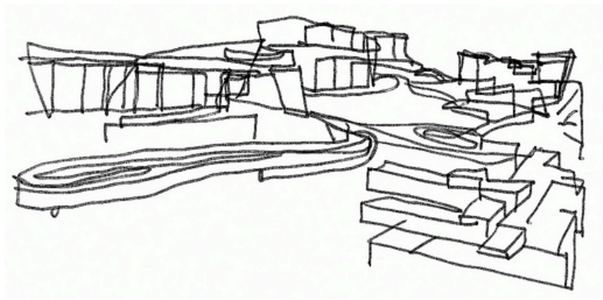
PROYECTO DE GRADO

Andrés Felipe Villarraga Rondón

UNIVERSIDAD Piloto DE COLOMBIA

RAÍZ VIVA

CENTRO COMUNITARIO





DISEÑO DE UN CENTRO COMUNITARIO BASADO EN PRINCIPIOS BIOMIMÉTICOS PARA LA INTEGRACIÓN CON EL PAISAJE CULTURAL DE LA SIERRA NEVADA

Andrés Felipe Villarraga Rondón

Trabajo de grado presentado como requisito para obtener el título de:

Arquitecto

Director

Arq. Juan Pablo Paternina Paternina

Universidad Piloto de Colombia

Facultad de Arquitectura y Artes

Programa Arquitectura

Bogotá, Colombia

2025

DEDICATORIA
ACKNOWLEDGMENT

Quisiera dedicar este trabajo a mis cercanos, las personas que durante estos 5 años han permitido que siga mejorando cada día en los diferentes ámbitos de mi vida, a quienes también me motivan y llenan de ganas, las personas que se han esforzado por llevarme donde hoy me encuentro.

ÍNDICE DE TABLAS
INDEX OF TABLES

Tabla 1. Árbol de pensamiento conceptual 23

Tabla 2. Árbol de pensamiento referencial 33

Tabla 3. Matríz de reinterpretación biomimética cosmogónica 45

Tabla 4. Certificación Piloto - No vivienda 68

ÍNDICE DE FIGURAS
INDEX OF FIGURES

Figura 1. Collage de la sierra 11
Figura 2. Relación entre cultura y biomimética 12
Figura 3. Collage mundo indígena 13
Figura 4. Concepto recorrido ecológico 15
Figura 5. Antecedentes Indígena 16
Figura 6. Eastgate Centre 17
Figura 7. Antecedentes Biomimética 18
Figura 8. Gráfico sobre posesión del territorio 20
Figura 9. Collage problemáticas de la Sierra 21
Figura 10. Marco conceptual 22
Figura 11. Janine Benyus 24
Figura 12. Aplicación biomimética al proyecto 25
Figura 13. Patrones alternos de crecimiento 26
Figura 14. Área de conservación 27
Figura 15. Capas de análisis ambiental 27
Figura 16. Problemas del agua 28
Figura 17. Análisis Hidrológico 28
Figura 18. Conclusiones de análisis de suelo 29
Figura 19. Jame Rubenstein 30
Figura 20. Transición Privado-público 31
Figura 21. Análisis referencial 32
Figura 22. Localización del proyecto 34
Figura 23. Delimitación de la Sierra Nevada 35
Figura 24. Caracterización de la Sierra Nevada 35
Figura 25. Coremas de usos del suelo 36
Figura 26. Análisis Meso Uso del suelo 36
Figura 27. Análisis Meso Accesibilidad 37
Figura 28. Tipos de vía 37
Figura 29. Análisis Meso Est. Ecológica 38
Figura 30. Zonas de protección 39
Figura 31. Análisis biodiversidad 40
Figura 32. Corema proximidades del recorrido 40
Figura 33. Análisis Meso Perceptual 41
Figura 34. Análisis meso - Matríz 42
Figura 35. Cosmogonía - Matríz 43
Figura 36. Biomimética - Matríz 44
Figura 37. Análisis micro Accesibilidad 46
Figura 38. Análisis micro Climática 47
Figura 39. Posibles visuales 47
Figura 40. Análisis micro Climática Normativa 48
Figura 41. Operaciones de diseño referente 1 49
Figura 42. Operaciones de diseño referente 2 50

Figura 43. Estrategias pasivas de confort 51
Figura 44. Diagrama sobre “conectar” 53
Figura 45. Diagrama sobre “reverdecer” 54
Figura 46. Diagramas “Operaciones de diseño” 55
Figura 47. Planta Normativa 56
Figura 48. Diagrama Asoleación 57
Figura 49. Diagrama visuales y recorrido 57
Figura 50. Total áreas 58
Figura 51. Zonificación 59
Figura 52. Permeabilidad 60
Figura 53. Circulaciones 60
Figura 54. Relación espacial de alojamientos 60
Figura 55. Planta de implantación 61
Figura 56. Tipos de fachada 62
Figura 57. Imagen estructura 64
Figura 58. Estructura e imagen 65
Figura 59. Detalle de fachada 65
Figura 60. Detalle estructural 66
Figura 61. Proceso constructivo 66
Figura 62. Promedio mensual de lluvia en Valledupar 69
Figura 63. Temperaturas máximas y mínimas 70
Figura 64. Humedad relativa 70
Figura 65. Influencia del río en el proyecto 70
Figura 66. Biodiversidad y materialidad local 71
Figura 67. Asoleamiento en fachadas 71
Figura 68. Recorrido solar Marzo 71
Figura 69. Recorrido solar Junio 72
Figura 70. Recorrido solar diciembre 73
Figura 71. Recorrido del viento 73
Figura 72. Montaje sistema EcoWC 74
Figura 73. Uso fertilizante 74
Figura 74. Sistema de inodoro ahorrador 74
Figura 75. Datos de ahorro mobiliario 74
Figura 76. Sistema de pozo séptico 75
Figura 77. Sistema de captación por cubierta 75
Figura 78. Sistema de captación por SUDS 75
Figura 79. Integración de luz natural 76
Figura 80. Materiales utilizados 76
Figura 81. Material reutilizado y sostenible 76
Figura 82. Visuales del proyecto 77
Figura 83. Técnicas pasivas y muro verde 77
Figura 84. Recorridos verdes 77
Figura 85. Nuevos hábitats 77
Figura 86. Uso de arborización existente 78
Figura 87. Inclusión para movilidad reducida 78
Figura 88. Sistema de cultivos 78
Figura 89. Recorrido como método de movilidad 79

ÍNDICE
INDEX

RESUMEN p.10

Palabras clave

ABSTRACT p.11

Key words

INTRODUCCIÓN p.11

OBJETIVOS p.14

General

Específicos

01. ANTECEDENTES p.15

Cultura Indígena

Biomimética

02. DELIMITACION DEL PROBLEMA p.20

Planteamiento del problema

03. MARCO CONCEPTUAL p.22

04. MARCO TEÓRICO p.24

Biomimética y Diseño Basado en la Naturaleza

Planificación Ecológica y Análisis del Territorio

Paisaje Cultural y Organización Espacial

05. MARCO REFERENCIAL p.32

06. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO p.34

Localización

Análisis del lugar

Análisis de referentes

Argumentación conceptual

Decisiones de emplazamiento

Decisiones espaciales

Decisiones técnicas

Decisiones ambientales

07. CONCLUSIONES p.79

08. REFERENCIAS p.80

09. BIBLIOGRAFÍA p.81

10. ANEXOS p.82

DECLARACIÓN DE OBRA INÉDITA

Yo, **Andrés Felipe Villarraga Rondón**, identificado con cédula No. **1000033528**, estudiante del programa académico de Arquitectura, de la CORPORACIÓN UNIVERSIDAD PILOTO DE COLOMBIA, declaro bajo la gravedad de juramento que la obra titulada: **Diseño de un centro comunitario basado en principios biomiméticos para la integración con el paisaje cultural de la Sierra Nevada**, la cual presento como: trabajo de grado, para optar por el título de: Arquitecto, es de mi autoría; es una creación original e inédita que cumple con los lineamientos institucionales y legales de derechos de autor, así como el buen manejo y uso de la Inteligencia Artificial IA.

Certifico igualmente que:

1. La obra no ha sido publicada ni divulgada previamente en ningún medio físico o digital, total o parcialmente.

2. La obra no infringe derechos de terceros, ni contiene elementos plagiados o no autorizados, en tanto es resultado de mi trabajo personal.

3. Al interior de la obra se han dado los créditos correspondientes a todas las fuentes, citas y referencias utilizadas en la elaboración de la misma.

4. La obra presentada cumple con los estándares éticos y académicos establecidos por Corporación Universidad Piloto de Colombia.

5. El contenido de la obra respeta lo establecido en la Ley 1915 de 2018, Ley 23 de 1982, el Convenio de Berna de 1887 y la Decisión Andina 351 de 1993.

6. Asumo plena responsabilidad por el contenido de esta obra.

7. Declaro que la obra no fue realizada por la IA y que en caso de haber usado las herramientas de inteligencia artificial su implementación fue ética.

Autorizo a la CORPORACIÓN UNIVERSIDAD PILOTO DE COLOMBIA para que incorpore mi obra al repositorio institucional (físico y/o digital) y lo haga público, utilizando las licencias *Creative Commons* o el tipo de licenciamiento que la Institución implemente para la publicación y puesta a disposición de las obras, siempre respetando mis (nuestros) derechos como autor (es). Entiendo que cualquier falsedad en esta declaración podrá dar lugar a sanciones disciplinarias, legales o al retiro de la obra de cualquier proceso en el que se haya presentado. En consecuencia, declaro que la Corporación Universidad Piloto de Colombia no es responsable de las consecuencias legales o éticas de las posibles infracciones que surjan de la creación de la obra.

Esta declaración se suscribe en Bogotá D.C., en las instalaciones de la CORPORACIÓN UNIVERSIDAD PILOTO DE COLOMBIA el día **03 de junio de 2025**

Andres Villarraga

Nombre: **Andrés Felipe Villarraga Rondón**
Documento de identificación**: C.C. 1000033528**
Programa Académico: **Arquitectura**

RESUMEN

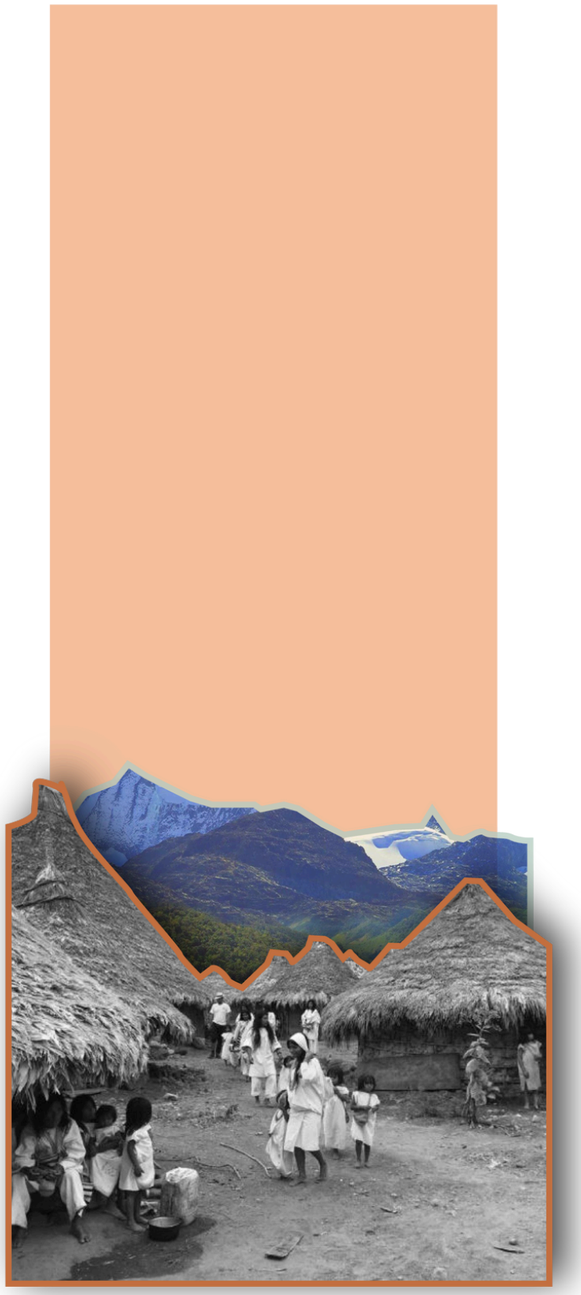
El tema de tesis se centra en el diseño de un equipamiento comunitario enlazado a un recorrido ecológico en la Sierra Nevada de Santa Marta, un territorio autóctono y culturalmente significativo para las comunidades indígenas. La propuesta busca aplicar principios de biomimética, una disciplina que se inspira en los sistemas y procesos de la naturaleza para desarrollar soluciones innovadoras. En este caso, se promueve primero una intervención urbana que respete la ecología y la cultura local, y segundo un elemento arquitectónico que reúna los mismos valores. La tesis se enfoca en la creación de un espacio que no solo sirva como área de encuentro comunitario, sino que también sea un catalizador para la restauración ecológica y la cohesión cultural.

El contexto del proyecto es complejo, ya que la Sierra Nevada enfrenta múltiples amenazas, como la deforestación, el cambio climático, la expansión de la minería y los conflictos territoriales. Al mismo tiempo, las políticas de conservación y los esfuerzos de las comunidades indígenas buscan restaurar y proteger estos paisajes, situaciones que la tesis procura alinear con sus objetivos. El proyecto urbano, además, plantea un diálogo profundo con la identidad cultural indígena y los desafíos ambientales.

La tesis a nivel metodológico trabaja desde un análisis multiescalar del territorio, combinando el conocimiento tradicional indígena con estrategias contemporáneas de diseño sostenible. En el ámbito tecnológico, se fomenta el uso de materiales locales y técnicas constructivas vernáculas de bajo impacto, complementadas con tecnologías pasivas para manejar el clima tropical. De esta forma, se crea un espacio resiliente que promueve la sostenibilidad y la adaptación.

Palabra clave: Biomimética, Paisaje Cultural, Diseño Sensible, Arquitectura Vernácula, Autonomía Indígena, Ecología Cultural, Territorialidad, Patrimonio Cultural Inmaterial.

Figura 1. Collage de la sierra



Nota. La vida en la Sierra. Nevada de Santa Marta.
Fuente: Autor (2025)

ABSTRACT

The thesis focuses on the design of a community facility linked to an ecological route in the Sierra Nevada de Santa Marta, an indigenous and culturally significant territory. The proposal seeks to apply biomimetic principles, a discipline that draws inspiration from natural systems and processes to develop innovative solutions. In this case, the project prioritizes, first, an urban intervention that respects the local ecology and culture, and second, an architectural element that embodies these same values. The thesis aims to create a space that not only serves as a community gathering area but also acts as a catalyst for ecological restoration and cultural cohesion.

The project's context is complex, as the Sierra Nevada faces multiple threats, such as deforestation, climate change, mining expansion, and territorial conflicts. At the same time, conservation policies and indigenous community efforts seek to restore and protect these landscapes, challenges that the thesis aligns with its objectives.

The urban proposal also fosters a deep dialogue with indigenous cultural identity and environmental concerns. Methodologically, the thesis works from a multi-scalar territorial analysis, combining traditional indigenous knowledge with contemporary sustainable design strategies. Technologically, it promotes the use of local materials and low-impact vernacular construction techniques, complemented by passive technologies to manage the tropical climate. This approach creates a resilient space that fosters sustainability and adaptation.

Key Words: Biomimetics, Cultural Landscape, Sensitive Design, Vernacular Architecture, Indigenous Autonomy, Cultural Ecology, Territoriality, Intangible Cultural Heritage.

INTRODUCCIÓN
INTRODUCTION

Exploración de principios de la *biomimética[1]*, inspirados en la naturaleza que pueden ser aplicados al diseño de espacio público en los paisajes culturales. La idea es desarrollar soluciones innovadoras y sostenibles en el paisaje, que respeten y armonicen con el entorno natural y cultural de un contexto inmediato. Su enfoque es en la adaptación de un diseño sensible de la naturaleza y la arquitectura vernácula en regiones con climas tropicales, promoviendo la territorialidad, autonomía indígena y el patrimonio inmaterial desde un territorio autóctono como la Sierra Nevada de Santa Marta.

Con la inclusión de los siguientes objetos de estudio se busca establecer la articulación directa de los conocimientos del programa con la universidad, constituir la relación de pertinencia que existe entre estos medios y complementar con profundización el trabajo investigativo. Primero, el objeto de estudio paisajes y culturas es pertinente para el tema debido a que permite abordar de una manera crítica la transformación del territorio en la sierra nevada de Santa Marta, teniendo en cuenta criterios que respeten y potencien los valores culturales y ambientales del lugar, respondiendo a las diferentes crisis ambientales por medio de la innovación con el uso de la biomimética. De esta manera se contribuye a la creación de espacios culturales con riqueza paisajística del territorio autóctono colombiano. Segundo, el objeto de estudio proyecto y obra de arquitectura, tiene relación directa con la creación del equipamiento comunitario dentro de la tesis, valorando la capacidad de este proyecto arquitectónico para transformar el territorio y responder a las necesidades sociales ambientales, además de entender una manera sostenible de insertarlo en el contexto. Tercero, El objeto de estudio de ambiente y sostenibilidad prima en términos de diseño, por medio del uso de la biomimética, siendo el eje que articula el paisaje con las culturas y el tema ambiental, respondiendo mediante sistemas naturales, haciendo uso eficiente de los recursos y creando ambientes confortables. Además, contribuye abordando la importancia del contexto local inmediato como es la Sierra Nevada para tomar decisiones en términos de sostenibilidad y exploración de la arquitectura frente a los desafíos ambientales.

Figura 2. Relación entre cultura y biomimética



Nota. Gráfico representativo del vínculo cultura y biomimética. Fuente: Autor (2025)

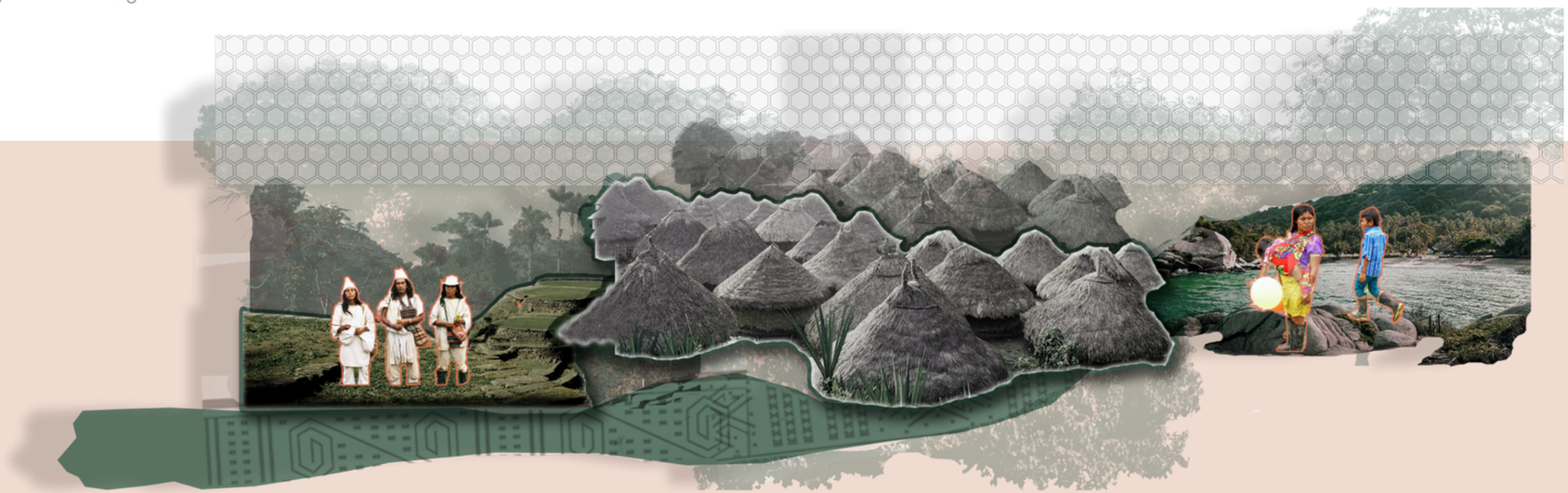
[1] Biomimética: Es la ciencia que estudia a la naturaleza, como fuente de inspiración de tecnologías innovadoras.

El proyecto empleará un análisis multiescalar de la región de la Sierra Nevada de Santa Marta, integrando tanto el conocimiento indígena tradicional como principios de diseño sostenible modernos. Este enfoque metodológico busca comprender los diferentes aspectos, ecológicos, sociales y culturales del territorio, enfocándose en cómo las comunidades indígenas, interactúan con su entorno. En una segunda instancia de la tesis, se desarrollará un anteproyecto que permitirá plasmar y visualizar las ideas conceptuales en un formato tangible. Este anteproyecto servirá como una etapa intermedia donde se definirá con mayor precisión el diseño del recorrido ecológico y equipamiento comunitario propuesto en la Sierra Nevada de Santa Marta, esto para ajustar el planteamiento inicial de la tesis. Después, se va a desarrollar el proyecto definitivo, dando forma a los aspectos más específicos y técnicos de la propuesta de los 2 elementos urbano y arquitectónico en la Sierra Nevada de Santa Marta.

Esta etapa implica la elaboración de planos arquitectónicos y especificaciones de materiales, estudios ambientales, y un plan de ejecución que permita concretar la visión inicial en una propuesta realizable. Finalmente, de esta manera se podrá alinear la intervención con esfuerzos de restauración ecológica y políticas de conservación cultural, trabajando para que el diseño sea contextualmente adecuado y sostenible.

La idea de proyecto propone la creación de un equipamiento comunitario enlazado a un recorrido en la Sierra Nevada de Santa Marta que fomente la cohesión cultural y la sostenibilidad ambiental. Basado en principios biomiméticos, el diseño imitará sistemas naturales para desarrollar soluciones innovadoras que respeten el paisaje local y el patrimonio indígena.

Figura 3. Collage mundo indígena



Nota. Representación gráfica de la cosmovisión indígena. Fuente: Autor (2025)

OBJETIVOS
OBJECTIVES

Objetivo General:

Diseñar un equipamiento comunitario articulado dentro de un recorrido ecológico en el territorio autóctono de la Sierra Nevada de Santa Marta, mediante la aplicación de principios biomiméticos.

Objetivos Específicos:

Analizar a nivel multiescalar el territorio de la Sierra Nevada de Santa Marta, considerando desde el contexto regional donde se ubican asentamientos indígenas hasta la escala micro para identificar las interacciones entre las condiciones ambientales y las prácticas sociales.

Diseñar un equipamiento que integre espacios multifuncionales de ámbito cultural/turístico y simbólicos de la cultura Arhuaca, promoviendo el encuentro comunitario y la contemplación, basándose en un principio biomimético como concepto.

Proponer el uso de materiales locales junto con técnicas de arquitectura vernácula y procesos constructivos prefabricados, con el fin de optimizar la ejecución del proyecto e integrar la cultura Arhuaca en el desarrollo arquitectónico.

Implementar estrategias de sostenibilidad mediante el aprovechamiento responsable de recursos locales y técnicas de bioarquitectura a partir del análisis y lineamientos propuestos en la certificación Piloto.

01
ANTECEDENTES
BACKGROUND

Figura 4. Concepto recorrido ecológico



Nota. Imagen representativa del recorrido. Fuente: Autor (2025)

Dentro del desarrollo de este trabajo de tesis se tienen en cuenta 2 frentes históricos pertinentes a mencionar debido al enfoque social y ambiental que toma el proyecto para su explicación desde la particularidad que promueve desde cada frente.

El primero de ellos el social, que es sobre todo el entramado de procesos que se han llevado a cabo en Colombia sobre la cultura indígena y todo lo que ha conllevado para esta comunidad, con respecto a las intervenciones y ausencias en su territorio.

Por otro lado, el ámbito ambiental, que es sobre el tipo de intervención que se busca. Esto para conseguir delimitar de donde viene el proceso de biomimetica como elemento principal, en que rubros se ha desarrollado, todo para concluir en un recorrido histórico que narre de qué manera dentro del proyecto se pueden abrir las luces para desarrollarlo de la manera más oportuna y exacta, además, de saber los alcances de este elemento biomimético.

CULTURA INDÍGENA

Primero tomando parte del ámbito social, específicamente de las comunidades indígenas y su espectro cultural hay que resaltar 5 momentos relevantes. En la época de Pre-Colonización (Antes 1500), Las comunidades indígenas como los Kogui, Arahuaco, Wiwa y Kankuamo habitan la Sierra Nevada de Santa Marta, manteniendo una relación simbiótica con la naturaleza. Este momento es crucial porque establece el contexto cultural y ambiental que se busca conservar y revitalizar.

Luego la ley 89 (1890), En Colombia, se emite una ley para proteger los resguardos indígenas, reconociendo parcialmente su autonomía territorial. Es relevante también porque refiere a los grupos indígenas que empiezan en la integración con procesos fuera de su autonomía. derechos territoriales y de autonomía a las comunidades indígenas.

Posteriormente la **Constitución Política** (1991), consagra el reconocimiento de la diversidad étnica y cultural del país, garantizando derechos territoriales y de autonomía a las comunidades indígenas.

A nivel internacional **Naciones Unidas** (2007), La Declaración de las Naciones Unidas sobre los Derechos de los Pueblos Indígenas reconoce internacionalmente el derecho a la autodeterminación y control de los territorios. Importante por la posibilidad de abordaje del tema, frente al equilibrio que se busca de la autonomía indígena frente a la conservación ambiental.

En la década siguiente (2010), llega el **"Plan de Salvaguarda del Pueblo Arahuaco"** promoviendo la protección de su territorio ancestral y su cultura. Es el documento nacional especifico después de la ley 89 de 1890 que se fija de manera particular en la Sierra Nevada y sus idiosincrasias como territorio autóctono.

Finalmente, l**a Sentencia T-052** (2018) de la Corte Constitucional de Colombia, que reafirma el derecho al consentimiento previo, libre e informado para proyectos en territorios indígenas. Importante como directriz para la realización del proyecto sobre el territorio autóctono.

Figura 5. Antecedentes Indígena



Nota. Línea del tiempo sobre las comunidades indígenas. Fuente: Autor (2025)

BIOMIMÉTICA

Después, dentro del enfoque proyectual y técnico, específicamente del proceso biomimético hay que resaltar 6 momentos relevantes, donde se evidencia que es un tema relativamente nuevo y la información más destacada encontrada empieza de la década de 1990.

Este enfoque es importante no sólo por el factor proyectual y técnico que ofrece para el proyecto, sino que además brinda las características esenciales del diseño sostenible y la visión desde la cual se va a plantear este, buscando profundizar de una manera innovadora en la metodología del trabajo arquitectónico y urbano en su fase de diseño, no sólo aplicando estrategias y operaciones de diseño meramente relacionadas con el entorno, sino también, con un factor que nos puede involucrar un proceso de la naturaleza aplicable y relacionado con el emblema cultural que contiene las tribus indígenas del área de intervención.

El primer libro, **Biomimicry: Innovation Inspired by Nature** (1997) Publicación por Janine Benyus, que define la biomimética como una disciplina basada en la naturaleza. Este texto general del tema ofrece un enfoque basado en la naturaleza que permite diseñar soluciones arquitectónicas sostenibles. La biomimética proporciona principios que pueden aplicarse en el proyecto para abordar problemáticas ambientales y culturales.

Después, el **Eastgate Centre** (2003) en Zimbabue, diseñado por Mick Pearce, que utiliza principios biomiméticos para crear un sistema de ventilación inspirado en termiteros. Es uno de los primeros y más reconocidos productos arquitectónicos que han aplicado el principio dentro del campo de la arquitectura con eficacia.

Un gran avance en este tema se da con la **Biomimicry Guild** (2005), Se funda una organización dedicada a promover la investigación y aplicación de la biomimética en diversos campos. Esta aplicación aborda el diseño regenerativo en sus primeras apariciones de manera histórica. Con esto se derivan más hechos de su uso y se materializa claramente el aprovechamiento de la idea.

Figura 6. Eastgate Centre



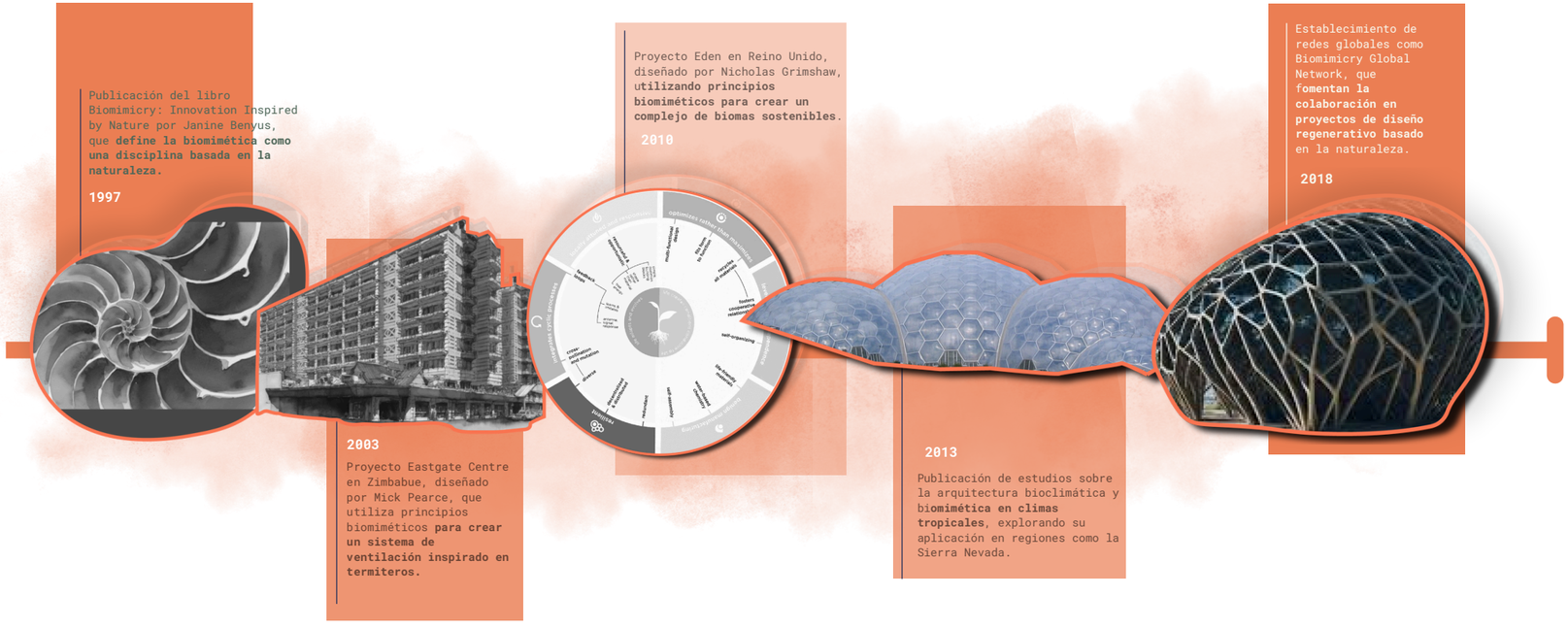
Nota. Imagen del centre eastgate. Fuente: Autor (2025)

Otro referente arquitectónico aparece (2010), **Proyecto Eden** en Reino Unido, diseñado por Nicholas Grimshaw, utilizando principios biomiméticos para crear un complejo de biomas sostenibles. Una obra que funciona mediante los biomas que están diseñados para maximizar la luz solar y minimizar el uso de energía, imitando las estructuras naturales de celdas biológicas y los ecosistemas. Es un ejemplo emblemático de cómo la biomimética puede ser utilizada para crear ambientes sostenibles que no solo conservan la biodiversidad, sino que también educan al público.

Por otro lado, en 2013 **otros estudios** se publican sobre la arquitectura bioclimática y biomimética en climas tropicales, explorando su aplicación en regiones con condiciones más cercanas al clima colombiano de la costa. Importante por el análisis hecho con las idiosincrasias que se buscan para el proyecto dentro de su contextualización.

Finalmente, avances en el estudio del tema (2018), con el establecimiento de redes globales como **Biomimicry Global Network**, que fomentan la colaboración en proyectos de diseño regenerativo basado en la naturaleza. Esta red promueve y exhibe aún más información de aplicación y funcionalidad del tema dentro de diferentes campos, como se ha hecho la analogía pertinente y se expone en términos generales más información para concebir una idea más precisa de lo que es la biomimética.

Figura 7. Antecedentes Biomimética



Nota. Línea del tiempo sobre biomimética. Fuente: Autor (2025)

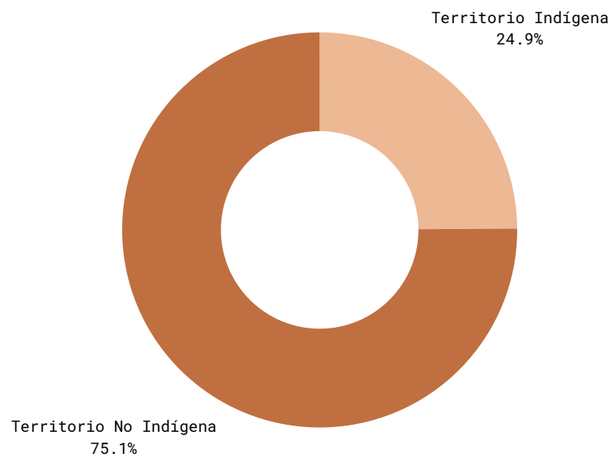
En términos generales se integran dos frentes históricos que son esenciales para comprender, el enfoque social y ambiental del proyecto. Por un lado, el recorrido por la cultura indígena destaca momentos clave desde la época precolombina hasta la actualidad, subrayando la relación simbiótica de las comunidades indígenas con su entorno y el reconocimiento de sus derechos territoriales a través de diversas leyes y declaraciones.

Esto pone de manifiesto la necesidad de respetar y fortalecer la autonomía de estas comunidades frente a las presiones externas. Por otro lado, el enfoque en la biomimética resalta la evolución de esta disciplina desde su definición por Janine Benyus hasta ejemplos prácticos en arquitectura, como el Eastgate Centre y el Proyecto Eden.

Estos hitos muestran cómo se pueden aplicar principios naturales para abordar problemas ambientales y culturales, lo que refuerza la relevancia de integrar estrategias sostenibles en el diseño de espacios públicos.

02
DELIMITACIÓN DEL PROBLEMA
DELIMITATION OF THE PROBLEM

Figura 9. Gráfico sobre posesión del territorio de la Sierra Nevada



Nota. Territorio perteneciente a las comunidades indígenas
Fuente: Autor (2025)

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

En la Sierra Nevada de Santa Marta existen diversas problemáticas provenientes de ámbitos ambientales, sociales y políticas que han conflictuado el territorio cultural y natural existente en la zona. De manera particular está el conflicto con las políticas de conservación ambiental del territorio de la Sierra Nevada.

Las políticas de conservación en la Sierra Nevada en ocasiones chocan con los derechos de las comunidades indígenas al gestionar sus tierras de acuerdo con sus propias prácticas culturales. Estas políticas pueden imponer restricciones que dificultan la vida diaria de las comunidades, generando tensiones entre la conservación ambiental y la autonomía indígena.

