

ANTEPROYECTO PARA VIVIENDA COLECTIVA CON ESTRATEGIAS BIOCLIMÁTICAS Y EFICIENCIA ENERGÉTICA EN MONAY, CUENCA

Proyecto Final de Carrera previo a la obtención
del título de Arquitecto
Tomo I
Escuela de Arquitectura
Cuenca - Ecuador - 2025

Autores:
John Esteban Galindo Quezada
Joseline Paulina Picón Pachard
Director:
Arq. Pablo Ochoa Pesántez


**UNIVERSIDAD
DEL AZUAY**

**DISEÑO
ARQUITECTURA
Y ARTE
FACULTAD**

DEDICATORIA

Dedico todo el esfuerzo y dedicación de esta carrera a mis padres, quienes han sido mi principal apoyo. A mis hermanas, Cris y Juli, por sus palabras de aliento y motivación en cada etapa del camino.

John Galindo

A mi madre por ser pilar fundamental de mi vida, sin ti nada de esto fuera posible.

Joseline Picon

AGRADECIMIENTOS

Agradecemos al Arq. Pablo Ochoa, nuestro director de tesis, y a los docentes Arq. Pedro Samaniego, Arq. Carlos Contrera y Arq. Fernanda Aguirre por su valioso apoyo y guía a lo largo del desarrollo de este trabajo.

John Galindo - Joseline Picon

Primero agradecerle a Dios, a mi familia; en especial a mis abuelos por su apoyo incondicional a lo largo de la carrera, a mis papás Jhon Lautaro y Norma, a mis hermanas Cris y Juli. A mi compañera de carrera por todo el apoyo desde el inicio de la carrera y a mis amigos Joss, Dani y Matt, gracias hermanos.

John Galindo

A mi familia, y a mis tíos por su apoyo y paciencia en todo este trayecto, a mi compañero y amigo John que estuvo de principio a fin en esta trayectoria, a mis amigos Daniel y Mateo, por el apoyo, por creer en nosotros y no dejarnos caer.

Joseline Picon

RESUMEN

La presente tesis aborda el problema del uso ineficiente de energía en viviendas colectivas en la ciudad de Cuenca, Ecuador. A partir de reflexiones teóricas, análisis de datos y revisión de proyectos, se propone una edificación de vivienda colectiva que incorpore principios de eficiencia energética y diseño bioclimático. El enfoque se basa en la aplicación de estrategias pasivas, como el aprovechamiento de la luz natural, ventilación cruzada y aislamiento térmico, con el objetivo de optimizar el consumo energético. Esta propuesta busca contribuir a la sostenibilidad urbana mediante un diseño consciente y responsable con el entorno y los recursos naturales disponibles.

Palabras clave

Arquitectura sostenible, edificio en altura, habitabilidad, conjunto de vivienda, energía incorporada.

ABSTRACT

This thesis addresses the problem of inefficient energy use in collective housing in the city of Cuenca, Ecuador. Based on theoretical reflections, data analysis and project review, it proposes a collective housing building that incorporates principles of energy efficiency and bioclimatic design. The approach is based on the application of passive strategies, such as the use of natural light, cross ventilation and thermal insulation, in order to optimize energy consumption. This proposal seeks to contribute to urban sustainability through a conscious and responsible design with the environment and available natural resources.

Keywords

Sustainable architecture, high-rise building, habitability, housing complex, embodied energy.

01

02

03

13

14
16
17

19

20

26
30
40

43

46
50
54
58

*“El sol no supo de su grandeza hasta que incidió sobre la cara de un edificio”
Louis Kahn*

04

05

61

62
65
75

87

88
90
95
98
104
106

06

110
111
114
115
116
118

07

127

128
148
154

08

159 TOMO II

160 1. Emplazamiento
2. Primera planta alta
3. Segunda planta alta
4. Tercera planta alta
5. Cuarta planta alta
6. Quinta planta alta
7. Sexta planta alta
8. Séptima planta alta
9. Octava planta alta
10. Novena planta alta
11. Planta de Parqueadero
12. Secciones Constructivas
13. Detalles Constructivos
14. Secciones Constructivas
15. Secciones Constructivas

01

INTRODUCCIÓN

1.1 Problemática y Justificación

Según Valdivieso, R. & Carrión, J. (2022) en Cuenca-Ecuador, la falta de desarrollo en políticas de uso y gestión ineficiente del suelo ha dado lugar a una tipología urbana dispersa, caracterizada por baja densidad en los centros urbanos y un crecimiento expansivo hacia las periferias. Así mismo Ortiz, P. et al (2019) afirma que, este fenómeno, impulsado por los bajos costos del suelo en las zonas periféricas, la especulación inmobiliaria y escasez de vivienda en el casco urbano, ha provocado la preferencia de zonas descentralizadas para proyectos dedicados a vivienda unifamiliar, junto con ello sus respectivos servicios y equipamientos, lo que provoca un conflicto ambiental, económico y social. En la ciudad, la demanda de viviendas en áreas centrales, junto con los elevados costos del suelo, ha generado un déficit habitacional de aproximadamente 45,000 viviendas según el INEC. La desactualización de los planes de ordenamiento territorial ha dificultado un aprovechamiento adecuado de las zonas de expansión urbana, resultando en una ciudad dispersa, con índices de densidad poblacional de 51 hab/ha (BID, 2015), el cual está por debajo de lo recomendado que es 240 hab/ha según Rueda, S. (2019)(FIG1).

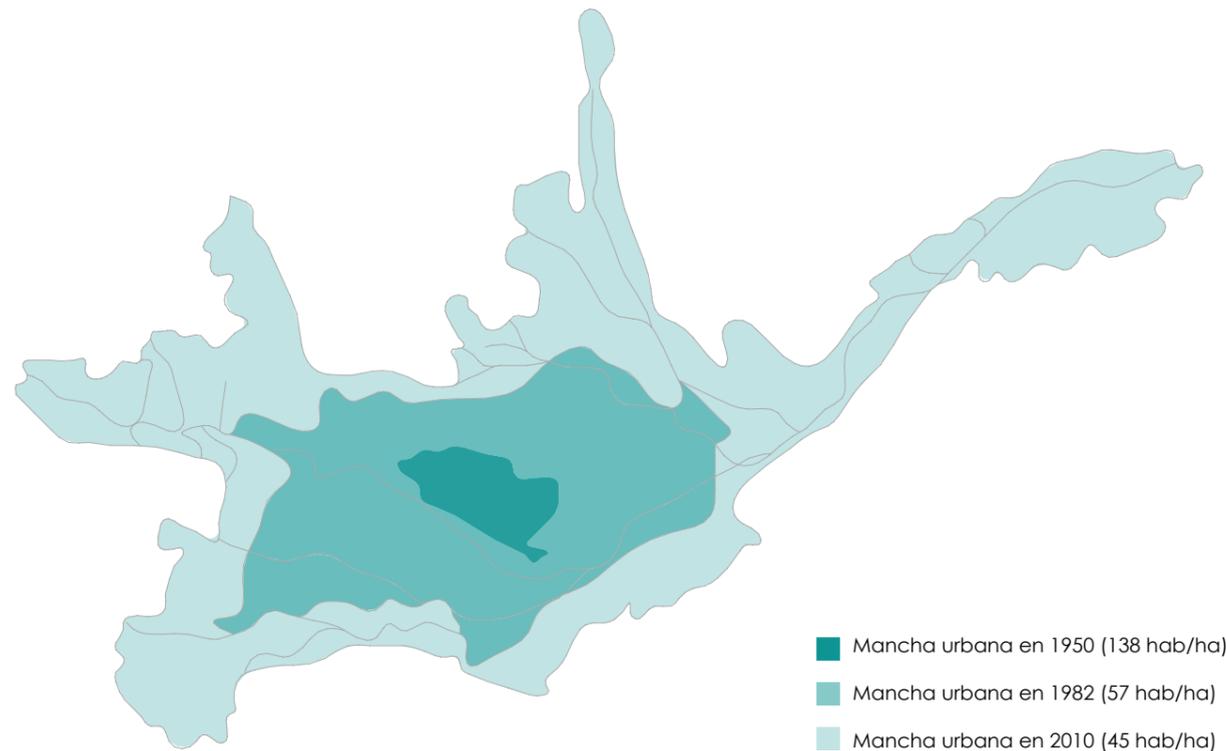


Figura 1. Crecimiento disperso de la mancha urbana en la ciudad de Cuenca. Fuente: Arcos, P. & Ortiz, M. (2020)

En Cuenca, la amplitud térmica climática presenta un desafío significativo en el diseño y construcción de viviendas, ya que la ciudad, ubicada en la sierra ecuatoriana, experimenta temperaturas que varían entre promedios de 7 y 25 °C según Brito, R. et al (2022). Este fenómeno hace que el confort térmico no se consiga en los proyectos de viviendas, particularmente en aquellos construidos con materiales y técnicas que no aprovechan las condiciones naturales del entorno para obtener el confort térmico. Las viviendas colectivas construidas en Cuenca no están diseñadas para optimizar el consumo energético, lo cual resulta problemático en un contexto donde los costos energéticos representan en promedio el 4.35% del salario básico (INEC, 2022) lo cual es una parte significativa del presupuesto mensual de las familias que habitan estas viviendas.

Una de las principales causas de esta problemática es la falta de normativas claras y obligatorias que exijan la implementación de criterios de eficiencia energética en los proyectos de vivienda colectiva. Aunque existen esfuerzos para promover la sostenibilidad en la construcción, las políticas

y tecnologías actuales son insuficientes para garantizar la incorporación efectiva de estrategias energéticamente eficientes. Además, los incentivos económicos para los desarrolladores inmobiliarios son limitados, lo que lleva a que estos prioricen la reducción de costos de construcción a corto plazo, en detrimento de las soluciones que promuevan la eficiencia energética.

Otro factor que agrava la situación es la limitada capacidad técnica y el conocimiento especializado en el ámbito de la construcción sostenible, especialmente en el contexto de los conjuntos habitacionales. Aunque algunos sectores de la industria de la construcción han avanzado en el uso de energías renovables y materiales sostenibles, estos desarrollos no se han extendido adecuadamente a los proyectos de vivienda colectiva. Este rezago se debe en parte a la percepción de que las tecnologías energéticamente eficientes son costosas o complicadas de implementar, lo cual desincentiva a muchos desarrolladores a incorporar estas soluciones en sus proyectos. Además, la falta de capacitación en los métodos de construcción

sostenibles y la escasa disponibilidad de mano de obra especializada son barreras adicionales que limitan la adopción de prácticas sostenibles. Debido a que las viviendas en la ciudad dependen principalmente de factores naturales y condiciones climáticas para el abastecimiento de las principales fuentes de energía, esta dependencia, sumada a la falta de recursos financieros por parte de los hogares, impide que los residentes puedan invertir en tecnologías que ayuden a reducir el consumo de energía. Como resultado, los hogares en Cuenca viven en un ciclo de pobreza energética, donde los costos de mantener un ambiente confortable en el hogar son altos en comparación con los ingresos de las familias, lo que perpetúa la desigualdad económica y social en la ciudad.

Esta problemática resalta la necesidad urgente de políticas públicas y estrategias de planificación urbana que fomenten la integración de soluciones energéticamente eficientes y la adopción de tecnologías sostenibles en el diseño y construcción de viviendas colectivas, con el fin de mejorar el bienestar de los habitantes y reducir el impacto ambiental.

1.2 Objetivos

Objetivo General

• **Desarrollar** un anteproyecto de vivienda colectiva con estrategias bioclimáticas y eficiencia energética.

Objetivos Específicos

• **Identificar** conceptos de funcionalidad y habitabilidad, así como, estrategias bioclimáticas y eficiencia energética aplicables en proyectos de vivienda colectiva a través de la revisión de literatura.

• **Reconocer y analizar** casos de estudio de proyectos que implementen eficiencia energética, destacando las soluciones aplicadas.

• **Realizar** un análisis y evaluar el estado actual del sitio para determinar estrategias urbanas y proyectuales.

• **Diseñar** una propuesta de vivienda colectiva que incorpore estrategias bioclimáticas y eficiencia energética para el sector de Monay.

1.3 Metodología

Primera etapa

Para la revisión de literatura se generará una base de datos afines al tema, luego se hará una diferenciación de textos fundamentales y los textos que definen el punto de vista. Después, se hará una comparación de los autores recurrentes, para terminar con la elaboración de categorías.

Segunda etapa

Se identificarán casos de estudio donde, se implementen principios basados en sostenibilidad y eficiencia energética, para proyectos de vivienda colectiva, se analizarán con el fin de obtener las soluciones y estrategias aplicadas.

Tercera etapa

Se realizará un análisis detallado del sitio de intervención, el sector de Monay. Se llevará a cabo un levantamiento de información sobre las condiciones climáticas, la topografía, la infraestructura existente y las características socioeconómicas de la zona. A partir de este análisis, se identificarán las oportunidades, así como, restricciones para la implementación de estrategias bioclimáticas y eficiencia energética.

Cuarta etapa

Se diseñará un anteproyecto de vivienda colectiva utilizando herramientas de diseño asistido por computadora para modelar diversas soluciones arquitectónicas que prioricen la eficiencia energética. Se integrarán sistemas pasivos (ventilación cruzada, captación solar) y activos (energías renovables) para optimizar el consumo energético. Además, se seleccionarán materiales locales y sostenibles que garanticen confort térmico y acústico, minimizando el impacto ambiental.

02

**REVISIÓN DE
LITERATURA**

2.1 Densificación Urbana, Habitabilidad y Vivienda Colectiva

2.1.1 Densificación urbana

La densificación urbana es una herramienta esencial para abordar los desafíos del crecimiento desmedido de las ciudades, así como, para promover la sustentabilidad que aborde múltiples áreas como cercanía, conectividad, densidad poblacional y actividad, transporte sostenible, habitabilidad de los espacios públicos, diversidad urbana, acceso a áreas verdes y biodiversidad, autosuficiencia energética e hídrica, adaptación y mitigación frente al cambio climático, cohesión social, disponibilidad de equipamientos, entre otros. Hermida M. et al (2015) afirman que la habitabilidad es un componente que debate la ciudad dispersa y la ciudad compacta, mencionando que el caso de Cuenca-Ecuador ha cambiado en los últimos años, pasando de ser una ciudad compacta con alta calidad de vida a una ciudad dispersa.

La ciudad de Cuenca ubicada en la región interandina al sur de Ecuador es una urbe intermedia, que consta de 596.000 habitantes. Su huella urbana ha ostentado un crecimiento disperso en los últimos años, con un índice de densidad medio y bajo como lo menciona Hermida et al. (2015), llegando a tener una cifra de 38 hab/ha según el censo de 2022, en comparación con lo recomendado que es de 240 hab/ha, según Rueda S. (2009). Una de las principales causas es la descoordinación entre lo planificado y lo ejecutado, ya que, dentro del casco urbano existe una falencia en el desarrollo de políticas de uso y gestión del suelo lo que lleva a tener altos costos para la ocupación de vivienda dentro de la ciudad, haciendo que los habitantes prefieran zonas de la periferia para el emplazamiento de vivienda unifamiliares.

Con el objetivo de frenar los efectos adversos de una ciudad dispersa, Hermida et al (2015) menciona que se debe impulsar la búsqueda de estrategias de planificación y diseño urbano para optimizar el uso del suelo dentro de la ciudad consolidada, evitando así los numerosos problemas asociados a la expansión dispersa. Para ello la municipalidad de la ciudad a implementado una nueva ordenanza de uso y gestión del suelo urbano, donde se incentiva a generar vivienda unifamiliar y vivienda colectiva dentro del casco urbano mediante ejes de aprovechamiento para este uso (FIG 2), esto puede generar que el déficit de casi 50.000 viviendas que existe actualmente en Cuenca, según el Ministerio de Vivienda, disminuya y por consiguiente el índice de habitantes por hectárea pueda llegar a lo recomendado.

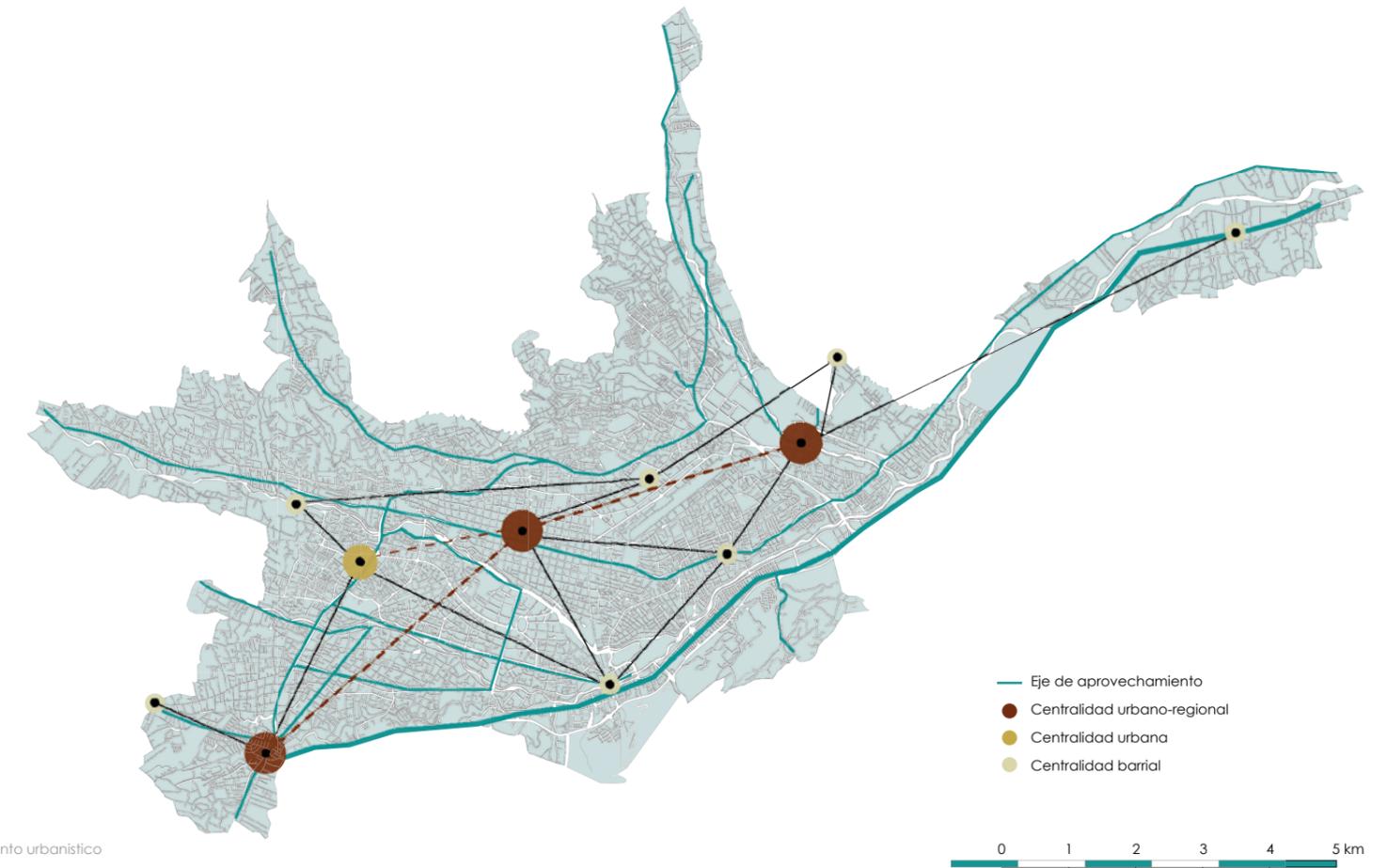


Figura 2. Ejes de aprovechamiento urbanístico
Fuente: PUGS - GAD Cuenca

2.1.2 Vivienda Colectiva

La vivienda es el espacio donde se ejecutan la mayoría de acciones esenciales de la vida cotidiana, para García, L. (2014) la vivienda posee un significado psicológico que llega más allá de su función básica de protección y de ser el espacio donde se realizan las actividades domésticas como descansar, alimentarse, almacenar pertenencias, entre otras.

La composición familiar ha experimentado una transformación profunda a lo largo del tiempo, lo cual se refleja directamente en la evolución de la arquitectura residencial. La vivienda, como espacio habitado, no es estática, sino que evoluciona con las dinámicas familiares. Las tendencias actuales y las necesidades particulares de cada núcleo familiar (FIG 3) demandan una mayor flexibilidad en el diseño arquitectónico.

Como señala Montaner (2015), “la solución para afrontar la diversidad necesaria de los tipos de viviendas radica en desarrollar mecanismos de flexibilidad”. Por ello, la vivienda debe obtener

el máximo provecho del espacio para que así pueda responder a los desafíos sociales, urbanos y económicos; logrando de manera efectiva la adaptación a su localización.

Uno de los principales potenciadores de densificación urbana es la vivienda, e históricamente, ha evolucionado con el paso del tiempo desarrollando nuevos conceptos que influyen en la ciudad, desde las construcciones primitivas de la humanidad donde existe la vida en comunidad, y pasando por una serie de diferentes tipos de vivienda unifamiliar a la vivienda colectiva, que según el Instituto Nacional de Estadísticas (2015) está destinada a ser habitada por un grupo de personas que comparten una autoridad o régimen común, sin vínculos familiares. Este tipo de vivienda puede ocupar sólo una parte de un edificio o, más comúnmente, abarcarlo en su totalidad. Di Campi (2016) afirma que las ciudades ecuatorianas de medio tamaño tienen principalmente el problema a cuestiones sociales y de calidad de democracia en procesos de

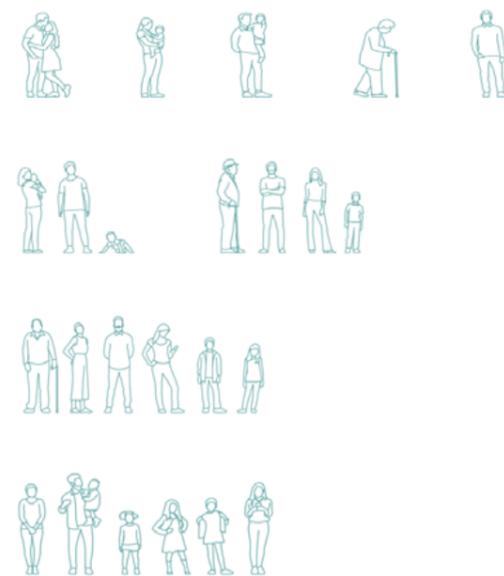


Figura 3. Diversidad de núcleos familiares
Fuente: Elaboración propia

construcción espacial, como ejemplo existen proyectos gubernamentales de vivienda colectiva en las periferias de la ciudad, sin responder a un entorno consolidado y emplazando en lugares de bajo costo de suelo, generando así proyectos carentes de identidad social, masivos y genéricos; y al mismo tiempo, una ciudad dispersa (FIG 4).

La arquitectura de la vivienda colectiva debe establecer una relación dialéctica entre el espacio construido, el usuario y el contexto urbano. La diversidad de los grupos familiares y sus dinámicas cambiantes exigen proyectos arquitectónicos que respondan a las necesidades y aspiraciones de sus habitantes, al tiempo que se integran de manera armoniosa al entorno urbano. La identidad de cada lugar debe ser valorada y reflejada en el diseño arquitectónico, generando espacios que fomenten el sentido de pertenencia y la cohesión social. La flexibilidad y la adaptabilidad son características fundamentales para garantizar la sostenibilidad a largo plazo de estos proyectos.



Figura 4. Conjunto habitacional Bemani en la periferia de la ciudad de Cuenca.
Fuente: icasas

2.1.3 Características de habitabilidad en la vivienda contemporánea

Según Montaner, J. et al. (2010), la vivienda debe ser un espacio que facilite la realización de diversas actividades, combinando lo individual con lo colectivo. Este enfoque considera la convivencia y la autonomía individual de manera simultánea, respetando los requisitos básicos de habitabilidad. Estos requisitos aseguran que los espacios sean adecuados para funciones esenciales como la sala, comedor, cocina, dormitorios y baños, pero sin restringirlos a configuraciones rígidas en términos de tamaño, iluminación o distribución. Este diseño flexible permite a los usuarios adaptar el espacio a sus necesidades y preferencias, promoviendo la apropiación del entorno doméstico.

Urrestra (2020) destaca cómo la arquitectura moderna ha redefinido la habitabilidad, optimizando los espacios domésticos con mayor eficiencia y funcionalidad. El salón-comedor, antes dividido en áreas separadas, ha evolucionado hacia un espacio multifuncional que integra actividades sociales, de ocio y laborales, adaptándose a las dinámicas socioculturales y

avances tecnológicos (FIG 5). De igual manera, la cocina ha pasado de ser un área secundaria a un punto central en la vida cotidiana, siguiendo la visión funcional de diseños históricos como la Bauhaus o la cocina de Frankfurt, fomentando también la interacción social. El baño, antes meramente funcional, ha evolucionado hacia un espacio más estético y confortable, con soluciones innovadoras que optimizan su uso en viviendas compactas. Por otro lado, el dormitorio, que solía estar destinado sólo al descanso, ahora incorpora actividades como el trabajo y el estudio, reflejando la creciente importancia de la flexibilidad y adaptabilidad en la vivienda contemporánea.

Montaner, J. (2010) propone una clasificación de los espacios habitacionales en tres categorías: especializados, no especializados y complementarios (FIG 6). Los espacios especializados, como la cocina, lavandería y baños, requieren infraestructura específica para su funcionamiento. Los no especializados, como

el salón, comedor y dormitorios, son más versátiles y permiten a los usuarios decidir su uso específico según sus necesidades. Finalmente, los espacios complementarios, como áreas de almacenamiento, balcones o patios, no tienen un uso autónomo, pero sirven para apoyar la funcionalidad del hogar.

La integración de estos espacios debe garantizar conexiones adecuadas que promuevan la continuidad y la proximidad. Esta organización espacial no solo optimiza el uso del espacio disponible, sino que también mejora la calidad de vida de los habitantes, permitiendo una mayor interacción social y una mejor adaptación a las necesidades cambiantes de cada núcleo familiar. En este contexto, la flexibilidad y la adaptabilidad se convierten en elementos clave para asegurar la sostenibilidad y funcionalidad a largo plazo de las viviendas, especialmente en entornos urbanos donde el espacio es limitado y las dinámicas sociales están en constante evolución.

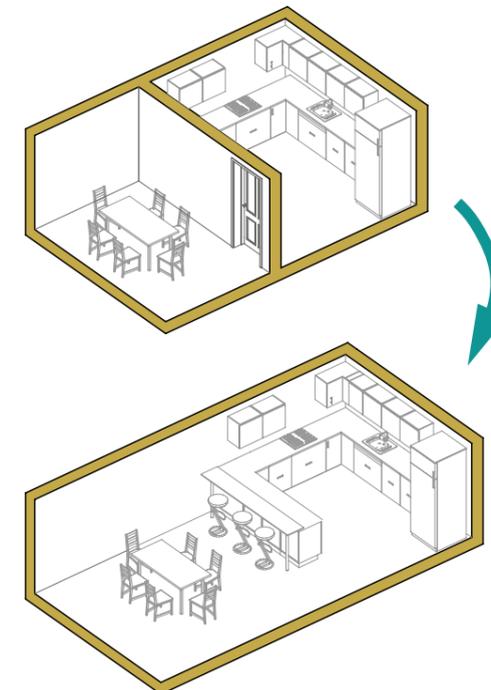


Figura 5. Evolución de espacios de cocina y sala-comedor
Fuente: Autoría propia

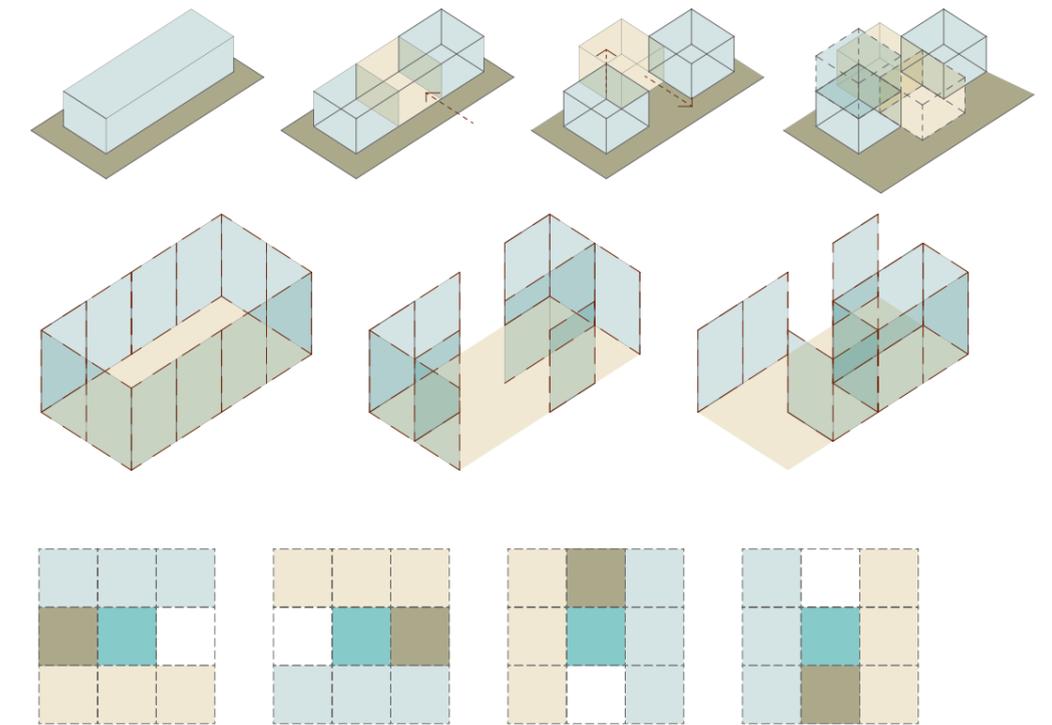


Figura 6. Conexión entre espacios especializados, no especializados y complementarios
Fuente: Autoría propia

2.2 Sostenibilidad aplicada a la Vivienda Colectiva

2.2.1 Sostenibilidad en la vivienda colectiva: factores económicos, ambientales y sociales.

La sostenibilidad en la vivienda colectiva es fundamental para integrar los factores económicos, ambientales y sociales en el desarrollo urbano (FIG 7). De acuerdo con Martins et al. (2006), este enfoque busca optimizar el uso de recursos, reducir costos operativos y minimizar el impacto ambiental, al tiempo que mejora la calidad de vida y fomenta la inclusión social. Así, se promueve un desarrollo equilibrado que beneficia tanto al individuo como a la comunidad.

Desde una perspectiva económica, las viviendas sostenibles son una inversión que reduce costos a largo plazo mediante la eficiencia energética y el uso de recursos locales. Según Moreno, S. (2007), la incorporación de energías renovables y tecnologías avanzadas, como sistemas de aislamiento térmico y reutilización de agua, contribuye a un mejor desempeño energético. Esto no solo disminuye los gastos operativos para los residentes, sino que también impulsa la industria de la construcción sostenible, generando empleo y dinamizando las economías locales.

Para Gutiérrez y González (2007), las viviendas sostenibles ayudan a mitigar el cambio climático y conservar los recursos naturales. En concordancia con Guimarães (1994) que afirma que al emplear materiales renovables y no tóxicos, se minimiza el impacto ambiental. Además, los diseños que optimizan la iluminación y ventilación natural reducen la necesidad de sistemas artificiales de climatización, mejorando la eficiencia energética y el confort de los habitantes, favoreciendo así un entorno más sostenible y saludable.

En cuanto a la perspectiva social, la sostenibilidad en la vivienda colectiva impulsa la equidad y la cohesión social (Gracia-Rojas, 2015). Al facilitar el acceso a viviendas dignas y asequibles, se reduce la desigualdad habitacional y se mejora la calidad de vida de grupos vulnerables. Además, la participación comunitaria en el diseño y desarrollo de estos proyectos asegura que las viviendas responden a las necesidades específicas de cada comunidad, fortaleciendo el sentido de pertenencia y la cohesión social.

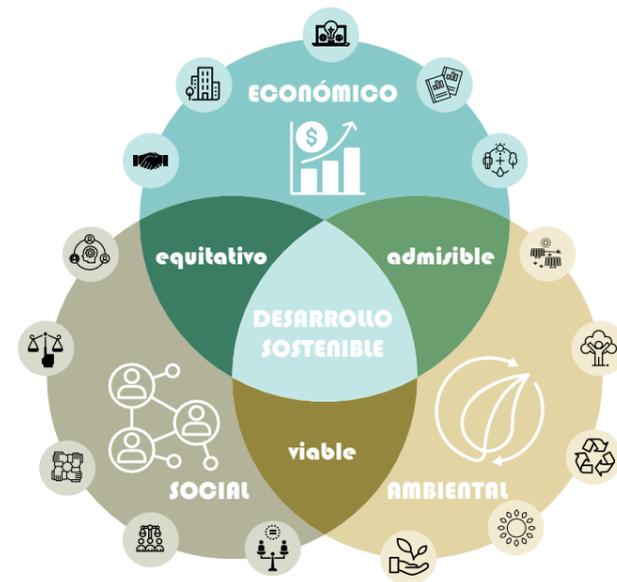


Figura 7. Ambitos de Desarrollo Sostenible
Fuente: Arcos, P. & Ortiz, M. (2020)

2.2.2 Principales bases de sostenibilidad aplicadas a la vivienda colectiva.

Las estrategias de sostenibilidad en viviendas colectivas integran un enfoque holístico que incluye el diseño urbano, la participación ciudadana, el acceso a espacios verdes, la eficiencia energética, la equidad social y la regulación de la especulación del suelo. Estos principios son fundamentales para crear comunidades sostenibles y resilientes, donde la vivienda no solo cumple una función habitacional, sino que también promueve el bienestar de los residentes y el entorno. La sostenibilidad aplicada a estos entornos busca fortalecer la capacidad de las viviendas para adaptarse a condiciones cambiantes, siendo sostenibles en el tiempo. Proaño, D. et al. (2020) generaron un marco de componentes (FIG 8) que intervienen al concebir y estudiar la vivienda colectiva sostenible.

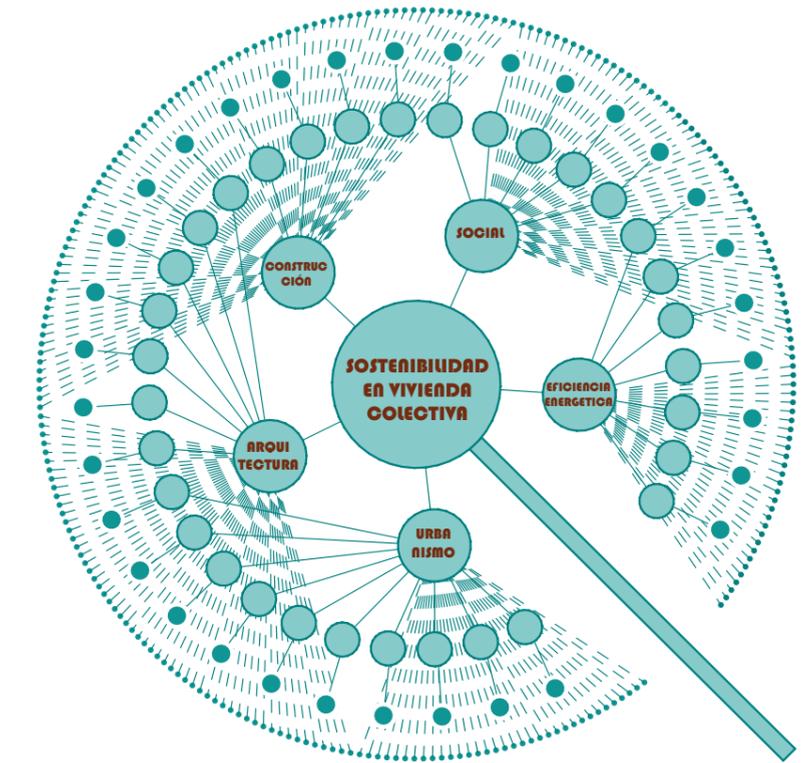


Figura 8. Componentes para la vivienda colectiva sostenible
Fuente: 33+1 | Claves para un nuevo modelo de vivienda colectiva sostenible (2020)

Componente Urbano

Según Hermida, C. et al. (2020), la vivienda colectiva sostenible debe garantizar aspectos sociales y urbanos clave, como movilidad segura y sostenible, áreas verdes recreativas, equipamientos básicos e integración ciudadana (FIG 9). Por su parte, Marengo, C. (2013) señala la importancia de densificar zonas urbanas consolidadas, evitando efectos negativos como problemas de transporte, carencia de equipamientos urbanos y falta de infraestructuras para servicios esenciales. Lu, Y. et al. (2017) enfatizan que es necesario equilibrar la densidad para prevenir la congestión y sus consecuencias, recomendando densidades intermedias con edificaciones de altura media que mejoren la calidad ambiental y la eficiencia energética. Además, Jourda, F. (2015) resalta la diversidad de usos en los proyectos para promover una vida más sostenible. Esto incluye servicios y espacios públicos de calidad que disminuyen la dependencia del automóvil e incentivan la interacción social. El diseño debe integrar elementos naturales y construidos, aprovechando la topografía, el clima y los recursos locales para optimizar confort y eficiencia energética.

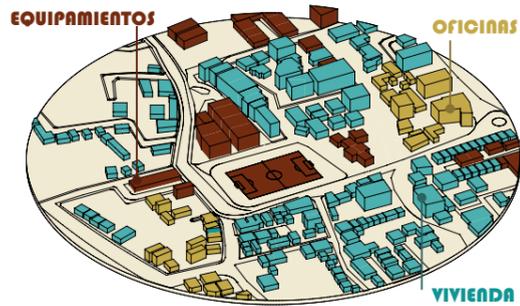


Figura 9. Diversidad de usos, movilidad y densidad para una ciudad compacta
Fuente: Autoría Propia

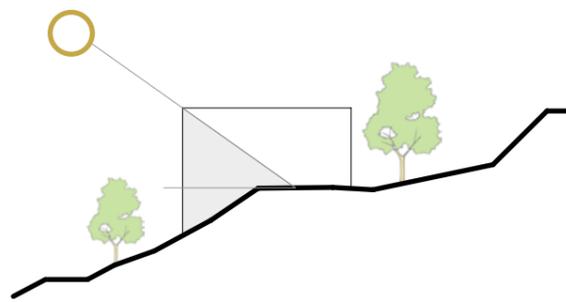


Figura 10. Adaptabilidad al terreno
Fuente: Autoría Propia

Componente Arquitectónico

Proaño, D. et al. (2020) destacan la relevancia de un diseño arquitectónico eficiente y adaptado al entorno local. Subrayan la flexibilidad de los espacios interiores para ajustarse a las necesidades cambiantes de los usuarios, además de optimizar el confort térmico y reducir el consumo energético mediante el uso eficiente de iluminación y ventilación naturales. De igual manera, Jourda, F. (2015) enfatiza la ocupación eficiente del suelo, promoviendo una densidad adecuada que no comprometa la calidad de vida. Por su parte, Heywood, H. (2017) resalta que las condiciones topográficas, así como la integración de elementos culturales y patrimoniales, deben considerarse en el diseño para maximizar su potencial. En conjunto, estos factores fomentan un modelo de vivienda que responde a las características socioambientales del contexto local, promoviendo una arquitectura sostenible (FIG 10). Este enfoque integral no solo mejora la funcionalidad y la habitabilidad de los espacios, sino que también fortalece la armonía entre el diseño arquitectónico y el entorno en el que se inserta.

