

**ECO ALDEA, TURISMO DE VANGUARDIA Y VIVIENDA SOSTENIBLE:
ESTRATEGIA DE RESILIENCIA EN COGUA, CUNDINAMARCA**

Forero Bernal Gabriela, Rojas Díaz Diego Alexander



Programa de Arquitectura, Facultad de Arquitectura

Universidad La Gran Colombia

Bogotá D.C.

2023

**Eco Aldea, turismo de vanguardia y vivienda sostenible: estrategia de resiliencia en Cogua,
Cundinamarca**

Gabriela Forero Bernal, Diego Alexander Rojas Díaz

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

Director Dr. Arq. Yuber Alberto Nope Bernal



Programa de Arquitectura, Facultad de Arquitectura

Universidad La Gran Colombia

Bogotá D.C.

2023

Dedicatoria

A la vida, maestra incansable, y a nuestros padres, guías invaluable.

Agradecimientos

A quienes hicieron este viaje posible, amigos, profesores y aliados, gracias por ser nuestro apoyo imprescindible.

Con gratitud

Contenido

Resumen	12
Introducción.....	14
Capítulo 1 - Antecedentes.....	17
1.1. Problema oportunidad	17
1.2. Pregunta de investigación.....	18
1.3. Hipótesis de investigación.....	18
1.4. Objetivos	19
1.4.1. <i>Objetivo General</i>	19
1.4.2. <i>Objetivos específicos</i>	19
Capítulo 2 - Marco de investigación.....	21
2.1. Marco Teórico	21
2.2. Marco Conceptual	34
2.3. Marco histórico	35
2.4. Marco normativo	37
2.5. Marco referencial	39
Capítulo 3 - Objetivo 1: Caracterización escala meso y micro	49
3.1. Metodología	49
3.2. Lugar de intervención.....	52
3.3. Análisis.....	53
3.3.1. <i>Análisis social</i>	53
3.3.2. <i>Análisis ambiental</i>	58
3.3.3. <i>Análisis económico</i>	60
3.3.4. <i>Análisis funcional</i>	62
Capítulo 4 - Estrategias urbano-arquitectónico	66
4.1. Formulación de estrategias urbanas y arquitectónicas	66
4.2. Desarrollo e implementación de las estrategias	68
4.2.1. <i>Estrategias urbanas escala macro</i>	68
4.2.2. <i>Estrategias urbanas escala meso</i>	72
4.2.3. <i>Estrategias urbanas y arquitectónicas escala micro</i>	78

Capítulo V - Eco aldea, turismo de vanguardia y vivienda sostenible	82
5.1. Factores climáticos	82
5.1.1. <i>Clima</i>	82
5.1.2. <i>Temperatura</i>	83
5.1.3. <i>Precipitación</i>	85
5.1.4. <i>Vientos</i>	86
5.2. Estrategias pasivas.....	87
5.2.1. <i>Orientación de las viviendas</i>	87
5.2.2. <i>Iluminación natural</i>	88
5.2.3. <i>Sombras y luz natural</i>	89
5.2.4. <i>Estrategias de ventilación cruzada</i>	92
5.3. Estrategias activas	93
5.3.1. <i>Suelo radiante</i>	93
5.3.2. <i>Geotermicidad</i>	95
5.3.3. <i>Muro Trombe y captación de calor solar</i>	95
5.4. Simulaciones	96
5.4.1. <i>Simulación iluminación artificial</i>	96
5.4.2. <i>Simulación radiación solar</i>	100
5.5. Propuesta urbana	102
5.5.1. <i>Diversidad de usos</i>	102
5.5.2. <i>Implementación de estrategias urbanas</i>	104
5.6. Propuesta arquitectónica	111
5.6.1. <i>Memoria compositiva de las viviendas modulares</i>	111
5.6.2. <i>Diseño rectangular y modular</i>	112
5.6.3. <i>Eficiencia espacial</i>	113
5.6.4. <i>Integración de tecnologías sostenibles</i>	113
5.6.5. <i>Relación con el entorno</i>	113
5.6.6. <i>Tecnologías y materiales sostenibles</i>	114
5.6.7. <i>Madera y bloque BTC (Bloque de Tierra Comprimida)</i>	115
5.6.8. <i>Estructura sostenible de las viviendas</i>	116
5.6.9. <i>Sistema de tratamiento anaeróbico de aguas residuales domésticas</i>	120
5.6.10. <i>Diseño completo de las dos tipologías de vivienda</i>	123
5.6.11. <i>Distribución espacial</i>	124

Conclusiones..... 130

Referencias 133

Lista de figuras

Figura 1 Esquema de investigación	20
Figura 2 Características principales de una vivienda rural	23
Figura 3 Boletín de materiales tecnológicos (CIGEPI)	25
Figura 4 Teoría de Mollison principios éticos fundamentales	27
Figura 5 Sistema de energías renovables	30
Figura 6 Estrategias de diseño vivienda rural	32
Figura 7 Implantación Eco Aldea Puerto Roma	41
Figura 8 Servicios básicos para las viviendas.....	43
Figura 9 Paseo de los Samanes	44
Figura 10 Asociaciones de Parcelas	46
Figura 11 Localización.....	53
Figura 12 Mapa de crecimiento por municipio escala micro.....	55
Figura 13 Proyección de distribución de población por área.....	56
Figura 14 Zonas de protección.....	59
Figura 15 Porcentaje de aporte de valor agregado por actividad.....	61
Figura 16 Malla vial Escala Macro.....	63
Figura 17 Ubicación equipamientos en el Municipio de Cogua.....	64
Figura 18 Problemáticas	67
Figura 19 Estrategias	68
Figura 20 Ruta ecoturística	69
Figura 21 Áreas de actividad agrícola	72
Figura 22 Zonas de comercio rural	75
Figura 23 Ruta de senderismo	77
Figura 24 Diseño esquemático espacio urbano.....	79
Figura 25 Una visión para la transición urbana-rural y su conectividad	80
Figura 26 Fitotectura.....	81
Figura 27 Clima	83
Figura 28 Temperatura I.....	84
Figura 29 Temperatura II	84

Figura 30 Precipitación.....	85
Figura 31 Vientos.....	87
Figura 32 Orientación de las viviendas.....	88
Figura 33 Esquema bioclimático - Iluminación.....	89
Figura 34 Estudio de sombras.....	91
Figura 35 Esquema bioclimático	93
Figura 36 Detalle placa radiante	94
Figura 37 Simulación I	97
Figura 38 Simulación II	98
Figura 39 Simulación III.....	99
Figura 40 Simulación diciembre 15.....	100
Figura 41 Simulación diciembre 31.....	101
Figura 42 Simulación enero 15.....	101
Figura 43 Propuesta urbana	102
Figura 44 Proximidad, planificación de zonas verdes y movilidad.....	105
Figura 45 Diversidad de usos.....	106
Figura 46 Turismo y comercio.....	107
Figura 47 Integración de lo social, económico y ambiental	108
Figura 48 Propuesta urbana general.....	108
Figura 49 Render propuesta urbana I.....	109
Figura 50 Render propuesta urbana II	110
Figura 51 Render propuesta urbana III	110
Figura 52 Memoria compositiva.....	112
Figura 53 Esquema de vivienda modular de Cogua	114
Figura 54 Detalle estructural de la cubierta.....	115
Figura 55 Axonometría explotada vivienda.....	116
Figura 56 Detalle estructural de la cubierta anclajes y cerchas	116
Figura 57 Estructura zapata	118
Figura 58 Estructura.....	120
Figura 59 Sistema armónico de aguas residuales	122
Figura 60 Sistema de redes	122

Figura 61 Planta tipológica I.....	125
Figura 62 Planta tipológica II	126
Figura 63 Render vivienda sostenible I	127
Figura 64 Render vivienda sostenible II	127
Figura 65 Render vivienda sostenible III.....	127
Figura 66 Render vivienda sostenible IV	128
Figura 67 Render vivienda sostenible V	129
Figura 68 Render vivienda sostenible VI	129

Lista de tablas

Tabla 1 Esquema de metodología de investigación	50
Tabla 2 Indicador de pobreza	57
Tabla 3 Conflictos de usos del suelo	60

Resumen

Cogua, municipio ubicado en el departamento de Cundinamarca, presenta desafíos relacionados con la diversificación del desarrollo económico local, la preservación del medio ambiente y la cualificación de la vivienda rural

El objetivo de este trabajo es el desarrollo de un diseño urbano arquitectónico que incorpore principios relacionados con la eco aldea, la vivienda sostenible y turismo ecológico, para cumplir este objetivo se caracterizan escalas meso y micro a nivel estático y dinámico, con la finalidad de formular estrategias urbanas y arquitectónicas adaptadas al contexto territorial, consolidando una propuesta que promueva la economía local y el sentido de pertenencia a través del intercambio de conocimientos tecnológicos.

La metodología de este trabajo se divide en 8 etapas: investigación documental, caracterización de la región, formulación de estrategias de desarrollo, diseño de la eco aldea, evaluación y validación con la comunidad, implementación y monitoreo. Se estableció una gestión financiera con opciones de crowdfunding e inversionistas privados.

Este proyecto se caracteriza por su enfoque en la innovación, la sostenibilidad y el desarrollo económico local. Ofreciendo un modelo replicable que se puede adaptar a distintas áreas rurales en Colombia ya que aborda problemáticas similares y contribuyendo al bienestar de las comunidades rurales en el país.

Palabras clave: Experimental, vivienda sostenible, eco aldea, replicabilidad, turismo y economía local.

Abstract

Cogua, a municipality located in the department of Cundinamarca, faces challenges related to diversifying local economic development, preserving the environment, and improving rural housing.

The aim of this work is to develop an architectural urban design that incorporates principles related to the eco-village, sustainable housing, and ecological tourism. To achieve this objective, we characterize meso and micro scales at both static and dynamic levels, with the purpose of formulating urban and architectural strategies adapted to the territorial context. This approach aims to consolidate a proposal that promotes local economy and a sense of belonging through the exchange of technological knowledge.

The methodology of this work is divided into 8 stages: documentary research, region characterization, formulation of development strategies, eco-village design, evaluation and validation with the community, implementation, and monitoring. A financial management plan was established, including options such as crowdfunding and private investors.

This project stands out for its focus on innovation, sustainability, and local economic development. It offers a replicable model that can be adapted to different rural areas in Colombia, addressing similar challenges and contributing to the well-being of rural communities in the country.

Keywords: Experimental, sustainable housing, eco-village, replicability, tourism, and local economy.

Introducción

La provincia de la sabana centro es una de las regiones más prosperas del país, sin embargo su desarrollo económico ha generado grandes conflictos territoriales en diferentes aspectos, como lo son; usos del suelo, cualificación de la vivienda, generación de empleo, prestación de servicios turísticos de baja calidad y desarrollo inadecuado de los entornos rurales, lo cual ha generado una planificación errónea e inequidad territorial.

Parte de estas problemáticas están asociadas a la falta de alternativas de proyectos que logren comprender los entornos rurales así como la vinculación de actividades económicas distintas a las de una naturaleza propiamente urbana. La falta de una planificación territorial efectiva y la carencia de una identidad regional han contribuido significativamente a esta problemática, dejando a su paso a las áreas rurales en un estado de abandono y degradación ambiental. En aspectos económicos y de productividad rural la región ha estado históricamente vinculada a la agricultura y la ganadería, lo que ha limitado la diversificación otros reglones de la economía generando un déficit en la generación de empleos, como es el caso del municipio de Cogua, en el departamento de Cundinamarca.

Este proyecto de investigación representa una apuesta alternativa a una planificación que va más allá de la mera urbanización. Se trata de una estrategia integral que reconoce que diferentes factores convergen en un diseño que puede mejorar la calidad de vida en estos municipios y, al mismo tiempo, potenciar su desarrollo en diversas dimensiones. La propuesta no se limita únicamente a resolver la escasez de viviendas adecuadas, sino que aspira a diversificar la economía a través del turismo sostenible y a preservar el entorno natural que rodea a estos

municipios, el propósito de este proyecto es sentar las bases para un modelo replicable que pueda extenderse a otras comunidades rurales, contribuyendo así al desarrollo sostenible de la región.

En esta investigación, se llevó a cabo una caracterización exhaustiva de las escalas meso y micro a nivel estático y dinámico. Esto implicó analizar tanto las características estáticas de la región como su evolución en el tiempo, incluyendo aspectos socioculturales, económicos y ambientales. Esta caracterización proporcionó una comprensión profunda de las condiciones actuales y las tendencias el municipio de Cogua.

Con base en esta caracterización, se propusieron estrategias de desarrollo que abordaron los desafíos identificados y aprovecharon las oportunidades disponibles. Estas estrategias se centraron en la promoción del turismo sostenible, la cualificación de la vivienda rural, la preservación del entorno natural y la sensibilización sobre los procesos de desarrollo sostenible.

El núcleo de esta investigación fue el diseño urbano y arquitectónico de una eco aldea que incorporó viviendas sostenibles y prácticas arquitectónicas innovadoras. La eco aldea no solo proporcionó soluciones habitacionales de alta calidad, sino que también se convirtió en un destino de turismo de vanguardia. Este modelo, basado en tecnologías limpias y en la creación de entornos comunitarios, aspira a ser replicable en otras áreas rurales de Colombia.

Este documento se estructuró en cinco capítulos que guiarán al lector a través del proceso de investigación y desarrollo, los cuales son: capítulo 1, se presentan los antecedentes que contextualizan el problema abordado; capítulo 2, se presenta el marco de investigación, estableciendo los fundamentos teóricos y metodológicos; capítulo 3, se centra en la caracterización a escala meso y micro, proporcionando una visión detallada de la región; capítulo 4, se evalúan estrategias aplicables al modelo de eco aldea en la vereda Quebrada Honda; y,

finalmente, en el capítulo 5 se desarrolla el proyecto urbano arquitectónico de eco aldea, el turismo de vanguardia y la vivienda sostenible en Cogua.

Capítulo 1 - Antecedentes

En este capítulo, abordamos el desafío de la vivienda rural en Cogua, Colombia. Analizamos problemas como la falta de servicios básicos y políticas efectivas, nuestro enfoque es mejorar la calidad de vida mediante tecnologías sostenibles. La pregunta de investigación busca soluciones con tecnologías renovables y construcción sostenible. Planteamos que viviendas sostenibles y comunidades unidas pueden mejorar la vida y el entorno. Los objetivos incluyen caracterizar la comunidad, formular estrategias para una eco aldea y desarrollar un modelo arquitectónico considerando variables socioculturales, económicas y ambientales.

1.1. Problema oportunidad

El municipio de Cogua, en el departamento de Cundinamarca, enfrenta desafíos sustanciales en tres áreas críticas: vivienda, economía local y turismo. De acuerdo con cifras de la página Telencuestas, que toma datos del Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE), en 2021 Cogua tenía 24,451 habitantes, de los cuales el 61.2% reside en zonas rurales (aproximadamente 15,556 personas). Este escenario ha generado una preocupante migración de la población en edad laboral en busca de mejores oportunidades debido a la carencia de empleo y educación en la región. La problemática se agrava por la gestión local deficiente, la minería ilegal, ocupación inapropiada del suelo rural y la degradación de los ecosistemas, como lo demuestra la reducción de humedales de 50,000 a 727.06 hectáreas a principios del siglo XX (Santiago, 2012).

Estos desafíos no son exclusivos de Cogua, ya que en la provincia de la Sabana Centro, se han presentado conflictos territoriales relacionados con el desarrollo económico. Estos conflictos abarcan diversos aspectos, como el uso del suelo, la calidad de la vivienda, la generación de empleo y la prestación de servicios turísticos de baja calidad. Además, la región ha experimentado un inadecuado desarrollo de los entornos rurales, lo que ha resultado en una planificación deficiente y en la creación de desigualdades territoriales.

De acuerdo con la Asociación Colombiana de Agencias de Viajes y Turismo (ANATO, 2020), el 23% de los turistas que visitan Colombia buscan experiencias en la naturaleza, lo que plantea una oportunidad excepcional para impulsar el turismo ecológico en Cogua.

En este contexto, surge la necesidad de un proyecto urbano arquitectónico basado en tecnologías limpias y el concepto de una eco aldea, que aborde simultáneamente los desafíos de vivienda, promoviendo prácticas sostenibles y la conservación del entorno natural, estimulando la economía local y posicionando a Cogua como un destino turístico ecológico y de bienestar.

1.2. Pregunta de investigación

¿De qué manera el diseño de una eco aldea con tecnologías renovables contribuye a mejorar la calidad de las viviendas rurales en Cogua, mientras estimula el turismo ecológico y el desarrollo económico local?

1.3. Hipótesis de investigación

Se plantea que la implementación del proyecto de eco aldea en Cogua, Cundinamarca, basado en tecnologías limpias, prácticas de construcción sostenible y una integración armónica con el entorno natural, tendrá efectos positivos significativos en la comunidad local, el medio ambiente y el turismo ecológico. Esto tiene el potencial de mejorar la calidad de vida de los habitantes y reducir el impacto ambiental en las comunidades rurales. Además, al promover el turismo sostenible, estas comunidades podrían experimentar un aumento en los ingresos locales y un mayor desarrollo económico. Sin este enfoque, las comunidades rurales podrían enfrentar una mayor desintegración y desorganización, limitando su desarrollo económico y social. Además, la falta de técnicas de construcción sostenibles podría acelerar la degradación de los recursos naturales y poner en riesgo la supervivencia de estas comunidades.

1.4. Objetivos

1.4.1. Objetivo General

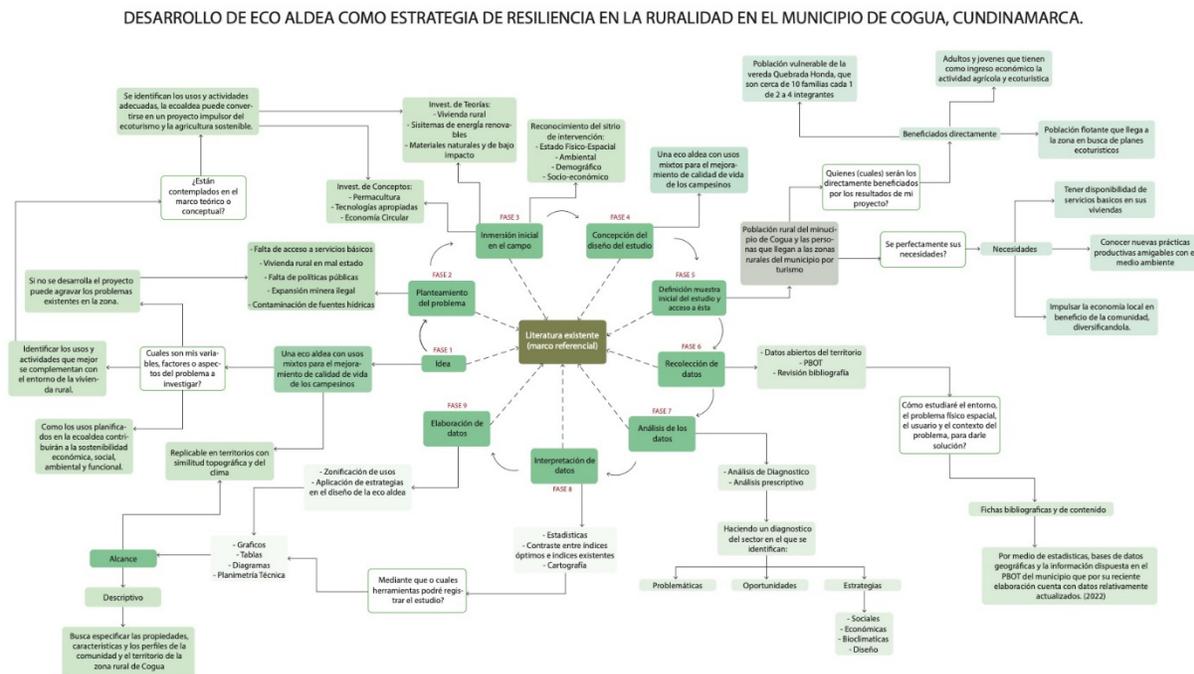
Diseñar una eco aldea experimental con prácticas arquitectónicas sustentables para impulsar el desarrollo económico local y el turismo sostenible, mejorando el acceso a viviendas en comunidades rurales.

1.4.2. Objetivos específicos

- Caracterizar cuáles son las potencialidades y limitaciones que presenta la comunidad actual del territorio.

- Formular y evaluar estrategias aplicables al modelo de eco aldea en la vereda Quebrada Honda generando planteamientos propios.
- Crear un modelo arquitectónico experimental de eco aldea garantizando las variables socio culturales, económicas y ambientales en el territorio.

Figura 1
Esquema de investigación



Elaboración propia

En resumen, este capítulo presenta un proyecto destinado a abordar los desafíos en áreas rurales, como el acceso a viviendas adecuadas, el turismo sostenible y la economía local del municipio. Se plantea una problema oportunidad, una pregunta de investigación, una hipótesis y objetivos específicos para abordar estos desafíos, considerando el turismo y la economía como pilares claves para el desarrollo y la preservación del entorno natural.

Capítulo 2 - Marco de investigación

Este capítulo tiene como objetivo presentar el marco teórico, conceptual, histórico y normativo sobre el proyecto arquitectónico comunitario que busca mejorar las condiciones de vida de los campesinos a través de un modelo de vivienda con estrategias bioclimáticas y reciclables. Se abordarán diferentes enfoques teóricos y conceptuales relacionados con la arquitectura sostenible y el diseño bioclimático, así como la historia y normativas aplicables en Colombia. Asimismo, se establecerá la relación de este marco teórico con los capítulos previos y su función en la estructura general de este proyecto. De esta manera, se busca brindar una visión integral del proyecto, que permita entender su pertinencia, alcance y objetivos, y cómo se relaciona con los capítulos posteriores que abordarán la fase de diseño, ejecución y evaluación de este.

2.1. Marco Teórico

Con el objetivo de llevar a cabo este proyecto que contiene los campos de la arquitectura, el urbanismo y el medio ambiente, se plantea una organización de herramientas que contemplen un enfoque desde lo macro hasta lo micro. Se busca la identificación y aplicación de teorías que destaquen la relevancia de la creación de una eco aldea, mientras que se examinan aspectos físicos, económicos, sociales, ambientales y habitacionales del área para determinar los atributos existentes y los que hacen falta. Estas teorías provienen de distintas disciplinas enfocadas en el desarrollo rural y social de las comunidades campestres. Todo esto con el fin de que el proyecto se integre de manera efectiva en el sistema ya consolidado y genere rentabilidad. Finalmente, se

desarrollan diversas estrategias que permiten llevar a cabo una intervención que mejore el ámbito social, económico, ambiental y habitacional por medio de las teorías que se expondrán a continuación.

Vivienda rural

La vivienda rural en términos de arquitectura significa construir casas en el campo o fuera de las ciudades. Estas viviendas están diseñadas para adaptarse al entorno natural y a la vida rural de las personas que viven en ellas. La arquitectura rural se basa en técnicas y materiales de construcción tradicionales, que a menudo implican el uso de madera, piedra y otros materiales naturales. También se considera aspectos bioclimáticos de la casa en relación al sol y al viento, de modo que se pueda mantener una temperatura agradable en el interior de la casa con la ayuda de la luz natural y las corrientes de aire. Además, en comparación con las casas de ciudad, las casas de campo suelen tener un diseño más sencillo y funcional. Las habitaciones suelen ser más grandes y están diseñadas para usos múltiples, v. g., una cocina y un comedor en una misma habitación o una terraza donde se puede disfrutar del paisaje y las actividades al aire libre (Sánchez & Jiménez, 2010).\

En su teoría de la “patronalidad”, Christopher Alexander (2018) recomienda un diseño arquitectónico basado en patrones culturales y necesidades humanas. Según él, los patrones culturales son soluciones a problemas recurrentes que se han desarrollado en las comunidades a lo largo del tiempo. Esta teoría establece que el diseño arquitectónico debe basarse en patrones culturales para crear edificios que satisfagan las necesidades de las personas y las características específicas de cada lugar. Asimismo, se aboga por un enfoque participativo del diseño

arquitectónico, donde las personas involucradas en el proyecto puedan expresar sus necesidades y deseos. Los arquitectos deben ser facilitadores en este proceso y ayudar a las personas a encontrar modelos culturales que se ajusten a sus necesidades. Así pues, la “patronalidad” ha tenido una gran influencia en la arquitectura moderna y ha contribuido a un enfoque más humano y participativo en el diseño arquitectónico (Macías & Ramón, 2018).

Por otro lado, uno de los autores más influyentes en el campo de la vivienda rural digna es John F. C. Turner (2018) quien dedicó gran parte de su carrera a investigar y desarrollar teorías sobre vivienda adecuada para comunidades rurales en países en desarrollo. Turner argumentaba que la vivienda rural debería ser vista como una parte integral del desarrollo rural en general, y que la vivienda adecuada debería cumplir con ciertas características clave, incluyendo aspectos como los que se mostrarán en la siguiente imagen:

Figura 2

Características principales de una vivienda rural



Elaboración propia

..

Adicionalmente, también habla sobre la importancia de involucrar a las comunidades rurales en la planificación y construcción de sus propias viviendas, en lugar de simplemente proporcionar casas construidas por fuera sin tener en cuenta las necesidades y deseos de las personas que las habitarían. En este sentido, Turner argumentaba que la vivienda rural adecuada debería ser vista como un proceso participativo que involucre a los miembros de la comunidad en todas las etapas del proyecto, desde la planificación hasta la construcción y el mantenimiento de la misma (Gyger, 2021).

En resumen, la teoría de la “patronalidad” de Christopher Alexander aboga por un diseño arquitectónico basado en patrones culturales y necesidades humanas, fomentando la participación en el proceso de diseño. John F. C. Turner, por su parte, enfatiza la importancia de involucrar a las comunidades rurales en el diseño y construcción de sus viviendas, haciendo del desarrollo rural un proceso participativo integrado. Ambas teorías influyeron en la arquitectura moderna y lucharon por un enfoque más humano e inclusivo para el diseño de edificios

Materiales naturales y de bajo impacto

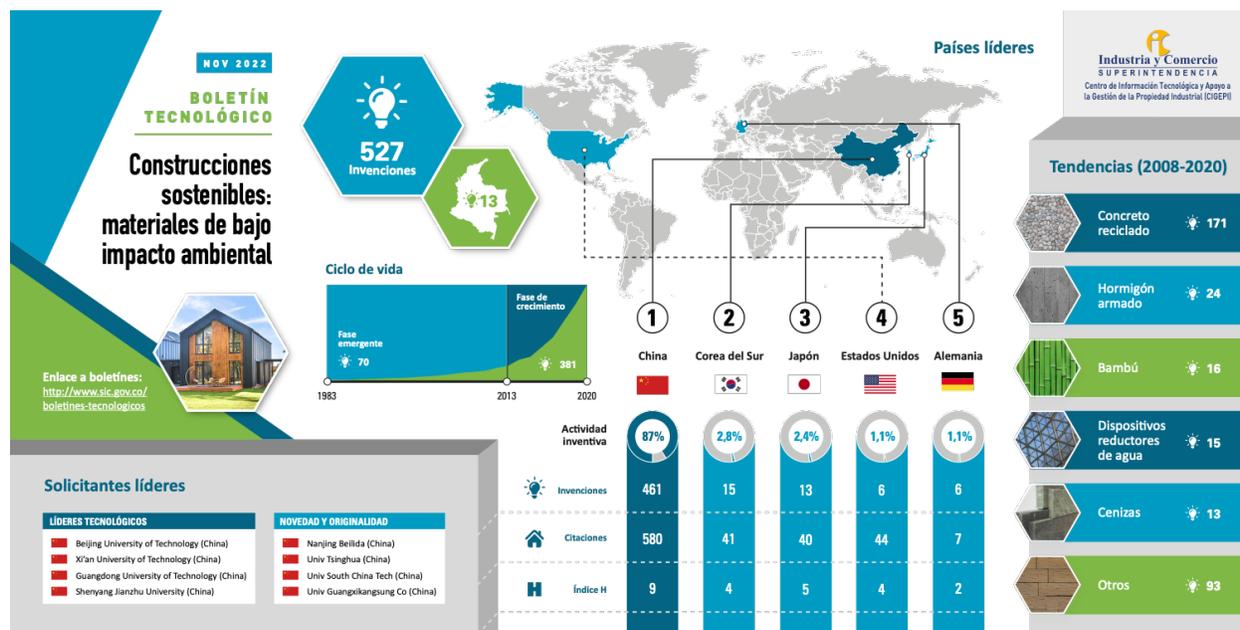
Los materiales naturales y de bajo impacto son aquellos que se obtienen directamente de la naturaleza, ya que su huella a nivel ambiental es mínima durante la extracción, producción y desecho. Estos materiales son una alternativa sostenible —diferente de los materiales sintéticos— para aquellos que buscan reducir el impacto ambiental.

Sim Van der Ryn es un arquitecto y diseñador sostenible que promueve la construcción con materiales naturales y de bajo impacto ambiental. Su teoría se centra en la creación de edificios

duraderos, saludables y sostenibles utilizando materiales naturales y renovables. Así como el diseño de edificios energéticamente eficientes, con un enfoque en la salud, el bienestar y el diseño sostenible.