Adicional a esto se suma el hecho de “Los terrenos que han venido comprando a los resguardos indígenas, debilitan la cohesión social del del territorio indígena” **(Redacción BLU radio, 2022)**, lo que genera una dispersión de la autonomía y desarrollo de las comunidades indígenas.

Por otra parte, los desafíos que enfrentan las comunidades indígenas y los parques nacionales en la Sierra Nevada de Santa Marta debido a actividades como la minería ilegal, el turismo intensivo y la deforestación, situación que refiere al deterioro del entorno afectando ambos frentes, el cultural y el ambiental.

La Sierra Nevada de Santa Marta ha perdido más del 80% de sus bosques en las últimas tres décadas, lo que indica una crisis ambiental severa. A pesar de tener presente esto, la deforestación continúa rápidamente, con una tasa de pérdida del 4.2% en la última década. **(Guyton, 2024)**

Otra perspectiva de ver la problemática con lo tratado previamente es como en la Sierra Nevada de Santa Marta, la lucha de los pueblos indígenas como los Arahuacos por recuperar el control de sus territorios ancestrales ha encontrado numerosos obstáculos. Estas comunidades buscan ejercer control sobre más de 190,000 hectáreas, enfrentándose a la creciente expansión de proyectos mineros y energéticos que, según cálculos de las comunidades indígenas, incluyen 395 títulos mineros y energéticos en la región.

Estos proyectos generan conflictos territoriales que se solapan con los resguardos indígenas y áreas de conservación, agravando las amenazas a sus derechos sobre la tierra.

Además de la expansión minera, la región enfrenta graves problemas de deforestación ilegal, sequías extremas y otras consecuencias del cambio climático. Estos factores están debilitando el equilibrio ecológico de una zona que, históricamente, ha sido cuidada por los pueblos indígenas mediante sus prácticas tradicionales de manejo de la tierra.

Esta problemática refleja la tensión entre los esfuerzos de conservación y la presión por la explotación de recursos naturales, lo que pone en riesgo tanto el patrimonio cultural de las comunidades indígenas como la biodiversidad de la Sierra Nevada.

La problemática de la Sierra Nevada de Santa Marta, marcada por la deforestación acelerada, la expansión de proyectos mineros y energéticos, y el debilitamiento de la cohesión social de las comunidades indígenas debido a las políticas de conservación, pone en riesgo tanto la biodiversidad como el patrimonio cultural. Ante estos desafíos, surge la necesidad de soluciones integradoras que respeten tanto el entorno natural como las prácticas tradicionales de manejo del territorio por parte de las comunidades indígenas. De esta manera se plantea lo siguiente:

¿Podría el diseño de un recorrido ecológico y centro comunitario basado en la biomimética y la sostenibilidad restaurar el equilibrio ecológico de la región y fortalecer la cohesión social de estas comunidades?

Figura 10. Collage problemáticas de la Sierra



Nota. Gráfico representativo de la problemática. Fuente: Autor (2025)

03
MARCO CONCEPTUAL
CONCEPTUAL FRAMEWORK

Para la realización e interpretación del marco conceptual se enlazan conceptos clave del diseño, sostenibilidad y el respeto por las culturas indígenas en territorios con biodiversidad. Se realiza mediante el uso de un árbol de pensamiento *(ver tabla 1)*, cuatro diferentes enfoques: lo cultural, lo sostenible, lo urbano y arquitectónico, para poder conformar 8 diferentes fuentes que procuren por explicar y profundizar de manera propia en el diseño biomimético, el paisaje y las culturas.

Se elabora a partir de un cuadro titulado “árbol de pensamiento” para trabajar el marco conceptual, dentro de este, primero se desglosan las palabras claves para así poder subdividir los conceptos que se obtengan con las fuentes dentro de los 4 enfoques mencionados. De esta manera se consigue agrupar a modo general los diferentes conceptos relacionados directamente con una terminología encontrada de unas fuentes específicas y así filtrar mejor la información de acuerdo con lo que se busca hallar en cada una de estas referencias con respecto a la tesis.

Siendo así, se logra encontrar autores como Ian McHarg o Janine Benyus que entablan una relación o un discernimiento de conceptos para explicar temas de planificación urbana y arquitectónica con respecto a las leyes de la naturaleza, así como el uso específico de la biomimética dentro de ámbitos como la arquitectura, cómo se proyecta desde la inspiración esta figura sostenible, y de qué manera busca solucionar problemáticas de una manera innovadora y pionera en temas ecológicos.

Figura 8. Marco conceptual



Nota. Método de análisis conceptual. Fuente: Autor (2025)

Tabla 1. Árbol de pensamiento conceptual

ÁRBOL DE PENSAMIENTO

MARCO TEÓRICO - CONCEPTUAL

"Arquitectura Biomimética como elemento de diseño sensible para el paisaje cultural de la Sierra Nevada"

- Diseño Sensible
- Patrimonio cultural I.
- Arquitectura vernácula
- Paisaje Cultural
- Biomimética
- Ecología Cultural
- Autonomía Indigena
- Territorialidad

	CONCEPTO	AUTOR	FUENTE	COMPARATIVO	CONCLUSIÓN
ARQUITECTÓNICO	Diseño ecológico	**Ian McHarg** ARQ.	Design with Nature (libro)	McHarg introduce el concepto de diseño ecológico, donde la **planificación urbana y arquitectónica debe respetar las leyes de la naturaleza.** Propone un enfoque donde el diseño **integre aspectos ambientales, sociales y estéticos**, mejorando la relación entre humanos y el entorno.	Se destaca cómo las formas arquitectónicas afectan la percepción humana, mientras que la Carta del Patrimonio Vernáculo resalta la importancia de preservar la arquitectura local ligada al entorno cultural. la arquitectura no solo debe enfocarse en la estética, sino en reflejar y respetar las tradiciones locales, lo cual es esencial para proyectos en la Sierra Nevada de Santa Marta.
	Dinámica de la forma arquitectónica	**Rudolf Arnheim** PSI.	The Dynamics of Architectural Form (libro)	Arnheim explora cómo la percepción visual y las formas arquitectónicas interactúan para crear espacios significativos. Su **enfoque se centra en cómo las formas geométricas y la organización espacial influyen en nuestra percepción del entorno construido**.	
URBANO	Patrimonio arquitectónico vernácula	**ICOMOS** Ent.	Carta del Patrimonio Vernáculo (documento)	Este documento establece los principios para la protección del patrimonio vernáculo, subrayando **la importancia de conservar las tradiciones arquitectónicas locales en armonía con el entorno y las prácticas culturales autóctonas**. Valora la sostenibilidad y la autenticidad.	El entorno urbano es un producto de la interacción entre la sociedad y el paisaje. El diseño urbano debe respetar la cultura y geografía preexistente, generando soluciones que conecten lo humano con el espacio. Esto es vital para desarrollar propuestas urbanas que respeten el paisaje y la cultura de los pueblos indígenas.
	Simbolismo de interacción humana	**James Rubenstein** Geo.	The Cultural Landscape (libro)	Rubenstein destaca cómo los paisajes culturales representan la **interacción entre la naturaleza y el hombre, reflejando creencias y prácticas sociales a lo largo del tiempo.** Su análisis integra geografía y cultura para comprender cómo los humanos modifican el entorno físico.	
SOSTENIBLE	Biomimética y diseño sostenible	**Janine Benyus** Esc. cientifica	Biomimicry: Innovation Inspired by Nature (libro)	Benyus plantea que las soluciones a los problemas del diseño sostenible se encuentran en la naturaleza. **La biomimética busca inspiración en los sistemas naturales para desarrollar soluciones ecológicas**, innovadoras y sostenibles en la arquitectura y el diseño.	Se pueden proponer modelos sostenibles basados en la naturaleza y el conocimiento ecológico tradicional. La biomimética y el conocimiento indígena se complementan, proporcionando herramientas tecnológicas y éticas para la sostenibilidad, cruciales para la Sierra Nevada.
	Ecología sagrada y sostenibilidad	**Fikret Berkes** Autor.	Sacred Ecology (libro)	Berkes examina las **relaciones entre las sociedades tradicionales y sus entornos naturales**, destacando cómo el **conocimiento ecológico indígena** puede ofrecer modelos sostenibles para el manejo ambiental. Resalta la cosmovisión y el respeto por los recursos naturales.	
CULTURAL	Historia económica y autonomía	**Salomón Kalmanovitz** Eco.	Economía y Nación: Una breve historia de Colombia (libro)	Kalmanovitz analiza la historia económica de Colombia, destacando el impacto de la colonización y **las políticas extractivistas en las comunidades indígenas**. **Examina la evolución de la autonomía territorial y los retos actuales** de las políticas de conservación y desarrollo.	El impacto histórico de la colonización a nivel contexto es importante tenerlo en cuenta, igual la lucha por la autonomía indígena en la Sierra Nevada. Su relevancia se encuentra en entender las tensiones entre desarrollo y conservación, clave para cualquier intervención en territorios indígenas con respecto al ambiente y sus idiosincrasias
	Autonomía indígena y territorio	**Gustavo Esteban Romero**	Autonomía y territorio en la Sierra Nevada de Santa Marta (libro)	Romero analiza la l**ucha por la autonomía indígena en la Sierra Nevada, enfocándose en la relación con el territorio y los conflictos con políticas de conservación**. Destaca la importancia de reconocer los saberes tradicionales y la participación indígena en la gestión territorial.	

Nota. Explicación y relación de autores en marco conceptual. Fuente: Autor (2025)

04
MARCO TEÓRICO
THEORICAL FRAMEWORK

El presente marco teórico sustenta el desarrollo del proyecto mediante el análisis de los siguientes tres enfoques fundamentales tomados del marco conceptual: la biomimética aplicada a la arquitectura, la planificación ecológica del territorio y la relación entre cultura y paisaje. Para ello, se toma como referencia los trabajos de Janine Benyus, Ian McHarg y James Rubenstein, cuyos planteamientos permiten comprender e integrar el diseño del equipamiento y del recorrido ecológico dentro del contexto de la Sierra Nevada de Santa Marta.

BIOMIMÉTICA Y DISEÑO BASADO EN LA NATURALEZA

BIOMIMICRY: INNOVATION INSPIRED BY NATURE
Janine Benyus

El concepto de biomimética, desarrollado por Janine Benyus, se basa en la imitación de procesos naturales para la solución de problemas de diseño y tecnología, como lo definiría parcialmente “Nature as model. Biomimicry is a new science that studies nature’s models and then imitates or takes inspiration from these designs and processes to solve human problems, e.g., a solar cell inspired by a leaf.” **(Benyus, 1997, p. 7)**.

Se toma como referencia el segundo capitulo del libro titulado “¿Cómo nos alimentaremos?”, donde la autora analiza cómo los ecosistemas naturales han desarrollado estrategias eficientes para la producción y regeneración de recursos sin degradar el entorno. Este capítulo destaca la importancia de aprender de los sistemas naturales para diseñar métodos de producción y distribución sostenibles, evitando la sobreexplotación del suelo y promoviendo modelos resilientes. De esta manera, es importante también resaltar a través de una cita del libro el vínculo que puede existir no solo de los diferentes sistemas con el entorno natural, sino enlazarlo transversalmente con el ámbito social de diferentes comunidades, empezando por la sociedad humana:

> "How do we act on the fact that we are more ignorant than knowledgeable? Embrace the arrangements that have shaken down in the long evolutionary process and try to mimic them, ever mindful that human cleverness must remain subordinate to nature’s wisdom."
>
> — Jackson (como se citó en Benyus, 1997)

Figura 11. Janine Benyus



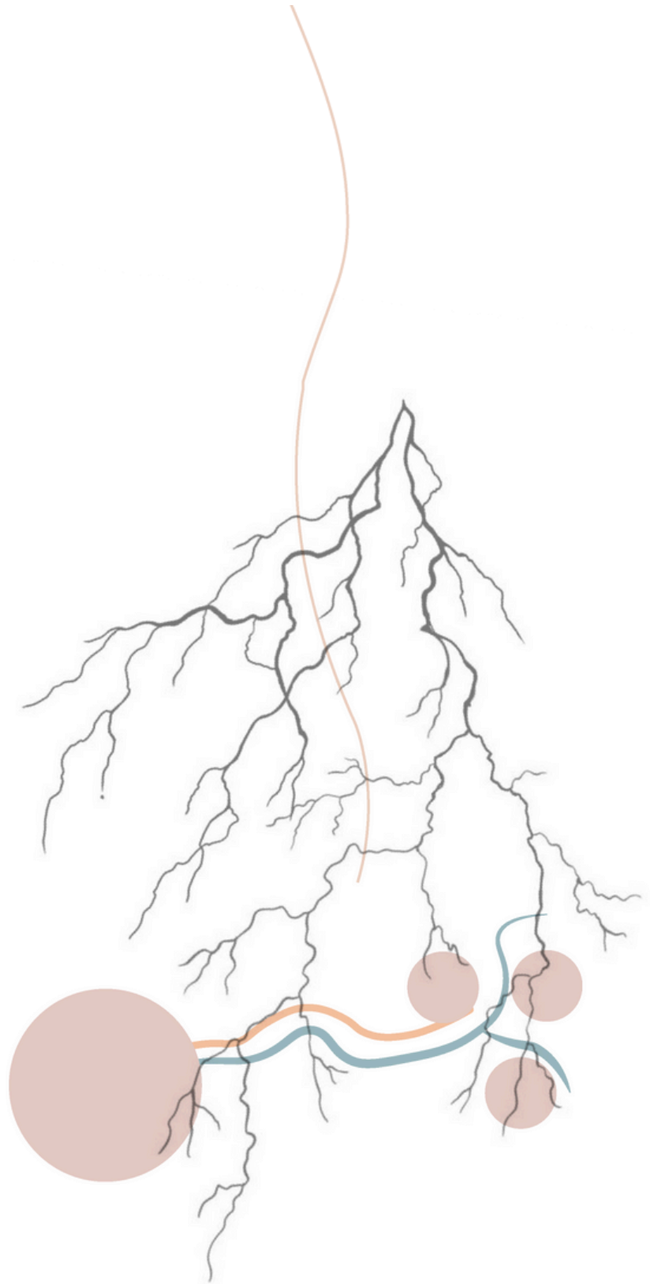
Nota. Primer en escribir sobre la biomimética. Fuente: Cleveland.com (2025)

En el contexto de este proyecto, se han considerado el concepto de estructuras micorrízicas, inspirado en el fragmento de Janine Benyus sobre la pérdida de redes biológicas en los suelos arados. Se toma la idea de las micorrizas como modelo biomimético para el diseño de las estructuras que fomentan la interconexión ecológica así como los hongos se extienden sus filamentos para regenerar el suelo y facilitar el intercambio de nutrientes. Estas estructuras buscan restaurar la relación entre el entorno construido y los sistemas naturales promoviendo su resiliencia y equilibrio.

La cita a partir de la cual se conceptualiza el término habla de cómo los hongos a través del proceso de envolver sus hilos alrededor de diferentes raíces crean hermandades entre diferentes organismos benéficos para el suelo y para ellos mismos, y cierra argumentando que varias especies trabajan en una conspiración biótica para elevar el nivel de todo el ecosistema. (**Benyus, 1997, p. 24).**

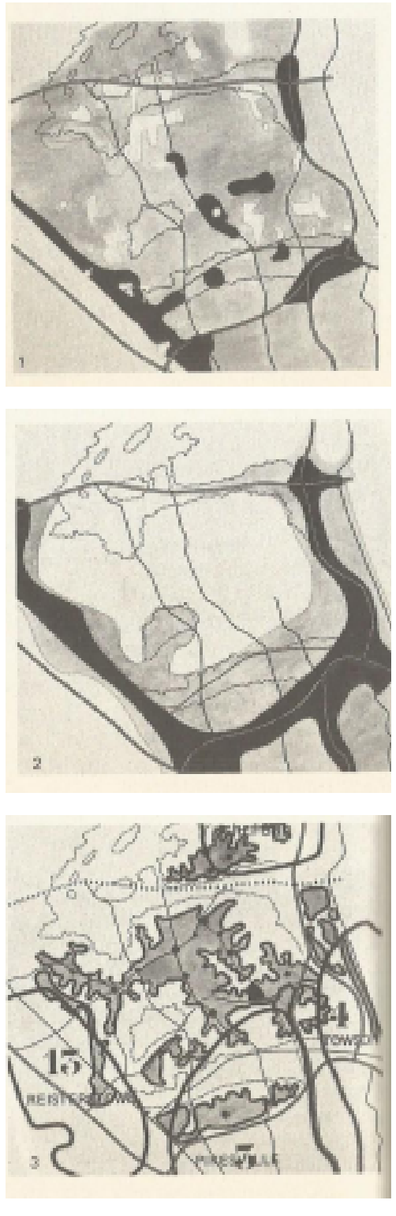
Por consiguiente, se transforma la idea para expresar las micorrizas como modelo de interconexión, referencia para diseñar estructuras que favorezcan la sostenibilidad ecológica y la distribución eficiente de recursos en el entorno construido.

Figura 12. Aplicación biomimética al proyecto



Nota. Gráfico representativo de la aplicación biomimética al territorio. Fuente: Autor (2025)

Figura 13. Patrones alternos de crecimiento



Nota. Adaptado de Design with nature (p. 86), por I. McHarg , 1969, American Museum of Natural History.

PLANIFICACIÓN ECOLÓGICA Y ANÁLISIS DEL TERRITORIO

DESIGN WITH NATURE
Ian McHarg

Ian McHarg establece una metodología para la planificación del territorio basada en principios ecológicos y geológicos. A lo largo de su libro, McHarg plantea una serie de estrategias para comprender y actuar sobre el paisaje, destacando la importancia de trabajar con los procesos naturales en lugar de imponerse sobre ellos. La relevancia del texto abarca múltiples capítulos que separa desde la concepción de los valores naturales, como estos permiten generar una respuesta, y por otro lado, como se ven las bondades y debilidades de territorios metropolitanos y cuencas de río.

El primer capítulo relevante para el proyecto se titula "*A Response to Values*" y aborda la importancia de que el diseño responda a los valores ambientales, sociales y culturales del territorio. Propone una visión en la que la planificación territorial se base en principios ecológicos y éticos, considerando no solo la funcionalidad de los espacios construidos, sino también su impacto en el medio ambiente y en las comunidades locales.

Adicionalmente, habla a partir de diferentes casos de estudio en Estados Unidos sobre como los dueños de diferentes tierras suburbanas pueden llegar a no entender correctamente las diferentes capacidades que sus terrenos ofrecen, por eso él determina diferentes métodos de análisis para evaluar esas capacidades. Uno de estos métodos es el determinismo fisiográfico, que explica de manera directa bajo la siguiente premisa:

> "given the anticipated population to be accommodated and the development potential of the area what principles can average explanation ensure enhancement and equaled the development values of uncontrolled growth? the plan for the valley is employed physiography determinism to reveal the optimum pattern of development."
>
> — (McHarg, 1969, p. 81)

Figura 14. Área de conservación



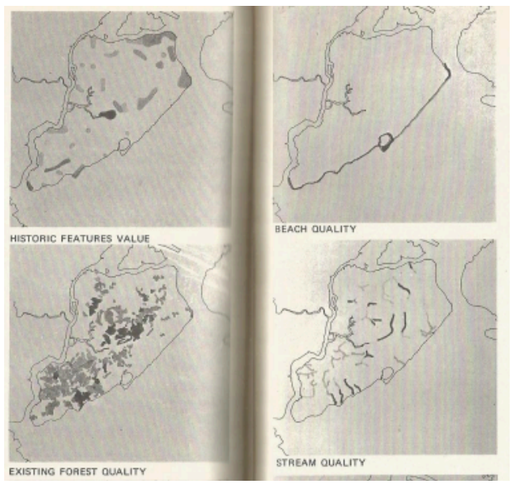
Nota. Adaptado de Design with nature (p. 110), por I. McHarg, 1969, American Museum of Natural History.

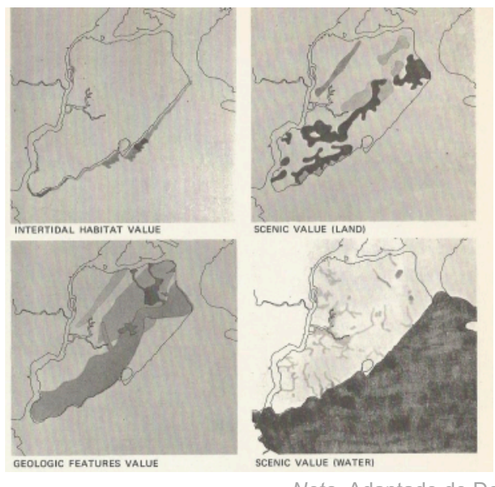
El segundo capítulo relevante para el proyecto se titula *"Processes as Values*" que argumenta que los procesos naturales tienen un valor inherente y que deben ser considerados en la planificación del territorio. Detalla cómo los ecosistemas mantienen equilibrios dinámicos a través de interacciones complejas entre suelo, agua, clima y biota. En este sentido, enfatiza la necesidad de diseñar con base en estos procesos, en lugar de alterarlos, asegurando así una relación armónica entre la intervención humana y la naturaleza.

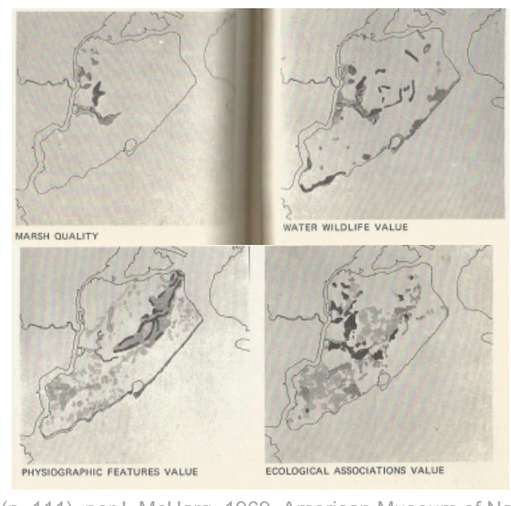
Por otro lado, evalúa las diferentes bondades que tienen territorios, muchas veces costeros, lo que implica la añadidura de zonas hidrográficas. Establece la proposición que existen zonas que por sus particulares bondades son capaces de ser determinadas para usos muy específicos, por su influencia natural, social e histórica, mientras que otras pueden ser atribuidas a diversos usos ya que carecen de estas idiosincrasias.

Un ejemplo del texto es un área de conservación sobre el cual se genera un análisis a partir de 12 capas diferentes donde se especifica con tonos oscuros lo mas representativo, mientras que con tonos claros, lo que carece o es inexistente. De esta manera se busca seleccionar como conclusión final, cuales son las zonas que tienen mayores propiedades de conservación.

Figura 15. Capas de análisis ambiental







Nota. Adaptado de Design with nature (p. 111), por I. McHarg, 1969, American Museum of Natural History.

El tercer capítulo relevante para el proyecto se titula *“The river basin*” estudia el papel de las cuencas hidrográficas en la regulación del paisaje. Explica cómo los ríos y sus afluentes son fundamentales para la distribución de nutrientes, la erosión natural y la estabilidad ecológica. También advierte sobre los efectos negativos de la urbanización y la agricultura intensiva en los sistemas fluviales, proponiendo estrategias para su conservación y manejo integrado.

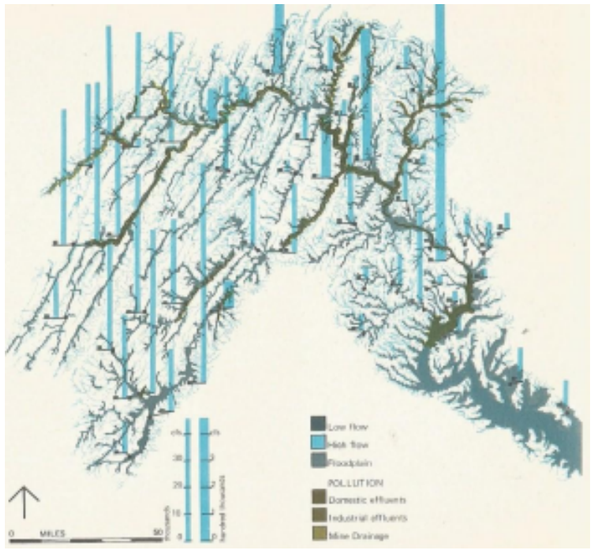
Particularmente, lo que busca este tipo de estudios es poder evidenciar a partir de un listado de análisis sobre clima, geología, fisiografía, entre otros, la magnitud de las cuencas para determinar que suelo con respecto a todas la variantes y patrones posibles es viable para diversos o específicos usos. Así, lo mencionaría el autor:

> "the current morphology, with climate and lithology, can be invoked to explain the pattern of rivers and streams,the distribution of groundwate,r relative quantities and physical properties. The pursuit of this information on the movements of sediments some by fluvial processes,... will reveal the pattern distribution and properties of the soils."
>
> — (McHarg, 1969, p. 127)

Para este análisis en particular el autor propone tener un partir con base en la hidrología y en todo el sector acuífero de la región analizada, para poder no sólo hacer un inventario de todos las dinámicas que se dan en el territorio sino también propender por explorar las posibilidades a futuro de las expansiones a nivel natural y hechas por el humano que se puedan dar.

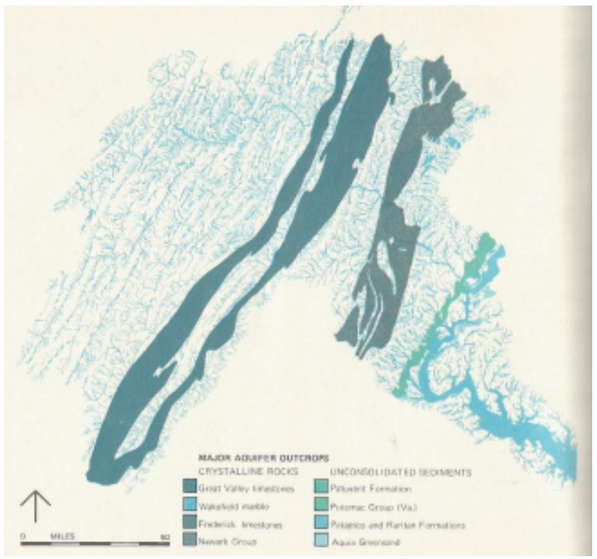
El autor abarca por ejemplo, diversos mapas sobre problemáticas con el agua, un análisis hidrológico, geológico, asociándolos en cuanto al suelo con la fauna y flora que existen a nivel local, entre otros varias dinámicas de análisis de este territorio.

Figura 16. Problemas del agua



Nota. Adaptado de Design with nature (p. 136), por I. McHarg, 1969, American Museum of Natural History.

Figura 17. Análisis Hidrológico

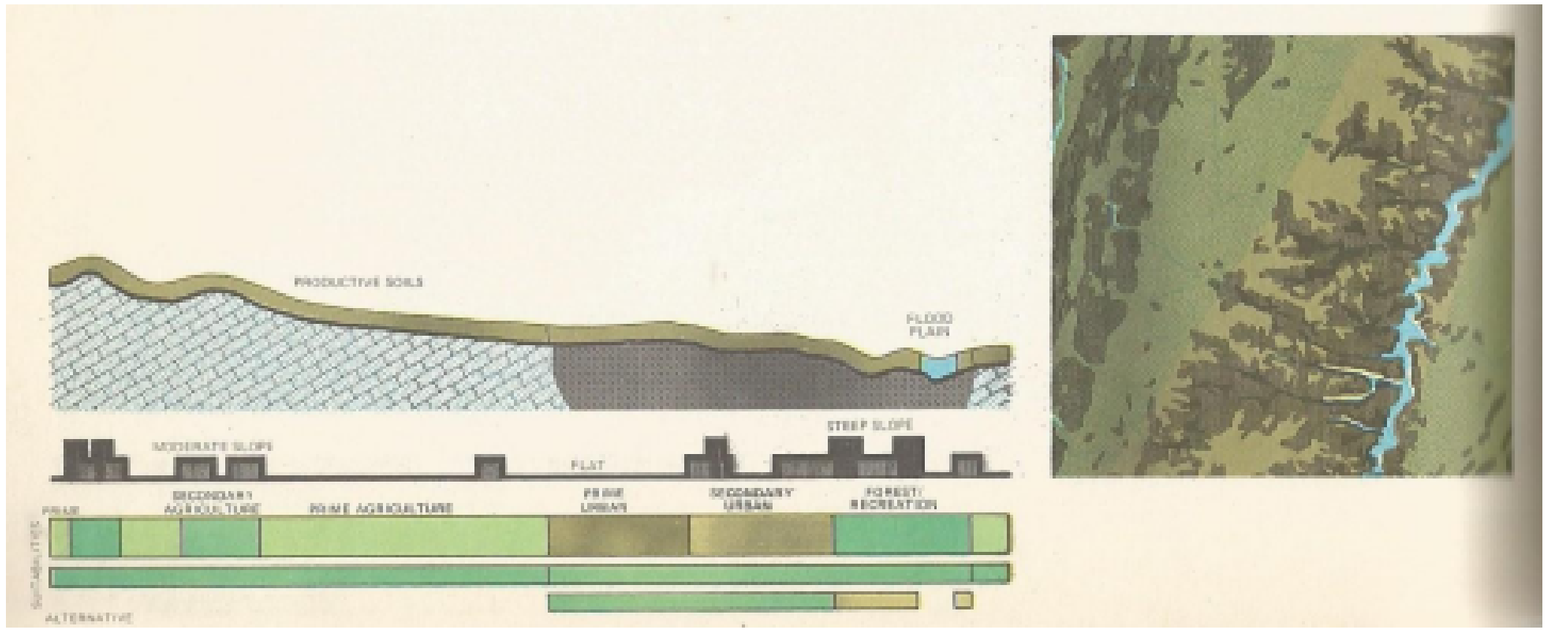


Nota. Adaptado de Design with nature (p. 132), por I. McHarg, 1969, American Museum of Natural History.

Finaliza el capítulo brindando diferentes casos de estudio urbanos y suburbanos, que poseen una cuenca hídrica o son lugares cercanos a los cuales se les puede aplicar este tipo de análisis y así conseguir concluir como se muestra en la *figura 18*, qué suelo de ese territorio tiene que vocación o posibles usos.

En términos generales, la obra de Ian McHarg resulta fundamental para abordar el proyecto desde una perspectiva ecológica y sostenible. Su metodología permite analizar el territorio mediante capas de información, facilitando la identificación de áreas óptimas para la intervención y aquellas que deben ser preservadas. En el marco de este proyecto, se emplea este enfoque para garantizar a partir del análisis del lugar, que la implantación del equipamiento y la planificación del recorrido ecológico respondan a la estructura natural del sitio, minimizando su impacto y promoviendo la regeneración ambiental. La capacidad de McHarg para integrar ecología y diseño urbano se convierte en una herramienta clave para desarrollar un proyecto alineado con los principios de sostenibilidad y conservación del entorno natural.

Figura 18. Conclusiones de análisis de suelo



Nota. Adaptado de Design with nature (p. 148), por I. McHarg, 1969, American Museum of Natural History.

PAISAJE CULTURAL Y ORGANIZACIÓN ESPACIAL

THE CULTURAL LANDSCAPE
James Rubenstein

La obra de James Rubenstein, estudia la relación entre cultura, espacio y territorio, analizando cómo los paisajes culturales son moldeados por la interacción entre el ser humano y su entorno. Este autor es pertinente desde la posición cultural con la que abarca el concepto de paisaje, específicamente en su capítulo numero 4 *"Folk and popular culture*" donde explora la cultura como un conjunto de costumbres, creencias y prácticas que moldean los paisajes humanos. Su enfoque se basa en cómo las sociedades transforman y son transformadas por su entorno, destacando la interacción entre la globalización y la diversidad cultural.

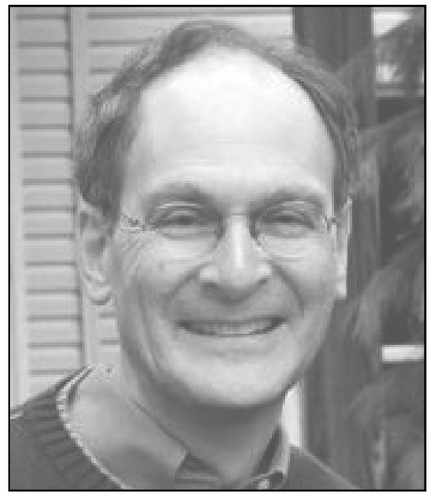
El autor propone una estructura dentro de su libro, donde este capítulo, se subdivide en un caso de estudio y se plantean 4 problemáticas principales, a partir de las que desarrolla diferentes cuestionamientos.

Del primero se plantea cómo y dónde es que se origina y se difunde la cultura, luego la influencia que esta tiene dentro de un espacio físico como un nodo o punto central, y pasando el cuarto cuestionamiento, cierra desarrollando la idea de cómo se da un impacto en el ecosistema por parte de la cultura.

Uno de los conceptos clave que desarrolla **Rubenstein (2014),** es la difusión cultural, que se refiere al proceso mediante el cual las ideas, costumbres y tecnologías se transmiten de una sociedad a otra. Esto influye directamente en la transformación de los espacios físicos, ya que las prácticas culturales impactan la organización del territorio, la arquitectura y la distribución de los asentamientos.

Se plantea entonces el término ***regiones culturales*** que el autor clasifica en 3 tipos, **regiones formales**, que define las áreas homogéneas con rasgos físicos y distintivos, como actividades económicas o características climatológicas. **Regiones funcionales** como los espacios organizados alrededor de un nodo central, como ciudades o centros de comercio;. y las **regiones perceptuales,** que son las áreas definidas por la percepción colectiva, que pueden variar según las experiencias y creencias de los habitantes. **(Rubenstein, 2014).**

Figura 19. Jame Rubenstein



Nota. Autor del libro cultural landscapes. Fuente: alchetron (2024)

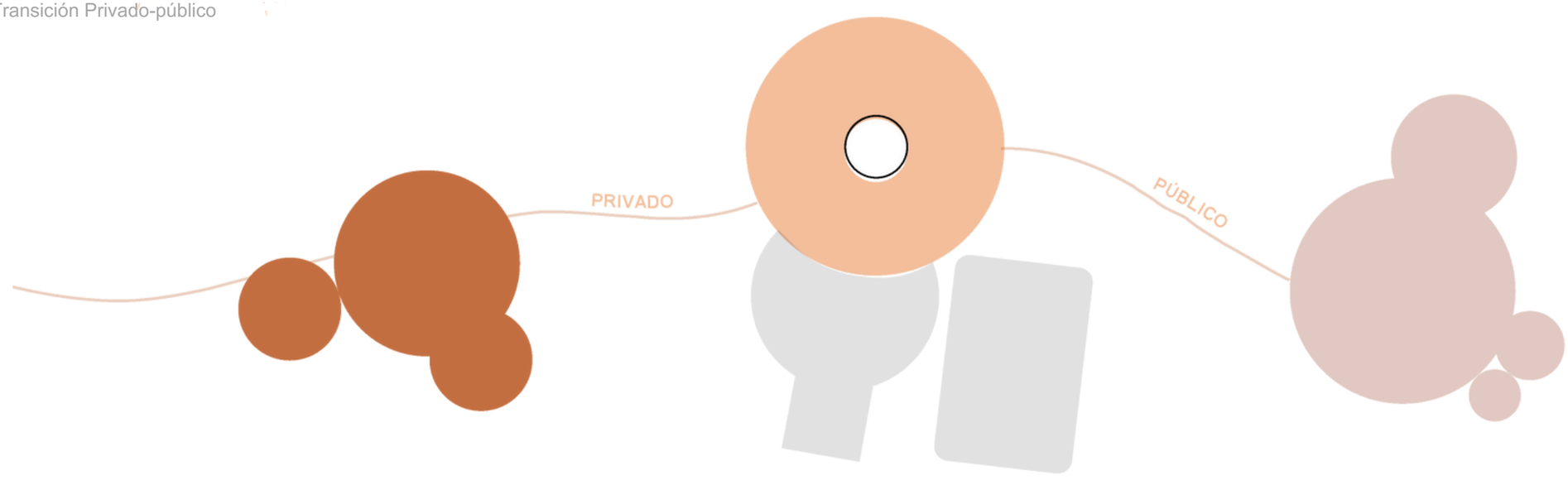
Esta clasificación permite analizar cómo los paisajes culturales evolucionan y se reconfiguran con el tiempo en respuesta a factores sociales, económicos y ambientales.

