

Prototipo de vivienda con criterios de sostenibilidad en la zona rural de Saravena, Arauca

Daniel Felipe Ruiz Jaimes, Yuzyi Laura Vanessa Pérez Barajas

Trabajo de grado para optar el título de Arquitecto

Director

Sergio Alberto Tapias Uribe

Magíster en Arquitectura, Urbanismo y Medio Ambiente Sostenible

Universidad Santo Tomas, Bucaramanga

División de Ingeniería y Arquitectura

Facultad de Arquitectura

2022

Contenido

Introducción.....	14
1. Prototipo de vivienda con criterios de sostenibilidad para la zona rural de Saravena Arauca...	16
1.1 Planteamiento del problema	16
1.2 Justificación.....	18
1.3 Objetivos	19
1.3.1 Objetivo general.....	19
1.3.2 Objetivos específicos	20
1.3.3 Descripción de los objetivos.....	20
2. Marco referencial	22
2.1 Marco teórico	28
2.2 Marco conceptual	28
2.3 Marco legal.....	30
3. Método	33
3.1 Introducción de la metodología	34
3.2 Descripción de las fases	35
3.3 Fase 1. Reconocimiento de la comunidad y necesidades del usuario	35
3.3.1 Introducción del lugar.....	35
3.3.2 Historia.....	36
3.3.3 Habitantes	38
3.3.4 Demografía	39
3.3.5 Estrato socioeconómico	41
3.4 Fase 2. Análisis y estado actual de las viviendas	42

3.4.1 Localización.....	42
3.4.2 Topografía del lote.....	43
3.4.3 Descripción del lugar.....	44
3.4.4 Estado actual de las vías	45
3.4.5 Relación con el lote	47
3.4.6 Usos actuales y equipamientos	48
3.4.7 Densidad de viviendas	49
3.4.8 Viviendas del sector.....	50
3.4.9 Altura de edificaciones	51
3.4.10 Conclusión análisis estado de edificaciones del sector.....	52
3.5 Fase 3. Variables climatológicas	52
3.5.1 Clima y temperatura	53
3.5.2 Precipitación	55
3.5.3 Vientos.....	56
3.5.4 Variables naturales.....	57
3.5.5 Cuerpos de agua.....	57
3.6 Fase 4. Desarrollo de la propuesta.....	59
3.6.1 Descripción de las etapas.....	60
3.6.2 Modulación.....	61
3.6.3 Diagrama de relaciones vivienda sostenible.....	62
3.6.4 Áreas.....	62
3.6.5 Criterios de sostenibilidad	65
3.6.6 Contextualización sistema de captación de aguas lluvias para el prototipo	65

3.6.7 Proceso de recolección	66
3.6.8 Método de filtración	68
3.6.9 Sistema hidráulico de captación	69
3.6.10 Tanque de agua empleados.....	70
3.6.11 Materiales del entorno empleados para la construcción del prototipo	72
3.6.12 Sector Ambiente y Desarrollo Sostenible - Normativa	74
3.6.13 Desarrollo e implementación de la guadua al prototipo	74
3.6.14 Madera canalito o cabo de hacha para las columnas	76
3.6.15 Cubierta ecológica Techoline	77
3.6.16 Fichas técnicas de materiales ecológicos implementados en el prototipo de vivienda..	78
4. Resultados	86
4.1 Memoria descriptiva crecimiento de la vivienda	87
4.2 Implantación.....	88
4.3 Cimentación y estructura de cubierta prototipo p1.....	89
4.4 Planta arquitectónica prototipo p1	90
4.5 Fachadas y corte p1	91
4.6 Prototipo P2	92
4.7 Prototipo P3	95
4.8 Corte general	96
4.9 Detalles constructivos.....	97
4.9.1 Detalle constructivo de cimentación.....	97
4.9.2 Detalle constructivo de funcionamiento recolección de aguas	98
4.9.3 Detalle constructivo de mobiliario (puertas y ventanas)	99

5. Conclusiones	101
Referencias.....	103

Lista de tablas

Tabla 1. <i>Comparativo entre referentes</i>	27
Tabla 2. <i>Fuentes y normativas</i>	30
Tabla 3. <i>Identificación de requerimientos técnicos del objeto de estudio a partir de las normas.</i>	31
Tabla 4. <i>Población por edades</i>	39
Tabla 5. <i>Estratificación socio económica de la cabecera mundial de Saravena</i>	41
Tabla 6. <i>Valores mensuales de precipitación (mms)</i>	56
Tabla 7. <i>Materiales de recolección de aguas lluvia en cubierta</i>	66

Lista de figuras

Figura 1. <i>Diagrama de flujos</i>	22
Figura 2. <i>Análisis tipología 2 de vivienda rural sostenible - Diseño elaboración propia a partir de proyecto de grado aprovechamiento de los servicios ecosistémicos</i>	24
Figura 3. <i>Memoria análisis tipología de vivienda rural sostenible - Diseño elaboración propia a partir de Archdaily.co/vivienda rural sostenible y productiva en Colombia</i>	25
Figura 4. <i>Memoria tipología 3 vivienda productiva ecosostenible. Diseño elaboración propia, información tomada de trabajo de grado universidad piloto de Colombia</i>	26
Figura 5. <i>Diagrama general de metodología</i>	33
Figura 6. <i>Descripción diagrama general metodología</i>	34
Figura 7. <i>Municipio de Saravena- Arauca</i>	36
Figura 8. <i>Calle principal de Saravena en los años 1970</i>	37
Figura 9. <i>Historia del sarare</i>	37
Figura 10. <i>Habitantes del sector de 4 esquinas y sus alrededores</i>	38
Figura 11. <i>Análisis de la población</i>	40
Figura 12. <i>Localización del predio a intervenir Mapa de cuatro esquinas, Saravena</i>	42
Figura 13. <i>Topografía del lote – Saravena cuatro esquinas</i>	43
Figura 14. <i>Materia topográfica del sector 4 esquinas</i>	44
Figura 15. <i>Estado actual del predio a intervenir 4 esquinas. (2021)</i>	44
Figura 16. <i>Estado actual de las vías concurrentes al predio</i>	46
Figura 17. <i>Municipio de Saravena equipamientos</i>	49
Figura 18. <i>Censo nacional de población y vivienda Saravena – Arauca (2020)</i>	49
Figura 19. <i>Estado actual de las viviendas en el sector de 4 esquinas.</i>	51

Figura 20. <i>Valores medios mensuales de temperatura °c</i>	53
Figura 21. <i>Aumento del valor medio anual de temperatura por años</i>	54
Figura 22. <i>Grafica temperatura máxima multi anual en Saravena – Arauca</i>	54
Figura 23. <i>Grafica de precipitación máxima multi anual en Saravena – Arauca</i>	55
Figura 24. <i>Grafica de Velocidad de los vientos total en Saravena-Arauca</i>	57
Figura 25. <i>Ubicación geográfica de la investigación, Cuenca baja del río Bojaba (Saravena-Arauca y Cubará-Boyacá)</i>	58
Figura 26. <i>Rio bojaba fuente de protección cercana</i>	59
Figura 27. <i>Proceso de diseño y modulación del prototipo</i>	61
Figura 28. <i>Diagrama de relaciones en un ambiente de vivienda sostenible</i>	62
Figura 29. <i>Cuadro de áreas propuesta inicial del prototipo de vivienda</i>	63
Figura 30. <i>Cuadro de áreas para prototipo fase 1 (vivienda básica)</i>	64
Figura 31. <i>Cuadro de áreas para prototipo fase 2 (vivienda crecimiento)</i>	64
Figura 32. <i>Cuadro de áreas para prototipo fase 3 (vivienda con local comercial)</i>	65
Figura 33. <i>Sistema de recolección y gestión de red aguas lluvias.</i>	67
Figura 34. <i>Sistema de bio-retención</i>	68
Figura 35. <i>Isométrico</i>	69
Figura 36. <i>Celdas Aqua Cell</i>	70
Figura 37. <i>Componentes Celda Aquacell</i>	72
Figura 38. <i>Guadua</i>	73
Figura 39. <i>Fabricación de láminas para muros con hojuelas de guadua</i>	75
Figura 40. <i>Lamina de muro elaborada con hojuelas de madera</i>	76
Figura 41. <i>Columnas elaboradas con madera canalito</i>	77

Figura 42. <i>Teja Techoline</i>	78
Figura 43. <i>Ficha técnica Techoline</i>	79
Figura 44. <i>Ventajas de Techoline</i>	80
Figura 45. <i>Características del panel</i>	81
Figura 46. <i>Técnica panel solar</i>	82
Figura 47. <i>Características panel solar</i>	83
Figura 48. <i>Ficha técnica panel con hojuelas de guadua</i>	84
Figura 49. <i>Ficha técnica celda Aqua cell</i>	85
Figura 50. <i>Memoria del proyecto.</i>	86
Figura 51. <i>Memoria crecimiento de la vivienda</i>	87
Figura 52. <i>Implantación</i>	88
Figura 53. <i>Cimentación y estructura prototipo 1</i>	89
Figura 54. <i>Planta prototipo 1</i>	90
Figura 55. <i>Fachas y cortes prototipo p1</i>	91
Figura 56. <i>Cimentación de prototipo 2</i>	92
Figura 57. <i>Planta Arquitectónica prototipo P2</i>	93
Figura 58. <i>Fachadas y cortes P2</i>	94
Figura 59. <i>Fachadas a detalle prototipo P2</i>	95
Figura 60. <i>Planta Arquitectónica prototipo P3 + accesibilidad</i>	95
Figura 61. <i>Corte general</i>	96
Figura 62. <i>Detalle constructivo de cimentación</i>	97
Figura 63. <i>Detalle constructivo de cubierta recolección de aguas lluvia.</i>	98
Figura 64. <i>Detalle constructivo de puertas, ventanas y mobiliario</i>	99

Figura 65. <i>Ficha técnica de materiales ecológicos</i>	100
---	-----

Resumen

El propósito de diseñar un prototipo de vivienda con criterios de sostenibilidad para la zona rural de Saravena - Arauca, parte de una investigación previa del entorno que se enfatizó en aspectos arquitectónicos, culturales, geográficos y económicos del Departamento. Esta nos llevó a la conclusión de que las viviendas rurales de Saravena carecen de diseño y oportunidad de mejora en la calidad de vida de los usuarios. Para ello, se plantea una modulación arquitectónica que mejore la accesibilidad a los espacios de la vivienda mediante estrategias que brinden estabilidad y confort a los usuarios. Este prototipo optó por la utilización de elementos que cumplan criterios de sostenibilidad como: recolección de aguas lluvia para suplir algunas necesidades de habitabilidad, utilización de materiales del entorno para la elaboración de la vivienda y una estructura flexible que permita la construcción del prototipo por fases. De este modo, se logrará mayor eficiencia funcional, distribución espacial y calidad de vida a futuro en la vivienda rural para beneficio de los usuarios y el medio ambiente.

Palabras clave: prototipo de vivienda rural, sostenibilidad, recolección de aguas lluvia, materiales del entorno, construcción por etapas, módulos adaptables.

Abstract

The purpose of designing a housing prototype with sustainability criteria for the rural area of Saravena - Arauca, is based on a previous investigation of the environment that emphasized architectural, cultural, geographical and economic aspects of the Department. This led us to the conclusion that rural homes in Saravena lack design and opportunity to improve the quality of life of users. To do this, an architectural modulation is proposed that improves accessibility to housing spaces through strategies that provide stability and comfort to users. This prototype opted for the use of elements that meet sustainability criteria such as: rainwater collection to meet some habitability needs, use of materials from the environment for the construction of the house and a flexible structure that allows the construction of the prototype in phases. In this way, greater functional efficiency, spatial distribution and future quality of life will be achieved in rural housing for the benefit of users and the environment.

Keywords: rural housing prototype, sustainability, rainwater harvesting, surrounding materials, staged construction, adaptable modules.

Glosario

Materiales ecológicos: un material ecológico es aquel que ha sido desarrollado por medio de materias primas naturales de la zona (tierra, madera, corcho, adobe, paja...). Por último, los materiales ecológicos también han de ser reciclables. Es decir, que son duraderos y reutilizables.

Módulo: en la arquitectura el módulo como una pieza o parte que se repiten a través de una construcción, sobre todo con fines económicos y regulares.

Prototipo: un prototipo es un primer modelo que sirve como representación o simulación del producto final y que nos permite verificar el diseño y confirmar que cuenta con las características específicas planteadas

Sostenibilidad: es la satisfacción de las necesidades actuales sin comprometer la capacidad de las generaciones futuras de satisfacer las suyas, garantizando el equilibrio entre crecimiento económico, cuidado del medio ambiente y bienestar social.

.

Introducción

Saravena es un municipio perteneciente al departamento de Arauca, localizado en el oriente de Colombia. Esta región se caracteriza por sus tierras fértiles, variedad de afluentes hídricas y, por tanto, goza de diversidad en flora y fauna, que convierten al sector en un buen escenario para el desarrollo humano. Sin embargo, hasta el día de hoy, la vivienda rural de Saravena ha evolucionado escasamente y, en consecuencia, se observa que las edificaciones destinadas a esta función en el sector no cuentan con adaptaciones de diseño arquitectónico que respondan al tipo de clima, hábitat y formas de residir en el campo.

Por consiguiente, este proyecto pretende atender el déficit de la vivienda rural en el municipio de Saravena, teniendo en cuenta que un gran porcentaje de la población habita en un modelo deficiente que no satisface los requerimientos de la vida rural. Para ello, se propone un prototipo que aprecia los recursos naturales, considera la funcionalidad espacial y así, beneficia a los usuarios en el desempeño de sus actividades cotidianas.

Por lo tanto, se propuso un prototipo de vivienda con criterios de sostenibilidad que mejora la habitabilidad de este tipo de vivienda para la zona rural de Saravena. En efecto, la propuesta opta por la utilización de materiales del entorno y de sistemas que cumplan con criterios de ahorro energético, además de una estructura flexible que permita la construcción del prototipo por etapas; es decir, que alcance la eficiencia en la distribución espacial de la vivienda rural, y a su vez integre algunos factores ecológicos que disminuyan el impacto ambiental y brinden a los usuarios satisfacción en la habitabilidad, al igual que una relación consciente con el entorno.

Por estas razones, el proyecto ofrece tres diferentes alternativas de construcción dirigidas a satisfacer diversos escenarios de las cotidianidades familiares, con el propósito de solventar las necesidades de habitabilidad que se observaron y se indagaron en la fase previa al diseño:

Así pues, la primera alternativa de diseño propone una estructura flexible de vivienda básica que brinda la posibilidad de construcción mediante un proceso modular por etapas. Como segunda alternativa, se plantea una réplica del módulo inicial que genera la posibilidad de crecimiento del prototipo a futuro. Como última alternativa, el diseño proyecta la posibilidad de integrar un módulo destinado para las actividades productivas de la familia que posibilite la comercialización de productos agrícolas. Estas dos últimas alternativas articulan adecuaciones que benefician la organización productiva porque se adaptan a las necesidades y crecimiento futuro de la vivienda.

Además, en el presente trabajo la captación y uso de aguas lluvias se integra en el prototipo de vivienda como un recurso para la sostenibilidad, mediante la estructuración de la cubierta y de un modelo físico que recibe y organiza la recolección práctica de estas aguas. Este método direcciona las aguas lluvias mediante un sistema de drenaje natural a fin de retener algunos agentes contaminantes, y así, el agua recolectada se puede utilizar en determinados espacios y labores de la vivienda rural.

Finalmente, el diseño del prototipo acude a materiales nativos de la zona como: madera, piedra y especies vegetales locales, no derivados del petróleo, reciclables, biodegradables y que disminuyen el impacto ambiental. Entre las ventajas del proyecto se destaca la reducción de costos, tiempo de elaboración, versatilidad modular y móvil.

1. Prototipo de vivienda con criterios de sostenibilidad para la zona rural de Saravena

Arauca

1.1 Planteamiento del problema

En el contexto mundial, uno de los retos principales, es atender las consecuencias que provienen del crecimiento de la población tanto urbana como rural. Uno de ellos fundamentalmente es, el aumento del consumo de agua para diferentes usos. Por este motivo, muchos países con problemas de escasez de este recurso no renovable como Singapur, Israel, Países Bajos, Estocolmo y Suecia, han replanteado ambiciosos proyectos de reutilización del agua. Además, se han centrado en educar a sus ciudadanos sobre el valor del agua lluvia, generando nuevas formas de vida que han permitido el desarrollo de soluciones sostenibles. (Xylem, 2016). 5 países líderes en el manejo inteligente del agua.

En contraste con lo anterior, Colombia se caracteriza por contar con una gran riqueza hídrica, que la mayoría de las poblaciones rurales aprovecha para abastecerse; de acuerdo con Ballén, et al, entre estos recursos es fácil encontrar fuentes superficiales de agua tales como embalses comunitarios, ríos, lagos y quebradas cuyas aguas son explotadas mediante mecanismos implementados por los habitantes del sector. Es así como, la facilidad de acceso al recurso en zonas determinadas del país ha marginado el interés por desarrollar tecnologías alternativas para el aprovechamiento de agua lluvia en servicios domiciliarios. En consecuencia, sólo algunas comunidades con problemas de abastecimiento de agua implementan sistemas para el aprovechamiento de agua lluvia. Los mismos investigadores observaron que la mayoría de estos métodos son poco tecnificados, lo cual afecta la calidad del agua y genera la baja eficiencia de los sistemas de distribución hidráulica (Ballén, et al., 2006).

Con relación a lo anterior, cabe señalar que, en el departamento de Arauca, solo un 34% de las comunidades que viven en zonas rurales, tienen acceso a un acueducto prestado por la empresa ECAAS ESP (Empresa Comunitaria de Acueducto y Alcantarillado de Saravena) que se abastece de la quebrada La Pava. Este porcentaje muestra un índice muy bajo en la distribución y el acceso a servicios de alcantarillado para la comunidad.

Además, el presente proyecto observa las condiciones de la vivienda común de la zona y a partir de ello, analiza su relación con las condiciones climáticas específicamente de Saravena. Al respecto, el IDEAM reporta que, el municipio presenta lluvias durante gran parte del año y la humedad relativa media anual es alta (del 84%). Sumado a esto, las temperaturas son variables debido al cambio climático, aunque el promedio anual es de 29,5°C (IDEAM, 2010). Teniendo en cuenta que la mayoría de estos hogares tienen una actividad económica agrícola y, que la captación de aguas lluvias es considerada como un recurso capaz de abastecer varias de las actividades domésticas y agrícolas de baja escala (ORTIZ et al., 1985), podemos afirmar que estas comunidades rurales desaprovechan los beneficios que ofrecen las características pluviales de la zona.

Mas aún, considerando el crecimiento poblacional de la zona rural de Arauca, otro punto a considerar, es la afectación socioeconómica derivada del conflicto armado que históricamente ha marcado el bajo desarrollo y progreso de este territorio. Así pues, en un reporte de acuerdo con el (DANE, 2018), se encontró que las condiciones de habitabilidad de los usuarios del sector corresponden a características de servicios básicos e incompletos; en otras palabras, se clasifican dentro del estrato 1- bajo. Del mismo modo, el usuario potencial del prototipo de esta localidad, tiene una edad promedio entre 12 a 65 años; y en su mayoría, los habitantes de la zona trabajan desde temprana edad ejerciendo labores de campo para suplir sus necesidades diarias.

Habría que mencionar, además el perfil socioeconómico de la región, que se caracteriza por ser un área productiva, con intercambio constante entre el sector rural y urbano. Esto indica un amplio potencial de actividad agrícola, que conviene ser articulado en el diseño de un espacio destinado a la productividad en el prototipo.

En cuanto a, el predio donde será implantado el prototipo de vivienda, se localiza en la zona rural de Saravena (Arauca) en la vereda Bojabá, concretamente, en el sector conocido como Cuatro esquinas, paralelo a la vía nacional 66. El estado actual del área de intervención cuenta con condiciones aceptables, como vías transitables de acceso al predio y desagües que facilitan el drenaje en épocas de lluvia.

Mientras tanto, en las propuestas de vivienda rural del municipio de Saravena, se evidencia el no aprovechamiento del recurso de aguas lluvias y el mal manejo de materiales ecológicos propios del entorno, donde el diseño responda a necesidades de eficiencia práctica, distribución espacial y utilización de los recursos del medio, considerando que podrían ser beneficios significativos para esta zona. Para ello, estos recursos serán integrados en un diseño arquitectónico sostenible que proporcione flexibilidad en la construcción, funcionalidad y distintas alternativas de habitabilidad, que generen como resultado un diseño arquitectónico de un prototipo de vivienda rural sostenible.

1.2 Justificación

La presente propuesta arquitectónica propone un prototipo de vivienda con criterios de sostenibilidad, a partir de un diseño que ofrece mayor eficiencia espacial en una vivienda rural teniendo en cuenta sus rutinas diarias. Esto se logra a partir de módulos adaptables que permiten construir la vivienda por fases y, además, brindan mayor comodidad al desarrollar las actividades

domésticas, aún sin tener construida la totalidad de la vivienda. Así, los usuarios tienen la oportunidad de habitar su vivienda con una inversión inicial menor, que progresivamente hace posible la terminación del prototipo.

Con respecto a la materialidad, la propuesta contempla implementar elementos constructivos ecológicos nativos que representan parte de la identidad para los habitantes de la región. Estos materiales constructivos generan un mínimo impacto ambiental, y se implementan en el diseño de la vivienda por su fácil obtención en el territorio. Además, están asociados a técnicas de construcción vernácula, por lo cual se contempla la participación de la comunidad en la construcción e instalación del prototipo. De esta manera, los usuarios acceden a una vivienda sostenible que está a su alcance y que ofrece estabilidad y comodidad para el oportuno desarrollo de sus actividades diarias.

Por otro lado, el diseño contempla el aprovechamiento de las aguas lluvias utilizadas en actividades de la vivienda tales como lavado, descarga de inodoros, riego de cultivos y algunas actividades agrícolas. Este aprovechamiento garantiza el ahorro de un porcentaje del consumo de agua, con lo cual se integra al diseño un criterio de sostenibilidad fundamental que destaca este prototipo de vivienda.

1.3 Objetivos

1.3.1 Objetivo general

Diseñar un prototipo de vivienda en la zona rural de Saravena Arauca con criterios de sostenibilidad a partir de la arquitectura modular.

1.3.2 *Objetivos específicos*

- Identificar las condiciones actuales de habitabilidad y necesidades del usuario, mediante trabajo de campo con el fin de integrar al proyecto la experiencia de la comunidad.
- Analizar proyectos referentes de vivienda rural que vinculen criterios de sostenibilidad y áreas productivas en el prototipo.
- Proponer soluciones modulares flexibles que se adecuen a los requerimientos económicos de los usuarios y a las funciones propias de la vivienda rural en Saravena.
- Plantear materiales del entorno con bajo impacto ecológico para la construcción del prototipo.
- Implementar estrategias de recolección de aguas lluvia en la vivienda.

1.3.3 *Descripción de los objetivos*

Reconocimiento de la comunidad y necesidades del usuario: Como primer objetivo del proyecto se planteó analizar las condiciones actuales de habitabilidad y dinámicas humanas brindadas por el sector mediante trabajo de campo. Este ítem tiene en cuenta las sugerencias y necesidades presentadas por la comunidad, con el fin de diseñar una propuesta acertada que responda las peticiones del usuario potencial y permita desarrollar el proyecto arquitectónico con el mínimo impacto en su entorno.