La idea principal de su enfoque es que la arquitectura y el diseño deben estar en armonía con la naturaleza y utilizar materiales con tecnologías que minimicen su impacto ambiental. A continuación un boletín que muestra los materiales tecnológicos adecuados:

Figura 3
Boletín de materiales tecnológicos (CIGEPI)



Tomado de Superintendencia de Industria y Comercio de Colombia, 2022,
<https://www.sic.gov.co/content/construcciones-sostenibles-materiales-de-bajo-impacto-ambiental>.

Para lograr esto, se enfoca en el uso de materiales naturales y renovables como madera, tierra y piedra, los cuales requieren menos energía para ser producidos, además de que pueden ser reciclados o compostados después de su vida útil. En este orden de ideas, se evidencia un enfoque en el diseño de “el consumo de energías renovables contribuye a mejorar la calidad

ambiental al reducir el consumo de otras fuentes de energías no renovables” (Hernández, 2021, p. 1). Lo cual nos lleva, a su vez, a la preocupación por la salud y el bienestar de las personas que ocupan los edificios, pues se promueve el uso de materiales no tóxicos y el diseño de espacios saludables y confortables.

Por otro lado, la teoría de Braungart se basa en el concepto de *Cradle to Cradle* (de la cuna a la cuna), que propone un enfoque de la producción de materiales y productos que no generen desechos, sino que se conviertan en nutrientes seguros para la naturaleza o la industria. En contraposición a la tradicional idea de *Cradle to Grave* (de la cuna a la tumba), en la que los materiales se utilizan y luego se descartan como residuos. Braungart promueve el uso de materiales naturales y de bajo impacto ambiental, que se puedan reciclar de forma eficiente y que no liberen sustancias tóxicas al medio ambiente. En su libro *De la cuna a la cuna*, propone una serie de principios de diseño que pueden aplicarse a cualquier producto, como la eliminación de materiales peligrosos, el uso de materiales renovables y la incorporación de diseños que permitan la separación y el reciclaje de los componentes del producto (Braungart, 2005).

En resumen, la teoría de Michael Braungart y la teoría de Van der Ryn tienen un enfoque común en la sostenibilidad y la reducción del impacto ambiental en el diseño de materiales y edificios. Ambos autores enfatizan la importancia de utilizar materiales naturales y de bajo impacto, así como en el diseño de edificios que sean resistentes al cambio climático y se adapten a la naturaleza circundante. Estas teorías tienen como objetivo crear productos y entornos construidos que sean seguros, saludables y sostenibles para las personas y el medio ambiente, en línea con los principios de la economía circular y la armonía entre la naturaleza y el entorno construido.

Permacultura

La permacultura es un enfoque de diseño sostenible que busca crear sistemas productivos que imiten los patrones y procesos naturales del ecosistema. Además de estar basado en la observación de la naturaleza y en la comprensión de cómo los ecosistemas naturales funcionan y se interrelacionan. El término permacultura es una contracción de “cultura permanente” o “agricultura permanente”, y se refiere a la creación de sistemas de agricultura y vida sostenibles y autosuficientes (Santachiara & Freites, 2020).

Adicionalmente, uno de los autores más destacados en este campo es Bill Mollison, junto con David Holmgren, quienes brindan una respuesta a la insostenibilidad de la agricultura industrial y la sociedad moderna en general:

Figura 4
Teoría de Mollison principios éticos fundamentales



Elaboración propia

Así pues, estos principios éticos encontrados en la teoría de Mollison sobre la permacultura también incluyen una serie de principios de diseño prácticos, que se utilizan para crear sistemas productivos sostenibles. Estos principios incluyen:

Por otro lado, Rosemary Morrow es una educadora y diseñadora de permacultura australiana que ha trabajado para enseñar y difundir la permacultura como una herramienta para abordar los desafíos ambientales y sociales. En su teoría, la permacultura se centra en la creación de sistemas sostenibles y regenerativos a nivel local, donde los seres humanos son parte de un ecosistema más amplio. Su metodología de enseñanza se enfoca en el aprendizaje experimental y la aplicación práctica, así como la ética permacultura que incluye el cuidado de la tierra, las personas y el reparto justo de los recursos. Para Morrow, la permacultura es una herramienta esencial para abordar los desafíos globales de la sostenibilidad y la creación de un mundo más justo y equitativo (como se citó en Acosta, 2014).

En resumen, tanto la teoría de la permacultura de Mollison como la metodología de enseñanza de Morrow se enfocan en el diseño sostenible basado en principios éticos y prácticos que imitan los patrones y procesos de los ecosistemas naturales. Ambas perspectivas destacan la importancia del cuidado de la tierra, las personas y el reparto justo de los recursos para abordar los desafíos ambientales y sociales. La permacultura es vista como una herramienta esencial para crear sistemas regenerativos a nivel local y para contribuir a un mundo más justo y equitativo.

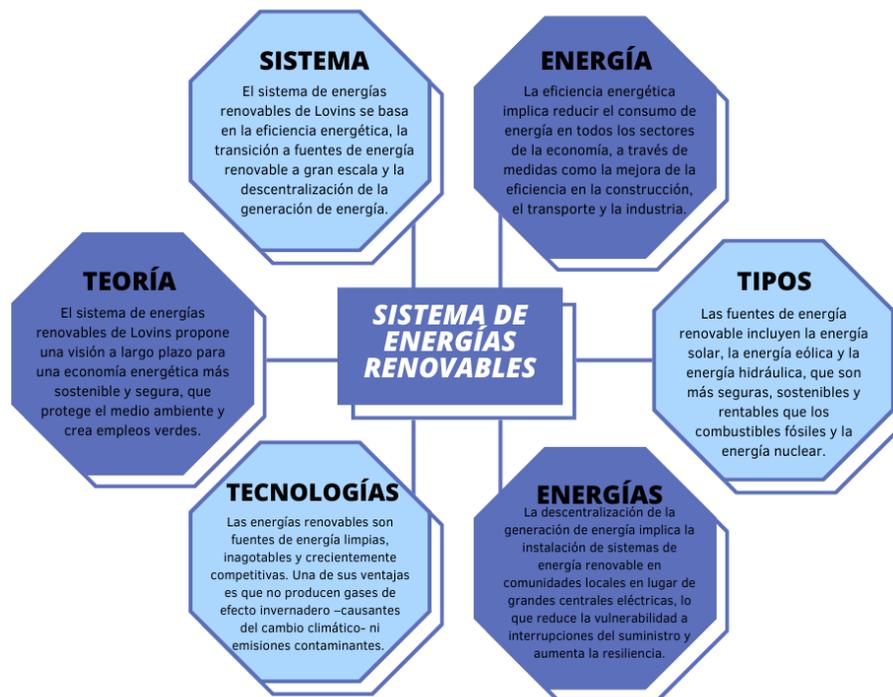
Sistema de energías renovables

Las fuentes energéticas sostenibles ofrecen la oportunidad de producir electricidad y calor con muy bajas emisiones, además de bajos costos operativos. Así pues, cada nación tiene un

interés legítimo en aprovechar sus recursos energéticos locales, por ejemplo, España ha emergido como uno de los líderes en el uso de tecnologías solares y eólicas (REN21, 2011).

A pesar de sus numerosas ventajas, las fuentes renovables presentan algunos desafíos importantes para el sistema de suministro. Uno de los desafíos más exigentes es la imprevisibilidad de la fuente energética, pues no es posible anticipar las condiciones ambientales y, por lo tanto, no se puede garantizar el suministro constante de energía. Sin embargo, se pueden abordar estos problemas mediante el almacenamiento de energía en momentos de generación excesiva y su uso en momentos de generación moderada. Esto con el añadido de que se pueden utilizar múltiples fuentes renovables para compensar la variabilidad temporal de cada una.

Otro teórico es Amory Lovins, quien es un físico y experto en energía que ha desarrollado la teoría de los Sistemas de Energía Renovable. Se basa en la idea de que es posible satisfacer todas las necesidades energéticas utilizando fuentes renovables y eficiencia energética, sin comprometer la calidad de vida o el crecimiento económico. Se enfoca en la maximización de la eficiencia energética a través del diseño de edificios y equipos energéticos más eficientes y la eliminación del desperdicio de energía en todos los procesos. Además, promueve la utilización de fuentes de energía renovable como la energía solar, eólica, geotérmica y biomasa, en combinación con tecnologías de almacenamiento de energía. A continuación una imagen que explica este sistema:

Figura 5*Sistema de energías renovables*

Elaboración propia

Lovins sostiene que la implementación de sistemas de energía renovable a gran escala puede ser más rentable y beneficioso económicamente que los sistemas de energía convencionales. También destaca la importancia de una planificación y regulación adecuadas para la transición a sistemas de energía renovable y para garantizar una integración sin problemas con la infraestructura existente.

Otro experto en este tema es Michael E. Webber, quien defiende la transición hacia una economía energética más limpia y sostenible basada en fuentes renovables, como la energía solar, eólica, hidroeléctrica y geotérmica. Él cree que la energía renovable es crucial para reducir las emisiones de gases de efecto invernadero y combatir el cambio climático. Además, Webber sostiene que la transición hacia las energías renovables debe ir acompañada de una mayor eficiencia energética en todos los sectores, con el objetivo de reducir el consumo de energía en

los hogares, las empresas y los sistemas de transporte. (como se cita en Chévez, Martini, & Discoli, 2020).

En resumen, estos sistemas de energía renovable se enfocan en la maximización de la eficiencia energética y la utilización de fuentes de energía renovable para satisfacer todas las necesidades energéticas. Su enfoque incluye el diseño de edificios y equipos más eficientes, la eliminación del desperdicio de energía y la planificación y regulación adecuadas para una transición exitosa a los sistemas de energía renovable.

Vivienda de interés cultural

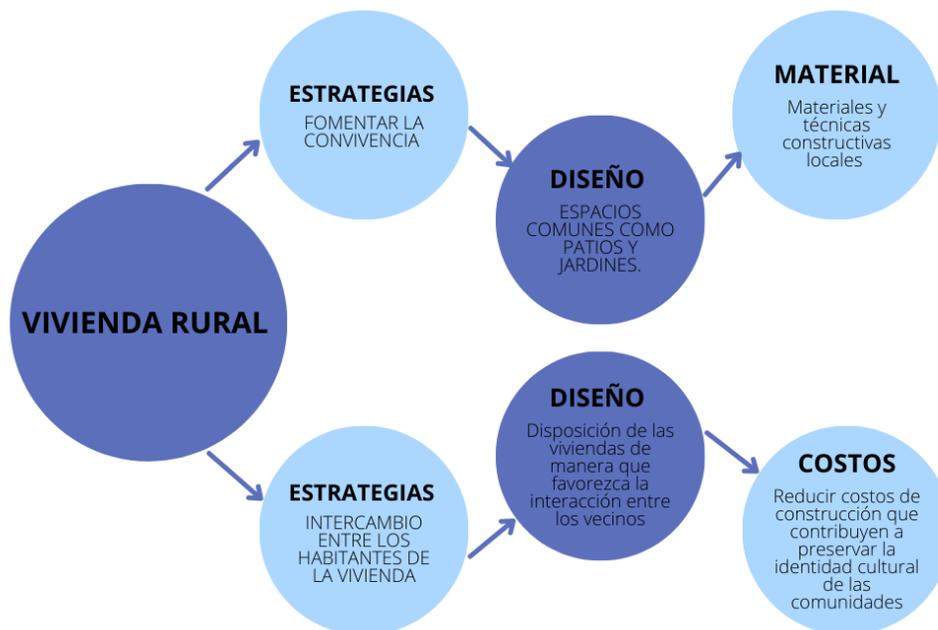
La vivienda de interés cultural en suelo rural de Colombia que cuenta con un valor patrimonial, cultural y arquitectónico significativo para la región en la que se encuentra. Estas viviendas pueden ser casas, fincas, haciendas, casonas o cualquier otro tipo de edificación que tenga una antigüedad y que haya sido construida con técnicas y materiales tradicionales propias de la región, además que haya sido declarada por el ministerio de cultura como un bien de interés cultural de la Nación, tal como lo muestra el decreto 651 de 2022 del Ministerio de vivienda, ciudad y territorio.

En este orden de ideas, Álvaro Miranda hace un análisis detallado de la relación entre la arquitectura y la cultura en Colombia, tomando en cuenta temas como la evolución histórica de la arquitectura en el país, la influencia de las diferentes culturas en la arquitectura, la relación entre la arquitectura y el medio ambiente, y la importancia de la arquitectura como expresión cultural. También busca destacar la importancia de la arquitectura vernácula en Colombia para su preservación y valoración. En este sentido, el autor hace una defensa de la arquitectura vernácula

como una forma de arquitectura sostenible y adaptada al entorno, que puede servir como modelo para el diseño de viviendas y edificios en el futuro.

Así pues, la vivienda popular se basa en la idea de que la vivienda es un espacio para el desarrollo social y la construcción de comunidad (como se citó en Meza, 2022). La vivienda no puede entenderse como un objeto arquitectónico aislado, sino como un elemento integrado en una trama urbana y social más amplia. Según estos autores, la vivienda popular debe ser concebida como un espacio que promueva la integración social y la construcción de comunidad, y no simplemente como un espacio de habitación.

Figura 6
Estrategias de diseño vivienda rural



Elaboración propia

En resumen, la vivienda de interés cultural se destaca por la importancia de concebir la vivienda como un espacio para el desarrollo social y la construcción de comunidad, ya que se

deben proponer estrategias de diseño que busquen fomentar la convivencia y el intercambio entre los habitantes de la vivienda, además de que deben estar inscritas en prácticas de patrimonio cultural.

Objetivos de desarrollo sostenible

En nuestro proyecto de eco aldea en el municipio Cogua, hemos incorporado estrategias alineadas con varios Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) de las Naciones Unidas. Estos ODS son metas globales destinadas a abordar desafíos clave en el ámbito social, económico y medioambiental, como el acceso a energía asequible y no contaminante (ODS 7), la promoción de ciudades y comunidades sostenibles (ODS 11), la adopción de patrones de producción y consumo responsable (ODS 12), la acción contra el cambio climático (ODS 13) y la protección de ecosistemas terrestres (ODS 15).

Para alcanzar estas metas, hemos implementado estrategias que incorporan tecnologías limpias y renovables para la generación de energía, un diseño arquitectónico bioclimático tanto en viviendas como en espacios comunitarios, prácticas de construcción sostenible y la conservación del entorno natural. Estas estrategias contribuyen directamente a reducir la huella de carbono y a crear un entorno saludable y sostenible para la comunidad local.

Adicionalmente, nuestro proyecto satisface las necesidades de vivienda asequible y de alta calidad de la comunidad, lo que se relaciona directamente con el ODS de viviendas y asentamientos humanos adecuados (ODS 11). La combinación de viviendas sostenibles y la promoción del turismo ecológico fomenta el crecimiento económico local y proporciona oportunidades de empleo, lo que se alinea con el ODS de trabajo decente y crecimiento económico (ODS 8).

En definitiva, nuestro proyecto representa un enfoque holístico y multifacético que aborda múltiples ODS simultáneamente. Esto ejemplifica cómo la planificación urbana y el diseño arquitectónico pueden ser fuerzas impulsoras cruciales para moldear un futuro más sostenible, tanto a nivel local como global.

2.2. Marco Conceptual

Eco aldea

Una eco aldea es una comunidad humana intencional diseñada de manera ecológica, social y culturalmente sostenible. En una eco aldea, las personas viven juntas de manera cooperativa y colaborativa, y buscan satisfacer sus necesidades materiales y espirituales de manera sostenible y en armonía con el medio ambiente. Las eco aldeas suelen incluir sistemas de agricultura orgánica, producción de energía renovable, viviendas ecológicas y sistemas de gestión de residuos y aguas residuales. Además, en una eco aldea se busca promover una cultura de cuidado y respeto por la naturaleza y por los seres humanos, fomentando la equidad y la justicia social, la participación democrática y la educación para la sostenibilidad.

Economía circular

Según William McDonough (2005), la economía circular se trata de un enfoque que busca la creación de sistemas cerrados y cíclicos, donde los residuos son reintegrados a la cadena productiva y se convierten en recursos para otros procesos. Se destaca la importancia de un

diseño regenerativo, que no solo minimiza la huella ambiental, sino que también tiene un impacto positivo en la salud y el bienestar de los ocupantes de los edificios y las comunidades circundantes. Esto se logra a través de la incorporación de materiales y tecnologías saludables, la creación de espacios verdes y la promoción de un estilo de vida sostenible.

Educación ambiental

En Colombia, la Constitución Política de (1991) incluye el concepto ambiental en la planificación del desarrollo territorial para cuidar y conservar los recursos naturales, y se crea el Ministerio del Medio Ambiente en (1994). Se establecen entes de vigilancia con normativas a nivel local, regional y nacional para cumplir las políticas impuestas por los gobernantes y evitar la explotación sin medida de los recursos naturales por parte de particulares.

Según Rengifo, Quitiaquez & Mora (2012) “la educación es fundamental para adquirir conciencia, valores, técnicas y comportamientos ecológicos y éticos en consonancia con el desarrollo sostenible” (p. 4). En Colombia, la inclusión de la dimensión ambiental en los procesos educativos tiene como objetivo principal que los educandos desarrollen la capacidad de conocer, interpretar, explicar y convivir con todas las formas de vida existentes en el mundo.

2.3. Marco histórico

El municipio de Cagua en Colombia se remonta a la época precolombina, cuando la zona estaba habitada por los indígenas muisca, quienes la denominaban "Coguy". La región fue un importante centro de comercio de sal y otros productos entre los indígenas y los colonizadores

españoles. Durante la época colonial, Cogua se convirtió en un importante centro de producción agrícola y ganadera. Además, durante la Guerra de Independencia, fue escenario de varios enfrentamientos entre las fuerzas españolas y las tropas insurgentes. En el siglo XIX, Cogua se benefició del auge del ferrocarril en Colombia, ya que la construcción de la línea férrea que conectaba a Bogotá con la costa atlántica pasaba por la zona. Esto permitió un mayor desarrollo económico y un aumento en la población.

Esta región ha sido históricamente una de las más afectadas por la violencia en Colombia, en gran parte debido a su posición estratégica en el centro del país y a la presencia de grupos armados ilegales que buscan controlar el territorio.

Durante décadas, grupos guerrilleros como las FARC y el ELN han operado en la zona, así como grupos paramilitares y otras actividades ilegales. Estos grupos han causado un gran sufrimiento a la población local, perpetrando asesinatos, secuestros, extorsiones y desplazamientos forzados. El registro Único de Víctimas (RUV) (2017) reporta alrededor de 62 casos de hechos victimizantes en la provincia, que suman aproximadamente 1.001 víctimas directas e indirectas.

En la provincia de Sabana Centro, los únicos apartados que tratan sobre la violencia son los eventos ocurridos en Yacopí y los desplazamientos masivos generados por la ola de violencia en Rionegro durante los años 50. Debido a este desastroso suceso, muchas víctimas huyeron de las ruinas y cruzaron la montaña en busca de refugio en áreas cercanas. Como resultado, algunos de ellos se establecieron en Zipaquirá y Cogua.

En los últimos años, la situación en la provincia de Sabana Centro ha mejorado significativamente gracias a la firma del acuerdo de paz entre el gobierno colombiano y las

FARC en 2016. Sin embargo, aún persisten focos de violencia en la región, y hay preocupaciones sobre el aumento de la presencia de grupos armados ilegales en algunas zonas.

2.4. Marco normativo

Constitución Política de Colombia

El artículo 64 de la Constitución Política de Colombia (1991) es un avance importante en el reconocimiento del derecho a la propiedad de la tierra para los trabajadores agrícolas. El Estado tiene la responsabilidad de apoyar el acceso progresivo a la propiedad individual o colectiva, lo que permitiría a los campesinos mejorar sus condiciones de vida y aumentar la producción de cultivos. Además, el Estado debe garantizar el acceso a servicios básicos, como educación, salud, vivienda, seguridad social, recreación, crédito, comunicaciones, comercialización de productos, asistencia técnica y apoyo empresarial, para aumentar la calidad de vida de los agricultores y mejorar la seguridad alimentaria de la nación.

El acceso a la propiedad de la tierra y los servicios básicos son fundamentales para mejorar la calidad de vida de los trabajadores agrícolas y aumentar la producción de cultivos. Por ejemplo, el teórico Amartya Sen (1999), argumenta que el acceso a los recursos y la seguridad alimentaria son esenciales para el desarrollo humano.

La promoción del acceso a la propiedad de la tierra y los servicios básicos es crucial para elevar el bienestar de los trabajadores agrícolas, aumentar la producción de cultivos y mejorar la seguridad alimentaria del país. El acceso a la propiedad de la tierra proporciona seguridad y estabilidad a los trabajadores agrícolas, lo que les permite invertir en sus cultivos y mejorar su

producción. Asimismo, la provisión de servicios básicos como la educación, la salud, la vivienda y la seguridad social puede mejorar significativamente la calidad de vida de los trabajadores agrícolas y, por lo tanto, mejorar su productividad.

Por lo anterior, la promoción del acceso a la propiedad de la tierra y los servicios básicos es esencial para el bienestar de los trabajadores agrícolas, la producción de cultivos y la seguridad alimentaria del país. Al proporcionar seguridad y estabilidad a los trabajadores agrícolas, así como servicios básicos, se pueden mejorar significativamente su calidad de vida y su productividad.

Ley 169 de 1994 de Colombia

La Ley 160 de 1994, estableció en Colombia el Sistema Nacional de Reforma Agraria y Desarrollo Rural Campesino, que incluye un subsidio para que los campesinos puedan adquirir tierras y usarlas de manera productiva. Esta ley también establece un régimen de propiedad y reforma agraria que protege los derechos de los campesinos y promueve su desarrollo rural, así como garantías para los derechos de propiedad intelectual y la creación de zonas de reserva campesina. Esto es fundamental para lograr un desarrollo sostenible y justo en el país, ya que las comunidades rurales tienen un papel crucial en la producción de alimentos y en la conservación de los recursos naturales.

En conclusión, la Ley 160 de 1994 es una de las primeras iniciativas de reforma agraria en Colombia que ha sido crucial para proteger los derechos de los campesinos y promover su desarrollo rural. Además, esta ley es coherente con las teorías y argumentos de diversos autores

que destacan la importancia de la reforma agraria y el desarrollo rural para lograr un desarrollo sostenible y justo en los países.

Plan básico de ordenamiento territorial

La Ley 388 de 1997 logró el desarrollo de los Planes de Ordenamiento Territorial (POT) en Colombia. Estos planos son herramientas clave para regular el uso del suelo en el país, y su objetivo principal es garantizar la gestión adecuada del suelo urbano y rural. El PBOT del municipio de Cogua, Cundinamarca, es un ejemplo de cómo estas reglas pueden ser utilizados para promover el desarrollo sostenible de las comunidades.

En el caso del PBOT de Cogua, se promueve un enfoque de desarrollo sostenible para la construcción de proyectos con enfoque ecoturístico y eco agrícola. Esto se logra a través de normas específicas para el manejo de aguas pluviales y alcantarillado, así como para la conservación de la flora y fauna local. Además, el PBOT establece una norma para la vivienda rural, que busca fomentar el uso adecuado del suelo y la actividad agrícola.

El POT del municipio de Cogua es un ejemplo de cómo los Planes de Ordenamiento Territorial pueden ser utilizados para promover el desarrollo sostenible de las comunidades. Estos planos permiten una planificación adecuada del uso del suelo, lo que puede llevar a soluciones más inclusivas y equitativas para todos los miembros de la comunidad.

2.5. Marco referencial

Es esencial tener referencias de eco aldeas al desarrollar un proyecto de este tipo porque son una fuente valiosa de información y conocimientos sobre cómo diseñar comunidades sostenibles y eficientes. Por lo tanto, estudiar proyectos como la Eco Aldea Puerto Roma y la Aldea Navarro nos permite identificar las mejores prácticas y soluciones tecnológicas disponibles para el diseño del proyecto con el objetivo de minimizar su impacto en el medio ambiente.

Eco Aldea Puerto Roma

Puerto Roma se encuentra en la bahía de Guayaquil, a una distancia de 38 km de la ciudad y 25 km de la Isla Puna. La comunidad que vive aquí depende en gran medida del ecosistema de manglares, del cual obtienen su sustento mediante la recolección de cangrejos. El deseo de la comunidad de establecer una sociedad próspera y justa que promueva el desarrollo sostenible dio lugar al concepto de establecer una eco aldea. Este proyecto pretende consolidarse como una nueva centralidad que apoye la sustentabilidad y brinde ventajas a todas las comunidades que habitan en las isletas del Golfo de Guayaquil.

Los 50 módulos decagonales que componen el plan maestro de Puerto Roma contienen cada uno 6 viviendas, así como terrenos agrícolas útiles. Cada módulo tiene un área natural en el medio que protege las viviendas del sol. Con la ayuda de este modelo de “agrupación de mini barrios”, que crea múltiples centros urbanos para que la comunidad pueda funcionar, se cambia la organización lineal por una radial. La provisión de servicios e infraestructura para diversas formas de reuniones comunitarias se distribuye de manera justa por diseño urbano. Además, el

proyecto urbano está totalmente elevado sobre el suelo, lo que mejora su resistencia a las inundaciones.

El plan maestro también incluye 5 instalaciones necesarias que abordan los problemas antes mencionados y apoyan el desarrollo comunitario propuesto. Estos equipamientos son un Hostal Ecológico, un Centro de Salud, Mercado, Centro Educativo y un Centro de Desarrollo Comunitario dispuestos a lo largo del terreno, con el fin de generar accesibilidad desde todas las zonas del proyecto como se evidencia en la figura 7.

Figura 7

Implantación Eco Aldea Puerto Roma



Tomado de: "Eco-Aldea Puerto Roma" por ArchDaily Colombia. 2017 <https://www.archdaily.co/co/866811/eco-aldea-puerto-roma-propuesta-de-nueva-centralidad-sostenible-para-los-islotas-de-guayaquil>

Con la existencia de una serie de necesidades en la comuna de Puerto Roma que deben ser satisfechas para el desarrollo sostenible de la zona. Uno de estos programas es el establecimiento del Albergue Ecológico, que tiene como objetivo promover el ecoturismo y dar trabajo a los lugareños. El Hostal Ecológico ofrecería alternativa para diversificar los flujos de ingresos de la comunidad, que actualmente se basan únicamente en la recolección de cangrejos.

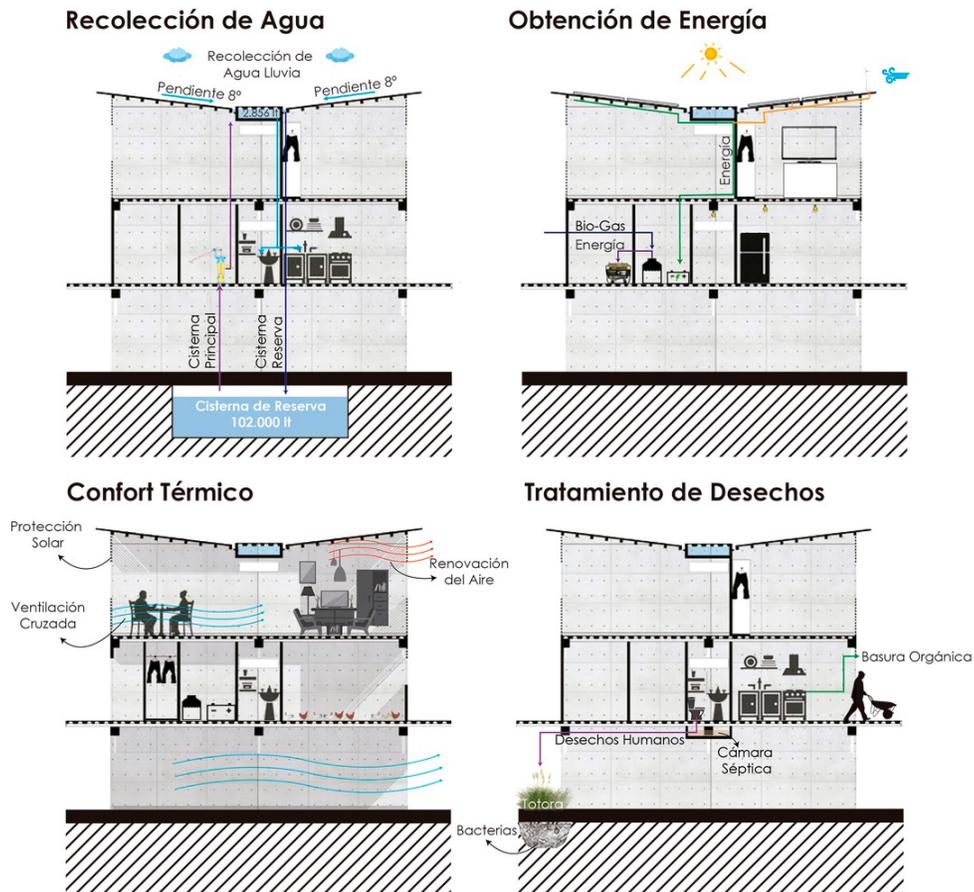
Adicionalmente, se dispone de un Centro de Salud con el fin de mejorar la calidad de vida de los habitantes de la comunidad, quienes actualmente carecen de una infraestructura médica adecuada. Asimismo, se busca establecer un Mercado para que los comuneros puedan comercializar sus productos sin tener que trasladarse a otras zonas. En cuanto a la educación, la creación de un centro educativo permitiría atender la demanda de los estudiantes y mejorar el acceso local a la formación profesional. Por último, pero no menos importante, el Centro de Desarrollo Comunitario está dirigido principalmente a las mujeres de la comuna con el objetivo de empoderarlas y ofrecerles nuevas oportunidades laborales para su integración a la comunidad.

