



LA MARÍA

PROYECTO AGRO-ECOLOGICO

Vereda Santa Rosita, Suesca, Cundinamarca

Juan Camilo Romero Correa

Universidad Piloto De Colombia

Tesis de Grado | Facultad de Arquitectura y Artes

Bogotá | 2026

LA MARÍA

PROYECTO AGRO-ECOLOGICO

Vereda Santa Rosita, Suesca, Cundinamarca

Juan Camilo Romero Correa

Director de Tesis: Julian Ricardo Ruiz Solano

Universidad Piloto De Colombia

Tesis de Grado | Facultad de Arquitectura y Artes

Bogotá | 2026

ÍNDICE TEMÁTICO

01

CAPITULO I PREÁMBULO

Introducción	01-02
--------------------	-------

02

CAPITULO II PLANTEAMIENTO DEL PROYECTO

Problemática	03
Justificación	04
Estructura de Objetivos	05
Marco Teórico	06-08
Marco Metodológico	09
Metodología	10

03

CAPITULO III DESARROLLO PROYECTUAL

Capitulo Proyectual	11
Proyecto y Obra Arquitectonica	12
Ambiente y Sostenibilidad	13-14
Practicas Sociales y Territorio	15
Paisaje y Cultura	16
Materiales y Procesos	17
Conclusion	18
Bibliografía	

04

CAPITULO IV ANEXOS

Plano de implantación 1:3000
Plano de casa principal 1:150
Plano de cortes casa principal 1:150
Plano de fachadas principal 1:150
Plano de planta y corte principal 1:150
Plano de fachadas cabaña 1:150
Plano Cimentación casa principal 1:150
Plano Cimentación cabaña 1:150
Plano corte por fachada

02

CAPITULO II PLANTEAMIENTO DEL PROYECTO

Tabla 1: Diagnóstico de Carencias Infraestructurales - Vereda Santarosita. Camilo Romero. 2026

03

Tabla 02. Matriz de Variables Biofísicas y Potencial Energético. Camilo Romero. 2026

05

Tabla 03: Balance de Cargas y Suministro Off-Grid. Camilo Romero. 2026

09

03

CAPITULO III DESARROLLO PROYECTUAL

Tabla 04. Especificaciones Técnicas de Materialidad y Sistema Constructivo. Camilo Romero. 2026

17

02

CAPITULO II PLANTEAMIENTO DEL PROYECTO

Imagen 1. Registro fotográfico: preexistencia y habitabilidad rural en Suesca. Camilo Romero, 2026. 03

Imagen 2. Esquema de implantación y funcionamiento de ecotecnias. Gemini, 2026. 04

Imagen 3. Detalle técnico de componentes constructivos y vegetación nativa. Gemini, 2026. 04

Imagen 4. Isometría conceptual de módulo de vivienda evolutiva y progresiva. Camilo Romero, 2026. 06

Imagen 5. Cortes arquitectónicos: análisis de estrategias bioclimáticas y confort pasivo. Camilo Romero, 2026. 07

Imagen 6. Diagrama de ciclo de circuito cerrado y sistemas metabólicos autosuficientes. Camilo Romero, 2026. 08

03

CAPITULO III DESARROLLO PROYECTUAL

Imagen 7. Visualización arquitectónica de la implantación del proyecto en el paisaje de Suesca. Camilo Romero, 2026. 11

Imagen 8. Vista de conjunto: zona de unidades habitacionales y senderos del Ecohotel. Camilo Romero, 2026. 12

Imagen 9. Implantación de ecotecnias y metabolismo energético circular. Camilo Romero, 2026. 13

Imagen 10. Visualización de la implantación de ecotecnias y metabolismo hídrico-energético circular. Andrea Correa, 2026. 14

Imagen 11. Visualización de senderos ecológicos y zonas de encuentro comunitario. Camilo Romero, 2026. 15

Imagen 12. Visualización de aula-invernadero para capacitación en cultivos agroecológicos. Camilo Romero, 2026. 15

Imagen 13. Vista paisaje circundante hacia la laguna del Sisga. Andrea Correa, 2026. 16

Imagen 14. Detalle axonométrico constructivo evolutivo. Camilo Romero, 2026. 17

RESUMEN

La presente investigación desarrolla el hábitat agroecológico "El Proyecto Agro-Ecológico La María" en Suesca, Cundinamarca, como una respuesta arquitectónica integral a la precariedad infraestructural y el impacto ambiental de los modelos de vivienda rural vigentes. El proyecto propone una arquitectura regenerativa en un predio de 26 hectáreas, fundamentada en la autonomía operativa y el cierre de ciclos metabólicos para mitigar la contaminación de acuíferos y la falta de servicios básicos en la vereda Santarosita.

A través de un enfoque de investigación-creación y principios de biomímesis, se diseñó un sistema modular off-grid que integra fitorremediación con especies nativas como Junco y Papiro para garantizar un vertimiento cero. El modelo asegura una demanda energética optimizada de 12.5 kWh/day, validada mediante simulaciones técnicas de balance hídrico y térmico que permiten la desconexión total de las redes convencionales.

El resultado es un conjunto compuesto por una vivienda matriz y un ecohotel palafítico, construidos mediante un sistema industrializado de pino y metal negro con ensambles metálicos. Este complejo funciona no solo como hábitat, sino como un aula ambiental para la capacitación en cultivos y la soberanía alimentaria, demostrando la viabilidad de una arquitectura de alta tecnología que revaloriza la identidad campesina y sana el territorio altoandino.

Palabras clave: Arquitectura Regenerativa, Sistemas Off-grid, Fitorremediación, Modularidad, Suesca, Hábitat Rural.

PREÁMBULO

ABSTRACT

This research develops the "El Proyecto Agro-Ecológico La María" agro-ecological habitat in Suesca, Cundinamarca, as a comprehensive architectural response to the infrastructural precariousness and environmental impact of current rural housing models. The project proposes regenerative architecture across a 26-hectare site, grounded in operational autonomy and closed-loop metabolic systems to mitigate groundwater pollution and the lack of basic services in the Santarosita district.

Through a research-creation approach and biomimetic principles, a modular off-grid system was designed, integrating phytoremediation with native species such as Bullrush and Papyrus to ensure zero-discharge. The model guarantees an optimized energy demand of 12.5 kWh/day, validated through technical water and thermal balance simulations that allow for total disconnection from conventional power grids. The final result is a complex consisting of a matrix house and stilt-based eco-hotel units, built using an industrialized system of pine and black metal with metallic joinery. This complex functions not only as a habitat but as an environmental classroom for crop training and food sovereignty, demonstrating the viability of high-tech architecture that revalues peasant identity while healing the high-Andean territory.

Keywords: Regenerative Architecture, Off-grid Systems, Phytoremediation, Modularity, Suesca, Rural Habitat.

1. INTRODUCCIÓN

El hábitat rural en la vereda Santarosita, ubicada en el municipio de Suesca, enfrenta actualmente una crisis de invisibilidad infraestructural que trasciende la simple falta de servicios públicos. Esta problemática se origina en una profunda precariedad donde la ausencia de cobertura en redes esenciales no solo es una deficiencia técnica, sino una vulneración directa a la dignidad humana, obligando a los habitantes a depender de la extracción manual de agua de pozos profundos sin ningún tipo de tratamiento potabilizador. El diagnóstico actual revela que este modelo habitacional ineficiente perpetúa riesgos inminentes de salubridad y un estancamiento económico que limita el potencial productivo de los campesinos, quienes son los proveedores fundamentales de la seguridad alimentaria regional.

Frente a este escenario desolador, surge la necesidad imperativa de proyectar un modelo de hábitat agroecológico que actúe como una herramienta de resistencia y regeneración para el territorio altoandino. La justificación de "El Proyecto Agro-Ecológico La María" radica en el reconocimiento de la responsabilidad ética del arquitecto como un agente capaz de sanar el territorio, proponiendo infraestructuras que cierren ciclos metabólicos y revaloricen la identidad productiva de la sabana cundinamarquesa. Se plantea, por tanto, un laboratorio de soluciones técnicas que demuestre que es posible alcanzar la autonomía energética y la soberanía alimentaria sin sacrificar el equilibrio ecosistémico.

Para orientar esta intervención, se establece una estructura de objetivos rigurosa cuyo propósito central es diseñar un prototipo de vivienda y hospedaje rural basado en los principios de la sostenibilidad profunda y los sistemas off-grid. Estos objetivos buscan garantizar el vertimiento cero y la eficiencia térmica absoluta, consolidando un modelo que no sea una construcción aislada, sino una solución replicable que mitigue la contaminación de acuíferos y la falta de servicios básicos mediante un diseño modular, evolutivo y progresivo.

La base conceptual de esta investigación se cimienta en un marco teórico que dialoga directamente con las leyes de la naturaleza, fundamentándose en los postulados de la biomímesis y la termodinámica. Bajo esta visión, la edificación se entiende como un organismo vivo y dinámico que interactúa de manera inteligente con el sol, el viento y el agua. Este enfoque permite que estrategias como la fitorremediación y el metabolismo circular de circuito cerrado no sean vistos como simples aditamentos tecnológicos, sino como el lenguaje arquitectónico mismo donde la forma sigue estrictamente a la función ecosistémica.

Metodológicamente, el proyecto se desarrolla bajo un enfoque cualitativo y técnico utilizando el método de investigación-creación, el cual valida la creatividad a través del rigor científico.

Esta metodología se despliega en tres fases consecutivas: una etapa de diagnóstico para cartografiar el territorio y sus carencias infraestructurales; una fase de diseño donde se conceptualiza la célula mínima modular y sus sistemas de soporte; y finalmente, una etapa de validación técnica donde se cuantifican los balances de cargas energéticas y consumos hídricos para asegurar la autonomía total del modelo. El capítulo proyectual representa la culminación de este proceso, materializando la teoría en un despliegue arquitectónico regenerativo dentro de un predio de 26 hectáreas donde la vivienda matriz y el ecohotel palafítico se integran armónicamente al paisaje. Esta propuesta unifica el ambiente y la sostenibilidad mediante un metabolismo hídrico-energético circular que utiliza sistemas off-grid de fitorremediación con especies nativas como el Junco y el Papiro, logrando una demanda energética optimizada de \$12.5 kWh/day. El proyecto se vincula con las prácticas sociales y el territorio al funcionar como un aula ambiental para la capacitación en cultivos agroecológicos y soberanía alimentaria, revalorizando la cultura y la identidad campesina. A nivel técnico, se detalla una materialidad basada en pino y metal negro, con un sistema constructivo de ensambles y herrajes metálicos que facilita la modularidad, mientras que el diseño paisajístico respeta la visual hacia la laguna del Sisga. Todo esto se traduce en una implantación quirúrgica que demuestra cómo la arquitectura de alta tecnología puede ser, simultáneamente, un motor de sanación territorial y un refugio de profunda sensibilidad paisajística.

PLANTEAMIENTO DEL PROYECTO

CAPITULO FORMULACION DE PROYECTO

2.1 PROBLEMÁTICA

El planteamiento del problema se origina en la profunda precariedad infraestructural que caracteriza a la vereda Santarosita, en el municipio de Suesca. En este sector de la sabana cundinamarquesa, la ausencia de cobertura en servicios públicos esenciales no es solo una carencia técnica, sino una vulneración a la dignidad humana. Las viviendas existentes carecen de conexión a redes de acueducto y energía eléctrica, obligando a los habitantes a depender de la extracción manual de agua desde pozos profundos (Ver Tabla 1). Este recurso, al no contar con procesos de potabilización, representa un riesgo inminente de salubridad y fomenta la propagación de enfermedades gastrointestinales, afectando la salud pública de la comunidad.

Sumado a la crisis hídrica, la deficiencia en el suministro eléctrico frena el potencial productivo del territorio. Los campesinos, proveedores fundamentales de la seguridad alimentaria regional, habitan espacios que no han sido diseñados bajo criterios de eficiencia ni confort (Ver Imagen 1). La falta de un diseño espacial adecuado y la carencia de tecnología autónoma limitan su operatividad, manteniéndolos en un ciclo de estancamiento económico y vulnerabilidad social que la arquitectura tradicional no ha logrado mitigar.

