

**Proyecto de vivienda multifamiliar en altura con énfasis en bioclimática para la ciudad
Bucaramanga**

Gina Natalia Espinosa Martínez y Christian Alexander Zúñiga Meléndez

Trabajo de grado para optar el título de Arquitecto

Director

Arq. Javier Leonardo Jaimes Rodríguez

Magister Habitat, Vivienda y Ordenamiento Territorial

Universidad Santo Tomás, Bucaramanga

División de Ingenierías y Arquitectura

Facultad de Arquitectura

2026

Dedicatoria

Le dedico y agradezco primeramente este logro a Dios, por ser mi guía constante, por darme la fortaleza en los momentos difíciles y por permitirme alcanzar esta meta tan importante en mi vida.

A mi familia, por ser mi mayor apoyo y motor. En especial, a mis padres, por creer siempre en mí, por brindarme las herramientas, oportunidades y el acompañamiento incondicional que necesité para llegar hasta aquí. Gracias por ser mi base, por sus sacrificios silenciosos, por sus palabras de aliento y por enseñarme que los sueños se alcanzan con esfuerzo, disciplina y fe. Gracias por confiar plenamente en mis capacidades y por impulsarme a soñar en grande, incluso cuando las circunstancias parecían desfavorables.

También dedico este logro a mi nono y a mi tío, quienes, aunque ya no están físicamente, viven eternamente en mi corazón. Su recuerdo fue una fuente de fuerza e inspiración para seguir adelante.

Y finalmente, me lo dedico a mí misma. A la persona que no se rindió, que luchó con determinación, que transformó el cansancio en motivación y las dificultades en aprendizajes. A quien creyó en su propósito y logró cumplir una meta tan anhelada, fruto de años de esfuerzo, perseverancia y amor por lo que hace.

“Para Dios nada hay imposible.” (Lucas 1, 37)

Gina Natalia Espinosa Martínez

Dedicatoria

Dios y la Virgen de las Angustias, que con su infinita luz y generosidad hacia este servidor, han hecho posible la culminación de esta meta. Este gran logro va directo al cielo; es para ti, mi reina hermosa, para ti, mamita linda, mi Aurora Meléndez. Gracias por darme la fuerza necesaria para continuar cuando pensaba en rendirme y por acompañarme en este camino que solo nosotros sabemos cuánto nos ha costado. Te dedico este título de arquitecto por todos nuestros sueños, por todo lo que alguna vez pensamos que podríamos hacer juntos y por todos los momentos que vivimos. Hoy, el fruto es una carrera que nos une aún más. Sigues siendo mi gran inspiración en todo lo que me proponga, pues sé que has sido tú quien ha iluminado mi camino para que hoy pueda escribir estas palabras. Nunca te olvidaré y tu esencia estará en cada logro que consiga de aquí en adelante. Así mismo, a mi tío abuelo, el señor Diógenes Mora, gratitud eterna hasta el cielo por tantas enseñanzas y por tanto amor. Gracias, por supuesto, a mi papá, el señor Andrés Zúñiga, quien ha sido un ejemplo de trabajo duro, honestidad y responsabilidad; un hombre intachable que, con su ejemplo y carácter, me ha enseñado que con disciplina y siendo buenas personas, la vida nos compensará. A mis hermanos hermosos, que son mi todo: Yaneth, Oveimar, Rafael y Germán. Sin duda, el mayor regalo es tenerlos conmigo. Gracias por cada palabra de ánimo, por todo el apoyo brindado durante la carrera y por creer tanto en mí; sin ustedes, este logro jamás hubiese sido posible. Y, por último, pero no menos importante, a mis sobrinos, primos, abuelos, tíos, amigos y a todas aquellas personas muy especiales que fueron testigos de este proceso, de mi esfuerzo y de su apoyo para que este gran sueño de querer ser arquitecto hoy sea una realidad. Infinitas gracias.

Christian Alexander Zúñiga Meléndez

Agradecimientos

Agradecemos profundamente a **Dios**, por ser nuestra guía constante, por iluminar nuestro camino y por darnos la fortaleza, la sabiduría y la perseverancia necesarias para culminar esta etapa tan importante de nuestras vidas. Cada logro alcanzado es reflejo de su amor y de las bendiciones que ha derramado sobre nosotros.

A **nuestras familias**, por su apoyo incondicional, por ser nuestro refugio en los días difíciles y nuestro mayor motivo para seguir adelante. Gracias por cada palabra de aliento, por creer en nosotros incluso cuando dudábamos, y por enseñarnos que los sueños se alcanzan con esfuerzo, amor y dedicación.

Y a cada uno de los **docentes** que dejaron una huella en nuestra formación: gracias por su entrega, por compartir su conocimiento con pasión, por inspirar con su ejemplo y por ser parte fundamental de este camino que hoy culminamos con éxito

Contenido

- Introducción 15
- 1. Planteamiento del problema..... 17
 - 1.1 Descripción del problema..... 17
 - 1.2 Justificación..... 18
 - 1.3 Objetivo general 19
 - 1.4 Objetivos específicos 19
 - 1.5 Metodología 20
 - 1.5.1 Fase I. Investigación 20
 - 1.5.2 Fase II Bioclimática 21
 - 1.5.3 Fase III Referentes arquitectónicos 22
 - 1.5.4 Fase IV Lote y entorno 22
 - 1.5.5 Fase V Propuesta 23
- 2 Marco de referencia 24
 - 2.1 Marco teórico..... 24
 - 2.1.1 Construcción en Colombia 24
 - 2.1.2 Construcción en Bucaramanga 25
 - 2.1.3 Resolución 0549 del 2015. Guía de construcción sostenible para el ahorro de agua y energía en las edificaciones. (Resolución actualizada 0194 de 2025) 26
 - 2.2 Marco conceptual 28
 - 2.2.1 Arquitectura bioclimática 28
 - 2.2.2 Arquitectura bioclimática residencial 29
 - 2.2.3 Estrategias bioclimáticas 30

- 3. Marco conceptual 39
 - 3.1 Confort térmico 39
 - 3.2 Sustentabilidad 41
 - 3.3 Diseño pasivo 41
 - 3.4 Vivienda multifamiliar 42
 - 3.5 Habitabilidad 43
 - 3.6 Habitar 43
 - 3.7 Calidad de vida 45
- 4. Marco Legal y Normativo..... 45
 - 4.1 Leyes 45
 - 4.1.1 Constitución Política de Colombia (1991) 46
 - 4.1.2 Ley 388 de 1997 46
 - 4.1.3 Ley 2079 de 2021 46
 - 4.2 Políticas públicas territorio 46
 - 4.2.1 Plan de Ordenamiento Territorial (POT) de Bucaramanga: 46
 - 4.2.2 ONU Hábitat – 2019..... 47
 - 4.3 Normas técnicas colombianas (NTCS Y NRS10) 47
 - 4.3.1 NTC 6047 47
 - 4.3.2 NSR-10 (Norma Sismo Resistente)..... 47
 - 4.3.3 NTC 4140 48
 - 4.3.4 NTC 4143 48
- 5. Marco referentes arquitectónicos..... 48
 - 5.1 Edificio “El Matorral” 48

- 5.2 Edificio Santalaia 51
- 5.3 One Central Park -Australia, 55
- 5.4 Departamentos Edén 57
- 5.5 Bosco Verticale 60
- 6. Caracterización usuario 66
- 7. Marco físico espacial 67
 - 7.1 Marco geográfico 67
 - 7.2 Población del área de influencia..... 68
 - 7.3 Normativa lote seleccionado 68
 - 7.4 Clasificación código perfiles viales..... 69
- 8. Programa arquitectonico..... 73
- 9. Cuadro de areas 73
- 10. Organigrama 74
- 11. Criterio de diseño 76
 - 11.1 Concepto de diseño: Morfogénesis 76
- 12. Zonificación 77
 - 12.1 Estrategias bioclimáticas 77
- 13. Conclusiones 80
- Referencias..... 81

Lista de tablas

Tabla 1. <i>Estrategias pasivas de diseño</i>	39
Tabla 2 <i>Conclusiones del análisis de referentes</i>	63
Tabla 3 <i>Caracterización usuario</i>	66
Tabla 4. <i>Edificabilidad del predio</i>	72
Tabla 5 <i>Cuadro de áreas</i>	73

Lista de figuras

Figura 1. <i>Fase de Investigación</i>	20
Figura 2. <i>Fase Bioclimática</i>	21
Figura 3. <i>Fase Referentes arquitectónicos</i>	22
Figura 4. <i>Fase Lote y entorno</i>	23
Figura 5. <i>Fase Propuesta</i>	24
Figura 6. <i>Presión del viento sobre una edificación</i>	31
Figura 7. <i>Ventilación cruzada</i>	32
Figura 8. <i>Regla de la ventilación cruzada</i>	32
Figura 9. <i>Protección solar</i>	33
Figura 10. <i>Balcones</i>	34
Figura 11. <i>Barreras arquitectónicas para ventilación mediante doble piel</i>	35
Figura 12. <i>Celosías</i>	36
Figura 13. <i>Sombra proyectada por vegetación adyacente para control térmico</i>	37
Figura 14. <i>Zonificación térmica interior</i>	38
Figura 15. <i>Plano planta edificio el matorral</i>	48
Figura 16. <i>Edificio El Matorral</i>	49
Figura 17. <i>Fachada edificio El Matorral</i>	50
Figura 18. <i>Sala edificio El Matorral</i>	51
Figura 19. <i>Edificio Santalaia -Jardin vertical en Bogotá</i>	51
Figura 20. <i>Beneficios</i>	52
Figura 21. <i>El sistema patentado paisajismo urbano</i>	53
Figura 22. <i>Estrategia bioclimática invierno</i>	54

Figura 23. <i>Análisis térmico</i>	54
Figura 24. <i>One Central Park: un original proyecto sustentable que cambia de color en cada estación</i>	55
Figura 25. <i>Fachada</i>	56
Figura 26. <i>Voladizo y Heliostato</i>	57
Figura 27. <i>Fachada principal departamentos Edén</i>	57
Figura 28. <i>Sala del departamento Eden</i>	58
Figura 29. <i>Edificio Edén</i>	59
Figura 30. <i>Detalle materialidad</i>	60
Figura 31. <i>Edificio Bosco Verticale</i>	60
Figura 32. <i>Fachadas cambiantes</i>	61
Figura 33. <i>Hidratación y sistema de riego</i>	62
Figura 34. <i>Mitigación</i>	63
Figura 35. <i>Implantación del proyecto en Bucaramanga</i>	67
Figura 36. <i>Población</i>	68
Figura 37. <i>Uso de suelo</i>	69
Figura 38. <i>Perfil vial</i>	70
Figura 39. <i>Perfil 16.00 B (Código 42)</i>	70
Figura 40. <i>Perfil 21.00 A (Código 42)</i>	71
Figura 41. <i>Retrocesos del predio</i>	72
Figura 42. <i>Organigrama</i>	75
Figura 43. <i>Morfogénesis</i>	76
Figura 44. <i>Esquema zonificación</i>	77

Figura 45. *Chimenea*..... 78

Figura 46. *Efecto chimenea* 79

Lista de apéndices

(ver archivo externo)

Apéndice A Memoria análisis del territorio.....	84
Apéndice B Memoria análisis del lote.....	84
Apéndice C Memoria Valencia Tower.....	84
Apéndice D Plano de localización a nivel sector	84
Apéndice E Planta de localización y de cubiertas	84
Apéndice F Planta de implantación primer piso. Entorno inmediato	84
Apéndice G Planta tercer piso.....	84
Apéndice H Planta quinto piso.....	84
Apéndice I Planta tipologías	84
Apéndice J Planta terraza	84
Apéndice K Secciones (04).....	84
Apéndice L Fachadas (04)	84
Apéndice M Ampliación de un espacio significativo o zona actividad (Lobby)	84
Apéndice N Detalles corte de fachadas (02)	84
Apéndice O Propuesta técnica de implantación.....	84
Apéndice P Plano de evacuación.....	84
Apéndice Q Vistas en 3D.....	84

Resumen

El proyecto de grado titulado “*proyecto de vivienda multifamiliar en altura con énfasis en bioclimática en la ciudad de Bucaramanga*”, surge como respuesta al crecimiento urbano acelerado que se presenta en la ciudad de Bucaramanga y a la creciente demanda de soluciones habitacionales que optimicen el uso del suelo disponible sin comprometer la calidad de vida de sus habitantes. En este contexto, la expansión vertical se ha convertido en una alternativa viable frente a la limitada disponibilidad de terreno para el desarrollo urbano horizontal. Sin embargo, gran parte de los proyectos de vivienda actuales han sido diseñados bajo esquemas constructivos convencionales que no consideran adecuadamente las condiciones climáticas del entorno ni las necesidades de confort de los usuarios, generando espacios habitacionales que dependen en gran medida de sistemas artificiales de climatización e iluminación. Por esta razón, el presente proyecto propone el diseño de una vivienda multifamiliar en altura con énfasis en estrategias bioclimáticas pasivas, mediante el desarrollo de una metodología propia compuesta por cinco fases. En esta se establece un plan secuencial para las distintas etapas del proyecto, que abarca desde el análisis previo incluyendo la orientación solar, la ventilación natural, la implantación y el estudio del entorno hasta el desarrollo de la propuesta arquitectónica, esta se plantea en un lote de 1060 m² ubicado en la Avenida González Valencia con Calle 55, con el fin de proponer un modelo arquitectónico que favorezca el confort de los usuarios. De esta manera, se busca contribuir al desarrollo de edificaciones residenciales más eficientes y adaptadas a su contexto, promoviendo una mejor relación entre el usuario, la vivienda y el entorno urbano, en concordancia con la sustentabilidad y el diseño arquitectónico contemporáneo.