Componente de Construcción

Llerena, A. et al. (2020) resaltan la importancia de una construcción eficiente y sostenible, basada en estructuras simples y resistentes que optimicen los recursos y minimicen el impacto ambiental. Heywood, H. (2016) enfatiza la necesidad de emplear materiales locales, renovables y sostenibles, lo que reduce la huella de carbono y fortalece la economía local. Además, destaca la importancia de minimizar residuos mediante el reciclaje y el uso de sistemas prefabricados, los cuales, según Fita & Cebrián (2013), pueden reducir hasta un 45% de agentes contaminantes en comparación con los métodos tradicionales (FIG 11). Heywood también señala que estrategias como la protección de la envolvente contra la lluvia con voladizos mejoran el confort térmico al evitar el enfriamiento excesivo, mientras que las cubiertas ajardinadas favorecen el aislamiento gracias a su masa térmica. Estas soluciones deben adaptarse a las condiciones climáticas y culturales locales, garantizando alternativas accesibles y promoviendo una arquitectura sostenible que responda a desafíos ambientales y económicos.

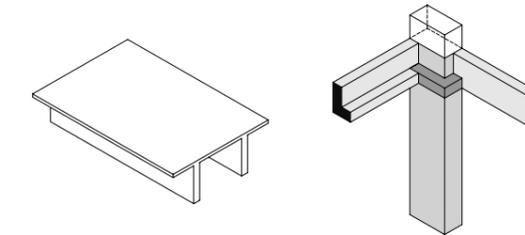


Figura 11. Sistema prefabricado y pretensado de hormigón
Fuente: Autoría propia



Figura 12. Integración social en la vivienda colectiva.
Fuente: 33+1. 1 Claves para un nuevo modelo de vivienda colectiva sostenible (2020)

Componente Social

Cabrera, C. et al. (2020) amplían la noción de sostenibilidad al incluir la dimensión social en el diseño de vivienda, más allá de los aspectos técnicos y materiales. Subrayan la necesidad de crear espacios habitacionales que fomenten la inclusión, la equidad y la participación ciudadana. Según Medeiros, J. et al. (2014), es fundamental reconocer la diversidad de dinámicas familiares y sociales actuales, desarrollando soluciones habitacionales flexibles y adaptables a las necesidades de distintos grupos poblacionales. Además, los espacios comunes deben considerarse como elementos clave para promover la interacción social y el sentido de pertenencia. Para, Shelby, R. et al. (2011) destacan el enfoque participativo en el diseño como una herramienta esencial para asegurar que las soluciones habitacionales respondan a las necesidades específicas de las comunidades, fortaleciendo el tejido social y promoviendo la cohesión. La accesibilidad y la equidad en el acceso a la vivienda se presentan como factores clave para reducir desigualdades sociales y garantizar una vivienda digna para todos.

2.3 Eficiencia Energética y Bioclimática

2.3.1 Eficiencia Energética en la Arquitectura Sostenible.

A nivel global, la eficiencia energética se ha convertido en una estrategia clave para abordar múltiples desafíos, incluyendo el cambio climático, la seguridad energética y el desarrollo económico. Según la Agencia Internacional de Energía (IEA, 2023), el surgimiento de una nueva economía basada en la energía limpia, impulsada por la energía solar fotovoltaica, ha mejorado la eficiencia energética. Además, la inversión en energías renovables ha aumentado un 40% desde 2020, lo que contribuye significativamente a la mitigación del impacto ambiental de la actividad humana. Además, la eficiencia energética favorece la reducción de costos operativos tanto en el sector industrial como en el residencial, promoviendo un uso más racional de los recursos disponibles.

La eficiencia energética en la arquitectura sostenible busca optimizar el uso de la energía en edificios para minimizar el consumo y reducir el impacto ambiental, que según Ochoa, P et al (2020) estudios demuestran que el 40% de los

gases de efecto invernadero son provocados en el ámbito inmobiliario por su construcción y recursos necesarios con el que se genera un confort en los proyectos, por lo que, se debe eliminar las actividades que aportan al calentamiento global en los sistemas constructivos, promoviendo nuevas tecnologías de baja huella ecológica ahorrando energía y disminuyendo la explotación de recursos sin perder el confort y funcionalidad de cada proyecto. Esto incluye la aplicación de estrategias que eviten el desperdicio de energía, como aislamiento térmico, sistemas de iluminación eficientes y el uso de energías renovables.

Según Acosta (2009), a nivel internacional, existen diversas normativas y certificaciones que promueven la eficiencia energética en la arquitectura sostenible.

- LEED (Leadership in Energy and Environmental Design): Evalúa la eficiencia energética, el uso de materiales sostenibles y la gestión del agua en edificaciones.

- Passivhaus: Certificación enfocada en edificaciones con un consumo energético extremadamente bajo, basado en el diseño pasivo.
- BREEAM (Building Research Establishment Environmental Assessment Method): Sistema de evaluación que mide la sostenibilidad en edificios desde su construcción hasta su operación.

Estas certificaciones han demostrado ser herramientas eficaces para reducir el consumo energético en edificaciones, fomentando el uso de tecnologías y estrategias sostenibles en la construcción (González & Fiorito, 2015), es fundamental para no comprometer los recursos de futuras generaciones.

	CATEGORIAS EN COMUN	LEED	PassivhouseB	REEAM
1	Envoltente térmica	X	X	X
2	Iluminación	X	X	X
3	Electrodomésticos	X	X	X
4	Energía renovable	X	X	X
5	Agua caliente sanitaria	X	X	
6	Equipos de climatización	X	X	X
7	Ascensores		X	X
8	Espacios de secado		X	X
9	Emisión de CO ₂ y sustancias fotooxidantes		X	X
10	Uso de energía en fabricación y transporte de materiales		X	

Figura 13. Tabla de categorización para normativas y certificaciones de eficiencia energética.
Fuente: Autoría propia

La eficiencia energética en la arquitectura sostenible es un factor determinante para reducir el impacto ambiental del sector de la construcción. A través de estrategias de diseño pasivo, optimización de sistemas activos y el uso de energías renovables, es posible mejorar el desempeño energético de los edificios y avanzar hacia un modelo de desarrollo más sostenible. La implementación de normativas y certificaciones especializadas permite garantizar altos estándares de eficiencia, contribuyendo significativamente a la mitigación del cambio climático y a la optimización del uso de recursos naturales.

2.3.2 Bioclimática en la Arquitectura Sostenible.

La arquitectura bioclimática se enfoca en optimizar el diseño de los edificios en función de las condiciones climáticas del entorno, con el objetivo de reducir el consumo energético y mejorar el confort térmico de los ocupantes. Este enfoque se basa en la integración de estrategias pasivas que aprovechan recursos naturales como la radiación solar, la ventilación y la inercia térmica de los materiales, minimizando así la necesidad de sistemas mecánicos de climatización e iluminación (Olgyay, 2015).

Según Yannas (1994), la arquitectura bioclimática se sustenta en tres principios básicos: adaptación al clima, optimización de la energía solar y regulación térmica natural. El diseño arquitectónico debe responder a las características climáticas del sitio, aprovechando las condiciones favorables y mitigando los efectos adversos. Se busca maximizar la captación de energía solar en

invierno y minimizarla en verano mediante el uso estratégico de orientación, materiales y elementos de sombreado. Además, técnicas como la ventilación cruzada, los muros trombe y la masa térmica son empleadas para reducir la dependencia de sistemas de climatización artificial.

Diversos estudios han identificado estrategias clave en la arquitectura bioclimática para mejorar la eficiencia energética de los edificios. El diseño pasivo de fachadas y cubiertas, la ventilación natural y el uso de vegetación. La correcta orientación del edificio y el uso de materiales con alta inercia térmica pueden reducir la demanda de calefacción y refrigeración hasta en un 50 % (Hassan & Lee, 2015). Asimismo, el diseño de aberturas estratégicas permite una ventilación cruzada eficiente, disminuyendo la dependencia de sistemas mecánicos de ventilación (Givoni, 1998).

La incorporación de techos verdes y fachadas vegetales también contribuye a regular la temperatura interior y mejorar la calidad del aire en entornos urbanos (Leung, D. et al, 2014).

La aplicación de estrategias bioclimáticas ha demostrado ser una solución efectiva para reducir el consumo energético de los edificios y mejorar su sostenibilidad. Un estudio realizado por Santamouris et al. (2013) indica que el diseño bioclimático puede disminuir el consumo de energía en climatización hasta en un 60 %. Además, este enfoque contribuye a la resiliencia climática, permitiendo que los edificios se adapten mejor a condiciones climáticas extremas sin comprometer el confort de los usuarios. La integración de materiales de cambio de fase y sistemas de enfriamiento pasivo, puede mejorar significativamente la eficiencia energética de las edificaciones en distintas zonas climáticas (Sharma et al. 2009).

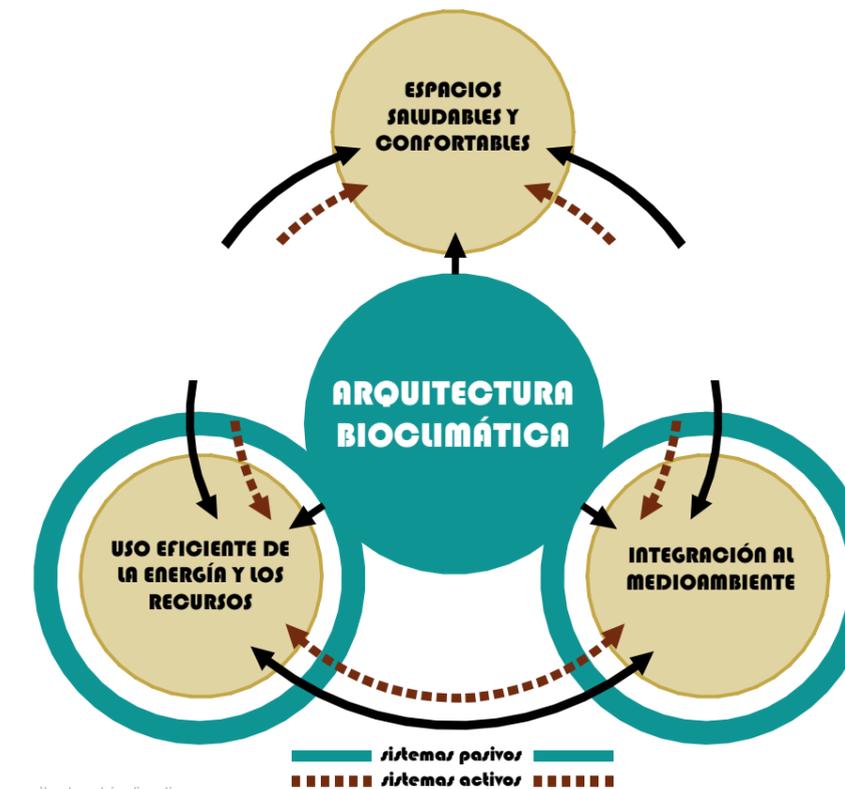


Figura 14. Estrategias de arquitectura bioclimática
Fuente: MUNDO HVAC&R

La arquitectura bioclimática representa un componente esencial de la arquitectura sostenible, ya que permite diseñar edificios que aprovechan de manera óptima los recursos naturales y reducen su impacto ambiental. A través de estrategias como el diseño pasivo, la ventilación natural y el uso de materiales adecuados, es posible mejorar la eficiencia energética y el confort térmico de los espacios habitables. La investigación y el desarrollo de nuevas tecnologías seguirán desempeñando un papel clave en la evolución de este enfoque arquitectónico hacia un futuro más sostenible.

2.3.2 Aplicación de eficiencia energética a viviendas colectivas.

Los principios CEELA enfocados en diseño y construcción son lineamientos que promueven prácticas arquitectónicas y constructivas basadas en la sostenibilidad, la eficiencia energética y el respeto por el entorno natural. Estos principios buscan reducir la huella ambiental de los proyectos, optimizar el uso de energía y agua, y garantizar el confort térmico de los ocupantes mediante el uso de tecnologías pasivas y materiales sostenibles (CEELA 2022).

Zhovkva (2020) y Sanglier Contreras (2021) destacan su importancia en la sostenibilidad y los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS), proporcionando soluciones prácticas y beneficios ambientales. Jourda (2015) señala la importancia de considerar la geometría de las edificaciones y su ubicación, de manera que su diseño permita la creación de espacios bien iluminados por la luz solar, con una ventilación controlada y la integración de áreas verdes permeables que contribuyan al confort térmico y la sostenibilidad del entorno.

Para Heywood (2017), el diseño e implementación de huertos comunitarios podría ayudar al abastecimiento de alimentos para las comunidades que habitan un espacio, donde, las terrazas balcones o cubiertas puedan aprovecharse para generar agricultura en pequeña escala, permitiendo la obtención de alimentos, lo que reduce la huella ecológica.

Jourda (2015) sostiene que es fundamental aprovechar los recursos naturales para reducir la dependencia de las redes públicas, promoviendo estrategias como la recolección y el tratamiento de aguas pluviales, así como el compostaje de aguas residuales, las cuales pueden reutilizarse para fines domésticos o el riego de áreas verdes.

Así también, Heywood (2016) enfatiza la importancia de conocer los registros anuales de precipitación y los vientos predominantes en cada proyecto, ya que estos factores pueden influir en el enfriamiento de la edificación. Si no se consideran adecuadamente, podrían generar un

aumento en el consumo energético para compensar la pérdida de calor. Por su parte Manzano et al. (2015) enfatizan que el diseño arquitectónico debe garantizar el confort a través de estrategias bioclimáticas, permitiendo optimizar las condiciones térmicas del espacio y evitando el uso innecesario de energía proveniente de fuentes activas.

En zonas climáticas frías, es fundamental maximizar la incidencia solar sobre elementos captadores de calor, como una envolvente con alta masa térmica que favorezca la acumulación y retención del calor en el interior (MIDUVI, 2011). Esto permite mantener un confort térmico adecuado sin depender de sistemas artificiales de climatización.

A través de la implementación de tecnologías pasivas, el aprovechamiento de la radiación solar, la gestión eficiente del agua y la incorporación de espacios verdes, es posible mejorar la eficiencia energética y garantizar el confort térmico.

Así también se consideran los principios de diseño y construcción del proyecto CEELA, los cuales se dividen en nueve estrategias para lograr una optimización energética en cualquier tipo de proyecto.

1. Diseño integrado:

Implica la integración de la arquitectura y la ingeniería desde las primeras fases de planificación del proyecto, con el objetivo de optimizar el desempeño energético del edificio y garantizar condiciones óptimas de confort térmico. Esto se logra mediante un enfoque interdisciplinario que considera estrategias pasivas y activas de eficiencia energética, la selección de materiales adecuados, el aprovechamiento de recursos naturales y la implementación de tecnologías sostenibles desde el inicio del diseño hasta la ejecución y operación del edificio.

2. Control de radiación directa:

Implementar medidas para regular el impacto de la radiación solar directa es fundamental. Para ello, es necesario considerar desde la fase de planificación la trayectoria del sol, lo que permitirá definir adecuadamente la forma y orientación del edificio. Además, es importante diseñar la distribución de los espacios internos de manera estratégica, asegurando que aprovechen las ganancias térmicas para mejorar la eficiencia energética y el confort térmico (Heywood, H. 2016).

3. Energía incorporada:

Minimizar la energía incorporada en los materiales de construcción y evaluar su ciclo de vida es clave para reducir el impacto ambiental (CEELA, 2022). Utilizar materiales locales y reciclados disminuye la huella de carbono, apoya la economía circular y promueve prácticas sostenibles en el sector de la construcción.

4. Aislamiento térmico de la envolvente:

Proporcionar aislamiento en los techos para optimizar el intercambio de energía térmica entre el interior y el exterior de un edificio. Además considerar el clima local para lograr confort térmico de manera eficiente y sostenible (CEELA 2022). Existen diversos tipos de sistemas constructivos que ayudan a reducir el consumo de energía mediante el aislamiento térmico que ofrecen para muros, cubiertas y pisos (MIDUVI 2011).

5. Reducción de materiales tóxicos:

Es importante evitar el uso de componentes en el proyecto que liberen materiales tóxicos al aire interior (CEELA, 2022). Gabino et al. (2014) sostienen que también se debe prevenir el uso de materiales que puedan contaminar el sistema de recolección de aguas pluviales, con el fin de mantener un manejo responsable del agua.

6. Movimiento del aire:

La ventilación cruzada mejora el confort térmico y la calidad del aire al aprovechar las diferencias de presión y temperatura entre lados opuestos del edificio, permitiendo la circulación de aire fresco (MIDUVI, 2011). Según CEELA (2022), esta estrategia no solo contribuye a un ambiente interior más saludable, sino que también reduce la necesidad de sistemas de ventilación artificial, lo que resulta en un significativo ahorro energético y mayor eficiencia.

7. Reducción de combustibles fósiles:

Todos los electrodomésticos en los departamentos deben contar con la etiqueta de eficiencia energética (CEELA 2022), con el fin de reducir la demanda de energía, la cual debe ser igual o inferior a 34,1 kW/m², abarcando el consumo de climatización, iluminación, electrodomésticos, equipos y gas (Quesada, F. 2018).

8. Enfriamiento nocturno:

En climas secos o en aquellos con bajos índices de humedad, es fundamental implementar estrategias de enfriamiento en los edificios durante la noche, con el objetivo de asegurar una temperatura interior adecuada para el día siguiente (CEELA, 2022). Este enfriamiento nocturno permite que el edificio acumule el aire fresco, reduciendo la necesidad de sistemas de climatización durante el día y mejorando el confort térmico de los ocupantes.

9. Diseño bioclimático en exteriores:

Optimizar los espacios exteriores es fundamental para garantizar el confort térmico de los ocupantes (CEELA, 2022). Diseñar jardines, terrazas y áreas sombreadas que favorezcan la circulación del aire y utilicen materiales adecuados ayuda a regular la temperatura exterior, mejorando el bienestar y reduciendo la necesidad de climatización artificial (Jourda, F. 2012).

Se recomienda que los proyectos de diseño y construcción sigan estos principios, que promueven la eficiencia energética y la sostenibilidad desde las fases iniciales. Un diseño integrado entre arquitectura e ingeniería optimiza el desempeño energético del edificio. Estrategias como el control de la radiación solar, la selección de materiales sostenibles, el aislamiento térmico adecuado y la ventilación cruzada garantizan el confort térmico y reducen el consumo energético, mejorando la calidad del aire interior sin depender de sistemas artificiales de climatización.

Además, es importante utilizar recursos de manera responsable, como la recolección de aguas pluviales y la eficiencia energética en electrodomésticos. Estas prácticas contribuyen a reducir la huella ambiental de los proyectos. Adoptarlas mejora la eficiencia energética de los edificios, como también fomenta un entorno más saludable, alineado con los objetivos globales de sostenibilidad.

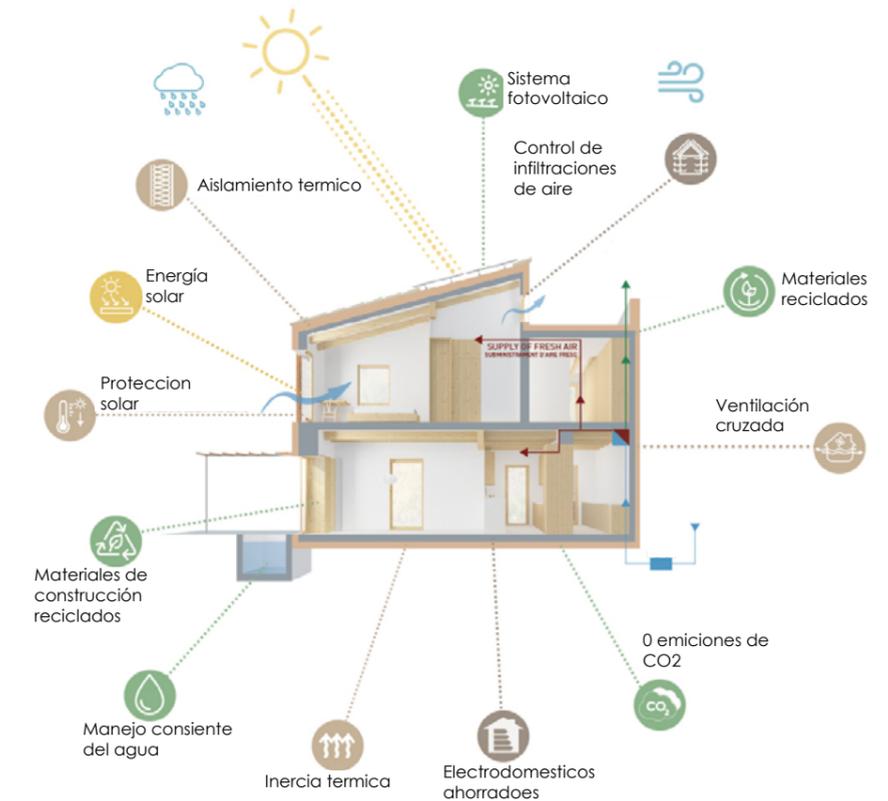


Figura 15. Principios CEELA de eficiencia energética aplicada a la vivienda. Fuente: Agustina Iñiguez

2.3.3 Tecnologías y prácticas para el uso eficiente de energía.

La gestión eficiente de la energía en edificaciones es esencial para fortalecer la sostenibilidad y optimizar el uso de los recursos disponibles. Implementar estas 6 estrategias innovadoras permite minimizar el impacto ambiental y mejorar el funcionamiento de las infraestructuras (CEELA, 2022).

Según Quesada, F. et al (2018) la demanda de energía en un edificio debe ser menor o igual a 34,1 kWh/m², asimismo, concientizar y capacitar a los usuarios desempeña un papel fundamental en la reducción del consumo energético (Murugesan, L. et al 2015). Paralelamente, Jourda, F. (2012) afirma que la optimización en el uso del agua mediante su captación y reutilización contribuye a una administración más responsable de los recursos hídricos.

Estas acciones no solo reducen costos operativos, sino que también favorecen la conservación del entorno y el desarrollo de edificaciones resilientes.

10. Equipos eléctricos y luminarias eficientes:

Emplear equipos de alta eficiencia y aprovechar la luz natural permite reducir el consumo de energía, disminuir costos y limitar la acumulación de calor en los espacios. Estas acciones favorecen el confort térmico y promueven la sostenibilidad, contribuyendo a un uso más responsable de los recursos (CEELA 2022).

11. Comportamiento de los usuarios:

Promover la capacitación y el desarrollo de hábitos responsables es clave para una gestión eficiente de los recursos en el edificio. Esto contribuye a optimizar el consumo, reducir desperdicios y fomentar una cultura de sostenibilidad entre los usuarios. (CEELA 2022). Asimismo según Loggia, C. et al (2015) para obtener un desarrollo sostenible es fundamental que el proceso de concepción de un proyecto contemple la participación de la comunidad a la que está dirigida el edificio.

12. Manejo consciente del agua:

La recolección de agua pluvial para riego y uso sanitario, combinada con grifería y sistemas de bajo consumo, contribuye a una gestión más eficiente del recurso hídrico (CEELA, 2022). Según Quesada, F. et al. (2018), es fundamental emplear dispositivos ahorradores de agua potable, como inodoros de 4,8 litros por descarga, urinarios de 1,9 litros, grifos y duchas con aireadores y llaves reguladoras de presión para optimizar el consumo.

13. Climatización eficaz:

El uso de ventilación cruzada y patios interiores permite regular la temperatura de forma natural, así como, promueve la circulación de aire lo que mejora el confort ambiental (CEELA 2022). Así también se deben proyectar muros orientados hacia la trayectoria solar para que los mismo acumulen calor y lo transmitan dentro de la edificación (MIDUVI 2011).

14. Autogeneración de energía renovable:

La implementación de sistemas de calentamiento de agua mediante energía solar, junto con el uso de paneles solares para generar electricidad, favorece la sostenibilidad energética (CEELA, 2022). Según Llanes, E. et al. (2017) en Ochoa, P. et al. (2020) en la zona continental lluviosa de Ecuador, la radiación solar horaria varía entre 500 y 1300 Wm⁻² entre las 09h00 y 15h00, permitiendo una disponibilidad de seis horas de sol diarias, lo que hace viable el uso de sistemas fotovoltaicos como alternativa energética sostenible.

15. Monitoreo:

El monitoreo constante del consumo de energía, agua y condiciones internas del edificio permite identificar mejoras, optimizar recursos y garantizar un funcionamiento sostenible. Además, informa a los usuarios, promoviendo hábitos responsables para un uso eficiente de los recursos (CEELA, 2022).

La adopción de tecnologías y prácticas eficientes en el uso de la energía es clave para promover la sostenibilidad en edificaciones. Estrategias como la optimización del consumo eléctrico, la gestión responsable del agua, la climatización pasiva y la autogeneración de energía renovable contribuyen a reducir el impacto ambiental y mejorar la eficiencia operativa. Asimismo, la capacitación de los usuarios y el monitoreo continuo del consumo son esenciales para fomentar hábitos sostenibles y garantizar un uso eficiente de los recursos.

El aprovechamiento de la luz natural, el empleo de equipos de alta eficiencia y la captación de agua pluvial permiten disminuir costos y mejorar el confort térmico. Integrar estas soluciones en el diseño arquitectónico y considerar la participación de la comunidad son pasos fundamentales para desarrollar edificaciones resilientes y sostenibles, alineadas con los principios de eficiencia energética y conservación ambiental.



Figura 16. Tecnología para un manejo consciente del agua
Fuente: Augusta Iniguez

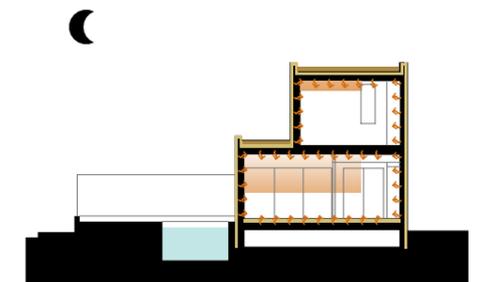


Figura 16. Tecnología para un confort termico
Fuente: Augusta Iniguez

2.4 Síntesis

Se examinan diversos factores que intervienen en el desarrollo de la vivienda colectiva, con el objetivo de alcanzar eficiencia energética y bioclimática. Estos aspectos no solo favorecen la sostenibilidad del entorno construido, sino que también contribuyen a la mitigación del impacto ambiental y a la optimización del uso de los recursos. La densificación urbana es una estrategia clave para enfrentar el crecimiento descontrolado de las ciudades, promoviendo un desarrollo más sostenible mediante el uso eficiente del suelo, la mejora de la conectividad y el fortalecimiento de los espacios públicos. En Cuenca, Ecuador, el crecimiento urbano ha sido disperso, con una densidad poblacional de 38 hab/ha, muy inferior a los 240 hab/ha recomendados. Este fenómeno responde a la falta de coordinación entre la planificación y la ejecución de políticas de uso del suelo, lo que ha elevado los costos de vivienda en el centro urbano y fomentado la expansión hacia la periferia. Para contrarrestar este problema, se han implementado ordenanzas que incentivan la construcción de viviendas unifamiliares y colectivas en áreas consolidadas, con el objetivo de reducir el déficit habitacional.

La vivienda colectiva desempeña un papel crucial en la densificación urbana, adaptándose a los cambios en la composición familiar y las dinámicas sociales. Debe ser flexible y funcional, integrando espacios que fomenten tanto la convivencia como la autonomía individual. Sin embargo, en ciudades intermedias como Cuenca, los proyectos de vivienda colectiva suelen ubicarse en la periferia debido al menor costo del suelo, lo que genera desarrollos sin identidad social y contribuye a la dispersión urbana. Por ello, la arquitectura de la vivienda colectiva debe establecer un diálogo entre el espacio construido, el usuario y el contexto urbano, promoviendo la cohesión social y la sostenibilidad.

La sostenibilidad en la vivienda colectiva abarca dimensiones económicas, ambientales y sociales. En el ámbito económico, se busca reducir costos operativos mediante la eficiencia energética y el uso de tecnologías renovables. Ambientalmente, es fundamental minimizar el impacto ecológico con materiales sostenibles y diseños bioclimáticos que optimicen la iluminación y ventilación natural. En la dimensión social, garantizar

viviendas accesibles y promover la participación comunitaria fortalece el sentido de pertenencia y la integración social.

La eficiencia energética y el diseño bioclimático son esenciales para la sostenibilidad en la vivienda colectiva. Estrategias como el aislamiento térmico, la ventilación cruzada y la utilización de energías renovables permiten reducir el consumo energético y mejorar el confort térmico. Asimismo, la integración de paneles solares y sistemas de captación de agua pluvial contribuye a la autosuficiencia energética y al uso responsable de los recursos.

La densificación urbana y la vivienda colectiva sostenible son fundamentales para enfrentar los desafíos del crecimiento urbano. La planificación arquitectónica debe priorizar aspectos sociales, ambientales y económicos, fomentando la participación ciudadana y el uso de tecnologías eficientes para mejorar la calidad de vida y preservar los recursos naturales.

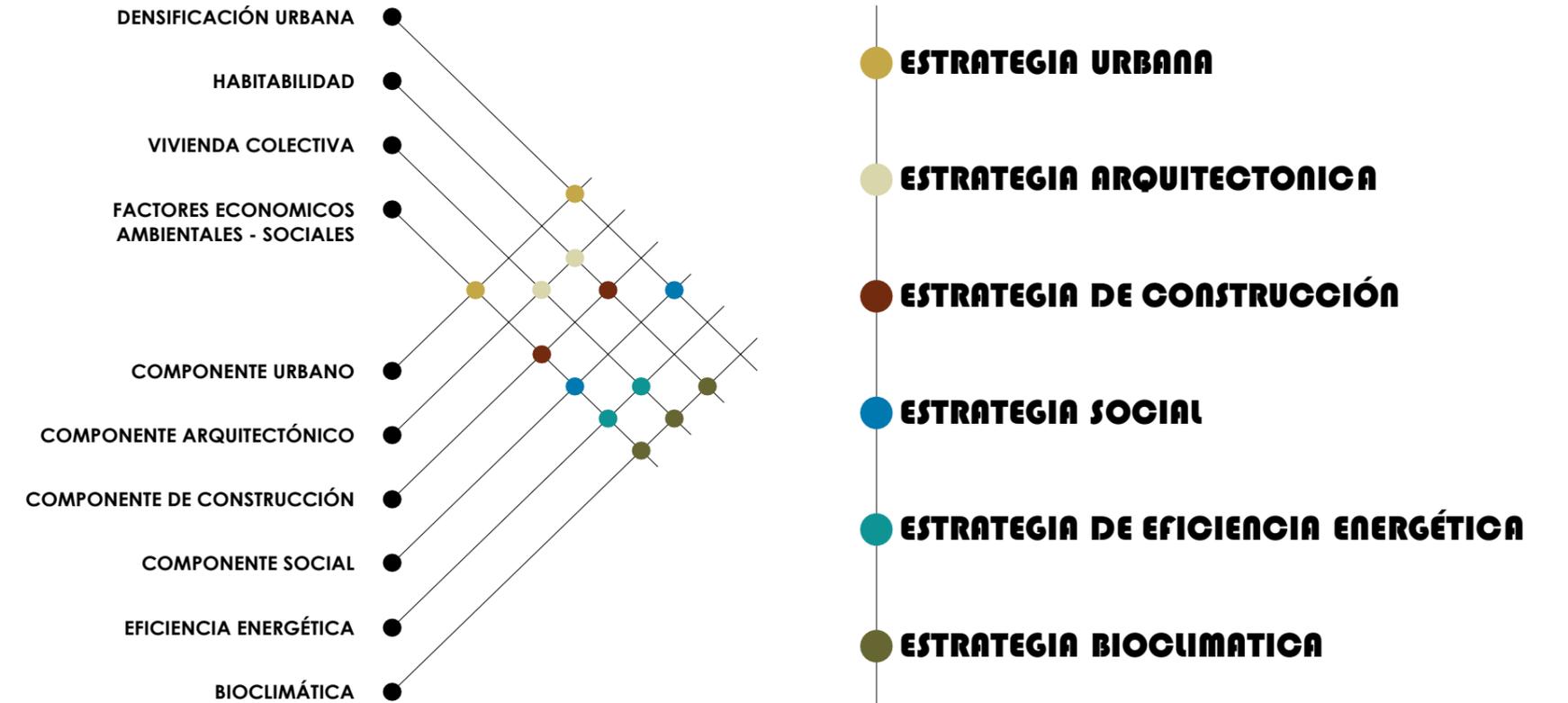


Figura 18. Estrategias de proyección.
Fuente: Autoría propia

03

CASOS DE ESTUDIO

Se han identificado y analizado proyectos arquitectónicos que destacan por la aplicación de estrategias de eficiencia energética, bioclimática y sostenibilidad. El objetivo es extraer principios de diseño, técnicas constructivas y tecnologías aplicadas que puedan ser replicadas o adaptadas a distintos contextos arquitectónicos, promoviendo soluciones innovadoras y eficientes.

La selección de los casos de estudio se realizó mediante un proceso de evaluación comparativa, basado en una tabla de análisis que permitió contrastar diversos parámetros clave. Entre los criterios considerados para la elección de los proyectos destacan el uso de materiales sostenibles, la incorporación de estrategias para la eficiencia energética, la innovación en el diseño bioclimático y la integración armoniosa con el entorno natural y urbano. Estos aspectos fueron evaluados tanto desde un enfoque cualitativo como cuantitativo, considerando la eficiencia térmica y energética, el impacto ambiental del ciclo de vida de los

materiales empleados, la adaptabilidad del diseño a diversas condiciones climáticas y su relación con el contexto inmediato.

Además, se analizaron estrategias específicas para el aprovechamiento de energías renovables, ventilación e iluminación natural, gestión eficiente de residuos y optimización del uso del agua. Estos factores son esenciales para el desarrollo de proyectos arquitectónicos que no solo minimicen su impacto ambiental, sino que también mejoren el confort y la calidad de vida de los usuarios.

El estudio detallado de estos referentes arquitectónicos permitirá definir estrategias de diseño más eficaces y contextualizadas, que respondan a los desafíos actuales en materia de eficiencia energética y arquitectura bioclimática. Se busca generar conocimientos aplicables a nuevas propuestas arquitectónicas, fomentando prácticas responsables y sostenibles en el sector de la construcción.

SELECCIÓN DE CASOS DE ESTUDIO									
VALORACIÓN DE REFERENTES									
DATOS GENERALES	Nombre	Heliopolis	BoscoV verticale	Bullitt Center	Edificio IQON	ParkRoyal	aB orda	OneCentral Park	Unidad Habitacional de Marcella
	Ubicación	Brasil	Italia	Estados Unidos	Ecuador	Singapore	España	Australia	Francia
	Autor/es:	Biselli Katchborian	Coeri Studio	Miller Hull Partnership	Bjarke Ingels	OHA	Lacol	Ateliers Jean Nouvel	Le Corbusier
	Año:	2014	2014	2013	2022	2013	2018	2014	1952
DATOS DEL PROYECTO	ESTRATEGIA URBANA	5	3444				4	34	
	ESTRATEGIA ARQUITECTÓNICA	4	3433				4	45	
	ESTRATEGIA CONSTRUCTIVA	2	3443				4	34	
	ESTRATEGIA ANIVEL SOCIAL	3	3533				5	35	
	ESTRATEGIA BIOCLIMÁTICA	4	4534				5	34	
	EFICIENCIA ENERGÉTICA	3	4544				5	44	
PUNTAJE		21	20	27	21	21	27	20	26

3.1 Caso de estudio 1

Unidad Habitacional de Marsella

Arquitecto: Le Corbusier

Ubicación: Marsella, Francia

Área: 67,320 m²

Año: 1952



Figura 19. Unidad Habitacional de Marsella
Fuente: Hormigón al Día

3.1.1 Descripción del proyecto

La Unidad Habitacional de Marsella, diseñada por Le Corbusier, es un prototipo de vivienda colectiva basado en la idea de ciudad vertical. Construida en hormigón armado, presenta una estructura elevada sobre pilotes, con un diseño modular (FIG20) que optimiza la funcionalidad y la ergonomía según el sistema Modular.

Con 337 apartamentos tipo dúplex, el edificio integra espacios comerciales, recreativos y comunitarios, incluyendo una azotea con gimnasio y áreas de esparcimiento. Su diseño busca la autosuficiencia urbana, promoviendo la interacción social en corredores internos y tiendas dentro del edificio.



Figura 20. Diversidad de tipologías habitacionales
Fuente: Redibujo (Autoría propia)

3.1.2 Estrategias de Componente Social

La Unidad Habitacional de Marsella aborda la sostenibilidad social mediante el diseño de espacios que fomentan la convivencia y la calidad de vida. Su configuración promueve la interacción entre los residentes a través de áreas comunes, facilitando la construcción de lazos comunitarios. Además, integra servicios esenciales dentro del edificio, como comercios y espacios recreativos, reduciendo la dependencia del entorno urbano y fortaleciendo la autonomía de los habitantes. La distribución de las viviendas permite el acceso equitativo a la luz natural y la ventilación, mejorando el confort ambiental. La inclusión de terrazas y espacios abiertos favorece la recreación y el bienestar físico. El diseño modular garantiza eficiencia y adaptabilidad a distintas necesidades familiares, asegurando una vivienda digna (FIG 21). Estas estrategias contribuyen a un modelo de hábitat que prioriza la cohesión social, el bienestar colectivo y la creación de una comunidad autosuficiente en un entorno arquitectónico innovador.