Otro aspecto fundamental del libro es la interacción entre la sociedad y el medio natural. Examina cómo distintas culturas han adaptado su arquitectura, sistemas de producción y modos de vida a las condiciones ambientales, promoviendo estrategias de sostenibilidad o, en algunos casos, generando impactos negativos en los ecosistemas.

Para el proyecto este enfoque de la clasificación de la regiones culturales puede aplicar para entender el límite social o colectivo, con el que se permite diferenciar las dinámicas de un territorio cultural para así, discernir entre lo privado o lo que no se puede conocer, y lo público o lo que se puede mostrar, permitiendo crear una articulación que se pueda aplicar a nivel urbano y arquitectónico, entendiendo las diferentes dinámicas de conservación existentes en el territorio de la Sierra nevada de Santa Marta y en qué medida se permite mostrar al público.

Con el análisis de **regiones formales** por ejemplo, se puede identificar que tipo de economía mueve la comunidad indígena para mantenerse. Las **regiones funcionales** determinan nodos como lo pueden serlos mismo asentamientos o la cabecera del corregimiento de Sabana crespo. Finalmente, las **regiones perceptuales**, que se identifican en el territorio como esas zonas de protección o el límite cultural demarcado para el territorio autóctono de la Sierra Nevada.

Figura 20. Transición Privado-público



Nota. Gráfico representativo de la transición público - privada. Fuente: Autor (2025)

05
MARCO REFERENCIAL
REFERENCIAL FRAMEWORK

El marco referencial tuvo en cuenta diferentes espacios urbanos y arquitectónicos que implementaban el uso de la biomimética con el propósito de buscar dentro de la infraestructura física la implementación de este elemento. Además, recorridos ecológicos implementados a modo de renovación y restauración urbana teniendo de la mano el ámbito o la consideración ambiental y sostenible, y finalmente otros referentes arquitectónicos que brindaban desde su función el reconocimiento cultural indígena y que posee grosso modo información ya sea el de una escala local o nacional. Se buscó mediante la implementación de un árbol de pensamientos pensamiento como se puede ver en la tabla 2, el vínculo de cuatro enfoques que llevaron al encuentro de sus referentes. Estos enfoques fueron el tecnológico, el urbano-formal, sostenible y cultural-funcional.

El proceso al igual que el marco conceptual se llevó a cabo mediante un “árbol de pensamiento”, este también a partir de las palabras clave pero organizadas de una manera diferente a este previo árbol de pensamiento, logró también dividir en cuatro rangos diferentes los diferentes referentes que eligieron por el proyecto, estos 4 rangos mencionados previamente, así se tomaron diferentes aspectos con relacionándolos entre sí como Mick Pearce y la manera en cómo la estructura, desde este aspecto tecnológico también tiene relación de sostenibilidad con el confort al interior mediante un proceso biomimético. Por otro lado, a nivel formal, la rehabilitación de la ladera Alcazaba en Málaga. Un proyecto que narra la rehabilitación de una zona degradada por diferentes factores, respetando el contexto paisajístico y creando así un recorrido ecológico dentro de una ciudad importante como esta.

Todos estos referentes resaltando de una manera importante cada aspecto y así consiguiendo dar conclusiones sobre intervenciones que de algún modo pueden vincularse con el propósito y objetivo del proyecto de una manera en particular, ya sea desde el aspecto o la estética que va a tener el proyecto, así como la función o el proceso que se llevará a cabo para el diseño urbano del mismo.

Figura 21. Marco referencial



Nota. Método de análisis de referentes. Fuente: Autor (2025)

Tabla 2. Árbol de pensamiento referentes

ÁRBOL DE PENSAMIENTO

MARCO DE REFERENTES

"Arquitectura Biomimética como elemento de diseño sensible para el paisaje cultural de la Sierra Nevada"

Biomimética
Arquitectura vernácula
Diseño Sensible
Paisaje Cultural
Ecología Cultural
Autonomía Indigena
Territorialidad
Patrimonio cultural I.

	TIPO	AUTOR	REFERENTE	COMPARATIVO	CONCLUSIÓN
TECNOLÓGICO	Procesos de estructura	Mick Pearce	Eastgate Centre Harare	Este edificio es uno de los primeros en aplicar biomimética en un entorno urbano. Inspirado en la **estructura de los termiteros**, el Eastgate Centre utiliza un **sistema de ventilación pasiva** que regula la temperatura del edificio sin necesidad de aire acondicionado.	Emplean sistemaa de ventilación pasiva inspirado en los termiteros, optimizando el uso de energía y reduciendo costos con materiales locales.Además, son un ejemplo de bioingeniería natural, donde las raíces de árboles se manipulan para formar puentes vivos que se auto-sostienen, utilizando procesos ecológicos y conocimientos tradicionales.
	Uso de material local	**Comunidad autóctona**	Living Root Bridges **India**	El pueblo indígena Khasi ha creado **puentes vivos** utilizando las raíces de los árboles. Estos puentes son un ejemplo espectacular de cómo las comunidades locales han desarrollado **soluciones de infraestructura que respetan la ecología local.**	
URBANO - FORMAL	**Rehabilitación urbana**	**OAM**	Rehabilitación de la ladera Alcazaba **Málaga**	Es un proyecto emblemático de integración entre el patrimonio histórico y el entorno natural. Este proyecto fue diseñado para **revitalizar una zona degradada**, **respetando tanto el contexto paisajístico como la importancia** histórica de la Alcazaba, una fortaleza-palacio de origen musulmán.	Son intervenciones urbanas que integran el paisaje y la historia con enfoques sostenibles, respetan el carácter histórico del sitio, utilizando materiales locales y estrategias que minimizan el impacto ambiental, conectando lo urbano con el entorno natural de manera armónica. Por otro lado, revaloran una zona natural, aplicando soluciones sostenibles, como la reutilización de agua, y promueve la interacción pública con el entorno mediante espacios recreativos.
	Dinámicas mixtas	**Aldayjover Arquitectura y Paisaje**	Reserva Natural Parque del Agua **Zaragoza**	Parte del legado de la Exposición Internacional de Zaragoza 2008, este parque combina la **preservación del ecosistema del río Ebro con áreas recreativas y educativas**. Respetando la dinámica del agua y los ecosistemas ribereños, se creó un espacio público que permite a los visitantes disfrutar del entorno natural y aprender sobre la importancia del agua y la conservación del medio ambiente.	
SOSTENIBLE	Parques	**DLPS Arquitectos**	Parque de la reserva **Lima**	parque que ha sido restaurado con un enfoque en sostenibilidad y cultura local. DLPS Arquitectos se centraron en **preservar el patrimonio cultural de la ciudad** y **optimizar el uso del agu**a mediante la instalación de fuentes sostenibles y reciclaje del agua.	Son ejemplos de integración de sostenibilidad en espacios públicos naturales. Rehabilitando un área urbana mediante la tecnología eficiente de manejo del agua y la creación de espacios verdes, mejorando la biodiversidad. Por otro lado, destacando por sus biomas geodésicos que replican ecosistemas, utilizando principios de energía eficiente, recolección de agua y protección de la biodiversidad.
	Réplica de biomas	**Grimsahw architects**	The Eden Project **Cornualles**	El Eden Project consiste en **invernaderos gigantes que replican diversos biomas del mundo**. Diseñado por Grimshaw Architects, este proyecto combina sostenibilidad, restauración ecológica y educación cultural.	
CULTURAL - FUNCIOANL	Preservación patrimonio	**Instituto Distrital de Patrimonio Cultural**	Parque de los Humedales de **Bogotá**	Este parque urbano tiene un enfoque en la **preservación del patrimonio natural y cultural**, incluyendo las **tradiciones** indígenas muiscas. En su diseño se han recuperado elementos como los humedales, que para los muiscas tenían una importancia cultural y espiritual. **La integración de caminos y miradores está en sintonía** con la biodiversidad y las tradiciones locales.	Destacan por combinar funcionalidad y cultura en sus diseños. Los humedales de Bogotá no solo cumplen con la preservación ecológica y el manejo hídrico, sino que también son espacios recreativos que conectan a la ciudad con su entorno natural y educan sobre la importancia cultural y ecológica de estos ecosistemas. Por otro lado, el Wharewaka integra la tradición maorí en su arquitectura, creando un espacio para eventos comunitarios que celebran la herencia indígena.
	cultura indígena	**Architecture+**	Wharewaka, **Wellington**	Es un espacio público que celebra la cultura maorí. Su diseño arquitectónico se basa en **las tradicionales "whare waka" (casas para canoas)**, y combina elementos modernos con **la estética y simbolismos maorí**es. Es un espacio urbano dedicado a la educación, cultura y eventos comunitarios que honran a las comunidades indígenas.	

Nota. Explicación y relación de referentes con el proyecto. Fuente: Autor (2025)

06
DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO
PROJECT DESCRIPTION

LOCALIZACIÓN

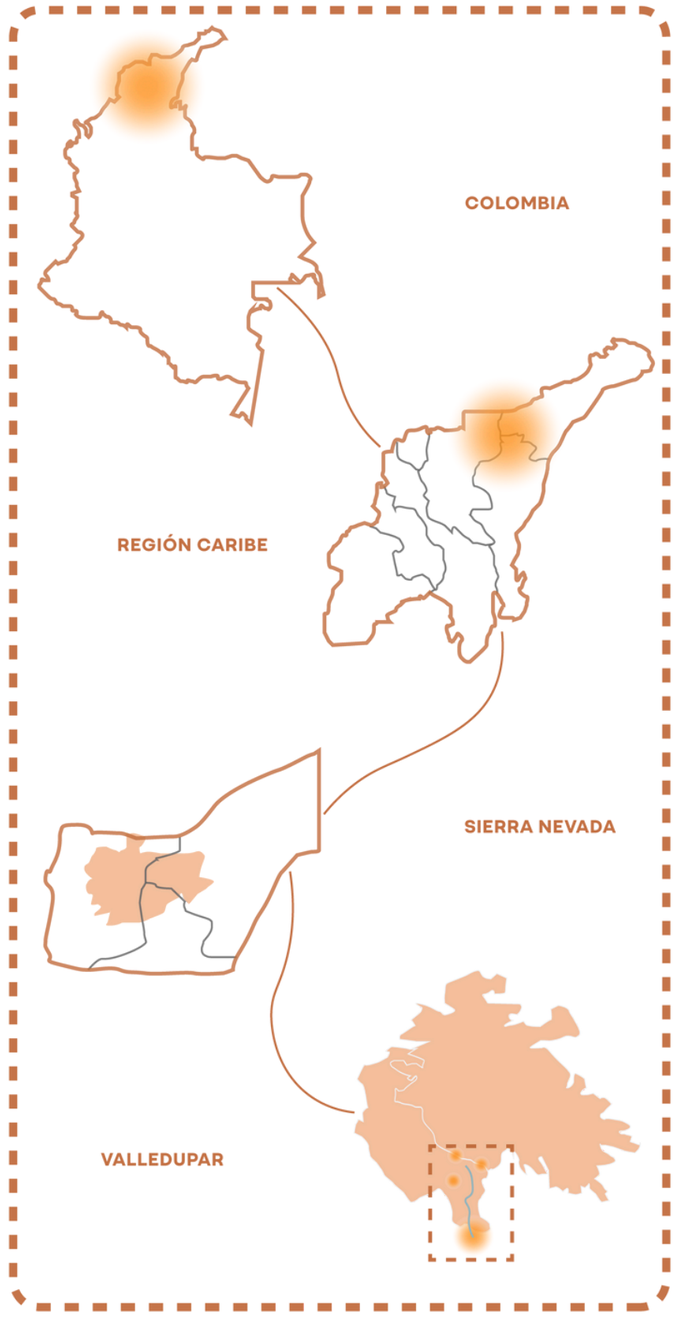
La Sierra Nevada Santa Marta se encuentra localizada al norte del país en la región Caribe específicamente en una intersección entre tres departamentos, El Magdalena al sur occidente, el departamento de El César al sur Oriente y el departamento de La Guajira al norte. Posee límites además con el mar Caribe al norte del país también.

Hace parte del grupo de montañas costeras con mayor altura del mundo, debido a que su territorio comprende de una elevación variada que va desde los 0 m sobre el nivel del mar en su zona costera al norte, hasta sus picos más altos de montaña con aproximadamente una altura de 5775 m sobre el nivel del mar.

Es un territorio que posee cercanía con dos diferentes ciudades grandes, del territorio costero en el departamento del Magdalena con la ciudad de Santa Marta, y en el departamento del César tiene cercanías con la ciudad de Valledupar. La accesibilidad a la Sierra Nevada se da por diferentes carreteras secundarias y sendero rurales que existen en el territorio.

Posee un contexto cultural social con comunidades campesinas y cuatro comunidades indígenas, los Kogui, Arhuacos, Wiwa y kankuamo. El territorio además es administrado y legislado por el PNN (parques nacionales naturales).

Figura 22. Localización del proyecto



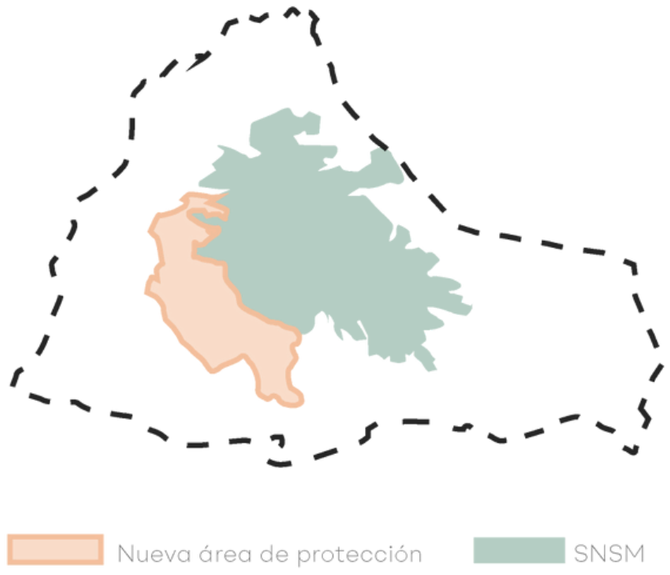
Nota. Plano de localización macro a micro del proyecto. Fuente: Autor (2025)

Además de su división política, el territorio de la Sierra animada de Santa Marta posee un límite invisible llamado a la línea negra. Es un concepto ancestral fundamental para los pueblos indígenas de la Sierra Nevada que boca un límite físico y cosmogónico del territorio. Esta delimitación además, marcan diferentes puntos de referencia donde los seres espirituales y ancestrales dejaron enseñanzas. Son 54 los sitios sagrados conectados por diferentes senderos naturales dentro de los tres diferentes departamentos, los que conforman el territorio envuelto en esta línea.

Finalmente, el organismo del PNN, en el año 2023 logra conformar una nueva área de protección, ampliando aproximadamente 172,000 ha del territorio de la Sierra Nevada, como territorio sagrado y de protección ambiental añadido.

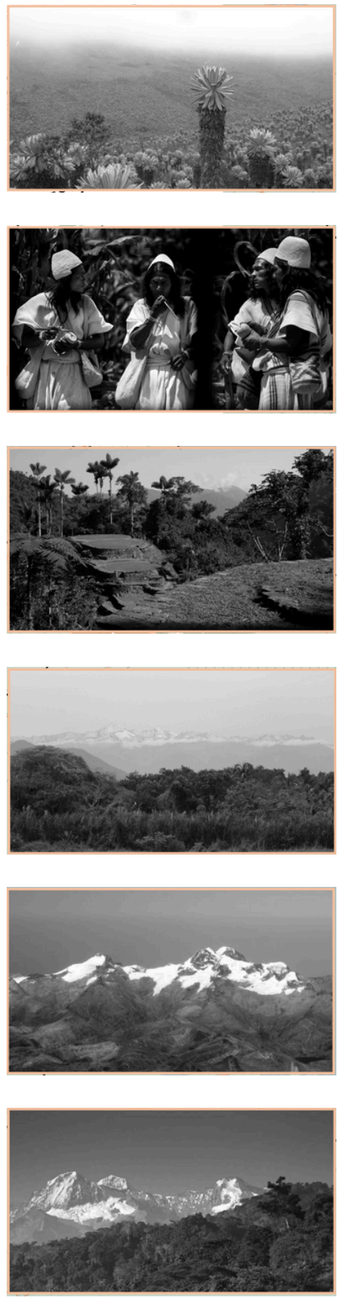
Su clima varía de acuerdo con su elevación desde un tropical húmedo en sus zonas bajas hasta un frío en las zonas más elevadas. consecuentemente con esto, su topografía dinamiza y lleva al encuentro de una riqueza en cuanto a la biodiversidad del sitio. Por ejemplo, en este espacio biodiverso se albergan biomas como las selvas tropicales, los páramos y los glaciares, que poseen dentro de ellos especies endémicas.

Figura 23. Delimitación de la Sierra Nevada



Nota. Corema sobre límites del territorio. Fuente: Autor (2025)

Figura 24. Caracterización de la Sierra Nevadva



Nota. Imágenes de la Sierra Nevada. Fuente: Autor (2025)

ANÁLISIS DEL LUGAR

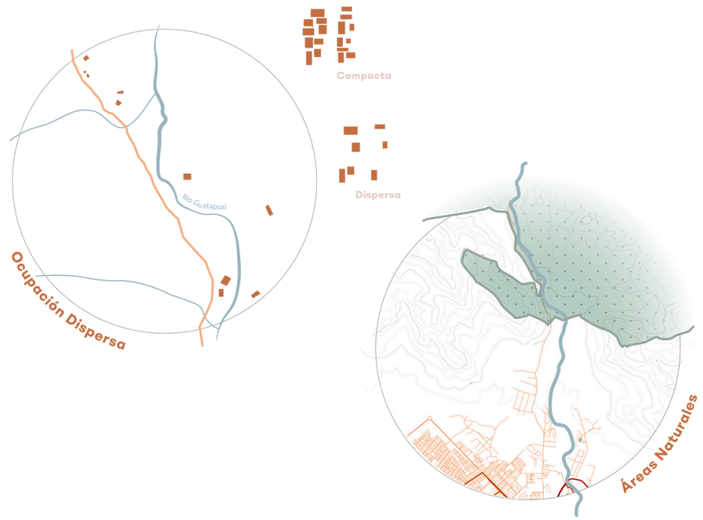
ESCALA MESO

Para el análisis del lugar, se optó por hacer un análisis de escala meso y un análisis de escala micro. El primero de ellos con el objetivo de analizar el territorio que abarca del casco urbano de la ciudad de Valledupar hasta el conjunto de tres asentamientos arhuacos qué se encuentran ubicados en el corregimiento de Sabana Crespo, tomando dirección hacia la Sierra Nevada de Santa Marta. El propósito de hacer el análisis en este territorio, es poder tener en cuenta las distancias que existen desde el casco urbano para así proponer el recorrido ecológico y el equipamiento comunitario, teniendo en cuenta no sólo la población indígena, sino también la población flotante que pueda visitar el proyecto.

El primer análisis hecho fue un análisis de **usos del suelo**, donde se pudo identificar primero que la ocupación del suelo en este sector rural es una ocupación dispersa, con un infraestructura de vivienda campesina regada dentro del territorio rural. También es importante mencionar que una parte del territorio rural en este sector hace parte del nuevo área de protección natural que se propuso por parte del PNN.

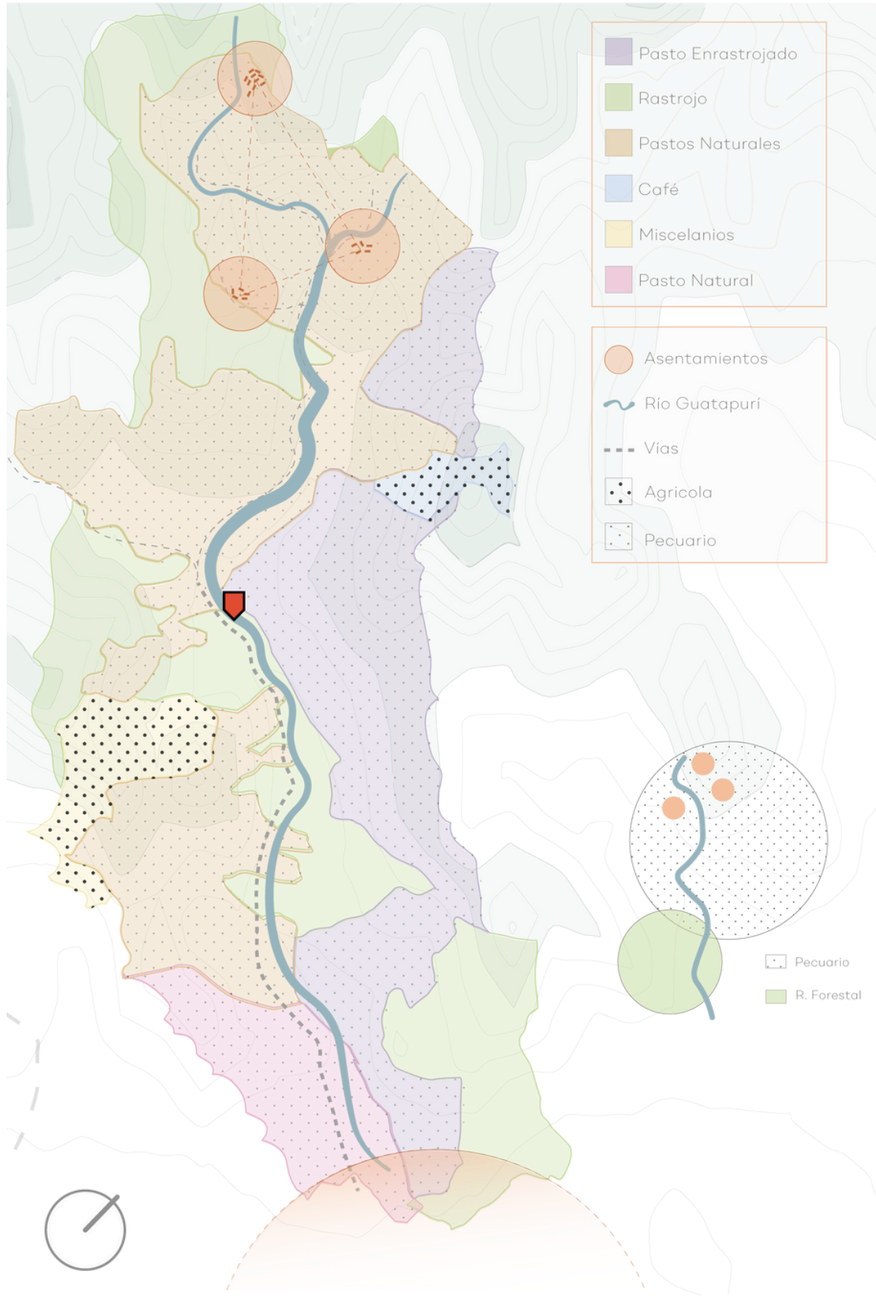
Por otro lado se logra identificar dentro de los diversos tipos de suelo que existen, que las actividades primarias de estos usos son agrícola y pecuaria, teniendo una predominancia para el sector pecuario. Este patrón de ocupación predominante cerca de la cuenca del río Guatapurí demuestra cuál es la actividad productiva más relevante del sector rural permitiendo entender las variaciones que existen del uso del suelo, y el estado actual en el cual se encuentra el territorio seleccionado.

Figura 25. Coremas de usos del suelo



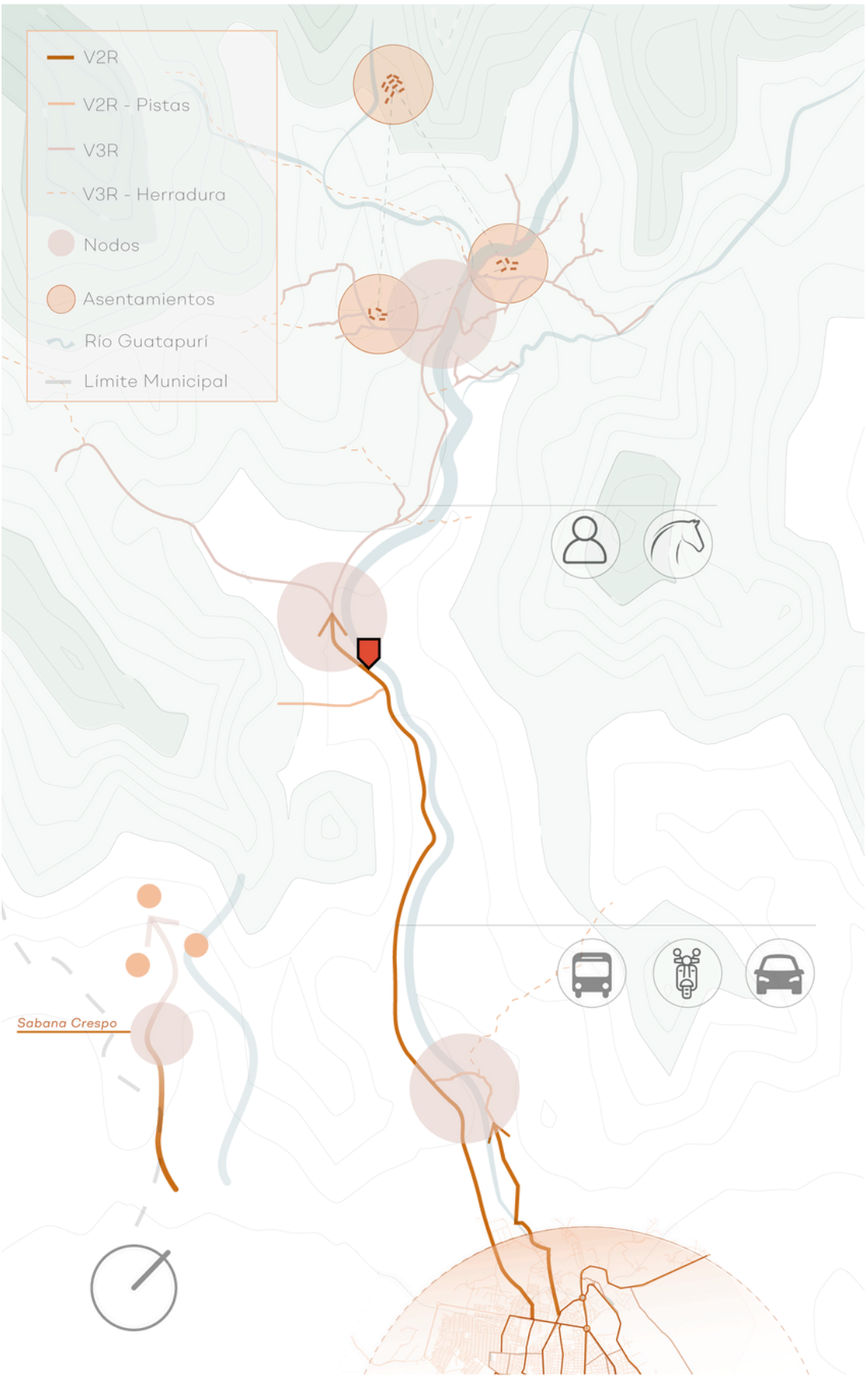
Nota. Diagramas complementarios. Fuente: Autor (2025)

Figura 26. Análisis Meso Uso del suelo



Nota. Análisis detallado en escala meso de los usos del suelo. Fuente: Autor (2025)

Figura 27. Análisis Meso Accesibilidad



Nota. Análisis detallado en escala meso de las vías y accesibilidad. Fuente: Autor (2025)

El segundo análisis fue de **vías y accesibilidad.** Lo que se pudo encontrar en el territorio dentro de la escala meso, es que a nivel normativo existe un sistema vial rural implementado, pero que es deficiente, en cuanto al subsistema de infraestructura y al subsistema de transporte.

Esta normativa denomina cuatro diferentes tipos de vías a nivel rural, denominadas V1R, V2R, V3R y caminos de herradura. El primer tipo siendo las vías que conectan con otros municipios o rutas nacionales, los segundos son las vías que conducen a los cascos de los corregimientos dentro del municipio, y a partir de las denominadas V3R, las vías poseen características completamente diferentes y son las que abarcan el territorio rural después de los últimos cascos de corregimientos.

Lo que se puede identificar del territorio analizado , es que en temas de infraestructura existen vías de denominación V2R pavimentadas hasta el corregimiento de Sabana Crespo, y a partir de este punto las conexiones a los otros entramados rurales y asentamientos arhuacos son sólo vías destapadas como se les conoce coloquialmente y caminos de Herradura, lo cual significa que en cuanto al subsistema de transporte, a partir de este punto del territorio el perfil vial es más angosto y se dificulta la accesibilidad, siendo mayormente permitida solo a nivel peatonal y con animales ecuestres.

En conclusión, a nivel rural existe una segmentación del territorio desde la perspectiva de accesibilidad creada por la deficiente infraestructura y subsistemas de transporte de Valledupar.

Figura 28. Tipos de vía





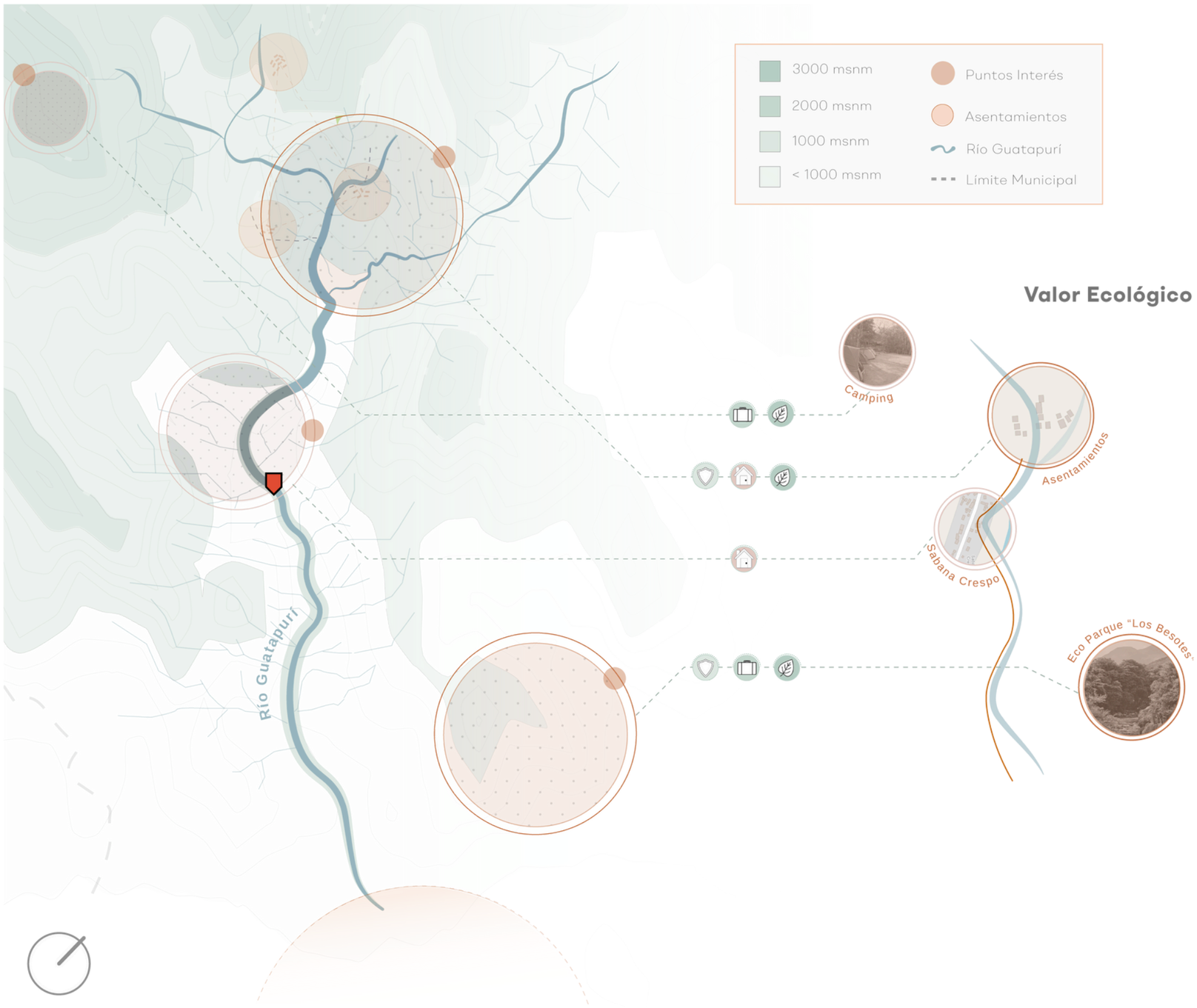
Nota. Imágenes sobre las vías rurales existentes. Fuente: Autor (2025)

El análisis de la **estructura ecológica** se enfoca en dar valor a los elementos más importantes dentro del territorio para poder determinar cuáles son las bondades que ofrece y de esta manera poder darle una aplicabilidad correcta al territorio concluyendo en la creación del recorrido ecológico.

El territorio analizado dentro de la escala meso, encuentra una topografía que en el casco urbano va desde los 500 m sobre el nivel del mar hasta el pico más alto donde se ubican los asentamientos que se encuentra cerca de los 3000 m sobre el nivel del mar, encontrando además en esta primera parte del análisis tres elementos importantes, la infraestructura de diferentes viviendas que se pueden localizar dispersas en el área rural, también por la topografía el sistema montañoso al cual se tiene que acoplar a los diversos sistemas como el de vías, y el elemento hídrico principal el cual es el río Guatapurí un eje que demarca y guía el camino desde el casco urbano hasta los asentamientos indígenas.