Palabras clave: vivienda multifamiliar, bioclimática, sustentabilidad, estrategias pasivas, expansión vertical

Abstract

The degree project entitled "multi-family high-rise housing project with an emphasis on bioclimatic in the city of Bucaramanga", arises as a response to the rapid urban growth that is occurring in the city of Bucaramanga and the growing demand for housing solutions that optimize the use of available land without compromising the quality of life of its inhabitants. In this context, vertical expansion has become a viable alternative to the limited availability of land for horizontal urban development. However, much of the current housing projects have been designed under conventional construction schemes that do not adequately account for environmental climatic conditions and user comfort needs. generating living spaces that rely heavily on artificial air conditioning and lighting systems. For this reason, the present project proposes the design of a multifamily house in height with emphasis on passive bioclimatic strategies, by developing its own methodology composed of five phases. This establishes a sequential plan for the different stages of the project, which covers from the previous analysis including solar orientation, natural ventilation, implantation and study of the environment to the development of the architectural proposal, this is set in a 1060 m² lot located on Avenida González Valencia with Calle 55, in order to propose an architectural model that favors the comfort of users. In this way, it seeks to contribute to the development of more efficient residential buildings and adapted to their context, promoting a better relationship between the user, housing and urban environment, in accordance with sustainability and contemporary architectural design.

Keywords: multifamily housing, bioclimatic, sustainability, passive strategies, verticalexpansion

Introducción

La acelerada dinámica de crecimiento urbano en la ciudad de Bucaramanga ha generado transformaciones significativas en la forma de habitar el territorio, particularmente en lo relacionado con la vivienda. En las últimas décadas se ha evidenciado un aumento en la densificación urbana y en la construcción de edificaciones en altura como respuesta a la limitada disponibilidad de suelo y a la creciente demanda habitacional, gran parte de estos desarrollos se han llevado a cabo bajo modelos constructivos convencionales que priorizan la rentabilidad económica sobre la calidad espacial y ambiental, dejando en segundo plano aspectos fundamentales como el confort térmico, la eficiencia energética y la relación del edificio con su entorno.

Es por eso que esta propuesta de diseño plantea una alternativa de mejora en los proyectos residenciales en altura teniendo en cuenta su entorno, frente a este panorama, la arquitectura bioclimática surge como una gran alternativa pertinente, al proporcionar estrategias de diseño que aprovechan las condiciones climáticas del lugar para mejorar el confort interior de manera pasiva, reduciendo la dependencia de sistemas mecánicos y promoviendo una conexión más natural entre el edificio y su contexto.

En ciudades con clima cálido-húmedo como Bucaramanga, estas estrategias adquieren especial relevancia, ya que permiten responder de manera eficiente a variables como la radiación solar, la ventilación natural y la iluminación constante durante todo el año, de esta manera, se busca no solo responder a la demanda habitacional, sino también aportar a la construcción de modelos residenciales más eficientes.

Finalmente, esta investigación pretende evidenciar el potencial de la arquitectura bioclimática como herramienta de diseño en el contexto urbano de Bucaramanga, promoviendo

una visión integral del habitar que articule el bienestar del usuario, la eficiencia ambiental y la calidad del espacio arquitectónico.

1. Planteamiento del problema

1.1 Descripción del problema

La vivienda es uno de los elementos fundamentales para la vida humana, al constituir no solo un refugio físico, sino también un espacio de desarrollo personal, social y comunitario. Su adecuada provisión influye directamente en la calidad de vida de las personas, incidiendo en factores como la salud, la seguridad, la integración social y la sostenibilidad ambiental. A medida que las ciudades crecen, el diseño y la construcción de viviendas se enfrentan a retos cada vez más complejos relacionados con el equilibrio entre densificación urbana y calidad habitacional, por lo que solo se ha construido en masa y en general sin tener en cuenta las verdaderas necesidades de las personas ni el entorno de los proyectos donde no hay un respeto por el entorno natural.

En Bucaramanga, como en muchas otras ciudades en crecimiento, la demanda de vivienda multifamiliar en altura se ha incrementado significativamente debido al aumento de la población, la urbanización acelerada y la limitación de terreno para una expansión urbana horizontal. Sin embargo, esta transformación ha traído consigo una serie de problemáticas asociadas al diseño de calidad habitacional, la falta de integración de soluciones arquitectónicas que consideren las condiciones climáticas locales y edificios de gran altura que desconectan con el usuario y el entorno que lo rodea.

El diseño de arquitectura actual que se ve en la ciudades no se perciben estrategias de diseño que estén alienadas a tratar de brindar el confort adecuado en las viviendas, sino que es más un negocio lucrativo para constructores y contratistas, por tanto la falta de un enfoque bioclimático en el diseño de la vivienda pasa a un segundo plano y por consiguiente se generan proyectos con espacios habitacionales que no responden de manera efectiva a las condiciones locales, afectando

negativamente la salud, el bienestar y la economía de sus ocupantes. Además, incrementa la huella de carbono de los proyectos urbanos, contraviniendo los principios de sostenibilidad (objetivos 7-9-11-13) que hoy son esenciales en cualquier propuesta arquitectónica contemporánea.

Este panorama evidencia la necesidad urgente de replantear los diseños de los futuros modelos de vivienda multifamiliar en altura en Bucaramanga, incorporando estrategias bioclimáticas que permitan el aprovechamiento del espacio disponible para lograr edificios más eficientes, resilientes y adaptados al entorno. El diseño bioclimático, que considera variables como la orientación solar, los patrones de viento, la vegetación local y el manejo pasivo del agua y la energía, ofrece soluciones prácticas y sostenibles que pueden mejorar significativamente la calidad de los espacios habitables y reducir el impacto ambiental de la urbanización.

1.2 Justificación

El desarrollo de un proyecto de vivienda multifamiliar en altura centrado en estrategias de bioclimática en Bucaramanga responde a la necesidad de promover un desarrollo urbano de calidad arquitectónica en respuesta a los desafíos medioambientales y a las demandas de una población urbana en constante crecimiento. En un contexto en el que la sustentabilidad y el bienestar poblacional son principios indispensables para el desarrollo de las ciudades, resulta inquietante que gran parte de las edificaciones residenciales sigan reproduciendo esquemas de diseño que carecen de una coherencia entre usuario- proyecto y proyecto entorno, ignorando las condiciones climáticas locales y desaprovechando las oportunidades que ofrece el medio natural.

Con la ayuda de las excelentes herramientas que ofrece la arquitectura bioclimática en los proyectos de vivienda no solo se logran avances hacia la construcción sostenible que tanto necesitamos a nivel ciudad y país, sino que además mejora significativamente la calidad de vida

de los habitantes al proporcionar espacios más confortables y saludables. Bucaramanga, caracterizada por un clima tropical cálido moderado, debería tener proyectos de desarrollo que minimicen el uso de sistemas artificiales de climatización e iluminación, mediante un diseño arquitectónico coherente a su entorno y a quien lo habita. que se consideran para el diseño arquitectónico.

De este modo, este proyecto no solo responde a la necesidad de viviendas, sino también a una tendencia global hacia la sustentabilidad, buscando que Bucaramanga se posicione como una ciudad ejemplar en referentes arquitectónicos que orienten futuras prácticas de diseño en la ciudad y la región

1.3 Objetivo general

Diseñar un proyecto de vivienda multifamiliar en altura en la ciudad de Bucaramanga que integre principios de arquitectura bioclimática, orientado a mejorar el confort habitacional.

1.4 Objetivos específicos

Analizar la tendencia actual de las viviendas en edificaciones multifamiliares en altura en la ciudad de Bucaramanga, considerando aquellos proyectos que incorporan un enfoque bioclimático sustentable y el perfil de los usuarios a quienes están destinados."

Analizar los principios básicos de la arquitectura bioclimática con la finalidad de establecer los elementos que pueden ser aplicados en el diseño arquitectónico de un edificio con estas características.

Estudiar referentes arquitectónicos nacionales e internacionales donde se implementaron estrategias de arquitectura bioclimática en sus tipologías y poder crear un primer esquema de

necesidades para continuar con el programa arquitectónico.

Analizar las determinantes físicas, ambientales y climatológicas del lugar de emplazamiento y estudiar las normativas vigentes.

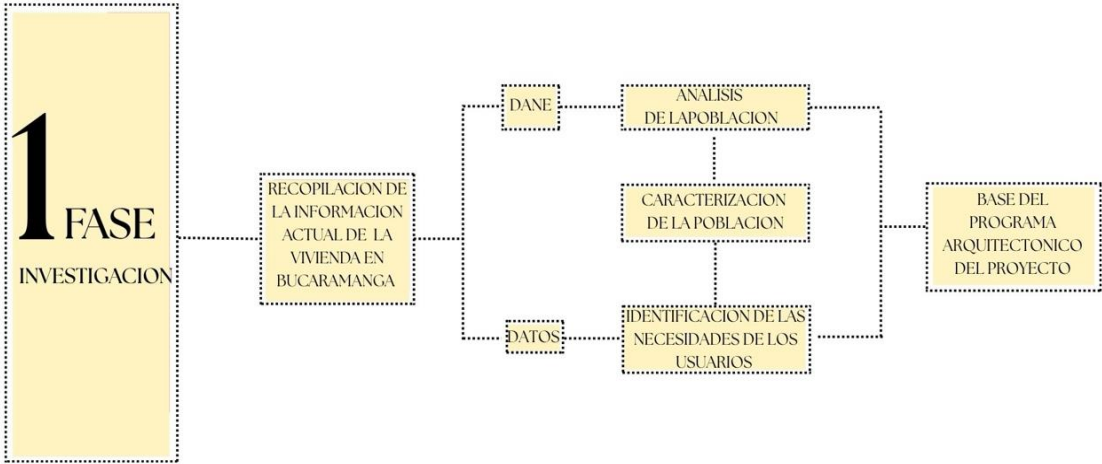
Desarrollar las estrategias de diseño bioclimáticas que contribuyan a mejorar el confort y bienestar de los usuarios del proyecto multifamiliar en altura.

1.5 Metodología

Para llevar a cabo el diseño del proyecto se plantea una metodología teniendo en cuenta las siguientes cinco fases:

1.5.1 Fase I. Investigación

Figura 1. Fase de Investigación

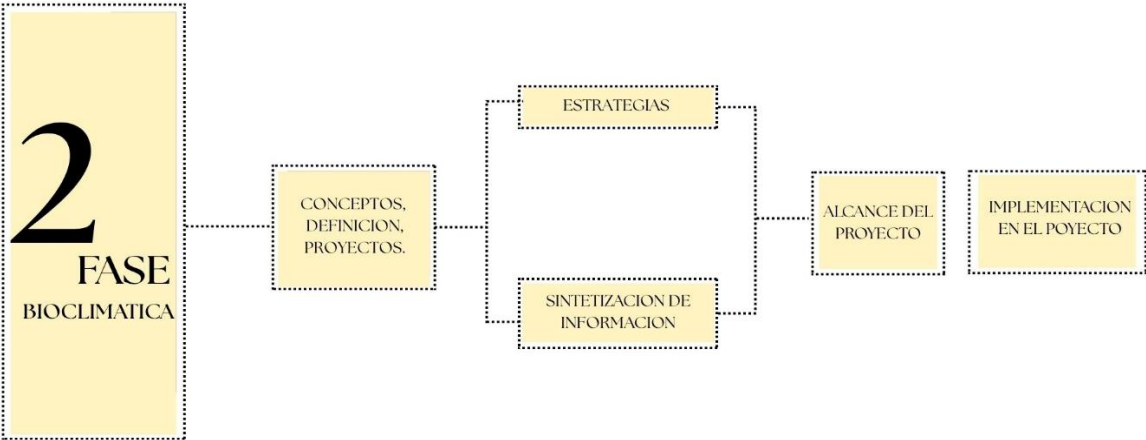


En la primera fase se analizan los datos de vivienda en altura en la ciudad de Bucaramanga que sirven de base para saber la tendencia actual y como ha sido el desarrollo de las mismas durante el paso del tiempo, a su vez, se analizan los datos encontrados de edificios que hayan sido

diseñados con un enfoque bioclimático, sus características, enfoques y resultados que hayan obtenido con la implementación de estas estrategias, en esta fase también como resultado de la investigación de la vivienda en Bucaramanga se define el usuario al que va dirigido el proyecto para poder identificar las necesidades básicas de ese usuario y así estructurar el diseño del proyecto, los análisis de los usuarios una vez identificado se harán mediante la revisión de los canales oficiales del departamento como el DANE para poder tener información más exacta.

1.5.2 Fase II Bioclimática

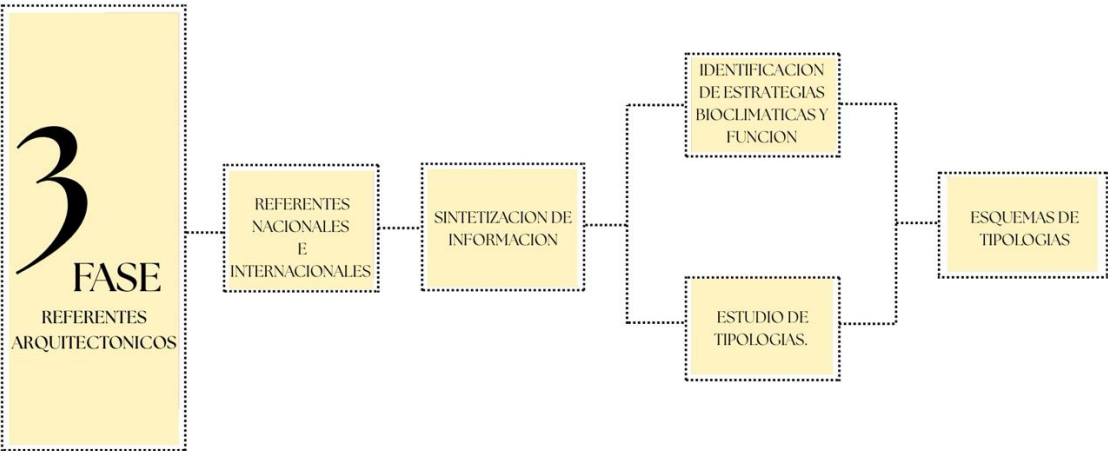
Figura 2. Fase Bioclimática



En la segunda fase también investigativa se analiza el enfoque dado al proyecto, es decir todos los principios y conceptos básicos de la arquitectura bioclimática, aquí se busca sintetizar las estrategias a utilizar y el alcance que va a tener, así como con cuales objetivos de desarrollo sostenible se trabajara y todos los elementos necesarios que se adapten para implementar en el proyecto.

