura 11*Estrategia de trabajo*

Elaboración propia.

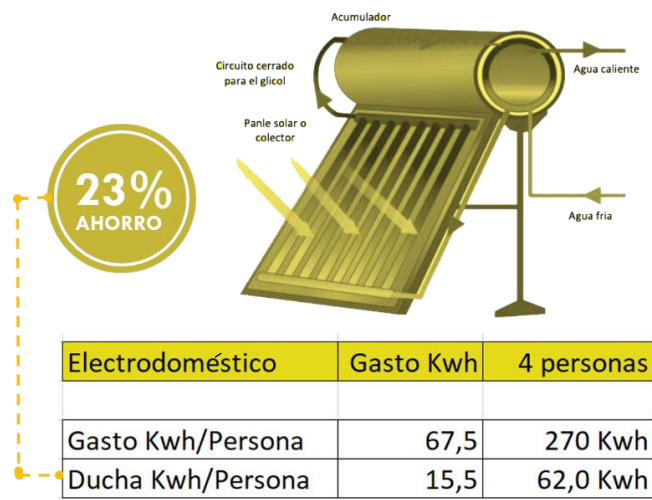
Gestión de energía y recurso hídrico

Demostrar el ahorro anual que producen los sistemas de energía alternativa, respecto recursos energéticos e hídricos. En este caso, se observa en la figura 12, que, el gasto en Kwh de una vivienda para 4 personas es de 270 Kwh, esto según Tarifaluzhora, (2021). Es decir, cada usuario gasta 67,5 Kwh. de los cuales, 15,5 Kwh son empleados en el uso de agua caliente. Por lo que haciendo uso de un panel

de calefacción solar es posible generar un ahorro de al menos el 23%, en cuanto al gasto en Kwh que representa el uso de agua caliente.

Figura 12

Estrategia gestión de energía y recursos



Elaboración propia.

Eficiencia en agua

Uso eficiente de agua en interiores

Se minimizará el consumo de agua potable adentro de la vivienda por medio de estrategias que aumenten la eficiencia de su uso, demostrando el ahorro de agua que puede generar la vivienda.

El cálculo de consumo de agua por los residentes, se hace teniendo en cuenta la siguiente línea base tomada de la NTC 1500:

Tabla 1
Línea base consumo de agua

- Ocupación estándar esperada por unidad de vivienda.
- Número de usos de los aparatos sanitarios - Inodoro, Lavamanos, Lavaplatos y Duchas

APARATOS SANITARIOS – Consumo estándar.

Aparato Sanitario	Número de usos/día – por persona
Sanitario	5
Ducha	1 Duración de un uso: 8 minutos
Lavamanos	5 Duración de cada uso: 1 minuto

Aparato Sanitario	Número de usos/día
Lavaplatos	4 Duración de cada uso: 1 minuto

Cálculo de consumo de agua potable por aparato sanitario:

Sanitario:
 $(N^{\circ} \text{ de Usos})(\text{Consumo base por descarga}) = \text{Consumo Total}$

Ducha:
 $(N^{\circ} \text{ de Usos})(\text{Consumo base por minuto})(\text{Duración del uso}) = \text{Consumo Total}$

Lavaplatos:
 $(N^{\circ} \text{ de Usos})(\text{Consumo base por minuto})(\text{Duración del uso}) = \text{Consumo Total}$

Lavamanos:
 $(N^{\circ} \text{ de Usos})(\text{Consumo base por minuto})(\text{Duración del uso}) = \text{Consumo Total}$

Tomado de “Estructura de certificación Casa Colombia” por Consejo Colombiano de Construcción Sostenible Casa Colombia, (2016). (<https://www.cccs.org.co/wp/casa-colombia/>)

Tabla 2
Comparación gasto de agua entre aparatos convencionales y ahorradores

APARATO SANITARIO	NÚMERO USOS/DÍA PERSONA
Sanitario	5
Ducha	1 - Duración: 8 minutos
Lavamanos	5 - Duración cada uso: 1 minuto
Lavaplatos	4 - Duración de cada uso: 1 minuto

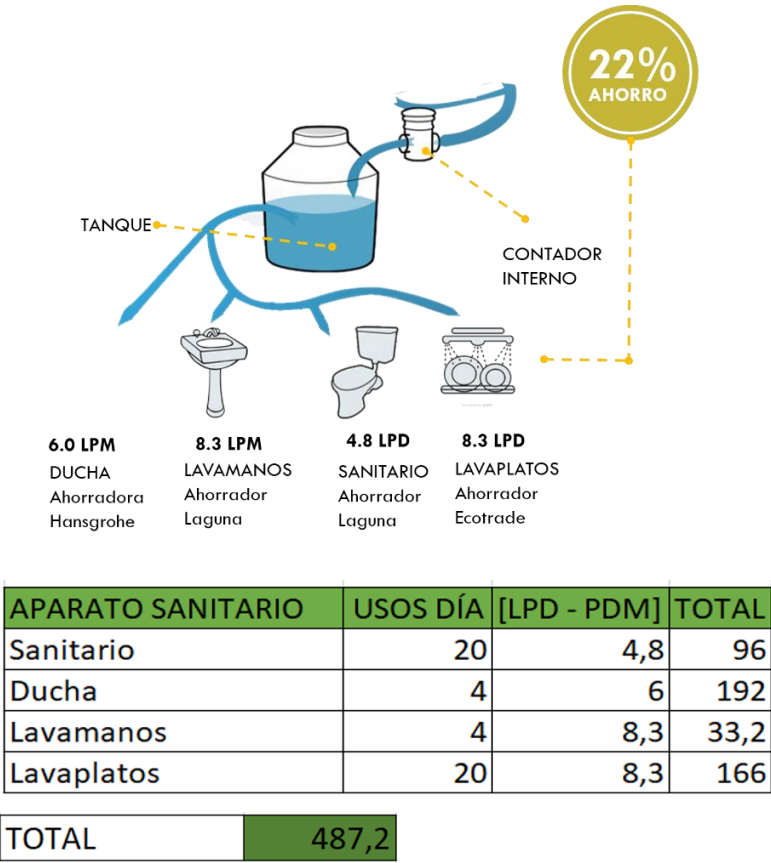
APARATO SANITARIO	USOS DÍA	[LPD - PDM]	TOTAL
Sanitario	20	6	120
Ducha	4	9,5	304
Lavamanos	4	8,3	33,2
Lavaplatos	20	8,3	166
TOTAL	623,2		

Nota: Litros Por Descarga y [LPD] Litros Por Minuto [LPM]

Elaboración propia

Identificando que según la línea base, el gasto total de la vivienda es de 623 litros por día (Identificar tabla 2), Por lo que, haciendo uso de algunos aparatos ahorradores, con los proveedores y valores por descarga de la Tabla 2, se puede efectuar un ahorro mayor por día de hasta 22% evidenciando que al año se gasta 487,2 litros/año (Ver figura 13), respecto los 623,2 litros/año que gasta con aparatos convencionales.

Figura 13
Valores de aparatos ahorradores



Elaboración propia

Medición y manejo de consumo de agua

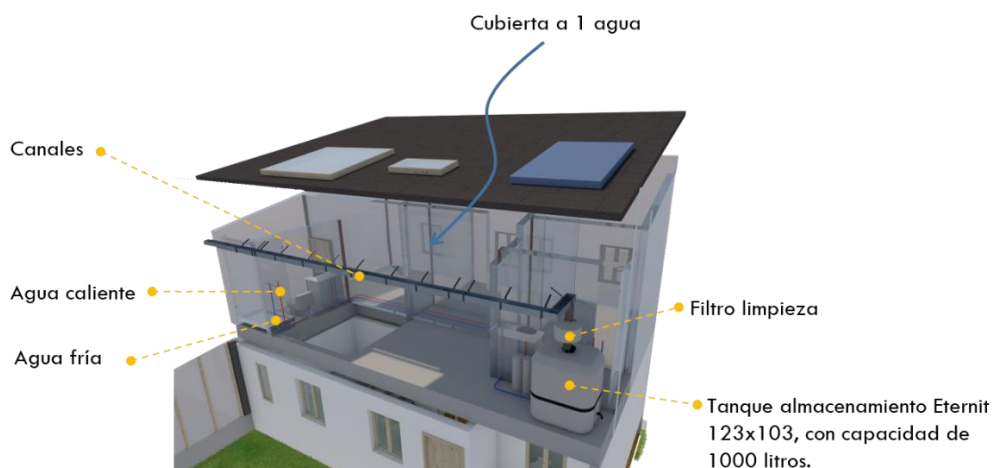
Monitorear el gasto de agua potable en la vivienda, para avivar la preservación y uso más eficiente del agua, el cual se puede lograr instalando equipos medidores de consumo de agua por cada fuente de suministro, (Verificar en planos de instalaciones). En este caso se esta haciendo uso de medidores de agua del proveedor “Servimeter S.A” de ½” para agua fria, orientable a 360°.

Uso eficiente agua en exteriores

Reducir el gasto de agua potable al exterior de la vivienda a través de tácticas que incrementen la eficiencia del recurso, en este caso se empleará un sistema de captación de aguas pluviales, de manera que los usuarios, puedan sacar provecho del agua lluvia, método que funcionará capturando el agua por medio de una cubierta a 1 agua, recolectándola por medio de una canaleta en el extremo de la misma, agua que primeramente llegará a un filtro, que limpiará el agua de manera que pueda pasar al tanque de almacenamiento para posteriormente, utilizar está agua en toda el agua demanda por un baño. Este sistema se puede examinar más a detalle en la siguiente figura.

Figura 14

Sistema captación de aguas pluviales

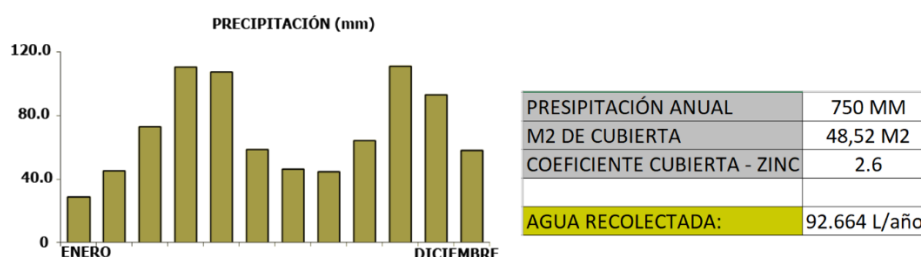


Elaboración propia

En la figura 15, Se evidencia el promedio de la precipitación anual en Bogotá, valor que se multiplicó por el área de la cubierta en m², para después multiplicar el resultado por el coeficiente del material de la cubierta y así obtener el cálculo de agua recolectada por año, que en este caso sería de 92.664 litros por año. Este dato que se relaciona con los 623,2 Litros al día de agua que gasta una familia de 4 personas, (Verificar en tabla 2), y se multiplica por los 365 días del año, dando un gasto anual de 227.468 litros de agua, evidenciando que los 92.664 litros de agua que se recolecta por medio de este sistema de captación, representa un 37% de ahorro. Para su almacenamiento se utilizará un Tanque del proveedor Eternit 123x103, con capacidad de 1000 litros.

Figura 15

Precipitación Bogotá



Adaptado de “CARÁCTERÍSTICAS CLIMATOLÓGICAS DE CIUDADES PRINCIPALES Y MUNICIPIOS TURÍSTICOS” por IDEAM, (s.f.).

(<http://www.ideam.gov.co/documents/21021/418894/Características+de+Ciudades+Principales+y+Municipios+Turísticos.pdf/c3ca90c8-1072-434a-a235-91baee8c73fc>)

Eficiencia en energía

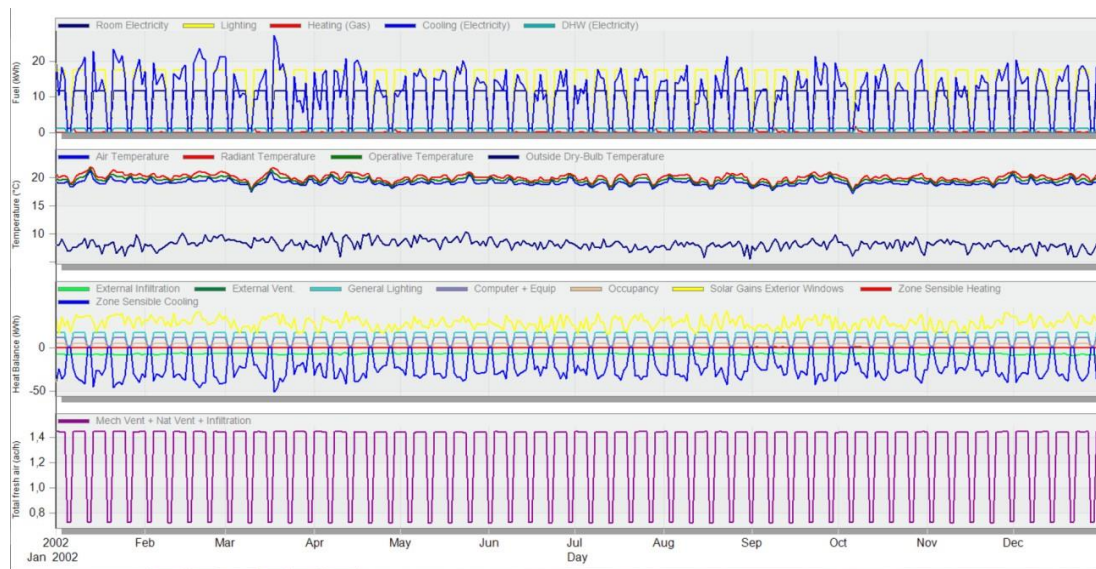
Eficiencia energética

Para cumplir este punto, se debe comprobar la eficiencia energética de la residencia a través de diferentes estrategias, que evidencien que se puede lograr un ahorro de al menos 3% hasta un 25%.

Para cumplirlo se realizó una simulación energética de acuerdo a las características y diseño de la vivienda, de los cuales se obtuvieron los siguientes datos:

Figura 16

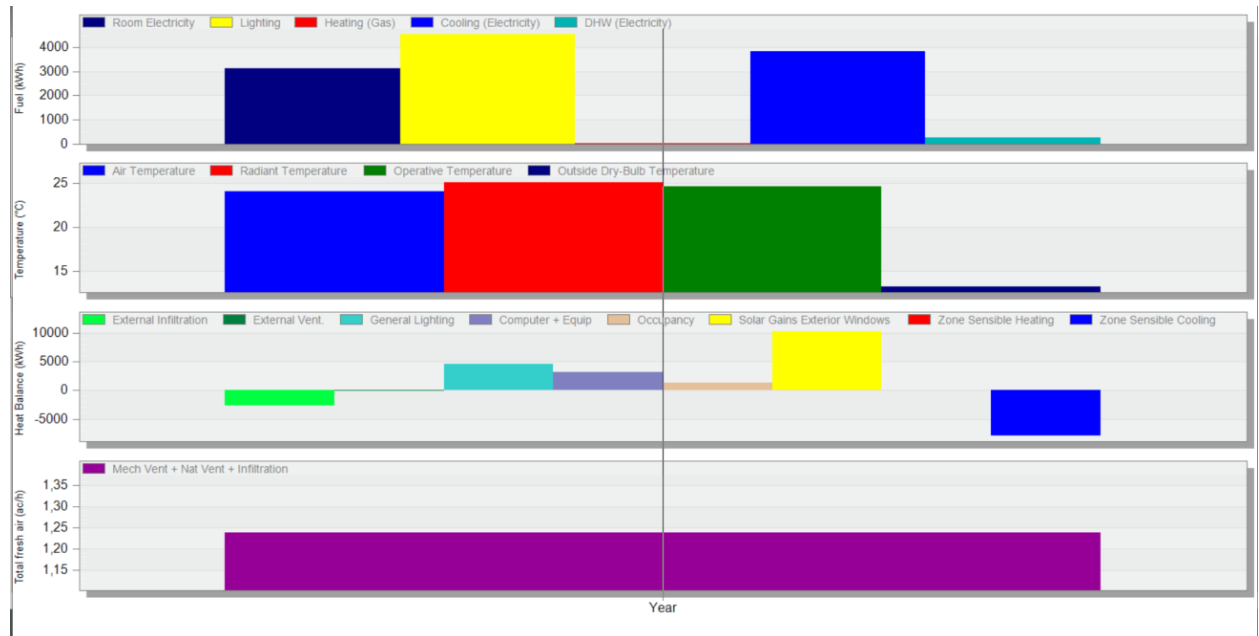
Simulación temperatura y humedad



Elaboración propia

Figura 17

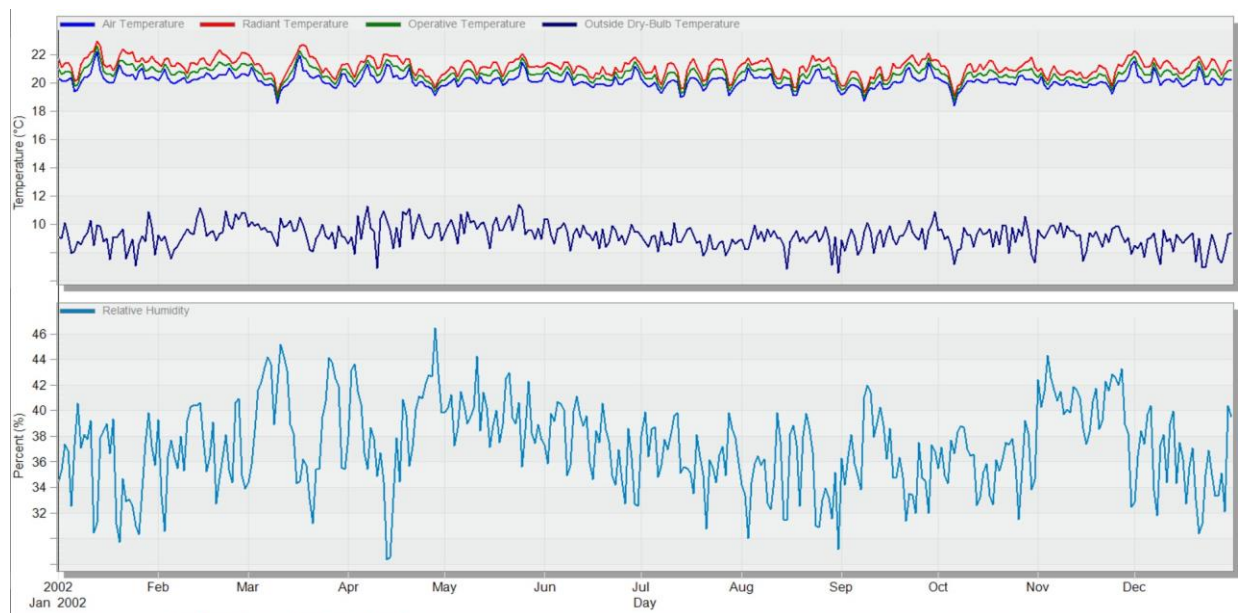
Simulación energética



Elaboración propia.

Figura 18

Simulación energética 2



Nota: Para la elaboración de estas simulación se usó el programa “DesignBuilder”.

Elaboración propia

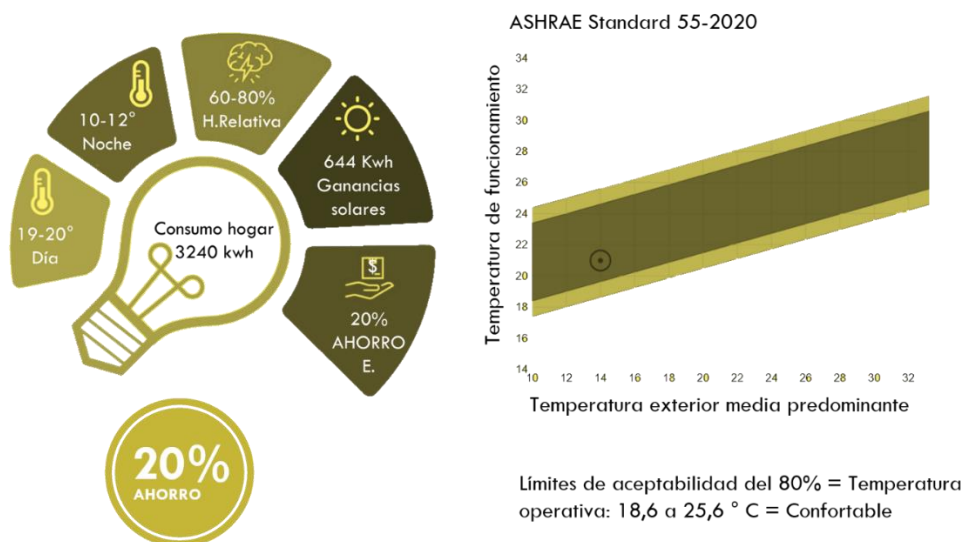
Se identifico en la figura 16, simulación de temperatura de humedad, que hay una temperatura interna en la vivienda, de 19° a 21°, esto debido a la implementación de materiales con buen confort térmico, y adicional el invernadero adosado, que aumenta la temperatura cuando le llega radiación solar. Mientras que por la noche varia a una temperatura de 4° a 11°. Mientras que en figura 17, simulación energética, se identifica la temperatura operativa, es decir la temperatura única que existe en el aire y en las paredes, mostrando cifras de temperatura similares.

En figura 19, ahorro energético – ASHRAE 55-2020, se encuentra un resumen de todos los datos obtenidos en las anteriores simulaciones energéticas, incluyendo la humedad relativa que oscila entre el 60-80%. Encontrando, que por medio del sol se pueden ganar hasta 644 Kwh, representando un ahorro del 20%, esto teniendo en cuenta que el consumo promedio de un hogar es de 3240 Kwh.

Por otra parte, estos datos, se comparan con el estándar internacional ASHRAE 55-2020, de la figura 19, ahorro energético – ASHRAE 55-2020, donde muestra que la vivienda se encuentra en un límite de aceptabilidad del 80%, brindando una temperatura interna confortable.

Figura 19

Ahorro de energético - ASHRAE 55-2020



Elaboración propia

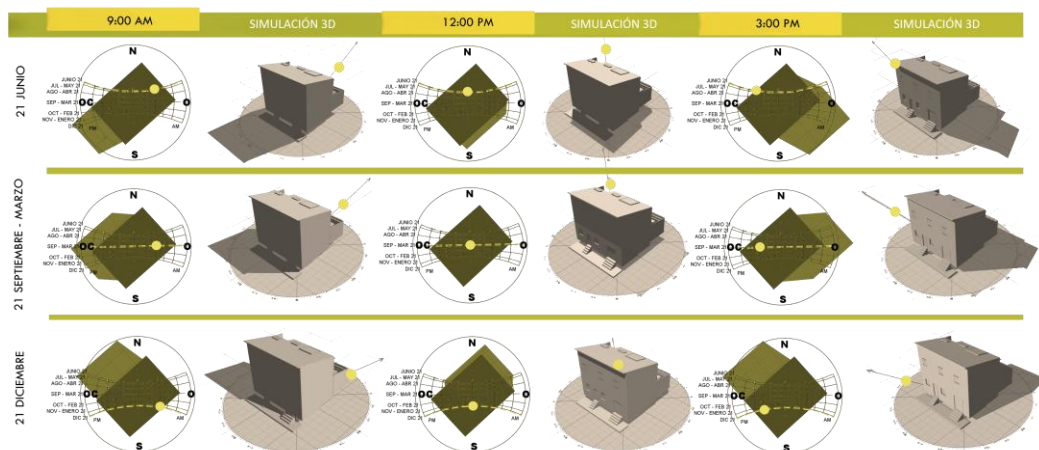
Orientación carta solar

A partir de los parámetros de sostenibilidad dados por Casa Colombia y además bioclimáticos, se realizó un análisis de asoleamiento elaborado por medio de la carta solar correspondiente al sector, donde se identificó la trayectoria del sol en diferentes fechas y horas clave, (Ver figura 20), evidenciando que, la fachada Oriental, recibe el sol de la mañana en la mayoría del año, además de que la zona que más recibe radiación solar alta, es la ubicada por la fachada sur, mientras que, las fachadas que reciben el sol de la tarde. son las que se encuentran por el sector occidente-suroccidente.

En consecuencia, se planteó la siguiente zonificación (Figura 21), implementando diferentes estrategias de diseño basado en la trayectoria de la radiación solar.

Figura 20

Análisis asoleación



Elaboración propia.

Figura 21*Zonificación*

Elaboración propia

Patio: Ubicación por el sur oriente a modo que las huertas, absorban el sol de la mañana, para que los cultivos prosperen mejor, ya que, al ser más intenso, puede dañar las plantas.

Zona social: Por Fachada suroccidental para que la mayor parte del día pueda tener la máxima iluminación posible.

Habitaciones: Se ubicaron en Fachada occidental las habitaciones para recibir el sol de la tarde y conservar calor para la noche y en consecuencia obtener un buen confort térmico.

Paneles calefacción: Orientar hacia el norte, para tratar de obtener el máximo posible de radiación solar para la generación de energía.

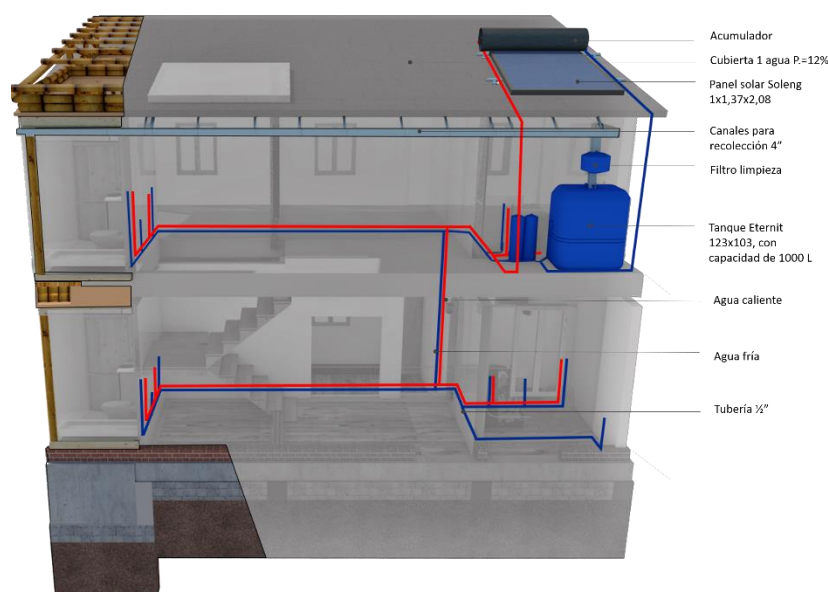
Eficiencia agua caliente

Reducir el gasto de energía de la red, utilizando fuentes de calor alternativas. En este caso, se instalará un panel de calefacción solar, del proveedor Soleng, con unas medidas de 1x1,37x2,08, de

manera que alcance a cubrir la demanda de una familia de 3 a 5 personas. Siendo ubicado en la zona norte de la cubierta, de manera que se pueda capturar la mayor radiación solar. El sistema está compuesto por una celda que produce energía, calentando el agua fría que llega del sistema de captación de agua lluvia, almacenándola en el acumulador, para posteriormente ser repartida a los puntos de agua caliente de la vivienda, tal como se evidencia en la figura 22.

Figura 22

Sistema calefacción solar



Elaboración propia

Iluminación natural

Optimizar la calidad del ambiente interior, para la comodidad de las personas y mitigando el gasto de energía por medio de iluminación natural, por lo menos el 80% de área de los siguientes espacios deben demostrar tener un nivel de 110 luxes: Sala, comedor, y habitaciones. Inicialmente se realizó la simulación con el planteamiento de 5 lucernarios de grandes dimensiones en la cubierta de la vivienda, y se evidenció que había un exceso de iluminación (Ver figura 24 y figura 25).