De esta generalidades se desprenden cuatro diferentes análisis que consideran diferentes puntos

Figura 29. Análisis Meso Est. Ecológica



Nota. Análisis detallado en escala meso de la estructura ecológica. Fuente: Autor (2025)

dentro del territorio, las bondades de la biodiversidad, cómo esta biodiversidad puede ser aprovechada en el recorrido ecológico, y las diferentes zonas de protección normativa que rigen esta área rural.

Primero el ítem del valor ecológico resalta cuatro puntos de interés diferentes, adjudicándole un valor dependiendo del aporte ecológico que le brinda al espacio natural. De este primer análisis se puede concluir que el punto de Sábana Crespo en la cabecera de su corregimiento, es el punto que aunque posee varias edificaciones, no le ha dado un valor agregado en cuanto temas de sostenibilidad y ecología, diferente a lo que ofrecen a otros tres puntos donde se encuentran zonas de camping, Ecoparque y los asentamientos que procuran cuidar desde su visión cosmogónica del territorio.

En segundo lugar del análisis, se encuentra la representación de las diferentes entidades y la manera en que regulan para la protección del territorio rural cercano a la Sierra Nevada. Existen tres regulaciones principales de protección, dos de ellos reguladas por la alcaldía de Valledupar, las cuales son restricciones del río para su uso, lo que implica que de acuerdo a unas directrices existe un porcentaje del río que tiene un uso restringido en su cuenca y territorio aledaño. Por otro lado un tema de reserva forestal que aparece dentro de la estructura ecológica natural cercana hacia el casco urbano y que comprende un territorio que intercepta el río Guatapurí. Y finalmente, otro ente regulador el cual es el PNN, el cual procede con una zona de amortiguación, donde unifican la zonas de ampliación dispuestas en el año 2023 como territorio sagrado y biodiverso de las comunidades indígenas y la zona de protección predispuesta previamente, la zona se delimita como un contorno alrededor de la Sierra Nevada.

De este segundo análisis se puede concluir que existen diferentes limitaciones por parte de diferentes entidades en este territorio rural, lo cual vuelve estas diferentes zonas de protección directrices para poder direccionar el proyecto a una infraestructura que no solamente sea sostenible sino también sea adecuada por el territorio donde se implanta.

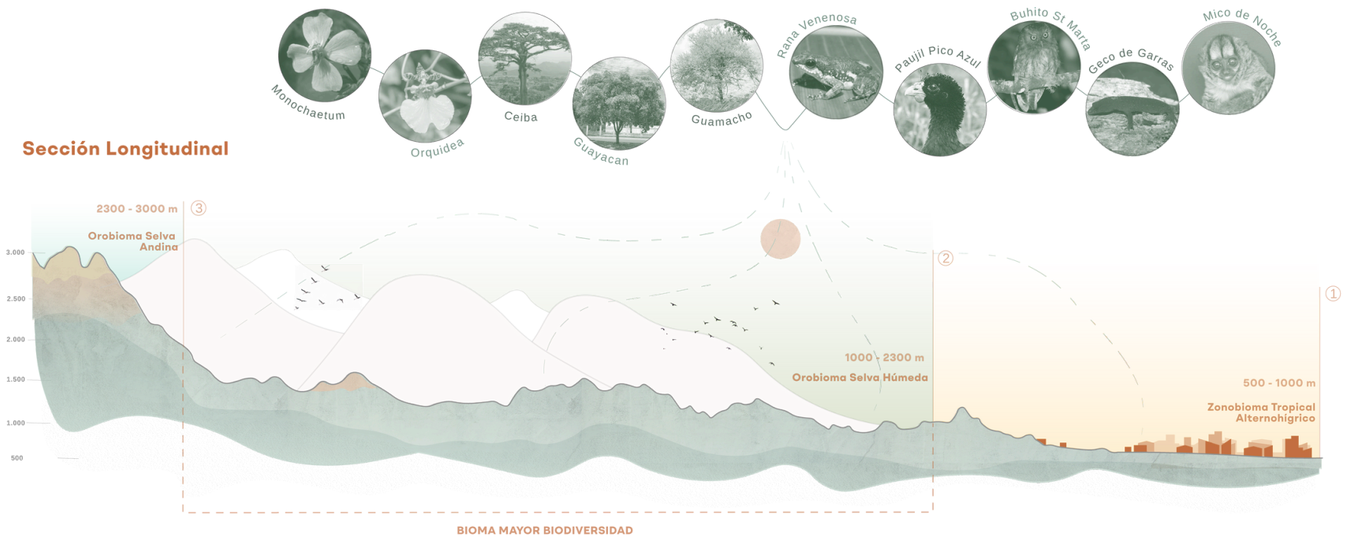
Figura 30. Zonas de Protección



Nota. Análisis de la zonas de protección ambiental. Fuente: Autor (2025)

En tercer lugar se encuentra el tema de la biodiversidad entre fauna y flora del territorio, y que se asocia directamente con el tipo de Bioma que posee el territorio rural. En este caso se logra apreciar tres diferentes biomas condicionados con las diferentes alturas que tiene el territorio en esta escala, de lo cual se puede concluir que el Orobioma de selva húmeda es el que mayor oportunidad para la implantación del recorrido del equipamiento tiene debido a que es el que ocupa la mayor parte del territorio dentro de la escala meso, y también es el bioma que más biodiversidad posee de diferentes especies de anfibios también aves y mamíferos, además de diferente tipo de flora con flores como la orquídea y árboles como el Guayacán o la Ceiba.

Figura 31. Análisis biodiversidad



Nota. Análisis detallado en escala meso de la Fauna y flora. Fuente: Autor (2025)

Finalmente está el análisis sobre proximidad del recorrido, un análisis en el cual se sobreponen diferentes aspectos importantes como la topografía relacionada con el recorrido principal guiado por el río Guatapurí, siendo los puntos más altos dentro del recorrido los más interesantes por la oportunidad de visuales hacia el entorno natural y biodiverso como avistamiento de aves o actividades como Ecoparque o camping, lo que genera el aprovechamiento del espacio y una variable para que el recorrido no sea meramente lineal sino que pueda tener diferentes nudos añadidos a este.

Figura 32. Corema Proximidades del recorrido



Nota. Corema de puntos de proximidad en el recorrido ecológico. Fuente: Autor (2025)

Figura 33. Análisis Meso Perceptual



Nota. Análisis detallado en escala meso del tema social mediante análisis perceptual. Fuente: Autor (2025)

Finalmente, en la escala meso se encuentra el **análisis perceptual**. Un análisis que busca relacionar los diferentes elementos la cosmogonía indígena con el entorno natural, aparece principalmente el elemento de la línea negra para poder delimitar el espacio sagrado, y a partir de él se encuentran comunidades indígenas como los Arhuacos, que contienen diferentes elementos propios de su cultura como la importancia que tiene el río, un elemento que significa la vida y que también brinda el flujo entre el territorio físico de la tierra para conectarlo con el del cielo. Además la aparición de las tumas, elementos de piedra con diferentes formas que representan símbolos sagrados los cuales se le atribuyen diferentes aspectos muy particulares, y que están distribuidos dentro de la Sierra Nevada para poder conectarla espiritualmente.

También es importante resaltar dentro del análisis perceptual cómo se da la aparición de la comunidad de campesinos y el territorio rural en diferentes momentos respetando este territorio indígena sagrado, y en otros momentos llegando intervenir con él, enlazándose de manera positiva y negativa.

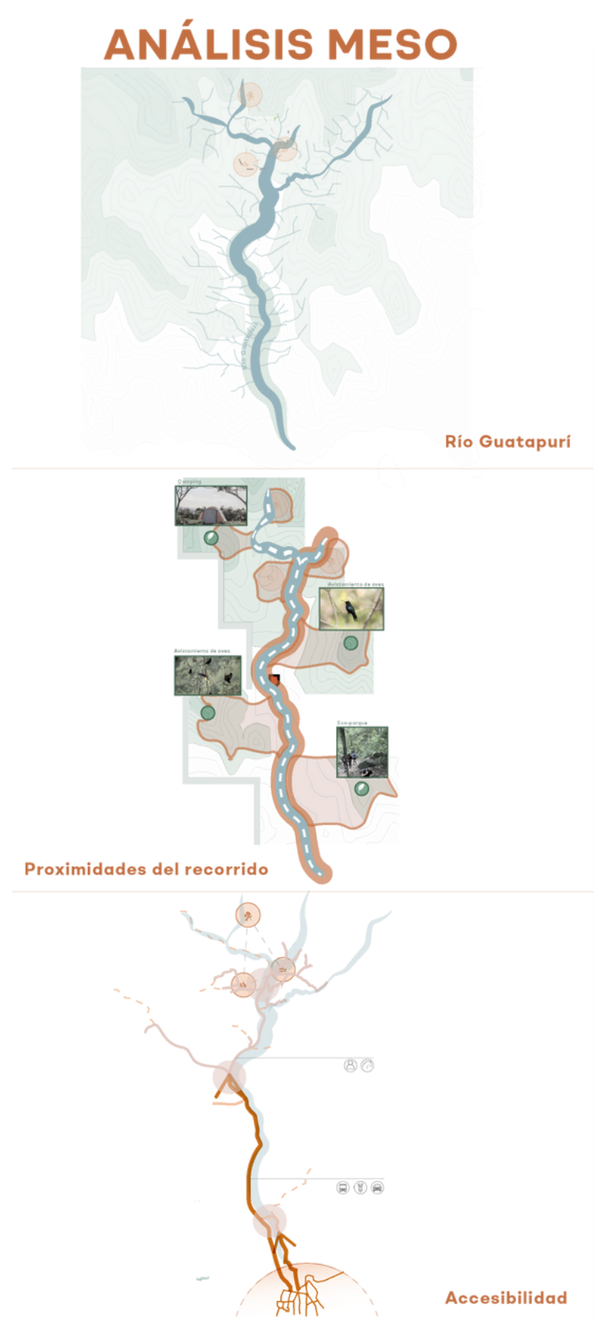
REINTERPRETACIÓN BIOMIMÉTICA COSMOGÓNICA

Para poder llegar a la forma conceptual del recorrido ecológico se optó por hacer una matriz de análisis donde se intervinieron diferentes conceptos de tal manera que se logrará una reinterpretación biomimética cosmogónica. Este concepto sugiere que está reinterpretando la relación entre naturaleza y cultura desde la biomimética, pero con una base en la cosmogonía indígena. Es decir, no solo imita la forma o los símbolos, sino que estudia cómo los arhuacos comprenden y usan los sistemas naturales (agua, suelo, clima, materiales) y se reinterpreta en un diseño funcional.

En este enfoque, la cosmogonía arhuaca actúa como un marco conceptual que guía el diseño, pero la solución urbana sigue un principio biomimético real basado en la eficiencia y adaptación de la naturaleza. Aparece para poder generar una relación directa entre un proceso biomimético tomado de la autora Janine Benyus y la cosmogonía indígena para así desarrollar la propuesta del recorrido ecológico.

En la primera parte de la matriz se toman diferentes coremas hechos dentro del análisis de la escala meso. En este caso en el que se muestra el río Guatapurí cómo eje central del territorio, el corema de proximidades del recorrido y el plano de análisis de la accesibilidad y las vías. La razón por la que se escogen estos coremas dentro de todo el análisis meso tiene que ver con la relación frente a un eje central como lo es el río Guatapurí y las vías por la relación más directa que existe entre el punto del casco urbano y los asentamientos indígenas.

Figura 34. Análisis meso - Matríz



Nota. Análisis del meso en la matríz de reinterpretación. Fuente: Autor (2025)

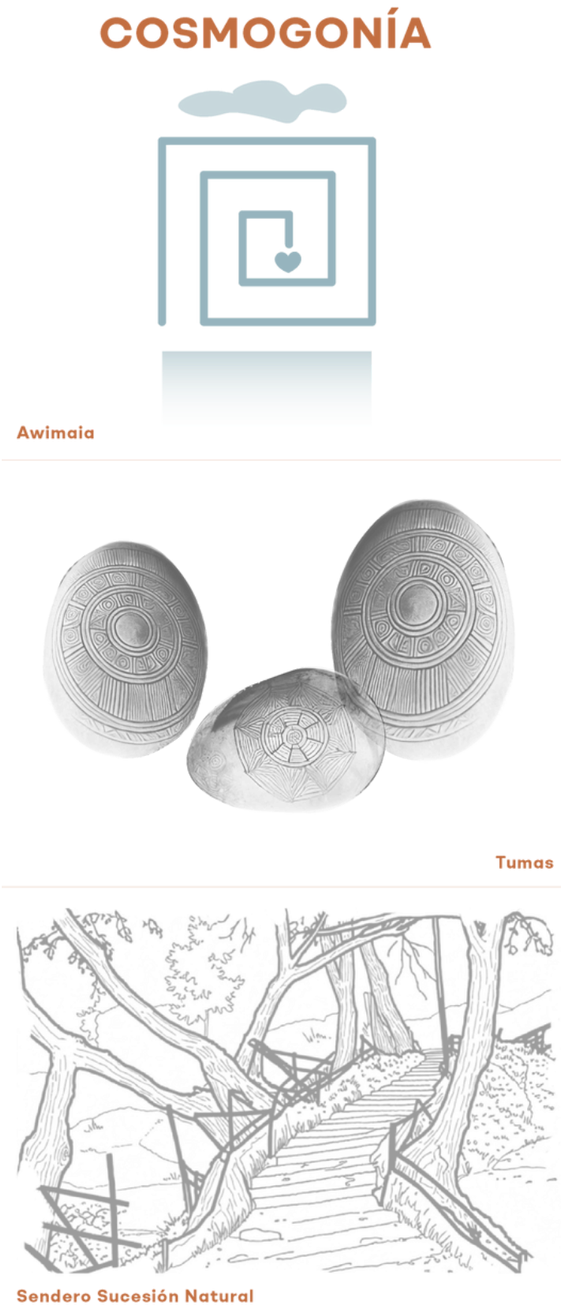
Dentro de la matriz de reinterpretación biomimética cosmogónica, la segunda etapa se enfocó en la cosmogonía arhuaca, identificando elementos fundamentales para su integración en el diseño del recorrido ecológico. Se reconoció el agua como un símbolo de vida y regeneración, representando el flujo energético y espiritual que conecta los diferentes espacios del territorio. Para los arhuacos, el agua es un elemento sagrado que purifica, nutre y mantiene el equilibrio del mundo natural, por lo que su presencia en el recorrido ecológico se plantea como un eje articulador del espacio y la experiencia sensorial del visitante.

Las tumas, por su parte, son elementos de gran significado dentro de la cosmovisión arhuaca. Estas piedras sagradas, utilizadas en rituales y como símbolos de sabiduría ancestral, representan la memoria de la tierra y la conexión con los espíritus. En el diseño del recorrido ecológico, las tumas se reinterpretan como hitos simbólicos que marcan puntos estratégicos del trayecto, funcionando como nodos de contemplación, aprendizaje y reflexión sobre la relación entre el ser humano y la naturaleza.

Finalmente, los senderos de sucesión natural emergen como una manifestación del equilibrio ecológico, evocando el proceso dinámico mediante el cual los ecosistemas se regeneran y evolucionan con el tiempo. La disposición del recorrido busca emular esta lógica, siguiendo patrones orgánicos que respetan la topografía y favorecen una experiencia inmersiva en el entorno. Inspirados en la sucesión ecológica, estos senderos reflejan la idea de transformación y adaptación, valores esenciales dentro de la cosmovisión arhuaca.

Estos elementos se proponen en busca de vincularlos con los análisis a escala meso, permitiendo una integración armónica entre la cosmovisión indígena y la configuración del paisaje. De esta manera, el recorrido ecológico se estructura no solo como una vía funcional, sino como un tejido simbólico que refuerza la conexión entre el ser humano y su entorno natural, promoviendo un diálogo entre el conocimiento ancestral y la innovación biomimética aplicada al territorio.

Figura 35. Cosmogonía- Matríz



Nota. Análisis de cosmogonía en la matríz de reinterpretación. Fuente: Autor (2025)

En la tercera etapa de la matriz, se aplicó el proceso biomimético a los tres elementos cosmogónicos identificados, integrando el modelo de las estructuras micorrízicas como base para la organización del recorrido ecológico.

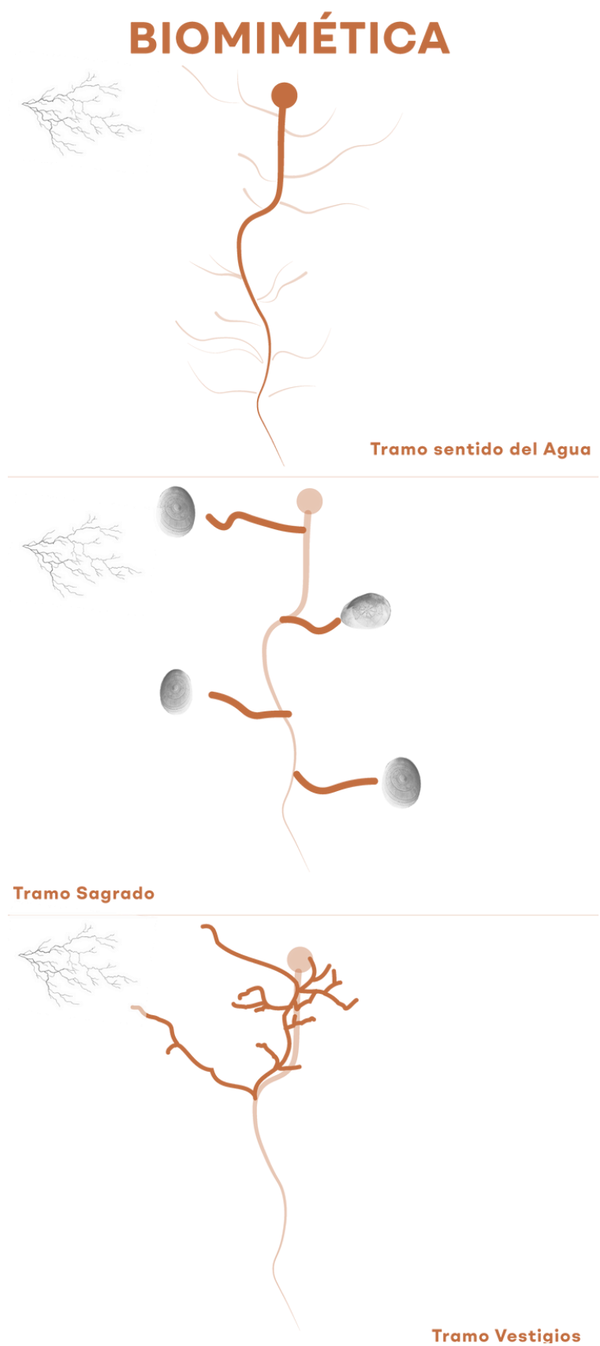
El agua, entendida como elemento vital y conector, se vincula con la función de las micorrizas en el intercambio de nutrientes y la distribución de recursos dentro del ecosistema. Su reinterpretación en el diseño del recorrido se traduce en caminos que se ramifican y redistribuyen el flujo de visitantes de manera orgánica, permitiendo una circulación armónica que simula la forma en que las redes micorrízicas conectan de forma paralela al río.

Las tumas, al representar la memoria ancestral y el conocimiento sagrado, se asocian con nodos de proximidad de las redes micorrízicas, que actúan como remates altos en la montaña. En el recorrido, estos elementos se plasman como puntos estratégicos de reunión y reflexión, donde se pueden incorporar intervenciones simbólicas, miradores o espacios educativos que fortalezcan el vínculo entre el ser humano y su entorno natural.

Por último, los senderos de sucesión natural, inspirados en los procesos ecológicos de regeneración, encuentran su correlato en la adaptabilidad y crecimiento de las micorrizas, que expanden su red en función del ambiente circundante. Esta lógica se traduce en la disposición del recorrido como un sistema dinámico y flexible, adaptado a las vías V3R y de herradura encontradas en el territorio, en las cuales las conexiones y caminos pueden evolucionar según las condiciones del territorio y las necesidades de las comunidades locales.

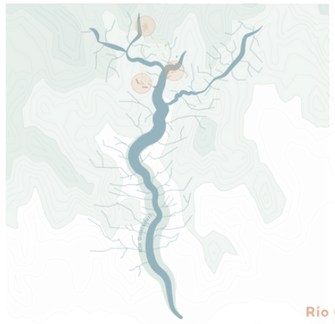
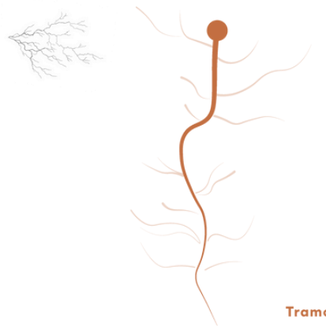
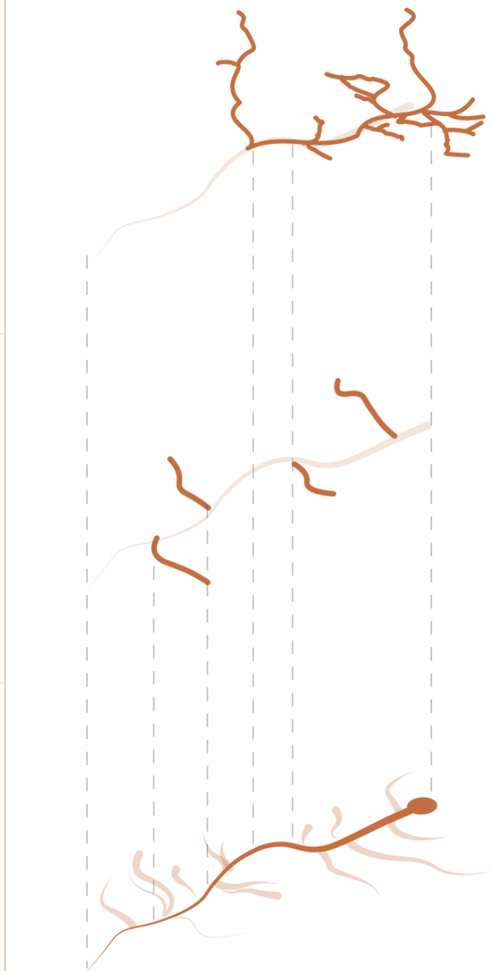
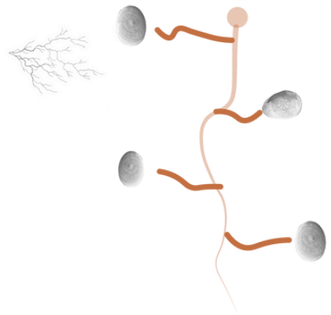
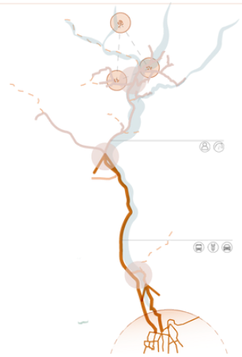
A través de esta integración biomimética, el recorrido ecológico no solo responde a criterios funcionales y ambientales, sino que también refuerza la relación simbólica entre la naturaleza, la cultura indígena y la experiencia del usuario, consolidando un diseño que refleja tanto la cosmovisión arhuaca como los principios de adaptación y resiliencia observados en la naturaleza.

Figura 36. Biomimética - Matríz



Nota. Resultado de biomimética en la matríz de reinterpretación. Fuente: Autor (2025)

Tabla 2. Matríz de reinterpretación biomimética cosmogónica

ANÁLISIS MESO	COSMOGONÍA	BIOMIMÉTICA	
 Río Guatapurí	 Awimaia	 Tramo sentido del Agua	
 Proximidades del recorrido	 Tumas	 Tramo Sagrado	
 Accesibilidad	 Sendero Sucesión Natural	 Tramo Vestigios	

Nota. Matríz de reinterpretación biomimética cosmogónica. Fuente: Autor (2025)

Entre los generales la matriz para poder llegar a la conclusión de qué esta estrategia de reinterpretación biomimética cosmogónica permite una integración armónica con el paisaje, respetando la topografía y favorecer una experiencia inmersivadel entorno natural. Además, refleja la cosmovisión indígena, donde la tierra es un organismo vivo y conectado que guía el tránsito y la relación entre los seres humanos y la naturaleza.

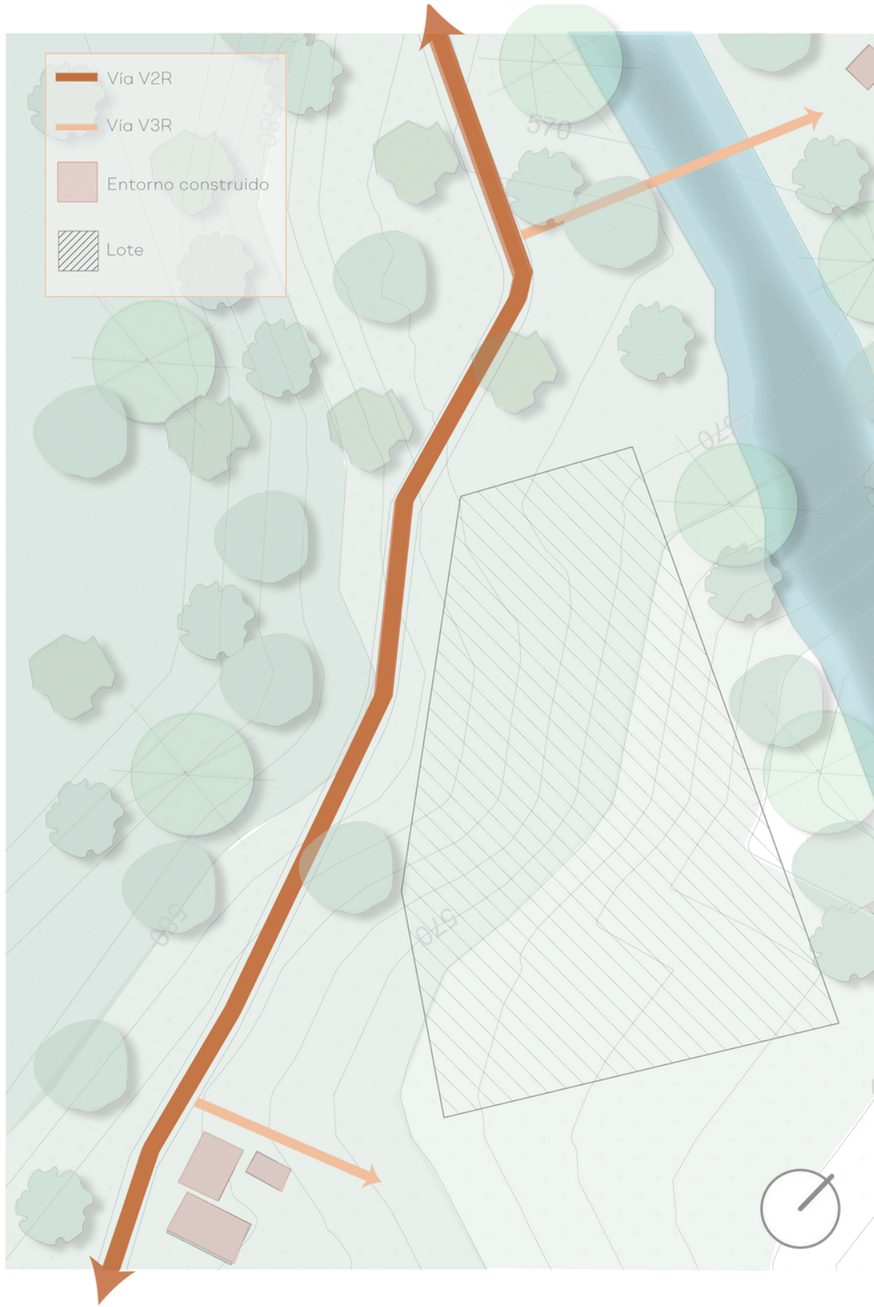
ESCALA MICRO

Pasando posteriormente el análisis micro, se decidió por tener un lote que permita tener cercanía con dos puntos referentes analizados desde la escala meso. El primero de ellos es el tema de accesibilidad y las vías teniendo cerca una de las vías rurales de tipo V2R, que dentro de este territorio rural permite tener una buena accesibilidad debido a que son vías pavimentadas así que pueden tener recorridos con diferentes medios de transporte.

También es importante mencionar en cuanto al tema de accesibilidad directamente al lugar de intervención, que logra predisponerse de una manera paralela a la vía, lo cual da la posibilidad de pensar diversos accesos al proyecto del equipamiento comunitario, y que de esta manera se puede respetar la idea de tener espacios privados y espacios abiertos al público.

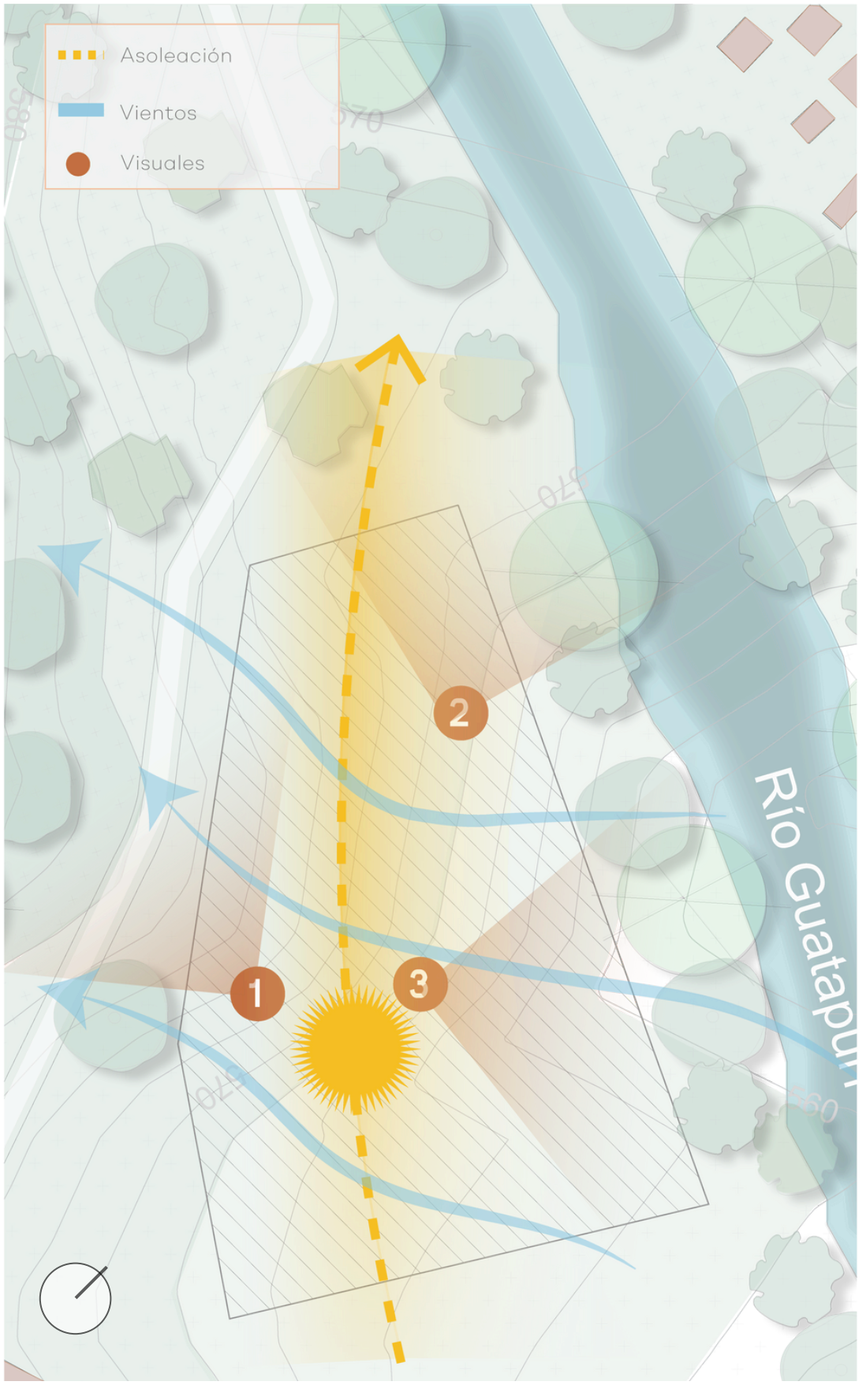
El otro elemento el cual se tuvo en cuenta para la acción del lote fue la cercanía con el río Guatapurí, esto con vista a temas climáticos pero también en cuanto a este tema de accesibilidad, siendo un elemento de reconocimiento fácil dentro del territorio rural, lo cual hace que sean más los elementos que permiten guiar a este punto en específico.

Figura 37. Análisis micro Accesibilidad



Nota. Análisis de escala micro sobre accesibilidad. Fuente: Autor (2025)

Figura 38. Análisis micro Climática



Nota. Análisis de escala micro sobre climática. Fuente: Autor (2025)

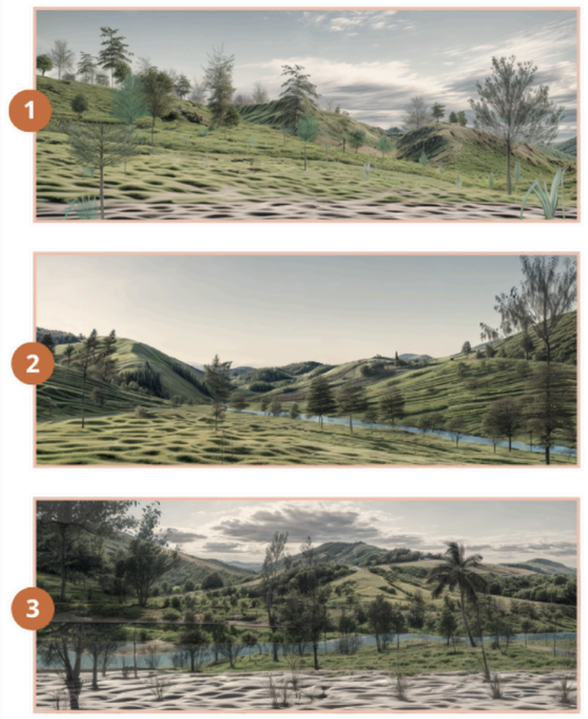
Por otro lado el tema de la climática es clave para este proyecto por lo tanto dentro de la escala micro se tuvieron en cuenta diversos factores.

El primer factor y más relevante es el tema de la asoleación, al tener relación con el clima y las temperaturas de un territorio tropical como es Valledupar con temperaturas altas. Es importante tener presente que la asoleación que tiene el lote directamente es en dirección desde el sur oriente hacia el noroccidente, lo que en otras palabras se entiende como que el sol atraviesa longitudinalmente el lote, permitiendo la posibilidad de que se puedan orientar las fachadas de manera transversal y así generar estrategias pasivas de sostenibilidad y confort.

Otro tema importante son los vientos. En este lugar de intervención en específico los vientos lo atraviesan transversalmente en el sentido oriente - occidente, eso también es importante ya que se relaciona directamente con el propósito que se busca de percibir menos el sol y el calor que te brinda al interior del equipamiento, y que como adicional, permite tener un viento fresco debido a que primero pasa por el río Guatapurí para luego entrar en el lote, esto entendiéndose como un posible sistema de enfriamiento.