1.5.3 Fase III Referentes arquitectónicos

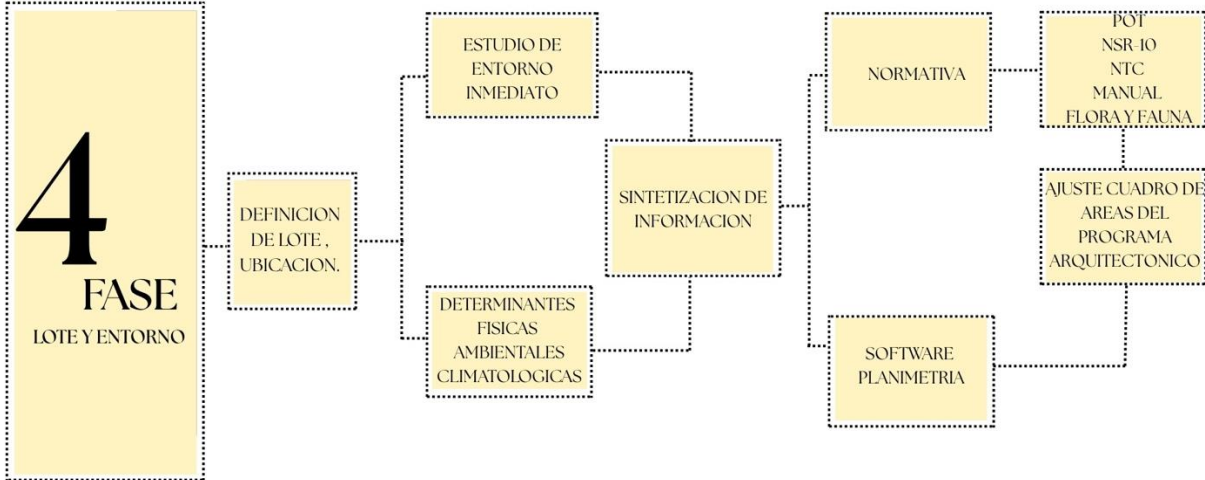
Figura 3. Fase Referentes arquitectónicos



Continuando con la tercera fase, aquí se estudian los referentes arquitectónicos nacionales e internacionales de vivienda en altura que utilizaron estrategias bioclimáticas en su diseño arquitectónico para identificar cuales espacios componen este tipo de proyectos y poder lograr un acercamiento más claro a las tipologías de vivienda que se va a proponer. Para esto se utilizarán todas las herramientas disponibles como libros, revistas en línea y físicas especializadas, páginas web, planimetrías etc. con esta información se obtiene una compilación de información para desarrollar el esquema de necesidades básicas y hacer el programa arquitectónico que se necesita para el proyecto.

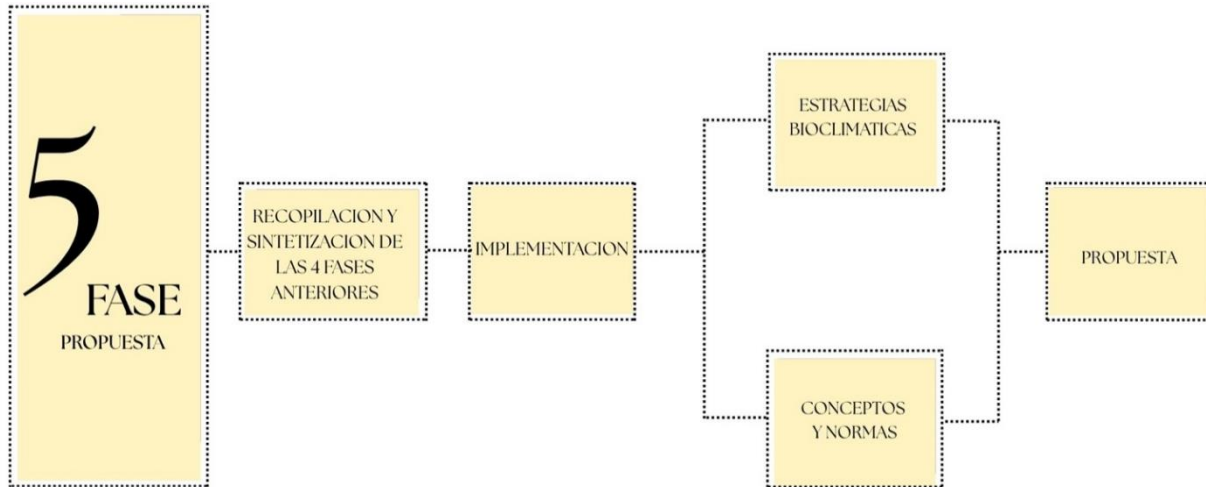
1.5.4 Fase IV Lote y entorno

Figura 4. Fase Lote y entorno



En esta fase se dedica únicamente a estudiar las características físicas, ambientales y climatológicas y legales del lote a intervenir, para esto estudios se cuenta con la ayuda de herramientas como topografía en plano del lugar, software de clima como Meteoblue, Google Hearth, Google Maps, manual de fauna y flora de Bucaramanga, a su vez se estudiara el POT, la NSR – 10 y las NTC, y así poder ajustar el cuadro de áreas según los lineamientos establecidos con las condicionantes y oportunidades de diseño por la normativa y comenzar el diseño arquitectónico tomando también en cuenta los análisis de las fases previamente realizadas.

1.5.5 Fase V Propuesta

Figura 5. Fase Propuesta

En esta última etapa se elabora la propuesta arquitectónica del proyecto de vivienda en altura, incorporando las estrategias bioclimáticas previamente analizadas y seleccionadas, integrándolas con los estudios realizados en las fases anteriores, con el fin de lograr un diseño de vivienda que optimice el confort y el bienestar de sus usuarios. Aquí se obtiene toda la documentación que conlleva la propuesta, planos, cortes, fachadas, tipologías, renders, maqueta etc.

2 Marco de referencia

2.1 Marco teórico

2.1.1 Construcción en Colombia

El sector de la construcción en Colombia ha enfrentado altibajos significativos en los últimos cinco años, con una recuperación parcial tras una pandemia en el año 2020 y seguida de nuevas contracciones, al año actual 2025 las perspectivas son optimistas para el tiempo que resta,

aunque todo depende de factores como la inversión pública y privada, la estabilidad económica y las políticas gubernamentales. Según el Boletín Técnico del Censo de Edificaciones (CEED) del primer trimestre de 2025 en Colombia, los apartamentos continúan siendo el tipo de construcción predominante tanto en proyectos finalizados como en proceso de construcción. Esta tendencia se ha consolidado especialmente en los estratos medio y alto, donde la escasez de suelo urbanizable ha impulsado el desarrollo de edificaciones en altura.

Un dato importante que nos otorga el boletín técnico de la (CEED) es que en temas sustentabilidad, hay un notable incremento en proyectos que buscan certificaciones ambientales, entre enero y marzo de 2025, se reportaron más de 2,9 millones de metros cuadrados en proceso de certificación sostenible, lo que representa un aumento del 71% respecto al mismo periodo del año anterior, ahora bien, de esta área, el 84 % corresponde a proyectos de vivienda, evidenciando un crecimiento del 44 % en comparación con el primer trimestre de 2024.

2.1.2 Construcción en Bucaramanga

A pesar de la escasez de tierra disponible, Bucaramanga ha experimentado una intensa actividad edificadora en los últimos 10 años, transformándose en una metrópoli moderna. Esta transformación ha consistido en la construcción de apartamentos, centros comerciales, edificios empresariales y hoteles. Un factor clave ha sido la sustitución de antiguas casas por edificios de hasta 25 pisos, aumentando significativamente la densidad poblacional.

Desde 2008, se inició la construcción de grandes edificaciones residenciales, como el proyecto Cajasan Parque Condominio, lo que marcó el inicio del auge de torres altas en varios barrios. El atractivo clima, la calidad de vida y la cercanía a servicios impulsaron este crecimiento. Además, el Plan de Ordenamiento Territorial (POT) de 2002 favoreció la renovación urbana,

permitiendo construir en altura en lotes pequeños con altos índices de construcción. Sin embargo, el POT de 2014 introdujo mayores restricciones, exigiendo más áreas verdes, aislamientos y reduciendo el índice de construcción.

Según el Boletín Técnico del Censo de Edificaciones (CEED) del Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE) correspondiente al segundo trimestre de 2024, en Bucaramanga y su área metropolitana, la actividad constructiva se concentró principalmente en edificaciones residenciales, teniendo en cuenta que la construcción en Bucaramanga en los últimos cinco años ha seguido tendencias similares a la del resto del país en muchos aspectos, pero también ha presentado diferencias importantes en cuanto a magnitud, ritmo y factores locales que han condicionado el comportamiento regional. un claro ejemplo de esto fue el año 2020 en la pandemia, pues Bucaramanga reaccionó positivamente a la reapertura, las licencias de construcción subieron 51,1% en el segundo semestre, y para e 2021 registró un aumento del 70,9% en el lanzamiento de proyectos, superior al promedio nacional, esto gracias a la alta demanda por subsidios, sin embargo la ciudad ha vivido una recuperación más tímida, con más dependencia de la vivienda VIS y un impacto más fuerte en el empleo sectorial, dicho sector presenta una caída del 15,7% más grave que en ciudades grandes como Bogotá o Medellín.

La falta de grandes proyectos de infraestructura y una economía local más pequeña hacen que la ciudad sea más vulnerable a los ciclos nacionales del sector.

2.1.3 Resolución 0549 del 2015. Guía de construcción sostenible para el ahorro de agua y energía en las edificaciones. (Resolución actualizada 0194 de 2025)

La Resolución 0549 de 2015, emitida por el Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio de Colombia, establece los porcentajes mínimos y medidas de ahorro en agua y energía para nuevas

edificaciones en el país. Esta normativa adoptó la Guía de Construcción Sostenible para el ahorro de agua y energía en edificaciones como herramienta de referencia para alcanzar dichos objetivos.

El propósito principal de la resolución era promover la construcción sostenible mediante la implementación de medidas activas y pasivas que permitieran reducir el consumo de agua y energía en nuevas edificaciones, mejorar la calidad de vida de los habitantes y fomentar prácticas responsables con el medio ambiente y la sociedad.

La resolución aplica a diversas tipologías de edificaciones y detalla estrategias para alcanzar los ahorros mínimos requeridos, diferenciando entre:

- Medidas pasivas: diseño arquitectónico que aprovecha las condiciones ambientales del entorno, como orientación del edificio, selección de materiales, protección solar, ventilación natural y uso de luz natural.
- Medidas activas: implementación de sistemas mecánicos y eléctricos eficientes, como iluminación LED, sistemas de aire acondicionado de bajo consumo, calderas eficientes y sistemas de ventilación mecánica.

Para la ciudad de Bucaramanga, la Resolución 0549 de 2015 establece que las nuevas edificaciones deben cumplir con los porcentajes mínimos de ahorro en agua y energía definidos, considerando las características climáticas locales. Sin embargo, la resolución no especifica porcentajes exactos por ciudad, sino que estos se determinaban en función de la clasificación climática y la tipología de la edificación.

Es por eso que Bucaramanga, clasificada como una ciudad de clima cálido húmedo, debe aplicar los porcentajes de ahorro correspondientes a esta zona climática. Dado que la ciudad tiene más de 1.200.000 habitantes, las disposiciones de la resolución se aplican desde el primer año de su entrada en vigencia.

Un dato importante a tener en cuenta es que la resolución 0549 de 2015 fue sustituida por la Resolución 0194 de 2025, la cual actualizó y amplió los lineamientos para la construcción sostenible en Colombia. Esta nueva normativa introdujo mejoras significativas, tales como: obligatoriedad del cumplimiento de metas mínimas de ahorro en proyectos VIS y VIP, dependiendo de la categoría del municipio y el área del proyecto, actualización de los datos de referencia sobre consumos y las metas de ahorro en agua y energía.

Ampliación del catálogo de estrategias de sostenibilidad costo-eficientes, con ahorros mínimos en consumo energético entre el 5 % y el 20 %, y de agua entre el 15 % y el 30 %, diferenciados por subtipología y zona climática.

Para Bucaramanga siendo clima cálido húmedo, en vivienda multifamiliar que se enfoca este proyecto el porcentaje (%) que le corresponde de ahorro es: agua 20% y consumo energético: 20%.

2.2 Marco conceptual

2.2.1 Arquitectura bioclimática

La Arquitectura Bioclimática es considerada como la práctica de construir coherentemente y en apego a las condiciones climáticas o naturales propias del sitio. Promueve la recuperación y aprovechamiento de los recursos disponibles de una forma racional y bien planeada. Busca a su vez la integración del espacio construido al entorno, de una manera amigable y con la plena convicción de alterar lo menos posible las condiciones naturales, garantizando la preservación de los ecosistemas existentes y evitando su contaminación. Entre sus características principales se encuentran la comodidad térmica, el empleo de materiales inteligentes y un diseño a gusto del usuario. A dicha arquitectura se le conoce por tener como principal fundamento, el

aprovechamiento del clima en beneficio del propio proyecto, para ofrecer a los habitantes el confort que necesitan, también defiende el uso eficiente y racional de los recursos disponibles a nivel local para mitigar el impacto ambiental que la construcción pueda tener regionalmente.

