Vivienda productiva con énfasis en bioclimática en zona rural de Lebrija, Santander Colombia|

María Alejandra Castaño Soto, Diana Carolina Vera Rangel

Trabajo de grado para optar por el título de Arquitecto

Director

Arq. Claudio Fabian Mantilla

Magister en Tecnologías de la Edificación

Codirector

Arq. Juan Felipe Quijano García

Universidad Santo Tomás, Bucaramanga

División de Ingenierías y Arquitectura

Arquitectura

2022

Dedicatoria

Dedico este trabajo a mis padres, Francisco Castaño y Nancy Soto, por ser los principales autores de mi vida, por su apoyo, consejos, dedicación y amor durante este proceso; impulsándome a cumplir esta meta; a mi hermana Sofia Castaño que siempre estuvo acompañándome, por tenerme paciencia y siempre tener palabras alentadoras para cada momento difícil; a mi novio Juan Goez, brindándome amor, compañía, apoyo y motivación; y finalmente a mis mascotas Coco y Tomy que me hicieron sentir acompañada, ofreciéndome apoyo emocional en este proceso.

María Alejandra Castaño Soto

Quiero dedicar este trabajo a mis padres, Dario Vera y Luz Marina Rangel, que con mucho sacrificio y amor me han permitido estudiar y formarme como persona y profesional, que me impulsaron y motivaron cada día para poder dar lo mejor y cumplir este logro; a mis hermanos, ellos fueron mi motivación y ejemplo para emprender esta travesía. Y finalmente, a mi persona, por perseverar y no haber dejado que ningún obstáculo me detuviera.

Diana Carolina Vera Rangel

Contenido

Introducción 18

1. Vivienda productiva con énfasis en bioclimática en zona rural de Lebrija, Santander Colombia 20

1.1 Planteamiento del problema 20

1.2 Justificación 21

1.3 Objetivos 22

1.3.1 Objetivo general 22

1.3.2 Objetivos específicos 22

2. Marco referencial 23

2.1 Marco teórico 23

2.1.1 Concepto de marco teórico 23

2.2 Marco conceptual 24

2.2.1 Territorio rural 24

2.2.2 Arquitectura bioclimática 25

2.2.3 Condiciones de confort 27

2.3 Marco legal 28

2.3.1 Normativa Nacional 28

2.3.2 Leyes orgánicas u ordinarias 28

3. Método de investigación 29

4. Arquitectura Rural (Hábitat) 31

5. Arquitectura vernácula 32

5.1 Arquitectura vernácula en Colombia 33

5.1.1 Sector altiplano 34

5.1.2 Tipologías viviendas del sector altiplano 35

6. Tipologías modernas de viviendas rurales 37

6.1 Tipología Nacional. Referente 1. 37

6.2 Tipología Nacional. Referente 2. 44

6.3 Tipología Internacional. Referente 3. 48

7. Análisis del municipio (Lebrija, Santander) 51

7.1 Localización general 51

7.2 Sistema vial 52

7.3 Zonas climáticas 53

7.3 Actividad sísmica 54

7.4 Geología 55

7.5 Población 56

7.6 Economía 56

7.6.1 Cultivo de cítricos 57

8. Fauna y vegetación 57

8.1 Fauna 57

8.2 Vegetación 60

9. Análisis del clima (Lebrija-Santander) 64

9.1 Temperatura y humedad relativa 65

9.2 Temperatura / radiación Solar 67

9.3 Precipitación 69

9.4 Rosa de vientos 70

10. Diagrama psicrométrico de Givoni 71

10.1 Análisis diagrama psicométrico de Givoni 73

11. Fase inicial del diseño (análisis) 75

11.1 Requerimientos de los usuarios 75

11.1.1 Identificación de las necesidades de los usuarios 76

11.1.2 Programa de necesidades 78

11.1.3 Organigrama vivienda 81

11.1.4 Organigrama bodega y espacio trabajadores 82

11.1.5 Organigrama general 82

11.2 Lote 83

11.2.1 Localización general 84

11.3 Análisis de cultivos 85

11.3.1 Suelo 85

11.3.2 Época de plantación y crecimiento 86

11.3.3 Tiempo de cosecha 87

11.3.4 Tipo de raíz 87

11.3.4 Riego 88

11.3.5 Cortinas cortavientos 89

11.3.6 Solución para plagas 90

12. Parámetros de diseño 91

12.1 Diseño de bodega 91
12.2 Diseño de espacio para trabajadores 93
12.3 Diseño del volumen de la vivienda 95
12.3.1 Fase inicial: primer modulo 95
12.3.2 Fase dos: división modular 96
12.3.3 Fase tres: Conectividad modular 97
12.3.4 Fase cuatro: Incorporación de usos y recorridos 98
12.3.5 Fase cinco: Movimiento en los módulos e incorporación de los espacios 98
12.3.6 Resultado final: planta vivienda 100
13. Estrategias pasivas de diseño 101
13.1 Estrategias de radiación solar 101
13.2 Estrategias de vientos 105
14.1 Cuadro de áreas de la vivienda 108
14.2Cuadro de áreas de la vivienda 109
Referencias 110

Lista de tablas

Tabla 1. *Recuperación* 78

Tabla 2. *Relación y recreación* 78

Tabla 3. *Servicios* 79

Tabla 4. *Almacenar* 79

Tabla 5. *Agricultura* 80

Tabla 6. *Trabajador* 80

Tabla 7. *Población vereda el oso* 85

Tabla 8. *Características del ambiente para los cítricos* 91

Lista de figuras

Figura 1. *Fase 1, componentes metodológicos.* 29

Figura 2. *Fase 2, componentes metodológicos.* 30

Figura 3. *Fase 3, componentes metodológicos.* 30

Figura 4. *Fase 4, componentes metodológicos.* 31

Figura 5. *Arquitectura rural* 32

Figura 6. *Localización de la Arquitectura en tierra en zonas de riesgo sísmico en Colombia.* .. 33

Figura 7. *Sismos altiplano, a partir de Mapa IGAC* 34

Figura 8. *Tipología 1 sector altiplano* 35

Figura 9. *Tipología 2* sector altiplano 35

Figura 10. *Tipología 3 sector altiplano* 36

Figura 11. *Vivienda rural sostenible y productiva, estación espacial arquitectos* 37

Figura 12. *Planta primer nivel vivienda básica* 38

Figura 13. *Planta primer nivel con crecimiento* 39

Figura 14. *Planta segundo nivel crecimiento progresivo* 40

Figura 15. *Planta segundo nivel con crecimiento* 40

Figura 16. *Corte climático referente 1* 41

Figura 17. *Esquema sostenible* 42

Figura 18. *Corte por fachada y materialidad* 43

Figura 19. *Vivienda rural sostenible y productiva, FP arquitectura* 44

Figura 20. *Planta primer nivel* 45

Figura 21. *Planta segundo nivel* 46

Figura 22. *Corte climático* 47

Figura 23. *Detalle constructivo* 47

Figura 24. *Vivienda bioclimática en villa parque siquiman* 48

Figura 25. *Planta subsuelo* 49

Figura 26. *Planta primer nivel* 49

Figura 27. *Planta segundo nivel* 50

Figura 28. *Distancias de los límites del municipio Lebrija* 51

Figura 29. *Mapa del sistema vial de Lebrija, Santander* 52

Figura 30. *Mapa zonas climáticas de Lebrija, Santander* 53

Figura 31. *Mapa actividad sísmica de Lebrija, Santander* 54

Figura 32. *Vista plancha H-12 de INGEOMINAS o SGC* 55

Figura 33. *Graficas población de Lebrija* 56

Figura 34. *Phyllostomidae (Murciélago con hoja nasal)* 58

Figura 35. *Didelphimorphia (Fara)* 59

Figura 36. *Sciurus granatensis (Ardilla de cola roja)* 59

Figura 37. *Coragyps atratus (Buitre negro americano)* 60

Figura 38. *Acacia sensu lato familia fabaceae* 61

Figura 39. *Flor y fruto cafeto familia rubiaceae* 62

Figura 40. *Alfombra de Arena familia euphorbiaceae* 63

Figura 41. Tibouchina granulosa familia melastomataceae 63

Figura 42. *Catharanthus roseus familia Apocynaceae* 64

Figura 43. *Clasificación climática Caldas-Lang* 65

Figura 44. *Temperatura media / humedad relativa* 65

Figura 45. *Temperatura mínima media* / *humedad relativa* 66

Figura 46. *Temperatura máxima media / humedad relativa* 66

Figura 47. *Temperatura mínima media / radiación solar* 67

Figura 48. *Temperatura media / radiación solar* 68

Figura 49. *Temperatura máxima media / radiación solar* 68

Figura 50. *Lluvias (mm)* 69

Figura 51. *Lluvias (días)* 69

Figura 52. *Grafica rosa de los vientos* 70

Figura 53. *Diagrama psicrométrico de Givoni* 71

Figura 54. *Diagrama de Givonni* 73

Figura 55. *Grafica comfort tool, temperatura más alta* 74

Figura 56. *Grafica comfort tool, temperatura más baja.* 74

Figura 57. *Número de personas en una vivienda* 76

Figura 58. *Necesidades usuarios vivienda rural* 77

Figura 59. *Necesidades usuarios asignados a la agricultura* 77

Figura 60. *Organigrama vivienda* 81

Figura 61. *Organigrama bodega y espacio trabajadores* 82

Figura 62. *Organigrama general* 82

Figura 64. *Galpones, granja mesitas* 83

Figura 65. *Lote* 84

Figura 66. *Conformación del suelo* 86

Figura 67. *Plantación de cultivos* 86

Figura 68. *Raíz de los cítricos* 87

Figura 69. *Riego por goteo* 88

Figura 70. *Barreras corta vientos* 89

Figura 71**.** *Casuarina cunninghamiana* 90

Figura 72. *Planta caléndula* 91

Figura 73. *Esquema de bodega 1* 92

Figura 74. *Esquema de bodega 2* 93

Figura 75. *Planta espacio de trabajadores y bodega* 94

Figura 76. *Esquema del espacio de trabajadores* 95

Figura 77. *Esquema de orientación del volumen* 95

Figura 78. *Implantación del modulo* 96

Figura 79. *División modular* 97

Figura 80. *Conectividad modular* 97

Figura 81. *Incorporación de usos y recorridos* 98

Figura 82. *Movimiento modular e incorporación de espacios* 99

Figura 83**.** *Planta arquitectónica vivienda* 100

Figura 84. *Entrada solar durante la mañana* 101

Figura 85. *Entrada solar durante la tarde* 101

Figura 86. *Radiación solar mediante Andrew Marsh* 102

Figura 87. *Corte alargamiento de cubiertas* 102

Figura 88.*Manta aislante cubierta* 103

Figura 89. *Piso de piedra caliza* 103

Figura 90. *Muros en bloque de tierra comprimida* 104

Figura 91. *Entrada solar en la mañana* 104

Figura 92. *Entrada solar en la tarde* 105

Figura 93. *Recorrido vientos sobre vivienda* 105

Figura 94. *Esquema recorrido aire interior vivienda* 106

Figura 95. *Corte elementos para el control de ventilación* 107

Figura 96. *Cuadro de áreas vivienda* 108

Figura 97. *Cuadro de áreas bodega* 109

Apéndices

Apéndice 1. Planta estado actual.

Apéndice 2. Plano de localización.

Apéndice 3. Planta vivienda.

Apéndice 4. Planta bodega de cítricos.

Apéndice 5. Planta de cubiertas - Vivienda, Bodega de cítricos e insumos.

Apéndice 6. Cortes y detalles constructivos.

Apéndice 7. Fachadas.

Apéndice 8. Contextualización - memoria.

Apéndice 9. Análisis cultivos - memoria.

Apéndice 10. Criterios de diseño - memoria.

Apéndice 11. Estrategias pasivas (bioclimática) - memoria.

Apéndice 12. Materialidad y renders - memoria.

Resumen

El proyecto plantea una vivienda productiva con estrategias bioclimáticas pasivas, para los habitantes de la zona rural del municipio de Lebrija, Santander. De acuerdo con aspectos, ambientales, identificados en el lugar; aportando un proyecto de vivienda productiva que se adapte al entorno. Además, con dicho proyecto se busca potencializar la vivienda rural productiva, teniendo en cuenta la ausencia de un diseño correcto y a su vez mejorar el espacio de habitabilidad. Se propone por medio de estrategias bioclimáticas a través de sistemas pasivos mediante la aplicación diagrama psicrométrico de Baruch Givoni, localización y materialidad escogida. Por otro lado, incorporar la producción agrícola siendo los cultivos de cítricos la cultivación más influyente en la economía del municipio de Lebrija.

Palabras clave: habitabilidad, bioclimática, sistemas pasivos, producción agrícola

Abstract

The project proposes a productive dwelling with passive bioclimatic strategies, for the inhabitants of the rural area of the municipality of Lebrija, Santander. According to aspects, environmental, identified in the place; providing a productive housing project that adapts to the environment. In addition, this project seeks to enhance productive rural housing, taking into account the absence of a correct design and in turn improve the habitable space. It is proposed through bioclimatic strategies through passive systems through the application of Baruch Givoni's psychrometric diagram, location and chosen materiality. On the other hand, incorporating agricultural production being citrus crops the most predominant crop in the economy of the municipality of Lebrija.

Keywords: habitability, bioclimatic, passive systems, agricultural production

Glosario

Habitabilidad: la habitabilidad significa que debe cumplir con ciertos estándares con relación a las condiciones acústicas, térmicas y de salubridad, esto es, sonidos, temperatura y sanidad, o de otro modo, protección contra ruidos, comodidad ambiental e higiene. Sin habitabilidad no hay calidad de vida o, mejor dicho, la habitabilidad constituye una condicionante para el desarrollo de calidad de vida dentro del espacio urbano. (Olmos y Haydeé, 2008, pág. 52).

Territorio rural: un territorio es una unidad espacial compuesta por un tejido social propio, que se encuentra asentada en una base de recursos naturales particular, que presenta ciertas formas de producción, consumo e intercambio, y que está regida por instituciones y formas de organización. (Cordero, Chavarría, Echeverri y Sepúlveda, 2003, pág. 5).

Vivienda: la vivienda es el espacio privado, un interior construido, en el que se realizan principalmente las actividades y tareas de la reproducción, que son aquellas que hacen posible el desarrollo natural, físico y social de las personas, constituyendo la base de las tareas productivas. (Reflexiones para proyectar viviendas del siglo XXI, 2010).

Arquitectura bioclimática: la arquitectura Bioclimática se define como un conjunto de elementos arquitectónicos, constructivos y pasivos, capaces de transformar las condiciones del microclima para lograr valores que lo acerquen a las condiciones de Bienestar termo fisiológico del ser humano, utilizando preferentemente energías pasivas, en pos de la reducción de los consumos de energía y minimización de impactos negativos al medio ambiente. (La arquitectura bioclimatica, 2015, pág. 34).

Sistemas pasivos: son los sistemas utilizados dentro del diseño arquitectónico de una edificación con el fin de conseguir el confort climático de los usuarios sin tener que recurrir a la energía eléctrica sino al otro tipo de energías, las conocidas como energías limpias y renovables: energía solar, eólica, y sistemas de ventilación natural y dispositivos de protección solar. (La arquitectura bioclimatica, 2015, pág. 34).

Introducción

El presente trabajo de grado va dirigido a las familias que viven en la zona rural de Lebrija que se dedican a la productividad, las cuales hacen parte de la agricultura del sector; contribuyendo a la economía del municipio. En donde se propone el diseño de una vivienda productiva con énfasis en bioclimática en zona rural de Lebrija, Santander Colombia. El municipio de Lebrija se ubica a 15 kilómetros de Bucaramanga, capital del departamento de Santander, y se caracteriza por estar en un clima cálido y templado, con un índice de población rural de 19.813 habitantes y población total de 38.560 habitantes. Su principal fuente de economía es la agricultura, ganadería y avicultura.

La población rural del municipio de Lebrija la conforman un poco más de la mitad total de la población de dicho municipio, son familias que realizan el levantamiento de su vivienda con un conocimiento nulo y con una gran ausencia en criterios de diseño. Las viviendas del sector rural en su gran mayoría constan de un único espacio reducido en donde se ubica el comedor, cocina, baño y habitación; todo esto junto y compartido por toda la familia. En otros casos los espacios interiores suelen estar mal distribuidos, con espacios excesivamente amplios que no generan una unificación y proporción total para la vivienda, de este modo se evidencia que las viviendas rurales, dependiendo de su situación económica y entendimiento ante la realización del levantamiento de su hogar, varia en espacios sumamente pequeños o grandes en donde no se encuentra un equilibrio que determine un estado óptimo para la habitabilidad de estas viviendas.

El proyecto “Vivienda productiva con énfasis en bioclimática en zona rural de Lebrija”, tiene en cuenta el esquema de ordenamiento territorial (EOT) del municipio de Lebrija, en el cual hacen un reconocimiento de su conexión a nivel nacional, regional y municipal e integra el

componente rural con sus respectivas políticas, usos y parcelaciones. Por otro lado, el proyecto se fundamentará y adecuará al territorio teniendo en cuenta el entorno, identificación de la población, determinantes físicas, y la aplicación de la bioclimática. Además de solucionar la falta de diseño arquitectónico en las viviendas rurales.

1. Vivienda productiva con énfasis en bioclimática en zona rural de Lebrija, Santander Colombia

1.1 Planteamiento del problema

El sector rural es uno de los focos del desarrollo económico del país. También es cierto que es el espacio más atrasado en términos arquitectónicos, debido a que la gran mayoría de viviendas en estas zonas son totalmente rústicas y sus diseños se desarrollan sin las mínimas consideraciones de componentes como: aislamiento térmico, servicios básicos, salud e higiene. Hechos que pueden incrementar la posibilidad de que los pobladores adquieran cualquier tipo de enfermedad.

En Colombia, el sector rural esta subdesarrollado a comparación de los sectores urbanos, la arquitectura rural esta tan aislada de innovaciones y progreso, que en general cualquier espacio rural no ha tratado de generar nuevas ideas que ayuden a que este sector cuente con mejores condiciones de habitabilidad.

Es lamentable la falta de aprovechamiento del entorno para generar viviendas dignas que utilicen las visuales y pureza que trae vivir en una zona libre de industrialización, de igual manera los campesinos productores realizan y viven en estas actividades agrícolas de manera empírica, la falta de nuevas tecnologías y acompañamiento en los criterios de diseño generan que este sector sea mas tedioso a la hora de habitar y realizar trabajos de agricultura, generando que esta población no conozca que hay mejores maneras de realizar su vivienda y demás estructuras que hacen parte de su trabajo.

1.2 Justificación

La zona rural de Lebrija no presenta un modelo de manejo arquitectónico especialmente en las viviendas, debido a la pluralidad y variedad de estas que podemos encontrar allí, siendo construidas por los mismos habitantes del municipio, como respuesta a una necesidad urgente ante cualquier tipo de intemperie que pueda presentarse, por esto las viviendas no son analizadas funcionalmente, ni se formalizan con lo imprescindible para gozar de una buena estancia en ellas. Así mismo, sucede con los equipamientos fundamentales que se encuentran en las zonas rurales como: las escuelas y servicios médicos que se localizan aislados del sector principal, generando que los habitantes dispongan de rutas extensas para acercarse a este servicio básico. Para concluir, en términos de servicios y habitabilidad en la zona, no están correctamente planteados para la comunidad rural, permitiendo la escasez funcional del espacio, provocando que la calidad de vida de los habitantes sea menor ante la zona urbana.

Mediante el proyecto se plantea el diseño de una vivienda productiva con énfasis en bioclimática en zona rural de Lebrija, Santander Colombia. Se busca brindar soluciones relacionadas con la habitabilidad y funcionalidad; ofreciendo un acoplamiento de esta población en el territorio, teniendo en cuenta los factores sociales, geográficos y ambientales que se llevarán a cabo mediante planificaciones arquitectónicas, las cuales serán apoyadas por las nuevas tecnologías, materiales y recursos que se ofrecen actualmente para proponer una vivienda productiva, rural con énfasis en bioclimática, que ayudaran al confort de habitar en el respectivo espacio.

Desde el punto de vista arquitectónico, se implementará la bioclimática en sistemas pasivos donde se implementa la ventilación natural, aprovechamiento de luz solar, diseño

interior y materialidad sin perder el punto de vista estético y funcional del diseño; los materiales se conseguirán cercanos al sitio.

El proyecto se ubicará en la vereda El oso, a unos 11 kilómetros de distancia del municipio de Lebrija, su ubicación se estableció debido a su entorno, puesto que la vereda se encuentra alejada de elementos contaminantes como (galpones, quebradas contaminadas, maquinaria, etc.) que afecten la implantación y desarrollo de la vivienda con su respectivo espacio de productividad.

1.3 Objetivos

1.3.1 Objetivo general

Diseño de vivienda rural en Lebrija bajo estrategias de diseño bioclimático con el fin de mejorar las condiciones térmicas de la vivienda y aprovechar los recursos del entorno para disminuir el impacto ambiental de la vivienda.

1.3.2 Objetivos específicos

Identificar y analizar el sitio de implantación del proyecto para una correcta adaptación al lugar.

Analizar tipologías nacionales e internacionales para la construcción de la tipología

Proporcionar una mejor respuesta arquitectónica mediante el confort térmico, a partir del diagrama psicrométrico de Baruch Givoni.

Dimensionar y proponer las estrategias bioclimáticas pasivas necesarias para el proyecto según su clima.

2. Marco referencial

2.1 Marco teórico

La vivienda productiva con énfasis en bioclimática en zona rural de Lebrija tiene interacción directa con el entorno y requiere una revisión conceptual para su posterior análisis y desarrollo.

2.1.1 Concepto de marco teórico

"Arquitectura bioclimática: consiste en el diseño de edificios teniendo en cuenta las condiciones climáticas, aprovechando los recursos disponibles (sol, vegetación, lluvia, vientos) para disminuir los impactos ambientales, intentando reducir los consumos de energía". (Conforme y Castro, 2020, pág. 753).

Sistemas pasivos en la vivienda: celis (2014), explica que la principal característica de los sistemas pasivos es que pueden controlar variables climáticas en el interior de las edificaciones. El autor comenta que estos sistemas se basan en un uso racional de materiales y formas arquitectónicas. De esa manera, se administra la radiación solar, por ejemplo, con materiales que incidan en la inercia térmica, mediante sistemas de control o amortiguación de calor.

Arquitectura vernácula: para Torres (2000), la arquitectura vernácula es aquella que se constituye como la tradición regional más autentica. Esta arquitectura nació entre los pueblos autóctonos de cada país, como una respuesta a sus necesidades de habitar. Lo que hace diferente a estas edificaciones de otras, es que las soluciones adoptadas son el mejor ejemplo de adaptación al medio. Esta arquitectura es realizada por el mismo usuario, apoyado en la comunidad y el conocimiento de sistemas constructivos heredados ancestrales.

2.2 Marco conceptual

Para mayor entendimiento del desarrollo del presente proyecto sobre la creación y funcionamiento de vivienda rural con énfasis en bioclimática es imprescindible comprender los conceptos principales que lo acompañan así: territorio rural, arquitectura bioclimática, y vivienda campesina A continuación, se dará la definición a los anteriores conceptos, a través de fuentes confiables consultadas para el fin de lograr la buena interpretación de estos.

2.2.1 Territorio rural

El territorio, tomando la definición clásica para los estudios de desarrollo rural de Schejtman y Berdegué (2004, pág. 5), “es un conjunto de relaciones sociales que dan origen y a la vez expresan una identidad y un sentido de propósito compartidos” sobre el que se ejerce algún tipo de autoridad (Agnew, 2005). La clave aquí es la comprensión del territorio como una construcción social, donde los actores son quienes configuran con sus relaciones el significado y la apropiación de un determinado espacio físico y social. Estas relaciones son tanto de colaboración

como de conflicto y el espacio que es apropiado y significado por los actores (dotado de territorialidad) es a la vez un medio de afirmación para ellos mismos y su identidad (Porto-Gonçalves, 2009). De acuerdo con Berdegué y otros (2015), esta identidad construida socialmente puede ser el resultado de una diversidad de factores, incluyendo una historia distintiva, etnicidad, cultura, estructura económica, condiciones biofísicas (clima, ecosistemas), infraestructura (particularmente aquella que determina la conectividad y los flujos de transporte), grandes inversiones privadas, conflictos sociales y la influencia de fronteras político-administrativas, o una combinación de varios de estos factores.

La apertura conceptual que representa la idea de territorio permite, de igual modo, abordajes específicos y concretos como, por ejemplo, la definición de un territorio como rural a partir de su construcción social, sustentada de manera esencial en los recursos naturales y su oferta ambiental o ecosistémica, y la dependencia estructural asociada a la gestión de los mismos (Echeverri, 2011).

La esencia relacional del concepto de territorio (relaciones entre actores, entre poblados y localidades, entre instituciones y estructuras, y otros), amplía la perspectiva hacia una comprensión del espacio rural a partir de sus interacciones, complejizando la cantidad de ingredientes necesarios a incluir, a la vez que abre las oportunidades de pensar en un desarrollo más integral y sustentable.

2.2.2 Arquitectura bioclimática

En el artículo que tiene como título “Arquitectura bioclimática”. Conforme Zambrano y Castro Mero (2020) afirman:

La arquitectura bioclimática consiste en el diseño de edificios teniendo en cuenta las condiciones climáticas, aprovechando los recursos disponibles (sol, vegetación, lluvia, vientos) para disminuir los impactos ambientales, intentando reducir los consumos de energía. La misma está íntimamente ligada a la construcción ecológica, que se refiere a las estructuras o procesos de construcción que sean responsables con el medio ambiente y ocupan recursos de manera eficiente durante todo el tiempo de vida de una construcción. También tiene impacto en la salubridad de los edificios a través de un mejor confort térmico, el control de los niveles de C02 en los interiores, una mayor iluminación y la utilización de materiales de construcción no tóxicos avalados por declaraciones ambientales.

Se define como un conjunto de elementos arquitectónicos, constructivos y pasivos, capaces de transformar las condiciones del microclima para lograr valores que lo acerquen a las condiciones de bienestar termo fisiológico del ser humano, utilizando preferentemente energías pasivas, en pos de la reducción de los consumos de energía y minimización de impactos negativos al medio ambiente.

Aunque el costo de construcción puede ser mayor, puede ser rentable, ya que el incremento en el costo inicial puede llegar a amortizarse en el tiempo al disminuirse los costos de operación. Una vivienda bioclimática puede lograr un ahorro considerable e incluso llegar a ser sostenible en su totalidad.

El equilibrio y la armonía son una constante con el medio ambiente y se puede encontrar en este tipo de Arquitectura. Se busca lograr un gran nivel de confort térmico, teniendo en cuenta las condiciones del entorno y el clima para ayudar a conseguir el confort térmico interior mediante

la adecuación del diseño, la geometría, la orientación y la construcción del edificio adaptado a las condiciones climáticas de su entorno.

Este tipo de construcción juega exclusivamente con las características locales del medio (relieve, clima, vegetación natural, dirección de los vientos dominantes, asolación, etc), así como con el diseño y los elementos arquitectónicos, sin utilizar sistemas mecánicos, que más bien se consideran como sistemas de apoyo.

La arquitectura bioclimática es, en definitiva, una arquitectura adaptada al medio ambiente, sensible al impacto que provoca en la naturaleza, y que intenta minimizar el consumo energético y con él, la contaminación ambiental.