Indicador de Servicio	Estado Actual (Vereda Santarosita)	Estándar de Vivienda Digna / Rural	Impacto Identificado
Abastecimiento de Agua	Extracción manual de pozos profundos sin tratamiento.	Conexión a red o sistema de potabilización autónomo.	Riesgo inminente de enfermedades gastrointestinales.
Suministro Eléctrico	Ausencia de conexión a la red interconectada nacional.	Cobertura constante (mín. 2.5 kWh/día por hogar).	Estancamiento económico y limitación productiva.
Saneamiento Básico	Vertimientos directos o pozos sépticos convencionales.	Sistemas de tratamiento biológico (Fitorremediación).	Contaminación de fuentes hídricas subterráneas.
Eficiencia Térmica	Construcciones sin criterios bioclimáticos ni confort.	Estándares de habitabilidad y confort térmico pasivo.	Vulnerabilidad ante el clima de alta montaña en Suesca.

Tabla 1: Diagnóstico de Carencias Infraestructurales - Vereda Santarosita. Camilo Romero, 2026



Imagen 1. Registro fotográfico: preexistencia y habitabilidad rural en Suesca. Camilo Romero, 2026.

2.2 JUSTIFICACIÓN

El desarrollo de "El Proyecto Agro-Ecológico La María" es imperativo porque propone una tipología arquitectónica que trasciende el refugio básico para convertirse en un catalizador de desarrollo local. Al integrar infraestructuras eficientes, el productor rural no solo mejora su calidad de vida, sino que incrementa la rentabilidad de sus cultivos y diversifica sus ingresos mediante la inclusión de un modelo de ecohotel tecnificado. Esta propuesta aprovecha el potencial turístico de los Farallones de Suesca y la represa del Sisga, generando un beneficio económico circular que impacta a toda la región.

Desde la perspectiva disciplinar, el proyecto se justifica al establecer un referente de arquitectura pasiva y soberanía tecnológica. La implementación de sistemas off-grid demuestra la viabilidad de habitar el campo de manera autónoma y regenerativa (Ver Imagen 2). Ambientalmente, el proyecto sustituye el uso de maderas genéricas por pino invasor, cuya remoción es necesaria para la restauración de los ecosistemas nativos (Ver Imagen 3). Así, "El Proyecto Agro-Ecológico La María" se posiciona como una solución integral que sana el territorio, protege el recurso hídrico mediante fitorremediación y dignifica la identidad del habitante rural contemporáneo.



Imagen 2. Esquema de implantación y funcionamiento de ecotecnias. Gemini, 2026.



Imagen 3. Detalle técnico de componentes constructivos y vegetación nativa. Gemini, 2026.

2.3 ESTRUCTURA DE OBJETIVOS

2.3.1 Objetivo General

Diseñar un modelo habitacional y turístico agroecológico, compuesto por una vivienda matriz y unidades de ecohotel, que operen bajo un esquema de autosuficiencia operativa del 100%. El proyecto busca la independencia total de las redes públicas mediante sistemas híbridos de energía renovable y gestión hídrica off-grid, empleando un sistema constructivo modular en madera que permita su adaptabilidad y replicabilidad en los diversos entornos rurales de Suesca, impulsando así la economía local y la restauración del paisaje.

2.3.2 Objetivos Específicos

- **01 Diagnóstico y Caracterización:** Evaluar las variables biofísicas del terreno de 26 hectáreas, analizando la velocidad de vientos, los ángulos de radiación solar y la geomorfología local, con el fin de fundamentar con datos técnicos la viabilidad del emplazamiento y la eficiencia de los sistemas de captación (Ver Tabla 2).
- **02 Conceptualización Técnica:** Definir los criterios estéticos y los parámetros de ingeniería off-grid, estableciendo el funcionamiento de la materialidad sostenible, los ciclos de fitorremediación para el ahorro hídrico y la configuración del sistema eléctrico híbrido (solar-eólico).
- **03 Desarrollo Proyectual:** Proyectar la solución arquitectónica mediante un sistema modular en madera de pino, garantizando la optimización de los procesos constructivos y la flexibilidad espacial, asegurando que la tectónica responda al lenguaje industrial-rural propuesto.

- **04 Evaluación de Impacto:** Verificar, mediante simulaciones y cálculos matemáticos, la viabilidad ambiental y socioeconómica del conjunto arquitectónico, garantizando una reducción significativa de la huella de carbono y la rentabilidad del modelo turístico.

Variable Técnica	Valor / Caracterización	Fuente de Datos	Aplicación Proyectual
Radiación Solar	4.5 - 5.0 kWh/m²/día	IDEAM / Atlas Solar	Dimensionamiento del campo fotovoltaico para autonomía 100%.
Velocidad de Viento	4.0 - 6.5 m/s (Promedio)	Estación Local Suesca	Justificación de micro-turbinas eólicas para sistema híbrido.
Precipitación	800 - 1.000 mm/año	Registro Regional	Cálculo de área de cubierta para cosecha de agua lluvia.
Topografía	Pendientes del 15% al 35%	Levantamiento Altimétrico	Determinación de niveles para cimentación palafítica (pilotes).
Geología	Suelos arcillosos - Rocosos	Análisis de Sitio	Selección de zapatas aisladas y anclajes metálicos.

Tabla 02. Matriz de Variables Biofísicas y Potencial Energético. Camilo Romero, 2026

2.4 MARCO TEÓRICO

2.4.1 Habitabilidad Rural y Vivienda Evolutiva

El sustento de la habitabilidad en "El Proyecto Agro-Ecológico La María" se articula a partir de los cánones de Francis Ching (2014), quien en su tratado sobre la forma, el espacio y el orden, establece que la arquitectura es un sistema de relaciones espaciales que deben responder a una intención funcional y simbólica clara. El proyecto adopta la Teoría de la Vivienda Evolutiva, una visión que rompe con el paradigma de la vivienda como un objeto estático y terminado. Ching argumenta que el espacio arquitectónico debe poseer una estructura lógica que permita el crecimiento sin perder la cohesión formal. Esta "arquitectura de sistemas" es vital en el contexto rural colombiano, donde la precariedad habitacional suele ser el resultado de construcciones rígidas que no pueden adaptarse a las fluctuaciones económicas del productor.

Implementación de la Rícula Técnica, en respuesta a esta tesis, se diseña una retícula técnica modular de alta precisión que actúa como el "ADN" del proyecto. No se proyecta una casa, sino una infraestructura de soporte que permite que el habitante gestione su propio espacio. Aplicando los principios de Ching sobre la jerarquía y la repetición, el sistema permite que la vivienda matriz evolucione orgánicamente: desde una célula mínima de refugio hasta un complejo agro-productivo completo (Ver Imagen 4). Este enfoque transforma al campesino de un usuario pasivo a un gestor de su hábitat, garantizando que cada m² añadido cumpla con estándares de dignidad, técnica y

estética, consolidando una soberanía espacial que es el primer paso hacia la justicia social en el campo.

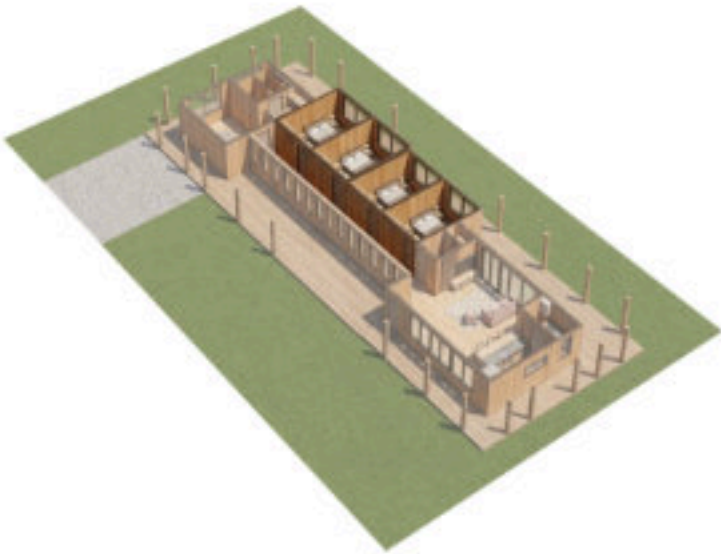
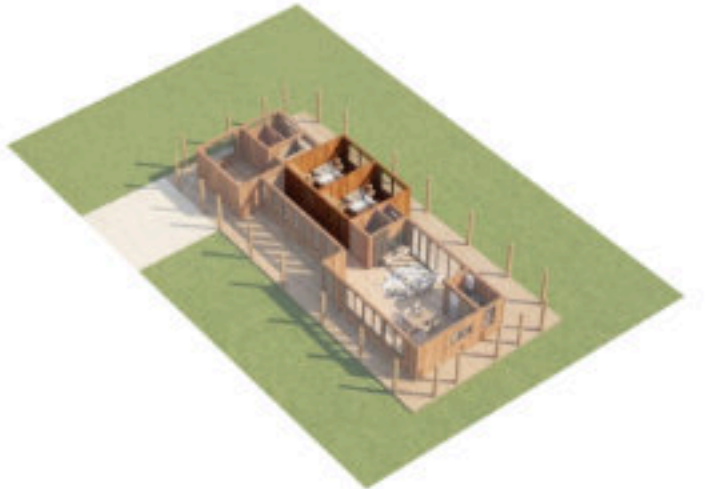


Imagen 4. Isometría conceptual de módulo de vivienda evolutiva y progresiva. Camilo Romero, 2026.

2.4 MARCO TEÓRICO

2.4.2 Diseño Bioclimático y Contexto Territorial

El Bioclimatismo como Determinante Morfológico La configuración de "El Proyecto Agro-Ecológico La María" no surge de un capricho estético, sino de la aplicación rigurosa de la Arquitectura Bioclimática de Victor Olgyay (1963). Olgyay introdujo el concepto del "Heliodón" y la relación matemática entre el metabolismo humano y las variables meteorológicas. Su tesis central dicta que la envolvente arquitectónica debe ser un "filtro ambiental" activo. Según Olgyay, el diseño debe ser el resultado de un balance entre la radiación solar, el régimen de vientos y la humedad relativa, logrando que el edificio se comporte como un regulador térmico natural que minimiza el impacto entrópico en el ecosistema.

Simbiosis Tectónica y Confort Pasivo Para aterrizar esta teoría en los 2,600 msnm de Suesca, el proyecto utiliza la inercia térmica y el aislamiento selectivo como estrategias principales. Se aprovecha la madera de pino laminada no solo por su baja huella de carbono, sino por sus propiedades físicas de baja transmitancia térmica. La orientación de las piezas de la fachada se calcula para permitir el asoleamiento directo en las horas de mayor frío (madrugada y mañana), transformando la radiación en calor latente almacenado en la masa del edificio. Al caer la noche, este calor se libera gradualmente hacia el interior, eliminando la necesidad de sistemas de calefacción mecánicos. Así, el proyecto se convierte en una lección de eficiencia donde la arquitectura, siguiendo a Olgyay, se "rinde" ante las leyes de la termodinámica para ofrecer un confort superior con un consumo energético nulo (Ver Imagen 5).