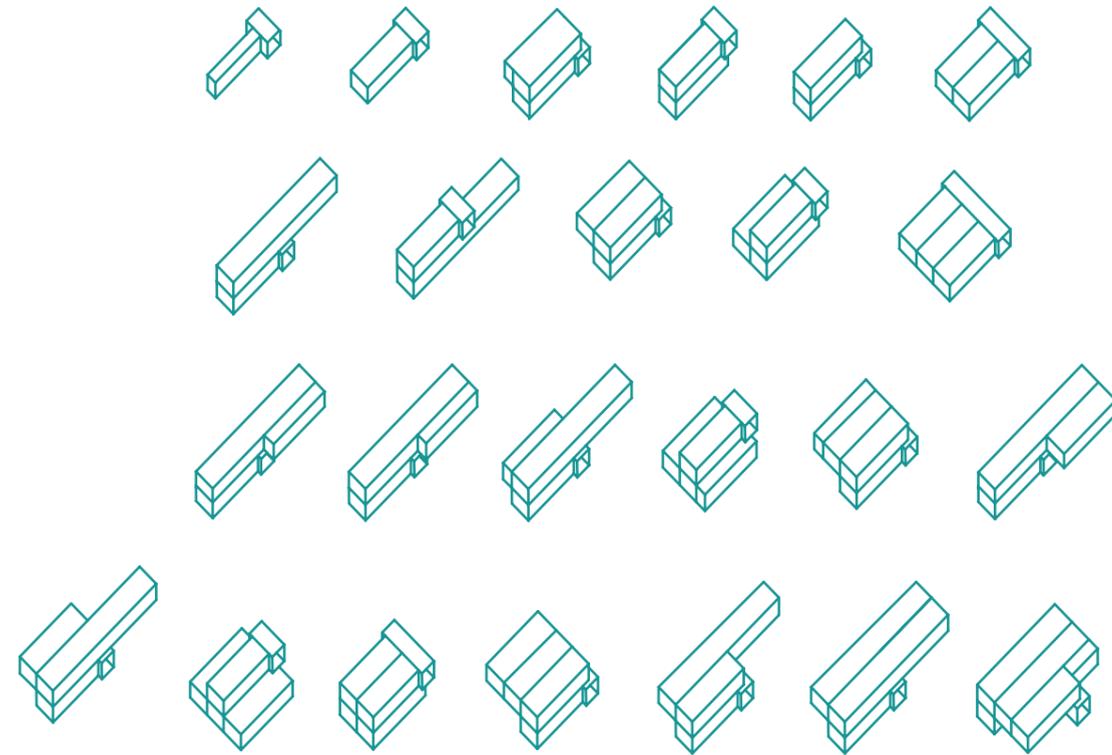


Figura 21. Diversos módulos para diferentes núcleos familiares
Fuente: Redibujo (Auroita Propia)

3.1.3 Estrategias Bioclimáticas

La Unidad Habitacional de Marsella integra principios de arquitectura sostenible mediante estrategias pasivas y de diseño eficiente. Su estructura en hormigón armado garantiza durabilidad y reduce la necesidad de mantenimiento constante. El uso de pilotis eleva el edificio, permitiendo ventilación cruzada en la planta baja y optimizando el confort térmico. Los apartamentos tipo dúplex están diseñados para maximizar la luz natural y la circulación de aire, reduciendo el consumo energético.

La fachada de brise-soleil controla la incidencia solar, mejorando la eficiencia térmica (FIG 22). Además, la azotea no solo ofrece áreas recreativas, sino que también ayuda a la regulación térmica del edificio. La combinación de vivienda, comercio y servicios en un solo espacio minimiza la movilidad forzada y fomenta un entorno más sostenible.

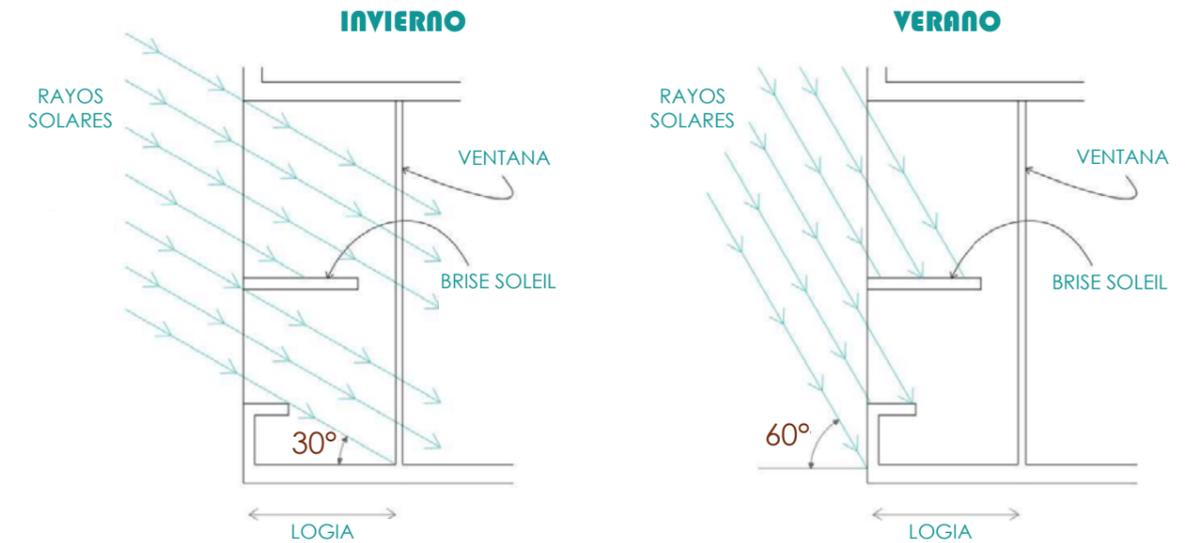


Figura 22. Esquema de iluminación y ventilación en la Unidad Habitacional de Marsella
Fuente: Redibujo (Autoría propia)

3.2 Caso de estudio 2

Edificio Bullitt Center

Arquitectos: Miller Hull

Ubicación: Seattle, Estados Unidos

Área: 4.800 m²

Año: 2013



Figura 23. Edificio Bullitt Center considerado un de los edificios energéticamente más eficientes
Fuente: Construmedia

3.3.1 Descripción del proyecto

El Bullitt Center, ubicado en Seattle, Estados Unidos, y diseñado por el despacho Miller Hull, es uno de los edificios comerciales más sostenibles del mundo. Cuenta con seis pisos y un área de aproximadamente 4,800 metros cuadrados.

El edificio ha obtenido la certificación Living Building Challenge (LBC), siendo energéticamente autosuficiente y recolectando agua de lluvia para su uso (FIG 24). Utiliza materiales no dañinos para la salud y el medio ambiente, maximiza la luz natural, cuenta con un sistema de ventilación natural, y baños de compostaje, y emplea calefacción geotérmica.

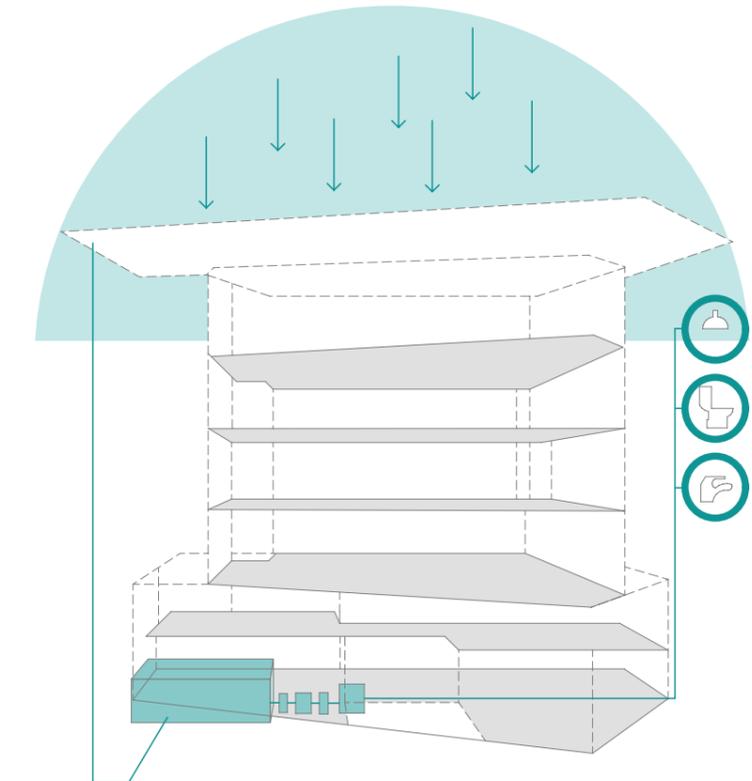


Figura 24. Fachada del Edificio Bullitt Center
Fuente: Schuchart

3.3.2 Estrategias de Componente Social

El Bullitt Center promueve el uso de transportes sostenibles ofreciendo estacionamientos para bicicletas y acceso conveniente a transporte público. Las ubicaciones estratégicas de paradas de autobús y rutas para ciclistas resaltan el compromiso del edificio con la movilidad sostenible.

También el diseño del edificio prioriza la salud de los ocupantes, al generar espacios saludables entre ellos se encuentra la prioridad de las visuales hacia la naturaleza, ventanas automáticas que se abren o cierran de acuerdo al clima (FIG 23) y escaleras accesibles, animando a los trabajadores a evitar el uso excesivo del ascensor en favor de un mayor movimiento físico.

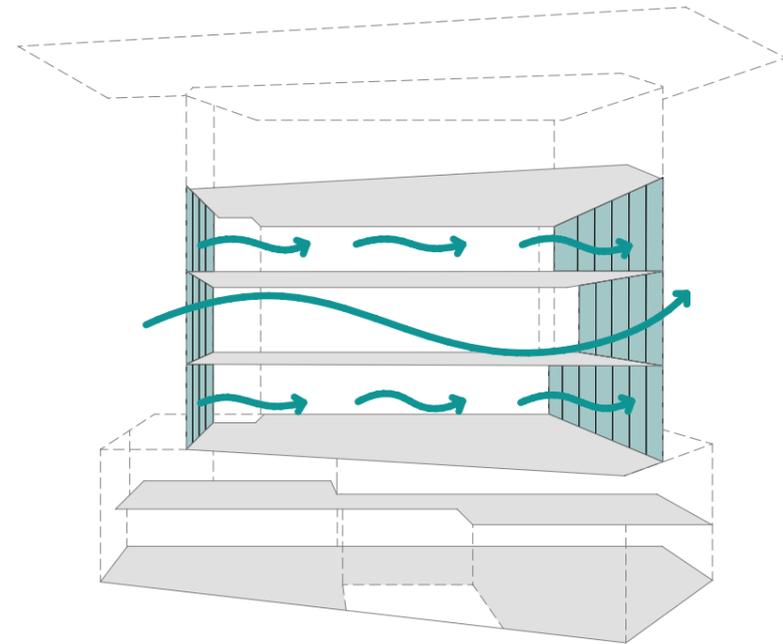


Figura 23. Ventilación por medio de ventanales automáticos
Fuente: Redibujo (Autoría propia)

3.3.3 Estrategias de Sostenibilidad

El Bullitt Center es un modelo de arquitectura sustentable que optimiza el uso de recursos naturales y minimiza su impacto ambiental. Su diseño incorpora luz y ventilación natural mediante ventanas automatizadas que regulan el flujo de aire según el clima, mejorando la eficiencia energética. La protección solar pasiva controla la ganancia de calor, mientras que un sistema geotérmico mantiene la temperatura interior estable (FIG 24).

Su autosuficiencia energética se logra a través de paneles solares que cubren casi el 100% de sus necesidades (FIG 25). Además, el edificio recolecta y reutiliza el agua de lluvia, tratándola incluso para consumo humano. La construcción empleó materiales sostenibles libres de compuestos tóxicos, y su gestión de residuos incluye baños de compostaje. Un avanzado sistema de monitoreo optimiza el consumo de energía en tiempo real, asegurando su eficiencia.

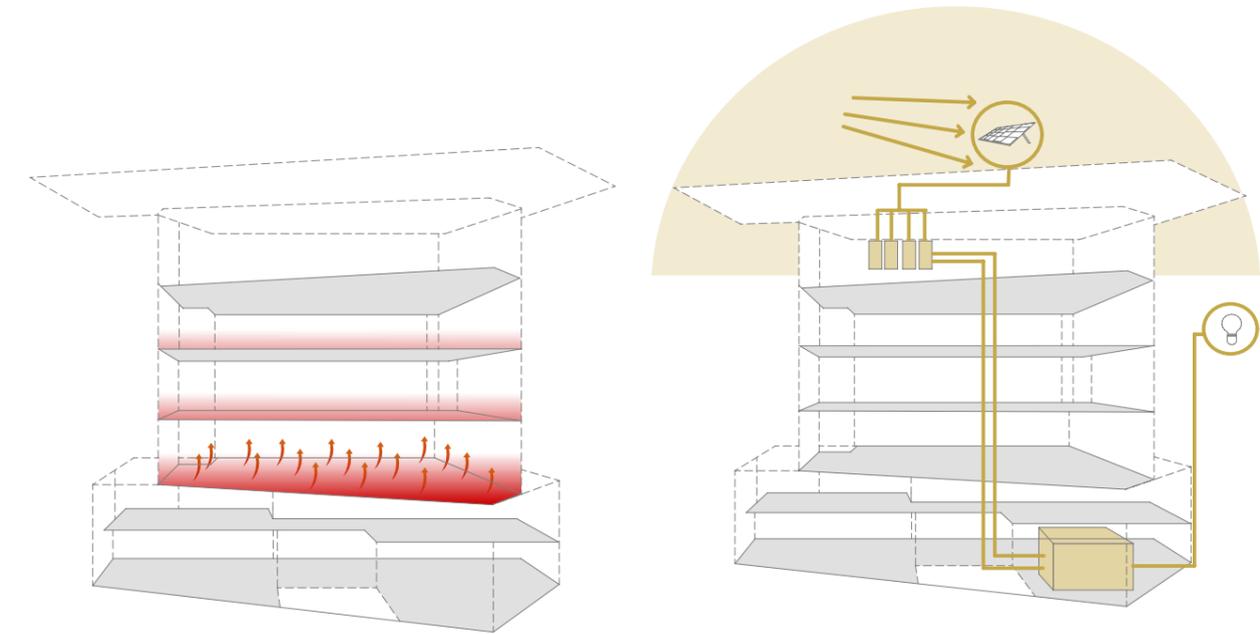


Figura 24. Sistema geotérmico en el edificio Bullitt Center
Fuente: Redibujo (Autoría propia)

Figura 25. Paneles fotovoltaicos en el edificio Bullitt Center
Fuente: Redibujo (Autoría propia)

3.3 Caso de estudio 3

Edificio La Borda

Arquitectos: Lacol

Ubicación: Barcelona, España

Área: 3000 m²

Año: 2018

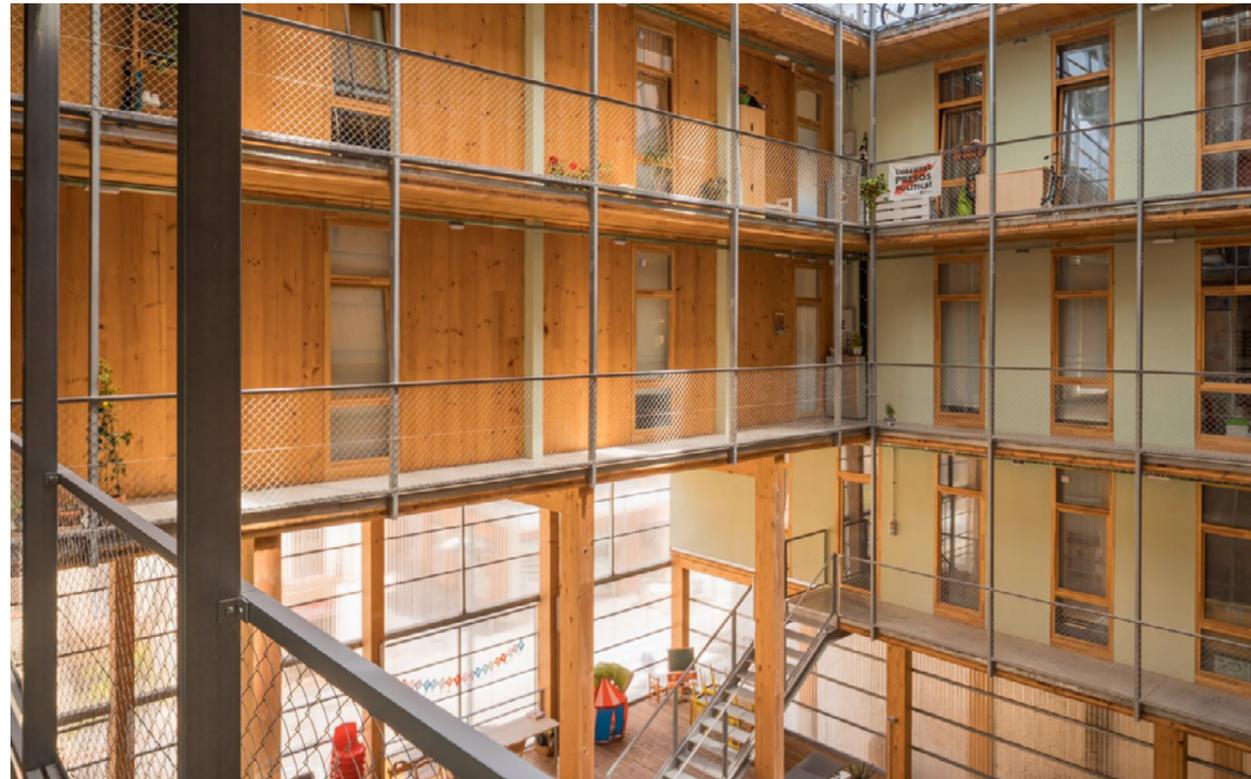


Figura 26. Edificio La Borda por los arquitectos Lacol
Fuente: Lluc Miralles (2022)

3.2.1 Descripción del proyecto

Un innovador edificio de vivienda colectiva ubicado en el barrio de Sants de Barcelona. Este proyecto colectivo surgió como una respuesta a la necesidad de viviendas asequibles y sostenibles. Inspirado en el movimiento de cesión de uso, La Borda busca democratizar el acceso a la vivienda y fomentar la vida comunitaria.

El edificio cuenta con 28 viviendas con diversas tipologías (40, 60 y 75m²), las cuales han sido personalizadas de acuerdo al usuario (FIG 27), además cuenta con aproximadamente un 20% de la superficie total en espacios comunes los cuales incluyen cocina, comedor, lavandería, zonas de trabajo y terrazas, promoviendo la interacción y reduciendo la necesidad de recursos individuales.

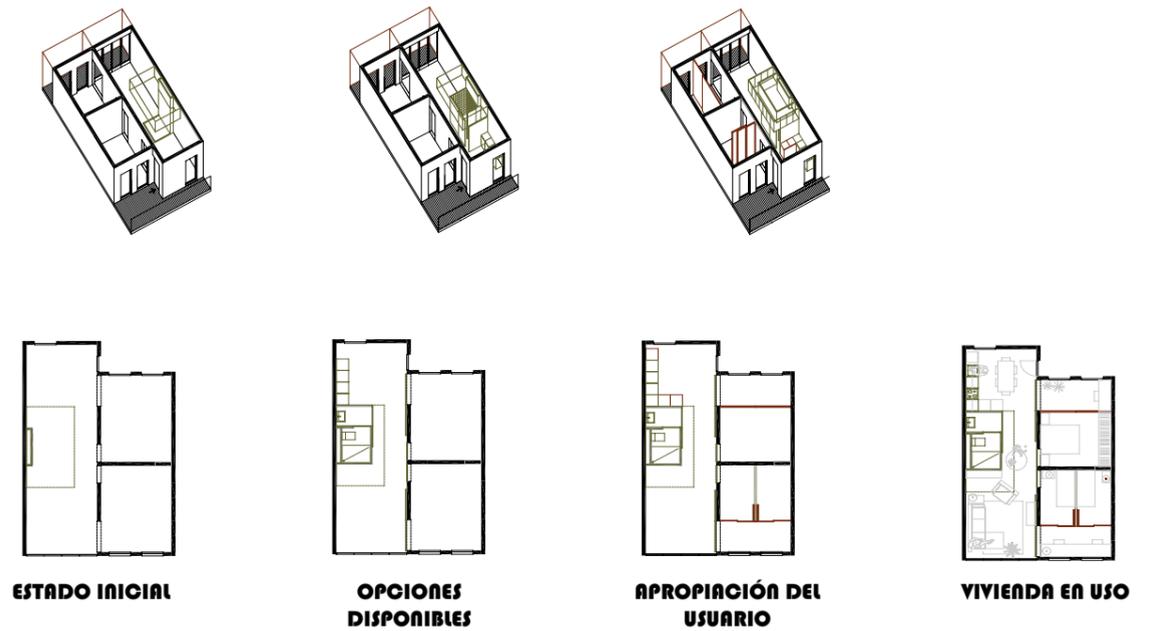


Figura 27. Flexibilidad y adaptabilidad en planta de vivienda para el edificio.
Fuente: Grupo CONSTRUIBLE (2019)

3.2.2 Estrategias de Componente Social

El edificio se emplazó con el objetivo de integrar los espacios comunitarios a través de patios interconectados con el espacio público, ya que estos se encuentran en la planta baja y fomentan la cohesión social entre los usuarios, así como, diversas tipologías de vivienda para diversos propietarios que habitan el edificio (FIG 28).

Se implementaron estrategias clave a nivel constructivo como social para reducir la huella de carbono, como la eliminación de un parqueadero subterráneo y la optimización del confort en las viviendas, redistribuyendo parte de las áreas a espacios comunitarios donde la demanda de confort es menos exigente.

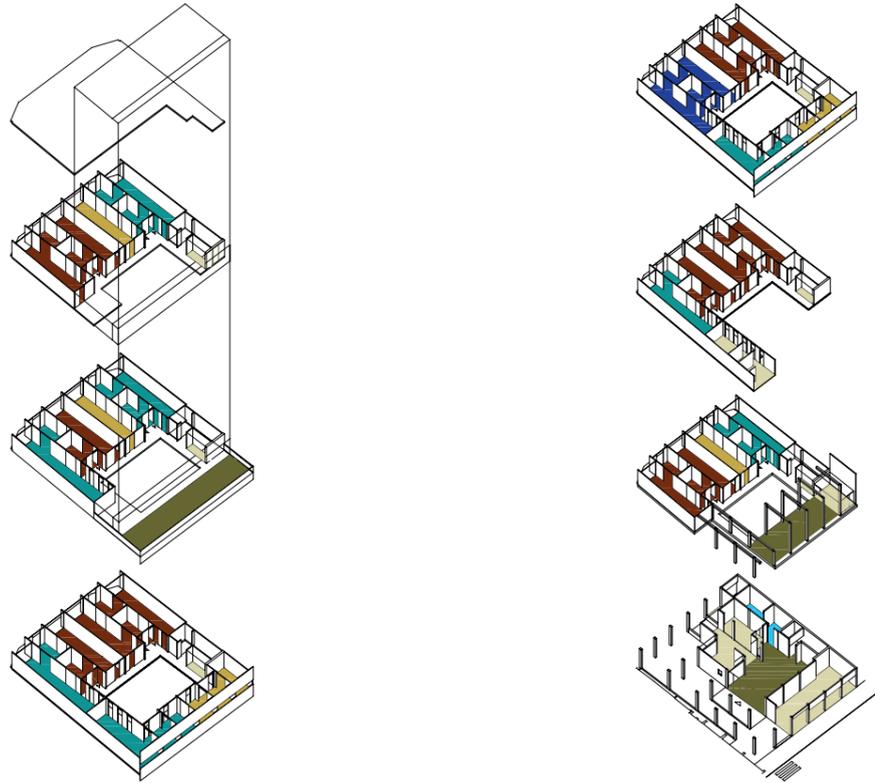


Figura 28. Diversas tipologías y modulus de vivienda.
Fuente: Lacol (2022)

3.2.3 Estrategias Bioclimáticas

El proyecto incorpora estrategias bioclimáticas pasivas, como el diseño de un invernadero que cubre el patio, permitiendo captar la radiación solar en invierno (FIG 29) y generando un efecto chimenea para mejorar la ventilación en verano (FIG 30). Estas medidas se complementan con una buena estanqueidad al aire, el aprovechamiento de la inercia térmica de los materiales y un aislamiento térmico optimizado. Además, el edificio cuenta con un sistema cen-

tralizado de generación térmica a través de una caldera de biomasa, que proporciona agua caliente y climatización de manera eficiente, optimizando la infraestructura y mejorando el rendimiento general. Este enfoque permite prescindir de combustibles fósiles, logrando un consumo energético completamente renovable.

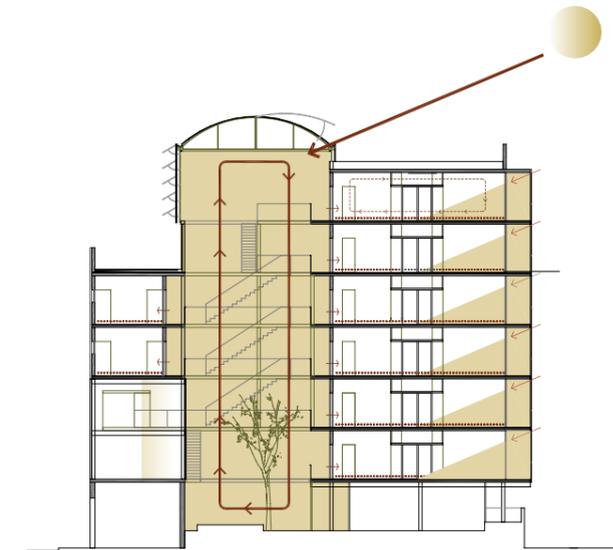


Figura 29. Funcionamiento bioclimático en invierno para captar el calor.
Fuente: Grupo CONSTRUIBLE (2019)

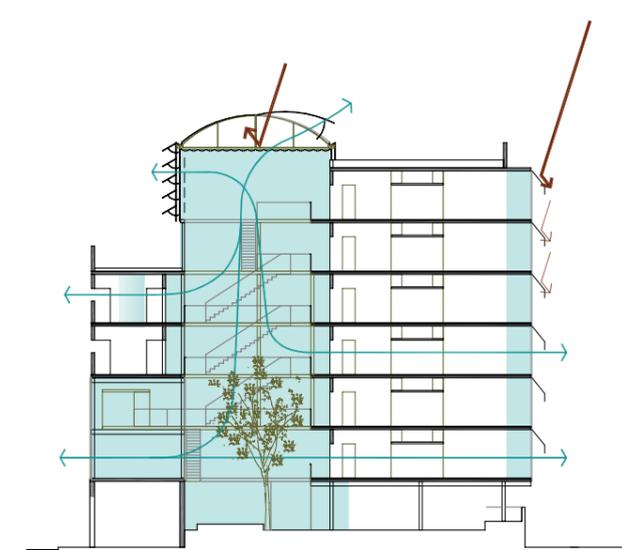


Figura 30. Funcionamiento bioclimático en verano para generar ventilación cruzada por todo el edificio.
Fuente: Grupo CONSTRUIBLE (2019)

3.4 Consideración de estrategias

Los casos de estudio analizados destacan por su integración de estrategias urbanas, arquitectónicas, constructivas, sociales, de eficiencia energética y bioclimáticas, sirviendo como modelos replicables para un diseño sostenible. Se identificaron principios y tecnologías que optimizan recursos y minimizan el impacto ambiental.

A nivel urbano, estos proyectos favorecen la integración con el entorno y la movilidad sostenible. En el ámbito arquitectónico, priorizan la ventilación cruzada, el aprovechamiento de la luz natural y la flexibilidad espacial. Constructivamente, utilizan materiales sostenibles y sistemas eficientes para reducir la huella ecológica.

El Edificio La Borda en Barcelona representa un modelo de vivienda colectiva sostenible. Su diseño social fomenta la interacción mediante espacios compartidos, mientras su estrategia bioclimática incluye un invernadero para optimizar la captación solar y la ventilación. Además, emplea calefacción con biomasa, evitando combustibles fósiles.

El Bullitt Center en Seattle es un referente en arquitectura comercial sostenible. Su construcción con materiales no tóxicos, la autosuficiencia energética mediante paneles solares y su eficiencia térmica con protección solar pasiva y climatización geotérmica lo convierten en un modelo ecológico. Su diseño promueve el transporte sostenible y la optimización de recursos mediante monitoreo en tiempo real.

La Unidad Habitacional de Marsella, de Le Corbusier, destaca por su eficiencia espacial y cohesión social. Su diseño modular maximiza la luz natural y la ventilación cruzada, mientras que la integración de comercios y servicios minimiza la movilidad forzada, promoviendo la sostenibilidad urbana.

El análisis de casos demuestra cómo la arquitectura puede equilibrar eficiencia energética, diseño bioclimático y cohesión social para generar espacios habitables y sostenibles.



UNIDAD HABITACIONALE DE MARSELLA



EDIFICIO BULLITT CENTER



EDIFICIO LA BORDA

	UNIDAD HABITACIONALE DE MARSELLA	EDIFICIO BULLITT CENTER	EDIFICIO LA BORDA
ESTRATEGIA URBANA	Transición fluida entre los espacios privados y públicos	Conexión con transporte público.	Generar estacionamientos para movilización en bicicleta. Promover la movilidad sostenible.
ESTRATEGIA ARQUITECTÓNICA	Varias tipologías de departamentos.	Promover el uso de la escalera en lugar del ascensor, colocándola con vistas hacia el paisaje urbano.	Generar plantas flexibles para apropiación de cada usuario.
ESTRATEGIA DE CONSTRUCCIÓN	Sistema constructivo sobre pilotes.	Sistema constructivo basado en materiales de baja contaminación. Implementación de concreto, madera y acero	Implementar materiales constructivos locales. Utilización de madera y refuerzo de acero.
ESTRATEGIA SOCIAL	Diversidad de modulos para diferentes nucleos familiares Espacios para diferentes usos dentro del edificio	Promover el uso de transportes sostenibles ofreciendo estacionamientos de bicicletas y acceso conveniente al transporte público.	Generar espacios comunitarios. Promover la interacción entre la comunidad.
ESTRATEGIA EFICIENCIA ENERGÉTICA	Implementación de terrazas con vegetación para un mayor confort termico.	Recolección de agua de lluvia, grises y compostaje. Utilización de paneles fotovoltaicos.	Sistema centralizado de generación térmica para agua caliente.
ESTRATEGIA BIOCLIMÁTICA	Estudio de angulos solares para generar balcones y voladizos.	Sistema de calefacción geotérmica. Utilización de luz natural y ventilación para el confort.	Utilizar sistemas pasivos de calefacción para el edificio.

04

SITIO

4.1 Descripción zona de estudio

4.1.1 Ubicación

La ciudad de Cuenca, situada en el sur del Ecuador, dentro de la provincia del Azuay, cuenta con una población de 246.799 personas, según el último censo realizado en 2023 (INEC, 2023). El porcentaje de viviendas dignas o aceptables en Cuenca es del 65,2% (INEC, 2023). Aunque esta cifra supera a la de grandes ciudades como Guayaquil, que registra un 58,1%, sigue siendo baja en comparación con ciudades como Quito, donde el porcentaje alcanza el 87,4%. Esto evidencia la necesidad de implementar soluciones habitacionales accesibles para la población.

El sector de Monay, ubicado al sureste de Cuenca, posee un alto potencial para el desarrollo de un conjunto habitacional. Su ubicación dentro del casco urbano y su integración con el eje de aprovechamiento urbanístico favorecen la reducción del déficit habitacional de la ciudad, optimizando el uso del suelo y mejorando la accesibilidad a servicios y equipamientos urbanos.

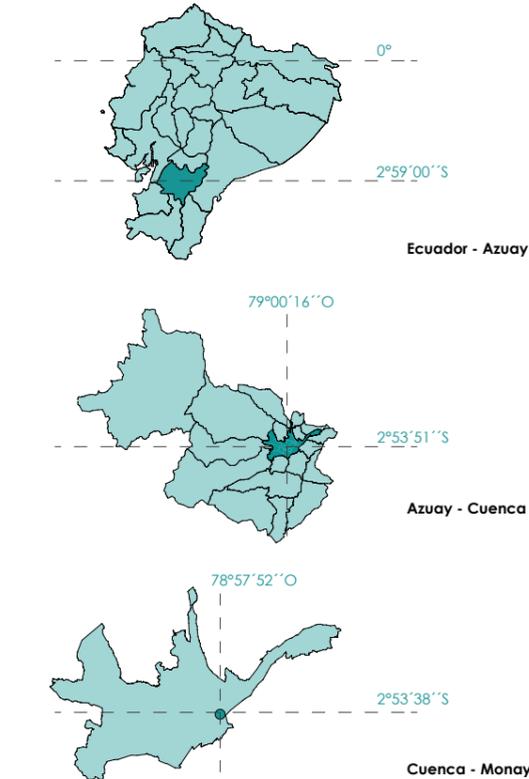


Figura 31. Ubicación
Fuente: Autoría propia

4.1.2 Eje de aprovechamiento urbanístico

El Gobierno Autónomo Descentralizado (GAD) Municipal de Cuenca ha desarrollado un nuevo Plan de Ordenamiento Territorial con el propósito de regular el uso, gestión y aprovechamiento del suelo en las zonas urbanas del cantón (FIG 32). Este plan se fundamenta en un eje estratégico de aprovechamiento urbanístico basado en la consolidación de centralidades dentro de la ciudad, lo que permite fortalecer la planificación urbana y mejorar la calidad de vida de los habitantes.

Una de sus principales estrategias es fomentar la diversidad de usos a nivel barrial, promoviendo la integración de actividades residenciales, comerciales y recreativas en un mismo entorno. Además, se impulsa el uso del transporte público con el objetivo de garantizar la proximidad entre las distintas funciones urbanas esenciales. Asimismo, se busca reducir la dependencia de vehículos motorizados y sus emisiones contaminantes, incentivando la movilidad sostenible mediante el uso de bicicletas y el transporte público eficiente.

Ejes de aprovechamiento urbano

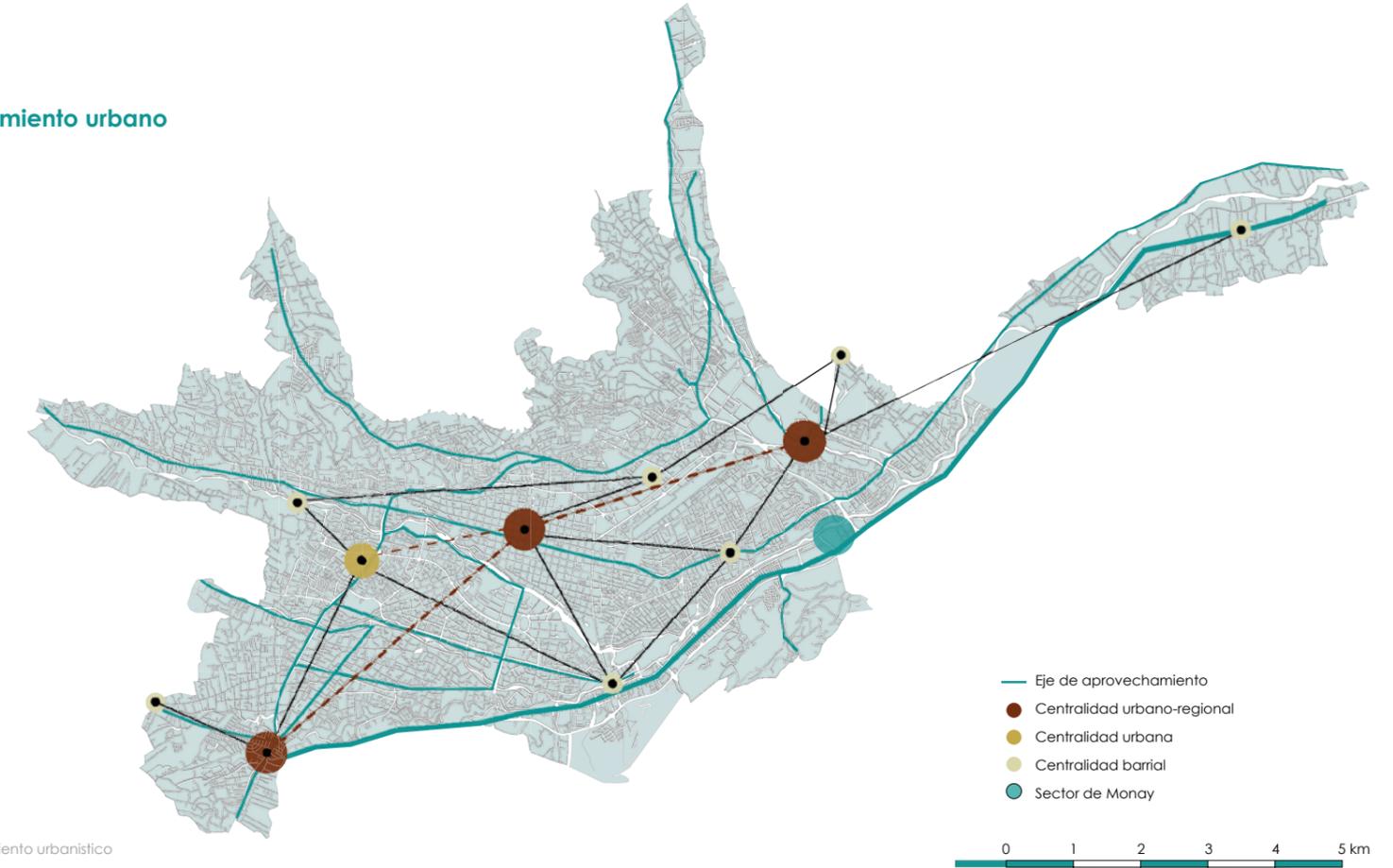


Figura 32. Ejes de aprovechamiento urbanístico
Fuente: PUGS - GAD Cuenca



4.2 ANÁLISIS DE SECTOR

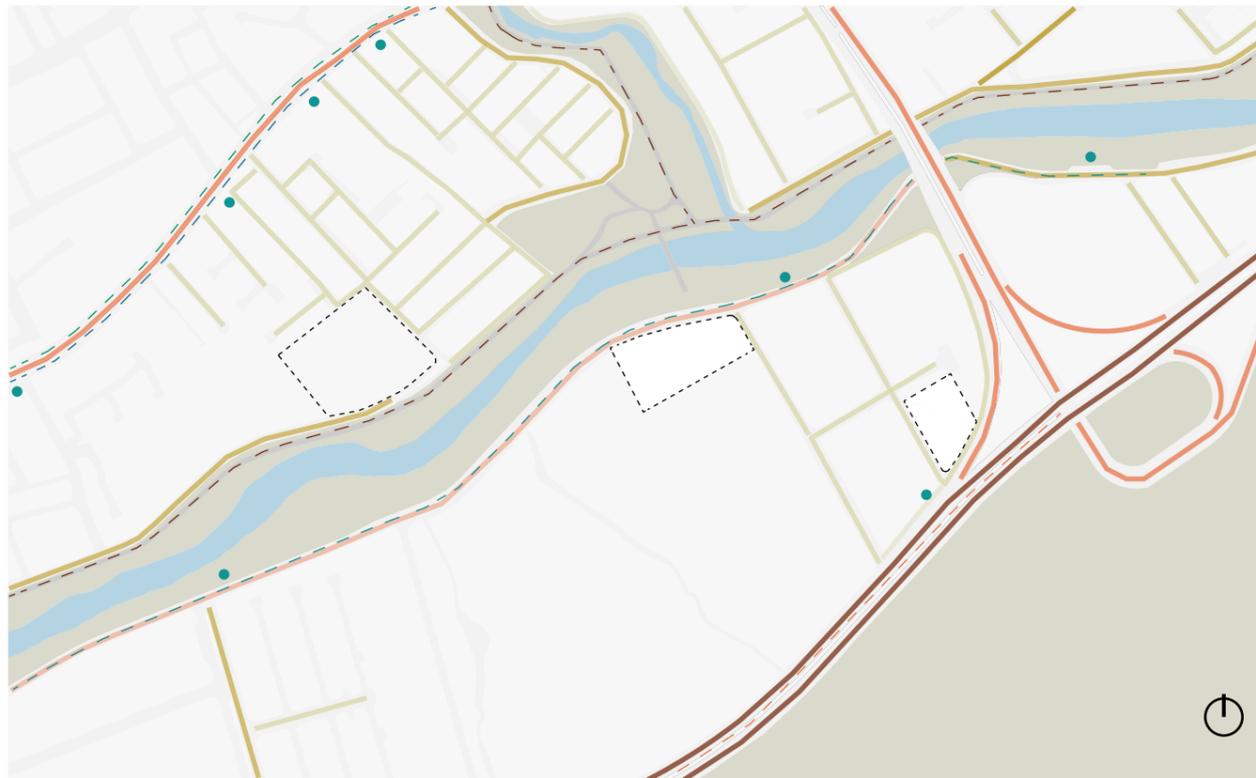


Figura 33.
Fuente: Autoría propia

Simbología	● Parada de bus	— Vía 10 km/h	⌋ Sitios a seleccionar
	— Línea 16	— Vía 30 km/h	
	— Línea 13	— Vía 50 km/h	
	— Línea 102	— Vía 90 km/h	
	— Línea 3		
	— Ciclovía		

4.2.1 Movilidad y Jerarquía Vial

Al estar localizado en la periferia del casco urbano, el sector se ve provisto por 8 paradas de bus y 5 líneas de transporte público para la movilidad. Como también cuenta con la proximidad de conexión a ciclovías que conectan toda la ciudad en conjunto con el tranvía.