2.2.3 Condiciones de confort

En la "Guía de estrategias de diseño pasivo para la edificación". El instituto Valenciano de la edificación explica que:

> Las condiciones de confort del ambiente interior están relacionadas con los parámetros del acondicionamiento ambiental y se definen en base a cuatro sistemas diferentes, pero altamente relacionados, como el confort higrotérmico, visual, acústico y la calidad del aire interior; teniendo en cuenta el uso de los recintos. En cada uno de estos sistemas se pueden definir las condiciones de confort como el conjunto de parámetros ambientales acotados dentro de un margen que permita realizar las actividades previstas en un hábitat determinado.

2.3 Marco legal

El marco legal y normativo que se muestra a continuación permite conocer y aplicar los lineamientos normativos y de planeación existentes para proyectos relacionados con el sector vivienda, dentro de estos se encuentran:

2.3.1 Normativa Nacional

Plan Nacional de Desarrollo (PND) 2014-2018: se establece en el pilar Crecimiento Sostenible y Competitividad que uno de los objetivos centrales del gobierno es mejorar las condiciones actuales de mercado y así impulsar el desarrollo económico y la competitividad del país. El Plan Nacional de Desarrollo nos permite garantizar las condiciones de vivienda adecuadas y la protección de los derechos básicos.

2.3.2 Leyes orgánicas u ordinarias

Ley 388 de 1997: el objetivo de esta normativa radica que la utilización del suelo por parte de sus propietarios se ajuste a la función social de la propiedad y permita hacer efectivos los derechos constitucionales a la vivienda y a los servicios públicos. Esta ley nos recalca las competencias de orden nacional y territorial que deben prevalecer cuando se desarrollan proyectos relacionados con el sector de vivienda.

Asimismo, en el ámbito de la construcción y diseño de viviendas se profundizo en las siguientes normas:

Norma técnica colombiana (NTC) 2500: esta norma tiene por objeto optimizar el empleo de la madera y sus productos derivados en la construcción y el mantenimiento de las edificaciones

de esta. La presente norma se aplica a construcciones hechas totalmente de madera y a elementos componentesde madera.

Ordenamiento Social de la Propiedad Rural – OSPR: es una política pública integral que está dirigida a resolver problemas relacionados con la tenencia de las tierras rurales que históricamente han generado conflictos y que han impedido que la tierra se pueda aprovechar de manera ordenada, adecuada, sostenible y atendiendo los procesos sociales que la rodean. Propone a los administradores locales y a sus equipos de trabajo unas orientaciones a partir de las cuales se pueden tomar decisiones sobre uso del suelo y el impacto de este a los habitantes que lo ocupan, así como las expectativas o derechos que tienen sobre él.

3. Método de investigación

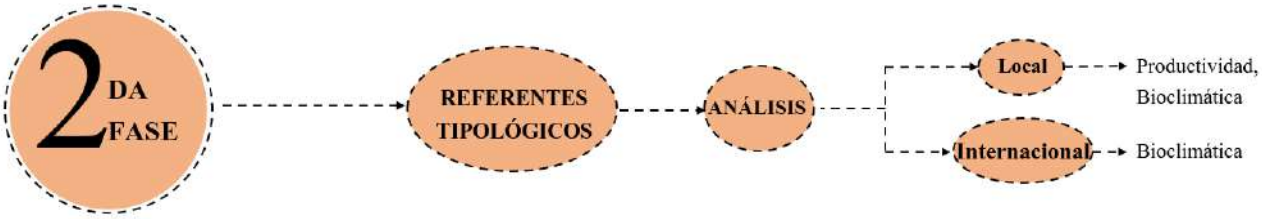
Para el desarrollo del presente proyecto y partiendo de cada objetivo planteado se propone una metodología que está constituida por cuatro fases principales:

La primera fase consiste en el análisis del sitio para implantar el proyecto, con el propósito de encontrar un espacio adecuado para el desarrollo de la vivienda. (Figura 1)

Figura 1. *Fase 1, componentes metodológicos.*

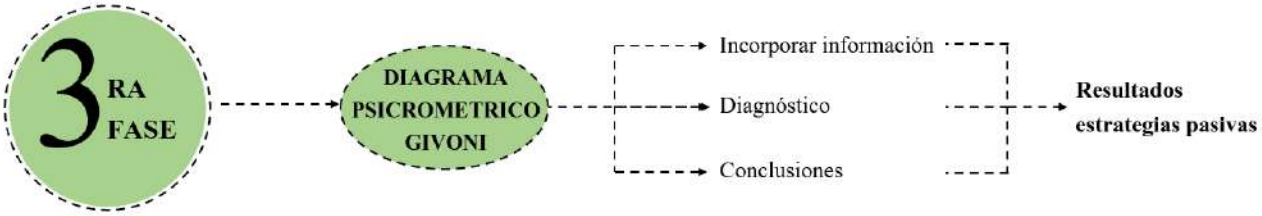
La segunda fase consiste en el análisis de tres referentes tipológicos, en el panorama nacional e internacional; esto se hace con el propósito de comprender la funcionalidad de este tipo de vivienda y su desarrollo. Además de las distintas elecciones de materiales según su clima. (Figura 2)

Figura 2. *Fase 2, componentes metodológicos.*



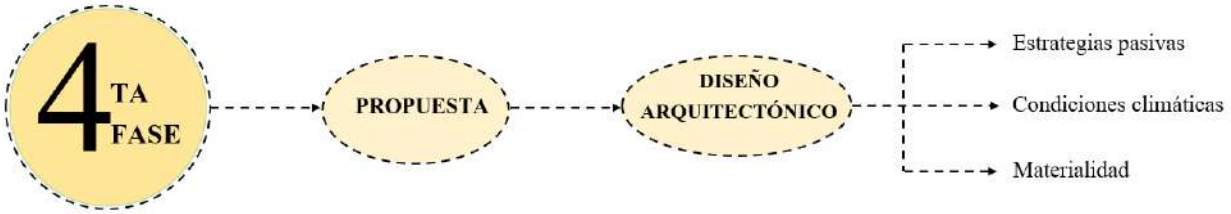
La tercera fase consiste en aplicar el método del diagrama psicrométrico de Givoni, incorporando la información meteorológica del año tipo, esto con el fin de obtener una definición de estrategias óptimas para el confort térmico de la vivienda. (Figura 3)

Figura 3. *Fase 3, componentes metodológicos.*



La cuarta fase consiste en la propuesta de ideas mediante lo anteriormente analizado a partir de las condiciones climáticas y el diagrama psicométrico de Givoni para obtener las estrategias pasivas del proyecto. (Figura 4)

Figura 4. *Fase 4, componentes metodológicos.*



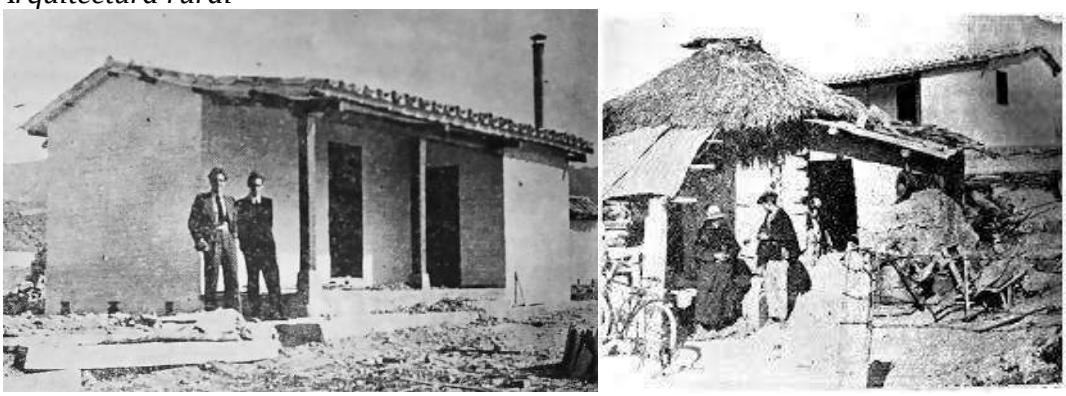
4. Arquitectura Rural (Hábitat)

Esta arquitectura se desplaza a lo largo de las zonas poco transitadas del país espacios puros donde hay ausencia de edificaciones y se trabaja con la producción de la tierra, esta arquitectura se basa en la realización de espacios de asentamientos en las zonas rurales del país, esto en la mayoría de los casos como una ayuda de protección ante la intemperie.

Se realizaban construcciones denominadas vivienda, las cuales son espacios básicos y hostiles realizadas por las mismas personas que necesitaran de este asentamiento. No eran construcciones planeadas y estudiadas, estaban realizadas mediante materiales económicos o propios del lugar con un método constructivo muy manual.

Estas edificaciones son denominadas “vernáculas” por el hecho de ser realizadas para la adaptación del lugar del medio natural donde se van a implantar, en algunos casos tienen un alto entendimiento de su entorno , aun así, estas construcciones son dadas mediante la facilidad del uso de los materiales que la componen, los cuales se encuentran y hacen parte del lugar donde se realizan, estas edificaciones se han entendido desde los antiguos pueblos indígenas hasta en la actualidad y han ayudado a mucha población de estas zonas aisladas a tener un techo donde vivir.

Figura 5. *Arquitectura rural*



Adaptado de (Sanchez, 2022).

5. Arquitectura vernácula

El termino vernáculo significa o nativo, domestico e indígena, dejando claro que hace parte de una determinada cultura, que hacen parte de construcciones tradicionales, donde sus pobladores realizan este tipo de construcciones de manera autóctona, con materiales locales y formas de construcción las cuales identifican su cultura.

Esta arquitectura puede notarse subdesarrollada ante los demás tipos de arquitectura, pero aun así, influye mucho en el ecosistema pues tienden ser sostenibles por el hecho de que sus materiales se encuentran cercanos y no contienen algún tipo de contaminación en la fabricación de elementos constructivos.

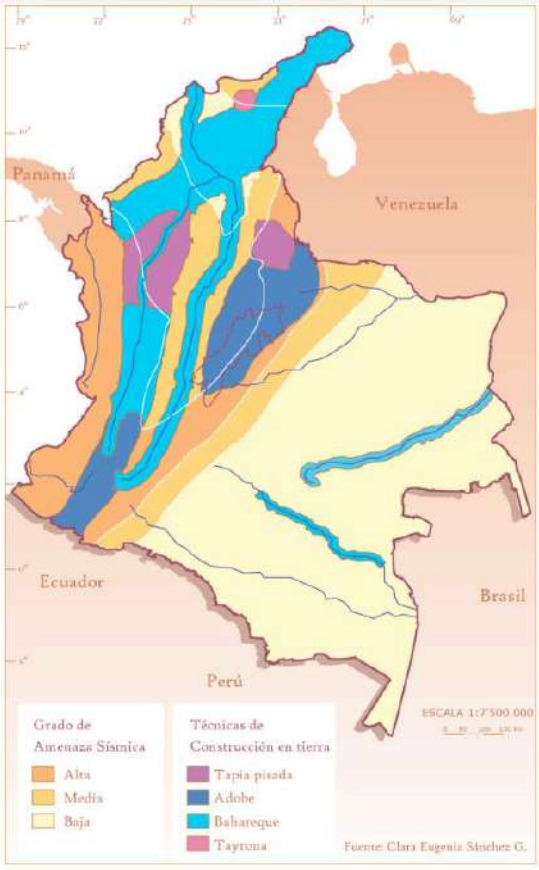
Esta arquitectura es muy vista en las zonas rurales de Colombia, cuenta con diferentes estilos debido a la variación de culturas, clima y topografía la cual hace parte del ecosistema del país.

5.1 Arquitectura vernácula en Colombia

La arquitectura vernácula en Colombia varía dependiendo del lugar donde este ubicado, esto por ser un país tropical, con diferentes espacios climáticos a su extensión, su topografía variada y sus altos índices sísmicos.

Mediante estas particularidades, la población de cada espacio adapta su vivienda mediante las necesidades que el ambiente les impone. Esto va a depender del clima, altitud, materiales de la zona, fuentes hídricas, sistema sísmico, vegetación existente y su cultura.

Figura 6. *Localización de la Arquitectura en tierra en zonas de riesgo sísmico en Colombia.*



Adaptado de (Jenny Vargas, 2005).

En la gráfica se muestra los materiales a usar en los diferentes espacios del país. y de igual manera, su grado sísmico.

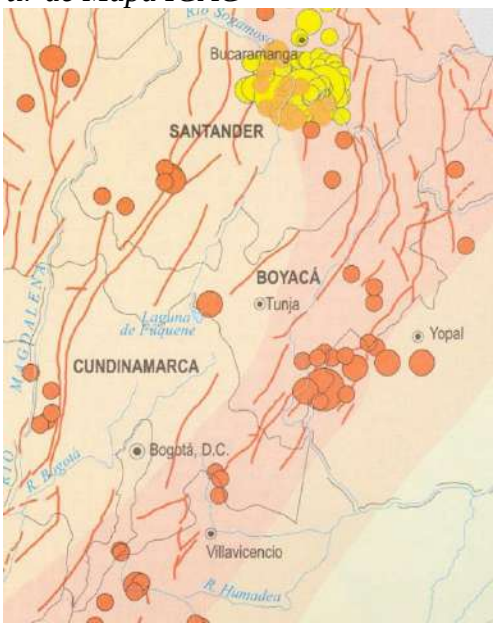
5.1.1 Sector altiplano

Las características de las construcciones de la vivienda vernácula en zonas de altiplano colombianas cuentan con una configuración, tanto en planta como en alzado, que responde a los criterios estructurales establecidos en la norma sismo resistente.

LA NORMA NSR-984

La norma sismorresistente colombiana no tiene una reglamentación específica para la construcción con tierra. En el título D y E de la norma NSR-98 se establecen los requisitos mínimos de diseño y construcción para las estructuras de mampostería, en edificaciones de uno y dos pisos.

Figura 7. *Sismos altiplano, a partir de Mapa IGAC*

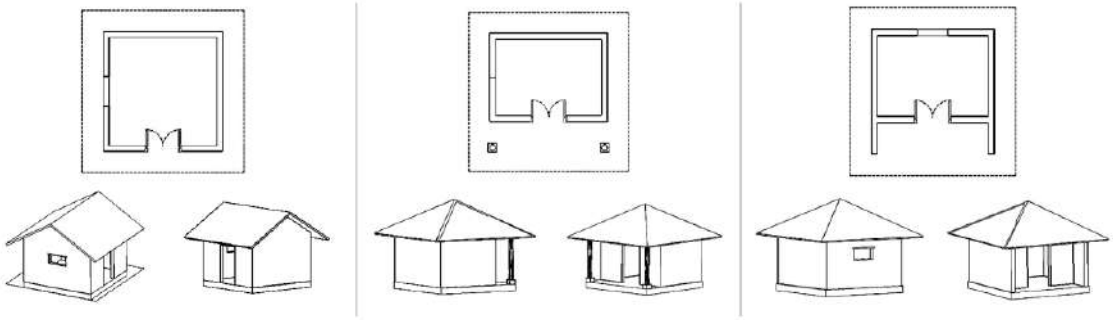


Adaptado de (Jenny Vargas, 2005).

5.1.2 Tipologías viviendas del sector altiplano

Tipología 1:

Figura 8. *Tipología 1 sector altiplano*

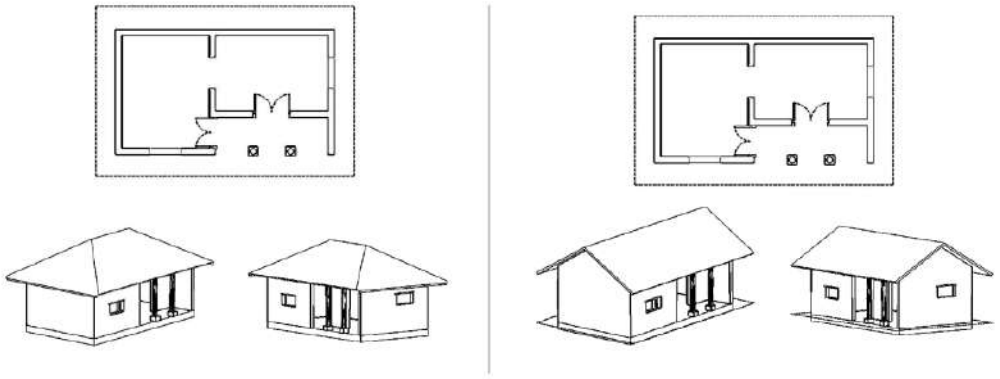


Adaptado de (Jenny Vargas, 2005).

La tipología 1 se basa en un solo modulo cuadrado simple en el que se ubican todos los espacios de la vivienda, el diseño de las fachadas es sencillo, liso y las cubiertas tienden a ser a dos aguas o 4 aguas.

Tipología 2:

Figura 9. *Tipología 2* sector altiplano

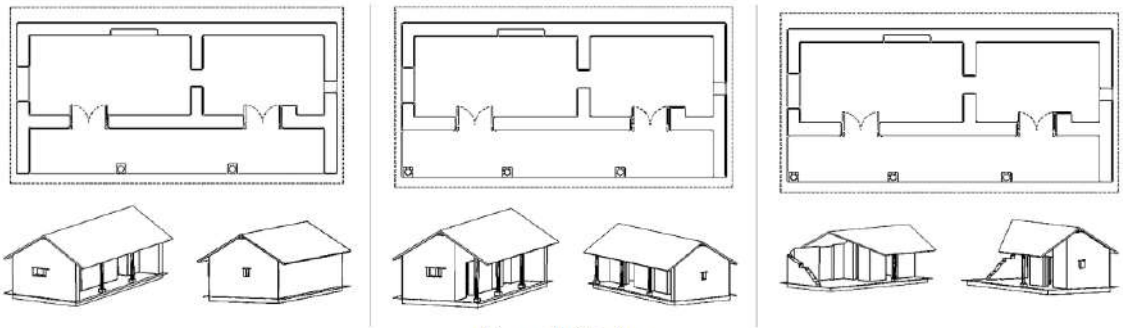


Adaptado de (Jenny Vargas, 2005).

La tipología 2 se basa en un módulo más grande, ya cuenta con muros interiores que separan espacios, de igual manera cuenta con dos accesos y su cubierta puede ser a 4 aguas o 2 aguas.

Tipología 3:

Figura 10. *Tipología 3 sector altiplano*



Adaptado de (Jenny Vargas, 2005).

La tipología 3 se basa en un módulo aún más grande que la tipología 2, cuenta con distintos muros interiores que separan espacios, de igual manera cuenta con dos accesos y su cubierta puede ser a 4 aguas o 2 aguas.

Como se observó en las figuras los diferentes tipos de vivienda en el altiplano tienen similitudes en el diseño de sus fachadas, forma y cubierta; su diferencia se basa en las dimensiones interiores y exteriores dependiendo del presupuesto y actividades que se vayan a realizar.

En conclusión, estas viviendas ubicadas en el altiplano del país tienden a ser hogares pensados para soportar sismos, con materiales autóctonos como el adobe su principalmente uso es en las noches para descansar ya que sus usuarios permanecen trabajando en el sector agrícola.

6. Tipologías modernas de viviendas rurales

6.1 Tipología Nacional. Referente 1.

Nombre: vivienda Rural Sostenible y Productiva en Colombia

Arquitectos: espacio Colectivo Arquitectos +Estación Espacial Arquitectos

Ubicación: Bogotá, Cundinamarca

Año proyecto: 2019

Área proyecto: 57 m^2

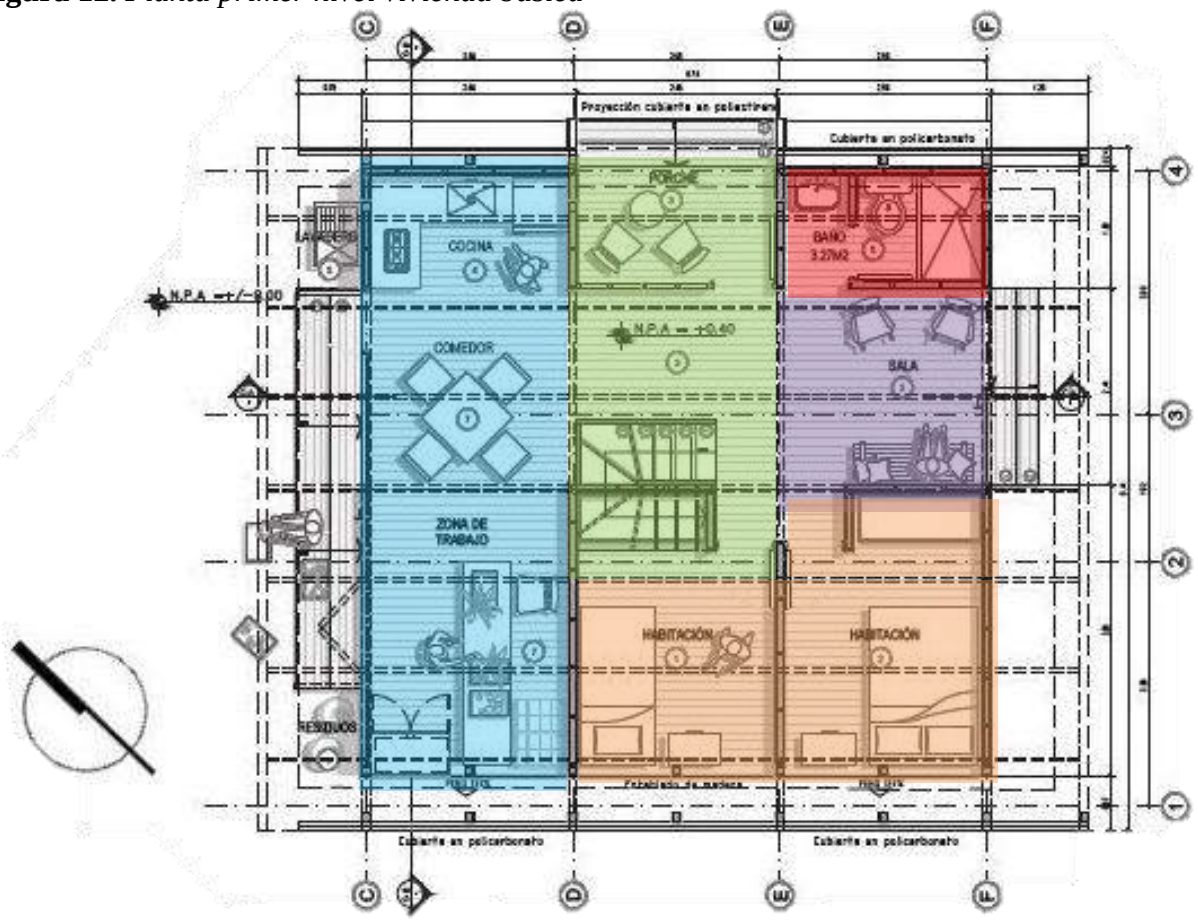
El prototipo de vivienda está realizado para las zonas rurales de la capital colombiana, Bogotá- Cundinamarca. Este no se encuentra implantando en un lugar específico debido a que está desarrollado para funcionar por los sectores con clima frio y templado.

De igual manera puede realizarse solo como vivienda o involucrarse con temas de la productividad, debido que uno de los espacios del interior de la vivienda hace parte del lugar de trabajo del campesino si este decide incluir la agricultura.

Figura 11. *Vivienda rural sostenible y productiva, estación espacial arquitectos*

Adaptado de (Espacio Colectivo Arquitectos + Estación Espacial Arquitectos, 2019).

Figura 12. *Planta primer nivel vivienda básica*

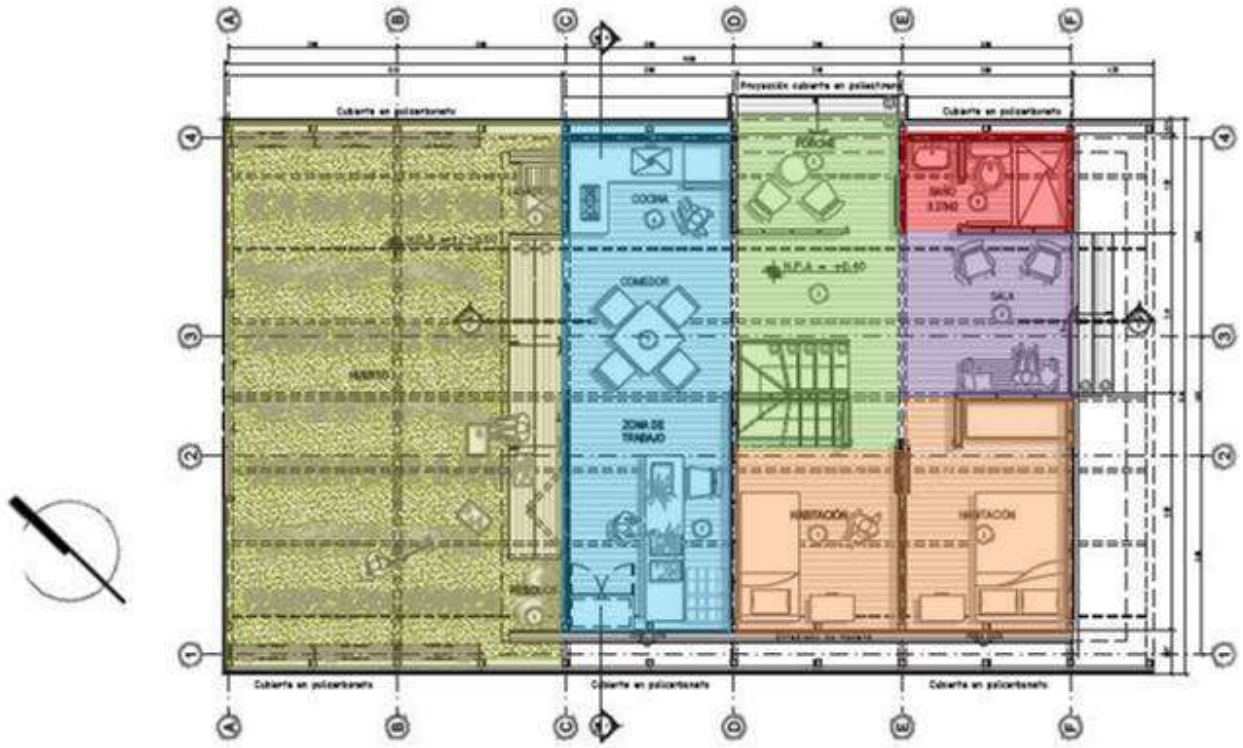


Zona de servicios
Zona privada
Zona circulación
Zona social
W.C

Adaptado de (Espacio Colectivo Arquitectos + Estación Espacial Arquitectos, 2019).

En este nivel se encuentra todos los espacios de la vivienda rural convencional, no tiene área productiva. Está conformada por: sala, cocina, comedor, patio, zona de trabajo, habitaciones y baño.

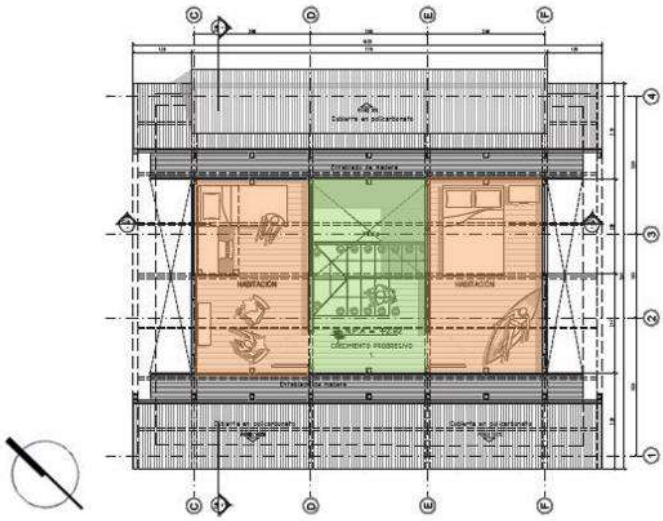
Figura 13. *Planta primer nivel con crecimiento*



Adaptado de (Espacio Colectivo Arquitectos + Estación Espacial Arquitectos, 2019).