La vivienda productiva incluye áreas en la planta baja para tiendas o corrales de animales. Cada uno de los módulos de seis casas que componen la aldea cuenta con seis espacios productivos que, dependiendo de su orientación solar, podrían ser utilizados para cultivar árboles frutales o instalar sistemas de cultivo aeropónico. Se fomenta la producción de alimentos frescos y saludables para la comunidad, así como el desarrollo de una economía local sostenible.

Para los servicios básicos se plantean sistemas de los que cada unidad de vivienda pueda obtener los servicios básicos requeridos por cada familia, como lo son recolección de aguas lluvias en los techos, reciclaje y compostaje de la basura y el uso de sistemas de energías renovables.

Figura 8

Servicios básicos para las viviendas



Tomado de: “Eco-Aldea Puerto Roma” por ArchDaily Colombia. 2017 <https://www.archdaily.co/co/866811/eco-aldea-puerto-roma-propuesta-de-nueva-centralidad-sostenible-para-los-islotos-de-guayaquil> > ISSN 0719-8914

La recolección de agua de lluvia es fundamental en este tipo de vivienda. Se logra gracias a la pendiente de las cubiertas, que dirige el agua hacia un canal central que conecta con dos cisternas a través de tuberías. La cisterna reserva almacena hasta 102.000 litros de agua, mientras que la segunda cisterna actúa como principal.

Eco Aldea Navarro

La Aldea Navarro está ubicada en Santiago de Cali, en el Valle del Cauca. La estructuración del territorio alrededor del agua, como canales, humedales y ríos, es una estrategia de transición que se propone en este proyecto. Se estableció un sistema de caminos y carreteras que unen las áreas urbanas y rurales, donde se promueve el uso de la educación, el turismo y la producción agroecológica. La comunidad de Navarro está organizada en tres niveles: la Aldea, que representa un Barrio, la Vecindad, que comprende varias casas, y la Parcela, que es una unidad compuesta por una casa con módulo productivo y suelo destinado al desarrollo agrícola.

El Paseo Samán es el lugar central para la vida en comunidad, donde se realizan actividades de ocio, deporte y se pueden encontrar eco tiendas y puntos de suministro de servicios como los tanques de agua.

Figura 9

Paseo de los Samanes



Tomado de: "Aldea Navarro" por ArchDaily Colombia. 2022

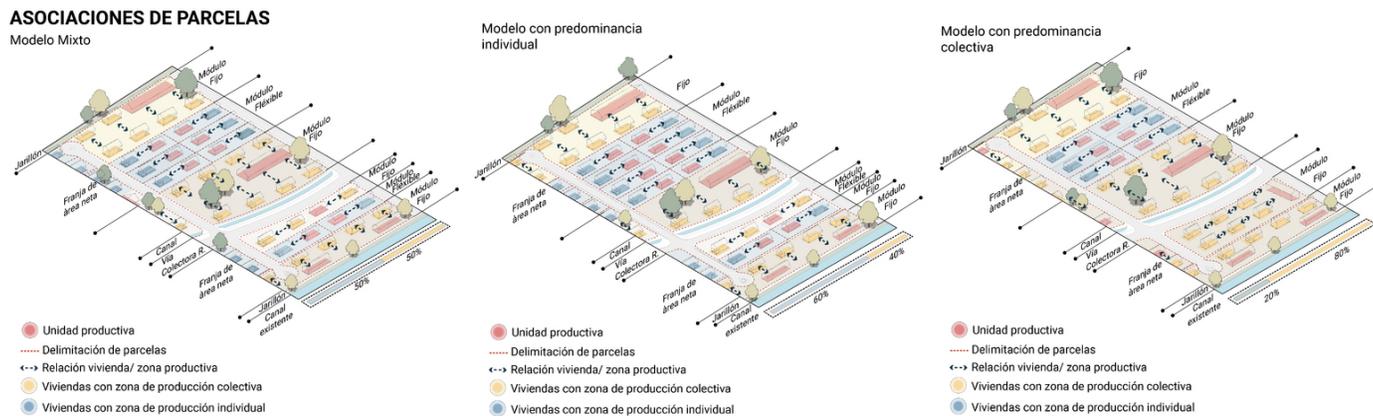
<https://www.archdaily.co/co/975725/aldea-navarro-un-prototipo-de-vivienda-social-rural-sostenible-para-reasentar-familias-de-vocacion-productiva-en-colombia>> ISSN 0719-8914

El Paseo Samán une la entrada de la Aldea con el parque ecológico Navarro y tiene acceso directo al parque del Jarillón del río Cauca. Además, se propone una conexión peatonal continua sobre el río que permita el desplazamiento de personas desde la Aldea hasta el municipio de Candelaria. El Paseo Samán cuenta con canales de agua a lo largo de uno de sus lados, los cuales se han integrado en la propuesta para estructurar la organización espacial del proyecto y las circulaciones.

El Paseo Samán une la entrada de la Aldea con el parque ecológico Navarro y tiene acceso directo al parque del Jarillón del río Cauca. Además, se propone una conexión peatonal continua sobre el río que permita el desplazamiento de personas desde la Aldea hasta el municipio de Candelaria. El Paseo Samán cuenta con canales de agua a lo largo de uno de sus lados, los cuales se han integrado en la propuesta para estructurar la organización espacial del proyecto y las circulaciones.

En la propuesta urbanística, una "Vecindad" se entiende como un grupo de parcelas ubicadas entre vías veredales y locales que conforman un colectivo. Este sistema de predios es mixto, compuesto por terrenos colectivos en el perímetro del lote ya lo largo del Paseo Samán, y terrenos individuales en el centro de estos colectivos. En promedio, los terrenos colectivos cuestan de 4 a 12 unidades.

Figura 10
Asociaciones de Parcelas



Tomado de: “Aldea Navarro” por ArchDaily Colombia. 2022 <https://www.archdaily.co/co/975725/aldea-navarro-un-prototipo-de-vivienda-social-rural-sostenible-para-reasentar-familias-de-vocacion-productiva-en-colombia>> ISSN 0719-8914

Las vecindades están formadas en torno a una actividad compartida, en este caso la producción. Las viviendas están ubicadas de acuerdo con ciertas pautas que tienen en cuenta su relación con la aldea y sus vecinos cercanos. Cada vivienda tiene un espacio (el porche) que facilita la relación con la calle, mientras que el interior de la vecindad se organiza en torno a sus áreas productivas. La circulación y los sistemas de gestión del agua se diseñan en función de estas áreas productivas, lo que permite su organización y les ofrece diversas posibilidades de uso.

Bloque de Tierra Compactada

Los bloques de tierra compactada (BTC) son un material de construcción sostenible y económico que se está convirtiendo en una opción popular para la construcción de viviendas y edificios. Este material se produce mediante la compactación de tierra cruda y una pequeña cantidad de cemento o cal en una máquina llamada prensa hidráulica. Los bloques resultaron son

muy resistentes, duraderos y tienen una excelente capacidad de aislamiento térmico y acústico. Además, la producción de BTC tiene una huella de carbono significativamente menor que la producción de ladrillos convencionales y otros materiales de construcción.

En algunos casos, los BTC han demostrado ser incluso más resistentes que los ladrillos de arcilla o los bloques de hormigón. Además, los bloques de tierra compactada son resistentes al fuego ya las plagas, y tienen la capacidad de regular la humedad y la temperatura en el interior de las estructuras.

En términos de costos, la construcción con bloques de tierra compactada puede ser más económica que la construcción con otros materiales de construcción, especialmente en áreas donde la tierra es abundante. Los bloques de tierra compactada también son fáciles de fabricar, lo que puede permitir la creación de pequeñas empresas locales que produzcan estos materiales. Además, la construcción con bloques de tierra compactada puede requerir menos mano de obra y menos tiempo de construcción que la construcción con otros materiales de construcción. Los bloques de tierra compactada son una opción de construcción sostenible, económica y duradera. Su alta resistencia, excelente capacidad de aislamiento térmico y acústico, resistencia al fuego ya las plagas, y capacidad de regular la humedad y la temperatura en interiores los hacen ideales para la construcción de viviendas y edificios. Además, la producción de BTC tiene una huella de carbono menor que otros materiales de construcción, lo que lo convierte en una opción aún más atractiva para aquellos que buscan una opción de construcción sostenible y ecológica.

Resumiendo, el proyecto tiene como objetivo mejorar las condiciones de vida de los agricultores rurales a través de viviendas sostenibles y reciclables. Se consideran enfoques teóricos, regulaciones colombianas relevantes y ejemplos de proyectos similares en el país. Se enfatiza el uso de materiales naturales, permacultura y energía renovable para crear sistemas

sostenibles. Además, se aborda la importancia del acceso a la tierra y servicios básicos para mejorar la calidad de vida y la producción agrícola. Se destaca el uso de bloques de tierra compactada como una opción sostenible y duradera en la construcción. En resumen, se promueven prácticas sostenibles para reducir el impacto ambiental y mejorar la calidad de vida.

Capítulo 3 - Objetivo 1: Caracterización escala meso y micro

En este nuevo capítulo, profundizaremos en el conocimiento del municipio de Cogua y sus características. Analizaremos las estructuras estáticas y dinámicas en las escalas macro, meso y micro para identificar oportunidades y limitaciones en la implementación del proyecto. Este análisis informará nuestras decisiones sobre la ubicación y diseño de viviendas, así como las oportunidades de desarrollo económico y social en la región. El objetivo es contribuir a la construcción de un territorio sostenible y equitativo en Cogua.

3.1. Metodología

En los últimos años, la creación de modelos de desarrollo sostenible se ha convertido en un tema clave a nivel mundial. Especialmente en comunidades con limitaciones socioeconómicas y ambientales, se han implementado modelos de eco aldeas que buscan mejorar las condiciones de vida de los habitantes y fomentar la sostenibilidad ambiental. En este contexto, se presenta la metodología de diseño para la creación de un modelo de eco aldea inteligente, enfocada en la vereda Quebrada Honda. El objetivo principal de esta metodología es diseñar un modelo arquitectónico de eco aldea que garantice las variables socio culturales, económicas y ambientales en el territorio.

Para lograr este objetivo, la metodología se enfoca en dos aspectos clave: la caracterización de la comunidad actual del territorio, y la formulación de estrategias aplicables al modelo de eco aldea en la vereda Quebrada Honda, generando planteamientos propios. A través de herramientas de investigación y análisis de la comunidad y su territorio, se busca identificar

las potencialidades y limitaciones de la comunidad y del territorio en cuanto a la implementación de un modelo de eco aldea inteligente.

Además, la metodología también contempla estrategias participativas para involucrar a los habitantes en el proceso de diseño y planificación. Esto permitirá que la comunidad tenga voz y voto en la creación de un modelo de eco aldea que se adapte a sus necesidades y a su identidad cultural. La metodología combina herramientas de investigación y análisis con estrategias participativas para involucrar a la comunidad en el proceso de diseño y planificación como se ve en la siguiente tabla:

Tabla 1
Esquema de metodología de investigación

Etapas	Procesos		Instrumentos
Caracterizar las condiciones socio culturales, ambientales y urbanas a escala maso, meso y micro del lugar a intervenir	Enviar correo a la alcaldía para suministrar información, adicionalmente realizar un recorrido por la vereda	Socio-culturales	-Datos de DANE -Reuniones por parte de la alcaldía en asambleas administrativas de las veredas -Artículo investigativo sobre la población en el nuevo POT
	Quebrada Honda para recopilar información	Ambientales	-Aerofotografías suministradas por la alcaldía -Datos del IGAC -Base de datos de la secretaria de medio ambiente

			-Documentos técnicos de soporte del nuevo POT\ -Programas bioclimáticos
		Urbanas	-Cartografías -Documentos técnicos de soporte del nuevo POT
Definir áreas urbanas y rurales que permitan la consolidación y reconfiguración de la vereda Quebrada Honda y su contexto inmediato	Identificar posibles áreas de intervención que se encuentren catalogadas como suelo de desarrollo sin afectaciones de amenazas y riesgo no mitigable por remoción de masas, así como áreas turísticas de interés.	Seleccionar un área de intervención no máxima a 5 hectáreas para analizar y proyectar una eco aldea	-Plan Básico de Ordenamiento Territorial Documento Diagnóstico-CTP -Sinupot y Qgis -Fotografías del lugar
Analizar y formular estrategias aplicadas al modelo de eco aldea para generar posibles soluciones que promuevan la sostenibilidad ambiental y la mejora de la calidad de vida de sus habitantes.	Formulación de estrategias, evaluación, selección, implementación y seguimiento del proyecto.	Teorías que proporcionen una estructura conceptual que permita explicar y predecir fenómenos para identificar relaciones entre	-Libros de texto y publicaciones especializadas. -Base de datos de los repositorios de las universidades. -Carta bioclimática de Givoni. -Climate Consultand.

		variables y guía para la toma de decisiones.	
Diseñar un modelo de eco aldea replicable para mejorar la calidad de vida de los habitantes campesinos, respondiendo a diferentes contextos para su posible adaptación.	Diseñar espacios habitables con la participación social para mejorar las condiciones de vida y fortalecer la identidad cultural del territorio. Se busca la colaboración entre habitantes y diseñadores para crear soluciones efectivas y adaptadas a las necesidades de la comunidad.		-Jornadas de asambleas participativas. -Herramientas de diseño -Herramientas de representación gráfica (software2d y 3d)

Elaboración propia

3.2. Lugar de intervención

El municipio de Cogua está situado en la Cordillera Oriental, en el Altiplano Cundiboyacense, al noroccidente de la sabana de Bogotá y en el centro del departamento de Cundinamarca. Se encuentra a 55 kilómetros al norte de Bogotá y tiene una superficie total de 133 Km², de los cuales 0,75 Km² corresponden al casco urbano y los restantes 132,25 Km² se distribuyen en diez veredas rurales, entre la que se encuentra la vereda Quebrada Honda con una extensión de 2191.97Ha.

Figura 11
Localización



Elaboración propia

3.3. Análisis

3.3.1. Análisis social

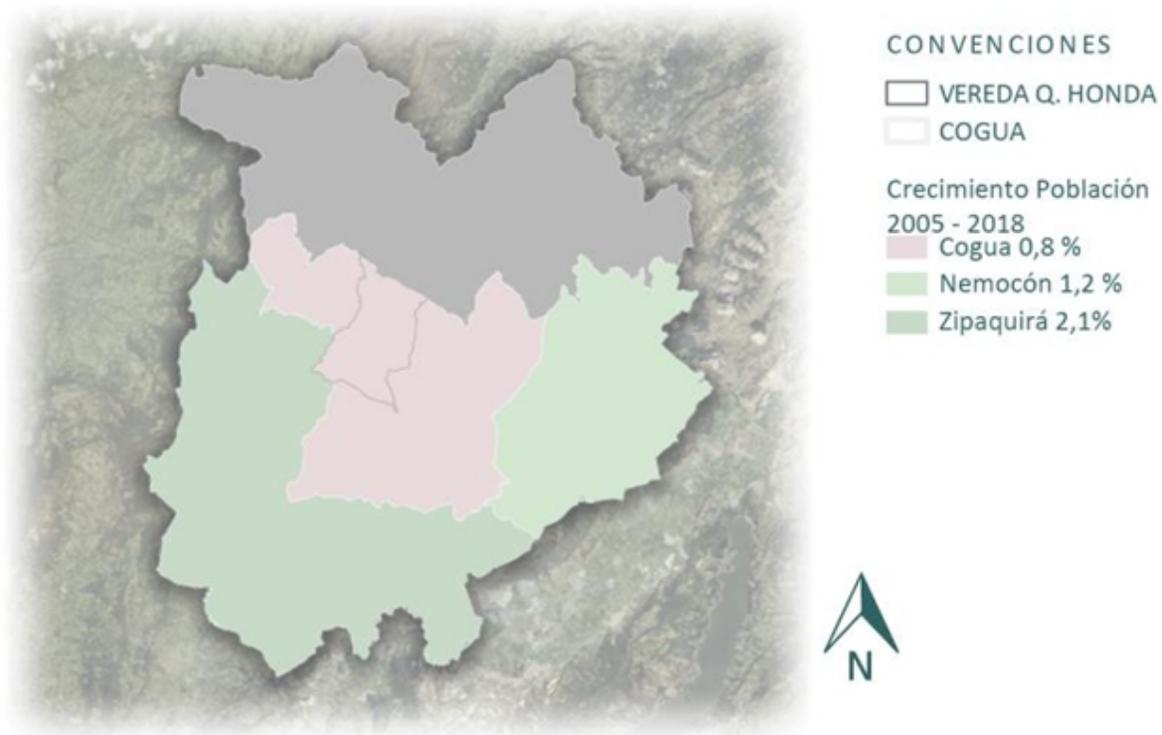
La población del municipio tiene un crecimiento demográfico relativamente bajo en comparación con otros municipios de la región. Cogua ha experimentado un proceso de migración rural-urbana en las últimas décadas, lo que ha influido en su estructura socioeconómica y ha afectado la calidad de vida de la población. A pesar de la cercanía a la capital, la población ha mantenido ciertas características rurales y tradicionales en su modo de vida y en la configuración de su territorio.

En los últimos 20 años, el municipio de Cogua ha experimentado un crecimiento demográfico muy bajo en comparación con otros municipios de la región de Sabana Centro.

Según cifras del Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE), en el año 2000 la población del municipio era de 10.566 habitantes, mientras que en 2020 la población estimada era de 11.753 habitantes. Esto representa un crecimiento poblacional del 11,2% en los últimos 20 años, lo que es considerablemente bajo en comparación con el crecimiento poblacional de otros municipios de la región.

Además, la migración rural hacia el municipio de Cogua ha sido un factor importante en el desarrollo de su población. Según el Censo Nacional de Población y Vivienda de 2018, el 70,5% de la población de Cogua nació en el municipio, mientras que el 29,5% restante nació en otros lugares, principalmente en la región de Sabana Centro. Esta migración rural se ha dado principalmente en busca de oportunidades económicas y mejores condiciones de vida, aunque el bajo crecimiento demográfico del municipio puede reflejar una limitación en el desarrollo económico y social de la región.

El análisis demográfico del municipio de Cogua se basa en las cifras proporcionadas por el DANE en el censo del año 2018. Los resultados revelan que Cogua ha registrado uno de los índices de crecimiento más bajos de la provincia de Sabana Centro en el período comprendido entre 2005 y 2018.

Figura 12*Mapa de crecimiento por municipio escala micro*

Adaptada de *Documento diagnóstico PBOT por Gerencia de Planeación Cogua, 2022.*

Al comparar el índice de crecimiento de Cogua con el de municipios aledaños como Nemocón, que aumentó un 1,2%, y Zipaquirá, que aumentó un 2,1% en el mismo periodo de tiempo, se puede observar que Cogua cuenta con un índice de crecimiento del 0,8%, lo cual puede tener implicaciones negativas para la economía local. La falta de crecimiento podría estar limitando las oportunidades de inversión y desarrollo económico en el municipio, lo que, a su vez, podría afectar la calidad de vida de los habitantes al haber menos opciones de empleo y servicios públicos disponibles.

El proceso de urbanización, que implica la migración de la población de zonas rurales a las ciudades, es un fenómeno histórico propio de la era moderna que se ha producido a nivel mundial. La explosión demográfica y la disminución de la producción en las áreas rurales

cercanas a las ciudades han contribuido a esta migración. Como resultado, las ciudades han experimentado una expansión desordenada y caótica en su crecimiento urbano. (Bazant,2010). La migración rural en el municipio de Cogua ha resultado en un cambio en la composición demográfica y socioeconómica del municipio, con una disminución de la población rural y un aumento de la población urbana.

Figura 13
Proyección de distribución de población por área



Adaptada de *Documento diagnóstico PBOT por Gerencia de Planeación Cogua, 2022.*

La población del municipio se dividió, según el DANE, en 2018 en zona urbana y zona rural, con una población del 35% y zona rural del 65% respectivamente. Sin embargo, según proyecciones para 2022, podía haber una migración hacia la ciudad, lo que se traduciría en una reducción de la población rural al 41%. Para 2034, se puede ver una mayor disminución de la población rural como resultado de esta tendencia, lo que conducirá a un abandono significativo de las tierras productivas.

Las personas con carencias en diversas esferas de la vida, como la social y la económica, se ven afectadas por la pobreza multidimensional. Numerosos factores, incluida la falta de acceso a oportunidades económicas, la exclusión social, la discriminación y la escasez de servicios públicos de alta calidad, pueden contribuir a esta situación.

Tabla 2*Indicador de pobreza*

Indicador de Pobreza	
Indicador	%
Índice de Necesidades B. Insatisfechas - rural	4,11
Índice de Pobreza M.	12,6
IPM - Rural	14,4
Población en condición de miseria en el área rural	0,01

Adaptada de *Documento diagnóstico PBOT por Gerencia de Planeación Cogua, 2022.*

Para el área rural, el índice de pobreza multidimensional asciende al 14,4%. (DANE,2022) lo que refleja la evidente carencia de acceso a servicios y bienes básicos en la zona rural del municipio. Estos servicios son fundamentales para una vida digna, tales como atención médica, vivienda en condiciones adecuadas, agua potable y otros.

La población de Cogua, Cundinamarca, presenta una alta tasa de migración rural debido a la falta de oportunidades y empleo en el sector agrícola, que es el principal sustento económico de la zona. Según el Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE), en el último censo poblacional realizado en 2018, el 55% de la población de Cogua vive en zona rural, y el 43% de los hogares rurales tienen como jefe de hogar a una persona que migró desde otra zona rural del país. Estos datos reflejan la necesidad de implementar políticas públicas que fomenten el desarrollo rural sostenible y la creación de empleo en la zona, para así disminuir la migración rural y promover el arraigo de las comunidades en sus lugares de origen.

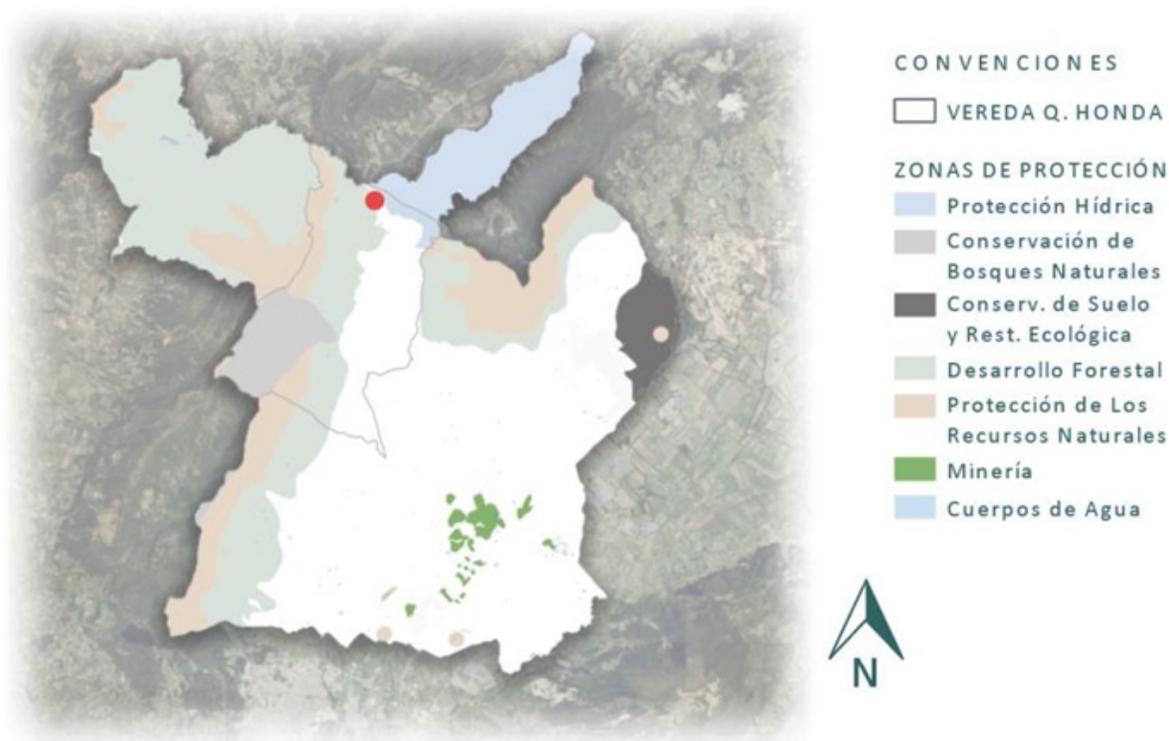
Además, la pobreza multidimensional en la zona rural de Cogua es una problemática que afecta a una parte importante de la población. Según el Índice de Pobreza Multidimensional, es necesario

implementar políticas de inclusión social que permitan a estas personas mejorar sus condiciones de vida y tener acceso a oportunidades de desarrollo.

La migración rural y la pobreza multidimensional son dos problemas que deterioran a gran parte de la población de Cogua, Cundinamarca, y que deben ser abordadas de manera integral mediante políticas públicas que promuevan el desarrollo rural sostenible, la creación de empleo y la inclusión social. Es necesario trabajar en conjunto con las comunidades locales para identificar sus necesidades y demandas, y diseñar estrategias que permitan mejorar su calidad de vida y disminuir la migración hacia otras zonas del país.

3.3.2. Análisis ambiental

Es esencial garantizar un equilibrio entre el desarrollo humano y la conservación del medio ambiente y los recursos naturales. Por lo tanto, la protección ambiental territorial adquiere una gran importancia. En el municipio, la hubo de las extensiones territoriales, su protección y su restauración ambiental son cruciales, especialmente ante la creciente actividad minera que ha tenido lugar en las últimas décadas.

Figura 14*Zonas de protección*

Adaptada de *Documento diagnóstico PBOT por Gerencia de Planeación Cogua, 2022.*

La actividad minera en el municipio de Cogua ocupa cerca de 192,6 Ha, lo que representa el 1,45% de la superficie total del municipio. (PBOT,2022). Sin embargo, esta actividad ha generado impactos ambientales significativos, como la contaminación del aire y el agua, la degradación de la biodiversidad, el riesgo de deslizamientos de tierra y la extracción excesiva de material. Es esencial delimitar la explotación minera y aplicar medidas de control para evitar la expansión urbana en áreas protegidas y preservar el medio ambiente y la biodiversidad de la región.

El conflicto por sobreutilización surge en áreas donde los agroecosistemas usan dominante la base de recursos naturales más intensamente de lo que es consistente con su capacidad natural de producción. Esto hace que el conflicto de sobreuso sea inconsistente con el uso primario y los

usos compatibles que se sugieren para el área, con riesgos ecológicos y sociales significativos. El área afectada por este conflicto ocupa una superficie de 15'877.225 hectáreas, lo que representa el 13.9% del territorio nacional y el 30.5% del área del municipio de Cagua (PBOT 2022).

Tabla 3

Conflictos de usos del suelo

Conflictos de uso de suelo		
Conflicto	Has	%
Sin conflicto	9764,7	73,60%
Sobre explotación	3274,7	24,70%
Subexplotación	230,7	1,70%
TOTAL	13270 ,1	100,00%

Adaptada de *Documento diagnóstico PBOT por Gerencia de Planeación Cagua, 2022*.

En las veredas de Páramo Alto, Quebrada Honda y en la parte alta de Casa Blanca en el municipio de Cagua, hay un conflicto de sobreutilización debido a que las actividades agrícolas y pecuarias actuales no son compatibles con los suelos de clase agrológica VI, VII y VIII. Además, estos suelos tienen limitaciones debido a las áreas de protección legal, como el DMI del páramo de Guargua y Laguna Verde y el ecosistema de páramo de Guerrero (PBOT,2022).

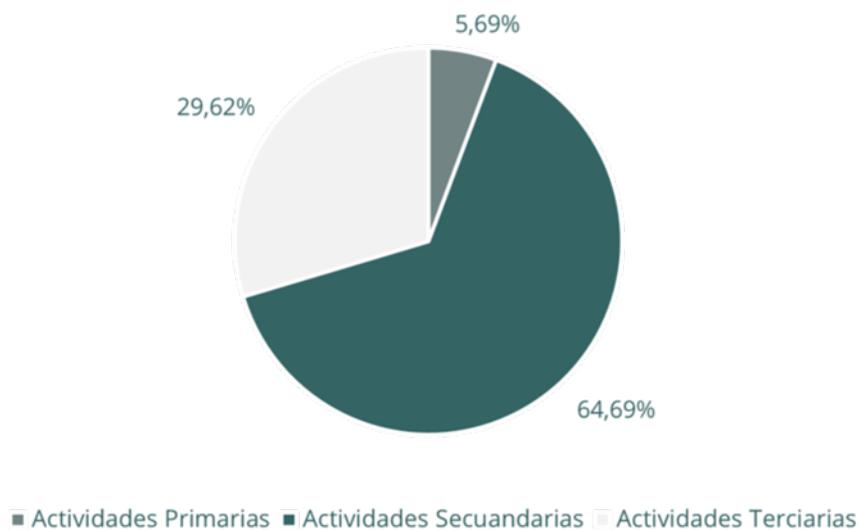
3.3.3. Análisis económico

El sector primario se encarga de la producción de materias primas y la explotación de los recursos naturales. Esta industria incluye, entre otras, la agricultura, la pesca, la ganadería y la silvicultura en el caso del municipio de Cagua. El sector primario debe ser el que más valor agregue

a la economía local porque es el responsable de producir los bienes necesarios tanto para la demanda del sector industrial como para las necesidades diarias de la población.