La ciclovía del sector, de tipo segregada, mejora significativamente la seguridad vial. Al separar a los ciclistas del tráfico vehicular, se reduce el riesgo de accidentes y se promueve un entorno más seguro para todos los usuarios de la vía, fomentando una movilidad sostenible y ordenada en el sector.

Las vías siguen el plan de movilidad de Cuenca, que las clasifica según el ancho que tenga la vía y por consiguiente la velocidad permitida. En el sector se encuentran vías de 10,30,50,90 km/h.

4.2.2 Equipamientos y Usos

En el sector existe una amplia diversidad de equipamientos destinados a la salud, la industria y el deporte, lo que da lugar a una variedad de usos. Esta combinación es fundamental para el desarrollo integral del área, ya que permite la coexistencia e integración de actividades que se complementan entre sí, fomentando un entorno dinámico y multifuncional.

La planificación estratégica que considera estos distintos usos dentro del plan de aprovechamiento del suelo asegura un crecimiento ordenado y sostenible, optimizando los recursos disponibles y garantizando que cada actividad se desarrolle en un entorno adecuado. Esto contribuye a mejorar la calidad de vida de los habitantes, promoviendo un equilibrio entre el desarrollo económico, la accesibilidad a servicios esenciales y la oferta de espacios deportivos. En conjunto, estos factores fortalecen el tejido urbano y aseguran un uso eficiente del suelo, beneficiando tanto a la comunidad como al entorno.



Figura 34.
Fuente: Autoría propia

Simbología	■ Administrativo	⌋ Sitios a seleccionar
	■ Industria	
	■ Parques	
	■ Deporte	
	■ Salud	
	■ Educación	

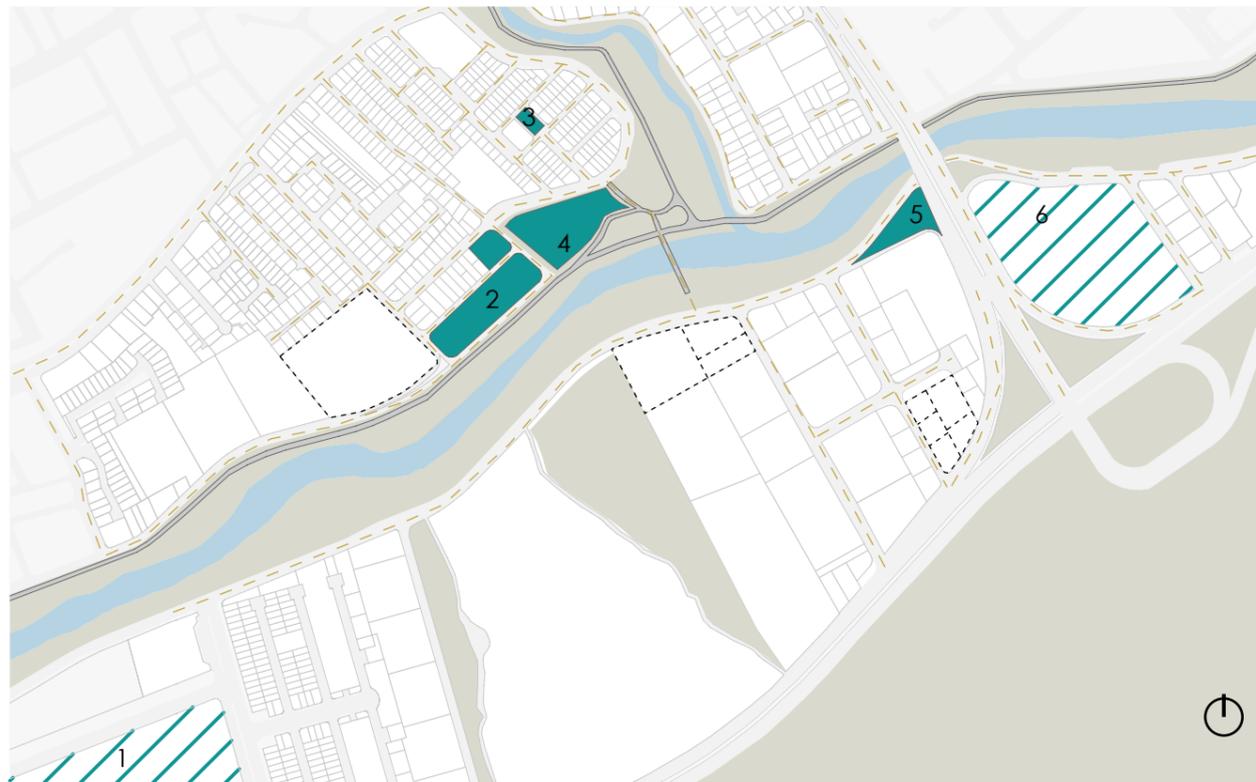


Figura 35.
Fuente: Autoría propia

4.2.3 Hitos y Nodos

El sector cuenta con un parque barrial y una amplia área verde que se extiende a lo largo del margen de protección de los ríos. Además, incluye una plaza que se integra con la ciclovía y ofrece un mirador con vistas al río Cuenca.

Las vías del sector están formadas por sendas y puentes que conectan ambas orillas, facilitando la interacción entre los distintos espacios. Los ríos, al atravesar el área, crean zonas verdes que actúan como nodos estratégicos, complementados por el parque "Los Eucaliptos" y la plaza adyacente, los mismos que funcionan como puntos de encuentro y recreación.

Entre los hitos destacados del sector se encuentran dos hospitales, que representan equipamientos clave y puntos de referencia para la comunidad.

En conjunto, estos elementos configuran un entorno dinámico y conectado, que combina infraestructura verde con espacios públicos de calidad, promoviendo la interacción social y la movilidad sostenible en la zona.



Figura 36. Hospital del IESS
Fuente: Universidad del Azuay



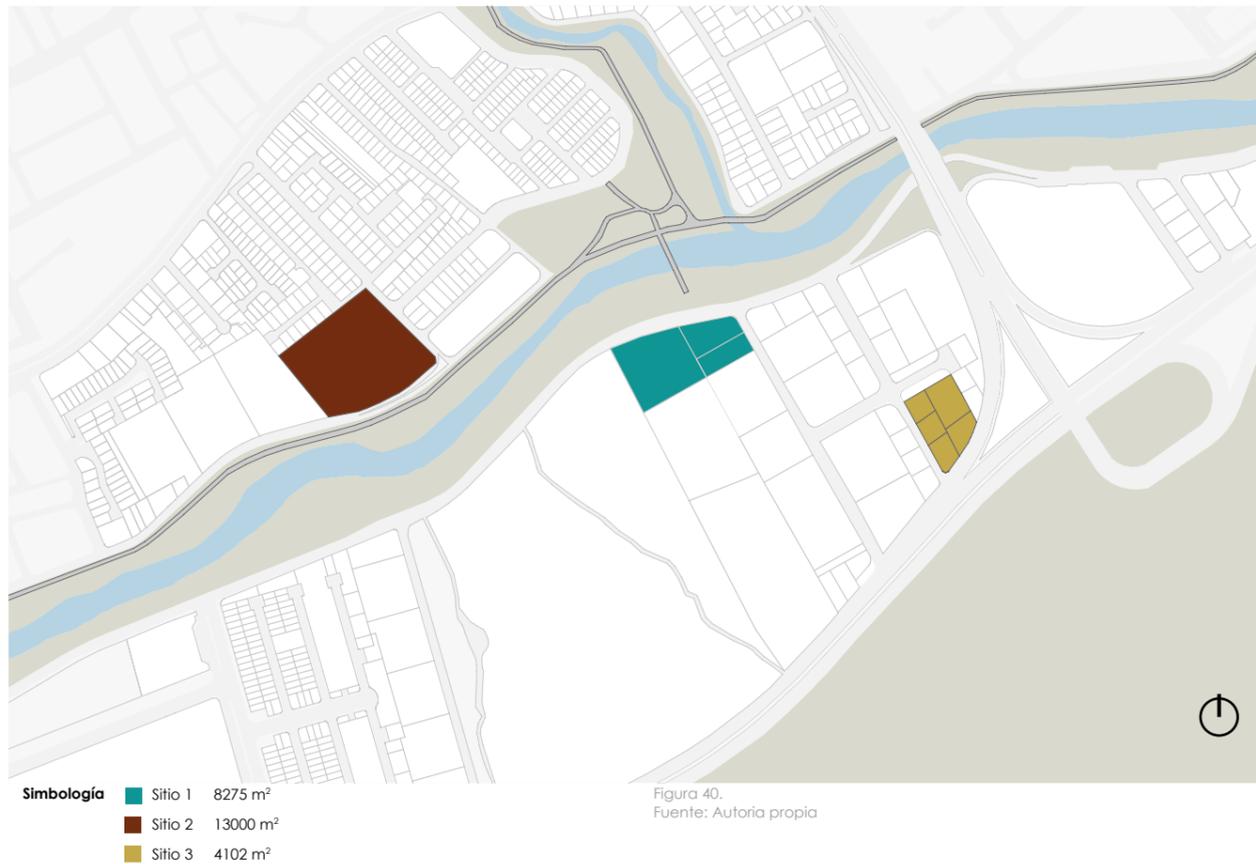
Figura 37. Parque y Plaza de los Eucaliptos
Fuente: Municipalidad de Cuenca



Figura 38. Parada de transferencias
Fuente: Radio "La voz del Tomebamba"



Figura 39. Hospital del Río
Fuente: Hospital del Río



4.2.4 Sitios Seleccionados

Para la selección del sitio, se evaluaron tres opciones considerando múltiples factores clave. Entre ellos, se analizaron las preexistencias del entorno, el ancho de las vías circundantes, la proximidad a diversos usos del suelo y la altura máxima permitida en cada parcela. Estos criterios fueron fundamentales para determinar la viabilidad del proyecto en cada ubicación.

Para garantizar una elección objetiva y fundamentada, se utilizó una matriz de evaluación (Anexo - FIG 54,55) que permitió comparar y ponderar las diferentes alternativas. A través de este análisis, se identificó la opción más adecuada para la implantación del proyecto, priorizando la accesibilidad, la integración urbana y el cumplimiento de las normativas vigentes. Esta metodología aseguró que la selección del emplazamiento respondiera a criterios técnicos y urbanísticos que favorezcan el desarrollo eficiente y sostenible de la propuesta, optimizando así el uso del suelo y la conexión con el entorno inmediato.

MATRIZ DE SELECCIÓN DE SITIO



UBICACIÓN - IMÁGEN SATELITAL



FOTOGRAFÍA DEL SITIO

1	2	3	VALORACIÓN	
VALOR DEL SUELO	INTEGRACIÓN INMOBILIARIA	ÁREA TOTAL DEL LOTE UNIFICADO	DISTANCIA A PARADA DE TRANSPORTE PÚBLICO	CANTIDAD DE LÍNEAS DE TRANSPORTE PÚBLICO
\$300 - \$400	Se unifican 1-2 lotes	1500-3000	menos de 400m	2 a menos de 400 m
\$401 - \$500	Se unifican 2-4 lotes	Más de 3000	400m-1km	1 a menos de 400 m
más de \$500	Se unifican más de 4	Menos de 1500	más de 1km	0a menos de 400 m
2	2	2	3	3
DISTANCIA A CICLOVÍAS	DISTANCIA A ÁREAS PÚBLICAS DE RECREACIÓN	SERVICIOS BÁSICOS	PENDIENTES	NÚMERO DE DEMOLICIONES NECESARIAS
menos de 400m	menos de 500m	más internet y cable	0-15%	0-2 inmuebles
400m-1km	500m-1km	solo básicos	16-30 %	2-4 inmuebles
más de 1km	más de 1km	le falta un servicio	más del 30%	más de 5
3	3	3	3	3
VISTAS	FORMA DEL LOTE	FRENTE A LA VÍA PRINCIPAL	FRENTE A LAS VÍAS	DENSIDAD DE HABITANTES
excelentes	regular	vía arterial	frente a 2 o más vías	Alta
regulares	semi-regular	vía colectora	frente a 1 vía	Media
sin vista	irregular	vía local	sin frente a la vía	Baja
3	3	3	3	2
PROXIMIDAD AL TRANVÍA	DIVERSIDAD DE USOS EN ÁREA DE INFLUENCIA INMEDIATA	ALTURA PERMITIDA	INCIDENCIA SOLAR	FRENTE LOTE
directa	mayor a 3 usos	hata 12 pisos	menor a 70°	mayor a 15m
-100m	hasta 2 usos1	0 pisos	igual a 70°	12-15m
100m a 400m	Únicamente vivienda	menos de 9 pisos	mayor a 70°	menos de 12m
1	3	3	3	3
ANCHO DE VÍA	OBSTÁCULOS PAISAJE	TRAFICO	RUIDO	VALOR TOTAL
mayor a 12m	sin obstáculos	poco o nada	poco o nada	
10-12m	obstáculo medio	medianamente	medianamente	
menor a 10m	obstáculo alto	mucho	mucho	98.48%
3	3	3	2	65

MATRIZ DE SELECCIÓN DE SITIO



UBICACIÓN - IMÁGEN SATELITAL



FOTOGRAFÍA DEL SITIO

1	2	3	VALORACIÓN	
VALOR DEL SUELO	INTEGRACIÓN INMOBILIARIA	ÁREA TOTAL DEL LOTE UNIFICADO	DISTANCIA A PARADA DE TRANSPORTE PÚBLICO	CANTIDAD DE LÍNEAS DE TRANSPORTE PÚBLICO
\$300 - \$400	Se unifican 1-2 lotes	1500-3000	menos de 400m	2 a menos de 400 m
\$401 - \$500	Se unifican 2-4 lotes	Más de 3000	400m-1km	1 a menos de 400 m
más de \$500	Se unifican más de 4	Menos de 1500	más de 1km	0 a menos de 400 m
2	1	2	3	3
DISTANCIA A CICLOVÍAS	DISTANCIA A ÁREAS PÚBLICAS DE RECREACIÓN	SERVICIOS BÁSICOS	PENDIENTES	NÚMERO DE DEMOLICIONES NECESARIAS
menos de 400m	menos de 500m	más internet y cable	0-15%	0-2 inmuebles
400m-1km	500m-1km	solo básicos	16-30%	2-4 inmuebles
más de 1km	más de 1km	le falta un servicio	más del 30%	más de 5
3	3	3	2	3
VISTAS	FORMA DEL LOTE	FRENTE A LA VÍA PRINCIPAL	FRENTE A LAS VÍAS	DENSIDAD DE HABITANTES
excelentes	regular	vía arterial	frente a 2 o más vías	Alta
regulares	semi-regular	vía colectora	frente a 1 vía	Media
sin vista	irregular	vía local	sin frente a la vía	Baja
2	3	3	3	2
PROXIMIDAD AL TRANVÍA	DIVERSIDAD DE USOS EN ÁREA DE INFLUENCIA INMEDIATA	ALTURA PERMITIDA	INCIDENCIA SOLAR	FRENTE LOTE
directa	mayor a 3 usos	hata 12 pisos	menor a 70°	mayor a 15m
-100m	hasta 2 usos	0 pisos	igual a 70°	12-15m
100m a 400m	únicamente vivienda	menos de 9 pisos	mayor a 70°	menos de 12m
1	3	1	3	3
ANCHO DE VÍA	OBSTÁCULOS PAISAJE	TRAFICO	RUIDO	VALOR TOTAL
mayor a 12m	sin obstáculos	poco o nada	poco o nada	
10-12m	obstáculo medio	medianamente	medianamente	
menor a 10m	obstáculo alto	mucho	mucho	
2	2	3	2	87.88%
				58

/72

MATRIZ DE SELECCIÓN DE SITIO



UBICACIÓN - IMÁGEN SATELITAL



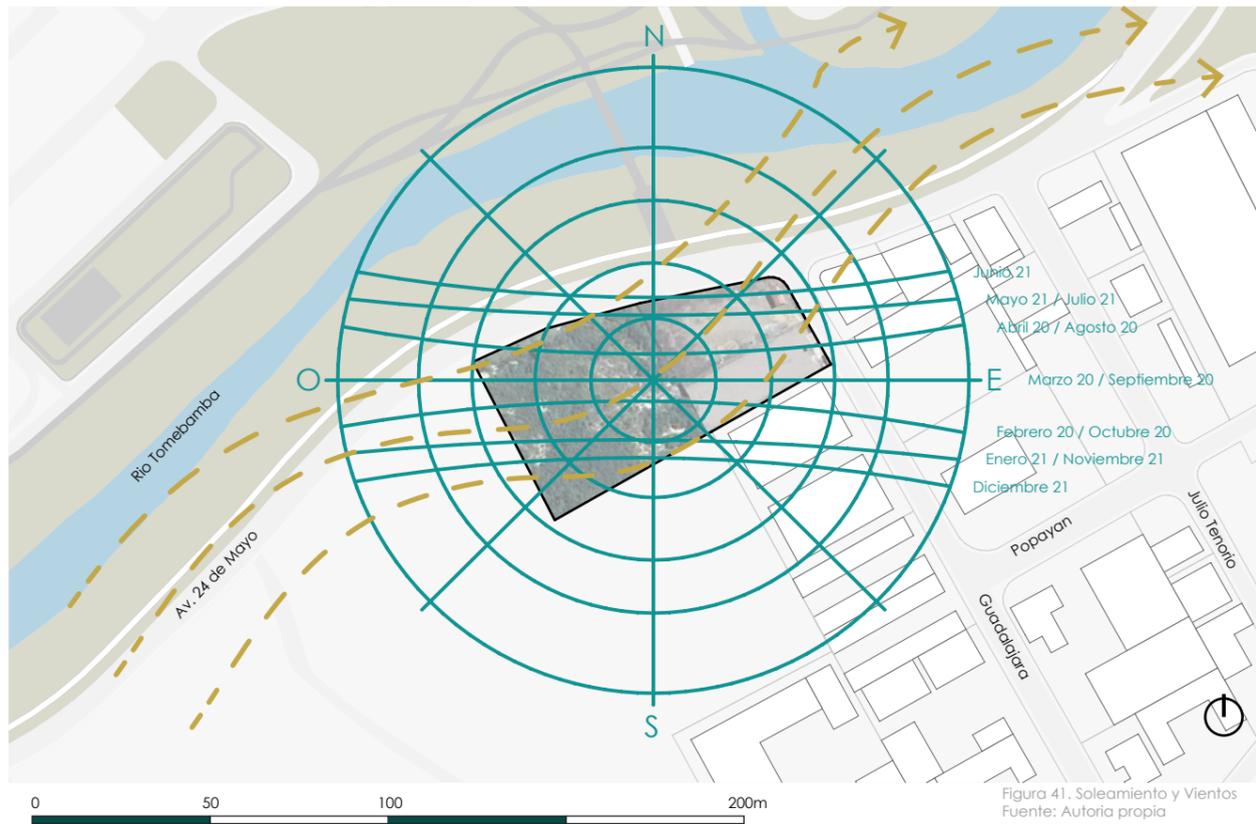
FOTOGRAFÍA DEL SITIO

1	2	3	VALORACIÓN	
VALOR DEL SUELO	INTEGRACIÓN INMOBILIARIA	ÁREA TOTAL DEL LOTE UNIFICADO	DISTANCIA A PARADA DE TRANSPORTE PÚBLICO	CANTIDAD DE LÍNEAS DE TRANSPORTE PÚBLICO
\$300 - \$400	Se unifican 1-2 lotes	1500-3000	menos de 400m	2 a menos de 400 m
\$401 - \$500	Se unifican 2-4 lotes	Más de 3000	400m-1km	1 a menos de 400 m
más de \$500	Se unifican más de 4	Menos de 1500	más de 1km	0 a menos de 400 m
2	1	2	3	3
DISTANCIA A CICLOVÍAS	DISTANCIA A ÁREAS PÚBLICAS DE RECREACIÓN	SERVICIOS BÁSICOS	PENDIENTES	NÚMERO DE DEMOLICIONES NECESARIAS
menos de 400m	menos de 500m	más internet y cable	0-15%	0-2 inmuebles
400m-1km	500m-1km	solo básicos	16-30%	2-4 inmuebles
más de 1km	más de 1km	le falta un servicio	más del 30%	más de 5
2	2	3	2	3
VISTAS	FORMA DEL LOTE	FRENTE A LA VÍA PRINCIPAL	FRENTE A LAS VÍAS	DENSIDAD DE HABITANTES
excelentes	regular	vía arterial	frente a 2 o más vías	Alta
regulares	semi-regular	vía colectora	frente a 1 vía	Media
sin vista	irregular	vía local	sin frente a la vía	Baja
3	3	3	3	2
PROXIMIDAD AL TRANVÍA	DIVERSIDAD DE USOS EN ÁREA DE INFLUENCIA INMEDIATA	ALTURA PERMITIDA	INCIDENCIA SOLAR	FRENTE LOTE
directa	mayor a 3 usos	hata 12 pisos	menor a 70°	mayor a 15m
-100m	hasta 2 usos	10 pisos	igual a 70°	12-15m
100m a 400m	únicamente vivienda	menos de 9 pisos	mayor a 70°	menos de 12m
1	3	3	3	3
ANCHO DE VÍA	OBSTÁCULOS PAISAJE	TRAFICO	RUIDO	VALOR TOTAL
mayor a 12m	sin obstáculos	poco o nada	poco o nada	
10-12m	obstáculo medio	medianamente	medianamente	
menor a 10m	obstáculo alto	mucho	mucho	
3	3	2	2	90.91%
				60

/72



4.3 ANÁLISIS DE SITIO



4.3.1 Soleamiento y Vientos

Cuenca, al estar ubicada cerca de la línea ecuatorial (aproximadamente a 2.9° S), presenta un comportamiento solar bastante regular a lo largo del año, con trayectorias solares altas y una diferencia moderada entre las posiciones del sol en los solsticios. La radiación solar es abundante durante todo el año, lo cual representa una ventaja significativa en términos de aprovechamiento pasivo de energía solar, iluminación natural y generación fotovoltaica.

En el gráfico (FIG41) se observan las trayectorias solares correspondientes a diferentes meses del año, siendo claramente distinguibles las curvas de junio, septiembre, marzo y diciembre. En los equinoccios (marzo y septiembre), el sol se desplaza prácticamente de este a oeste pasando por el cenit, lo que implica una exposición solar más vertical y uniforme sobre la totalidad del terreno. Esto puede aprovecharse para optimizar el diseño de cubiertas solares.

Durante los solsticios, en particular en junio (solsticio de invierno en el hemisferio sur), el sol tiene una inclinación más baja hacia el norte. En diciembre (solsticio de verano), la trayectoria solar se muestra más elevada, permitiendo una mayor radiación directa durante las mañanas y las tardes, especialmente en fachadas orientadas al este y al oeste. Esta información es esencial para diseñar voladizos y sistemas de protección solar adecuados que eviten el sobrecalentamiento durante los periodos más cálidos.

La orientación del terreno según la figura se encuentra inclinada respecto al eje norte-sur, lo que implica que las fachadas principales no están alineadas de forma ortogonal al recorrido solar. Por esta razón, es recomendable considerar estrategias de sombreado dinámico o vegetación estratégica para controlar la ganancia térmica excesiva y garantizar el confort térmico interior sin depender excesivamente de sistemas mecánicos.

El análisis del comportamiento del viento muestra una predominancia de corrientes provenientes del este y noreste. Estas direcciones principales y secundarias están representadas por flechas curvas en tonos ocres, que indican el flujo del aire a escala urbana. La circulación del viento responde tanto a la topografía local como a factores climáticos regionales. La cordillera andina influye significativamente en la orientación de los vientos, canalizándolos a través del relieve, mientras que la proximidad del río Yanuncay introduce variaciones microclimáticas que también afectan su dirección e intensidad.

Este patrón de vientos tiene implicaciones relevantes para el entorno construido, ya que puede incidir en la ventilación natural, la calidad del aire y el confort térmico. Comprender estas dinámicas resulta fundamental para el diseño arquitectónico, permitiendo aprovechar las condiciones ambientales locales y fomentar un desarrollo más eficiente y sostenible en armonía con el clima y el paisaje.

En resumen, el estudio del soleamiento y la dirección de los vientos en el sitio ubicado en Cuenca permite identificar oportunidades clave para un diseño eficiente y sostenible. La elevada radiación solar durante todo el año sugiere un gran potencial para la implementación de soluciones solares pasivas y activas. A su vez, los vientos predominantes del este y noreste pueden ser aprovechados para una ventilación natural efectiva. Integrar estos factores desde las primeras fases del diseño garantiza un mejor desempeño térmico y energético de las edificaciones, mejora la calidad del ambiente interior y contribuye al bienestar de los usuarios y la reducción del impacto ambiental.

4.3.2 Incidencia Solar

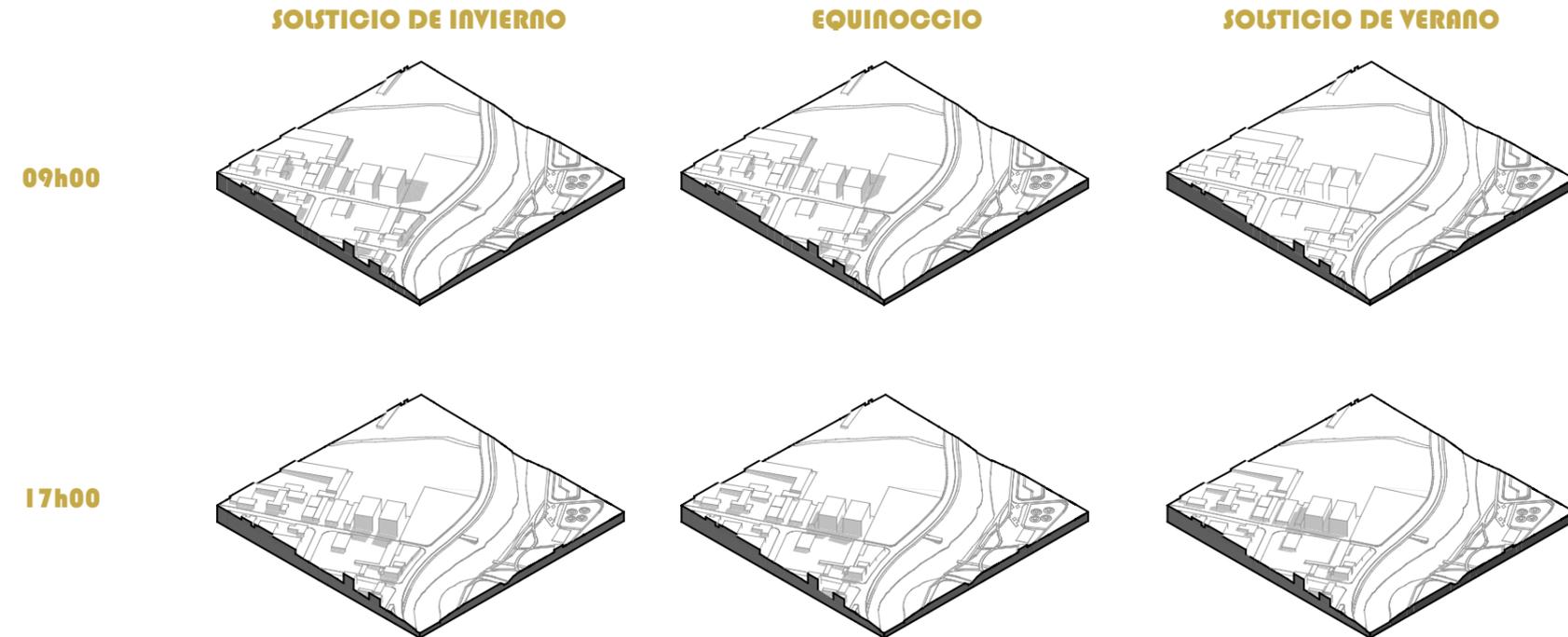


Figura 42. Incidencia Solar en el terreno
Fuente: Autoría propia

4.3.3 Topografía y Paisaje

El terreno cuenta con una topografía regular en la mayor parte de su superficie, con 4 metros de desnivel hacia el río en una longitud de 75 metros, esto hace cuenta una pendiente del 5.33%. En cuanto al paisaje circundante al terreno, y según la cuenca visual, existen vistas hacia el norte la montaña donde se encuentra la parroquia de Sinincay (FIG44), y de vistas cercana hacia el río Cuenca, hacia el sur las vistas son hacia la montaña de "Rayoloma" (FIG45).

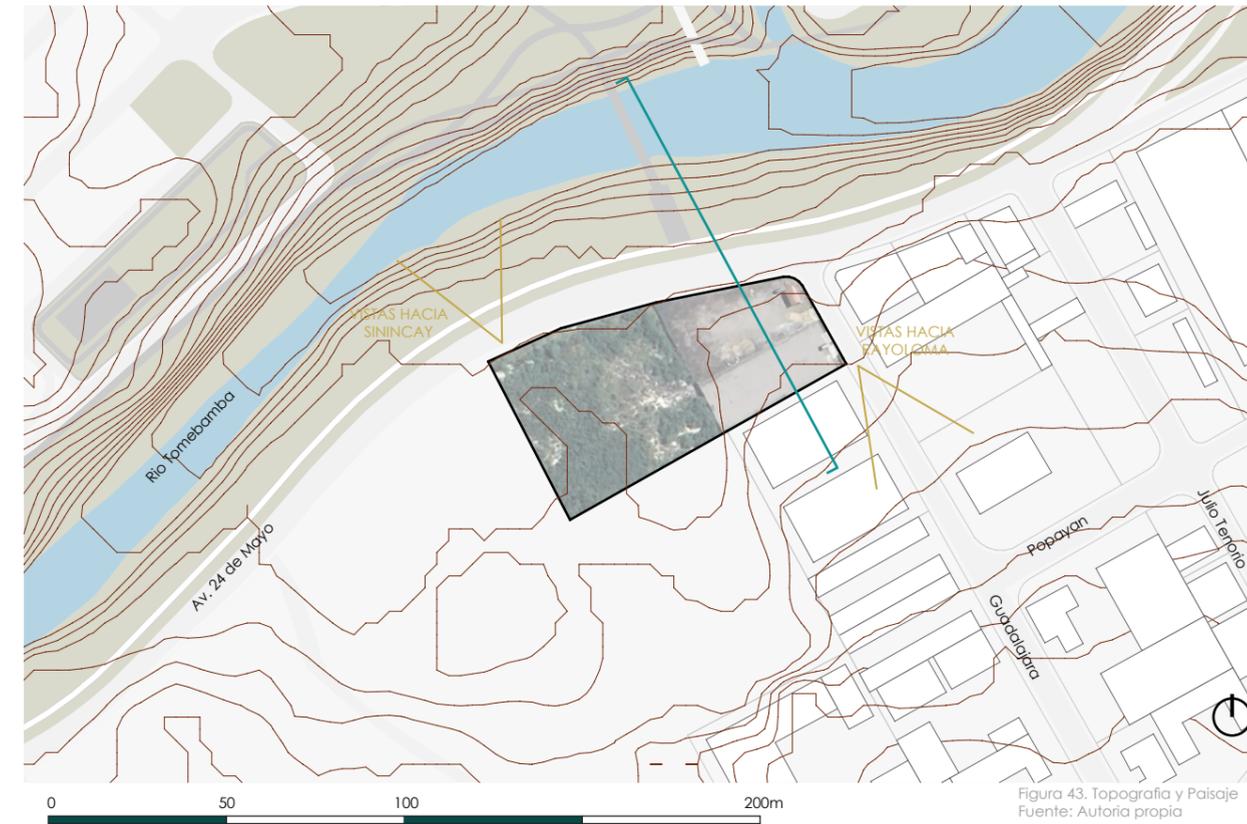
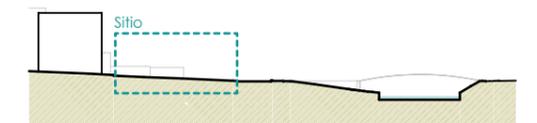


Figura 43. Topografía y Paisaje
Fuente: Autoría propia

Simbología

- Sitio
- Curvas de Nivel

Sección transversal



4.3.4 Visuales desde el terreno



Figura 44. Visual hacia el norte montaña de Sinincay
Fuente: Autoría propia



Figura 45. Visual hacia el sur montaña Rayoloma
Fuente: Autoría propia

4.3.5 Vistas aereas hacia el terreno



Figura 46. Vista aerea
Fuente: Autoría propia



Figura 47. Vista aerea
Fuente: Autoría propia



Figura 48. Vista aérea
Fuente: Autoría propia

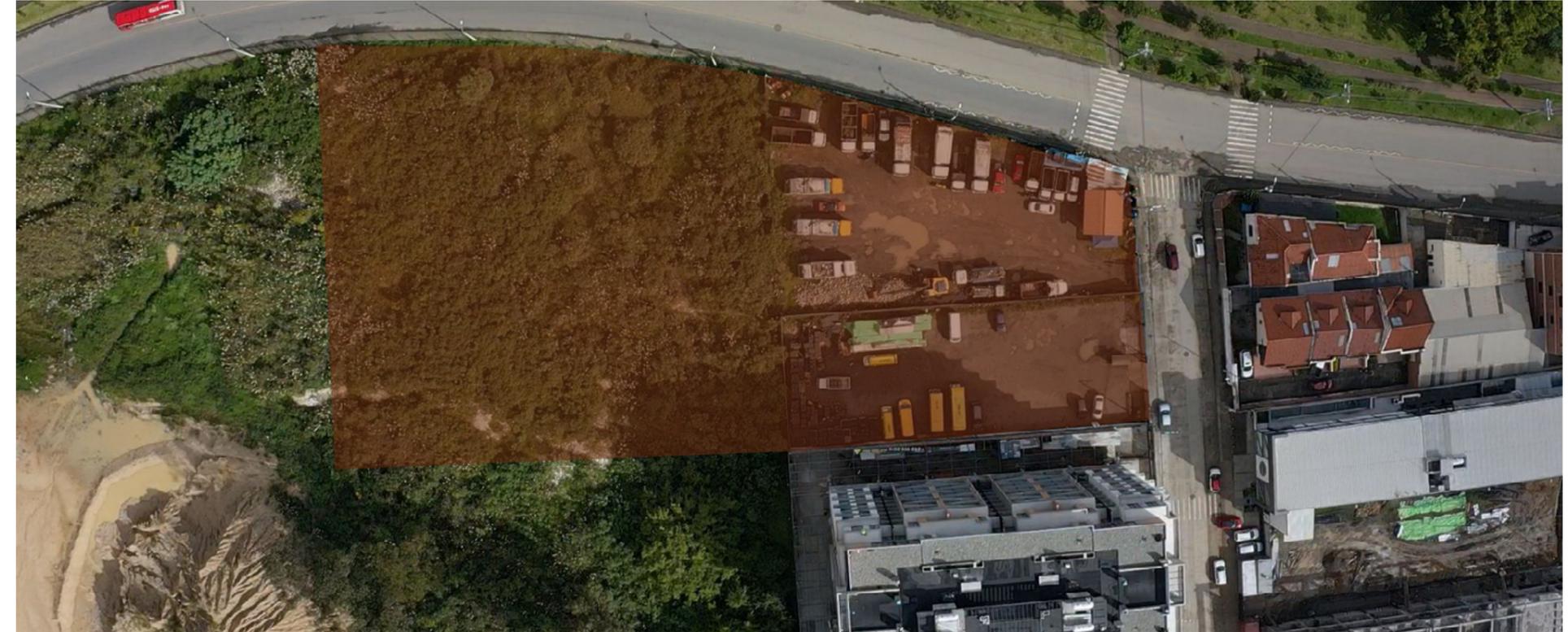


Figura 49. Vista aérea
Fuente: Autoría propia

05

**PROYECTO
ARQUITECTÓNICO**

5.1 Estrategias Projectuales

5.1.1 Estrategia Urbana

La diversidad de usos existentes dentro del área de influencia de 500 metros alrededor del terreno objeto de intervención representa una valiosa oportunidad para establecer estrategias de diseño urbano que favorezcan la integración armónica del proyecto con su entorno inmediato. La coexistencia de equipamientos educativos, comerciales, residenciales y de servicios en la zona permite una intervención más rica y funcional, orientada a la consolidación de un tejido urbano más dinámico, sostenible y accesible.

En este sentido, se plantea como eje principal de la estrategia urbana la delimitación, mejoramiento y adecuación del sistema vial aledaño, con el objetivo de generar una plataforma única (FIG50), que priorice el tránsito peatonal y ciclista sin excluir la circulación vehicular controlada. Este tipo de intervención no solo beneficiará directamente a la propuesta arquitectónica central, sino que también mejorará la conectividad y accesibilidad de los equipamientos cercanos, fomentando un entorno urbano más ordenado, inclusivo y seguro para todos los usuarios.

Dentro de esta intervención, se propone la implementación de una ciclovia en las calles Guadalajara, Popayán y la avenida 24 de Mayo (FIG50). Esta infraestructura busca fomentar una movilidad activa y sostenible, promoviendo el uso de la bicicleta como medio de transporte cotidiano. La conexión de estas vías mediante ciclovías contribuirá significativamente a la reducción de la dependencia del automóvil privado, lo cual a su vez incidirá en una disminución de las emisiones de gases contaminantes, alineándose con los principios de desarrollo urbano sostenible. Además, al fomentar modos alternativos de desplazamiento, se diversifica la oferta de transporte, aumentando las oportunidades de desplazamiento para distintos grupos sociales.

Complementando esta red de movilidad alternativa, se contempla la habilitación de una parada de autobús estratégicamente ubicada sobre la avenida 24 de Mayo. Esta parada no solo facilitará el acceso al transporte público y a la ciclovia, sino que también establecerá un vínculo directo con el borde del río Tomebamba,

permitiendo una interacción más activa entre los ciudadanos y este importante elemento natural. Esta integración funcional entre transporte público, espacio natural y movilidad alternativa configura una estrategia efectiva para el fortalecimiento del sistema de transporte urbano en el sector, promoviendo alternativas más sostenibles, económicas y saludables para la movilidad cotidiana.