En este nivel se encuentra todos los espacios de la vivienda rural convencional, tiene área productiva está conformada por: sala, cocina, comedor, patio, zona de trabajo, habitaciones, baño y huerto.

Figura 14. *Planta segundo nivel crecimiento progresivo*



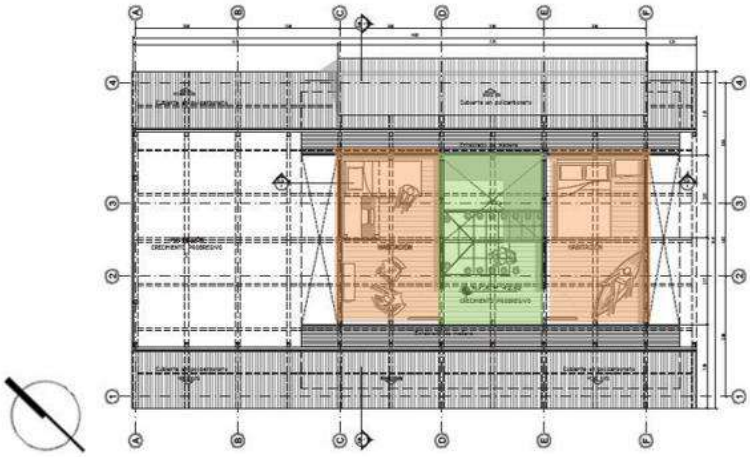
Zona privada

Zona circulación

Adaptado de (Espacio Colectivo Arquitectos + Estación Espacial Arquitectos, 2019).

En este nivel se encuentra dos habitaciones extras para el prototipo de vivienda

Figura 15. *Planta segundo nivel con crecimiento*



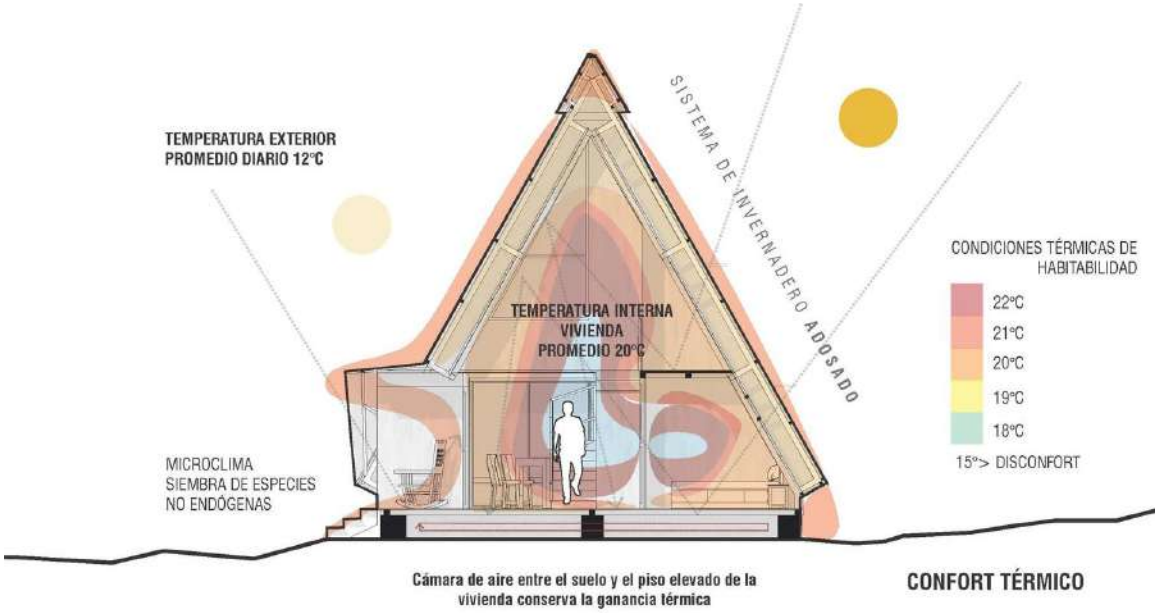
Zona privada

Zona circulación

Adaptado de (Espacio Colectivo Arquitectos + Estación Espacial Arquitectos, 2019).

En este nivel se encuentran dos habitaciones extras para el prototipo de vivienda, de igual manera tendría en el primer nivel el área productiva.

Figura 16. *Corte climático referente 1*

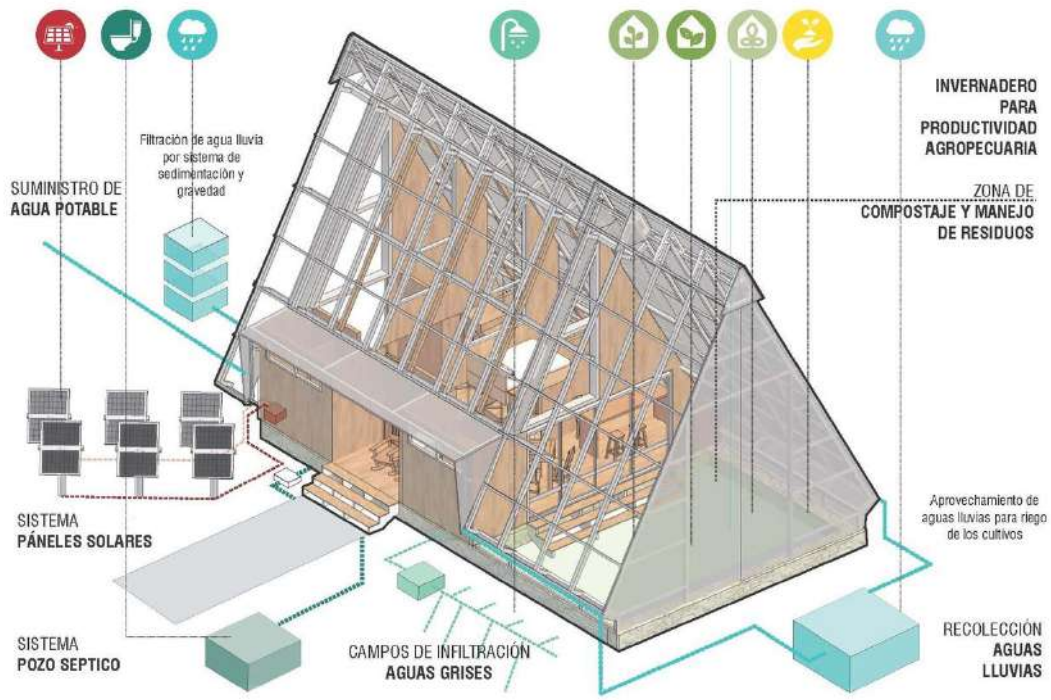


Adaptado de (Espacio Colectivo Arquitectos + Estación Espacial Arquitectos, 2019).

En la imagen se observa como el sistema de invernadero adosado genera una mayor temperatura en la parte interna de la vivienda, protegiéndola de la temperatura promedio exterior. De igual manera por la cámara de aire entre el suelo y el piso la vivienda no pierde esta ganancia de calor interna, estableciendo un confort térmico en su interior.

La temperatura en el interior varia de 16 °C a 22 °C, expresándose que en la parte central de la vivienda la temperatura era la más alta, de igual manera, estos grados pueden aumentar por la presencia de calor humano.

Figura 17. *Esquema sostenible*

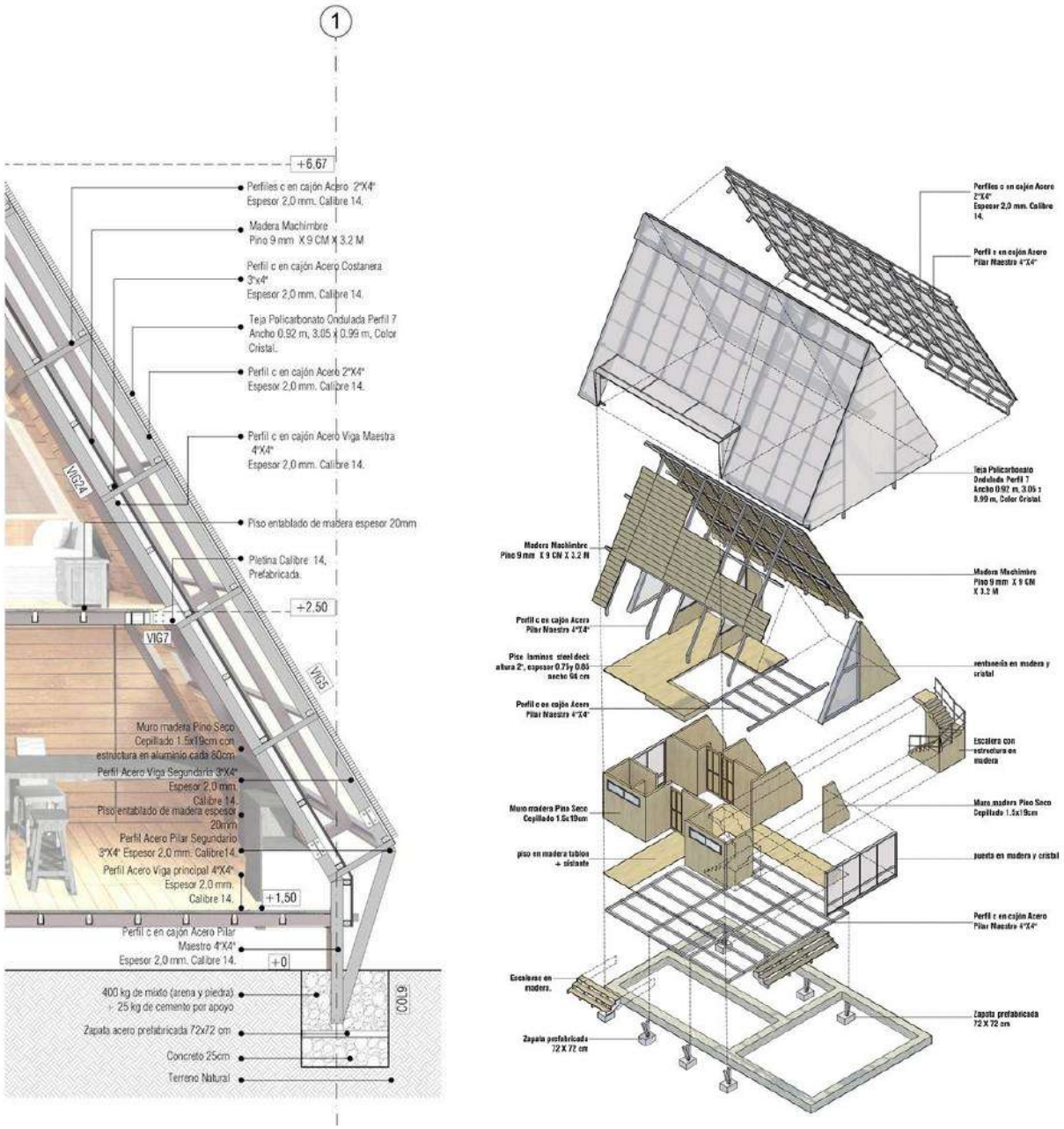


Adaptado de (Espacio Colectivo Arquitectos + Estación Espacial Arquitectos, 2019).

La vivienda sostenible esta desarrollada para tener y funcionar mediante paneles solares, recolección de aguas lluvias, campos de infiltración de aguas grises y un suministro de agua potable lo que genera un mecanismo cerrado a su auto sustentación.

Al incorporar estos mecanismos sostenibles a la vivienda se está generando un ahorro en los recursos naturales, consumiendo una menor cantidad de agua y energía, de igual manera al encontrarse en un sector rural se mejora la calidad de vida de las personas que allí habitan, esto desde el confort térmico, espacial y económico.

Figura 18. *Corte por fachada y materialidad*



Adaptado de (Espacio Colectivo Arquitectos + Estación Espacial Arquitectos, 2019).

La estructura de la vivienda se basa en materiales como acero, madera, vidrio y policarbonato, los cuales son los pilares en la ayuda de la trasmisión de calor en el interior del inmueble.

6.2 Tipología Nacional. Referente 2.

Nombre: Prototipo de vivienda rural sostenible y productiva en Colombia, por FP Arquitectura

Arquitectos: FP Arquitectura

Ubicación: Bogotá, Cundinamarca

Año proyecto: 2019

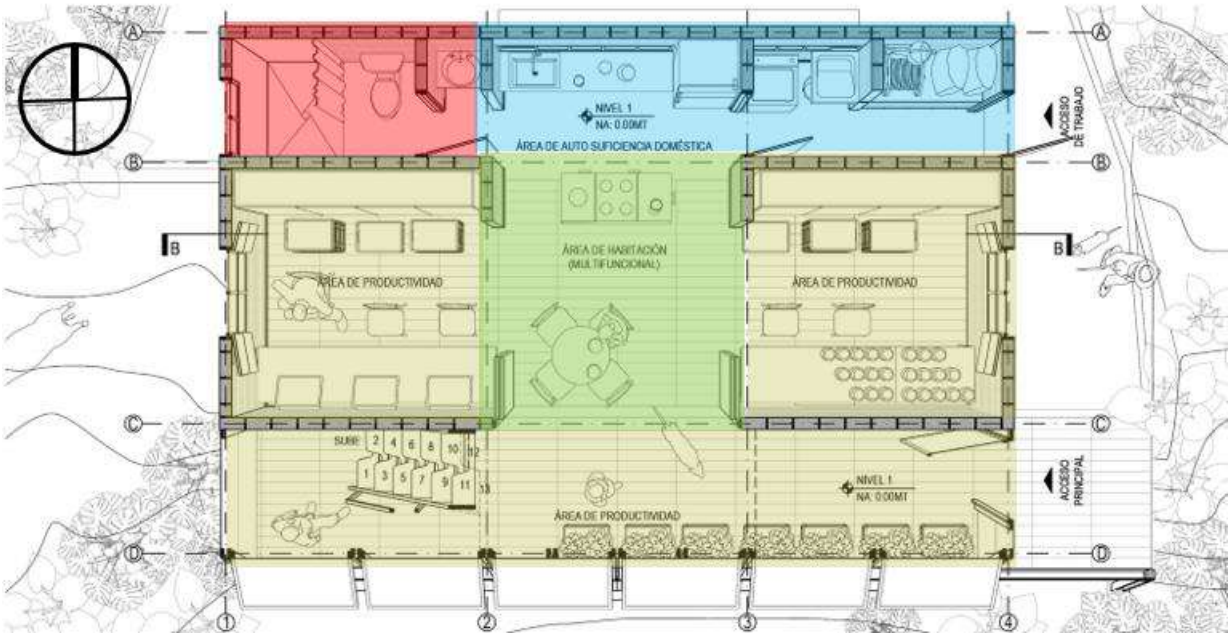
Área proyecto: 64.8 m²

El prototipo de vivienda está realizado para las zonas rurales de la capital colombiana, Bogotá- Cundinamarca. El cual se planteó mediante soluciones tecnológicas y espaciales para el desarrollo de la productividad y crecimiento, asegurando la eficiencia y el confort de los espacios.

Figura 19. *Vivienda rural sostenible y productiva, FP arquitectura*

Adaptado de (FP Arquitectura, 2019).

Figura 20. *Planta primer nivel*

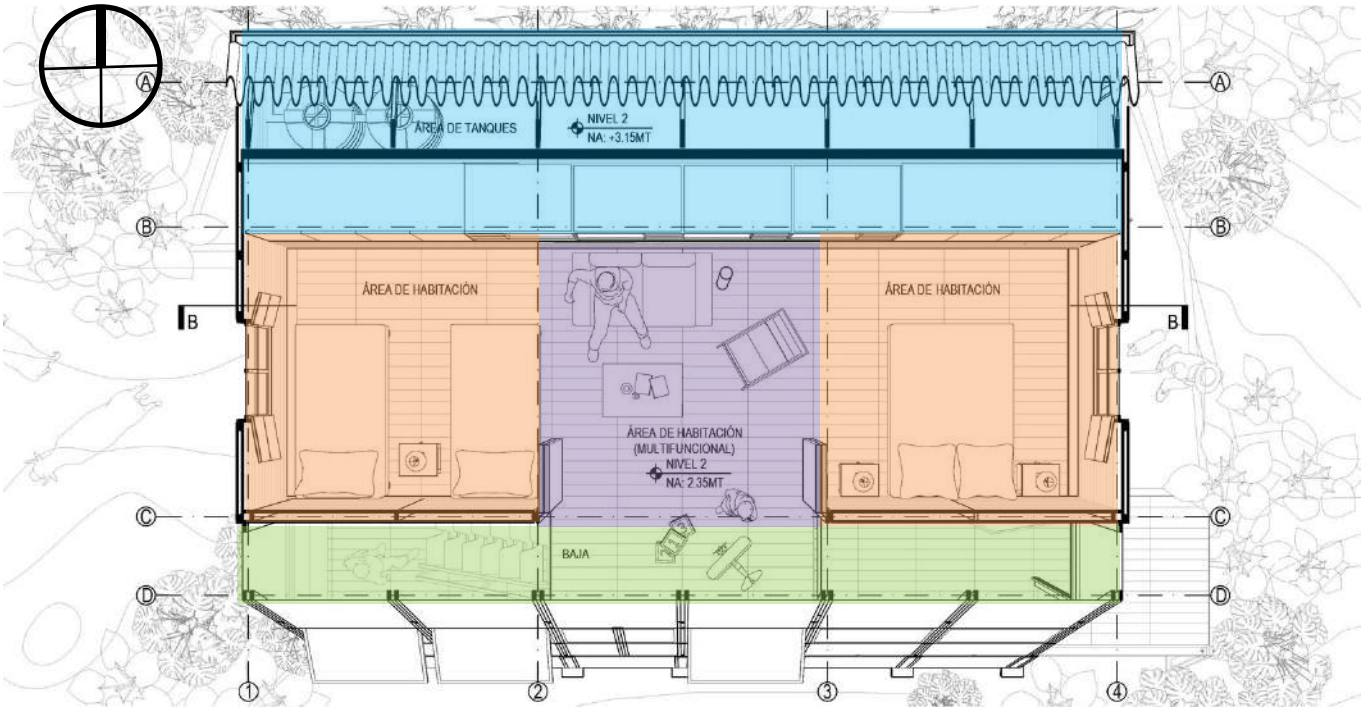


Zona productiva
Zona de servicios
Zona circulación
W.C

Adaptado de (FP Arquitectura, 2019)**.**

En este nivel se encuentra primeramente la zona de productividad la cual cuenta con dos espacios de trabajo y uno de plantación, de igual manera en este nivel está ubicado un baño, la cocina de la vivienda, cuarto de ropas y almacenamiento. Cuenta con dos entradas a la vivienda, la entrada principal por el espacio de productividad y la otra por el cuarto de ropas y almacenamiento.

Figura 21. *Planta segundo nivel*

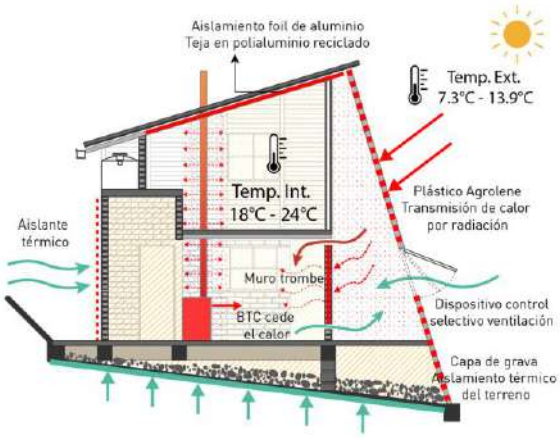


Zona privada
Zona técnica
Zona circulación
Zona social

Adaptado de (FP Arquitectura, 2019)**.**

En este nivel se encuentra la zona privada que consta de dos habitaciones y la zona social que funcionaria de igual manera como una zona de habitación multifuncional, de igual manera en este nivel se encuentra un espacio dedicado a la zona donde se ubicaran los tanques del agua de la vivienda.

Figura 22. *Corte climático*



Adaptado de (FP Arquitectura, 2019).

En la figura se observa las temperaturas establecidas en el interior y exterior del prototipo, demostrando la actuación de los materiales de la fachada como afectan al interior de la vivienda y el control de la ventilación que se obtiene.

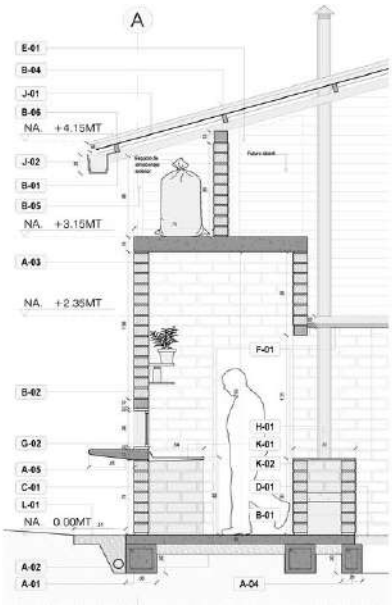
Figura 23. *Detalle constructivo*

1. Bloque de tierra comprimida BTC: Los muros de BTC brindan a la casa gran capacidad de inercia térmica, además, este material genera un mínimo impacto ambiental.

2. Tejas de poli aluminio reciclado: A partir de reciclaje de tetra pack al 90% y 10% foil aluminio; Peso 5.3kg / m2.

3. Plástico de invernadero: Se propone utilizar plástico desarrollado para cubiertas de invernaderos, de alta resistencia a los rayos UV, a agentes químicos y a la lluvia. Tiene además una capacidad de difusión de luz elevada permitiendo un reparto lumínico más homogéneo dentro del espacio.

4. Muros en seco madera: Baja relación peso/resistencia; Recurso renovable, durante su proceso de crecimiento absorbe CO2; Permite disminuir costos por autoconstrucción.



Adaptado de (FP Arquitectura, 2019).

6.3 Tipología Internacional. Referente 3.

Nombre: Vivienda bioclimática en Villa Parque Siquiman / APS/ Pablo Senmartin arquitectos

Arquitectos: APS/ Pablo Senmartin arquitectos

Ubicación: Villa parque síquiman, Argentina

Año proyecto: 2021

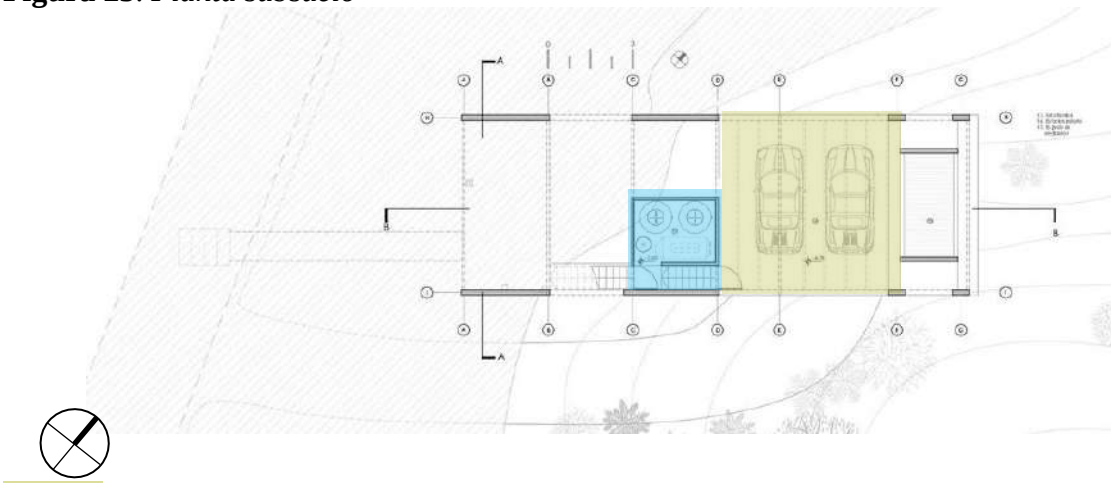
Área proyecto: 180 m²

El proyecto propone un diseño de una vivienda en el entorno natural, desarrollada bajo la lógica en vivienda sostenible LEED v4 esto con el objetivo de abrir un escenario habitacional alejado de la zona urbana para así potencializar el valor paisajístico y natural.

Figura 24. *Vivienda bioclimática en villa parque siquiman*

Adaptado de (Vivienda bioclimática en Villa Parque Siquiman / APS/ Pablo Senmartin arquitectos, 2021).

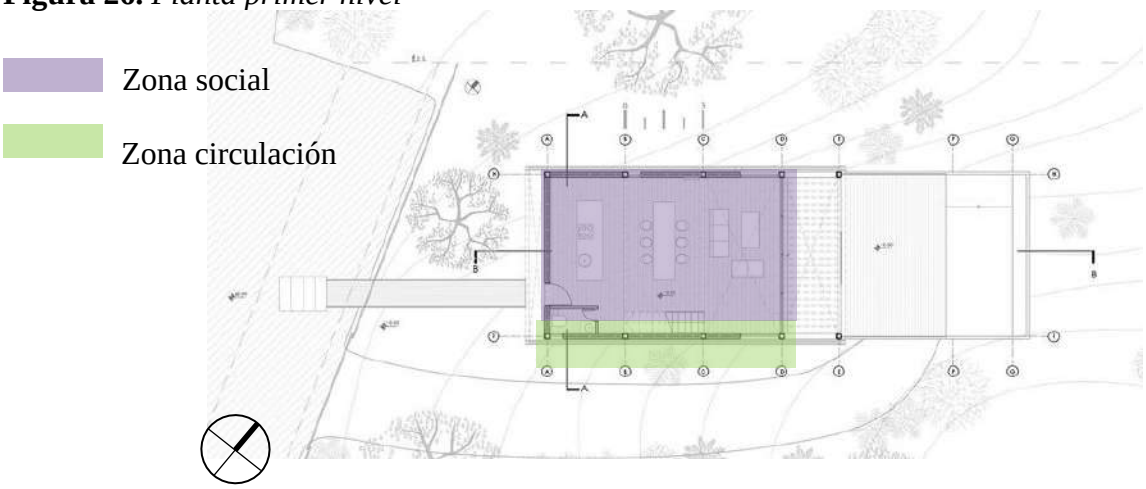
Figura 25. *Planta subsuelo*



Adaptado de (Vivienda bioclimática en Villa Parque Siquiman / APS/ Pablo Senmartin arquitectos, 2021).

En el nivel de subsuelo se encuentra la zona técnica (espacio diseñado para posibles tanques de agua) de la vivienda y la zona de parqueaderos.