Finalmente es importante resaltar las diferentes visuales que posee el proyecto, que al ser dentro de un territorio rural como la Sierra Nevada de Santa Marta, tiene visuales completamente naturales hacia diferentes puntos montañosos, también el río Guatapurí y con opción de percibir hacia el norte los picos de la Sierra Nevada.

Figura 39. Posibles visuales



Nota. Visuales en diferentes sentidos desde el lote. Fuente: Autor (2025)

El municipio de Valledupar dentro de su plan de ordenamiento territorial, posee diversa normativa para la construcción dentro de su territorio. Teniendo en cuenta lo que se aplica a nivel rural y suburbano, se lograron identificar diversos temas que tienen que ver con la circulación con elementos naturales e hídricos, entre otros.

Es importante tener en cuenta la normativa debido a que permite evocar un sentido de diseño óptimo para poder tener una cohesión con el entorno natural y no crear un proyecto que pueda desentenderse de este territorio.

Por eso mismo, la conclusión es que el territorio a nivel rural permite una construcción vernácula con cerramientos naturales además de tener diferentes restricciones de la vía y aislamientos del río lo cual da indicios de la prelación hacia la protección ambiental. Además en cuanto a las alturas máximas permitidas son de 10 m, lo cual también da lugar de un proyecto que sea más horizontal que vertical, y que pueda tener diversos conceptos como poder enmarcar el territorio desde las visuales.

Figura 40. Análisis micro Normativa



Nota. Análisis de escala micro sobre Normativa. Fuente: Autor (2025)

ANÁLISIS DE REFERENTES

FUNCIONAL

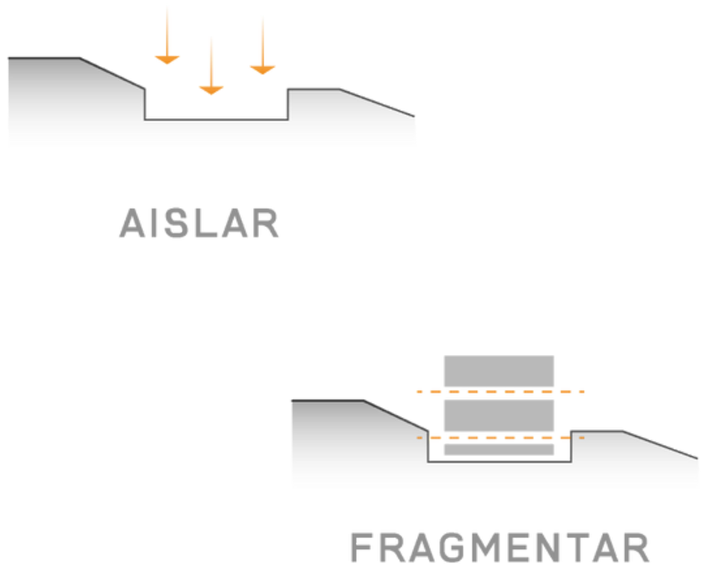
Para garantizar que el proyecto cumpla con los aspectos funcionales, se tomó como referente el Centro CCO, diseñado por El Equipo Mazzanti, debido a su enfoque en la organización espacial y su capacidad de articular diferentes usos dentro de una misma estructura.

Uno de los principales aportes de este referente al proyecto se relaciona con la distribución del programa arquitectónico, donde se plantea un módulo elevado que aprovecha las condiciones del emplazamiento. Esta estrategia permite generar una transición gradual entre los espacios públicos y privados, estableciendo una jerarquización clara dentro del diseño y optimizando la experiencia de recorrido.

De esta manera, proponen una integración fluida de los espacios comunitarios y comerciales en la planta baja, promoviendo la interacción social y el dinamismo dentro del proyecto. Esta zona se caracteriza por la apertura espacial, la conectividad visual y circulaciones libres, favoreciendo un esquema de relaciones espaciales flexibles y dinámicas.

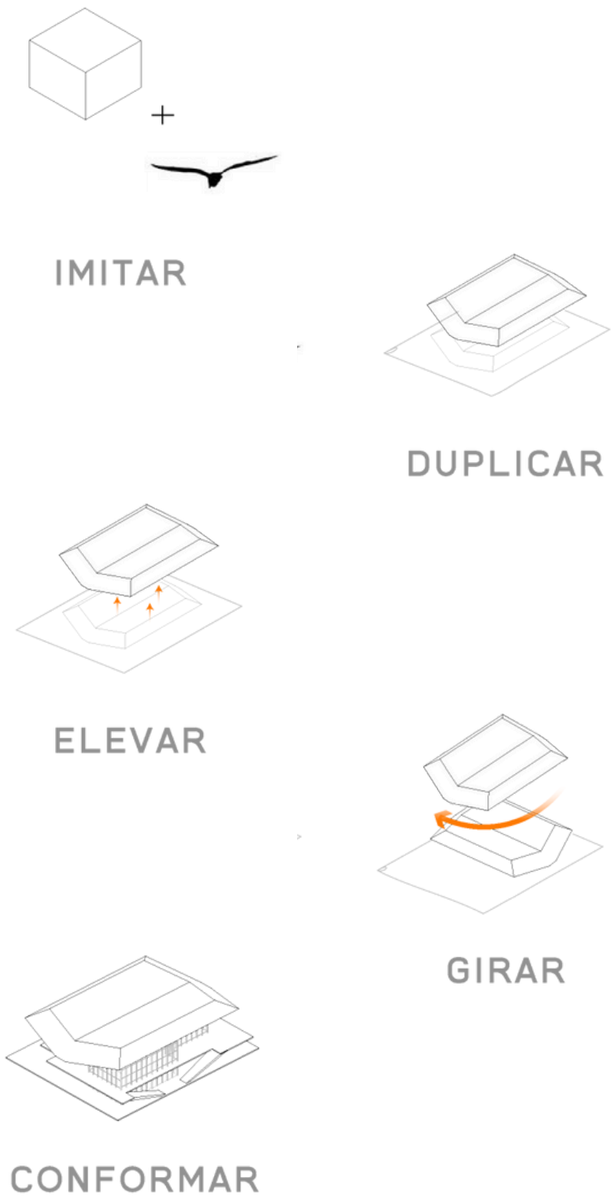
Por otro lado, en la primera planta se establece un programa de carácter más privado, alineado con la actividad principal del proyecto. Esta distribución no solo responde a una organización funcional eficiente, sino que también refuerza la idea de zonificación progresiva, donde la transición espacial entre lo público y lo privado se da de manera natural y armoniosa dentro del conjunto arquitectónico.

Figura 41. Operaciones de diseño Referente 1



Nota. Operaciones de diseño de referente funcional. Fuente: Autor (2025)

Figura 42. Operaciones de diseño Referente 2



Nota. Operaciones de diseño de referente formal. Fuente: Autor (2025)

FORMAL

El segundo referente seleccionado está relacionado con el aspecto formal del diseño. Se trata del Ayuntamiento de Chengdu Tianfu, en China, un proyecto cuya volumetría se basa en un concepto biomimético inspirado en la imagen de un ganso salvaje posado sobre una colina. Esta idea se traduce arquitectónicamente en una composición estructural conformada por dos capas principales: un basamento sólido, que ancla el edificio al terreno, y una cubierta ligera y dinámica, que evoca la silueta del ave y sugiere movimiento y fluidez.

Este referente aporta significativamente a la propuesta debido a la ligereza con la que se inserta en su contexto, logrando una integración armónica con el paisaje sin imponer una presencia monolítica o disruptiva. Su diseño responde a una interpretación formal que no solo se limita a la representación estética de una figura natural, sino que además incorpora una lógica funcional derivada de su relación con el entorno inmediato y el paisaje construido a mayor escala.

La resolución del diseño, fundamentada en principios biomiméticos, permite que la estructura no solo dialogue con el entorno desde lo visual, sino también desde su funcionamiento, adaptándose a las condiciones del sitio y aprovechando las cualidades espaciales, lumínicas y climáticas del lugar. Esta aproximación conceptual refuerza la importancia de considerar la forma como un elemento integrador entre naturaleza y arquitectura, alineando el diseño con estrategias de sustentabilidad, eficiencia estructural y percepción espacial en armonía con el paisaje.

SOSTENIBILIDAD

El tercer referente seleccionado está directamente relacionado con el tema de sostenibilidad, un aspecto fundamental dentro del diseño de equipamientos comunitarios que buscan integrar principios de materialidad vernácula y estrategias pasivas de confort térmico. En este caso, la Casa en Río Cedro, diseñada por la firma Plan:b Arquitectos, ofrece un valioso aporte en términos de adaptación climática y optimización de recursos locales, aspectos que resultan clave para el desarrollo de un proyecto eficiente y respetuoso con su entorno.

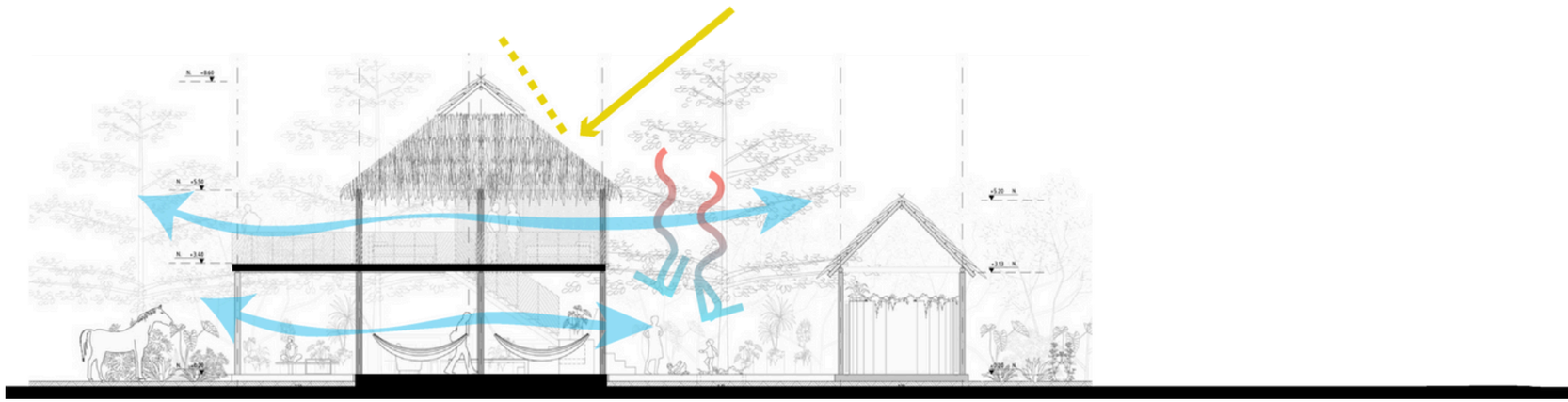
Este referente se destaca por su enfoque en la implementación de estrategias pasivas de climatización, asegurando un adecuado desempeño térmico sin depender de sistemas mecánicos. Su diseño aprovecha al máximo las condiciones climáticas y geográficas del lugar, incorporando elementos como la ventilación cruzada, que permite la circulación natural del aire, reduciendo la acumulación de calor y mejorando el confort interior.

En cuanto a la materialidad, la vivienda emplea una combinación de madera local tratada y una estructura metálica liviana, lo que permite una construcción eficiente y adaptable al contexto.

El uso de madera de origen vernáculo no solo fortalece la relación del proyecto con su entorno natural, sino que también optimiza la eficiencia térmica, proporcionando aislamiento y confort ambiental en el interior de los espacios. La estructura metálica, por su parte, facilita el ensamblaje y modulación, reduciendo los tiempos de construcción y el impacto ambiental derivado del uso excesivo de concreto u otros materiales de mayor huella ecológica.

Además de estos materiales principales, el proyecto incorpora cerramientos permeables y elementos de protección solar, favoreciendo una regulación térmica óptima sin necesidad de intervención tecnológica intensiva. Esta integración de técnicas de diseño pasivo y materiales sostenibles posiciona a la Casa en Río Cedro como un referente clave para el desarrollo de arquitecturas que buscan equilibrar funcionalidad, confort y respeto por el medio ambiente, principios que pueden aplicarse de manera efectiva en el contexto de la Sierra Nevada de Santa Marta.

Figura 43. Estrategias pasivas de confort



Nota. Estrategias pasivas de referente de sostenibilidad. Fuente: Autor (2025)

CONCEPCIÓN DE PROYECTO

PROJECT CONCEPTION

ARGUMENTACIÓN CONCEPTUAL

Este capítulo de argumentación conceptual va a tratar 2 aspectos principalmente. El primero de ellos es el concepto del proyecto, donde en este apartado se van a tener en cuenta todos los diferentes lineamientos conceptuales traídos desde el marco teórico y el análisis del lugar para poder explicar la resolución conceptual que concluye en el proyecto en su escala micro o arquitectónica. De igual manera se van a explicar las diferentes operaciones de diseño que se llevaron a cabo para definir una forma dentro del sitio de intervención, también con la incorporación de temas del análisis del lugar, el concepto y hasta la imagen del proyecto.

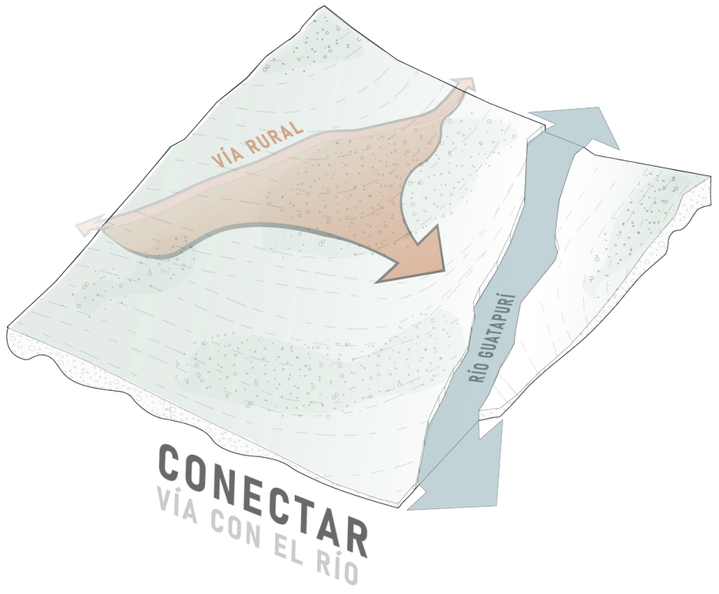
CONCEPTO DE PROYECTO

Para definir en la escala arquitectónica la forma y concepción del proyecto se tomaron en cuenta primeramente 2 factores. El primero de ellos es el concepto teórico de las estructuras micorrizas, tema tratado y aplicado en el concepto del recorrido ecológico en la escala meso de este proyecto, y por otra parte, el segundo factor, el cual es un reconocimiento del espacio donde se identifican, la topografía inclinada del lugar, la vía principal que brinda acceso al lugar de intervención y también el río Guatapurí, siendo estos los 3 elementos principales que van hacer ejes fundamentales dentro del concepto.

Para aplicar la estructura micorriza se estudió la manera en que funciona, y lo que se encontró, es que se da una conexión del suelo y lo que se encuentre en él para poder crear un sistema de sinergia donde se aporten mutuamente nutrientes dentro del ecosistema, por ejemplo, mediante las raíces de otros elementos físicos del territorio como lo pueden ser los árboles. Así, lo mencionaría un articulo de Reforesta donde mencionan que “Para la planta, las micorrizas mejoran la absorción de nutrientes minerales al permitir el micelio a las raíces alcanzar lugares donde no llegarían” **(Elez, 2024)**.

En este punto aparece el río Guatapurí, ya que en parte, las funciones que cumplen estas estructuras son mejorar la relación entre lo construido y sistemas naturales como este cuerpo acuífero, de tal manera que lo que se propone es generar un vínculo directo hacía el río desde el acceso principal que es la vía rural con el objetivo de crear un relacionamiento espacial directo con este espacio que no solo va a influir a nivel conceptual con el tema biomimético, sino que posteriormente con la inclusión del
programa arquitectónico y la función del espacio mismo va a tener relación con las dinámicas sociales de la comunidad indígena Arhuaca que va a ser el principal beneficiario del centro comunitario.

Figura 44. Diagrama sobre “conectar”

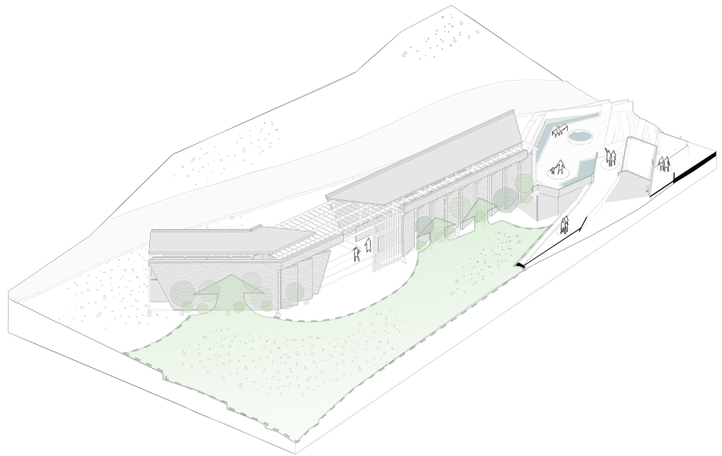


Nota. Diagrama de idea sobre conectar vía y río. Fuente: Autor (2025)

Por otro lado, se plantean estas estructuras para establecer funcionalmente el proyecto. La distribución del programa arquitectónico se plantea en 3 diferentes módulos como 3 diferentes raíces que se despliegan y que van formando una circulación y un relacionamiento espacial para poder sectorizar lo público como un módulo cultural y lo privado como un módulo indígena. En este ultimo, se va a concentrar ese segmento de actividades o dinámicas propias de la comunidad Arhuaca, siendo un lugar propio de ellos haciendo un símil de un asentamiento. Además, aparece un módulo central el cuál va a ser como esa raíz a partir de la cual se van a desplegar los 2 módulos mencionados previamente.

Por último, se busca dar un sentido mayor de pertenencia y adaptabilidad del proyecto dentro del entorno natural en el cual va a ser construido por medio de la inclusión de materiales vernáculos, por lo cual se busca una construcción que posea una estructura de materiales tratados a nivel local, así como una imagen que proyecte esa sensibilidad social que hay en el territorio por medio de estas comunidades. Y con el concepto biomimético, que con el paso del tiempo pueda verse aún más propio del territorio concibiéndose como un elemento que nace del suelo y se enlaza a él.

Figura 45. Diagrama sobre “reverdecer”



Nota. Diagrama de idea sobre reverdecer. Fuente: Autor (2025)

OPERACIONES DE DISEÑO

Como se mencionó previamente se tomaron en cuenta 3 elementos principales dentro del entorno físico donde se va a localizar el proyecto los cuales son la topografía, el río y la vía principal de acceso al sitio de intervención, de esta manera entonces se propone como uno de los primeros procesos dentro de las operaciones de diseño el de **“DESCENDER**”. Esta operación lo que propone es definir la dirección de la conexión directa entre el punto más alto el cual es el acceso de la vía rural hasta el punto más bajo el cual es el río Guatapurí dándole un sentido de distribución específico a los 3 módulos.

Como segundo punto se establece “**MODULAR**” como una manera de explicar de qué forma se van a encontrar en el lote dispuestos los 3 módulos mencionados previamente en consecución a la visión de descender mencionada en la operación anterior, y así conformar de manera formal la distribución funcional del proyecto.

Consiguientemente, se enlaza la siguiente operación denominada “**FRAGMENTAR**” con el propósito de crear dentro de los 3 módulos diferentes áreas que permitan, primero tener una apertura visual. Segundo, una mejor formalización independiente de cada área dentro del entorno natural en el que se encuentra, y adaptarse de una manera mucho más eficaz a la topografía.

Luego, estos volúmenes fragmentados de los módulos se acoplan a la topografía mediante la operación de “**TERRACEAR**”, como se mencionó para mejorar su

emplazamiento y también marcar una huella mucho más amigable en el entorno natural.

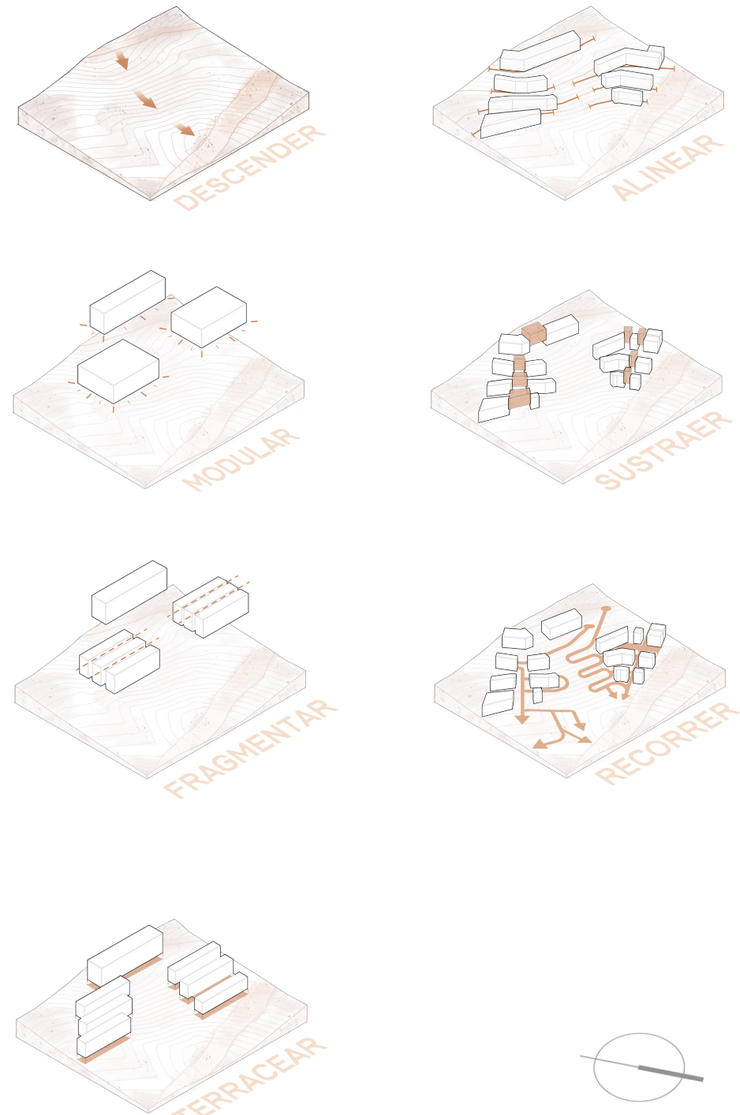
Posteriormente, estos volúmenes mediante diferentes giros en varios sentidos se guían bajo el proceso de "**ALINEAR**" siguiendo la forma de la montaña para evitar la creación de voladizos, enmarcar visuales diferentes, marcar a nivel funcional las diferentes áreas que se propone en el programa arquitectónico y seguir unos ejes importantes que permiten crear un espacio público más apropiado.

Para crear volúmenes aún más permeables y extrayendo información sobre las viviendas Arhuacas, se opta por utilizar la operación de "**SUSTRAER**" para poder brindarle mayor permeabilidad y relación con el exterior a cada uno de los volúmenes que se crean en los módulos, de tal manera que se pueda marcar la circulación, seccionar las diferentes áreas que se van a proponer al interior de estos volúmenes y como una generalidad se propenda por un espacio aún más abierto.

Finalmente, se completan las operaciones de diseño en su fase formal con el sentido de "**RECORRER**". Al ser un proyecto que se encuentra segmentado en diferentes volúmenes dentro de 3 módulos a nivel funcional y distribuidos de tal manera en un lugar de intervención que es condicionado por la topografía, es crucial poder involucrar una operación de diseño que permita avalar la manera en cómo se va a recorrer este espacio. Por eso mismo, es que se define en la fase final de las operaciones de diseño el recorrer, definir un espacio que está hecho para ser transitivo pero también de contemplación, y que bajo esa lógica se toman esas condicionantes del terreno para poder crear diferentes movimientos que solventen 2 situaciones, la de circular el espacio del proyecto de una manera ergonómica y con confort, a la par que se brindan diferentes perspectivas de visualización del proyecto hacia el exterior natural y también hacia lo construido en el mismo.

De esta manera es como a nivel conceptual se organiza el proyecto del centro comunitario, dando un barrido de diferentes temas a nivel social y natural, garantizando una intervención que obligue a hablar y partir de una serie de condicionantes propias del lugar de intervención, y que tenga una idiosincrasia definida por unos valores que convergen en todo esto.

Figura 46. Diagrama "Operaciones de diseño"



Nota. Explicación sobre las operaciones de diseño. Fuente: Autor (2025)

DECISIONES DE EMPLAZAMIENTO

En este capítulo se van a ver a detalle todas las implicaciones del lugar de intervención desde las cuales se pudo concluir a partir de un análisis, y que se tomaron en cuenta para poder realizar las operaciones de diseño, la organización e imagen del proyecto.

NORMATIVA

Uno de los factores determinantes para el emplazamiento fue el análisis previo de la normativa propuesta por el municipio de Valledupar para la construcción de equipamientos en zonas rurales.

De aquí se tomaron diversos lineamientos mencionados previamente en el capítulo de análisis del lugar, del cual, posteriormente, se concibieron varias ideas como por ejemplo modular el proyecto en diferentes volúmenes que permitirán implantar el programa arquitectónico sin subir en altura y respetar ese parámetro. De la misma manera se tuvo en cuenta la huella del proyecto, que en cuanto al índice de ocupación no superará el 30% del mismo y relacionado a este tema, incluir la cesión tipo A que explica el espacio público, para lo cual entonces se propuso un entramado de circulaciones que conectan a diferentes volúmenes pero que también se exhibirán dentro del proyecto y así corresponder a estos 2 planteamientos.

Además, se tuvo en cuenta la separación obligatoria que existe de la vía y el tipo de cerramiento que es permitido con elementos naturales involucrando las masas arbóreas existentes en el sitio intervención.

Figura 47. Planta de normativa



Nota. Planta explicativa de la normativa en el proyecto. Fuente: Autor (2025)

DECISIONES DEL TERRENO

Tomando como referencia el análisis del lugar, particularmente en la escala micro donde se evalúan temas climáticos y del terreno propiamente, se tomaron en cuenta diversos aspectos importantes a la hora de la definición de los volúmenes en cuanto a su emplazamiento.

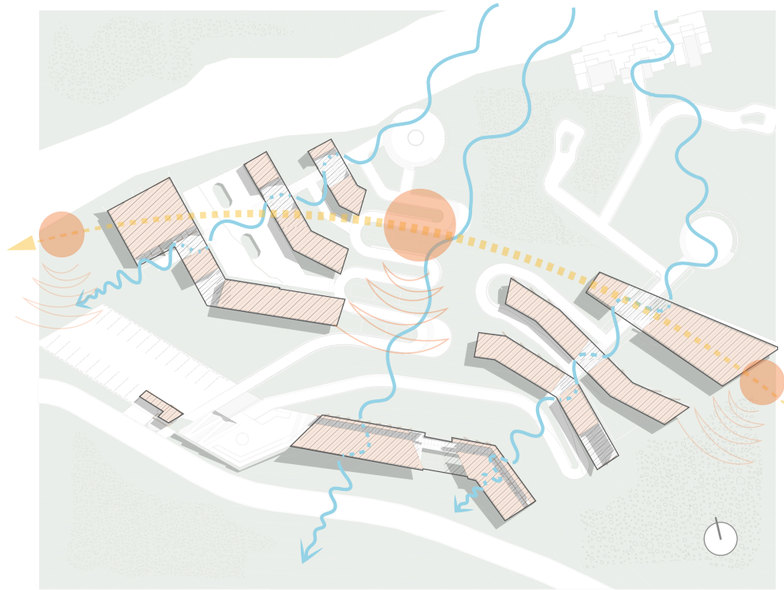
El primero de los aspectos tiene que ver con la orientación de los volúmenes en sus lados longitudinales, donde el tema de la asoleación y los vientos predisponen de qué manera se van a organizar los volúmenes en el terreno, y como se vio en las operaciones de diseño al alinearlos con la forma de la montaña no sólo se consiguió cumplir con estos 2 aspectos, sino que también se logró obtener una volumetría que se adaptará al terreno y su topografía, y no que tratara de sobresalir de ella.

Deteniéndose particularmente en el tema de la asoleación, su dirección a lo largo del año tiene una leve variación debido al cambio de estaciones, pero siempre se mantiene en una orientación que va del sur oriente hacia el noroccidente durante el día, atravesando de manera longitudinal el lugar de intervención lo que brinda una directriz importante para ubicar la cara más angosta de cada uno de los volúmenes paralelamente esta dirección.

Ahora, con el tema de los vientos se cuenta con el privilegio detener un recorrido de nororiente a suroccidente, lo que implica una perpendicularidad frente al tema de la asoleación y que brinda la posibilidad de tener sobre las caras largas un completo flujo del viento.

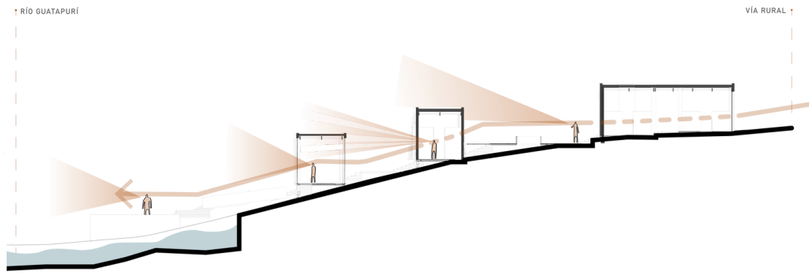
Sumado a estos 2 aspectos, se agrega el río Guatapurí y las visuales que posee este punto del terriorito. La disposición de los volúmenes en la manera en que se proponen permite que se obtenga hacia el río una conexión visual y física mediante la manera de aproximarse, además que por su forma descendente la topografía permite tener diferentes terrazas en los volúmenes con visuales hacia el entorno natural y algunos picos de la sierra nevada de santa Marta.

Figura 48. Diagrama Asoleación



Nota. Asoleación y vientos en el proyecto. Fuente: Autor (2025)

Figura 49. Diagrama Visuales y recorrido



Nota. Visuales hacia el río y aproximación. Fuente: Autor (2025)

DECISIONES ESPACIALES

El primer tema posterior al análisis de lugar, la toma de decisiones para el emplazamiento y la concepción del proyecto es la definición de un programa arquitectónico. Para el centro comunitario, se toma como base un referente funcional y la idea de creación de un espacio de relacionamiento con la cultura y la comunidad Arhuaca.

PROGRAMA ARQUITECTÓNICO

Se plantea la decisión de dividir el programa en 3 bloques diferentes, idea que viene de un análisis sobre cómo habitan los Arhuacos, en donde tienen diferentes casas cada familia dependiendo si es de uso social o uso privado. Por lo tanto, se crea un espacio privado y tranquilo a modo de asentamiento para la comunidad indígena, y también brindar un espacio cultural para los diferentes turistas que quieran visitar la región y la sierra nevada de Santa Marta, con la premisa de visitar la Sierra sin entrar en ella.

El referente que se toma en cuenta fue analizado previamente en el capítulo de análisis de referentes y del cual se destacan principalmente 2 aspectos, el primero la independencia de accesos hacia la zona privada y la zona pública, la creación de 3 zonas que van acordes a esta lógica de transición entre lo público y lo privado, y algunas de las áreas que se plantean en este proyecto, zonas de encuentro como mercados y reunión, así también como restaurantes, cafeterías enfermería y diversas salas que poseen una función en particular acordes al lugar donde se encuentra.

Teniendo esto en cuenta, la división programática por bloques se da primero en un **bloque central** que actúa como el núcleo articulador del proyecto. Se compone de espacios operativos, técnicos y de administración necesarios para garantizar el funcionamiento del equipamiento. Su ubicación central permite el control logístico y de accesos, así como la atención inicial a los visitantes y usuarios.

Luego, el **bloque indígena** que se concibe como un espacio de encuentro, alojamiento y aprendizaje, dirigido principalmente a los miembros de comunidades indígenas, con áreas pensadas para el descanso, la preparación de alimentos y el diálogo colectivo, donde también cabe mencionar que los espacios se nombran y dividen según su cultura lo menciona.

Finalmente, el **bloque cultural** diseñado como el espacio de interacción con el visitante. Este bloque tiene una vocación pedagógica, de visibilización y comercialización del saber indígena. Se articula con el espacio público y se proyecta como una plataforma de intercambio cultural.

Figura 50. Total áreas

TOTAL BLOQUE CENTRAL	489.45 m2
TOTAL BLOQUE INDÍGENA	1235.10 m2
TOTAL BLOQUE CULTURAL	885.09 m2
TOTAL BLOQUE ESPACIO PÚBLICO	3045.06 m2
TOTAL EQUIPAMIENTO COMUNITARIO	5654.70 m2

Nota. Total áreas del programa arquitectónico. Fuente: Autor (2025)

ZONIFICACIÓN

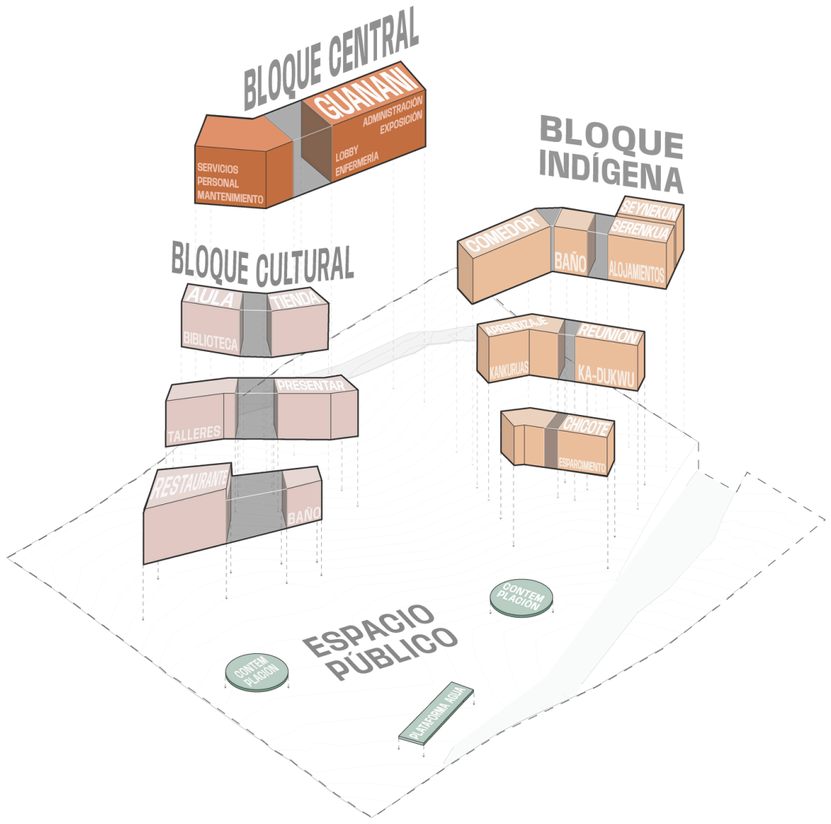
El **bloque central** aparece como un receptor de la población que accede al proyecto. Se convierte también en un abrebocas donde se cuentan diferentes historias y posee además del lobby, recepción, una batería de baños, enfermería, los servicios como el almacenamiento y subestación eléctrica, una sala de exposición interna para conocer la historia y cultura Arhuaca en este sector de sabana crespo donde se ubica, complementado por un mirador en la zona más alta del lote dentro de este bloque que tiene una apertura visual hacia el paisaje montañoso de la Sierra Nevada.