Figura 15

Porcentaje de aporte de valor agregado por actividad



Adaptada de Documento diagnóstico PBOT por Gerencia de Planeación Cogua, 2022.

Sin embargo, solo el 5,69% del valor agregado a la economía local en el municipio de Cogua proviene del sector primario. La falta de inversión en tecnología y capacitación por parte de los productores, la competencia de bienes importados de otros países y la dificultad para obtener crédito y financiamiento son solo algunas de las posibles causas de esta situación.

En contraste, el sector secundario, que incluye las industrias manufacturera y minera, aporta el 64,69% del valor agregado. Si bien es cierto que estas industrias pueden crear empleos y fortalecer la economía local, es fundamental recordar que la actividad minera puede tener un efecto perjudicial sobre el medio ambiente y la calidad de vida de la población, especialmente si no se implementan controles. así como las condiciones requeridas.

Para asegurar el crecimiento sostenible del municipio de Cogua y la importancia fundamental de la economía local, es crucial enfatizar el papel del sector primario en estas áreas. La agricultura y la ganadería son, por un lado, profesiones que generan empleo y ayudan a la población en general a tener acceso a los alimentos. Sin embargo, si se hace de manera responsable y utilizando los métodos adecuados, la tala puede ser una actividad renovable y sostenible.

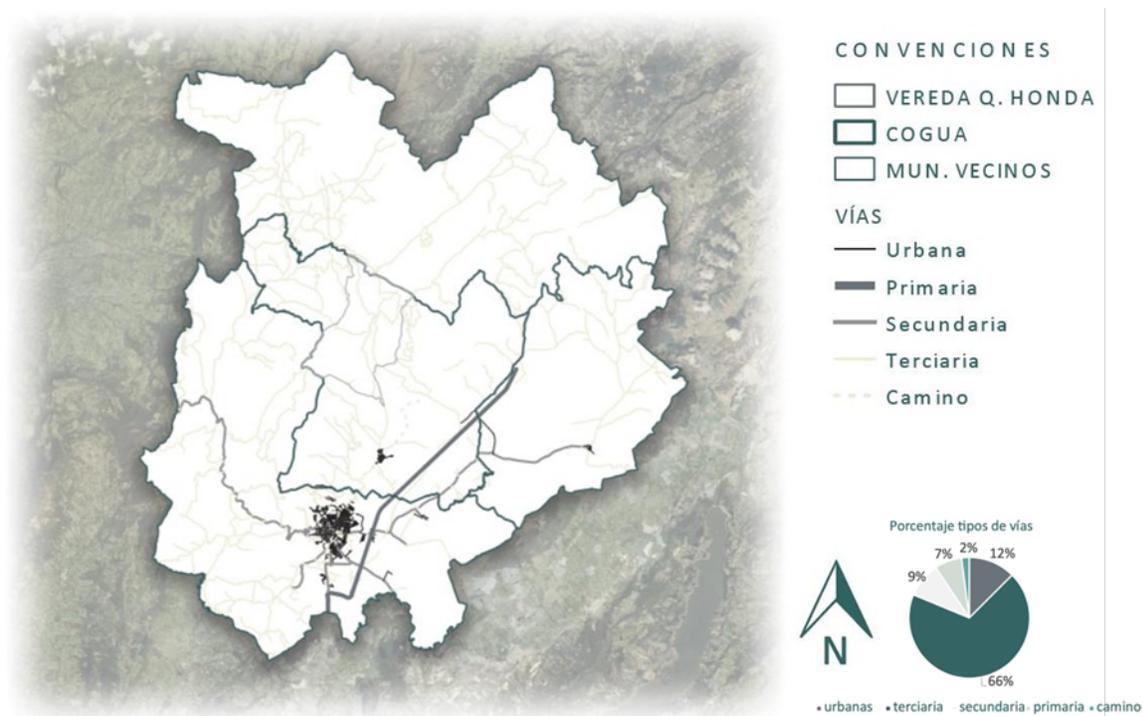
Dado que el sector primario debe ser el que más aporta a la economía local, el bajo porcentaje de valor agregado que tiene en el municipio de Cogua es una situación preocupante. Si bien es cierto que la actividad industrial y minera puede tener un efecto positivo en la economía local, es fundamental no ignorar el potencial del sector primario y trabajar en su fortalecimiento y modernización para asegurar una economía más equilibrada y sostenible en el largo plazo. Las actividades económicas también deben llevarse a cabo de manera responsable y sostenible, teniendo en cuenta los posibles efectos negativos sobre el medio ambiente y la sociedad.

3.3.4. Análisis funcional

La red vial municipal de tercer orden se compone de un 43% de Vías Veredales y un 57% de caminos Inter veredales, y es de vital importancia para el municipio. De hecho, la red vial terciaria representa el 73,98% del sistema vial total del municipio. (PDM, 2020-2023) Las vías terciarias son una pieza clave en el desarrollo económico del municipio, ya que permiten el acceso a zonas productivas y fomentan la actividad comercial y el intercambio de bienes y servicios entre la zona rural y urbana.

Figura 16

Malla vial Escala Macro



Adaptada de *Documento diagnóstico PBOT por Gerencia de Planeación Cogua, 2022.*

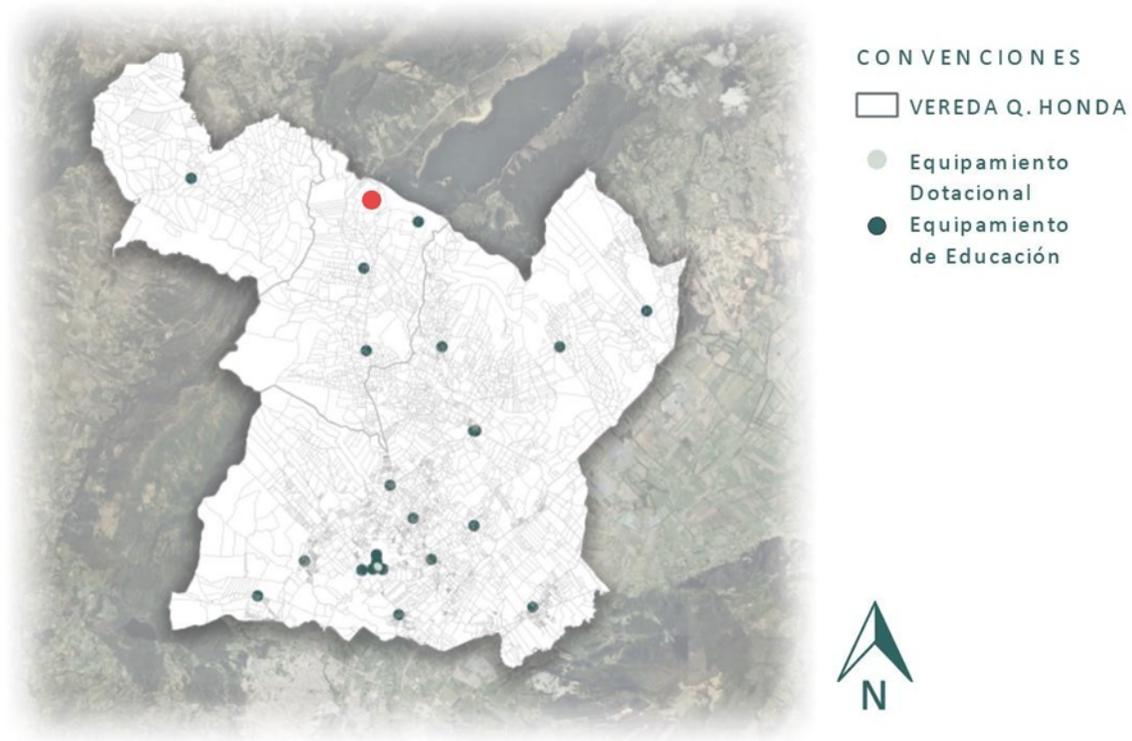
La red vial terciaria del municipio consta de 171,95 km de longitud, de los cuales 14,07 km están asfaltados y 158 km están afirmados. (PDM, 2020-2023). Aunque el mal estado de algunas vías puede afectar la seguridad de los viajeros, la variedad de carreteras existentes facilita la creación de nuevas dinámicas y proyectos que mejoran la economía local y regional, contribuyendo al desarrollo de la región y al bienestar de sus habitantes.

El municipio cuenta con variedad de colegios en las zonas rurales, lo que demuestra el compromiso en brindar acceso a la educación para todos los niños y jóvenes de la región. Sin embargo, es importante reconocer que aún hay margen de mejora en cuanto a la infraestructura de estos colegios. En el municipio de Cogua se cuenta con los cupos para las inscripciones de los

niños en las instituciones educativas, pero los padres de familia han optado por matricular a sus hijos en instituciones educativas de otros municipios aledaños (PDM, 2020-2023).

Figura 17

Ubicación equipamientos en el Municipio de Cogua



Adaptada de *Documento diagnóstico PBOT por Gerencia de Planeación Cogua, 2022.*

Los colegios rurales ubicados en el municipio de Cogua presentan deficiencias en cuanto a su infraestructura, así como una oferta limitada de programas educativos que promueven actividades relacionadas con el entorno local y que facilitan la diversificación de las dinámicas económicas.

En resumen, se presenta un análisis general del municipio de Cogua con sus diferentes escalas que proporciona una estructura técnica para identificar las relaciones entre variables y guiar la toma de decisiones, así como un análisis de área de intervención utilizando herramientas como

el Plan Básico de Ordenamiento Territorial, el Documento Diagnóstico, Sinupot, Qgis y fotografías del lugar para analizar y formular estrategias aplicadas al modelo de eco aldea en la vereda Quebrada Honda. También se caracterizan las condiciones socio-culturales, ambientales y urbanas a escala macro, meso y micro del lugar a intervenir, y se realiza un análisis económico del sector primario del municipio de Cogua.

Además, se propone una metodología que se enfoca en la caracterización de la comunidad actual del territorio y la formulación de estrategias aplicables al modelo de eco aldea, utilizando herramientas de investigación y análisis de la comunidad y su territorio, así como estrategias participativas para involucrar a los habitantes en el proceso de diseño y planificación. En general, se destaca la importancia de un enfoque integral y sostenible para abordar los desafíos que enfrenta el municipio de Cogua, y se enfatiza la necesidad de trabajar en conjunto con las comunidades locales para lograr un desarrollo equilibrado y mejorar la calidad de vida de sus habitantes.

Capítulo 4 - Estrategias urbano-arquitectónico

En el capítulo anterior, se analizaron en detalle las características de Cogua y se realizaron estudios a nivel meso y micro. Este capítulo se enfoca en estrategias urbanas y arquitectónicas para mejorar las viviendas rurales. Estas estrategias incluyen la creación de una Ruta Ecoturística para promover el turismo, una comunidad agrícola sostenible, Proyectos Conjuntos de Turismo que involucran a la comunidad, Rutas de Senderismo para fomentar la actividad física y la planificación urbana con Diversidad de Usos en espacios públicos y zonas verdes para actividades comunitarias y ambientales. En conjunto, estas estrategias buscan mejorar la calidad de vida y el desarrollo económico de la zona rural de Cogua.

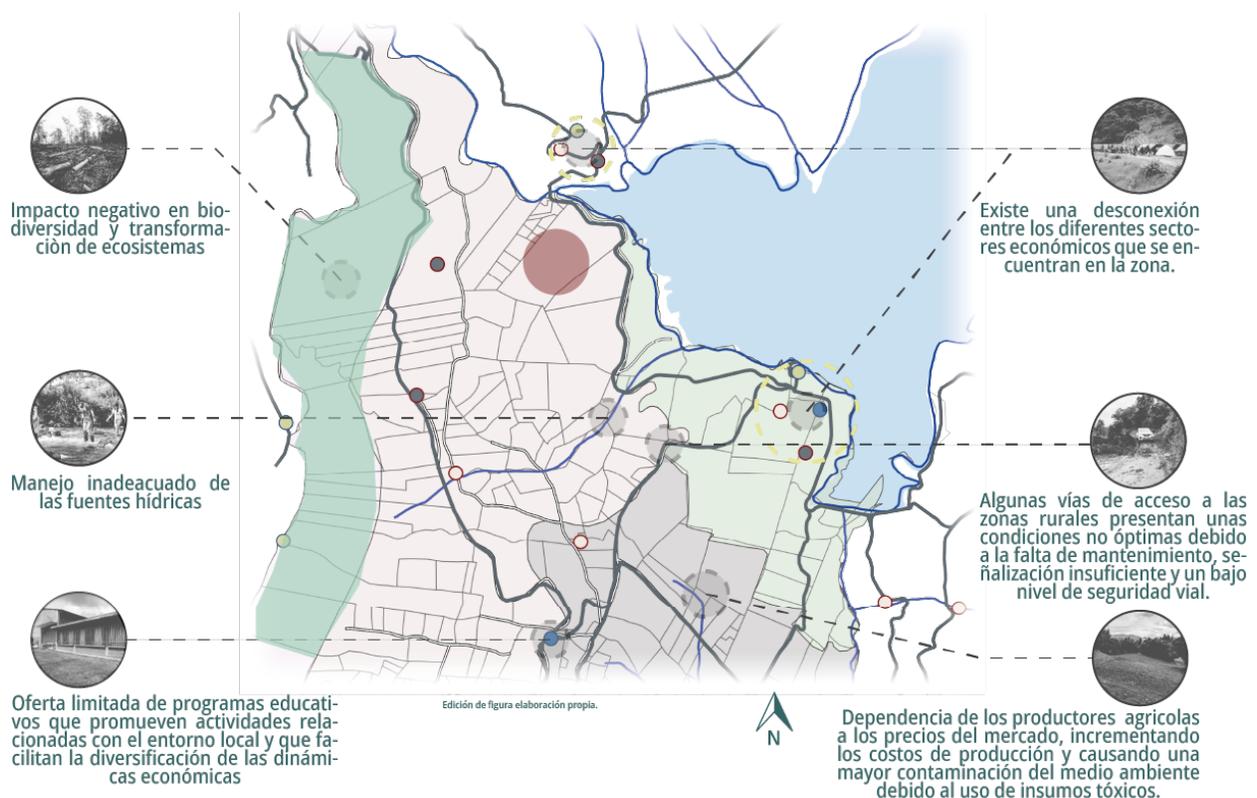
4.1. Formulación de estrategias urbanas y arquitectónicas

A medida que las preocupaciones sobre el cambio climático y la sostenibilidad crecen, es cada vez más importante que las comunidades y los municipios adopten estrategias de desarrollo sostenible que protejan el medio ambiente mientras fomentan el crecimiento económico. A continuación, se presentan estrategias a tres escalas diferentes para promover el ecoturismo, la agricultura sostenible y el desarrollo económico local.

En la escala macro, se pueden establecer rutas de ecoturismo que conecten diferentes regiones y fomenten el turismo sostenible. Estas rutas podrían incluir áreas naturales protegidas, sitios culturales y patrimonios históricos. Además, estas rutas deben ser diseñadas de manera que promuevan el comercio justo y la compra de productos locales, reduzcan así la huella de carbono del turismo y fomenten el desarrollo económico local.

Abordando una escala meso que sería en el municipio, se pueden establecer rutas de senderismo que conecten diferentes veredas y sitios de interés natural y cultural, promoviendo el ecoturismo y la educación ambiental. Además, se puede crear una comunidad agrícola sostenible que promueva la agricultura ecológica y el comercio justo. Esta comunidad agrícola puede trabajar en estrecha colaboración con otras comunidades rurales cercanas para fomentar la cooperación y el intercambio de conocimientos y recursos.

Figura 18
Problemáticas



Elaboración propia

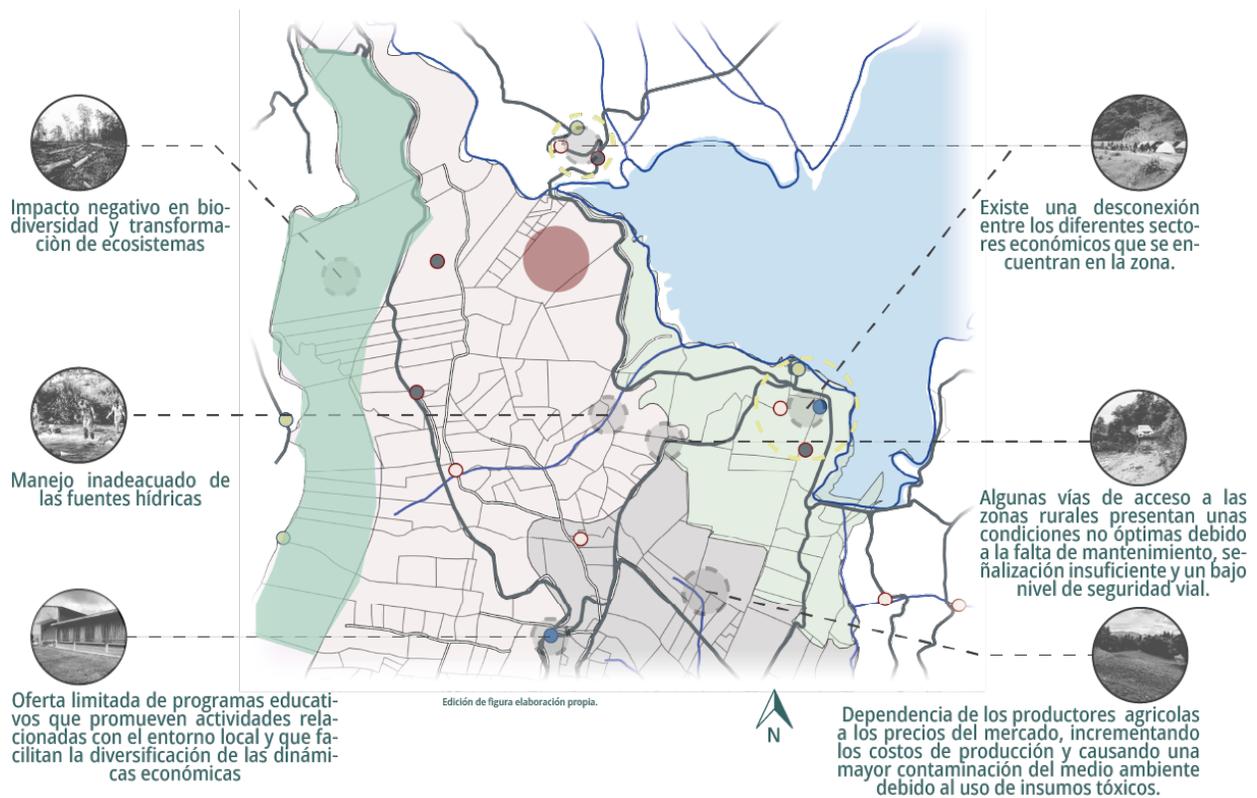
A escala micro, adentrándose al proyecto de la eco aldea, se pueden diversificar los usos de la tierra para promover la sostenibilidad y la autosuficiencia. Se pueden establecer un centro

de educación para temas ecológicos y áreas de cultivo de alimentos para uso interno y para la venta en el mercado local, entre otros. Además, la eco aldea puede trabajar en colaboración con otras comunidades locales para establecer proyectos conjuntos de turismo que fomenten el desarrollo económico y la protección del medio ambiente.

4.2. Desarrollo e implementación de las estrategias

4.2.1. Estrategias urbanas escala macro

Figura 19
Estrategias



Elaboración propia

Ruta Ecoturística

La ruta de ecoturismo se fundamenta en el turismo sostenible que busca conectar a los visitantes con la naturaleza y fomentar su conservación. En este sentido, la ruta de ecoturismo que se propone se basa en la valoración de los recursos naturales y culturales de la región, y su enriquecimiento a través de la educación y la recreación consciente y responsable.

La propuesta de la ruta ecoturística se traza de tal manera que pase por sitios de interés natural y cultural, conectando de manera coherente y armónica con la región, y especialmente con la eco aldea, como núcleo central. El diseño de la ruta se hace en base a la observación y análisis de los recursos existentes y de las dinámicas culturales y socioeconómicas locales, buscando siempre el menor impacto posible y la mayor satisfacción para el visitante.

Figura 20
Ruta ecoturística



Elaboración propia

La ruta conecta diferentes sitios turísticos de la región, como el parque Nukasa donde hay oferta de circuitos para ciclo montañismo, senderismo, entre otros; la Catedral de Sal de Zipaquirá, el desierto de Checua y la laguna de Santuario Chiquito, lugares que poseen una alta carga cultural y natural, y que gracias a la ruta pueden ser visitados de manera consciente y responsable. La conexión de estos sitios turísticos a través de la ruta ecoturística permitirá que el visitante tenga una experiencia integral de la región, sin dejar de lado la educación y el aprendizaje sobre la cultura y la biodiversidad de la región.

Desde un punto de vista estratégico, la ruta de ecoturismo permitirá la valoración y conservación de los recursos naturales y culturales de la región, fomentando la educación y la sensibilización de los visitantes y la comunidad local. Además, permitirá la generación de empleos y la dinamización de la economía local a través de la oferta de servicios turísticos sostenibles y de calidad. En este sentido, la ruta de ecoturismo es una oportunidad de desarrollo sostenible para la región.

Es así que la ruta de ecoturismo que proponemos es una estrategia de turismo sostenible que busca la valoración y conservación de los recursos naturales y culturales de la región, la educación y sensibilización de los visitantes y la comunidad local, y la generación de empleo y dinamización de la economía local. La ruta ecoturística es una oportunidad de desarrollo sostenible para la región y de experiencia turística integral para el visitante.

Desarrollo ecológico e intercambio comercial justo

Desarrollar una estrategia de desarrollo ecológico y el intercambio justo y sostenible es esencial para construir un futuro sostenible más y equitativo. Esta estrategia busca fomentar

prácticas sostenibles y responsables con el medio ambiente, y al mismo tiempo, promover el intercambio justo y sostenible entre comunidades. La idea principal es crear una economía circular y justa que se beneficie a ambas comunidades y mejore la calidad de vida de los habitantes.

Es importante destacar que la estrategia no solo se enfoca en el desarrollo de prácticas sostenibles, sino también en la educación y sensibilización de la comunidad. La eco aldea es un ejemplo de cómo esta estrategia se puede implementar con éxito. Como lugar de encuentro y aprendizaje, la eco aldea ofrece programas de educación ambiental y sostenibilidad para escuelas, entidades gubernamentales y privadas, y turistas interesados en aprender más sobre la agricultura sostenible, el turismo ecológico y la sostenibilidad, para que después sean implementados en sus territorios.

Por otro lado, la eco aldea puede establecer acuerdos comerciales con las veredas cercanas para el intercambio de productos locales, orgánicos y sostenibles. Esto ayuda a crear una economía circular y justa que se beneficie a ambas comunidades, ya su vez, fomente prácticas sostenibles y responsables con el medio ambiente. Esta estrategia es fundamental para crear un futuro más sostenible y equitativo. El desarrollo sostenible es esencial para el bienestar de la humanidad y el planeta. Esta estrategia permite una transición hacia un modelo económico más sostenible, justo y equitativo, promoviendo prácticas responsables con el medio ambiente y la educación y sensibilización de la comunidad.

El desarrollo ecológico y el intercambio justo y sostenible es una iniciativa valiosa y necesaria para construir un futuro más sostenible y equitativo. La educación, sensibilización y promoción de prácticas sostenibles y responsables con el medio ambiente son fundamentales para alcanzar este objetivo.

4.2.2. Estrategias urbanas escala meso

Comunidad agrícola

Crear una comunidad agrícola sostenible en la que se promueve el comercio justo y el trueque de productos locales entre los agricultores de la región. La comunidad agrícola será una forma de fomentar prácticas sostenibles y responsables con el medio ambiente, al mismo tiempo que se mejorará la calidad de vida de los habitantes de la región.

La eco aldea será el lugar donde los agricultores locales podrán vender sus productos directamente al consumidor final. Además, la eco aldea ofrece programas de educación ambiental y sostenibilidad para escuelas, entidades gubernamentales y privadas, y turistas interesados en aprender más sobre la agricultura sostenible y el comercio justo.

Figura 21
Áreas de actividad agrícola



Elaboración propia

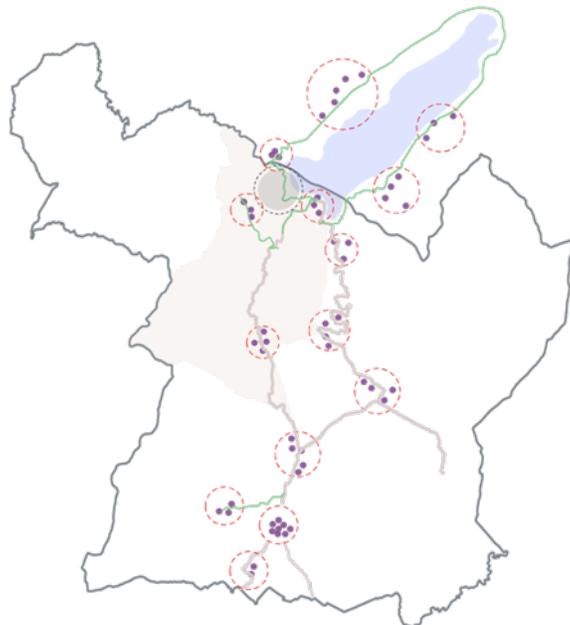
En esta comunidad agrícola, la agricultura sostenible será el eje central de todas las actividades. La práctica de una agricultura sostenible se refiere a una agricultura que se lleva a cabo de forma que se preservan los recursos naturales y se evitan los impactos negativos en el medio ambiente. El comercio justo y el trueque de productos locales serán también fundamentales para el funcionamiento de la comunidad. Esta estrategia económica y productiva es una excelente idea para promover la sostenibilidad y mejorar la calidad de vida de las personas en la región. La práctica de una agricultura sostenible es esencial para proteger el medio ambiente, garantizar la seguridad alimentaria de la población, mejorar la promoción del comercio justo y el trueque de productos locales fomentará la creación de una economía circular y justa que se beneficiará a ambas comunidades.

La creación de una comunidad agrícola sostenible en la que se promueve el comercio justo y el trueque de productos locales es una estrategia muy interesante para fomentar prácticas sostenibles y responsables con el medio ambiente, y mejorar la calidad de vida de los habitantes de la región. La eco aldea funcionará como el centro de esta comunidad, ofreciendo programas de educación ambiental y sostenibilidad, y como lugar de venta directa de los productos generados por medio de prácticas sostenibles. La estrategia también promoverá la creación de una economía circular y justa que beneficiará a ambas comunidades y fomentará prácticas sostenibles y responsables con el medio ambiente.

Proyectos conjuntos de turismo

La estrategia de proyectos conjuntos de turismo se enfoca en la articulación entre la eco aldea y las veredas aledañas para el desarrollo de proyectos de turismo rural que generen ingresos económicos y empleo para ambas comunidades. El objetivo es crear una oferta turística que muestre la riqueza natural y cultural de la zona y atraiga interesados en la práctica de actividades al aire libre y el contacto con la vida rural.

La eco aldea se podrá convertir en el centro de estos proyectos conjuntos de turismo, articulando los esfuerzos de las veredas cercanas. Se pueden generar rutas de senderismo que conecten a la eco aldea con las veredas, circuitos de ciclismo que permitan recorrer los paisajes naturales y las zonas productoras de la región, y actividades de observación de aves que aprovechen la rica biodiversidad del lugar. Además, promoverá el turismo sostenible, respetará el medio ambiente y las comunidades locales. Se fomentará el comercio justo y el trueque de productos locales, y se utilizarán prácticas sostenibles en la gestión de los recursos turísticos, como la utilización de energías renovables y la gestión adecuada de los residuos.

Figura 22*Zonas de comercio rural*

Elaboración propia

Como estrategia, esta articulación entre la eco aldea y las veredas aledañas permite aprovechar sinergias y recursos para el desarrollo de proyectos conjuntos de turismo, que pueden ser una fuente importante de ingresos y empleo para la región. Además, al trabajar juntas, estas comunidades pueden mejorar su capacidad de gestión y promoción turística, lo que puede redundar en beneficios a largo plazo. Los proyectos conjuntos de turismo se enfocan en la articulación entre la eco aldea y las veredas aledañas para el desarrollo de una oferta turística sostenible que muestre la riqueza natural y cultural de la zona. Al trabajar juntas, estas comunidades pueden aprovechar sinergias y recursos para generar ingresos económicos y empleo, mejorar su capacidad de gestión y promoción turística, y contribuir al desarrollo sostenible de la región.

Rutas de senderismo

Creación de rutas de senderismo que conectan los puntos de interés rural del municipio, con el objetivo de promover el turismo rural y la exploración de la naturaleza. Esta estrategia no solo generará ingresos económicos para la región, sino que también ayudará a preservar la biodiversidad y los paisajes naturales de la zona. Además, las rutas de senderismo pueden fomentar el desarrollo de actividades deportivas y de ocio en el aire libre, lo que beneficia la salud y el bienestar de los visitantes.

La eco aldea puede ser un punto de partida y llegada para los visitantes, y también puede servir como un lugar de descanso y abastecimiento de productos locales durante el recorrido. Además, la eco aldea puede ofrecer servicios de guía y transporte para los visitantes que deseen explorar la zona de manera más profunda. En las rutas de senderismo, los visitantes podrán conocer los puntos turísticos y naturales de interés de la zona, como cascadas, miradores, ríos y bosques. Las rutas estarán diseñadas para ser accesibles y seguras para todos los visitantes, incluyendo aquellas con discapacidades físicas. También se obtendrán puntos de descanso y áreas de picnic para que los visitantes puedan disfrutar del paisaje y la gastronomía local.