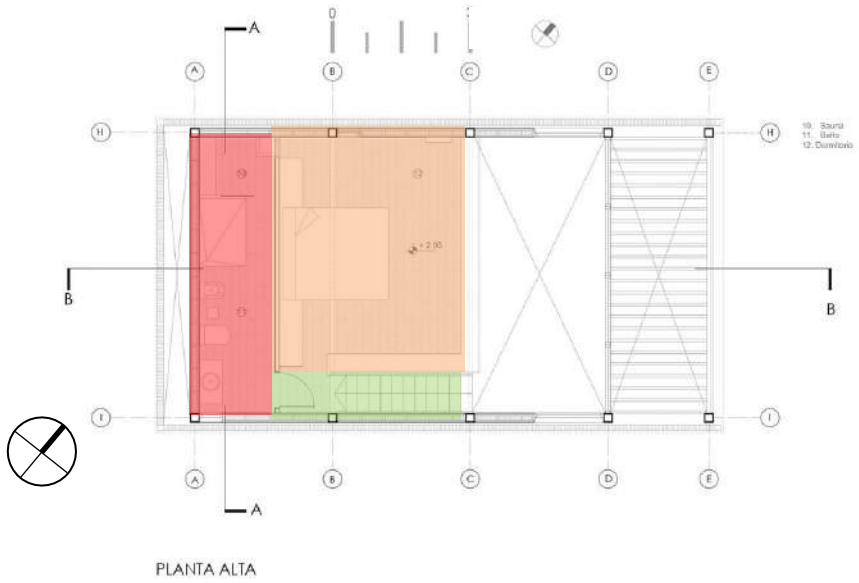
Figura 26. *Planta primer nivel*



Adaptado de (Vivienda bioclimática en Villa Parque Siquiman / APS/ Pablo Senmartin arquitectos, 2021).

En este nivel se encuentra la zona social de la vivienda, este espacio cuenta con una altura 2.06 m de ventanales para poder tener una relación interior- exterior, con el fin de obtener una mejor visual hacia el paisaje del entorno.

Figura 27. *Planta segundo nivel*



Adaptado de (Vivienda bioclimática en Villa Parque Siquiman / APS/ Pablo Senmartin arquitectos, 2021).

Este nivel de la vivienda se encuentra su zona privada que cuenta con un solo dormitorio con su respectivo baño, de igual manera a lo anterior mencionado este nivel tiene una altura en sus ventanales de 2,78 m para tener una mayor visual al exterior.

7. Análisis del municipio (Lebrija, Santander)

7.1 Localización general

Lebrija, es un municipio ubicado en el departamento de Santander (Colombia). Tiene una óptima localización, debido a que esta aproximadamente a 15 kilómetros de la capital del departamento (Bucaramanga) de igual manera, se encuentra a menos de 3 kilómetros del Aeropuerto Internacional Palonegro. El municipio está establecido en una ruta de acceso hacia la ciudad de Bucaramanga.

Sus límites son:

Al oriente con el municipio de Girón.

Al occidente con el municipio de Sabana de Torres.

Al norte con el municipio de Rionegro.

Al sur con Girón.

Figura 28. *Distancias de los límites del municipio Lebrija*

DISTANCIAS ENTRE:

LEBRIJA - SÁBANA DE TORRES		
43 km Distancia en línea recta	93 km Distancia en ruta	1h 28 min Tiempo estimado del viaje
LEBRIJA - RIONEGRO		
5 km Distancia en línea recta	39 km Distancia en ruta	59 min Tiempo estimado del viaje
LEBRIJA - GIRÓN		
5 km Distancia en línea recta	39 km Distancia en ruta	59 min Tiempo estimado del viaje
LEBRIJA - BUCARAMANGA		
12 km Distancia en línea recta	20 km Distancia en ruta	20 min Tiempo estimado del viaje

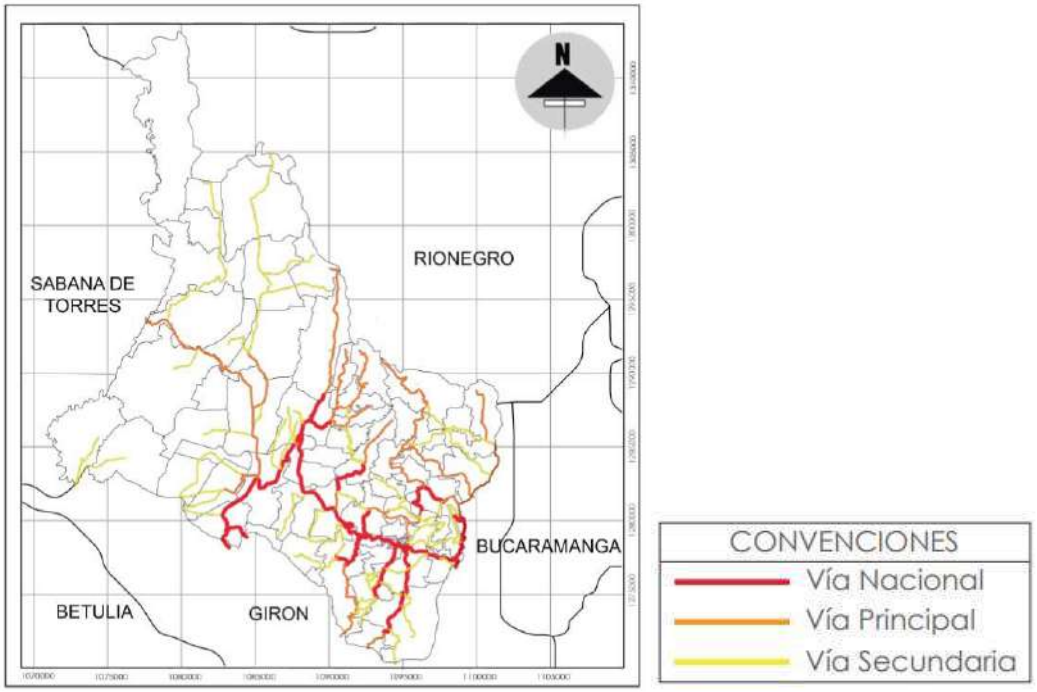
7.2 Sistema vial

En el municipio de Lebrija se encuentra la vía de acceso entre Bucaramanga a Barrancabermeja, esta vía sufre mayores problemas de hundimiento y deslizamiento en el tramo la fortuna.

Las vías denominadas nacionales están prolongadas para llegar al municipio de Girón, Barrancabermeja y a la ciudad de Bucaramanga. De igual manera, existen vías principales que conectan con el municipio de Sabana de Torres y Rionegro.

En cuanto las vías secundarias se determinan para la conexión de veredas del municipio, la mayoría de estas vías se encuentran en malas condiciones. En total hay 118.416 m2 de vías urbanas en Lebrija, específicamente 35.420m2 están sin pavimentar.

Figura 29. *Mapa del sistema vial de Lebrija, Santander*



Adaptado de (EOT LEBRIJA, 2003).

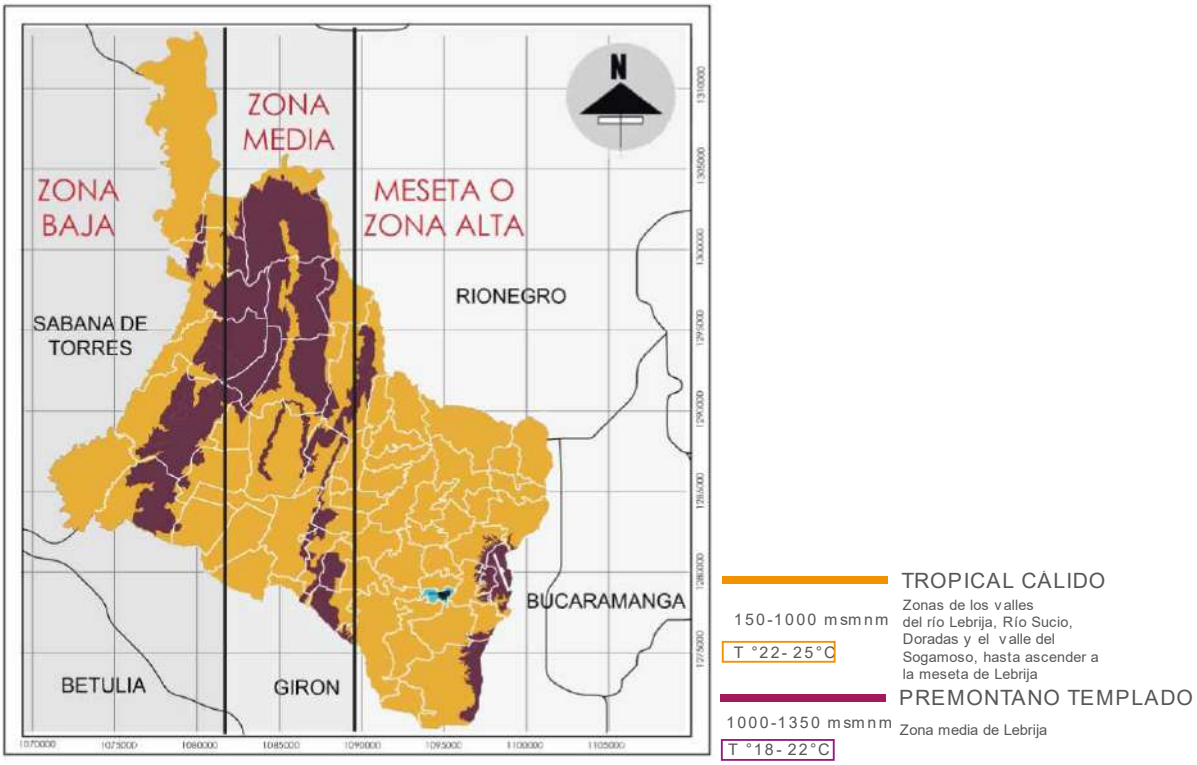
7.3 Zonas climáticas

El municipio de Lebrija cuenta con dos zonas climáticas; tropical cálido y premontano templado.

Tropical cálido: En esta zona se encuentra las zonas de los valles del rio Lebrija, rio sucio, Doradas y el valle de Sogamoso, ascendiendo a la meseta de Lebrija, la temperatura varia de 22 °C a 25 C.

Premontano templado: Esta es la zona media de Lebrija su mayor lugar se encuentra en la parte noreste del municipio, de igual manera esta zona se puede encontrar en el Este cerca de Bucaramanga y Sur cerca a Girón, la temperatura varia de 18° C a 22°C.

Figura 30. *Mapa zonas climáticas de Lebrija, Santander*



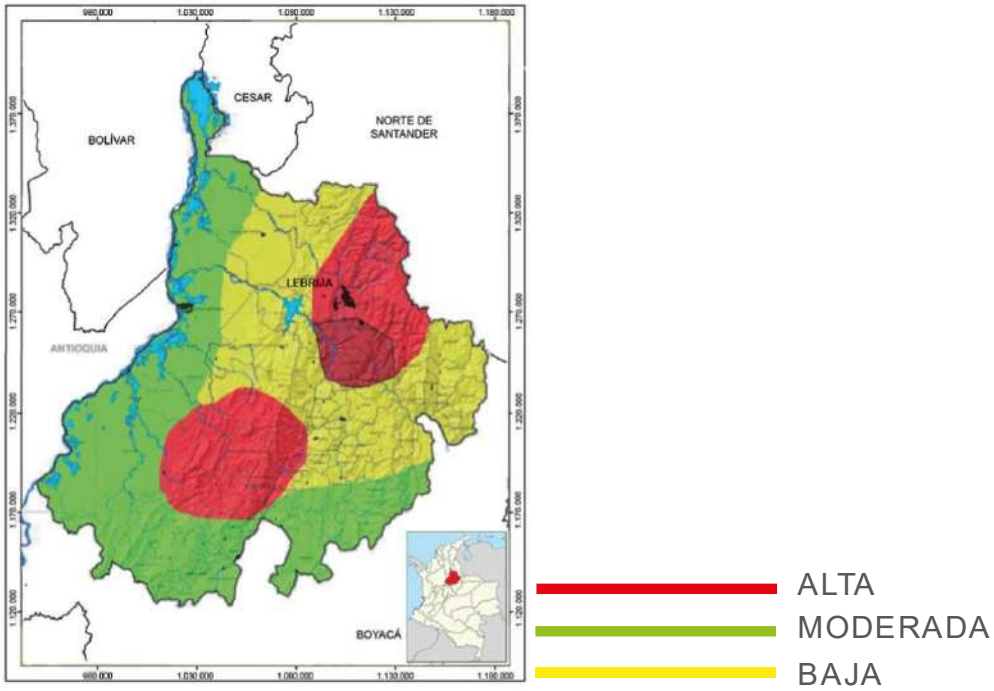
Adaptado de (EOT LEBRIJA, 2003).

7.3 Actividad sísmica

En Santander existe la falla llamada Santa Marta-Bucaramanga la cual esta trazada en un primer sector, estableciéndose en el costado occidental de la Sierra Nevada de Santa Marta entre la costa caribe y la población de Bosconia; un segundo sector, entre Bosconia al Norte y la población de Curumani y; un tercer sector, entre Curumaní al Norte y el extremo sur del Macizo de Santander.

La mayor zona de actividad sísmica se encuentra en un sitio llamado NIDO SISMICO, que es el segundo más activo del mundo; este espacio cuenta con una concentración de actividad sísmica algo inusual. El municipio de Lebrija tiende a tener actividad sísmica baja y alta, la zona del Este es la que más sufre de actividad sísmica.

Figura 31. *Mapa actividad sísmica de Lebrija, Santander*



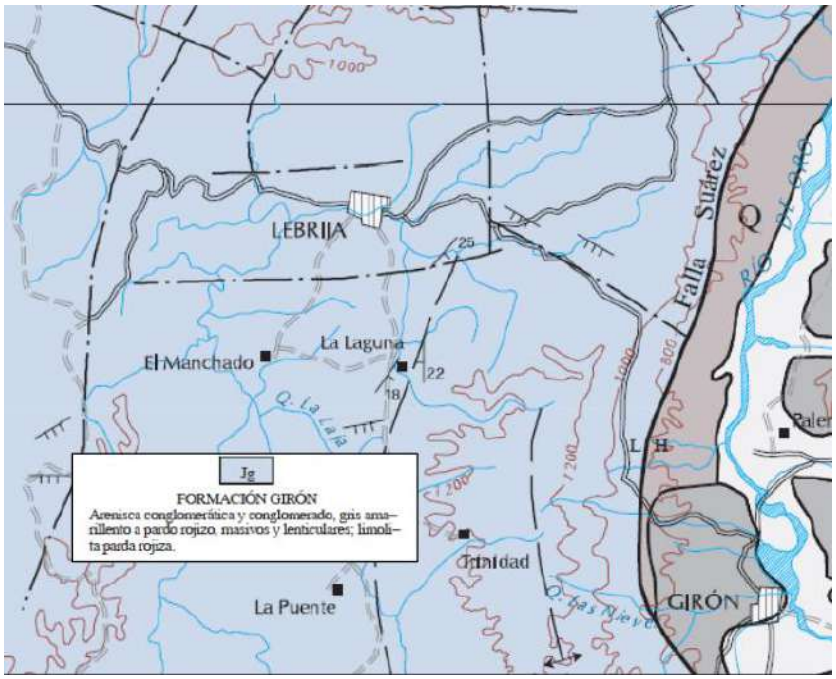
Adaptado de (EOT LEBRIJA, 2003).

7.4 Geología

A partir de la información brindada por un estudio geotécnico de la escuela internacional de postgrados de la Universidad de Santander, se encontraron las características de las formaciones geológicas del municipio de Lebrija, este mediante a una plancha H-12 de INGEOMINAS, que actualmente es denominado Servicio Geológico Colombiano (SGC). Donde se encontró que el Municipio de Lebrija hace parte sobre la Formación Girón.

La Formación Girón (jg), es una sucesión de subsuelo en el que se establece de tipo arsénicas, que varían de grano medio a grueso; conglomeráticas de color marrón rojiza y de conglomerados; que varían de cuarzo y caliza.

Figura 32. *Vista plancha H-12 de INGEOMINAS o SGC*

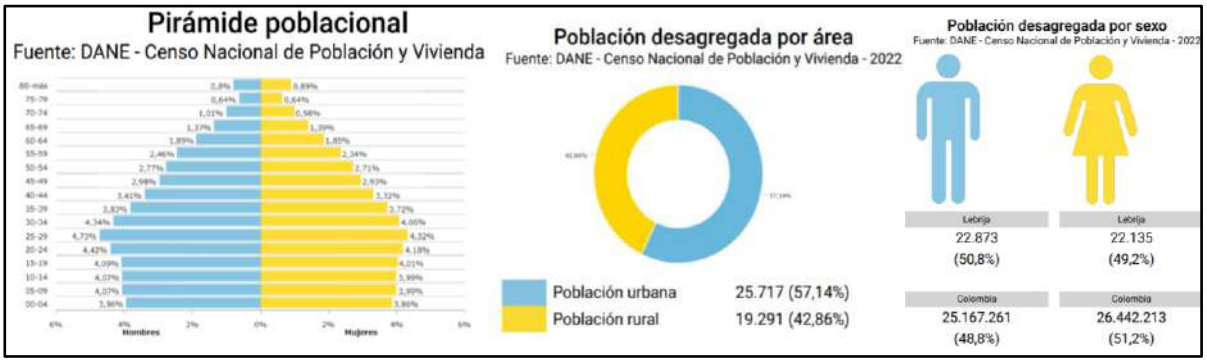


Adaptado de (León y Becerra, 2014).

7.5 Población

El municipio de Lebrija, Santander cuenta con 45.135 habitantes de los cuales 25.717 (57,14%) están ubicados en la zona urbana y 19.291 (42,86%) en la zona rural del municipio. Respecto al género, en Lebrija la población masculina es de 22.83 (50,8%) y la población femenina de 22.135 (49,2%). De igual manera, se evidencia que residen más personas con un rango de edad de 25 a 29 (4,73%) años en ambos géneros y menos personas en el rango de 75 a 79 en ambos géneros.

Figura 33. *Graficas población de Lebrija*



Adaptado de (TerriData, 2022).

7.6 Economía

La economía del municipio está basada en los subsectores pecuarios y agrícolas en donde el 80% de la población genera de esta manera sus ingresos. Para el proyecto a realizar el subsector agrícola es de importancia, se determina que el municipio de Lebrija está orientado por los frutos (piña, mandarina, limón Tahití, naranja, maracayá, guanábana y aguacate) siendo parte del mayor sistema de producción que ofrece ante los diferentes departamentos del país.

7.6.1 Cultivo de cítricos

Los cultivos de cítricos destacan en la actualidad en el municipio de Lebrija, no obstante, este se mantiene como la capital de la Piña. Mediante entrevistas con los agricultores expresaban que este tipo de cultivos ayudaban a generar un mayor ingreso ante los cultivos de Piña, esto por temas de costos en el mantenimiento hacia los cultivos y los tiempos de cosecha, concluyendo, que los cultivos de cítricos son de mayor preferencia.

> Los cítricos mayormente sembrados en Lebrija son; limón Tahití con 372 Ha sembradas en el municipio, mandarina china o común con 2,802 Ha y naranja valencia con 214 Ha. Su producción anual es de 62, 900 Ton por un valor aproximado de $26,450 millones, aportando de manera alta a la economía del municipio; además de incorporar al menos 1000 personas para las labores de su cultivación. (EOT LEBRIJA, 2003).

8. Fauna y vegetación

Lebrija al localizarse en la región Andina está comprendida por una serie de diferentes periodos climáticos adecuados a los tiempos en los que se presentan (periodos secos y lluviosos definidos) y una estructura formal de valles Inter cordilleranos y vertientes. De esta manera, el municipio genera un gran conjunto natural adecuado para especies esenciales y vitales que hacen parte del ecosistema del país.

8.1 Fauna

El municipio cuenta con un total de 47 especies de mamíferos, 15 especies de anfibios y reptiles; 3 especies de peces y 10 especies de aves encontradas. Las especies con un índice de

encuentros altas están entre los mamíferos y aves, especialmente tipos que aportan al ecosistema del municipio, entre esas especies encontramos:

Phyllostomidae (Murciélago con hoja nasal): esta especie es una de las más grandes del grupo de murciélagos, su labor es vital para el ecosistema del municipio, esto debido a sus hábitos nectarívoros, frugívoros y nectarívoros; convirtiéndose en un dispersor de semillas y agente polinizador.

Figura 34. *Phyllostomidae (Murciélago con hoja nasal)*

Adaptado de (Martinez-Fonseca, 2017).

Didelphimorphia (Fara): esta especie es un tipo de zarigüeya, cumplen una función de dispersión de semillas y control biológico de plagas que resultan dañinas (roedores y insectos).

Figura 35. *Didelphimorphia (Fara)*

Tomado (Mora, 2019).

Sciurus granatensis (Ardilla de cola roja): esta especie es mayormente encontrada en la región andina, su importancia en el ecosistema radica en que entierran en el suelo en manera de "depósito" frutos para su consumo durante la insuficiencia de alimentos; la mayoría de estos frutos son olvidados por la especie, aumentando de manera involuntaria el nacimiento de un árbol.

Figura 36. *Sciurus granatensis (Ardilla de cola roja)*

Adaptado de (Faucher, 2016).

Coragyps atratus (Buitre negro americano): esta especie de ave es conocida por ser carroñera, hace parte de la estructura de aves que habitan en la mayoría de los países en América del Sur. Su labor es importante en el ecosistema, elimina la carroña del espacio donde este habite, ayudando así a eliminar enfermedades del terreno donde se encuentre este material vegetal en estado de descomposición.

Figura 37. *Coragyps atratus (Buitre negro americano)*

Adaptado de (Farrell, 2018).

8.2 Vegetación

Al ubicarse en un rango de elevación de 1189 m con una variación climática templado semiárido y cálido semihúmedo; el municipio está conformado por una diversidad de bosques inferiores húmedos, muy húmedos e inferiores secos; generando una variedad de vegetación a lo largo del área de Lebrija.

> Se identificó un promedio de 80 familias, 186 géneros y 262 especies a lo largo del perímetro entre Lebrija y Rionegro (Santander), los cuales se encontraron de manera más elevada la especie denominada; Fabaceae (sensu lato), Rubiaceae, Euphorbiaceae, Melastomataceae y Apocynaceae, esto a nivel de familia y género. (Biologica, 2017)

Fabaceae (sensu lato): esta es una especie que en el municipio reúne árboles, arbustos y hierbas perennes. Su capacidad de resistir y habitar en diferentes espacios climáticos hace que sean parte de la ecología del municipio, ya sea en la zona tropical o cálido semiárido. En Colombia hay un aproximado de 77 especies.

La familia Fabaceae es importante en el tema alimenticio, esto por ser parte de las leguminosas (principales plantas para la alimentación de los humanos). A casusa de su alto contenido en proteínas y apropiado porcentaje de grasas que presentan algunas de sus semillas. (Aguilar M.G, 2021).

Figura 38. *Acacia sensu lato familia fabaceae*

Adaptado de (Guerrero, 2017).

Rubiaceae: la familia Rubiaceae es mayormente encontrada en climas tropicales, de igual manera, la especie está conformada por herbáceas, árboles y arbustos. En el municipio puede llegar a emplearse en la recolección de café, cuya semilla se obtiene de la especie, asimismo, en ámbito ornamental, la familia Rubiaceae presenta plantas tipo arbusto con flores coloridas usadas para la decoración de franjas ambientales, espacios públicos y vivienda.

Figura 39. *Flor y fruto cafeto familia rubiaceae*

Adaptado de (Echevarría, 2017).

Euphorbiaceae: la familia Euphorbiaceae está conformada por una serie de árboles, arbustos y plantas herbáceas, esta especie es encontrada en las zonas climáticas templadas del municipio. La mayoría de las diversas especies existentes son para uso ornamental, sin embargo, en Lebrija de igual manera se encuentran géneros que son utilizados para la industria, para la realización de caucho natural o aceites.

Figura 40. *Alfombra de Arena familia euphorbiaceae*

Adaptado de (Rebman, 2016).

Melastomataceae: al igual que la familia Euphorbiaceae los Melastomataceae son una vegetación distribuida en árboles, arbustos y hierbas; su principal uso es ser una especie ornamental debido a la variedad de flores coloridas y la forma de estas. El tipo de especie más encontrado en Lebrija es el Tibouchina granulosa; una clase de árbol que puede llegar a medir 4-5m altura, visto en espacios públicos, viviendas urbanas y rurales del municipio.

Figura 41. *Tibouchina granulosa familia melastomataceae*

Adaptado de (Prenn, 2012).

Apocynaceae: la familia Apocynaceae está conformada por árboles, arbustos, hierbas y trepadoras. En el municipio se encuentran mas de tipo hierba perenne por el clima templado. Su uso más significativo es ser plantas ornamentales, de igual manera algunas especies son usadas para producir caucho; como resultado la familia Apocynaceae tienen una importancia económica.

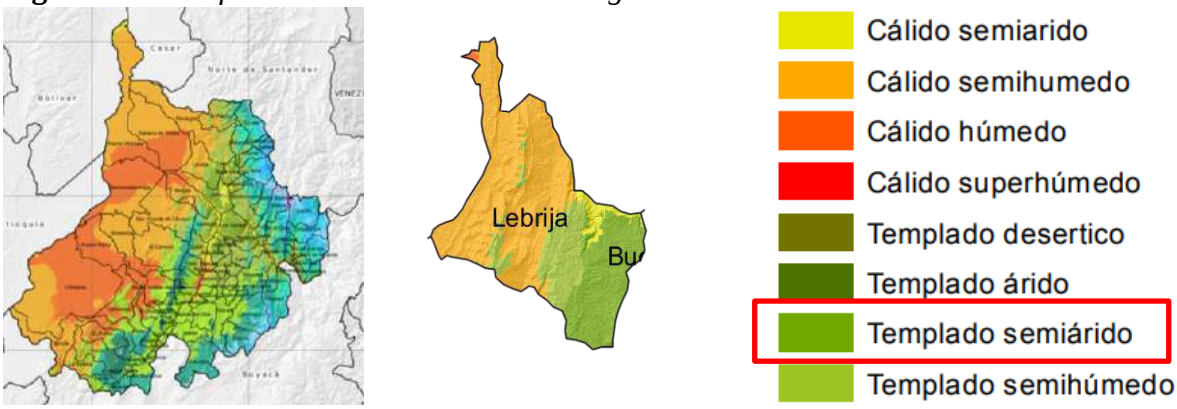
Figura 42. *Catharanthus roseus familia Apocynaceae*

Adaptado de (Fastkitchen, 2020).

9. Análisis del clima (Lebrija-Santander)

La estación meteorológica para Lebrija que es del aeropuerto Palonegro indica que la clasificación climática caldas-Lang, pertenece al piso térmico TEMPLADO, debido a que esta con una elevación de 1189 y una temperatura media de 21,40°C.

Figura 43. *Clasificación climática Caldas-Lang*

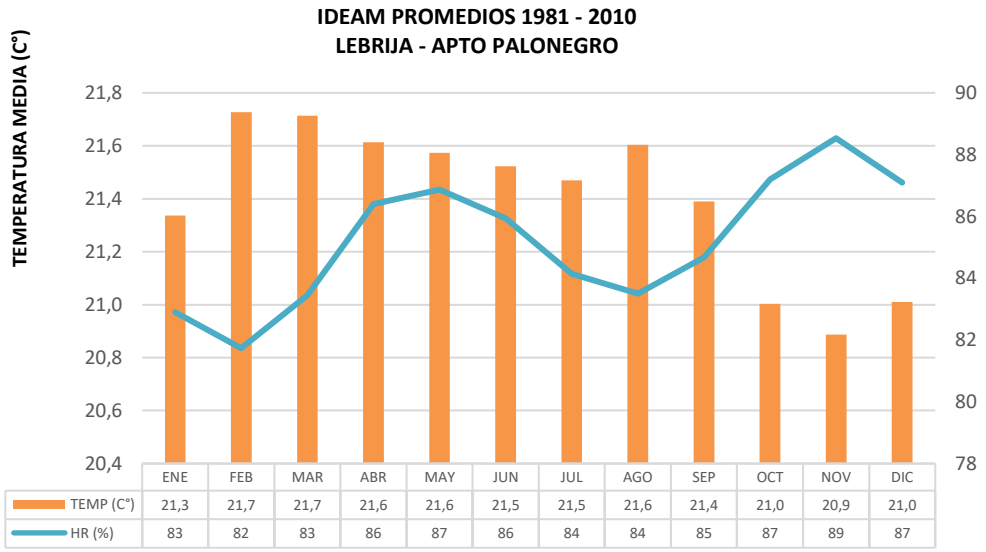


Adaptado de (IDEAM, Clasificación Climática Caldas-Lang Departamento de Santander, 2022).