Análisis y propuestas modulares para lograr mayor eficiencia en la vivienda rural: la propuesta arquitectónica dispone las áreas de una vivienda rural, a partir de módulos adaptables para su construcción por fases. Esta estrategia permite mayor comodidad para el desarrollo de las actividades, y hace posible la habitabilidad de los espacios planteados sin concluir la totalidad de

la vivienda. Este objetivo incluyó un módulo replicable, que permite la adición o sustracción de áreas al prototipo, generado por etapas de crecimiento familiar y productivo.

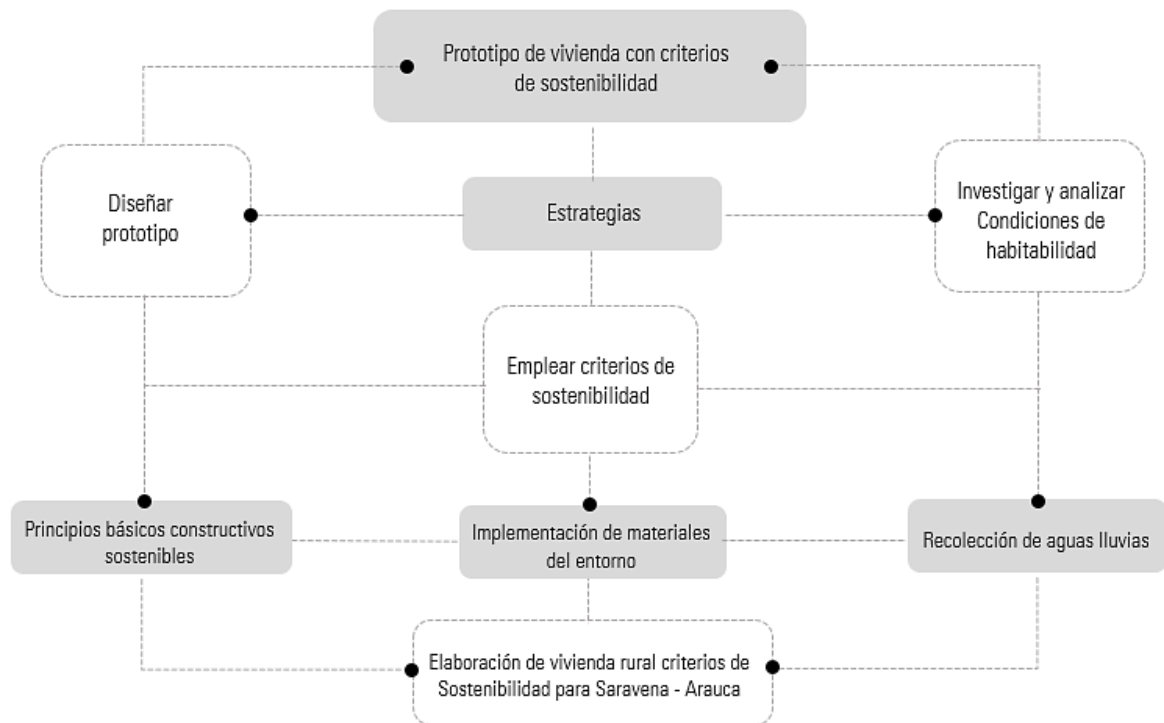
Estas etapas se organizan de la siguiente manera:

- Prototipo 1 (vivienda unifamiliar básica 4 personas)
- Prototipo 2 (crecimiento del prototipo 6 personas)
- Prototipo 3 (vivienda con adaptación de módulo comercial)

Planteamiento de materiales del entorno con bajo impacto ecológico: En esta fase se identificaron materiales óptimos que permiten el mejoramiento del confort térmico y favorecen el diseño arquitectónico del proyecto. Para lograrlo se manejan materiales ecológicos del entorno inmediato, aprobados como materiales sostenibles que se adecuan a la construcción de vivienda para esta zona.

Estrategias de recolección de aguas lluvia en la vivienda: En este objetivo se logra diseñar un prototipo de vivienda que recolecte y aproveche las aguas lluvia, mediante un sistema de riego que las filtra, a través de un drenaje natural de distintas capas de materiales granulares. Esta estrategia beneficia las necesidades agrícolas, invirtiendo el agua recolectada en determinados espacios y labores desarrolladas en la vivienda rural.

Figura 1. Diagrama de flujos



2. Marco referencial

A continuación, se exponen los referentes seleccionados en la investigación previa, teniendo en cuenta cuáles factores están más relacionados con nuestra tipología con base en a estudios sostenibles, uso de materialidad del entorno y la habitabilidad en las viviendas rurales:

- Modelo de vivienda rural sostenible Tunja- Boyacá
- Casa invernadero con criterios de sostenibilidad Sumapaz-Bogotá.
- Modelos de vivienda productiva Eco-Sostenible Puente Nacional Santander.

Esta primera tipología de vivienda se consideró como referencia debido a sus criterios de sostenibilidad, al confort que su diseño ofrece en un tipo de clima extremo, y de igual manera, por a la autosuficiencia como vivienda adaptada para satisfacer las necesidades de trabajo y economía.

Por tanto, esta tipología logra un diseño de vivienda acertado para el entorno y ocupación de sus habitantes.

En el caso del segundo modelo de vivienda, es pertinente mencionar que este busca generar y brindar soluciones de habitabilidad a la vivienda rural tradicional con prototipos que se ajusten a los contextos sociales, geográficos y ambientales de la vivienda. Este referente incluye estrategias arquitectónicas apoyadas en tecnologías que garanticen el acceso y la calidad de los servicios en el medio rural. Con ello, espera elevar el grado de bienestar y potenciar la agricultura, fomentando la actividad económica continua, mediante preservación de los servicios ecosistémicos.

Finalmente, en el tercer referente se analiza un modelo de vivienda rural productiva eco-sostenible. De acuerdo con distintos aspectos estructurales identificados en el lugar, se plantea una metodología de ubicación de la vivienda teniendo en cuenta estudios bioclimáticos, que incluyen los cultivos y la producción orgánica. Además, el referente considera diferentes energías alternativas para la consolidación de la vivienda sostenible; entre ellos la recolección de aguas lluvia, proceso de biodigestor, trampa de aguas grises, abonos orgánicos y barreras vivas contra vientos secos. Con todos estos elementos se pretende responder al cambio climático, mejorar la calidad de vida del campesino y dignificar su trabajo.

Análisis de relación entre proyectos referentes

Estas propuestas seleccionadas, plantearan soluciones tecnológicas y espaciales; que permitan el útil desarrollo de sus labores diarias, teniendo en cuenta la importancia de la funcionalidad de los espacios con respecto a su ventilación, iluminación, conexión de espacios y la relación entre ellos, también se demuestra la intención de ofrecer una volumetría distinta a lo habitual, buscando que las estructuras fueran sismorresistentes y de practica de construcción.

Además, los diversos prototipos de vivienda rural beneficiaran a sus usuarios logrando mantenerse cerca de su producción, buscando su autosuficiencia, ahorro y productividad in situ, crecimiento sostenible que sería viable emplear en las viviendas rurales.

Figura 2. *Análisis tipología 2 de vivienda rural sostenible - Diseño elaboración propia a partir de proyecto de grado aprovechamiento de los servicios ecosistémicos*

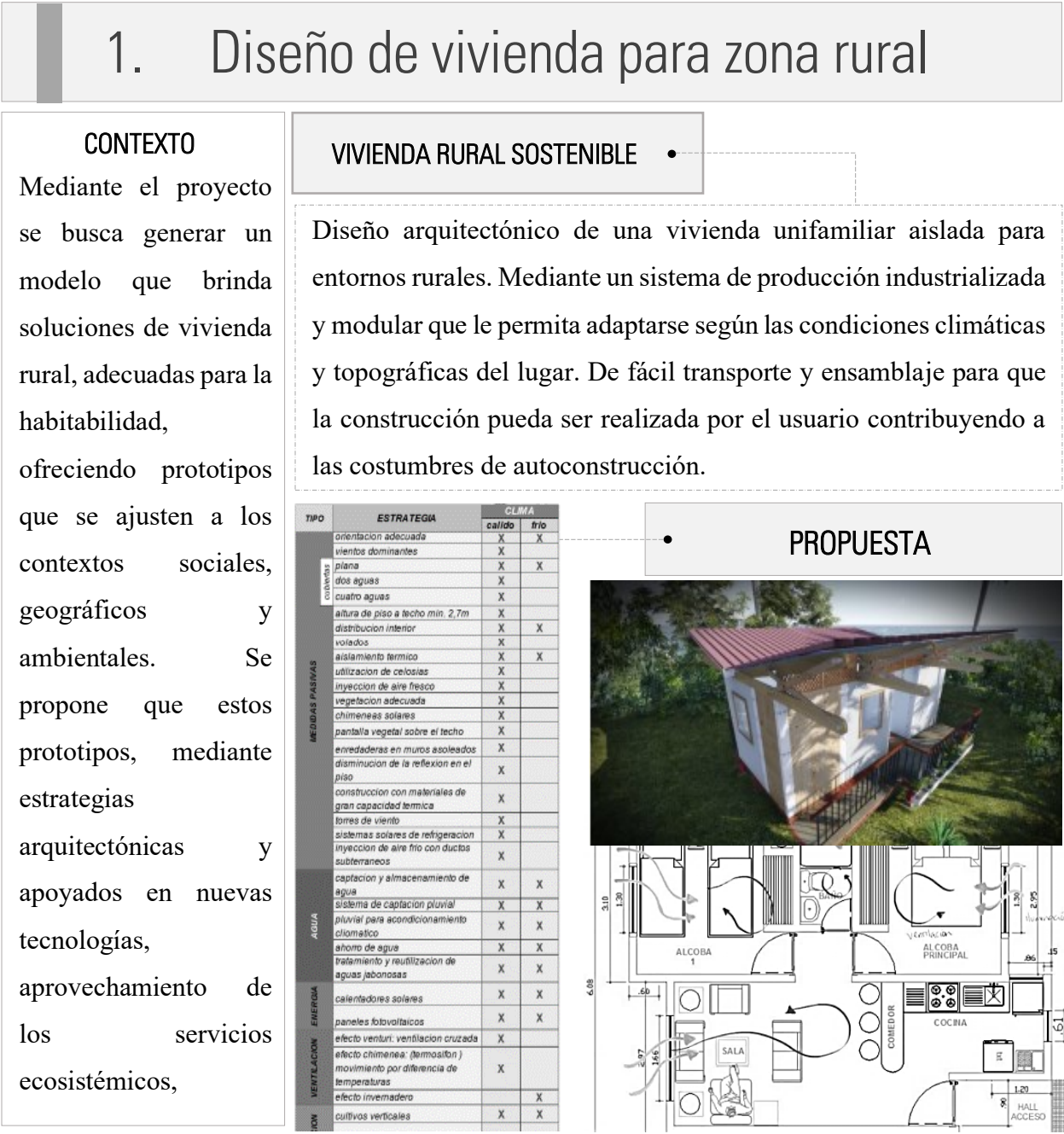


Figura 3. Memoria análisis tipología de vivienda rural sostenible - Diseño elaboración propia a partir de [Archdaily.co/vivienda rural sostenible y productiva en Colombia](http://Archdaily.co/vivienda-rural-sostenible-y-productiva-en-Colombia)

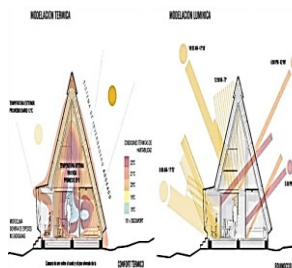
2.

Análisis vivienda invernadero

UBICACIÓN

Territorio Sumapaz-
Bogotá, Localidad de
carácter rural con 780
kilómetros cuadrados
con 5.667 habitantes.

DETERMINANTES CLIMÁTICAS



DETERMINANTES SENSORIALES

Espacios donde se
puede percibir una
sensación de libertad e
inspiran a las personas
por su luz natural y
vertientes de aire en el
lugar.

VIVIENDA INVERNADERO

No es sólo una estructura espacial cerrada cubierta por materiales transparentes, también es un patio cubierto para épocas de lluvia, un lugar para producir y cuidar de las heladas nuestros alimentos, un espacio de encuentro familiar y comunitario, un dispositivo térmico que calefacta una vivienda de forma segura y eficiente.

PROPUESTA

Esta propuesta lleva a una reflexión la cual nos apunta al margen de la sostenibilidad del origen bioclimático con baja utilización de uso energético (área sostenible) ya que no se tienen en cuenta los climas extremos y geografías pronunciadas.

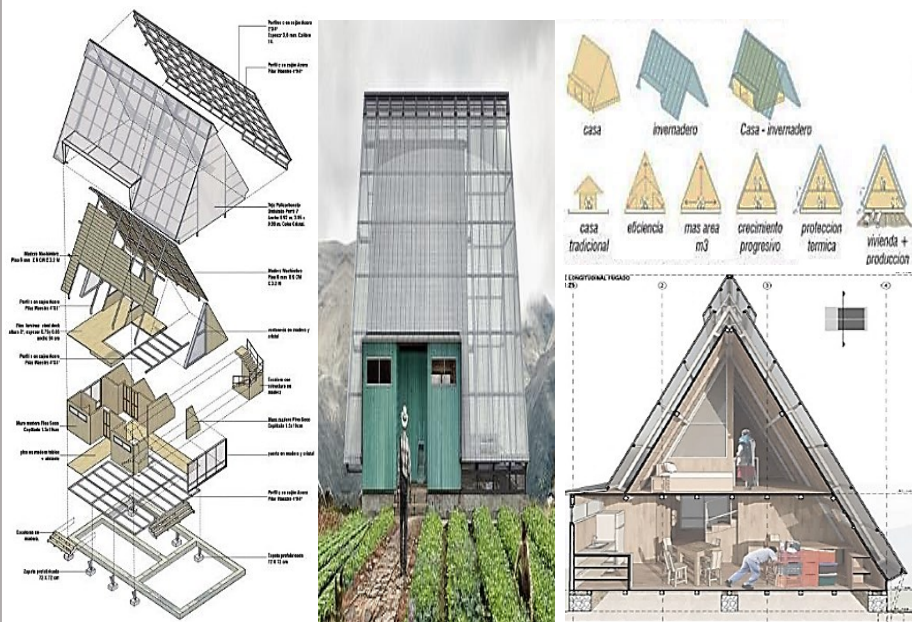


Figura 4. Memoria tipología 3 vivienda productiva ecosostenible. Diseño elaboración propia, información tomada de trabajo de grado universidad piloto de Colombia

3. Vivienda productiva eco-sostenible

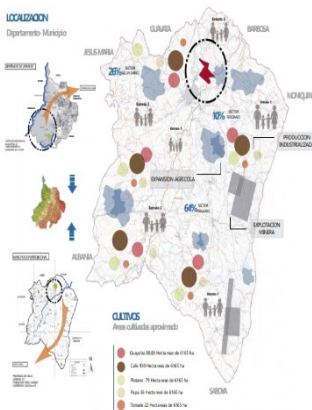
Localización

Territorio Puente
Nacional – Santander.

Tipo de clima Templado
Índice de población
total:

12.668 habitantes.

Principal fuente de
economía: agricultura
pecuaria, agricultura
industrializada, forestal
y minería; éstas dentro
del sector primario con
un 64%



Proponer un modelo de vivienda productiva eco-sostenible en el área rural, que soporte una eventual crisis medio ambiental y de alimentos, teniendo en cuenta alternativas de energías renovables, buen uso del suelo, mano de obra local y construcción colectiva, además de incluir la producción orgánica y adecuación a unas determinantes físicas y geográficas del lugar.

ESTRATEGIAS

Vivienda productiva eco sostenible

1. gestión y tratamiento de residuos urbanos, reducción compras de materias primas

2. aprovechar las energías e integrar los paneles solares a la vivienda

3. recolección de aguas lluvias para uso comunitario.

OBJETIVO

El proyecto tendrá como prioridad no solo cultivos orgánicos sino generar una vivienda que soporte los inviernos más fuertes y los veranos más duros, esto hará que funcione y esté preparada para una eventual crisis medio ambiental y de alimentos.

OPORTUNIDADES Externo



1. La mayoría de la población se encuentra en el área rural, siendo esto una oportunidad para generar vivienda productiva fomentando la agricultura orgánica y el modo de vivienda eco sostenible

2. El uso actual presenta un 66% en pastos limpios, pastos arbolados; y espacios naturales bien drenados

FORTALEZAS Interno



1. El 98% del paisaje presenta varios matices morfológicos y variedad de suelos

DEBILIDADES Interno



1. Alto índice con un 92% de movimiento masal, debido a la cordillera siendo la más joven la cordillera oriental.

2. Debido a la acidez del suelo producida por el sector pecuario se generan contaminación en los cultivos y poca permeabilidad en estos.

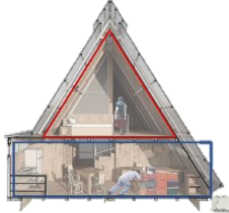
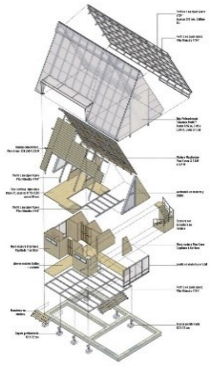
AMENAZAS Externo



1. La vegetación natural está compuesta en su mayoría con el 99% por helechos, machos, siendo muelle su mayoría

- debido a que las bosques en el área rural las entorpecen o las quemar puede incrementar el CO2 en la región

Tabla 1. Comparativo entre referentes

Proyecto	Localización	Sistema de orden	Objetivo	Propuesta
Casa invernadero	Suma paz - Bogotá Localidad de carácter rural con 780 kilómetros cuadrados con 5.667 habitantes.	Sobreposición elementos geométricos (triángulo y el rectángulo) que tienen principios de ordenamiento cuyo triangulo enmarca la jerarquía del proyecto y el rectángulo sería su base. 	Su principal objetivo es realizar un espacio residencial, diseñado para suplir las necesidades de los usuarios en términos de productividad y viabilidad.	
Vivienda rural sostenible	Tunja-Boyacá es la ciudad capital más alta del país con una población 172.548 habitantes	Este prototipo de vivienda se caracteriza por tener un elemento geométrico rectangular como único en su diseño ya que se torna repetitivo en los demás aspectos de la vivienda, como lo es cubierta y áreas de ventilación abiertas. 	Un sistema de producción industrializada y modular que le permita adaptarse según las condiciones climáticas y topográficas del lugar. De fácil ensamblaje para que la construcción pueda ser realizada por el usuario contribuyendo a las costumbres de autoconstrucción.	
Vivienda productiva eco-sostenible	Puerto Nacional Santander, tipo de clima Templado 12.668 habitantes -Índice de población total:12.668 habitantes.	La geometrización de este proyecto se basa en tomar como volumen a un cubo y replicarlo para obtener un conjunto de casas con una fácil distribución de espacios para ampliar o reducir su productividad sin afectar la 	Busca adaptarse a cualquier tipo de clima o condiciones demográficas del entorno, logrando ser un prototipo de vivienda con aprovechamiento en su construcción con materiales del entorno.	

2.1 Marco teórico

A partir de los enfoques que corresponden al tema de vivienda rural con criterios de sostenibilidad, se destacan algunas corrientes conceptuales de la gestión ambiental que determinan como un concepto a:

“El ambientalismo moderado que se establece como una corriente que pretende hacer compatible el desarrollo basado en el crecimiento económico y el cuidado de la naturaleza...” (Sánchez, 2014, p.149).

Además, un nuevo pensamiento relacionado con lo anterior determina un factor importante en el informe de Brutland (1987) y describe que:

El desarrollo sostenible es un concepto que aparece por primera vez en 1987. Este alertaba las consecuencias medioambientales negativas del desarrollo económico y la globalización, tratando de buscar posibles soluciones a los problemas derivados de la industrialización y el crecimiento de la población. De igual forma se establecía alcanzar los objetivos de desarrollo humano y al mismo tiempo sostener y proporcionar la capacidad de los sistemas naturales, y los servicios del ecosistema que en función dependen de la economía y la sociedad.

Este desarrollo de bienestar individual y colectivo se expresa como sostenibilidad al desarrollo, que satisface las necesidades del presente sin comprometer la capacidad de las futuras generaciones, garantizando el equilibrio entre el crecimiento económico, el cuidado del medio ambiente y el bienestar social.

2.2 Marco conceptual

A partir del concepto de prototipo de vivienda rural. Giraldo (1988) afirma que:

Se denomina vivienda rural a aquellas edificaciones que, además de servir principalmente de alojamiento de las personas, cuentan con dependencias, instalaciones o servicios concebidos para ser utilizados como elementos auxiliares de las faenas agrícolas o explotaciones agrarias con independencia de donde están situadas, las cuales respondan a la actividad económica en la que basen sus ingresos. (p.8).

Por otro lado, nos referimos a la satisfacción de las necesidades actuales sin comprometer la capacidad de las generaciones futuras, dada como:

Sostenibilidad, Bolf (2012) describe que es:

Toda acción destinada a mantener las condiciones energéticas, informacionales, físico-químicas que hacen sostenibles a todos los seres, especialmente a la Tierra viva, la vida humana, buscando su continuidad y atender también las necesidades de la generación presente y de las generaciones futuras, de tal forma que el capital natural se mantenga y se enriquezca su capacidad de regeneración, reproducción y evolución (p.1).

Asumiendo los criterios anteriores se obtiene una definición conjunta que determina el concepto de vivienda rural sostenible.

“La vivienda rural sostenible está proyectada para suplir las necesidades o intereses que tenga el usuario sin comprometer las capacidades de las generaciones futuras, con ayuda de elementos naturales y materiales propios de la región que están a su alcance. Optando por el uso de algunos principios como: materiales constructivos reciclables, aprovechamiento de energía solar, recolecta de aguas lluvias, ...” (Acevedo, 2015, p.8).

A su vez, recursos de diseños arquitectónicos que permitan establecer satisfactoriamente un proyecto como prototipo de vivienda rural con criterios de sostenibilidad.

2.3 Marco legal

Dentro del marco normativo analizamos la problemática actual sobre la vivienda rural en Saravena - Arauca, considerando fuentes y normativas que se relacionan con la construcción sostenible y el reglamento existente para la ejecución del prototipo. De igual modo se analizó el departamento de planeación, continuado con el estudio del plan de desarrollo urbano propuesto para la ciudad de Arauca.

- (Acuerdo No.4, 2010)
- (Decreto 890, 2017)
- (RCS, 2015)

Tabla 2. *Fuentes y normativas*

Fuentes y normativas	Nombre	Año	Páginas web oficiales
Entidades que manejan la normativa	Reglamento colombiano de construcción sostenible	2015	grandesrealidades.argos.co/reglamento-construccion-sostenible/
	Consejo colombiano de construcción sostenible	2008	www.cccs.org.co/wp/
	Ministerio de vivienda rural en Colombia	2019	www.minagricultura.gov.co/Paginas/vivien-da-rural.aspx
	Ministerio agrícola y desarrollo rural	1994	www.minagricultura.gov.co/paginas/default.aspx
Documento CONPES	Consejo nacional de política económica y social república de Colombia departamento nacional de planeación	2018	/colaboracion.dnp.gov.co/CDT/Conpes/Econom%C3%B3micos/3919.pdf
Articulación con Planes de desarrollo /POT PBOT EOT	Min ambiente	2011	www.minambiente.gov.co/index.php/component/content/article?id=2054:plantilla-asuntos-ambientales-y-sectorial-y-urbana-sin-galeria-88
	PBOT de Saravena	2009	/saravenaarauca.micolombiadigital.gov.co/sites/saravenaarauca/content/files/000092/4551_acuerdo_4_10_pbot.pdf
	Ley 388	1997	Licencias urbanísticas PBOT

Hay que mencionar, además que el plan básico de ordenamiento territorial de la zona a analizar, no ha sido renovado desde el 2009, de igual manera podemos tomar referencias normativas, legislativas y topográficas del sector destinado a trabajar.