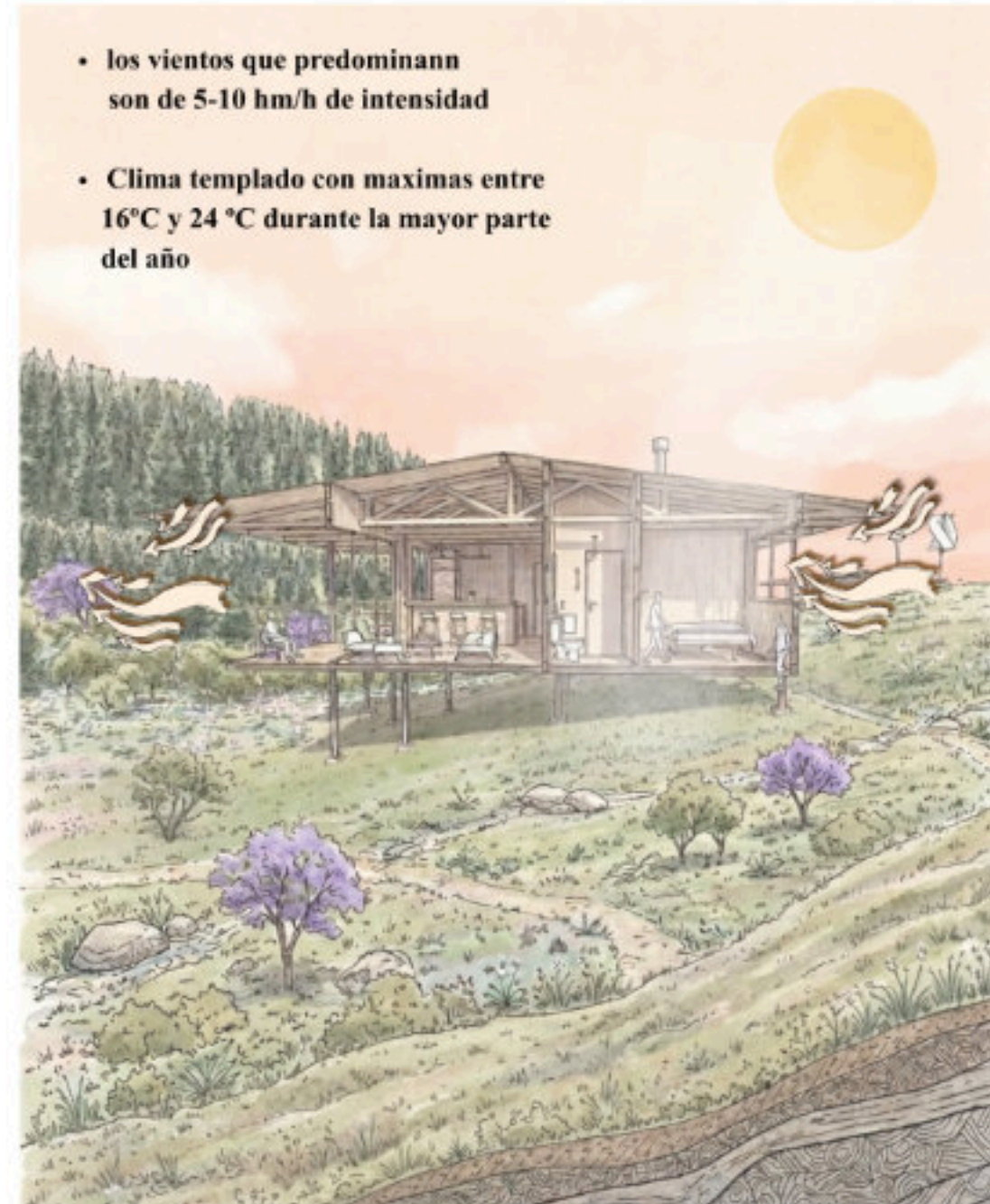


Imagen 5. Cortes arquitectónicos: análisis de estrategias bioclimáticas y confort pasivo. Camilo Romero, 2026.

2.4 MARCO TEÓRICO

2.4.3 Sistemas Regenerativos y Tecnologías Limpias

Biomímesis: La Innovación Inspirada por la Naturaleza La soberanía tecnológica de "El Proyecto Agro-Ecológico La María" se fundamenta en la Biomímesis, término popularizado por Janine Benyus (1997). Benyus postula que la naturaleza es el modelo, la medida y el mentor de toda creación humana. Su teoría argumenta que tras 3,800 millones de años de evolución, la vida ha aprendido qué funciona y qué es sostenible en la Tierra. El proyecto adopta los "Principios de la Vida" de Benyus, que exigen que la arquitectura sea eficiente en el uso de recursos, utilice química benigna y sea localmente receptiva. No buscamos "construir en el campo", sino "aprender del campo" para que el edificio funcione como un componente más del ecosistema andino.

Arquitectura como Organismo Autónomo (Off-Grid) Inspirados en la capacidad de los páramos y bosques de niebla para gestionar el ciclo del agua, implementamos sistemas de fitorremediación basados en los modelos de ecosistemas vivos de John Todd. El agua no se desecha; se recircula a través de humedales artificiales donde plantas macrófitas descomponen la materia orgánica, emulando la capacidad de autolimpieza de los ríos. Paralelamente, la captación de energía no se ve como una imposición técnica, sino como una cosecha de recursos abundantes (viento y sol), cerrando los ciclos metabólicos de la edificación (Ver Imagen 6).

Siguiendo a Benyus, "El Proyecto Agro-Ecológico La María" deja de ser una infraestructura extractiva para convertirse en un Sistema Regenerativo que devuelve al territorio agua limpia y suelo fértil, demostrando que la arquitectura contemporánea puede y debe ser un agente de sanación para el paisaje rural.

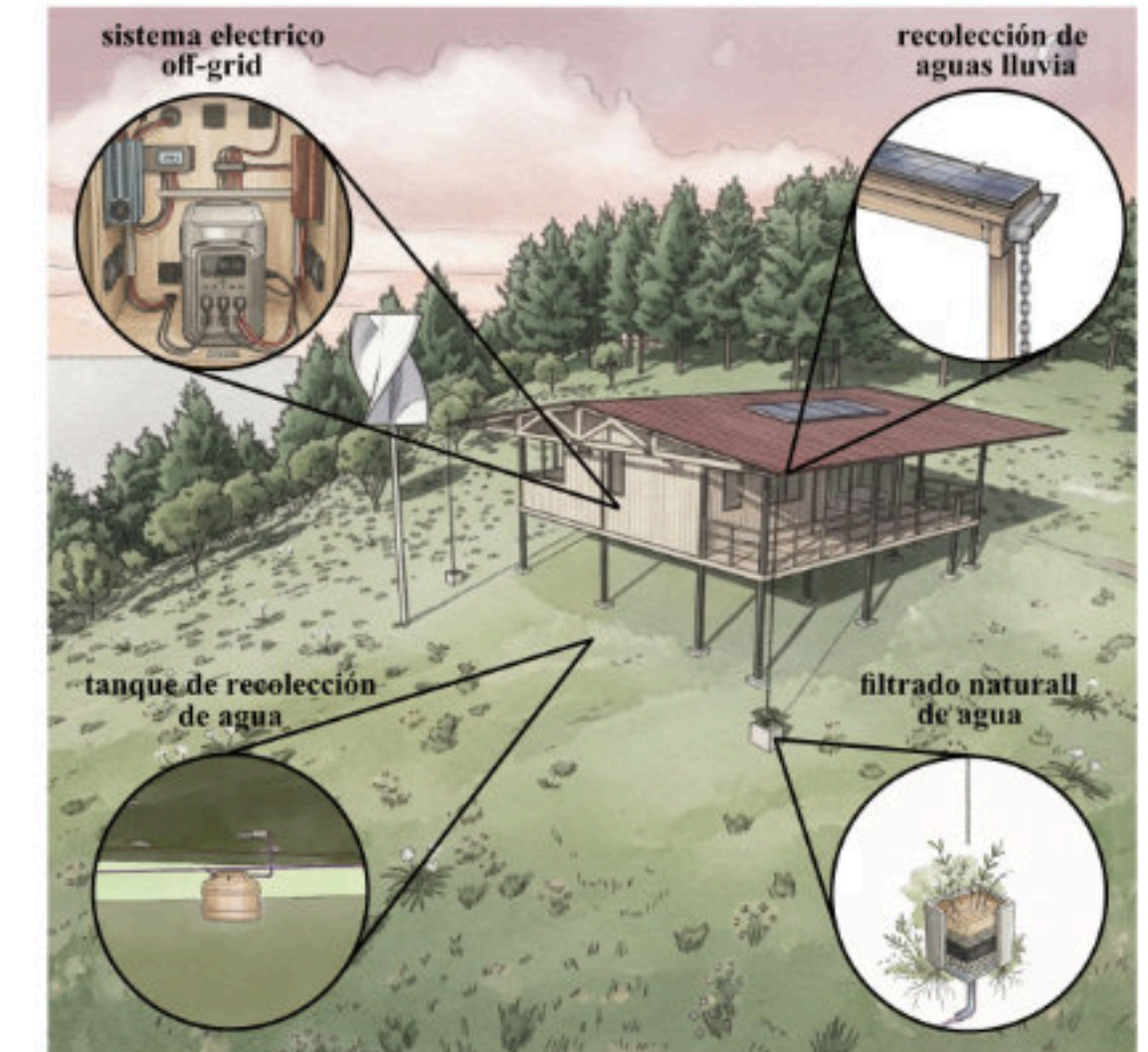


Imagen 6. Diagrama de ciclo de circuito cerrado y sistemas metabólicos autosuficientes. Camilo Romero, 2026.

2.5.1 Enfoque de la Investigación (Investigación-Creación)

El presente proyecto se desarrolla bajo un modelo de investigación-creación con enfoque mixto. Este paradigma es esencial en la arquitectura contemporánea, ya que permite la convergencia entre el análisis cualitativo de las necesidades sociales del campesino en Suesca y el rigor cuantitativo de los cálculos energéticos. La investigación no se limita a documentar la realidad, sino que utiliza el diseño como una herramienta activa para transformar la problemática de la vereda Santarosita en una solución espacial y tecnológica tangible.

2.5.2 Alcance Técnico-Descriptivo

La investigación tiene un carácter técnico-descriptivo, estructurado para transitar desde la comprensión analítica del sitio hasta la materialización de un sistema constructivo modular. El alcance del proyecto abarca:

- **Análisis Multiescalar:** Desde la geografía regional de la sabana de Cundinamarca hasta el detalle tectónico del herraje metálico.
- **Dimensionamiento de Ecotecnias:** Validación matemática de los sistemas de energía solar, cólica y fitorremediación para asegurar una autonomía operativa del 100%.

2.5.3 Fases Secuenciales del Desarrollo

El rigor del diseño de "El Proyecto Agro-Ecologico La Maria" se garantiza a través de un proceso secuencial dividido en tres etapas fundamentales:

- 1.**Fase Analítica:** Levantamiento biofísico y diagnóstico de carencias infraestructurales en el predio de 26 hectáreas.
- 2.**Fase Proyectual:** Conceptualización de la célula modular en madera de pino y zonificación estratégica según el potencial paisajístico.
- 3.**Fase de Validación:** Modelado y simulación de consumos energéticos (kW/h) y balances hídricos para certificar la viabilidad del modelo off-grid (Ver Tabla 03).

Sistema	Demanda Estimada (Consumo)	Fuente de Generación	Capacidad de Autonomía
Energético	12.5 kWh/día (Vivienda + Ecohotel)	Sistema Híbrido (Paneles + Eólico)	3 días de reserva en baterías.
Hídrico	450 Litros/día (Uso doméstico y riego)	Cosecha de lluvia (Tanques 10m³)	Suministro constante en temporada seca.
Saneamiento	350 Litros/día (Aguas grises/negras)	Humedales de Fitorremediación	Reúso del 100% para riego de cultivos.

Tabla 03: Balance de Cargas y Suministro Off-Grid . Camilo Romero. 2026

2.6.1 Diseño de la Investigación

Se aplica un modelo de investigación-creación con enfoque mixto (cualitativo y cuantitativo). Esta metodología permite transformar el análisis de la problemática social y climática de Suesca en una respuesta arquitectónica física, técnica y evaluable, centrada en la resolución de la habitabilidad rural mediante el diseño.

2.6.2 Definición de Variables

Para garantizar la viabilidad del proyecto, se establecieron tres grupos de variables críticas:

- **Biofísicas:** Velocidad y dirección de vientos dominantes, ángulos de radiación solar estacional y topografía detallada del predio de 26 hectáreas.
- **Técnicas:** Cálculo de consumo energético proyectado en kW/h y capacidad de captación pluvial según el régimen de lluvias local.
- **Espaciales:** Modulación estructural basada en las dimensiones comerciales de la madera y análisis de cuencas visuales hacia la represa del Sisga.

2.6.3 Población Muestra

La investigación se dirige a dos grupos: la Población Directa, conformada por familias rurales de la vereda Santarosita con déficit infraestructural; y la Población Indirecta, integrada por turistas que demandan servicios de hospedaje ecológico, validando la sostenibilidad económica del modelo.

"Los datos recolectados dictaminaron una zonificación de protección ambiental en el 60% del predio."

2.6.4 Instrumentos

Se implementaron herramientas de alta precisión para el desarrollo técnico: software PVsol para la simulación de asoleamiento y eficiencia fotovoltaica, equipos de georreferenciación topográfica para el emplazamiento de precisión y matrices matemáticas de balance hídrico para dimensionar los sistemas de fitorremediación y tanques de reserva.

2.6.5 Procedimientos

La investigación se ejecutó en cinco fases secuenciales:

- 1.**Georreferenciación:** Localización y delimitación del predio.
- 2.**Análisis Biofísico:** Zonificación según determinantes ambientales.
- 3.**Diseño Modular:** Desarrollo de la célula habitacional en madera.
- 4.**Dimensionamiento de Ecotecnias:** Cálculo de sistemas off-grid.
- 5.**Evaluación:** Verificación de la huella de carbono y viabilidad financiera del complejo.

2.6.6 Análisis de Datos

El procesamiento de la información climática (radiación promedio de \$4.8\$ kWh/m²) y la planimetría topográfica confirmaron la viabilidad técnica del sistema híbrido. Los datos arrojaron que la pendiente del terreno favorece el diseño de circuitos naturales de agua por gravedad, reduciendo el consumo de energía en bombeo y validando la tesis de un complejo 100% autosuficiente que puede ser replicado en condiciones similares en la región.