9.1 Temperatura y humedad relativa

A partir de la estación meteorológica para Lebrija (Aeropuerto Palonegro) se realizaron unas graficas para el conocimiento de las diferentes temperaturas durante el año en el municipio

Figura 44. *Temperatura media / humedad relativa*



	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
TEMP (C°)	21,3	21,7	21,7	21,6	21,6	21,5	21,5	21,6	21,4	21,0	20,9	21,0
HR (%)	83	82	83	86	87	86	84	84	85	87	89	87

Figura 45. *Temperatura mínima media / humedad relativa*

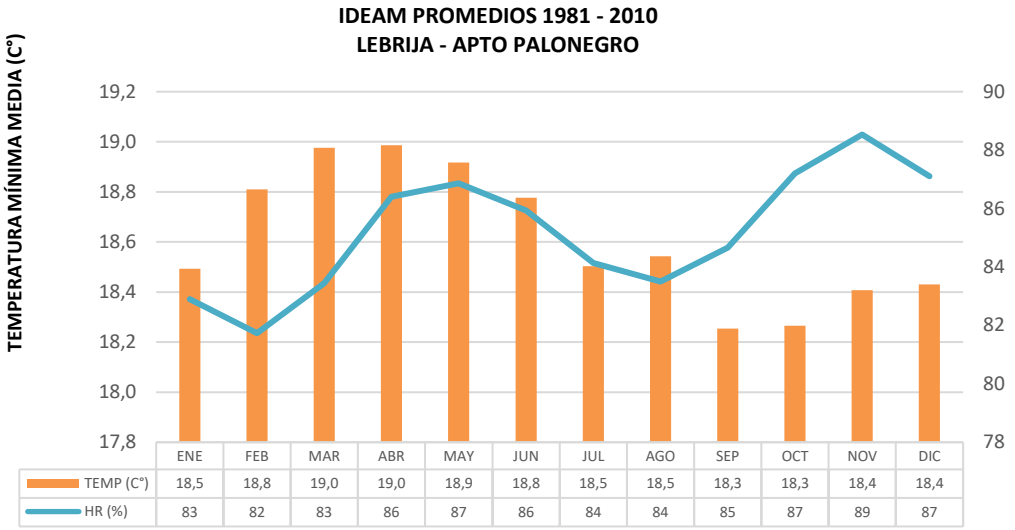
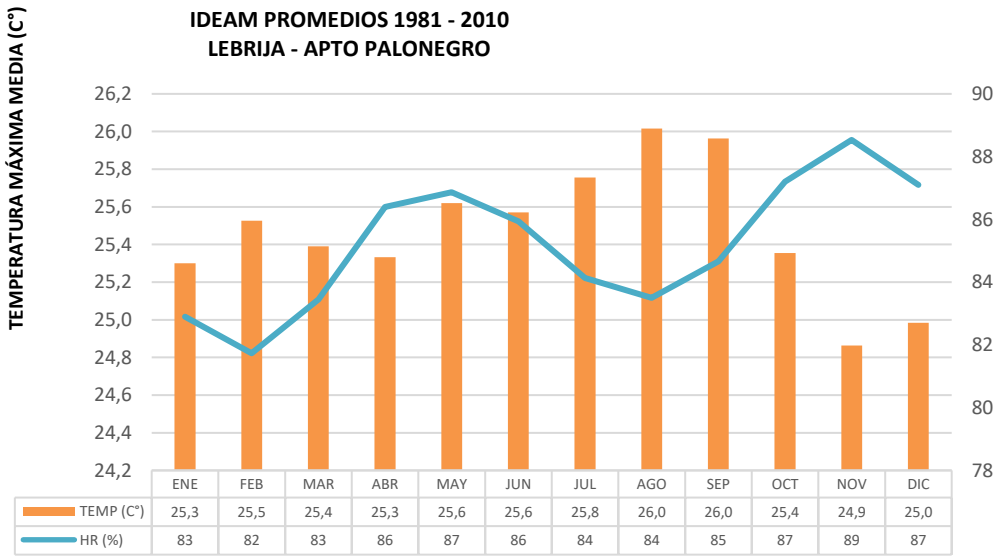


Figura 46. *Temperatura máxima media / humedad relativa*



Los datos de las gráficas de temperaturas en Lebrija obtenidas por el IDEAM indican la variación de la temperatura durante los 12 meses del año.

El promedio de la temperatura oscila sobre los 21°C

Durante el día se alcanzan temperaturas promedio que superan los 26°C

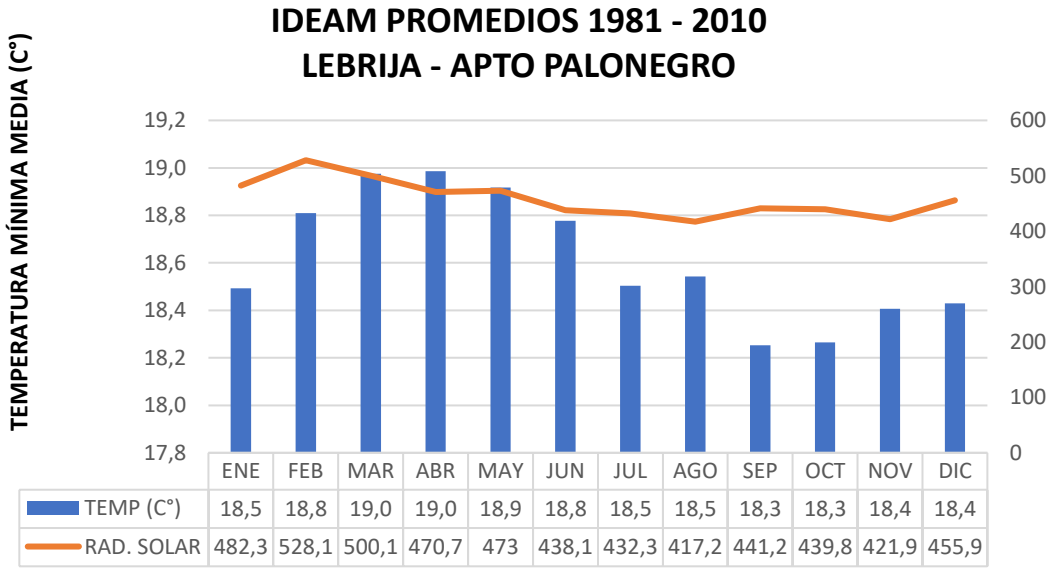
En la noche las temperaturas promedio alcanzan valores mínimos de 18°C

Los datos de las tablas de humedad relativa en Lebrija, muestra que la humedad en Lebrija oscila entre el 80% y 90% Siendo noviembre el mes más húmedo y febrero el mes con menos humedad.

Se puede concluir que tener un alto porcentaje de humedad y que la temperatura en sus puntos más altos supere los 26° genera una sensación de humedad inconfortable.

9.2 Temperatura / radiación Solar

Figura 47. *Temperatura mínima media / radiación solar*



	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
TEMP (C°)	18,5	18,8	19,0	19,0	18,9	18,8	18,5	18,5	18,3	18,3	18,4	18,4
RAD. SOLAR	482,3	528,1	500,1	470,7	473	438,1	432,3	417,2	441,2	439,8	421,9	455,9

Figura 48. *Temperatura media / radiación solar*

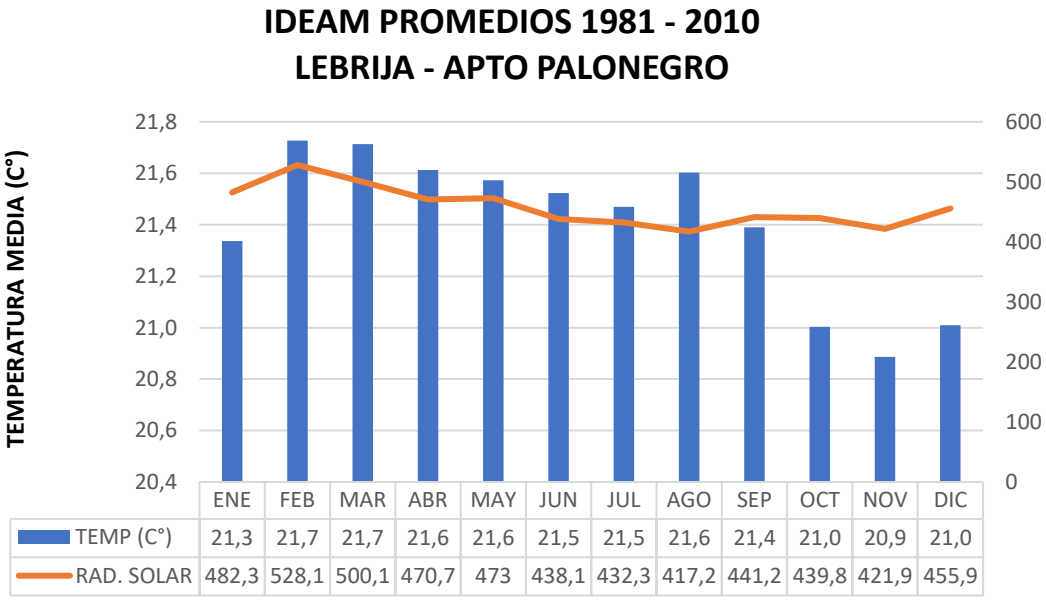
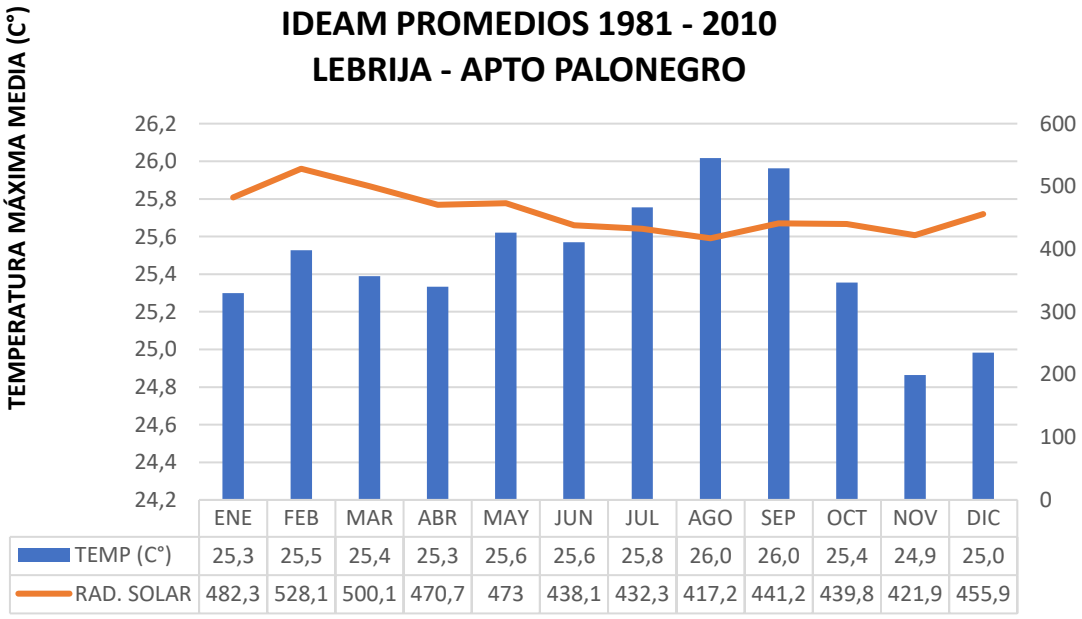


Figura 49. *Temperatura máxima media / radiación solar*



En el municipio de Lebrija los meses con mayor radiación solar son febrero con un promedio de 528W/m2 y marzo con un promedio de 500W/m2. Por otra parte, el mes con menor presencia de radiación solar es agosto con un promedio de 417W/m2.

9.3 Precipitación

A partir de la estación meteorológica para Lebrija (Aeropuerto Palonegro) se realizaron unas graficas para el conocimiento del comportamiento de las lluvias durante el año en el municipio.

Figura 50. *Lluvias (mm)*

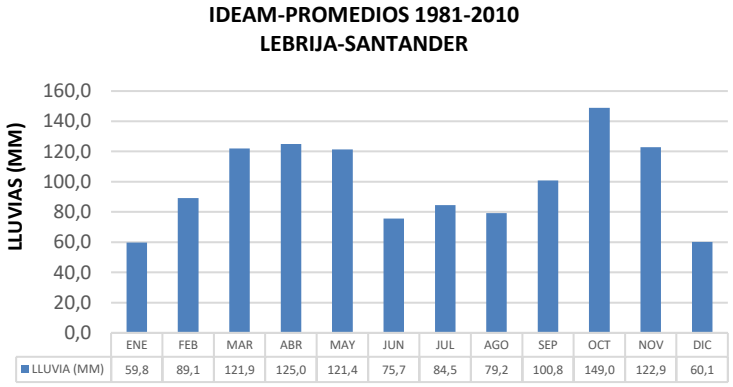
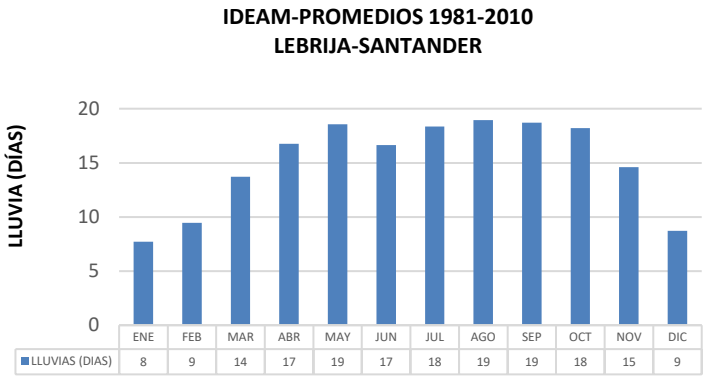


Figura 51. *Lluvias (días)*

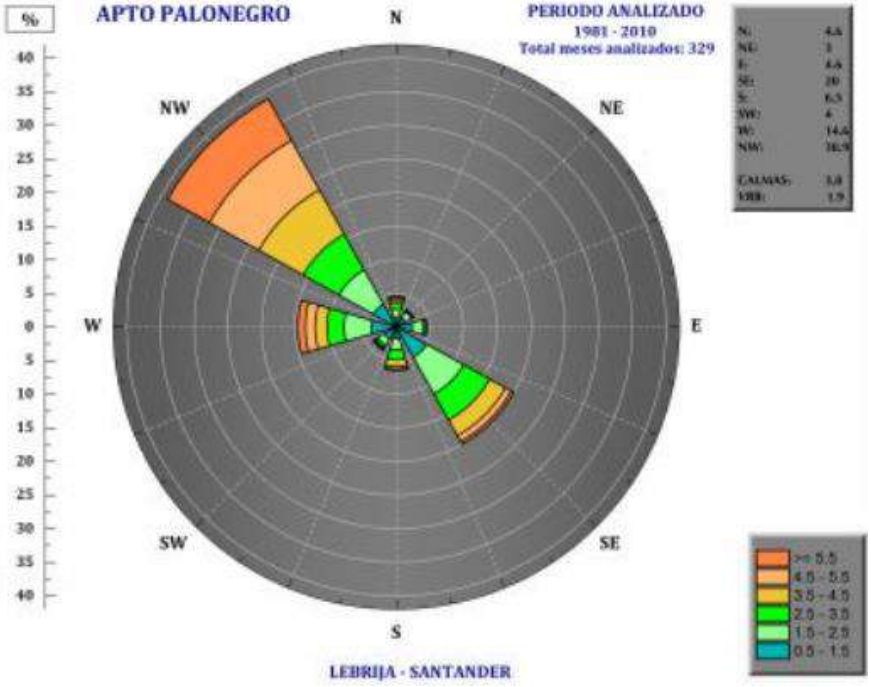


Según las gráficas de precipitación caen más mm de lluvia en los meses de octubre y noviembre con un valor de 149,00 mm y 129,9 mm de lluvias

Este valor por días indica que, en los meses de mayo, agosto, septiembre son los meses con mayores días de lluvias, los cuales manifiestan 19 días de lluvia.

9.4 Rosa de vientos

Figura 52. *Grafica rosa de los vientos*



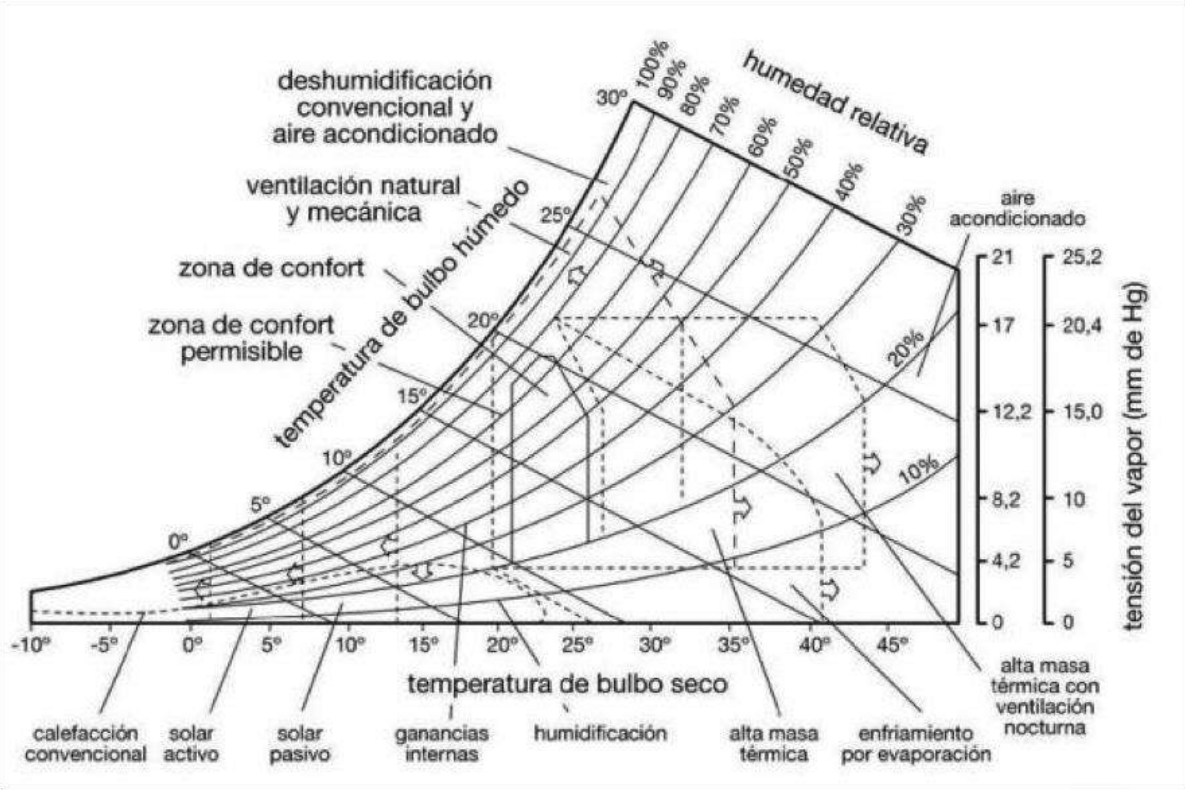
Adaptado de (IDEAM, Atlas de vientos colombia, s.f.).

La gráfica de la rosa de los vientos del IDEAM proveniente de la estación del Aeropuerto Palonegro muestra que los vientos predominantes vienen en sentido NOROESTE, registrando velocidades máximas entre 12 a 13 m/segundo y el mínimo en las velocidades del viento está entre 3 a 4 m/segundo.

10. Diagrama psicrométrico de Givoni

El diagrama de Givoni es una carta que permite determinar las mejores estrategias de diseño a utilizar en los proyectos arquitectónicos. Este diagrama utiliza los datos de temperatura y humedad relativa para determinar si la ubicación del municipio o lugar donde estamos haciendo el estudio climatológico se ubican en una zona de confort. La zona de confort es donde el cuerpo humano requiere el mínimo gasto de energía para ajustarse al ambiente.

Figura 53. *Diagrama psicrométrico de Givoni*



Adaptado de (EFICIENTE, 2014).

La carta se construye sobre un diagrama psicrométrico y en ella se distinguen una serie de zonas características:

1. Una zona de bienestar térmico delimitada a partir de la temperatura del termómetro seco y la humedad relativa, sin tener en cuenta otros factores.
2. La carta se construye sobre un diagrama psicrométrico y en ella se distinguen una serie de zonas características:

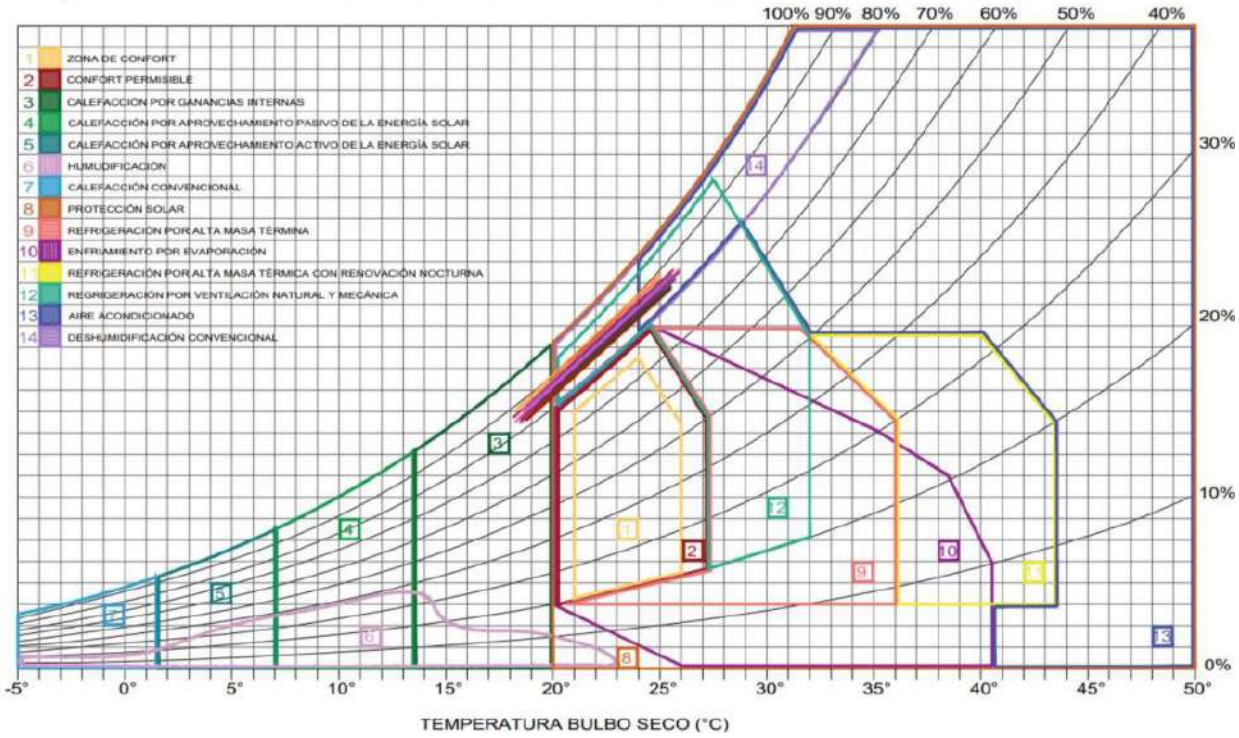
   a) Hacia la derecha la zona de bienestar puede ampliar en función de la masa térmica del edificio, representada por los tipos de materiales de la construcción; el enfriamiento evaporativo, que se produce cuando una corriente de aire seco y cálido pasa sobre una superficie de agua, parte de la cual se evapora produciendo un doble efecto positivo: descenso de la temperatura por la energía utilizada en el proceso de evaporación y aumento de la humedad ambiental. Fuera de estos límites y hacia la derecha del gráfico, solo se pueden conseguir las condiciones adecuadas con sistemas mecánicos de ventilación y des humificación.

   b) Hacia la izquierda del gráfico la zona de confort se extiende siempre que se produzca calentamiento, que puede ser calentamiento pasivo, es decir, utilizando la radiación solar directa, durante el día, o el calor almacenado en acumuladores, durante la noche y calentamiento mecánico, mediante el uso de sistemas convencionales de calefacción.

10.1 Análisis diagrama psicométrico de Givoni

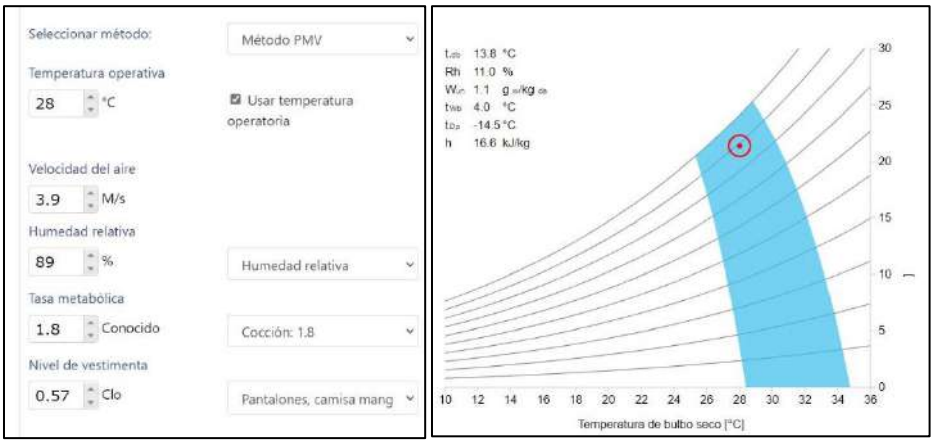
Figura 54. *Diagrama de Givonni*

	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE
TEMPERATURA MÁXIMA	25,3	25,5	25,4	25,3	25,6	25,6	25,8	26,0	26,0	25,4	24,9	25,0
TEMPERATURA MÍNIMA	18,5	18,8	19,0	19,0	18,9	18,8	18,5	18,5	18,3	18,3	18,4	18,4
HUMEDAD RELATIVA MÁXIMA												
HUMEDAD RELATIVA MEDIA	83%	82%	83%	86%	87%	86%	84%	84%	85%	87%	89%	87%
HUMEDAD RELATIVA MÍNIMA												



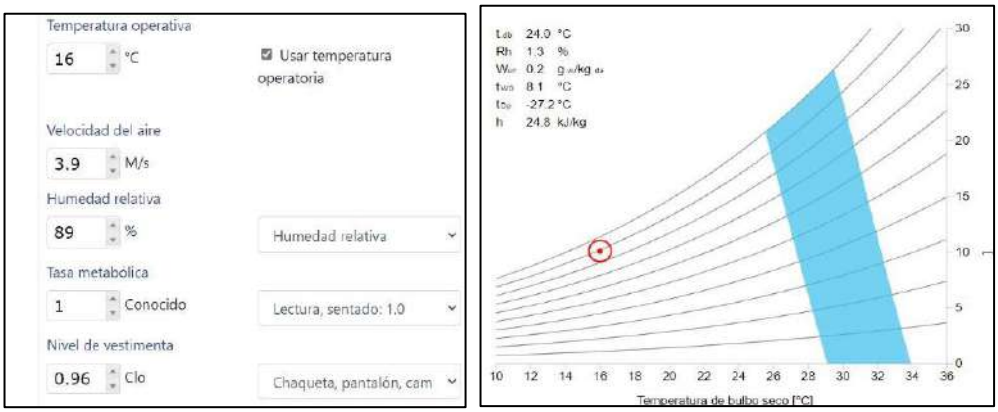
Según lo observado en el diagrama de Givoni, ningún mes se encuentra en la zona de confort ni en la zona de confort permisible. Más bien todos los meses del año se encuentran sujetos a las mismas zonas, siendo estas (3, 8, 12, 13, 14) las cuales requieren de calefacción por ganancias internas, protección solar, refrigeración por ventilación natural o mecánica.