Según diversos autores, la arquitectura bioclimática es aquella que busca la máxima eficiencia energética aprovechando las condiciones naturales del entorno. Es decir, se trata de construir de forma inteligente. Pero, ¿cuál es el significado de bioclimático? La palabra “bio” hace referencia a la vida y “climático” al clima, por lo que se refiere a cómo la vida se adapta y responde al clima.

En el afán de disminuir el impacto ambiental y reducir el consumo de energía en la construcción de viviendas, ha surgido la arquitectura bioclimática. Según el docente de la Facultad de Arquitectura de la UNAM, Naoki Solano García, se trata de “un tipo de arquitectura que cuida el medio ambiente y aprovecha energías alternativas provenientes de fuentes naturales en el sitio, con el objetivo de asegurar una calidad de vida adecuada para los habitantes del espacio arquitectónico”

“La arquitectura bioclimática es energéticamente eficiente y satisface las necesidades de confort de manera pasiva en la medida de lo posible. Es una alternativa positiva, ya que la reducción de la demanda de energía necesaria para construirla también se traduce en menores emisiones de carbono a la atmósfera”, comentó Solano García.

2.2.2 Arquitectura bioclimática residencial

La arquitectura bioclimática residencial se caracteriza por diseñar viviendas que garantizan el confort de sus habitantes con un consumo de energía mínimo, se logra aprovechando las condiciones climáticas del entorno y se utilizan fuentes de energía natural como la solar, el viento

o la lluvia. La idea es emplear los recursos del planeta para satisfacer las necesidades básicas del ser humano, pero sin alterar ni dañar el medio ambiente.

Además, promueve el uso de energías alternativas mediante estrategias de diseño que consideran el clima local y optimizan el rendimiento térmico de la vivienda. Esto puede lograrse a través de técnicas como el aislamiento térmico o el aumento de la ventilación natural, según las condiciones específicas del lugar.

Las características del entorno natural y climático influyen directamente en los aspectos ambientales, tecnológicos, funcionales, espaciales y estéticos de la construcción. Estas variables permiten desarrollar distintos modelos de diseño que buscan un equilibrio armónico entre todos esos elementos.

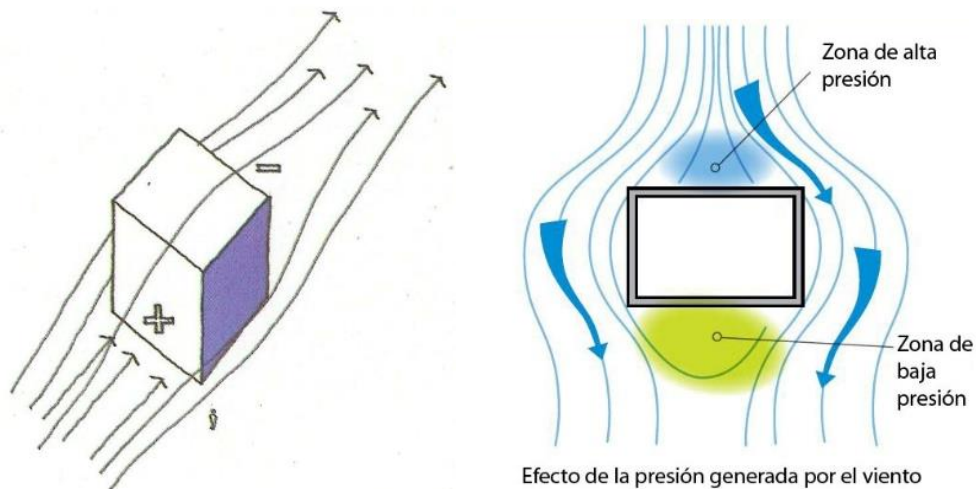
Una vivienda bioclimática está diseñada para minimizar su consumo energético, lo que contribuye significativamente a la reducción de emisiones de dióxido de carbono (CO₂) y otros problemas ambientales asociados. Para alcanzar estos objetivos, es fundamental que los profesionales del sector sean conscientes de la importancia de integrar energías renovables y establecer normativas que promuevan la eficiencia energética desde las primeras etapas del diseño y la planificación.

2.2.3 Estrategias bioclimáticas

Hay diferentes fines con los que se controla el viento a nuestro favor en los proyectos, sin olvidar que en otras ocasiones, existen direcciones predominantes de las que deberemos protegernos. El uso del viento como elemento de ventilación es elemental. Además de para lograr confort térmico, la ventilación se emplea también para proporcionar un nivel adecuado de oxígeno y disipar malos olores.

Cuando el viento entra en contacto con el edificio se crea una diferencia de presión entre las caras a barlovento y sotavento, provocando así la corriente de ventilación. (Barlovento es el lado desde el cual sopla el viento, mientras que sotavento es el lado hacia donde se dirige el viento, o el lado protegido.)

Figura 6. Presión del viento sobre una edificación

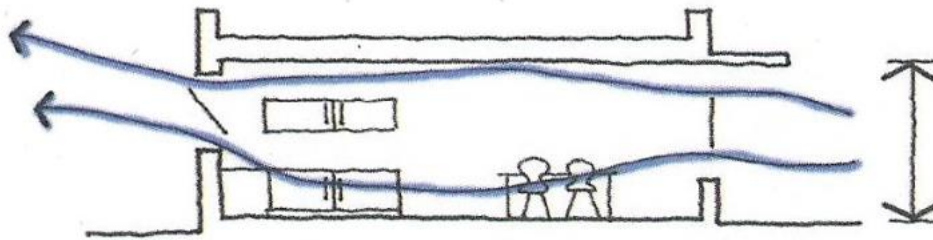


Adaptada de Viento al encuentro con un edificio. Heywood, H., Landrove

2.2.3.1 Ventilación cruzada. La ventilación cruzada se logra mediante el diseño arquitectónico que permite el flujo natural del aire entre dos fachadas opuestas o adyacentes del edificio. Este tipo de ventilación aprovecha la diferencia de presión del viento para refrescar los espacios interiores y mejorar la calidad del aire sin recurrir a sistemas mecánicos.

Se logra mediante aberturas en fachadas opuestas (o al menos en diferentes lados) ventanas, puertas o rejillas colocadas en lados opuestos o en esquinas del edificio permiten que el aire entre por un lado y salga por el otro, el viento genera zonas de alta presión en un lado del edificio y baja presión en el lado opuesto, lo que impulsa el flujo de aire.

Figura 7. Ventilación cruzada

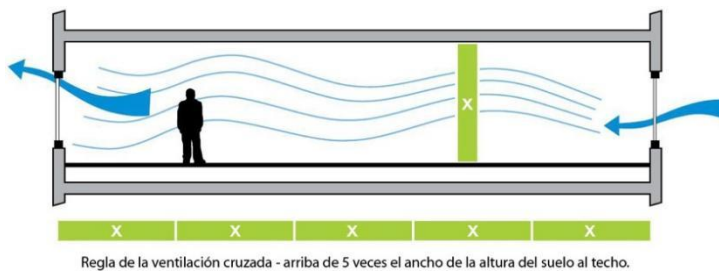


Adaptada de Ventilación natural cruzada. Heywood, H., Landrove

Las diferencias de temperatura (efecto chimenea) también pueden impulsar el movimiento del aire, como también diseñar la vivienda considerando la dirección predominante del viento en la región mejora la eficacia de la ventilación cruzada.

2.2.3.1.1 Regla general de la ventilación cruzada. La regla general es que el ancho de la habitación no debe exceder 5 veces su altura para que la ventilación cruzada sea efectiva.

Figura 8. Regla de la ventilación cruzada



Adaptada de Ventilación natural cruzada. Heywood, H., Landrove

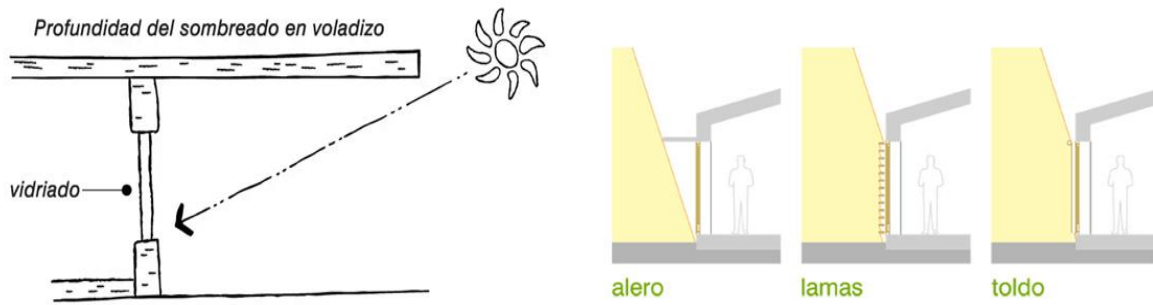
2.2.3.1.2 Voladizos, aleros y balcones como protección solar pasiva.

Objetivo: reducir la incidencia directa del sol sobre ventanas y muros expuestos.

Estrategia: incorporar elementos sobresalientes horizontales (voladizos, balcones, aleros)

calculados según la trayectoria solar. Estos elementos brindan sombra durante las horas de mayor radiación, sin obstruir la ventilación ni la iluminación natural.

Figura 9. Protección solar



Adaptada de Munilla-Lería, (2004)

En climas cálidos como el de Bucaramanga, es fundamental aplicar estrategias pasivas que reduzcan la incidencia directa del sol sobre las fachadas y aberturas.

Alero. Elemento fijo y horizontal ubicado en la parte superior de la ventana o abertura. Funciona como un parasol que bloquea el sol cuando está en lo alto, especialmente al mediodía, permitiendo la entrada de luz en las horas de menor incidencia solar.

Ubicación recomendada. Fachadas orientadas al norte o sur, donde el recorrido solar es más alto y vertical. Sobre ventanas grandes, balcones o terrazas.

Ventajas. No impide la ventilación ni la vista. Bajo mantenimiento. Integra fácilmente al diseño arquitectónico.

Lamas. Sistema de listones verticales o inclinados, fijos o móviles, que permiten controlar el paso de la radiación solar en función de la orientación solar. Pueden ser de madera, metal o incluso vegetales (como enredaderas).

Ubicación recomendada. Fachadas orientadas al oriente y occidente, donde el sol tiene

ángulos bajos en la mañana y tarde. En áreas de uso prolongado como salas, estudios o balcones.

Ventajas. Permiten ventilación cruzada. Pueden regularse según la hora del día. Aportan control visual y estética a la fachada.

Toldo. Elemento retráctil o fijo que se extiende desde la parte superior de la ventana hacia el frente, generando sombra directa sobre el hueco. Puede ser textil o rígido.

Ubicación recomendada. En ventanas de dormitorios y áreas sociales, con fuerte exposición solar. En terrazas o balcones pequeños.

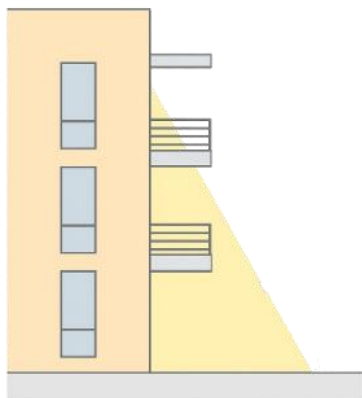
Ventajas:

- Altamente efectivo para bloquear el sol directo.
- Retráctil, lo que permite control según necesidad.
- Mejora el confort térmico interior.

Balcones. Los balcones actúan como elementos de protección solar y regulación térmica pasiva al generar sombra sobre las fachadas y ventanas, reduciendo la ganancia térmica directa por radiación solar. Esto mejora el confort térmico en el interior sin recurrir a sistemas mecánicos.

Permiten la incorporación de vegetación (jardines verticales o en macetas), lo que genera un microclima local que contribuye a la reducción de temperatura y mejora la calidad del aire.

Figura 10. *Balcones*



Adaptada de Protección solar mediante elementos arquitectónicos

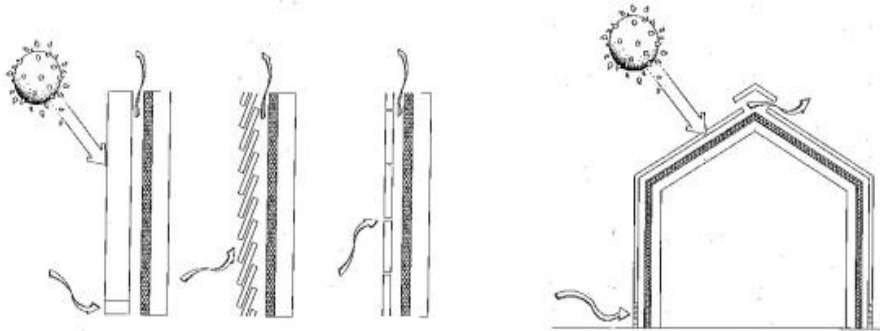
2.2.3.1.3 Fachadas ventiladas con doble piel

Objetivo: disipar el calor acumulado en la envolvente exterior.

Estrategia: crear una cámara de aire entre una lámina exterior perforada y el muro o ventana interior, favoreciendo la circulación de aire y reduciendo la ganancia térmica.

Materiales sugeridos: láminas multiperforadas, celosías metálicas.