El **bloque indígena** con un acceso diferente al bloque cultural posee un recorrido lineal que reparte a diferentes instancias importantes que componen el asentamiento. En la zona más alta con una masa arbórea rodeándola, lejana al río y bloque cultural se encuentra en la zona del comedor, baños y los alojamientos, divididos en módulos de mujeres y hombres siguiendo una lógica propia de cómo se organizan en esta cultura. Luego, se encuentra en un nivel más bajo el sector de aprendizaje y reunión, donde los Arhuacos tienen la posibilidad de tener un aprendizaje sobre su propia cultura y el mundo externo teniendo un espacio para conversar y reunirse, así como espacios de lectura y aprendizaje práctico.

Posteriormente, se encuentra la zona chicote o de esparcimiento donde los Arhuacos tienen un área semiabierta para diversas dinámicas de descanso, reunión y recreación. El remate se da en un círculo como plaza de contemplación completamente abierta con mayor cercanía al río para poder vincularlo a este, así como para darle una apertura visual en todos los sentidos al entorno natural.

El **bloque cultural** es pensado para crear recorridos y remates dinámicos en varias de las áreas qué se proponen. En un primer nivel una zona de aprendizaje sobre la cultura con un remate de un aula abierta donde se enmarca el paisaje natural y una tienda donde pueden encontrar objetos medicinales, comida cultivada y artesanías hechas por los Arhuacos. En el siguiente nivel, zonas de talleres y presentación donde pueden aprender estas dinámicas de artesanías y textiles así también como medicinales. Finalmente, el nivel más bajo de las áreas cubiertas, los espacios del restaurante y el bloque de baños, y más abajo un remate con una plaza de contemplación, jardines etnobotánicos con plantas locales y una plataforma de agua donde también pueden tener unas dinámicas de aprendizaje relacionadas con la cultura Arhuaca y su entendimiento de cómo conciben el agua.

Figura 51. Zonificación

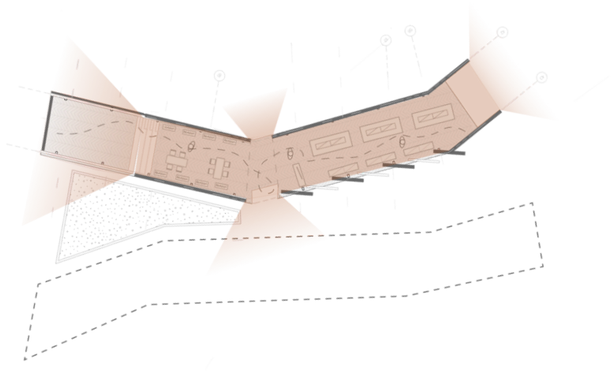


Nota. Zonificación del programa arquitectónico. Fuente: Autor (2025)

RELACIONES ESPACIALES

Las relaciones espaciales que se dan en el proyecto se dan en 2 momentos. El primero de ellos es una relación visual de cada uno de los volúmenes segmentados que hacen parte de los bloques. La idea es que desde la reinterpretación que se hizo de las viviendas Arhuacas se plantea la idea de tener pocos vanos que se presenten como aulas. Esto quiere decir que van a ser módulos que a nivel visual van a tener puntos muy definidos con las visuales horizontales de manera que la permeabilidad que existe es muy controlada. Cabe mencionar que no solo se da por un argumento de reinterpretación de la vivienda, sino también por temas de sostenibilidad y confort climático al interior de cada uno de estos volúmenes.

Figura 52. Permeabilidad



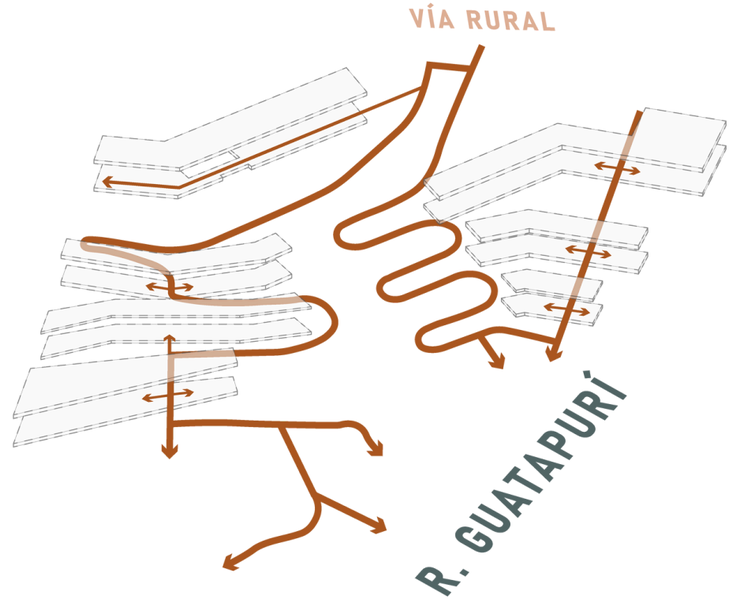
Nota. Diagrama de permeabilidad de módulos. Fuente: Autor (2025)

Por otra parte, gracias a la circulación lineal y los diferentes caminos o recorridos que se plantean dentro del proyecto arquitectónico, el relacionamiento físico de cada módulo se ve condicionado a este elemento de circulación.

Por lo tanto, para la independencia de los bloques, públicos como el central o cultural y los privados como el indígena, así como para conocer el proyecto en su totalidad es necesario recorrer en el sentido en el que se propone todo.

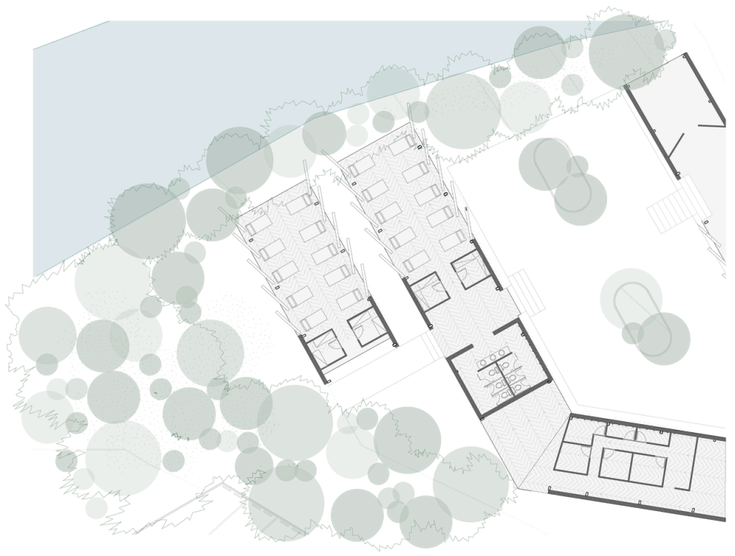
Además, es importante mencionar que esto parte de esas decisiones de emplazamiento donde el querer direccionar el proyecto de la vía al río y la topografía, son cruciales para poder conformar todo el sistema de circulación que va acorde a la creación del programa arquitectónico y la zonificación, a la par de zonificar con respecto a los diferentes elementos naturales que se encuentran ya en el territorio, y así crear un proyecto que cumpla con cada uno de esos lineamientos conceptuales y normativos que se mencionaron previamente.

Figura 53. Circulaciones



Nota. Circulaciones y recorrido dentro del proyecto. Fuente: Autor (2025)

Figura 54. Relación espacial de Alojamientos



Nota. Disponer los alojamientos en una zona arborizada para mayor privacidad. Fuente: Autor (2025)

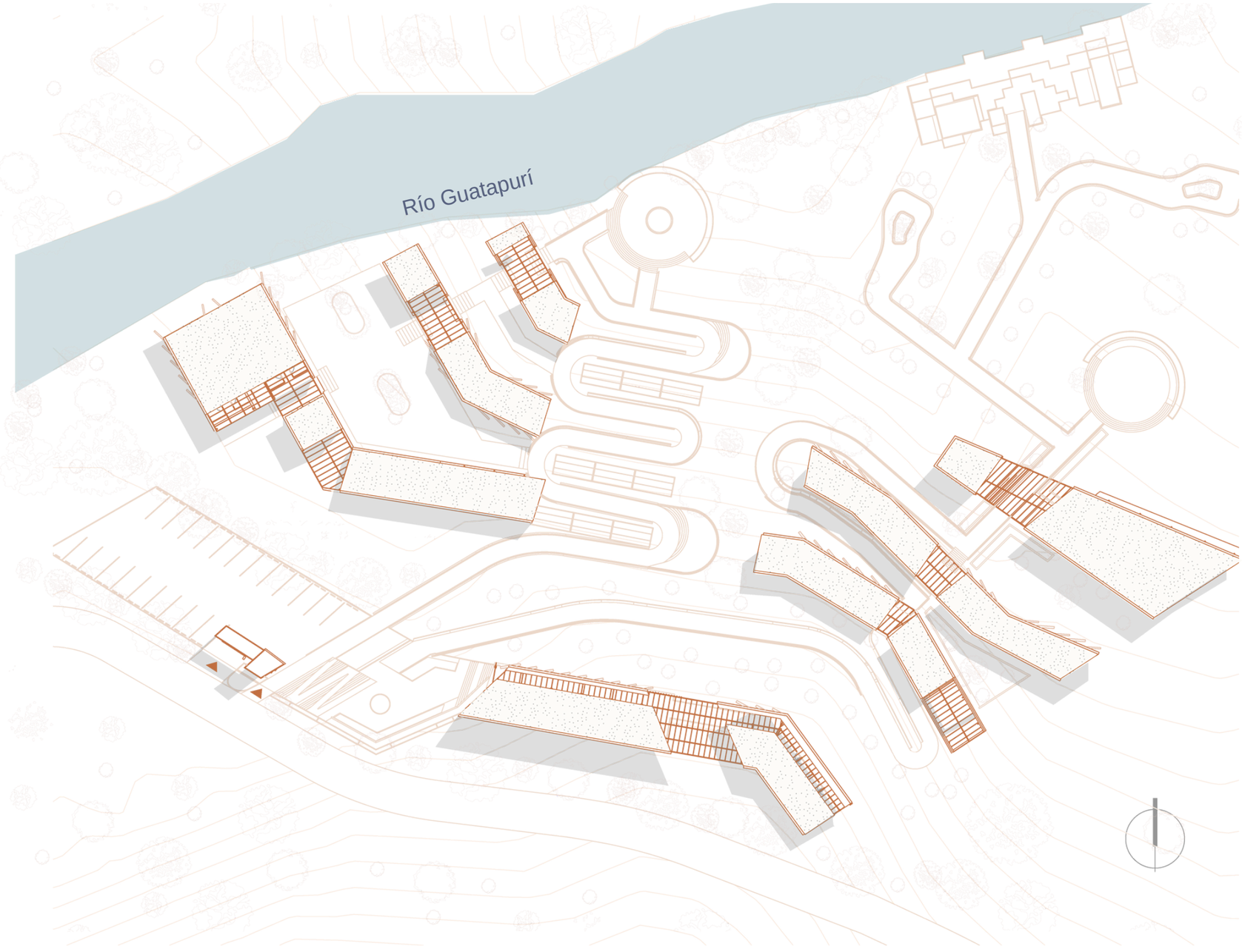
IMPLANTACIÓN E IMAGEN DEL PROYECTO

Como se ha venido mencionando a lo largo del proyecto en su proceso del concepto, del programa arquitectónico y en general de la resolución de este, el proyecto se fragmenta en diversos volúmenes que se vuelven conjuntos dentro de bloques y reparten diferentes actividades conectando todo por recorridos que se involucran directamente con el paisaje natural y la topografía existente.

Es importante mencionar que estos volúmenes procuran por mantenerse sobrios y muy puros descomponiéndose como se ha mencionado con base en una reinterpretación de las viviendas Arhuacas e intentando al interior de cada uno de estos pequeños módulos dejar un espacio libre de circulación y relaciones espaciales internas abiertas entre cada área.

Así, pasando con la imagen de la fachada de cada uno de los volúmenes, se propone que se descomponga en 3 momentos, que se podrían llegar a describir como una “transición de permeabilidad en

Figura 55. Planta de implantación



Nota. Planta de implantación de cubiertas. Fuente: Autor (2025)

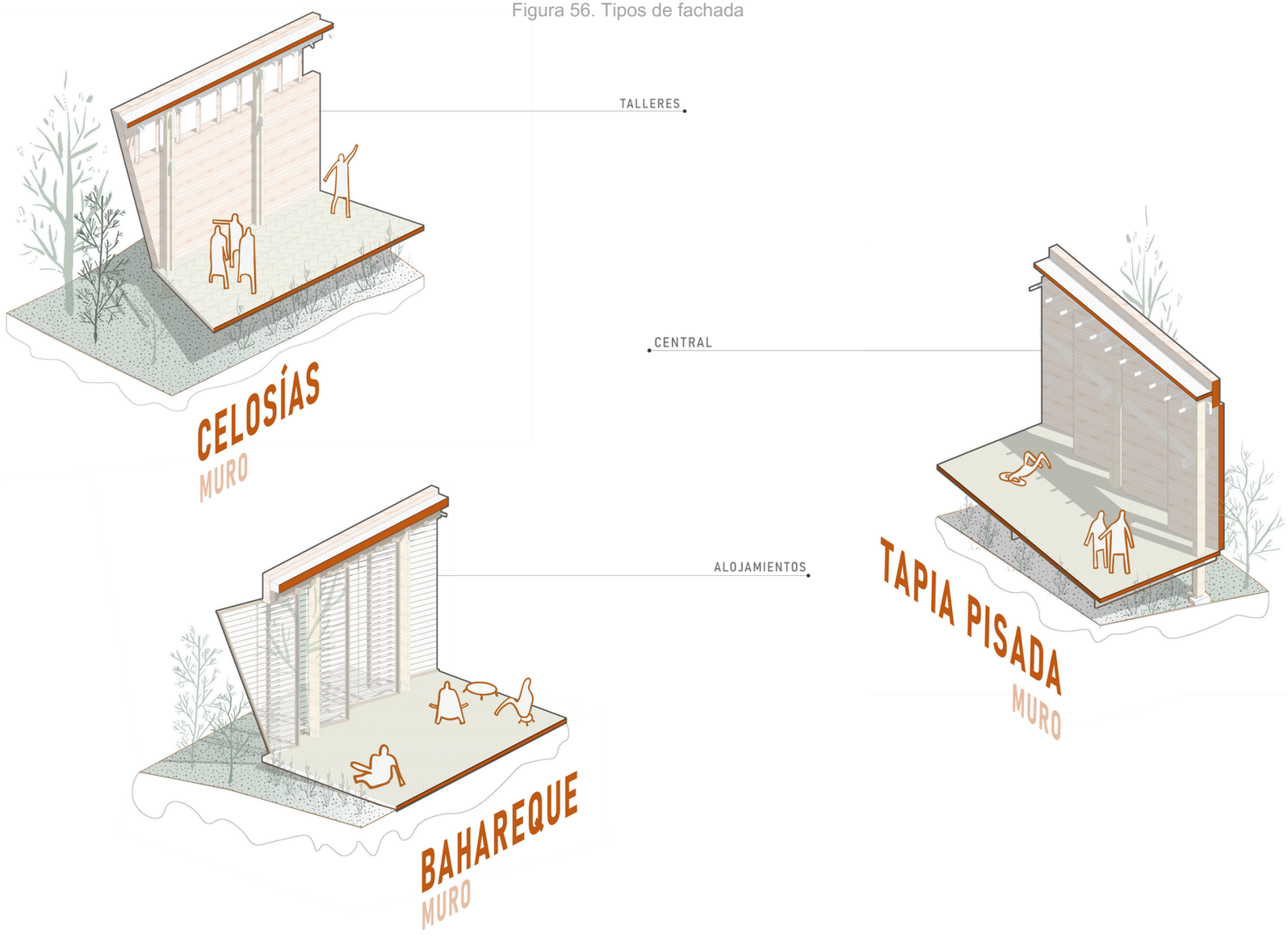
fachada".

El primero de los momentos en la fachada y el menos permeable es sobre las caras que quedan de alguna manera recostada sobre la montaña o que le dan la espalda al río y a las diferentes visuales que otorga el proyecto hacia la sierra nevada. Estas fachadas son muros casi completos de piso a techo solo con un pequeño segmento longitudinal de celosías que permiten el acceso de una iluminación indirecta así también como la circulación del aire y la ventilación cruzada.

El segundo momento se da con 2 diferentes modulaciones de muros hechos con material local que tienen un giro en fachada generando un ritmo y que de acuerdo con el módulo que haya, permite más o menos la entrada de iluminación natural pero siempre permitiendo el acceso de ventilación.

Finalmente, se encuentra un tercer momento completamente permeable que no sólo se dan las fachadas sino también con las cubiertas, y es la exposición de la estructura en madera con el propósito de jugar con la imagen completa que propone el proyecto con material vernacular, así, como crear espacios interiores que generen una contemplación en todo momento hacia el entorno natural en el que se encuentra emplazado el proyecto.

Figura 56. Tipos de fachada



Nota. Detalle de los 3 tipos de fachada. Fuente: Autor (2025)

De esta manera se consigue un proyecto que pueda vincularse mediante relaciones espaciales con el entorno natural existente, sus bondades de fauna y flora, y el paisaje, además, resuelve su imagen con materiales locales que gestionan efectos sostenibles y de confort térmico, permiten visuales y teniendo como base el tema de mantener puros los volúmenes, permite un juego en fachadas con movimiento pero si sobresalir de la forma.



DECISIONES TÉCNICAS

En este capítulo se va a ver a detalle todo lo relacionado con el sistema estructural escogido para el proyecto, la manera en que se va a trabajar, los detalles que lo componen, como se asocia conceptualmente al resto de la imagen del centro comunitario y también, cómo se contempla su construcción con el suelo por medio de la cimentación.

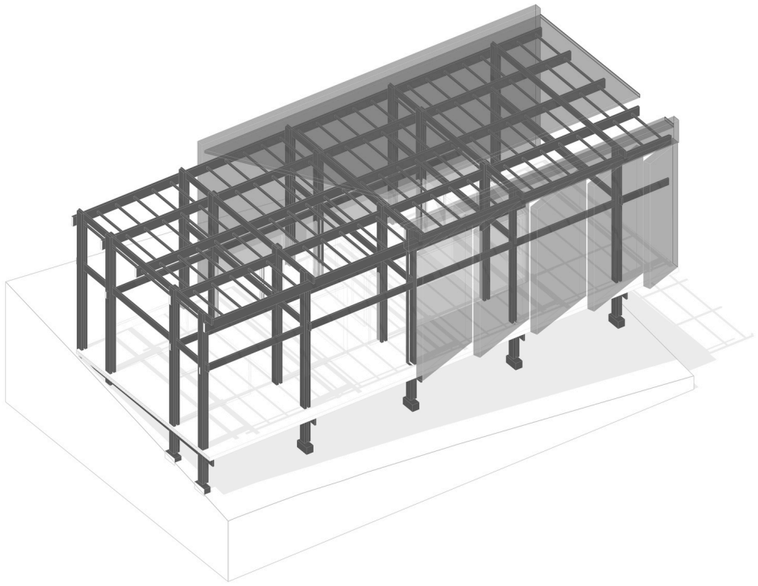
SISTEMA ESTRUCTURAL

La elección del sistema estructural del proyecto parte de una reflexión entre lo técnico, lo cultural y lo contextual. Inspirado en el referente Casa Río Cedro, obra que emplea madera laminada tratada de origen local, el proyecto adopta esta misma lógica para establecer una continuidad entre el paisaje, el saber constructivo regional y la sostenibilidad ambiental.

En el proyecto, la decisión de trabajar con bloques ortogonales de un solo nivel y peso moderado permite que el sistema estructural en madera sea no solo viable, sino óptimo por la modularidad del proyecto en sí y también la ligereza con la que se plantea.

La elección de este sistema también afecta la imagen del proyecto, al ser un sistema en el cual se puede exponer la materialidad por sus colores, el entramado y las mismas uniones con las que se puede trabajar.

Figura 57. Imagen estructura



Nota. Axonometría del sistema estructural. Fuente: Autor (2025)

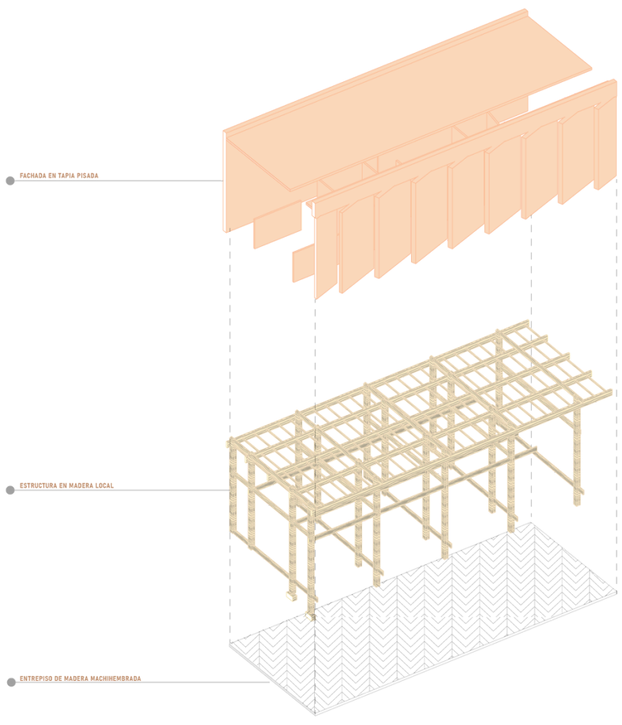
MATERIALIDAD

Como se mencionó el lenguaje material del proyecto no solo responde a unos criterios técnicos del sistema estructural sino también a un diálogo con el territorio y la cultura propia con la que se está trabajando. Reinterpretando la materialidad y los procesos que se manejan por parte de la comunidad Arhuaca para la construcción de sus asentamientos, se buscó una materialidad de la cual se pudiera apropiar el proyecto, a la par que se enlaza con el entorno natural que prima y respondiera a una serie de características vernáculas.

Por una parte, referente a los criterios estructurales el proyecto, se conforma de madera laminada, tratada a nivel local, complementada con elementos metálicos y el concreto como base en los cimientos. A nivel de imagen también es importante esta materialidad debido a su calidez de textura y su origen local mismo, que lo convierte en un material coherente para la identidad natural y también que expresa las prácticas constructivas regionales y culturales.

Por otra parte, se encuentra un material simbólico del proyecto el cual es la tapia pisada. No es un material encontrado propiamente en la imagen del entorno construido a nivel urbano y rural, pero sí es un material vernacular que se apropia del territorio, exponiendo con forma lineal y colores el entorno diverso donde se emplaza. Además, viene de un material de la tierra, que si bien es trabajado de una manera diferente, también es el mismo del cual se hace el bahareque para la construcción de los asentamientos Arhuacos.

Figura 58. Estructura e Imagen



Nota. Axonometría explotada de estructura y fachada. Fuente: Autor (2025)

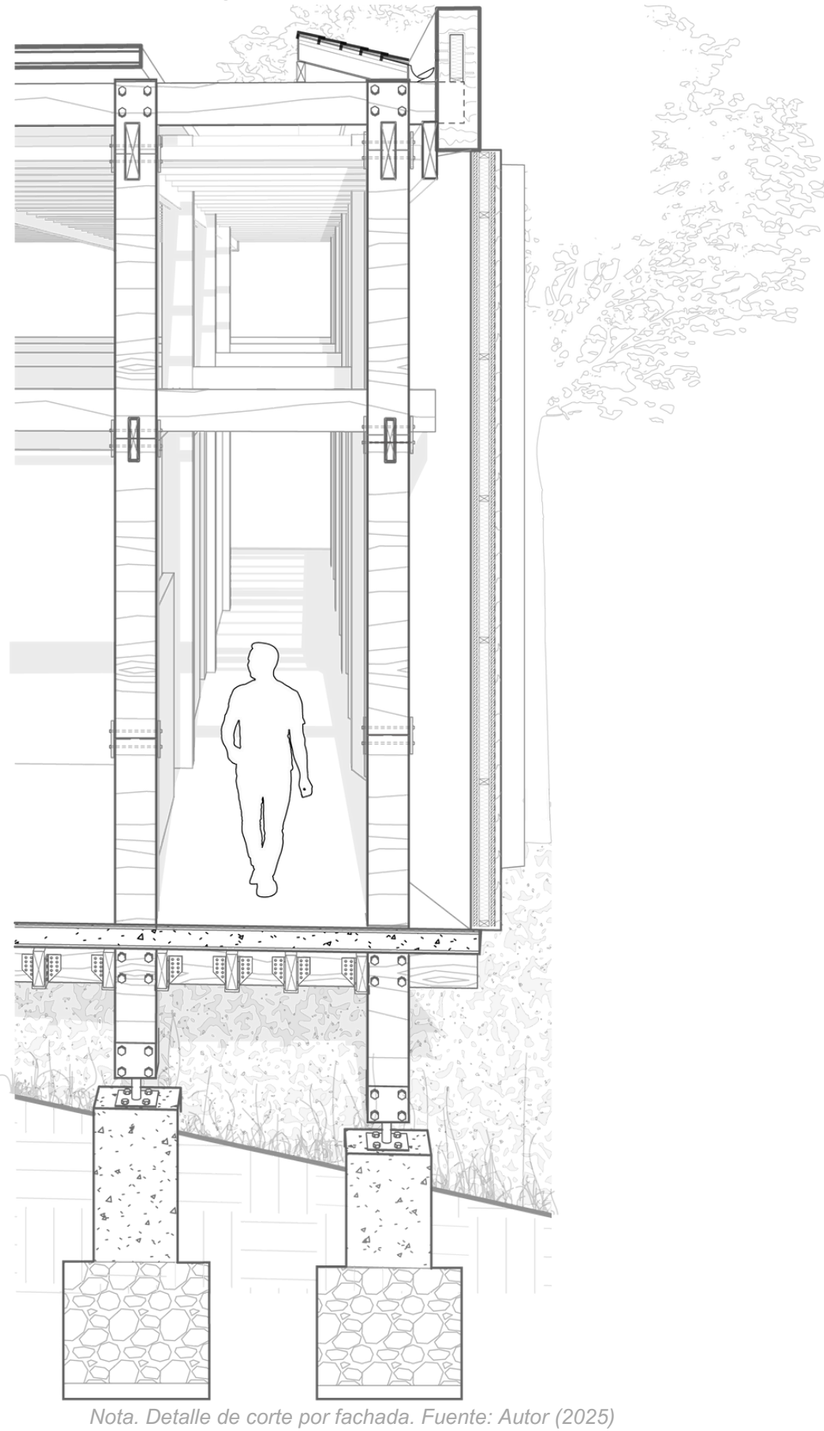
UNIONES Y DETALLES

Dentro del sistema estructural de madera se encuentran diversos ensamblajes metálicos para las uniones entre los diferentes elementos de la madera como los travesaños, vigas maestras y postes.

A nivel de detalle se tiene previsto por la altura de cada bloque que es de aproximadamente 6 a 7 m, el uso de vigas maestras en 3 momentos para poder acoplar el entrepiso, la cubierta y el vacío de la recámara interior en un sistema aporticado. De esta manera se anclan perpendicularmente a los elementos verticales para poder sostener este conjunto de elementos que conforman el espacio. De igual manera, se utilizan las vigas con una longitud tal que sobrepase el posicionamiento de las columnas para incrustarlas directamente en los elementos de fachada que sobresalgan y así acoger todo el conjunto que conforma la imagen del proyecto.

A nivel de uniones, se propendió por utilizar un juego de postes de madera dobles de 100 x 292 mm a través

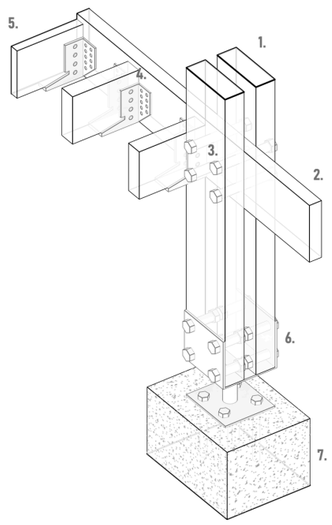
Figura 59. Detalle de fachada



Nota. Detalle de corte por fachada. Fuente: Autor (2025)

del cual se perna pasando justo por en medio las diferentes vigas maestras, lo que consecuentemente genera la posibilidad, de que sobre estas vigas maestras puedan descansar los travesaños o viguetas que hacen parte del conjunto de elementos estructurales que sostienen la cubierta a modo de arriostramiento. La manera de fijar estos elementos fue mediante el uso elementos en acero inoxidable pernados, como soportes en “T” de acero inoxidable para las vigas maestras y postes, ángulos en ”L” de acero inoxidable para la unión entre vigas maestras y travesaños, y para la unión de los postes o columnas con el dado para la cimentación, el uso de soportes en “U” de acero inoxidable para postes cuadrados.

Figura 60. Detalle estructural



1. Poste de madera laminada
2. Viga maestra de madera laminada
3. Sistema de anclaje pernado
4. Soporte metálico pernado en “L”
5. Travesaño de madera
6. Base metálica para poste en “U”
7. Dado estructural de cimentación

Nota. Axonometría de detalle de uniones y anclajes. Fuente: Autor (2025)

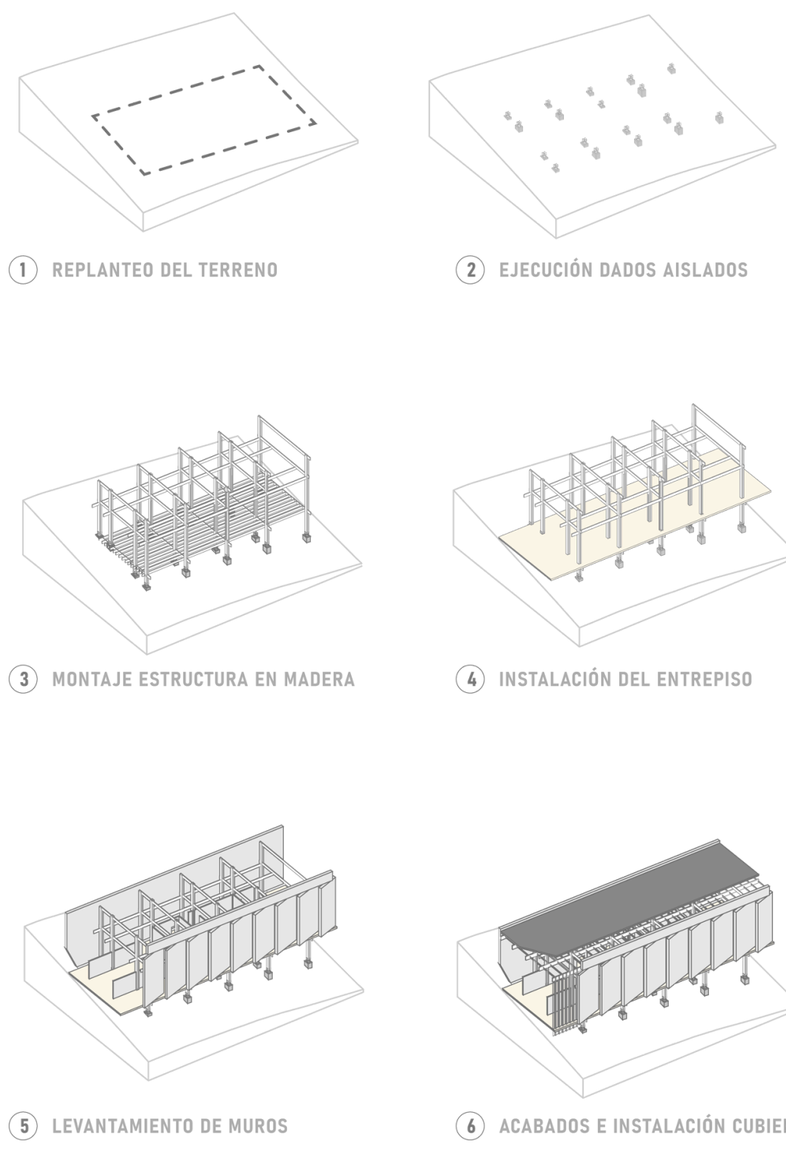
PROCESO CONSTRUCTIVO

El proceso constructivo del sistema estructural del proyecto se organiza en seis etapas principales. En primer lugar, se realiza la limpieza y nivelación del terreno, definiendo el emplazamiento de los módulos y acondicionando el área para una cimentación puntual. Luego, se ejecutan dados aislados de concreto armado como base estructural, sobre los cuales se disponen anclajes metálicos que permiten elevar la estructura de madera y evitar el contacto directo con el suelo.

Posteriormente, se lleva a cabo el montaje de la estructura de madera modulada, ensamblando postes y vigas mediante uniones pernadas y metálicas que aseguran estabilidad y facilitan el armado modular. A continuación, se instala el entrepiso de madera machihembrada y su compuesto de fijación a la estructura. En paralelo, se levantan los muros de tapia pisada, material fundamental en la expresión del proyecto.

Finalmente, se ejecutan los acabados e instalaciones técnicas, incorporando pisos, mobiliario fijo y revestimientos acordes con los materiales naturales del sistema, priorizando la armonía visual y térmica del conjunto, y la cubierta ligera con estructura arriostrada.