Tabla 3. *Identificación de requerimientos técnicos del objeto de estudio a partir de las normas.*

Norma o doc. técnico	Requerimientos técnicos relaciones urbanas	R.T en condiciones del lote	R.T en espacios de vivienda	R.T para áreas
Decreto 890, de 2017	N/A	N/A	“Por el cual se dictan disposiciones para la formulación del Plan Nacional de Construcción y Mejoramiento de Vivienda Social Rural”	N/A
Plan Básico de Ordenamiento Territorial de Saravena-Arauca, 2009	Se establecen algunas normativas de ordenamiento territorial que organizan el entorno rural en donde se implantará el proyecto.	N/A	N/A	N/A
Documento CONPES (Ley 400 de 1997)	N/A	N/A	Por la cual se adoptan normas sobre construcciones sismo resistentes.	N/A

Según los decretos, normas y documentos encontrados se entiende que:

El decreto 890 de 2017, afirma que existen disposiciones para la formulación del Plan Nacional de Construcción y Mejoramiento de Vivienda Social Rural.

En cuanto a, el plan básico de ordenamiento territorial de Saravena, no ha sido renovado desde el 2009, por lo tanto, es pertinente tomar como referente el plan del departamento de Arauca para sacar algunas determinantes al momento de ejecutar el proyecto.

Por otro lado, según la Ley 400 de 1997, el uso primordial de las construcciones debe ser la habitación u ocupación para los seres humanos y el desarrollo sostenible que enmarca el

desarrollo equilibrado y permanente de tres elementos fundamentales conocidos como las dimensiones del desarrollo: (i) sostenibilidad económica; (ii) sostenibilidad ambiental; y (iii) sostenibilidad.

En conclusión, se analiza que la normativa de este lugar se plantea como una normativa ideal ya que de ella no se posee información relevante en el PBOT, por lo tanto, no hay una clara existencia normativa aplicable para este sector, y por ello se considera plantear:

Perfiles peatonales más demarcados en el entorno ya que se evidencian con gran dificultad por su falta de mantenimiento y poca intervención por parte de la entidad encargada.

Protagonizando las vías vehiculares como segundo ítem se puede sintetizar la implementación de retrocesos específicos como

Perfiles frontales: un espacio considerado que genere seguridad y su respectiva formación vial en el frente del terreno escogido

Perfiles perimetrales: planteando retrocesos mínimos perimetrales de 5 metros libre de zona peatonal para su adecuada afluencia de vehículos en la zona.

3. Método

Figura 5. *Diagrama general de metodología*

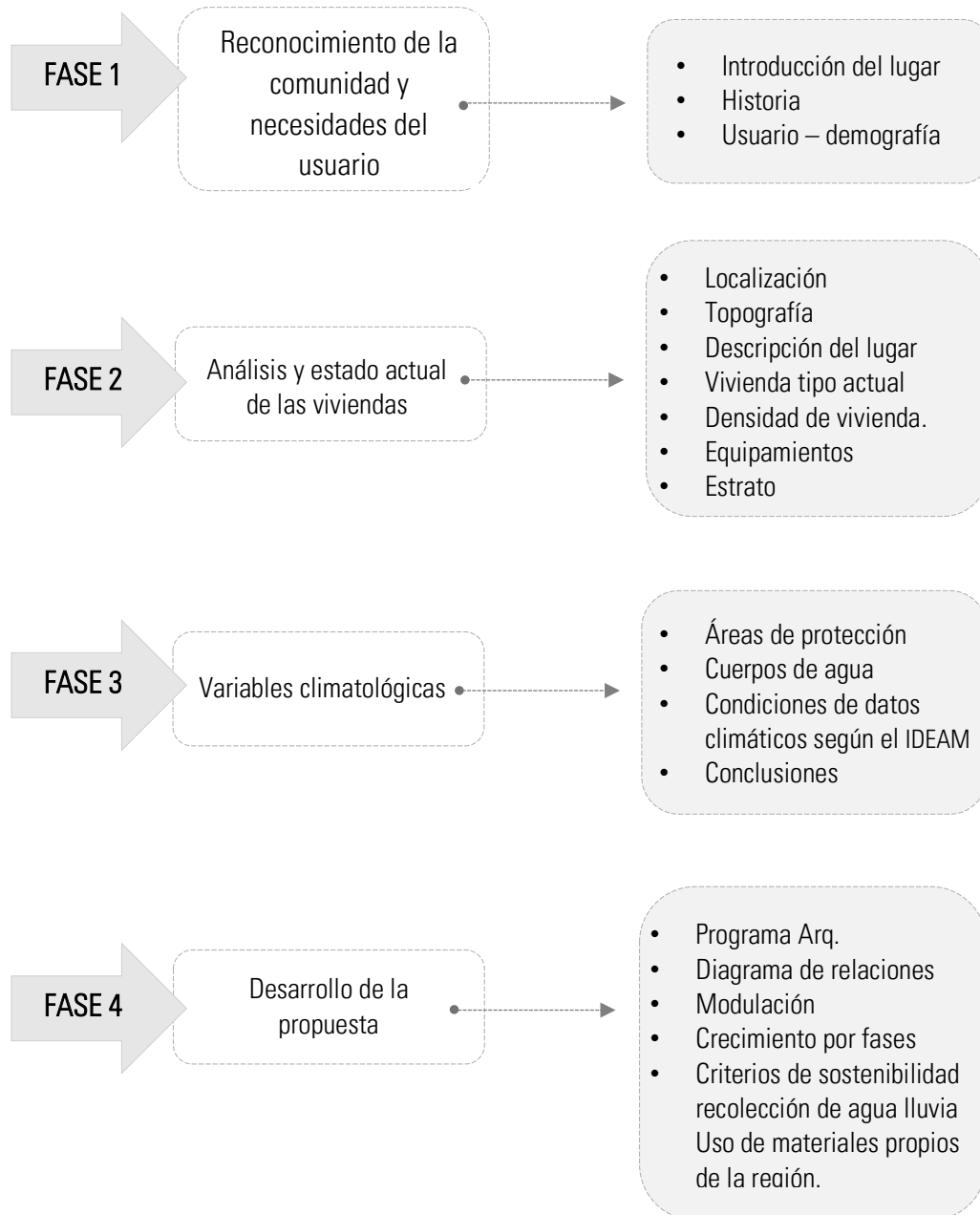
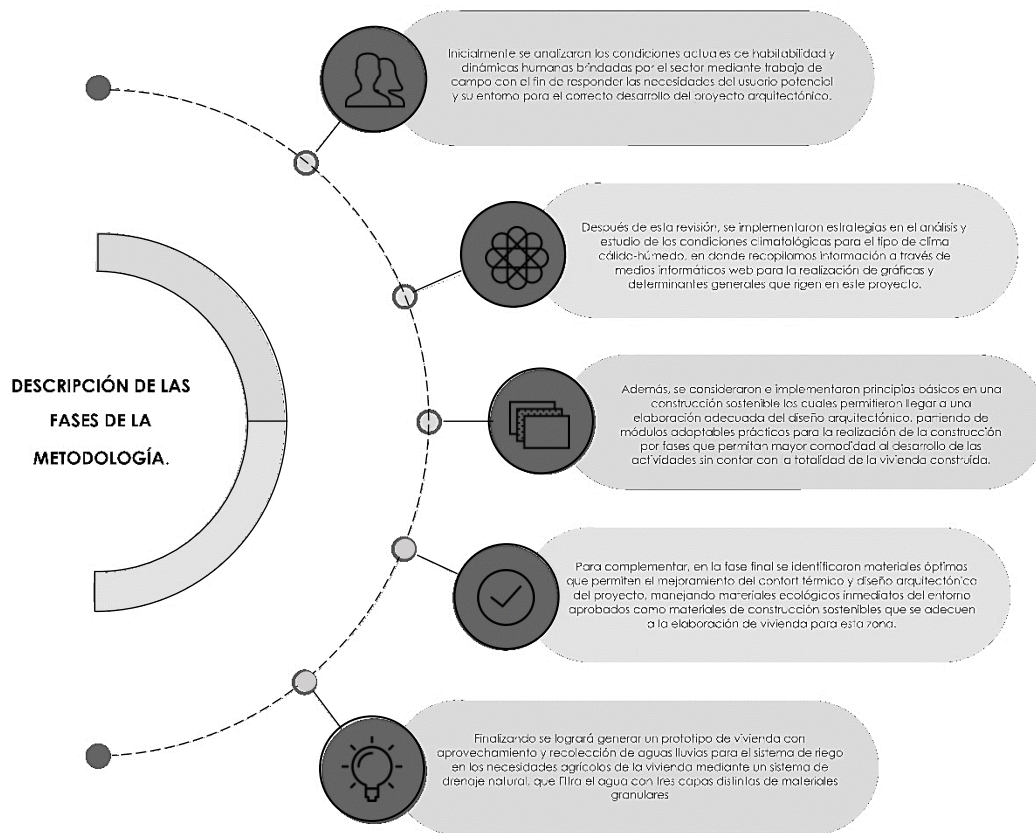


Figura 6. Descripción diagrama general metodología



3.1 Introducción de la metodología

Inicialmente se analizaron las condiciones actuales de habitabilidad y dinámicas humanas brindadas por el sector mediante trabajo de campo con el fin de responder las necesidades del usuario potencial y su entorno para el correcto desarrollo del proyecto arquitectónico.

Después de esta revisión, se implementaron estrategias en el análisis y estudio de las condiciones climatológicas para el tipo de clima cálido-húmedo, en donde recopilamos información a través de medios informáticos web para la realización de gráficas y determinantes generales que rigen en este proyecto.

Además, se consideraron e implementaron principios básicos en una construcción sostenible los cuales permitieron llegar a una elaboración adecuada del diseño arquitectónico, partiendo de módulos adaptables prácticos para la realización de la construcción por fases que permitan mayor comodidad al desarrollo de las actividades sin contar con la totalidad de la vivienda construida.

Para complementar, en la fase final se identificaron materiales óptimos que permiten el mejoramiento del confort térmico y diseño arquitectónico del proyecto, manejando materiales ecológicos inmediatos del entorno aprobados como materiales de construcción sostenibles que se adecuen a la elaboración de vivienda para esta zona.

Finalizando se logrará generar un prototipo de vivienda con aprovechamiento y recolección de aguas lluvias para el sistema de riego en las necesidades agrícolas de la vivienda mediante un sistema de drenaje natural, que filtra el agua con tres capas distintas de materiales granulares implementando el agua recolectada en determinados espacios y labores desarrolladas en la vivienda rural.

3.2 Descripción de las fases

3.3 Fase 1. Reconocimiento de la comunidad y necesidades del usuario

3.3.1 Introducción del lugar

Saravena es un municipio perteneciente al departamento de Arauca, localizado en el oriente de Colombia. Esta región se caracteriza por sus tierras fértiles, variedad de afluentes hídricas y, por tanto, goza de diversidad en flora y fauna, que convierten al sector en un buen escenario para el desarrollo humano.

Figura 7. Municipio de Saravena- Arauca



Tomado de Alcaldía de Saravena (2017).

Además, este municipio es reconocido como un municipio libre, luchador, emprendedor, que a pesar de todo lo que tuvo de confrontar en momentos difíciles de lucha por actores armados subversivos del conflicto, logro salir adelante con esfuerzo, lucha y merito demostrando que se puede hacer la diferencia.

3.3.2 Historia

Este municipio surgió gracias a la colonización de mediados del siglo XX, tomando como base de su población a grupos provenientes de prácticamente todo el país que hoy en día se caracteriza por ser el más importante centro comercial del piedemonte araucano de Colombia.

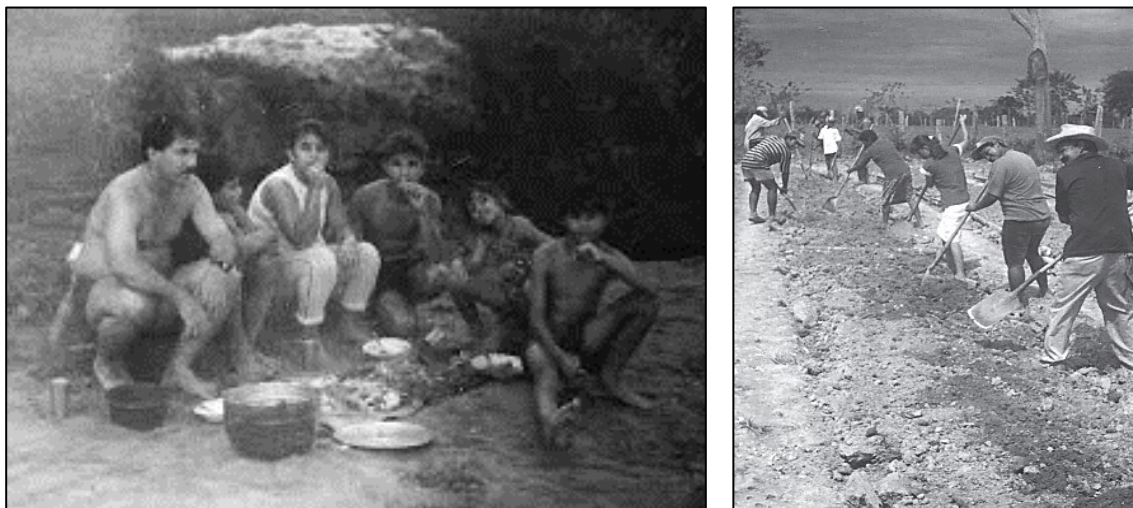
Saravena- Arauca fue fundada por un grupo de colonos provenientes de Santander y de otros Departamentos del Interior del país, en 1972 el INCORA tomó las riendas del proyecto de colonización y debido a la gran distancia que los campesinos debían recorrer para su aprovisionamiento decide construir a orillas de la quebrada "LA PAVA" una cooperativa agraria alrededor de la cual empiezan a asentarse los colonizadores hasta formar una especie de caserío llamado las Pavas.

Figura 8. *Calle principal de Saravena en los años 1970*



Tomado de Jaimes (2017).

Figura 9. *Historia del sarare*



Tomado de Currealugo (2018).

Por aquellos mismos días el nombre de las pavas cambió por el de "SARAVENA", aún no logra precisarse de donde proviene exactamente la palabra Saravena, pues, mientras unos piensan que se deriva del vocablo U'wa saramina que significa "mujer recién parida", otros,

sostienen que viene de la palabra sarareña, de sarare. Saravena formaba parte del municipio de TAME, pero al llegar la colonización fue ascendido a Inspección de policía, al poco tiempo fue corregimiento y según decreto 2004 del 3 de febrero de 1976 fue erigido como municipio teniendo como conclusión que los pobladores originarios de la región fueron los indígenas u'wa, betoye y guajibó, sin embargo, para el sector analizado, se consigue identificar que la cultura ha tenido cambios y son pocos los habitantes nativos que residen allí.

3.3.3 *Habitantes*

El usuario potencial de esta población emerge desde los 12 a 65 años, en este sector la población trabaja desde temprana edad ejerciendo labores de campo para suplir sus necesidades diarias optimizando con su trabajo comida y residencia en el mismo entorno de vivienda.

Además, los habitantes promedios son Campesinos netos de Saravena, Indígenas y algunas personas que han sido desplazadas de los municipios cercanos.

Figura 10. *Habitantes del sector de 4 esquinas y sus alrededores*



Tomado de Currealugo (2018).

3.3.4 Demografía

Se analiza la composición por grupos de edad y sexo, donde se identifica la proporción infantil, joven, adulta y anciana, con el fin de conocer el estado y disponibilidad del recurso humano.

Tabla 4. *Población por edades*

Edades	Población	Porcentaje
Menores de 1 año	982	2.09%
De 1 a 14 años	16.419	35.09%
De 15 a 59 años	18.073	38.63%
Mayores de 60 años	2.057	4.39%
Mujeres en edad fértil y embarazo	9.242	19.75%
Total	46.773	100%

Figura 11. Análisis de la población



3.3.5 Estrato socioeconómico

La estratificación socio económica de la cabecera mundial de Saravena, departamento de Arauca determina por el instituto geográfico Agustín Codazzi en mapas de zonas homogéneas geoeconómicas; mapa de subzonas homogéneas físicas y mapas de usos.

Tabla 5. Estratificación socio económica de la cabecera mundial de Saravena

Estrato	N.º zona	Usos	Característica
	01 - 02 – 03	Comercial	Servicios básicos + complementarios
3	20 – 30	Residencial	Servicios básicos, vías pavimentadas
	80 - 81- 82	Institucional	S.B vías en pavimentación
2	21- 31	Residencial	Servicios básicos
	70	Zona industrial	Servicios básicos
1	22 - 10	Residencial	Servicios básicos incompletos

Adaptada de Agustín Codazzi/Saravena (2021).

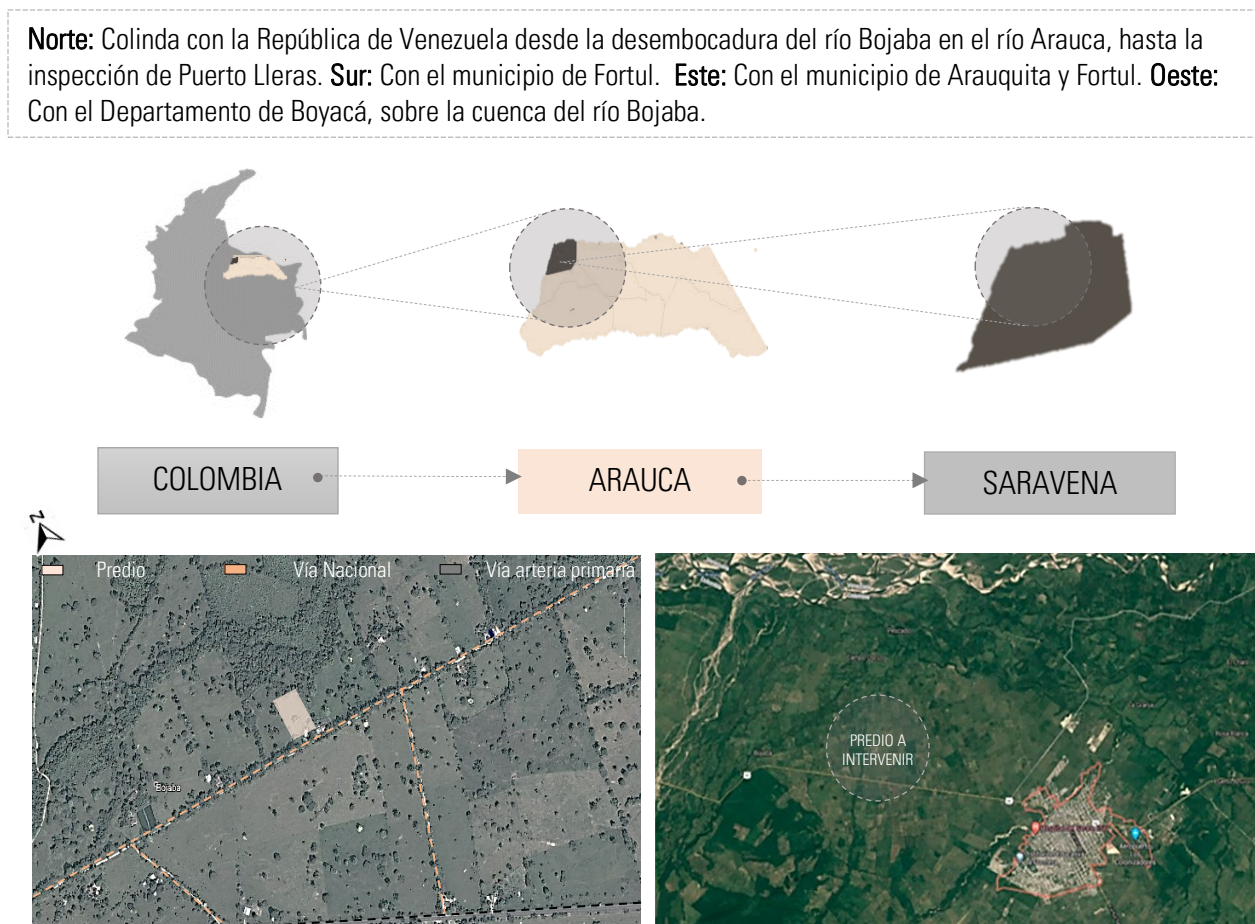
Pese a las condiciones en las que viven los usuarios de este sector se clasifica como estrato 1 dado que en lo que concierne a vivienda por el uso - actividad y características del sector los servicios son básicos e incompletos. Por otro lado, se reconoce que la estratificación social y el perfil socioeconómico de la región es muy activo, generando intercambio constantemente entre los sectores urbano y rural donde la agricultura y la ganadería forman un renglón primordial en el desarrollo de la economía del sarare.

3.4 Fase 2. Análisis y estado actual de las viviendas

3.4.1 Localización

El predio a intervenir está ubicado en la zona rural de Saravena-Arauca, en el sector 4 esquinas, vereda Bojaba en donde se aproxima al predio, está la ruta nacional 66. La temperatura varía entre los 31° a 35° con una humedad del 62% clasificándolo como tipo de clima cálido-húmedo. La altitud de la cabecera municipal varía desde los 190 a 2.600 m.s.n.m. (metros sobre el nivel del mar).

Figura 12. Localización del predio a intervenir Mapa de cuatro esquinas, Saravena

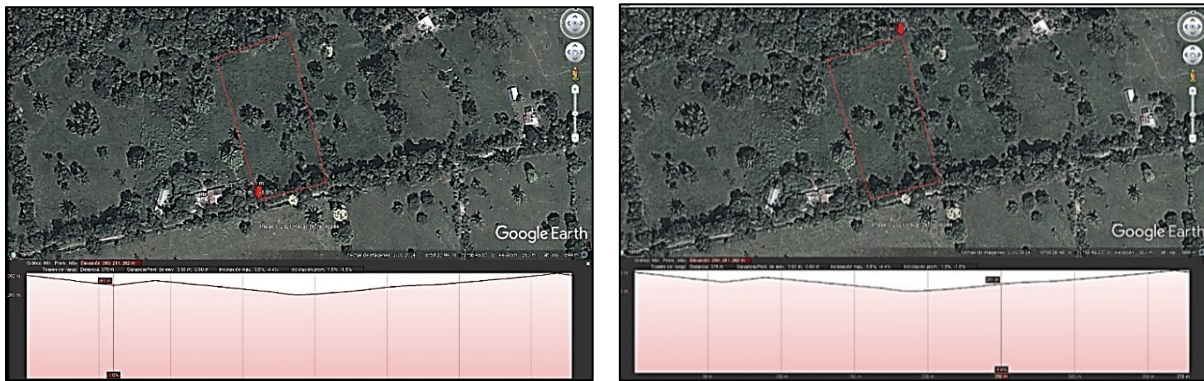


Tomado de Google Maps (2020).