Figura 23*Ruta de senderismo*

Elaboración propia

La estrategia de rutas de senderismo es una excelente manera de promover el turismo rural y el desarrollo sostenible de la región. Las rutas de senderismo permiten a los visitantes explorar la naturaleza y la cultura local de manera respetuosa con el medio ambiente y la comunidad. Además, las rutas de senderismo pueden ser una fuente de ingresos económicos y empleo para los habitantes locales, que pueden ofrecer servicios de guía, hospedaje, alimentación y transporte a los visitantes.

Es por esto por lo que la creación de rutas de senderismo entre los puntos de interés rurales del municipio puede ser una estrategia muy efectiva para promover el turismo rural y el desarrollo sostenible de la región. La eco aldea puede jugar un papel importante en la articulación y promoción de estas rutas de senderismo, así como en la oferta de servicios y productos locales a los visitantes. Es importante tener en cuenta que la implementación de estas

rutas de senderismo debe realizarse de manera cuidadosa y planificada, asegurando la práctica del medio ambiente y la cultura local.

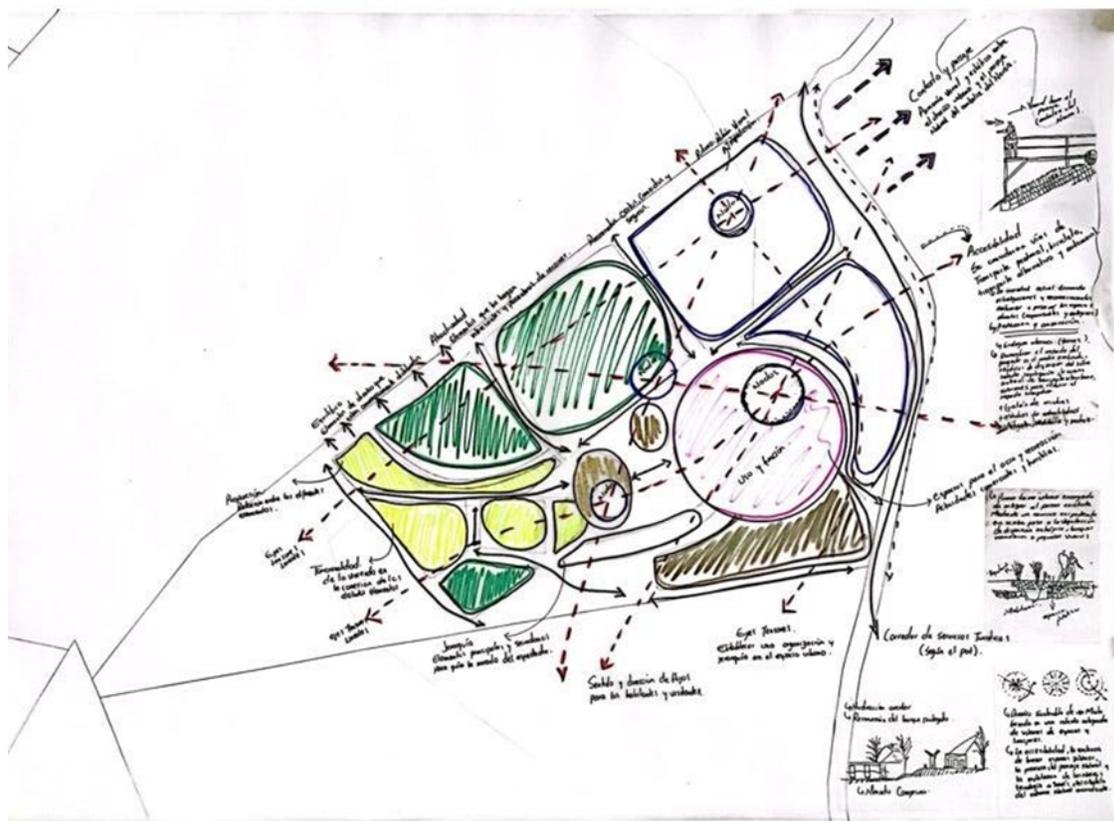
4.2.3. Estrategias urbanas y arquitectónicas escala micro

El diseño de espacios rurales eficientes y agradables requiere la consideración de diversos factores, desde la organización del espacio hasta la creación de recorridos seguros y eficientes. En este sentido, es fundamental plantear estrategias que garanticen el desarrollo sostenible y eficiente de la Eco- aldea, teniendo en cuenta los objetivos de desarrollo sostenible. Estas estrategias son el resultado de un análisis exhaustivo de los diferentes alcances culturales, económicos, ambientales y habitacionales del lugar de intervención. Al considerar estos aspectos, se pueden diseñar planes de acción óptimos que promuevan la sostenibilidad y la eficiencia en el espacio rural.

Una vez se han definido estas pautas generales, es necesario abordar la zonificación de los diferentes servicios y servicios de la zona. En este sentido, los ejes tensores juegan un papel fundamental en el diseño del espacio, ya que permiten organizar de manera coherente y funcional los diferentes elementos y actividades de la zona. En particular, los principales ejes lineales, como un corredor de servicios ecoturísticos propuesto por el POT, las vías principales y aledañas al lugar, actividades turísticas de la zona, elementos catalizadores del terreno y nodos que conectan estos ejes, son elementos importantes que se deben tener en cuenta al diseñar el espacio. Estos ejes ayudan a crear manchas de servicios como comercio, eco hotel, áreas productivas, vivienda y espacio público, generando principios ordenadores como el ritmo, la jerarquía, funcionalidad, forma y orden, estética, contraste, entre otros.

Figura 24

Diseño esquemático espacio urbano



Elaboración propia

Al considerar todos estos factores, se puede diseñar un espacio rural eficiente, agradable y sostenible, que promueva el bienestar de sus habitantes y visitantes, y que respete el entorno natural y cultural del lugar.

Planificación de zonas verdes para actividades comunitarias y ambientales

Se garantiza la interconexión del territorio mediante un corredor de servicios turísticos, zonas de conservación y protección ambiental, y un cinturón verde para separar funcionalmente a

Zipaquirá y Cogua, con el propósito de establecer un sendero ecológico y favorecer la conectividad por medio de elementos ecológicos atractivos, como la pesca deportiva y el senderismo, entre otros. Esto con el fin de crear espacios específicos para actividades comunitarias y ambientales que permitan forjar una identidad social en la comunidad.

Figura 25
Una visión para la transición urbana-rural y su conectividad



Tomado de *Documento diagnóstico PBOT por Gerencia de Planeación Cogua, 2022.*

La cobertura vegetal es una estrategia ambiental en el diseño de espacios verdes sostenibles. Las opciones incluyen Fito depuradoras para filtrar contaminantes, recuperación de cuencas para restaurar la biodiversidad, ornamental para embellecer el espacio, maderable para producción forestal, cercas vivas para delimitar y proteger, y coberturas vegetales tapizantes para prevenir la erosión. La elección dependerá de los objetivos del proyecto.

Figura 26
Fitotectura

Fitodepuradoras Lirio amarillo (<i>Sp. pseudocoronata</i>) Procedencia: Foránea Altura: 150 cm Uso: Ornamental en estanques	Recuperación de cuencas Guadua (<i>Angitofolia</i>) Procedencia: Nativa Altura: 20 m Uso: Construcciones, Recuperación de cuencas	Tapizantes Decumbens (<i>Brachiaria decumbens</i>) Procedencia: Foránea Altura: 1 m Uso: Pastoreo, tapizantes espacios	Maderable Almendra tropical (<i>Terminalia catappa</i>) Procedencia: Foránea Altura: 35 m Uso: Maderable, sombra	Cerca vivas Palma cola de pescado (<i>Caryota urens</i>) Procedencia: Foránea Altura: 20 m Uso: Maderable, fibras	Ornamental Heliconia (<i>Heliconiaceae</i>) Procedencia: Nativa Altura: 1 a 7 m Uso: Ornamental
Buchón (<i>Eichornia crassipes</i>) Procedencia: Nativa Altura: 16 cm Uso: Medicinal, fertilizante de suelos	Yvetwe (<i>Chrysopogon zizanioides</i>) Procedencia: Nativa Altura: 1,5 cm Uso: Control de la erosión	Público Tribol blanco (<i>Trifolium repens</i>) Procedencia: Foránea Altura: 10 cm Uso: Césped	Guarataro (<i>Vitex orinocoensis</i>) Procedencia: Nativa Altura: 18 cm Uso: Sombra, con la ceniza Se fabrica el jabón	Estropajo (<i>Luffa cylindrica</i>) Procedencia: Nativa Altura: 50 cm Uso: Esponjas, aislantes, Antiséptico	Bastón del emperador (<i>Etilingera elatior</i>) Procedencia: Foránea Altura: 1 cm Uso: Ornamental
Junco de agua (<i>Schoenoplectus californicus</i>) Procedencia: Foránea Altura: 4 m Uso: Artesanías, papel de Madera artesanal	Yarumo (<i>Cecropia peltata</i>) Procedencia: Nativa Altura: 5 a 30m Uso: Control de la erosión, Maderable, sombra	Pasto estrella (<i>Cynodon plectostachium</i>) Procedencia: Foránea Altura: 30 a 60 cm Uso: Césped, duras y delgadas	Samán (<i>Samanea</i>) Procedencia: Nativa Altura: 40 m Uso: Sombra	Matarraón (<i>Glinclia sepium</i>) Procedencia: Nativa Altura: 10 m Uso: Cerca viva, sombra	Anturio (<i>Anthurium</i>) Procedencia: Nativa Altura: 1 a 7 m Uso: Ornamental
Lentaja de agua (<i>Lerniacae</i>) Procedencia: Foránea Altura: 4 m Uso: Tratamiento de agua	Palma moriche (<i>Spadixanthera perigrina</i>) Procedencia: Nativa Altura: 35 m Uso: Frutal, artesanal	Espartillo (<i>Sporobolus indicus</i>) Procedencia: Nativa Altura: hojas 50 m Uso: Césped	Yopo (<i>Anadenanthera peregrina</i>) Procedencia: Nativa Altura: 20 m Uso: Rompe vientos, cercas vivas	Guayacan de Manizales (<i>Anadenanthera peregrina</i>) Procedencia: Nativa Altura: 20 m Uso: Rompe vientos, cercas vivas	Caléndula (<i>Caléndula officinalis</i>) Procedencia: Asia Altura: 50m Uso: Medicinal y ornamental

Adaptada de: “Propuesta de UPAA saneamiento básico, seguridad alimentaria” por Bahance Colombia. 2014 https://www.behance.net/gallery/101045555/Modelo-de-asentamiento-rural-sostenible-en-Yopal?tracking_source=search_projects%7Cvivienda+rural

En resumen, el diseño de espacios verdes sostenibles es fundamental para la interconexión del territorio y para fomentar la conectividad por medio de elementos ecológicos atractivos, como la pesca deportiva y el senderismo. Para lograrlo, se emplea una variedad de opciones de cobertura vegetal. Estas opciones se eligen de acuerdo con los objetivos específicos del proyecto. Una selección adecuada de la cobertura vegetal puede mejorar significativamente la calidad del aire y del agua, proteger la biodiversidad y el equilibrio ecológico de las zonas verdes, así como contribuir a la creación de espacios verdes sostenibles que generan una identidad social en la comunidad.

Capítulo V - Eco aldea, turismo de vanguardia y vivienda sostenible

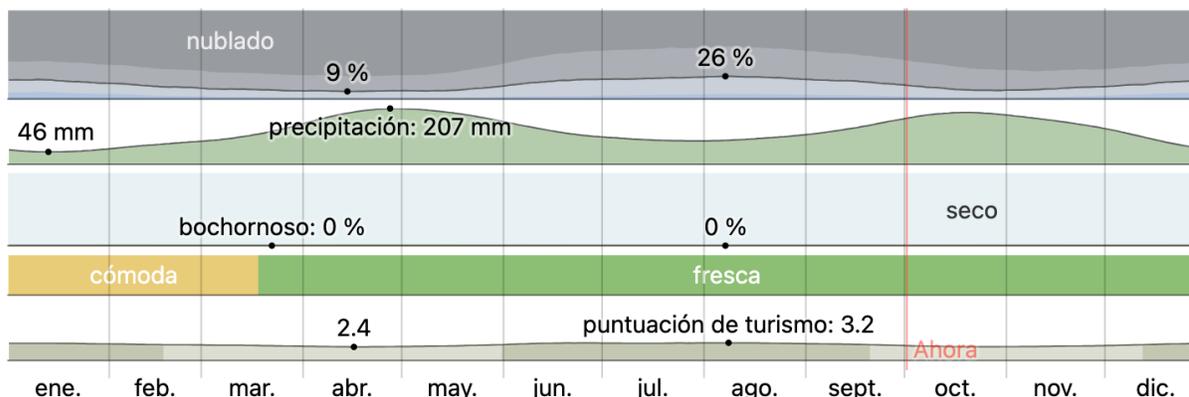
En este quinto y último capítulo, nos adentraremos en el corazón del proyecto: el diseño del Eco-Barrio, un componente crucial que encapsula la visión de una comunidad sostenible en el municipio de Cogua. Este diseño, intrínsecamente vinculado a la mejora de la calidad de vivienda y al fomento de prácticas ecológicas, representa un paso significativo hacia un futuro más equitativo y responsable en las zonas rurales.

A lo largo de este capítulo, exploraremos en detalle los aspectos clave del diseño de este Eco-Barrio, incluyendo su planificación urbana, las estrategias de vivienda sostenible, y la incorporación de tecnologías limpias. Además, examinaremos cómo se integra esta comunidad en el entorno natural, promoviendo la armonía entre las personas y su ecosistema circundante.

5.1. Factores climáticos

5.1.1. *Clima*

El clima de Cogua, Cundinamarca, muestra veranos e inviernos fríos y lluviosos, con nubosidad constante a lo largo del año. Las temperaturas oscilan generalmente entre 6 °C y 19 °C durante el año. Según la puntuación de turismo, las mejores épocas para disfrutar de un clima cálido en Cogua son desde finales de mayo hasta finales de septiembre, así como desde mediados de diciembre hasta mediados de febrero.

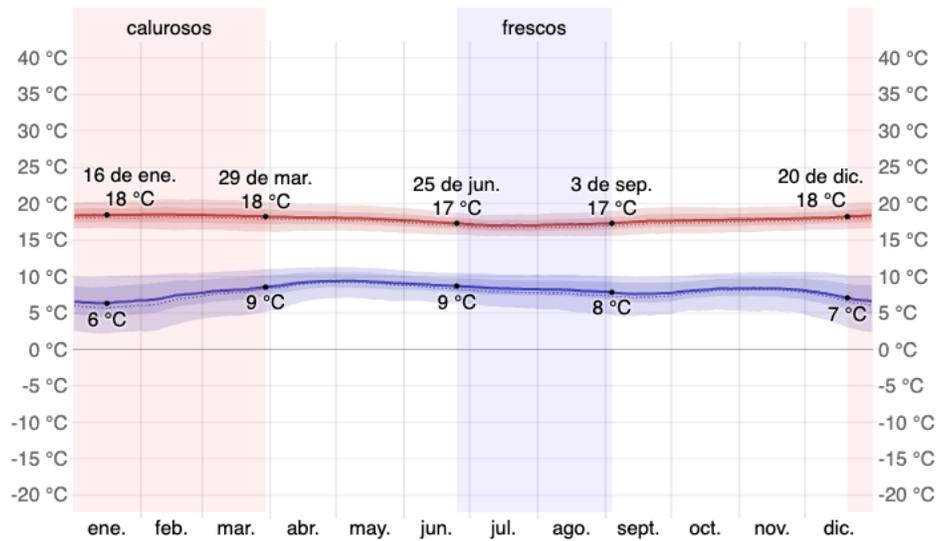
Figura 27*Clima*

Tomado de: Weather Spark <https://es.weatherspark.com/y/24295/Clima-promedio-en-Cogua-Colombia-durante-todo-el-a%C3%B1o#Sections-Temperature>

5.1.2. Temperatura

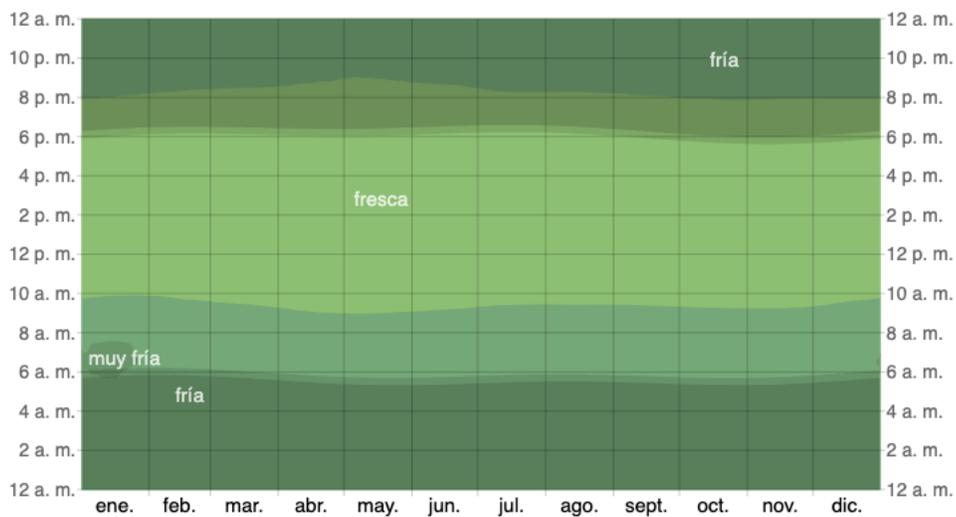
En Cogua, la temperatura promedio varía a lo largo del año. Durante la temporada templada, que abarca 3.3 meses, desde el 20 de diciembre hasta el 29 de marzo, las temperaturas diarias máximas promedio superan los 18 °C. El mes más cálido en Cogua es mayo, con una temperatura máxima promedio de 18 °C y una mínima de 9 °C. Por otro lado, la temporada fresca dura 2.3 meses, desde el 25 de junio hasta el 3 de septiembre, y durante este período, las temperaturas diarias máximas promedio son inferiores a 17 °C. El mes más frío del año en Cogua es enero, con una temperatura mínima promedio de 6 °C y una máxima de 18 °C.

Figura 28
Temperatura I



Tomado de: Weather Spark <https://es.weatherspark.com/y/24295/Clima-promedio-en-Cogua-Colombia-durante-todo-el-a%C3%B1o#Sections-Temperature>

Figura 29
Temperatura II



Tomado de: Weather Spark <https://es.weatherspark.com/y/24295/Clima-promedio-en-Cogua-Colombia-durante-todo-el-a%C3%B1o#Sections-Temperature>

5.1.3. Precipitación

La precipitación se define como la caída de al menos 1 milímetro de líquido o equivalente en un día. En Cogua, la probabilidad de días lluviosos varía durante el año. La temporada más húmeda es de marzo a diciembre, con más del 54 % de probabilidad de lluvia diaria. Octubre tiene el mayor promedio de días lluviosos (23,1 días).

La temporada seca es de diciembre a marzo, con enero siendo el mes con menos días lluviosos (9,7 días). Los días lluviosos pueden tener solo lluvia, nieve o ambos. Octubre tiene el mayor promedio de días con solo lluvia (23,1 días). La lluvia es la forma de precipitación más común, con una probabilidad máxima del 78 % el 27 de abril.

Figura 30
Precipitación

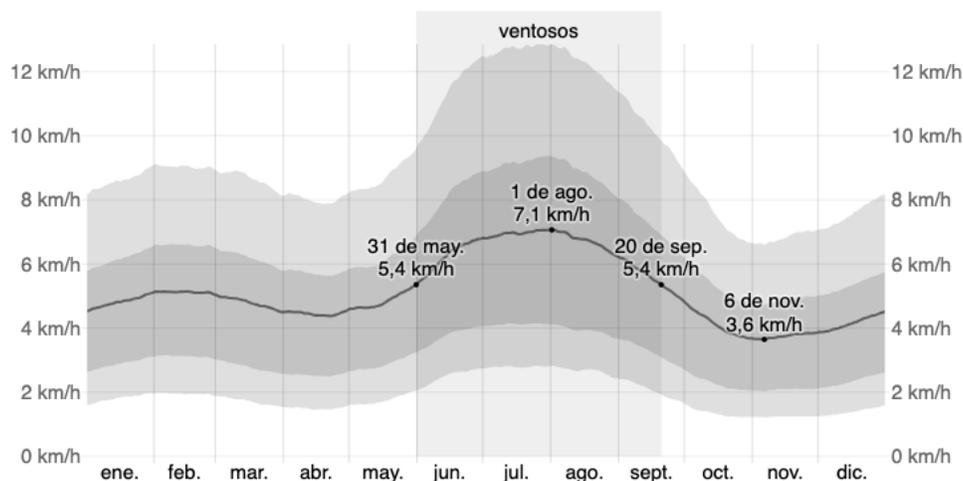


Tomado de: Weather Spark <https://es.weatherspark.com/y/24295/Clima-promedio-en-Cogua-Colombia-durante-todo-el-a%C3%B1o#Sections-Temperature>

5.1.4. Vientos

Esta sección aborda el promedio horario del viento, tanto en velocidad como en dirección, a una altura de 10 metros sobre el suelo en una zona amplia. El comportamiento del viento en un lugar específico se ve fuertemente influenciado por factores locales y topografía, lo que causa variaciones más amplias en la velocidad y dirección del viento en comparación con los promedios por hora.

En Cogua, la velocidad promedio del viento presenta leves cambios estacionales durante el año. La época más ventosa abarca 3,7 meses, desde el 31 de mayo hasta el 20 de septiembre, con velocidades promedio superiores a 5,4 kilómetros por hora. Julio es el mes más ventoso, con una velocidad promedio del viento de 7,0 kilómetros por hora, mientras que la temporada más tranquila abarca 8,4 meses, desde el 20 de septiembre hasta el 31 de mayo, siendo noviembre el mes más apacible con vientos promedio de 3,8 kilómetros por hora.

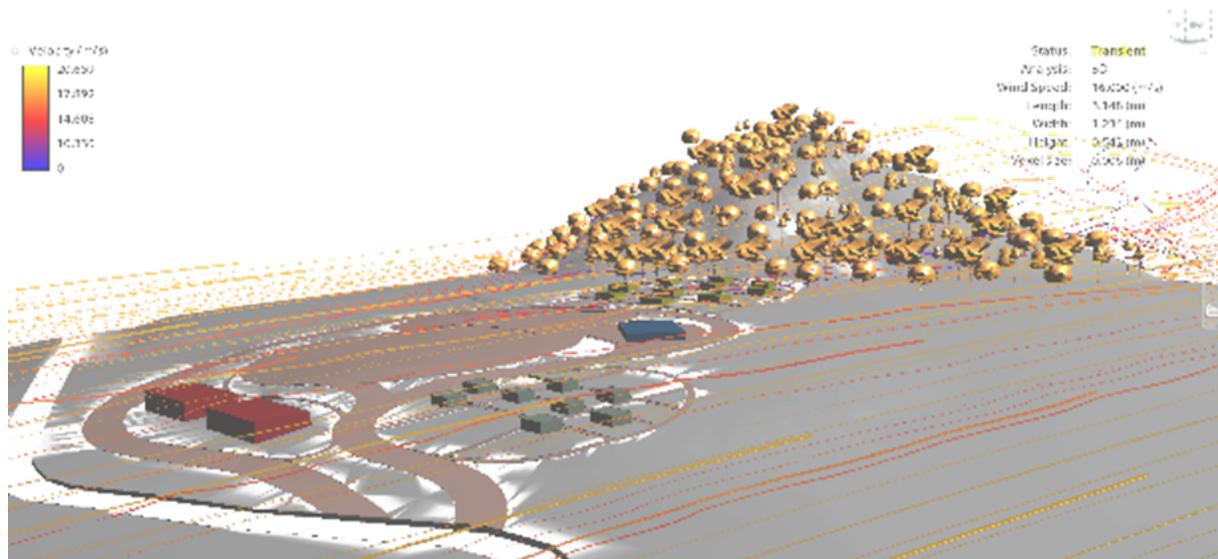
Figura 31*Vientos*

Tomado de: Weather Spark <https://es.weatherspark.com/y/24295/Clima-promedio-en-Cogua-Colombia-durante-todo-el-a%C3%B1o#Sections-Temperature>

5.2. Estrategias pasivas

5.2.1. Orientación de las viviendas

El estudio bioclimático reveló que la orientación de las viviendas hacia el este es la estrategia más efectiva para aprovechar la luz solar natural en todos los espacios. Esta orientación permite una entrada óptima de luz en las áreas habitables durante las horas de la mañana, reduciendo la dependencia de la iluminación artificial y promoviendo un diseño sostenible. Se busca maximizar la exposición al sol de la mañana y minimizar la exposición al sol de la tarde. Esto puede ayudar a reducir el calentamiento excesivo de los espacios interiores durante las horas más cálidas del día.

Figura 32*Orientación de las viviendas***Nota. Referencia**

5.2.2. Iluminación natural

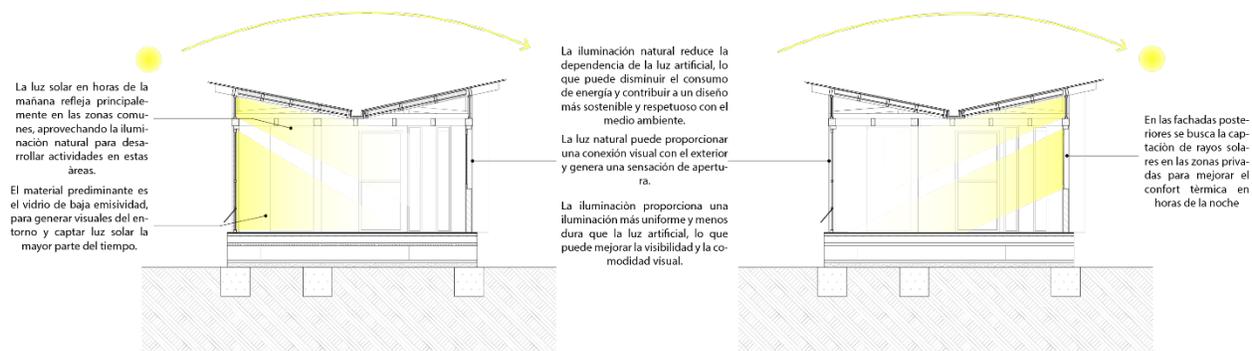
La luz natural desempeña un papel fundamental en el diseño bioclimático. En el caso de este proyecto, se ha aprovechado la luz solar de la mañana para iluminar las áreas comunes de las viviendas. Esto no solo mejora la calidad de vida de los residentes al proporcionar una iluminación natural agradable, sino que también reduce la necesidad de iluminación artificial, lo que resulta en ahorros significativos de energía y promueve la sostenibilidad en el diseño.

Estas estrategias bioclimáticas han sido cuidadosamente consideradas en el diseño de las viviendas en Cogua, para garantizar un confort térmico óptimo en un clima con una temperatura promedio de 16°, en armonía con las condiciones climáticas locales. La iluminación natural pretende minimizar el deslumbramiento y los reflejos molestos, evitar los contrastes de claridad excesivos y lograr la iluminación más adecuada para el espacio considerado. Aunque la luz que

entra por las ventanas normalmente no ocasiona reflejos, debido a que el ángulo de entrada es bajo, la luz cenital sí puede producirlos. Por tanto, el objetivo es evitar o minimizar los reflejos, cuidando especialmente la iluminación proveniente de los lucernarios y las ventanas.

Figura 33

Esquema bioclimático - Iluminación



Elaboración propia

5.2.3. Sombras y luz natural

En el contexto de un proyecto de eco aldea en Cogua , se realizó un análisis minucioso de cómo la sombra y la luz natural impactan en el comportamiento térmico y en la comodidad de las viviendas a lo largo del año. Con base en el estudio de sombras, se determinó que las viviendas debían rotarse 45 grados para evitar sombras a 90 grados. Esta adaptación garantiza una exposición máxima a la luz solar durante el día, lo que contribuye significativamente a la eficiencia energética de las viviendas.

El estudio se centró en los cuatro momentos clave del año: el equinoccio de marzo, el solsticio de junio, el equinoccio de septiembre y el solsticio de diciembre. Estos momentos

representan cambios significativos en la posición del sol y, por lo tanto, en la sombra y la luz que inciden en las viviendas.

Durante el equinoccio de marzo, se observó que la sombra de las viviendas se proyectaba hacia el muro trombe, lo que generaba una mayor ganancia de energía en este sistema de almacenamiento térmico pasivo. Esta disposición estratégica permitía acumular calor durante el día y liberarlo gradualmente durante la noche, contribuyendo así a mantener una temperatura confortable en el interior de las viviendas.

En el solsticio de junio, la sombra se tornaba más predominante en las áreas exteriores, lo que resultaba en una mayor comodidad en los espacios de descanso al evitar la exposición directa al sol intenso. Esta configuración aprovechaba al máximo la sombra natural, proporcionando refugio y frescura durante los días más cálidos.