DESARROLLO PROYECTUAL

CAPITULO PROYECTUAL

3.1 CAPITULO PROYECTUAL

El paso de la abstracción teórica a la materialización arquitectónica en "El Proyecto Agro-Ecológico La María" no se entiende como una imposición formal sobre el territorio, sino como una respuesta técnica y sensible a las carencias identificadas en la vereda Santarosita. Tras consolidar el soporte conceptual en el capítulo anterior, el desarrollo proyectual que se presenta a continuación articula la vivienda evolutiva, la soberanía energética y la restauración ecosistémica en una infraestructura única y replicable (Ver Imagen 7).

Este capítulo documenta la transición de la idea al detalle, estructurándose bajo una lógica de Arquitectura de Sistemas. Aquí, el diseño se desglosa en cinco dimensiones críticas que garantizan que el proyecto funcione como un organismo vivo y autónomo:

- **Dimensión Tectónica y Espacial:** El despliegue de la célula mínima modular y su capacidad de crecimiento orgánico para dignificar la vida del productor rural y el visitante del ecohotel.
- **Dimensión Metabólica:** La implementación de sistemas off-grid y ciclos cerrados de agua y energía, transformando la edificación en un filtro ambiental activo que sana su entorno.
- **Dimensión Social y Pedagógica:** La creación de espacios de encuentro y soberanía alimentaria que fomentan el intercambio de saberes y la protección de la identidad campesina.

- **Dimensión Paisajística:** La integración quirúrgica en las 26 hectáreas de Suesca, donde la arquitectura actúa como un marco de contemplación y respeto por el ecosistema altoandino.
- **Dimensión Productiva:** El diseño de infraestructuras que potencian la rentabilidad de los cultivos mediante tecnologías limpias, asegurando la sostenibilidad económica del modelo.

Lo que sigue no es solo el dibujo de una casa, sino la propuesta de un nuevo paradigma habitacional para el campo colombiano: uno donde la tecnología de punta y la sabiduría ancestral del territorio convergen para construir un futuro regenerativo.



Imagen 7. Visualización arquitectónica de la implantación del proyecto en el paisaje de Suesca. Camilo Romero, 2026.

3.2 PROYECTO Y OBRA ARQUITECTÓNICA

3.2.1 De la Teoría a la Tectónica

Tras el rigor del análisis metodológico y el sustento teórico, este capítulo expone la materialización de "El Proyecto Agro-Ecológico La María". Aquí, los conceptos de modularidad, soberanía energética y fitorremediación dejan de ser abstracciones para convertirse en planos, detalles constructivos y atmósferas habitables. El proyecto se despliega como una respuesta sensible a la topografía de Suesca, demostrando cómo la arquitectura puede actuar como un puente entre la innovación técnica y la tradición productiva del campo colombiano.

3.2.2 Criterios de Implantación y Configuración Espacial

El diseño se articula a través de una "célula mínima" que se adapta a las 26 hectáreas del predio, priorizando la mínima huella sobre el suelo y la máxima apertura hacia el paisaje de la represa del Sisga. En las siguientes secciones se detallan:

- **La Vivienda Matriz:** Un espacio diseñado para la dignidad y eficiencia del productor rural.
- **El Ecohotel:** Unidades modulares palafíticas que integran al visitante en el ciclo agroecológico.
- **Sistemas de Autonomía:** El despliegue de las ecotecnias que permiten la independencia total de las redes convencionales.

3.2.3 El Manifiesto de "El Proyecto Agro-Ecológico La María"

Proyectar en la vereda Santarosita implicó entender que cada viga de madera y cada panel solar es una herramienta de resistencia contra la precariedad. Lo que sigue es la documentación de un ecosistema arquitectónico diseñado para durar, regenerar y, sobre todo, para ser habitado en armonía con los ciclos naturales de la sabana (Ver Imagen 8).



Imagen 8. Vista de conjunto: zona de unidades habitacionales y senderos del Ecohotel. Camilo Romero, 2026.

3.3 AMBIENTE Y SOSTENIBILIDAD

3.3.1 Metabolismo Energético Híbrido

La edificación funciona como un organismo autónomo a través de la sinergia de dos fuentes de "cosecha" natural:

- **Captación Fotovoltaica:** Se instalan en cubiertas paneles rígidos EcoFlow de 400W. Estos módulos monocristalinos garantizan durabilidad ante el clima de Suesca y una eficiencia del 23% para el consumo diurno (EcoFlow, 2024).
- **Generación Eólica:** Se disponen aerogeneradores de eje vertical (54 Energy) en puntos estratégicos. Su diseño de 3 aspas capta vientos turbulentos de ladera sin generar contaminación auditiva, asegurando la carga del sistema durante la noche (54 Energy, s.f.).

3.3.2 Metabolismo Energético Híbrido

La energía recolectada se centraliza en unidades compactas que integran inversor, batería y controlador en el cuarto técnico de cada unidad (Ver Imagen 9):

- **Cabañas Ecotel:** Equipadas con EcoFlow Delta Pro 3 (4000W / 4kWh). Soporta picos de demanda de electrodomésticos de alta carga como Air Fryer y lavadoras (EcoFlow, 2024).
- **Casa Principal:** Equipada con EcoFlow Delta Pro Ultra (6000W). Su capacidad modular garantiza la autonomía del núcleo administrativo y residencial.
- **Iluminación Exterior:** Se instalan luminarias solares LED autónomas sobre postes de madera inmunizada para senderos, eliminando canalizaciones eléctricas y protegiendo el ciclo nocturno de la fauna mediante sensores crepusculares (Ecoled, s.f.).

3.3.3 Operación del Bypass Inteligente

El sistema ejecuta un flujo automático donde se prioriza el consumo de la energía captada en tiempo real. El excedente se almacena en baterías de litio (LiFePO4) y el inversor transforma la carga según la demanda de los circuitos de iluminación y tomas, garantizando un ciclo regenerativo y una operatividad 100% desconectada.

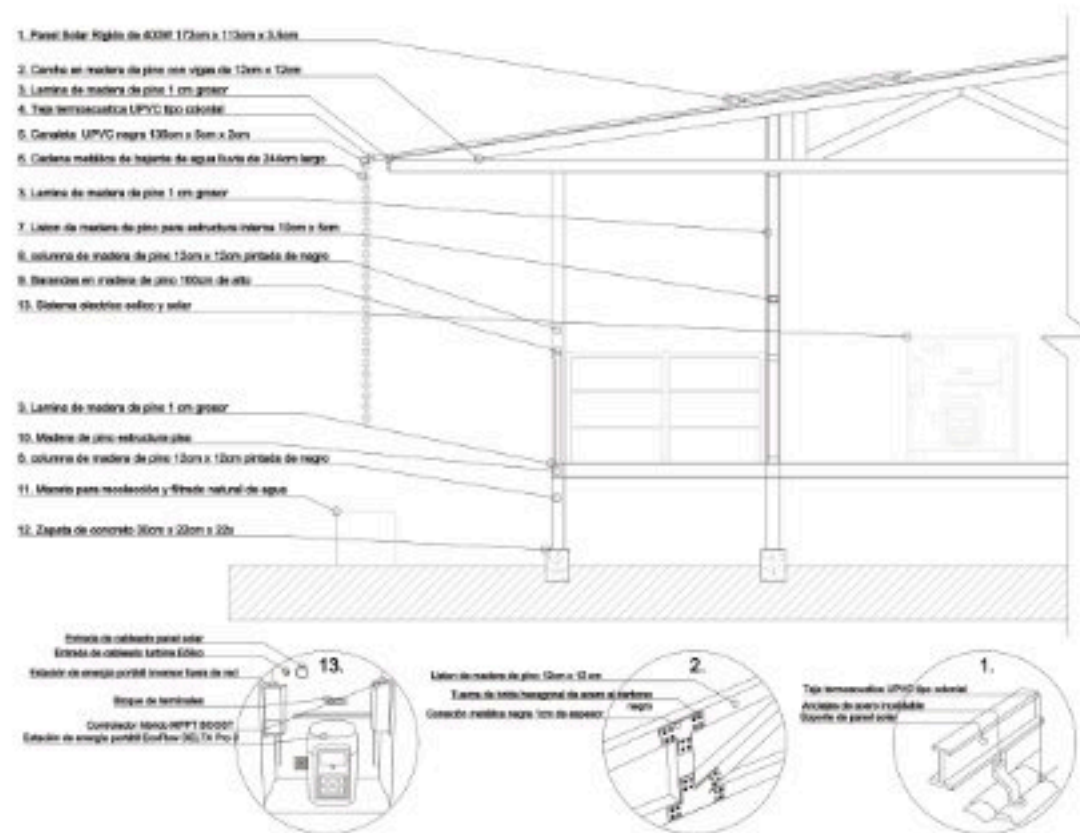


Imagen 9. Implantación de ecotecnias y metabolismo energético circular. Camilo Romero, 2026.

3.3 AMBIENTE Y SOSTENIBILIDAD

3.3.4 Sistemas de Fitodepuración y Humedales Artificiales

El proyecto "Agro-ecológico La María" integra la vegetación como una tecnología activa para el tratamiento y purificación de aguas, aprovechando la capacidad de especies macrófitas para la remoción de contaminantes y la descomposición de materia orgánica a través de sus rizosferas.

3.3.5 Gestión Circular del Recurso Hídrico y Fitorremediación

La vegetación en "La María" actúa como tecnología activa para la fitodepuración, seleccionando especies por su resiliencia en Suesca y su capacidad de remoción de contaminantes (Ver Imagen10):

- **Buchón de agua (Eichhornia crassipes):** Ubicado en reservorios para absorber metales pesados y prevenir la eutrofización mediante la captura de nitratos.
- **Papiro (Cyperus papyrus):** Integrado en humedales para la oxigenación del sustrato y el filtrado mecánico de sólidos suspendidos.
- **Junco de esterilla (Schoenoplectus californicus):** Especie rústica que transporta oxígeno a las raíces, facilitando la degradación bacteriana de carga orgánica en aguas grises.
- **Iris germánica (Iris germanica):** Utilizado en celdas finales y macetas de biofiltrado para la remoción de patógenos y clarificación del efluente.

3.3.6 Soberanía Energética y Matriz Híbrida Off-Grid

El metabolismo hídrico se divide en dos fases técnicas:

- **Tratamiento de Aguas Lluvias:** El agua captada mediante bajantes en cadena percola a través de estratos de piedra, carbón y arena en macetas técnicas, donde el Iris germanica realiza un pre-filtrado de sedimentos antes de la potabilización final por gravedad.
- **Ciclo de Aguas Servidas:** Las aguas del consumo doméstico se dirigen a humedales artificiales donde la interacción entre el Papiro y el Junco de esterilla elimina los contaminantes. El agua resultante, libre de patógenos, se reincorpora al suelo o se utiliza para riego agroecológico, cumpliendo con la premisa de devolver al territorio un recurso en mejores condiciones de las que fue extraído.



Imagen 10. Visualización de la implantación de ecotecnias y metabolismo hídrico-energético circular. Andrea Correa, 2026.

3.4 PRACTICAS SOCIALES Y TERRITORIO

3.4.1 Revalorización de la Identidad Rural

El proyecto trasciende la concepción del refugio estático para crear una experiencia inmersiva que vincula emocionalmente al visitante con el territorio de Suesca. "El Proyecto Agro-Ecológico La María" se propone como un espacio de resistencia cultural donde las prácticas sociales se centran en la dignificación de la labor campesina. A través de una arquitectura abierta y participativa, se rompe la barrera entre el turista y el productor, permitiendo que el territorio sea entendido no como una mercancía visual, sino como un organismo vivo y productivo.

3.4.2 Dinámicas de Interacción y Pedagogía del Campo

Se establece una red de prácticas que articulan al usuario con los ciclos naturales del predio de 26 hectáreas:

- **Soberanía Alimentaria y Aprendizaje:** Los visitantes participan en dinámicas pedagógicas mediante la recolección activa de cultivos agroecológicos (Ver Imagen 12) y la interacción directa con los animales de la granja (recolección de huevos y ordeño). Esto permite una comprensión real del origen de los alimentos y el esfuerzo detrás de la producción rural.
- **Apropiación del Paisaje:** Los espacios exteriores se conectan mediante senderos ecológicos que propician actividades de bajo impacto como el ciclomontañismo, cabalgatas y caminatas contemplativas. Estas rutas funcionan como corredores de interpretación del territorio, revalorizando el paisaje de la sabana cundinamarquesa (Ver Imagen 11).