3.4.2 Topografía del lote

Topografía ondulada a plana, textura arenosa con cantos rodados, drenaje rápido. Con prácticas muy rigurosas de drenaje, nivelación de zurales y fertilización son aptas para pastos mejorados y cultivos de arroz, maíz y yuca en forma localizada.

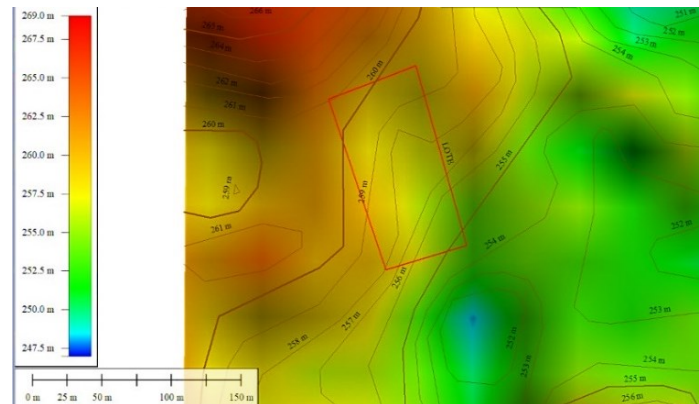
Figura 13. *Topografía del lote – Saravena cuatro esquinas*



Tomado de Google Earth (2021).

En materia topográfica el predio varía su altitud entre las elevaciones 255 y 26 m.s.n.m teniendo como punto de referencia más alto la zona lateral derecha y posterior izquierda del lote, teniendo como síntesis que el desnivel varía 1 metro entre cotas.

Figura 14. *Materia topográfica del sector 4 esquinas*



Tomado de Topographic Map (2021).

No obstante, el terreno seleccionado no supera entre sus curvas la mayor suma de 1 metro de nivel, determinándolo como un terreno relativamente plano ya que es algo muy común y característico por ser del “llano”.

3.4.3 Descripción del lugar

Figura 15. *Estado actual del predio a intervenir 4 esquinas. (2021)*



En la zona rural de Saravena Arauca en el sector 4 esquinas se encuentra localizado el predio elegido. Para el ingreso a este predio se efectúa de forma inmediata a la vía arteria que conecta la vereda 4 esquinas con la ruta nacional 66 y se necesita de la autorización del dueño ya que se encuentra delimitado con alambre de púa que divide el predio de los demás y a veces es vigilado por los habitantes colindantes de este terreno.

Esta propiedad se caracteriza por sus extensas capas de zonas vegetación, potreros a campo abierto dedicados en algunos casos a ganadería o agricultura para el sustento.

Otra característica importante es, que el predio se encuentra desocupado sin ninguna presencia de vivienda, pues lo rodean viviendas de uso rural como fincas, algunas viviendas de personas de bajos recursos y locales comerciales pequeños que suplen las necesidades del sector agrícola.

3.4.4 Estado actual de las vías

El predio a intervenir está ubicado en la zona rural de Saravena-Arauca, en el sector 4 esquinas, vereda Bojaba en donde se aproxima al predio, está la ruta nacional 66 y vías alternas por las cuales se puede acceder al sector.

En su mayoría las vías se encuentran en un estado transitable para todo tipo de vehículo y aunque las rutas alternas no cuentan con pavimentación, cumplen la función de conectar las distintas veredas de la zona rural con vía la nacional 66 que dirige a zona urbana de Saravena.

Figura 16. *Estado actual de las vías concurrentes al predio*



Se considera como una ruta de alta relevancia para el predio la Ruta 66 catalogada como vía nacional. El flujo vehicular y las vías que rodean el predio son medianamente transitadas, considerándolo como un tipo de flujo vehicular medio-bajo; En cuanto al flujo peatonal se conforma únicamente por los habitantes del sector y algunos de paso como (migrantes venezolanos) considerando este tipo de flujo peatonal medio.

Como se logra evidenciar en las imágenes actuales el estado de las vías de esta zona se encuentra un poco deterioradas debido el tráfico de carga pesada por esta vía.

Flujo vehicular (Medio)

Se evidencia un déficit en la movilidad, debido al incremento de vehículos y al diseño de las vías pues no albergan de manera eficiente los automotores; así mismo se observa, que en horarios específicos del día las vías principales del municipio tienden a congestionarse, y a su vez, se utilizan las calles como parqueaderos hacia ambos lados, situación que interfiere en el libre tránsito.

Se deben concertar estrategias eficaces, ya que la mayoría de las vías del municipio no están diseñadas, ni optimizadas para el flujo de vehículos que hay en la actualidad, lo cual hace, que, al no realizarse un continuo control sobre las vías, se genere congestión.

Flujo Peatonal (Medio)

La limitada movilidad en las vías de acceso principal al casco urbano del Municipio de Saravena afecta directamente a los 47.203 habitantes del Municipio y a las familias que viven allí y aquellas que tienen su paso obligado por este sector del puente de “La Pava” tales como el flujo de estudiantes direccionado hacia las afueras de este sector. Esto contribuye a aumentar los índices de contaminación ambiental, dañan el patrimonio público y privado, y dificultan el desplazamiento normal de las personas, vehículos y principalmente de los docentes y estudiantes.

Asimismo, diariamente los estudiantes y las amas de casa tienen que realizar largas caminatas por las calles polvorientas y en mal estado hacia sus centros de estudios y centros de abastecimiento de productos alimenticios respectivamente; situación que ha ocasionado accidentes peatonales.

3.4.5 Relación con el lote

La relación que el sector de 4 esquinas con la urbe de Saravena se considera como una relación directa hacia aspectos tales como:

- Relaciones comerciales- compra y venta de productos
- Abastecimiento e insumos
- Asistencia medica
- Fines sociales- esparcimiento

- Interacción social
- Diligencia de trámites legales

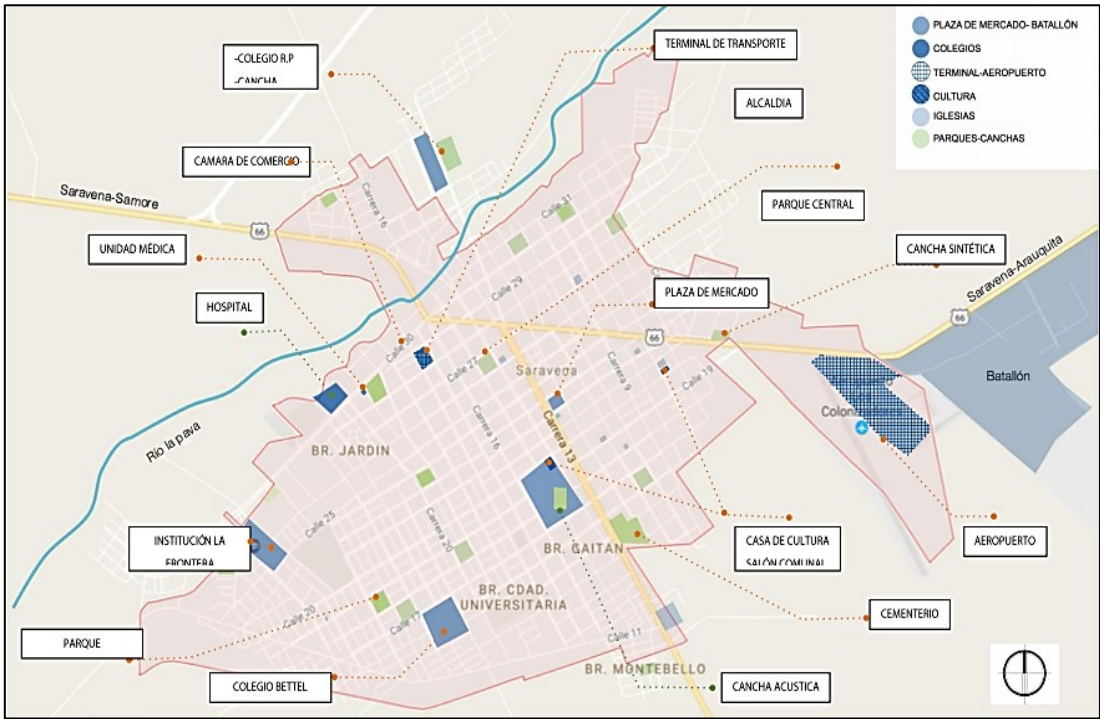
3.4.6 Usos actuales y equipamientos

Los usos actuales del sector primordialmente recaen en vivienda y agricultura ya que por ser un sector rural la mayoría de los habitantes se desempeñan en labores para el sustento diario, cultivos y ganadería.

A continuación, se mostrará por medio de un mapa algunos de los equipamientos cercanos a el sector localizados en el municipio de Saravena. Frente a el mapa de equipamientos del sector se logra evidenciar que a tan solo 15 minutos del predio encontramos beneficios de Salud, estudio y aeropuerto ya que por ser un pueblo pequeño solo cuenta con:

- 1 hospital presta el servicio, pero este no alcanza a suplir la capacidad y necesidad de la población a pesar de ser un municipio pequeño y de baja densidad poblacional por lo cual recurren al traslado de pacientes a ciudades cercanas.
- 8 escuelas, donde 1 de ellas se encuentra relativamente cerca del predio (5min) y las demás dentro del municipio de Saravena.
- 1 aeropuerto a 30 minutos que tiene servicio por solo 3 días de la semana.

Figura 17. Municipio de Saravena equipamientos



3.4.7 Densidad de viviendas

Para el análisis de vivienda se identifican aspectos estadísticos que corresponde a censos realizados por el DANE en el 2018, donde se evidencian en el Municipio Saravena:

Figura 18. Censo nacional de población y vivienda Saravena – Arauca (2020)

DANE INFORMACIÓN PARA TODOS El futuro es de todos Gobierno de Colombia									
Censo Nacional de Población y Vivienda - CNPV 2018									
Total de Unidades de Viviendas censadas según condición de ocupación, hogares y población censada a nivel nacional, departamental y municipal 2018									
TOTAL 2018									
Concepto	Unidades de Vivienda según Condición de Ocupación		Total						
Código DIVIPOLA	NOMBRE DEPARTAMENTO	NOMBRE MUNICIPIO	Total unidades de vivienda con personas ausentes	Total unidades de vivienda de uso temporal	Total unidades de vivienda desocupadas	Total unidades de vivienda con personas presentes	Unidades de vivienda	Hogares	Población
81736	Arauca	Saravena	488	1.221	1.764	16.908	20.381	18.273	52.884

Tomado de Censo Dane (2020).

Como análisis de estadísticas del crecimiento habitacional a futuro, se prevé que la zona urbana del municipio de Saravena progresará y se desarrollará hacia las zonas rurales en donde se encuentra ubicado el predio elegido para desarrollar el Prototipo de Vivienda.

Por otro lado, se reconoce que la estratificación social y el perfil socioeconómico de la región es muy activo, generando intercambio constantemente entre los sectores urbano y rural donde la agricultura y la ganadería forman un renglón primordial en el desarrollo de la economía del sarare.

3.4.8 *Viviendas del sector*

El estado actual de la infraestructura de la vivienda rural ha evolucionado muy poco en los últimos años, por lo tanto, las viviendas de la zona no cuentan con adaptaciones al tipo de clima cálido, manifestando el inadecuado funcionamiento como por ejemplo las entradas de ventilación obteniendo como resultado dificultad para habitar en la vivienda. Los usuarios que habitan en este sector o entorno se encuentran residiendo en edificaciones no mayores de un piso supliendo a 5 usuarios o más en ellas, pues la calidad de vivienda digna para este sector es escasa.

Respecto al beneficio de poseer alguna unidad básica de resguardo y salud que les brinde servicio reside solo una, pero se ha ido abandonando con el tiempo y como resultado ya no hay albergue ni servicio para esta población.

Figura 19. *Estado actual de las viviendas en el sector de 4 esquinas.*



La tipología de viviendas del sector es tipo “criollas” pues en base a las imágenes se evidencian humildes hechas con materiales del entorno y algunas ya han ido evolucionando con materiales más industriales.

Los materiales que emplean en la mayoría de las viviendas aledañas son:

- Madera (Paredes)
- Paja (algunos casos en cubiertas)
- Aluminio (cubiertas)
- Concreto
- Ladrillo

Se logra evidenciar que la mayoría de los habitantes del sector viven en condiciones escasamente necesarias para dormir y residir en horarios fuera de su jornada laboral ya que las viviendas no se encuentran en estado óptimo digno de habitar.

3.4.9 Altura de edificaciones

En el predio elegido para la representación del prototipo de vivienda rural sostenible no hay edificaciones existentes.

No obstante, en sus alrededores se evidencian viviendas de estratificación social bajo y la altura de viviendas que ellos manejan no superan los 2 pisos y en la mayoría de casos solo cuentan con un piso.

3.4.10 Conclusión análisis estado de edificaciones del sector

Relacionado al casco Urbano, el municipio de Saravena y el sector de 4 esquinas se encuentra en estado medio o de poco progreso en vías, ya que la mayoría de ellas se encuentran en obra y no cuentan con pavimentado ocasionando al pueblo poco turismo.

Además, su entorno y forma de residir, los usuarios de Saravena cuentan con viviendas para suplir la necesidad de estadía, cuyas características son el deterioro y deficiente sistema de diseño arquitectónico adaptado para sus necesidades. Así mismo, la población del sarare se encuentra en condiciones de sobrepoblación por migrantes y por ende las personas que residen en el sector se ven afectadas ya que la vivienda, el trabajo y comida se han ido escanciando.

Un factor importante a rescatar son los alrededores de este sector, ya que son agradables por la conformación de vegetación y fauna que mantienen un balance natural del entorno.

3.5 Fase 3. Variables climatológicas

El municipio de Saravena, de acuerdo a las graficas y tablas de clasificación de caldas, cuenta con un piso térmico calido , con un rango de elevación de 128 que se encuentra entre el rango de elevación de 0 a 800; tiene un rango de temperatura mayor a los 24°C, la cual tiene un rango de temperatura de 30,9°C) y cuenta con un factor de humedad, semi-húmedo entre 60.1 a 100, con una precipitación anual de (1868) y una temperatura media anual de (26,9°C), y en aragua es 69,442379.

3.5.1 *Clima y temperatura*

El área del predio cuenta con un régimen de precipitación de carácter unimodal, con lluvias en gran parte del año, media anual de 2945,5 mm, una humedad relativa media anual del 84% y una temperatura promedio anual de 29,5°C (IDEAM, 2010).

La región está ubicada en la zona Tórrida, sobre el Ecuador, donde el calentamiento promedio es mayor que en cualquier otra parte del planeta por la incidencia perpendicular de los rayos solares que entregan mayor cantidad de calor por unidad de área. El área de estudio es una de las áreas por las que penetra mayor cantidad de energía al planeta.

Sin embargo, las elevaciones del piedemonte Araucano son frías como en cualquier otra parte del planeta. Este hecho se explica por la Tasa de Lapso Adiabático: tasa de enfriamiento en la que no existe fuente externa de energía involucrada en el proceso. La Tasa de Lapso Adiabático Húmeda es de cerca de 6°C menos por kilómetro de altitud.

Figura 20. *Valores medios mensuales de temperatura °c*

Mes	Promedios	Mes	Promedios
Enero	25.4	Julio	24.8
Febrero	26.1	Agosto	25.0
Marzo	26.2	Septiembre	25.4
Abril	25.8	Octubre	25.7
Mayo	25.5	Noviembre	25.7
Vr anual		25.5	

Figura 21. *Aumento del valor medio anual de temperatura por años*

Año	Valor medio	Año	Valor medio
1980	25.1	1987	25.8
1981	25.9	1988	24.8
1982	25.0	1989	25.4
1983	25.4	1990	25.2
1984	25.3	1991	25.8
1985	25.0	1992	25.8
1986	25.2	1993	25.6
1987	25.8	1994	25.2
1988	24.8	1995	25.8
1989	25.4	1996	25.3
1990	25.2	1997	25.7
1991	25.8	1999	24.7
1992	25.8	2000	25.1
1993	25.6	2001	25.7
1994	25.2	2002	25.4
1995	25.8	2003	26.3
1996	25.3	2004	26.1
1997	25.7	2005	26.1

Tomado de Ideam (2006).

A partir de 1977 y en 29 años, el valor medio mensual de temperatura ha subido en Saravena 1.5 °C.

Frente a un breve estudio del clima en Saravena-Arauca se logra deducir que su temperatura mínima es 29,9 en el mes de julio y la máxima es 34,6 en el mes de marzo, determinando el municipio con tipo de piso térmico cálido.

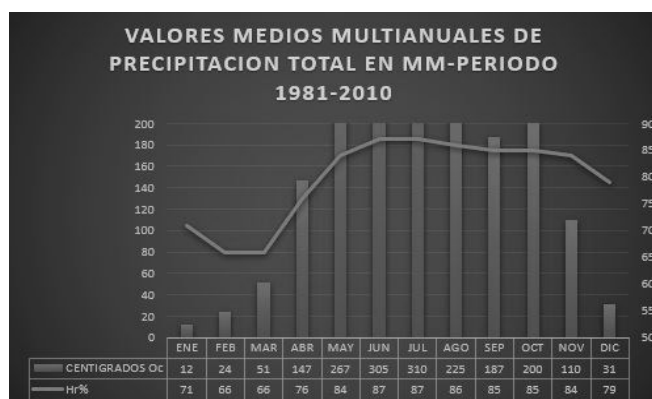
Figura 22. *Grafica temperatura máxima multi anual en Saravena – Arauca*


3.5.2 Precipitación

Frente a grafica se logra concluir que Saravena-Arauca desde mayo a noviembre tiene un nivel de precipitación media-alta y su Promedio de precipitación anual: 155,75

El área del predio cuenta con un régimen de precipitación de carácter unimodal, con lluvias en gran parte del año, media anual de 2945,5 mm, una humedad relativa media anual del 84% y una temperatura promedio anual de 29,5°C (IDEAM, 2010).

Figura 23. Grafica de precipitación máxima multi anual en Saravena – Arauca



En Saravena en promedio caen 2,884 mms en el año y en un año lluvioso pueden caer hasta 6.365,7 mms., siendo los meses más lluviosos junio, mayo, julio, agosto, septiembre y octubre. Los datos históricos de esta estación nos arrojan:

Tabla 6. *Valores mensuales de precipitación (mms)*

Mes	Medios	Máximos
Enero	47.1	233.4
Febrero	74.5	341.6
Marzo	115.2	495.6
Abril	272.5	640.9
Mayo	373.4	797.0
Junio	417.4	684.3
Julio	333.8	513.6
Agosto	327.4	673.1
Septiembre	316.5	517.1
Octubre	310.3	746.1
Noviembre	187.4	492.0
Diciembre	108.6	231.0
Vr anual	2884.2	6365.7

Tomado de Ideam (2018).

Así en Saravena llueven ciento noventa y cinco (195) días promedio en el año, y en los meses de mayo, junio, julio y agosto llueve durante más de veinte (20) días por mes y se llega el caso de años en que durante los meses de mayo y junio llueve todos los días y de que en un año lluvioso pueden llover hasta tres cientos (300) días.

Por Saravena, aproximadamente por la mitad del territorio, de norte a sur, un poco hacia el occidente, pasa la Isoyeta de precipitación media anual de 2800 mm año, aumentando hacia el occidente y disminuyendo hacia el Oriente.

3.5.3 Vientos

Frente a la gráfica relacionada con la velocidad de vientos se determina que la velocidad mínima es 26 en el mes de diciembre y la máxima es 726.

Figura 24. *Grafica de Velocidad de los vientos total en Saravena-Arauca*



El municipio de Saravena, de acuerdo a las gráficas y tablas de clasificación de caldas, cuenta con un piso térmico cálido, con un rango de elevación de 128 que se encuentra entre el rango de elevación de 0 a 800; tiene un rango de temperatura mayor a los 24°C, la cual tiene un rango de temperatura de 30,9°C) y cuenta con un factor de humedad, semihúmedo entre 60.1 a 100, con una precipitación anual de (1868) y una temperatura media anual de (26,9°C), y en Arauca es 69,442379.

3.5.4 Variables naturales

3.5.4.1 Cuerpos de agua

Los cuerpos de agua que pasan por el predio elegido en el Municipio de Saravena a 208 m de altitud, ubicado al noroccidente del departamento de Arauca y en el municipio de Cubará a 367 m, situado al nororiente del departamento de Boyacá. Los municipios presentan condiciones ambientales influenciadas directamente por la Sierra Nevado del Cocuy, debido a su aproximación, con lluvias en gran parte del año.

LOCALIZACIÓN GENERAL

CONVENCIONES

- Departamento de Arauca
- Departamento de Boyacá
- Hidrografía
- Límite municipal
- Área de estudio

UBICACIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO

Municipios: Cubará (Boyacá) - Saravena (Arauca)

El Río Bojabá es la fuente abastecedora de acueductos veredales de los municipios de Cubará y Saravena; este río cuenta con una extensión máxima de 60 km, desde su origen en Laguna Verde en el Parque Nacional Natural el Cocuy a 4200 m, hasta su desembocadura en el río Arauca a 140 m de altitud. La cuenca baja del Río Bojabá presenta una extensión aproximada de 16 km de longitud.

Figura 26. *Rio bojaba fuente de protección cercana*



Tomado de Meridiano 70 (2018).

Se toma como referencia de área de protección al Rio bojaba, siendo una fuente de agua cercana con 2,66 km de distancia al sector del predio, el cual se encuentra en un estado óptimo ya que son pocos los habitantes que lo concurren.

El estado de flujo hídrico es bajo en algunas épocas pese a las altas incidencias de radiación solar en épocas de verano en el medio natural, lo cual deja como consecuencia que este rio a veces su cauce se encuentre bajo.

Consideramos que de cierto modo se debe de tener cuidado con estas áreas de la región ya que son fuentes hídricas importantes para la comunidad.

3.6 Fase 4. Desarrollo de la propuesta

Como propuesta arquitectónica se parte de un análisis determinante para la inclusión de áreas de una vivienda rural, en donde se optó por la inclusión de un módulo replicable, que permite la adición o sustracción de áreas al prototipo, generado por etapas de crecimiento familiar y productivo.

Estas etapas se organizan de la siguiente manera:

- Prototipo 1 (vivienda unifamiliar básica 4 personas)
- Prototipo 2 (crecimiento del prototipo 6 personas)
- Prototipo 3 (vivienda con adaptación de modulo comercial)

3.6.1 Descripción de las etapas

- *Prototipo 1*

La primera alternativa de diseño propone una estructura flexible de vivienda básica que brinda la posibilidad de construcción mediante un proceso modular por etapas, iniciando con la elaboración de espacios básicos de habitabilidad en una vivienda rural optando por áreas comunes, servicios, áreas privadas y corredores. Este diseño independiente brinda la posibilidad de que el usuario pueda habitar en la vivienda sin contar con la totalidad del prototipo propuesto construido.

- *Prototipo 2*

Como segunda alternativa, se plantea una réplica del módulo inicial que genera la posibilidad de crecimiento tanto familiar como productivo, generando más espacios de dormitorios y áreas comunes como cuarto de herramientas para el mantenimiento de las áreas agrícolas que se generan en el entorno proyectando el prototipo a una relación comercial futura.