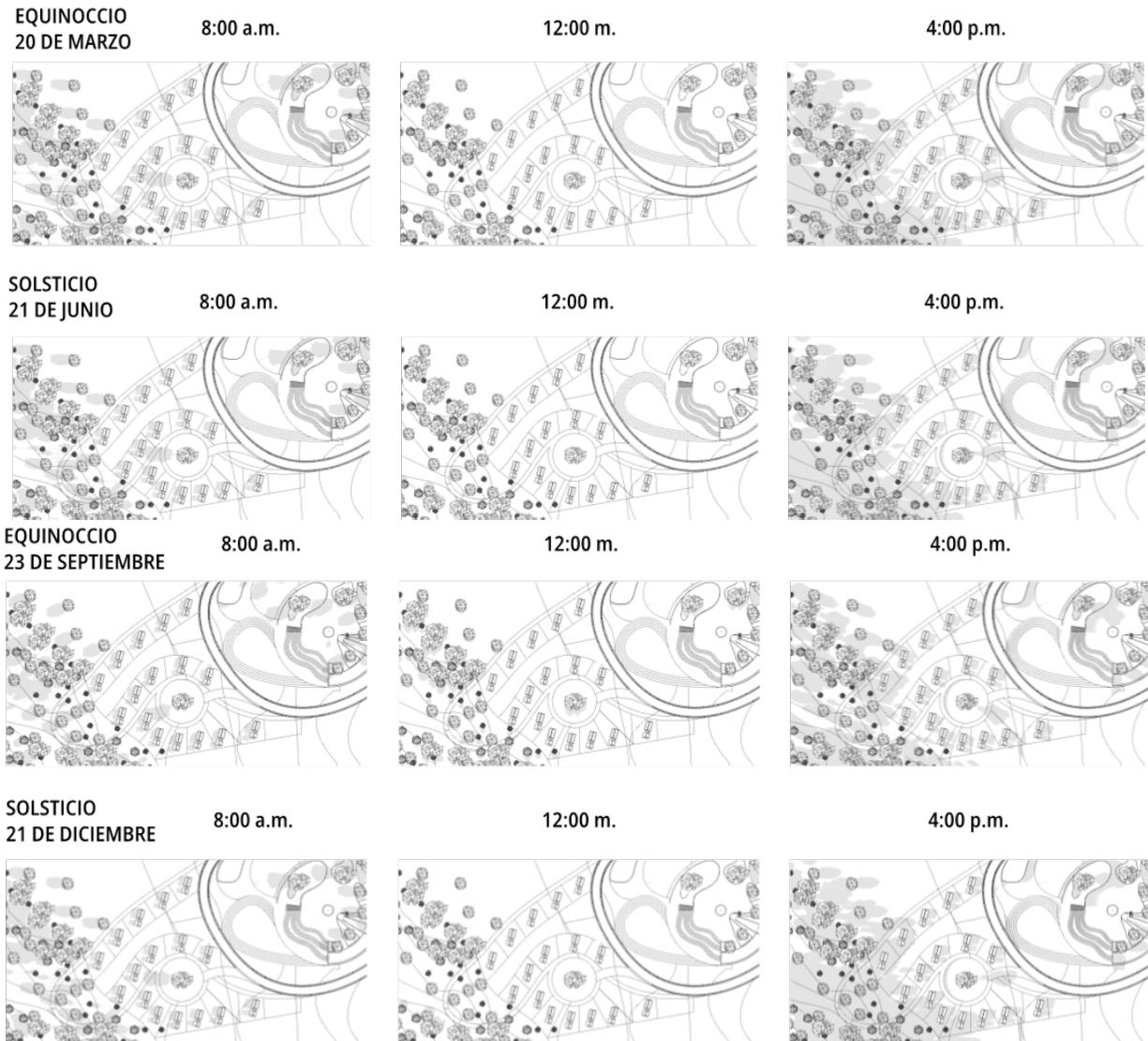
Por otro lado, en el equinoccio de septiembre, la sombra no era tan pronunciada, lo que permitía que la ganancia solar alcanzara todos los espacios de las viviendas. Esta distribución de la luz natural se traducía en una mayor eficiencia en la captación de energía solar, beneficiando tanto a los sistemas de calefacción pasiva como a los paneles solares, lo que contribuiría a la autosuficiencia energética del proyecto.

Finalmente, en el solsticio de diciembre, la sombra predominaba, especialmente en las horas de la tarde. Esto resultaba beneficioso al evitar el sobrecalentamiento de los espacios durante las épocas más calurosas del día, manteniendo una temperatura agradable en el interior.

Este estudio de sombra y luz natural se convierte en un elemento clave en la planificación y diseño de las viviendas de la eco aldea en Cogua. Permite optimizar la ganancia de energía solar, mejorar la comodidad de los residentes y reducir la dependencia de fuentes de energía convencionales. Además, demuestra cómo la arquitectura puede aprovechar los recursos naturales

de manera inteligente para crear espacios habitables más sostenibles y eficientes desde el punto de vista energético.

Figura 34
Estudio de sombras



Elaboración propia

5.2.4. Estrategias de ventilación cruzada

Además de la rotación de las viviendas, se han aplicado estrategias pasivas para mejorar el confort y la calidad del aire interior. Una de estas estrategias es la ventilación cruzada, Mediante la ubicación de ventanas opuestas en las viviendas, se promueve un flujo de aire natural que permite una renovación constante del aire interior y la entrada de aire fresco. Esto no solo contribuye al confort térmico, sino que también mejora la calidad del ambiente interior.

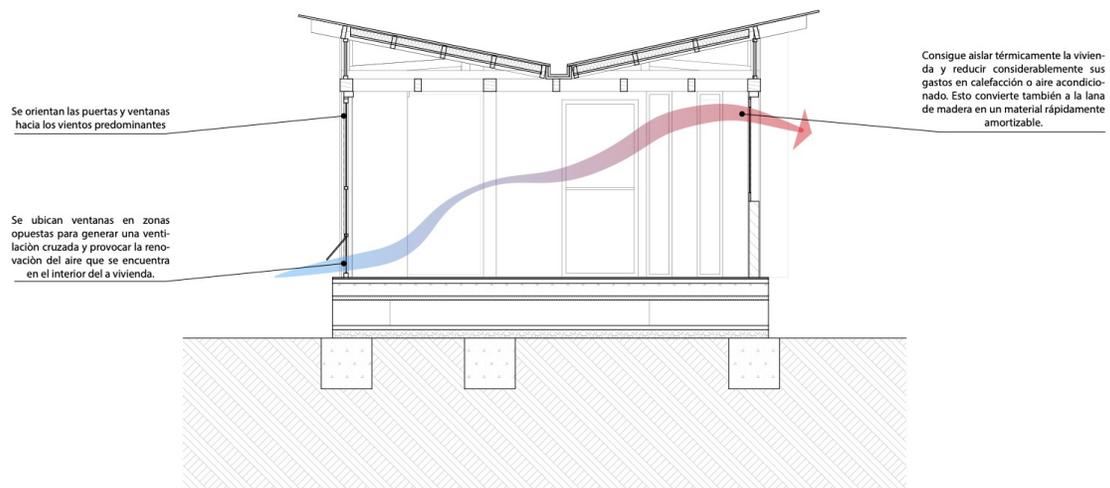
El estudio de sombras y las estrategias de diseño basadas en él, como la rotación de las viviendas, han sido fundamentales para asegurar que las viviendas en Cogua estén optimizadas para la ganancia energética y la comodidad de sus residentes, en sintonía con las condiciones climáticas y de luz natural locales. Los beneficios de la ventilación cruzada son diversos. En primer lugar, contribuye a mejorar el confort térmico en el espacio habitable, asegurando un ambiente más agradable. Además, esta estrategia conlleva un ahorro energético que puede alcanzar hasta un 30%, lo que resulta en una mayor eficiencia en el consumo de energía. Asimismo, la ventilación cruzada desempeña un papel importante en la mejora de la calidad del aire en el interior de la vivienda, promoviendo un ambiente más saludable.

Se estudio también que el área de la abertura de entrada no puede ser mayor de 25% del área de la abertura de salida para garantizar un flujo de aire efectivo. El flujo de aire seguirá la ruta de menor resistencia, lo que implica la necesidad de identificar los puntos muertos, es decir, áreas donde el aire fresco no llega de manera adecuada. La efectividad de esta estrategia aumenta en habitaciones que tienen al menos cinco veces el ancho de la altura del suelo al techo.

Es importante que las particiones dentro del espacio no obstruyan el flujo de aire deseado. Por último, los equipos con altas cargas térmicas deben ubicarse en las fachadas este y oeste, aislados, ya que son las áreas con las mayores cargas térmicas y donde colocar ventanas no aportaría beneficios significativos. En definitiva, la ventilación cruzada sigue siendo una estrategia fundamental en el diseño bioclimático y es esencial en la planificación de proyectos arquitectónicos sostenibles.

Figura 35

Esquema bioclimático



Elaboración propia

5.3. Estrategias activas

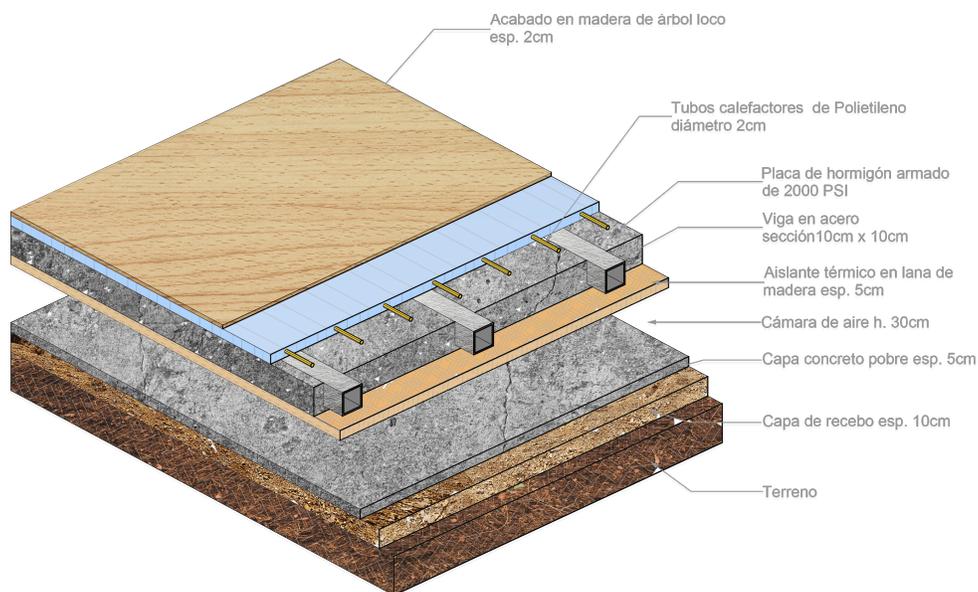
5.3.1 Suelo radiante

La implementación de un sistema de suelo radiante se presenta como una estrategia fundamental en el proyecto de la vivienda sostenible, especialmente en un entorno de clima frío.

Este sistema contribuye significativamente al confort térmico y la eficiencia energética de las viviendas, al proporcionar un calor uniforme y reducir la pérdida de calor, el suelo radiante asegura que los residentes experimenten una temperatura agradable y constante en todas las áreas de la vivienda, sin necesidad de recurrir a altas temperaturas de calefacción. Además, su capacidad para funcionar a temperaturas más bajas lo hace compatible con fuentes de energía renovable, como sistema de bombas de calor geotérmicas, lo que encaja perfectamente con la orientación del proyecto hacia la sostenibilidad. Esta estrategia también permite la subdivisión en zonas de calefacción, lo que brinda un control preciso y la posibilidad de calentar solo las áreas utilizadas en un momento dado, lo que se traduce en un mayor ahorro de energía. Por último, el suelo radiante se alinea con la visión de un proyecto que busca combinar el confort de los residentes con la eficiencia energética y la sostenibilidad, contribuyendo así a la creación de un entorno habitable y respetuoso con el medio ambiente en Cogua.

Figura 36

Detalle placa radiante



Elaboración propia

5.3.2 Geotermicidad

Las viviendas en la eco aldea estarán equipadas con sistemas de bombas de calor geotérmicas que aprovecharán la temperatura constante y moderada del suelo a cierta profundidad para calefacción en invierno y refrigeración en verano. Durante la temporada invernal, estas bombas extraerán calor del suelo para proporcionar calefacción a los espacios interiores, garantizando un ambiente cálido y confortable para los residentes. En cambio, en los meses de verano, el sistema disipará el exceso de calor generado en el interior hacia el suelo, contribuyendo a mantener una temperatura fresca y agradable.

Esta estrategia geotérmica ofrecerá beneficios significativos, tales como una reducción en la dependencia de combustibles fósiles para la climatización de las viviendas, lo que se traducirá en menores emisiones de gases de efecto invernadero y una huella ecológica reducida. Además, contribuirá a la eficiencia energética global del proyecto, lo que resultará en ahorros significativos en costos de energía para los residentes a lo largo del tiempo.

5.3.3. Muro Trombe y captación de calor solar

En el diseño de las viviendas de la eco aldea, se incorporarán muros Trombe en las fachadas orientales del proyecto. Estos muros estarán contruidos con materiales de alta densidad, como lo son el concreto y el ladrillo, y estarán pintado de colores negro para maximizar la absorción de calor solar. Frente a estos muros se colocarán vidrios aislantes, creando un espacio de aire entre el muro y el vidrio. Durante el día, cuando la radiación solar

incide sobre el muro Trombe, este se calienta y transfiere el calor al aire atrapado entre el vidrio y el muro.

El aire caliente se elevará, creando una corriente de convección que lo llevará hacia la parte superior del espacio interior de la vivienda. A medida que el aire caliente se desplaza, cede su calor al ambiente, proporcionando calefacción natural y gradual a los espacios interiores. Durante la noche o en días nublados, el muro Trombe actúa como un radiador térmico, liberando gradualmente el calor almacenado en el muro y manteniendo una temperatura interior confortable.

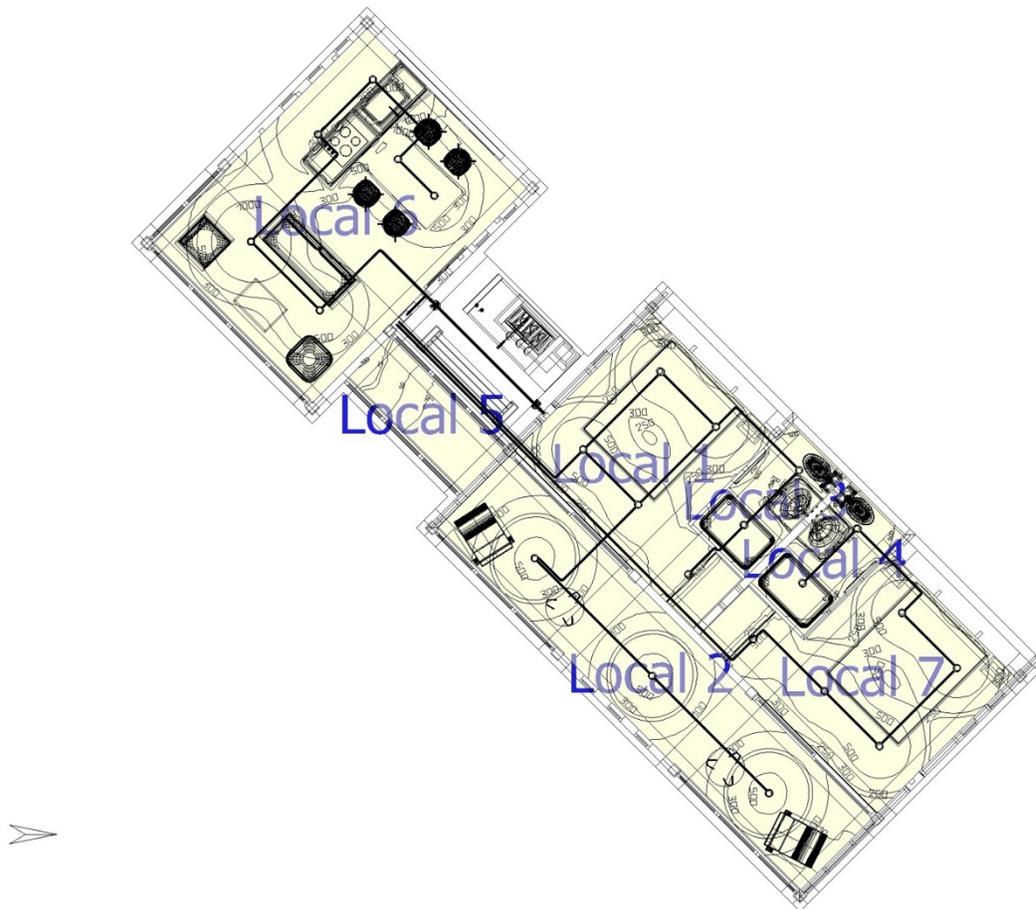
5.4. Simulaciones

5.4.1. Simulación iluminación artificial

Las simulaciones de iluminación artificial proporcionarán resultados significativos en cuanto a las características de las luminarias y los estándares de iluminación obtenidos del programa Dialux. A continuación, se presentan los resultados detallados de cada simulación.

Primera Simulación (Luminarias de 10W, 1000 lm): En esta simulación, se utilizó una potencia de 10W y un flujo luminoso de 1000 lm para las luminarias de techo en todos los espacios. Sin embargo, según las normas, solo el espacio del baño cumplía con los estándares de iluminación requeridos.

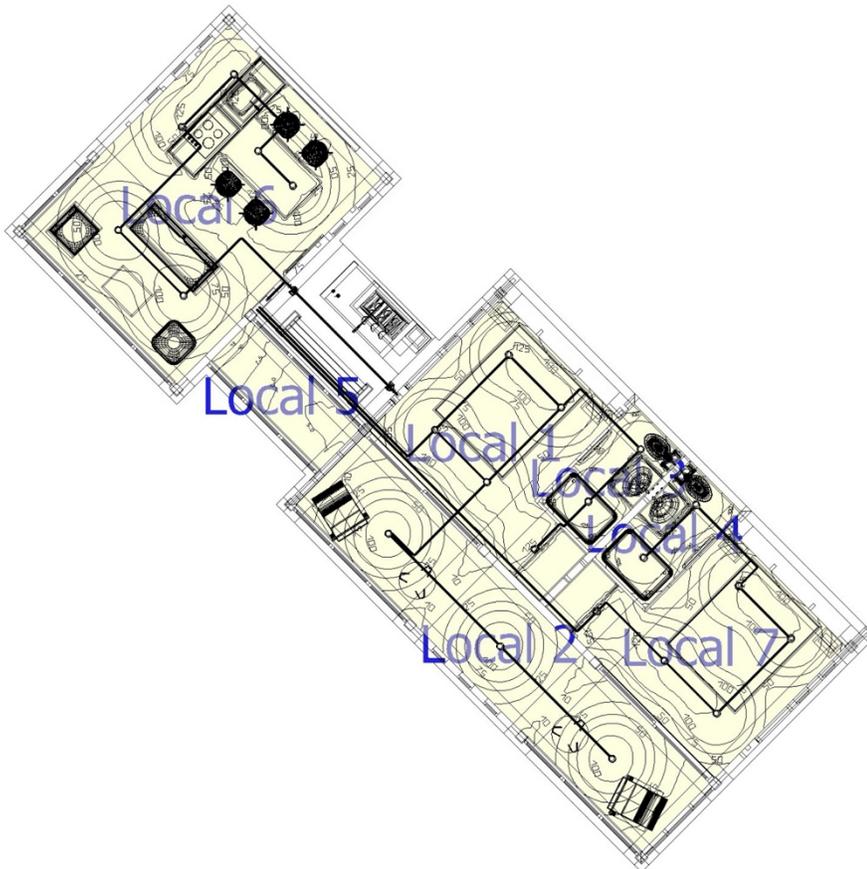
Figura 37
Simulación I



Elaboración propia

Segunda Simulación (Luminarias de 7W, 300 lm): En esta segunda simulación, se redujo la potencia de las luminarias a 7W y el flujo luminoso a 300 lm. Como resultado, los dormitorios y pasillos cumplían con el estándar necesario de iluminación, pero otros espacios aún no lo hacían.

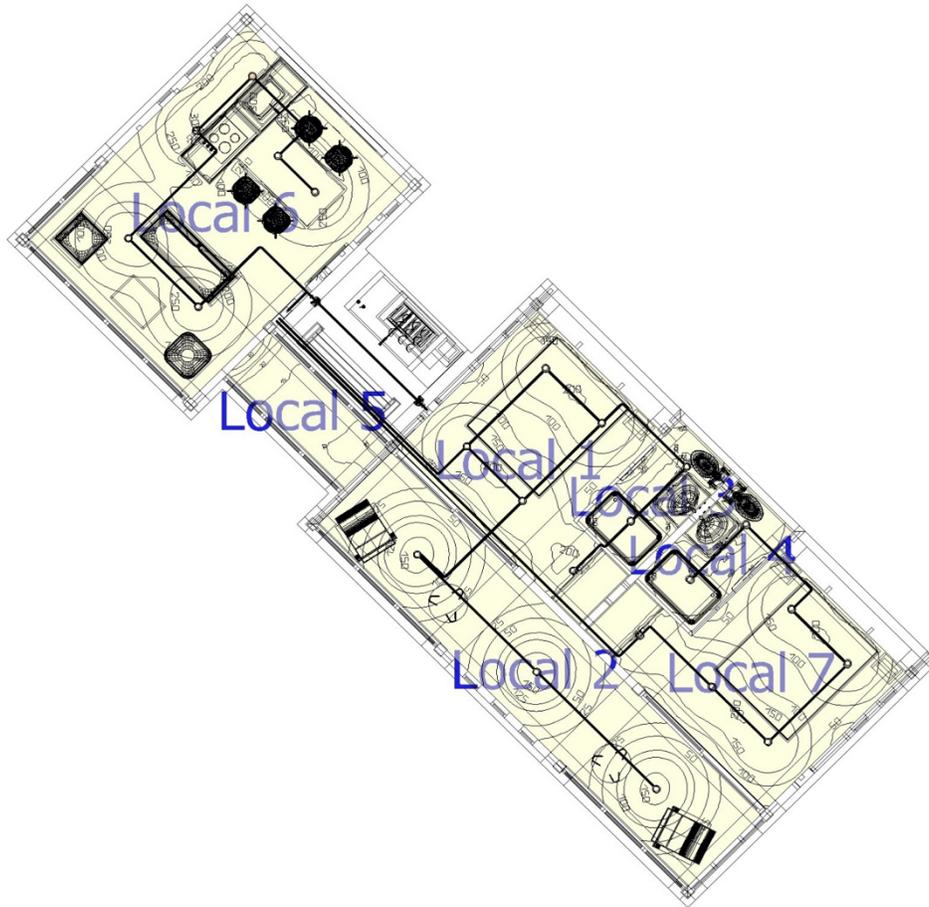
Figura 38
Simulación II



Elaboración propia

Tercera Simulación (Luminarias de 7W, 500 lm): En esta tercera simulación, se mantuvo la potencia de 7W, pero se aumentó el flujo luminoso a 500 lm. Como resultado, todos los espacios, excepto el baño, cumplían con el estándar sugerido de iluminación.

Figura 39
Simulación III



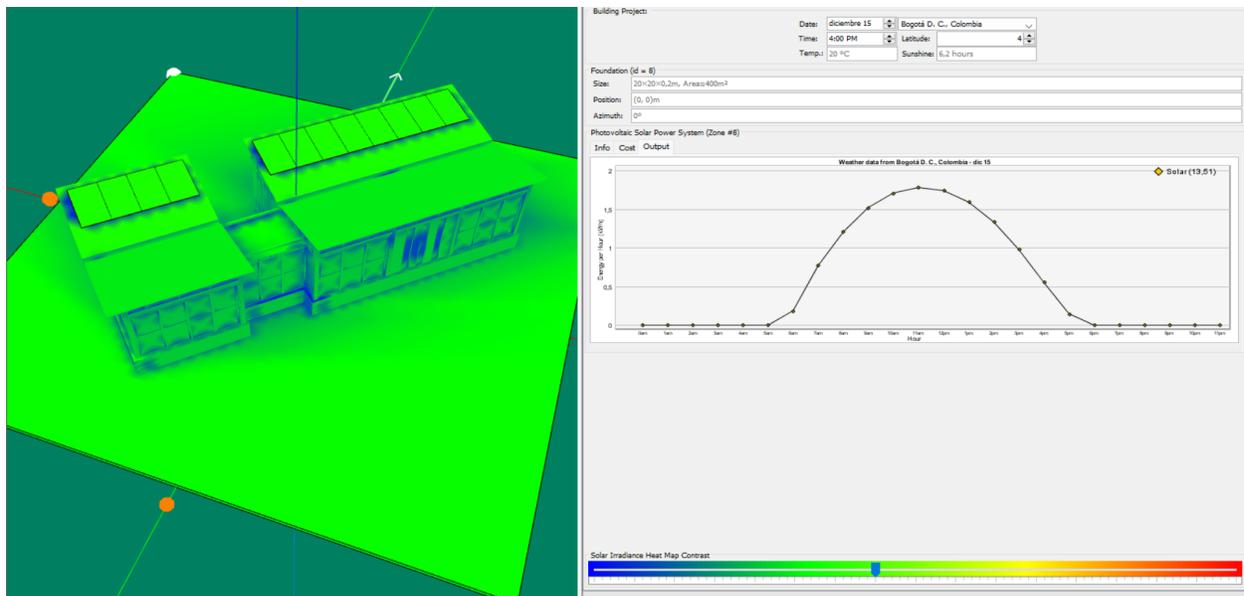
Elaboración propia

En conclusión, basándonos en las simulaciones, se puede afirmar que la iluminación ideal para la sala, cocina, dormitorios y pasillos debe tener un flujo luminoso de 500 lm, mientras que para los baños se requiere un flujo luminoso de 1000 lm para cumplir con los estándares de iluminación recomendados. Estos resultados respaldan la necesidad de ajustar las especificaciones de las luminarias en función de las diferentes áreas de la vivienda para lograr una iluminación óptima y eficiente

5.4.2. Simulación radiación solar

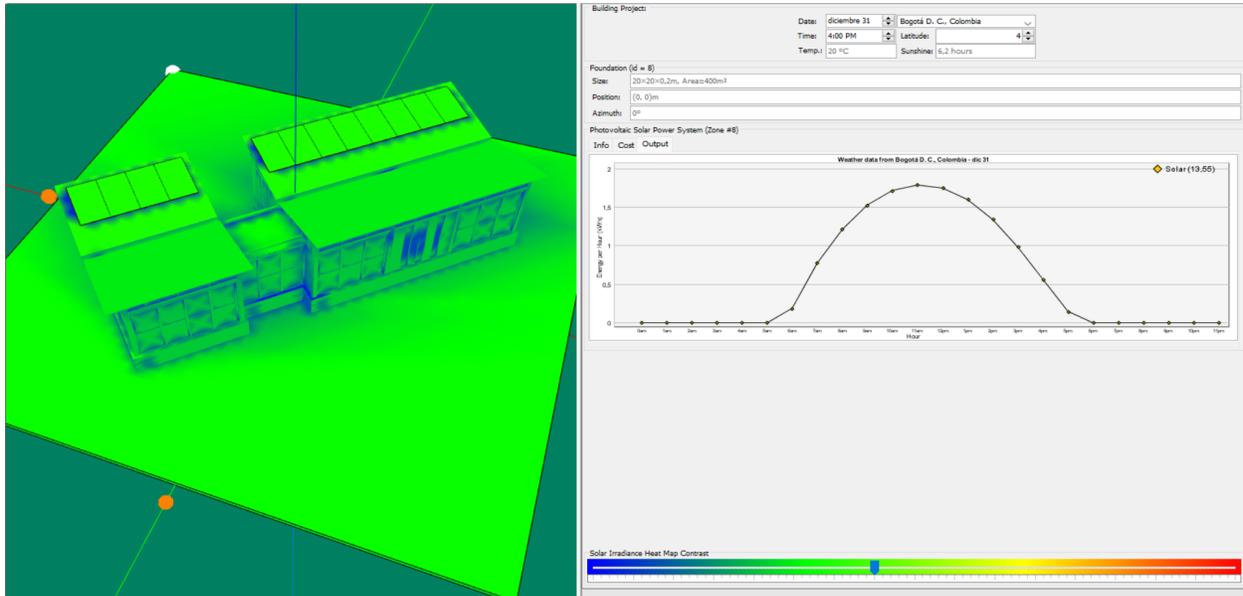
Las simulaciones realizadas con la herramienta Energy 3D abarcaron un período crucial de 30 días que coincidió con la temporada de mayor afluencia turística en la región, específicamente durante los meses de diciembre y enero. Estos meses son de gran importancia, ya que la disponibilidad de radiación solar alcanza su punto máximo durante este período, lo que la convierte en una fuente de energía abundante y valiosa para el proyecto.