Figura 11. Barreras arquitectónicas para ventilación mediante doble piel



Adaptada de Munilla-Lería, (2004)

Este sistema consiste en una doble piel o cámara de aire que permite la circulación del aire, reduciendo la transferencia de calor hacia el interior del edificio. Gracias a esta ventilación natural, se mejora el aislamiento térmico y se incrementa el confort interior sin necesidad de sistemas mecánicos.

2.2.3.1.4 Protección solar pasiva: ventanas, pérgolas y celosías

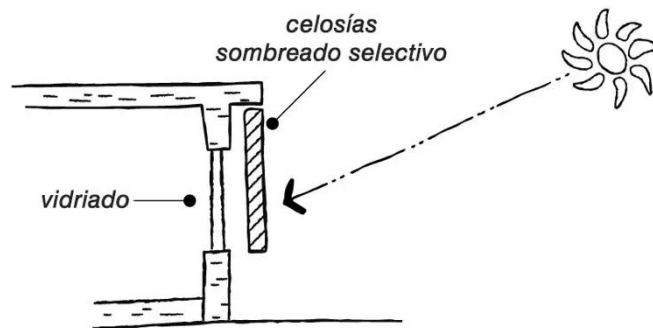
Objetivo: evitar el sobrecalentamiento por radiación solar directa sin comprometer la ventilación ni la iluminación natural, mejorando el confort térmico y visual de los espacios.

Estrategia: integrar soluciones arquitectónicas como persianas con lamas móviles, celosías o pérgolas que regulen la entrada de radiación solar. Estas deben permitir el paso de luz difusa y ventilación cruzada. Se recomienda combinar con tecnologías como doble vidrio o vidrios con control solar selectivo para maximizar la eficiencia térmica sin perder claridad visual.

Evitar elementos opacos o totalmente sellados que bloqueen la luz y el aire.

Aplicación. En ventanas: uso de persianas regulables y vidrios selectivos. En espacios abiertos: pérgolas y celosías con geometría calculada, aplicables en terrazas, balcones, patios o como cubiertas ligeras

Figura 12. Celosías



Adaptada de Munilla-Lería, (2004)

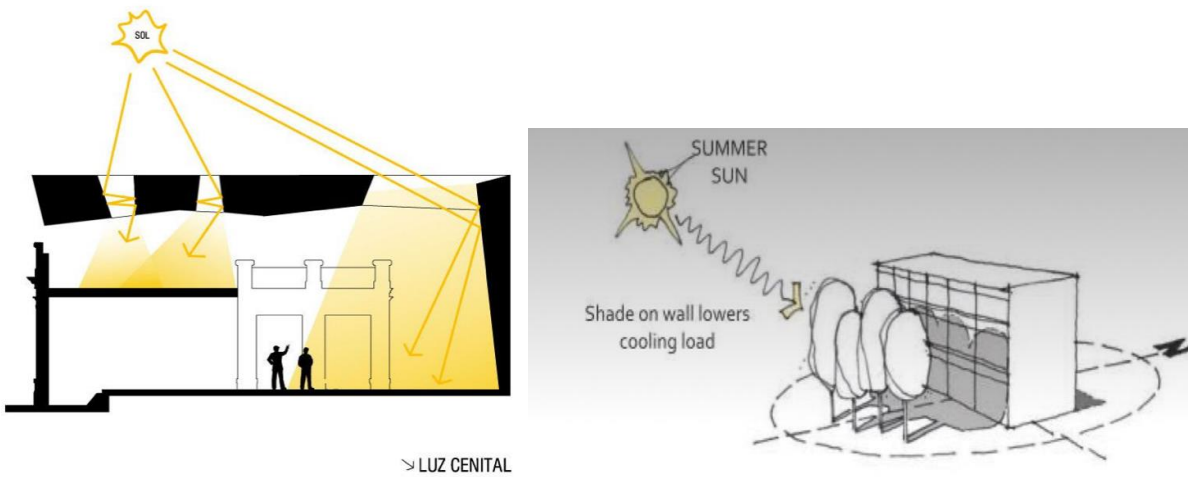
2.2.3.1.5 Jardines interiores con iluminación cenital

Objetivo: promover el enfriamiento natural mediante chimeneas térmicas y generar confort sensorial.

Estrategia: diseñar patios o vacíos interiores con aperturas en cubierta que permitan la salida del aire caliente por convección, generando corrientes ascendentes.

Beneficios adicionales: mejora en la percepción espacial, conexión con la naturaleza, reducción del estrés y mejor calidad del aire.

Figura 13. *Sombra proyectada por vegetación adyacente para control térmico*



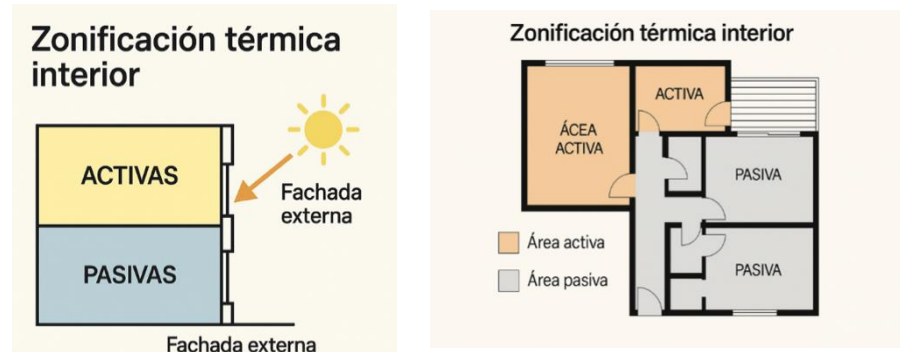
Adaptada de The Mind Circle (s.f.).

La vegetación adyacente que proporciona sombra a las fachadas, reduciendo la ganancia térmica y la carga de enfriamiento. Esta estrategia puede adaptarse en patios internos o jardines laterales, funcionando en conjunto con la ventilación natural y la iluminación cenital.

Zonificación térmica interior. En la fachada interna, se diferencian áreas activas (salas, estudios, balcones) de áreas pasivas (dormitorios, servicios) para reducir la exposición solar directa en las zonas más sensibles al calor.

Esta estrategia mejora la relación usuario-espacio interno, favoreciendo la privacidad, ventilación y confort térmico.

Figura 14. Zonificación térmica interior



Adaptada de The Mind Circle (s.f.).

Aprovechamiento de los recursos disponibles de una forma racional y bien planeada. Busca a su vez la integración del espacio construido al entorno, de una manera amigable y con la plena convicción de alterar lo menos posible las condiciones naturales, garantizando la preservación de los ecosistemas existentes y evitando su contaminación.

2.2.3.1.6 Estrategias pasivas según clima cálido-húmedo. En el contexto de la arquitectura bioclimática, especialmente en zonas de clima cálido-húmedo como Bucaramanga, el diseño pasivo adquiere un rol fundamental en la mejora del confort térmico sin necesidad de recurrir a tecnologías activas o consumo energético. Diversas estrategias pueden implementarse para este fin, entre ellas el control del asoleamiento y la optimización de la ventilación natural.

La siguiente tabla está basada en la Guía de Construcción Sostenible para el Ahorro de Agua y Energía en las edificaciones y presenta una selección de medidas relevantes únicamente para estrategias pasivas de sombreado y ventilación, se utiliza como referencia técnica y climática para respaldar la selección de estrategias bioclimáticas pasivas que se aplicarán en el diseño de la propuesta arquitectónica. Se ha optado por no abordar sistemas tecnológicos ni medidas de eficiencia energética activa, enfocando el diseño exclusivamente en: Control del

asoleamiento directo: a través de voladizos, aleros, celosías, jardineras y sombreados verticales en balcones, aprovechamiento de la ventilación natural cruzada: mediante la disposición estratégica de aberturas enfrentadas, patios de ventilación y distribución interna permeable.

Con base en esta tabla, se priorizan decisiones de diseño que permitan mejorar el confort térmico interior, reducir la radiación solar directa y mantener una buena circulación del aire, todo a través de soluciones arquitectónicas pasivas coherentes con el clima local.

Tabla 1. *Estrategias pasivas de diseño*

Ítem	Estrategia	Descripción	Relevancia
1	Sombreado Horizontal	Controla la radiación solar directa, especialmente útil en fachadas norte y sur.	Control del asoleamiento en ventanas y balcones.
2	Sombreado Vertical a 1.20 m de intervalo	Reduce la incidencia solar en fachadas este-oeste.	Mejora el confort en horas de la mañana y tarde.
3	Sombreado vertical y horizontal combinado	Brinda mayor protección solar durante todo el día.	Aplicable en fachadas de orientación mixta o en balcones.
4	Coefficiente de ganancias solares del vidrio (SHGC)	Controla cuánta radiación entra a través del vidrio.	Permite evaluar tipos de vidrio adecuados en ventanas.
5	Reflectividad del muro	Los colores claros reducen la absorción de calor.	Mejora térmica sin cambiar la estructura.
6	Reflectividad de la cubierta	Techos reflectivos evitan el sobrecalentamiento.	Útil en terrazas o cubiertas planas comunes.
7	Jardinería exterior eficiente	La vegetación crea microclimas frescos y sombrea zonas expuestas.	Favorece la ventilación cruzada y reduce temperatura exterior.

3. Marco conceptual

3.1 Confort térmico

El confort, entendido como sinónimo de bienestar, está estrechamente vinculado con la

percepción de calidad en el ambiente en el que se desarrolla una actividad. Este bienestar no se limita únicamente a la temperatura, sino que abarca múltiples dimensiones del entorno, como la calidad del aire, el nivel de ruido y la iluminación. En términos generales, se considera que una persona está en estado de confort cuando no experimenta ninguna incomodidad física o mental derivada de su entorno.

El confort térmico, específicamente, es una condición subjetiva que varía según cada individuo y que depende tanto del entorno físico como de características personales. Esta sensación de bienestar térmico puede verse influida por factores culturales, sociales, emocionales, hábitos de vida y la sensibilidad corporal de cada persona. Por lo tanto, se trata de una experiencia momentánea y personal, relacionada también con el estado de salud del individuo, es por esto que los dividimos en 2 categorías así:

Factores internos: aquí hay distintas variables propias del cuerpo humano, la edad, el estado físico y mental, el género, el nivel de actividad y otros aspectos biológicos que influyen en la percepción térmica.

Factores externos: aquí comprende las condiciones del entorno físico, como la temperatura del aire, la humedad relativa, la velocidad del viento, la radiación solar, la calidad del aire, el aislamiento térmico de la ropa y el tipo de vestimenta utilizada, entre otros. La arquitectura juega un papel clave en la creación de espacios confortables, ya que puede intervenir en las condiciones ambientales mediante el diseño adecuado. La percepción del confort se puede clasificar en diferentes tipos: térmico, lumínico, acústico, olfativo y psicológico. De estos, el confort térmico, lumínico y acústico son los más determinantes en la experiencia que tiene una persona dentro de un espacio; ahora bien, la interacción del ambiente y del confort térmico se basa en un equilibrio generado por el cuerpo humano y el intercambio térmico con el ambiente. Este equilibrio depende

tanto de las actividades que realiza el usuario como de la ropa que lleva puesta, ya que ambas influyen en la sensación térmica experimentada. Si este intercambio no se regula adecuadamente, puede provocar incomodidad, afectando negativamente el bienestar físico y emocional de las personas.

3.2 Sustentabilidad

Es un enfoque de diseño responsable que busca reducir el impacto ambiental de las edificaciones mediante el uso racional de recursos, la planificación integral y el empleo de materiales adecuados. Se basa en el principio de sustentabilidad, entendido como la capacidad de satisfacer las necesidades presentes sin comprometer los recursos y condiciones necesarias para las generaciones futuras. Esta arquitectura considera tres dimensiones clave: la social (bienestar, empleo, participación comunitaria), la económica (optimización de costos, beneficios locales) y la ambiental (reducción de residuos, emisiones y uso inadecuado del suelo). Su objetivo es mejorar la calidad de vida mediante construcciones adaptadas al entorno, que respeten las condiciones locales y atiendan las necesidades humanas. También promueve el uso de técnicas constructivas durables, el aprovechamiento de materiales locales, la educación ambiental, y la reutilización de residuos. Modalidades como la arquitectura bioclimática, la bioarquitectura y la bioconstrucción refuerzan estos principios al priorizar formas y materiales en armonía con la naturaleza. Así, se reconoce que cada proyecto arquitectónico genera efectos que trascienden lo físico y deben ser abordados con responsabilidad ambiental desde su origen (Neila, 2004).

3.3 Diseño pasivo

El diseño pasivo contemporáneo se basa en comprender el clima y aprovechar la ubicación,

la forma, los detalles y los conjuntos constructivos para crear edificios que alcancen la excelencia en el diseño, a la vez que reducen la necesidad de equipos de alto consumo energético para brindar confort y salud. Reducir el consumo energético permite reducir el tamaño de los equipos de climatización. El diseño pasivo comienza con el clima, el cual influye en la orientación, el sombreado, la circulación del aire, la ubicación y los materiales, entre otros aspectos.

Proporcionar luz natural controlada y permitir a los usuarios cierto control sobre la ventilación natural, cuando las condiciones y el tipo de edificio lo permiten, son casi siempre las estrategias de diseño preferidas, ya que crean espacios agradables que conectan a los ocupantes con la naturaleza. Además, el acceso a la luz natural se reconoce como un elemento esencial para la salud humana y la regulación de los ritmos circadianos. Si bien los sistemas de iluminación LED han reducido la carga energética de las luces eléctricas, la luz natural controlada sigue siendo deseable, y las luminarias que se atenúan o apagan en función de la iluminación natural disponible continúan siendo una estrategia eficiente para el ahorro energético (ArchiRoots, s.f.; AIA California, s.f.). (Rodríguez, 2013)

3.4 Vivienda multifamiliar

Se entiende por vivienda multifamiliar aquel tipo de edificación que se desarrolla en un mismo lote de terreno y que alberga tres o más unidades de vivienda independientes, organizadas en varios niveles. Este modelo de vivienda se caracteriza por compartir áreas y servicios comunes como circulaciones, zonas verdes o espacios recreativos, bajo un régimen de propiedad horizontal que establece los derechos y deberes de cada copropietario sobre las zonas privadas y comunes. Generalmente, estas edificaciones se construyen en altura, adaptando la disposición de los pisos a las condiciones topográficas del terreno, ya sea en sentido ascendente o descendente, según se requiera (Ley 388 1997, art. 12).