- **Sinergia Social:** Al integrar la pesca deportiva y zonas de encuentro comunitario, el proyecto fomenta un intercambio de saberes entre la población local (Vereda Santarosita) y los visitantes, fortaleciendo el tejido social y garantizando que el impacto del proyecto sea humano y no solo infraestructural.



Imagen 11. Visualización de senderos ecológicos y zonas de encuentro comunitario. Camilo Romero, 2026.



Imagen 12. Visualización de aula-invernadero para capacitación en cultivos agroecológicos. Camilo Romero, 2026.

3.5 PAISAJE Y CULTURA

3.5.1 La Arquitectura como Observatorio Contemplativo

El Proyecto Agro-Ecológico "El Proyecto Agro-Ecológico La María" no se impone sobre el paisaje de Suesca como un objeto ajeno, sino que se rinde ante la vocación agrícola y la potencia natural del territorio. La arquitectura funciona aquí como un observatorio contemplativo, donde cada ventana y cada terraza están orientadas para capturar la luz cambiante de la sabana y las visuales hacia los farallones (Ver Imagen 13). El diseño dignifica la vivienda campesina al dotarla de una estética contemporánea que, sin embargo, mantiene un diálogo respetuoso con la tradición vernácula, demostrando que la modernidad y la cultura rural pueden coexistir en un mismo lenguaje tectónico.

3.5.2 Sinergia entre Tradición Local y Bienestar

La integración de actividades pedagógicas y productivas permite que el visitante se conecte profundamente con la identidad de la vereda Santarosita. La cultura del lugar se preserva y se potencia a través de:

- **Preservación de Saberes:** La arquitectura facilita espacios de encuentro donde las técnicas de cultivo y cuidado animal se transmiten de manera orgánica.
- **Revalorización del Paisaje:** El entorno no es un fondo decorativo, sino un componente activo del bienestar. La restauración de la flora endémica y la eliminación del pino invasor son actos arquitectónicos que sanan la cultura local.

- **Identidad Tectónica:** El uso de la madera y el metal negro rinde homenaje a la rudeza y honestidad de los materiales rurales, revalorizando la estética del campo como un valor de lujo sostenible y conciencia cultural.



Imagen 13. Integración paisajística y visuales hacia la Laguna del Sisga. Andrea Correa, 2026.

3.6 MATERIALES Y PROCESOS

3.6.1 La Tectónica del Pino y el Metal

La materialidad de "El Proyecto Agro-Ecológico La María" se define por una simbiosis entre calidez y resistencia. Se utiliza madera de pino laminada (aprovechando el recurso forestal invasor del predio) como esqueleto estructural, ensamblado mediante herrajes metálicos negros de alta precisión. Este sistema garantiza una estética industrial-rural, reduce los tiempos de ejecución y minimiza el impacto ambiental en la vereda Santarosita (Ver Tabla 04).

3.6.2 Sistemas de Soporte y Envolvente

La arquitectura se adapta a la topografía mediante dos estrategias de cimentación:

- **Cimentación Híbrida:** Zapatas de concreto para la casa principal y pilotes metálicos para las cabañas del ecohotel, minimizando la intervención en el suelo natural.
- **Cubierta Bioclimática:** Diseño a dos aguas que permite ventilación cruzada y regula la temperatura interna de manera pasiva, eliminando el consumo energético adicional.

3.6.3 Detalle y Prefabricación

El uso de una retícula modular facilita la prefabricación en taller. Este proceso transforma la construcción en un ejercicio de ensamblaje lógico, donde la precisión del metal negro consolida una imagen contemporánea y coherente con el paisaje andino (Ver Imagen 14).

Componente	Material / Especificación	Propiedad Técnica	Ventaja en el Proyecto
Estructura Principal	Madera de Pino (Pinus patula)	Resistencia a la flexión y ligereza estructural.	Uso de especie invasora local para restauración del paisaje.
Uniones y Herrajes	Platinas de Acero Carbono (Acabado Negro)	Alta capacidad de carga y resistencia mecánica.	Facilita el ensamble en seco y la modularidad del sistema.
Envolvente	Panel sándwich con aislante térmico	Baja transmitancia térmica (Valor U).	Optimiza el confort interior ante el clima de Suesca.
Cimentación	Pilotes metálicos / Dados de concreto	Mínima excavación y respeto al perfil del suelo.	Garantiza la "mínima huella" sobre el terreno natural.
Cubierta	Lámina metálica prepintada + Cosecha	Pendiente óptima para recolección hídrica.	Canalización eficiente hacia tanques de almacenamiento.

Tabla 04. Especificaciones Técnicas de Materialidad y Sistema Constructivo. Camilo Romero. 2026



Imagen 14. Detalle axonométrico constructivo evolutivo. Camilo Romero, 2026.

3.7 CONCLUSIONES

3.7.1 Sobre la Regeneración del Territorio y Metabolismo Hídrico

Se concluye que es posible revertir la crisis de invisibilidad infraestructural en la vereda Santarosita mediante un modelo de arquitectura regenerativa que opera bajo la premisa de "vertimiento cero". La implementación de sistemas de fitorremediación con especies nativas como el Junco y el Papiro demuestra ser una solución técnica eficiente para mitigar la contaminación de acuíferos subterráneos, transformando el metabolismo del edificio en un ciclo cerrado que sana el territorio altoandino.

3.7.2 Sobre la Autonomía Energética y Sistemas Off-Grid

La investigación valida la viabilidad de la autonomía operativa en contextos rurales aislados a través de un sistema modular off-grid. Se determinó que, mediante simulaciones de balance de cargas, es posible satisfacer las necesidades de habitabilidad y producción con una demanda energética optimizada de 12.5 kWh/día, garantizando la dignidad humana y el potencial productivo sin depender de la red eléctrica nacional.

3.7.3 Sobre la Innovación Constructiva y Modularidad

El uso de una materialidad basada en pino y metal negro, integrada mediante un sistema de ensambles y herrajes metálicos, confirma que la arquitectura de alta tecnología puede ser adaptable y progresiva. Este enfoque constructivo no solo facilita la respuesta a la topografía de Suesca mediante estructuras palafíticas, sino que permite una implantación "quirúrgica" que respeta el paisaje y reduce el impacto ambiental de la obra arquitectónica.

3.7.4 Sobre el Impacto Social y la Soberanía Alimentaria

Se establece que "La María" trasciende la función de vivienda para consolidarse como un aula ambiental y un motor de desarrollo económico. Al integrar espacios dedicados a la capacitación en cultivos agroecológicos y el ecohotel, el proyecto revaloriza la identidad campesina y fortalece la soberanía alimentaria, demostrando que la arquitectura es un agente activo en la construcción de equidad social para la sabana cundinamarquesa.

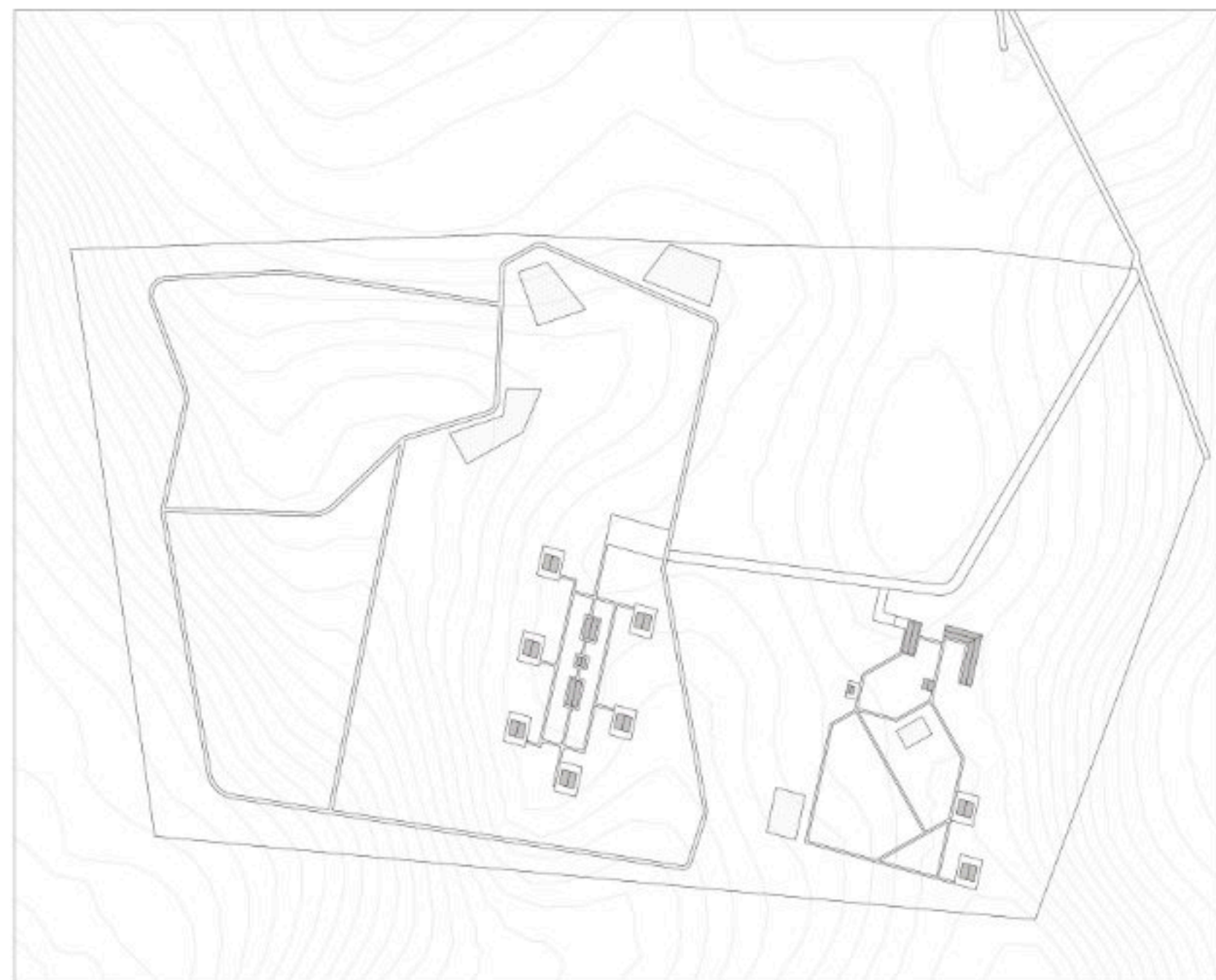
3.8 BIBLIOGRAFÍA

- Benyus, J. M. (1997). Biomimicry: Innovation Inspired by Nature.
- Ching, F. D. K. (2014). Architecture: Form, Space, and Order.
- Eastman, C. et al. (2011). BIM Handbook.
- Falconer, R. (2014). The Permaculture City.
- Kadlec, R. H., & Wallace, S. (2009). Treatment Wetlands.
- McCutcheon, S. C. (2003). Phytoremediation.
- Niño Murcia, C. (2012). Arquetipos: Territorio y Vivienda.
- Olgyay, V. (1963). Design with Climate.
- Eco-Hotel Avegasuana. (2023). Modelo de granja educativa.
- Niddo Suesca. (2024). Modelo de glamping.
- EcoFlow. (2024). Panel solar rígido de 400W.
<https://es.ecoflow.com/products/400w-rigid-solar-panel>
- EcoFlow. (2024). Estación de energía portátil EcoFlow DELTA Pro 3.
<https://es.ecoflow.com/products/delta-pro-3-portable-power-station>
- Ecoled. (s.f.). Luminaria solar LED Eco-Worthy 100W, 200W, 300W.
<https://ecoled.com.co/products/luminaria-solar-led-eco-worthy-100w-200w-300w>
- 54 Energy. (s.f.). 1kW 2kW 3kW 3 blades free energy vertical axis wind turbine generator. <https://54energy.net/products/1kw-2kw-3kw-3-blades-free-energy-generator>
- Delgadillo, O., Camacho, A., Pérez, L. F., & Andrade, M. (2010). Depuración de aguas residuales por medio de humedales artificiales. Centro Andino para la Gestión y Uso del Agua.
- Todd, J., & Todd, N. J. (1994). From Eco-Cities to Living Machines: Principles of Ecological Design. North Atlantic Books.