- *Prototipo 3*

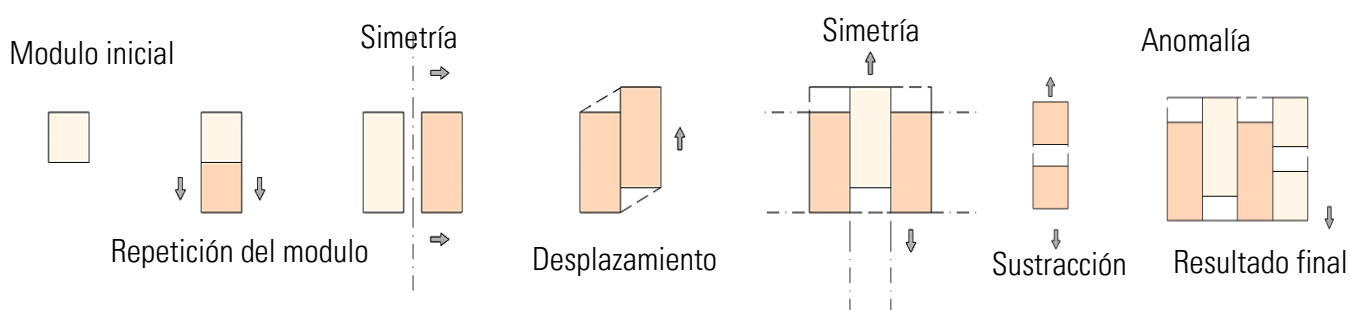
Como última alternativa, el diseño proyecta la posibilidad de integrar un módulo destinado para las actividades productivas de la familia que posibilite la comercialización de productos agrícolas como venta de alimentos cultivados en el entorno y pasto para forraje, generando la posibilidad de empleo dentro de la vivienda.

Estas dos últimas alternativas articulan adecuaciones que benefician la organización productiva porque se adaptan a las necesidades y crecimiento futuro de la vivienda.

3.6.2 Modulación

Muchas de las características estudiadas en los cuadros de análisis y estrategias, pueden ser útiles o servir de guía a la hora de realizar un diseño para la población rural de Saravena-Arauca. Es necesario tener en cuenta los criterios y las características de las viviendas de este lugar, ya que son útiles para reestructurar una nueva propuesta que se adapte con una mayor calidad en la solución espacial del prototipo de vivienda con criterios de sostenibilidad y con mejores características que logren el nivel de vivienda digna que deben tener estas personas.

Figura 27. *Proceso de diseño y modulación del prototipo*

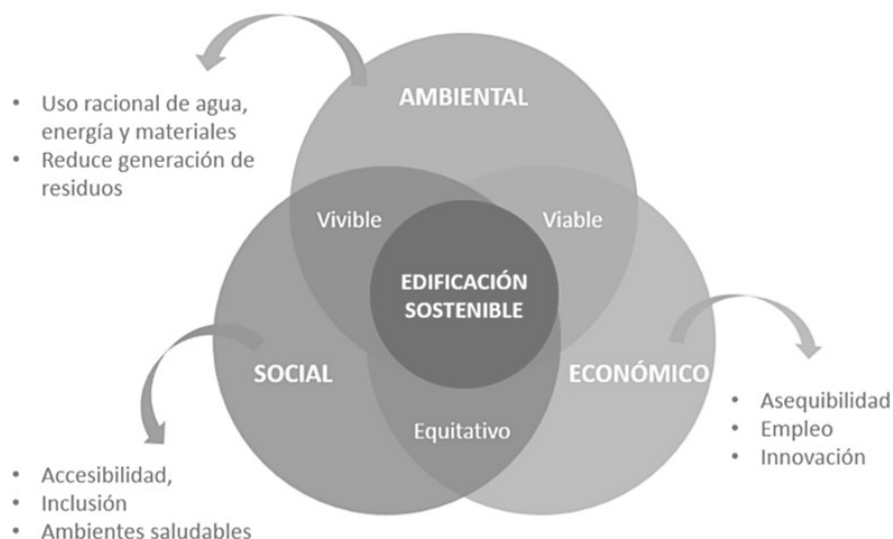


Para generar la modulación del prototipo se genera un módulo inicial de 3x4 el cual se duplica para generar el módulo repetitivo que proyectara la masa resultante. Con la utilización de algunos recursos de diseño se realizan sustracciones a la masa en donde se generan vacíos como zonas verdes que permitirán la iluminación y ventilación al interior de la vivienda y en donde se dirigirán las aguas para la recolección del sistema de aguas lluvia.

3.6.3 Diagrama de relaciones vivienda sostenible

Una edificación sostenible es económicamente viable, ambientalmente vivible y socialmente equitativa; por tanto, este tipo de edificaciones promueven el crecimiento verde y la economía circular.

Figura 28. Diagrama de relaciones en un ambiente de vivienda sostenible



En otras palabras, la edificación sostenible es aquella que hace uso de energía, agua y materiales de un modo eficiente, en sincronía con el sitio, y provee confort y salud a sus usuarios. Lo anterior es alcanzado gracias a un proceso de diseño consciente del clima y la ecología del entorno donde se construye el prototipo. Tanto para edificaciones nuevas como usadas, las tres dimensiones son dependientes y se relacionan entre sí, determinando el entorno construido.

3.6.4 Áreas

Como propuesta arquitectónica del prototipo de vivienda rural, se recopila en una tabla las áreas estimadas en los espacios propuestos dentro de la vivienda. Así mismo, con la información

y requerimientos espaciales, se analizaron las necesidades existentes en los usuarios generando espacios que brindan solución a las actividades que se derivan en el ámbito rural; además de la cantidad de usuarios que dará capacidad el espacio.

El siguiente cuadro resume las principales necesidades implementando espacios que respondan al uso del prototipo de vivienda.

Figura 29. Cuadro de áreas propuesta inicial del prototipo de vivienda

ZONA	ESPACIO	ILUMINACION		VENTILACIÓN		M2	SUBTOTAL
		NAT	ART	NAT	ART		
Social	Sala	X	X	X		6,80	18,35
	Comedor	X	X	X		5,80	
	Cocina	X	X	X		5,75	
Privada	Dormitorio ppal.	X	X	X		9,65	17,95
	Dormitorio 1	X	X	X		8,30	
Publica y Servicio	Ropas	X		X		5,00	43,60
	WC	X	X	X		2,60	
	Corredor ext.	X	X	X		36,00	
TOTAL						79,90	

Con el fin de racionalizar el método de diseño de la vivienda mediante la información obtenida, se desarrolla un programa arquitectónico con los espacios que resultan del análisis y por medio de gráficos de zonas y espacios se establecen las relaciones y circulaciones de forma objetiva, procurando la mayor funcionalidad y fluidez de acuerdo a las necesidades requeridas.

Figura 30. Cuadro de áreas para prototipo fase 1 (vivienda básica)

CUADRO DE ÁREAS							
PROTOTIPO	NIVEL	ESPACIO	SUBESPACIO	CAPACIDAD DE PERSONAS	ÁREA (m2)	TOTAL M2 CONSTRUIDOS	ANOTACIONES
P1 (FASE BÁSICA, INICIO)	0.00 m	ÁREA SOCIAL	SALA	4	4.90	66.76	Flexible
			COCINA-COMEDOR	4	7.50		Áreas integradas
			ESTUDIO	1	0.70		
			CORREDORES	4	24.4		
			RAMPA	2	10.5		
	0.00 m	ÁREA PRIVADA	DORMITORIO 1	3	12.00		Con cama flexible
	0.00 m	ÁREA SERVICIOS	W.C	1	4.00		
			Z.ROPAS	1	2.40		

Figura 31. Cuadro de áreas para prototipo fase 2 (vivienda crecimiento)

CUADRO DE ÁREAS							
PROTOTIPO	NIVEL	ESPACIO	SUBESPACIO	CAPACIDAD DE PERSONAS	ÁREA (m2)	TOTAL M2 CONSTRUIDOS	ANOTACIONES
P2 (FASE CRECIMIENTO, COMPLETA)	0.00 m	ÁREA SOCIAL	SALA	4	4.90	96m2	Flexible
			COCINA-COMEDOR	4	7.50		Áreas integradas
			ESTUDIO	1	0.70		
			CORREDORES	4	24.4		
			RAMPA	2	10.5		
	0.00 m	ÁREA PRIVADA	DORMITORIO 1	2	12.00		Con cama flexible
			DORMITORIO 2	2	9.00		Con cama flexible
			DORMITORIO PPAL	2	9.00		Con cama flexible
	0.00 m	ÁREA SERVICIOS	W.C	1	4.00		
			Z.ROPAS	1	2.40		
			Z.HERRAMIENTAS	4	24.00		

Figura 32. Cuadro de áreas para prototipo fase 3 (vivienda con local comercial)

CUADRO DE ÁREAS							
PROTOTIPO	NIVEL	ESPACIO	SUBESPACIO	CAPACIDAD DE PERSONAS	ÁREA (m ²)	TOTAL M ² CONSTRUIDOS	ANOTACIONES
P2 (FASE CRECIMIENTO, COMPLETO A)	0.00 m	ÁREA SOCIAL	SALA	4	4.90	96m ²	Flexible
			COCINA-COMEDOR	4	7.50		Áreas integradas
			ESTUDIO	1	0.70		
			CORREDORES	4	24.4		
			RAMPA	2	10.5		
	0.00 m	ÁREA PRIVADA	DORMITORIO 1	2	12.00		Con cama flexible
			DORMITORIO 2	2	9.00		Con cama flexible
			DORMITORIO PPAL	2	9.00		Con cama flexible
	0.00 m	ÁREA SERVICIOS	W.C	1	4.00		
			Z.ROPAS	1	2.40		
			Z.HERRAMIENTAS	4	24.00		

3.6.5 Criterios de sostenibilidad

3.6.6 Contextualización sistema de captación de aguas lluvias para el prototipo

La captación y uso de aguas lluvias se integra en el prototipo de vivienda como un recurso para la sostenibilidad, mediante la estructuración de la cubierta y de un modelo físico que recibe y organiza la recolección práctica de las mismas. Este método direcciona las aguas lluvia mediante un sistema de drenaje natural a fin de retener algunos agentes contaminantes, y así, el agua recolectada se pretende utilizar en diferentes actividades que pueden ser empleadas en la vivienda rural, tales necesidades como:

- Descarga de sanitarios

- Lavaplatos
- Limpieza de zonas comunes
- Lavandería

3.6.7 *Proceso de recolección*

Mediante una estructuración generada para la cubierta se optó por la implementación de una pendiente del 12% que procede a la recolecta de las aguas y las redirige por medio de canales laterales y centrales, además estas aguas caen por bajantes situadas en las esquinas de la cubierta hacia las zonas verdes proyectadas en el prototipo de la vivienda, de ahí se dirigen a un proceso de filtrado para la purificación de las aguas lluvia.

Tabla 7. *Materiales de recolección de aguas lluvia en cubierta*

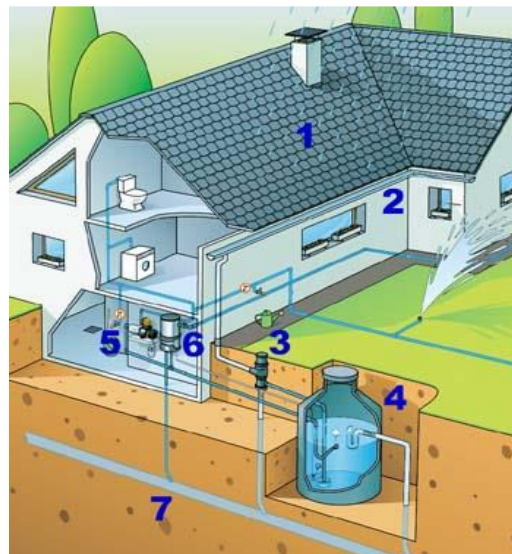
Componentes	dimensiones	material
Techoline	0,95 x 2m	Resinas vegetales
Canal	40 x 22m	PVC
Codos	3"	Polipropileno
Tubería	3"	Polipropileno

Los sistemas de recolección de agua lluvia no son muy complejos, constan de 3 partes: Captación, Conducción y Almacenamiento. Dependiendo de su uso posterior se diseñan los demás componentes adicionales como lo son el sistema desinfección y distribución y se toman en cuenta las especificaciones técnicas para la forma de captación de acuerdo al área, la geometría o el material escogido.

Esquema común de sistema de aprovechamiento pluvial en él se evidencian 7 etapas:

- *Cubierta:* En función de los materiales empleados tendremos mayor o menor calidad.
- *Canalón:* Para recoger el agua y llevarla hacia el depósito de almacenamiento.
- *Filtro:* Eliminación de la suciedad y evitar que entre en el depósito o cisterna.
- *Depósito:* Espacio donde se almacena el agua ya filtrada.
- *Bomba:* Para distribuir el agua a los lugares previstos.
- *Sistema de gestión agua de lluvia-agua de red:* Mecanismo por el cual se tiene un control sobre la reserva de agua de lluvia y la conmutación automática con el agua de red.
- *Sistema de drenaje:* de las aguas excedentes, de limpieza, etc. que puede ser la red de alcantarillado, o el sistema de vertido que disponga la vivienda.

Figura 33. Sistema de recolección y gestión de red aguas lluvias.



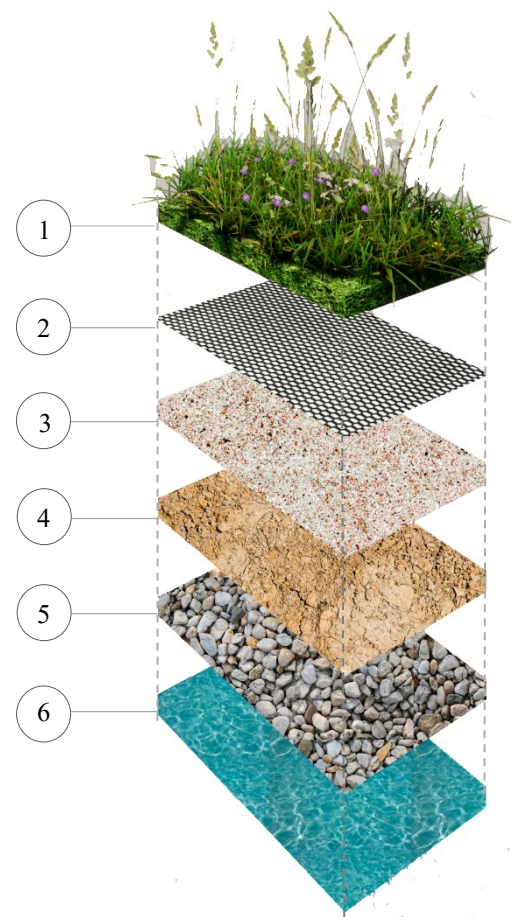
Tomado de Documento Library (2018).

3.6.8 Método de filtración

Para la realización de este método de filtración y drenaje, se pretende utilizar diferentes componentes naturales que permitan la práctica retención de agentes contaminantes ligeros, estos compuestos elegidos se encuentran a disposición en el entorno inmediato al área de implantación de prototipo como materia prima, materiales como:

Figura 34. Sistema de bio-retención

1. Capa vegetal
2. Malla o rejilla
3. Arena fina
4. Arena gruesa
5. Gravilla
6. Agua recolectada



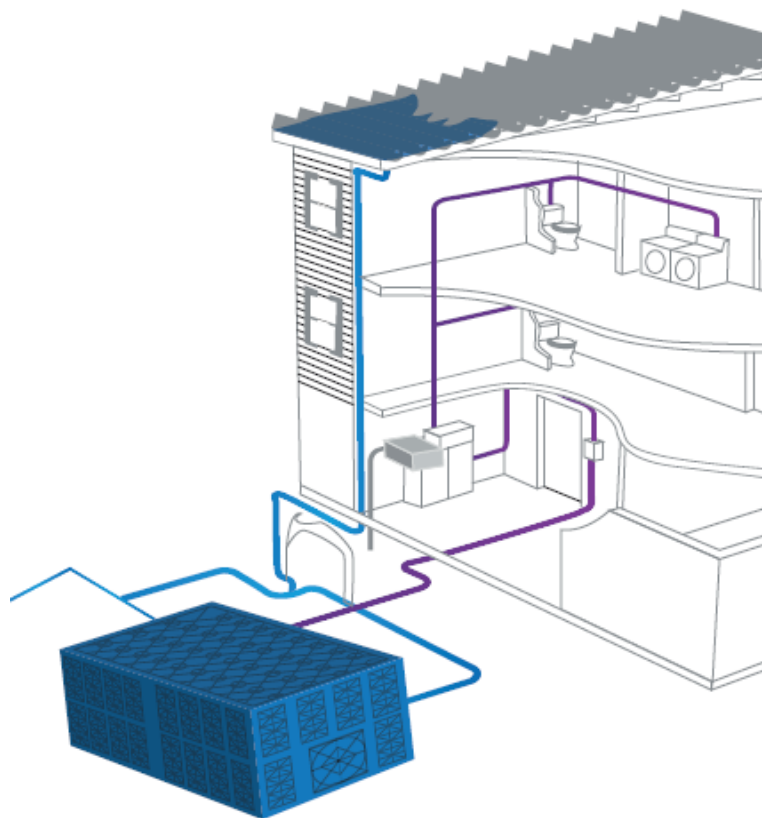
De esta manera lograremos limpiar el agua lluvia que recolectaremos por medio del sistema, así pasaría al tanque de recolección (celdas Aquacell) y este se encargara por medio de una bomba solar a presión de llevar nuevamente esta agua a la vivienda para ser reutilizada en la limpieza del hogar y descargue de inodoro.

3.6.9 Sistema hidráulico de captación

El funcionamiento o solución hidráulico diseñado para la distribución de aguas lluvia en el prototipo solo está contemplado para llegar a las áreas de lavado como zona ropas, inodoro, lavaplatos y para algunos otros factores de riego o limpieza que sean requeridos en la vivienda, para ello se implementara un sistema sencillo que llegara hasta dichas áreas por medio de tuberías de 2" (pulgadas) las cuales cuentan con las medidas necesarias para la fluente de agua.

Para ello se presenta un plano hidráulico en isométrico básico en donde se pueda evidenciar a detalle el funcionamiento y distribución a detalle de materiales y conductos.

Figura 35. *Isométrico*



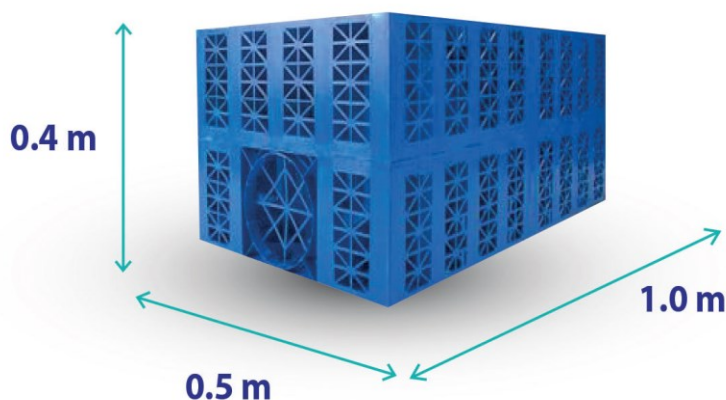
Tomado de Manual Técnico Aqua Cell (2021)

3.6.10 Tanque de agua empleados

El calentamiento global y las fuertes precipitaciones que este provoca, han orientado a la innovación y el manejo inteligente de las aguas lluvia. Las celdas Aquacell, diseñadas con altos estándares de tecnología europea, que pueden construir depósitos retenedores de las aguas lluvia en casi cualquier sitio.

El sistema almacena agua en el área donde se precipita para luego ser absorbida dentro de la estructura formada por las celdas Aqua Cell, se infiltra en el suelo o puede ser retenida antes de ser descargada al alcantarillado o conservada para ser reusada en riego, limpieza o aparatos sanitarios.

Figura 36. Celdas Aqua Cell



Tomado de Folleto Comercial Aqua cell (2021).

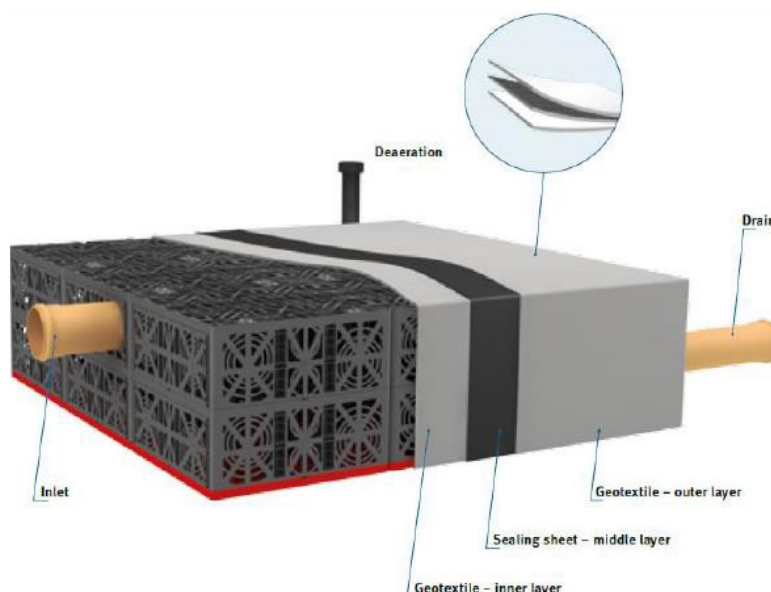
Está fabricado con resinas de polipropileno de alta resistencia estructural, se diseñó para el almacenamiento de agua de lluvia. El agua se puede infiltrar en el suelo o puede ser retenida por un tiempo antes de ser descargada a la red de drenaje o conservada para uso futuro. Su relación de vacíos del 95% le permite almacenar aproximadamente 190 litros por celda.

En este caso se emplearon 3 celdas de Aqua cell captando 570 litros de agua, logrando una mayor captación de lo requerido para el prototipo que son 314 litros.

Ventajas de usar el sistema Aqua Cell

- Ligero, para una rápida y fácil instalación sin necesidad de equipo pesado para su manejo.
- Resistencia estructural que puede soportar carga vehicular ligera.
- Reduce el riesgo de inundaciones al controlar el exceso de agua durante lluvias prolongadas.
- Permite la filtración del agua al suelo.
- El agua recolectada puede ser reutilizada.
- Contribuye al desarrollo de ciudades sostenibles.
- Resistencia a la corrosión, oxidación, incrustación y deformación.
- Larga vida útil.
- No contamina

Figura 37. *Componentes Celda Aqua Cell*



Tomado de Graf Aqua (2015).

Para la aplicación de almacenamiento el sistema se envuelve en Geomembrana de PEAD para sellar el interior y Geotextil no tejido como protección a punzonamiento. Para la aplicación de infiltración solo se envuelve con un Geotextil no tejido que garantiza la infiltración uniforme y homogénea en toda la superficie. Es vital colocar una retención de sólidos previo al ingreso del agua al almacenamiento.

El sistema Aquacell de Amanco Wavin es tecnología europea orientada a fortalecer el desarrollo sostenible en proyectos de construcción de vivienda, incluyendo de interés social, oficinas, edificaciones institucionales y comerciales.

3.6.11 Materiales del entorno empleados para la construcción del prototipo

Finalmente, el diseño del prototipo acude a materiales nativos de la zona como: madera, piedra y especies vegetales locales, no derivados del petróleo, reciclables, biodegradables y que

disminuyen el impacto ambiental. Entre las ventajas del proyecto se destaca la reducción de costos, tiempo de elaboración, versatilidad modular y móvil.