Figura 23

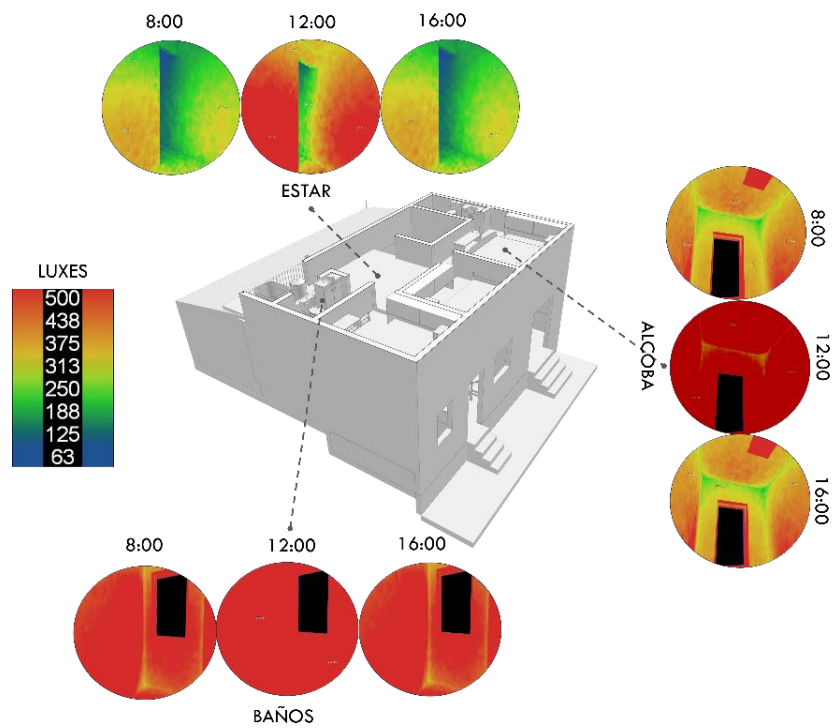
3D Con aberturas inicialmente propuestas



Elaboración propia

Figura 24

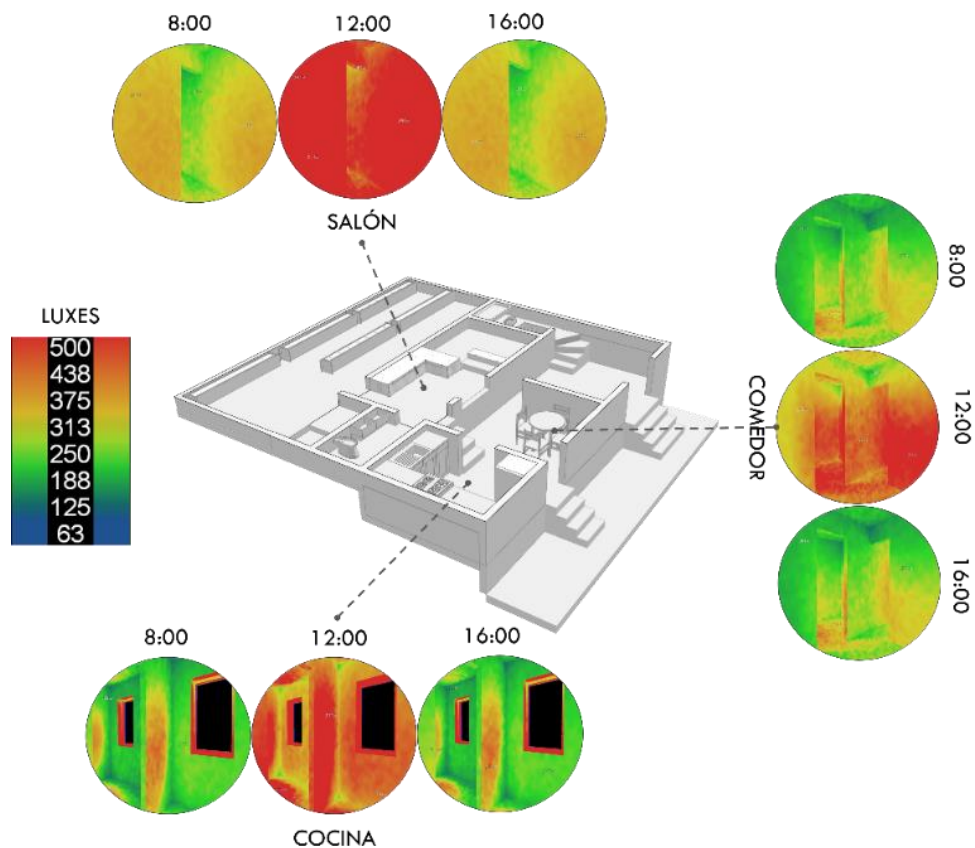
Simulación lumínica base – Primera planta



Elaboración propia

Figura 25

Simulación lumínica base – Segunda planta

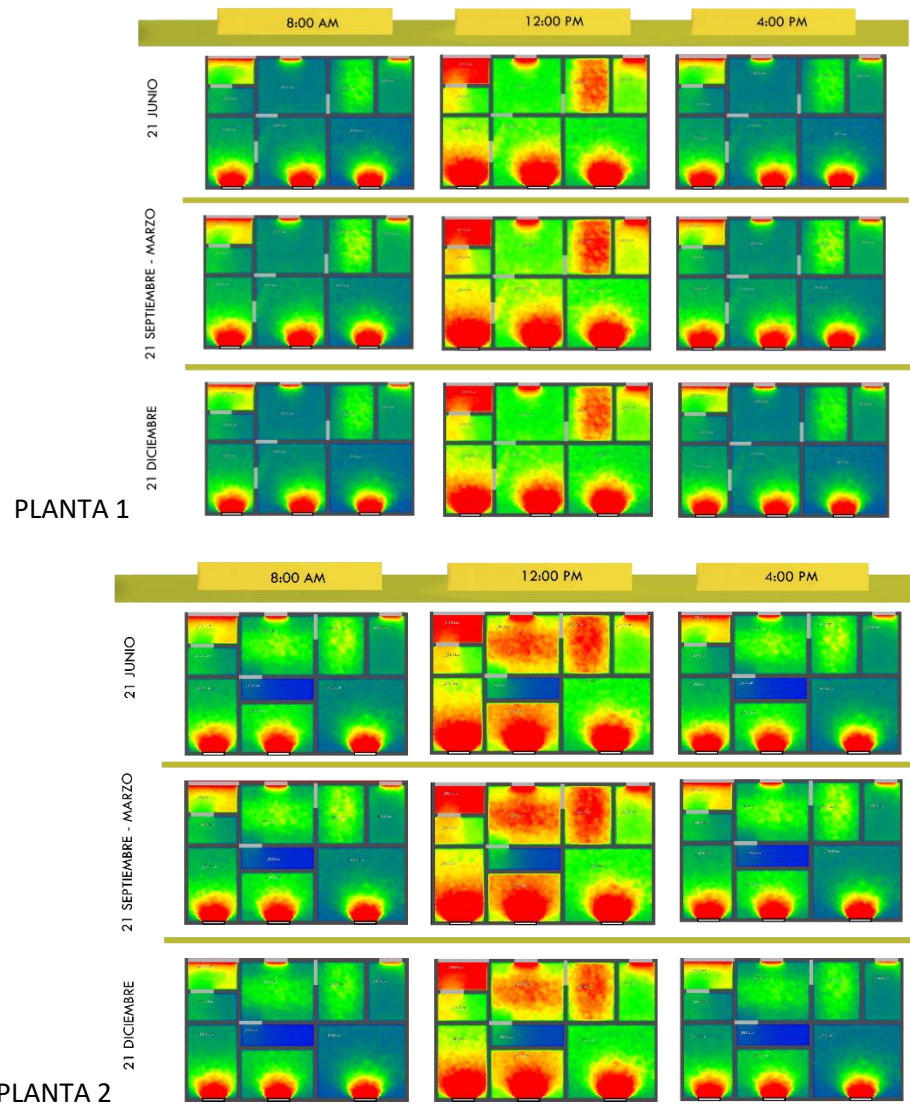


Elaboración propia

Teniendo en cuenta lo anterior, se eliminó la mayoría de aberturas, dejando únicamente la de la escalera. Después, se hizo una nueva simulación en diferentes fechas y horas del año. Observando en la figura 26 que ahora se brinda una iluminación más moderada de manera que no cause deslumbramientos en la vivienda.

Figura 26

Simulación lumínica final



Nota: Esta simulación se realizó con el programa “Velux”

Elaboración propia

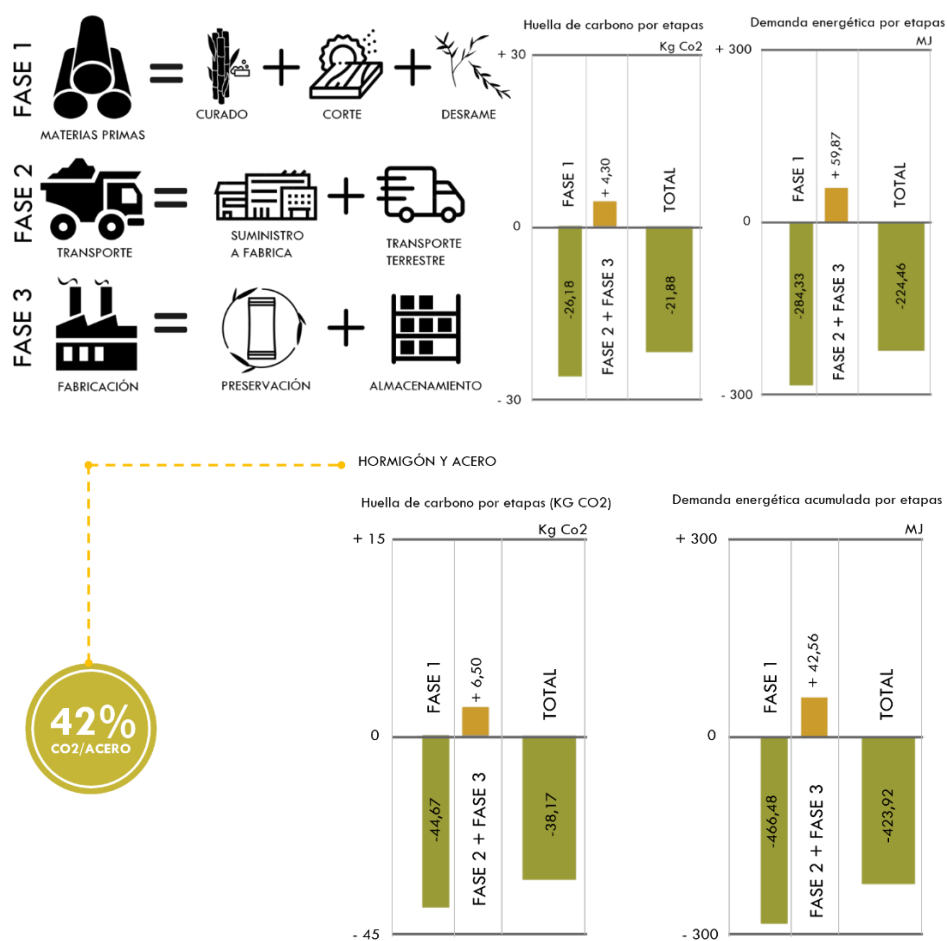
Eficiencia en materiales

Análisis de materiales de ciclo de vida

Continuando los parámetros sostenibles se debe promover el uso de materiales con Análisis de Ciclo de Vida [ACV], de manera que se haga un reporte transparente respecto información del proceso de manufactura. En este caso se hizo este análisis haciendo énfasis en la guadua, que es el material predominante de construcción.

Figura 27

Análisis ciclo de vida guadua, hormigón y acero



Adaptado de "ACV ciclo de vida de la guadua", (2018). (<https://bambusa.es/caracteristicas-del-bambu/acv-analisis-del-ciclo-de-vida-bambu-guadua/>)

Se realizó el análisis de ciclo de vida del material predominante del sistema que es la guadua de $\varnothing 12$, donde se revisó el impacto ambiental generado de acuerdo a la huella de carbono y también la demanda energética, a partir del gasto en las siguientes fases:

Fase 1, Suministro de materias primas, crecimiento hasta su corte, corte, curado, desrame.

Fase 2, Transporte de las materias primas y auxiliares desde el lugar de suministro hasta la fábrica.

Fase 3, Fabricación, preservación y secado (limpieza, taladrado, preservación, secado. corte, carga), Almacenamiento y embalaje (descarga, almacenamiento, embalaje).

Mostrando en la figura 27, que los valores arrojados por la guadua son negativos, lo que muestra que no se crean emisiones y ese número representa el carbono adicional a la producción. Por otra parte, se realizó el mismo análisis con los materiales de acero y hormigón, de manera que se pudiera hacer una comparación entre el impacto de la huella de carbono generada por estos materiales, en comparación a la guadua, evidenciando que los valores arrojados, por la guadua son 42% más bajos que estos materiales convencionales.

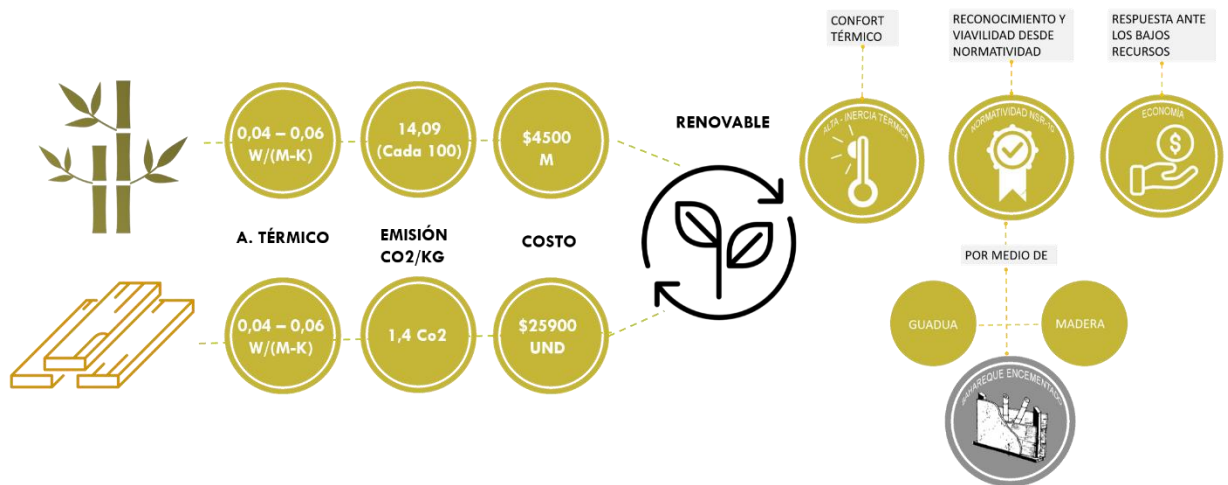
Materiales de bajo impacto ambiental

Para cumplir este parámetro, se pide hacer uso de materiales de bajo impacto ambiental en la edificación haciendo uso de materiales con baja huella de carbono.

Los materiales predominantes de la técnica empleada en el proyecto son la Guadua y la madera, por eso en la figura 28, se hizo énfasis en los datos obtenidos respecto emisión de CO₂, aislación térmica, y costo, evidenciando que respecto materiales convencionales de construcción, los valores son más bajos y tiene un menor impacto al medio ambiente. Para revisar el análisis completo respecto el impacto ambiental de diferentes materiales de construcción, remitirse a la tabla 4.

Figura 28

Impacto ambiental guadua y madera



Elaboración propia

Bienestar

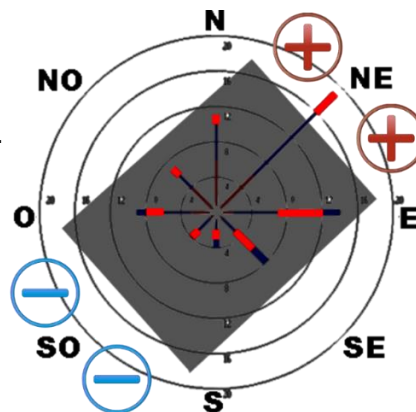
Calidad aire interior

Reducir la exposición de usuarios contaminantes del aire interior de la vivienda, lo que se hará por medio de un sistema de ventilación natural, que permita eliminar la humedad y exposición al moho, garantizando la calidad de la vivienda.

Figura 29

Análisis dirección de vientos

Temperatura promedio: 14°
 Humedad: 77%
 Velocidad vientos: 5 Km/h en el viento.

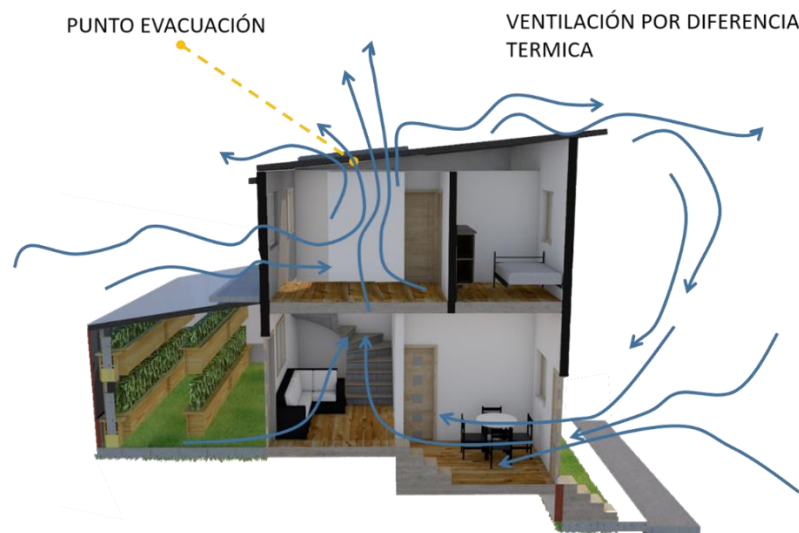


Elaboración propia

De acuerdo a la rosa de los vientos de Bogotá, se identifica que a 5 km/h, ingresan las cargas positivas por la fachada noroeste, indicando que los vientos golpean directamente por esa dirección y con cargas negativas por la fachada suroeste, es decir, eliminando el viento hacia esta orientación.

Figura 30

Estrategia dirección de vientos



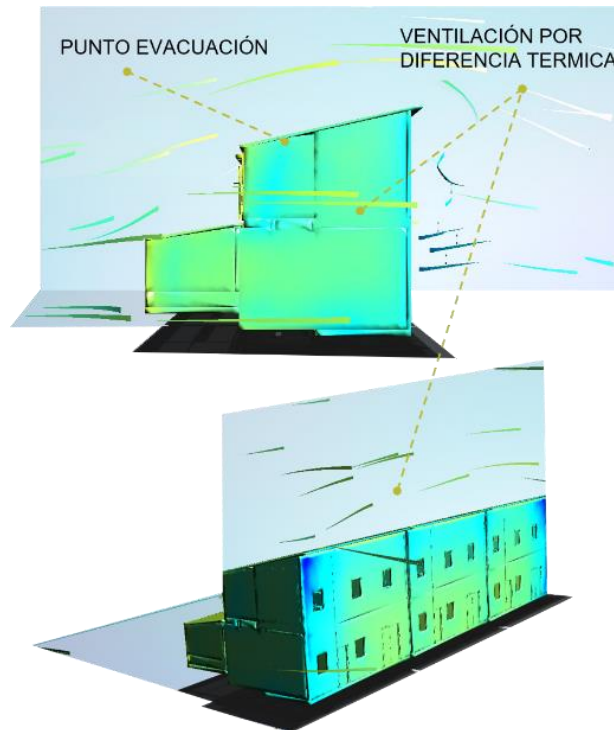
Elaboración propia

Por medio de un vacío en la escalera, se podría instalar un lucernario, se haría uso de la ventilación por diferencia térmica, utilizando este vacío para evacuar el aire por ahí, además de ganar un aporte de iluminación natural.

Simulación ventilación

Figura 31

Simulación ventilación



Nota: Esta simulación fue realizada con el programa “Flow Design”

Elaboración propia

Se realizó una simulación de ventilación, para comprobar el comportamiento del viento en la vivienda, (Ver figura 31), evidenciando como actúa la ventilación por diferencia térmica, donde el viento pasa por encima de la vivienda y tiende a ingresar de nuevo a través de los vacíos de las ventanas y puertas, para hacer un ciclo de ventilación natural.

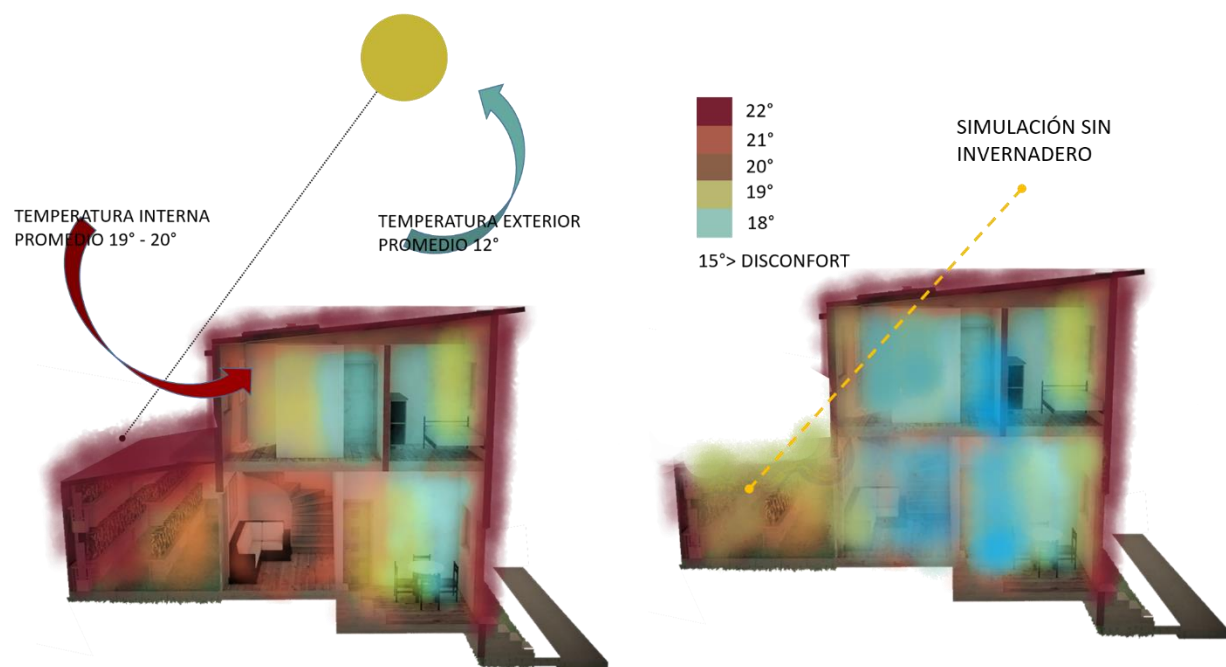
Confort térmico interior

Garantizar el confort térmico de las residencias, a través de un análisis de las condiciones climáticas del lugar, demostrando las condiciones de confort al interior de la vivienda, como en la figura 32, donde se identifica que la temperatura exterior del lugar es de 12° y al implementar estrategias

como el uso de un invernadero para calentar la vivienda, la media del lugar se vuelve de 20°, ofreciendo confort térmico para la vivienda.

Figura 32

Simulación confort térmico



Elaboración propia

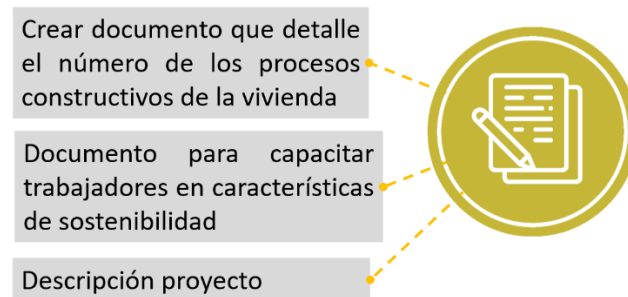
Responsabilidad social

R.s durante el proceso constructivo

Promover el seguimiento y control de los principales aspectos de las condiciones del personal que participa en los procesos constructivos del proyecto, capacitando a los trabajadores sobre las características de sostenibilidad de la vivienda, siguiendo las estrategias de la figura 33.

Figura 33

Estrategias durante el proceso constructivo



Elaboración propia

R.s con los futuros residentes

Suministrar información y capacitación a los habitantes sobre el uso y mantenimiento pertinente al proyecto teniendo en cuenta las características sostenibles del proyecto, siguiendo las estrategias de la figura 34.

Figura 34

Estrategias con los futuros residentes



Elaboración propia

Cada una de estas estrategias, de la Figura 31 y Figura 32, se podrán seguir más a detalle, en el apartado de sostenibilidad del manual de construcción de la vivienda.

Comparación - vivienda tradicional

Se realizó una comparación con una vivienda VIS tradicional, identificando que estas viviendas solo lograrían 16 puntos de los 73 que puede cumplir esta vivienda sostenible, como se evidencia en la tabla 3. Evidenciando los múltiples beneficios que tiene esta vivienda, en los aspectos de confort térmico, ahorro de recursos, ahorro de energía, diseño, además de causar un menor impacto ambiental.

Tabla 3

Comparación vivienda tradicional con vivienda sostenible

	PUNTOS	VIVIENDA CONVENCIONAL	VIVIENDA SOSTENIBLE
SOSTENIBILIDAD EN ENTORNO			
Selección adecuada del terreno	4		X
Reducción isla de calor	3		X
Espacios abiertos	2	X	X
EFICIENCIA EN AGUA			
Uso eficiente agua en interiores	7		X
so eficiente agau exteriores	5		X
Medicion y manejo de consumo de agua	2		X
EFICIENCIA ENERGETICA			
Eficiencia energetica	13		X
Orientacion en carta solar	2	X	X
Iluminación natural	2	X	X
Sistema de agua caliente	2		X
SOSTENIBILIDAD EN OBRA			
Manejo de calidad de aire construccion	2	X	X
Gestión energía y recursos	2	X	X
EFICIENCIA EN MATERIALES			
Materiales analisis ciclo de vida	5		X
Materiales bajo impacto ambiental	6	X	X
BIENESTAR			
Calidad aire interior	4		X
Confort térmico interior	4		X
R.S Durante construcción	4		X
R.S con futuros residentes	4		X
TOTAL		16	73

Elaboración propia

2.0 Agricultura urbana sostenible

Con el fin de que la vivienda, logre ser lo más sustentable posible, se pretende plantear un espacio productivo en el proyecto de vivienda, dedicado a la agricultura urbana o huerta urbana, por lo

que se investigaron diferentes factores a tener en cuenta para su planteamiento, comenzando por el por qué de su planteamiento, continuando por las condiciones a tener en cuenta para establecer un espacio con huertas, tipos de cultivos, y finalizando con el tipo de alimentos que se podrían cultivar.

2.1 ¿Por qué diseñar una vivienda con huerta?

La producción de huertas urbanas tiene diferentes beneficios para el desarrollo sostenible en Bogotá, tal como lo explica Castiblanco, 2020, en un artículo sobre un programa del Jardín Botánico de la ciudad, donde explica que; aporta a la seguridad alimentaria nutricional, aporta a la gestión ambiental urbana, además de reducir el impacto al medio ambiente que causamos con el consumo, ya que los residuos orgánicos que producimos a diario pueden servir compostaje o para abono, reduciendo a casi a la mitad, los de residuos que podrían llegar al relleno de Doña Juana, ya que se transformarían en materia prima para el cultivo de alimentos en casa.

Aunque existen diferentes aspectos por los cuales Colombia, es un país con subalimentación, se abordará desde un enfoque en la situación actual del país respecto la época de pandemia por la que está pasando.

Considerando que, la pandemia ha disparados todas las cifras relacionadas al hambre a nivel mundial. El Programa Mundial de Alimentos, perteneciente a la ONU [Organización de las Naciones Unidas], delegado de distribuir alimentos para apoyar proyectos de desarrollo), dice que cerca de 10,9 millones de colombianos asumen un déficit alimentario, cifra que empeoro con la pandemia y que durante agosto y septiembre de 2020, llegó a los 12 millones, (Ver figura 8).