Figura 55. *Grafica comfort tool, temperatura más alta*



Según la gráfica tomada del CBE, la cual se realizó para conocer el confort térmico durante la temperatura más alta que es en el día, esto mediante la incorporación de los datos climáticos del lugar, se agregó la temperatura máxima media con 2° C más debido al incremento de calor térmico por la radiación solar del día y la vestimenta de las personas, de igual manera, se agregó las velocidades del viento, humedad relativa y tipo de vestimenta de los usuarios a esta posible hora del día, en donde se estableció mediante la gráfica que la vivienda con estas características climáticas se encuentra en la zona de confort.

Figura 56. *Grafica comfort tool, temperatura más baja.*



Según la gráfica tomada del CBE, la cual se realizó para conocer el confort térmico durante la temperatura más baja, que es la noche, esto mediante la incorporación de los datos climáticos del lugar, agregando la temperatura más baja, la velocidad de viento, humedad relativa y la vestimenta de los usuarios a esta posible hora del día, donde se estableció mediante la gráfica que la vivienda con estas características climáticas se encuentra fuera de la zona de confort.

Se determino que para lograr un confort térmico en el interior de la vivienda se debe hacer un control de las ventilaciones (ventanas que se puedan abrir y cerrar) y la acumulación de calor mediante los materiales constructivos.

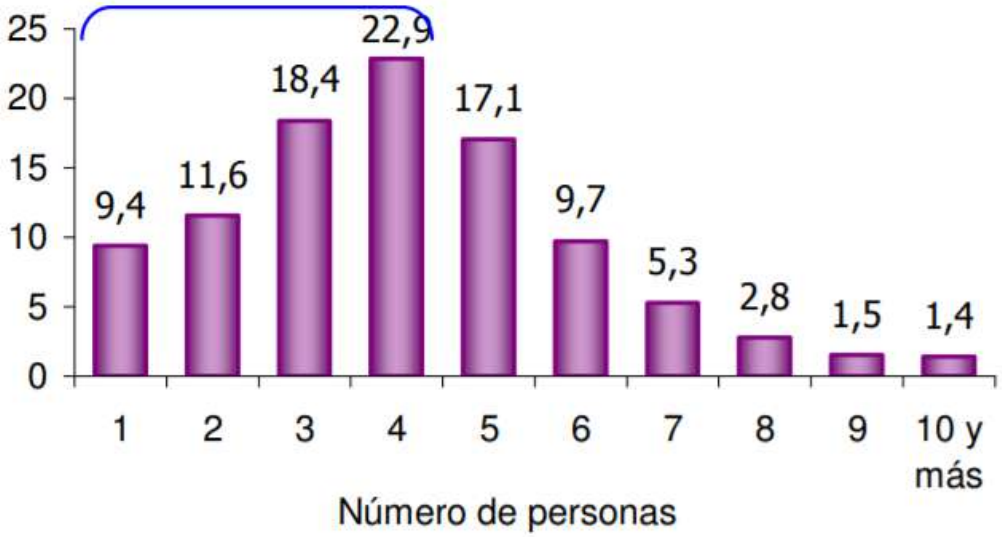
11. Fase inicial del diseño (análisis)

11.1 Requerimientos de los usuarios

Para la elaboración de la vivienda rural productiva es necesario identificar los tipos de usuarios que este objeto arquitectónico requiere. En este caso, el usuario demandante es la familia la cual puede estar conformada por padre, madre, hijos y abuelos; determinándose un espacio con una población variada en edad y género. De igual manera se debe responder por las superficies asignadas para la agricultura, en este caso los cultivos de cítricos, con el fin de generar espacios que ayuden con una apropiada área de trabajo y desempeño de dicho cultivo. Por esta razón, la vivienda rural productiva debe estar predispuesta a una accesibilidad universal para el bienestar y facilidad de todos los posibles usuarios.

Usuarios de vivienda rural: según el DANE, mediante una gráfica indica que aproximadamente el 62,2% de los hogares en Lebrija (Santander) habitan 4 personas, consiguiente a este resultado también se demuestra que una cantidad favorable de 5 o 3 personas habitan en un hogar en el municipio.

Figura 57. *Número de personas en una vivienda*



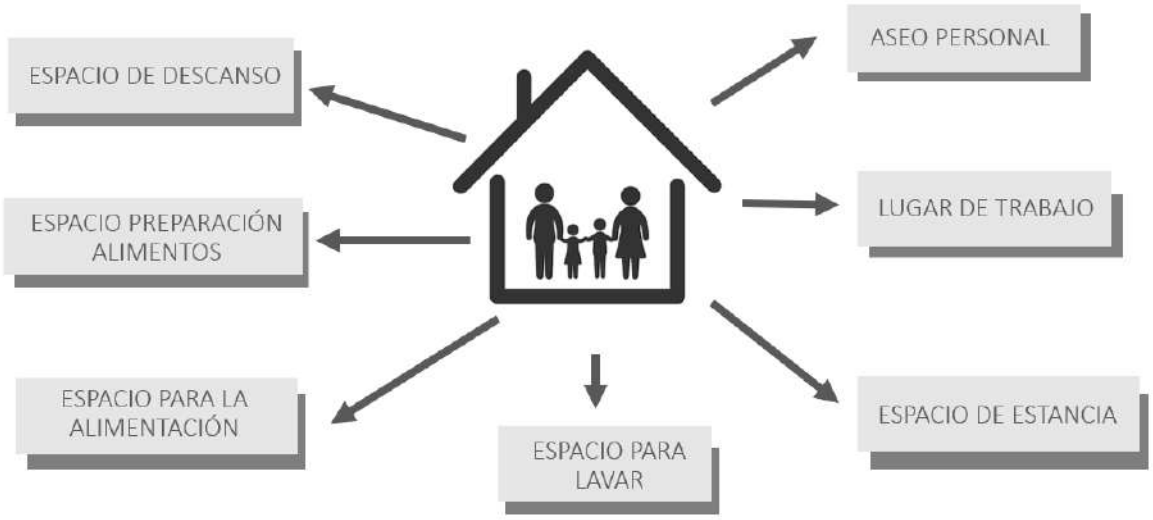
Adaptado de (DANE, 2010).

11.1.1 Identificación de las necesidades de los usuarios

La vivienda rural productiva debe enfocarse en los usuarios que habitan la vivienda y los usuarios de las zonas de trabajo (cultivos cítricos). Para eso se identificó cada actividad a realizar y se expreso mediante unas graficas lo que cada usuario debe tener en su espacio.

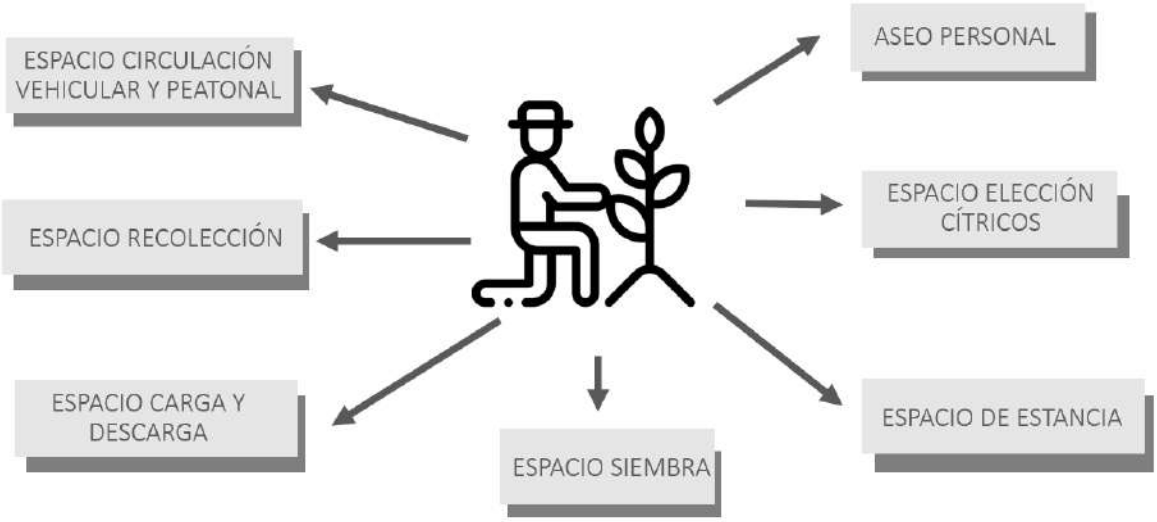
Necesidades de usuarios que habitan la vivienda rural:

Figura 58. *Necesidades usuarios vivienda rural*



Necesidades de usuarios en espacios asignados agricultura (cultivos cítricos):

Figura 59. *Necesidades usuarios asignados a la agricultura*



11.1.2 Programa de necesidades

Mediante un análisis de los usuarios de la vivienda rural productiva se realizaron unas tablas que identifican las necesidades de las personas que allí habitaran o trabajaran con su respectivo espacio.

Programa de usuarios que habitan la vivienda rural:

Tabla 1. *Recuperación*

Programa de necesidades	
Necesidades	**Espacio**
Recuperación	
Dormir, descansar	Habitación
Aseo corporal	Baño
Alimentarse	Comedor
Vestirse, desvestirse	Vestier, baño, habitación

Tabla 2. *Relación y recreación*

Programa de necesidades	
Necesidades	**Espacio**
Relación y recreación	
Recibir visitas	Hall, sala

Alimentarse con visitas	Comedor
Descanso visitas	Habitación
Aseo corporal visitas	Baño

Tabla 3. *Servicios*

Programa de necesidades	
Necesidades	**Espacio**
Servicios	
Cocinar	Cocina
Lavar	Lavadero, patio
Aseo	Lavadero, patio
Trabajo	Huerto

Tabla 4. *Almacenar*

Programa de necesidades	
Necesidades	**Espacio**
Almacenar	
Alimentos	Cocina, despensa
Objetos, herramientas	Cuarto, bodega

Animales	Campo abierto, patio
Vehículos	Garaje

Programa de usuarios en espacios asignados a la agricultura:

Tabla 5. *Agricultura*

Programa de necesidades	
Necesidades	**Espacio**
Agricultura	
Cargar, descargar	Parqueadero
Siembra	Áreas para cultivos
Almacenamiento	Bodega
Elección frutas	Bodega

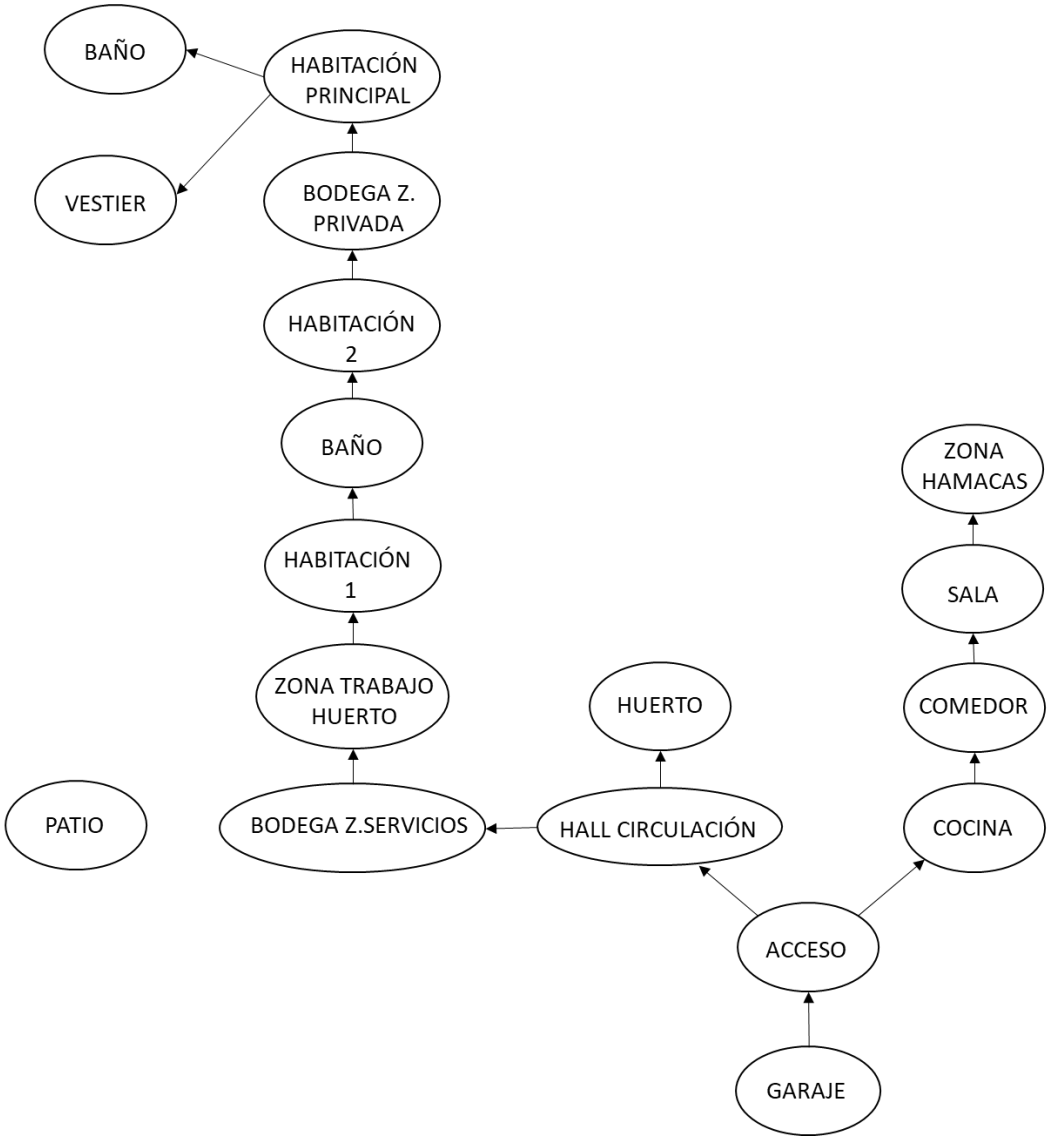
Tabla 6. *Trabajador*

Programa de necesidades	
Necesidades	**Espacio**
Trabajador	
Aseo, vestirse	Baño, Vestier

Alimentarse	Comedor
Descanso temporal	Espacio estancia
Circulación	Caminos peatonales

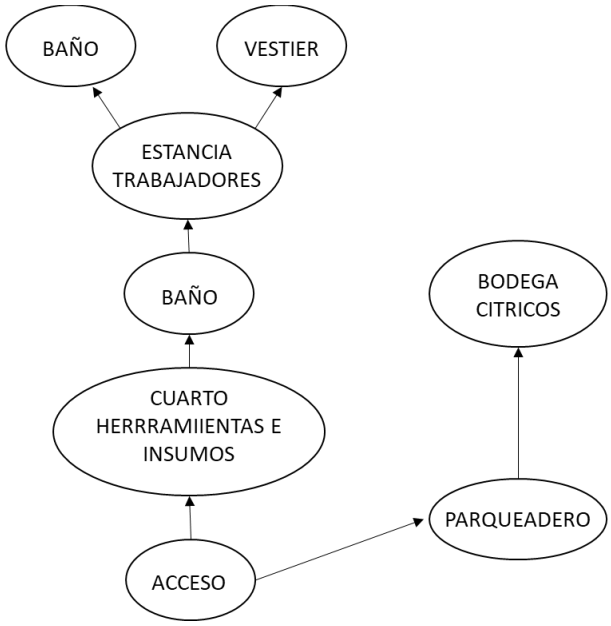
11.1.3 Organigrama vivienda

Figura 60. *Organigrama vivienda*



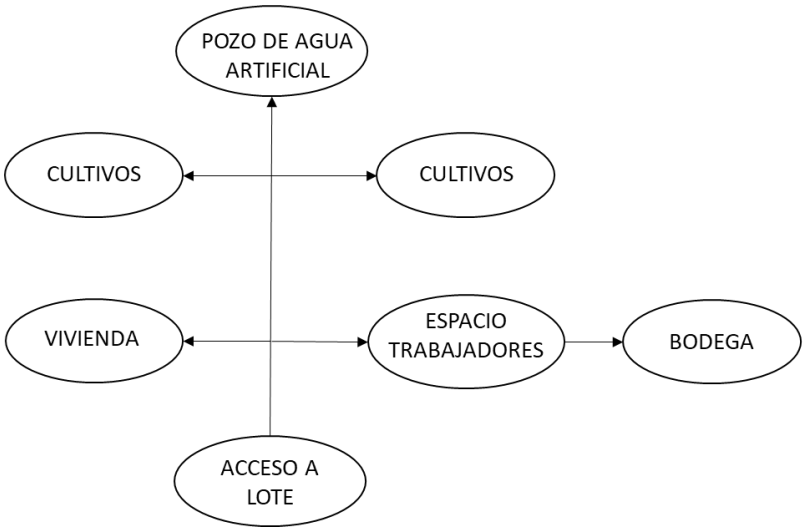
11.1.4 Organigrama bodega y espacio trabajadores

Figura 61. *Organigrama bodega y espacio trabajadores*



11.1.5 Organigrama general

Figura 62. *Organigrama general*



11.2 Lote

Para introducirnos a la elección del lote en Lebrija (Santander) se determinaron condiciones y características respecto al diseño a implantar; como lo es un espacio de campo abierto donde se realice el tipo de agricultura elegido (cultivos cítricos) o de cualquier forma en la que este campo no fuera contaminante para el posible cultivo a incorporar; de igual manera, se observó fuentes hídricas cercanas para el apoyo del mantenimiento de la vivienda y el área designada a la siembra.

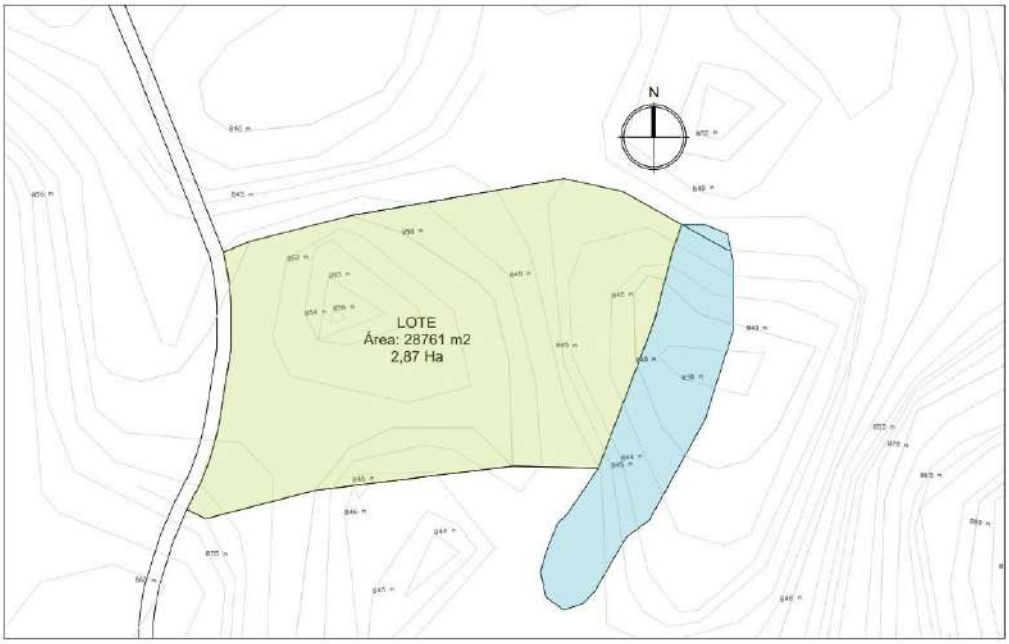
Al estudiar las diferentes veredas y espacios en el municipio se observó que la quebrada la Angula presenta una serie de malos olores por los espacios y áreas de los galpones cercanos a ella, lo cual género que las veredas que están cercanas a la quebrada no garantizaran la espacialidad buscada para el proyecto. Finalmente, el lote escogido se encuentra en la vereda El Oso, este ubicado aproximadamente a unos 8,70 kilómetros del casco urbano de Lebrija, esto debido a que es un sector rural con poca área usada para la avicultura (galpones) y contiene una fuente hídrica artificial (laguna) siendo un espacio ideal para la realización de un objeto habitable con espacios para la producción de cultivos.

Figura 63. *Galpones, granja mesitas*

Adaptado de (avicola, s.f.).

11.2.1 Localización general

Figura 64. *Lote*



El lote se encuentra ubicado en la vereda El Oso en el municipio de Lebrija (Santander), este ubicado aproximadamente a unos 8,70 kilómetros del casco urbano de Lebrija, cuenta con un área de 28761 m2 y cuenta con una laguna artificial de 4,202 m2. Su elección se basa en ser un espacio limpio y libre de industria contaminante que genere malos olores o problemas ambientales en el entorno.

La vereda el Oso cuenta con una población de ambiente familiar y agricultor, el rango de edad manejado en este lugar varia de 10 a 60 años con un total de 639 habitantes. De igual manera, aproximadamente a 1,15 kilómetros se encuentra la escuela rural el Oso siendo parte del único centro educacional cercano y propio de la vereda.

Tabla 7. *Población vereda el oso*

Población rural				
Vereda catastral	Vereda comunal	Población		Total
		M	H	
El oso	El oso	313	326	639

11.3 Análisis de cultivos

Los cultivos para implantar en el proyecto son la naranja, el limón y la mandarina, esta elección se dio al tener en cuenta que en el año producen aproximadamente 62.900 toneladas y una generación de empleo anual para 1.000 personas. Además, son cultivos que generan una rápida producción lo que no sucede con la piña que demora un año en dar producto.

11.3.1 Suelo

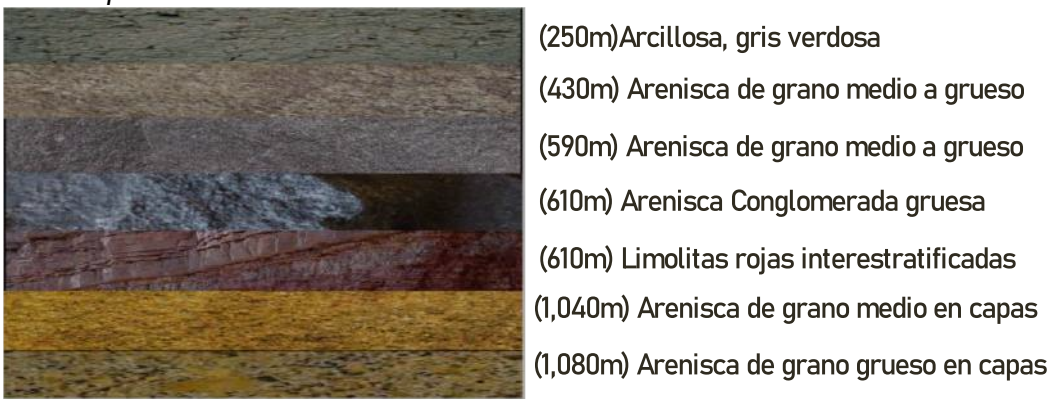
Para los cultivos de cítricos se necesita suelos arcillosos y arenosos, esto se debe a que estos suelos suelen ser porosos y con buena circulación del aire, teniendo en cuenta esto se estableció mediante la geología del lugar que el suelo del lote está compuesto por:

Suelo limoso

Suelo arcilloso

Suelo arena gruesa

Figura 65. *Conformación del suelo*



11.3.2 Época de plantación y crecimiento

Los cítricos pueden ser plantados en cualquier época del año, en función a la disponibilidad de plantas y desde que se tenga capacidad de riego. Cuando no se cuenta con el sistema de riego, lo mejor es sembrar en temporadas de invierno, estos pueden durar entre 3 a 4 años de crecimiento

Para conseguir que crezcan cítricos correctamente hace falta un clima soleado y de temperaturas suaves todo el año, donde entre luz natural y resguardado de grandes corrientes de aire.

Figura 66. *Plantación de cultivos*

Adaptado de (Angel, 2016).

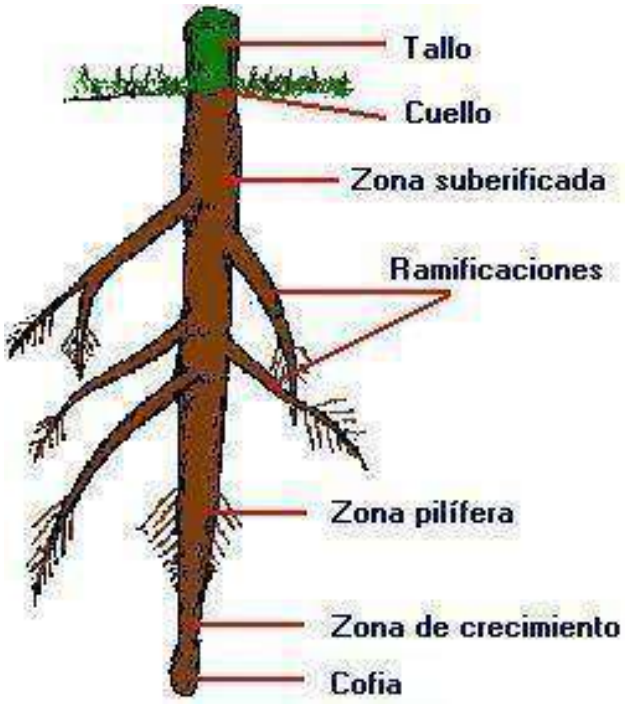
11.3.3 Tiempo de cosecha

La cosecha depende del riego de los cultivos, si cuenta con un riego constante mediante algún lago cercano, el productor decide su tiempo de cosecha. Si no se cuenta con el riego constante las cosechas son dadas en SEPTIEMBRE esto se extiende hasta DICIEMBRE.

11.3.4 Tipo de raíz

Los cítricos cuentan con raíces compuestas, donde en su juventud las raíces son laterales y estas crecen como un conglomerado fibroso pareciendo un nido. La raíz principal puede localizarse de 1 a 1,5 m de profundidad en el suelo.

Figura 67. *Raíz de los cítricos*



Adaptado de (Ecured, s.f.).

11.3.4 Riego

Los cítricos tienden a tener un tipo de riego denominado por goteo, este tipo de diseño se conoce como disposición en anillos, donde los goteros van instalados en aros formados con mangueras que se insertan en la línea lateral o de distribución.