Figura 61. Proceso constructivo



Nota. Paso a paso del proceso constructivo. Fuente: Autor (2025)

SOSTENIBILIDAD

SUSTANIBAILITY

CERTIFICACIÓN PILOTO

CERTIFICACIÓN PILOTO

Tabla 4. Certificación Piloto - No vivienda

NO VIVIENDA							PROYECTO	COMO SE VA A LOGRAR
CATEGORÍA		PUNTAJE		ESTRATEGIAS / REQUERIMIENTOS	PUNTAJE	OPCIONES		
1	Entorno y bioclimática	12	8	Estudio bioclimático aplicado	2	Características del sitio *Pluviosidad, temperaturas, presion atmosférica, altura, hidrografía, humedad, latitud, gradiente altitudinal, microclimas, topografía, etc.*	2	Estudio con información sobre temperaturas anuales, precipitación y humedad.
					2	Sol *Trayectoria solar, asoleación y radiación solar*	2	propuesta del proyecto en fachadas frente al sol
					2	Estructura ecológica ***Elementos estructurantes y complementarios, estructura y composición de la biodiversidad (recursos naturales), usos***	2	incorporación de los elementos de la estructura ecológica como el Río, la biodiversidad de fauna y flora y la topografía.
					2	Calidad ambiental *Confort térmico, calidad del aire, confort acústico, viento*	2	Análisis de dirección de vientos y si inclusión con elementos naturales presentes.
			4	Estudio bioclimático simulado	4	Apoyo de herramientas de simulación para radiación solar, análisis de sombras, vientos incidentes, confort térmico, acústica, ventilación, entre otros.	4	Análisis de asoleación y sombras en fechas particulares desde la herramienta de Revit.
2	Agua	7	2	Uso del agua	2	Eficiencia de agua en interiores *Seleccionar griferías, duchas y equipos sanitarios que garanticen un* ***ahorro mínimo del 25%.***	2	Uso del mobiliario de Inodoro ECO de miogas y griferías ahorradoras..
			3	Uso de fuentes alternativas	2	Reuso de aguas grises para el riego de jardines, para aseo, para uso en sanitarios y orinales. Tratamiento de agua residuales	2	Uso de sistema de pozo séptico para almacenamiento, filtración y bombeo de aguas residuales.
					1	Captar aguas lluvias e implementar sistemas de aprovechamiento para disminuir el consumo de agua potable	1	Captación por medio de las cubiertas inclinadas y las canaletas para la recolección del agua.
			2	Manejo de escorrentía	1	Emplear Sistema Urbano de Drenaje Sostenible - SUDS	1	El terreno plantado de jardines con especies endémicas integrarlos con el sistema de SUDS.
					1	Parqueadero bajo la huella del edificio		
3	Energía	5	2	Fuentes no convencionales de energía renovable	2	Incorporar fuentes no convencionales de energía renovable en la arquitectura y espacios abiertos en coherencia con las condiciones climáticas del sitio		
			3	Iluminación natural	3	Integración de la luz natural en el proyecto arquitectónico	3	Disposición de los volúmenes, fachadas y cubiertas para recibir luz directa e indirecta natural.
4	Materiales sostenibles	8	6	Productos con criterios de sostenibilidad	3	Utilizar productos o materiales permanentemente instalados en el proyecto que incluyan algún criterio de sostenibilidad.	3	Uso de la madera tratada en nivel local y Tapia pisada como elemento en fachada.
					2	Materias primas generadas localmente	2	Madera de pino del caribe y Tierra de excavación.
					1	Uso de materiales qe generen bajo impacto ambiental en superficies duras del espacio urbano	1	barandas de material artesanal indigena
			2	Reciclaje de materiales	2	Reuso de productos o materiales provenientes de procesos constructivos y de demolición	2	reuso de la tierra trabajada en la excavacion de cimientos para la tapia pisada
5	Salud, ambiente y bienestar	15	8	Confort ambiental	1	Aprovechamiento de visuales	1	Uso de la topografía para disponer volúmenes escalonados y permitir visuales.
					1	Relación muro ventana en función del clima	1	disposicion modular en fachada para creación de visuales permeables y confort interior
					1	Aprovechamiento de radiación solar		
					1	Ventilación natural	1	Ventilación natural aprovechada por las fachadas permeables.
					1	Beneficio de cubiertas y fachadas verdes	1	Juego de fachadas modulares con entramado tipo reja para incorporar vegetación.
					1	Relación zonas duras y zonas blandas	1	Los recorridos están dispuestos para estár vinculados paralelamente con la vegetación del terreno, además, de que sus remates sean en jardines, plazas y paltaformas con zonas blandas.
					2	Otras estrategias aplicadas		
			3	Efecto isla de calor	1	Emplear vegetación existente o sembrar plantas y árboles para generar sombra sobre las zonas duras del proyecto.	1	Vegetación propuesta para los jardines, espacios públicos y en zonas puntuales de las fachadas.
					1	Minimizar el efecto de la radiación solar en superficies duras	1	Arborización y fachadas que permita reducir el efecto de la radiación solar en E. público e interiores.
					1	Instalar cubiertas y terrazas verdes.		
			2	Fomento a la biodiversidad	1	Proponer nuevos hábitats naturales que se integren a los existentes	1	Jardines de flora endémica que crea hábitats nuevos.
					1	Preservación e incorporación de los hábitats naturales existentes en el proyecto	1	La arborización existente marca los límites y zonifica el proyecto por su capacidad de aislante auditivo.
			2	Espacios abiertos	2	Área de espacio público y cubierta y/o terrazas verdes transitables para todos los ocupantes como espacio abierto.	2	Parte del programa arquitectónico son espacios abiertos transitables como los recorridos, plazas y plataformas.
6	Desempeño e innovación	14	6	Ciclo de vida	2	Demostrar el ahorro de emisiones de gases efecto invernadero (huella de carbono)		
					2	Reutilización de tierra de excavaciones en el proyecto	2	
					2	Ahorro de transporte y emisiones de CO_2 en movimiento de tierras	2	No se hace uso de transporte para retiro de material excavado por su uso dentro del proyecto.
			4	Inclusión	2	El acceso principal al proyecto debe garantizar que todos los usuarios puedan ingresar sin restricción y de forma segura.	2	El acceso y recorridos es principalmente con rampas.
					1	Las áreas de uso colectivo interior (lobby, baños públicos, corredores, etc.) deben garantizar que todos los usuarios del proyecto las puedan utilizar sin restricción y de forma segura.	1	Los recorridos y módulos tienen accebilidad por medio de rampas y todas las baterías de baños tienen espacio para personas con movilidad reducida.
					1	Incorporar otros tipos de discapacidades en el diseño		
			4	Aporte	2	Incorporar tecnologías o procesos innovadores que aporten a la sostenibilidad del proyecto, que sea verificable y coherente con las condiciones climáticas y posibilidades del sitio.		
					2	Incorporar otros aspectos de sostenibilidad no contemplados en el sistema de certificación	2	La sostenibilidad económica con las zonas de cultivo y punto mercado para la venta de lo producido.
7	Ocupación sostenible	3	3	Movilidad sostenible	1	Incorporar nuevas infraestructuras y diseños que promuevan la reducción de la dependencia de los automóviles y la disminución de emisiones de gases contaminantes	1	El recorrido planteado está dispuesto para peatones y métodos alternativos de transporte como bicicletas. También, se puede acceder mediante transporte público rural del municipio.
					2	Integración a la infraestructura vial y espacio público	2	El recorrido planteado y centro comunitario poseen cercanía y acceso directo con la via rural principal.
		Mínimo puntaje	**18**					
		Máximo puntaje	**64**				*Puntaje estimado*	52

Nota. Tabla de estrategias sostenibles. Fuente: Universidad Piloto de Colombia (2025)

DECISIONES AMBIENTALES

En el siguiente capítulo se abordarán la estrategias de sostenibilidad presentes y aplicada en el proyecto que reconocen y promueven el valor ambiental que existe en este territorio rural de la Sierra Nevada de Santa Marta. De esta manera se describirán las diversas capas que responden tanto al entorno natural como al bienestar humano y la eficiencia en el uso de recursos.

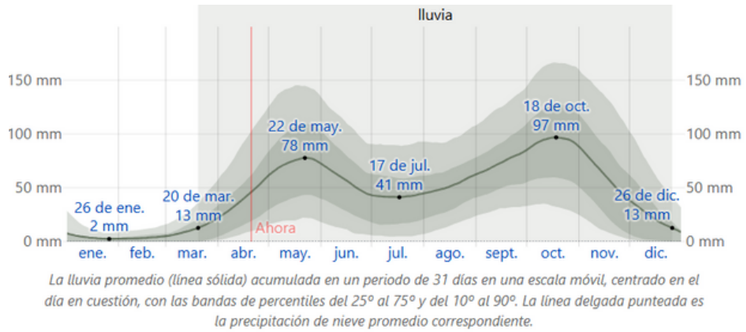
ENTORNO Y BIOCLIMÁTICA

El primer paso es un estudio de las condiciones naturales del sitio donde se analiza el nivel de precipitaciones, las temperaturas medias, la humedad, la hidrografía del lugar y la topografía, lo que permitió definir una estrategia de implantación sensible al paisaje.

Del estudio sobre la precipitación en Valledupar se puede concluir que existen 2 momentos principales a lo largo del año. El primero de ellos es aproximadamente de mediados de abril hasta finales de noviembre siendo los meses con mayor precipitación, contando con un promedio mensual de 57.5 mm de lluvia lo que ubica al municipio en un rango “normal” de precipitación en este periodo. El segundo momento es el de escasez o temporada seca que abarca desde finales de noviembre hasta mediados de abril y cuenta con un promedio de 5.8 mm de precipitación mensual, ubicando al municipio en una precipitación con rango “poco”, siendo este su límite más bajo.

Por otra parte, es importante resaltar datos como la probabilidad de lluvia que aumenta en el mes de octubre, sobre el 40% Lo que implica tener al menos 12 días de lluvia en el mes siendo éste el de mayor probabilidad. Estos datos nos indican que aunque Valledupar no es un municipio que se encuentre mayormente en un periodo de tiempo de escasez, la cantidad de lluvia que se espera a lo largo del año no es muy alta y se mantienen dentro del rango “normal”. Esto será determinante para poder plantear las diferentes estrategias de recolección de aguas que puedan existir, de acuerdo a la cantidad que se necesite y la que se pueda recolectar.

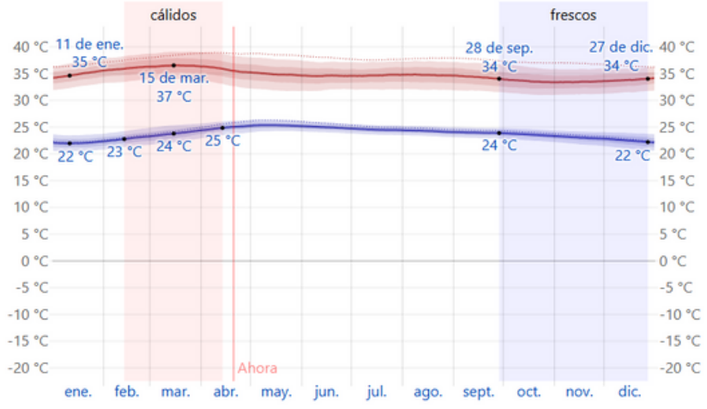
Figura 62. Promedio mensual de lluvia en Valledupar



Nota. *Promedio mensual de lluvia en Valledupar.* ***Fuente:*** *Weather Spark, 2025, (https://es.weatherspark.com/y/24425/Clima-promedio-en-Valledupar-Colombia-durante-todo-el-a%C3%B1o#google_vignette)*

De la temperatura promedio del municipio de Valledupar se puede concluir que se mantiene en un promedio de temperaturas altas a lo largo del año sin una variación distinguida en este periodo de tiempo. De esta manera se encuentran datos con mínimas de 22 °C en meses como enero o diciembre y las máximas que se encuentra en los meses de febrero a abril con 37 °C, más como bien se menciona, el rango de temperatura no varía y a lo largo de los días del año todos se encuentran en este rango de temperaturas.

Figura 63. Temperaturas máximas y mínimas.



La temperatura máxima (línea roja) y la temperatura mínima (línea azul) promedio diaria con las bandas de los percentiles 25° a 75°, y 10° a 90°. Las líneas delgadas punteadas son las temperaturas promedio percibidas correspondientes.

***Nota**. Temperaturas máximas y mínimas. **Fuente:** Weather Spark, 2025, (https://es.weatherspark.com/y/24425/Clima-promedio-en-Valledupar-Colombia-durante-todo-el-a%C3%B1o#google_vignette)*

De la humedad relativa, específicamente se puede llegar a concluir que en el municipio de Valledupar existe un porcentaje de humedad relativa alta a lo largo de todo el año teniendo un rango de entre el 70% y 83%, encontrándose estos valores en los primeros meses del año y en los últimos meses del año respectivamente. De lo anterior, es importante resaltar que estas cifras indican la alta condensación del vapor en el aire que puede afectar diferentes elementos del proyecto como la estructura además de las implicaciones de confort para de la población.

Figura 64. Humedad relativa.

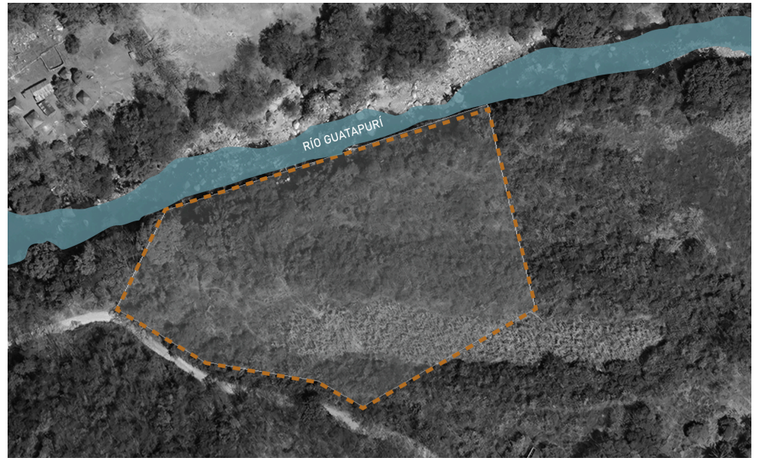
	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
Temperatura media (°C)	21.8	22.4	22.8	22.8	23	23.2	23.4	23.8	23.5	22.6	22.1	21.9
Temperatura min. (°C)	18.4	18.6	19.5	20.4	20.9	20.8	20.5	21.1	21.1	20.5	20	19.1
Temperatura máx. (°C)	26	26.8	26.7	25.8	25.4	26	26.9	27.4	26.6	25.3	24.7	25.4
Precipitación (mm)	32	43	111	264	349	170	108	155	208	323	308	98
Humedad(%)	72%	69%	71%	79%	82%	78%	72%	71%	74%	81%	83%	78%
Días lluviosos (días)	5	6	10	17	21	18	15	17	18	20	17	9
Horas de sol (horas)	8.8	8.9	8.7	8.5	8.9	10.1	10.4	10.1	9.5	8.4	7.6	8.4

***Nota**. Humedad relativa. **Fuente:** Climate Data, 2025, (https://es.weatherspark.com/y/24425/Clima-promedio-en-Valledupar-Colombia-durante-todo-el-a%C3%B1o#google_vignette)*

También es importante resaltar el elemento hídrico que afecta directamente el lote. El río Guatapurí hace parte de los elementos con los cuales se realiza la conceptualización de intervención dentro del proyecto arquitectónico y en temas de sostenibilidad crea una variación en la intensidad de los vientos, en la humedad relativa y en la temperatura media con la cual cuenta el municipio de Valledupar. Además, es una directriz importante desde la cual se toman decisiones por posibles inundaciones sobre la escorrentía o también a nivel normativo si es un área que requiere protección ambiental.

Por su parte, la topografía también es un elemento natural crucial dentro del proyecto y a nivel sostenible se toma en cuenta para poder tomar decisiones sobre excavación, implantación del proyecto y los recorridos a proponer debido a la pendiente con la que cuenta el lote.

Figura 65. Influencia del río en el proyecto.



***Nota**. Influencia del Río Guatapurí. **Fuente:** Autor (2025)*

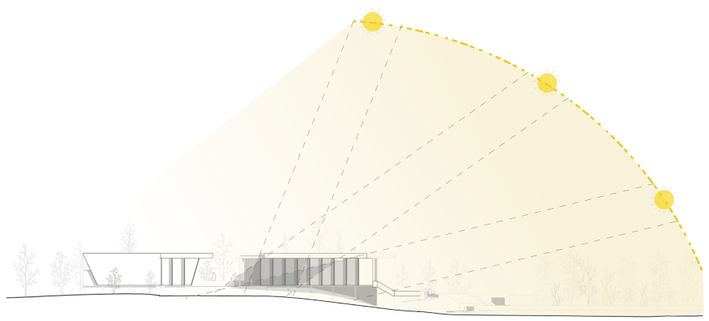
A nivel medioambiental, se evaluó la estructura ecológica a escala meso, para entender cómo la intervención puede integrarse sin alterar los componentes naturales existentes encontrando diversidad de fauna y flora a captar en el proyecto, y el uso de materiales locales como lo hacen en los asentamientos Arhuacos. En función del comportamiento solar, los módulos de fachadas fueron orientadas estratégicamente para maximizar el paso del viento y reducir la incidencia directa en los momentos de mayor radiación.

Figura 66. Biodiversidad y Materialidad local.



Nota. Fauna, flora y materiales aplicables al proyecto Fuente: Autor (2025)

Figura 67. Asoleamiento en fachadas.



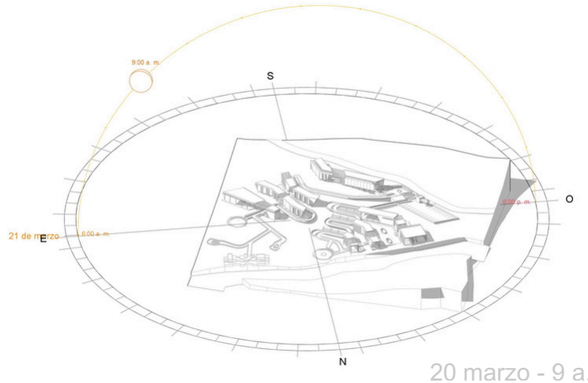
Nota. Como las fachadas reciben la iluminación. Fuente: Autor (2025)

Se realizó un análisis de asoleación y sombras en fechas particulares mediante el software Revit, optimizando la ubicación de volúmenes y cubiertas.

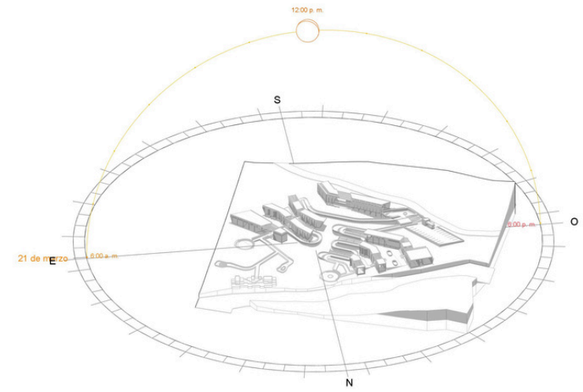
La primera fecha analizada fue en el equinoccio de primavera el 20 de marzo y se tomaron en cuenta 3 horarios. 9 am, 12 pm, y 4 pm. En el primer horario se puedo identificar que el sol da luz directa sobre las fachadas Noreste que dan cara al río, creando un juego permeable de iluminación indirecta al interior debido a la orientación de los módulos en la fachada.

A las 12 pm la luz solar está dispuesta de manera completamente cenital al proyecto, generando pocas sombras proyectadas. Finalmente, a las 4 pm, se da una situación contraria al horario anterior, ya que desde el oeste se proyecta la luz solar, haciendo que las fachadas menos permeables del proyecto reciban la luz y generando una gran sombra proyectada sobre los recorridos y espacios abiertos del proyecto, así también, como sobre los demás volúmenes que se encuentran en niveles inferiores por la topografía.

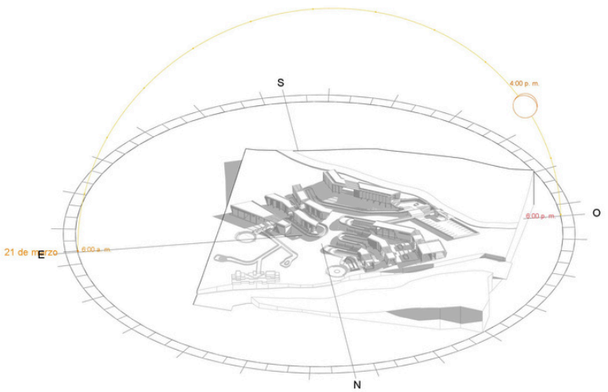
Figura 68. Recorrido solar Marzo.



20 marzo - 9 a.m.



20 marzo - 12 p.m.



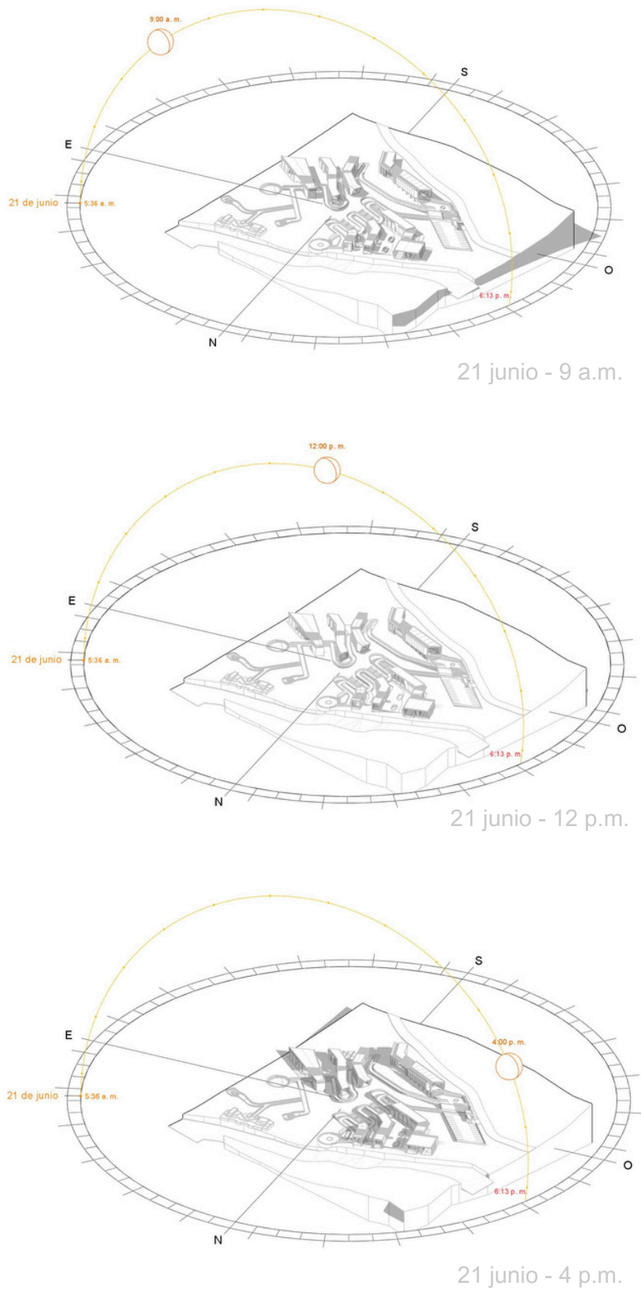
20 marzo - 4 p.m.

Nota. 3 horarios del recorrido solar Marzo. Fuente: Autor (2025)

La segunda fecha analizada fue 21 junio o el solsticio de verano. En el horario de 9am se encontró una disposición del sol similar a la encontrada en la fecha anterior, recibiendo la luz en las fachadas del noreste, pero con la variación de la trayectoria del sol, que se ubica más desde el Este hacia el Noroeste.

En el siguiente horario se obtiene un sol cenital sin sombras proyectadas, lo que indica la posibilidad de contrarrestar este momento con arborización que permita generar las sombras que los volúmenes no pueden. Finalmente, en el horario de las 4 pm, se generan sombras proyectadas en dirección sureste que no son favorables completamente para los volúmenes, ya que se aleja de ellos y deja al descubiertos la zona de parqueo y plazas. Aún así se mantiene la recepción solar directa en las fachadas con celosía menos permeable permitiendo mayor confort al interior de los volúmenes.

Figura 69. Recorrido solar Junio.

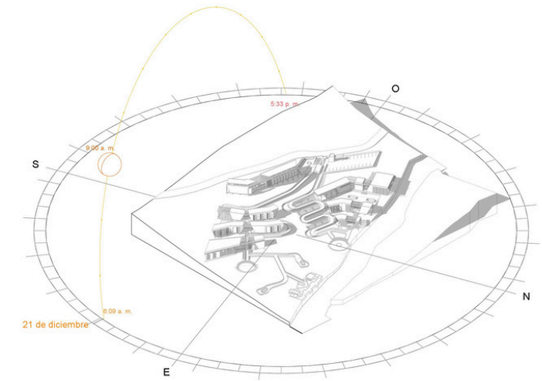


Nota. 3 horarios del recorrido solar Junio. Fuente: Autor (2025)

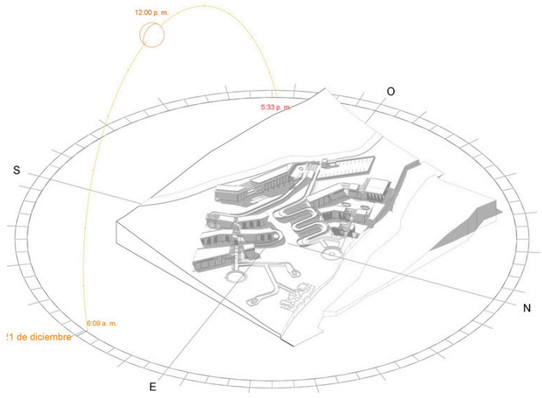
La tercera fecha analizada fue 21 diciembre o el solsticio de invierno. En el horario de 9am la posición del sol cambió su trayectoria, siendo esta de sureste hacia el suroeste, generando un cambio en la manera como reciben el sol las fachadas del noreste, ya que, ahora sería parcialmente la recepción del sol directa lo cuál, generaría mayor confort desde la mañana al interior de los volúmenes. En el segundo horario, las fachadas dejan de recibir luz directa y pasan a ser las cubiertas, las principales receptoras por la nueva trayectoria del sol y su posición cenital a las 12 pm, esto da como resultado el mejor momento del año en este horario para recibir sombras proyectadas sobre los recorridos, que genera un mejor confort en el espacio público.

Por último, en el horario de las 4 pm, se logra generar casi por completo una sombra unificada sobre el lote, los recorridos y volúmenes, gracias a la trayectoria del sol y la manera en que se emplazaron los volúmenes el territorio, aunque las cubiertas siguen recibiendo iluminación natural hasta esta hora del día.

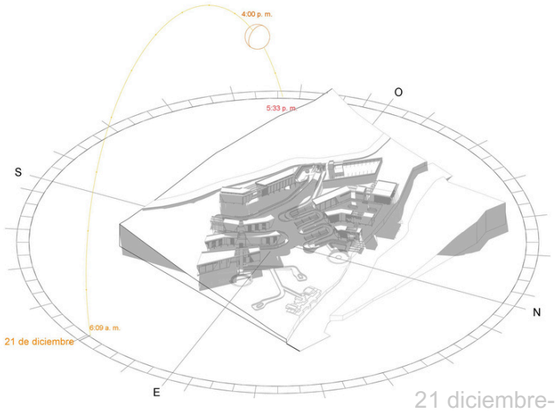
Figura 70. Recorrido solar Diciembre.



21 diciembre- 9 a.m.



21 diciembre - 12 p.m.

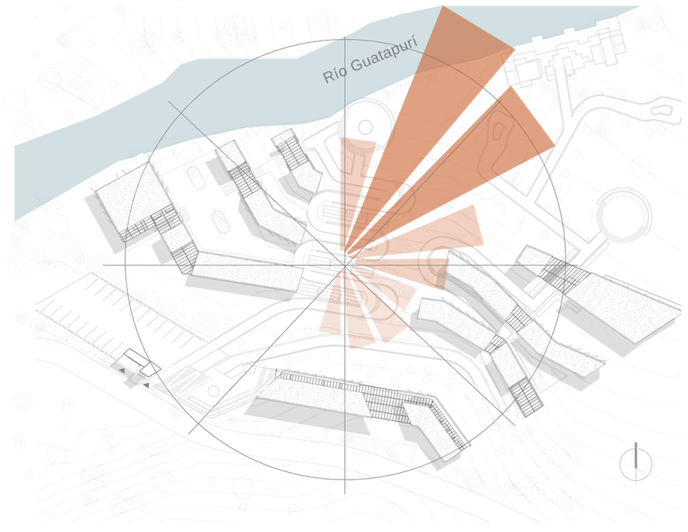


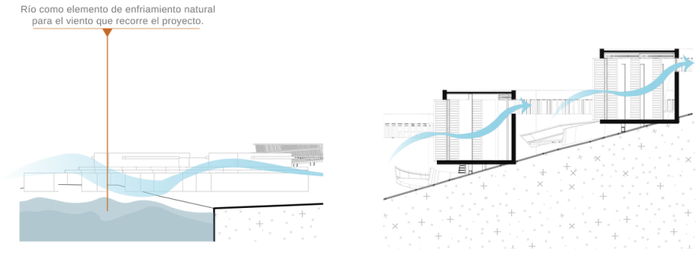
21 diciembre- 4 p.m.

Nota. 3 horarios del recorrido solar diciembre. Fuente: Autor (2025)

Por otro lado, se estudiaron las direcciones predominantes del viento, lo cual permitió proponer una arquitectura abierta y permeable, que aprovecha el confort térmico pasivo a través de su materialidad y estructura, incluyendo detalles constructivos que favorecen la ventilación cruzada y la relación directa con el río.

Figura 71. Recorrido del viento





Nota. Manera en que el viento recorre el proyecto. Fuente: Autor (2025)

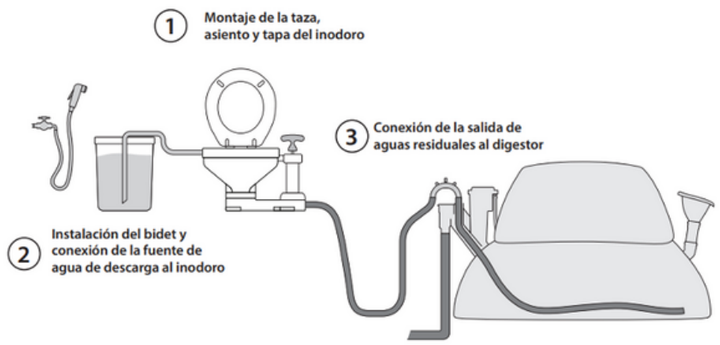
AGUA

La gestión sostenible del agua es otro pilar del diseño. Se incorporan baños secos y griferías de bajo consumo para minimizar el uso de agua potable.

Los aparatos sanitarios ahorradores de agua son baños secos de la marca Miogas, de la referencia Kit EcoWC, que se compone del equipo sanitario y un biodigestor, que al accionar la cadena, utiliza únicamente 1,2 litros de agua, lo que representa hasta ocho veces menos que un inodoro tradicional. Para movilizar los residuos hacia el biodigestor, se utiliza una manilla manual: con solo dos o tres movimientos, la taza queda limpia y lista para el próximo uso.

Además, al conectar la salida de fertilizante del sistema a una tubería de riego, cada descarga no solo elimina residuos, sino que también riega y fertiliza automáticamente el jardín o huerto, cerrando así un ciclo completamente circular.

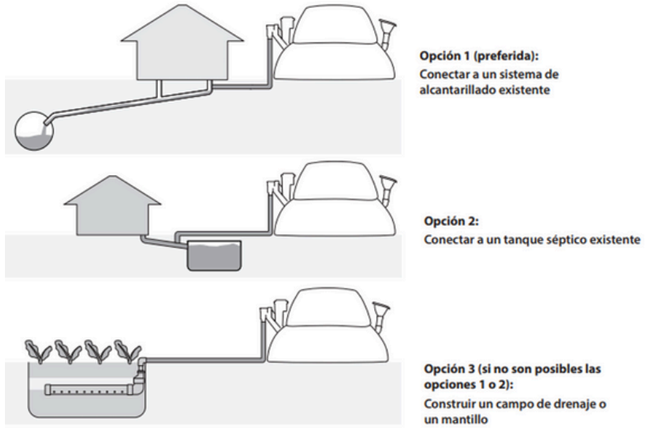
Figura 72. Montaje sistema EcoWC.



Nota. *Montaje Kit EcoWC.* ***Fuente:*** *Miogas, 2025, (https://miogas.com/biodigestores/kit-eco-wc/)*

Además, en su uso de fertilizante posee diversos modos de conexión lo que permite integrar este sistema con otros como los pozos sépticos de recolección de agua residual.

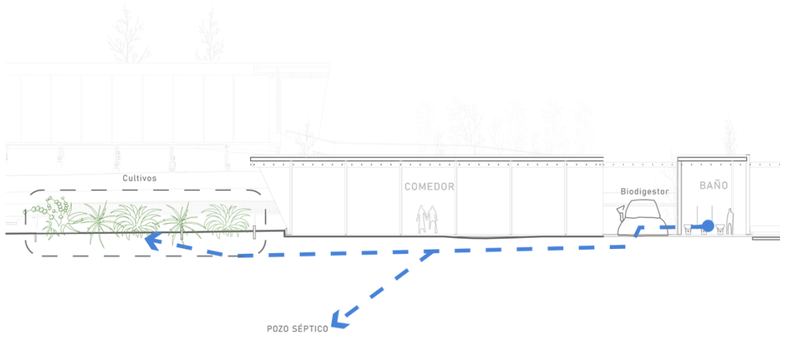
Figura 73. Uso fertilizante.



Nota. *3 métodos de fertilizante.* ***Fuente:*** *Miogas, 2025, (https://miogas.com/biodigestores/kit-eco-wc/)*

Dentro del proyecto se implementa este sistema para los baños y se complementa con los cultivos dispuestos dentro del recorrido, proporcionando un método que utiliza un baño ecológico que permite tener menos consumo de agua y llevar la utilizada a un pozo séptico o directamente a los cultivos mediante un biodigestor.

Figura 74. Sistema de Inodoro ahorrador.



Nota. *Funcionamiento del proceso del inodoro de Miogas.* ***Fuente:*** *Autor. (2025)*

Por último, como se mencionó para la eficiencia del agua en interiores se propone el uso de griferías de bajo consumo y el sistema de Miogas, que se implementan directamente en los baños dentro del proyecto, siendo las áreas de mayor consumo de agua en actividades dentro del centro comunitario. De este mobiliario se puede evidenciar la disminución del uso de agua por el funcionamiento que tienen y se cuantifica brindándonos, por ejemplo, que la grifería genera un gasto de 1080 L/min anuales menos que las griferías convencionales. Mismo caso del Inodoro, que genera un gasto de tan solo 11,4% de lo que generan anualmente los inodoros convencionales.