Adicionalmente, los bancos de alimentos de Colombia, afirmaron que 2,7 millones de personas padecen de hambre crónica, sumando la cifra que dio a conocer el DANE el 26 de abril de 2021, donde revelo que antes de que llegara la pandemia, el 88,9% de los domicilios en Colombia tenían la

posibilidad de consumir tres comidas al día; al presente, de 8 millones de hogares, sólo el 68,1% cuenta con las tres comidas, mientras el 29,2 % come dos veces al día y el 2,6%, una vez al día.

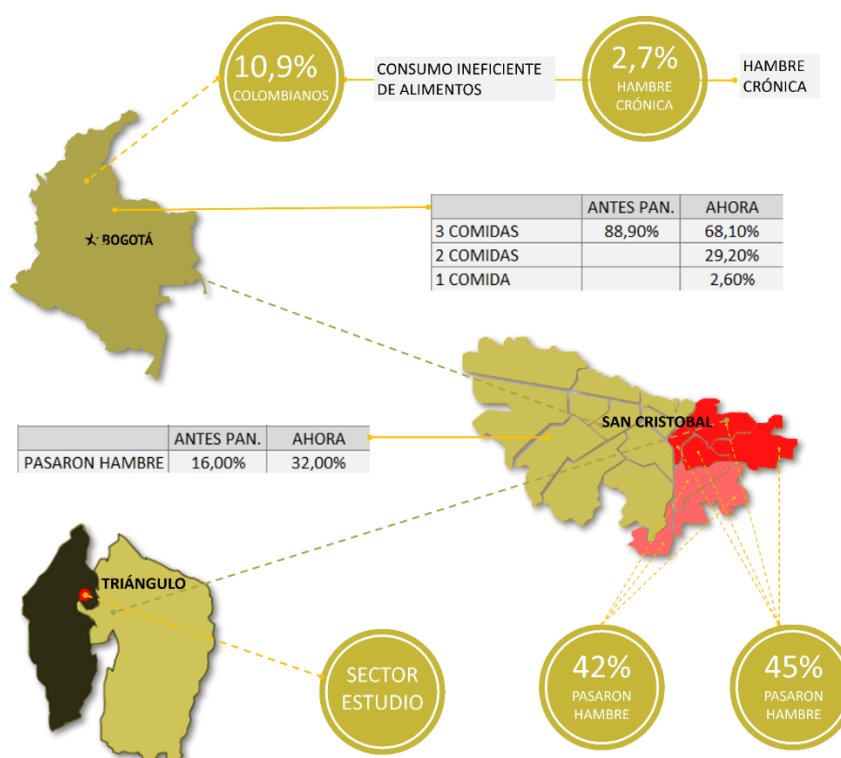
Por otra parte, Daniel Oviedo, director del DANE, muestra otra cifra, que evidencia que 3,6 millones de colombianos están en condición de pobreza, de las cuales 1,1 millones pertenecen a Bogotá, haciendo un aporte de, 31,3%; seguido de Cali, con 10,6 %; Medellín, con 9,4 %, y Barranquilla, con 8,6 %, cifras de pobreza que inevitablemente están relacionadas al hambre, (Como se cita en El Tiempo, 2021).

En el mismo artículo también se cita una encuesta realizada por "Como Vamos Bogotá" Programa que desarrolla encuestas sobre percepción, calidad de vida y datos sobre la ciudadanía en Bogotá, realizó una encuesta en marzo de 2021, donde se halló que, el 32 % de las personas afirmaron haber tenido hambre en el último tiempo debido a bajas condiciones económicas, lo cual duplicó los resultados que arrojó la encuesta pasada antes de julio del año 2020.

Adicionalmente, se identifica que, las localidades donde más marcada es la situación de hambre, según la encuesta, son Bosa, Tunjuelito y Ciudad Bolívar, con un 42%. Mientras que Usme, Antonio Nariño, Rafael Uribe Uribe y San Cristóbal suman otro un 45%, evidenciando que San Cristóbal, localidad de estudio, es de las más afectadas por este flagelo, (Ver figura 9, para síntesis subalimentación en Colombia y verificar cifras).

Figura 35

Subalimentación en Colombia



Elaboración propia

Debido a esta problemática, se propone que el prototipo de vivienda integre a sus parámetros de diseño, características de agricultura urbana, que sirven en principalmente para proveer a sus habitantes de alimentos básicos, haciendo provecho de las características que cuenta la vivienda, ya que, como menciona, Degenhart, (2016), los jardines de las viviendas pueden ser primeramente para garantizar el suministro básico de la vivienda, bastando con un área de cultivo pequeña.

Conjuntamente de los beneficios económicos de esta actividad también se suman factores sociales, culturales y ecológicas. por eso se podría establecer una huerta en el jardín trasero del prototipo de vivienda. En el mismo texto, Degenhart, (2016), asegura que, el aporte realizado por la

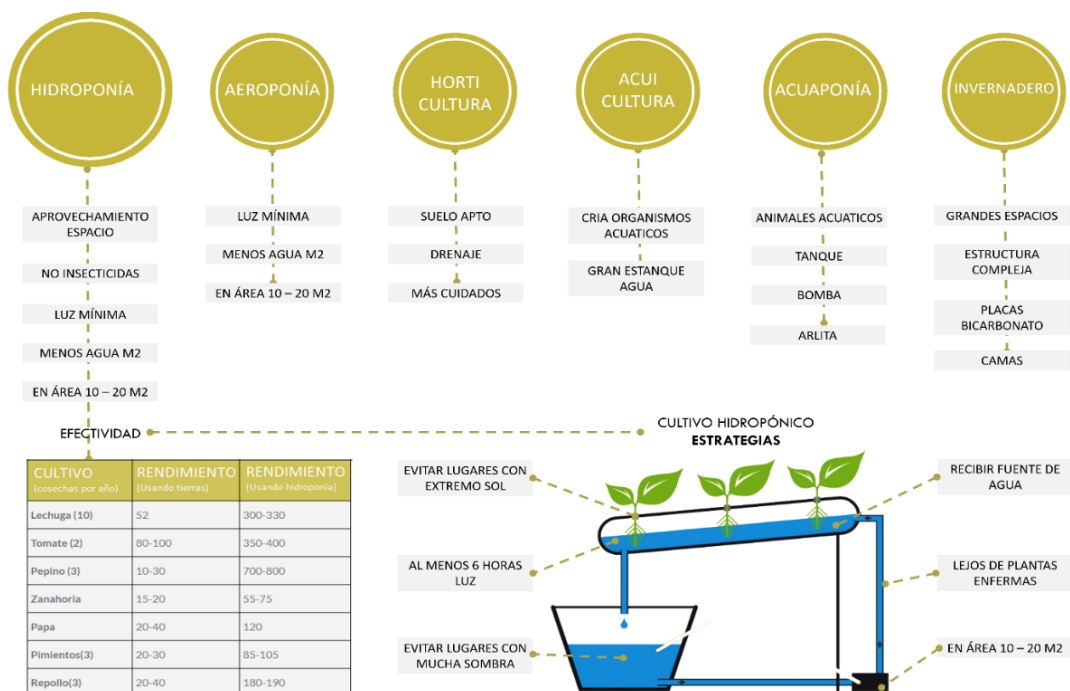
agricultura urbana es esencial para resguardar la demanda de alimentos de la ciudad, con la posibilidad de desarrollar estas actividades agrícolas urbanas en áreas ubicadas en las cercanías inmediatas, como también en parcelas alejadas de la residencia. Incluso pudiendo adaptar el cultivo de alimentos en áreas semipúblicas como parques, predios o patios, o terrenos linderos del ferrocarril.

2.2 Técnicas de agricultura

A continuación, se indagó sobre diferentes técnicas de agricultura, (Ver figura 36, técnicas de agricultura), para identificar los diferentes elementos que componen cada técnica, para finalmente elegir la más apta respecto las condiciones del lugar para emplear.

Figura 36

Técnicas de agricultura



Elaboración propia

2.2.1 Hidroponía

La hidroponía, es un conjunto de técnicas que busca sustituir el uso convencional del suelo, también es llamada agricultura sin suelo, consiente en diseñar estructuras con el objetivo de favorecer el escenario ambiental óptimo para la producción de cualquier cultivo, haciendo uso de cualquier área, (Hydro Environment, s.f). Identificando que cuenta con varias ventajas respecto las demás técnicas, ya que las otras piden una serie de elementos como, extensiones de terreno más grandes, elementos como, bombas, e incluso el implemento de animales.

Adicionalmente, se anexó un cuadro comparativo entre el rendimiento de los cultivos hidropónicos frente a los cultivos tradicionales de tierra, (Ver figura 10), donde por ejemplo la lechuga, en época de cosecha en tierra y por hectárea, crecieron 52 toneladas, mientras que, con la hidroponía, con las mismas condiciones, brindo 300-330.

A partir de lo anterior, se tendrán en cuenta los siguientes parámetros a la hora de plantear las huertas hidropónicas:

Evitar lugares con poco sol.

Al menos 6 horas de luz.

Evitar lugares con mucha sombra.

Lejos de plantas enfermas.

Idealmente al menos 10 m².

2.2.1.1 Técnicas hidropónicas

Las técnicas hidropónicas se seleccionan dependiendo de la planta que se desea cosechar, atendiendo a la forma, tamaño y desarrollo de esta, como lo explica Loss Makkokes,(s.f.), existiendo las siguientes:

Recircularte: Las raíces se sumergen en una solución nutritiva, donde se va regulando constantemente su pH, concentración de sales y aireación. Existe una variante más popular que es la Técnica de Película Nutriente, que consiste en la circulación constante de la solución nutritiva manteniendo el contacto con la parte inferior de la raíz.

Aérea o Aeroponía: Se conservan las raíces libres de cualquier otro medio manteniendo contacto con el aire, dentro de recipiente. La solución nutritiva se emplea por medio de la nebulización usando nebulizadores, con dispositivos extras para controlar el tiempo de rocío.

Raíz flotante o estacionaria: Trata de utilizar recipientes sin importar el material siempre y cuando no permita la filtración de luz, con un envoltorio o tapa llena de orificios que se encargan de soportar el cultivo al mismo tiempo de permitir que las raíces estén en constante contacto con la solución nutritiva.

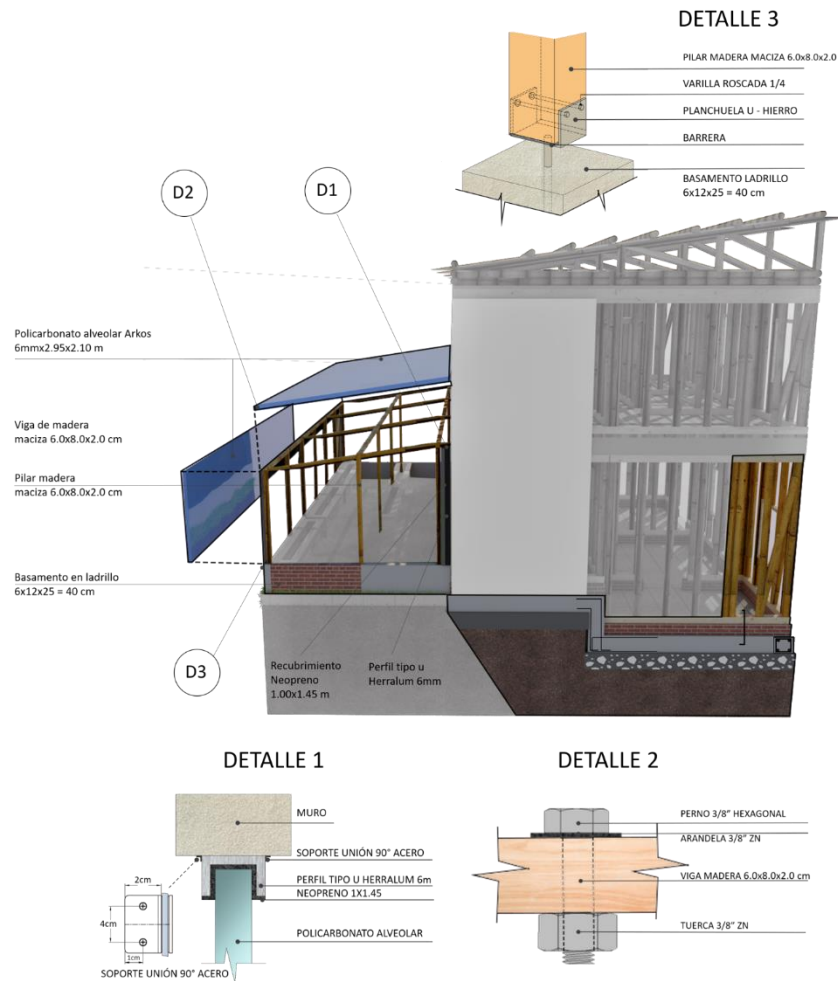
Técnicas con sustrato (orgánico o inorgánico): Guarda muchas características del cultivo convencional en tierra y es la opción más recomendada para las personas que se están iniciando en la hidroponía. En vez del uso de tierra se emplea el uso de sustrato, para ser utilizado como un sostén para los cultivos, haciendo que se obtenga la suficiente humedad, y expansión de la raíz.

2.2 Invernadero

Al mismo tiempo, se planteará un invernadero adosado, que funcione como una zona más especializada para la realización de cultivos, generando un microclima a través de este invernadero, que hará más próspero los cultivos, además, por medio del mismo, se busca generar confort térmico dentro de la vivienda, brindando zonas más cálidas para la vivienda ya que el aire que ingresa por medio del invernadero se vuelve más cálido al pasar través del policarbonato.

Figura 37

Partes invernadero



Elaboración propia

Finalmente, se optó por usar el polycarbonato alveolar, como material predominante en el envolvente del invernadero, debido a que, si se hace uso del vidrio, se elevarían los costos, por otra parte, si se hacía uso de algún tipo de plástico, podría deteriorarse con facilidad. Además, se emplea un perfil en u, con un recubrimiento en neopreno, para hacer un ambiente hermético, donde no se disipe el calor, y finalmente se debe hacer un basamento de al menos 40 cm, esto para evitar el ataque de

roedores, y aislarlo de factores externos climatológicos, además de una estructura en madera, que se adosara a la vivienda. (Ver figura 37, Partes invernadero, para más detalles).

Detalle 1. Se identifica la unión del policarbonato alveolar en el soporte de en U, con el recubrimiento en neopreno, y los soportes a 90°.

Detalle 2. Se identifica la manera de unir las vigas y pilares en madera maciza con el policarbonato alveolar por medio de pernos 3/8".

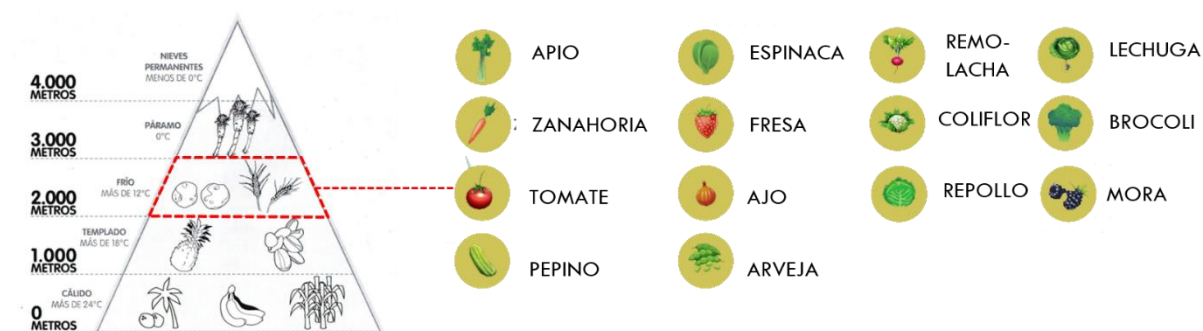
Detalle 3. Se identifica como unir los elementos de madera al basamento hecho de ladrillo.

2.2 Clima

Para plantear lo que se puede sembrar en este espacio productivo de la vivienda, se identificarán factores climatológico esenciales, como la identificación del piso térmico de la ciudad de Bogotá, para así, identificar el tipo de cultivos que se pueden implementar.

Figura 38

Cultivos por piso térmico



Adaptado de, Los 5 pisos térmicos de Colombia y las variaciones según su altitud, Por Catorce6, 2019,

(<https://www.catorce6.com/investigacion/17171-los-5-pisos-termicos-de-colombia-y-las-variaciones-segun-su-altitud>)

Identificando que El piso térmico de Bogotá, corresponde al de tipo frío, zona localizada entre los 2.000 y 3.000 metros de altura respecto al nivel del mar, presentando una temperatura que oscila entre los 12 y 18 °C; (Catorce6, 2019). De acuerdo a lo anterior, se encontró que con estas condiciones y con la técnica de la hidroponía pueden prosperar los siguientes tipos de cultivos, Apio, zanahoria, Tomate, pepino, remolacha, coliflor, espinaca, fresa, ajos arveja, lechuga, brócoli repollo, mora. que adicionalmente son cultivos que cuentan con la opción de cultivarse por medio de la hidroponía, como lo indica, donde dice que por medio de esta técnica se puede cultivar casi cualquier tipo de planta.

2.3 Condiciones vivienda con huerta

También destaco, la perspectiva de Cao 2020, donde menciona unos lineamientos para tener en cuenta en el diseño de una huerta urbana, que son las siguientes:

Luz: Los cultivos requieren luz para foto sintetizar, crecer prosperar. Ya que, sin luz, los cultivos pueden detener su desarrollo, dejar de producir frutos, inclusive pueden llegar a morir.

Humedad: Regularmente, los jardines que se encuentran en el interior de una vivienda mantienen una baja humedad, por tanto, las hojas se secan y las plantas se marchitan, ya que las plantas suelen desarrollarse con al menos 50% de humedad. Para dar solución a este obstáculo se puede hacer uso de un humidificador, o disponer de una bandeja de agua cerca al jardín.

Temperatura: Los cultivos se desarrollan a temperaturas entre los 18° y los 24°.

Profundidad: Varía de acuerdo al tipo de cultivo que se siembre. Debe estar a una profundidad de 45 y 50 cm de tierra, ya que generalmente será suficiente para cualquier tipo de cultivo, aunque haya casos donde se necesite menos de 40 cm o incluso llegarse a necesitar más de 90 cm.

Agua: Las plantas que se cultivan en algún tipo de recipiente se secan más veloz respecto las que naturalmente están en el suelo, por ello se recomienda un riego constante.

Riego: Es obligatorio que los cultivos reciban riego constante, sin embargo, no debe hacerse de una manera excesiva, un método común es usar el riego por goteo, empleado en sistemas hidropónicos o cultivos que hagan uso de sistemas con riego automático, (Cao ,2020).

3.0 Materiales de construcción ecológicos

Para el cumplimiento de los parámetros sostenibles planteados, los materiales a emplear se deben cumplir ciertas características, tales como bajo impacto ambiental, ser reutilizable, aislamiento térmico, y baja emisión de CO₂. Adicional, se debe revisar si existe algún tipo de normativa que incluya el uso de estos materiales, por eso a continuación se realizó un análisis de diferentes materiales eco amigables con el medio ambiente, con el fin de identificar estas principales determinantes, para la póstuma selección de un sistema constructivo que emplee materiales que cumplan con estos requisitos.

Tabla 4

Análisis impacto ambiental de diferentes materiales de construcción

MATERIAL	OBTENER EN EL LUGAR	RECICLABLE	RENOVABLE	A. TERMICO	COSTO	EMISION CO ₂ /KG	NSR-10
GUADUA	X	O	O	0,04-0,06 W/(m·K)	\$4500 M	14,09 (cada 100)	O
MADERA (4 x 8,5cmx3m)	O	O	O	0,04-0,06 W/(m·K)	\$25900 und	1,4	O
BARRO COCIDO (6x12x25)	X	O	O	0,24 W/(m·K)	\$1900 (und)	0,2	X
TIERRA	O	O	O	0,13 W/(m·K)	No	0	X
PACAS HENO	O	O	O	0,045-0,13 W/(m·K)	\$3000 (1kg)	0,2	X
ARCILLA EXPAN.	X	O	X	0,08 W/(m·K)	\$8500 (1kg)	-	X
ADOBE	O	O	O	0,176 W/(m·K)	No	0,16	LEY 2079 2021
CORCHO	X	O	X	0,039 W/(m·K)	-	-	X
PIEDRA	O	O	X	O	-	0,25	X
CAÑAMO	X	O	O	0,04-0,08 W/(m·K)	-	-	X
MICELIO	X	O	O	-	-	-	X
PET	X	O	O	0,023 W/(m·K)	No	-	X
VIDRIO RECICLADO	X	O	X	0,03 a 0,04 W/(m·K)	-	0,7	X
PLASTICO RECICLADO	X	O	O	0,039 W/(m·K)	-	0,15	X
FIBRAS PAPEL R.	X	O	O	-	-	0,6	X

Elaboración propia

Siendo así, se identifica que existe variedad respecto materiales ecológicos, evidenciando que la mayoría comparten características respecto el bajo impacto, reutilización, confort térmico y en general bajo costo, sin embargo, se evidenció que, en Colombia, pocos se encuentran avalados por algún tipo de normativa. A partir de ello, se seleccionaron los materiales guadua y madera (Resaltados en tabla 1), a partir de los siguientes criterios: Primero, que sea un material que brinde un buen confort térmico teniendo en cuenta las condiciones de clima frío del sector, Segundo, que sea económico, ya que por los escasos recursos de la población, estos materiales vernáculos, son un camino para la reducción de recursos, y tercero y más importante, que a causa de que el proyecto está localizado en una zona de riesgo alta – media por remoción de masas, se deben utilizar materiales de los que se hablen en la NSR-10, para asegurar que sea sismo resistente, y se pueda diseñar un sistema constructivo seguro para la gente

3.1 Guadua

La única técnica avalada por la NSR-10, que emplea el uso de la guadua, es el bahareque encementado, por eso, se investigó que según el manual de desarrollo de viviendas en Bahareque encementado, elaborado por; Farbiarz F., Mogollón S., Prieto R, Asociación colombiana de ingenieros sísmica (2000). Se atestigua, que la mejor calidad de plantas para utilizar, son las mayores de 4 años. Asimismo, no se debe utilizar guaduas que superen el 20% de humedad y no menos de 10%. evitar la exposición directa al sol o agua, pues se pueden producir fisuras, desgaste de brillo y resecamiento, o generar pudrimiento por alteraciones en la humedad. Además, se debe inmunizar para mitigar el deterioro por insectos xilófagos. adicionalmente, se destacan los siguientes puntos para tener en cuenta para el uso de la guadua:

La guadua empleada es del tipo angustifolia Kunth.

La cosecha oscilará entre los 4 y los 6 años.

La guadua debe tener durabilidad natural y estar preservada adecuadamente.

Por medio del diseño se debe evitar el contacto directo con la radiación solar, y humedad, además, de que los diferentes elementos se encuentren inmunizados.

3.2 Madera

Según, Amarilo, 2019. La madera es el único material que, empleado de manera responsable, elimina el CO₂ de la atmósfera, es renovable y biodegradable debido a que se cultiva naturalmente. Por lo que se convierte en una buena opción para emplear en el proyecto.

Haciendo enfoque en la técnica a implementar y según el mismo manual brindado por la NSR-10, para las viviendas en bahareque encementado de 1 y 2 pisos, sugiere utilizar madera de tipo aserrada, para ser empleada en elementos estructurales de la vivienda como, entramados, soleras inferiores, superiores, pie derechos, estructura de cubiertas y de entrepisos, ya que las uniones con este tipo de madera, permite una mayor rigidez, además de ser menos susceptible a aplastamientos, respecto otros elementos en guadua.

4.0 Sistemas constructivos vernáculos

A partir del análisis de materiales anterior, estos materiales ecológicos, se relacionan con ciertas técnicas constructivas vernáculos, como quinchá mejorada, tapia con muros de adobe, y variaciones en tierra, metal, y madera del bahareque, encontrando que cada una de ellas, ofrecía diferentes bondades. Sin embargo, debido a las condiciones sísmo resistentes que ofrece guadua y la madera con la técnica Bahareque encementado, finalmente se optó por su utilización.

4.1 Bahareque encementado

Es una variación de la técnica vernácula del Bahareque. Consiste en un sistema estructural basado en guadas, que se refuerza con algunos materiales convencionales como el cemento. El

proceso constructivo, comienza por una cimentación de hormigón reforzado, seguido de un sobrecimiento en mampostería, sobre el cual reposan los muros de guadua y madera, sobre los cuales se ensambla una malla de gallinero, para posteriormente, hacer un revoque en cemento, y conformar muros sólidos, asimismo se emplean guaduas la para construcción de la cubierta o también se puede hacer uso de madera, finalmente se hace el techado con tejas de barro o fibrocemento, (Kaminski S., Lawrence A., Trujillo D., diciembre, 2016).

5.0 Bioclimática

A continuación, se indagó sobre el significado de una vivienda bioclimática y se identificó que parámetros se deben tener en cuenta a la hora de querer realizar una vivienda con arquitectura bioclimática.

Una vivienda bioclimática es la que ha sido diseñada pensando en sacar provecho de todos los recursos posibles respecto su entorno, de manera que provoque impacte de una manera baja al medio ambiente, al mismo tiempo, de buscar una vivienda confortable para las personas que la habiten, implicando ahorro energético, ahorro de los recursos, para ofrecer una mayor calidad de vida; Effigaus, (s.f.).

Para que una vivienda sea bioclimática, según; Durmi, (s.f), existen ciertos estandartes, de los cuales se tomaron los siguientes para abordar en el proyecto.

Materiales: Tienen que de bajo impacto ambiental y ecológicos.

Orientación: Sacar provecho de las diferentes posiciones del sol, para ganar iluminación y energía, esto teniendo en cuenta el clima del lugar.

Forma: la vivienda bioclimática debe integrarse al entorno natural, para llegar al máximo punto posible en cuanto a eficiencia energética.

Ventanas: El adecuado planteamiento de ventanas, respecto localización e inclinación, se hacen importantes para la correcta ganancia de ventilación e iluminación.

Ventilación: Para mantener las temperaturas en verano o invierno, dependiendo del clima.

Agua: Hacer uso de sistemas de almacenamiento de agua, para ahorrar recursos.

Jardín: Un correcto diseño prioriza las especies frente las funciones de adaptabilidad al entorno

Habitabilidad: Para lograr un diseño adecuado, se debe conocer el contexto o diferentes dinámicas que existen entre el lugar y los habitantes, de manera que sea una vivienda que cumpla con sus expectativas.

6.0 Referentes

A partir del análisis de los siguientes proyectos, se buscará obtener lineamientos para la realización del prototipo de vivienda, ya que se hará un análisis desde diferentes aspectos como: Diseño arquitectónico, diseño y detalles constructivos, sostenibilidad, e incluso se analizarán diferentes errores, para evitarlos.

6.1 Diseño arquitectónico

6.1.1 Vivienda de quincha mejorada modular- Pisco (Lima/Perú)

En agosto de 2007, en el oeste de Pisco – Ica, se produjo un terremoto de 7,9 grados en la escala de Richter, tras el desastre, numerosos hogares fueron derrumbados, por tanto, se construyó un modelo de vivienda sismo resistente, enfocado en el bajo costo, usando la técnica de quincha mejorada, usando materiales propios del lugar, como la caña y el barro. Lacarra, (2008),

Figura 39

Vivienda hecha en quincha - modular



Tomado de “construcción de 16 viviendas de quinchá mejorada modular para damnificados del terremoto del 15 de agosto de 2007 en Ica, Perú.” por Arquitectura Panamericana, (2007).