Adicionalmente, la propuesta incorpora la implementación de un área verde dentro del terreno destinado al proyecto, lo cual responde tanto a criterios ambientales como sociales. Desde el punto de vista ambiental, la presencia de vegetación ayuda a mitigar el efecto de isla de calor urbana, mejora la calidad del aire y aumenta la biodiversidad en el entorno construido. En términos sociales, la incorporación de espacios verdes contribuye al bienestar físico y emocional de los usuarios, al ofrecer áreas de recreación, descanso y encuentro social. Estos espacios fomentan la convivencia, la inclusión y la integración de la comunidad, convirtiéndose

en elementos clave para mejorar la percepción del paisaje urbano y fortalecer el vínculo entre los habitantes y su entorno.

En conclusión, la estrategia urbana propuesta se estructura en torno a una visión integral que considera tanto las necesidades funcionales del proyecto como las dinámicas sociales y ambientales del entorno. La intervención propuesta busca transformar positivamente el espacio urbano a través de la integración de infraestructura sostenible, movilidad eficiente, acceso equitativo y espacios verdes de calidad. Este enfoque apunta a consolidar un modelo de ciudad más humano, resiliente y conectado, alineado con los principios contemporáneos de urbanismo sostenible.

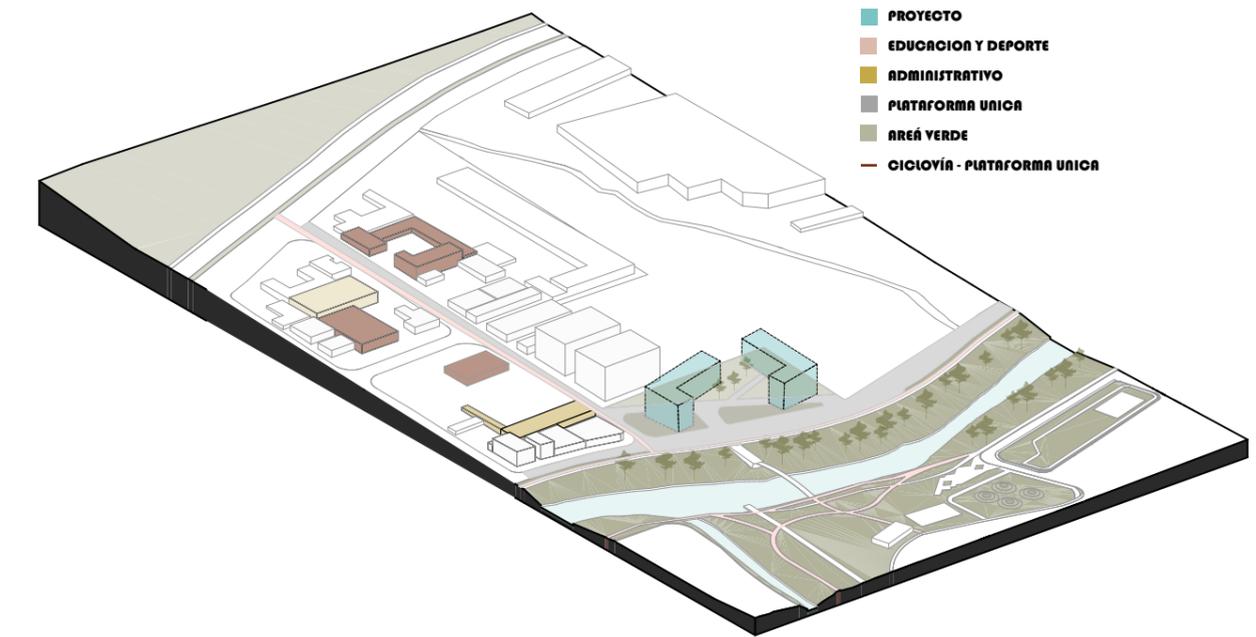


Figura 50. Estrategias a nivel urbano
Fuente: Autoría propia

5.1.2 Estrategia de Eficiencia Energética

La eficiencia energética es uno de los pilares fundamentales del presente proyecto arquitectónico de vivienda colectiva, concebido no sólo desde una perspectiva funcional y estética, sino también desde un enfoque profundamente comprometido con la sostenibilidad ambiental y el aprovechamiento consciente de los recursos naturales. El objetivo principal de esta estrategia es reducir la demanda energética del conjunto habitacional mediante una integración equilibrada de diseño bioclimático, generación de energía renovable, tecnologías de bajo consumo y sistemas de monitoreo inteligente, contribuyendo a minimizar la huella ambiental del proyecto y a generar beneficios económicos sostenidos en el tiempo.

El primer paso en el desarrollo de esta estrategia fue la realización de un análisis climático exhaustivo del sitio, con base en los datos proporcionados por la estación meteorológica Cuenca/Mariscal Lamar, ubicada en la ciudad de Cuenca. Este análisis permitió identificar los vientos predominantes, la temperatura media, la trayectoria solar y los niveles

de radiación solar incidentes a lo largo del año (FIG51). A partir de esta información, se definió la orientación óptima de las edificaciones del conjunto, lo cual no solo mejora el confort térmico de los espacios interiores, sino que además permite una reducción significativa en el uso de sistemas artificiales de climatización e iluminación (Ministerio del Ambiente del Ecuador, 2013; Rey & Velasco, 2006).

Uno de los componentes esenciales de esta propuesta es la ventilación cruzada natural, implementada como estrategia pasiva de climatización. Esta solución aprovecha la dirección de los vientos para generar una circulación de aire constante en el interior de las viviendas, favoreciendo la regulación térmica. Se realizó un cálculo preciso de las áreas mínimas de apertura necesarias por tipología, estimando una proporción de apertura de entre el 32% y el 51% en módulos de ventana, lo cual asegura una renovación eficiente del aire sin recurrir a sistemas mecánicos. El impacto de esta medida se traduce en una reducción de temperatura interior estimada

entre 2°C y 5°C, un ahorro energético de entre 500 y 900 kWh anuales por vivienda, y una mejora del confort térmico percibido por los usuarios de hasta un 50% (Ministerio del Ambiente del Ecuador, 2014).

La incorporación de energías renovables también juega un papel clave en esta estrategia. Cada unidad habitacional está equipada con paneles solares fotovoltaicos de 460 Wp, instalados sobre cubiertas orientadas de Este a Oeste, con una inclinación de 15 grados para optimizar la captación solar según la latitud de Cuenca (FIG52). La producción energética de estos paneles alcanza los 2.3 kWh diarios, lo que equivale a unos 69 kWh mensuales. Esta generación cubre ampliamente el consumo eléctrico optimizado por vivienda (57.4 kWh/mes), que se ha reducido gracias al uso de iluminación LED y electrodomésticos clase A (IDAE, 2011). De esta forma, el proyecto no solo logra autosuficiencia energética, sino que incluso produce un excedente energético mensual de 11.6 kWh, el cual podría almacenarse o inyectarse a la red, dependiendo de la normativa vigente.

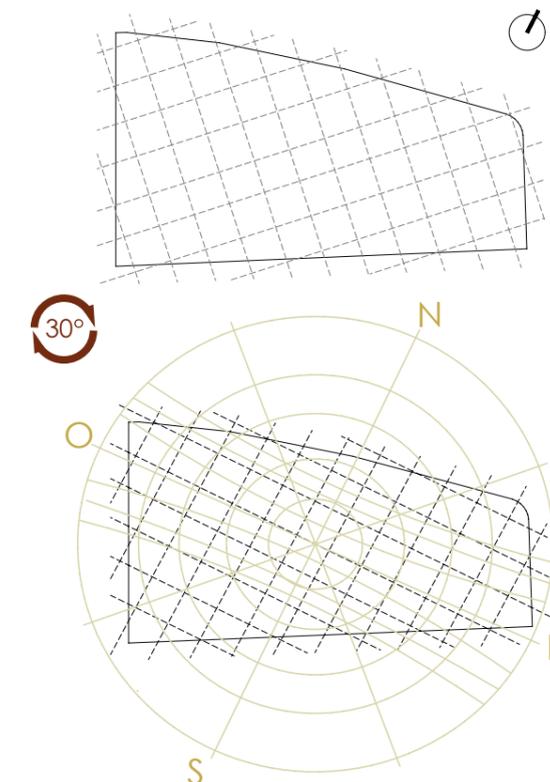


Figura 51. Definición de orientación
Fuente: Autoría propia

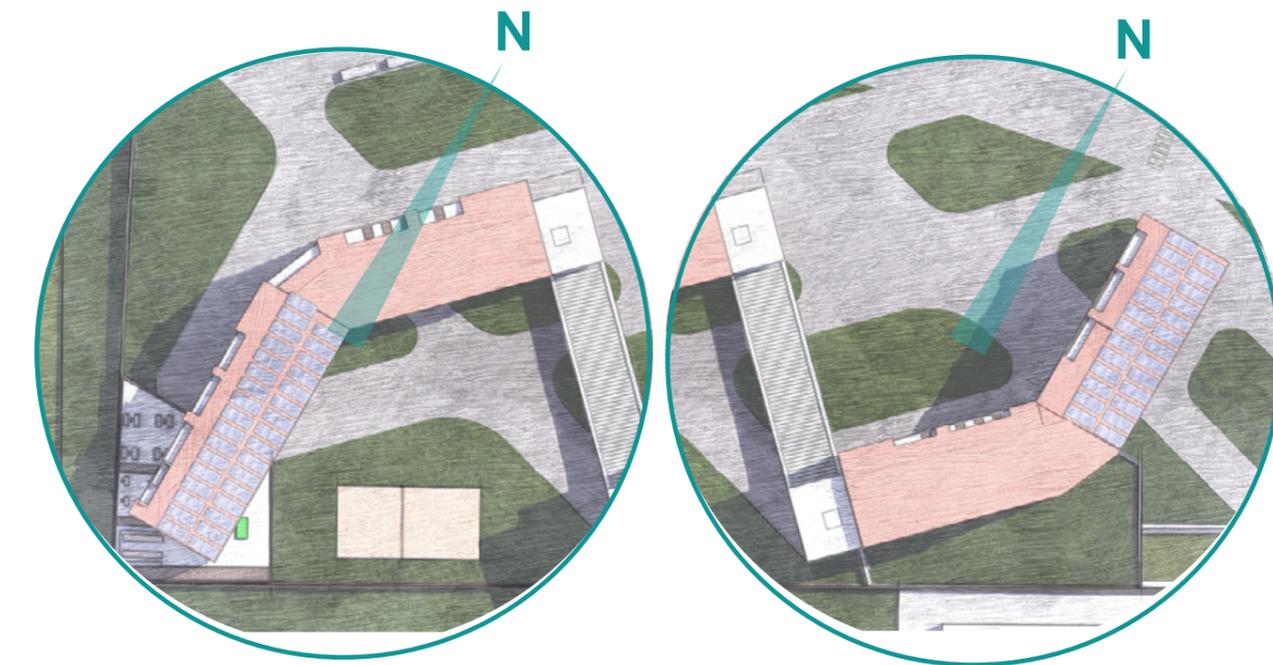


Figura 52. Ubicación de paneles fotovoltaicos
Fuente: Autoría propia

Como parte de la estrategia de eficiencia energética del proyecto, se incorporan calentadores solares de agua en cada una de las unidades habitacionales, con el objetivo de cubrir el 100% de la demanda diaria de agua caliente mediante una fuente renovable y gratuita: la radiación solar. Estos sistemas funcionan mediante un colector solar, ubicado sobre la cubierta y orientado en dirección Este-Oeste con una inclinación de 15°, que permite captar de forma eficiente la energía solar durante todo el día. La radiación es absorbida por los tubos del colector, que calientan el agua y la conducen hacia un tanque térmico de almacenamiento, el cual conserva el calor hasta su uso. Gracias a este principio de funcionamiento pasivo, los calentadores solares no requieren electricidad ni combustibles fósiles, reduciendo así el consumo energético convencional y las emisiones asociadas. En el proyecto se han dimensionado calentadores solares de 200 litros de capacidad por vivienda, cada uno con un colector de aproximadamente

2.2 m², lo que permite abastecer cómodamente a familias de hasta cuatro personas. En la ciudad de Cuenca, donde la radiación solar promedio anual se sitúa en torno a los 5.0 kWh/m²/día, este sistema resulta altamente eficiente incluso en días parcialmente nublados. En términos de impacto energético, cada sistema permite un ahorro promedio de 167 kWh al mes por vivienda, lo que representa un ahorro total de 9,190 kWh mensuales en el conjunto de las 55 viviendas del proyecto. Esta cifra equivale a una reducción considerable en el uso de electricidad que, de no ser implementada, estaría destinada al calentamiento de agua mediante duchas eléctricas o calentadores de gas. Además del ahorro energético, la implementación de estos sistemas contribuye significativamente a la reducción de emisiones de dióxido de carbono. Se estima que el proyecto evita la emisión de más de 45 toneladas de CO₂ al año únicamente gracias al uso de calentadores solares, fortaleciendo así el compromiso ambiental del diseño. Desde el punto de vista económico, el ahorro mensual en energía térmica también beneficia

directamente a los usuarios al reducir sus costos operativos, aportando a una mayor autonomía energética y a la estabilidad financiera familiar. La vida útil promedio de los sistemas solares térmicos es de 15 a 20 años, con requerimientos mínimos de mantenimiento, lo que asegura su rentabilidad y sostenibilidad en el largo plazo.

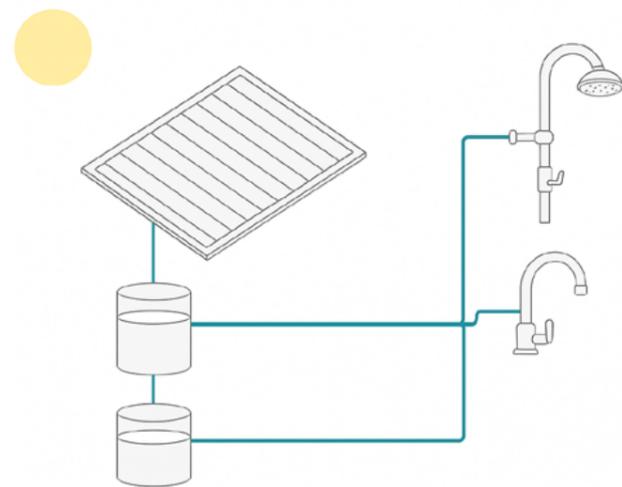


Figura 53. Funcionamiento del calentador solar
Fuente: Autoría propia

Parámetro	Valor
Promedio de personas por vivienda	4
Consumo diario por persona	40 litros
Consumo diario por vivienda	160 litros
Temperatura deseada del agua	50 °C
Temperatura inicial del agua	20 °C
Energía requerida por vivienda/día	5.57 kWh
Energía solar útil (rendimiento 50%)	11.1 kWh de radiación solar
Superficie colector necesaria	2.2 m ²

Concepto	Resultado
Consumo total de agua caliente en el proyecto	8,800 litros/día
Energía térmica diaria total	306.35 kWh/día
Energía mensual ahorrada total	9,190.5 kWh/mes
Reducción de emisiones (promedio 0.41 kg CO ₂ /kWh)	3.76 toneladas CO ₂ /mes

Tabla 1. Ficha técnica y consumos de calentadores solares
Fuente: IERSE
INEN 2012

Categoría	Beneficio
Ahorro energético	> 9,000 kWh/mes en conjunto
Impacto ambiental	Reducción de ~45 toneladas de CO ₂ /año
Confort térmico	Cobertura del 100% de la demanda diaria de agua caliente
Independencia energética	Sistema autónomo sin electricidad auxiliar necesaria
Mantenimiento	Bajo, solo limpieza semestral y revisión anual
Retorno de inversión	Estimado entre 6 y 8 años

Este enfoque energético eficiente no solo tiene beneficios ambientales. Desde el punto de vista económico, el retorno de inversión de los paneles solares se estima entre 8 y 14 años, dependiendo del costo del sistema y el ahorro acumulado, lo cual resulta muy favorable considerando una vida útil de 25 años. Además, el uso de tecnologías de bajo consumo como inodoros de alta eficiencia, iluminación LED y electrodomésticos eficientes permite ahorros adicionales de hasta \$256 USD por vivienda al año. La inversión por vivienda para estas tecnologías se estima en \$580 USD, con un retorno en apenas 2.3 años, lo que demuestra una relación costo-beneficio altamente rentable.

Complementando estas acciones, el proyecto incorpora un sistema de monitoreo inteligente del consumo energético e hídrico, mediante sensores de flujo y medidores digitales. Se ha demostrado que el monitoreo en tiempo real de los consumos permite una reducción adicional del 10% en el uso de recursos, gracias a la concientización del usuario (Gervasio & Silva, 2012). Esta tecnología representa una inversión de \$250 USD por

vivienda, con un retorno en aproximadamente 13 años, pero se justifica plenamente por su valor educativo, su impacto ambiental acumulativo y su rol en la automatización del ahorro.

Para un uso eficiente del agua, el proyecto integra diversas estrategias orientadas a la sostenibilidad hídrica. Se reutilizan aguas grises procedentes de lavamanos, duchas y lavadoras, que representan el 72% del consumo hídrico diario por vivienda (FIG53), equivalente a 481.32 litros (Molina et al., 2018). Tras su tratamiento, estas aguas se utilizan para abastecer inodoros y regar jardineras. El uso de inodoros de alta eficiencia, que reducen el consumo de 10 a 5 litros por descarga, permite cubrir el 100% de su demanda con agua tratada. Además, el excedente diario de 21,325 litros en el conjunto se emplea para regar 350 m² de áreas verdes durante tres días. A esto se suma la captación de agua lluvia, que permite recolectar hasta 143,664 litros anuales desde una superficie de 1,460 m², disminuyendo la dependencia del sistema de agua potable (Regional Water Providers Consortium, 2020).

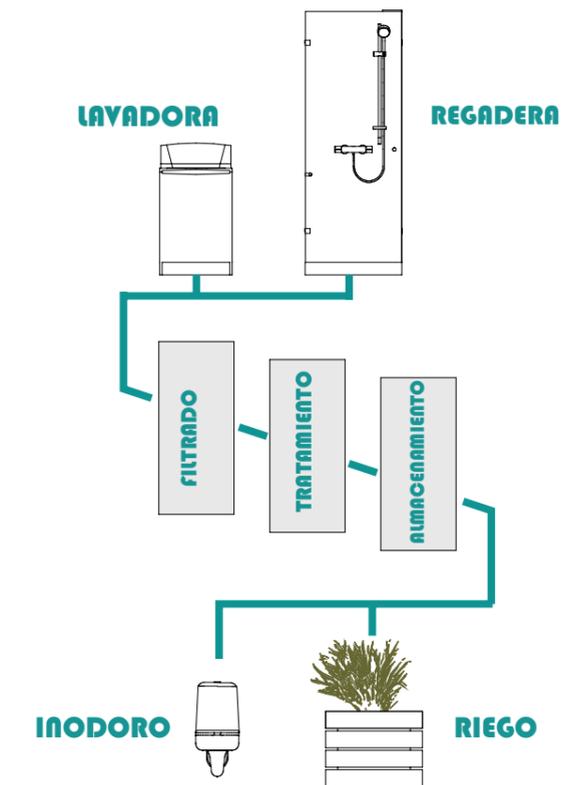


Figura 54. Tratamiento de agua residual
Fuente: Autoría propia

5.1.3 Estrategia Arquitectónica

La estrategia arquitectónica del presente proyecto de vivienda colectiva no se limita a la resolución formal o funcional de las edificaciones, sino que parte de una visión integral en la que la arquitectura se convierte en el principal articulador entre el entorno natural, el contexto urbano, las necesidades de los usuarios y los principios de sostenibilidad. Este enfoque se traduce en una configuración de bloques que favorece la eficiencia espacial, energética y social del conjunto, mediante una implantación coherente con la normativa local, una volumetría adaptada al paisaje urbano y una distribución que potencia la ventilación cruzada y el aprovechamiento de la radiación solar.

El diseño parte de un análisis detallado del predio, evaluando su topografía, escala barrial, relación con las edificaciones circundantes y las condicionantes establecidas por la normativa municipal de Cuenca. Esta evaluación permitió definir una altura de bloques moderada, que respeta la continuidad del tejido urbano existente, evitando impactos visuales negativos

y asegurando una transición armónica entre lo construido y lo natural. A diferencia de modelos de vivienda de alta densidad vertical, esta propuesta apuesta por una densificación equilibrada, que favorece tanto la compacidad urbana como la calidad de vida de los residentes, alineándose con los principios de un desarrollo urbano sostenible. En términos de ocupación del suelo, la estrategia de implantación garantiza un equilibrio entre lo construido y lo libre, asegurando que los espacios públicos propuestos jardines, zonas de juego, áreas de encuentro, además de apoyar al tejido urbano con el diseño de centro de estimulación temprana y centro de apoyo al adulto mayor, conserven su accesibilidad, funcionalidad y valor paisajístico. Se respetan las distancias mínimas, los retiros y las normas de ocupación de suelo establecidas por la normativa municipal vigente (FIG54), lo cual asegura su compatibilidad con el entorno urbano. Esta relación equilibrada entre masa y vacío permite generar microclimas que cuentan con, zonas sombreadas y espacios comunes bien ventilados, que mejoran la habitabilidad general del conjunto.

Uno de los ejes fundamentales de esta estrategia arquitectónica es el vínculo entre lo privado y lo público. A través de un diseño consciente de circulaciones, accesos y visuales, se establecen transiciones graduales entre los espacios íntimos de cada vivienda, las áreas comunes compartidas, y el espacio público exterior. Estas transiciones se logran mediante la colocación estratégica de patios, plazas internas, corredores verdes y mobiliario urbano, que promueven el encuentro comunitario y fortalecen la identidad barrial. La disposición volumétrica de los bloques también ha sido concebida para reforzar la seguridad, al permitir una mayor visibilidad sobre los espacios públicos y fomentar la vigilancia por parte de los propios residentes. Esta condición se potencia con la inclusión de usos complementarios en planta baja, como áreas sociales, locales comerciales o bicicleteros, que dinamizan la vida cotidiana del conjunto y refuerzan su cohesión social. Además, se incorporan áreas multifuncionales para actividades culturales, recreativas y comunitarias, lo que convierte al proyecto en un espacio de integración, no solo de habitación.

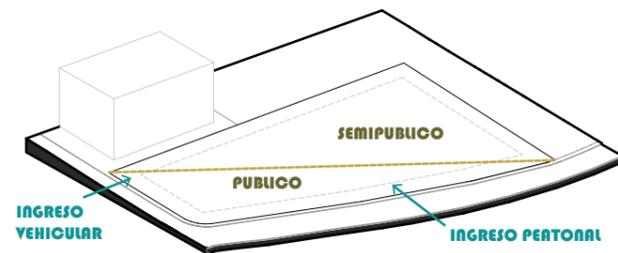
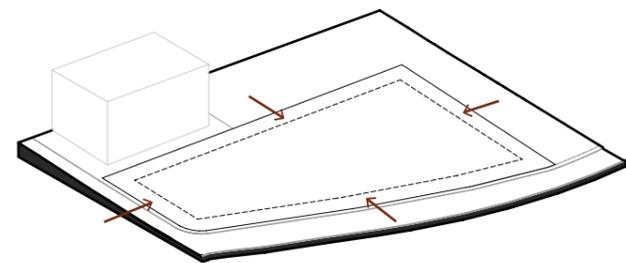


Figura 55. Estrategia arquitectónica en el sitio
Fuente: Autoría propia

La volumetría del proyecto se plantea a partir de la conformación de dos bloques de distinta altura (FIG55), con el objetivo de aprovechar las visuales que ofrece el entorno. Posteriormente, la mitad de los bloques rotan 30 grados, lo que permite una mejor ocupación del terreno y la generación de espacios diferenciados: áreas privadas, semipúblicas y públicas (FIG56). Esta estrategia busca no solo optimizar el uso del suelo, sino también enriquecer la interacción entre los usuarios y el entorno construido. Para favorecer la conexión con el espacio público, se plantea la fragmentación del volumen en planta baja, donde se ubican comercios y equipamientos que responden a las necesidades del contexto (FIG57). Esta operación genera una zona semipública que actúa como transición hacia las áreas residenciales ubicadas en niveles superiores. Además, se incorpora un puente en el primer nivel que une ambos bloques, reforzando el carácter semipúblico del conjunto y facilitando la circulación entre edificaciones (FIG58).

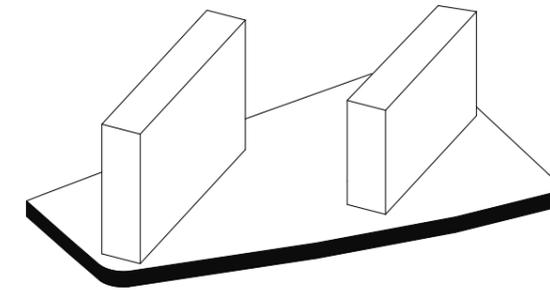


Figura 56. Conformación de volumetría
Fuente: Autoría propia

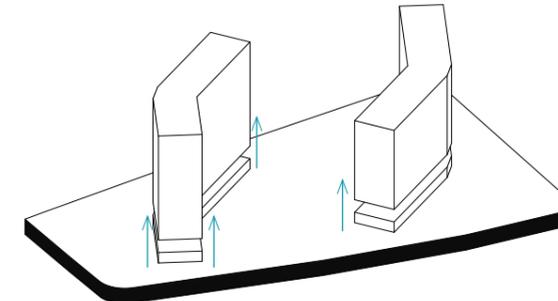


Figura 57. Conformación de volumetría
Fuente: Autoría propia

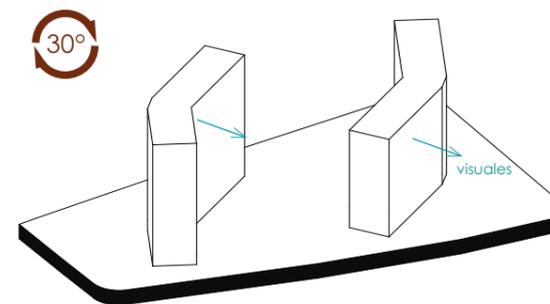


Figura 58. Conformación de volumetría
Fuente: Autoría propia

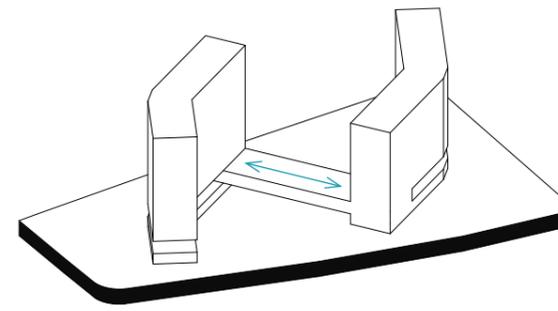


Figura 59. Conformación de volumetría
Fuente: Autoría propia

En resumen, la estrategia arquitectónica del proyecto conjuga de manera coherente factores de escala urbana, confort climático, eficiencia energética, normativa técnica y bienestar social. Se plantea un modelo de vivienda colectiva que no solo responde a las necesidades funcionales y espaciales de los usuarios, sino que además promueve un hábitat saludable, eficiente y en armonía con su entorno. Esta estrategia no persigue únicamente la optimización del espacio construido, sino que busca generar comunidad, sostenibilidad y calidad de vida, consolidando al proyecto como una respuesta responsable e innovadora ante los retos actuales del urbanismo contemporáneo.

5.1.4 Estrategia Bioclimática

El enfoque bioclimático adoptado en el diseño de este proyecto de vivienda colectiva tiene como objetivo principal establecer una relación armónica entre la arquitectura y el entorno natural, aprovechando al máximo las condiciones climáticas del sitio para optimizar el confort térmico, reducir el consumo energético y minimizar el impacto ambiental de la edificación. La estrategia se fundamenta en principios de diseño pasivo que consideran variables como la orientación solar, los patrones de viento, la vegetación autóctona y la dinámica térmica del edificio a lo largo del año.

Uno de los pilares fundamentales de esta estrategia es el análisis solar detallado, basado en la latitud del predio (aproximadamente 2°S), que permite estudiar el comportamiento del sol durante los solsticios y equinoccios (FIG59-60-61). Esta información fue utilizada para diseñar voladizos y aleros estratégicos, cuya función va más allá de lo estético: estos elementos arquitectónicos protegen los cerramientos acristalados y las fachadas más expuestas, evitando la entrada

directa de radiación solar durante las horas de mayor ganancia térmica, especialmente en verano. Durante el invierno, en cambio, su geometría permite la entrada controlada de luz y calor solar, lo cual favorece el calentamiento natural de los interiores, reduciendo la necesidad de climatización artificial (Rey & Velasco, 2006; Ministerio del Ambiente del Ecuador, 2014).

Estos voladizos cumplen además una función espacial, al convertirse en balcones, terrazas y áreas de transición que amplían la superficie habitable, mejoran la calidad ambiental de los espacios y permiten la ventilación y el uso de espacios exteriores sombreados. Su diseño responde a los ángulos solares proyectados para las 09h00 y 17h00, en las fechas de solsticio y equinoccio, garantizando su efectividad durante todo el año.

Otro componente clave del diseño bioclimático es la incorporación de vegetación en la envolvente arquitectónica, que actúa como regulador térmico natural. Se han seleccionado especies

locales con características adaptativas al clima de Cuenca. Por ejemplo, árboles caducifolios como el sauce blanco (*Salix alba*) y el aliso (*Alnus glutinosa*) se plantan en el perímetro de fachadas soleadas, generando sombra en verano y permitiendo la entrada de radiación solar en invierno, gracias a la caída estacional de sus hojas. Este efecto dinámico mejora el microclima circundante, disminuye el fenómeno de islas de calor urbanas y contribuye a la integración visual del edificio con su contexto natural (Ministerio del Ambiente del Ecuador, 2013).

Además, se incluye vegetación perenne de bajo mantenimiento, como lavanda (*Lavandula angustifolia*) y mermelada (*Streptosolen jamesonii*), ubicada en jardineras, muros verdes y terrazas, con el fin de mejorar la calidad del aire, absorber contaminantes urbanos y reducir el ruido proveniente del entorno. Estas plantas también contribuyen a la biodiversidad urbana, proporcionando hábitat y alimento para insectos polinizadores y aves.

La ventilación cruzada, ya abordada en secciones anteriores, se convierte en otro elemento esencial dentro del planteamiento bioclimático. El diseño de aberturas opuestas y su disposición estratégica en cada tipología de vivienda permite una circulación de aire natural y constante, lo cual reduce la temperatura interior entre 2 °C y 5 °C y disminuye la humedad relativa, evitando condensaciones y la proliferación de moho. La reducción del uso de ventiladores y sistemas de aire acondicionado, estimada en 500-900 kWh/año por vivienda, tiene un impacto directo en la eficiencia energética y en la disminución de emisiones de gases de efecto invernadero (Ministerio del Ambiente del Ecuador, 2014).

Adicionalmente, la selección de materiales también responde a criterios bioclimáticos. El uso de hormigón prefabricado permite aprovechar su masa térmica para almacenar calor durante el día y liberarlo durante la noche, estabilizando la temperatura interior. Esto se complementa con el uso de ladrillo artesanal cocido en muros envolventes, que ofrece inercia térmica moderada y es coherente con la identidad local, generando una arquitectura que no solo es eficiente, sino también contextual y culturalmente pertinente.

En conjunto, estas estrategias configuran un modelo de arquitectura bioclimática que equilibra lo ambiental, lo social y lo económico. No se trata únicamente de reducir el consumo energético, sino de crear condiciones de habitabilidad saludables, resilientes y adaptadas al lugar. El proyecto demuestra que es posible generar soluciones replicables que respondan a las condiciones climáticas específicas de una región, al tiempo que se mejora la calidad de vida de los usuarios.

Este enfoque bioclimático, basado en el diseño solar pasivo, la vegetación estratégica, la ventilación natural y el uso de materiales con propiedades térmicas adecuadas, permite desarrollar edificaciones de bajo impacto ambiental, mayor durabilidad y menor costo operativo. Al integrar estos principios desde las primeras etapas del diseño, se garantiza que la arquitectura interactúe de manera positiva con su entorno, posicionando este proyecto como una propuesta sólida dentro del paradigma de la vivienda sostenible contemporánea.

5.1.4.1 Solsticio de Diciembre

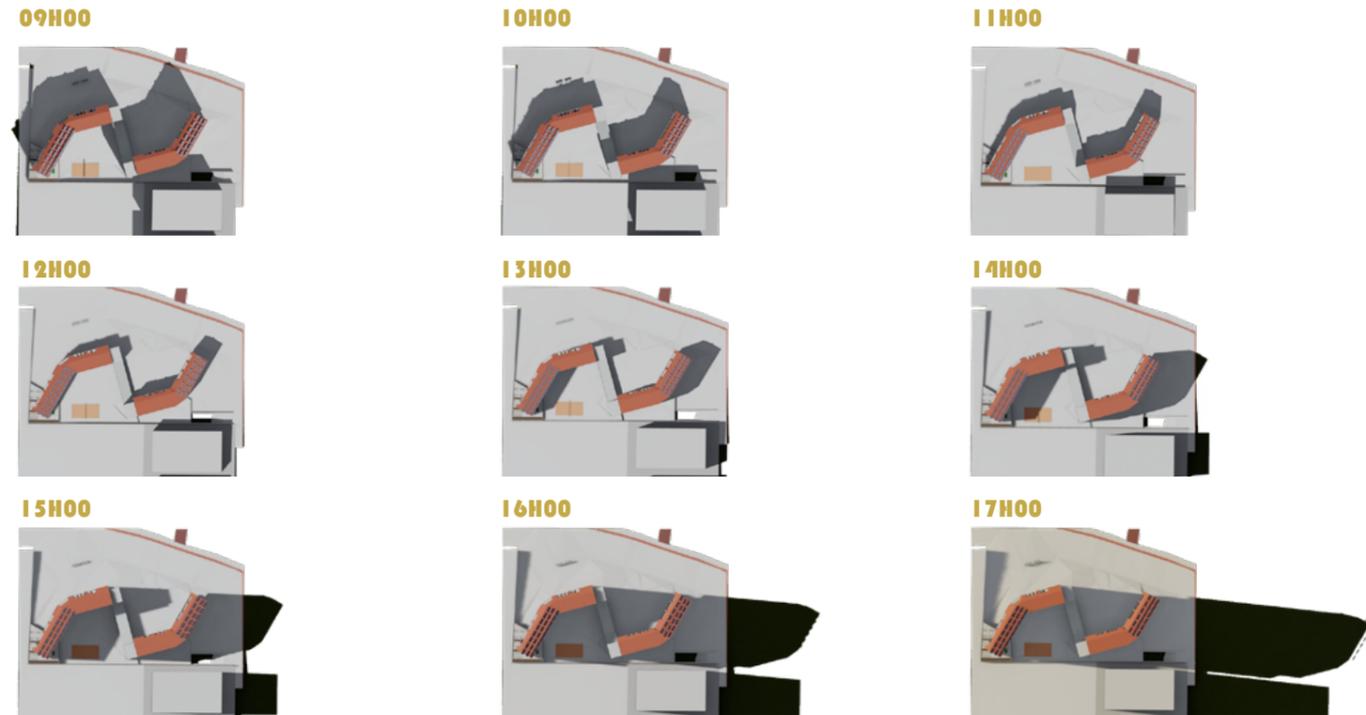


Figura 60. Incidencia solar
Fuente: Autoría propia

5.1.4.2 Equinoccio (Marzo - Septiembre)

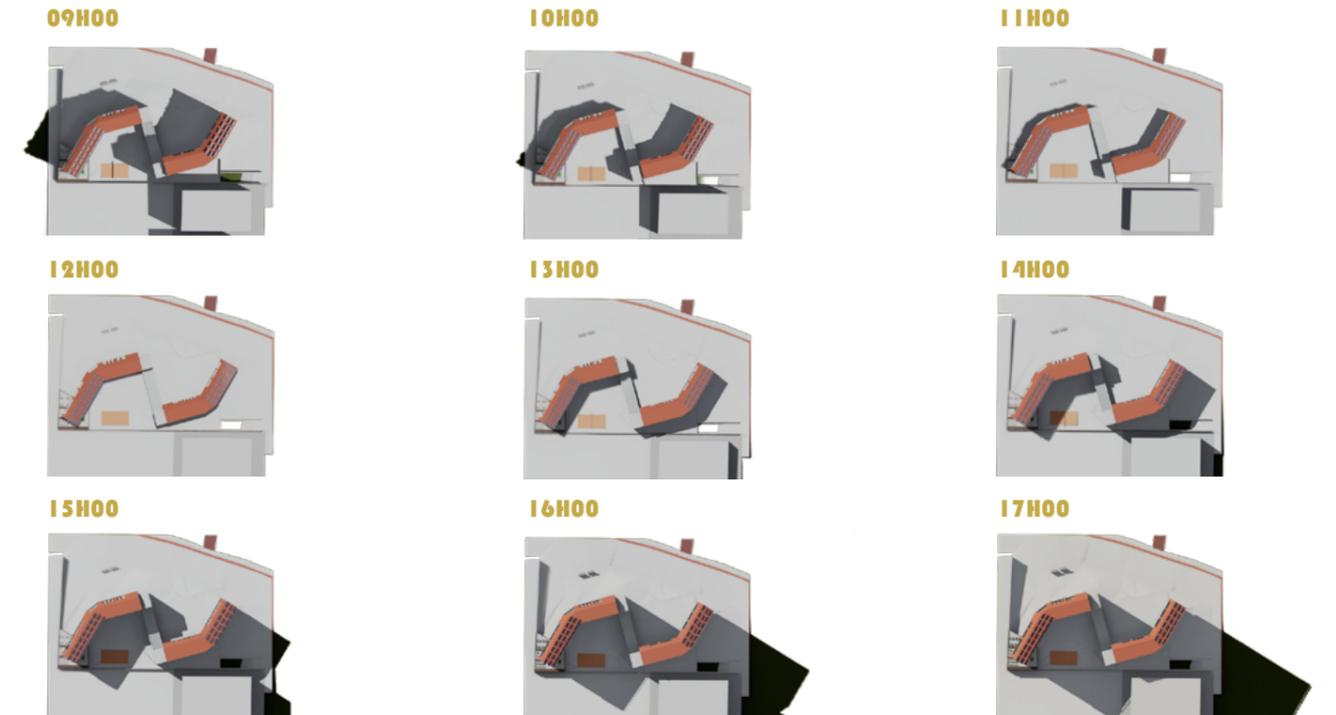


Figura 61. Incidencia solar
Fuente: Autoría propia

5.1.4.3 Solsticio de Junio

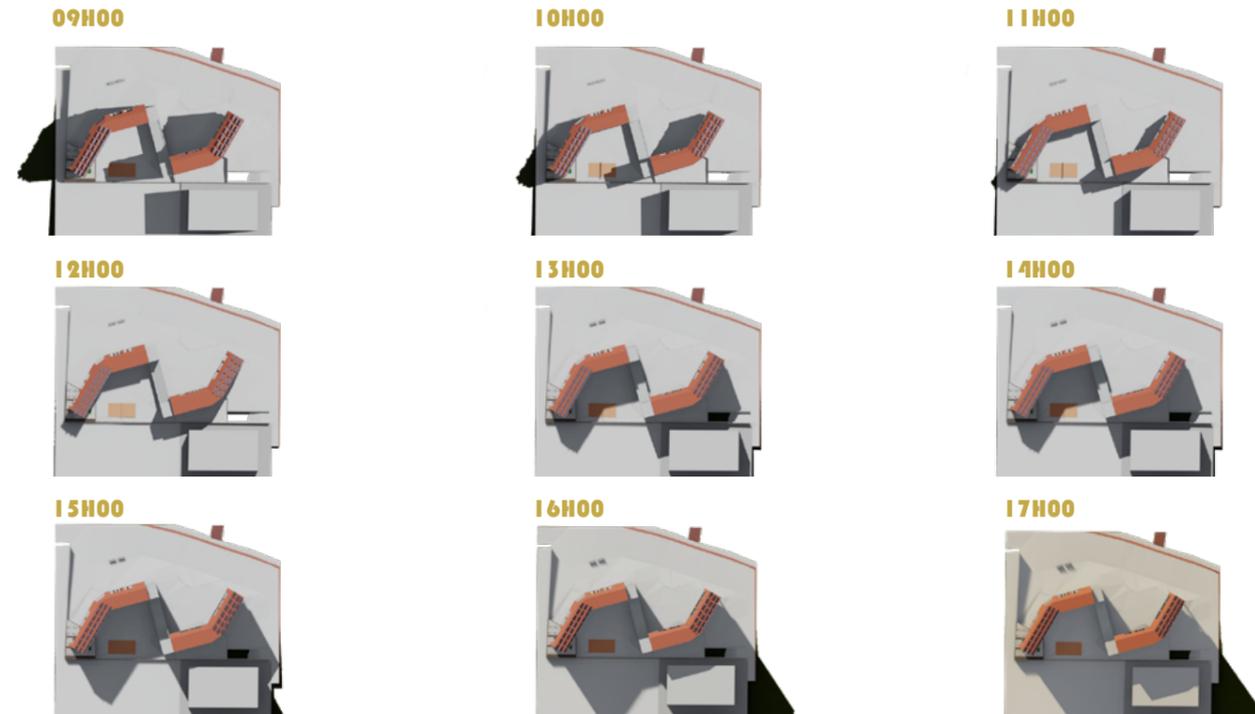


Figura 62. Incidencia solar
Fuente: Autoría propia

5.1.4.4 Especies Vegetales



Especie	Rosmarinus officinalis (Romero)	Lavandula officinalis (Lavanda)	Buxus sempervirens (Boj)	Matricaria chamomilla (Manzanilla)	Calendula officinalis (Caléndula)	Salvia officinalis (Salvia)	Ocimum basilicum (Albahaca)
Altura	0.6–1.2 m	0.5–1.0 m	0.5–1.5 m	0.2–0.4 m	0.3–0.6 m	0.3–0.7 m	0.3–0.6 m
Función	Puede reducir hasta un 20% de concentración de partículas PM10 en zonas urbanas con tráfico moderado (García-Gómez et al., 2020)	Su olor puede reducir niveles de ansiedad y mejorar la percepción ambiental en espacios públicos (Higueras, Urbanismo Bioclimático, 2006)	Absorbe entre 10 y 15 g de CO2 por planta al año y reduce ruido en 2-4 dB en bordes viales (Estudio INTA, España)	Puede reducir la erosión del suelo en un 35% al cubrir zonas verdes (FAO, 2012); además, atrae polinizadores locales	Atrae insectos beneficiosos y reduce la necesidad de pesticidas en un 25% en jardines urbanos (Estudio Universidad de Valencia, 2017)	Libera compuestos volátiles que disminuyen la población de insectos plaga en zonas verdes en hasta un 30% (INRA Francia, 2018)	Su extracto reduce la presencia de Aedes aegypti en un 70% en condiciones urbanas (Estudio CIESPAL, Quito, 2018)

5.1.5 Estrategia a nivel Social

La dimensión social constituye un eje fundamental del presente proyecto de vivienda colectiva, entendido no sólo como un espacio habitacional, sino como un entorno generador de vínculos, identidad, inclusión y bienestar. Desde esta perspectiva, el diseño arquitectónico se plantea como una herramienta para fomentar la interacción vecinal, la cohesión comunitaria y el desarrollo humano integral, mediante la creación de espacios accesibles, inclusivos y adaptables a la diversidad de los futuros habitantes.