Remplazar los materiales convencionales de la construcción de vivienda por materiales naturales renovables como la guadua, en lugares donde existen cultivos y producción, es una alternativa de sostenibilidad social y económica, ya que su industrialización tendrá beneficios, como la generación de empleo y bajos costos de construcción habitacional con confort térmico.

Figura 38. *Guadua*



Tomado de Bambusa (2017).

La importancia de este árbol en la construcción y la industria en Colombia es evidente y con futuro comprometedor. Según afirman el ingeniero Edgar Giraldo (2003, p19) y Mejía, et al. (2009), “en Colombia aproximadamente 100.000 personas derivan su sustento del aprovechamiento, manejo y comercialización de la Guadua”. Sus beneficios van desde su plantación como la mejor captadora de contaminantes de CO₂, hasta su generación de oxígeno, rápido crecimiento y multiplicidad de aplicaciones como construcción, textilería, ornamentación y medicinal.

3.6.12 Sector Ambiente y Desarrollo Sostenible - Normativa

Las corporaciones Autónomas regionales (CAR) son las entidades encargadas de velar por el cuidado y aprovechamientos de recursos naturales, por medio del Decreto único reglamentario del (Decreto 1076 de 2015), y el estudio Forestal de la región el cual reglamenta los aprovechamientos de esta y de otras especies. En este caso, la entidad reglamenta el manejo sostenible de guadua desde sus plantaciones hasta la ejecución de proyectos que permitan su desarrollo con beneficio económico y social para la región donde existe la mayor cantidad de plantación.

En la historia de Colombia, en los asentamientos informales de la población en torno a las ciudades principales, la guadua ha tenido y sigue teniendo una presencia constante y representativa, siendo uno de los motivos que dio paso al despectivo termino de madera de pobres (Colorado, s.f).

3.6.13 Desarrollo e implementación de la guadua al prototipo

Lamina para muros

Materiales

- Hojuelas de fibra de guadua (figura 29) elaboradas con el residuo producto de la fabricación de las tablillas, canoas, esterillas y otros cortes que se comercializan para artesanías y construcción. En este caso obtenido por intermedio de la empresa Induguadua S.A.
- Adhesivo para la formación de los tableros. Pegatex, Carpincol 2500: pegante sintético de PVA (poliacetato de vinilo) de alta concentración a base de agua.
- Adhesivo PVA - 60 de pegante para la unión de las tres capas.
- Barniz impermeabilizante para exterior de permanente contacto con la humedad.

Figura 39. Fabricación de láminas para muros con hojuelas de guadua



Tomado de Revista de Arquitectura Universidad Católica (2016).

El procedimiento realizado para su fabricación no es el normalizado (en los países donde se produce) con respecto al adhesivo utilizado ni el tipo de prensado, con él se pretende buscar una alternativa de adhesivos no tóxicos y menor consumo de energía en el prensado.

Todas las hojuelas se sumergieron dentro del adhesivo Carpincol 2500 de Pegatex, y se orientaron de acuerdo con las especificaciones de los tableros, para luego prensar en frío con presión o carga de 30 MPa ($1 \text{ MPa} = 10,2041 \text{ kg-f/cm}^2$) durante 3 horas y 40 minutos, luego extraerla con el fin de aplicar otra capa de adhesivo PVA, para nuevamente prensar durante 6 horas y 35 minutos.

Secado: ventilación natural por 48 horas. Aplicación de barniz de impermeabilización Deva- TARIMEX.

Armado: total del panel compuesto dejando en medio espacio para el aislamiento térmico empleando un refuerzo de madera en diagonal del panel generando mayor resistencia, y se finaliza adicionando otra cara.

Figura 40. *Lamina de muro elaborada con hojuelas de madera*



Tomado de Agricultura y Ganadería. (2021)

3.6.14 Madera canalito o cabo de hacha para las columnas

Este tipo de árbol es concurrido por esta región ya que posee un atractivo físico por su forma uniforme del tallo. Se implementa para la realización de columnas en algunas viviendas y se caracteriza por tener alta capacidad de carga.

Figura 41. *Columnas elaboradas con madera canalito*



Algunas dimensiones de altura varían entre los 8 a 12 metros de altura y sus radios pueden tener de 8 a 45 cm de ancho.

3.6.15 Cubierta ecológica Techoline

Techoline es una teja ondulada, fabricada con fibras vegetales y saturada en bitumen (asfalto de alta densidad). Es un material adaptable, liviano y muy resistente, con una buena relación costo - beneficio, además con propiedades térmicas y acústicas que harán de su espacio un lugar lleno de confort.

Figura 42. *Teja Techoline*



Tomado de Onduline (2021).

Ventajas

- Con propiedades Térmicas y acústicas
- Tecnología europea
- 15 años de garantía en impermeabilidad
- Liviana y flexible
- Amigable con el medio ambiente y su salud.

3.6.16 Fichas técnicas de materiales ecológicos implementados en el prototipo de vivienda

Es importante mencionar las fichas técnicas de cada material ecológico que se implementara en la construcción de la vivienda en donde se demuestren las dimensiones y materiales que lo componen, a continuación, anexaremos fichas técnicas cuyas empresas han realizado para el mayor entendimiento del producto.

Figura 43. Ficha técnica Techoline

DESCRIPTION

BASIC MATERIALS

ONDULCLAIR® PC sheets are made of coextruded polycarbonate resin. The external layer contains specific additives providing the sheet with an excellent UV protection.

APPLICATION

ONDULCLAIR® PC sheets are designed for translucent or opaque roofing and cladding (flat or curved). They can be used for all types of low or medium hygrometry buildings located at an altitude of less than 900 m, under usage conditions defined by the present Installation Guide. Over 900 m, take into account the local conditions of implementation of the construction.

CHARACTERISTICS

Appearance characteristics: ONDULCLAIR® PC sheets come with the following features:

Standard colours	
Crystal (translucent/clear)	Opaque white
Opal 66% and opal 46% light transmission	Smoked brown

Other colour upon request.

Light colour variations may appear from one production to another; this is why it is advised not to divide orders which are dedicated to a specific project. Moreover, shades and light transmission are depending on the thickness. Opacity can not be guaranteed on certain colours or thicknesses.

Dimensional characteristics

(at 20°C) in compliance with EN-1013 standard

Cover width tolerance	+/- 0,8 %
Corrugation height tolerance	+/- 2 mm
Average thickness tolerance	+/- 10 %
Length tolerance	< 1.50 m - 0 + 20 mm > 1.50 m - 0 to + 0,8%

General characteristics

Density	1.20 g/cm³
Modulus of elasticity in flexion	22 000 daN/cm²
Linear expansion coef. at ambient T°	6,5 x 10⁻⁵ m/m/°C
Thermal conductivity coef.	0,16 W/m.k
Softening point (at under 5 kg)	145° C
Fire classification	Euroclass B-s1, d0
Resistance to hail	25 m/sec
Service temperature	- 40° C to + 110° C
Marking/Traceability	Ink printing

Optical characteristics

In compliance with NF EN 1013 standard, the global light transmission of new ONDULCLAIR® PC sheets is:

- Crystal: 90 %,
- Opal: 66 % or 46 %.

Note: A slight attenuation of light transmission may appear over time.

Values are given for a thickness of 1mm.

Chemical characteristics

CHEMICAL CLASS	EFFECTS
Acids (Mineral)	No effect under most conditions of concentration and temperature.
Alcohols	Generally compatible.
Alkalis	Acceptable at low concentration and temperature. Higher concentrations and temperatures result in etching and attack as evidenced by decomposition.
Aliphatic Hydrocarbons	Generally compatible.
Amines	Surface crystallisation and chemical attack.
Aromatic Hydrocarbons	Solvents and severe stress-cracking agents.
Detergents and Cleaners	Mild soap solutions are compatible. Strongly alkaline ammonia materials should be avoided.
Esters	Cause severe crystallisation. Partial solvents.
Fruit Juices and Soft Drinks	Compatible at low stress levels. Some concentrates not recommended.
Gasoline	Not compatible at elevated temperatures and stress levels.
Greases and Oils	Pure petroleum types generally compatible. Many additives used with them are not, thus materials containing additives should be tested.
Halogenated Hydrocarbons	Solvents and severe stress-cracking agents.
Ketones	Cause severe crystallisation and stress cracking. Solvents.
Silicone Oil and Greases	Generally compatible up to 80°C.

Characteristics are provided in good faith, according to internal tests.
For other calculations or different conditions, samples can be provided upon request for testing.

Tomado de Onduline (2021).

Figura 44. *Ventajas de Techoline*



**Impermeabilización garantizada
para cubiertas con teja de arcilla.**

NUEVAS VENTAJAS:

- ➔ Doble resina para proteger los techos de la condensación.
- ➔ Guías de traslape para asegurar las uniones entre tejas.
- ➔ Tejas totalmente alineadas garantizando su apariencia original.
- ➔ Ventilación del tejado gracias al formato ondulado de las placas.
- ➔ Sistema ligero ideal para restauración de techos.
- ➔ Instalación rápida y sencilla.

Apta para tejas de arcilla con apertura de boca entre 20 y 23 cms



Tomado de Onduline (2021).

Figura 45. Características del panel



Techoline®
BAJO TEJA

Tejas Ecológicas

DOBLE RESINA

SOLAPA DE SEGURIDAD

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS	
Largo:	200 cm
Ancho:	105 cms
Altura onda:	36 mm
Área útil:	1,70 m ²
Espesor:	2,8 mm
Peso:	7,1 kg/lámina

INSTALACIÓN:

Para instalar el producto, recomendamos ponernos en contacto con nuestro equipo técnico y/o consultar la guía de instalación. Recuerde tener en cuenta los siguientes factores:

- 1. Revisar la estructura.
- 2. Apoyos.
- 3. Fijaciones.
- 4. Accesorios.

Para mayor información comuníquese a:

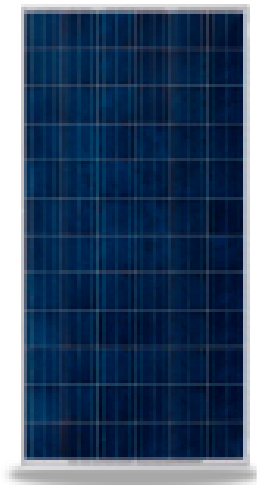
Tomado de Onduline (2021).

Figura 46. Ficha técnica panel solar

FICHA TECNICA



Panel Solar Monocristalino 39 VDC 500 W



CARACTERÍSTICAS MECÁNICAS DEL PANEL

Número de celdas	72
Tipo de celda	Monocristalino
Espesor del vidrio	3.20 mm
Cable	4 mm2 x 1000 mm
Conectores	MC4
Material del marco	Aluminio anodizado

CARACTERÍSTICAS ELÉCTRICAS STC DEL PANEL

Pmax	500.00 W
Vmpp	39.00 V
Impp	12.82 A
Voc	46.80 V
Isc	13.46 A
Eficiencia módulo	21.30 %
Voltaje máximo del sistema	1500.00 V
Fusible	20.00 A
Tolerancia de potencia	(0~ +5) %
Coefficiente de temperatura	-0.34 Pmax (%/°C)
Coefficiente de temperatura	0.04 Isc (%/°C)
Coefficiente de temperatura	-0.27 Voc (%/°C)

MODELO

P30V-500W

CARACTERISTICA ESPECIAL

Monocristalino

MARCA

EVANS

CATEGORIA

Sistemas Interconectados

DIAGRAMA DE CONEXIÓN

SISTEMA FOTOVOLTAICO INTERCONECTADO A RED



USOS

Industrial / Comercial

BENEFICIOS

Tecnología alta eficiencia PERC, tolerancia positiva 0~+5

Tomado de Evans (2020).

Figura 47. Características panel solar

FICHA TÉCNICA

Panel Solar Monocristalino 39 VDC 500 W

PRODUCTOS COMPLEMENTARIOS

INVERTIDOR MONOFÁSICO 3000 WATT 120V 100% PURE

INVERTIDOR MONOFÁSICO 3000 WATT 120V 100% PURE

CMA CONTROLADORA BOMBO 40A

CMA CONTROLADORA BOMBO 55A

CMA CONTROLADORA BOMBO 40A

CMA CONTROLADORA BOMBO 55A

COMPLEMENTOS

DIODO EVN-400-40A
CABLE ELPE SOLAR ROJO/NEGRO 7' 12MM2

DIODO EVN-400-55A
CABLE ELPE SOLAR NEGRO/ROJO 7' 12MM2

CMA CONTROLADORA BOMBO 40A

CMA CONTROLADORA BOMBO 55A

CMA CONTROLADORA BOMBO 40A

CMA CONTROLADORA BOMBO 55A

CMA CONTROLADORA BOMBO 40A

CMA CONTROLADORA BOMBO 55A

MODELO

P30V-500W

CARACTERÍSTICA ESPECIAL

Monocristalino

MARCA

EVANS

CATEGORÍA

Sistemas Interconectados

DIAGRAMA DE CONEXIÓN

SISTEMA FOTOVOLTAICO INTERCONECTADO A RED

USOS

Industrial / Comercial

BENEFICIOS

Tecnología alta eficiencia PERC, tolerancia positiva 0~+5

CARACTERÍSTICAS ELÉCTRICAS NOCT DEL PANEL

P _{max}	378.00 W
V _{mpp}	37.20 V
I _{mpp}	10.13 A
V _{oc}	44.80 V
I _{sc}	10.81 A
Tolerancia de potencia	(0~ +5) %
Temperatura panel	20.00 °C
Irradiancia	800.00 W/m²
Masa de aire	1.5
Velocidad Aire	1.00 m/s

INFORMACIÓN ADICIONAL

Garantía	10 años (B 90%)
Certificación	TUV, CE
Dimensiones del panel	198.9 x 114.0 x 3.5 cm
Peso	24.50 kg

Tomado de Evans (2020).

Figura 48. Ficha técnica panel con hojuelas de guadua

MODELO PANEL COMPUESTO PROPUESTA		
1. DESCRIPCIÓN	MODELO 2	OBSERVACIONES
1.1 Modelo experimental		
1.2 Lugar	Planta PRIMADERA	http://www.primadera.com/
1.3 Dirección	Carretera Central Norte km 49 - Vereda la Aurora	
1.3 Ciudad	Cachancipá - Cundinamarca	
		
1.4 Imagen modelo pruebas	Fabrica PRIMADERA SAS	"Madera Urbana"
1.5 Asesoría en fabricación	Ingeniero. José A. Cutiérrrez	
1.5.1 Cargo	Jefe de Procesos e Investigación	
1.5.2 Contacto	jogutierrez@primadera.com	
1.6 Software	THERM 7.0 y OPAQUE 3.0	
2. COMPOSICIÓN		
2.1 Formato en milímetros	2400x 1200	
2.2 Composición panel tricapa	OSB + Lámina Cartón Panal + OSB	
2.2.1 Tablero externo	11 mm	
2.2.2 Aislante intermedio	100 mm	
2.2.3 Aislante externo	11 mm	
2.4 Espesor total en milímetros	122 mm	
3. ESPECIFICACIONES		
3.1 Peso total panel x m ²	21,92 kg	
3.2 Carga vertical máxima	1.970 kg	
3.3 Carga horizontal tal máxima	518 kg	
3.4 Transmisión térmica U total	0,34 W/m ² K	
3.7 Aislamiento acústico	13,13%	

Tomado de Redalyc (2020).

Figura 49. Ficha técnica celda Aqua cell

Está fabricado con resinas de polipropileno de alta resistencia estructural, se diseñó para el almacenamiento de agua de lluvia.

El agua se puede infiltrar en el suelo o puede ser retenida por un tiempo antes de ser descargada a la red de drenaje o conservada para uso futuro. Su relación de vacíos del 95% le permite almacenar aproximadamente 190 litros por celda.

Usos:

- Almacenamiento de agua para riego.
- Infiltración para recarga de acuíferos.
- Detención temporal para evitar inundaciones.

Ventajas:

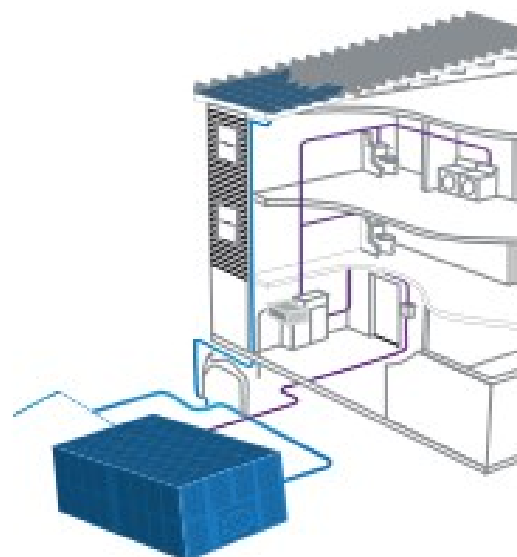
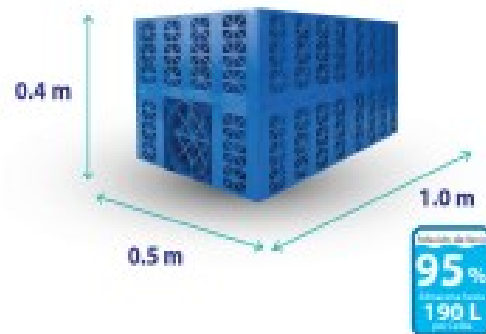
- Ligero, para una rápida y fácil instalación sin necesidad de equipo pesado para su manejo.
- Resistencia estructural que pueda soportar carga vehicular ligera.
- Reduce el riesgo de inundaciones al controlar el exceso de agua durante lluvias prolongadas.
- Permite la filtración del agua al suelo.
- El agua recolectada puede ser reutilizada.
- Contribuye al desarrollo de ciudades sostenibles.
- Resistencia a la corrosión, oxidación, incrustación y deformación.
- Larga vida útil.
- No contamina.

Para la aplicación de almacenamiento el sistema se envuelve en Geomembrana de PEAD para sellar el interior y Geotextil no tejido como protección a punzonamiento.

Para la aplicación de infiltración solo se envuelve con un Geotextil no tejido que garantiza la infiltración uniforme y homogénea en toda la superficie.

Es vital colocar una retención de sólidos previo al ingreso del agua al almacenamiento.

El sistema Aquacell de Amanco Wavin es tecnología europea orientada a fortalecer el desarrollo sostenible en proyectos de construcción de vivienda, incluyendo de interés social, oficinas, edificaciones institucionales y comerciales.



Tomado de Amanco (2018).

4. Resultados

En resumen, con los datos recolectados se logró diseñar un prototipo de vivienda que cumpliera con algunos criterios de sostenibilidad y un sistema modular flexible dentro de los espacios la vivienda, que permite la construcción por módulos, para que los usuarios pueden habitar sin contar con la totalidad de la vivienda construida.

Figura 50. Memoria del proyecto.

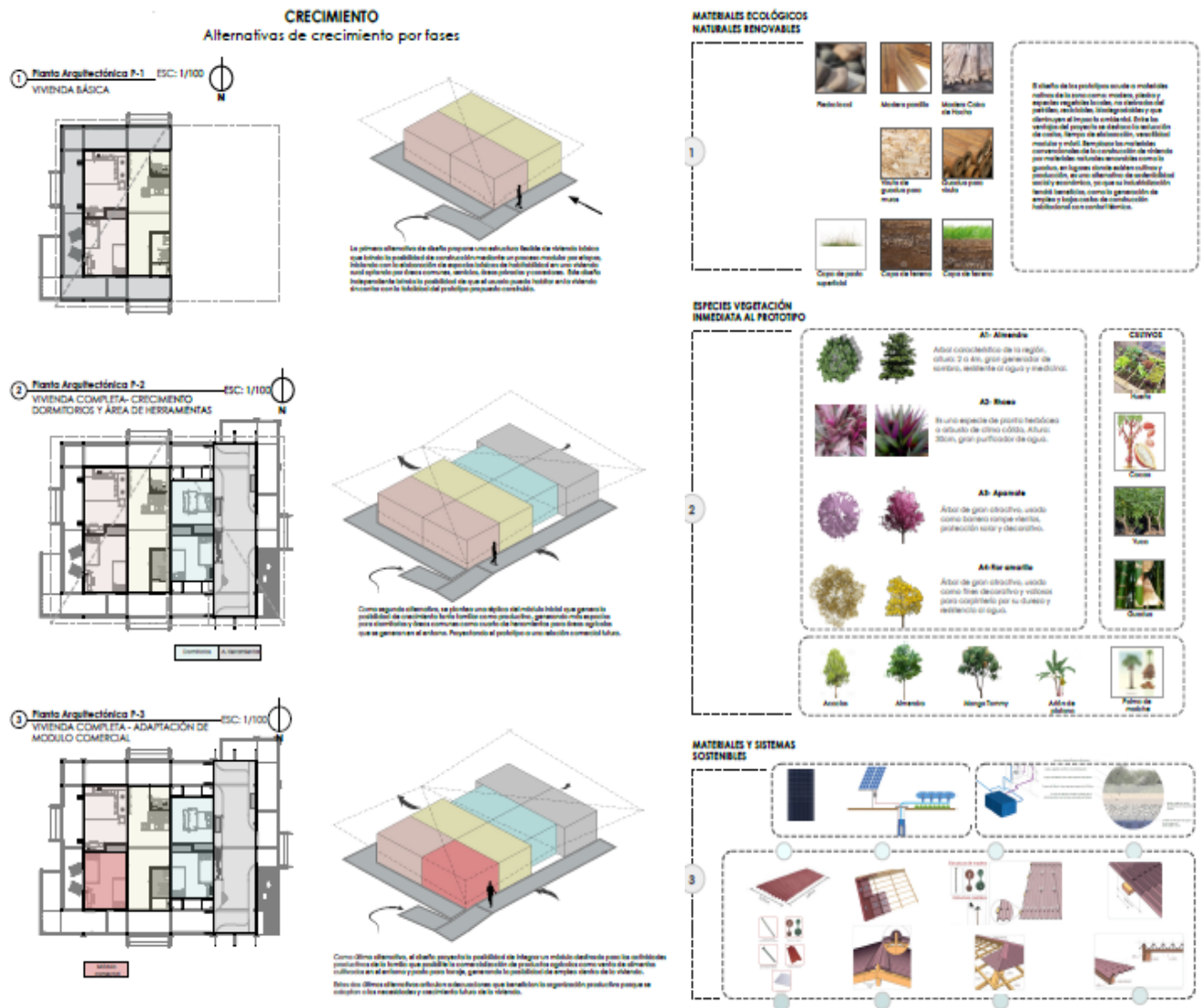


4.1 Memoria descriptiva crecimiento de la vivienda

En esta memoria se especifican las fases de la vivienda, su evolución desde el prototipo 1 al 3, cuyas características son:

- P1: vivienda básica
- P2: vivienda con crecimiento familiar
- P3: vivienda con adecuación de modula comercial.