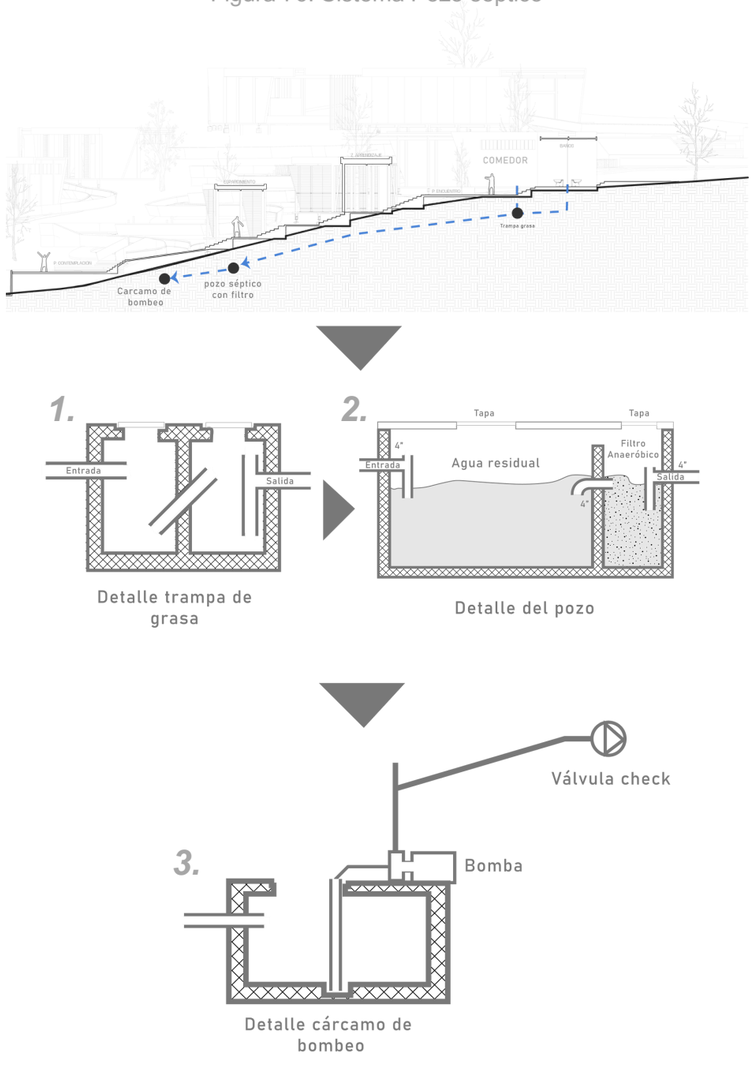
Figura 75. Datos de ahorro mobiliario



Nota. *Cálculo del ahorro del mobiliario sostenible.* ***Fuente:*** *Autor. (2025)*

Las aguas residuales son tratadas mediante un sistema de pozo séptico. Con parte del agua recolectada por el sistema de Miogas, la que no pasa por el biodigestor directamente, se lleva a este pozo y de ahí se filtra para ser reutilizada en otros momentos.

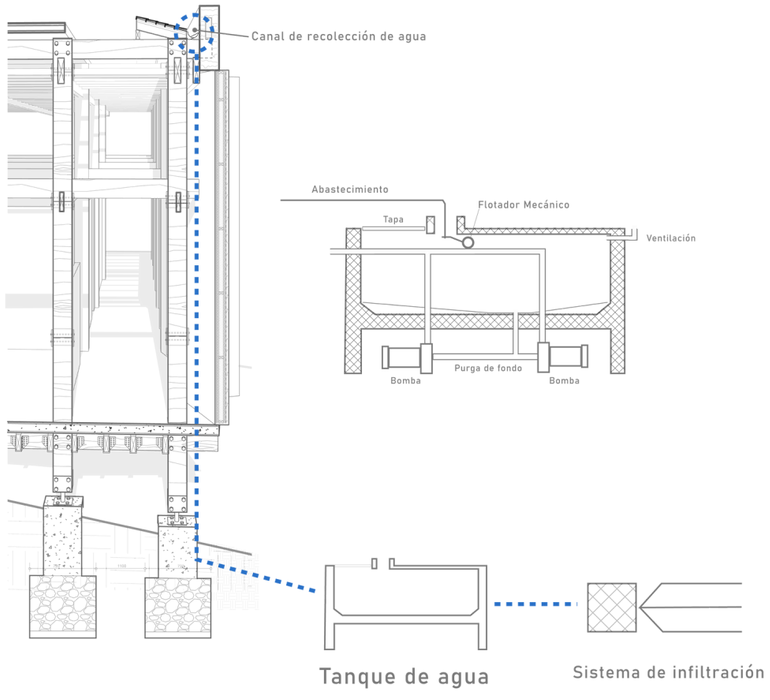
Figura 76. Sistema Pozo séptico



Nota. *Funcionamiento del sistema de pozo séptico.* ***Fuente:*** *Autor. (2025)*

La cubierta inclinada no solo responde a un criterio formal, sino que actúa como captadora de agua lluvia, la cual se canaliza a través de sistemas en de canal en cubierta y se lleva a un tanque para su aprovechamiento.

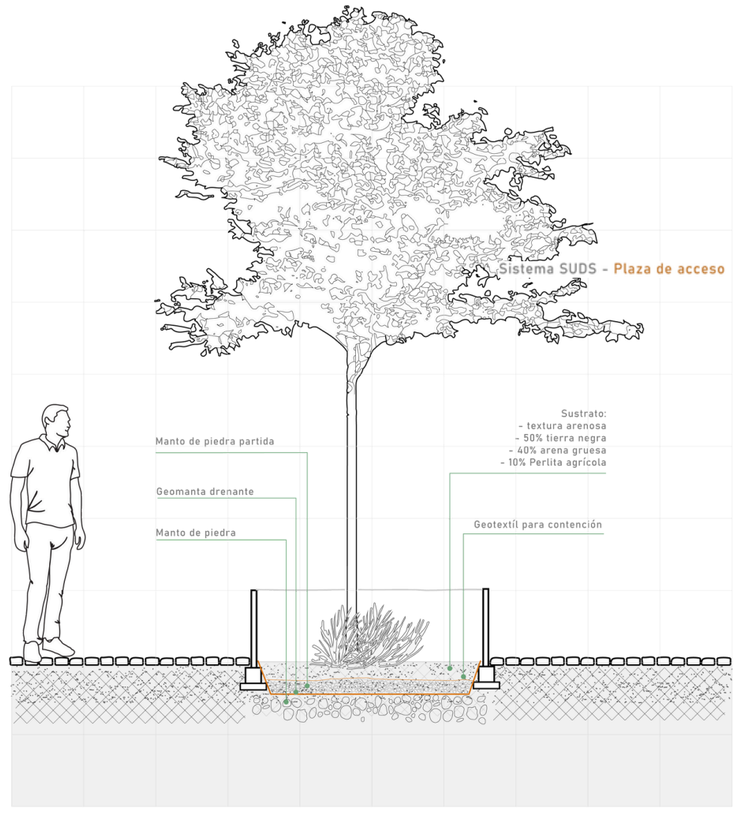
Figura 77. Sistema captación por cubierta



Nota. *Funcionamiento del sistema de canaleta y tanque de agua.* ***Fuente:*** *Autor. (2025)*

Todo el terreno estará reforestado con especies endémicas, acompañado de cultivos comunitarios y un Sistema de drenaje urbano sostenible (SUDS), que regula el escurrimiento y mejora la absorción del suelo, sobre todo en zonas de espacio público que estén adoquinadas como el caso de las plazas de contemplación, la plaza de acceso, la plaza de reunión y la plataforma de agua.

Figura 78. Sistema captación por SUDS

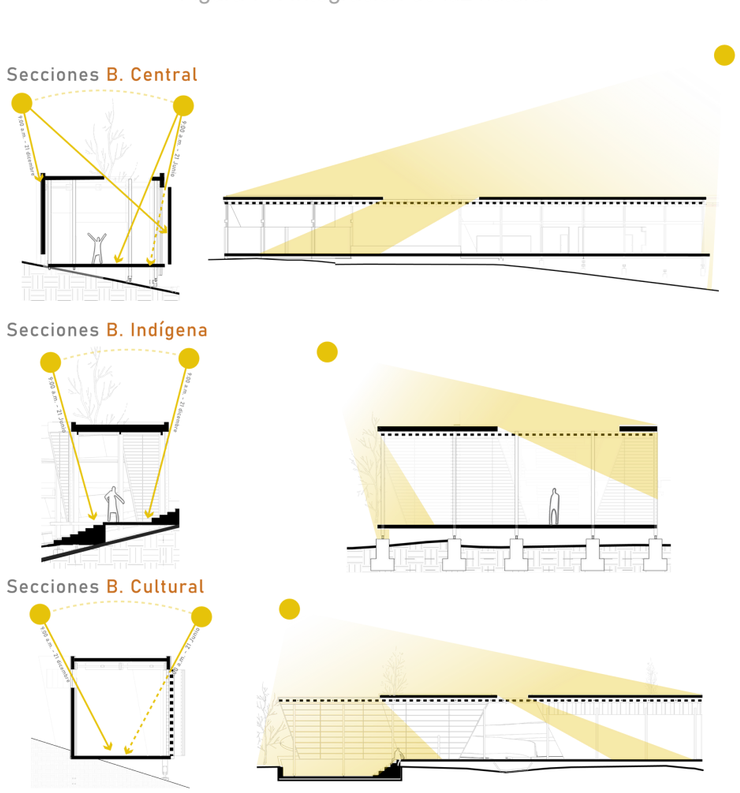


Nota. *Funcionamiento del sistema de SUDS en materas.* ***Fuente:*** *Autor. (2025)*

ENERGÍA

El diseño volumétrico en módulos pequeños, y la disposición de fachadas y cubiertas responde al terreno para dar el mayor aprovechamiento de la luz solar directa e indirecta. Esto se traduce en un ahorro significativo de energía durante el día y a lo largo del año, reduciendo la dependencia de sistemas artificiales de iluminación y pensando en el confort térmico dentro del proyecto.

Figura 79. Integración de luz natural

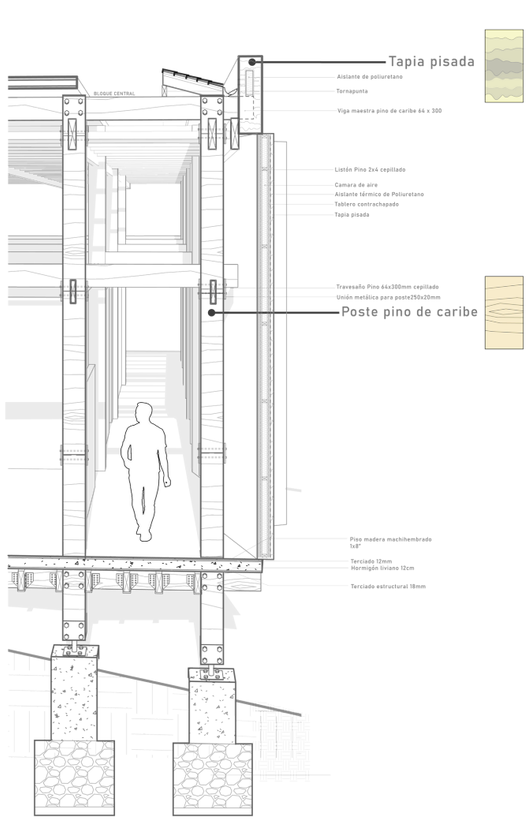


Nota. *Detalle de asoleación para la integración de luz natural.* ***Fuente:*** *Autor. (2025)*

MATERIALES SOSTENIBLES

Los materiales son seleccionados por su bajo impacto ambiental y su capacidad para integrarse armónicamente al paisaje y la cultura. La madera, tratada a nivel local, se emplea como elemento estructural principal, complementada con tapia pisada como material de fachada, esto para brindarle la estética natural del proyecto.

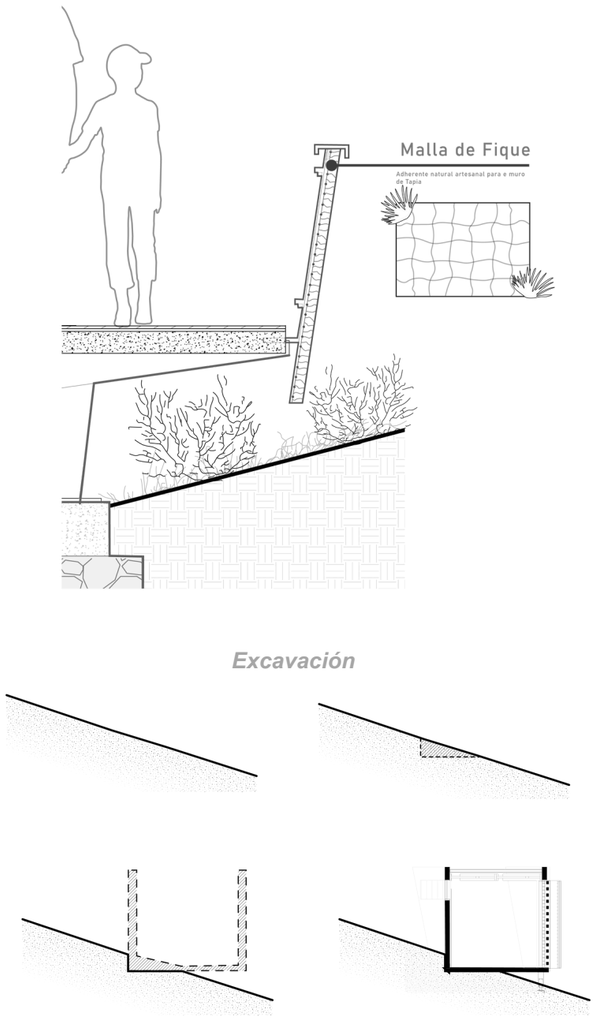
Figura 80. Materiales utilizados



Nota. *Detalle de como se utilizaron los materiales sostenibles.* ***Fuente:*** *Autor. (2025)*

También, se reutiliza la tierra obtenida de las excavaciones para construir los muros de tapia. A esto se suman detalles como barandas elaboradas con materiales como madera, asemejando los tejidos indígenas, lo cual aporta valor cultural.

Figura 81. Material reutilizado y sostenible

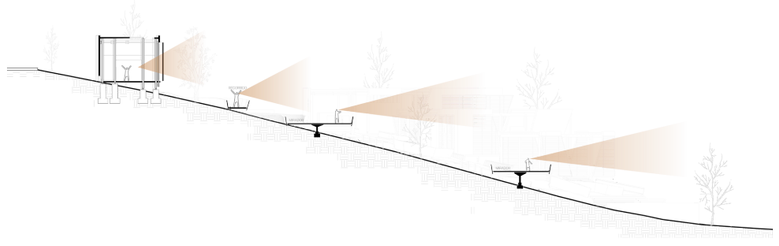


Nota. *Excavación hecha para material de fachada y uso de Fique.* ***Fuente:*** *Autor. (2025)*

SALUD, AMBIENTE Y BIENESTAR

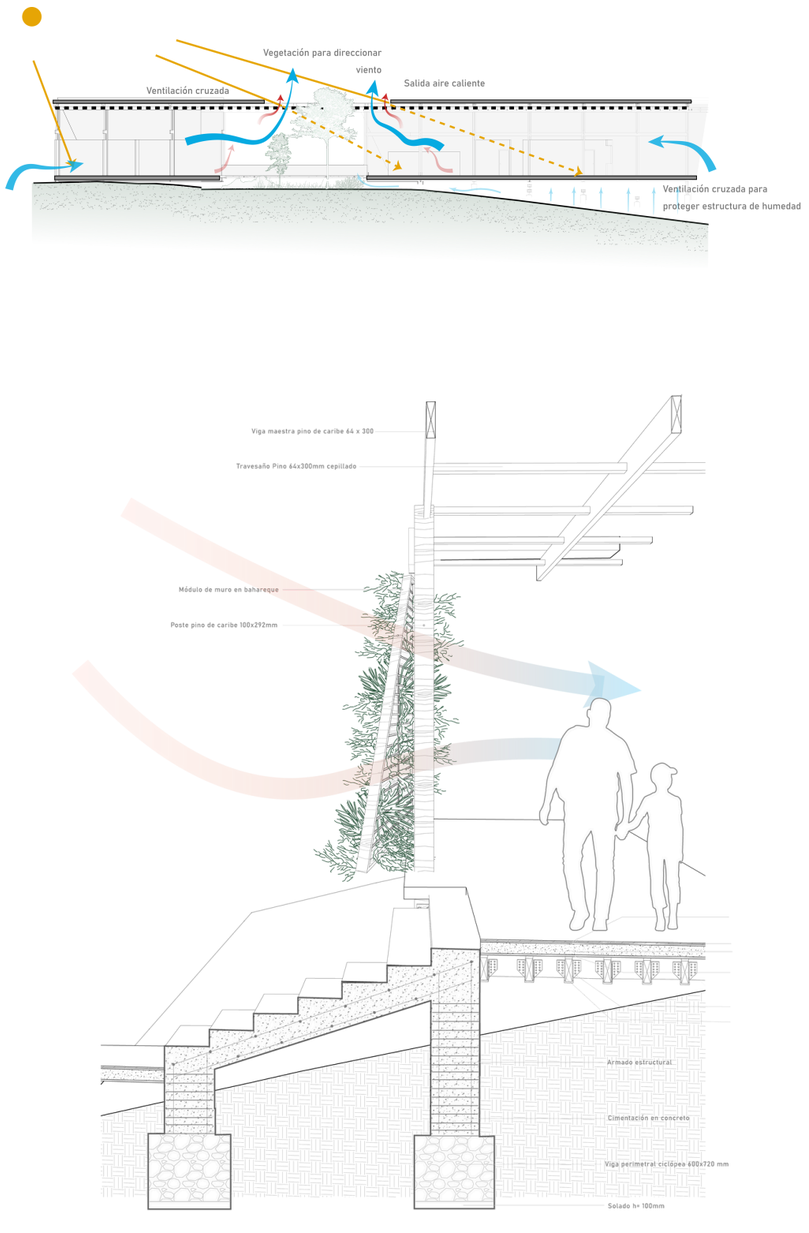
El diseño aprovecha la topografía para generar volúmenes terraceados con posibilidad de diferentes visuales. La modulación de fachadas a su vez permite crear visuales abiertas y transiciones permeables entre interior y exterior, garantizando la ventilación natural en todos los espacios. Los módulos de muros incorporan tipologías con celosías y juegos de rejas para permitir el crecimiento de enredaderas, generando sombra viva y regulación térmica.

Figura 82. Visuales del proyecto



Nota. *Visuales creadas a partir de la topografía.* ***Fuente:*** *Autor. (2025)*

Figura 83. Técnicas pasivas y muro verde



Nota. *Funcionamiento de las técnicas pasivas y el muro verde.* ***Fuente:*** *Autor. (2025)*

La circulación es completamente abierta, promoviendo la conexión con jardines y plazas, diseñados a partir del funcionamiento de los espacios dentro del proyecto y la topografía.

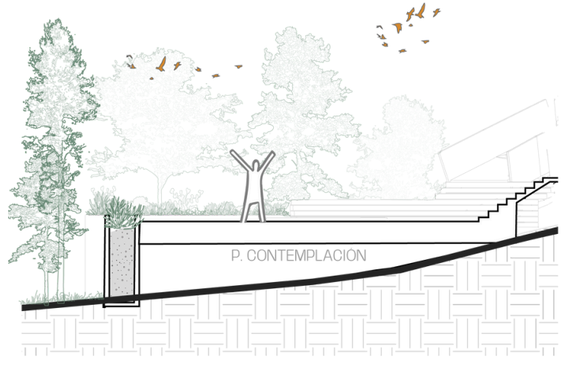
Figura 84. Recorridos verdes



Nota. *Relaciones de zonas duras y blandas.* ***Fuente:*** *Autor. (2025)*

La vegetación no solo cumple una función ambiental de confort térmico, sino que dentro de los hábitats creados se prevé la aparición de fauna y flora endémica.

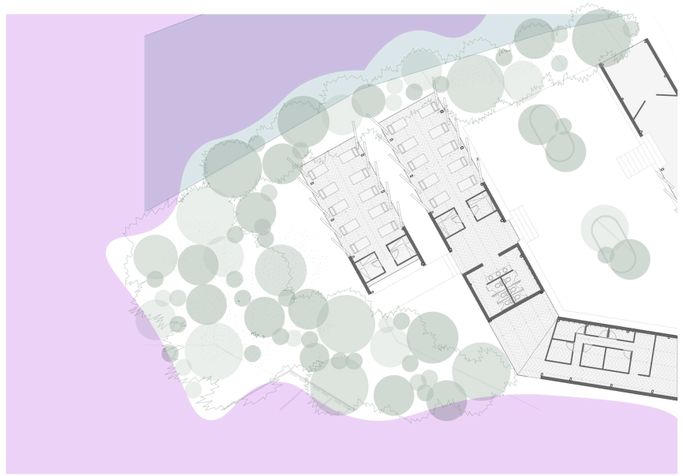
Figura 85. Nuevos hábitats



Nota. *Diagrama de nuevos hábitats en corte.* ***Fuente:*** *Autor. (2025)*

Además, la morfología del proyecto se organiza a partir de la arborización y el curso del río existente, estableciendo vínculos orgánicos entre el lugar y la arquitectura. Todo el recorrido es público, accesible y en constante contacto con el entorno natural.

Figura 86. Uso de arborización existente

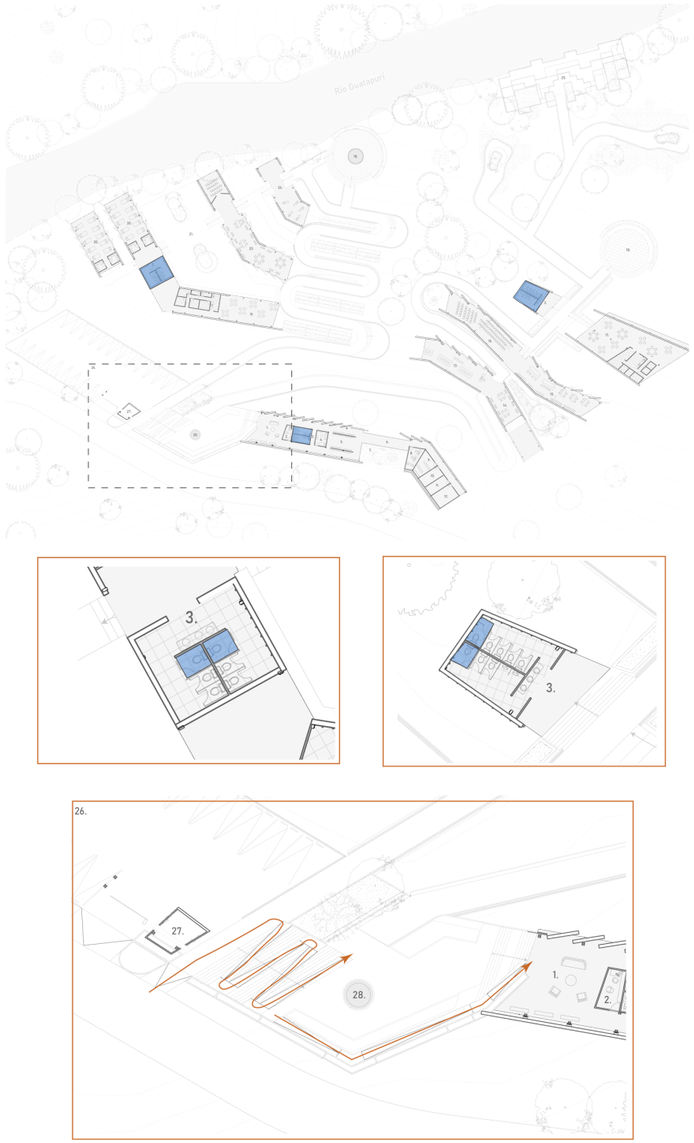


Nota. *Aislamiento auditivo con la arborización existente.* ***Fuente:*** *Autor. (2025)*

DESEMPEÑO E INNOVACIÓN

El acceso peatonal responde a la topografía mediante rampas suaves y articulaciones con el terreno. La infraestructura incluye dos baterías de baños accesibles abiertos al público en la parte alta del proyecto en el bloque central y también, en la zona baja junto al restaurante en el bloque cultural.

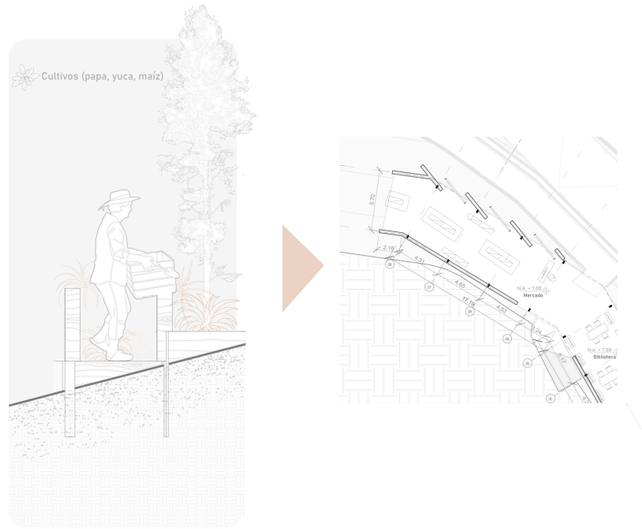
Figura 87. Inclusión para movilidad reducida



Nota. *Rampas y baños para personas con movilidad reducida.* ***Fuente:*** *Autor. (2025)*

Aparición de espacios productivos como cultivos, cuya cosecha puede destinarse a la venta local, que fomenta así la sostenibilidad económica de la comunidad indígena Arhuaca en el centro comunitario.

Figura 88. Sistema de cultivos



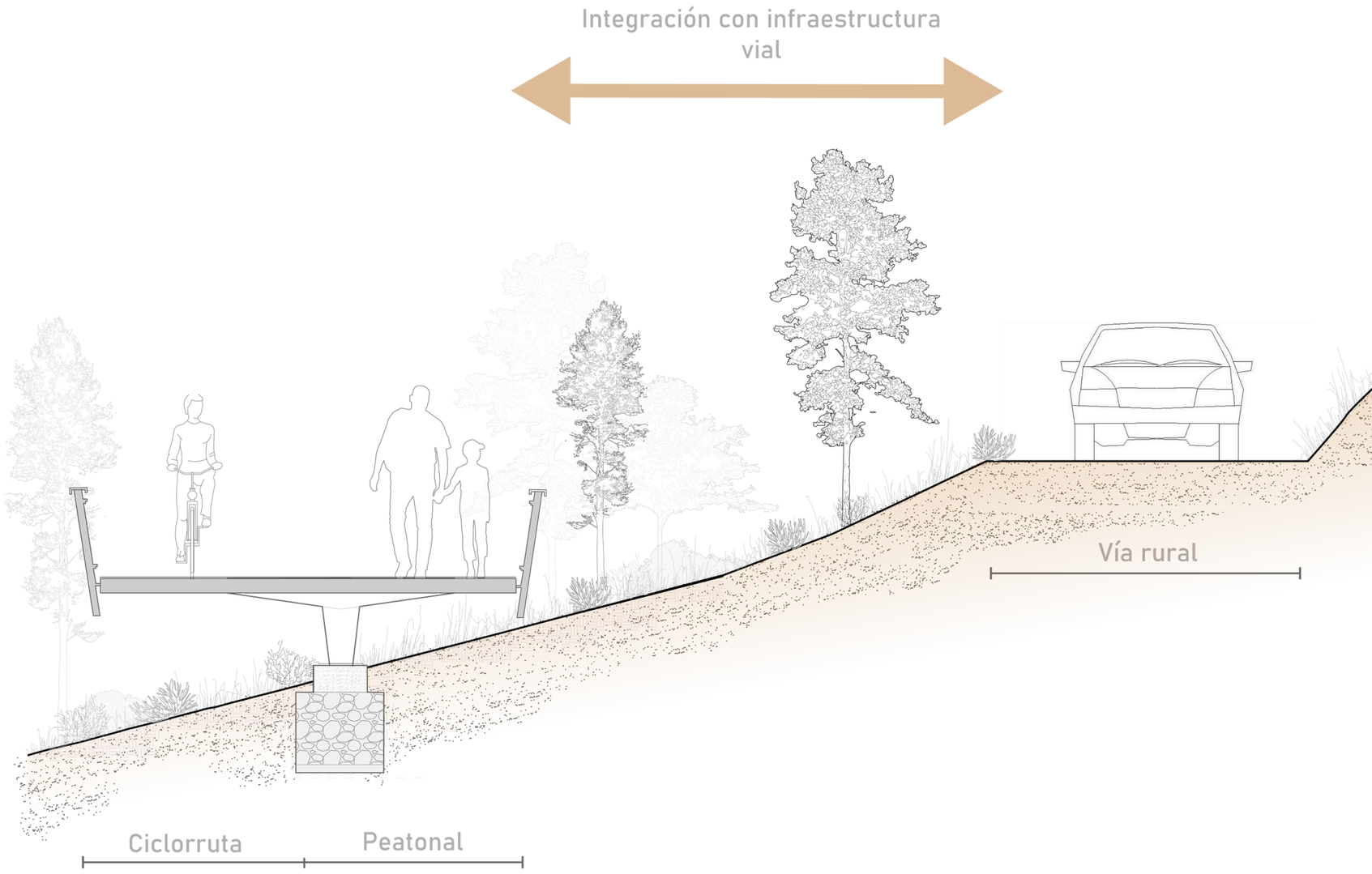
Nota. *Cultivos como método de sostenibilidad económica.* ***Fuente:*** *Autor. (2025)*

OCUPACION SOSTENIBLE

Finalmente, la ocupación del proyecto se ha pensado para ser completamente peatonal, con opciones para bicicletas y accesibilidad directa desde la cabecera municipal con transporte público que funciona entre corregimientos del municipio.

El recorrido general del proyecto, también a escala meso, se propone como un sendero continuo, accesible e inmerso en el paisaje, que, proveniente de un análisis del lugar, se propone tener un recorrido que tenga paralelismo al río Guatapurí y la vía rural principal que parte de esa cabecera municipal.

Figura 89. Recorrido como método de movilidad



Nota. *Vínculo del recorrido propuesto con las vías rurales y como método alternativo de movilidad.* ***Fuente:*** *Autor. (2025)*

07
CONCLUSIONES
CONCLUSIONS

El desarrollo de este proyecto de grado permitió completar el diseño de un equipamiento comunitario en la Sierra Nevada de Santa Marta, aplicando principios biomiméticos como las estructuras micorrícicas, que fortalecieron la conexión cultural y ecológica del territorio mediante relaciones espaciales que involucran actos simbólicos reunidos en un programa arquitectónico, y que se zonifican desde la apropiación de las bondades del territorio natural donde se emplaza el proyecto.

— Se logró deducir, desde el análisis del territorio a nivel multiescalar, el conjunto de elementos fisiográficos que componen el territorio rural, tomando como referencia el análisis propuesto por Ian McHarg sobre lo relevante en un territorio particular, así, obteniendo las bondades que nos brinda la Sierra Nevada de Santa Marta con su cultura indígena ancestral y la biodiversidad natural que hace parte de las dinámicas regionales como las interacciones entre los sistemas naturales y las prácticas sociales de las comunidades indígenas.

— El diseño del equipamiento, logró responder a los desafíos de integración cultural y turístico, respetando los límites entre lo privado y lo público, inspirado en estructuras micorrícicas como método de relacionamiento espacial principal en el proyecto, consiguiendo fortalecer las relaciones sociales en el territorio. Esta estrategia no solo permitió crear espacios funcionales, sino que también procura restablecer conexiones simbólicas entre las comunidades y su entorno, alineándose con los principios territoriales que históricamente han guiado a las culturas indígenas de la Sierra Nevada.

—Se consolidó un enfoque integral tecnológico y sostenible, al incorporar materiales locales, técnicas de arquitectura vernácula y procesos constructivos prefabricados de madera, con vistas en optimizar la ejecución del proyecto y reduciendo significativamente su impacto ambiental. Esta decisión permite aprovechar los recursos naturales del territorio, promover la autosuficiencia cultural y minimizar la huella de carbono del equipamiento, integrando conocimientos tradicionales con estrategias contemporáneas de sostenibilidad.

— Se desprenden, finalmente, una serie de estrategias aplicadas y pasivas sostenibles y de confort dentro del proyecto, que se proponen desde el aprovechamiento completo del territorio natural donde se emplaza, con sus elementos físicos, y adicionalmente, se adhiere a los lineamientos particulares que se propone cumplir con la “Certificación Piloto” en diferentes secciones, de estudio, de aplicación, aprovechamiento y confort al usuario.

08
REFERENCIAS
REFERENCES

Armheim, R. (1977). The Dynamics of Architectural Form. Los Angeles: University of California Press.

Benyus, J. (1997). Biomimicry: Innovation Inspired by Nature. New York: Harper Perennial.

McHarg, I. L. (1969). Design with nature. New York: Natural History Press.

Elez, B. (03 de Marzo de 2024). Micorrizas: qué son y cómo funcionan. Obtenido de Reforesta: https://reforesta.es/micorrizas-que-son-y-como-funcionan/#:~:text=Las%20micorrizas%20son%20unas%20estructuras,planta%20y%20hongo)%20salen%20beneficiados.

Rubenstein, J. (2014). The Cultural Landscape. Pearson.

Rubenstein, J. (2014). The Cultural Landscape. Pearson.

Guyton, J. (2024, 23 agosto). Sierra Nevada de Santa Marta, Colombia — Global Conservation. Global Conservation. https://globalconservation.org/projects/sierra-nevada-de-santa-marta?rq=santa%20marta

Redacción BLU Radio. (23 de Junio de 2022). Revelan cruda radiografía de las problemáticas indígenas en la Sierra Nevada de Santa Marta. Obtenido de Blu radio: https://www.bluradio.com/blu360/caribe/revelan-cruda-radiografia-de-las-problematicas-indigenas-en-la-sierra-nevada-de-santa-marta-pr30

Alchetron. (22 de Septiembre de 2024). Alchetron. Obtenido de https://alchetron.com/James-M-Rubenstein

Litt, S. (17 de Septiembre de 2012). Cleveland.com. Obtenido de https://www.cleveland.com/arts/2012/09/biomimicry_leader_janine_benyu.html

09
BIBLIOGRAFÍA
BIBLIOGRAPHY

Corte Constitucional de Colombia. (2018). Sentencia T-052. Bogotá D.C.: Corte Constitucional de Colombia.

Ebus, B. (26 de Abril de 2017). Colombia’s indigenous Arhuaco awarded 500 hectares in ongoing bid to regain ancestral lands. Mongabay.

Global Conservation. (s.f.). Global Conservation. Obtenido de https://globalconservation.org/projects/sierra-nevada-de-santa-marta?rq=santa%20marta

Grimshaw. (2021). Glasgow School of Art partners with the Eden Project and Grimshaw to launch new Biomimetic Design course. Grimsahw.

McKeag, T. (2 de Septiembre de 2009). Trellis. Obtenido de https://trellis.net/article/how-termites-inspired-mick-pearces-green-buildings/

Ministerio del interior y justicia. (2010). Plan de Salvaguarda del Pueblo Arhuaco. Gobierno de Colombia. Obtenido de chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/https://patrimonio.mincultura.gov.co/SiteAssets/Paginas/Pes-Pueblos-de-la-sierra-nevada/21-Sistema%20de%20conocimiento%20ancestral%20SNSM%20-%20PES.pdf

Naciones Unidas. (2007). Declaración de las Naciones Unidas sobre los Derechos de los Pueblos Indígenas. Nueva York: Naciones Unidas.

Volckhausen, T. (13 de Abril de 2020). BiodiversidadLA. Obtenido de https://www.biodiversidadla.org/Documentos/Mineria-y-megaproyectos-invaden-Corazon-del-mundo-de-Colombia

De la hoz Molinares, E., Trujillo Varilla, O., & Tun, M. (16 de Octubre de 2016). La Geometría en la Arquitectura de la vivienda tradicional Arhuaca. Obtenido de Redalyc: https://www.redalyc.org/journal/2740/274048277008/html/

10
ANEXOS
ANNEXES

A. **BITÁCORA DE PLANOS**

Documentación detallada de planimetría técnica donde se encuentran, programa arquitectónico, plantas, cortes, fachadas, detalles técnicos y sostenibles.

B. **PANELES**

Paneles resumen de la información relevante del proyecto, que se dividen en 4 partes, lo argumentativo, proyectual, técnico y sostenible.