3.5 Habitabilidad

La habitabilidad se entiende como el conjunto de condiciones mínimas que un espacio debe ofrecer para garantizar el bienestar físico, mental y social de sus ocupantes. Implica la presencia de características como seguridad estructural, salubridad, confort climático, acceso adecuado a servicios básicos y suficiencia de espacio, permitiendo el correcto desenvolvimiento de las actividades humanas. En este sentido, la Ley 2079 de 2021 establece que el Estado colombiano debe garantizar el ejercicio efectivo del derecho a una vivienda y hábitat dignos para todos los ciudadanos, reconociendo la necesidad de formular y ejecutar políticas públicas que promuevan entornos seguros y saludables tanto en el área urbana como rural (Congreso de Colombia, 2021). De manera complementaria, la Organización de las Naciones Unidas (2009) enfatiza que una vivienda no es considerada habitable si no proporciona estabilidad física, protección frente a los riesgos ambientales y espacio suficiente para el desarrollo integral del usuario. Así, la habitabilidad no solo abarca la protección física, sino también la provisión de un entorno que permita la vida digna y saludable de quienes lo habitan.

3.6 Habitar

Habitar no se reduce a ocupar un espacio físico: es una condición existencial que define la manera en que los seres humanos establecen una relación profunda, afectiva y transformadora con su entorno. Como señala Martin Heidegger (1956), "*nuestro modo de ser en el mundo consiste en habitarlo*", afirmando que habitar es una forma de ser, un modo fundamental de existir y construir sentido en el mundo.

Habitar implica mucho más que residir; es transformar el espacio, apropiarlo, dotarlo de identidad y pertenencia. Desde el primer gesto de ocupación, el ser humano adapta el espacio a

sus necesidades, afectos y actividades, haciendo del acto de construir una parte inseparable del acto de habitar. Esta transformación no solo altera físicamente el entorno, sino también emocional y simbólicamente, estableciendo un vínculo que articula al ser con su espacio de vida.

Para profundizar en el concepto, es útil partir de una ecuación que sintetiza su componente principal:

$$\textit{Habitar} = \textit{Contenido} + \textit{Continente} + \textit{Contexto}.$$

El *contenido* se refiere a las actividades humanas, las emociones y las relaciones que dan vida al espacio. *El continente* es la estructura física que lo soporta: la arquitectura, los materiales, las formas. Y *el contexto* es el entorno cultural, social y natural que enmarca y dota de significado al habitar. Estos tres elementos interactúan y se complementan para crear un espacio verdaderamente habitado.

Saldarriaga (2006) complementa esta visión al definir el habitar como la ocupación y la vida en un territorio que proporciona seguridad, refugio y condiciones para la vida cotidiana. Habitar no es simplemente disponer de un lugar funcional, sino de un espacio capaz de facilitar la existencia, proteger contra las amenazas, y permitir la expresión y el crecimiento del ser humano. Habitar es afirmar la vida en el espacio.

Además, Juhani Pallasmaa (1999) advierte sobre los riesgos de una arquitectura moderna que se ha dejado dominar por lo visual, convirtiendo los espacios en escenarios para la mirada, y olvidando su dimensión sensorial y existencial. Frente a esta tendencia, Pallasmaa propone recuperar una arquitectura multisensorial, donde todos los sentidos participen en la experiencia del espacio habitado. Así, el verdadero habitar no es una contemplación pasiva, sino una vivencia corporal, emocional y espiritual del entorno.

Habitar implica, entonces, construir y vivir en un espacio que permita la expresión plena

del ser humano, donde la arquitectura no solo funcione como refugio, sino también como extensión de la vida, de la memoria y de la identidad. Habitar es, en última instancia, estar en el mundo de manera consciente, sensible y activa.

3.7 Calidad de vida

La calidad de vida constituye un eje fundamental en la concepción del espacio arquitectónico, especialmente en proyectos de vivienda multifamiliar orientados al diseño bioclimático. Desde esta perspectiva, el habitar trasciende la mera ocupación física de un inmueble y se convierte en una experiencia sensible que integra confort ambiental, bienestar psicológico y eficiencia funcional.

Autores como Palomba (2002) y Ardila (2003) coinciden en que la calidad de vida debe entenderse como un concepto multidimensional, donde factores objetivos —como el acceso a servicios y las condiciones de habitabilidad— se entrelazan con percepciones subjetivas. En este sentido, resulta fundamental que el diseño de viviendas multifamiliares bioclimáticas incorpore criterios de sostenibilidad, confort y mantenimiento eficiente a lo largo del ciclo de vida del edificio

Así, se reconoce que el espacio habitable debe configurarse desde un enfoque integral, donde el diseño arquitectónico, el desempeño ambiental y el mantenimiento de la infraestructura se articulen para promover una mejor calidad de vida para los residentes.

4. Marco Legal y Normativo

4.1 Leyes

4.1.1 Constitución Política de Colombia (1991)

La Constitución establece los derechos fundamentales de los ciudadanos, entre ellos, el acceso a una vivienda digna (Artículo 51). Este artículo garantiza el derecho a la vivienda, instando al gobierno a establecer las condiciones necesarias para su cumplimiento, incluyendo programas de vivienda pública, interés social y planificación a largo plazo.

4.1.2 Ley 388 de 1997

Esta ley regula el ordenamiento territorial, enfocándose en el uso del suelo y el desarrollo sostenible. Promueve la mejora en la calidad de vida de los habitantes a través de una adecuada planificación económica, social, cultural, ambiental y urbana.

4.1.3 Ley 2079 de 2021

Reconoce la política pública de hábitat y vivienda como política de Estado, buscando establecer normas para garantizar una vivienda digna para todos los colombianos, complementando y actualizando la normativa previa en temas de hábitat y desarrollo urbano.

4.2 Políticas públicas territorio

4.2.1 Plan de Ordenamiento Territorial (POT) de Bucaramanga:

Es el instrumento principal para organizar la gestión territorial, basado en la Ley 388 de 1997. Define objetivos, estrategias, políticas, programas y normas para el desarrollo del área y el uso del suelo.

4.2.2 ONU Hábitat – 2019

Reconoce la vivienda adecuada como un derecho humano. Señala que una vivienda adecuada debe cumplir con:

- Seguridad de la tenencia (protección contra desalojos y amenazas)
- Disponibilidad de servicios (agua potable, energía, residuos, etc.)
- Asequibilidad (que no supere el 30% del ingreso familiar)
- Habitabilidad (seguridad y protección ante clima y riesgos)
- Accesibilidad (adaptación para personas con discapacidad).

4.3 Normas técnicas colombianas (NTCS Y NRS10)

4.3.1 NTC 6047

Esta norma técnica establece los requisitos de accesibilidad al medio físico, asegurando igualdad de condiciones para todas las personas en el acceso y permanencia en edificios. Define criterios mínimos de accesibilidad que deben cumplirse, especialmente en zonas de atención como las zonas de recepción.

4.3.2 NSR-10 (Norma Sismo Resistente)

La NSR-10 establece los requisitos mínimos para el diseño de construcciones sismo resistentes en Colombia, priorizando la protección de la vida humana ante eventos sísmicos. Además, en su Título K, regula aspectos específicos de construcción como dimensiones de escaleras, barandas, instalaciones sanitarias y servicios públicos domiciliarios funcionales.

4.3.3 NTC 4140

Establece requisitos de accesibilidad en viviendas para garantizar igualdad en el acceso y circulación, tanto para residentes como para visitantes. Define las dimensiones mínimas de circulación en edificaciones nuevas o existentes.

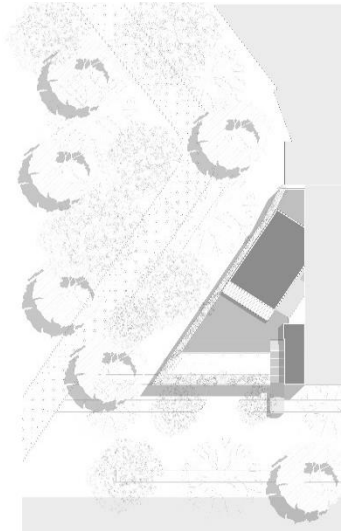
4.3.4 NTC 4143

Define requisitos de accesibilidad en rampas fijas, estableciendo dimensiones mínimas para facilitar y garantizar el acceso a todas las personas.

5. Marco referentes arquitectónicos

5.1 Edificio “El Matorral”

Figura 15. *Plano planta edificio el matorral*



Adaptada de (Archdaily, 2019)

Fecha del proyecto: 2017

Tipología: vivienda plurifamiliar

Ubicación: Medellín, Antioquia

Arquitectos: THL Taller

Clima: 15-25°C, altitud de 1495 m.s.n.m.

Orientación: fachada principal da hacia el oriente, donde se ubican los jardines.

Normativa: accesibilidad, rampa, aislamiento en fachada principal y lateral por singularidad del lote que está ubicado al lado de una quebrada. Restricción de altura.

Descripción de proyecto: el proyecto *El Matorral*, diseñado por el estudio THL Taller en Medellín, Colombia, en 2017, responde a las exigencias ambientales actuales mediante la incorporación de jardines verticales y cubiertas vegetales como elementos fundamentales en su composición. La estructura utiliza columnas circulares y losas de concreto reforzado, donde se alberga una diversidad de especies tropicales que forman un pequeño ecosistema sostenido por un sistema de riego por goteo programado (ArchDaily, 2019).

Figura 16. Edificio *El Matorral*



Adaptada de (Archivo BARQ, 2019)

El diseño, cuya fachada principal se orienta hacia el oriente, favorece la captación de luz

natural y la ventilación cruzada. Además, la vegetación integrada en las fachadas actúa como filtro solar, disminuyendo el sobrecalentamiento en los espacios interiores y mejorando las condiciones térmicas del edificio (ArchDaily, 2019).

Figura 17. *Fachada edificio El Matorral*



Adaptada de (Archdaily, 2019)

El uso de materiales como concreto pulido, ladrillo, madera y acero refuerza la intención de ofrecer acabados honestos y duraderos. El cumplimiento de las normativas locales en cuanto a accesibilidad, aislamiento y restricciones de altura debido a la cercanía con una quebrada también determina las decisiones proyectuales. En este sentido, *El Matorral* constituye una respuesta arquitectónica que busca equilibrar sostenibilidad ambiental, habitabilidad y respeto por el entorno inmediato.

Figura 18. *Sala edificio El Matorral*



Adaptada de (Archdaily, 2019)

5.2 Edificio Santalaia

Figura 19. *Edificio Santalaia -Jardin vertical en Bogotá*



Adaptada de (Avoreta,s.f)

Ubicación: Bogotá, Colombia

Superficie: 33.551 m²

Diseño y construcción de Santalaia: exacta Proyecto Total

Diseño de jardín vertical: exacta Proyecto Total

Construcción de jardín vertical: Groncol

Tecnología de jardín vertical: paisajismo Urbano

El Edificio Santalaia, ubicado en Bogotá, Colombia, constituye un referente en

sostenibilidad arquitectónica debido a su jardín vertical, que se extiende a lo largo de toda su altura. El proyecto integra aproximadamente 3.100 m² de vegetación, distribuidos desde el primer hasta el último nivel, incorporando diez tipos distintos de plantas. Esta estrategia no solo aporta beneficios estéticos, sino que también mejora el desempeño bioclimático del edificio.

Entre los objetivos específicos del proyecto destacan: la selección de especies vegetales para optimizar la armonía con la edificación, el análisis térmico interior-exterior, el diseño constructivo de los muros verdes y la identificación de funciones bioclimáticas. Asimismo, se estudian las estrategias sostenibles aplicadas, el mantenimiento de la vegetación instalada y los beneficios que el objeto arquitectónico aporta al entorno (Scribd, 2021).

Figura 20. Beneficios



Adaptada de (Scribd, 2021).

Destaca por su innovador jardín vertical, que cubre 3.117 m² con diez especies de plantas diferentes. Utiliza el Sistema de Jardín Vertical Paisajismo Urbano®, una tecnología patentada que optimiza el diseño vegetal en arquitectura. Este sistema incorpora un riego hidropónico avanzado, con 42 estaciones que utilizan agua de lluvia tratada y sensores de humedad y radiación, logrando así un uso eficiente de líquidos y nutrientes. El proyecto no solo mejora la eficiencia térmica interior-exterior, sino que también aporta beneficios bioclimáticos y ambientales a su contexto urbano.

Figura 21. *El sistema patentado paisajismo urbano*

Adaptada de (paisajismo urbano)

Una estrategia bioclimática para temporada de invierno en edificaciones. El esquema integra mecanismos de ganancia solar pasiva, aislamiento térmico y ventilación natural:

Cubierta verde: funciona como elemento de aislamiento térmico y acústico, reduciendo la transferencia de calor hacia el exterior.

Chimeneas de aire: facilitan la entrada de luz natural y promueven el ascenso del aire caliente mediante el efecto chimenea, optimizando la ventilación en el núcleo del edificio.