(<https://www.arquitecturapanamericana.com/construccion-de-16-viviendas-de-quincha-mejorada-modular-para-damnificados-del-terremoto-del-15-de-agosto-de-2007-en-ica-peru/>)

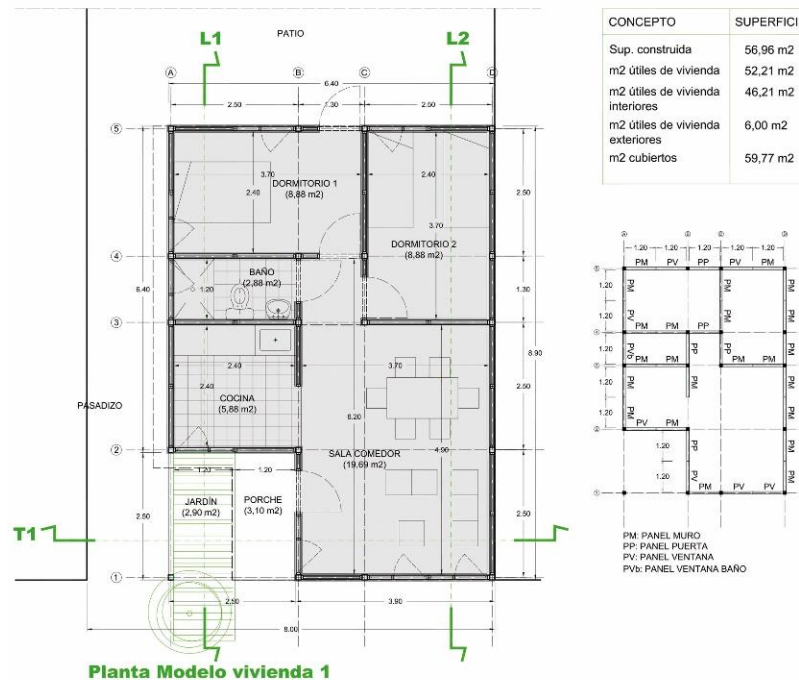
Destacando para emplear en mi proyecto de investigación, la manera en que los muros están diseñados por medio de paneles modulares distribuidos en toda la vivienda (Ver figura 40), facilitando el armado y ensamblaje de los muros, siendo categorizados de acuerdo a su uso, ya sea en panel de muro, de ventana, o de puerta;

También se identificó, que el diseño de las viviendas plantea un espacio común en el centro de la vivienda (salón comedor), accediendo a la misma por medio de un espacio exterior cubierto (porche), llegando a una zona verde, rompiendo la continuidad de la fachada. Concepto que se tendrá en cuenta para el diseño arquitectónico, procurando que tenga distribución similar, haciendo un enfoque en esa zona exterior cubierta.

Adicionalmente, se analizaron las dimensiones de los espacios para usarlo como referencia para la realización del programa arquitectónico del proyecto, ya que, este diseño, fue hecho para 4 beneficiarios, siendo este, la misma cantidad de usuarios para la cual se está diseñando el prototipo de vivienda.

Figura 40

Planta arquitectónica – Vivienda en quincha



Tomado de “construcción de 16 viviendas de quincha mejorada modular para damnificados del terremoto del 15 de agosto de 2007 en Ica, Perú.” por Arquitectura Panamericana, (2007).

(<https://www.arquitecturapanamericana.com/construccion-de-16-viviendas-de-quincha-mejorada-modular-para-damnificados-del-terremoto-del-15-de-agosto-de-2007-en-ica-peru/>)

6.1.2 Concurso Nacional de vivienda Social – construye para crecer – Perú/2014

El Ministerio de Vivienda Construcción y Saneamiento de Perú, anualmente convocan facultades de arquitectura, ingeniería, para diseñar viviendas de interés social y emplear mejoras a las propuestas.

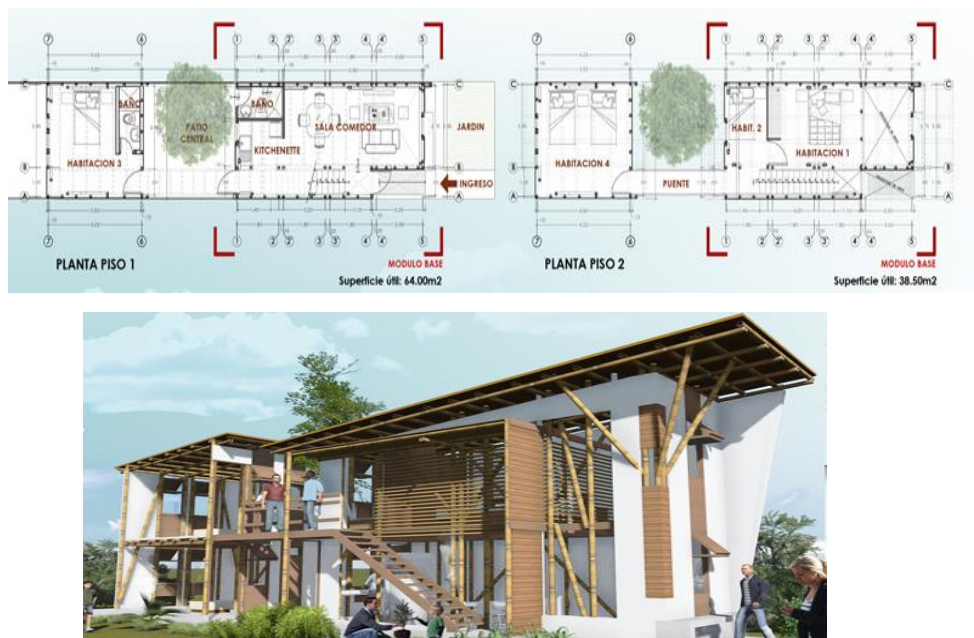
De ahí parte el análisis de este proyecto ganador en 2014, donde se planteó un proyecto de vivienda con lotes de frente 4m y 6m. Con una estructura diseñada en guadua Angustifolia, en muros de bahareque, perfiles de bambú y revoques de cemento; según el Instituto de Vivienda, Urbanismo y Construcción, 2014.

Como referencia de diseño, tome su volumetría, debido a que por la forma que tiene, permite iluminación y ventilación natural por medio del patio central planteado, que además funciona para generar un espacio central verde para suplir la falta de zonas libres.

Al igual de permitir, que este da la opción de realizar un crecimiento progresivo en parte más profunda del patio, planteando más habitaciones en el fondo, (según lo permita el lote donde se construya).

Figura 41

Diseño arquitectónico Instituto de vivienda - Perú

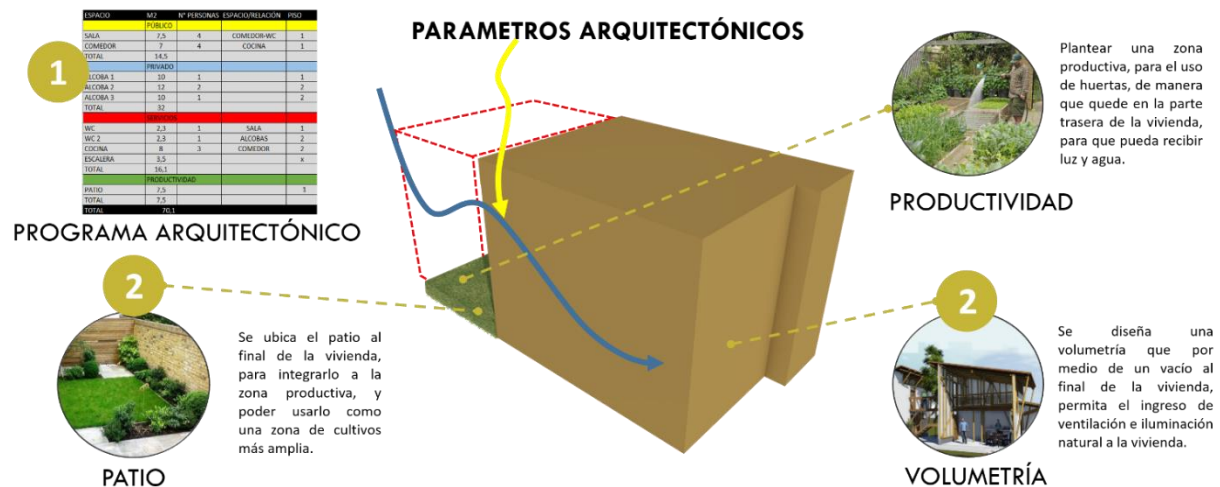


Tomado de “Concurso Nacional de Vivienda Social Construye para Crecer.” por Instituto de vivienda urbanismo y construcción, (2014). (<https://www.usmp.edu.pe/ivuc/noticias.php?pag=proy&sec=concu007>)

6.1.3 Estrategias arquitectónicas

Figura 42

Parámetros arquitectónicos



Elaboración propia

A partir de los lineamientos establecidos por los referentes, se obtuvo este esquema, (Figura 42), mostrando las estrategias arquitectónicas a implementar en el proyecto.

6.2 Diseño constructivo

6.2.1 Cabug negros occidental - vivienda en bahareque encementado

En Filipinas, existe una red de asociados u organizaciones, para proveer viviendas confortables a las personas con más bajos recursos de ese país, ya que es un lugar con brechas sociales muy grandes, por ello se han desarrollado proyectos de vivienda en bahareque encementado para estas personas, tal como ha expresado, Luis Felipe López, en una conferencia *bases para el diseño estructural de casas de bahareque encementado, canal bambuterra sapi de cv*, (s.f).

A partir de este proyecto, enfatizo, el uso de un sistema constructivo basado en la guadua y madera, como es el caso del bahareque encementado, identificando que se forma una estructura compuesta por pie derechos con guadua, soleras en madera, y formando un entramado de guadua, para luego revocar con cemento. Técnica que se empleará en el proyecto el Triángulo.

Figura 43

Vivienda Cabug Negros Occidental



Adaptado de “Bambuterra sapi de cv”, (2020, julio, 01), Luis Felipe López | bases para el diseño estructural de casas de bahareque encementado. <https://www.youtube.com/watch?v=kWaPAuKWia0&t=5293s>

6.2.2 Wall Cladding - vivienda en bahareque encementado

Figura 44

Paneles vivienda Wall Cladding



Adaptado de “Bambuterra sapi de cv”, (2020, julio, 01), Luis Felipe López | *bases para el diseño estructural de casas de bahareque encementado*. <https://www.youtube.com/watch?v=kWaPAuKWia0&t=5293s>

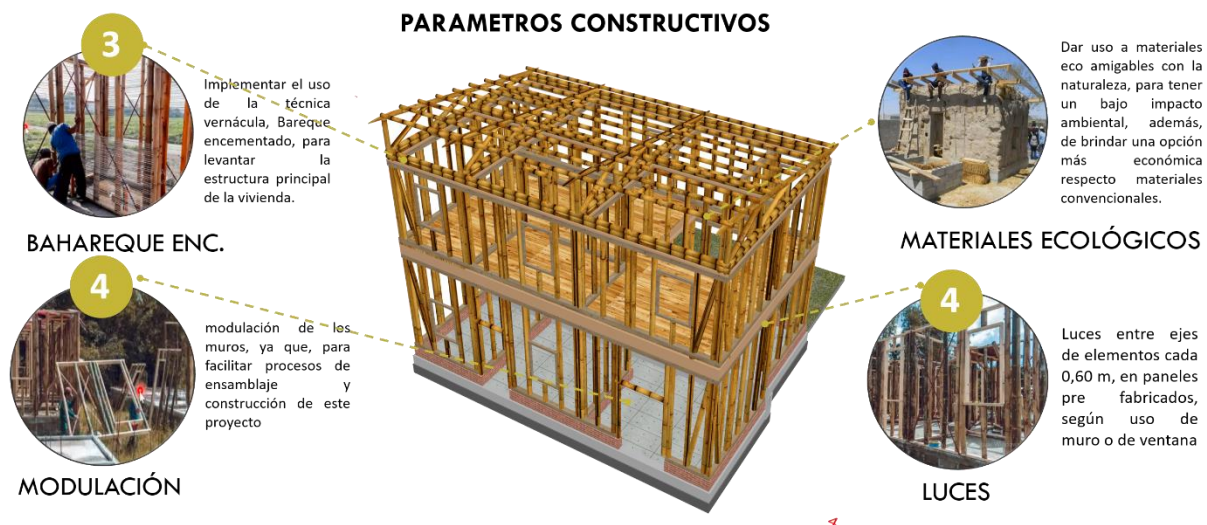
Por medio de la misma organización del referente anterior, se halló otro proyecto de vivienda para población vulnerable en Filipinas, donde destaco, la modulación de los muros, ya que, para facilitar procesos de ensamblaje y construcción de este proyecto, se diseña a través de modulación de muros, realizados con luces cada ,60 m, realizando una modulación de 2.44 x 2.44 m (Ver anexo x), para evitar el mayor desperdicio posible de madera, como lo ha expresado, Luis Felipe López, en una conferencia *bases para el diseño estructural de casas de bahareque encementado, canal bambuterra sapi de cv, (s.f)*.

Por lo que en el proyecto el Triángulo se buscara realizar el diseño constructivo a partir de modulaciones para facilitar su construcción.

6.2.3 Estrategias constructivas

Figura 45

Estrategias constructivas



Elaboración propia

A partir de los lineamientos establecidos por los referentes, se obtuvo este plano de estrategias constructivas a implementar en el proyecto.

6.3 Diseño sostenible

6.3.1 Yantaló Volunteer House – Peru

Es una vivienda construida por un voluntariado en Yantaló - Perú. La propuesta está diseñada en dos componentes, donde el primero cuenta con dormitorio, pero es flexible a ser convertido en 3 salas más pequeñas. El siguiente tiene 3 alcobas auxiliares. Los bloques se vinculan por el centro, por medio

de un comedor, cocina, y zona común en primera planta, zona de permanencia al aire libre y finalmente una terraza en segunda planta, Arcus Global, (2018).

La vivienda destaca en su diseño por la cubierta tipo “mariposa” planteada, que es capaz de recolectar las aguas pluviales de la zona, motivo por el cual se tomó como referente basándose en las ventajas de este diseño de cubierta para recolectar agua. Este sistema ha sido adaptado a una estructura en madera, con un canal integrado a la estructura. Por otra parte, estratégicamente se ubicó la cocina y los baños por el centro para tomar partido del sistema y almacenar el de agua entre los dos volúmenes.

Figura 46

Yantalo Volunteer House



Adaptado de “En Perú se construye un prototipo de vivienda sostenible” por Arcus Global], (2018). (<https://www.arcus-global.com/wp/en-peru-se-construye-un-prototipo-de-vivienda-sostenible/#prettyPhoto>)

6.3.2 Hartley Botanic – Inglaterra

Hartley Botanic Es un grupo de vivienda de Inglaterra, donde se adosa a la vivienda un invernadero hecho a mano por los mismos habitantes, con la función de cultivar su propio alimento.

Se identifica, que, en la base del invernadero adosado, se implementa un pequeño zócalo para aislar el invernadero de plagas, animales o factores climatológicos externos. Elemento que se está aplicando en el diseño de la vivienda.

Figura 47

Invernadero en Inglaterra

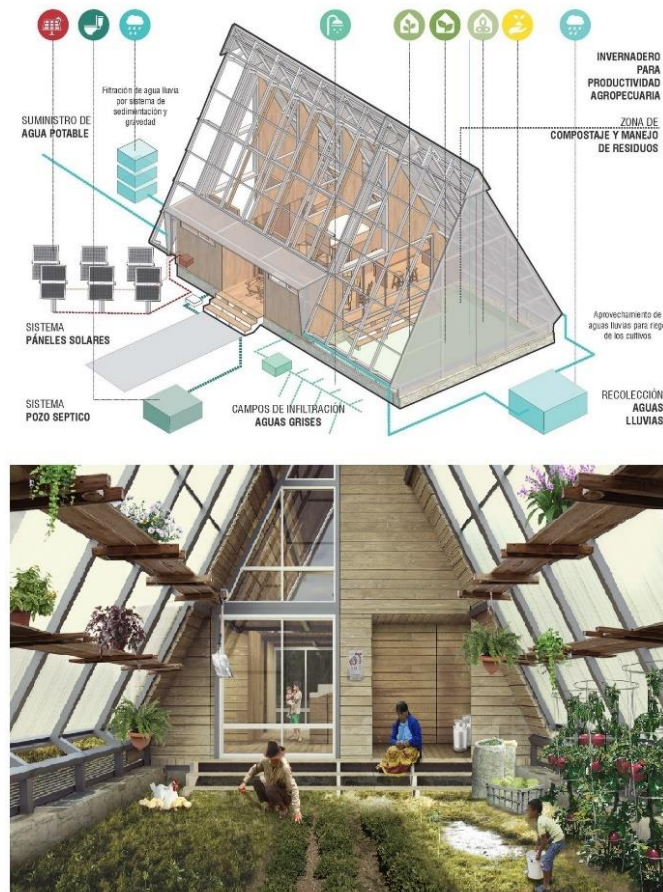


Figura 25. Invernadero - Inglaterra: Elaboración propia.

6.3.3 Vivienda rural sostenible y productiva – Colombia

Figura 48

Propuesta vivienda sostenible - Bogotá



Tomado de “Prototipo de vivienda rural sostenible y productiva en Colombia” por Equipo editorial Archdaily, (2019).

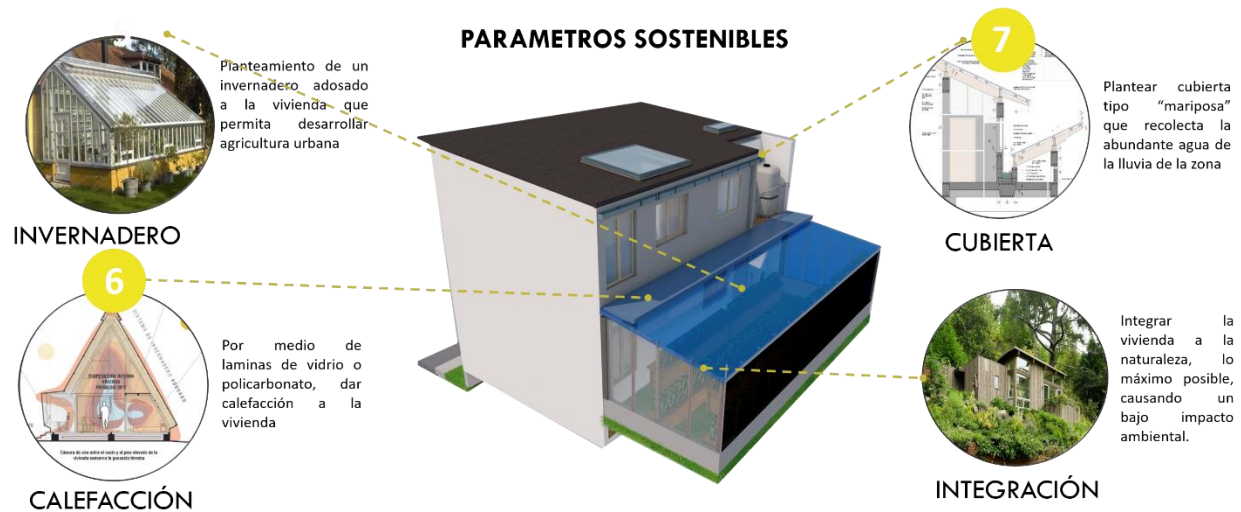
(<https://www.archdaily.co/co/912225/prototipo-de-vivienda-rural-sostenible-y-productiva-en-colombia-por-fp-arquitectura>)

Es un prototipo de vivienda rural establecido en la ciudad de Bogotá, buscando ser una vivienda que se adapte y sobreponga a las diferentes adversidades climáticas se den, buscando por medio de un invernadero adosado, producir su propio alimento. Pero además tiene la particularidad de usar este invernadero para brindar confort térmico a la vivienda, por medio de la radiación solar que filtra a través del invernadero. Concepto que se está aplicando en el diseño de la vivienda, (ArchDaily, 2019).

6.3.3 Estrategias sostenibles

Figura 49

Parámetros sostenibles



Elaboración propia

De acuerdo a los parámetros establecidos por los referentes, se realizó la figura 49, parámetros sostenibles, resumiendo las estrategias sostenibles a implementar en el proyecto.

6.4 Problemática vivienda VIS - bahareque encementado

6.4.1 Bambusa – Quindío

En Quindío, se desarrolló un proyecto de vivienda, donde se hizo la entrega de una casa sin terminar, es decir, se le adjudicó al propietario, pero en un estado donde solo estaba finalizada una primera etapa de la vivienda, no contaba con revestimientos, pintura o algún tipo de acabados y se hizo entrega de un proyecto ejecutivo con las indicaciones para terminar la vivienda, dejando a elección de cada uno como terminaba los acabados, creando una diferenciación en el sector perdiendo el valor estético presente.

Figura 50*VIS Bambusa en Nueva Ciudad Milagro*

Adaptado de “Proyecto de viviendas de interés social en bahareque encementado para el municipio de Villamaría, Colombia” por C. Fuentes, (2013).(<https://core.ac.uk/download/41809189.pdf>)

Por lo que esta tendencia genera una, heterogeneidad de fachadas muy grande, debido a que las viviendas pasan a tener un acabado distinto, efecto que ha causado que, progresivamente se haya establecido en la zona una percepción de conjunto residencial ; Fuentes y Navarro , (2013), lo que no se ve agradable a la vista, ya que se parece un proyecto inacabado, por lo que en el proyecto el Triángulo, se evitara estos errores, entregando un modelo más estético, con sus debidas indicaciones para desarrollar correctamente el proyecto.

Marco normativo

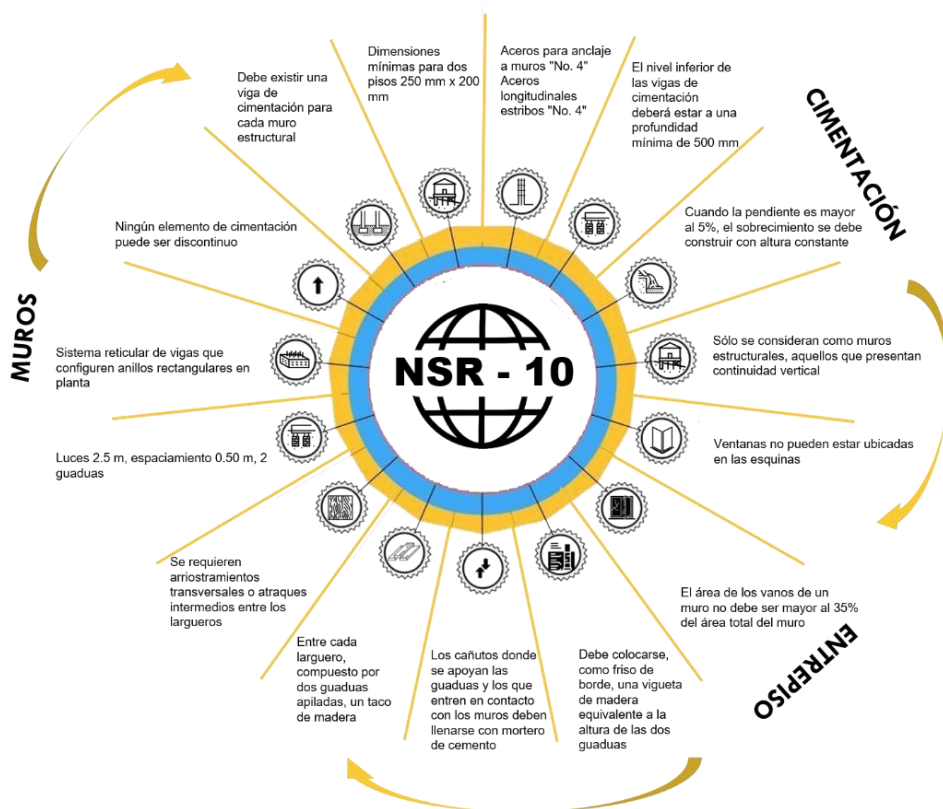
Capítulo E.7 – Bahareque encementado - NSR 10

El siguiente capítulo menciona los parámetros mínimos a cumplir para la construcción de viviendas en bahareque encementado, de manera que las viviendas sean sismorresistentes y haya un bajo riesgo de que las viviendas puedan lleguen al colapso frente algún sismo moderado, y que los daños estructurales recibidos sean mínimos.

A continuación, se realizaron unas una infografías (Figuras 51), que muestra el resumen de estas normas, haciendo un énfasis de cimentación, sobrecimiento, muros, entrepiso, cubierta, y generalidades.

Figura 51

Infografía 1 resumen NSR 10

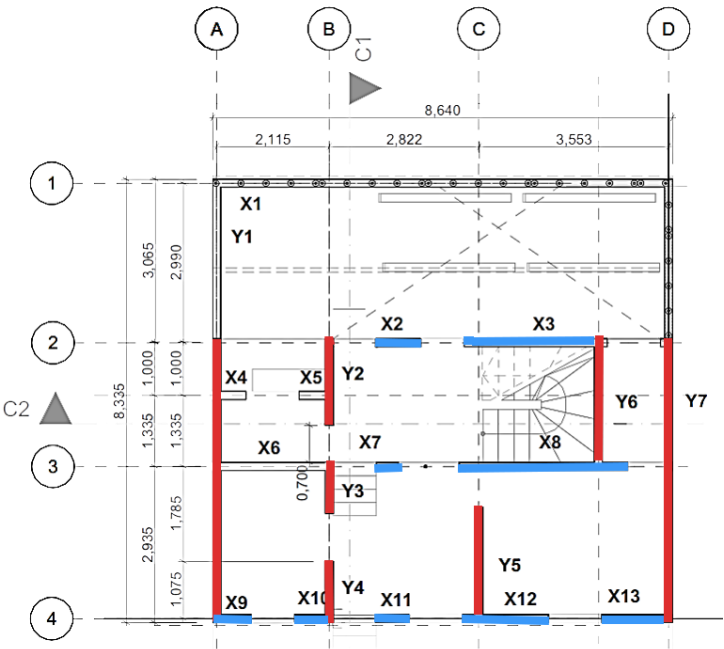




Elaboración propia

Por otra parte, en el apartado E.7.8-1, de la norma, se exige que la configuración de muros sea diseñada con cierta simetría, esto para asegurarse que la vivienda sea capaz de resistir los movimientos sísmicos de una forma adecuada. Por lo que cada muro estructural diseñado en direcciones x o y debe cumplir con la fórmula que aparece en la figura 52.

Figura 52
Simetría de muros



SUMA LONGITUD DE MUROS X

Muro	Lmi	B	
X1			
X2	0,87	5,19	
X3	2,68	5,19	
X4	0,57	4,2	2,394
X5	0,57	4,2	2,394
X6	2,11	2,86	6,0346
X7	0,47	2,86	1,3442
X8	3,16	2,86	9,0376
X9	0,66	0	
X10	0,66	0	
X11	0,62	0	
X12	1,63	0	
X13	1,26	0	
TOTAL	15,26	21,2044	21,2044

SUMA LONGITUD DE MUROS Y

Muro	Lmi	B	
Y1	5,19	8,49	44,0631
Y2	1,62	6,37	10,3194
Y3	0,96	6,37	6,1152
Y4	1,08	6,37	6,8796
Y5	2,08	3,57	7,4256
Y6	2,33	1,32	3,0756
Y7	5,19	0	0
TOTAL	18,45	77,8785	77,8785

79,1994
42,4088
-36,7906
30,52
158,3988
-36,7906
-0,23227

$$\left| \frac{\sum (L_{mi} b) - \frac{B}{2}}{B} \right| \leq 0.15$$

≤ 0.15

156,6405
155,757
-0,8835
36,9
313,281
-0,8835
-0,00282

Capítulo G Estructuras en madera y guadua - NSR 10

En este capítulo se especifican las exigencias respecto el diseño estructural para viviendas en maderas, de manera que se obtenga un nivel de sismo resistencia, similar a viviendas construidas con materiales convencionales.

NTC 5407:2018 Uniones de estructura con guadua *Angustifolia* Kunth

En la NTC 5407:2018, se dictaminan los parámetros mínimos para elaborar uniones en sistemas estructurales basados en guadua.

Norma Andina

Busca establecer los requerimientos mínimos, para la construcción de casas en la técnica vernácula del bahareque en los países del sector andino, como Perú, Ecuador y Colombia.

Decreto 75 - 2013

Consiste en instaurar exigencias mínimas para la edificación de viviendas de carácter social, estableciendo densidad, porcentaje de cesiones, y áreas mínimas.