Una de las estrategias centrales del proyecto es la incorporación de espacios comunitarios compartidos, distribuidos de manera estratégica en planta baja y en zonas intermedias del conjunto. Estas áreas están concebidas como zonas de estancia, jardines comunales, espacios lúdicos y centros de servicios que promueven la convivencia, la participación ciudadana y la apropiación del espacio por parte de los residentes. En lugar de reproducir modelos residenciales cerrados o fragmentados, se apuesta por una arquitectura abierta al entorno,

capaz de integrarse con el tejido urbano existente y de enriquecerlo con nuevas dinámicas sociales.

La planta baja de los bloques habitacionales se configura como un espacio semipúblico permeable, es decir, accesible tanto a los residentes como a los transeúntes, en donde se localizan equipamientos orientados al fortalecimiento de la vida comunitaria. Entre estos se incluyen áreas de encuentro, espacios culturales, zonas deportivas y huertos urbanos colectivos, que no solo satisfacen necesidades funcionales, sino que además generan sentido de pertenencia y redes de solidaridad entre los vecinos. Esta disposición también favorece la seguridad pasiva, al incrementar la presencia y visibilidad sobre el espacio público, reduciendo así el riesgo de conflictos urbanos o aislamiento.

En coherencia con los principios de urbanismo inclusivo, el proyecto considera con especial atención las necesidades de grupos vulnerables, como el adulto mayor. La cercanía del predio a dos centros de salud refuerza la importancia de

garantizar autonomía, movilidad segura y confort para las personas mayores. Por ello, se integran recorridos peatonales accesibles, áreas de descanso con sombra y mobiliario ergonómico, además la implementación de un centro de atención al adulto mayor, donde no solo se cuide su salud, sino también sea un punto de encuentro para su distracción. Asimismo, se promueve su participación activa en la comunidad mediante actividades intergeneracionales, espacios compartidos, lo cual contribuye a prevenir el aislamiento y fortalecer su calidad de vida.

En paralelo, el diseño incorpora un centro de estimulación temprana, entendiendo que el desarrollo infantil en los primeros años de vida es crucial para el futuro de las personas. Este equipamiento forma parte de la infraestructura comunitaria del conjunto, y busca apoyar el desarrollo cognitivo, emocional y social de los niños y niñas de la comunidad. Además, representa un importante recurso para las familias, facilitando la conciliación entre la vida laboral y la crianza, especialmente para madres solteras o familias con

ingresos limitados. Su inclusión promueve también la interacción entre generaciones, al permitir que abuelos, padres e hijos compartan el mismo entorno físico de manera activa y armónica.

La estrategia social se refuerza mediante el diseño de múltiples tipologías habitacionales, capaces de responder a la heterogeneidad de las estructuras familiares actuales. El conjunto incluye soluciones para núcleos tradicionales, familias extendidas, adultos mayores solos, parejas jóvenes, familias monoparentales y personas con movilidad reducida. Esta diversidad tipológica fomenta la integración social, la equidad y el respeto por los diferentes estilos de vida, contribuyendo a construir una comunidad más inclusiva, tolerante y cohesionada.

Más allá de su función habitacional, el proyecto se concibe como un dinamizador urbano que contribuye activamente a la transformación sostenible del entorno. La generación de espacios públicos activos, equipamientos colectivos y una estructura urbana bien conectada con la

ciudad promueven el uso eficiente del suelo, reducen la segregación espacial y aumentan la vitalidad barrial. En este sentido, la arquitectura se proyecta no solo como respuesta a la demanda de vivienda, sino como un instrumento de cambio social, capaz de mejorar la calidad de vida, reforzar la identidad local y construir ciudadanía.

Este enfoque integral sitúa a la persona en el centro del diseño, entendiendo la vivienda como una plataforma para la vida colectiva y no solo como un producto de mercado. Se reconocen las necesidades específicas de cada grupo etario, cultural y socioeconómico, y se diseñan soluciones espaciales que permiten la convivencia, la adaptabilidad y el desarrollo humano. La arquitectura, en este contexto, se convierte en un catalizador de bienestar, en diálogo con lo ambiental, lo económico y lo cultural

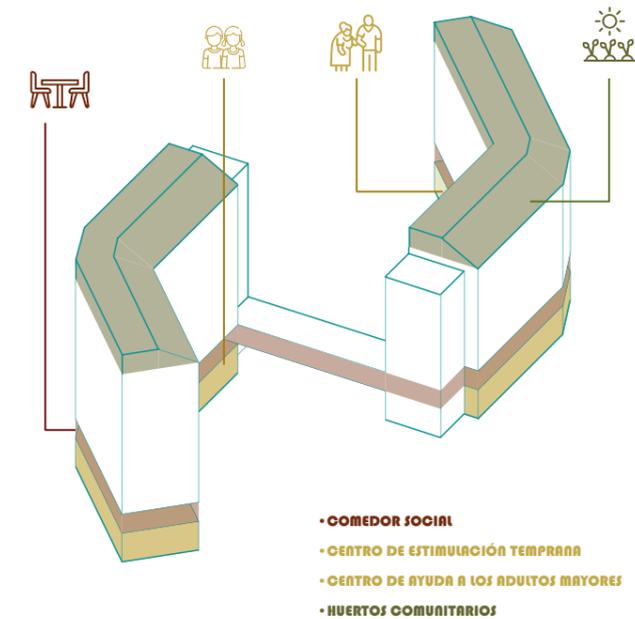


Figura 63. Implantación de bloques en el sitio, con distribución de zonas. Fuente: Autoría propia

5.1.6 Estrategia de Construcción

La estrategia constructiva del presente proyecto de vivienda colectiva responde a criterios de eficiencia estructural, sostenibilidad ambiental, control de calidad y viabilidad económica. Para lograr una propuesta coherente con los principios de la arquitectura sustentable y adaptada al contexto de Cuenca, se ha optado por un sistema prefabricado de hormigón armado, complementado con materiales locales como el ladrillo artesanal cocido y soluciones de cerramiento ligeras, como los paneles de yeso tipo drywall. Esta combinación de sistemas constructivos permite optimizar recursos, acelerar tiempos de ejecución y reducir significativamente la huella de carbono del edificio.

El componente estructural principal del proyecto está conformado por columnas y vigas de concreto prefabricado con refuerzo de acero pretensado, una tecnología que permite fabricar los elementos en planta bajo condiciones controladas, asegurando una alta calidad en su ejecución. Este sistema reduce los errores en obra, minimiza la generación de residuos y permite

una construcción más rápida y limpia. Además, la prefabricación disminuye la necesidad de cimbras, encofrados y grandes cantidades de mano de obra especializada, lo que se traduce en una reducción de costos operativos y del impacto ambiental del proceso constructivo (Gervasio & Silva, 2012).

El concreto será también utilizado en la cimentación y en la planta baja destinada a parqueaderos, donde se requiere mayor resistencia mecánica y durabilidad frente a condiciones de humedad y tránsito continuo. Gracias a sus propiedades físico-mecánicas (como su alta resistencia a compresión y su densidad de 2,400 kg/m³) el hormigón prefabricado asegura una vida útil prolongada, estabilidad estructural y bajo mantenimiento en zonas expuestas a carga y desgaste (Ministerio del Ambiente del Ecuador, 2014).

En la envolvente arquitectónica, se empleará ladrillo artesanal cocido producido en Cuenca, seleccionado por sus cualidades térmicas, estéticas y su bajo impacto ambiental cuando se compara con materiales industrializados.

El uso de ladrillo tradicional favorece la integración del edificio al paisaje urbano y refuerza la identidad cultural local, al tiempo que ofrece masa térmica moderada, contribuyendo a la regulación natural de la temperatura interior. Además, el ladrillo cocido tiene propiedades acústicas y permite acabados diversos. Aunque su producción emite CO₂ por la cocción en hornos, esta elección queda compensada por su carácter local y artesanal, lo cual reduce emisiones de transporte y promueve la economía circular (DATOS DEL PROYECTO, 2025).

En cuanto a los cerramientos interiores, se implementarán paneles ligeros de yeso (drywall), cuya modulación estándar de 1.2 x 2.4 m se ajusta perfectamente a la modulación arquitectónica del proyecto. Este sistema ofrece ventajas como rapidez de instalación, limpieza en obra, facilidad para mantenimiento y modificación de espacios, además de un mejor desempeño acústico. La ligereza de estos muros permite reducir las cargas estructurales, y al estar fabricados con materiales parcialmente reciclables, contribuyen a una

arquitectura más flexible y sostenible (IDAE, 2011). Otro material clave en la propuesta es la madera industrializada de EDIMCA, empleada en puertas, mobiliario fijo (como armarios y gabinetes de cocina) y detalles interiores. Este tipo de madera, certificada bajo estándares FSC, es producida con técnicas que capturan más carbono del que emiten, lo que la convierte en un material carbono-negativo. Además, su versatilidad, resistencia y durabilidad la hacen ideal para el interiorismo residencial, aportando calidez, bajo mantenimiento y compatibilidad con sistemas constructivos secos (EDIMCA, 2024).

La combinación de estos materiales (concreto prefabricado, ladrillo artesanal, drywall y madera carbono-negativa) permite lograr un equilibrio entre funcionalidad, economía y sostenibilidad. Al integrar soluciones constructivas prefabricadas y locales, se consigue un modelo de construcción más rápido, limpio y eficiente, capaz de adaptarse a diferentes condiciones sin sacrificar calidad ni impacto ambiental. Según los análisis de ciclo de vida realizados, esta estrategia constructiva

reduce en un 40% las emisiones de CO₂ frente a una alternativa con estructura metálica convencional, disminuyendo de 5,025.03 toneladas de CO₂ a 1,552.97 toneladas (DATOS DEL PROYECTO, 2025).

Finalmente, la elección de un sistema constructivo híbrido permite también mayor adaptabilidad y resiliencia. El proyecto está preparado para resistir condiciones sísmicas moderadas, adaptarse a futuros cambios espaciales y optimizar la ejecución en fases, lo cual facilita su replicabilidad en otros entornos urbanos del país. Esta estrategia se alinea plenamente con los principios de la arquitectura sostenible contemporánea, que busca no solo resolver problemas técnicos o espaciales, sino también construir de forma más consciente, eficiente y comprometida con el entorno.

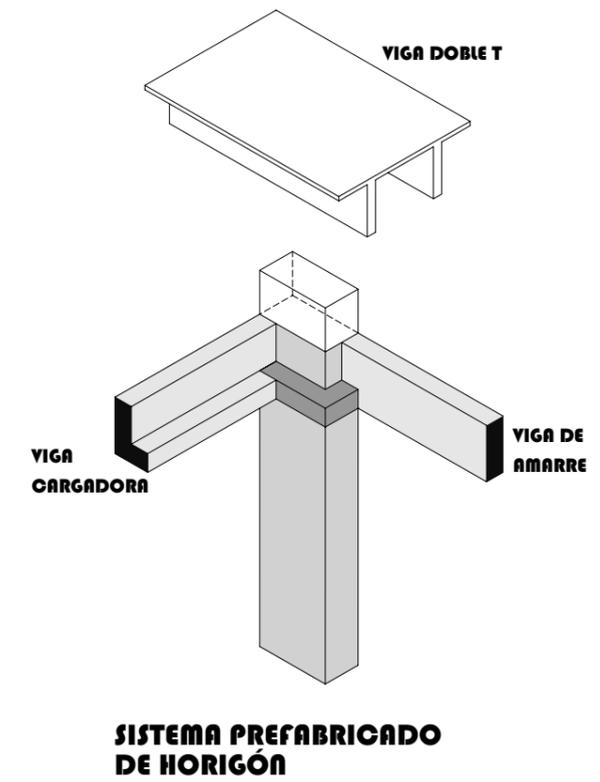


Figura 64. Sistema constructivo prefabricado
Fuente: Autoría propia

Hormigón prefabricado RFV

Propiedad	Valor Aproximado	Norma/Referencia
Resistencia a compresión (f'c)	28–35 MPa (según diseño)	INEN 1578, ASTM C39
Densidad	2,400 kg/m³	ASTM C138
Módulo de elasticidad	~25,000 MPa	ACI 318
Absorción de agua	< 5%	ASTM C642
Tiempo de curado	7 – 28 días en condiciones controladas	NTP 339.034
Tolerancia dimensional	± 3 mm (en elementos estructurales)	INEN/ISO 13920

Tabla 1. Ficha técnica Hormigón Prefabricado
Fuente: Normas INEN

Ladrillo cocido artesanal

Propiedad	Valor Aproximado	Norma/Referencia
Resistencia a compresión (f'c)	28–35 MPa (según diseño)	INEN 1578, ASTM C39
Densidad	2,400 kg/m³	ASTM C138
Módulo de elasticidad	~25,000 MPa	ACI 318
Absorción de agua	< 5%	ASTM C642
Tiempo de curado	7 – 28 días en condiciones controladas	NTP 339.034
Tolerancia dimensional	± 3 mm (en elementos estructurales)	INEN/ISO 13920

Tabla 2. Ficha técnica Ladrillo artesanal
Fuente: Normas INEN

Atributo	Valor o Consideración
Producción artesanal	Bajo consumo energético (vs. industrial)
Energía incorporada	Media – Alta (proceso de cocción)
Huella de carbono	1.041 kg CO ₂ /unidad
Reutilización posible	Parcial, según estado de demolición
Biodegradabilidad	Alta (material inerte)

Madera Edimca

Propiedad	Valor Aproximado	Norma Referencial
Dimensiones	25 × 12 × 6 cm	Producción local (variable)
Peso unitario	2.5 – 3.2 kg	ASTM C67
Densidad aparente	~1,600 – 1,800 kg/m³	ASTM C20
Resistencia a compresión	30 – 50 kg/cm² (3 – 5 MPa)	ASTM C67
Absorción de agua	12 – 18%	ASTM C373
Conductividad térmica	~0.5 W/m·K	Estimación experimental
Rendimiento en obra	45 – 50 unidades/m² (junta de 1 cm)	

Tabla 3. Ficha técnica Madera edimca
Fuente: EDIMCA

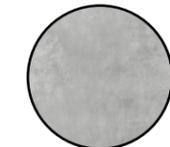
Atributo	Valor o Certificación
Huella de carbono	Carbono negativo (según EDIMCA 2023)
Certificación forestal	FSC® – Manejo responsable de bosques
Proceso industrial	Bajo impacto ambiental, energía limpia y reciclaje de residuos
Emisiones de formaldehído	Clase E0/E1 – Baja emisión (ambientes interiores seguros)



LADRILLO ARTESANAL



MADERA EDIMCA



HORMIGÓN PREFABRICADO RFV

Figura 65. Materiales a utilizar
Fuente: Autoría propia

5.2 Proyecto Arquitectónico

5.2.1 Emplazamiento

El emplazamiento del proyecto destaca por su integración con el espacio público circundante, estableciendo una conexión directa con el entorno urbano. Se genera una plaza única sobre la avenida 24 de Mayo, la cual enlaza el proyecto con el área verde adyacente al río, fortaleciendo la relación entre lo construido y lo natural. Además, se incorporan espacios destinados al servicio público, como una cafetería, un market, un centro de apoyo al adulto mayor y un centro de estimulación temprana. Estos equipamientos fomentan la cohesión social tanto dentro del proyecto como en el sector.

La propuesta también se articula con una ciclovía que conecta con otros servicios y equipamientos cercanos, incentivando una movilidad sostenible y accesible. En conjunto, el emplazamiento promueve una interacción activa entre los residentes y el entorno, contribuyendo a la vitalidad del espacio público y fortaleciendo la integración comunitaria y la sostenibilidad urbana.



Figura 66. Emplazamiento
Fuente: Autoría propia

Listado de espacios

- | | |
|------------------------------------|------------------------------------|
| 1. Lobby | 5. Centro de estimulación temprana |
| 2. Market | 6. Área de descanso |
| 3. Centro de apoyo al adulto mayor | |
| 4. Cafetería | |

5.2.2 Primera planta alta

Para la primera planta alta se ha diseñado con un enfoque integral que prioriza el bienestar comunitario y la interacción social. En ambos bloques que conforman la propuesta, se ha incorporado un comedor comunitario, concebido como un espacio abierto y funcional que permite la reunión de los habitantes, promoviendo la cohesión social y el sentido de pertenencia entre vecinos. Este espacio no solo cumple una función alimentaria, sino que también se convierte en un punto de encuentro para el diálogo, la colaboración y el fortalecimiento del tejido social. Asimismo, se ha previsto un área de juegos estratégicamente ubicada para garantizar la seguridad de los niños, al tiempo que ofrece un entorno lúdico y recreativo accesible para todas las edades. Esta zona fomenta la actividad física, la creatividad y la socialización entre los más pequeños, reforzando el carácter comunitario del proyecto. La distribución de estos espacios responde a una visión participativa e inclusiva del diseño urbano.

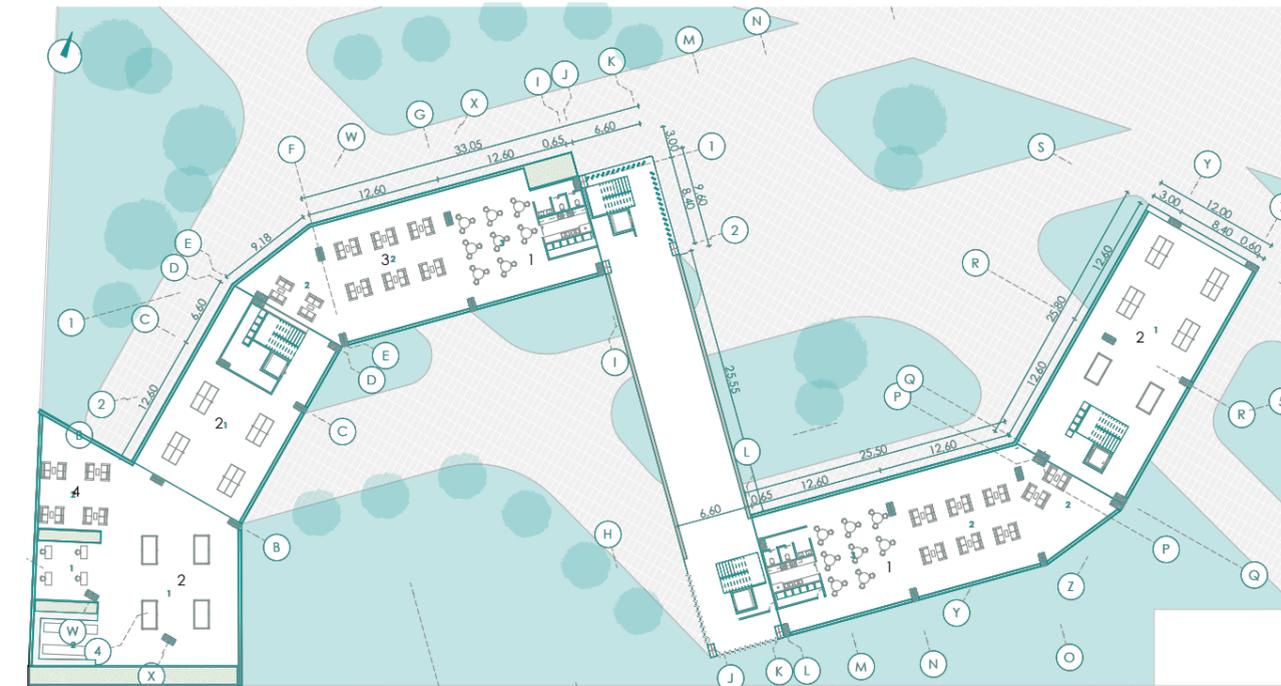


Figura 67. Primera planta alta
Fuente: Autoría propia

Listado de espacios

- | |
|---------------------|
| 1. Comedor |
| 2. Área de juegos |
| 3. Área de descanso |
| 4. Coworking |



5.2.3 Segunda planta alta

La distribución de la planta ha sido concebida para ofrecer diversidad tipológica que responda a las distintas necesidades de los futuros usuarios, promoviendo la inclusión y la flexibilidad habitacional. Se contempla una gama de departamentos que incluye unidades de tres habitaciones, ideales para familias numerosas; departamentos de dos habitaciones, adecuados para familias pequeñas o parejas; y departamentos de una habitación, dirigidos a usuarios individuales o adultos mayores. Asimismo, se ha integrado la tipología de suite, pensada para personal administrativo, estudiantes o residentes temporales, con un diseño compacto y funcional. Un elemento distintivo de esta planta es la inclusión de una variante dúplex de dos habitaciones, que se resuelve en dos niveles, permitiendo una mayor privacidad entre áreas sociales y privadas, y aprovechando eficientemente el espacio vertical. Esta variedad no solo aporta riqueza al conjunto arquitectónico, sino que también garantiza que distintas configuraciones familiares puedan encontrar una solución habitacional adecuada dentro del mismo entorno.



Figura 68: Segunda planta alta
Fuente: Autoría propia

Listado de espacios

1. Tipología de 1 habitación
2. Tipología de 2 habitaciones
3. Tipología de 3 habitaciones
4. Duplex

5.2.4 Tercera planta alta

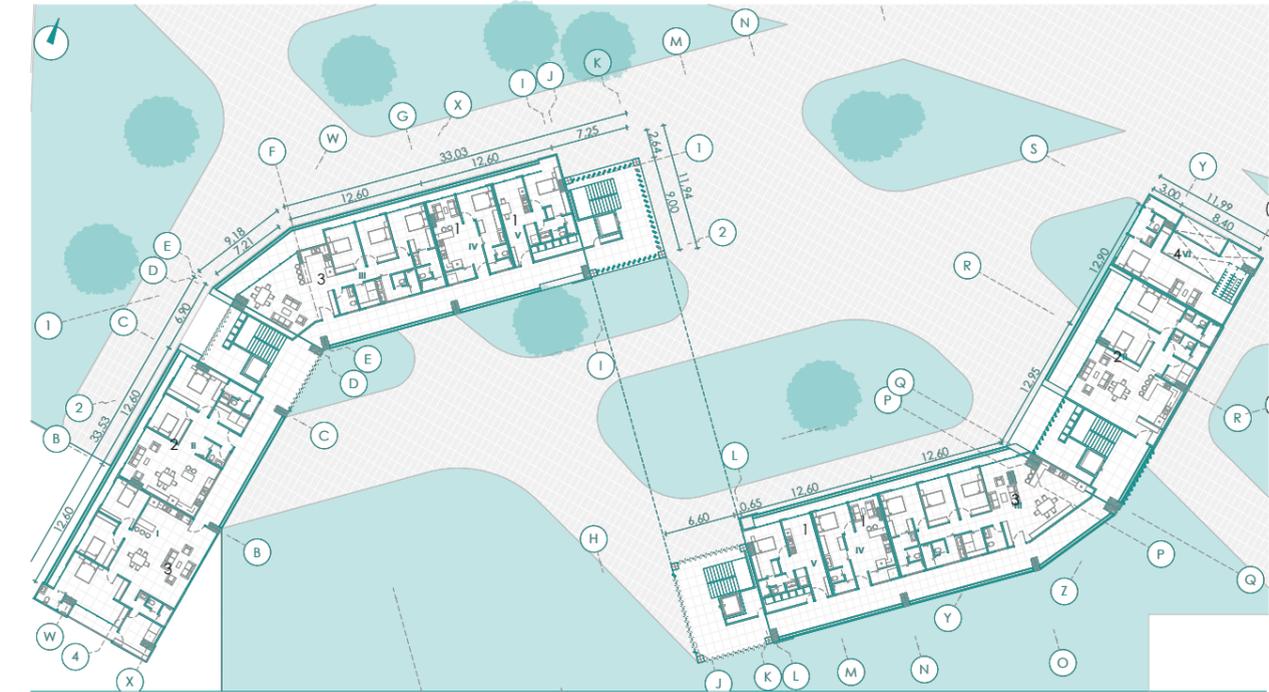


Figura 69: Tercera planta alta
Fuente: Autoría propia

Listado de espacios

1. Tipología de 1 habitación
2. Tipología de 2 habitaciones
3. Tipología de 3 habitaciones
4. Duplex

5.2.5 Séptima planta alta

En la última planta alta del bloque se resuelve el segundo nivel de los departamentos tipo dúplex, consolidando así una distribución vertical eficiente que separa claramente las zonas sociales de las áreas privadas, generando mayor confort y privacidad para los residentes. Junto a estos espacios privados, se ha destinado un área común de gran valor comunitario: un huerto compartido. Este huerto ha sido diseñado como un espacio abierto accesible para todos los habitantes del bloque, fomentando prácticas de agricultura urbana, sostenibilidad y convivencia. Más allá de su función productiva, el huerto actúa como un lugar de encuentro intergeneracional donde se promueven valores como la cooperación, la educación ambiental y la autosuficiencia alimentaria. Su ubicación en la planta alta permite un buen asoleamiento, ventilación y control del cultivo, haciendo un uso eficiente de la azotea mientras se fortalece la relación entre los habitantes y su entorno natural dentro del contexto urbano.



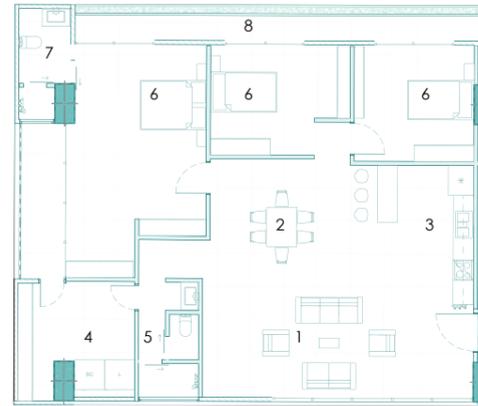
Figura 70. Séptima planta alta
Fuente: Autoría propia

Listado de espacios

1. Tipología de 1 habitación
2. Tipología de 2 habitaciones
3. Tipología de 3 habitaciones
4. Duplex
5. Huerto



5.2.6 Tipologías



Listado de espacios

- 1. Sala
- 2. Comedor
- 3. Cocina
- 4. Lavandería
- 5. S.S.H.H. social
- 6. Dormitorio
- 7. S.S.H.H.
- 8. Terraza

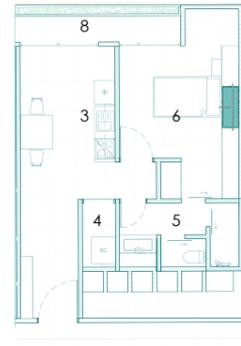
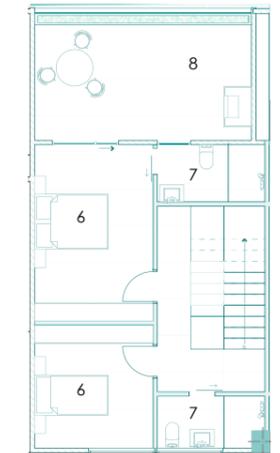
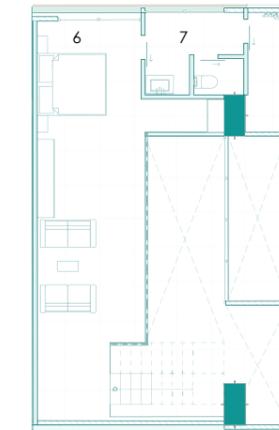
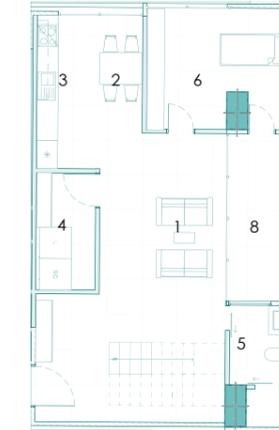


Figura 71: Tipologías de departamentos
Fuente: Autoría propia

5.2.7 Tipologías Duplex



Listado de espacios

- 1. Sala
- 2. Comedor
- 3. Cocina
- 4. Lavandería
- 5. S.S.H.H. social
- 6. Dormitorio
- 7. S.S.H.H.
- 8. Terraza

Figura 72: Tipología duplex
Fuente: Autoría propia







06

**APLICACIÓN Y
CONCLUSIONES**

6.1 Principios CEELA Aplicados

En el desarrollo del proyecto se han aplicado los principios CEELA (Construcción Energéticamente Eficiente en América Latina), lo que ha permitido mejorar significativamente su desempeño energético y bioclimático. La implementación de estos principios desde las primeras etapas de diseño ha facilitado la incorporación de estrategias pasivas y activas que optimizan el uso de recursos naturales como la luz solar, la ventilación cruzada y el aislamiento térmico. Esto no solo mejora el confort interior en las unidades habitacionales, sino que también reduce el consumo energético en climatización e iluminación. A diferencia de la construcción tradicional, que suele generar un mayor impacto ambiental al no considerar estos factores, este enfoque permite minimizar la huella ecológica del proyecto. Así, se promueve una edificación más sostenible, eficiente y responsable con el entorno, alineada con los objetivos actuales de mitigación del cambio climático y el uso racional de los recursos disponibles.

Figura 73. Principios CEELA
Fuente: Autoría propia



6.1.1 Diseño Integrado

El concepto de diseño integrado aplicado en este proyecto de vivienda colectiva se manifiesta como una metodología transversal que articula todas las etapas del proceso arquitectónico: desde la planificación inicial, el análisis del sitio, la configuración volumétrica y la elección de materiales, hasta la definición de estrategias energéticas, sociales y ambientales. Esta aproximación multidisciplinaria ha permitido desarrollar una propuesta arquitectónica coherente, donde cada decisión de diseño responde simultáneamente a criterios funcionales, estéticos, técnicos y de sostenibilidad. Desde la fase conceptual del proyecto se incorporaron criterios de arquitectura bioclimática y eficiencia energética, permitiendo una sinergia entre el entorno natural y el diseño construido. Este enfoque permitió orientar correctamente los bloques habitacionales según los vientos predominantes y la trayectoria solar, optimizando la ventilación cruzada natural y el aprovechamiento de la radiación solar, tanto para el confort térmico interior como para la generación de energía renovable mediante

paneles fotovoltaicos y calentadores solares de agua. Este tipo de decisiones no se incorporaron como elementos aislados o añadidos posteriores, sino como ejes centrales del diseño desde sus etapas más tempranas, lo que define una auténtica aplicación del diseño integrado. La planificación coordinada entre los aspectos arquitectónicos, estructurales, energéticos y sociales también facilitó la selección de sistemas constructivos apropiados. La elección de una estructura prefabricada de hormigón armado fue producto de un análisis conjunto entre sostenibilidad ambiental y eficiencia técnica. Este sistema no solo reduce la huella de carbono en comparación con una estructura metálica (como lo reflejan los cálculos de emisiones), sino que además favorece una ejecución más limpia, rápida y con menos residuos. Esta coherencia estructural con la lógica del diseño arquitectónico demuestra una integración efectiva entre la propuesta formal y su viabilidad constructiva. El diseño integrado también se evidencia en la selección de materiales. Desde la envolvente en ladrillo artesanal cocido hasta los sistemas interiores de paneles ligeros tipo drywall, cada componente fue elegido considerando criterios de durabilidad,

bajo impacto ambiental, eficiencia térmica, y aporte a la identidad local. Asimismo, elementos como la madera industrializada certificada (utilizada en puertas, mobiliario y revestimientos) refuerzan el compromiso con la sostenibilidad y el uso de productos carbono-negativo disponibles en el entorno regional. En el ámbito del confort y eficiencia operativa, se integraron tecnologías como sistemas de monitoreo inteligente y dispositivos de bajo consumo (iluminación LED, electrodomésticos clase A, sanitarios eficientes), los cuales fueron planificados en conjunto con las estrategias pasivas para maximizar su efecto. La implementación de estas soluciones sólo es posible cuando se trabaja desde una visión integral que articula el diseño arquitectónico con el comportamiento energético de la edificación y con el perfil de consumo de sus futuros usuarios. Por último, el enfoque integrado también incorpora la dimensión social y comunitaria, a través de la planificación de espacios comunes, accesibilidad universal, áreas de convivencia y equipamientos colectivos, los cuales fueron pensados desde el inicio del diseño para fomentar la cohesión social, la seguridad y el sentido de pertenencia.

En conclusión, el diseño integrado no solo ha permitido optimizar el rendimiento energético y ambiental del proyecto, sino que ha garantizado que todas las decisiones de diseño estén alineadas con los objetivos de sostenibilidad, eficiencia y habitabilidad planteados desde la concepción del proyecto. Este enfoque asegura que el resultado final no sea únicamente funcional y estéticamente viable, sino también resiliente, eficiente y responsable con el entorno y con sus habitantes.



Figura 74. Diseño integrado
Fuente: Autoría propia

6.1.2 Control de la radiación directa

El control de la radiación solar directa constituye un componente esencial dentro de las estrategias de diseño pasivo que articulan la propuesta arquitectónica del proyecto. Esta estrategia busca optimizar el ingreso de luz natural sin comprometer el confort térmico, la eficiencia energética ni la durabilidad de los materiales expuestos. Para lograrlo, se ha diseñado una envolvente arquitectónica dinámica y sensible al entorno climático, capaz de moderar la incidencia solar a lo largo del año, en función de la orientación, el uso de los espacios y la trayectoria solar característica de la ciudad de Cuenca.

Uno de los mecanismos más efectivos empleados en este proyecto es el uso de voladizos y balcones como elementos de protección solar, los cuales actúan como filtros arquitectónicos entre el ambiente exterior y los espacios habitables. Estos dispositivos han sido diseñados en base a un estudio detallado de ángulos solares en solsticios y equinoccios, permitiendo bloquear la radiación en las horas críticas de mayor carga térmica (entre las 09h00 y las 17h00 en verano) y permitir su ingreso controlado durante las estaciones frías,

cuando se requiere mayor captación térmica. La correcta disposición de estos balcones no solo aporta una mejora en el rendimiento térmico, sino que también genera espacios exteriores intermedios que enriquecen la calidad espacial de las viviendas.

Estos elementos cumplen una función dual: desde el punto de vista ambiental, actúan como barreras físicas que reducen la ganancia térmica indeseada en época de calor, evitando el sobrecalentamiento interior; desde el punto de vista funcional y social, amplían el área útil de las unidades habitacionales, fomentan la conexión visual con el exterior y sirven como lugares de esparcimiento y descanso, especialmente valiosos en contextos de vivienda colectiva.

Adicionalmente, el proyecto incorpora vegetación estratégica como parte del sistema de control solar. En cada unidad habitacional se incluyen jardineras, trepadoras o árboles cercanos que actúan como pantallas naturales contra la radiación, contribuyendo a reducir la temperatura superficial de fachadas expuestas. Se ha priorizado el uso de especies caducifolias como el aliso (*Alnus glutinosa*) y el sauce blanco (*Salix alba*) en zonas de mayor exposición solar, lo

que permite sombra en verano y mayor entrada de luz solar en invierno. Esta solución, además de ser eficaz desde el punto de vista térmico, mejora el microclima urbano, disminuye el efecto de isla de calor y refuerza el componente estético y ecológico del diseño.