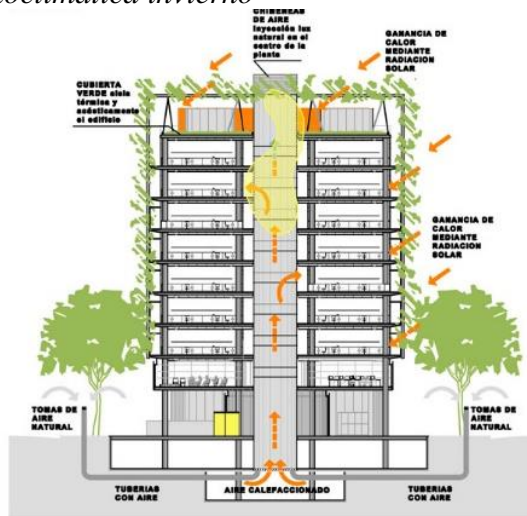
Ganancia de calor por radiación solar: se aprovecha la incidencia solar directa en las fachadas para incrementar la temperatura interna de manera pasiva.

Captación de aire natural: el aire exterior es conducido a través de tomas de aire y posteriormente calentado para ser distribuido mediante sistemas de tuberías internas.

Distribución de aire calefaccionado: el aire previamente climatizado se redistribuye en los espacios interiores, asegurando condiciones térmicas confortables.

Este sistema busca optimizar la eficiencia energética del edificio, reducir la dependencia de sistemas mecánicos de climatización y mejorar el confort térmico interior, siguiendo principios de diseño sostenible y arquitectura bioclimática.

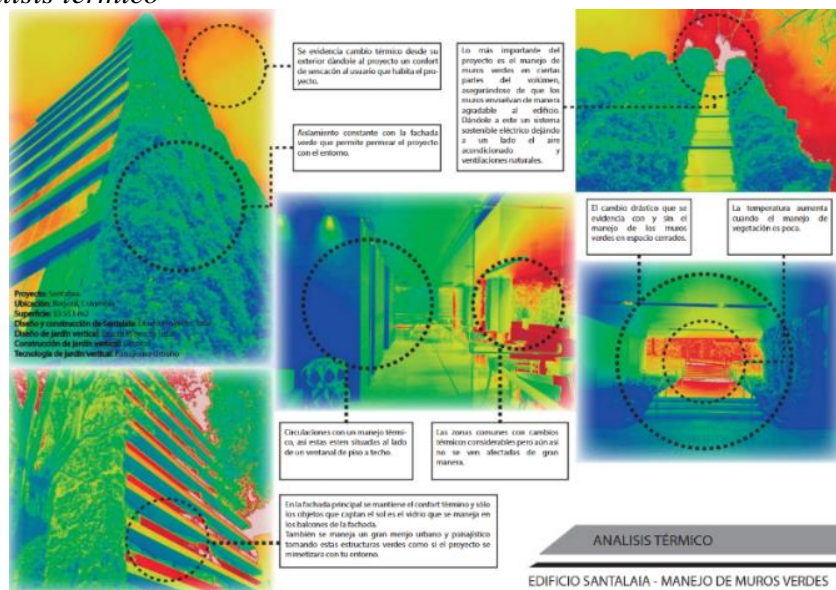
Figura 22. Estrategia bioclimática invierno



Adaptada de (Scribd, 2021).

El análisis térmico del Edificio Santalaia en Bogotá, evidencia la importancia de los muros verdes en la regulación térmica. Estos muros permiten aislar el edificio, reduciendo la ganancia de calor en fachadas expuestas al sol. Se observa que donde hay vegetación, la temperatura es más baja y el confort térmico mejora. Además, el proyecto minimiza el uso de sistemas mecánicos, priorizando ventilación natural y eficiencia energética.

Figura 23. Análisis térmico



Adaptada de (Candela, s.f.),

5.3 One Central Park -Australia,

Figura 24. *One Central Park: un original proyecto sustentable que cambia de color en cada estación*



Adaptada de (Archdaily, 2019)

Arquitectos: Ateliers Jean Nouvel.; Ateliers Jean Nouvel.

Año: 2014

Fotografías: Murray, Simón, John Gollings

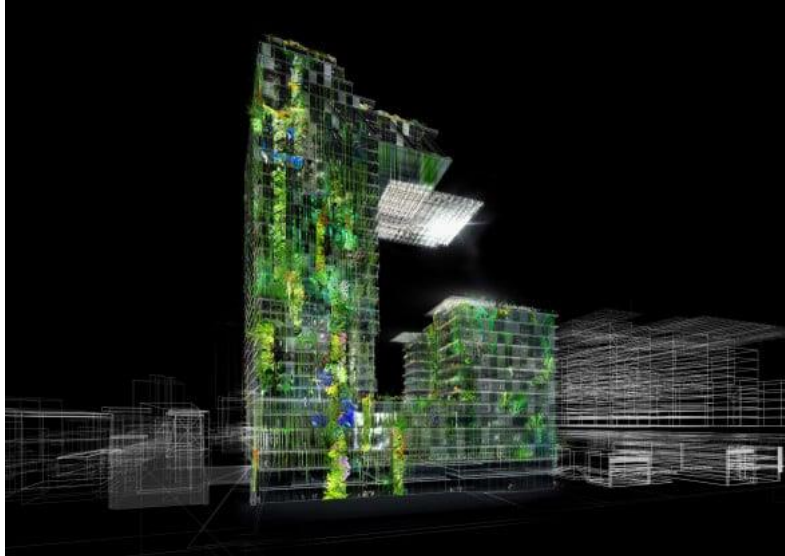
Provedores: Brimat, Interpón, Junglefy, Tensile

El edificio Santalaia cuenta con una fachada viva compuesta por 38.000 plantas nativas de 250 especies, incluyendo flores. Su diseño permite que la apariencia del edificio cambie de color con las estaciones, adaptándose a las variaciones de temperatura, lo que convierte la estructura en una propuesta innovadora y dinámica (Noticias Arquitectura, s.f.).

Central Park optimiza el uso del agua reciclando entre el 50 y 70 % para actividades como descargas de inodoros, lavado de máquinas, riego y acondicionamiento de plantas, dado que el

agua destinada al consumo y aseo representa solo entre el 30 y 50 % del uso total.

Figura 25. *Fachada*



Adaptada de (Archdaily, 2019)

El Bloque 2 del proyecto One Central Park en Sídney utiliza paredes hidropónicas, jardineras horizontales y guías en las fachadas para integrar especies vegetales que actúan como control solar, protegiendo del sol en verano y optimizando la luz solar en invierno. Este diseño sostenible le permitió obtener la calificación más alta en el sistema Green Star. Además, los departamentos cuentan con logias que amplían el espacio abierto, y se diseñaron para maximizar vistas y confort, protegiendo a los residentes del ruido y el viento.

La torre residencial está marcada por un monumental voladizo cerca de la cumbre. Este voladizo alberga una sala común y una terraza panorámica exclusiva de estos departamentos. Un heliostato motorizado fijado al voladizo captura la luz solar y la refleja hacia la zona del parque que queda en sombra por la torre. El heliostato se ilumina por la noche con la obra del artista francés Yann Kersalé.

Figura 26. *Voladizo y Heliostato*



Adaptada de (Archdaily, 2019)

5.4 Departamentos Edén

Figura 27. *Fachada principal departamentos Edén*



Adaptada de (Archdaily, 2020).

Ubicación: Draycott Park, Singapur.

Arquitectos: Heatherwick Studio

Clima: 25-32°C, clima tropical cálido húmedo, humedad relativa 77%, altitud de 15 m

s.n.m.

Orientación: fachada principal da hacia el occidente, donde se ubican los jardines.

Normativa: regulaciones de Singapur que obligan a reponer el 100% del terreno verde utilizado para nuevas edificaciones.

Estructura: núcleo de concreto que se apoya en los pilares de las esquinas.

Materialidad: materiales orgánicos, fachaletas de piedra, muros de hormigón enmarcados con un mapa topográfico del terreno de Singapur que le da una textura en 3D bastante orgánica.

El proyecto EDEN, ubicado en 2 Draycott Park, Singapur, diseñado por Heatherwick Studio, propone una nueva interpretación de la vivienda multifamiliar en clima tropical. Concebido en un entorno urbano denso, el edificio responde a las condiciones ambientales locales (temperaturas entre 25-32°C y humedad relativa de 77%) mediante estrategias pasivas de diseño bioclimático. La estructura principal consiste en un núcleo de concreto que se apoya en pilares ubicados en las esquinas, liberando las plantas para una mayor flexibilidad espacial.

Figura 28. Sala del departamento Eden



Adaptada de (Archdaily, 2020).

El diseño de la fachada incorpora jardines verticales que no solo restauran el 100% de la huella verde exigida por las regulaciones locales, sino que también actúan como elementos de control solar, aislamiento acústico y generación de microclimas. La materialidad se compone de

muros de hormigón con acabados texturizados inspirados en la topografía de Singapur, así como el uso de materiales orgánicos y fachaletas de piedra que refuerzan el vínculo entre arquitectura y naturaleza.

Figura 29. Edificio Edén



Adaptada de (Archdaily, 2020).

Cada unidad residencial cuenta con logias amplias que fomentan la ventilación cruzada natural, reduciendo la necesidad de sistemas mecánicos de climatización y maximizando la conexión con el exterior. La fachada principal, orientada hacia el occidente, optimiza las vistas hacia los jardines interiores, protegiendo los espacios habitables del calor excesivo y del ruido urbano.

En conjunto, el proyecto EDEN refleja un enfoque sostenible y sensible al contexto, donde la vegetación y el confort ambiental son elementos centrales del diseño arquitectónico.

Figura 30. Detalle materialidad



Adaptada de (Archdaily, 2020).

5.5 Bosco Verticale

Figura 31. Edificio Bosco Verticale



Adaptada de (ArchDaily,2015)

Ubicación: Milán, Italia.

Arquitectos: Boeri Studio (Stefano Boeri, Gianandrea Barreca, Giovanni La Varra).

Clima: clima continental húmedo (veranos calurosos, inviernos fríos).

Normativa: responde a las normativas de reforestación urbana y sostenibilidad locales, integrando biodiversidad en altura.

Estructura: diseño estructural por Arup Italia S.R.L., adaptado para soportar el peso de la vegetación y condiciones de viento.

Materialidad: concreto armado, vidrio de alta eficiencia térmica y acabados resistentes a la humedad, integrando sistemas de soporte para la vegetación.

Descripción del proyecto: el Bosco Verticale, diseñado por Stefano Boeri Architetti en Milán, consiste en dos torres residenciales que integran más de 800 árboles y 20,000 plantas en sus fachadas. El proyecto busca reconciliar la alta densidad urbana con la biodiversidad, proponiendo un modelo de reforestación vertical en ciudades densas.

Fachadas: las fachadas son terrazas sobresalientes de concreto que soportan la vegetación. Estas terrazas permiten el crecimiento libre de especies arbóreas y arbustivas, actuando como barreras naturales contra el ruido, el polvo y la radiación solar excesiva, además de generar un microclima local.

Figura 32. *Fachadas cambiantes*



Adaptada de (ArchDaily,2015)

Fachadas cambiantes: el Bosco Verticale presenta fachadas dinámicas que transforman su apariencia según la estación del año, debido a la diversidad de especies vegetales utilizadas. Esta condición genera una percepción cambiante del paisaje urbano para los habitantes de Milán, promoviendo una conexión continua entre la ciudad y la naturaleza.

Sistema de hidratación y riego: la irrigación de las plantas fue diseñada a partir de estudios microclimáticos específicos. El sistema de riego automatizado se ajusta a las condiciones

climáticas locales y varía según la orientación de cada fachada y la distribución de la vegetación por piso, asegurando una gestión eficiente del recurso hídrico.

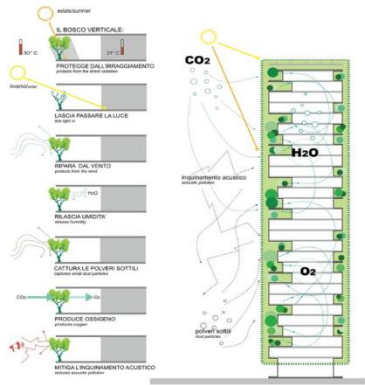
Figura 33. *Hidratación y sistema de riego*



Adaptada de (ArchDaily,2015)

Estrategias bioclimáticas: el edificio emplea la vegetación como sistema de climatización pasiva: las plantas reducen la temperatura interna, mejoran la calidad del aire y optimizan el confort térmico de los usuarios. La disposición y variedad de especies fueron seleccionadas para responder a los cambios estacionales y las condiciones climáticas de Milán, minimizando el uso de sistemas mecánicos de climatización.