Decreto 1285 – 2015

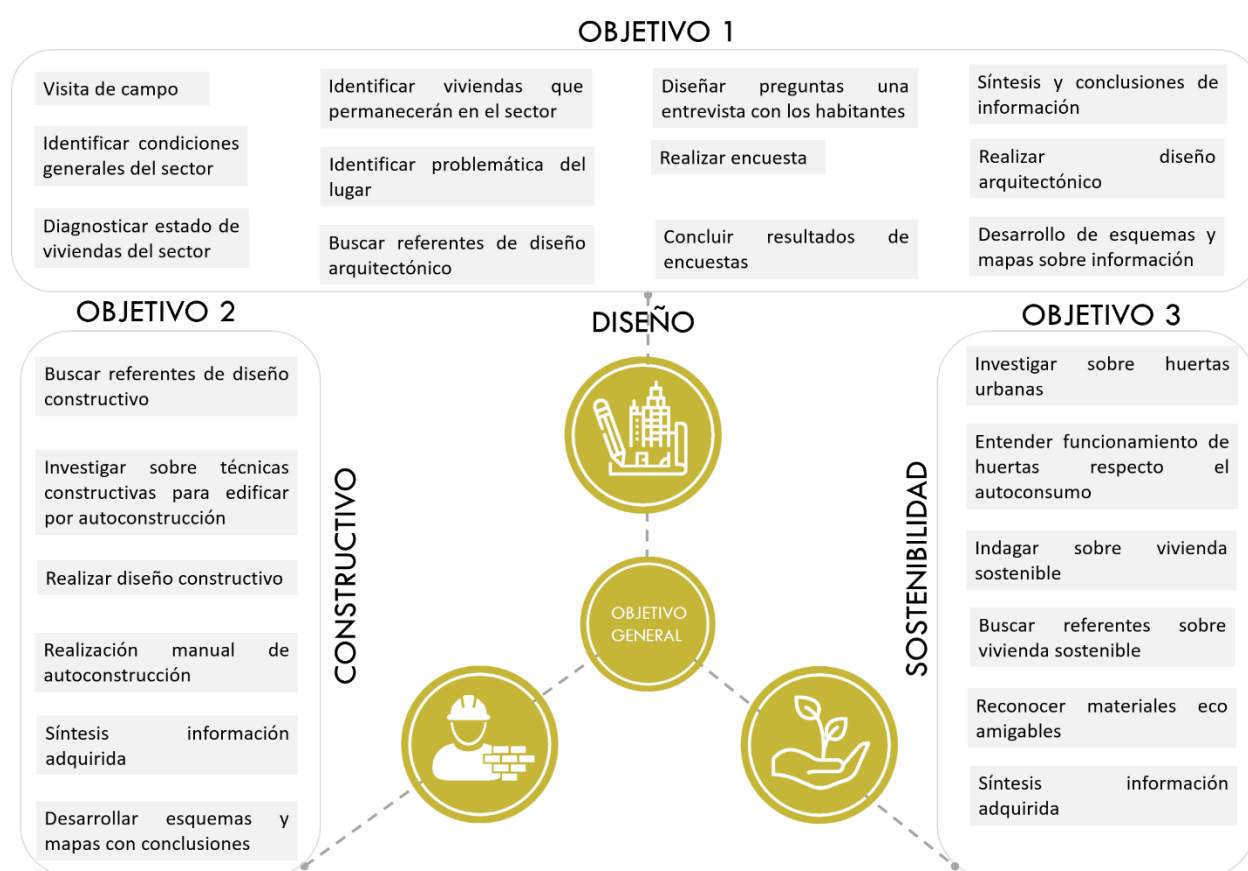
Da lineamientos para la construcción sostenible, pero no pasan de ser sugerencias donde es opción cumplirlas, consiste en; emplear parámetros de sostenibilidad, como materiales de bajo impacto ambiental, ventilación interior y exterior, aprovechamiento de agua, y eficiencia y energética.

Metodología

En la figura 53, se puede evidenciar un plan de trabajo de acuerdo a los objetivos del proyecto, especificando las actividades que se deben cumplir para objetivo 1 (Diseño), objetivo 2 (Construcción) y objetivo 3 (Sostenibilidad).

Figura 53

Metodología según objetivos



Elaboración propia

Enfoque metodológico

Para el cumplimiento del objetivo general, se desarrollará un enfoque metodológico, cuantitativo y cualitativo, para obtener datos contundentes y medibles respecto el estado de las viviendas que se encuentran en la periferia del barrio el Triángulo, con el fin de brindar herramientas de diseño para elaborar de la mejor manera el modelo de vivienda.

Población

Resultará determinante la participación de los propios habitantes de las viviendas que tienen la posibilidad de permanecer en el sector después del proceso de restablecimiento, más específicamente los habitantes de las viviendas ubicadas en la periferia del barrio el Triángulo, con el fin de dar a conocer sus necesidades, expectativas y condiciones de vivienda.

Técnica investigación

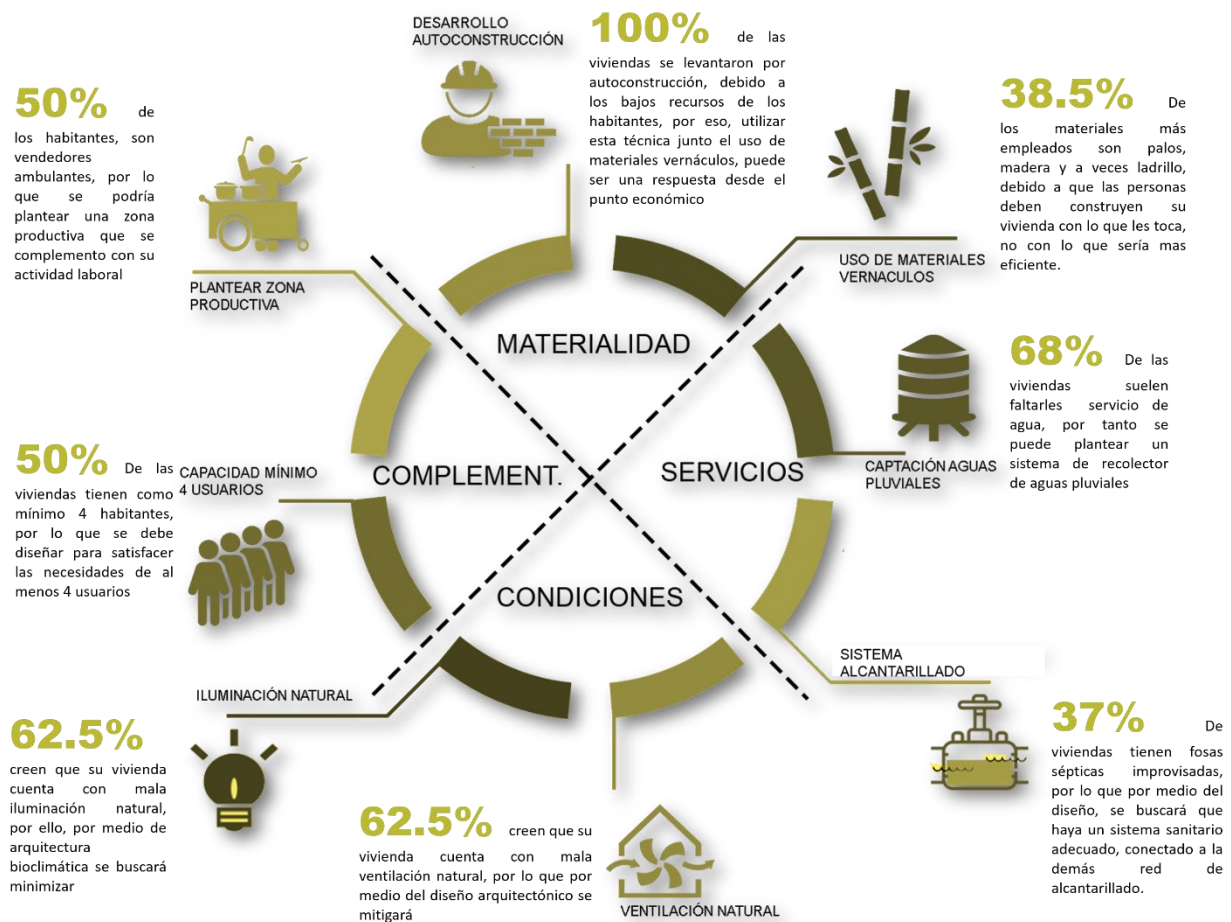
La técnica de investigación implementada es la encuesta, técnica utilizada para recopilar datos y respuestas con el objetivo de realizar análisis concluyentes para el diseño.

Encuesta. (Ver anexo A)

Conclusiones diagnostico

Figura 54

Diagnostico de las viviendas según encuestas



Elaboración propia

A partir de una serie de encuestas (Revisar anexo A), que se realizaron con ayuda de los habitantes de las viviendas del Triángulo, se obtuvieron diferentes datos respecto las condiciones de habitabilidad del lugar (Ver figura 54), lo que permitió obtener diferentes parámetros de diseño, donde se obtuvieron los siguientes resultados divididos en 4 temas:

Materialidad

Se identifica que en el 68.5% de los casos estudiados, los materiales más usados son los que la comunidad puede obtener más fácilmente, en este caso, palos, retazos de madera, adicional, los habitantes tratan de reforzar las estructuras que desarrollan con materiales industriales como el cemento y ladrillos. También se identifica que el 100% de las viviendas han sido desarrolladas por autoconstrucción, lo que nos enseña que puede ser debido a los bajos recursos de los habitantes, a causa de ello, en la autoconstrucción y materiales vernáculos encuentran una solución desde el punto económico, por lo que se podría seguir haciendo uso de esta modalidad de construcción, pero esta vez con una debida guía de desarrollo.

Servicios básicos

Con 68.5% el servicio público que más hace falta para los habitantes del Triángulo es el de agua, por lo que, para mitigar este déficit de agua, se planteará un sistema de captación de aguas pluviales, ayudado por el diseño de cubierta del modelo, para que, por medio de la inclinación de esta, se obtenga la mayor cantidad de agua posible y se pueda hacer un ahorro de este recurso.

Análisis condiciones

Se realizaron una serie de preguntas, sin matices, respecto si le parecía buena o mala la iluminación de su vivienda, ventilación, humedad, y si se sentían inconformes con el espacio reducido, a lo que se concluyó que entre un 50-70% de los casos, las viviendas no están iluminadas ni ventiladas debidamente, lo que causa humedad, además de tener espacios muy reducidos, por tanto, por medio del diseño se buscará minimizar esta problemática, planteando una vivienda sostenible, implementando estrategias bioclimáticas, con ventilación e iluminación natural.

Análisis complementarios

Se identificó que en el 50% de los casos, los habitantes mínimos del lugar son 4 y este número puede extenderse hasta 5 o más, además de mostrar que, en un mismo porcentaje, la ocupación laboral de los habitantes es la venta informal, concluyendo que, la vivienda debe ser para mínimo 4 personas y que cuente con espacios productivos para apoyar su actividad laboral.

Capítulo I – Análisis contexto

Localidad: San Cristóbal

Localización

Figura 55

Localización San Cristóbal



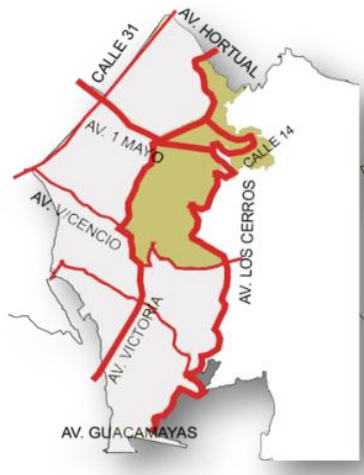
Elaboración propia

La localidad donde se va a trabajar, es la número 4 de Bogotá, San Cristóbal, se identifica que es un sector donde una gran parte de su extensión es rural, existiendo lugares que funcionan como límite entre lo urbano y rural en la ciudad de Bogotá.

Vías

Figura 56

Vías San Cristóbal

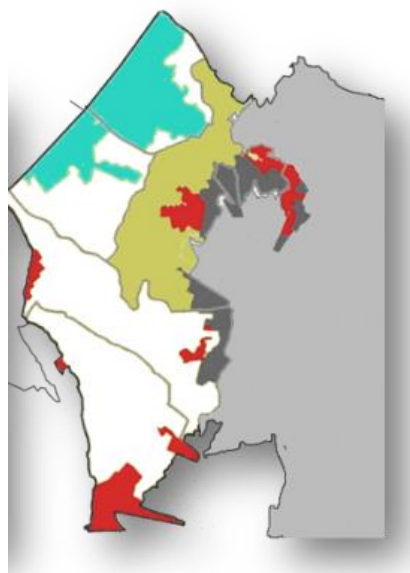


Elaboración propia

Cuenta con algunas vías principales alrededor, como la avenida 1 de mayo, carrera 7, avenida los Cerros, que más al norte se convierte en la avenida Circunvalar), vías que facilitan el desplazamiento al interior de la localidad y con el resto de ciudad.

Estratos

Figura 57
Estratos San Cristóbal



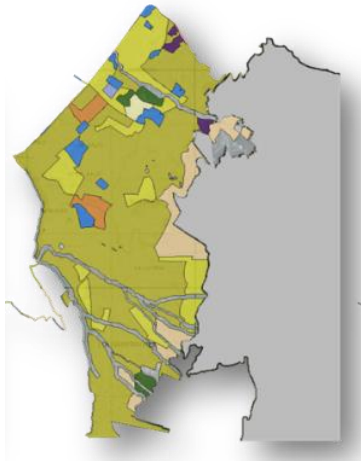
Elaboración propia

Se evidencia que es un barrio mayormente de estrato 2, aun así, los barrios más próximos al borde de la localidad tienden a ser estrato 1.

Usos

Figura 58

Usos San Cristóbal



Elaboración propia

Casi la totalidad de localidad es de uso residencial con algún tipo de actividad económica, identificando que es un sector con vocación residencial.

Ecológico

Figura 59

Sistema ecológico San Cristóbal



Elaboración propia

Ecológicamente, se encuentra que San Cristóbal es atravesado transversalmente por el río Fucha que nace de la reserva eco Delirio localizada en los cerros orientales. Además de contar con parques importantes para la localidad, como el parque San Cristóbal, parque la Victoria y parque Nueva Delhi.

UPZ: San Blas

Localización

Figura 60

Localización San Blas



Elaboración propia

A nivel UPZ, se trabajará en la número 32, San Blas. podemos identificando que se encuentra limitando con los cerros surorientales de Bogotá.

Vías – Transporte público

Figura 61

Vías San Blas



Elaboración propia

Se evidencia que cuenta con apenas 2 vías principales, la Avenida 1 de mayo y Avenida los cerros, adicionalmente se identifica, que tiene varios paraderos del SITP, por otro lado, en esta UPZ, no hay ninguna estación de Transmilenio, la más cercana es la del portal 20 de Julio, (que se encuentra fuera de la UPZ):

Estratos

Figura 62

Estratos San Blas



Elaboración propia

Se evidencia que el estrato predominante es el 2, sin embargo, hay algunos barrios estrato 1, que se encuentran rodeados de barrios sin estratificación.

Zona de amenazas

Figura 63

Amenazas San Blas



Elaboración propia

Se observa a medida que se va acercando a los cerros, se encuentran sectores con alta amenaza por remoción de masas.

Ecológico

Figura 64

Sistema ecológico



Elaboración propia

La UPZ cuenta con lugares de preservación ambiental como la reserva delirio y quebrada el Chuscal. Además de contar con pocas zonas verdes, ya que la única que se evidencia es el parque Gaitán.

Barrio: El Triángulo

Localización

Figura 65

Localización Triángulo



Elaboración propia

En el barrio el Triángulo, se puede identificar el sector de estudio, asemejando que es una zona que se ubica en la periferia del lugar.

Vías – Transporte público

Figura 66

Vías Triángulo



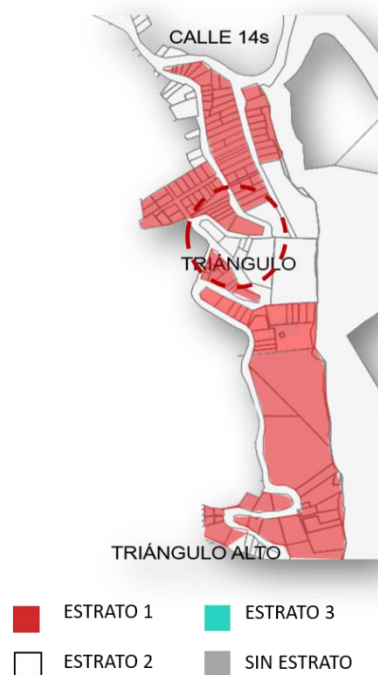
Elaboración propia

Es un barrio con una accesibilidad difícil, debido a que para llegar a él, solo se puede tomar la calle 14s,, adicionalmente, se identifica, que al introducirse en el interior del barrio sólo existe una vía que lo atraviesa longitudinalmente, que es la carrera 17s. Por otra parte, se evidencia que no existe ningún tipo de transporte público (Buses, SITP, Transmilenio).

Estratos

Figura 67

Estratos Triángulo



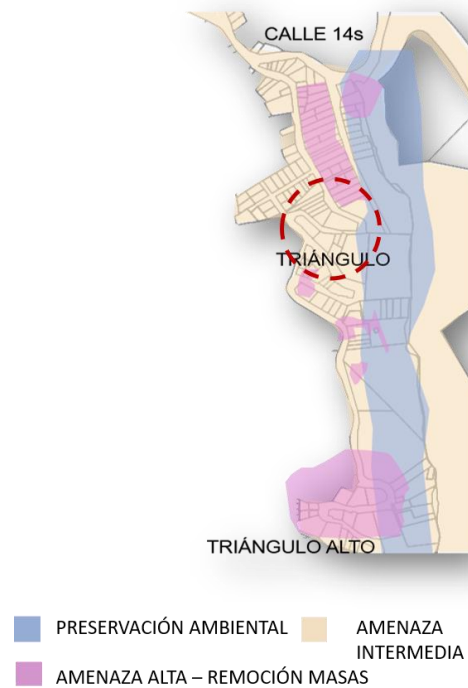
Elaboración propia

Todo el barrio es estrato 1, también, se evidencia que hay barrios vecinos sin estrato, esto debido a que aún son considerados de invasión.

Zona de amenazas

Figura 68

Amenazas Triángulo



Elaboración propia

Asimismo, se comprueba que es un barrio altamente amenazado por remoción de masas y que cuenta con varios sectores considerados de preservación ambiental,

Ecológico

Figura 69

Sistema ecológico Triángulo



Elaboración propia

Se evidencia que existe un eje acuático marcado por el paso de la quebrada el Chuscal, por lo que las viviendas que están sobre él, deberán reubicarse.

Sector de estudio

Figura 70

Condiciones de vivienda Triángulo



Elaboración propia

Se llegó a este sector de estudio en el barrio el Triángulo, debido al deterioro de las viviendas allí ubicadas, identificando que existen viviendas con deficientes diseños arquitectónicos y constructivos, por lo cual los habitantes deben vivir en una vivienda con bajas condiciones habitacionales.

Las viviendas se encuentran mal organizadas, debido a que los habitantes construyeron su vivienda, simplemente donde encontraban un espacio para establecerse, lo que causa que la manzana se encuentre desordenada en cuanto al establecimiento de las viviendas, por ello, se propone una proyección de viviendas que permita constituir las de una manera más recomendable, de tal modo, que se pueda integrar un mayor número de viviendas al sector. (Ver figura 71)

Figura 71

Propuesta manzana



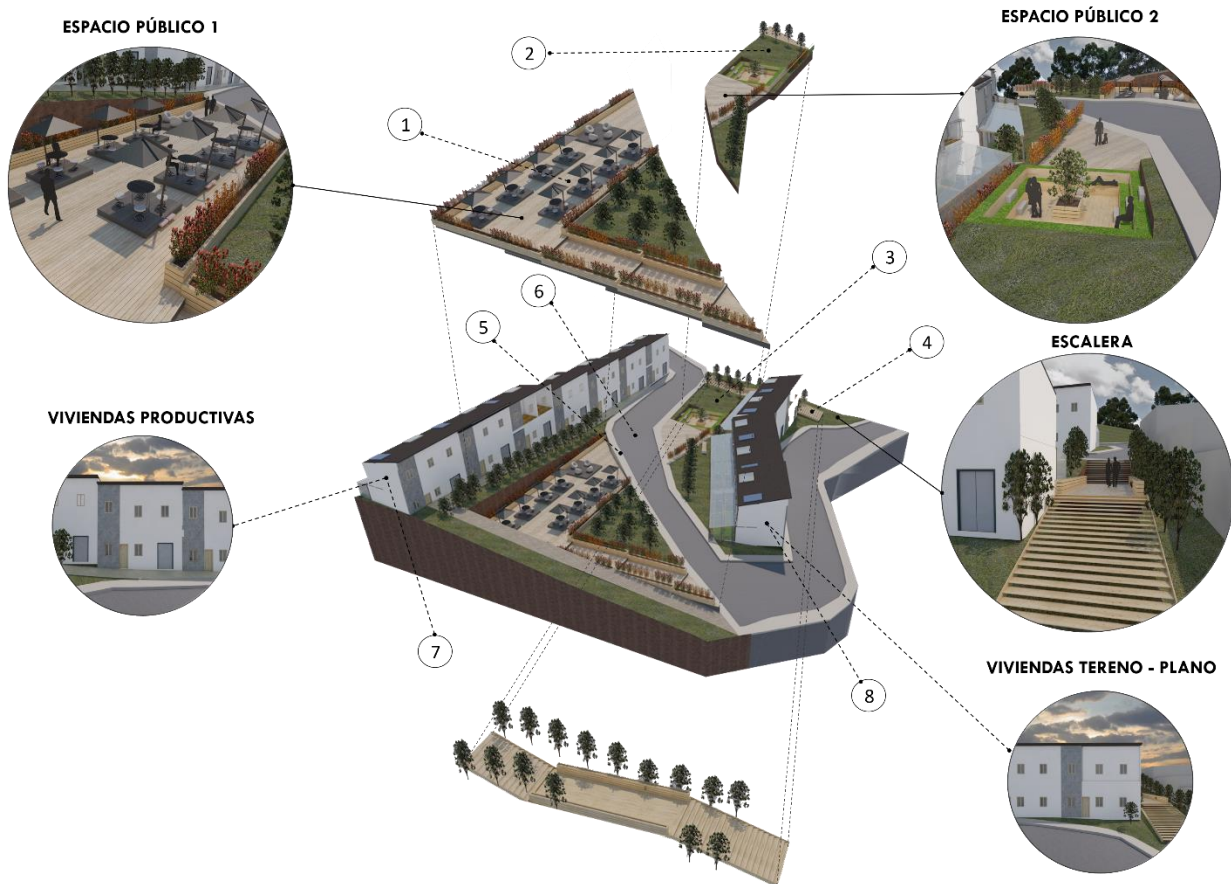
Elaboración propia

Propuesta Urbana

Se identificó que la medida promedio de las viviendas actuales es 40 m², además de evidenciar que, debido a la morfología irregular de las manzanas, el largo de los lotes no puede sobrepasar los 8 metros lineales porque sobrepasarían los límites de la manzana. Por lo que se concluye, que se puede diseñar un prototipo de vivienda con unas dimensiones basadas, estas dimensiones, que cuente con la capacidad de adaptarse a lotes con medidas similares, ya sea extendiendo o reduciendo algunas zonas del diseño. Respecto ello, se realizaron las siguientes estrategias de diseño urbano, para implementar espacios públicos con fines de esparcimiento en el sector. (Figura 72),

Figura 72
Estrategias urbanas





Elaboración propia

1. Espacio público 1

Se diseña una plazoleta con fines de actividades de permanencia, de manera que la misma, se vaya ajustando a la pendiente del suelo.

2. Espacio público 2

Se establece una zona de permanencia, diseñada como espacios de encuentro, que guardan relación con la zona comercial del sector, para que las viviendas productivas puedan sacar provecho del mismo.

3. Zonas verdes

Se plantean zonas verdes arborizadas para el esparcimiento de los habitantes.

4. Escaleras

Se diseñaron escaleras de manera que los trayectos a pie se hagan más cortos para los habitantes del sector de estudio.

5. Anden

Actualmente la zona no cuenta con aceras, por lo que se plantean andenes para la circulación segura de los habitantes.

6. Vías

Se proyecta continuar las vías existentes, debido a que, hay una sección donde el camino no se encuentra pavimentado y tanto los automóviles como transeúntes deben continuar en suelo de tierra.

7. Viviendas tipología A - productiva

Se ubican las viviendas con características productivas por este sector, de manera que se pueda sacar provecho del espacio público, para potenciar el comercio por este sector.

8. Viviendas tipología B- plana

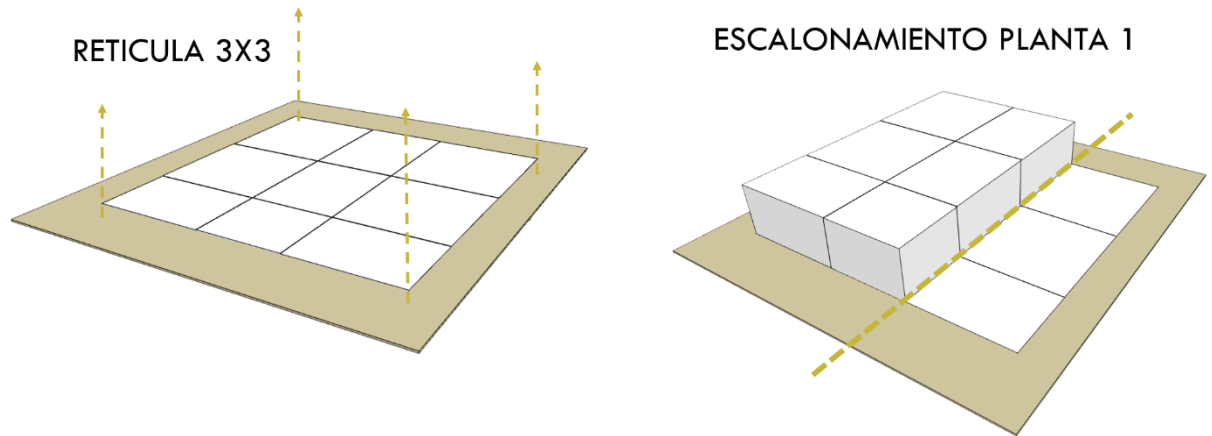
Se plantean estas viviendas en esta zona teniendo en cuenta, que es el lugar más plano del sector de estudio.

Capítulo 2 – Desarrollo proyecto

Memoria compositiva

Figura 73

Memoria volumétrica 1



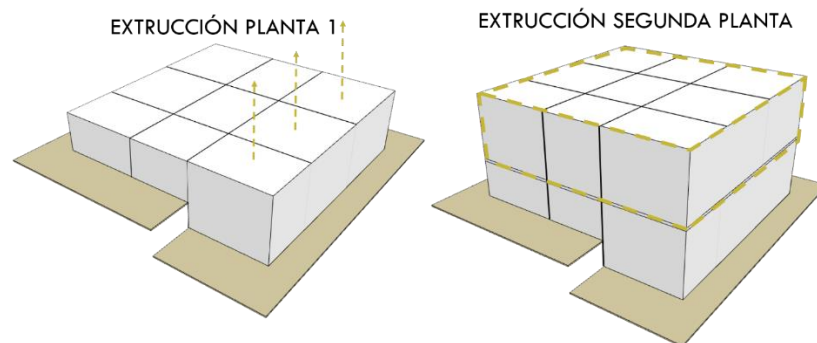
Elaboración propia

A través de una retícula inicial de 3x3, se plantean los principales ejes de diseño, para empezar a realizar la composición arquitectónica.

De acuerdo al terreno, se empiezan a escalonar los volúmenes, al mismo tiempo de extruirlos, de manera que la composición se adapte a las condiciones topográficas del lugar.