Figura 51. Memoria crecimiento de la vivienda



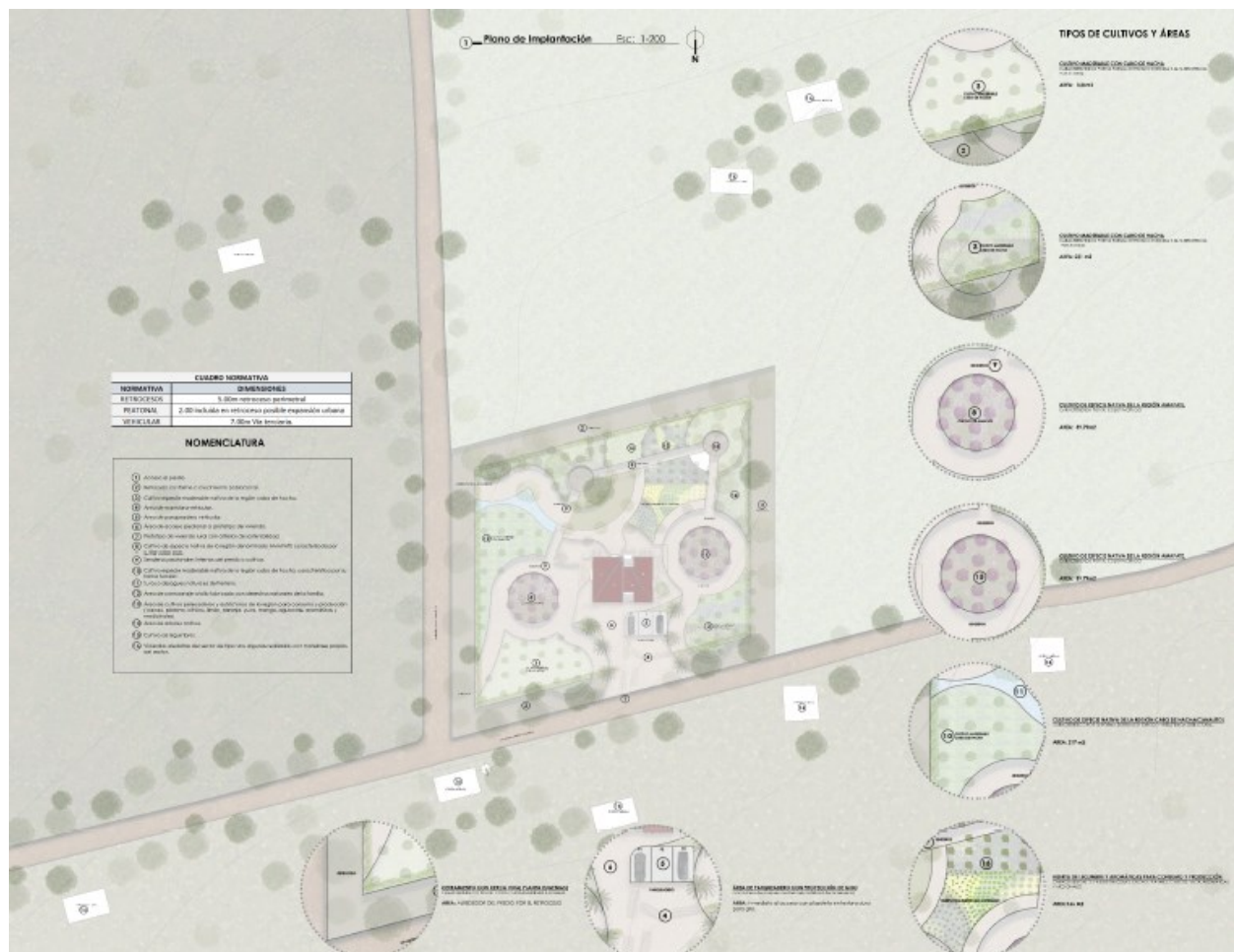
4.2 Implantación

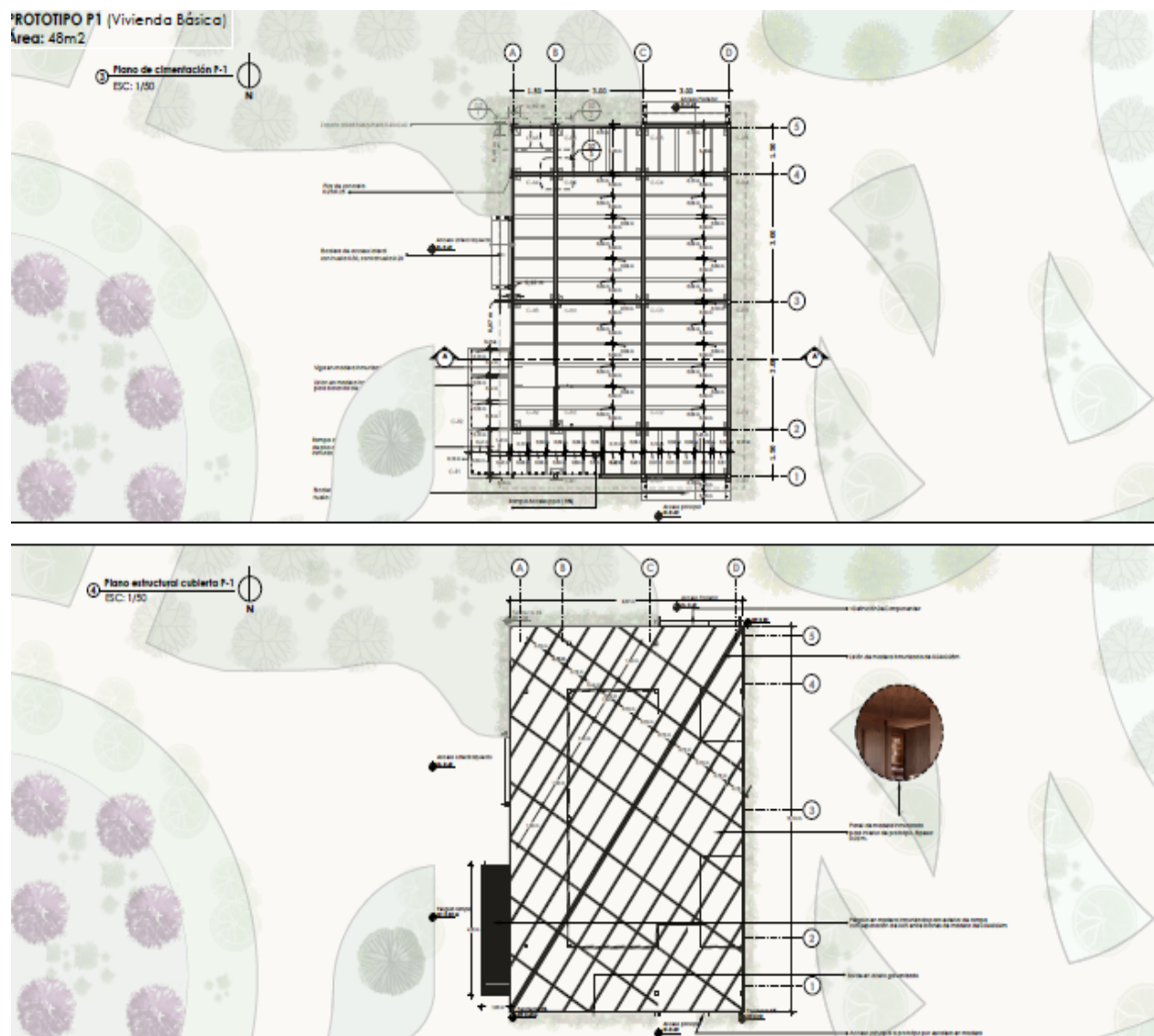
En este panel se observan las condiciones en la que la vivienda se encuentra localizada y se especifican las dimensiones y normativas del sector, además se menciona la tipología de cultivos productivos del sector y las áreas de estos.

Contiene:

- Normativa
- Áreas
- Organización espacial y cultivos.

Figura 52. Implantación

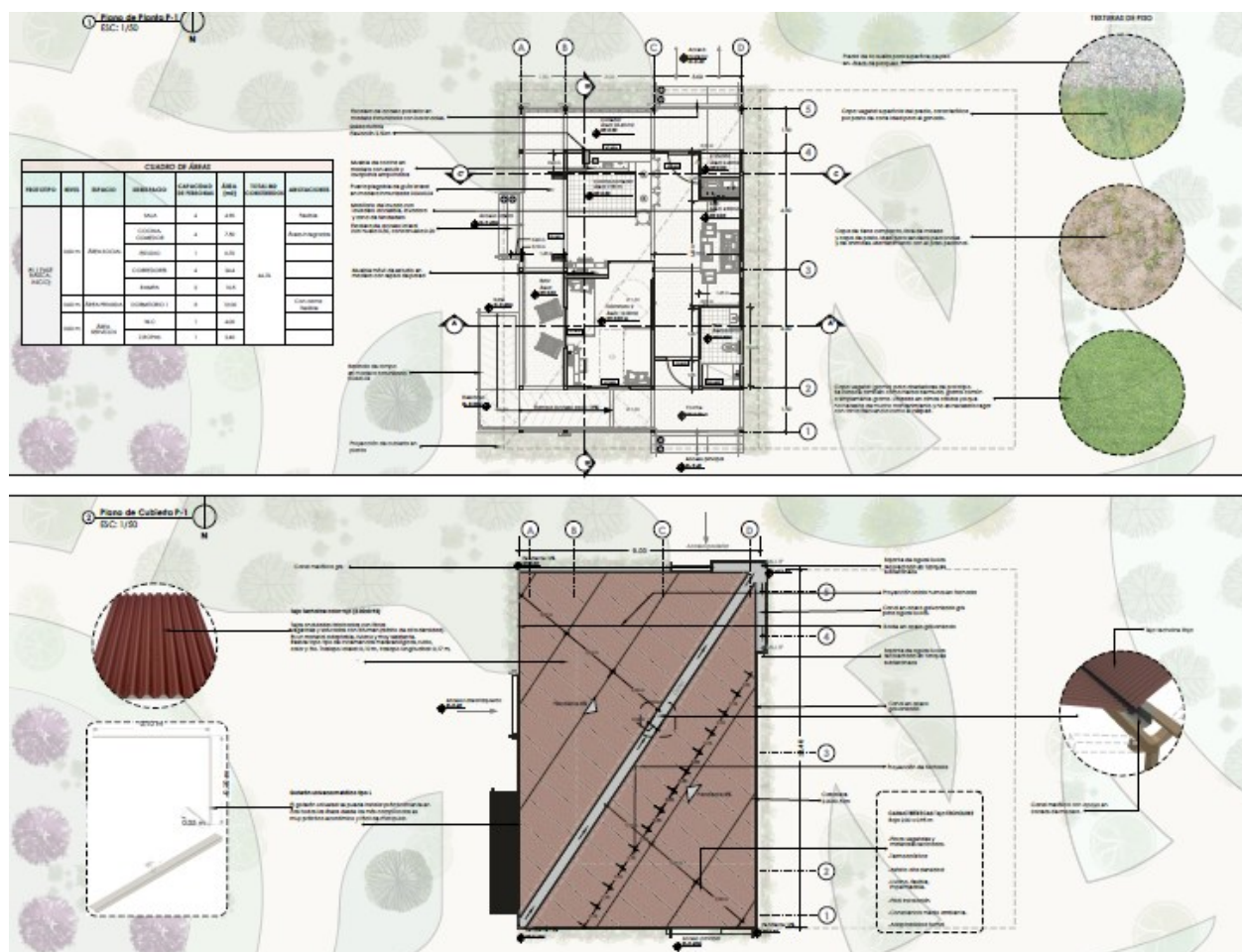




4.4 Planta arquitectónica prototipo p1

Este panel contiene planta arquitectónica del prototipo 1, áreas de cada espacio diseñado dentro de la vivienda básica, especificación de tipos de suelo implementados afuera y dentro de la vivienda, además se anexa planta arquitectónica de cubierta en donde se evidencian las características de esta y un detalle ampliado del canal y especificaciones de las partes de esta.

Figura 54. Planta prototipo 1



Esta lamina contiene los cortes y fachadas correspondientes al prototipo 1 fase de vivienda básica, en donde se evidencias los niveles y cambios de terreno de cada plano además de la especificación de cada espacio de la vivienda y sus alturas.

PROTOTIPO P1
 vivienda Básica
 Área: 48m2

Plano de Fachada Principal P1
 100' 100'

Sección A-A
 100' 100'

Sección B-B
 100' 100'

Sección C-C
 100' 100'

Sección D-D
 100' 100'

Plano de Fachada Principal P1
 100' 100'

Sección A-A
 100' 100'

Sección B-B
 100' 100'

Sección C-C
 100' 100'

Sección D-D
 100' 100'

4.6 Prototipo P2

Se anexan planos de estructuras de la segunda tipología diseñada en donde se describen las dimensiones de sus componentes como vigas, viguetas, zapatas, ejes, cortes y detalle del material que se implementó para la realización de dicha cimentación y estructuración.

Además, se evidencia el crecimiento de la fase 2 en donde se muestra mayor estructura de cimentación por la implementación de áreas nuevas dentro del prototipo.

Figura 56. *Cimentación de prototipo 2*

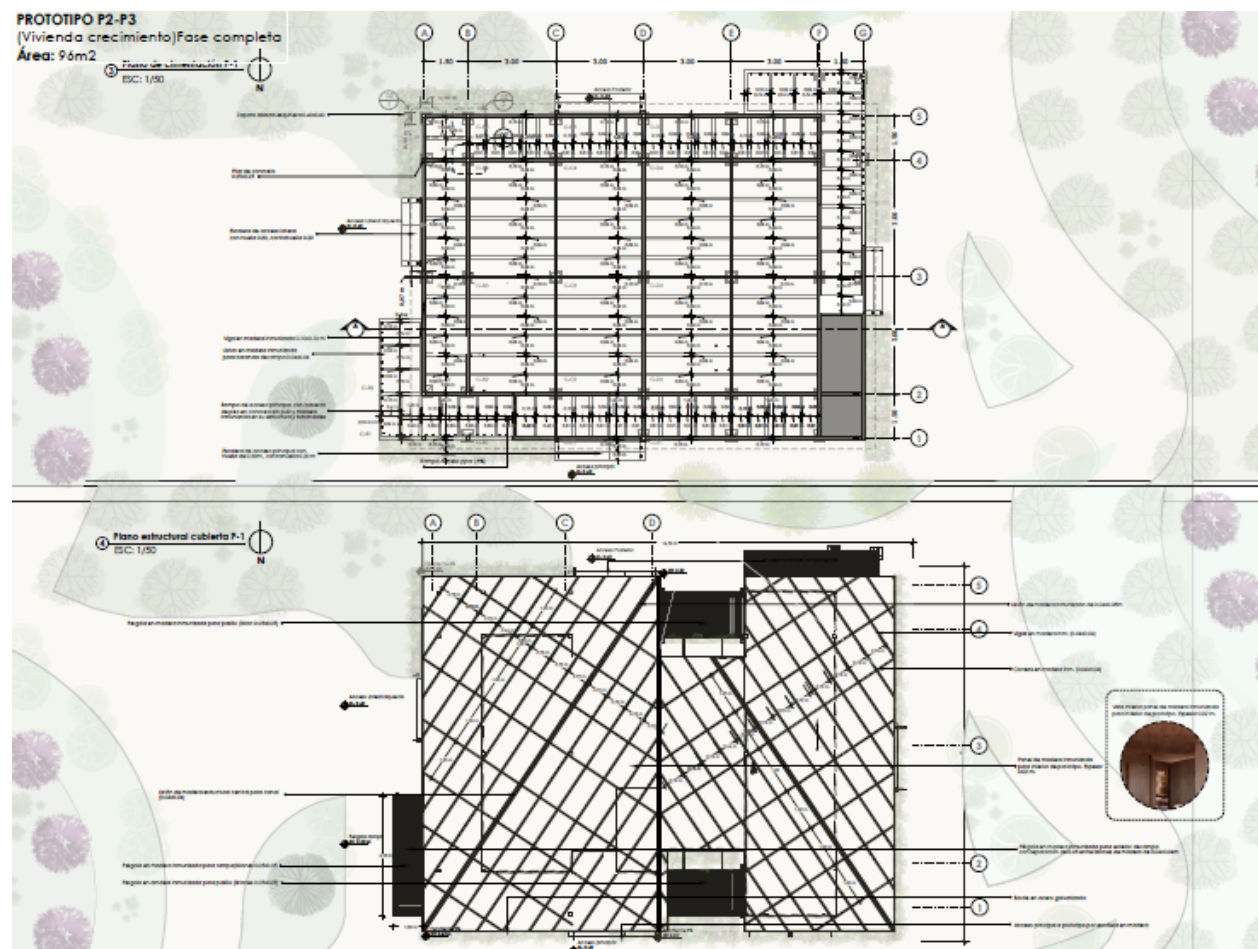
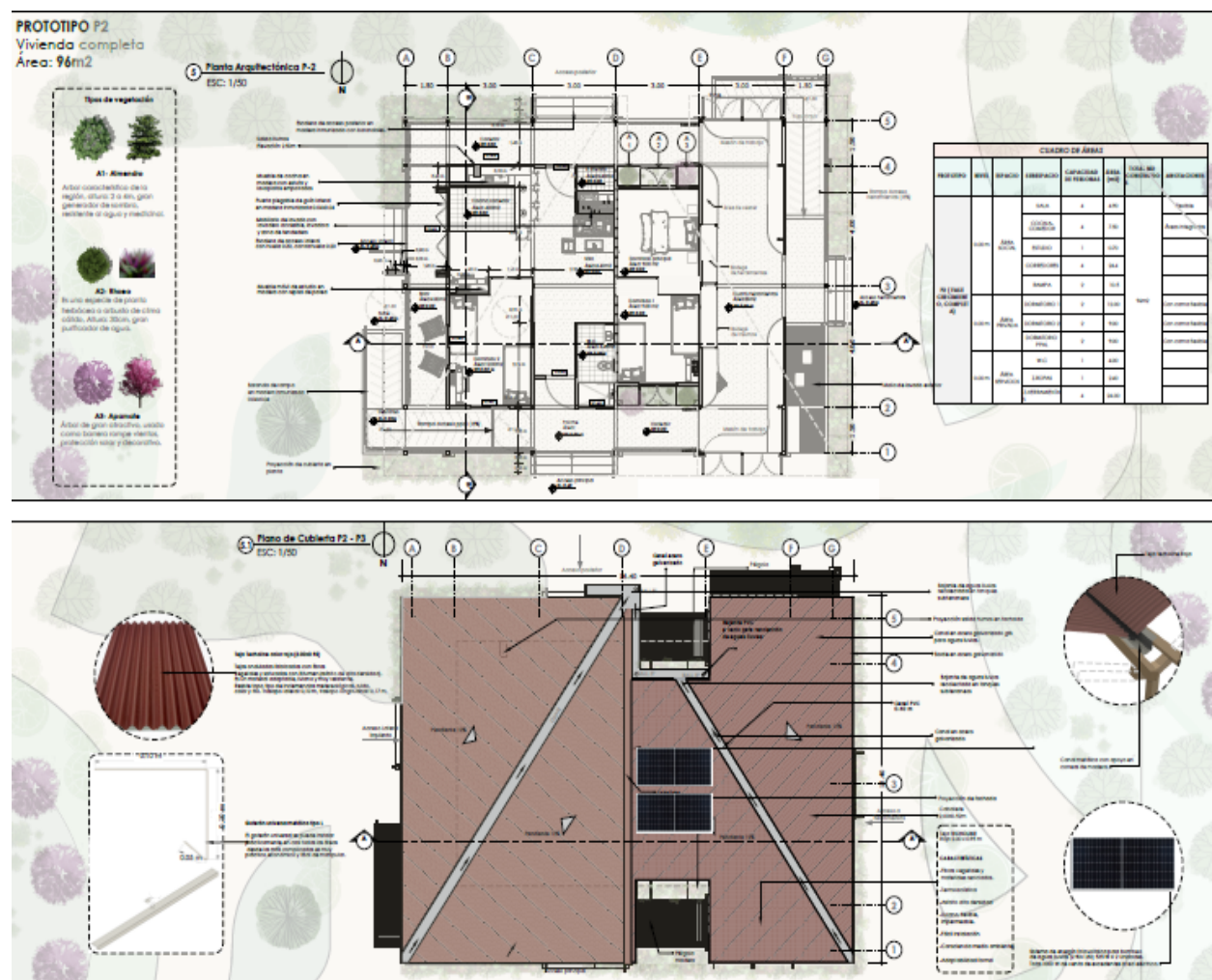