Sus características se basan en:

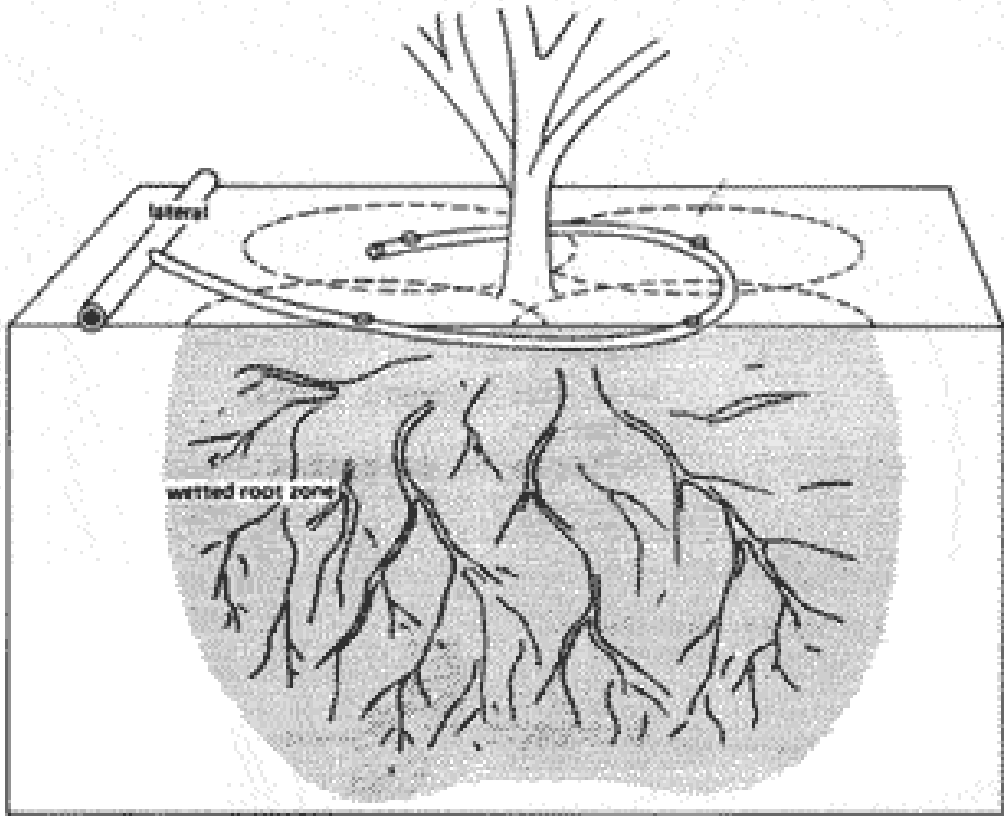
Menor volumen de cantidad del agua

Bajos costos laborales

Eficiencia en la aplicación de fertilizantes mediante el sistema de goteo

Mejor control de malezas

Figura 68. *Riego por goteo*



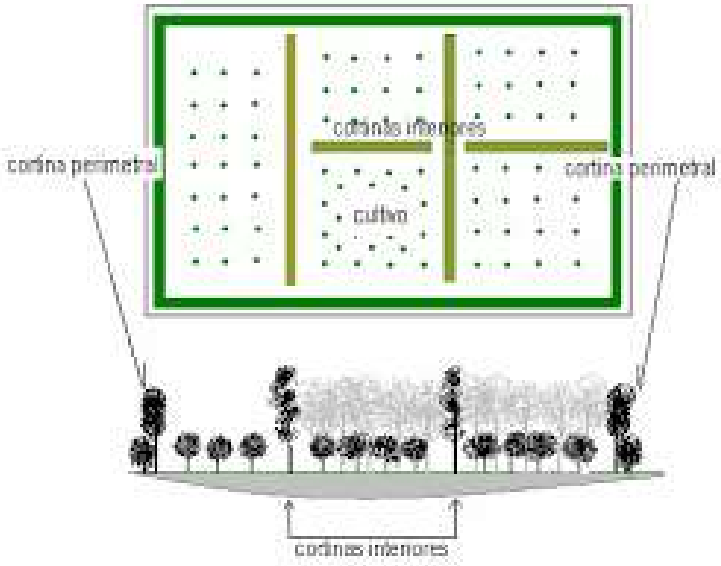
Adaptado de (granado, s.f.).

11.3.5 Cortinas cortavientos

Los árboles de cítricos pueden ser afectados por la velocidad del viento, estos eventos se presentan en velocidad media de viento elevada (superiores a 5 m/s). Por esta razón se deben generar cortinas contravientos, estos mediante ayudas de otras especies arbóreas.

Estos árboles deben ubicarse en los perímetros del ingreso de los vientos generando así que no entren con tanta velocidad al lugar donde están los cultivos.

Figura 69. *Barreras corta vientos*



Adaptado de (Corpoboyaca, 2016).

En este caso se eligió la especie Casuarina cunninghamiana el cual es un pino australiano que alcanza a tener 20 a 30 m de altura, este árbol es reconocido por la ayuda en cortar los vientos y la prevención de erosión del suelo, soportando tanto suelos húmedos y secos.

Figura 70. *Casuarina cunninghamiana*

Adaptado de (Online, s.f.).

11.3.6 Solución para plagas

Las plagas más comunes en los cultivos de cítricos son la mosca blanca, ácaros y pulgones. La solución para las enfermedades que transmiten estas plagas es sembrar plantas de caléndula en los perímetros del cultivo.

la caléndula es considerada una planta trampa de tal forma que muchas plagas atacaran primero a esta planta dejando nuestros cultivos tranquilos, nos avisa y los entretiene mientras actuamos.

Estas plantas deben plantarse en zonas cerca a los cultivos a proteger, se trata de generar una barrera protectora por esa razón es importante que esta se encuentre ubicada en las zonas perimetrales de cada planta de los cultivos.

Figura 71. *Planta caléndula*

Adaptado de (mdz, 2002).

12. Parámetros de diseño

12.1 Diseño de bodega

La bodega se diseñó para el debido almacenamiento de los cítricos teniendo en cuenta sus características para que estos se conserven. Generalmente, las bodegas tienden a ser abiertas, pero esto ocasiona a que elementos exteriores entren y puedan causar un daño a las frutas recolectados, por esta razón se generó una estructura que permita tener el ambiente necesario y control para que los cítricos perduren en el tiempo que están ahí almacenados.

Se realizo una tabla con los datos que debe tener el ambiente de la bodega para así proporcionar un espacio que cuente con estos parámetros para los cítricos.

Tabla 8. *Características del ambiente para los cítricos*

especie	temperatura	humedad relativa (%)	tiempo almacenamiento (días)
Naranja	Ambiente	90-95	56 a 84
Limón	Ambiente	85-95	30 a180
Mandarina	Ambiente	90-95	14 a 28

Teniendo en cuenta el cuadro realizado y las actividades a realizar dentro de este espacio que son:

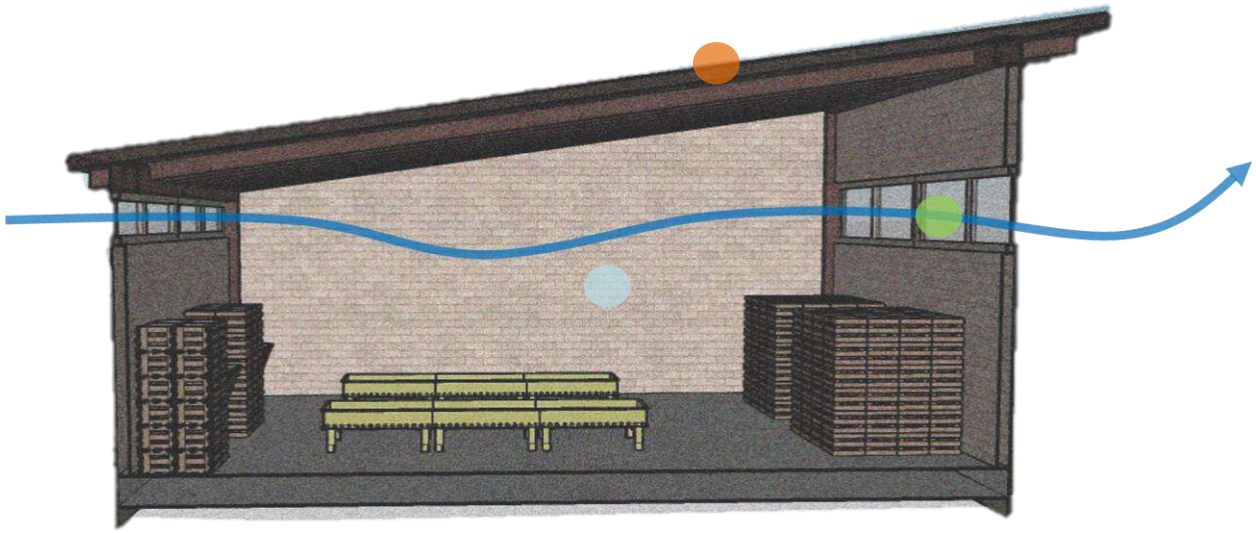
Almacenamiento de los cítricos

Espacio de elección de los cítricos

Espacio para la entrada y salida de cítricos

Se realizo el diseño de la bodega la cual cuenta con un espacio alto y amplio para la ubicación de las canastillas de cítricos, circulación de los trabajadores y un espacio para la elección y distribución de estos frutos.

Figura 72. *Esquema de bodega 1*

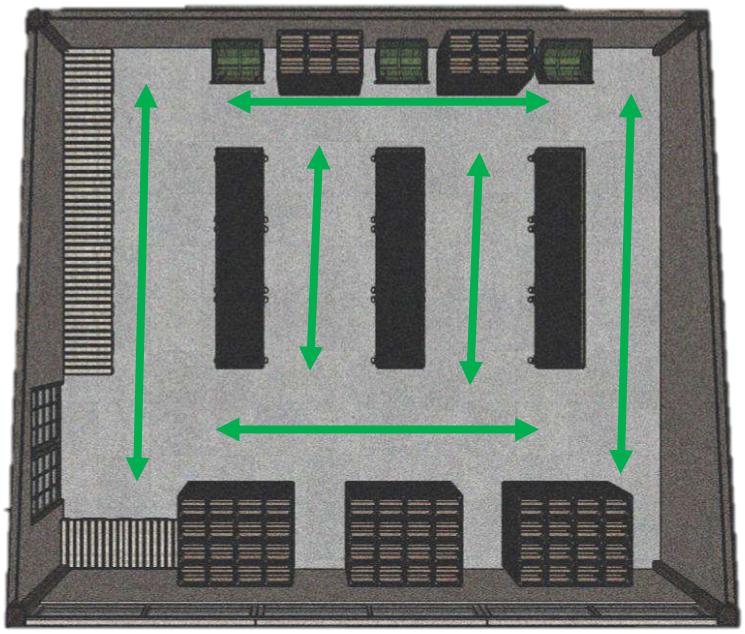


Cubierta de barro con asilamiento térmico para que no se sobrecaliente el interior.

Ventanas correderas, para el control de la temperatura y aire en las noches frías, de igual manera protege de los insectos.

Muros de BTC para el control de la temperatura en el interior.

Figura 73. *Esquema de bodega 2*



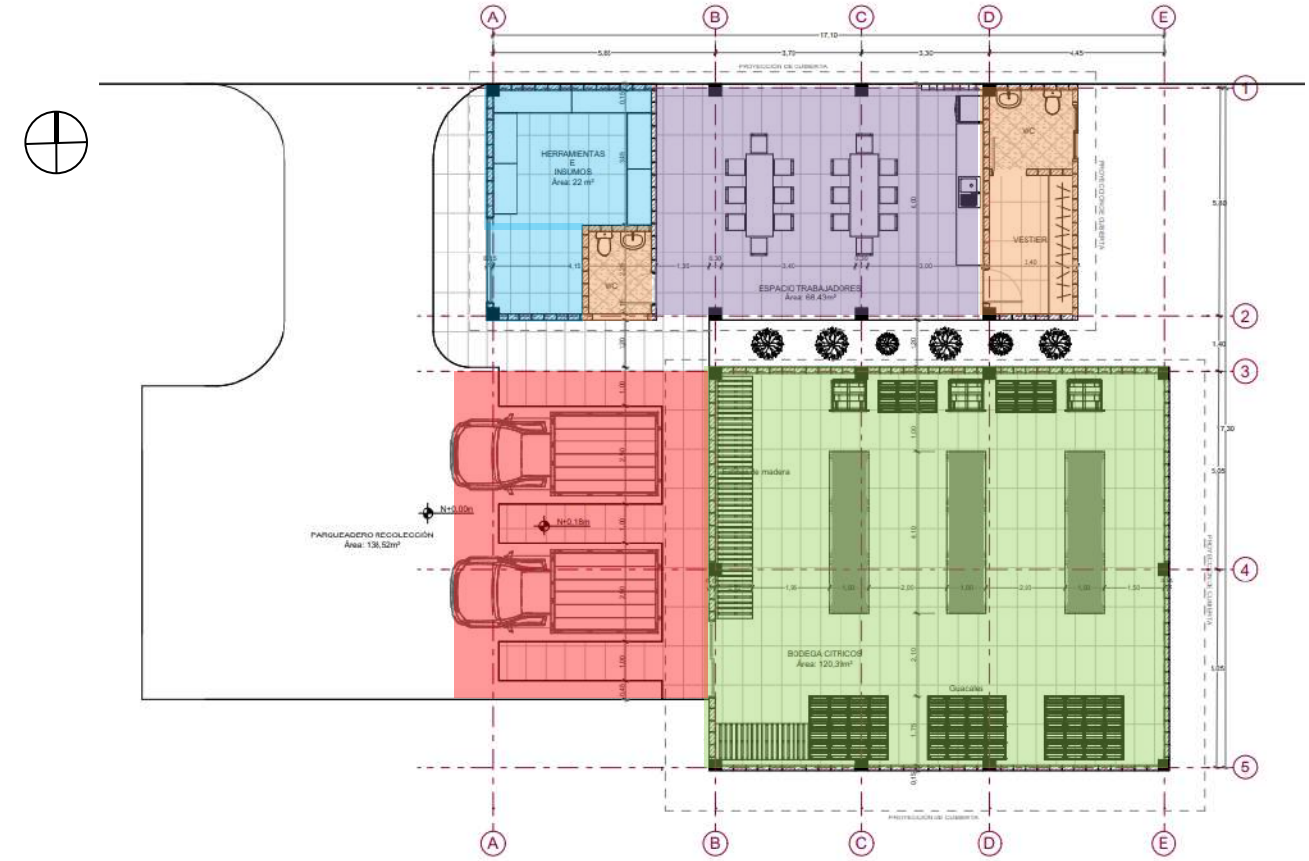
CIRCULACIONES: Circulaciones amplias y libres para el recorrido de los trabajadores con las canastillas.

12.2 Diseño de espacio para trabajadores

Este espacio se realizó teniendo en cuenta el confort y descanso que los trabajadores necesitan. Se planteo un lugar abierto con visuales al exterior para tener control de su entorno y zona de trabajo. Equipado con espacios para su descanso y aseo personal.

Su materialidad es la misma bodega cuenta con piso de piedra caliza para mantener una temperatura fresca en el suelo.

Figura 74. *Planta espacio de trabajadores y bodega*



Espacio de herramientas e insumos

W.C

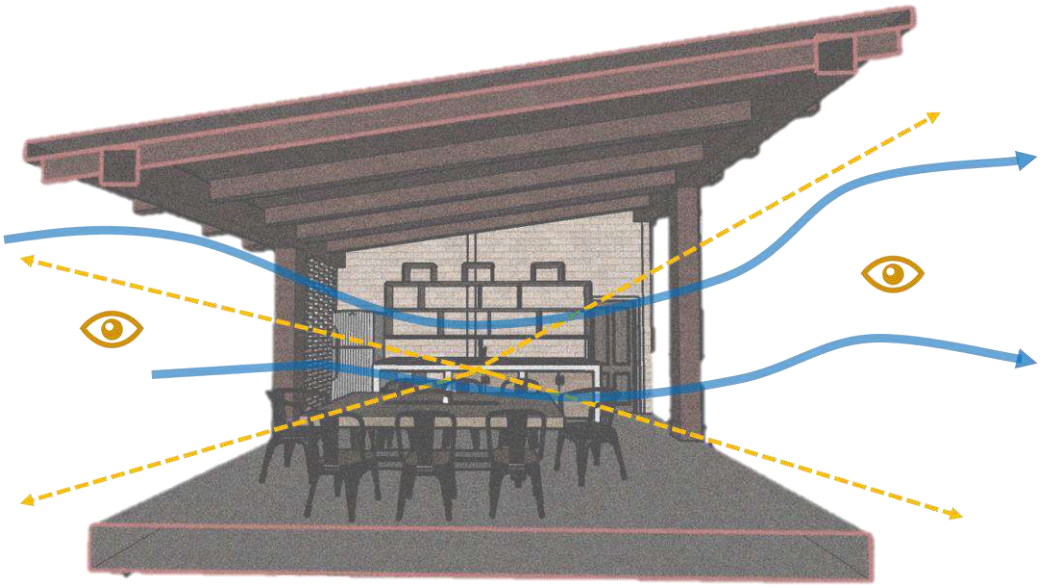
Bodega

Espacio de descanso trabajadores

Espacio de carga

Como se observa en la planta el espacio de trabajadores y la bodega están ubicadas en un mismo lugar para tener una fácil accesibilidad a los tiempos de trabajo y descanso, además, estos espacios son abiertos lo que genera una visual de lo que sucede en su entorno.

Figura 75. *Esquema del espacio de trabajadores*

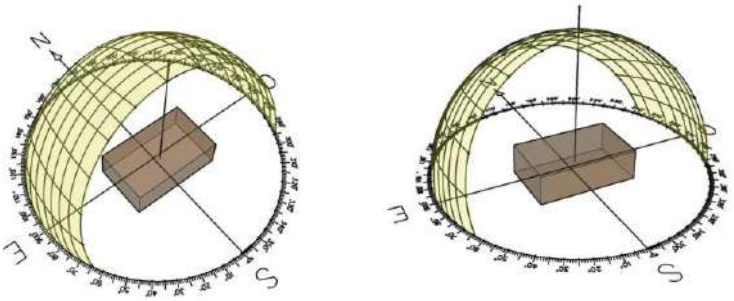


12.3 Diseño del volumen de la vivienda

12.3.1 Fase inicial: primer modulo

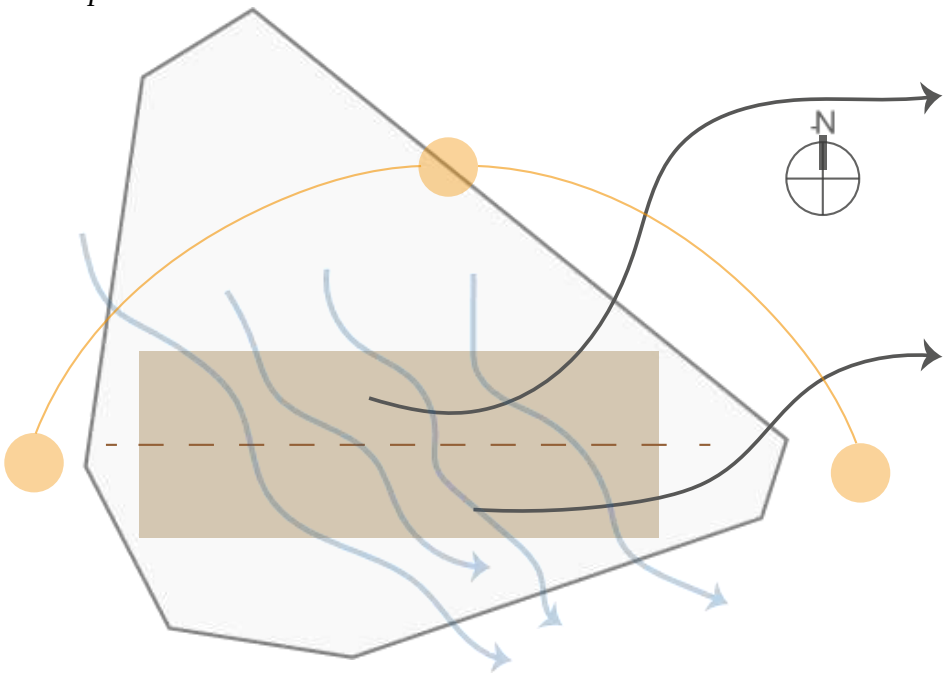
Como fase inicial se determinó la ubicación de la vivienda está en el punto más alto del lote escogido, con el fin de tener un control y observación directa de los cultivos y porque esta más cerca a la vía principal rural. Por consiguiente, teniendo en cuenta la carta solar y la dirección de los vientos se estableció la forma y orientación de implantación del volumen.

Figura 76. *Esquema de orientación del volumen*



Mediante estudios en la carta solar, se concluyó que la mejor orientación sea al Norte de manera horizontal a este. Las caras de las fachadas más largas son las que estarán ubicadas en el Norte y Sur

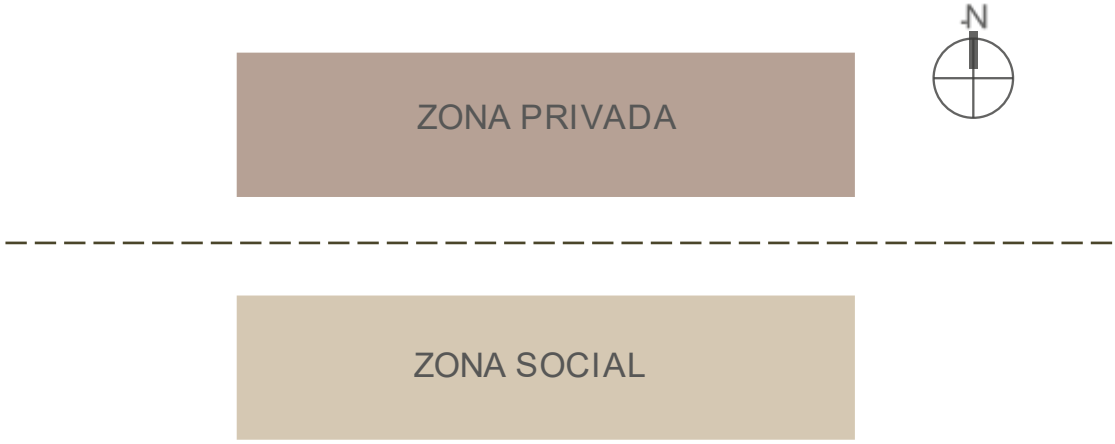
Figura 77. *Implantación del modulo*



12.3.2 Fase dos: división modular

En esta fase ya se había determinado un solo módulo de forma rectangular pero este módulo dividió en dos módulos más, esto para generar los espacios de las zonas privadas y zonas sociales con el fin de separar estas actividades y los usuarios tengan más privacidad en cuanto a sus espacios privados, de igual manera, se estaría aislando las actividades que generan un poco más de ruido o constante movimiento.

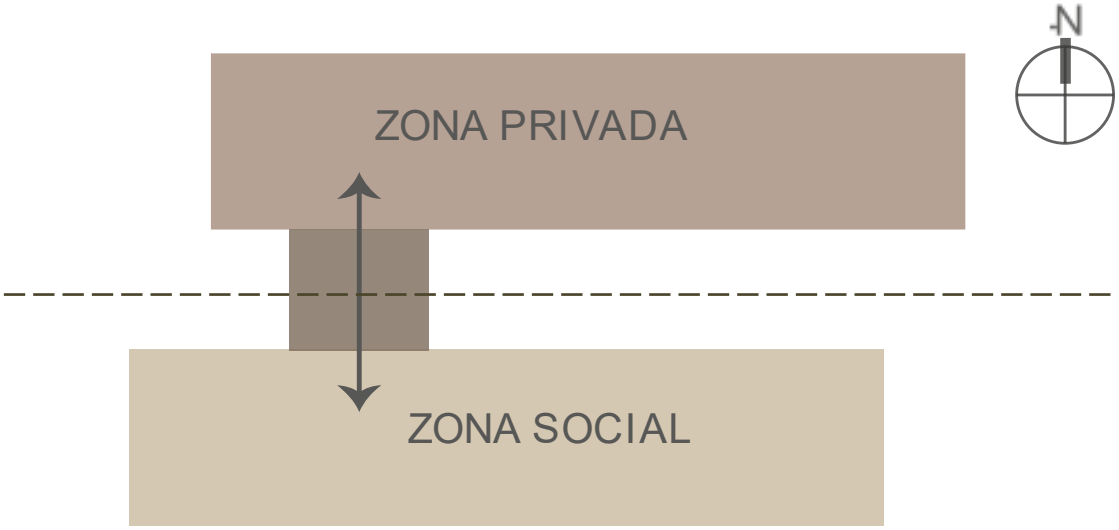
Figura 78. *División modular*



12.3.3 Fase tres: Conectividad modular

En esta fase se creó un módulo central que ayuda a generar la circulación y conexión en los módulos ya creados.

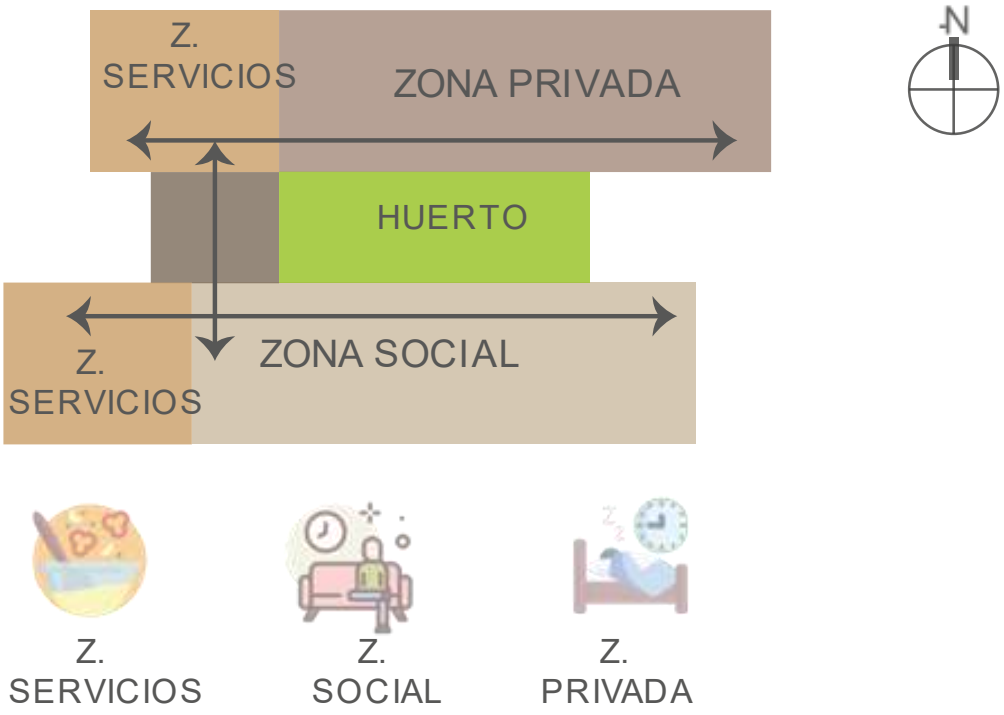
Figura 79. *Conectividad modular*



12.3.4 Fase cuatro: Incorporación de usos y recorridos

En esta fase se incorporó dos espacios más que son la zona de servicios y huerto, de igual manera se pensó en el recorrido que se haría dentro de los módulos.