Figura 74

Memoria volumétrica 2



Elaboración propia

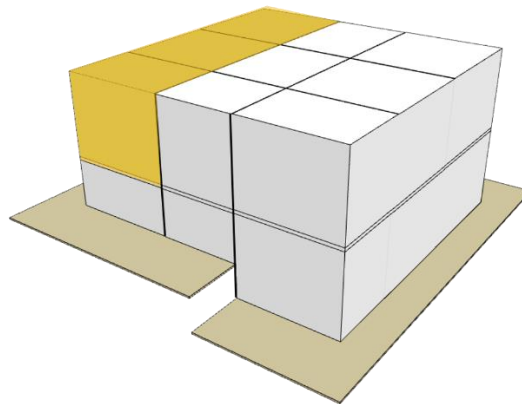
A continuación, se levanta la volumetría general de primera planta, de acuerdo a las medidas que permitían los lotes, respetando las dimensiones del lote y condiciones del terreno.

Después se propone una volumetría en el segundo piso, de las mismas condiciones que en primera planta, de manera que se dé continuidad a los elementos estructurales como lo indican las estrategias constructivas concluidas.

Figura 75

Memoria volumétrica 3

ESTEOROTOMIA PLANTA 2



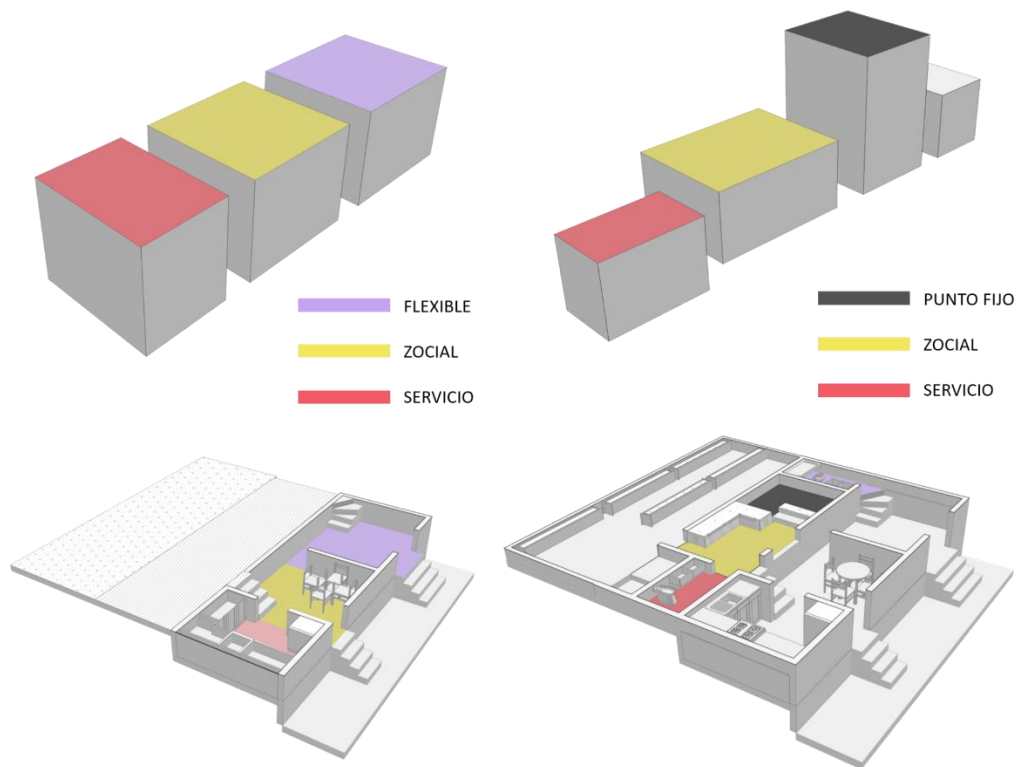
Elaboración propia

Finalmente se efectuó una sustracción en la parte trasera del volumen, esto de acuerdo a lo concluido con el referente volumétrico, ya que se había llegado a la conclusión que, por medio de esos vacíos generados, se obtenía iluminación y ventilación constante en la vivienda.

Memoria arquitectónica

Figura 76

Memoria arquitectónica 1



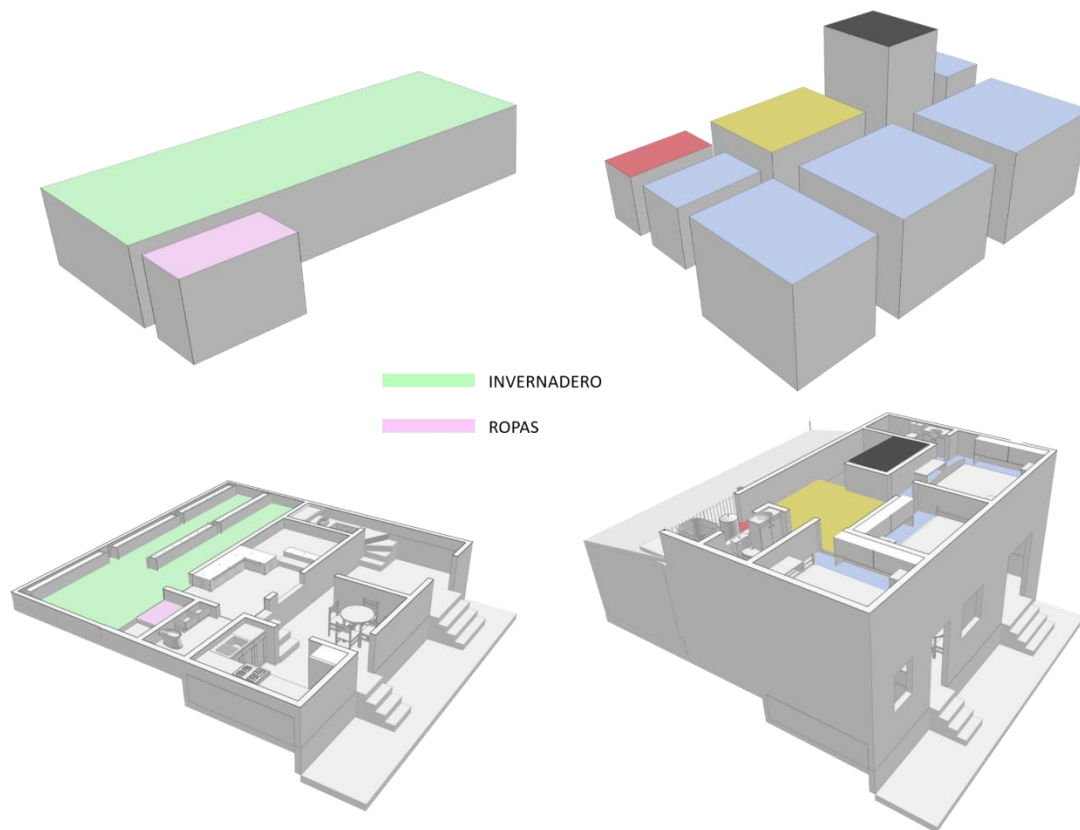
Elaboración propia

Para poder plantear el diseño de la vivienda, se partió estableciendo un punto fijo, como eje central de la vivienda, para a partir de él, distribuir los diferentes ambientes del diseño. A continuación, se realizó un planteamiento general de la primera planta, de acuerdo a las medidas que permitían los lotes, ya que, por la morfología del lugar, no se podía exceder la medida de 8x8 m, para un total de 64 m².

Se propone que se reciba al interior de la vivienda por medio del comedor, que tendrá relación directa con la cocina, además de contar una zona versátil, utilizada como un local, o una habitación

Figura 77

Memoria arquitectónica 2



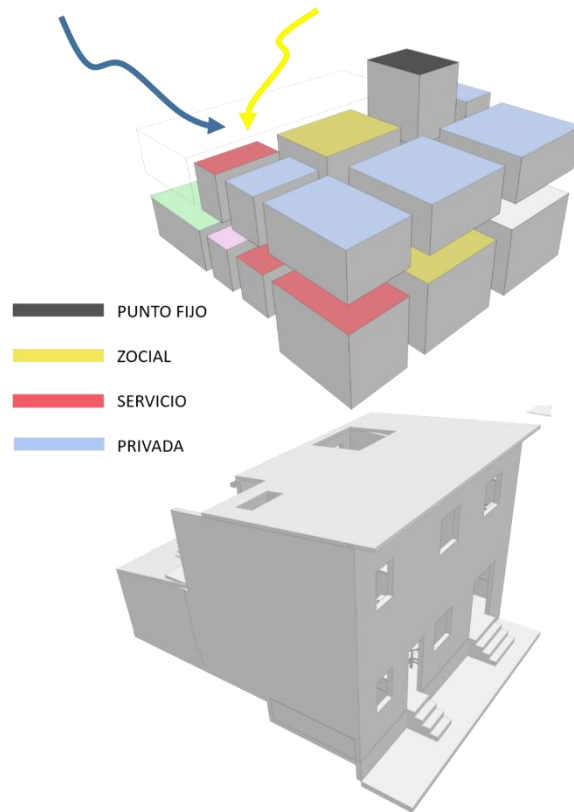
Elaboración propia

Después se evidencia el planteamiento del patio por el norte a modo que invernadero, absorba, el sol de la tarde, para que los cultivos prosperen mejor, ya que, para este tipo de vivienda, con invernadero adosado, el sol de la tarde es más apropiado.

Asimismo, de enfocar el uso de la segunda planta en el privado, tratando de utilizar la fachada de occidente para ubicar las habitaciones de manera que reciban el sol de la tarde y conservar calor para la noche y en consecuencia obtener un buen confort térmico.

Figura 78

Memoria arquitectónica 3



Elaboración propia

Finalmente se llegó a una volumetría final resultado de todas las consideraciones anteriores, brindando luz e iluminación por cada sustracción realizada, que toma una forma muy ortogonal debido al sistema constructivo.

Planta arquitectónica – planta 1**Figura 79***Tipología A - planta productiva*

Elaboración propia

En primera planta, cuenta con un acceso a una zona social compartida por la sala y el comedor, contando con su respectiva relación directa con la cocina, continuando por una zona de circulación que nos lleva al baño social y que a la vez funciona para una habitación sencilla ubicada en el remate de la vivienda, que recibe iluminación por medio del patio trasero, donde se diseñó una zona dispuesta para huertos urbanos, para finalizar con una zona de lavado.

Esta tipología es diseñada para las familias que prefieran disponer de una zona productiva ubicada por la fachada principal, de manera que pueda ser utilizada para un local, (Ver figura 79).

Figura 80

Tipología B – planta residencial



Elaboración propia

En la planta 1 se realizaron 2 opciones, de manera que exista una opción diseñada para personas en estado de discapacidad, de forma que la primera planta sea funcional en su totalidad. O simplemente para familias que necesiten una alcoba adicional.

Planta arquitectónica – planta 2

Figura 81

Propuesta arquitectónica planta 2



Elaboración propia

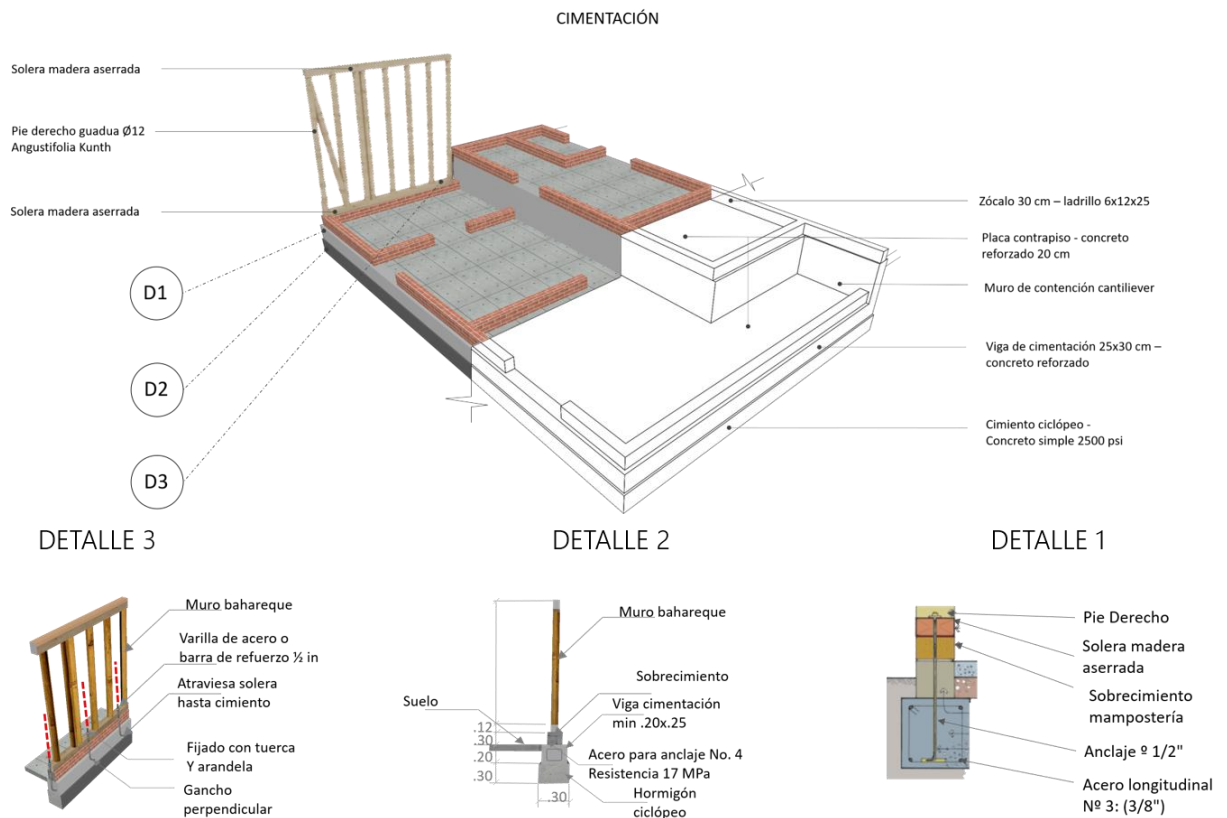
Mientras que, en segunda planta, se diseñaron otras 2 habitaciones, una sencilla y otra matrimonial, donde incluso se cuenta con la posibilidad de usar un escritorio en la misma habitación. Cada alcoba cuenta con baño privado. Además, existe la particularidad de que se diseñó un espacio abierto que funcione como complemento a los huertos del primer piso, para hacer uso de cultivos hidropónicos, zona que además contará con un sistema recolector de aguas pluviales.

Capítulo 3 – Desarrollo constructivo

A partir de las estrategias planteadas y de acuerdo a los referentes constructivos, se llegó al objetivo de desarrollar una vivienda que haga uso de la técnica bahareque encementado, empleando una cimentación tradicional en concreto, que se unifica con un sistema de muros, compuestos de paneles prefabricados, compuestos de guadua Angustifolia Kunth y Madera aserrada, de manera que se facilite el levantamiento de la vivienda, únicamente identificando como se deben ensamblar los diferentes paneles. Además, de emplear el mismo material para el desarrollo del entrepiso y cubierta de la vivienda.

Cimentación

Figura 82
Cimentación



Elaboración propia

En la figura 82, cimentación, se identifica los diferentes elementos que conforman la cimentación de la vivienda, identificando que se debe empezar por hacer un cimientito ciclópeo, que soporta una viga de cimentación en concreto reforzado, para rematar con un zócalo que debe tener un mínimo de 30 cm, para evitar problemas de humedad. Posteriormente sobre ese zócalo, se anclan los paneles de muro.

Detalle 1. Se identifica la composición de la cimentación, desde el muro de bahareque hasta el hormigón ciclópeo de la estructura, identificando, como se debe amarrar a la estructura de muros, atravesando las soleras con un gancho con punta a 90°.

Detalle 2. Identificamos las dimensiones de cada elemento constructivo.

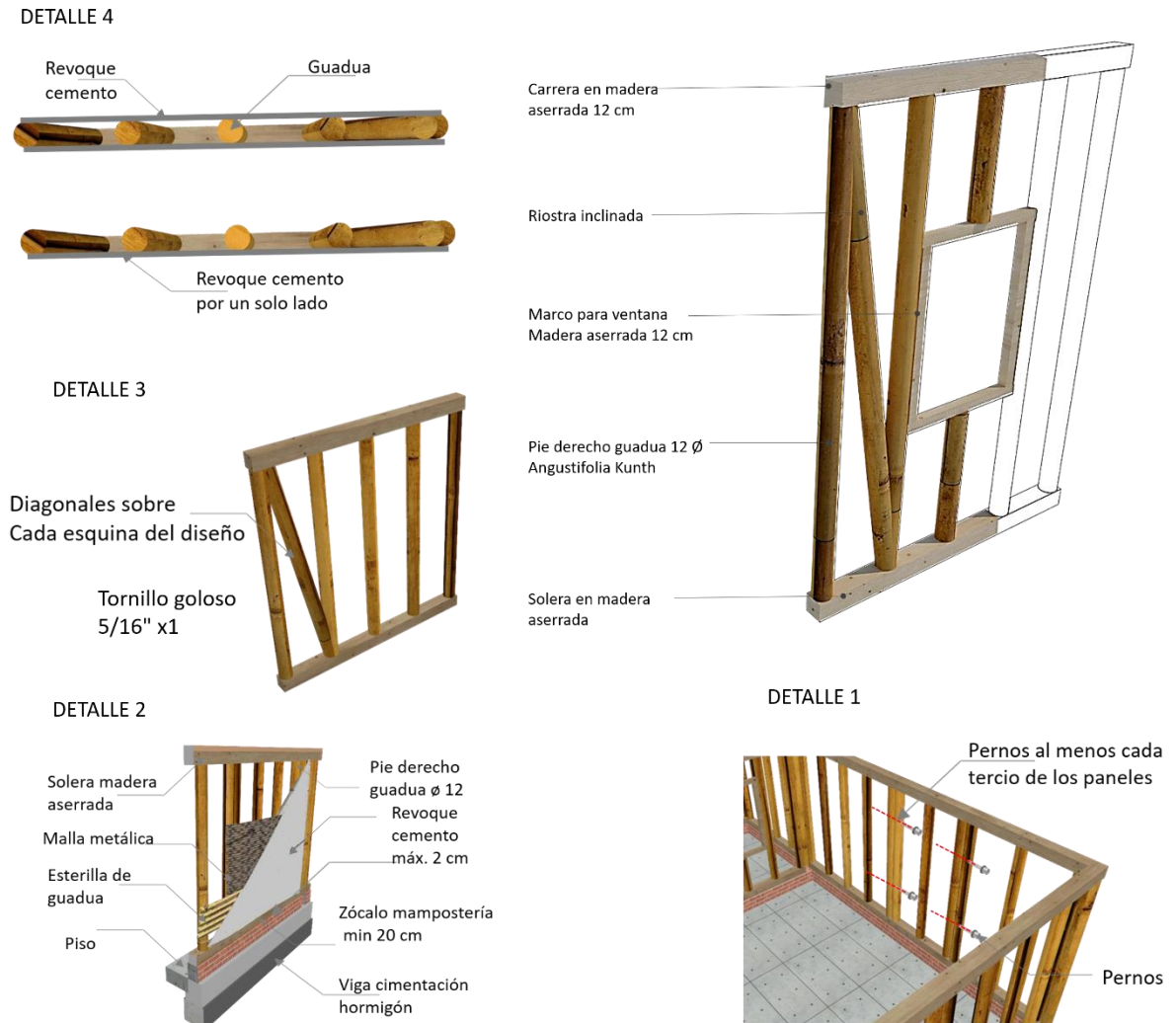
Detalle 3. Se identifica cada cuanto se deben ir anclando las soleras al cimientito.

Adicionalmente, se encuentra un detalle de cómo sería esa cimentación en caso de tener que estar implantada en un terreno inclinado, aspecto a tener en cuenta, ya que hay un pequeño grupo que podría necesitar una cimentación escalonada, a pesar de que la inclinación del sector mayoritariamente no tiene una gran pendiente.

Muros

Figura 83

Detalles muros



Elaboración propia

En la figura 83, detalles de muros, identificamos la composición general de los muros, con los siguientes detalles:

Detalle 1. Se identifica la ubicación de pernos con arandelas en cada tercio de la altura total, para unir los paneles.

Detalle 2. Se encuentran especificaciones en materiales y sus longitudes, identificando los diferentes elementos que componen el muro, como, guadua, madera aserrada, hormigón, malla, y esterilla de guadua.

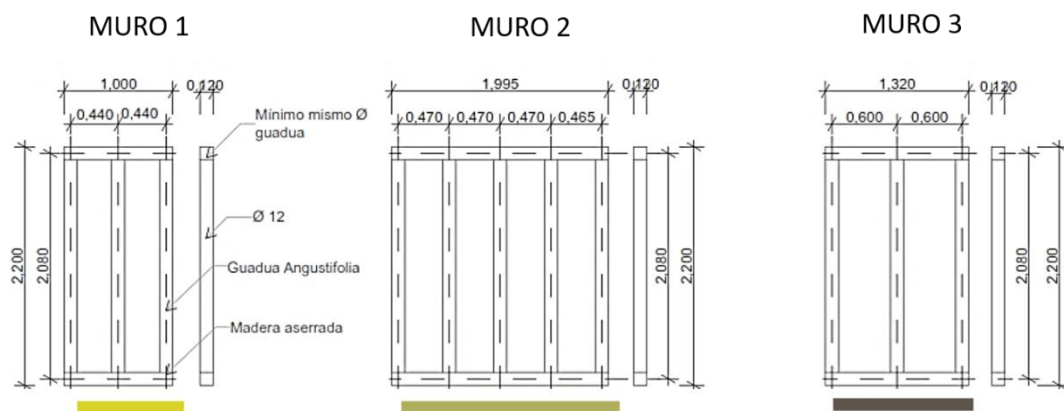
Detalle 3. También se aclara respecto el uso de diagonales o arriostramiento en cada esquina, según lo requiera el diseño constructivo.

Detalle 4. Asimismo, se identifica que se realiza un revoque de cemento en los muros, apoyado por una malla, y este puede ser realizado por cada lado, o solamente 1, siempre y cuando no sea estructural.

Paneles muros

Figura 84

Paneles para muro



Elaboración propia

Se encuentran categorizados en 3 diferentes tipos, "Muro 1" Será un panel de 1x2,20 m, Utilizado principalmente para muros divisorios y complementar espacios del panel de muro más grande. Mientras que "Muro 2", con una dimensión de 2x2,20 m, es utilizado principalmente como muro

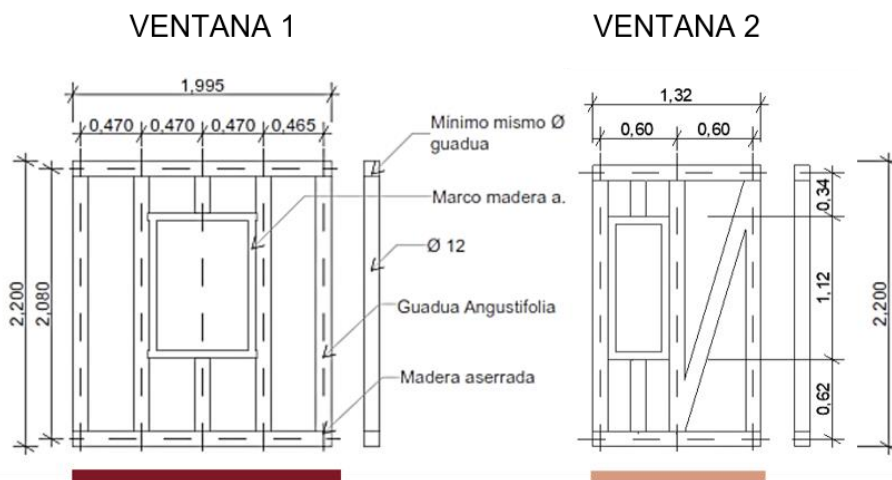
estructural, asimismo, deberá ser arriostrado si está ubicado en una esquina, es el panel más utilizado, debido a que es el de mayor dimensión.

Por otra parte, "Muro 3" Funciona específicamente para instalarlo en los muros de los baños, ya que, el primer panel es muy pequeño para un baño, y el segundo ya es muy grande, por lo que se tuvo que diseñar una medida intermedia para tener baños cómodos, siendo un panel de 1,32x2,20 m.

Paneles ventanas

Figura 85

Paneles ventana



Elaboración propia

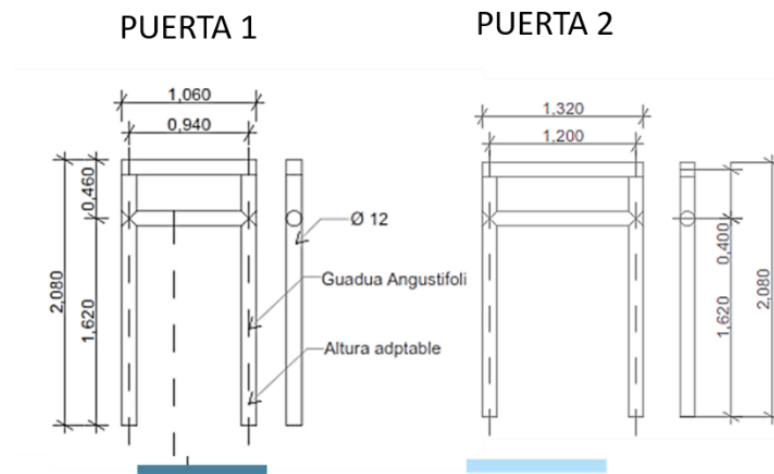
Los paneles de ventana, Constan de "Ventana 1" 2x2.20, de manera que coincida con las medidas de "muro 2" para facilitar empalmes, y posteriormente ser utilizado para ventilar diferentes espacios de la vivienda.

Mientras que panel "Ventana 2" tiene 1,32x2,20 m. De manera que coincida con "Muro 3" y funcione para ventilar baños o donde se deba instalar. Estos paneles cuentan con la particularidad de contar con un marco en madera de madera aserrada, para posteriormente instalar una ventana.

Paneles puertas

Figura 86

Paneles para puerta



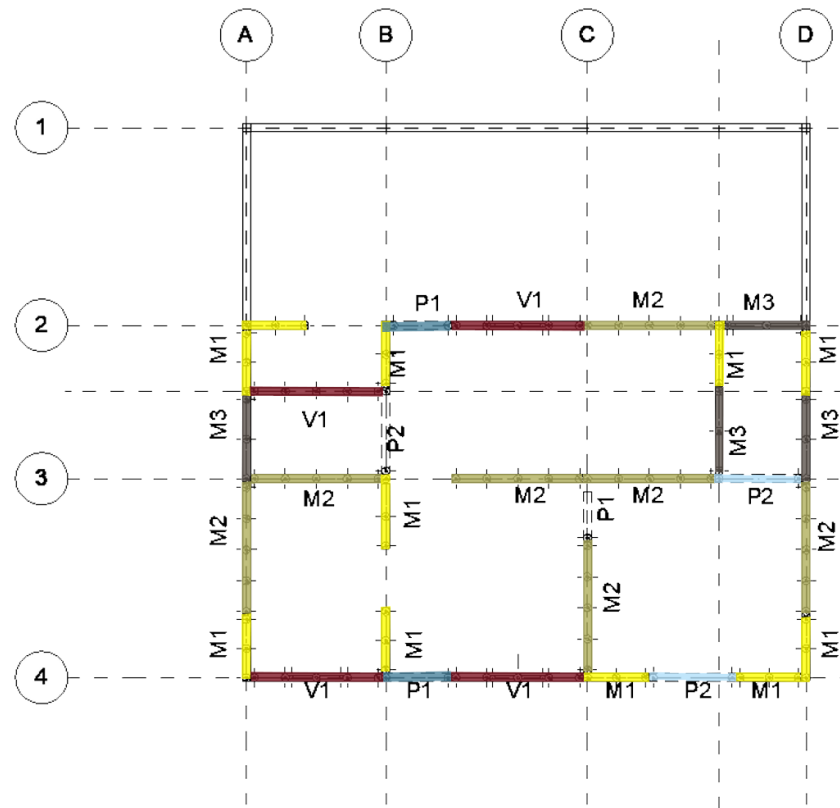
Elaboración propia

Derivadamente, se diseñaron los paneles para las puertas, que también se encuentran modulados con dimensiones, de acuerdo a los paneles de muro y ventana, solo se encuentran compuestos por guaduas, entre esas, una está ubicada de forma horizontal a modo de dintel. Aunque se pueden prefabricar, se podrían ir adaptar según las longitudes que algún espacio demande.