Figura 57. *Planta Arquitectónica prototipo P2*



PROTOTIPO P2
Vivienda completa (crecimiento)
Área: 96m²

1 Fachada Principal F2
Fase completa ESC 1/30

2 Fachada posterior F2
Fase completa ESC 1/30

3 Fachada lateral derecha F2
Fase completa ESC 1/30

4 Plano de Sección A-A ESC 1/30

5 Plano de Sección B-B ESC 1/30

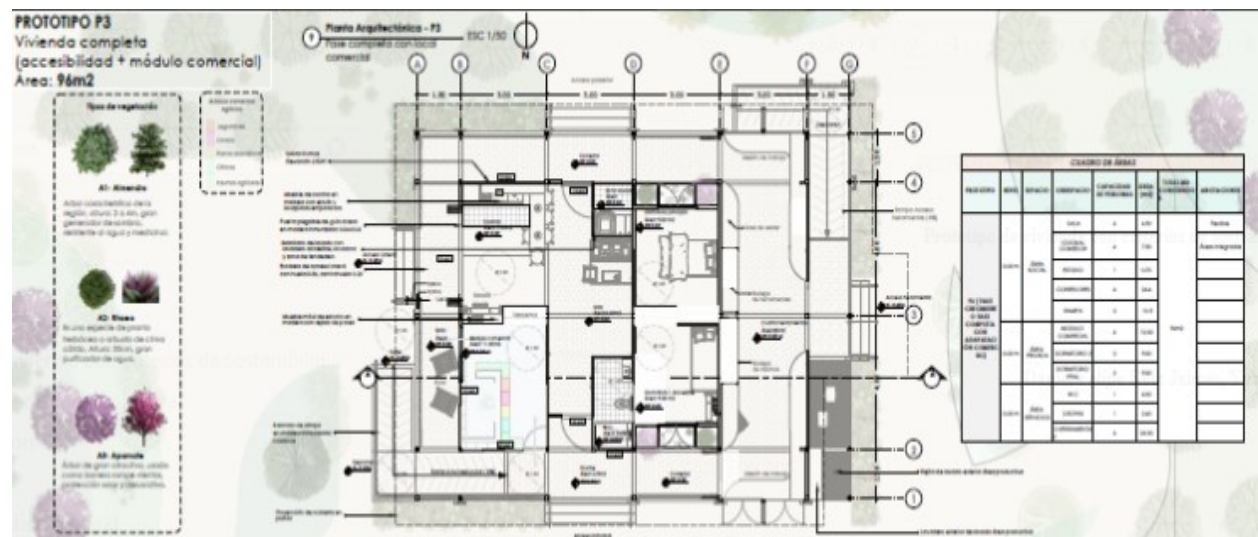
6 Plano de Sección C-C ESC 1/30

7 Plano de Sección D-D ESC 1/30

PROTOTIPO P2
Vivienda Crecimiento
Área: 96 m²

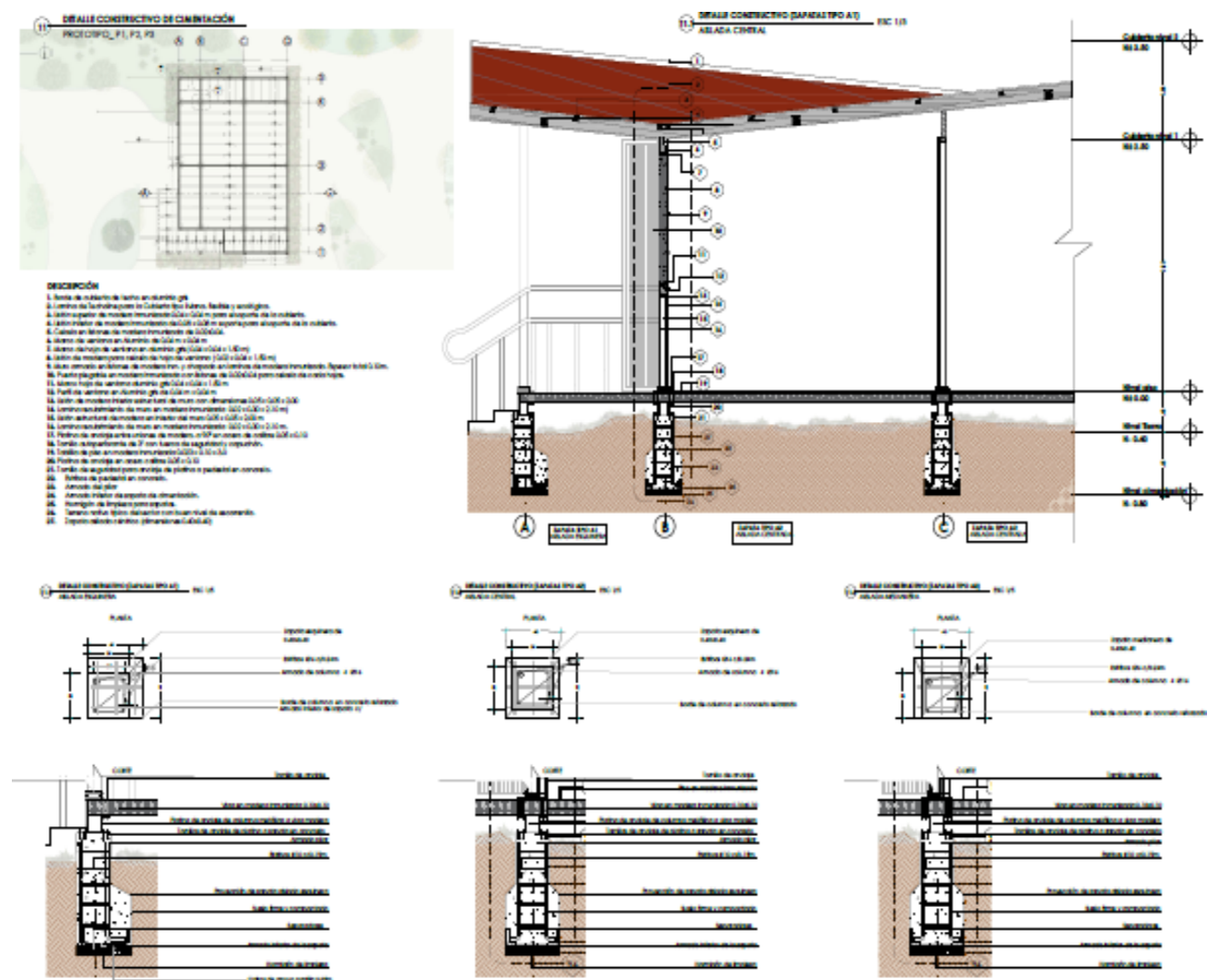


PROTOTIPO P3
Vivienda completa
(accesibilidad + módulo comercial)
Área: 96m²



En este panel se especificó el tipo de especies arborizas que existen en el predio y sus alrededores de igual forma se evidencia la topografía del lote y en donde se encuentra ubicada la vivienda rural con criterios de sostenibilidad.

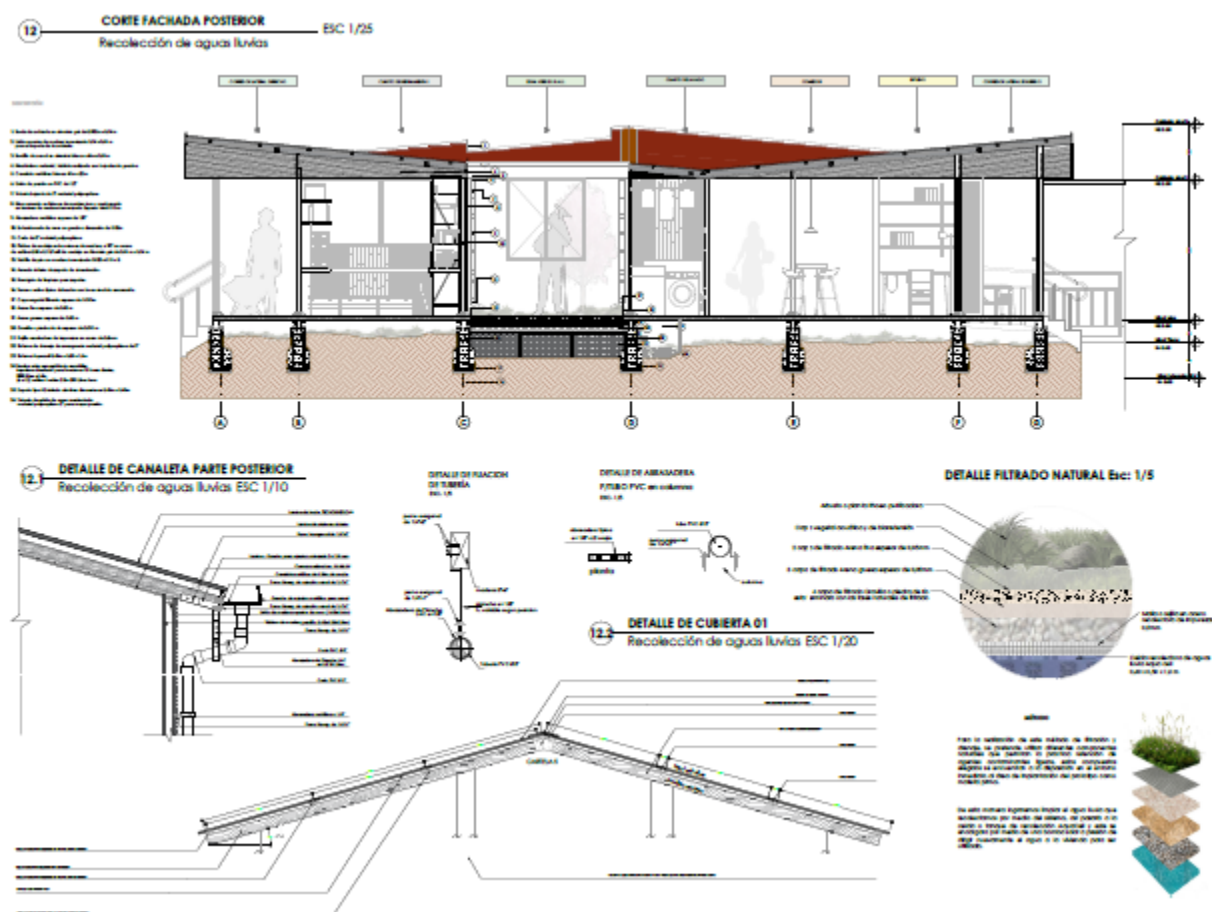
[illegible]



4.9.2 Detalle constructivo de funcionamiento recolección de aguas

Es importante mencionar que en este plano se tiene la intención de demostrar como es el funcionamiento de la recolección de aguas lluvias mediante un detalle constructivo que viene desde la cubierta hasta la cimentación en donde se encuentra a detallé las celdas ecológicas Aqua cell, además se explica como es el método de filtración natural para estas aguas recolectadas.

Figura 63. Detalle constructivo de cubierta recolección de aguas lluvia.



4.9.3 Detalle constructivo de mobiliario (puertas y ventanas)

Figura 64. Detalle constructivo de puertas, ventanas y mobiliario.

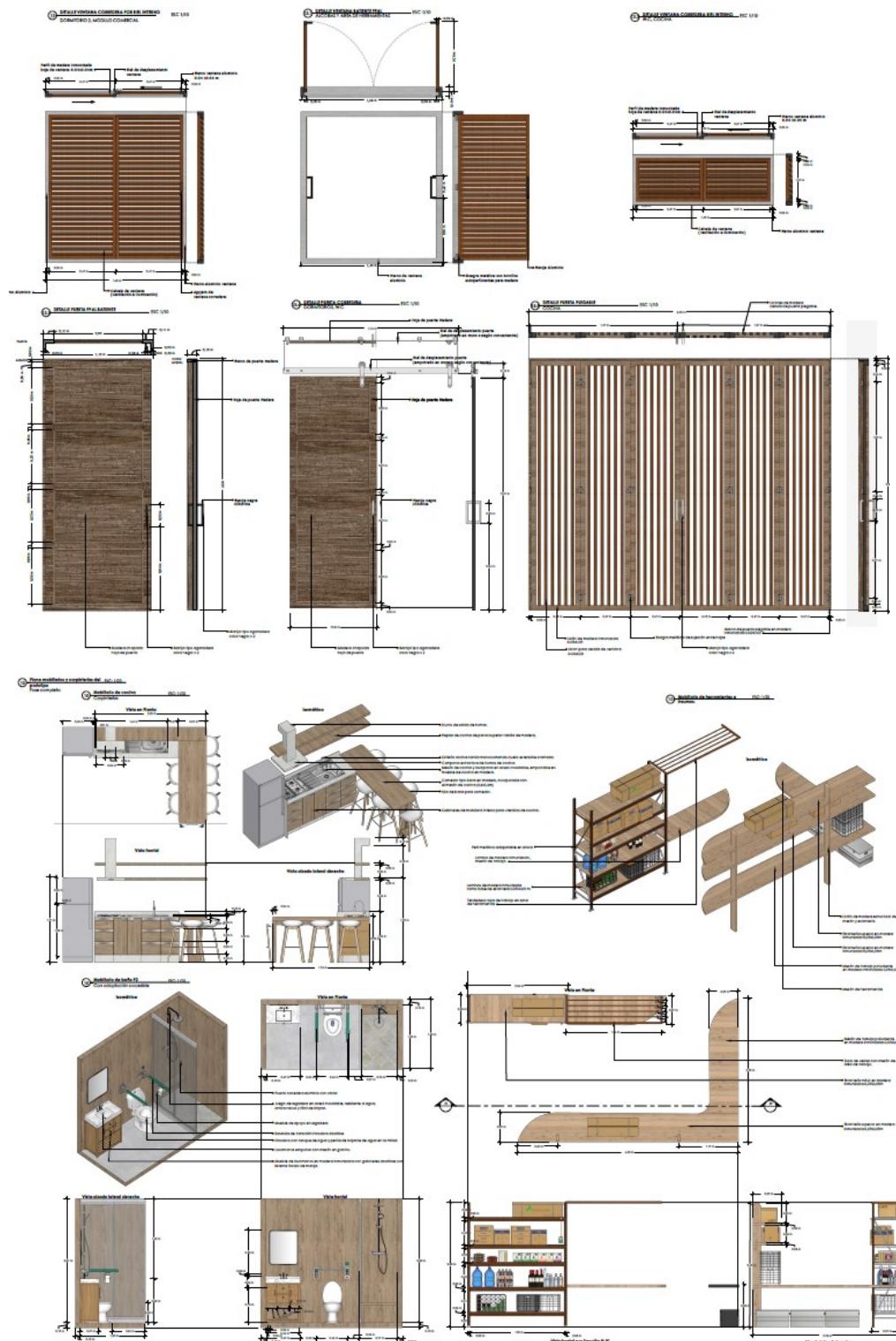
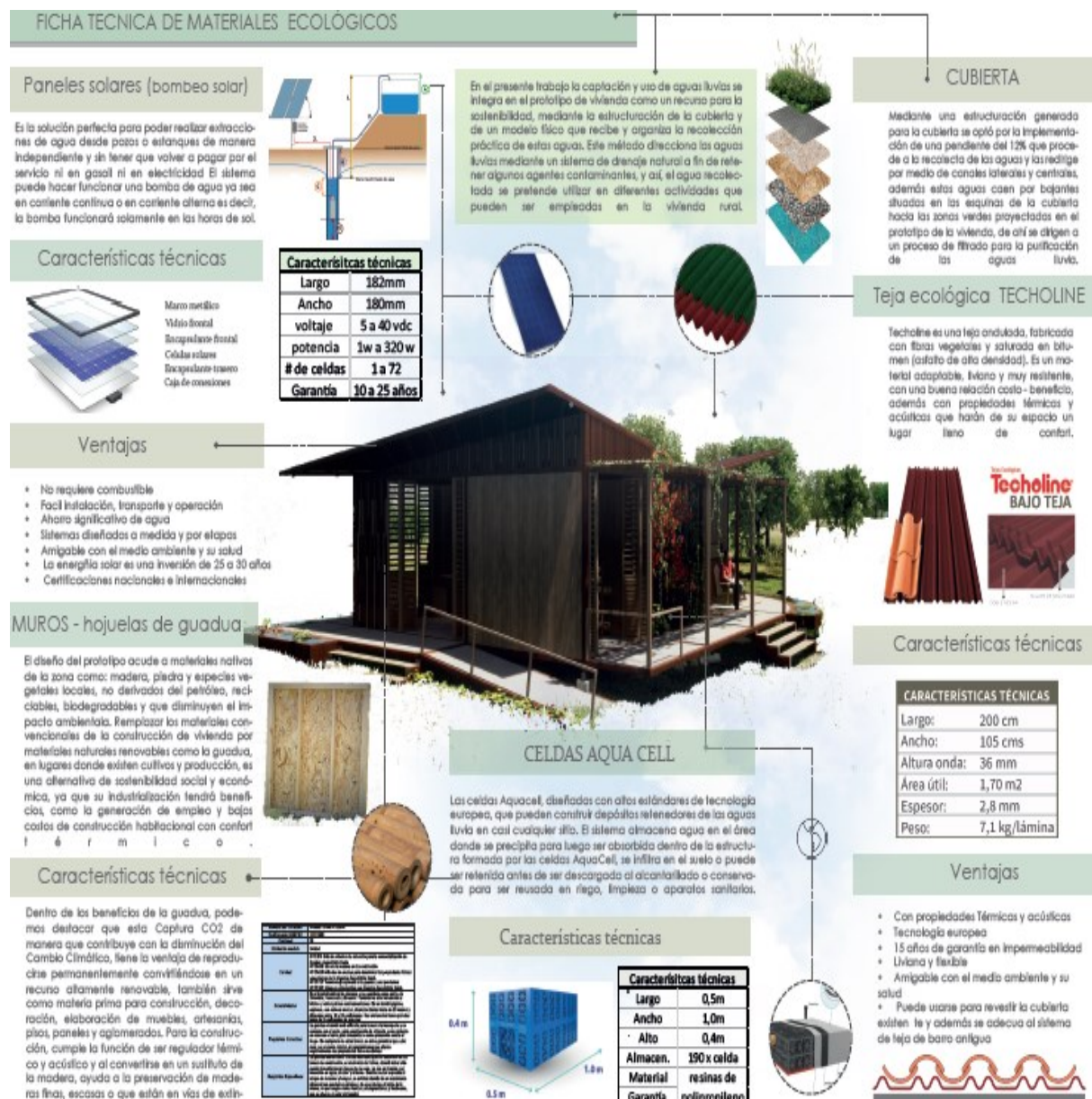


Figura 65. Ficha técnica de materiales ecológicos



5. Conclusiones

De acuerdo con la recopilación de información sobre las condiciones actuales de habitabilidad y necesidades del usuario en la zona rural de Saravena, se establecieron las siguientes conclusiones

La metodología puesta en práctica mediante trabajo de campo, proporciono claridad acerca de las condiciones de habitabilidad de los usuarios residentes en el sector. Así mismo permitió obtener una visión clara determinante para la elaboración de un prototipo de vivienda que respondiera satisfactoriamente a las necesidades de los usuarios.

En cuanto a los referentes analizados, se reconocieron estrategias de cada uno de ellos de los cuales se destacaron, la recolección de aguas lluvias, implementación de materiales locales del entorno, incorporación de área comercial y productiva dentro de la vivienda. Esto con el fin de aportar estrategias positivas y significativas para la creación del prototipo de vivienda.

En la actualidad, existe un gran déficit en las viviendas rurales, puesto que, se caracterizan por poseer espacios rígidos que proporcionar el inadecuado funcionamiento de las actividades propias del campo.

Las actividades agrícolas son determinantes en el diseño de una vivienda rural. Por lo cual, las mismas definen dimensiones, áreas, relaciones espaciales, así como la relación entre los espacios.

Es así que, proponer soluciones modulares flexibles aciertan a las determinantes de diseño, económicas y crecimiento de los habitantes.

Así mismo, la zonificación del prototipo de vivienda, se logró gracias a lineamientos y criterios fundamentados en la organización y relación espacial.

Además, se remplazaron los materiales convencionales de la construcción de la vivienda por materiales naturales renovables como la guadua, canalito o cabo de hacha, son una alternativa de sostenibilidad social y económica, ya que su industrialización tendrá beneficios, como la generación de empleo y bajos costos de construcción habitacional con confort térmico.

El área rural del municipio de Saravena consta de grandes extensiones de especies maderables, que son consideradas como material ecológico autóctono de la región. Con esto, se busca preservar las técnicas de construcción vernáculas de la región y mantener técnicas constructivas tradicionales que integran la comunidad a la construcción del mismo.

Finalmente, la captación y uso de aguas lluvias en el prototipo se integra como un recurso de sostenibilidad. Con esto, aportamos un efecto positivo a la región y el medio ambiente reutilizando y disminuyendo costos a los usuarios.

En conclusión, con los resultados obtenidos del prototipo de vivienda se destacan aspectos positivos para región y comunidad, ya que su diseño arquitectónico brindó solución a las necesidades planteadas por los usuarios, generando un diseño de vivienda más llamativo visualmente, con criterios de sostenibilidad que a futuro irán mejorando gracias a las nuevas tecnologías, además, de velar por el bienestar económico de los usuarios para la realización de su vivienda.

Referencias

- Acevedo, E. (2015). *Multifamiliar sostenible*. [(Trabajo de grado / facultad de arquitectura)]. Universidad Santo tomas. Repositorio Institucional. Universidad Santo Tomás. Repository usta. <https://repository.usta.edu.co/handle/11634/731>
- Acuerdo No.4 (01 de marzo2010). *Plan Básico de Ordenamiento Territorial de Saravena Arauca*. https://www.datos.gov.co/browse?Informaci%C3%B3n-de-la-Entidad_Nombre-de-la-Entidad=Alcald%C3%ADa+Municipal+de+Saravena
- Alcaldía de Saravena. (2017). Planes en construcción Saravena-Arauca. <https://enconstruccion.co/savaneta/>
- Ballén, G. & Ortiz. (2006). Modelo de aprovechamiento de aguas lluvias en zonas de pobreza extrema. *Revista entorno*, edición (45), 40. https://www.academia.edu/70330450/Modelo_de_aprovechamiento_de_aguas_lluvias_en_zonas_de_pobreza_extrema
- Bambusa. (2017). Guadua. [Figura]. bambusa <https://bambusa.es/wp-content/uploads/2017/12/portada-guadua.png>
- Brundtland, G.H. (1987). Historia y termino del desarrollo sostenible. Hábitat, 6 <http://habitat.aq.upm.es/cs/p2/a004.html>
- Camacho. (2013). Cuenca baja del rio bojaba. [Figura]. researchgate. https://www.researchgate.net/figure/Figura-1-Ubicacion-geografica-de-la-investigacion-Cuenca-baja-del-rio-Bojaba_fig1_339662326
- Camargo. R. (2018, 13 de agosto). Muro panel térmico estructural compuesto en guadua y cartón Modelo experimental aplicado al clima de la zona cafetera. *Revista de Arquitectura desde la facultad*. <https://revistadearquitectura.ucatolica.edu.co/article/view/2116/1991>

Censo Nacional De Población y Vivienda (2018). *Resultados censo nacional de población y vivienda*. DANE. <https://www.dane.gov.co/files/censo2018/informacion-tecnica/cnpv-2018-presentacion-3ra-entrega.pdf>

Consejo Colombiano de Construcción Sostenible (2015, 10 de julio). *Reglamento Colombiano de Construcción Sostenible*. CCS. <https://www.cccs.org.co/wp/download/resolucion-0549-de-2015/?wpdmdl=5681&refresh=628fade1375d91653583329>

Currealugo V (2018). Historias del Sarare. [Fotografía]. Victor Currealugo. <https://victordecurrealugo.com/wp-content/uploads/2018/06/Historias-del-Sarare.pdf>

Decreto 890. (28 de mayo de 2017). *Plan Nacional de Construcción y mejoramiento de vivienda social rural*. Google. (s.f.). [Mapa de Saravena, Colombia en Google Maps]. <https://www.google.com/maps/place/Saravena,+Arauca/@6.9643255,-71.9163914,14.25z/data=!4m5!3m4!1s0x8e6f33cb8903a65b:0xea5eabf5f352d830!8m2!3d6.956107!4d-71.872595>

F. Arquitectura. (2019, 27 de febrero). *Prototipo de vivienda rural sostenible y productiva*. Archidaily. <https://www.archdaily.co/co/912225/prototipo-de-vivienda-rural-sostenible-y-productiva-en-colombia-por-fp-arquitectura>

Google Earth. (2021). [Figura]. Localización vereda 4 esquinas Google. <https://earth.google.com/web/@6.97531936>

Ideam. (s.f) Informe de gestión climatológica [Figura].Temperatura anual Saravena. <http://www.ideam.gov.co/documents/24024/84386/Informe+de+Gestion+2010+IDEAM.pdf/a964fab3-b5c6-4068-9e11-37b1fd341c03?version=1.0>

Jaimes V (2017). Saravena calle principal. [Fotografía]. Calle principal de Saravena. Google <https://pbs.twimg.com/media>

M. Sánchez, (2014). *El ambientalismo moderado*. [(Investigación / semestre económico)].

Universidad de Medellín. <http://www.scielo.org.co/pdf/seec/v17n35/v17n35a7.pdf>

Olas, M. (2016). 5 países líderes en el manejo inteligente del agua. www.aguasresiduales.info. <https://www.aguasresiduales.info/revista/noticias/5-paises-lideres-en-el-manejo-inteligente-del-agua-6tXbM>

Onduline. (2020). Teja Techoline. [Figura]. Teja Onduline Google. https://co.onduline.com/sites/onduline_co/files/styles/1199x840/public/2020-01/Ejemplo%20techoline%20clasica%201.jpg?itok=w1IOGloM

Ortiz, Alicea & Quiñones, José. (1985). *Agua subterránea*.

<https://pubs.usgs.gov/of/1985/0642/report.pdf>

Pavco Wavin. (2020). Manual técnico Aqua Cell. [Figura]. Celda Aqua Cell. Google. <http://www.graf-agua.com/.2015>

Suarez, Leidy & Herrera, Jhon. (2014). *Recolección y utilización de aguas lluvias viviendas de interés social*. [(Trabajo de grado / facultad de ingeniería civil)]. Universidad Católica de Colombia. <https://library.co/document/yevwmk0z-recoleccion-reutilizacion-lluvias-viviendas-interes-recursos-yomasa-bogota.html>

Topographic. (s.f) Mapa topográfico Saravena- vereda 4 esquinas. [Figura]. Topografía del lote <https://es-co.topographic-map.com/maps/6edh/Saravena>