ANEXOS

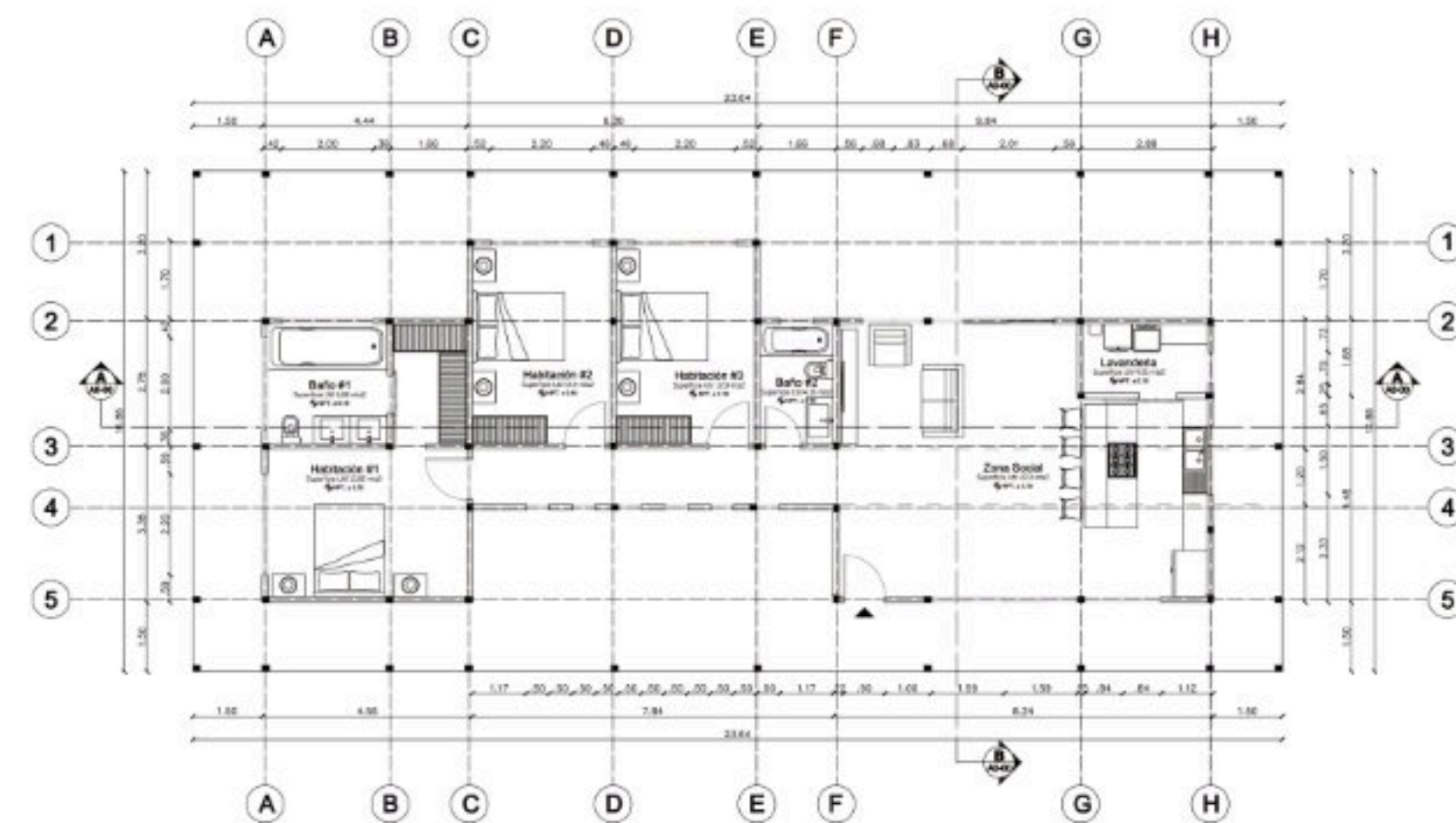
PLANOS TECNICOS

PLANO DE IMPLANTACIÓN 1:3000



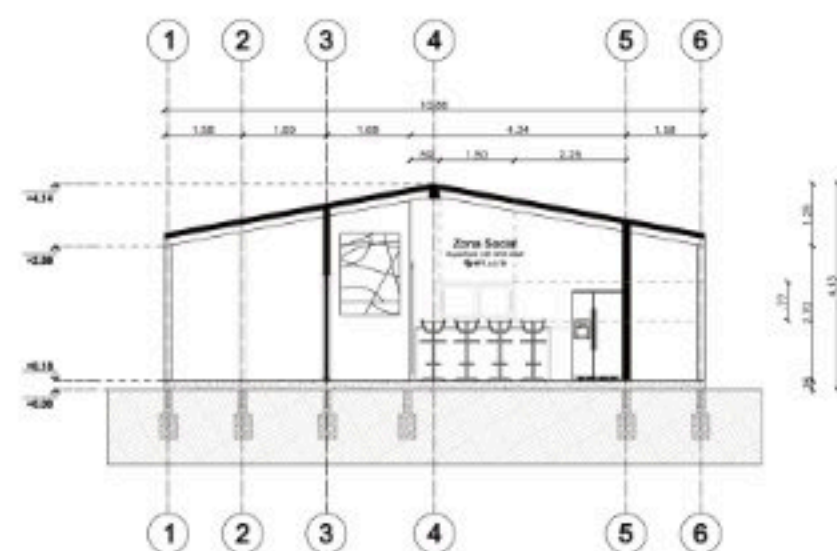
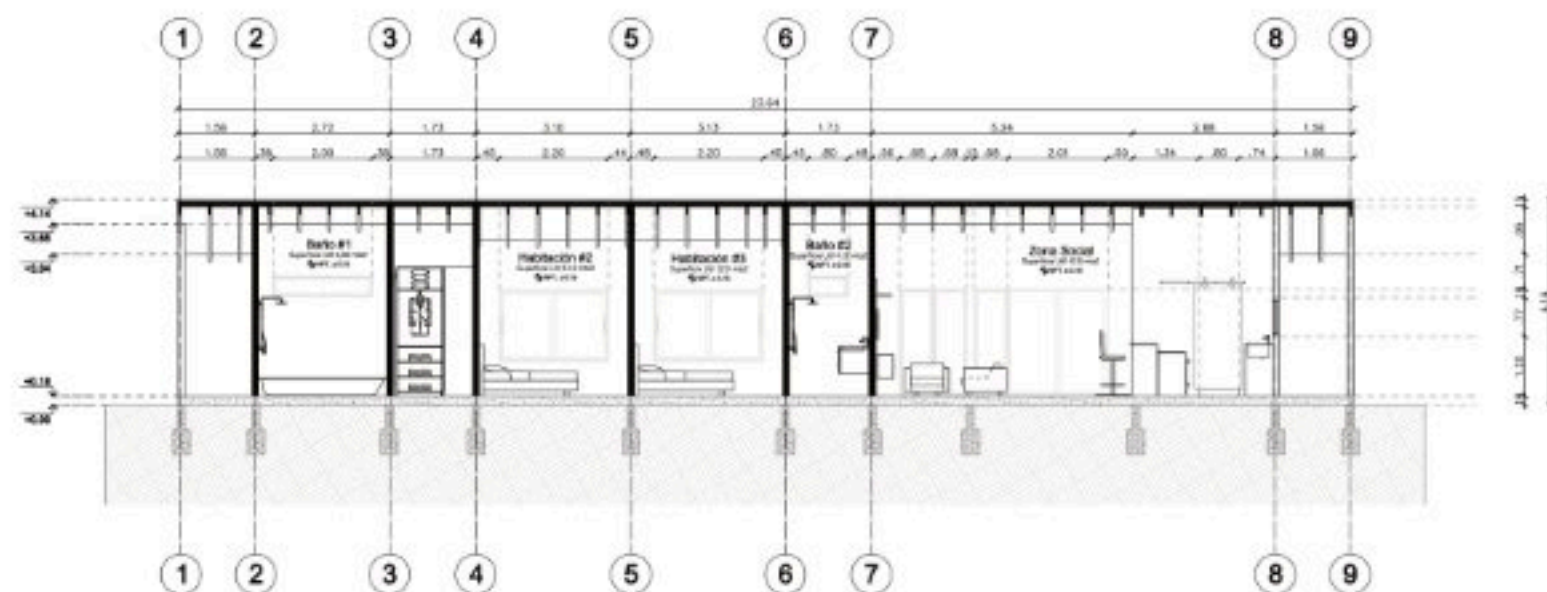
4. CAPITULO IV ANEXOS