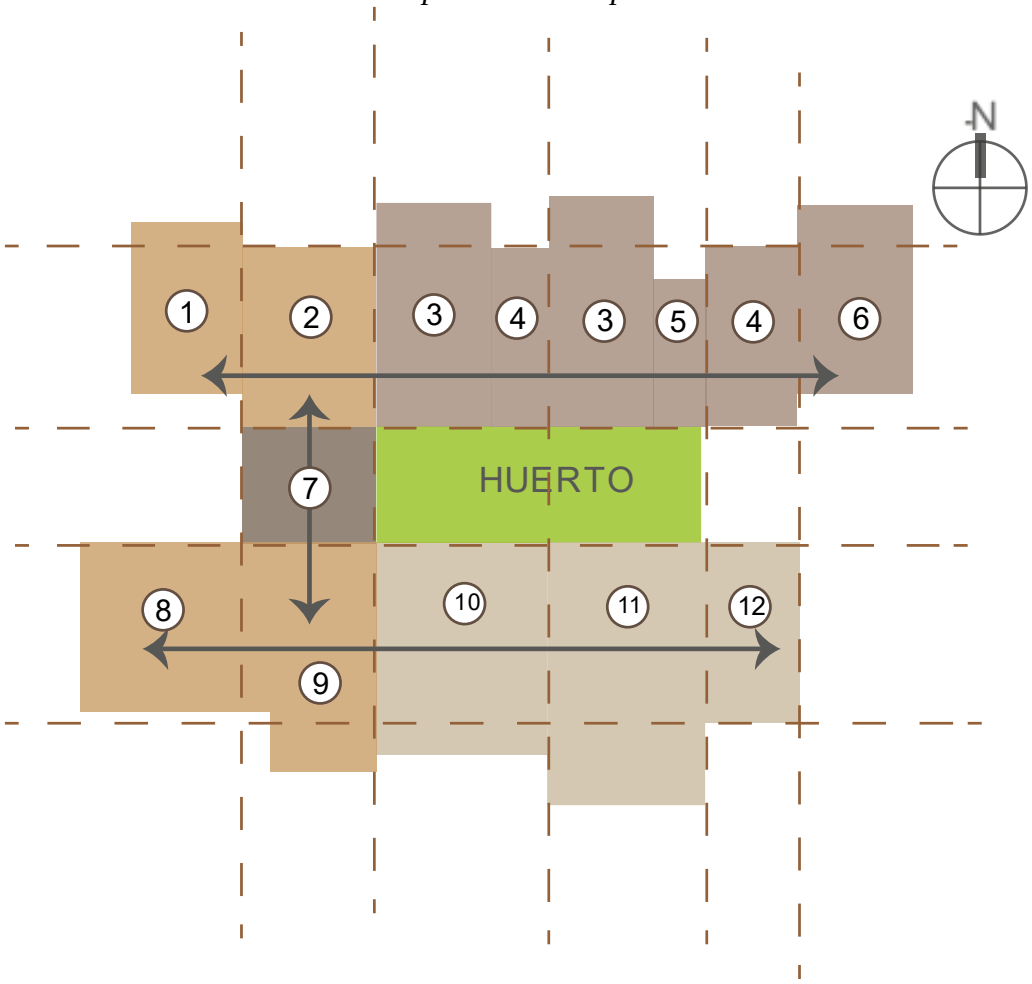
Figura 80. *Incorporación de usos y recorridos*



12.3.5 Fase cinco: Movimiento en los módulos e incorporación de los espacios

En esta fase se generó un movimiento en los módulos generando aún más módulos independientes esto con el fin de subdividir para cada espacio dentro de la vivienda. De igual manera, estas subdivisiones se realizaron para poder generar el tema estructura de la vivienda, ofreciendo ejes que ayudan a la implementación de la estructura.

Figura 81. *Movimiento modular e incorporación de espacios*



① PATIO DE ROPAS Y BODEGA ZONA DE SERVICIOS
② ZONA DE TRABAJO PARA EL HUERTO
③ HABITACIONES SECUNDARIAS
④ BAÑOS
⑤ BODEGA ZONA PRIVADA
⑥ HABITACION PRINCIPAL
⑦ CIRCULACIÓN ENTRE MODULOS (HALL EXTERIOF
⑧ PARQUEADEROS Y ACCESO A VIVIENDA
⑨ COCINA
⑩ COMEDOR
⑪ SALA
⑫ ZONA DE HAMACAS

12.3.6 Resultado final: planta vivienda

Finalmente, al desarrollar el volumen que es el esquema inicial del proyecto se desarrolló la planta arquitectónica, que se basa en una vivienda abierta libre de muros en sus zonas sociales aislada de las zonas privadas, donde los dormitorios cuentan con su respectivo balcón exterior, el diseño de la vivienda se basa en ejes lineales por donde se proyecta su circulación y enlace de espacios; además de poder contar con balcones que generan una visual amplia hacia las zonas de los cultivos y el entorno general. De igual manera se implanto un huerto para su auto consumo.

Figura 82**.** *Planta arquitectónica vivienda*

13. Estrategias pasivas de diseño

13.1 Estrategias de radiación solar

Se hizo un estudio del sol mediante el programa Sketchup y Andrew Marsh para analizar el comportamiento de sol durante el día en el objeto arquitectónico.

Figura 83. *Entrada solar durante la mañana*

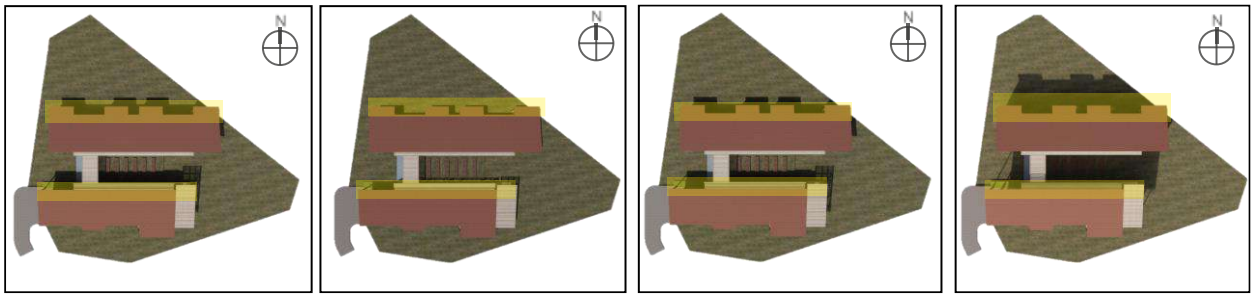
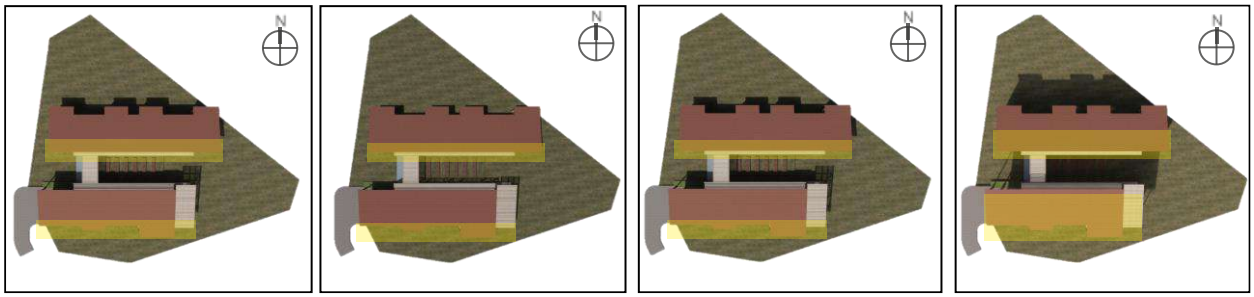


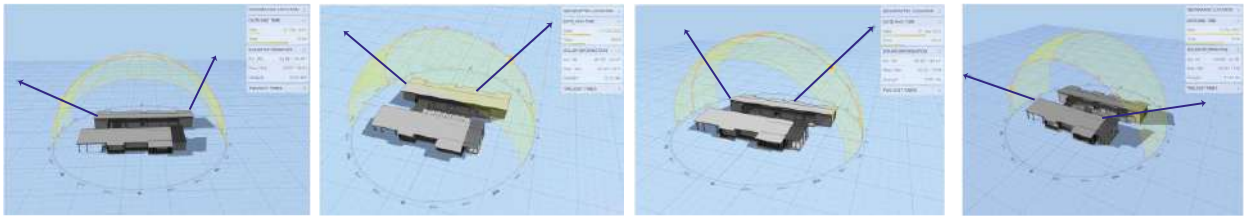
Figura 84. *Entrada solar durante la tarde*



En las gráficas se observa la entrada del sol durante el año en las fachadas de la vivienda esto sucede en las horas de la tarde exactamente a las 4:00 pm donde las fachadas del sur son las que mayor entrada del sol tienen, el caso contrario sucedería en las horas de la mañana donde las fachadas norte serían las que más ingreso solar tendrían. Pero en la totalidad del día las fachadas

este y oeste son las que más radiación solar reciben por esta razón el proyecto se realizó con las fachadas más largas en las caras norte y sur.

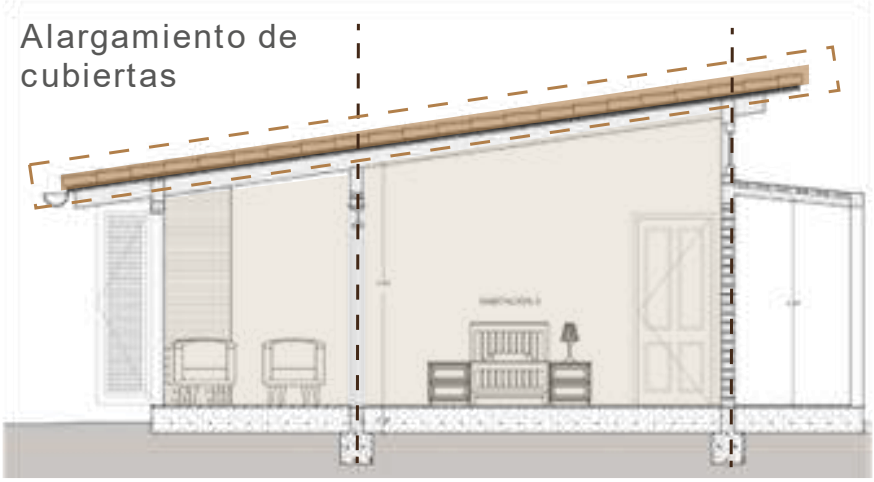
Figura 85. *Radiación solar mediante Andrew Marsh*



Adaptado de (Marsh, s.f.).

Para la protección de la radiación solar durante el día se planteó un alargamiento en las cubiertas haciendo que estas sobresalgan del volumen donde se ubican los espacios interiores, protegiendo así estos espacios de una mayor cantidad de entrada solar.

Figura 86. *Corte alargamiento de cubiertas*



De igual manera se implementaron materiales que ayudan a mitigar la radiación solar en el interior de la vivienda, los cuales son:

Manta aislante en cubierta: Ayuda que el calor que emite la radiación solar en cubierta no entre completamente.

Figura 87.*Manta aislante cubierta*

Adaptado de (libre, s.f.).

Piso de piedra caliza: Este material soporta el calor que ingrese, además de no sobrecalentarse.

Figura 88. *Piso de piedra caliza*

Adaptado de (Larrotcha, s.f.).

Muros en bloque de tierra comprimida (BTC): Este material regula el calor, manteniendo un mejor ambiente en el interior.

Figura 89. *Muros en bloque de tierra comprimida*

Adaptado de (YUSO, s.f.).

Teniendo en cuenta esto se realizaron graficas que muestran la radiación solar en la vivienda durante mañana y tarde, enfocando una protección a los espacios interiores donde se van a desarrollar los usos.

Figura 90. *Entrada solar en la mañana*

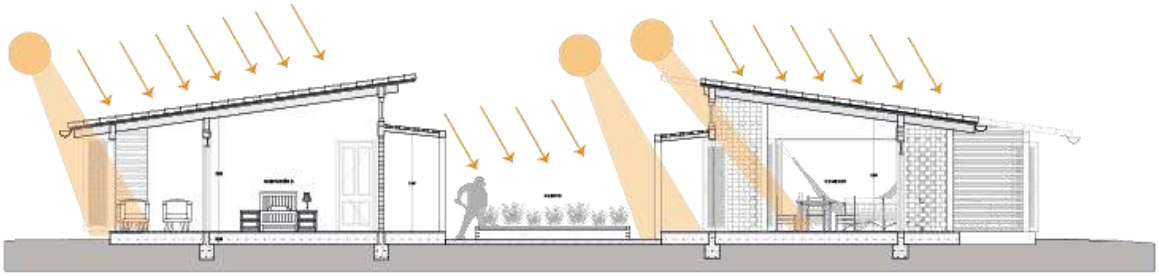
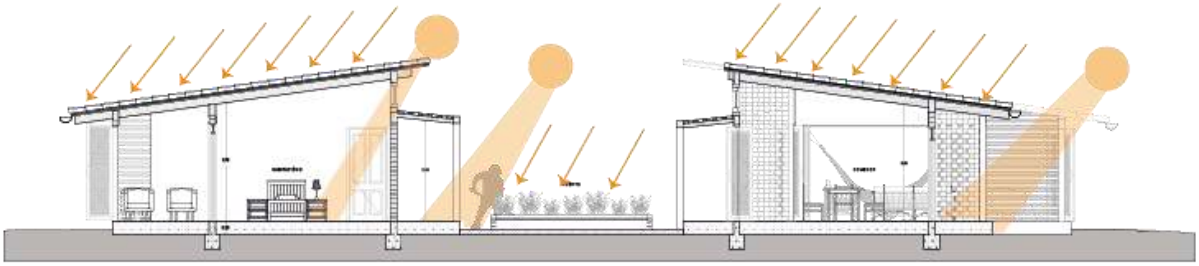


Figura 91. *Entrada solar en la tarde*



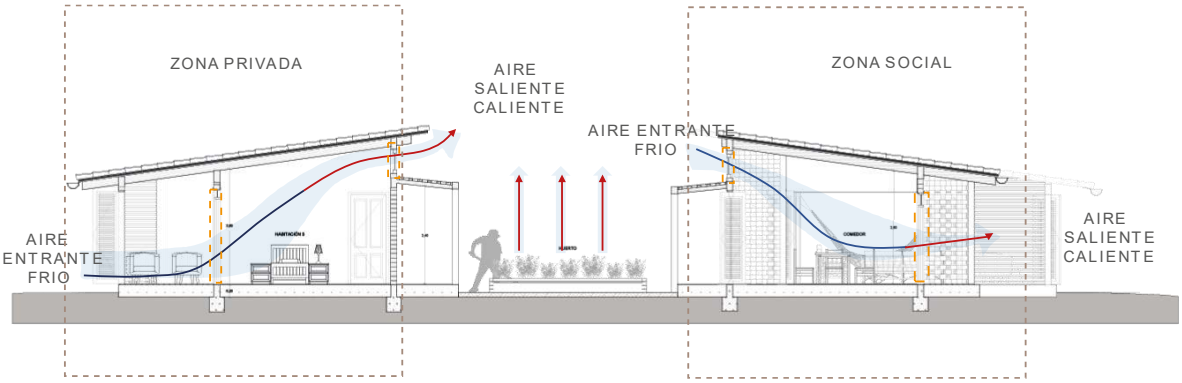
13.2 Estrategias de vientos

Se hizo un estudio del comportamiento de los vientos mediante el programa Flow design sobre el objeto arquitectónico.

Figura 92. *Recorrido vientos sobre vivienda*

En las gráficas se observa el recorrido de los vientos en el interior y exterior de la vivienda, como la vivienda cuenta con espacios abiertos y grandes aberturas la circulación de este es mayor y no tiende a quedarse el aire caliente en el interior.

Figura 93. *Esquema recorrido aire interior vivienda*



Todos los espacios quedan ventilados, la zona privada de la vivienda es la que recibe primeramente los vientos generando que no lleguen olores por parte de la zona social o servicios como seria la cocina.

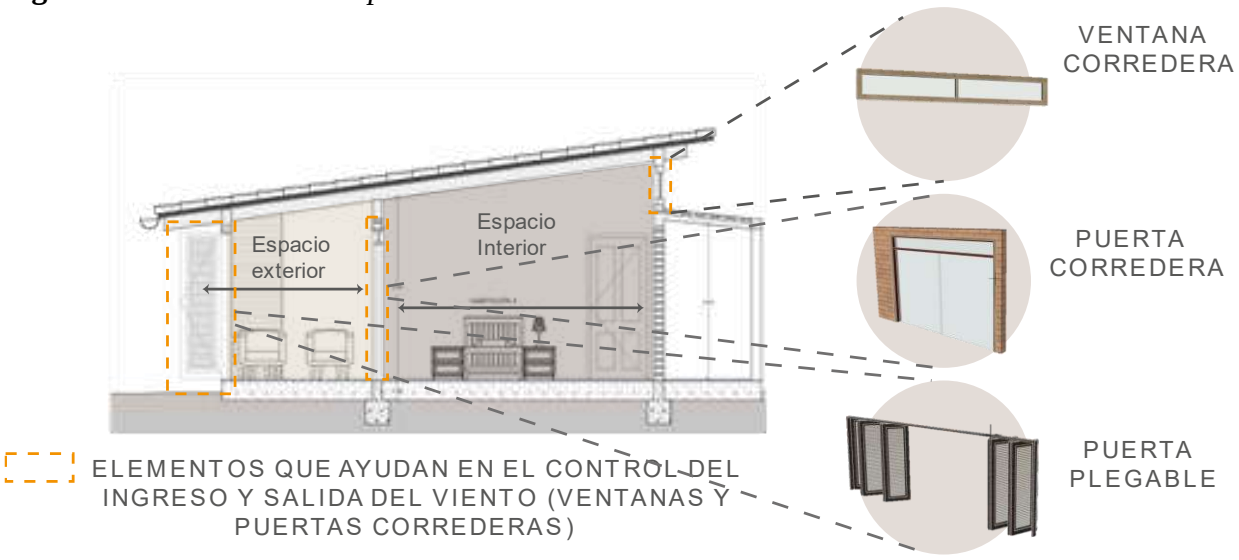
Por el diagrama de Givoni se conoce que en la noche debe estar protegido de los vientos que generan que la temperatura baje más en el interior de la vivienda, para la protección y generar el confort térmico se agregaron elementos que generen un ingreso del viento durante el día y prohibir el ingreso de este en la noche. Estos son:

Ventanas correderas

Puertas plegables

Puertas correderas

Figura 94. *Corte elementos para el control de ventilación*



14. Cuadro de áreas

14.1 Cuadro de áreas de la vivienda

Figura 95. *Cuadro de áreas vivienda*

CUADRO DE ÁREAS DE LA VIVIENDA			
ZONA	ESPACIO	CARACTERÍSTICAS DEL ESPACIO	ÁREA (m2)
ZONA SOCIAL	SALA	Es un área para la estancia de las personas de la vivienda como personas invitadas. Espacio público	43,57
	COMEDOR	Es un espacio para la alimentacion de las personas de la vivienda. Cuenta con un comedor de 6 asientos.	39,74
	ESPEJO DE AGUA	Es un espacio creado para mejorar el confort térmico de la vivienda	8,00
		TOTAL	**91,31**
ZONA PRIVADA	HAB. PRINCIPAL	Es un área para el funcionamiento de una o más alcobas. Espacios independientes para los diferentes miembros de la familia, brindando privacidad.	46,43
	HAB. 2		29,90
	HAB. 3		29,90
	DEPÓSITO VIVIENDA	Lugar donde los usuarios de la vivienda guardan los elementos personales que no necesitan de manera constante.	9,77
		TOTAL	**116,00**
ZONA SERVICIOS GENERALES	PATIO	Es la zona húmeda de la vivienda, contiene espacio para lavado y secado de la ropa.	23,24
	HAMACAS	Espacio de descanso de los usuarios de la vivienda	17,74
	COCINA	Contiene los servicios de almacenamiento, lavado, preparación de alimentos, cuenta con estufa a gas.	25,90
	BAÑO	Contiene el servicio sanitario, el de aseo personal (ducha y lavamanos)	9,36
	GARAGE	Es un área para el la estancia de 1 vehiculo que ayuda al trabajo que aca realizan las personas de la vivienda.	65,82
	DEPÓSITO SERVICIOS	Lugar donde los usuarios de la vivienda guardan todos los elementos de la parte de servicios.	14,11
		TOTAL	**156,17**
ZONA PRODUCTIVA (HUERTO)	HUERTO	Espacio para la implantación de alimentos de autoconsumo.	69,32
	TRABAJO HUERTO		18,92
		TOTAL	**88,24**
CIRCULACIONES	CIRCULACIONES VIVIENDA	Circulaciones que hacen parte de la vivienda	**119,23**
TOTAL			**570,95**

14.2Cuadro de áreas de la vivienda

Figura 96. *Cuadro de áreas bodega*

CUADRO DE ÁREAS DE LA ZONA PRODUCTIVA			
ZONA	ESPACIO	CARACTERÍSTICAS DEL ESPACIO	ÁREA (m2)
ZONA PRODUCTIVA	HERRAMIENTAS E INSUMOS	Espacio para herramientas e insumos necesarios para el manejo de los cítricos	22
	ESPACIO TRABAJADORES	Espacio donde los trabajadores pueden sentarse y descansar de sus actividades diarias	68,43
	BODEGA	Lugar donde se hace la selección y almacenamiento de los cítricos	120,39
	PARQUEADERO RECOLECCIÓN	Incluye dos parqueaderos donde los cítricos son recolectados y posteriormente entregados a los clientes	138,52
		TOTAL	**349,34**
	CULTIVOS	Lugar destinado al cultivo de los cítricos	**21315,74**
CIRCULACIONES		Circulaciones de la zona productiva, incluyendo vías de acceso	**2030,74**
TOTAL			**23695,82**

Referencias

A. Rezi and M. Allam,. (1995). Techniques in array processing by means of transformations . En *Control and Dynamic Systems Vol. 69* (págs. 133-180). San Diego: Academic Press.

Aguilar M.G, L. G. (Enero de 2021). *Botánica aplicada: Fabaceae.* Obtenido de file:///C:/Users/ALEJANDRA/Downloads/Fabaceae.pdf

American Psychological Association. (s.f.). *Style and Grammar Guidelines*. Recuperado el 17 de enero de 2020, de Apastyle: https://apastyle.apa.org/style-grammar-guidelines

arquitectos, A. P. (2021). *Vivienda bioclimática en Villa Parque Siquiman / APS/ Pablo Senmartin arquitectos*. Obtenido de Vivienda bioclimática en Villa Parque Siquiman / APS/ Pablo Senmartin arquitectos.

avicola, S. M. (s.f.). *Granja mesitas*. Obtenido de Granja mesitas: http://sanmarinonorte.blogspot.com/p/v-behaviorurldefaultvml-o.html

Barranco, O. (25 de Febrero de 2015). La arquitectura bioclimatica. *Omar Barranco* , 10.

Biologica, C. c. (16 de Mayo de 2017). *FAUNA Y FLORA DE LA CUENCA MEDIA DEL RÍO LEBRIJA EN RIONEGRO, SANTANDER.* Obtenido de http://i2d.humboldt.org.co/ceiba/resource.do?r=rionegro_faunaflora_2014

Conforme y Castro. (2020). Arquitectura bioclimática. 753. Obtenido de file:///C:/Users/57315/Documents/2-8%20semestre/T%C3%A9cnicas%20de%20investigaci%C3%B3n/Dialnet-ArquitecturaBioclimatica-7398396.pdf

Cordero, Chavarría, Echeverri y Sepúlveda. (2003). Territorios rurales, competitividad y desarrollo. Obtenido de file:///C:/Users/57315/Documents/2-8%20semestre/T%C3%A9cnicas%20de%20investigaci%C3%B3n/cuaderno-tecnico-23%20territorio%20rural.pdf

CRAI USTA Bucaramanga. (2020). *Informe de recursos y servicios bibliográficos.* Bucaramanga: Universidad Santo Tomás.

DANE. (14 de 09 de 2010). *Boletin censo general 2005*. Obtenido de https://www.dane.gov.co/files/censo2005/PERFIL_PDF_CG2005/68406T7T000.PDF

Echevarría, M. C. (11 de Febrero de 2017). *Archivo:Flor y fruto cafeto.jpg*. Obtenido de https://www.ecured.cu/Archivo:Flor_y_fruto_cafeto.jpg

EFICIENTE, A. (3 de Marzo de 2014). *Diagrama Bioclimático de Givoni*. Obtenido de Diagrama Bioclimático de Givoni: https://pedrojhernandez.com/2014/03/03/diagrama-bioclimatico-de-givoni-2/

EOT LEBRIJA. (2003). *EOT LEBRIJA.* Obtenido de https://www.lebrija-santander.gov.co/Ciudadanos/ProyectosNormatividad/Proyecto%20de%20Acuerdo%20EOT%202003.pdf

Espacio Colectivo Arquitectos + Estación Espacial Arquitectos. (2019). Obtenido de https://www.archdaily.co/co/913305/vivienda-rural-sostenible-y-productiva-en-colombia-por-espacio-colectivo-arquitectos-plus-estacion-espacial-arquitectos

Farrell, B. (3 de Febrero de 2018). Obtenido de https://panama.inaturalist.org/observations/9785612

Fastkitchen. (7 de Junio de 2020). *Pixabay*. Obtenido de https://pixabay.com/es/photos/la-banda-de-rodadura-de-la-flor-5269469/

Faucher, M. (21 de Julio de 2016). *Naturalista Colombia*. Obtenido de https://colombia.inaturalist.org/observations/9818032

FP Arquitectura. (2019). Obtenido de https://www.archdaily.co/co/912225/prototipo-de-vivienda-rural-sostenible-y-productiva-en-colombia-por-fp-arquitectura

Guerrero, F. M. (13 de Mayo de 2017). *flickr photos*. Obtenido de https://www.flickr.com/photos/113370506@N08/34471485402/in/photostream/

IDEAM. (12 de 04 de 2022). *Clasificación Climática Caldas-Lang Departamento de Santander*.

IDEAM. (s.f.). *Atlas de vientos colombia*. Obtenido de http://atlas.ideam.gov.co/visorAtlasVientos.html

León y Becerra. (25 de Marzo de 2014). *ESTUDIO GEOTÉCNICO PARA EL NUEVO LABORATORIO DE SUELOS.* Obtenido de https://repositorio.udes.edu.co/entities/publication/ba262bf7-2e61-4d02-a229-9a192e1d6da6/full

Martinez-Fonseca, J. G. (26 de Junio de 2017). *NaturaLista Colombia*. Obtenido de https://colombia.inaturalist.org/taxa/40991-Phyllostomidae

Miao, L. L. (November 8-12). A specification based approach to testing polymorphic attributes. *Formal Methods and Software Engineering: Proceedings of the 6th International Conference on Formal Engineering Methods, ICFEM 2004.* Seattle, WA, USA,.

Montaner y Muxí. (2010). Reflexiones para proyectar viviendas del siglo XXI.

Mora, R. A. (25 de Abril de 2019). *Naturalista Colombia*. Obtenido de https://colombia.inaturalist.org/observations/23262192

Olmos y Haydeé. (2008). La habitabilidad urbana como condición de calidad de vida. 52. Obtenido de https://www.redalyc.org/pdf/948/94814774007.pdf

Pascal Arquitectos . (2017). Obtenido de https://www.archdaily.co/co/803792/prototipo-de-vivienda-minima-rural-infonavit#:~:text=El%20dise%C3%B1o%20promueve%20la%20vida,la%20energ%C3%ADa%2C%20como%20los%20recursos.&text=La%20propuesta%20incluye%20una%20soluci%C3%B3n,con%20terrenos%20de%20272.56%

Prenn. (4 de Febrero de 2012). *Wikimedia commons* . Obtenido de https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Tibouchina_semidecandra_(2).jpg

Rebman, J. P. (15 de Noviembre de 2016). *Naturalista*. Obtenido de https://www.naturalista.mx/observations/7779175

Sole, A. C. (2006). *Instrumentación Industrial.* Mexico: Alfaomega.

TerriData. (27 de 04 de 2022). *TerriData*. Obtenido de https://terridata.dnp.gov.co/index-app.html#/perfiles/68406/15

Wigner, E. P. (2005). Theory of traveling wave optical laser . *Phys. Rev., 134*, A635-A646.