Figura 40
 Simulación diciembre 15



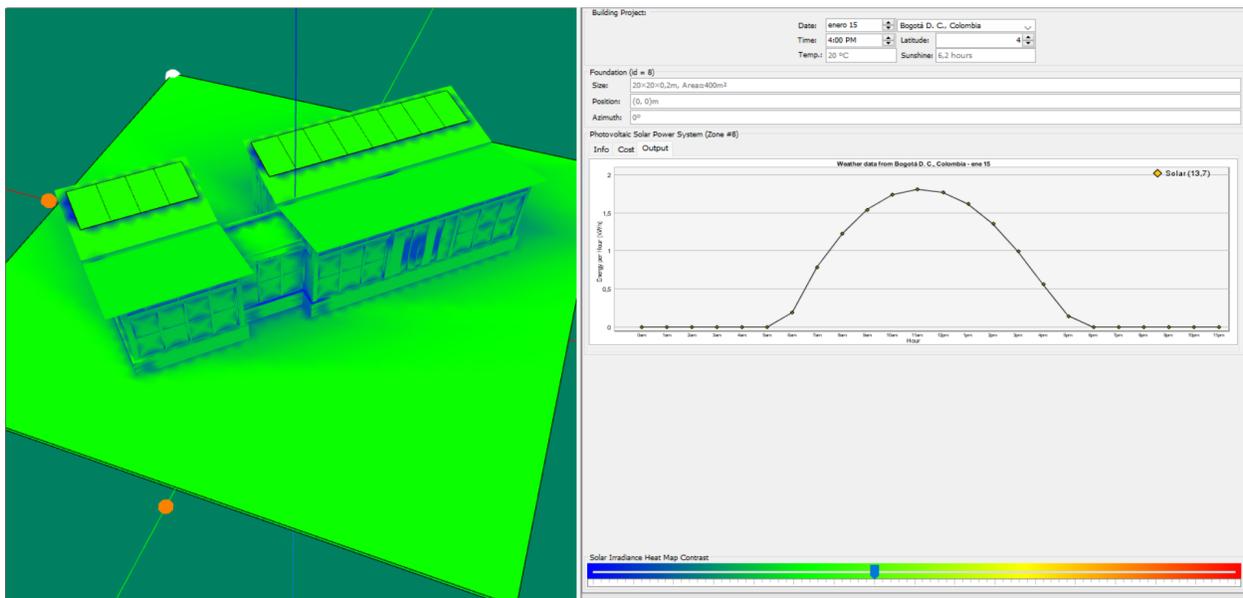
Elaboración propia

Figura 41
Simulación diciembre 31



Elaboración propia

Figura 42
Simulación enero 15



Elaboración propia

El análisis de las simulaciones arrojó datos precisos sobre la radiación solar en la zona, expresada en kilovatios-hora (kWh) por día. En promedio, se obtuvo una cifra de 13,57 kWh durante los 30 días simulados. Cabe destacar que durante la mayoría de los días, se registraron entre 7 y 5 horas de luz solar, siendo las horas pico de luz solar durante este período. Esta distribución de horas de luz solar representa una cantidad significativa de energía disponible para su aprovechamiento. Este promedio y la distribución de las horas de luz solar son elementos esenciales para la correcta planificación de las estrategias de captación de energía solar en el diseño de la eco aldea de Cogua. La información obtenida respalda la viabilidad y la eficiencia de la integración de sistemas de energía solar en el proyecto, contribuyendo significativamente a su sostenibilidad y la reducción de la dependencia de fuentes de energía convencionales.

5.5. Propuesta urbana

5.5.1. Diversidad de usos

Se pretende fomentar y ampliar aplicaciones estratégicas para maximizar el impacto social, económico y medioambiental. Con el objetivo de incrementar las opciones laborales para la población y aprovechar las atracciones turísticas de la región. Entre los propósitos primordiales se encuentran el comercio, la educación, vivienda sostenible y la agricultura sostenible.

Figura 43

Propuesta urbana



Elaboración propia

Además, la diversificación de los usos también contribuye a la sostenibilidad económica de la eco aldea, al permitir la generación de distintas fuentes de ingresos. En lugar de depender de una única actividad económica, la eco aldea puede contar con múltiples fuentes de ingresos, lo que reduce la vulnerabilidad económica frente a posibles fluctuaciones en el mercado. Asimismo, la diversidad de usos también fomenta la creación de una comunidad más vibrante y diversa, con distintas personas y habilidades que se complementan y enriquecen entre sí. Esto puede generar un sentido de pertenencia y de identidad compartida entre los habitantes de la eco aldea, lo que a su vez puede reforzar la resiliencia comunitaria frente a posibles crisis.

5.5.2. Implementación de estrategias urbanas

La implementación de estrategias económicas, sociales y ambientales en el proyecto son esenciales para abordar y promover los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS). Al integrar estas estrategias en el proyecto, no solo se busca mejorar las condiciones de vida de la comunidad local, sino también contribuir a objetivos más amplios, como la promoción del trabajo decente y el crecimiento económico sostenible. Al mismo tiempo, nuestro enfoque en la sostenibilidad, la innovación y el turismo ecológico se alinea con otros ODS relacionados con la acción climática, la vida submarina y terrestre, y la promoción de comunidades y ciudades sostenibles. La eco aldea en Cogua no solo busca ser un modelo de desarrollo local, sino también un ejemplo de cómo los proyectos arquitectónicos pueden contribuir al logro de metas globales de sostenibilidad.

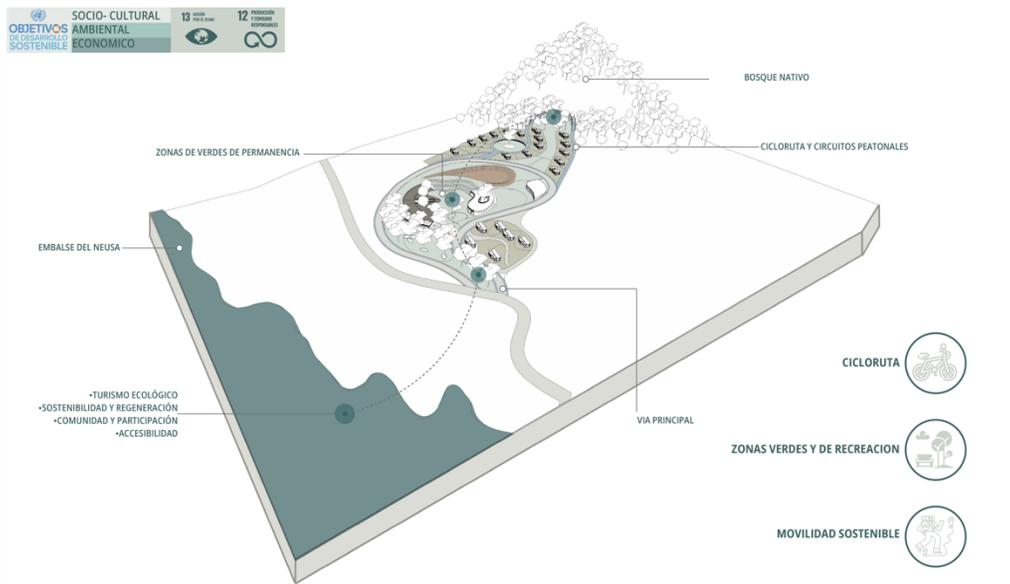
5.5.2.1. Proximidad, planificación de zonas verdes y movilidad

La proximidad se traduce en la disposición de servicios y recursos a una distancia razonable de las viviendas, lo que fomenta la comodidad y la eficiencia en el acceso a ellos. La planificación de zonas verdes busca integrar áreas de recreación, descanso y actividades al aire libre en todo el proyecto, mejorando la calidad de vida y el bienestar de los residentes. La creación de un entorno que promueva la accesibilidad y la interconexión entre los diferentes espacios. La movilidad promueve un enfoque sostenible que minimiza el uso de vehículos

motorizados, priorizando medios de transporte más respetuosos con el medio ambiente, como bicicletas y rutas peatonales.

Figura 44

Proximidad, planificación de zonas verdes y movilidad



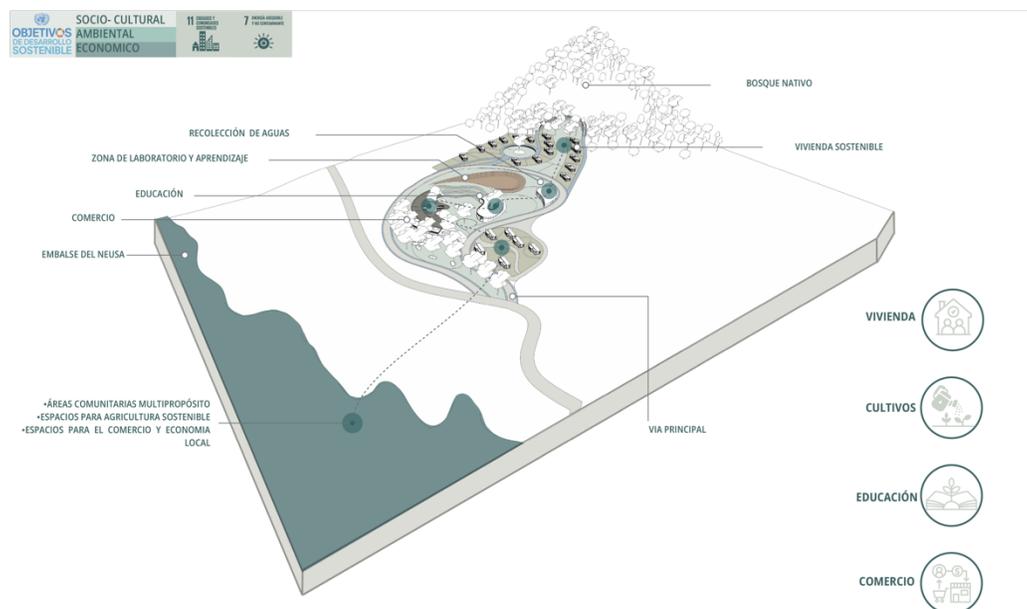
Elaboración propia

5.5.2.2. Diversidad de usos

La diversidad de usos abarcan áreas de educación, vivienda, huertas comunitarias y comercio. Estos usos buscan promover la coexistencia armoniosa de viviendas sostenibles y educación ambiental, donde las viviendas se integren con espacios comunes, huertas comunitarias y locales comerciales. Esta diversidad de usos facilita la convivencia y el intercambio de

conocimientos, estimulando la economía local y fomentando un estilo de vida sostenible en línea con los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS). Esta diversidad de usos enriquece la vida cotidiana de los residentes y fomenta la inclusión y participación de la comunidad.

Figura 45
Diversidad de usos



Elaboración propia

5.5.2.3. Turismo y comercio

EL turismo y el comercio se interconectan para impulsar el desarrollo económico local y fomentar el turismo ecológico. La presencia de rutas turísticas, espacios de alojamiento y actividades de aventura en la zona brinda oportunidades para atraer turistas, mientras que los locales comerciales ofrecen servicios y productos relacionados con la sostenibilidad y el bienestar.

Esta sinergia busca no solo mejorar la calidad de vida de los habitantes rurales, sino también proteger y preservar el entorno natural y fomentar el crecimiento económico local, en línea con los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS).

Figura 46
Turismo y comercio



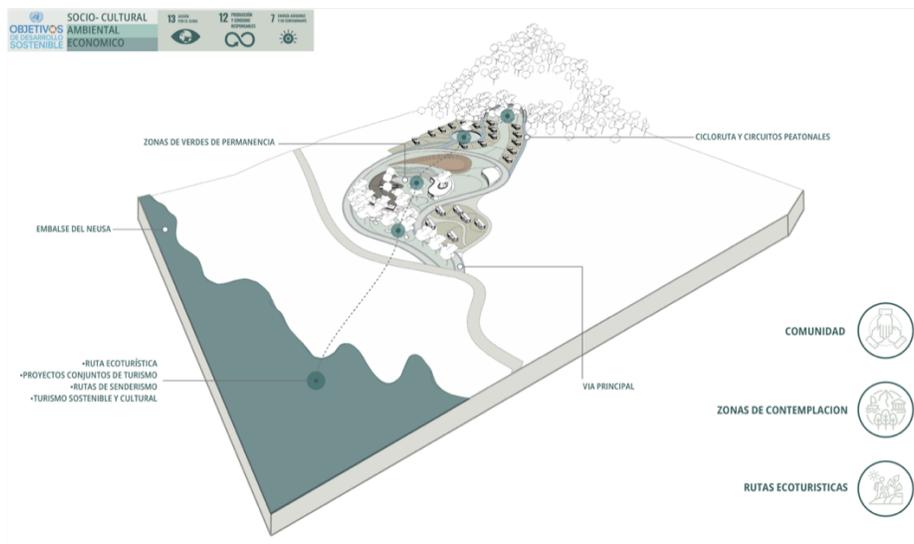
Elaboración propia

5.5.2.4. Integración de lo social ,económico y ambiental

En el ámbito social, la eco aldea busca mejorar la calidad de vida de los habitantes rurales al proporcionar viviendas sostenibles y acceso a servicios básicos. Esto contribuye a reducir la migración de la población en busca de mejores oportunidades y fortalece la cohesión comunitaria. En el aspecto económico, se promueve el desarrollo local a través del turismo ecológico y la

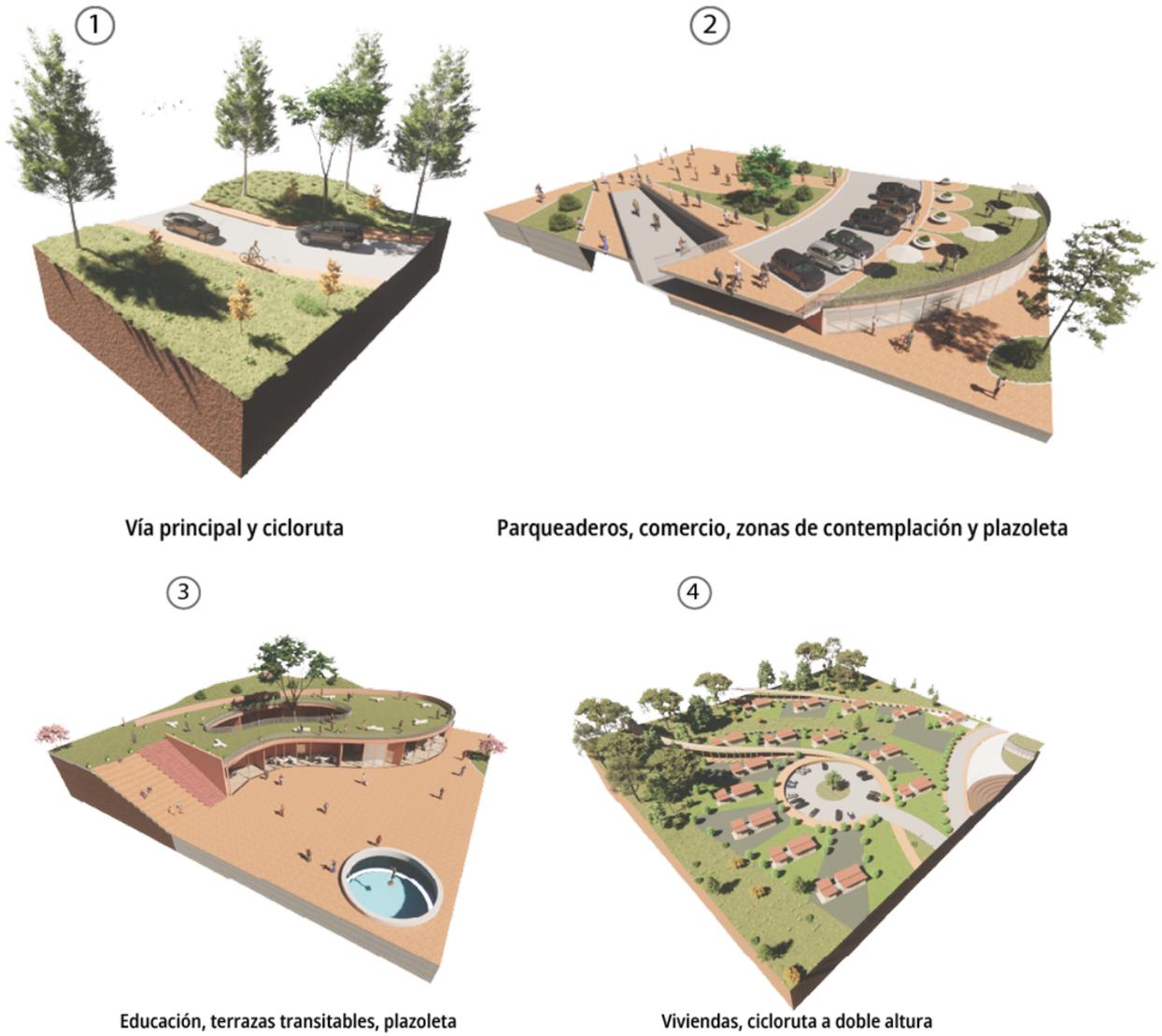
generación de empleo en actividades sostenibles. El comercio local se beneficia al ofrecer productos y servicios relacionados con la eco aldea. Desde una perspectiva ambiental, se aplican estrategias de construcción sostenible, energía renovable y conservación del entorno natural, lo que minimiza el impacto ambiental y contribuye a la preservación de los ecosistemas locales. Esta integración de enfoques sociales, económicos y ambientales se alinea con los Objetivos de Desarrollo Sostenible, promoviendo un modelo de desarrollo equitativo y sostenible en Cogua.

Figura 47
Integración de lo social, económico y ambiental



Elaboración propia

Figura 48
Propuesta urbana general



Elaboración propia

Figura 49
Render propuesta urbana I



Elaboración propia

Figura 50

Render propuesta urbana II



Elaboración propia

Figura 51

Render propuesta urbana III



Elaboración propia

En definitiva, la diversidad de usos en una eco aldea es un factor clave para atraer personas interesadas en un estilo de vida más sostenible, así como para sostener una economía local próspera y diversificada. Al combinar distintas actividades productivas, se puede generar una comunidad más vibrante y resiliente, capaz de enfrentar los desafíos del futuro con éxito.

5.6. Propuesta arquitectónica

5.6.1 Memoria compositiva de las viviendas modulares

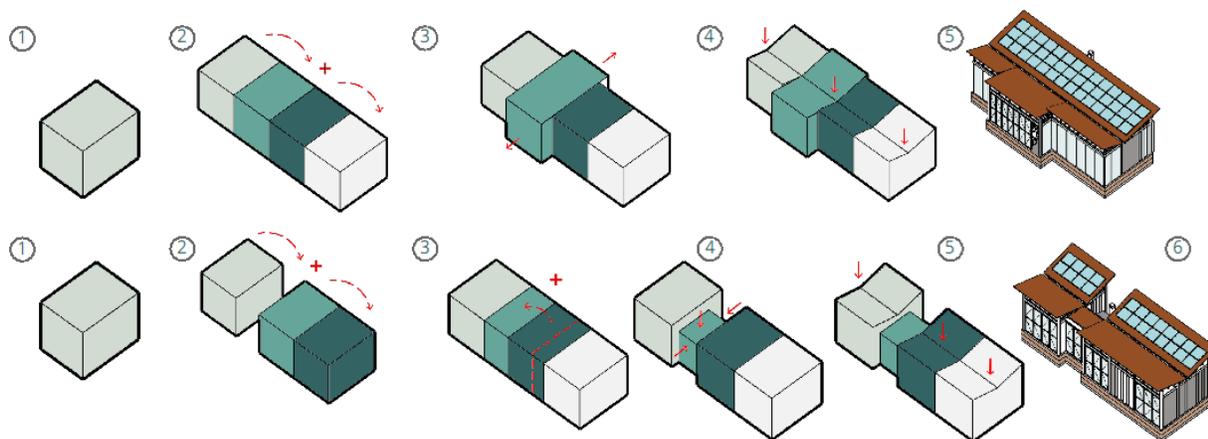
La memoria compositiva que ha guiado el diseño de las viviendas modulares en Cogua, Cundinamarca, se fundamenta en la búsqueda de la eficiencia, la sostenibilidad y la

funcionalidad. Estos principios ordenadores han sido clave para definir las características esenciales de las viviendas y su relación con el entorno.

5.6.2. Diseño rectangular y modular

El diseño de las viviendas se basa en la simplicidad de formas y líneas rectangulares que se entrelazan para crear una estructura modular. Esta modularidad permite una flexibilidad única, ya que las unidades modulares pueden ensamblarse y reorganizarse de diversas maneras. Esto no solo proporciona una adaptabilidad excepcional para satisfacer las necesidades cambiantes de los residentes, sino que también simplifica el proceso de construcción y permite un uso eficiente de los materiales.

Figura 52
Memoria compositiva



Elaboración propia

5.6.3. Eficiencia espacial

Cada elemento de las viviendas ha sido diseñado para maximizar la eficiencia espacial. Los interiores se organizan de manera lógica y funcional, priorizando la comodidad y el flujo natural entre las distintas áreas. Se ha prestado especial atención a la optimización del espacio de almacenamiento y la distribución del mobiliario para lograr un entorno habitable y versátil.

5.6.4. Integración de tecnologías sostenibles

La memoria compositiva también enfatiza la integración de tecnologías sostenibles en el diseño de las viviendas. Esto incluye la incorporación de paneles solares para la generación de energía renovable y sistemas de calefacción radiante para el confort térmico. Estas soluciones tecnológicas contribuyen a la eficiencia energética de las viviendas y promueven un estilo de vida más sostenible.

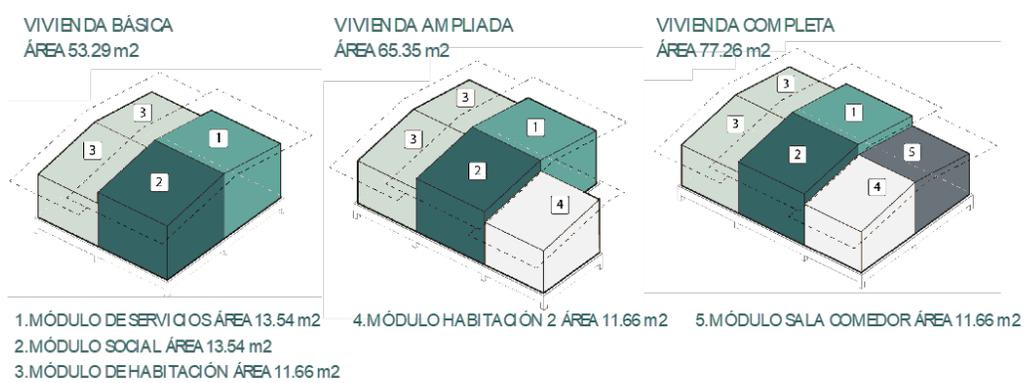
5.6.5. Relación con el entorno

El diseño rectangular y modular de las viviendas se adapta armoniosamente al entorno circundante. Se ha buscado una relación visual y espacial adecuada con el paisaje, manteniendo una estética que respeta la identidad del lugar. Además, las viviendas están diseñadas para aprovechar al máximo las condiciones climáticas y la luz natural de Cogua, lo que contribuye a la eficiencia energética y al confort de los residentes.

La memoria compositiva no solo define la apariencia física de las viviendas, sino que también establece los principios rectores que informan su diseño, funcionalidad y sostenibilidad. Estos principios aseguran que las viviendas modulares en Cagua sean un espacio habitable eficiente, adaptable y en armonía con su entorno.

Figura 53

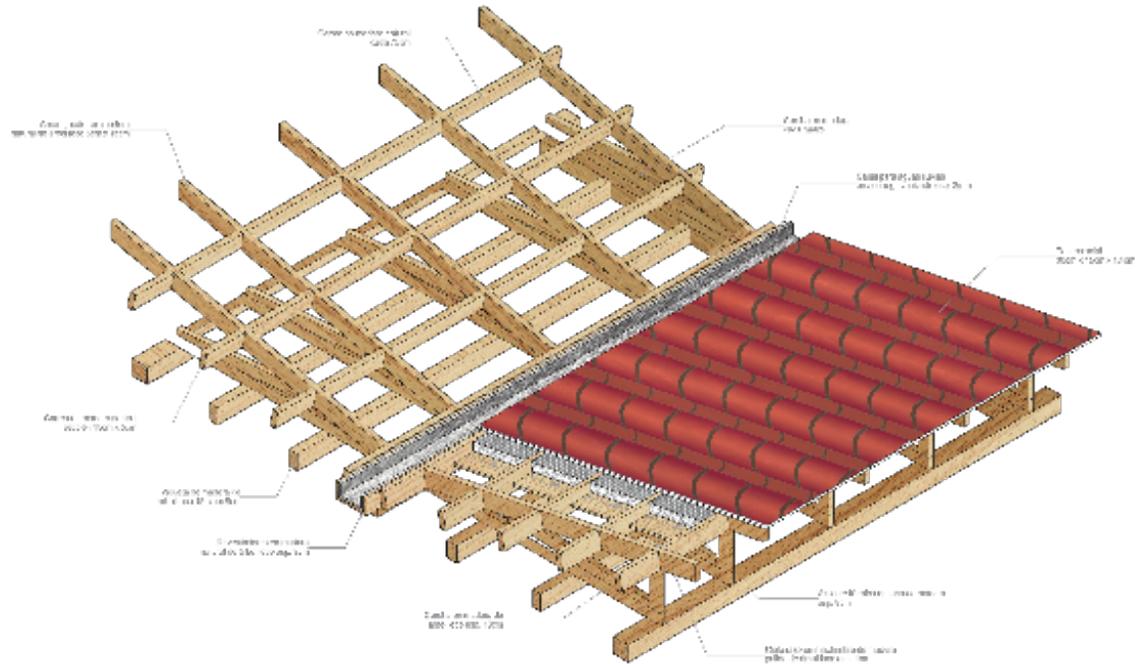
Esquema de vivienda modular de Cagua



Adaptada de *Documento diagnóstico PBOT por Gerencia de Planeación Cagua, 2022.*

5.6.6. Tecnologías y materiales sostenibles

El diseño de las viviendas modulares en Cagua, Cundinamarca, incorpora tecnologías y materiales sostenibles que no solo mejoran la eficiencia energética, sino que también promueven un estilo de vida más respetuoso con el medio ambiente.

Figura 54*Detalle estructural de la cubierta*

Elaboración propia

5.6.7. Madera y bloque BTC (Bloque de Tierra Comprimida)

En la construcción de las viviendas, se han elegido materiales que combinan sostenibilidad y eficiencia. La estructura de madera utilizada es de origen sostenible y cumple con estándares de certificación. Los Bloques de Tierra Comprimida (BTC) se han utilizado en las paredes, brindando aislamiento térmico adicional y una opción respetuosa con el medio ambiente.

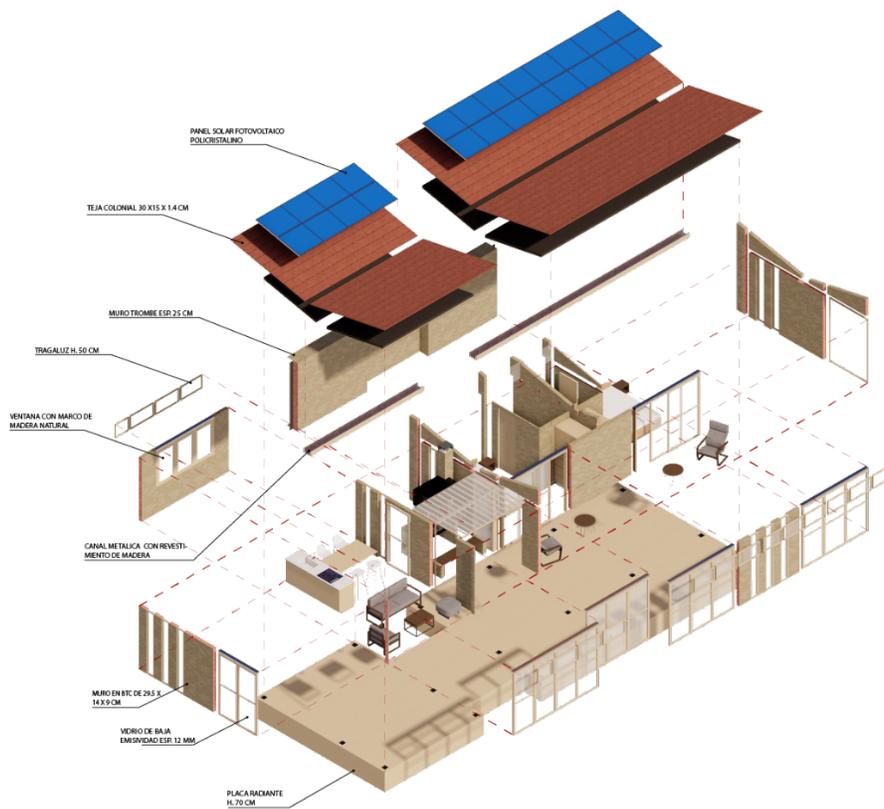
La incorporación de tecnologías de generación de energía limpia, sistemas de calefacción eficientes y materiales sostenibles no solo reduce el impacto ambiental de las viviendas, sino que también garantiza un alto nivel de comodidad y eficiencia energética para sus residentes.

5.6.8. Estructura sostenible de las viviendas

La estructura de las viviendas modulares en Cogua ha sido cuidadosamente diseñada para garantizar la resistencia y durabilidad necesarias, al tiempo que se promueve la sostenibilidad y la armonía con el entorno. Se ha optado por un sistema de construcción mixto que combina elementos de madera con cimientos sólidos.