Paneles modulados – planta 1

Figura 87

Propuesta constructiva modulada – planta 1



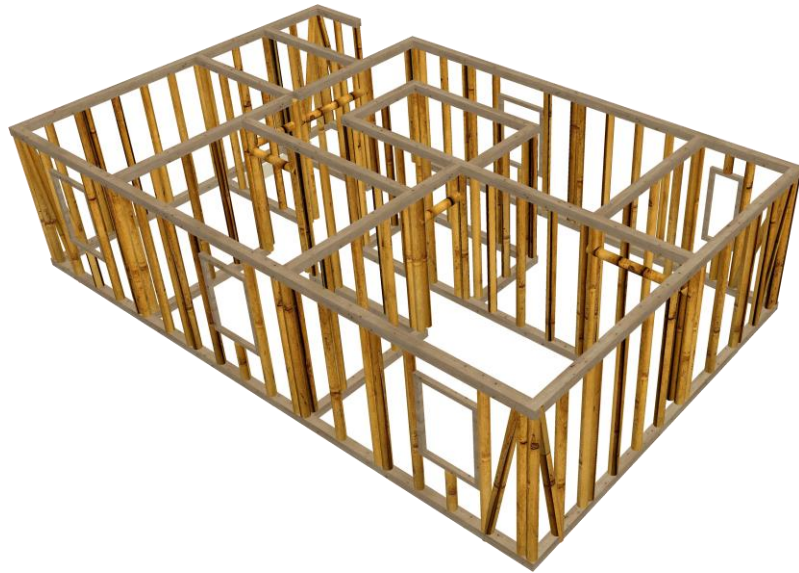
Elaboración propia

Después de relacionarse con las medidas de cada panel, se armaron de acuerdo al diseño arquitectónico, teniendo en cuenta factores, como que los paneles queden ubicados de manera que tenga la posibilidad de realizar un empalme con otro panel, por medio de los pies derechos de cada panel, bien sea de muro, ventana, o puerta.

A continuación, se deben unir los paneles siguiendo la nomenclatura correspondiente, de manera que se unan y formen la misma disposición que en la figura 87. Los muros quedarán conformados como en la figura 88.

Figura 88

Configuración paneles en primera planta

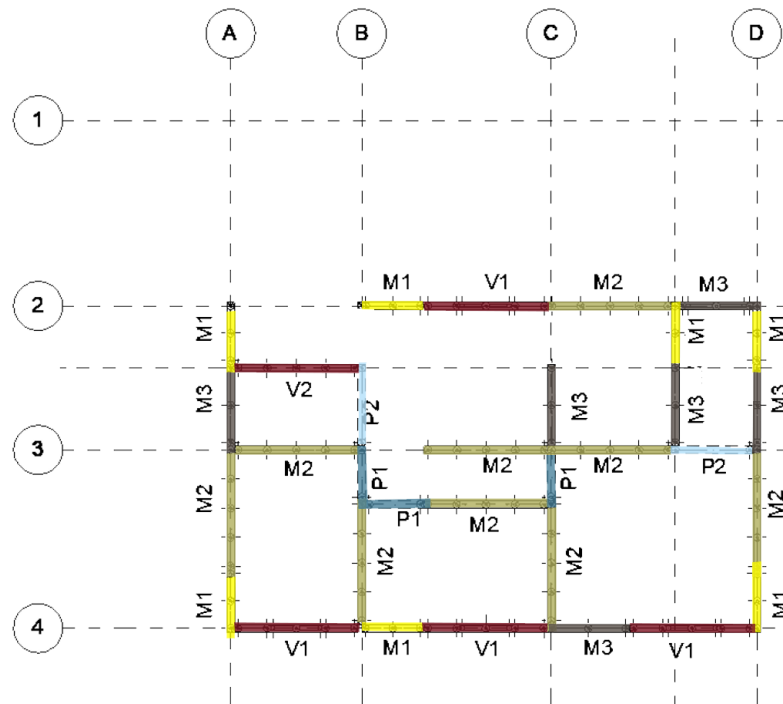


Elaboración propia

Paneles modulados – planta 2

Figura 89

Propuesta constructiva modulada – planta 2



Elaboración propia

Asimismo, en segunda planta, se repitió el mismo armado de los paneles, con ligeras variaciones, a causa de un par de muros divisorios, obteniendo el armado total de todos los muros de la vivienda. En segunda planta los muros quedarán conformados como en la figura 90.

Figura 90

Configuración paneles en segunda planta

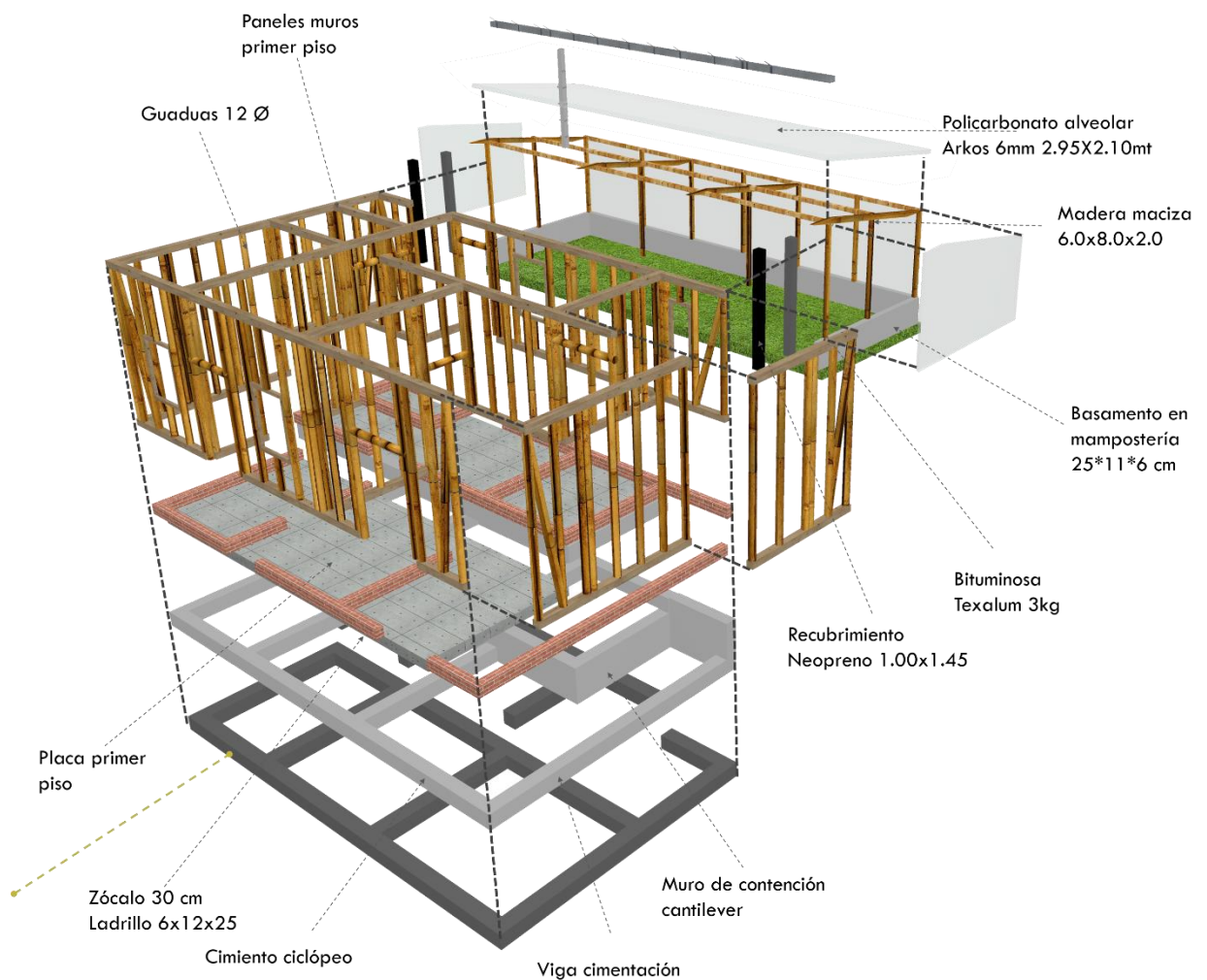


Ensamble cimiento – muros – invernadero

En la figura 91, ensamble de elementos en primera planta, se evidencia como se deben ir uniendo todos los elementos que conforman la primera planta, empezando por la cimentación, pasando por muros, hasta el invernadero.

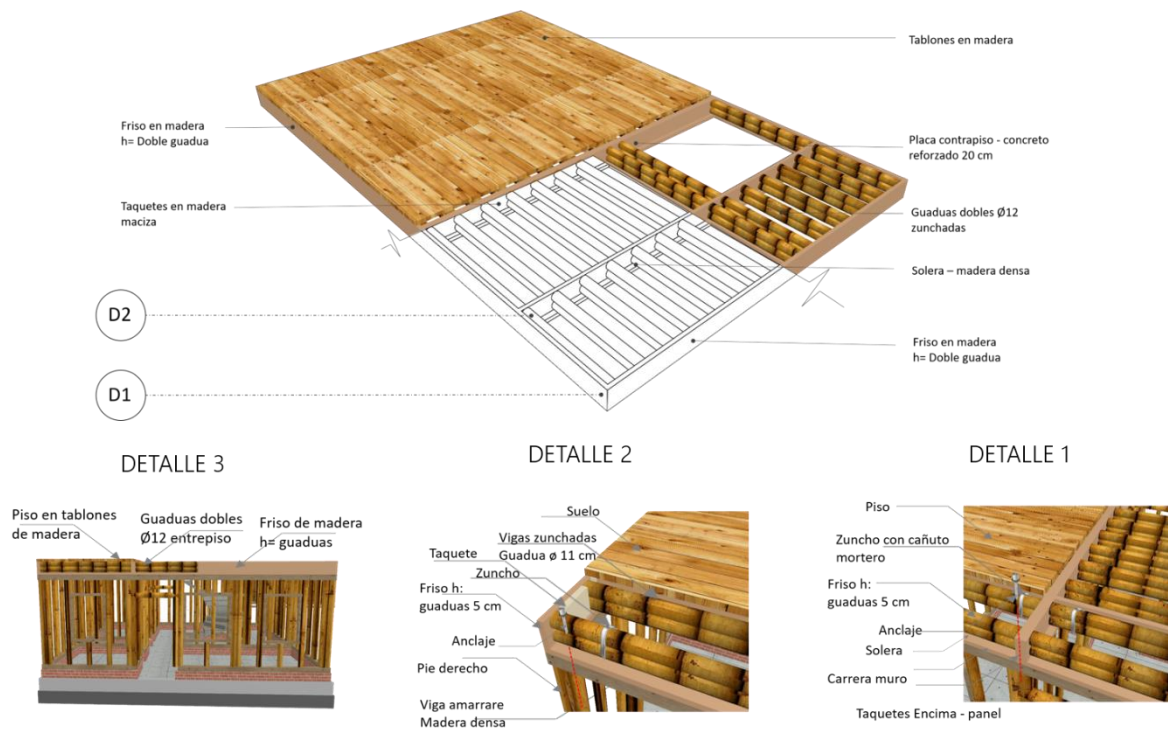
Figura 91

Ensamblaje de elementos en primera planta



Elaboración propia

Figura 92
Entrepiso



Elaboración propia

Se identifica la composición del entrepiso, usando guaduas dobles, tablones de madera para el suelo, y los diferentes elementos en madera que lo componen.

Detalle 1. Se identifica la manera de disponer las doble guaduas entre las viguetas de madera, además de donde ubicar los pernos.

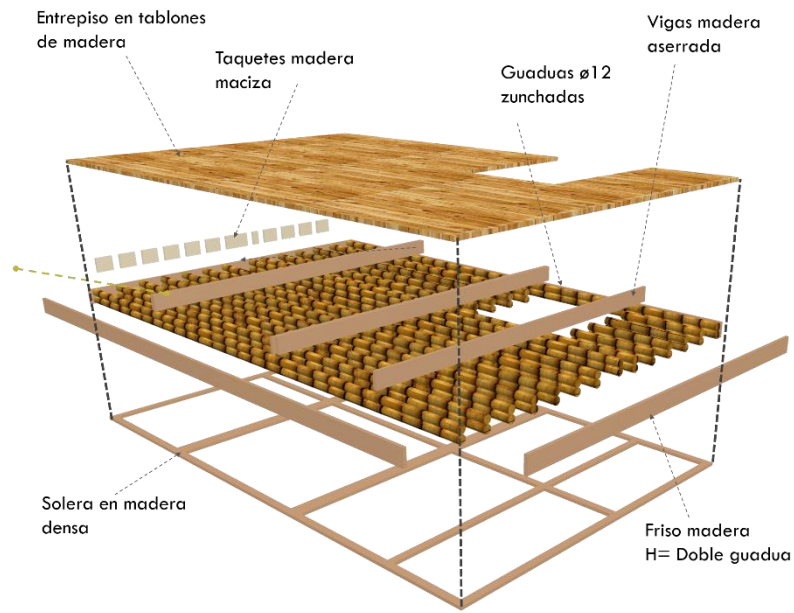
Detalle 2. Se orienta en cómo deben ir zunchadas las guaduas, valiéndose de la unión de cañutos rellenos de mortero, con sus respectivos pernos.

Detalle 3. Se identifican luces, además de una perspectiva diferente del entrepiso.

Ensamble entrepiso

Figura 93

Composición entrepiso



Elaboración propia

Se identifica la composición del entrepiso, usando guaduas dobles, tableros de madera para el suelo, y los diferentes elementos en madera.

Detalle 1. Se identifica la manera de disponer las doble guaduas entre las viguetas de madera, además de donde ubicar los pernos.

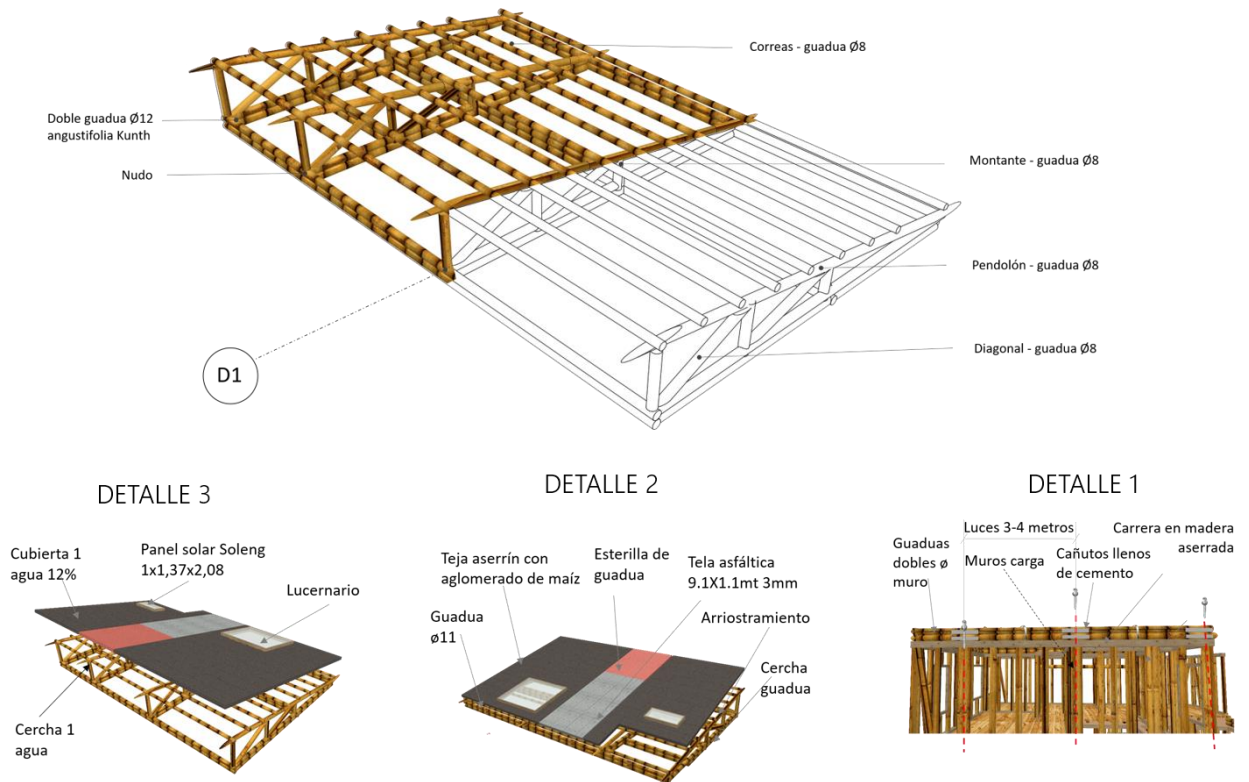
Detalle 2. Se orienta en como deben ir zunchadas las guaduas, valiéndose de la unión de cañutos rellenos de mortero, con sus respectivos pernos.

Detalle 3. Se identifican luces, además de una perspectiva diferente del entrepiso.

Cubierta

Figura 94

Detalles cubierta



Elaboración propia

En cubierta, se identifican las diferentes partes de la estructura de cercha, además de identificar que, para la estructura de cubierta, cambia el diámetro de la guadua de 12 a 8, ya que para las correas y alfardas se debe utilizar un diámetro menor.

Detalle 1. Se reconoce las diferentes luces que se maneja para el diseño de cubierta, además de identificar que al igual que el entrepiso, la estructura debe reposar sobre guaduas dobles zunchadas.

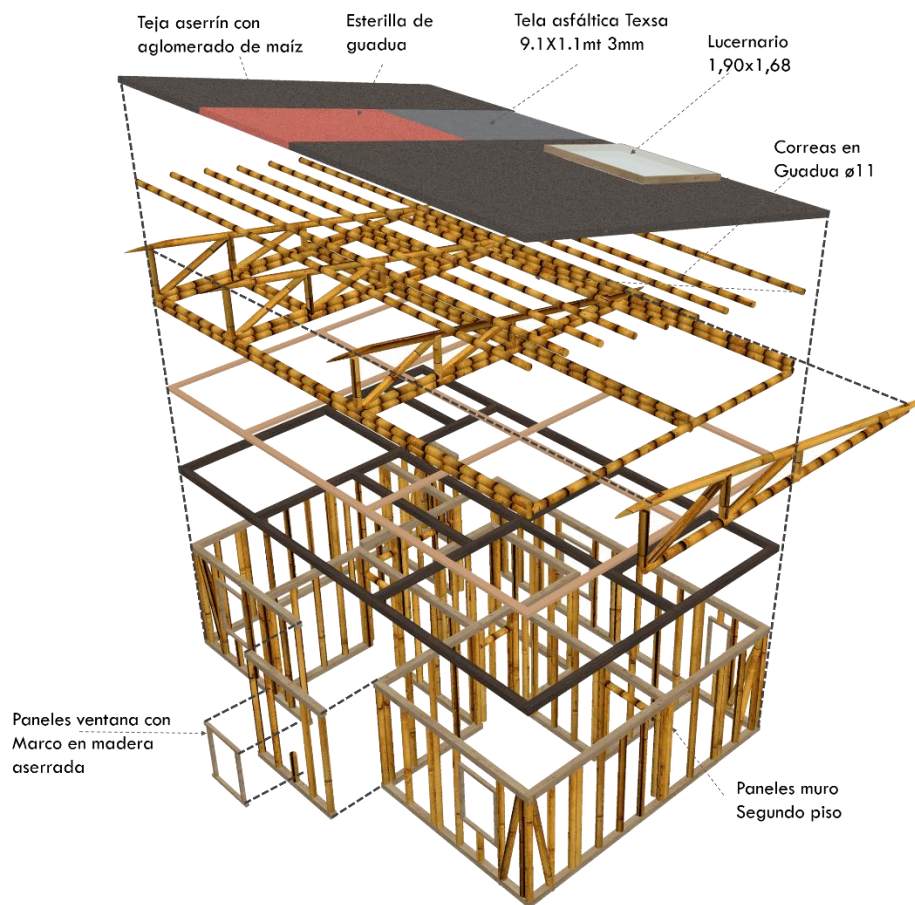
Detalle 2. Se identifica la ubicación de los diferentes elementos que componen la cubierta, guadua, esterilla, tela asfáltica, arriostramiento, y teja, identificando las diferentes especificaciones.

Ensamble Muros 2 planta – cubierta

En la figura 95, se identifican los diferentes elementos que componen la segunda planta y como se debe ir uniendo entre sí.

Figura 95

Ensamble en segunda planta



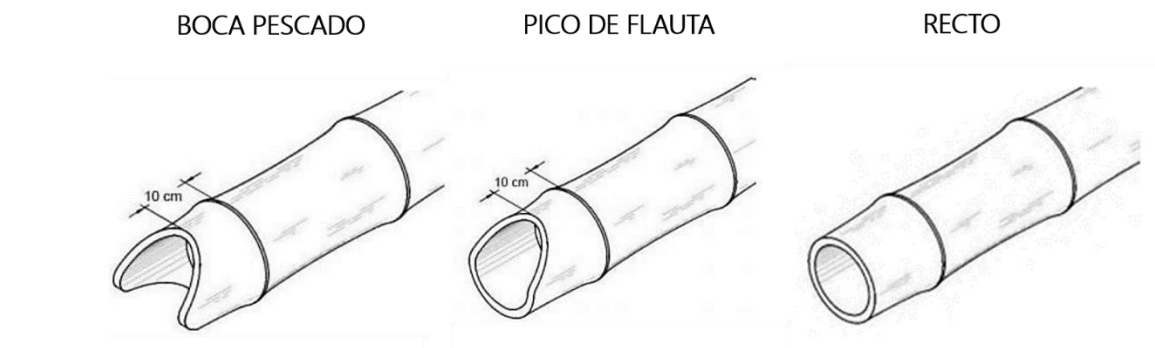
Elaboración propia

Uniones

Empalmes

Figura 96

Empalmes guadua



Tomado de “ Título G - Estructura de madera y guadua” por NSR-10, (2120).

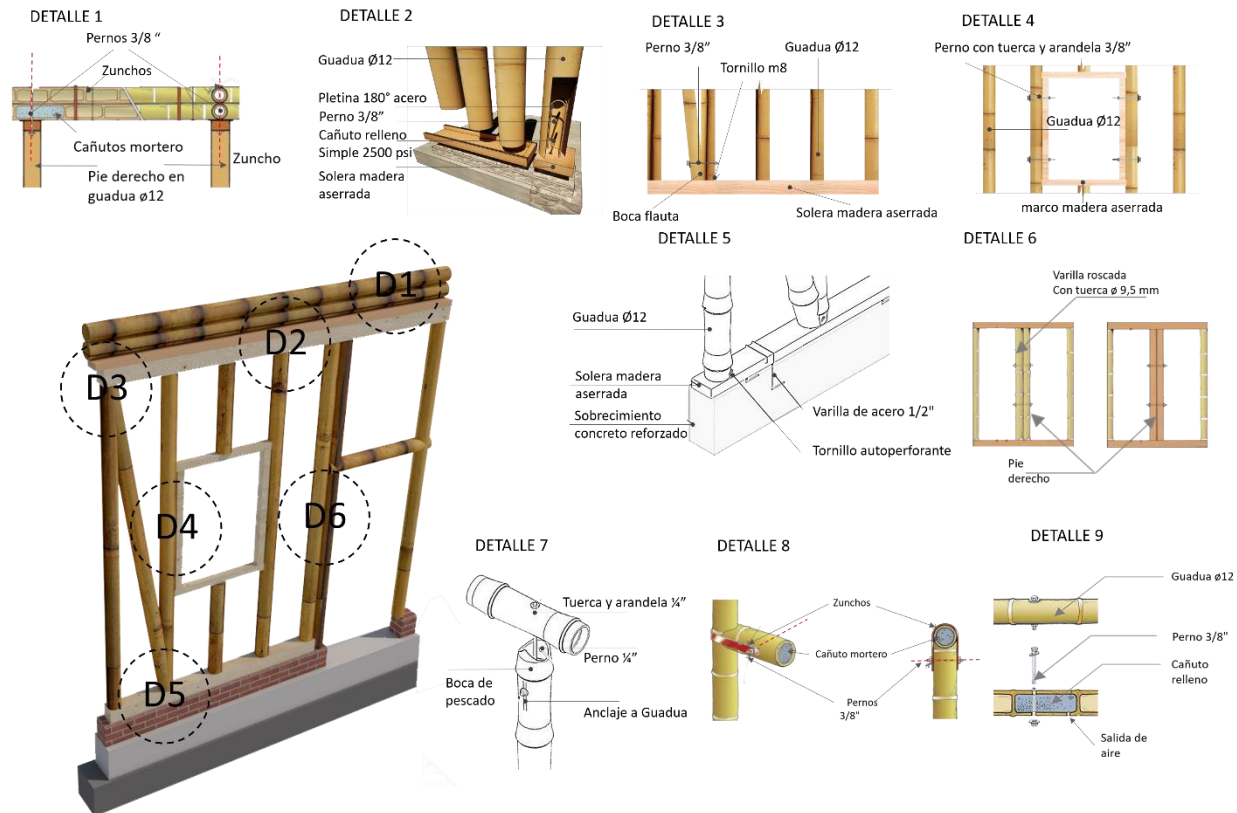
(https://camacol.co/sites/default/files/Título%20G%20NSR-10%20del%20Decreto%20926%20del%2019032010_0.pdf)

Como se indica en el Título G, de la NSR-10, el empalme boca de pescado se utiliza principalmente para unir perpendicularmente las guaduas, este empalme se puede realizar manualmente con un formón, o con una caladora. Por otro lado, el Pico de Flauta, se utiliza para unir las guaduas que tienen ángulos diferentes a 90°, como pueden ser las diagonales de los paneles de muro. Finalmente, el empalme recto es utilizado para dar continuidad a las guaduas uniéndolas desde un ángulo recto.

Detalles uniones

Figura 97

Tipos de uniones



Elaboración propia

Detalle 1. Se detalla que los paneles se deben pernar y zunchar con la doble guadua del entrepiso.

Detalle 2. Se identifica como se anclan los paneles desde las guaduas hacia las carreras de madera aserrada.

Detalle 3. Para los paneles de ventana, se debe pernar un marco en madera aserrada entre la guadua y la madera, a cada tercio de altura del marco.

Detalle 4. Para anclar los paneles a las soleras y carreras se debe hacer un empalme punta de flauta y pernar a las carreras o soleras.

Detalle 5. Se muestra cómo hacer los anclajes, a través de la madera aserrada, hasta que se junte con el sobrecimiento.

Detalle 6. Se identifica como ubicar los pernos en cada tercio de altura cuando se unan los paneles de muros.

Detalle 7. Se identifica como hacer un tipo de unión por anclaje entre guaduas del mismo diámetro

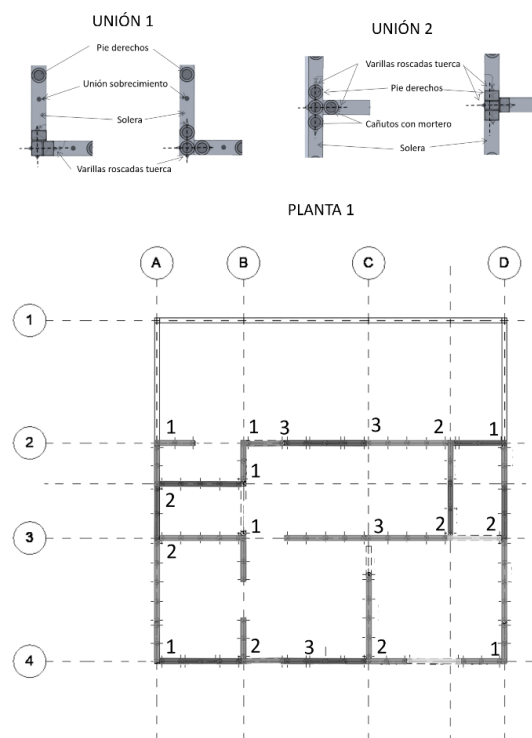
Detalle 8. Se identifica la manera de rellenar los cañutos para posteriormente zunchas las guaduas

Detalle 9. Se detalla el vaciado de los cañutos para proceder a pernar correctamente.