Desde el punto de vista del comportamiento energético, el control efectivo de la radiación directa reduce significativamente la necesidad de sistemas mecánicos de climatización. Según estudios previos del proyecto, una correcta protección solar puede mantener la temperatura entre los 20 a 25 °C, lo que representa un ahorro energético estimado de hasta 900 kWh/año por vivienda. Este ahorro se traduce en una disminución del consumo eléctrico y una reducción de emisiones de CO₂, reforzando el enfoque sostenible del conjunto habitacional.

El tratamiento de la envolvente se complementa con materiales de baja inercia térmica en cerramientos interiores, como paneles de yeso (drywall), que permiten una respuesta térmica más ágil y evitan la acumulación excesiva de calor en días soleados. Esta decisión material también contribuye al confort interior y facilita la implementación de diseños flexibles y livianos.

En conclusión, el proyecto no solo controla la radiación solar directa mediante elementos arquitectónicos fijos y naturales, sino que integra estos componentes dentro de un sistema de diseño coherente, adaptable y eficiente. Este enfoque demuestra que es posible alcanzar un equilibrio entre iluminación natural, confort térmico y ahorro energético, mediante soluciones simples, replicables y profundamente conectadas con el clima y el entorno local. La estrategia de control solar del proyecto no se limita a proteger del sol: la interpreta, la filtra y la transforma en una oportunidad para generar arquitectura climáticamente inteligente.

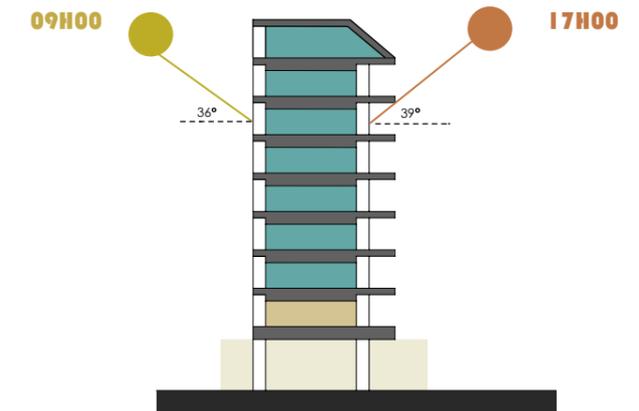


Figura 75: Control de radiación en el proyecto
Fuente: Autoría propia

6.1.3 Aislamiento térmico de la envolvente

El aislamiento térmico de la envolvente es un componente esencial dentro del enfoque bioclimático y energético del proyecto de vivienda colectiva. Su correcta implementación permite reducir significativamente la pérdida o ganancia de calor a través de los cerramientos, lo que se traduce en un menor consumo de energía para climatización, así como en mejores condiciones de habitabilidad para los usuarios.

En este proyecto, el aislamiento térmico se aborda desde una composición multicapa de la envolvente arquitectónica, que incluye el uso de ladrillo artesanal cocido en muros exteriores, paneles prefabricados tipo drywall en los cerramientos interiores, y ventanas con doble acristalamiento en aberturas principales. Esta combinación estratégica de materiales responde tanto a criterios técnicos de comportamiento térmico como a principios de sostenibilidad, uso de recursos locales y facilidad de montaje en obra.

El uso de ladrillo cocido como material predominante en la envolvente aporta masa térmica a los muros, lo que permite almacenar

el calor durante las horas diurnas y liberarlo lentamente durante la noche, estabilizando así las fluctuaciones térmicas interiores. Este efecto de inercia térmica es especialmente útil en climas como el de Cuenca, donde las variaciones de temperatura entre el día y la noche pueden ser considerables. Además, el ladrillo empleado proviene de productores locales, lo que disminuye la huella de carbono por transporte y fortalece la economía de cercanía.

Por su parte, los paneles de yeso prefabricados (drywall) en interiores permiten mejorar el confort térmico y acústico sin añadir peso estructural significativo. Estos paneles ofrecen un buen comportamiento como aislante secundario, complementando la acción del ladrillo y permitiendo una respuesta térmica más rápida en espacios interiores. Además, su modulación estándar de 1.2 x 2.4 m facilita la ejecución eficiente en obra, reduciendo los residuos y tiempos de montaje.

El componente más determinante en cuanto a aislamiento térmico es la incorporación de ventanas de doble acristalamiento hermético (DVH). Este sistema consiste en dos láminas de vidrio separadas por una cámara de aire sellada,

que actúa como barrera térmica y mejora notablemente la capacidad aislante del vano. Su uso reduce hasta en un 40% la pérdida de calor a través de las ventanas, disminuye la entrada de frío o calor externo y mejora el aislamiento acústico. En conjunto con los dispositivos de protección solar (voladizos, balcones, vegetación), estas ventanas permiten un control más preciso del confort térmico entre los 18 y 25 °C, sin recurrir a sistemas activos de calefacción o refrigeración.

Los beneficios de esta estrategia se reflejan en un mayor confort interior, una disminución de la carga térmica del edificio y una reducción directa del consumo energético. Estudios realizados en el marco del proyecto estiman que esta composición de envolvente permite reducir las pérdidas térmicas en un 30–50% en comparación con una envolvente convencional sin aislamiento, lo que puede representar un ahorro de hasta 400–600 kWh/año por unidad habitacional. Esta reducción se traduce no solo en ahorro económico, sino también en una menor emisión de gases de efecto invernadero, contribuyendo a los objetivos de eficiencia energética del conjunto habitacional.

Desde una perspectiva ambiental y económica, esta estrategia también tiene ventajas relevantes. El uso de materiales durables, reciclables y de bajo mantenimiento garantiza una mayor vida útil del sistema constructivo, mientras que su comportamiento térmico eficiente permite reducir la necesidad de sistemas activos de climatización, disminuyendo así los costos operativos para los usuarios a lo largo del tiempo.

En conclusión, el aislamiento térmico de la envolvente no solo cumple una función técnica de regulación climática interior, sino que también forma parte integral del modelo de vivienda sostenible, resiliente y energéticamente eficiente que propone el proyecto. Su aplicación coherente con el resto de estrategias bioclimáticas y de eficiencia convierte a esta solución en un pilar clave para lograr espacios confortables, funcionales y respetuosos con el medio ambiente.

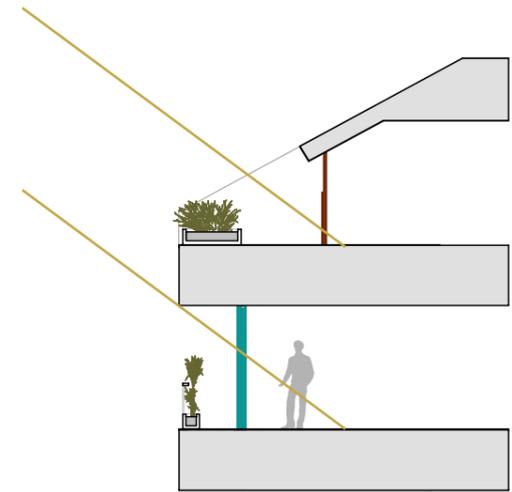


Figura 76. Aislamiento térmico de la envolvente
Fuente: Autoría propia

6.1.4 Energía incorporada

La energía incorporada —también conocida como energía embebida— se refiere a la cantidad total de energía requerida para la extracción, fabricación, transporte, instalación y eventual disposición de los materiales que conforman una edificación. En el contexto actual de cambio climático y exigencias de sostenibilidad, su análisis resulta esencial para entender y reducir el impacto ambiental global de cualquier construcción.

En este proyecto, se ha priorizado la utilización de sistemas constructivos con baja energía incorporada y una planificación que permite reducir significativamente los residuos de obra. El uso de un sistema prefabricado de hormigón armado es una de las decisiones estructurales más relevantes en este sentido. A diferencia del sistema de hormigón in situ, la prefabricación permite una modulación precisa, disminuye el consumo de materiales auxiliares como encofrados y cimbras, y reduce las pérdidas de material en obra de un promedio del 5% a apenas un 2%, según Sanabria y Monrroy (2018).

La fabricación industrializada de los elementos estructurales permite trabajar en condiciones

controladas, lo que no solo mejora la calidad del producto final, sino que reduce significativamente el consumo energético del proceso constructivo. Además, la rapidez en el montaje disminuye el tiempo total de obra, lo cual se traduce en una menor demanda energética asociada a maquinaria, transporte interno, mano de obra y consumo de recursos temporales como electricidad y agua en el sitio de construcción. El sistema se complementa con el uso de paneles prefabricados tipo drywall en cerramientos interiores. Estos paneles, al igual que el sistema de hormigón, se basan en medidas modulares estandarizadas (1.20 x 2.40 m), lo cual permite un corte preciso, mínimo desperdicio y facilidad en su manipulación. Además, los paneles de yeso contienen un alto porcentaje de material reciclado, y su ligereza contribuye a reducir la carga estructural del edificio, lo que también se traduce en un ahorro indirecto de energía y recursos estructurales.

Ambos materiales (el prefabricado de hormigón y el drywall) tienen la ventaja adicional de facilitar procesos de desmontaje y reciclaje, lo cual es fundamental en estrategias de economía circular dentro del ciclo de vida de la edificación. A

diferencia de construcciones convencionales con mezclas húmedas, estos sistemas permiten reducir los residuos sólidos de construcción, que representan uno de los principales impactos ambientales del sector en Latinoamérica.

A esto se suma el uso de ladrillo artesanal cocido localmente, cuya producción requiere menor energía de transporte y promueve el empleo de mano de obra local. Aunque el proceso de cocción genera emisiones, su ciclo de vida puede ser más sostenible si se considera su durabilidad, bajo mantenimiento y el hecho de que su uso apoya economías rurales. Por tanto, su incorporación puede balancear el impacto energético si se integra dentro de una lógica de eficiencia global del sistema constructivo.

En conjunto, esta combinación de sistemas y materiales permite desarrollar una edificación con menor energía incorporada en su fase de construcción, optimizando la relación entre desempeño ambiental, tiempo de ejecución y costos. Esta reducción tiene implicaciones directas en la huella de carbono total del edificio, lo que refuerza el cumplimiento de los objetivos del proyecto en términos de sostenibilidad.

Además, este enfoque se alinea con las nuevas metodologías de evaluación del ciclo de vida (LCA, por sus siglas en inglés), las cuales consideran no solo el consumo energético durante el uso de la edificación, sino también el impacto generado por los materiales desde su origen. Al anticipar y reducir esta carga desde el diseño, el proyecto demuestra una visión integral y responsable del proceso constructivo.

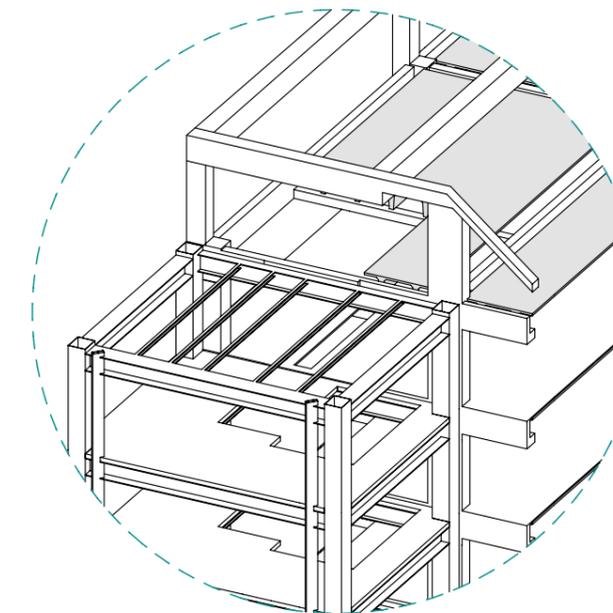
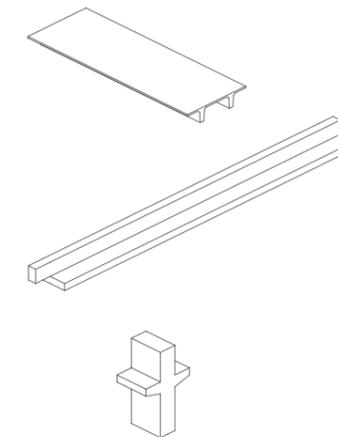


Figura 77. Sistema prefabricado de hormigón
Fuente: Autoría propia

6.1.5 Reducción de Materiales tóxicos

En el marco de una arquitectura sostenible y saludable, la selección consciente de materiales de bajo impacto toxicológico es una estrategia fundamental para garantizar la calidad del ambiente interior y proteger la salud de los ocupantes. En este sentido, el proyecto de vivienda colectiva adopta un enfoque responsable al optar por materiales libres de compuestos tóxicos o volátiles, priorizando aquellos con certificaciones ambientales, composición natural o procesos de fabricación controlados.

Una de las decisiones claves en esta estrategia ha sido la utilización de ladrillo cocido artesanal en la envolvente del edificio. Este material, producido localmente con arcilla natural y métodos tradicionales, no contiene aditivos químicos ni compuestos orgánicos volátiles (COV), a diferencia de otros sistemas de cerramiento que incorporan mezclas con disolventes, espumas sintéticas o adhesivos industriales. Su composición cerámica lo convierte en un material inerte, duradero y estable, que no emite gases ni partículas perjudiciales al ambiente interior durante su vida útil. Además, al provenir de fuentes regionales, su

proceso de transporte y manipulación minimiza el uso de embalajes o tratamientos químicos. Asimismo, en los cerramientos interiores del proyecto se emplean paneles prefabricados de yeso tipo drywall, los cuales ofrecen una solución constructiva ligera, eficiente y limpia. Estos paneles están compuestos por yeso natural o sintético encapsulado entre dos capas de cartón reciclado, sin necesidad de disolventes, pinturas industriales o resinas peligrosas. En comparación con sistemas húmedos tradicionales que utilizan mezclas cementicias o adhesivos con formaldehído, el drywall permite una construcción libre de agentes químicos irritantes, reduciendo así el riesgo de alergias, enfermedades respiratorias o afectaciones dérmicas en los usuarios. Otra ventaja significativa del uso de estos materiales es la reducción de emisiones de compuestos orgánicos volátiles (COV), una de las principales fuentes de contaminación del aire interior en edificaciones convencionales. Los COV provienen comúnmente de pinturas sintéticas, selladores, espumas aislantes y otros productos derivados del petróleo, que liberan gases nocivos incluso meses después de la instalación. La elección de materiales estables, naturales y libres

de componentes orgánicos reactivos disminuye drásticamente esta fuente de contaminación invisible pero peligrosa. Complementariamente, el proyecto promueve la utilización de acabados interiores de bajo impacto, como pinturas al agua con bajo contenido de COV, barnices ecológicos y selladores sin solventes, reforzando la coherencia del diseño con el principio de “edificación saludable”. Estas decisiones no solo mejoran la calidad del aire interior, sino que también contribuyen al bienestar psicológico y fisiológico de los usuarios, ofreciendo un entorno más confortable, seguro y alineado con estándares internacionales de construcción saludable como WELL o LEED. Además, al evitar materiales potencialmente tóxicos, se promueve una gestión más segura de los residuos durante la construcción y la vida útil del edificio, facilitando el reciclaje y reduciendo el riesgo de contaminación del suelo o cuerpos de agua. Esto resulta especialmente importante en contextos urbanos donde el impacto acumulado de residuos mal gestionados puede afectar a comunidades enteras. En conclusión, la reducción de materiales tóxicos en este proyecto no es una medida aislada,

sino una decisión integral que articula salud, sostenibilidad y responsabilidad social. Al emplear materiales como ladrillo cocido y drywall, y al minimizar el uso de químicos contaminantes en acabados y adhesivos, se garantiza un ambiente interior más saludable y se promueve una arquitectura centrada en el usuario y en su calidad de vida. Esta estrategia forma parte del compromiso del proyecto con un desarrollo urbano más consciente, resiliente y orientado al bienestar humano y ambiental.



LADRILLO ARTESANAL

MADERA EDIMCA

Figura 78. Materiales utilizados
Fuente: Autoría propia

6.1.6 Diseño bioclimático en exteriores

El diseño bioclimático en exteriores es una estrategia clave para alcanzar el confort ambiental y la eficiencia energética en el conjunto habitacional. En este proyecto, se ha integrado el uso de vegetación no sólo como un elemento paisajístico, sino como parte activa de la estrategia de regulación térmica, control solar, purificación del aire y generación de bienestar. La incorporación de elementos verdes en fachadas, balcones y zonas comunes responde directamente a los principios de la arquitectura bioclimática, que busca adaptar el diseño al entorno natural y climático para reducir el consumo de energía y mejorar la habitabilidad. Una de las decisiones fundamentales ha sido la inclusión de vegetación en la envolvente arquitectónica, especialmente en balcones, jardineras de fachada y muros verticales. Esta vegetación actúa como un aislante natural, generando sombra sobre las superficies expuestas, reduciendo la absorción de radiación solar directa y disminuyendo la temperatura superficial de los muros y ventanas. Como resultado, se reduce la ganancia térmica indeseada en el interior

de las viviendas, favoreciendo temperaturas confortables entre los 18 y 25 °C sin necesidad de sistemas mecánicos de climatización. El uso de especies vegetales adecuadas ha sido parte de una selección consciente. Por ejemplo, se han priorizado plantas caducifolias como el sauce blanco (*Salix alba*) y el aliso (*Alnus glutinosa*) para áreas con alta exposición solar. Estas especies permiten el paso de radiación en invierno y brindan sombra en verano, generando un control solar estacional natural. En otros casos, especies perennes como lavanda (*Lavandula angustifolia*) y mermelada (*Streptosolen jamesonii*) se han utilizado en terrazas y zonas comunes para mantener cobertura vegetal todo el año y apoyar la purificación del aire urbano. Este diseño también permite la creación de microclimas en cada unidad habitacional, aprovechando la evapotranspiración de las plantas y la sombra proporcionada por la vegetación. Estos microclimas mejoran la sensación térmica y reducen la temperatura ambiente en hasta 2 °C, lo cual resulta especialmente valioso en entornos urbanos con alta radiación solar y superficies duras. Además, las plantas contribuyen a reducir el efecto de isla de calor urbana y a mantener

una humedad relativa equilibrada, lo que mejora el confort tanto dentro como fuera de la vivienda. La estrategia bioclimática en exteriores también incluye corredores verdes, patios vegetados y espacios de transición entre lo construido y lo natural. Estas zonas funcionan como pulmones verdes del conjunto, facilitando la ventilación cruzada, el drenaje natural del agua lluvia y la infiltración al subsuelo, mientras ofrecen espacios de recreación y encuentro comunitario. En este sentido, la vegetación no solo actúa como recurso ambiental, sino como infraestructura viva que mejora la funcionalidad del entorno urbano. Desde el punto de vista de la salud y el bienestar, la integración de vegetación contribuye a la mejora de la calidad del aire, al absorber contaminantes y partículas en suspensión, liberar oxígeno y capturar dióxido de carbono. Estudios han demostrado que la presencia de vegetación en espacios residenciales está directamente relacionada con una mejor salud mental, reducción del estrés y aumento del bienestar psicológico, aspectos fundamentales en proyectos de vivienda contemporánea orientados a la calidad de vida. Finalmente, esta estrategia refuerza la identidad estética y ecológica del conjunto habitacional,

al ofrecer una arquitectura en diálogo constante con la naturaleza. El uso de plantas nativas o adaptadas garantiza un bajo consumo hídrico, bajo mantenimiento y una integración sostenible con el ecosistema local. A nivel urbano, el diseño bioclimático en exteriores se convierte así en una herramienta para reverdecer la ciudad, reducir el impacto ambiental del sector de la construcción y construir entornos resilientes frente al cambio climático.

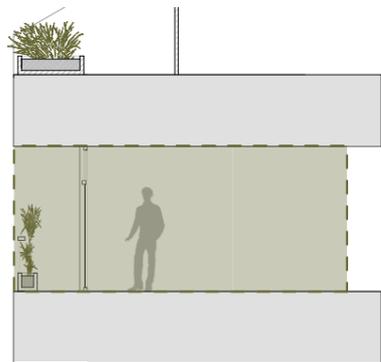


Figura 79. Generación de microclimas
Fuente: Autoría propia

6.1.7 Movimiento del aire

El movimiento del aire dentro de los espacios habitables es un factor determinante para lograr confort térmico, buena calidad del aire interior y eficiencia energética. En este proyecto, la estrategia de ventilación cruzada natural se implementa como solución pasiva central que permite renovar el aire de forma constante, sin recurrir a sistemas mecánicos. Esta decisión, adoptada desde la etapa inicial de diseño, refleja un enfoque integrado y bioclimático, en el que la arquitectura responde directamente a las condiciones ambientales del entorno.

La ventilación cruzada consiste en el ingreso de aire por una abertura (como una ventana o celosía) ubicada en una fachada, y su salida por otra abertura situada en la fachada opuesta o en dirección perpendicular. Este flujo se genera gracias a la diferencia de presión causada por el viento o por la diferencia de temperatura entre el interior y el exterior. En el caso de Cuenca, los vientos predominantes identificados a través de la estación meteorológica Cuenca/Mariscal Lamar han sido considerados para ubicar y dimensionar estratégicamente las aberturas de cada unidad

habitacional.

Cada vivienda está diseñada para contar con al menos dos fachadas opuestas o adyacentes con ventilación directa al exterior, asegurando así un flujo cruzado efectivo. Las áreas de apertura mínima han sido calculadas en función del volumen habitable y el requerimiento de renovación de aire, alcanzando proporciones entre el 30% y el 50% en módulos de ventanas, lo cual permite una circulación adecuada del aire incluso en condiciones de baja velocidad de viento. Adicionalmente, se han incorporado elementos como tragaluces, ventilaciones superiores y celosías, que mejoran el tiro natural y permiten la evacuación del aire caliente acumulado en la parte superior de los espacios.

Esta estrategia permite mantener una temperatura interior confortable entre los 18 °C y 25 °C, incluso en días soleados, reduciendo la necesidad de ventiladores, extractores o aires acondicionados. Según simulaciones térmicas aplicadas al proyecto, la ventilación cruzada puede disminuir la temperatura interior entre 2 °C y 5 °C en comparación con espacios cerrados sin circulación. Esta diferencia tiene un impacto directo en la reducción del consumo energético

anual, estimado entre 500 y 900 kWh por vivienda, lo que refuerza los principios de sostenibilidad y eficiencia planteados en la propuesta.

Además de sus beneficios térmicos y energéticos, la ventilación natural mejora sustancialmente la calidad del aire interior, al permitir la renovación constante del oxígeno, la evacuación del dióxido de carbono, y la eliminación de olores, humedad y contaminantes. Este aspecto es especialmente importante en entornos urbanos donde el aire interior puede ser hasta cinco veces más contaminado que el exterior, debido al uso de materiales sintéticos, limpieza con productos químicos o escasa ventilación. Al promover una ventilación continua, el proyecto asegura espacios más saludables y seguros para los usuarios.

Desde una perspectiva social y de bienestar, el diseño que favorece el movimiento del aire también contribuye a una mayor sensación de frescura, amplitud y contacto con el entorno natural. La circulación del aire, acompañada por la entrada de luz natural y vistas exteriores, mejora la experiencia cotidiana de los residentes y aporta a la percepción de confort ambiental. Además, esta estrategia pasiva no genera ruido ni requiere mantenimiento, lo que representa una ventaja

económica y funcional a largo plazo.

En conclusión, el diseño arquitectónico del proyecto ha logrado integrar eficazmente el movimiento natural del aire como una herramienta de diseño climático, alineada con los principios de sostenibilidad, eficiencia energética y salud. La ventilación cruzada no solo mejora el rendimiento ambiental del conjunto habitacional, sino que ofrece una solución replicable, económica y culturalmente adecuada para climas templados como el de Cuenca. Así, la arquitectura se convierte en una aliada del clima, aprovechando sus beneficios en lugar de combatirlos con sistemas artificiales.

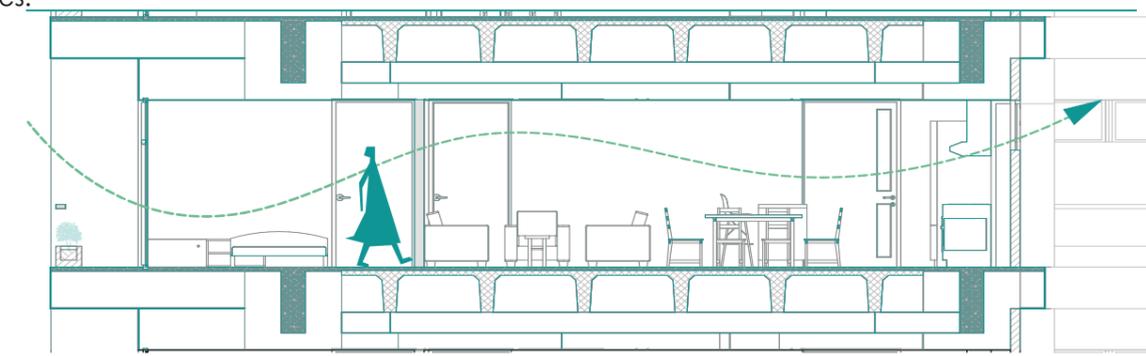


Figura 80. Movimiento del aire en departamento
Fuente: Autoría propia

6.1.8 Climatización eficaz

En el marco del diseño bioclimático y la sostenibilidad, la climatización eficaz de los espacios habitables se logra no mediante sistemas artificiales de alto consumo energético, sino a través de la integración de materiales, estrategias pasivas y soluciones arquitectónicas adaptadas al contexto local. En este proyecto de vivienda colectiva, ubicado en la ciudad de Cuenca, se ha implementado una combinación de materiales de alta masa térmica y ventilación cruzada natural, que permiten regular de manera eficiente la temperatura interior sin recurrir a sistemas mecánicos de calefacción o refrigeración.

La ciudad de Cuenca presenta un clima templado andino, caracterizado por temperaturas moderadas durante el día, pero con diferencias térmicas significativas entre el día y la noche. Esta condición favorece el uso de materiales con inercia térmica, como el ladrillo cocido artesanal, que forma parte fundamental de la envolvente del proyecto. Este material tiene la capacidad de absorber calor solar durante el día y liberarlo lentamente durante la noche, estabilizando así las condiciones térmicas interiores y reduciendo

los picos de calor o frío. Este fenómeno, conocido como “amortiguamiento térmico”, mejora notablemente el confort de los ocupantes y reduce la necesidad de recurrir a fuentes energéticas externas.

Además, la implementación de ventilación cruzada en todas las unidades habitacionales garantiza una renovación constante del aire y la eliminación del calor acumulado en el interior durante las horas cálidas. Esta estrategia, diseñada considerando la orientación solar y los vientos predominantes identificados en la estación meteorológica Cuenca/Mariscal Lamar, permite aprovechar las condiciones naturales del entorno para crear un microclima confortable sin consumo energético. La disposición estratégica de aberturas en fachadas opuestas o perpendiculares, junto con elementos como balcones sombreados y vegetación, potencian el efecto refrescante de la brisa natural.

Esta combinación de masa térmica y ventilación pasiva responde directamente a los lineamientos establecidos por la Norma Ecuatoriana de la Construcción NEC-11, la cual promueve el uso de estrategias bioclimáticas para minimizar el consumo energético en edificaciones nuevas. La

norma destaca la importancia de la orientación solar, la ventilación natural y la protección térmica como principios fundamentales para un diseño arquitectónico adaptado a las condiciones climáticas específicas del país. Al seguir estas directrices, el proyecto no solo garantiza su viabilidad técnica y normativa, sino que también se posiciona como una propuesta replicable a nivel nacional.

Los beneficios de esta climatización eficaz no son únicamente térmicos o energéticos, sino también económicos y ambientales. Al reducir o eliminar la necesidad de sistemas mecánicos de climatización, se disminuyen los costos operativos a largo plazo, así como la huella de carbono del edificio. Se estima que, gracias a estas estrategias, cada unidad habitacional puede ahorrar entre 500 y 900 kWh/año, lo que se traduce en una importante reducción de emisiones de CO₂ y una mejora en la autosuficiencia energética del conjunto habitacional.

Adicionalmente, la estabilidad térmica generada por esta estrategia aumenta la durabilidad de los materiales y mejora el confort higrotérmico, favoreciendo condiciones saludables y habitables para los residentes. Esta constancia en la

temperatura interior también ayuda a preservar el mobiliario y reducir la aparición de humedad, moho o condensaciones, mejorando así la calidad del ambiente interior.

En conclusión, la climatización eficaz planteada en este proyecto se basa en una lectura inteligente del clima, una selección adecuada de materiales y un diseño arquitectónico que trabaja con el entorno, no contra él. Es un ejemplo claro de cómo la arquitectura puede adaptarse al medio para ofrecer soluciones confortables, sostenibles y económicamente accesibles, cumpliendo con las normativas nacionales y los principios del diseño bioclimático contemporáneo.

6.1.9 Autogeneración de energía

La autogeneración de energía mediante sistemas solares fotovoltaicos representa uno de los pilares fundamentales de la estrategia de sostenibilidad de este proyecto de vivienda colectiva. En un contexto de creciente demanda energética, escasez de recursos no renovables y aumento de emisiones de gases de efecto invernadero, la incorporación de fuentes de energía renovable en edificaciones residenciales constituye una respuesta directa y efectiva a los desafíos energéticos y ambientales contemporáneos.

En este proyecto, se ha previsto la instalación de paneles solares fotovoltaicos en la parte superior de cada bloque habitacional, lo cual permite generar energía eléctrica a partir de la radiación solar captada diariamente. Esta estrategia ha sido diseñada desde la etapa inicial del proyecto arquitectónico, lo que ha permitido una integración armónica de los módulos fotovoltaicos en la cubierta, sin comprometer la estética ni la funcionalidad del edificio.

La orientación e inclinación de los paneles ha sido calculada cuidadosamente para optimizar su rendimiento. Se han dispuesto en dirección Este-

Oeste, siguiendo el trayecto solar característico de la ciudad de Cuenca, con una inclinación aproximada de 15 grados, lo cual maximiza la captación de radiación solar durante todo el día y durante todo el año. Esta configuración permite que cada sistema genere, en promedio, 69 kWh mensuales por vivienda, lo que representa una cobertura importante del consumo energético destinado a iluminación, equipos electrónicos y electrodomésticos de bajo consumo.

Los paneles seleccionados para el proyecto tienen una potencia nominal de 460 Wp (vatios pico) por unidad, con tecnología de silicio monocristalino de alta eficiencia, capaces de operar adecuadamente bajo las condiciones climáticas de Cuenca, donde la radiación solar promedio anual supera los 5.0 kWh/m²/día. Esta autogeneración no solo reduce el consumo eléctrico proveniente de la red pública, sino que también representa un ahorro económico significativo a largo plazo, disminuyendo la dependencia de fuentes fósiles y mitigando la vulnerabilidad frente al alza de las tarifas eléctricas. Desde el punto de vista ambiental, la producción de energía limpia mediante paneles solares reduce directamente las emisiones de dióxido de

carbono (CO₂). Se estima que cada vivienda, al generar su propia electricidad con este sistema, evita la emisión de aproximadamente 285 kg de CO₂ al año, lo que en el conjunto de 55 viviendas representa una reducción de más de 15 toneladas de CO₂ anuales. Esta contribución ambiental fortalece el compromiso del proyecto con los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS), particularmente el ODS 7 (energía asequible y no contaminante) y el ODS 13 (acción por el clima). Además de los beneficios energéticos y ambientales, la autogeneración de energía promueve una mayor autonomía energética para los residentes, lo que significa un paso hacia modelos de vivienda más resilientes y autosuficientes. Esta independencia también abre la posibilidad de incorporar tecnologías de almacenamiento eléctrico (como baterías) o incluso sistemas de medición neta (net metering), que permiten inyectar excedentes de energía a la red pública, generando créditos energéticos o reduciendo aún más el consumo facturado. En conclusión, la implementación de sistemas de autogeneración de energía mediante paneles solares no es una solución aislada, sino una parte esencial de una estrategia integral de eficiencia

energética, sostenibilidad y responsabilidad ambiental. Esta decisión tecnológica, articulada desde el diseño arquitectónico, convierte al proyecto en un referente de arquitectura residencial de bajo impacto, adaptada a las condiciones climáticas locales, con beneficios concretos para el medio ambiente, la economía familiar y la calidad de vida de sus habitantes.

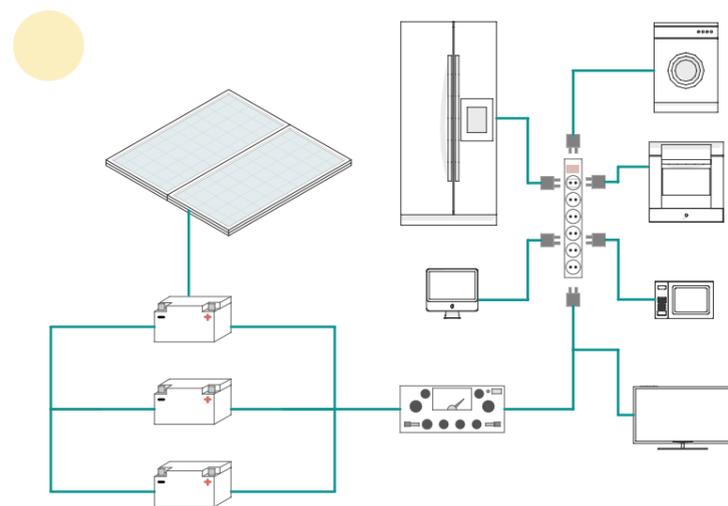


Figura 81. Energía renovable
Fuente: Autoría Propia

6.1.10 Equipos eléctricos y luminarias eficientes

En el marco de la sostenibilidad energética y la reducción del impacto ambiental en la arquitectura, la selección de equipos eléctricos y luminarias eficientes es una decisión clave que influye directamente en el desempeño energético de una edificación a lo largo de su vida útil. En este proyecto de vivienda colectiva, se ha priorizado el uso de electrodomésticos certificados y sistemas de iluminación LED, como parte integral de la estrategia de eficiencia energética.

Todos los electrodomésticos seleccionados para el proyecto —incluyendo refrigeradoras, cocinas de inducción, lavadoras, extractores y microondas— cumplen con certificación de eficiencia energética clase A o superior, conforme a los requisitos establecidos por la Agencia de Regulación y Control de Electricidad (ARCONEL) y las normas INEN aplicables en el Ecuador. Estas etiquetas garantizan que los equipos consumen menos energía en comparación con otros modelos de similares prestaciones, lo que contribuye a una reducción del consumo eléctrico mensual por vivienda.

Por ejemplo, una refrigeradora de clase A puede

consumir hasta un 40% menos de energía que una de clase C, y las cocinas de inducción pueden ser hasta un 30% más eficientes que las cocinas eléctricas convencionales. Esta eficiencia energética no solo representa un ahorro económico directo para los usuarios, sino que también reduce la demanda energética total del conjunto, disminuyendo la necesidad de generación eléctrica a partir de fuentes fósiles y, en consecuencia, las emisiones de gases de efecto invernadero asociadas al consumo eléctrico.

En paralelo, se ha implementado un sistema de iluminación LED de bajo consumo en todos los espacios del conjunto habitacional, tanto interiores como comunes. Las luminarias LED, además de consumir entre un 80% y un 90% menos energía que las lámparas incandescentes tradicionales, tienen una vida útil promedio de 15,000 a 30,000 horas, lo que disminuye la frecuencia de reposición, reduce residuos y optimiza los costos de mantenimiento a largo plazo. Además, estas luminarias generan menos calor, lo que contribuye al confort térmico de los espacios y evita cargas térmicas adicionales en la envolvente.

Desde el punto de vista ambiental, la incorporación de tecnologías eléctricas eficientes tiene un

impacto notable. Según cálculos realizados para el proyecto, el ahorro energético generado por el uso de electrodomésticos eficientes y luminarias LED puede alcanzar un promedio de 21.33 kWh mensuales por vivienda, lo que equivale a un ahorro anual estimado de 14,080 kWh en el conjunto de 55 viviendas. Este ahorro energético permite evitar la emisión de aproximadamente 5.8 toneladas de CO₂ al año, tomando como base un factor de emisión promedio de 0.41 kg CO₂/kWh.

Además, estos equipos no solo son eficientes en términos de consumo energético, sino también en modo de espera (stand-by), gracias a tecnologías inteligentes que reducen el uso de energía cuando los dispositivos no están en operación activa. Asimismo, se han integrado dispositivos de control como sensores de presencia y temporizadores en espacios comunes, lo que optimiza el uso de la iluminación y evita el desperdicio energético.

En conjunto, esta combinación de electrodomésticos certificados, luminarias LED y sistemas de control garantiza un uso más racional y eficiente de la energía eléctrica, alineado con los objetivos del diseño bioclimático y sostenible del proyecto. La reducción en el consumo

no solo representa una ventaja económica para los usuarios, sino que también fortalece la resiliencia energética del conjunto habitacional, reduciendo su huella ambiental y contribuyendo al cumplimiento de normativas nacionales e internacionales en materia de eficiencia energética y construcción responsable.

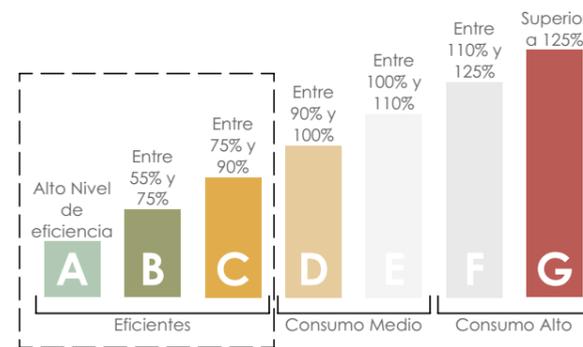
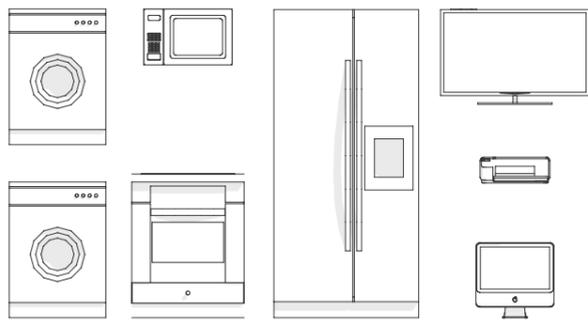


Figura 82. Electrodomesticos con certificación energética
Fuente: Autoría propia

Categoría	Tipo / Uso	Marca disponible en Ecuador	Certificación energética	Etiqueta nacional obligatoria	Observaciones sostenibles
Refrigeradora	300–400 L (uso familiar)	Indurama	Clase A / A+ (INEN 2 254)	ARCONELE, INEN	Bajo consumo
Cocina eléctrica/inducción	2–4 quemadores	Indurama	Clase A	ARCONELE	Inducción: menor consumo, más segura
Lavadora	8–15 kg	Durex	Clase A / A++	ARCONELE	Ahorro de agua y energía
Iluminación LED	Focos 5W, 7W, 9W, 12W	Novalux	Clase A	INEN 2 243, ARCONEL	Vida útil: 15,000–30,000 h, bajo consumo
Extractor de cocina	Campana extractora	Mabe	Clase A	—	Recomendado para ventilación pasiva +
Televisor	32"–55" LED	LG, TCL	Clase A / A+	ARCONELE	Algunos modelos con apagado automático
Microondas	0.7–1.2 pics ³	Whirlpool, Samsung, Durex	Clase A	ARCONELE	Ahorro si se usa por periodos cortos

Tabla 4. Electrodomesticos con certificación energética alta
Fuente: Autoría propia

6.1.11 Manejo conciente del agua

En el contexto de la arquitectura sostenible y la eficiencia en el uso de los recursos naturales, el manejo conciente del agua constituye un pilar fundamental para reducir el impacto ambiental de las edificaciones y promover hábitos responsables en su operación. Este proyecto de vivienda colectiva ha incorporado una serie de medidas orientadas a optimizar el consumo de agua potable, garantizando al mismo tiempo la funcionalidad, la comodidad y el bienestar de los usuarios.