Figura 55

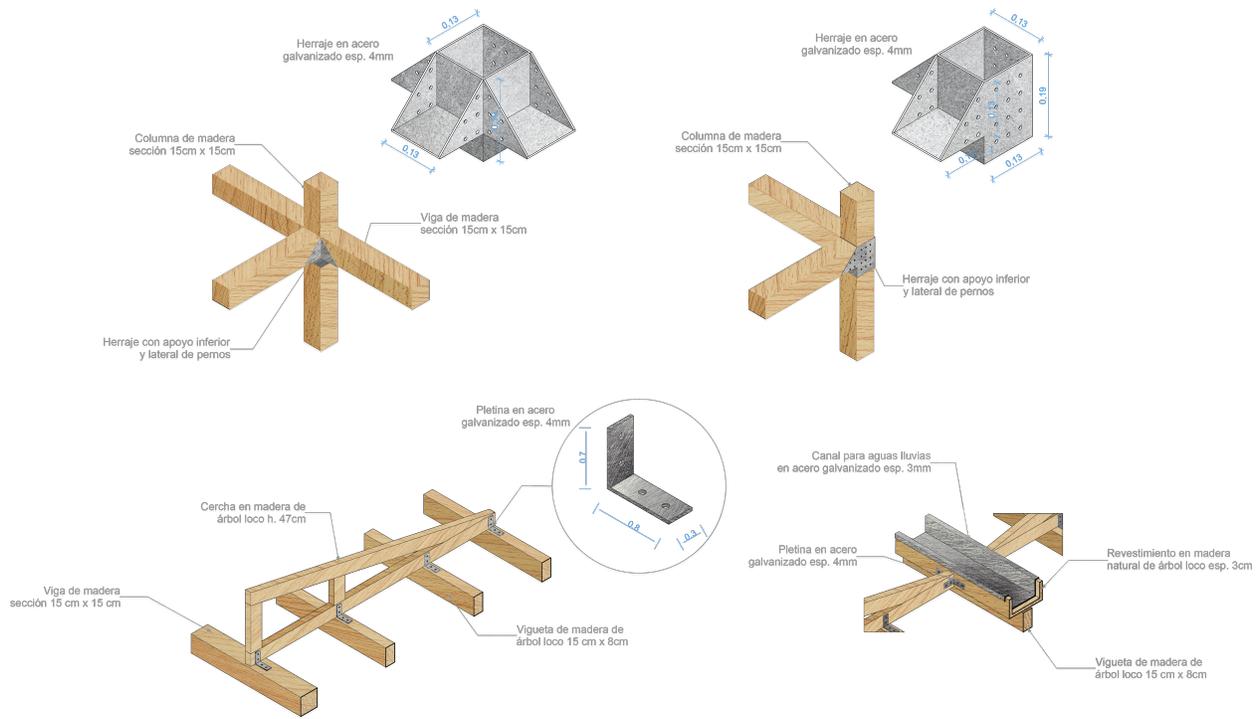
Axonometría explotada vivienda



Elaboración propia

Figura 56

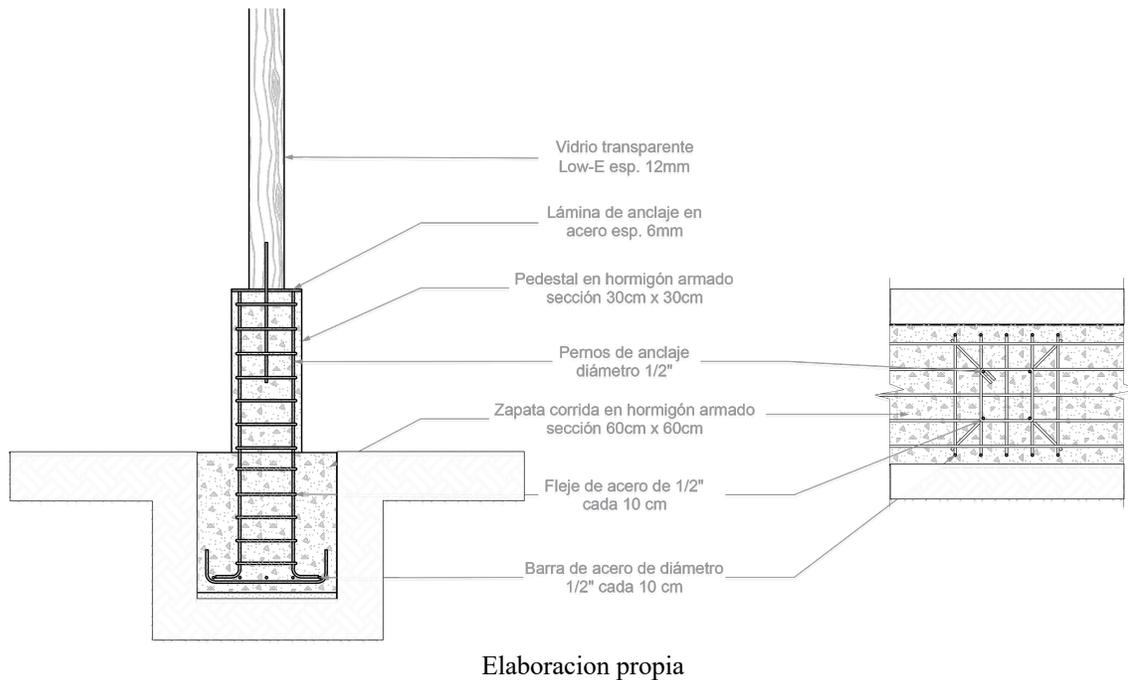
Detalle estructural de la cubierta anclajes y cerchas



Elaboracion propia

5.6.8.1. Zapata corrida de 60cm x 60cm

La base de cada vivienda se sostiene sobre zapatas corridas de concreto de 60cm x 60cm. Estas zapatas proporcionan una cimentación sólida que garantiza la estabilidad de la estructura y su resistencia a las condiciones climáticas variables de Cogua.

Figura 57*Estructura zapata*

5.6.8.2. Columnas de madera de 15cm x 15cm

Las columnas de madera de 15cm x 15cm se utilizan en todo el diseño de la vivienda para soportar las cargas verticales. La elección de la madera como material estructural no solo aporta calidez y estética a las viviendas, sino que también se alinea con los principios de sostenibilidad al provenir de fuentes renovables y gestionadas de manera responsable.

5.6.8.3. Vigas de madera de 15cm x 15cm

Las vigas de madera de 15cm x 15cm se utilizan en la estructura de techos y entrepisos. Estas vigas proporcionan una base sólida para los componentes de la cubierta y contribuyen a la estabilidad general de la vivienda.

5.6.8.4. Cerchas de madera natural de 40cm de altura

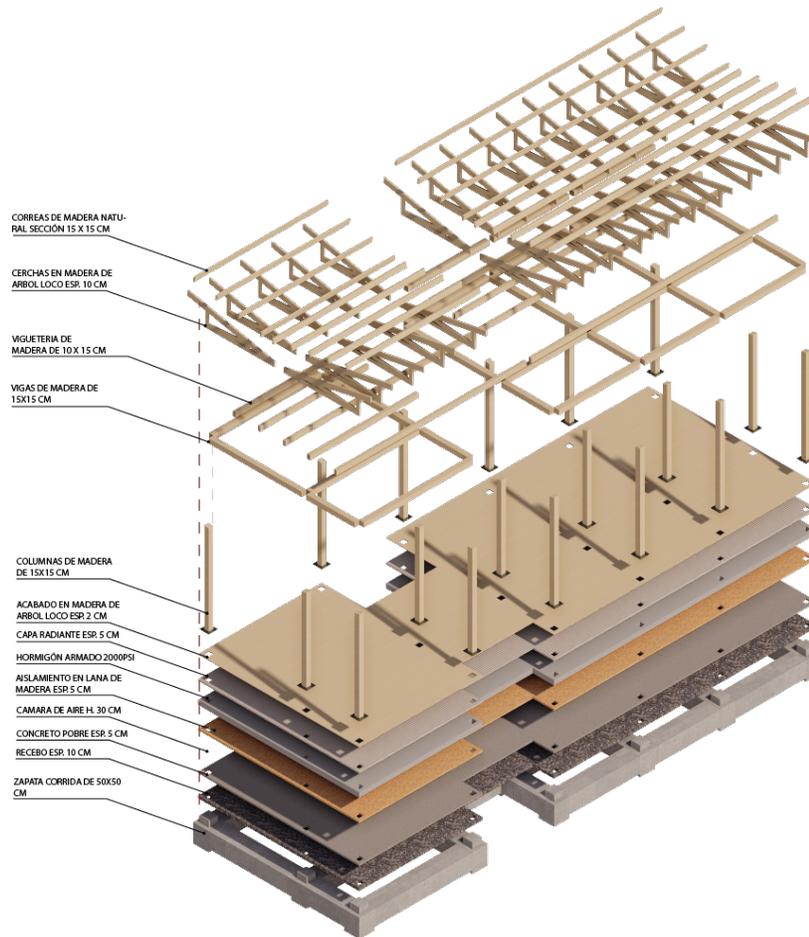
Las cerchas de madera natural con una altura de 40cm se emplean en el diseño de techos inclinados de las viviendas. Estas cerchas no solo cumplen con una función estructural, sino que también permiten un mayor aprovechamiento del espacio interior y brindan un carácter distintivo a las viviendas.

5.6.8.5. Correas de madera natural de 10cm x 8cm

Las correas de madera natural de 10cm x 8cm se utilizan para reforzar la estructura de techos y garantizar la estabilidad de la cubierta. Estas correas complementan el diseño estructural de las viviendas y proporcionan resistencia adicional.

La combinación de elementos de madera con una base de concreto sólido crea una estructura sostenible que responde a las necesidades de durabilidad y eficiencia de las viviendas en Cogua. Este enfoque estructural no solo contribuye a la sostenibilidad de las viviendas, sino que también añade un atractivo estético y funcional a las mismas.

Figura 58
Estructura



Elaboracion propia

5.6.9. Sistema de tratamiento anaeróbico de aguas residuales domésticas

El sistema de tratamiento anaeróbico de aguas residuales domésticas propuesto es una solución integral que se basa en un proceso de cuatro etapas para la degradación controlada de la materia orgánica presente en las aguas residuales. Este sistema se ha diseñado con la eficiencia y

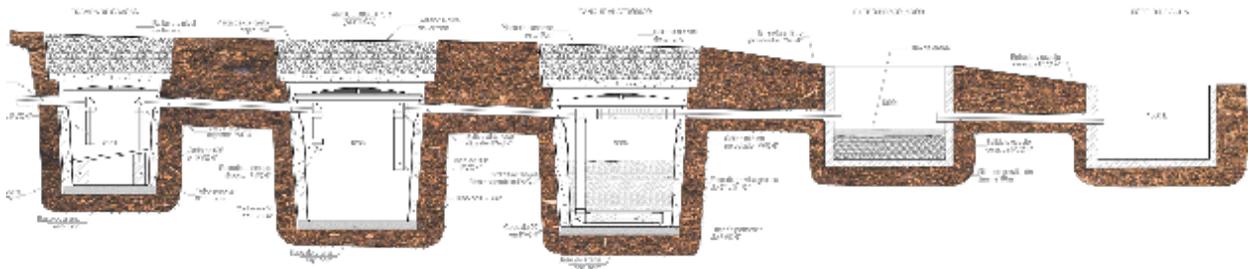
sostenibilidad en mente, ofreciendo beneficios significativos para el tratamiento de aguas negras domésticas. A continuación, se detallan las etapas clave del sistema:

- 1. Trampa de grasas (primera etapa):** en esta etapa inicial, se realiza una separación de aguas jabonosas, aguas negras y elementos no biodegradables. La trampa de grasas juega un papel crucial al retener las sustancias grasosas y no biodegradables, evitando que entren en el proceso de tratamiento principal.
- 2. Tanque digestor (segunda etapa):** la segunda etapa del proceso implica la sedimentación de los sólidos contenidos en las aguas residuales, transformándolos en lodos y gases. Este tanque digestor es fundamental para la descomposición de la materia orgánica y contribuye significativamente a la reducción de la carga orgánica.
- 3. Tanque anaeróbico (tercera etapa):** en esta etapa, se lleva a cabo la descomposición de los últimos residuos de materia orgánica. El ambiente anaeróbico favorece la acción de bacterias anaeróbicas que descomponen la materia orgánica de manera efectiva, contribuyendo aún más a la depuración del agua.
- 4. Filtro o campo de infiltración (cuarta etapa):** la etapa final del proceso implica la retención parcial de nutrientes y tóxicos a niveles aceptables mediante un filtro o campo de infiltración. Esto asegura que el agua tratada cumpla con los estándares de calidad requeridos antes de su descarga.

El sistema de tratamiento anaeróbico de aguas residuales se caracteriza por su eficiencia en la remoción de sólidos, logrando una eliminación superior al 80%. Además, su funcionamiento por gravedad elimina la necesidad de consumir energía externa y no requiere de piezas mecánicas, ya

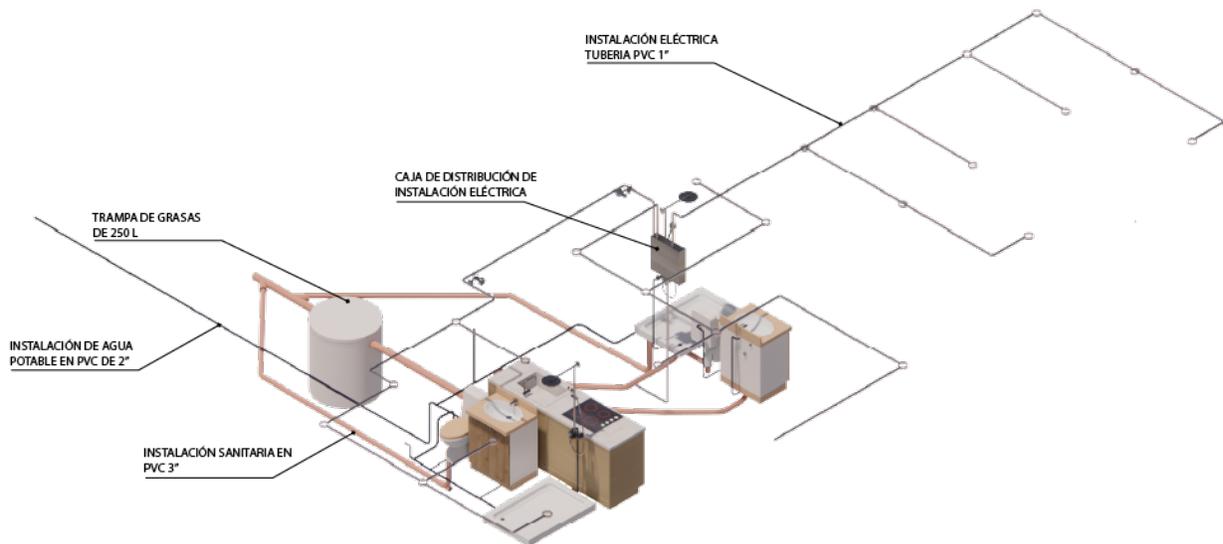
que se basa en un proceso biológico impulsado por bacterias anaeróbicas. Esto no solo lo hace eficiente, sino también amigable con el medio ambiente al no generar ruido, humo ni olores.

Figura 59
Sistema armónico de aguas residuales



Elaboración propia

Figura 60
Sistema de redes



Elaboracion propia

5.6.10. Diseño completo de las dos tipologías de vivienda

El capítulo final del proyecto se enfoca en el diseño completo de las dos tipologías de vivienda que formarán parte de la eco aldea en Cogua. Estas viviendas han sido cuidadosamente diseñadas para combinar eficiencia energética, comodidad y una estética que se integre armoniosamente con el entorno natural. A continuación, se presenta una descripción detallada de las tipologías de vivienda, su diseño arquitectónico, la distribución espacial y la integración de estrategias sostenibles.

Se han diseñado dos tipologías de vivienda: una de 65 m² y otra de 79 m². Ambas tipologías se destacan por su diseño modular y su disposición de espacios innovadora. Cada vivienda cuenta con áreas interiores bien distribuidas y espacios libres al aire libre que permiten a los residentes disfrutar del entorno natural circundante.

El diseño arquitectónico de las viviendas se caracteriza por su geometría rectangular y modular, que permite una construcción eficiente y una disposición inteligente de los espacios interiores. La distribución espacial de las viviendas ha sido cuidadosamente planificada para maximizar la funcionalidad y el confort. Se han integrado áreas de estar, dormitorios, cocinas y baños de manera coherente, asegurando un flujo armonioso dentro de cada vivienda.

Cada vivienda incorpora estrategias sostenibles en su diseño, incluyendo la orientación para maximizar la luz solar, la utilización de materiales sostenibles, el aislamiento térmico y la generación de energía mediante paneles solares. Además, las viviendas cuentan con espacios libres y zonas verdes que fomentan la conexión con la naturaleza y la promoción del turismo ecológico.

La innovación en el diseño de las viviendas, su disposición espacial y la integración de estrategias sostenibles hacen que este proyecto sea un ejemplo de arquitectura sostenible y respetuosa con el entorno. Las tipologías de vivienda ofrecen un ambiente cómodo y acogedor para los residentes y se alinean con los principios de eco aldea que promueven la sostenibilidad y la armonía con la naturaleza.

5.6.11. Distribución espacial

Las dos tipologías de vivienda diseñadas para la eco aldea en Cogua han sido concebidas para proporcionar comodidad y funcionalidad a sus habitantes. A continuación, se detalla la distribución espacial de estas viviendas, resaltando los espacios clave que las componen:

Distribución de la Tipología de 65 m²:

1. Sala de estar: Amplio espacio para relajarse y socializar, con acceso a áreas exteriores.
2. Cocina: Diseñada con una distribución eficiente y acceso al comedor.
3. Comedor: Espacio para disfrutar de las comidas en familia o con invitados.
4. Baño Principal: Equipado con todas las comodidades necesarias.
5. Dormitorio Principal: Amplio dormitorio con espacio de almacenamiento.
6. Dormitorio Adicional: Habitación adicional para uso flexible (dormitorio, estudio, etc.).
7. Patio o Terraza: Área al aire libre para actividades al aire libre y conexión con la naturaleza.

Figura 61*Planta tipológica I*

Elaboración propia

Distribución de la Tipología de 79 m²:

1. Sala de estar: Amplia sala de estar con acceso a áreas exteriores.
2. Cocina: Cocina con diseño moderno y acceso al comedor.
3. Comedor: Espacio para comidas familiares y reuniones.
4. Baño Principal: Baño principal con comodidades completas.
5. Dormitorio Principal: Dormitorio principal espacioso con armario empotrado.
6. Dormitorios Adicionales: Dos habitaciones adicionales para diversos usos.
7. Baño Secundario: Baño secundario para mayor comodidad.

8. Patio o Terraza: Espacio al aire libre para actividades y conexión con la naturaleza.**Figura 62***Planta tipológica II*

Elaboración propia

La disposición de estos espacios en ambas tipologías de vivienda ha sido cuidadosamente planificada para garantizar un flujo armonioso y una convivencia cómoda. La presencia de áreas exteriores, como patios o terrazas, promueve la conexión con el entorno natural y fomenta la experiencia de turismo ecológico para los residentes.

Figura 63

Render vivienda sostenible I



Elaboración propia

Figura 64

Render vivienda sostenible II



Elaboración propia

Figura 65

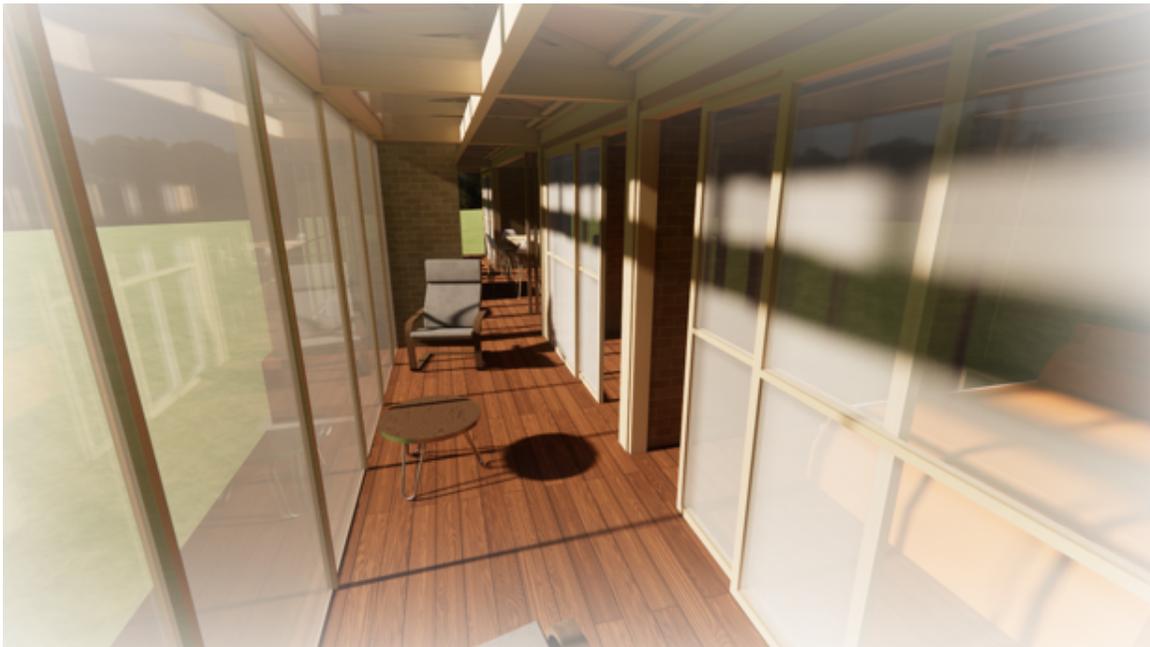
Render vivienda sostenible III



Elaboración propia

Figura 66

Render vivienda sostenible IV



Elaboración propia

Figura 67

Render vivienda sostenible V



Elaboración propia

Figura 68

Render vivienda sostenible VI



Elaboración propia

Conclusiones

La implementación de estrategias sostenibles en la eco aldea de Cogua constituye un pilar fundamental para alcanzar los objetivos de eficiencia energética y respeto al medio ambiente. La adopción de sistemas como el suelo radiante, las bombas de calor geotérmicas, y la integración de elementos como el muro trombe y la captación solar, demuestra un compromiso claro con la reducción de la dependencia de combustibles fósiles y la maximización de fuentes renovables. Estas estrategias no solo contribuyen al confort térmico, sino que también posicionan al proyecto como un referente en la aplicación de soluciones eco amigables.

Las simulaciones realizadas en el marco de este proyecto ofrecen una perspectiva valiosa para optimizar el rendimiento de la eco aldea. En particular, los ajustes en la iluminación artificial según las necesidades específicas de cada área demuestran la posibilidad de mejorar la eficiencia energética y crear espacios más cómodos. Además, la validación de la viabilidad de la integración de energía solar mediante simulaciones de radiación solar refuerza la fundamentación técnica del enfoque sostenible del proyecto.

La propuesta urbana de la eco aldea en Cogua destaca por su enfoque integral que abraza la diversidad de usos y la implementación de estrategias urbanas sostenibles. La planificación de zonas verdes, la proximidad entre espacios y la consideración de la movilidad contribuyen no solo a la sostenibilidad ambiental, sino también a la generación de una comunidad resiliente y cohesionada. Esta propuesta resuena con los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS), al priorizar la equidad, la accesibilidad y la identidad comunitaria.

El análisis de la propuesta arquitectónica revela una cuidadosa consideración de principios clave como la eficiencia, la funcionalidad y la sostenibilidad. La memoria compositiva guió la creación de un diseño que no solo es estéticamente agradable, sino que también integra de manera efectiva tecnologías sostenibles y materiales respetuosos con el medio ambiente. La elección de un diseño modular demuestra una adaptabilidad que puede satisfacer las necesidades cambiantes de la comunidad a lo largo del tiempo, consolidando así la viabilidad a largo plazo del proyecto.

La selección cuidadosa de materiales, como la madera y el bloque BTC, refuerza el compromiso del proyecto con la sostenibilidad. Estos materiales no solo son respetuosos con el medio ambiente, sino que también ofrecen eficiencia en la construcción. La combinación de madera y concreto para la estructura principal destaca la búsqueda de durabilidad y eficiencia en la edificación, consolidando la implementación de tecnologías y materiales sostenibles como una parte integral del proyecto.

El sistema de tratamiento de aguas residuales diseñado para la eco aldea de Cogua demuestra eficiencia y sostenibilidad. Con una eliminación superior al 80% de sólidos sin consumo de energía externa, este sistema no solo cumple con los estándares ambientales, sino que también contribuye a la conservación y gestión responsable del recurso hídrico. Esta conclusión respalda la visión integral del proyecto, donde cada componente se alinea con los principios de sostenibilidad.

El diseño de las viviendas en la eco aldea refleja un enfoque holístico que prioriza la eficiencia energética y la comodidad de los residentes. La distribución espacial eficiente, la elección de un diseño rectangular y modular, y la integración de estrategias sostenibles crean

hogares que no solo son estéticamente agradables, sino también funcionales y sostenibles. La conexión con el entorno natural circundante se mantiene, contribuyendo a un equilibrio armonioso entre el desarrollo humano y la preservación del entorno.

En conjunto, estas conclusiones proporcionan una visión comprehensiva de la eco aldea en Cogua, subrayando la coherencia y sinergia entre las diferentes dimensiones del proyecto. La sostenibilidad no solo se aborda desde una perspectiva ambiental, sino que se integra en cada aspecto, desde la arquitectura hasta las estrategias urbanas, consolidando así la eco aldea como un modelo ejemplar de desarrollo sostenible.

Referencias

- Acosta, R. (2014). *Permacultura y sostenibilidad agrícola: una nueva forma de cultivar suelo, salud y alimentos*. Universidad de la Laguna.
- Alexander, C. (2008). La ciudad no es un árbol. *Cuadernos de arquitectura y nuevo urbanismo*(5), 17-34.
- Chávez, P., Martini, I., & Discoli, C. (2020). Identificación de perfiles de usuarios para el direccionamiento de programas de mejoramiento energético. *Economía, sociedad y territorio*, XX(63), 303-33.
- Gyger, H. (2021). Una profesión en desarrollo: John F. C. Turner en Arequipa. *Ensayo - Arquitectura PUCP*(2), 37-55.
- Hernández, J. (2021). Efecto del consumo de energía renovable en las emisiones de gases de efecto invernadero en países con ingresos bajos y altos. *Acta Universitaria* 31, XXXI. doi:<http://doi.org/10.15174.au.2021.3030>
- London, S., & Formichella, M. (2006). El concepto de desarrollo Sen y su vinculación con la educación. *Economía y sociedad*, XI(17), 17-32.
- Lovins, A. (1991). ¿Una bañera más grande o un buen tapón? En B. Commoner, R. Jungk, A. Lovins, & L. Sampedro, *Diez razones para vivir sin nucleares* (págs. 9-11). Comisión promotora de la iniciativa legislativa popular antinuclear.
- McDonough, W., & Braungart, M. (2005). *De la cuna a la cuna: rediseñando la forma en que hacemos las cosas*. (G. Pérez, Trad.) Madrid: McGraw-Hill.
- Meza, B. (2022). Planes y proyectos de vivienda obrera en Venezuela y su difusión mediante exposiciones e impresos oficiales (1951-1957). *Registros. Revista de investigación histórica*, 18(1), 23-42.
- Naciones Unidas. (25 de Septiembre de 2015). *Objetivos de desarrollo sostenible*. Obtenido de <https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/objetivos-de-desarrollo-sostenible/>

- Ramón, G., & Macías, M. (2018). Christopher Alexander y el diseño arquitectónico. *Revista esencia y espacio*(21), 51-54.
- REN21. (2015). *Reporte de la situación mundial de las energías renovables 2015*. REN21. Obtenido de https://www.ren21.net/wp-content/uploads/2019/05/GSR2015_Key-Findings_SPANISH.pdf
- Rengifo, B., Quitiaquez, L., & Mora, F. (2012). La educación ambiental una estrategia pedagógica que contribuye a la solución de la problemática ambiental en Colombia.
- Rocha, L., & Jiménez, V. (2016). Eficiencia energética en la edificación. *Administración y tecnología para el diseño*(16), 37-55.
- Sánchez, C., & Jiménez, E. (2010). La vivienda rural: su complejidad y estudio desde diversas disciplinas. *Luna Azul*(30), 174-196.
- Santachiara, A., & Freitas, M. (2020). O Ensino de Permacultura no Brasil: o papel dos Cursos de Design em Permacultura (PDCs) e as contribuições da Educação Ambiental Crítica. *Ciência & Educação*(26), 1-17. doi:<https://doi.org/10.1590/1516-731320200042>
- Suárez, A., Sánchez, N., Ramírez, L., & Arias, J. (2023). *Estrategias de educación ambiental para el reconocimiento de la avifauna en el humedal el Tunjo, Bogotá D.C.* Bogotá: Fundación Universitaria los Libertadores.
- Telencuestas. (s.f.). *Telencuestas*. Obtenido de [Telencuestas: https://telencuestas.com/censos-de-poblacion/colombia/2021/cundinamarca/cogua](https://telencuestas.com/censos-de-poblacion/colombia/2021/cundinamarca/cogua)
- Turner, J. (2018). *Autoconstrucción: por una autonomía del habitar*. Logroño: Pepitas de calabaza.
- Unidad víctimas. (10 de Julio de 2017). *Unidad víctimas*. Obtenido de Unidad víctimas: <https://www.unidadvictimas.gov.co/es/registro-unico-de-victimas-ruv/>
- Villa, S. (2012). Importancia histórica y cultural de los humedales del borde norte de Bogotá (Colombia). *U.D.C.A. Atualidad & Dilvulgación Científica*, XV(1), 167-180.