Uniones paneles

Figura 98

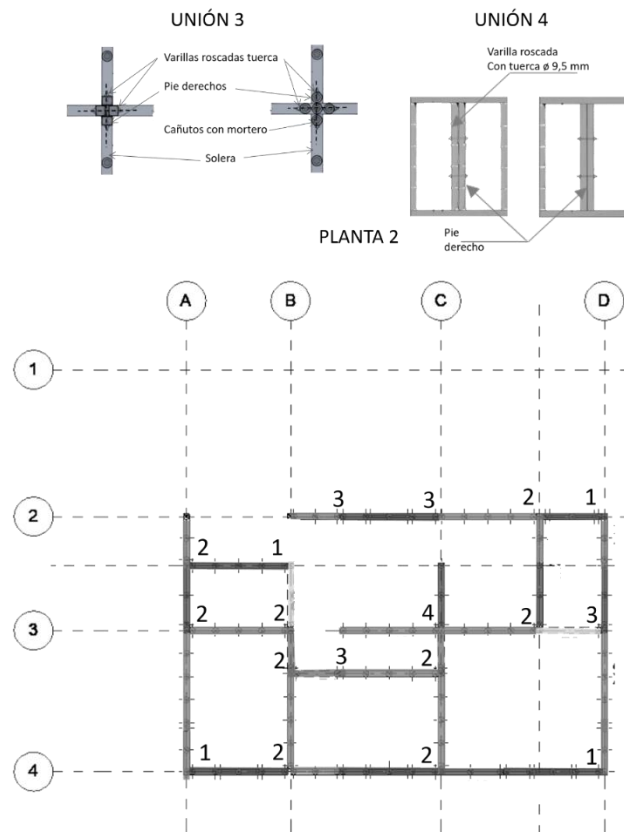
Uniones guadua en planta 1



Elaboración propia

Figura 99

Uniones guadua en planta 2



Elaboración propia

Y se finalizan los detalles constructivos, identificando el uso de diferentes tipos uniones utilizadas en el proyecto. En la figura 95 y 96, se identifica el tipo de unión que se debe ejercer, se debe identificar la nomenclatura y según el color, emplear algún tipo de unión, ya sea uniones en L, T o Cruz.

Costos y presupuestos

Se realizó un análisis de costos respecto diferentes sistemas constructivos, donde se evidenció que la guadua es más económica que los sistemas convencionales, para corroborar esta información se realizó la tabla 5, Costos sistemas constructivos, para determinar el precio por m2 de cada uno.

Tabla 5

Costos diferentes técnicas constructivas

TIPO DE MATERIALES	ÁREA M2	VALOR M2	TOTAL PROMEDIO
BAHAREQUE ENCEMENTADO	72	800000	57600000
TAPIA PISADA	72	800000	57600000
COMBINADA	72	900000	64800000
ESTRUCTURA HORMIGÓN Y ÁCERO	72	1.200.000	86400000

Elaboración propia

Adicional se desarrolló un análisis de costos para una vivienda en guadua, para calcular el valor total por el que puede salir la vivienda. Empezando por un calculo del valor de los paneles, para luego equipararse al valor del resto de la vivienda.

Tabla 6
Análisis de costos y presupuesto - paneles

PANEL 2,5 X 1,20				
DESCRIPCION DE ACTIVIDADES	UNIDAD	CANTIDAD	MATER. Y/O EQUIPO	
			VR. UNIT	VR. TOTAL
MATERIAL				
guadua	unid	2	\$38,000	\$ 76,000
limpieza del material	unid	1	\$8,000	\$ 8,000
HERRAMIENTAS MENORES				
broca 3/8	unid	2	\$3,600	\$ 7,200
broca 5/16	unid	2	\$32,000	\$ 64,000
broca 25/64	unid	1	\$7,000	\$ 7,000
broca 31/64	unid	1	\$17,000	\$ 17,000
broca 5/11	unid	1	\$7,000	\$ 7,000
CONCRETO 21000 Mpa				
1/2 bulto de cemento	unid	1	\$10,000	\$ 10,000
arena	unid	1	\$7,000	\$ 7,000
agua	litros	1	\$ 5,000	\$ 5,000
ANCLAJES				
anclajes especiales	unid	4	\$153,600	\$614,400
UNIONES				
varilla roscada	unid	5	\$3,000	\$ 15,000
arandela	unid	10	\$50	\$ 500
tuerca	unid	10	\$50	\$ 500
listón de madera	unid	4	\$5,000	\$ 20,000
NUMERO DE PANELES				
				45
TOTAL				\$906,686
				\$40.800.870

Elaboración propia

Tabla 7

Análisis de presupuesto -Vivienda guadua

PRESUPUESTO Y COSTO DIRECTO DE UNA VIVIENDA TIPO PANEL MODULAR PREFABRICADO EN GUADUA DE DOS PISOS					
ITEM	ACTIVIDAD	UNIDAD	CANTIDAD	V/UNITARIO	V/TOTAL
1	PRELIMINARES				
1.1	Localización y replanteo	m ²	72	\$ 709	\$ 51,048
2	DESCAPOTE Y EXCAVACION				
2.1	Descapote de tierra	m ²	72	\$ 606	\$ 43,632
2.2	Excavación de tierra, manual incluye retiro	m ³	3.76	\$ 9,992	\$ 37,590
3	CIMENTACION				
3.1	Solado de limpieza	m ³	0.35	\$ 182,253	\$ 63,789
3.2	Vigas de cimentación incluye refuerzo	m ³	3.76	\$ 192,235	\$ 723,188
3.3	Sobre cimienta en ladrillo estructural	ml	59	\$ 17,458	\$ 1,030,022
4	ESTRUCTURA EN GUADUA				
4.1	Columnetas en perfil metálico de 10x10 cm	Un	86	\$ 26,963	\$ 2,318,818
4.2	Panel prefabricado en guadua ya preparado e instalado de 2.7m de alto	Un	98	\$ 77,253	\$ 7,570,794
4.3	Transporte de módulos en guadua	gl	1	\$ 269,000	\$ 269,000
5	PLACA PISOS Y ENCHAPES				
5.1	Afirmado y compactado	m ²	72	\$ 3,198	\$ 230,256
5.2	Placa de piso incluye refuerzo	m ²	45.6	\$ 21,819	\$ 994,946

5.3	Enchape blanco de 20x20	m²	6.6	\$ 20,119	\$ 132,785
6 HIDRAULICA Y SANITARIA					
6.1	Punto sanitario de 2"	Un	4	\$ 45,815	\$ 183,260
6.2	punto sanitario de 1 1/2"	Un	3	\$ 33,978	\$ 101,934
6.3	Ramal sanitario de 4"	ml	2.7	\$ 27,590	\$ 74,493
6.4	Punto hidráulico de 1/2"	Un	8	\$ 22,249	\$ 177,992
6.5	Caja de inspección de 60x60	Un	2	\$ 160,248	\$ 320,496
6.6	Llave terminal	Un	3	\$ 14,106	\$ 42,318
6.7	Suministro e instalación de lavamanos incluye grifería	Un	2	\$ 143,666	\$ 287,332
6.8	Suministro e instalación de sanitarios	Un	2	\$ 243,340	\$ 486,680
6.9	Suministro e instalación de lavadero prefabricado	Un	1	\$ 315,081	\$ 315,081
6.10	Suministro e instalación de lavaplatos incluye grifería y canastilla	Un	1	\$ 124,040	\$ 124,040
6.11	Suministro e instalación de ducha	Un	2	\$ 28,415	\$ 56,830
6.12	Acometida hidráulica de 1/2"	ml	2.3	\$ 3,853	\$ 8,862
7 PINTURA					
7.1	Pintura	m²	53	\$ 5,161	\$ 273,533
8 CARPINTERIA MADERA					
8.1	Puerta en madera incluye marco y chapa	Un	8	\$ 219,569	\$ 1,317,414
8.2	Ventana en madera vidrio bronce	m²		\$ 187,927	\$ 1,315,489

9 INSTALACIONES ELECTRICAS					
9.1	Salida para tomacorriente	Un	17	\$ 46,086	\$ 783,462
9.2	Salida para alumbrado	Un	17	\$ 41,253	\$ 701,301
9.3	Tablero de 8 circuitos monofásico	Un	1	\$ 198,765	\$ 198,765
9.4	Interruptores	Un	8	\$ 45,486	\$ 363,888
9.5	Salida para toma GFCI	Un	1	\$ 59,361	\$ 59,361
9.6	Salida para ventilador	Un	1	\$ 41,253	\$ 41,253
TOTAL, COSTO DIRECTO					\$ 20,699,652

Elaboración propia

Comparación frente una vivienda tradicional VIS de dos pisos, con mismas dimensiones

Tabla 8
Presupuesto vivienda vis

PRESUPUESTO Y COSTO DIRECTO DE UNA VIVIENDA EN MAMPOSTERIA CONVENCIONAL DE DOS PISOS					
ITEM	ACTIVIDAD	UNIDAD	CANTIDAD	V/UNITARIO	V/TOTAL
1	PRELIMINARES				
1.1	Localización y replanteo	m²	72	\$ 709	\$ 51,048
2	DESCAPOTE Y EXCAVACION				
2.1	Descapote de tierra	m²	72	\$ 606	\$ 43,632
2.2	Excavación de tierra, manual incluye retiro	m³	3.76	\$ 9,992	\$ 37,590
3	CIMENTACION				
3.1	Solado de limpieza	m³	0.35	\$ 182,253	\$ 63,789
3.2	Vigas de cimentación incluye refuerzo	m³	3.76	\$ 192,235	\$ 723,188
3.3	Vigas de cimentación de amarre	ml	30.85	\$ 23,146	\$ 714,054
4	MAMPOSTERIA ESTRUCTURAL				
4.1	Muro en mampostería estructural.	m²	93	\$ 46,464	\$ 4,321,152
4.2	Grouting de muros	m³	0.94	\$ 321,950	\$ 302,633
4.3	Hierro de refuerzo	kg	188.1	\$ 3,906	\$ 734,719
4.4	Columna en concreto	ml	30	\$ 68,678	\$ 2,060,340
4.5	Pañete en muros	m²	49.6	\$ 37,978	\$ 1,883,709

5	PLACA PISOS Y ENCHAPES				
5.1	Afirmado y compactado	m²	72	\$ 3,198	\$ 230,256
5.2	Placa de piso incluye refuerzo	m²	45.6	\$ 21,819	\$ 994,946
5.3	Anden perimetral en concreto	m²	26	\$ 21,819	\$ 567,294
5.4	Mortero de piso 1:2	m³	1.58	\$ 276,052	\$ 436,162
5.5	Enchape blanco de 20x20	m²	6.6	\$ 20,119	\$ 132,785
6	HIDRAULICA Y SANITARIA				
6.1	Punto sanitario de 2"	Un	4	\$ 47,963	\$ 191,852
6.2	punto sanitario de 1 1/2"	Un	3	\$ 34,587	\$ 103,761
6.3	Ramal sanitario de 4"	ml	2.7	\$ 33,415	\$ 90,221
6.4	Punto hidráulico de 1/2"	Un	8	\$ 26,497	\$ 211,976
6.5	Caja de inspección de 60x60	Un	2	\$ 160,248	\$ 320,496
6.6	Llave terminal	Un	3	\$ 14,106	\$ 42,318
6.7	Suministro e instalación de lavamanos incluye grifería	Un	2	\$ 148,666	\$ 297,332
6.8	Suministro e instalación de sanitarios	Un	2	\$ 243,340	\$ 486,680
6.9	Suministro e instalación de lavadero prefabricado	Un	1	\$ 315,081	\$ 315,081
6.10	Suministro e instalación de lavaplatos incluye grifería y canastilla	Un	1	\$ 137,040	\$ 137,040
6.11	Suministro e instalación de ducha	Un	2	\$ 29,915	\$ 59,830
6.12	Acometida hidráulica de 1/2"	ml	2.3	\$ 4,238	\$ 9,747
7	PINTURA				
7.1	Pintura en cielo raso	m²	53	\$ 5,161	\$ 273,533
7.2	Revoque de muros	m²	78	\$ 12,725	\$ 992,550

7.3	Estuco y pintura de muros	m ²	78	\$ 19,852	\$ 1,548,456
7.4	Pintura en barniz	m ²	46.08	\$ 9,718	\$ 447,805
8	CARPINTERIA MADERA				
8.1	Puerta en madera incluye marco y chapa	Un	6	\$ 249,569	\$ 1,497,414
8.2	Ventana en madera vidrio bronce	m ²	7	\$ 196,872	\$ 1,378,104
9	INSTALACIONES ELECTRICAS				
9.1	Salida para tomacorriente	Un	17	\$ 49,876	\$ 847,892
9.2	Salida para alumbrado	Un	17	\$ 45,693	\$ 776,781
9.3	Tablero de 8 circuitos monofásico	Un	1	\$ 215,689	\$ 215,689
9.4	Interruptores	Un	8	\$ 49,169	\$ 393,352
9.5	Salida para toma GFCI	Un	1	\$ 66,361	\$ 66,361
9.6	Salida para ventilador	Un	1	\$ 41,253	\$ 41,253
TOTAL, COSTO DIRECTO					\$ 24,042,821
COSTO INDIRECTO			10%		\$ 2,404,282.13
UTILIDAD			5%		\$ 1,202,141.07
COSTO TOTAL					\$ 27,649,244.52

Elaboración propia

Identificando que, entre las 2 viviendas, existe una diferencia de \$6.679.552 evidenciando que una vivienda hecha predominantemente de guadua y madera, puede representar un gran ahorro económico para la construcción.

Conclusiones

En esta tesis, se diseñó un prototipo de vivienda capaz de adaptarse a las diferentes características topográficas y sociales de la zona de estudio, ya que, a través de encuestas y visitas de campo, se identificó, que, los habitantes de estos sectores olvidados de la ciudad, deben subsistir de una manera indigna, tienen viviendas en pésimas condiciones de habitabilidad, sin servicios básicos y sin una debida infraestructura urbana, por lo que se proyectó una alternativa de vivienda que respondiera a esas características particulares del sector, de manera que los habitantes del barrio el Triángulo mejoren su calidad de vida.

Se elaboró un modelo de vivienda más sencillo para construir, esto ante el problema de autoconstrucción sin algún tipo de guía o metodología de elaboración, encontrando que, haciendo uso de paneles de guadua y madera previamente fabricados para la conformación de muros, se facilitar la autoconstrucción de la edificación. Proceso que, se vuelve más práctico aún, haciendo uso de documentos complementarios como planos constructivos y con la entrega de un manual de autoconstrucción.

Se obtuvo una vivienda sostenible, que, en comparación a una vivienda tradicional de hormigón y acero, resultó ser más económica, práctica, y menos dañina para el medio ambiente, que cuenta con la facultad de ser autosustentable por medio de zonas productivas que permiten generar un abastecimiento. Además, de hacer uso de recursos naturales como el sol, agua lluvia, y vientos, siendo una vivienda con la capacidad de ahorrar energía, adicional, de contar con un aval en el aspecto sostenible por parte del Sistema de Certificación en Construcción Sostenible Para la Vivienda – Casa Colombia, de 4 estrellas – excelente. Asegurando que es una vivienda que implementa parámetros de diseño constructivo y arquitectónico bioclimáticos, implementando el uso de materiales y técnicas con menor impacto ambiental respecto lo convencional.

Lista de Referencia o Bibliografía

- Amarilo, 25 enero 2020, La madera un material sostenible en la construcción, Disponible en: <https://madera-sostenible.com/opinion/la-madera-un-material-sostenible-en-la-construccion/>
- Amériques (En línea), 207. Disponible en: <http://orda.revues.org/3350> [23 de mayo]
- ArchDaily, (27 de febrero, 2019), Prototipo de vivienda rural sostenible y productiva en Colombia, por FP Arquitectura. <https://www.archdaily.co/co/912225/prototipo-de-vivienda-rural-sostenible-y-productiva-en-colombia-por-fp-arquitectura>
- Arciniegas, C. (31 enero de 2017). El Triángulo: un barrio a la sombra de la ilegalidad por más de 40 años, disponible en internet: <https://www.elespectador.com/noticias/bogota/el-triangulo-un-barrio-a-la-sombra-de-la-ilegalidad-por-mas-de-40-anos/>
- Arcus Global, 22 febrero de 2018, EN PERÚ SE CONSTRUYE UN PROTOTIPO DE VIVIENDA SOSTENIBLE, recuperado de: <https://www.arcus-global.com/wp/en-peru-se-construye-un-prototipo-de-vivienda-sostenible/#prettyPhoto>
- Bambuterra Sapi de cv, (2020, julio, 01), Luis Felipe López | bases para el diseño estructural de casas de bahareque encementado. <https://www.youtube.com/watch?v=kwapaukwia0&t=5293s>
- Camargo, A. & Hurtado. (2013). Urbanización informal en Bogotá: agentes y lógicas de producción del espacio urbano. Revista Invi, 78(28), 77-107.
- Cao, L., 25 enero, 2020, disponible en línea: <https://www.archdaily.co/co/932146/como-incorporar-jardines-y-huertas-en-el-diseno-de-viviendas>
- Castiblanco, C. (21 de agosto de 2020), Huertas urbanas: iniciativas ciudadanas sostenibles en medio de la pandemia. <https://bogota.gov.co/mi-ciudad/ambiente/huertas-urbanas-para-empoderar-sociedades-en-tiempos-de-covid-19>

Catorce6, (10 de julio 2019), Los 5 pisos térmicos de Colombia y las variaciones según su altitud <https://www.catorce6.com/investigacion/17171-los-5-pisos-termicos-de-colombia-y-las-variaciones-segun-su-altitud>

Censo poblacional, 2018, http://microdatos.dane.gov.co/index.php/catalog/643/data_dictionary
DANE, 2018, Deficit habitacional. <https://www.dane.gov.co/files/investigaciones/deficit-habitacional/deficit-hab-2020-presentacion.pdf>

Degenhar, B. (Abril 2016), La agricultura urbana: un fenómeno global. <https://www.nuso.org/articulo/la-agricultura-urbana-un-fenomeno-global/>

Durmi, (s.f), 10 claves para el diseño de una casa bioclimática. <https://durmi.com/10-claves-para-el-diseno-de-una-casa-bioclimatica>. <https://durmi.com/10-claves-para-el-diseno-de-una-casa-bioclimatica/>

Effihaus, (s.f), Características de una vivienda bioclimática. <http://www.ffihaus.com/caracteristicas-vivienda-bioclimatica/>

El Tiempo, (23 de marzo de 2021), Tres de cada 10 bogotanos pasaron hambre en la última semana. <https://www.eltiempo.com/bogota/efectos-de-la-pandemia-en-la-economia-encuesta-bogota-como-vamos-575648>

El Tiempo, 30 de abril de 2021, 1 de cada 3 nuevos pobres por la pandemia en el país está en Bogotá. <https://www.eltiempo.com/economia/sectores/le-contamos-cuantos-colombianos-cayeron-en-la-pobreza-por-el-covid-584912>

Escobar, R. (19 de octubre 2020), Cómo identificar una vivienda sostenible y sus ventajas. <https://www.bbva.com/es/co/como-identificar-una-vivienda-sostenible-y-sus-ventajas/>

Farbiarz F., Mogollón S., Prieto R., Asociación colombiana de ingenieros sismica (2000). Recuperado de: https://www.desenredando.org/public/libros/2001/csrve/guadua_lared.pdf

Fuentes, C. Navarro J. (2013), Proyecto de viviendas de interés social en bahareque.

Gil, N. (2019), El borde urbano un concepto dinámico <https://core.ac.uk/download/41809189.pdf>

Hydro Environment. (s.f), ¿Qué es la hidroponía?.

https://www.hydroenv.com.mx/catalogo/index.php?main_page=page&id=27

Instituto de Vivienda, Urbanismo y Construcción, (mayo 2014), Concurso Nacional de Vivienda Social

Construye para Crecer 2014, Recuperado de:

<https://www.usmp.edu.pe/ivuc/noticias.php?pag=proy&sec=concu007>

Kaminski, s. Lawrence, A. Trujillo, D. (Diciembre 2016), Guía de diseño para la vivienda de bahareque

encementado, Recuperado de:

https://www.researchgate.net/publication/328724226_Guia_de_diseno_para_la_vivienda_de_bahareque_encementado

La FM, (13 de septiembre 2018), Sistema Integrado Digital. <https://www.lafm.com.co/bogota/quejas-y-preocupacion-en-bogota-por-construccion-de-vivienda>

Lacarra, M. (2018), construcción de 16 viviendas de quinchá mejorada modular para damnificados del terremoto del 15 de agosto de 2007 en Ica, Perú, Recuperado de:

http://www.arquitecturapanamericana.com/construccion-de-16-viviendas-de-quinchá-mejorada-modular-para-damnificados-del-terremoto-del-15-de-agosto-de-2007-en-ica-peru/nggallery/slideshow?fbclid=IwAR0wmZXs_cnU9wSLSTbke7thiArR3TN7885u-KA6oCpE5KFbB5BDnnqF2Qk

Loss Makokkes, (s.f), Técnicas hidropónicas. <https://sites.google.com/site/lossmakkokes/como-hacer-germinar-una-lenteja/tecnicas-hidroponicas>

Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, “Criterios ambientales para el diseño y construcción de vivienda urbana,” Bogotá, [En línea], p. 200,

Disponibile:http://www.minambiente.gov.co/images/AsuntosambientalesySectorialyUrbana/pdf/Sello_ambiental_colombiano/cartilla_criterios_amb_diseno_construc.pdf,2012.

Ministerio de Vivienda, 2004, Decreto 2060 de 2004,

<https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma.php?i=14128>

Ojeda, D. (octubre 07 de 2020), Las barreras que alejan el sueño de tener vivienda, Recuperado de:

<https://www.elspectador.com/noticias/bogota/las-barreras-que-alejan-el-sueno-de-tener-vivienda/>

Pérez, A. (2016). El diseño de la vivienda de interés social. La satisfacción de las necesidades y expectativas del usuario. Revista de Arquitectura, 18(1), 67-75.

<https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=125146891007>

Portafolio, (agosto 13 de 2018), ¿Cómo va la vivienda de interés social en Colombia?, Recuperado de:

<https://www.portafolio.co/mis-finanzas/vivienda/como-va-la-vivienda-de-interes-social-en-colombia-520009>

Portafolio, (Octubre 07 de 2019), Vivienda VIS no crece por primera vez desde 2016, Recuperado de:

<https://www.portafolio.co/economia/venta-de-vivienda-no-vis-crece-por-primera-vez-desde-2016-534368>

Ramírez, B. (2007). Del suburbio y la periferia al borde: el modelo de crecimiento de la Zona Metropolitana del Valle de México (ZMVM). L'Ordinaire des

Ramírez, C. (Noviembre 08 de 2011), ¿Por qué contamina tanto la construcción?, Recuperado de:

<https://arquitecturamexico.wordpress.com/2011/11/08/%c3%a1por-que-contamina-tanto-la-industria-de-la-construccion/>

Revista digital de Arquitectura (2020, 3 de octubre). Guía de diseño para la vivienda de bahareque o bambu encementado - INBAR ARUP. Apuntes.

<https://apuntesdearquitecturadigital.blogspot.com/2020/10/guia-de-diseno-para-la-vivienda-de.html>

Sanchez, C. Jimenez, E. (Junio, 2014), La vivienda rural su complejidad y estudio desde diversas disciplinas. <https://www.redalyc.org/pdf/3217/321727232011.pdf>

Sánchez, Q. C. (2006, Agosto). Cambios operativos y funcionales en la vivienda rural en zona de expansión demográfica. *Psicología para América Latina*, Número 7 Agosto p 1-18 ISSN: 1870-350
<http://psicolatina.org/siete/cambios.html>

Semana. (21 de abril de 2020). La resistencia de 60 familias para no abandonar los cerros de Bogotá. Recuperado de: <https://www.semana.com/nacion/articulo/laresistencia-de-60-familias-para-no-abandonar-los-cerros-de-bogota/657526>

Tarifaluzhora, (22 octubre de 2021), ¿Cómo puedo calcular el consumo eléctrico de mi vivienda?.
<https://tarifaluzhora.es/info/calcular-consumo-electrico-casa>

Toro Vasco, Carolina, & Velasco Bernal, Vanessa, & Niño Soto, Alexander (2005). El borde como espacio articulador de la ciudad actual y su entorno. *Revista - Ingenierías Universidad de Medellín*, 4(7),55-65.[fecha de Consulta 26 de Marzo de 2021]. ISSN: 1692-3324. Disponible en:
<https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=75004705>

Ucha, F. (2013, 18 de julio). Importancia de la Vivienda. <https://www.importancia.org/vivienda.php>
 urbano regionales. https://releg.org/pdf/releg2019n6_pp10-20.pdf

Urrego, A. (Abril 19 de 2020), Más de un tercio del país esta en deficit habitacional, Recuperado de:
<https://www.portafolio.co/mis-finanzas/vivienda/mas-de-un-tercio-del-pais-en-deficit-habitacional-540036>

Anexos

ANEXO A. ENCUESTA	53
ANEXO B. MANUAL AUTOCONSTRUCCIÓN	58

ANEXO A.

ENCUESTA

Por favor diligencie la siguiente encuesta (5 minutos).

La información proporcionada será utilizada para evaluar la calidad de vivienda del barrio el Triángulo, con el fin de desarrollar un trabajo de grado. Gracias.

- ¿Cuántas personas habitan en su casa?

- ¿En qué ocupación se desempeña?

- ¿Cuál es su nivel de estudios?

Primaria

Bachiller

Técnico-tecnólogo

Profesional

- ¿Cuánto tiempo lleva viviendo en el barrio el Triángulo?

- ¿Qué funciones realiza usted en su casa?

- ¿Cuántas horas semanales dedica al trabajo?

- Su actividad laboral la desarrolla:

Solo

Equipo esporádico

Equipo Habitualmente

Siempre en equipo

- ¿Cuál o cuáles de los siguientes aspectos le atraen a la hora de buscar una vivienda?

Simplicidad

Moderna

Amplia

Económica

- Si pudiera mejorar un espacio específico de su vivienda, ¿Cuál sería?

- ¿Alguna vez, fenómenos ambientales, como deslizamientos de tierra, incendios, ha afectado su hogar?
¿Cuál?

- ¿Cómo construyó su vivienda?

- ¿Qué materiales utilizo a la hora de levantar su vivienda? (Puede marcar más de una opción)

Cemento – Ladrillos

Caña – Guaduas

Madera – Troncos – Palos

Aluminio

Otros ¿Cuál? _____

- ¿Algún familiar ha ayudado a realizar modificaciones a su vivienda?

Sí

No

- ¿Ha dado algún tipo de mantenimiento o cuidado a los materiales usados para modificar su vivienda?

Sí

No

Por favor, utilice la siguiente escala de acuerdo para responder:

1 2 3 4 5

Donde 1 es completamente en desacuerdo y 5 completamente de acuerdo

Valore de acuerdo con la escala numérica presentada los siguientes aspectos relacionados a su vivienda y marque con una X.

- La iluminación es adecuada para los espacios de su vivienda

1 2 3 4 5

¿Su vivienda cuenta con ventilación natural adecuada?

1 2 3 4 5

- ¿Siente que su vivienda presenta problemas de humedad?

1 2 3 4 5

- ¿Siente que hacen falta tomas de corriente o de luz en su vivienda

1 2 3 4 5

- ¿El espacio disponible para organizar todos los muebles de su vivienda que requiere es adecuado?

1 2 3 4 5

- ¿Dispone de espacio suficiente en torno a su hogar para acceder al mismo, levantarse y desplazarse a través de él sin dificultad?

1 2 3 4 5

- En general, ¿cuál es su grado de satisfacción respecto su vivienda?

Totalmente satisfecho

Satisfecho

Insatisfecho

Totalmente insatisfecho

- ¿Tiene alguna sugerencia respecto como mejorar su vivienda?

La encuesta ha finalizado. Muchas gracias por su colaboración.

ANEXO B.
MANUAL CONSTRUCTIVO