PLANO DE CASA PRINCIPAL 1:150



4. CAPITULO IV ANEXOS

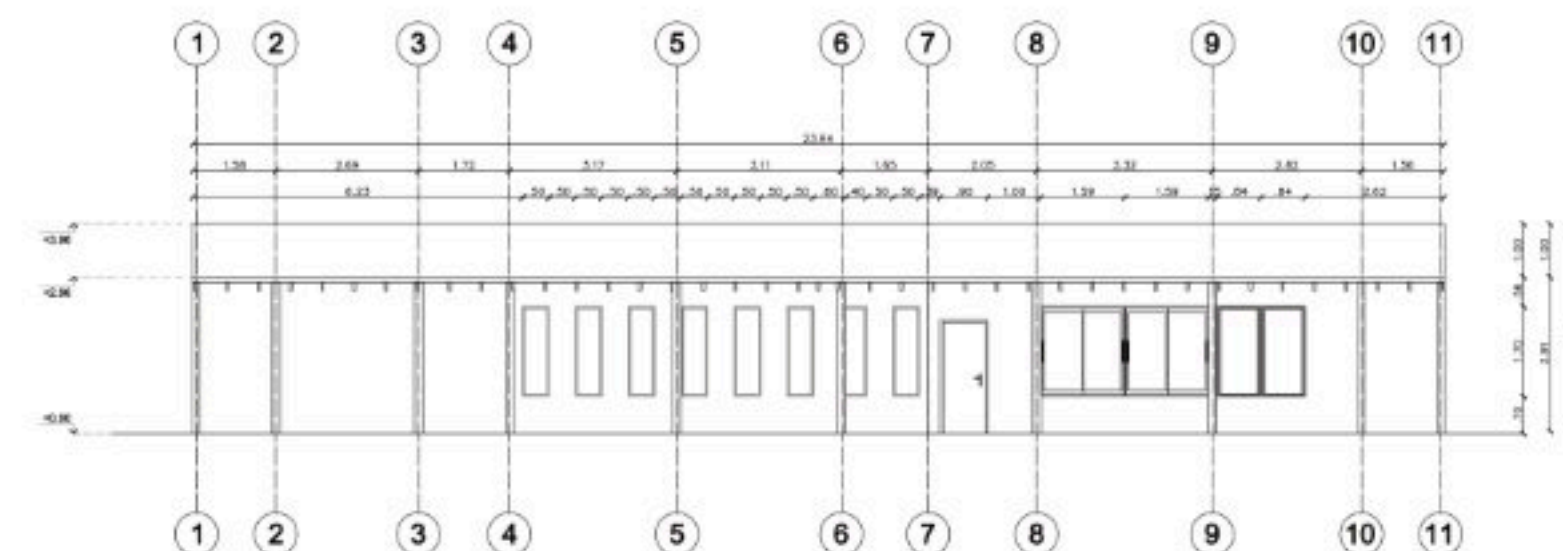
PLANO DE CORTES CASA PRINCIPAL 1:150



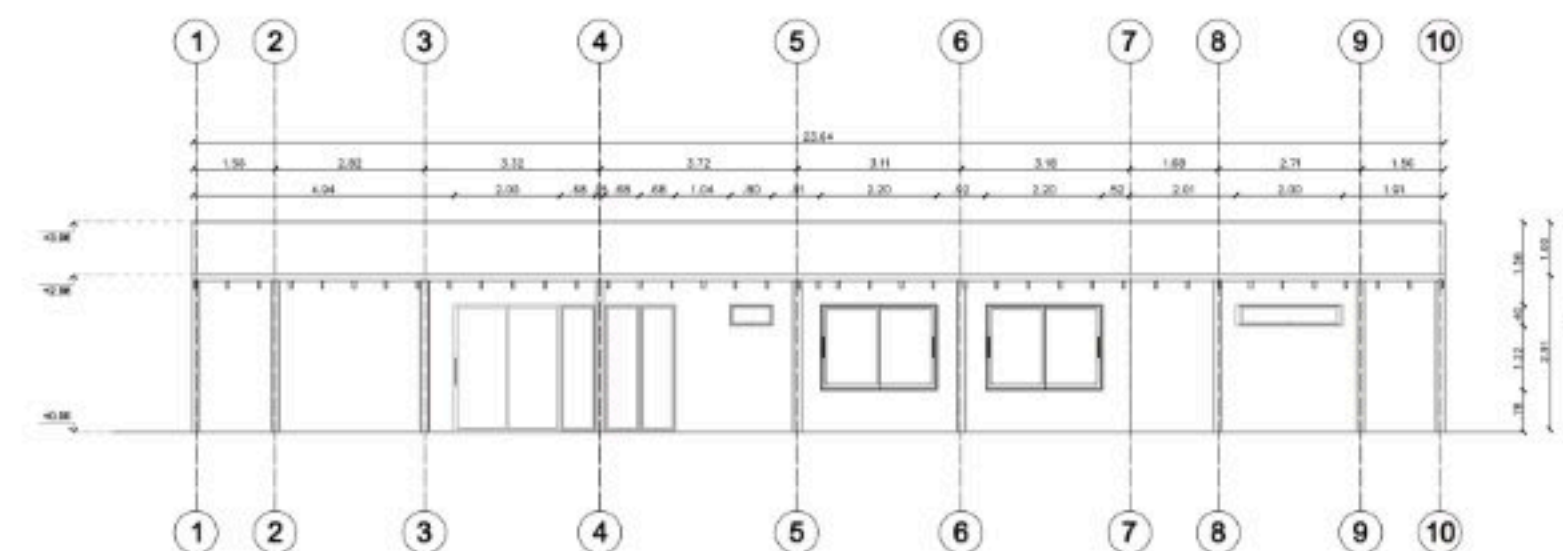
4. CAPITULO IV ANEXOS

PLANO DE FACHADAS CASA PRINCIPAL 1:150

Fachada Frontal



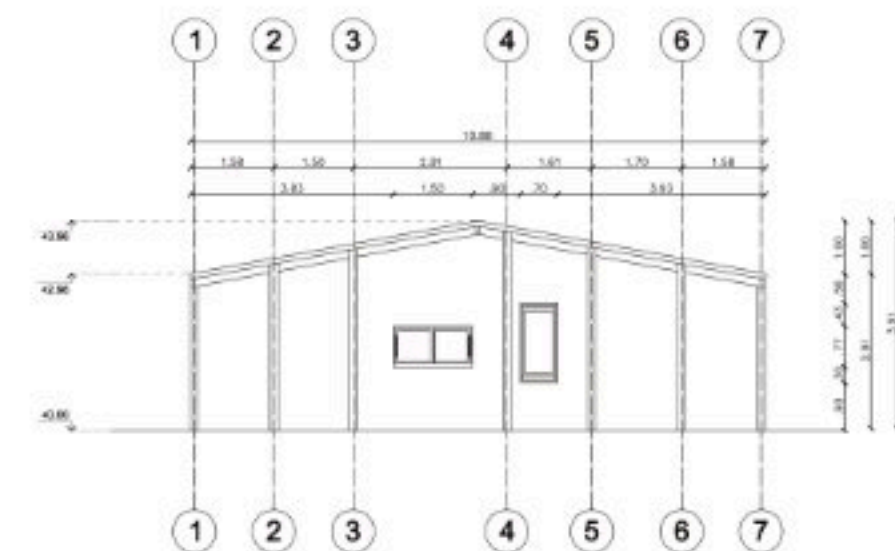
Fachada Posterior



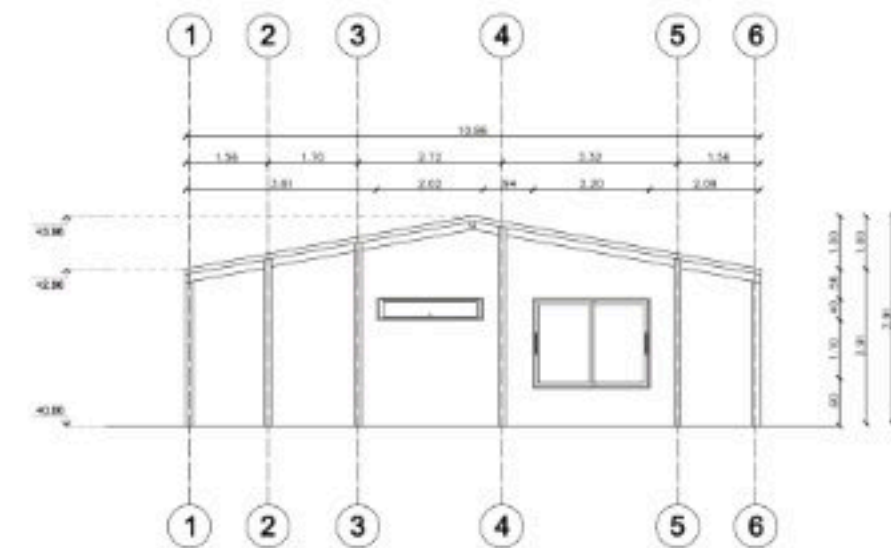
4. CAPITULO IV ANEXOS

PLANO DE FACHADAS CASA PRINCIPAL 1:150

Fachada Derecha



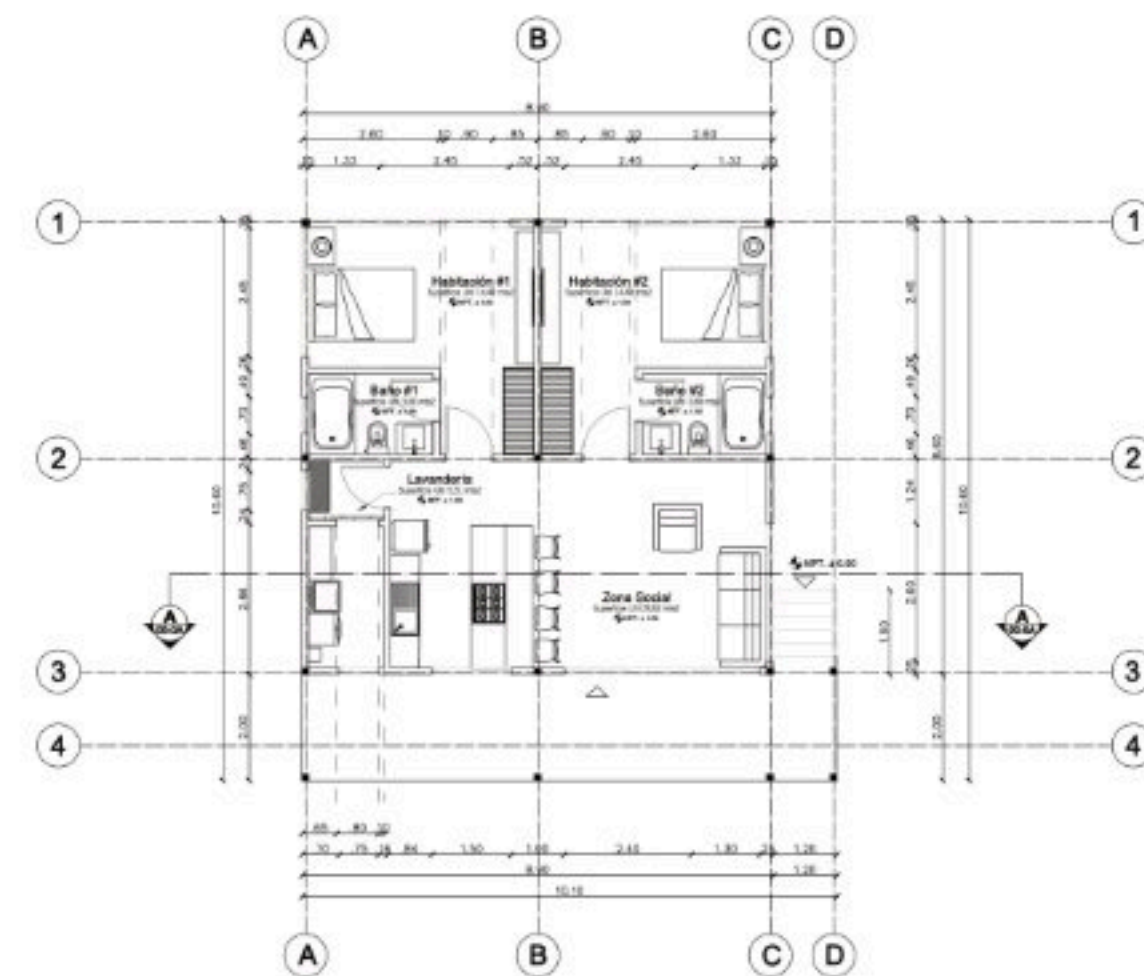
Fachada Izquierda