Una de las estrategias principales implementadas es la selección de artefactos sanitarios eficientes, como griferías y sistemas de descarga de inodoros de bajo consumo. Estos equipos están diseñados para reducir significativamente el volumen de agua utilizado en actividades cotidianas, como el lavado de manos, el uso del lavabo, la ducha o la descarga del inodoro. Por ejemplo, las griferías instaladas cuentan con aireadores que limitan el caudal sin afectar la presión percibida, logrando un ahorro de hasta un 50% respecto a grifos

convencionales. En el caso de los inodoros, se han instalado modelos de doble descarga, que permiten elegir entre volúmenes de 3 y 6 litros por descarga según la necesidad, reduciendo el consumo promedio por uso.

Estas tecnologías, además de ser funcionales, cumplen con los estándares técnicos de eficiencia hídrica recomendados por normativas nacionales e internacionales. Asimismo, los artefactos fueron seleccionados con base en certificaciones reconocidas, como las normas INEN aplicables en Ecuador y sellos internacionales como WaterSense, que garantizan su rendimiento y su impacto positivo en la reducción del consumo.

El objetivo de estas medidas no es únicamente técnico, sino también educativo y cultural. Al fomentar el uso responsable del agua desde el diseño del entorno construido, se promueve una mayor conciencia ambiental entre los usuarios del conjunto habitacional. Esta concienciación se ve reforzada por la incorporación de señalética en áreas comunes, con mensajes que invitan a cuidar el agua y a evitar su uso innecesario, fortaleciendo así una cultura de sostenibilidad en la comunidad.

Por otra parte, se prevé a mediano plazo la incorporación de sistemas complementarios para la gestión hídrica, como la captación de aguas lluvias para su uso en riego de áreas verdes comunes, o sistemas de reutilización de aguas grises para descargas sanitarias. Aunque estas medidas no forman parte de la fase inicial del proyecto, han sido contempladas en la planificación para futuras ampliaciones, considerando su alto potencial de ahorro hídrico y su aporte a la autonomía en el uso de recursos.

En términos de impacto, se estima que la implementación de estas tecnologías permite reducir el consumo de agua potable en al menos un 30% en comparación con una edificación convencional sin medidas de eficiencia hídrica. Esta reducción no solo representa un ahorro económico directo para los usuarios, sino que también contribuye a la conservación de fuentes hídricas, alivia la presión sobre infraestructuras urbanas de suministro y saneamiento, y disminuye la huella hídrica del proyecto.

En conjunto, el manejo conciente del agua en este desarrollo habitacional constituye una acción

concreta y eficaz dentro del enfoque integral de sostenibilidad ambiental, social y económica. Estas soluciones, aunque simples en su aplicación, tienen un impacto significativo a largo plazo, asegurando un equilibrio entre funcionalidad, ahorro y responsabilidad ambiental en la gestión de uno de los recursos más valiosos del planeta.

Producto	Marca	Tipo	Consumo de Agua	Tecnología Destacada	Características Adicionales
Inodoro Verso Slim AI Piso	Briggs	Inodoro alargado de dos piezas	4.8 L (sólidos) / 3.5 L (líquidos)	Eco Dual Flush	Asiento slow down, diseño europeo
Grifería con Aireador Mikado	Briggs	Grifería para lavamanos	1.3 L/min	Aireador Mikado	Chorro laminar, ahorro del 84% de agua

Tabla 5. Equipos sanitarios Ahorradores
Fuente: Autoría propia



Figura 83. Equipos sanitarios ahorradores
Fuente: Autoría propia

6.1.12 Comportamiento de los usuarios y monitoreo

En el contexto de la sostenibilidad aplicada a proyectos habitacionales, el comportamiento de los usuarios y el monitoreo del uso de recursos juegan un papel determinante en la eficiencia operativa del conjunto. Incluso los sistemas más avanzados en términos de eficiencia energética e hídrica pueden ver comprometido su desempeño si no se acompaña de una gestión consciente por parte de los usuarios. Por esta razón, este proyecto de vivienda colectiva ha incorporado un enfoque integral que vincula tecnología de monitoreo inteligente con estrategias de concienciación y cambio de comportamiento.

La base tecnológica de este sistema se sustenta en la propuesta desarrollada por Alcalá-Rodríguez et al. (2022), la cual plantea el uso de plataformas digitales avanzadas para la medición y visualización del consumo de recursos. En particular, se ha adoptado el sistema PRTG Network Monitor, adaptado al contexto residencial, que permite una lectura continua y en tiempo real del consumo individual de energía eléctrica y agua potable por cada unidad habitacional. Estos datos se obtienen mediante una red de sensores

y medidores digitales conectados a un sistema central que los procesa y visualiza en una interfaz accesible para los usuarios finales.

Cada vivienda cuenta con medidores inteligentes que registran el uso de agua y energía de forma desagregada, lo cual permite a los residentes identificar patrones de consumo, detectar posibles fugas, y comprender en qué momentos y actividades se genera el mayor gasto de recursos. Esta información es presentada a través de una plataforma en línea o aplicación móvil, que ofrece gráficos, alertas personalizadas y recomendaciones de mejora, promoviendo una toma de decisiones más consciente por parte de los usuarios. Este tipo de monitoreo no solo cumple una función informativa, sino también pedagógica, ya que promueve la autorregulación y motiva cambios de comportamiento. Los usuarios, al tener acceso directo y transparente a su propio consumo, desarrollan una mayor sensibilidad ambiental y adoptan hábitos más sostenibles, como apagar luces innecesarias, reducir el tiempo de ducha, o evitar el uso simultáneo de electrodomésticos de alto consumo.

Además, el sistema permite realizar análisis agregados a nivel del conjunto habitacional,

facilitando la gestión integral de los recursos por parte de la administración del proyecto. Esto posibilita la identificación de unidades con consumos anómalos, la planificación de mantenimientos preventivos y la evaluación de la efectividad de las estrategias de eficiencia implementadas.

Desde el punto de vista ambiental y económico, este enfoque de monitoreo inteligente puede traducirse en ahorros significativos tanto en el consumo eléctrico como hídrico. Diversos estudios han demostrado que la sola visualización del consumo en tiempo real puede reducir el uso de energía entre un 5% y un 15%, y el de agua en proporciones similares, sin requerir inversión adicional en infraestructura.

La integración de sistemas de monitoreo inteligente y la promoción del cambio de comportamiento representan una estrategia de gran impacto en la sostenibilidad operativa del proyecto. Al empoderar a los usuarios con información clara y accesible, se fomenta una cultura de responsabilidad ambiental, se optimiza el uso de los recursos y se refuerza el compromiso del conjunto habitacional con los principios de construcción sostenible y gestión responsable.

6.2 Arquitectura Bioclimática y Eficiencia Energética Aplicada

Al implementar tecnologías de bajo consumo y energías renovables tales como electrodomésticos que dispongan de una etiqueta de eficiencia energética, la cual se presenta en forma de adhesivo informativo que indica el consumo energético del aparato. Esta etiqueta utiliza una escala de clasificación que va desde la letra A hasta la G, donde A representa la mayor eficiencia energética y G la menor.

Según el Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía (IDAE, 2011), el consumo energético de un electrodoméstico de clase G puede llegar a ser hasta tres veces superior al de uno de clase A, considerando prestaciones equivalentes, e incluso mayor al comparar con clases de mayor eficiencia.

Así también un diseño bioclimático adecuado puede generar ahorros energéticos significativos, estimados entre un 50 % y un 70 % en los requerimientos de climatización e iluminación de una vivienda (Ministerio del Ambiente del Ecuador, 2013, 2014; Rey & Velasco, 2006).

En particular, una correcta orientación de la edificación permite optimizar el aprovechamiento de la luz natural, lo cual reduce considerablemente el consumo de energía eléctrica al disminuir la necesidad de iluminación artificial durante el día, en consecuencia el consumo total puede reducirse hasta en un 65% aplicando las mencionadas estrategias. Esto significa pasar de 164 kWh/mes a solo 57.4 kWh/mes aplicando este recurso para la optimización en el proyecto.

Fuente de consumo	Porcentaje	Consumo mensual vivienda convencional (kWh)
Tomas de corriente	72%	118.08 kWh
Iluminación	28%	45.92 kWh
Total	100%	164 kWh

Tabla 6. Consumo eléctrico
Fuente: Baquero, M. y Quesada, F (2016)

Según BBVA, se recomienda instalar un panel solar de 460 Wp,

Este panel recibiría aproximadamente 5 horas de sol por día.

Periodo	Producción Panel 460W
Diario	460 Wp × 5h/1000 = 2.3 kWh
Mensual	2.3 kWh × 30 días = 69 kWh/mes

- Energía generada: 69 kWh/mes
- Consumo optimizado: 57.4 kWh/mes
- Excedente mensual: 11.6 kWh

Tabla 7. Energía generada
Fuente: BBVA

Según el estudio de Molina, E. et al. (2018), una vivienda promedio consume aproximadamente 668,5 litros de agua al día en la ciudad de Cuenca. De este total, cerca del 72% corresponde a aguas grises, es decir, aguas provenientes de lavamanos, duchas y lavadoras que pueden ser reutilizadas tras someterse a un proceso adecuado de sanitización. En el caso del presente proyecto, que contempla la construcción de 55 viviendas, se generarían alrededor de 26472,6 litros diarios de aguas grises potencialmente reutilizables.

Concepto	Valor por vivienda/día	Total (55 viviendas)
Consumo total de agua	668,5 L	36.767,5 L
Aguas grises (72%)	481.32 L	26.472,6 L
Aguas negras (28%)	187.18 L	10.294,9 L

Tabla 8 Consumo de agua
Fuente: Baquero, M. 2013

Estas aguas, tras ser tratadas mediante procesos de sanitización, pueden destinarse a usos no potables como el riego de áreas verdes y el abastecimiento de agua para inodoros. En cuanto al riego, el Regional Water Providers Consortium recomienda una aplicación de entre 10 y 12 litros de agua por metro cuadrado de área verde, distribuidos en dos sesiones diarias. El proyecto contempla 350 m² de jardineras, lo que representa una demanda diaria de aproximadamente 7000 litros de agua para su mantenimiento.

Por otro lado, el uso de inodoros representa una parte importante del consumo diario de agua. Según Molina, E. et al. (2018), el 28% del consumo doméstico corresponde a esta función, lo que equivale a 10294,9 litros diarios en las 55 viviendas. Sin embargo, al incorporar inodoros de alta eficiencia, que consumen únicamente 5 litros por descarga (frente a los 10 litros de los modelos convencionales), esta cifra se reduce a 5147,45 litros diarios, logrando un ahorro significativo. Gracias al tratamiento y reutilización de las aguas grises, es posible cubrir la totalidad del consumo diario de agua para los inodoros, lo que representa un ahorro de hasta 50% en el uso de agua potable, además de disminuir la carga sobre el sistema de

alcantarillado público, al evitar que estas aguas tratadas se desechen directamente. Una vez satisfechas las necesidades de agua para los inodoros, el excedente de aguas grises tratadas (aproximadamente 21325,15 litros diarios) se puede destinar al riego de las áreas verdes del proyecto. Dado que se requieren 7000 litros diarios para cubrir los 350 m² de jardineras, este volumen de agua sería suficiente para satisfacer las necesidades de riego durante tres días consecutivos, lo que refuerza la sostenibilidad hídrica del diseño.

Uso de Aguas Grises en Inodoros	Consumo por descarga	Total diario (55 viviendas)
Inodoro convencional	10 L	10.294,9 L
Inodoro de alta eficiencia (proyecto)	5 L	5.147,45 L
Ahorro diario estimado	50%	5.147,45 L

Tabla 9 Uso de aguas grises
Fuente: Datos del proyecto

Adicionalmente, el proyecto incorpora un sistema de recolección de agua de lluvia, que permite aprovechar las precipitaciones anuales como un recurso complementario. Con base en un análisis climático local, se estima una precipitación promedio anual de 98,4 mm. Al aplicar esta cifra sobre el área de captación del sistema (1460 m²) se obtiene un volumen aproximado de 143664 litros anuales de agua pluvial. Este recurso puede destinarse al riego de jardineras y huertos comunitarios, permitiendo cubrir al menos un día completo de riego al año.

En conjunto, estas estrategias de reutilización de aguas grises y captación de agua de lluvia no solo optimizan el uso de los recursos hídricos dentro del proyecto, sino que también reducen significativamente la demanda de agua potable, promoviendo una gestión más eficiente, sustentable y responsable del agua.

Uso	Litros disponibles/día
Aguas grises tratadas totales	26.472,6 L
Uso en inodoros (alta eficiencia)	5.147,45 L
Excedente para otros usos	21.325,15 L

Tabla 10. Litros disponibles de aguas tratadas
Fuente: Datos del proyecto

Área verde	350 m ²
Recomendación de riego	10–12 L/m ² /día
Demanda estimada diaria	7000 L
Excedente cubre	3 días de riego

Tabla 11. Agua para riego
Fuente: Datos del proyecto

Dato	Valor
Precipitación media anual	98,4 mm
Área de captación	1460 m ²
Agua recolectada anualmente	143.664 L
Cobertura de riego adicional	1 día completo/año

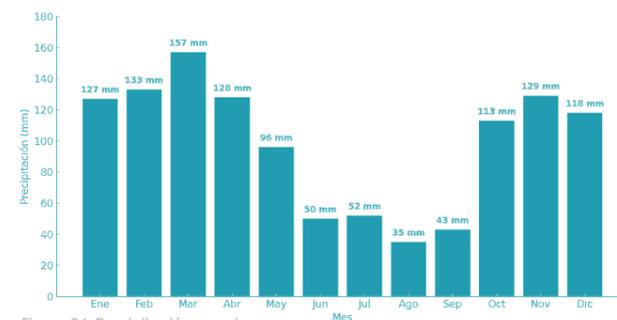


Figura 84. Precipitación anual
Fuente: INEC

De acuerdo con el estudio realizado por Gervasio, H. y Silva, L. (2012), se establece que el sistema constructivo basado en elementos de hormigón prefabricado tiene una emisión estimada de 530 kilogramos de dióxido de carbono (CO₂) por cada metro cúbico de material utilizado. En comparación, el sistema constructivo metálico, comúnmente empleado en estructuras de acero, presenta una emisión de 2,93 kilogramos de CO₂ por cada kilogramo de material. Esta diferencia en la cantidad de emisiones de carbono asociadas a cada sistema constructivo tiene un impacto significativo en la evaluación ambiental del proyecto.

Tomando en cuenta estos datos, se realizó un análisis comparativo de las emisiones totales de CO₂ que generaría un proyecto específico al emplear uno u otro sistema constructivo. Los resultados indican que, si se optara por el uso de hormigón prefabricado, el proyecto en cuestión produciría aproximadamente 1552,97 toneladas de CO₂ a lo largo de su ejecución. En cambio, si se utilizara el sistema constructivo metálico, las emisiones ascenderían a unas 5025,03 toneladas de CO₂.

Esta notable diferencia representa una reducción del 40% en la huella de carbono del proyecto al optar por el sistema de hormigón prefabricado. Esta disminución en las emisiones de gases de efecto invernadero se traduce en una mejora significativa de la eficiencia ambiental, particularmente en lo que respecta a la energía incorporada durante el proceso constructivo. En consecuencia, la elección del sistema constructivo no solo afecta aspectos estructurales o económicos, sino que también desempeña un papel fundamental en la sostenibilidad y en el compromiso del proyecto con la mitigación de la huella de carbono.

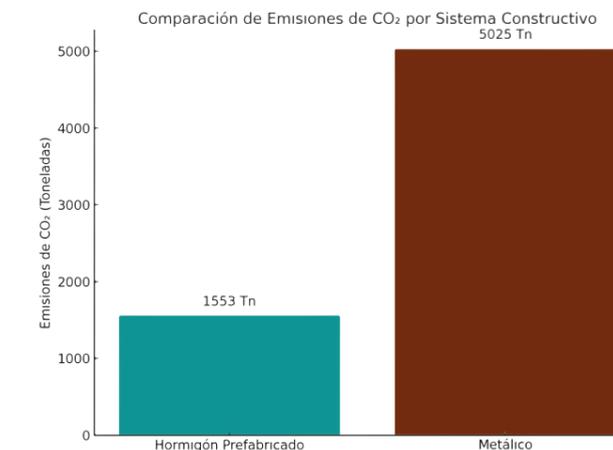


Figura 85. Comparación de emisiones de CO₂ en sistemas constructivos
Fuente: Gervasio, H. y Silva, L.

Detalle de Emisiones – Sistema Metálico

Estructura

Elemento	Cantidad	Emisión específica	Emisión total CO ₂ (Tn)
Vigas metálicas HEB 450	119.312 kg	2.93 kg CO ₂ /kg	349.6
Columnas metálicas	35.942 kg	2.93 kg CO ₂ /kg	105.3
Vigas metálicas HEB 900	836.450 kg	2.93 kg CO ₂ /kg	2.450.8
Columnas de acero laminado	715.288 kg	2.93 kg CO ₂ /kg	2.024.3
Losa de hormigón armado 8	5.68 m ³	750 kg/m ³	85.68
Subtotal estructura	—	—	5.015.68

Muros (mismos datos que prefabricado)

Tipo de muro	Superficie	Emisión específica	Emisión total CO ₂ (Tn)
Drywall (interior)	8.386,32 m ²	1.839 kg CO ₂ /m ²	15.42
Ladrillo cocido (envolvente)	2.124,78 m ²	37.47 kg CO ₂ /m ²	79.61
Subtotal muros	—	—	95.03

Emisiones totales: 5.025,03 Tn CO₂

Tabla 12: Emisiones de CO₂ en estructuras convencionales
Fuente: Datos del proyecto

Detalle de Emisiones – Sistema de Hormigón Prefabricado

Estructura

Elemento	Cantidad	Emisión específica	Emisión total CO ₂ (Tn)
Viga tipo L	616.9 m ³	530 kg CO ₂ /m ³ 3	26.9
Viga de amarre	467.6 m ³	530 kg CO ₂ /m ³ 2	47.8
Losa Doble T	114.24 m ³	530 kg CO ₂ /m ³ 6	0.54
Columnas prefabricadas	694.08 m ³	530 kg CO ₂ /m ³ 3	67.8
Subtotal estructura	—	—	1003.04

Muros

Tipo de muro	Superficie	Emisión específica	Emisión total CO ₂ (Tn)
Drywall (interior)	8.386,32 m ²	1.839 kg CO ₂ /m ²	15.42
Ladrillo cocido (envolvente)	2.124,78 m ²	37.47 kg CO ₂ /m ²	79.61
Subtotal muros	—	—	95.03

Emisiones totales: 1.552,97 Tn CO₂

Tabla 13: Emisiones de CO₂ De estructura sostenible con Hormigón Prefabricado
Fuente: Datos del proyecto

VENTILACIÓN

Tipología	Área Total (m ²)	Área Mínima de Ventanas para Ventilación (5%) (m ²)
1	150	7.50
2	105	5.25
3	132	6.60
4	53	2.65
5 (Suite)	48	2.40
6 (Dúplex)	126	6.30

Tipología	Ventanas totales	Ventanas que deben abrirse	% de apertura requerido
1	5.90 m	2.60 m	44.07%
2	3.51 m	1.82 m	51.85%
3	5.03 m	2.29 m	45.52%
4	2.22 m	0.92 m	41.44%
5 (Suite)	1.98 m	0.83 m	41.92%
6 (Dúplex)	6.67 m	2.19 m	32.84%

Tabla 14: Ventilación requerida por tipología
Fuente: Datos del proyecto

Beneficio	Impacto estimado
Reducción de temperatura	2–5 °C
Ahorro energético	500–900 kWh/año (~\$40–70 USD)
Reducción de CO ₂	100–150 kg CO ₂ /año
Mejora del confort térmico	Alta (20–50% de mejora percibida)
Reducción de humedad/moho	30–70% menos probabilidad

Tabla 15: Beneficios de una buena ventilación
Fuente: Datos del proyecto

6.3 Conclusiones

El presente proyecto desarrolla un anteproyecto de vivienda colectiva en la ciudad de Cuenca basado en criterios de diseño bioclimático y eficiencia energética, con el objetivo de ofrecer soluciones habitacionales sostenibles, confortables y adaptadas al entorno urbano y climático local. Mediante la integración de estrategias pasivas como ventilación cruzada, control solar, masa térmica (ladrillo cocido) y vegetación en fachada, se logró mantener temperaturas interiores confortables entre 18 °C y 25 °C, sin necesidad de sistemas de climatización artificial. Estas medidas permiten reducir el consumo energético asociado a calefacción y ventilación en más de 60%.

Beneficio	Valor Estimado
Mantener temperaturas confortables interiores	18°C a 25°C
Ahorro energético anual	500–900 kWh
Ahorro económico anual	\$40–70 USD
Reducción de CO ₂ por vivienda/año	100–150 kg
Mejora del confort térmico	20% – 50%
Menor riesgo de humedad/moho	30% – 70% menos

Tabla 16. Beneficios obtenidos por el confort térmico alcanzado
Fuente: Datos del proyecto

El sistema de autogeneración eléctrica mediante paneles solares fotovoltaicos, instalado en la cubierta de cada bloque, genera un promedio de 69 kWh/mes por vivienda, cubriendo aproximadamente 40% del consumo eléctrico doméstico, mientras que los calentadores solares de agua cubren el 100% de la demanda de agua caliente, con un ahorro de 167 kWh/mes por unidad.

Además, se incorporaron equipos eléctricos de clase A o superior, iluminación LED y un sistema de monitoreo inteligente, que en conjunto reducen el consumo restante en aproximadamente 21 kWh/mes por vivienda, promoviendo hábitos de consumo más eficientes y conscientes.

En total, el proyecto logra una reducción del 82.5% en el consumo energético mensual, equivalente a 13,845 kWh/mes para las 55 viviendas, lo que representa un ahorro anual de \$26,170 USD y una disminución de 70 toneladas de CO₂ al año. A esto se suma una reducción única de 3,472 toneladas de CO₂ durante la fase constructiva, gracias al uso de prefabricados de hormigón, que disminuyen la energía incorporada en comparación con sistemas convencionales.

Energía Solar

Elemento	Valor
Panel solar sugerido	460 Wp
Horas de sol/día	5 h
Producción diaria	2.3 kWh
Producción mensual	69 kWh
Consumo optimizado	57.4 kWh
Excedente mensual	11.6 kWh

Optimizado con Tecnologías Eficientes y Diseño Bioclimático

Condición	Consumo Mensual (kWh)	Ahorro (%)
Situación actual	164	-
Con estrategias de eficiencia y bioclima	57.4	65%

Tabla 17. Consumo y ahorro de energía por los paneles solares
Fuente: Datos del proyecto

En términos de materiales, la utilización de un sistema constructivo en hormigón prefabricado reduce significativamente la huella de carbono, con emisiones totales de 1,552.97 toneladas de CO₂, lo que representa un 40% menos en comparación con estructuras metálicas que alcanzan las 5,025.03 toneladas.

Sistema Constructivo	Emisiones Totales (Tn CO ₂)	Reducción vs. Metálico
Hormigón prefabricado	1,552.97	40% menos
Estructura metálica	5,025.03	-

Tabla 18. Porcentaje de reducción alcanzada en emisiones de CO₂
Fuente: Datos del proyecto

En cuanto al uso eficiente del agua, se estima un consumo diario de 668.5 litros por vivienda, lo que representa 36,767.5 litros para el conjunto de 55 unidades. De este volumen, el 72% corresponde a aguas grises, que se reutilizan para cubrir el 100% de la demanda diaria de inodoros (5,147.45 L) y parte del riego de jardineras (7,000 L diarios), el cual puede ser cubierto durante tres días seguidos gracias al excedente. Además, la recolección de agua de lluvia, con una precipitación anual de 98.4 mm sobre un área de captación de 1,460 m², permite recolectar hasta 143,664 litros al año, cubriendo un día completo adicional de riego.

Recolección de Agua de Lluvia

Elemento	Valor
Precipitación anual	98.4 mm
Área de captación	1,460 m ²
Agua recolectada anual	143,664 L
Riego cubierto adicional	1 día completo

Tabla 19. Recolección agua lluvia
Fuente: Datos del proyecto

Uso de Aguas Grises en Inodoros	Consumo por descarga	Total diario (55 viviendas)
Inodoro convencional	10 L	10.294,9 L
Inodoro de alta eficiencia (proyecto)	5 L	5.147,45 L
Ahorro diario estimado	—50%	5.147,45 L

Tabla 20. Beneficio de usos baños eficientes
Fuente: Datos del proyecto

Reutilización de Aguas Grises

Aplicación	Demanda Diario (L)	Cobertura con Aguas Grises (26, 462L disponibles)
Inodoros	5,147.45	100%
Riego jardineras	7,000	3 días con excedente

Tabla 21. Cobertura de la reutilización de aguas
Fuente: Datos del proyecto

La inversión total en eficiencia energética y energías renovables asciende a \$152,900 USD, con un retorno estimado de 5.8 años, y una proyección de ahorro acumulado de más de \$450,000 USD durante la vida útil de los sistemas instalados.

Finalmente, el proyecto no solo cumple con los objetivos técnicos, sino que también mejora la calidad de vida de los usuarios, al ofrecer ambientes saludables, libres de materiales tóxicos, con adecuada iluminación natural, ventilación y espacios comunitarios que fortalecen el bienestar social. Este modelo demuestra que es posible hacer arquitectura responsable, replicable y resiliente, alineada con las metas nacionales de eficiencia energética y los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS).

Estrategia	Inversión Total (USD)	Ahorro Anual Estimado (USD)	Retorno de Inversión	Vida Útil Estimada	Ahorro Acumulado en Vida Útil
Paneles solares fotovoltaicos	\$55,000	\$4,554	12.1 años	25 años	~\$113,850
Calentadores solares de agua	\$52,250	\$11,028	4.7 años	20 años	~\$220,560
Eficiencia interior (LED, clase A, sanitarios)	\$31,900	\$8,470	3.7 años	10–15 años	~\$84,700
Monitoreo inteligente de consumos	\$13,750	\$2,118	6.5 años	15 años	~\$31,770
TOTAL GENERAL	\$152,900	\$26,170	~5.8 años	—	~\$450,880

Tabla 22: Cálculo de retorno de inversión aplicado al proyecto
Fuente: Datos del proyecto

En conjunto, el proyecto logra ahorros energéticos de hasta 65%, un excedente solar mensual del 20%, una reducción del consumo de agua potable cercana al 50%, una disminución del 40% en las emisiones de CO2 y mejoras en el confort térmico de hasta un 50%. Estos resultados evidencian la viabilidad técnica y ambiental de aplicar principios de sostenibilidad en proyectos de vivienda urbana.

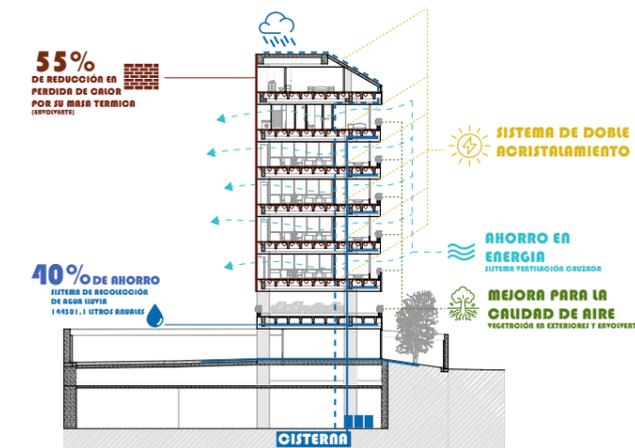


Figura 86. Conclusión de las estrategias bioclimáticas
Fuente: Datos del proyecto

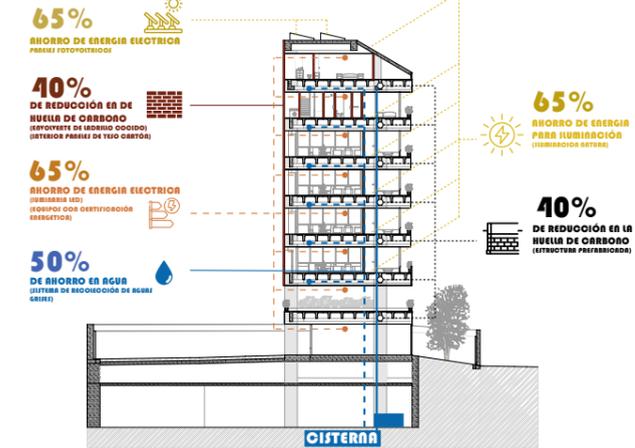


Figura 87. Conclusión de estrategias de eficiencia energética
Fuente: Datos del proyecto

07

REFERENCIAS

6.3 Referencias Bibliograficas

•Valdivieso-Vintimilla, R. H., & Carrión-Sari, J. M. (2022). Reflexiones sobre la gestión de suelo para la implementación de vivienda accesible en Cuenca. *DISEÑO ARTE Y ARQUITECTURA*, (13), 11-21.

•Ortiz, P., Pinto, V., Aguirre, M., Peláez, V., Paz, D., y Enríquez, D. (2019). Recomendaciones de políticas urbanas para el uso y la gestión del suelo en Cuenca. *FLACSO Ecuador*, 31.

•BID (Banco Interamericano de Desarrollo). (2015). *Cuenca Ciudad Sostenible/Plan de Acción*. Cuenca: BID / Cuenca GAD Municipal. <https://bit.ly/2J76xUg>

•Rueda, Salvador. (2009). "El urbanismo ecológico: un nuevo urbanismo para abordar los retos de la sociedad actual". Documento inédito. <https://bit.ly/2hQpob7>

•Brito-Peña, R., Villa-Enderica, D., & Zalamea-León, E. (2022). Análisis comparativo de confort térmico de vivienda unifamiliar en LSF frente a mampostería. *Ingenius. Revista de Ciencia y Tecnología*, (28), 100-124.

Densificación Urbana

•Hermida, M. Augusta, Hermida, Carla, Cabrera, Natasha, & Calle, Christian. (2015). La densidad urbana como variable de análisis de la ciudad: El caso de Cuenca, Ecuador. *EURE (Santiago)*, 41(124), 25-44. <https://dx.doi.org/10.4067/S0250-71612015000400002>

•Rueda, Salvador. (2009). "El urbanismo ecológico: un nuevo urbanismo para abordar los retos de la sociedad actual". Documento inédito. <https://bit.ly/2hQpob7>

•Hermida Palacios, M. A., Calle, C., & Cabrera, N. (2015). La ciudad empieza aquí: metodología para la construcción de barrios compactos sustentables. Universidad de Cuenca.

Vivienda Colectiva

•Di Campi, A. (2016). *Densificar la ciudad*: Editorial Abya-Yala

•García, L. P. (2014). La concepción de la vivienda y sus objetos. Trabajo Final de Máster de Psicología Social, Universidad Complutense de Madrid. España.

•Montaner, J. (2015). *LA ARQUITECTURA DE LA VIVIENDA COLECTIVA*. Barcelona, España: Reverté

Habitabilidad

•Montaner, J. M., & Martínez, Z. M. (2010). Reflexiones para proyectar viviendas del siglo XXI.

•Montaner, J. M., Muxí, Z., & Falagán, D. (2013). Herramientas para habitar el presente: la vivienda del siglo XXI.

•Urresta de la Rosa, D. F. (2020). Análisis arquitectónico de la vivienda colectiva de interés social en la ciudad de Quito, Ecuador.

Sostenibilidad aplicada a la Vivienda Colectiva

•Martins, A. a., Mata, T. M., and Costa, C. a. V. (2006). Education for sustainability: challenges and trends. *Clean Technologies and Environmental Policy*, 8(1), pp. 31–37."

•Moreno, S. (2007). El Debate sobre el Desarrollo Sustentable o Sostenible y las Experiencias Internacionales de Desarrollo Urbano Sustentable. Centro de Estudios Sociales y de Opinión Pública. http://www3.diputados.gob.mx/camara/content/download/164083/404773/file/Documento_29_Desarrollo_sustentable.pdf

•Gutiérrez, E., y González, É. (2007). De las Teorías del Desarrollo al Desarrollo Sustentable: Construcción de un Enfoque Multidisciplinario. *Siglo XXI Editores*.

•Guimarães, R. (1994). El desarrollo sustentable: ¿propuesta teórica o retórica neoliberal? *Revista Eure*, 21(61), 41–56

•Gracia-Rojas, J. (2015). *Desarrollo Sostenible: Origen, Evolución y Enfoques*. Universidad Cooperativa de Colombia. <https://repository.ucc.edu.co/handle/20.500.12494/7738?mode=full>.

Sostenibilidad aplicada a la Vivienda Colectiva

•Proaño Escandón, D., Llerena Encalada, A. G., Arpi Crespo, E., Ochoa Pesántez, P., Carrión Sari, M., & Hermida Palacios, C. (2020). 33+1 Claves para un nuevo modelo de vivienda colectiva sostenible en el Ecuador (1.a ed., Vol. 1).

•Zimbrón, A. H., & Toledo, M. Á. R. (2011). La vivienda de interés social: sostenibilidad, reglamentos internacionales y su relación en México. *Quivera. Revista de Estudios Territoriales*, 13(2), 193-208.

Componente Urbano

•Lu, Y., Xiao, Y., & Ye, Y. (2017). Urban density, diversity and design: Is more always better for walking? A study from Hong Kong. *Preventive medicine*, 103, S99-S103.

•Marengo, M. C. (2013). *Extensión urbana e intervenciones habitacionales: el caso de la ciudad de Córdoba (Argentina)*.

•Hermida, C. (2018). *La ciudad no se mueve sola*. Cuenca, Ecuador: Universidad del Azuay.

•Jourda, F. H. (2015). *Pequeño manual del proyecto sostenible*. Editorial GG.

Componente Arquitectónico

•Heywood, H. (2017). *101 Reglas Básicas para una arquitectura de bajo consumo energético*. Barcelona, España: Gustavo Gili.

•Jourda, F. H. (2015). *Pequeño manual del proyecto sostenible*. Editorial GG.

Componente de Construcción

•Heywood, H. (2017). *101 reglas básicas para edificios y ciudades sostenibles*. Barcelona, España: Gustavo Gili.

•Fita Pinazo, V., & Cebrián Gómez, J. D. (2013). Análisis y Evolución del sistema constructivo prefabricado, de una manera sostenible, aplicando los conceptos esenciales del Bioclimatismo (Doctoral dissertation, Universitat Politècnica de València).

Componente Social

•De Medeiros, J. F., Ribeiro, J. L. D., & Cortimiglia, M. N. (2014). Success factors for environmentally sustainable product innovation: a systematic literature review. *Journal of cleaner production*, 65, 76-86.

•Shelby, R., Perez, Y., & Agogino, A. (2011, January). Co-design methodology for the development of sustainable and renewable energy systems for underserved communities: A case study with the pinoleville Pomo Nation. In *International Design Engineering Technical Conferences and Computers and Information in Engineering Conference* (Vol. 54860, pp. 515-526).

Eficiencia Energética - Bioclimática

•Acosta, D. (2009). "Arquitectura y construcción sostenibles: conceptos, problemas y estrategias." *Revista de Arquitectura / Journal of Architecture*, 4, 14-23

•Arquitectura Sostenible (2018, 14 septiembre). La arquitectura bioclimática: diseñar edificios en función de las condiciones del entorno. *Arquitectura Sostenible*.

•CONTRERAS, G. S. ARQUITECTURA REGENERATIVA: EDIFICIOS SOSTENIBLES PARA UN MUNDO EN TRANSFORMACIÓN HACIA LOS ODS.

•Zhovkva, O. (2020). "Los principios de eficiencia energética y respeto al medio ambiente para complejos multifuncionales." *Revista ingeniería de construcción*, 35(3), 3-8

•Gervasio, H., & Silva, L. (2012). Life cycle structural design: Comparing steel and concrete building solutions. *Journal of Constructional Steel Research*, 66(8), 1031-1040.

•IDAE – Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía. (2011). *Guía práctica de la energía: Consumo eficiente y responsable*. Ministerio de Industria, Energía y Turismo.

•Ministerio del Ambiente del Ecuador. (2013). *Estrategias de diseño bioclimático para la vivienda social en Ecuador*.

•Ministerio del Ambiente del Ecuador. (2014). *Manual de eficiencia energética en edificaciones*.

•Molina, E., et al. (2018). Gestión eficiente del agua en viviendas de Cuenca. *Revista Técnica de Ingeniería y Ambiente*, 22(2), 45-52.

•Regional Water Providers Consortium. (2020). *Efficient irrigation guide*. Oregon, EE.UU.

•Rey, E., & Velasco, L. (2006). *Arquitectura y clima: Diseño y eficiencia energética en la edificación*. Editorial Gustavo Gili.

•CEELA. (2022). Proyecto CEELA. <http://proyectoceela.com/>

•Baquero, M. T., & Quesada, F. (2016). Eficiencia energética en el sector residencial de la Ciudad de Cuenca, Ecuador. *Maskana*, 7(2), 147-165.

•Molina, E., Quesada, F., Calle, A., Ortiz, J., & Orellana, D. (2018). Consumo sustentable de agua en viviendas de la ciudad de Cuenca. *Ingenius. Revista de Ciencia y Tecnología*, (20), 28-37.

•Gervásio, H., & da Silva, L. S. (2012). Life cycle environmental assessment of structural systems: State-of-the-art review. *Journal of Civil Engineering and Management*, 18(1), 102-110. <https://doi.org/10.3846/13923730.2011.638856>

•Cordero, G. (2018). Análisis del inventario del ladrillo artesanal utilizado en la ciudad de Cuenca: energéticos, ambientales, económicos y culturales [Tesis de pregrado, Universidad de Cuenca]. 1Library.

•B. Sanabria y E. Monrroy, "Diferencias cuantitativas entre sistemas constructivos in situ y prefabricados para losas de entrepiso como soporte para la toma de decisiones", *Inventum*, vol. 13, no. 25, pp. 61-72, julio - diciembre, 2018.

•Higueras, E. (2006). *Urbanismo bioclimático*. Gustavo Gili.

•INEFAN (Instituto Ecuatoriano Forestal y de Áreas Naturales y Vida Silvestre). (2003). *Guía de especies nativas para conservación de suelos en los Andes*. Quito: Ministerio del Ambiente de Ecuador.

•Baquero, M. T. (2013). Ahorro de agua y reutilización en la edificación en la ciudad de Cuenca, Ecuador. *Estoa. Journal of the Faculty of Architecture and Urbanism*, 2(3), 71-81.