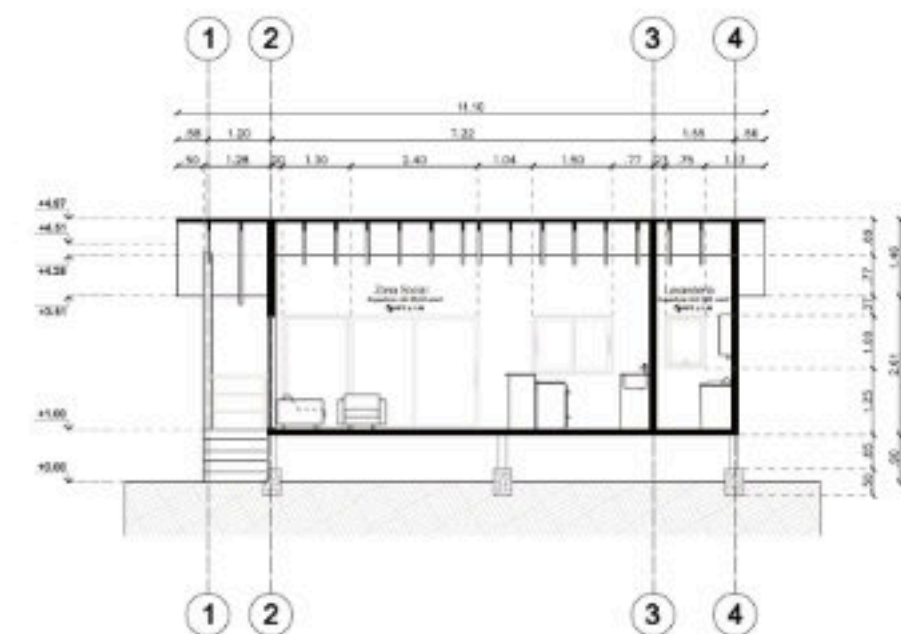
4. CAPITULO IV ANEXOS

PLANO DE PLANTA Y CORTE CABAÑA 1:150

Planta Cabaña

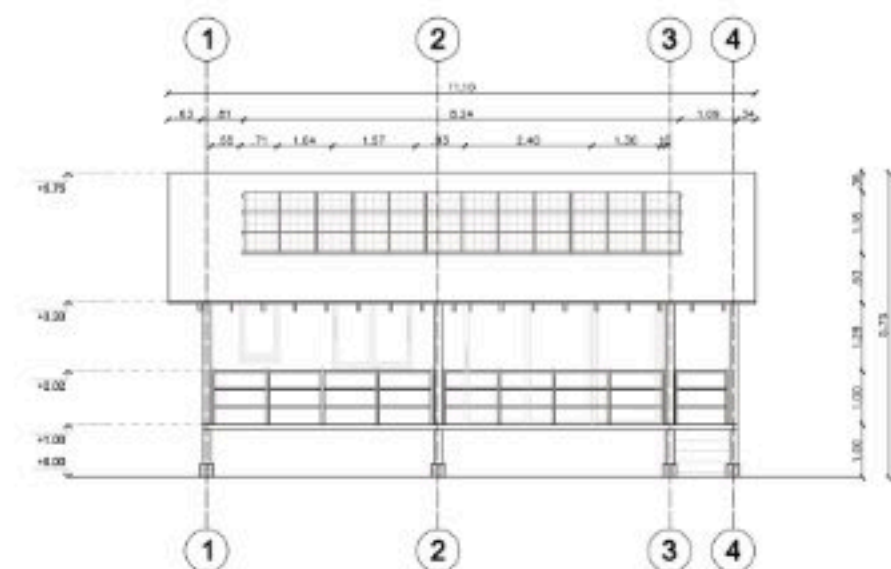


Corte Cabaña

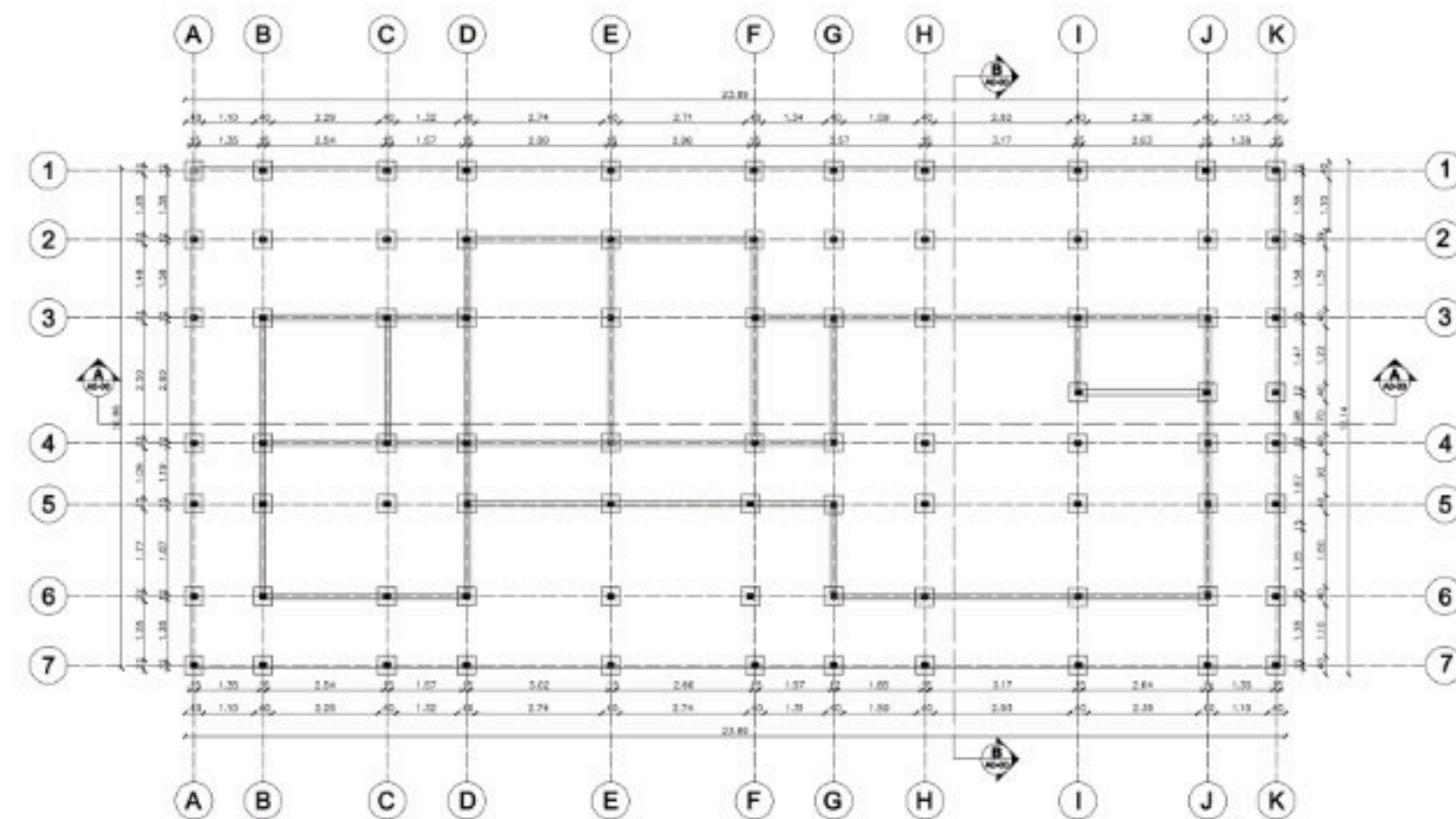
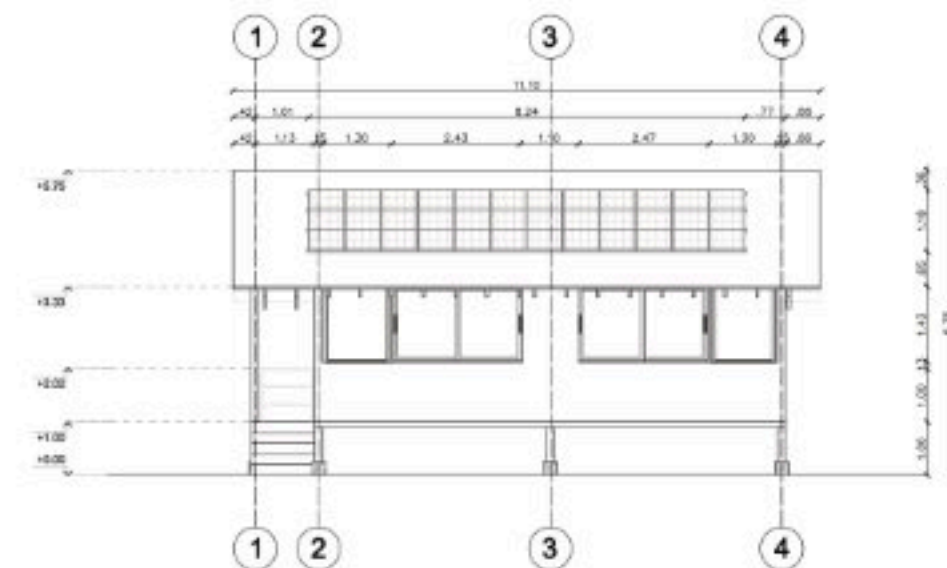


4. CAPITULO IV ANEXOS

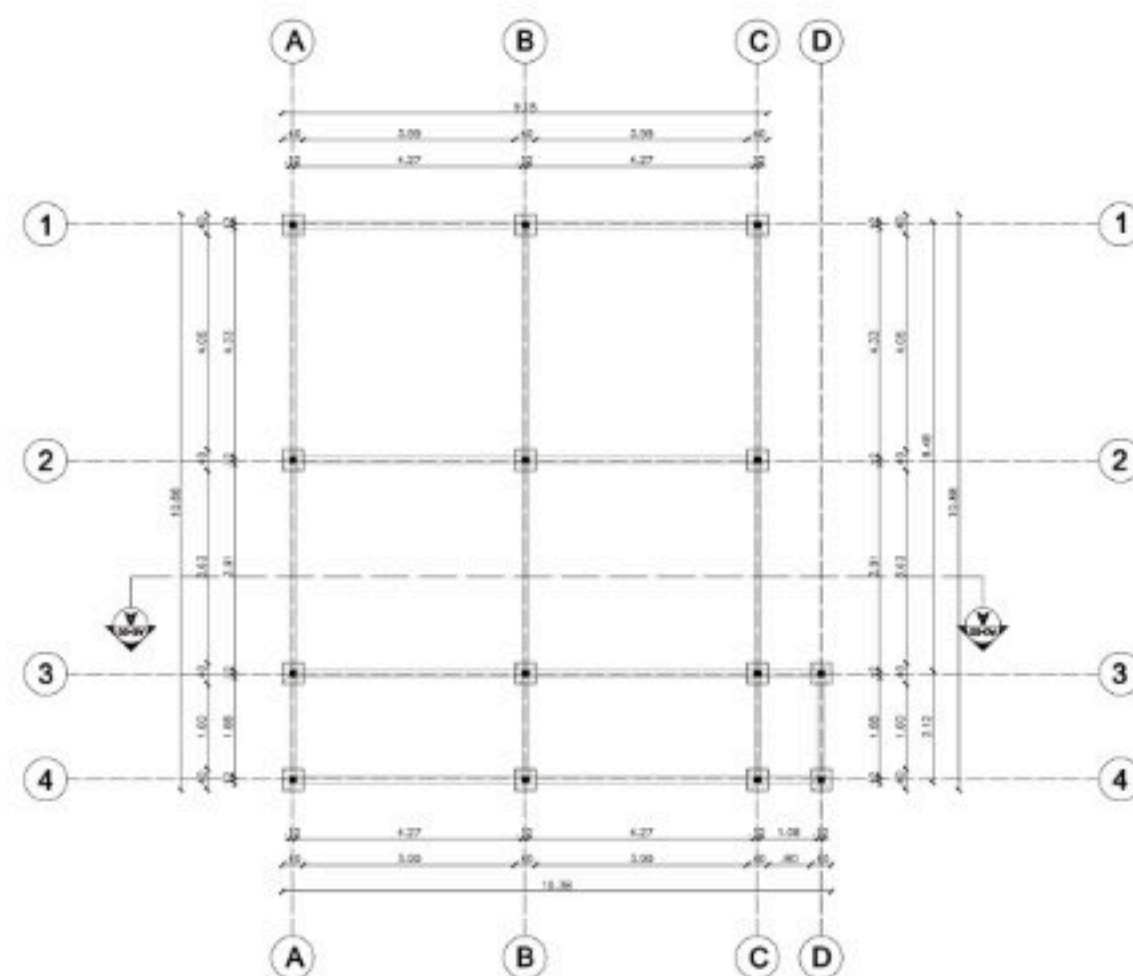
Fachada Lateral Izquierda



Fachada Posterior

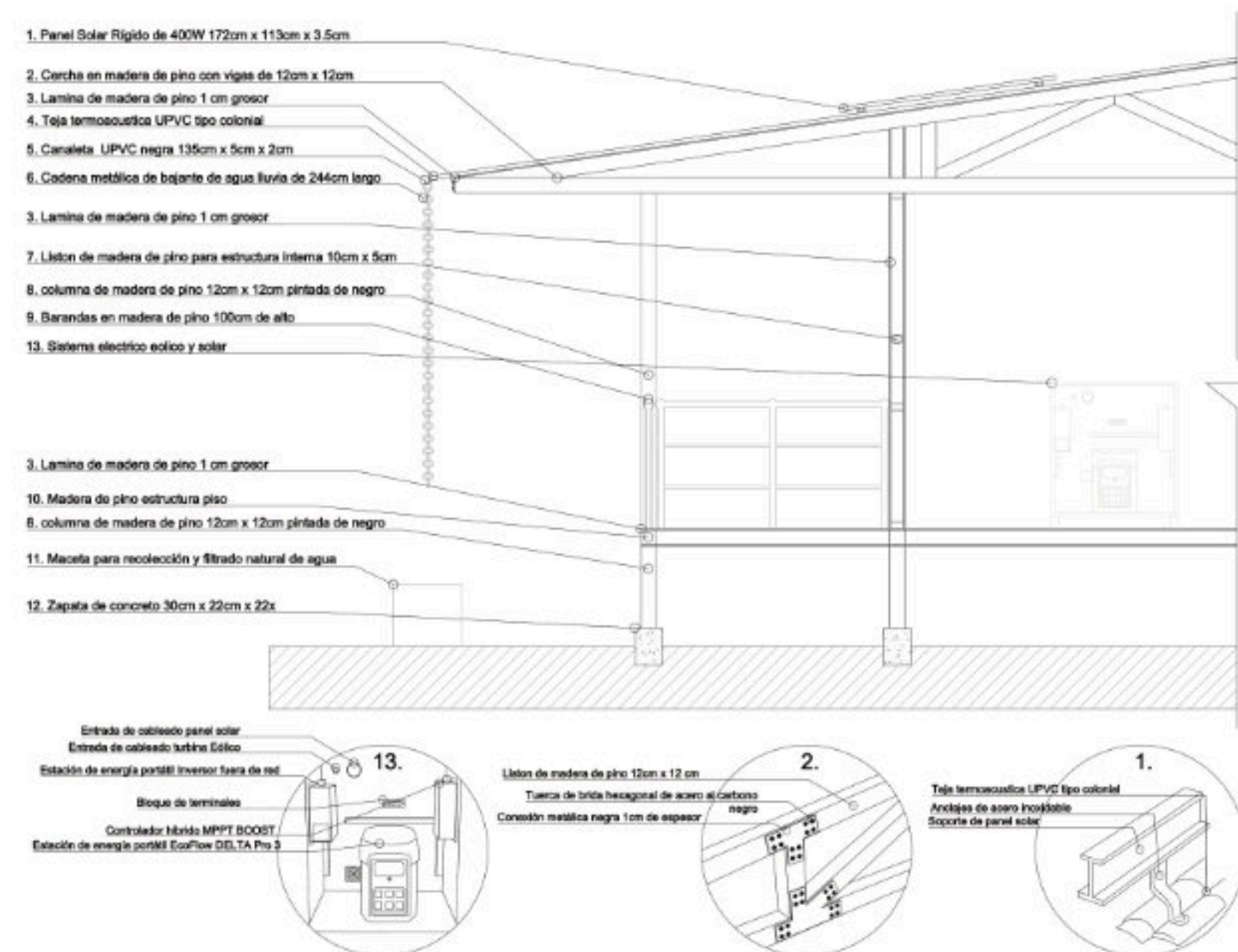


PLANO CIMENTACIÓN CABAÑA 1:150



4. CAPITULO IV ANEXOS

PLANO CORTE POR FACHADA 1:50



4. CAPITULO IV ANEXOS