Figura 34. Mitigación



Adaptada de (ArchDaily, 2015)

Tabla 2

Conclusiones del análisis de referentes

Edificio	Conclusiones
El Matorral (Medellín, Colombia)	El edificio El Matorral evidencia cómo la integración de vegetación en fachada y cubiertas contribuye significativamente al mejoramiento del confort térmico interior, actuando como un filtro natural frente a la radiación solar. Su correcta orientación y el aprovechamiento de la ventilación cruzada demuestran que es posible lograr eficiencia ambiental mediante estrategias pasivas. Además, el uso de materiales honestos y la adaptación a las condiciones del lote reflejan una arquitectura sensible al contexto, donde la sostenibilidad y la habitabilidad se integran de manera equilibrada.
Santalaia (Bogotá, Colombia)	El edificio Santalaia destaca por el uso de muros verdes a gran escala como estrategia bioclimática, los cuales no solo aportan valor estético, sino que mejoran el comportamiento térmico del edificio y la calidad del aire. Este referente demuestra que la vegetación vertical puede funcionar como un sistema eficiente de aislamiento térmico y regulación ambiental. Asimismo, evidencia

Edificio	Conclusiones
One Central Park (Sídney, Australia)	<p>la importancia de integrar sistemas tecnológicos complementarios (como riego automatizado) para garantizar el mantenimiento y funcionamiento de estas soluciones sostenibles en el tiempo.</p> <hr/> <p>One Central Park representa un modelo avanzado de sostenibilidad en edificaciones en altura, al integrar estrategias bioclimáticas activas y pasivas, como el uso de heliostatos, reciclaje de agua y fachadas verdes. Este proyecto resalta la importancia de la innovación tecnológica aplicada al diseño arquitectónico para optimizar el aprovechamiento de recursos naturales. Además, demuestra cómo la combinación de diseño, tecnología y vegetación puede mejorar tanto el confort interior como la calidad del espacio urbano, consolidándose como un referente integral de arquitectura sostenible.</p>
Departamentos EDEN (Singapur)	<hr/> <p>El proyecto EDEN evidencia cómo la incorporación de jardines verticales y logias amplias permite restituir el área verde ocupada y generar microclimas que mejoran el confort térmico en climas cálido-húmedos. Su diseño favorece la ventilación cruzada y la relación directa entre el interior y el exterior, lo cual resulta fundamental en contextos tropicales. Este referente destaca la importancia de integrar la naturaleza como parte esencial de la vivienda, no solo como elemento estético, sino como estrategia funcional para el control climático y el bienestar del usuario.</p>
Bosco Verticale (Milán, Italia)	<hr/> <p>El Bosco Vertical constituye un referente icónico en la integración de biodiversidad en edificaciones en altura, demostrando que es posible combinar alta densidad urbana con reforestación vertical. La vegetación en fachada actúa como regulador térmico, barrera acústica y filtro de contaminantes, mejorando significativamente las condiciones ambientales del edificio. Este proyecto evidencia el potencial de la arquitectura para contribuir a la sostenibilidad urbana, al incorporar soluciones que trascienden la escala del</p>

Edificio	Conclusiones
	edificio y aportan beneficios al entorno urbano en general.

6. Caracterización usuario

Tabla 3. *Caracterización usuario*

Usuarios	Características del usuario	Objetivo del espacio	Necesidades físico-espaciales	Tiempo de permanencia
Familias nucleares	Adultos entre 30–50 años, profesionales, 1–2 hijos. Estratos 4, 5 y 6.	Habitar de forma permanente con confort, privacidad y funcionalidad.	3–4 alcobas, sala-comedor integrada, cocina abierta, balcón o terraza, iluminación natural, ventilación cruzada.	Largo (8–14 horas diarias)
Parejas sin hijos	Profesionales jóvenes o adultos, 30–45 años, independientes o empleados estables.	Vivienda moderna adaptable a home office y vida social.	Espacios flexibles, estudio o espacio de trabajo, buena iluminación natural, balcón, zonas comunes (gimnasio, salón social).	Medio-largo (6–12 horas diarias)
Adultos mayores / pensionados	55–60 años o más, jubilados o próximos a pensionarse.	Espacio confortable, seguro y saludable.	Circulaciones amplias, accesibilidad, ventilación natural, protección solar, contacto con vegetación, ascensor, zonas verdes.	Largo (mayor parte del día)
Trabajadores en modalidad home office	Profesionales independientes o empleados remotos.	Integrar vivienda y espacio laboral sin afectar el confort.	Espacio de estudio con iluminación y ventilación natural, aislamiento acústico, conexión visual al exterior.	Largo (8 horas laborales + permanencia residencial)
Comunidad residente (usuarios colectivos)	Habitantes del edificio (2–4 personas por unidad).	Interacción social y recreación.	Zonas comunes amplias, salón social, gimnasio, áreas verdes, espacios sombreados, mobiliario exterior confortable.	Corto-medio (1–3 horas diarias)

La anterior tabla presenta la caracterización de los usuarios del proyecto de vivienda multifamiliar con énfasis bioclimático en la ciudad de Bucaramanga. Se identifican los principales perfiles residenciales a los que está dirigido el proyecto, considerando sus características sociodemográficas, objetivos de uso del espacio, necesidades físico-espaciales y tiempos de permanencia. Este análisis permite comprender las dinámicas habitacionales contemporáneas — incluyendo el trabajo desde casa, la búsqueda de confort térmico y la integración con la

naturaleza—, orientando así las decisiones de diseño arquitectónico hacia soluciones funcionales, sostenibles y adaptadas al contexto climático local.

7. Marco físico espacial

7.1 Marco geográfico

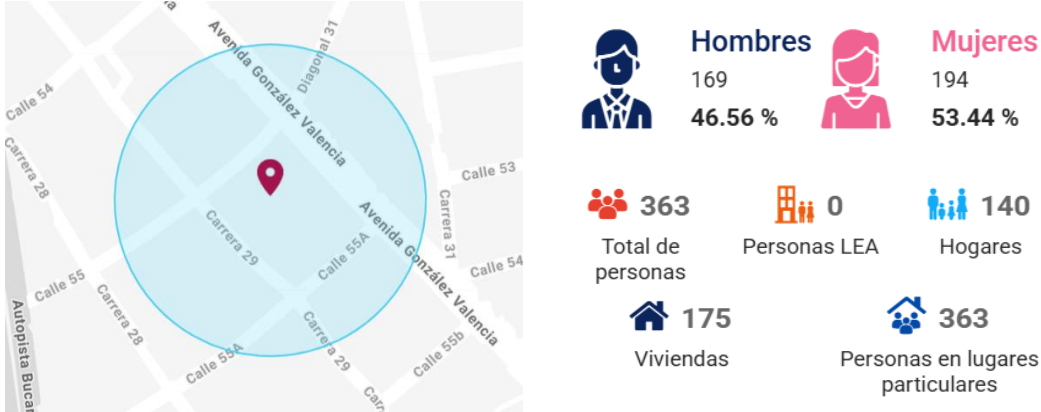
Figura 35. *Implantación del proyecto en Bucaramanga*



El área de estudio se encuentra ubicada en la ciudad de Bucaramanga, sobre la Avenida González Valencia, una de las principales arterias viales del municipio. El predio corresponde a una manzana urbana con un área aproximada de 1.060,92 m², situada entre la Carrera 29, la Calle 55, la Calle 55A y la Diagonal 31, en el barrio Bolarqui de la Comuna 3. La ubicación del terreno en una zona consolidada con alto flujo peatonal y vehicular lo convierte en un punto ideal para el desarrollo de proyectos de vivienda multifamiliar, ya que combina cercanía a servicios, facilidad de movilidad y potencial de densificación urbana en un entorno mixto y dinámico.

7.2 Población del área de influencia

Figura 36. Población

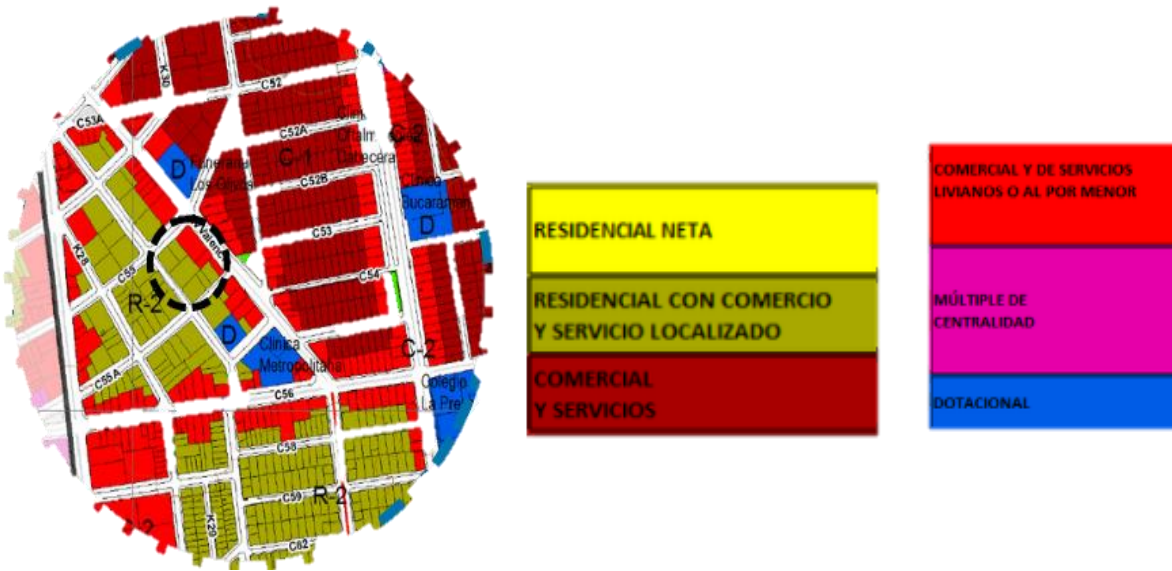


Adaptada de DANE Análisis Geoespacial del CNPV 2018

En el entorno inmediato del predio, ubicado sobre la Avenida González Valencia entre las calles 53 y 55, se registra una población total de 363 personas, distribuidas en 140 hogares. La proporción por género revela que el 53,44 % son mujeres y el 46,56 % son hombres, con un total de 175 viviendas, todas destinadas a lugares particulares (sin presencia de establecimientos colectivos). Esta información demográfica respalda la vocación residencial del sector y sugiere condiciones favorables para el desarrollo de vivienda multifamiliar, en un contexto urbano consolidado y habitado.

7.3 Normativa lote seleccionado

Figura 37. Uso de suelo



Adaptado de POT Bucaramanga (2014).

La Figura 32 presenta la zonificación de uso del suelo del lote seleccionado, según el POT de Bucaramanga (2014). En el plano se identifican diferentes categorías como residencial neta, residencial con comercio y servicios, comercial y de servicios, múltiple centralidad y dotacional. El lote objeto de estudio se localiza en la zona clasificada en color rojo, correspondiente a *comercial y de servicios livianos o al por menor*, lo que indica una vocación urbana orientada a actividades económicas de bajo impacto, compatibles con dinámicas residenciales y de servicios.

7.4 Clasificación código perfiles viales

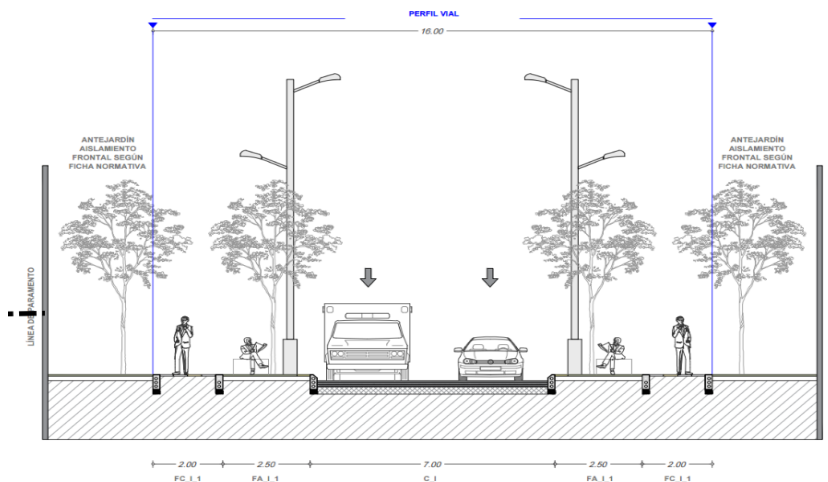
Figura 38. Perfil vial



Adaptado de POT Bucaramanga (2014).

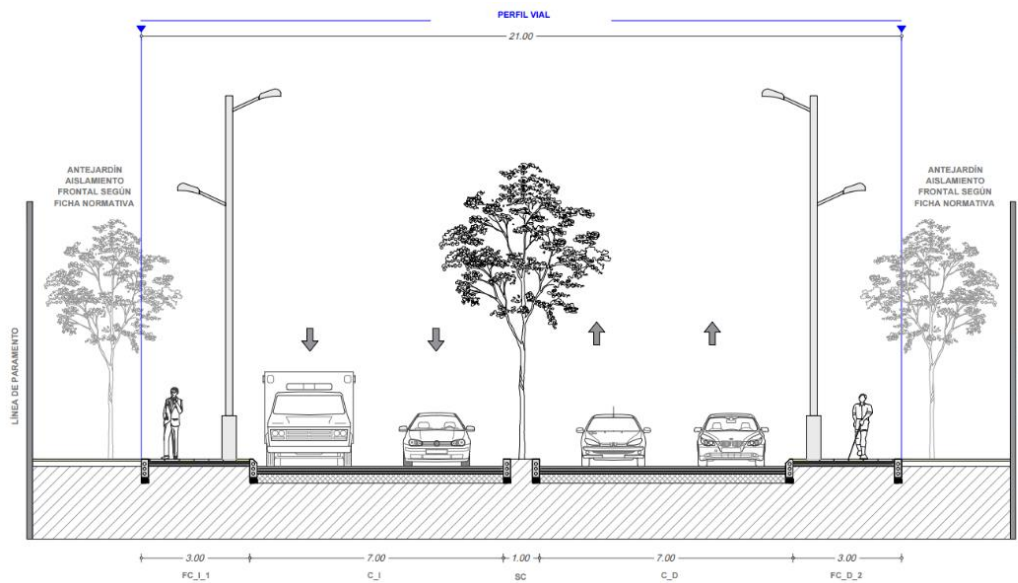
La figura 33 presenta el perfil vial del sector donde se localiza el lote de estudio, según el POT de Bucaramanga (2014). Se identifican las vías que rodean el predio y su respectiva codificación. El lote se encuentra sobre *el perfil vial código 42*, correspondiente a la Carrera 29, Calle 55 y Calle 55A, lo cual define las condiciones normativas de sección vial, anchos de vía, andenes y parámetros que influyen en el diseño e implantación del proyecto de vivienda multifamiliar.

Figura 39. Perfil 16.00 B (Código 42)



La figura 34 presenta el perfil vial 16.00 m – Tipo B (Código 42) correspondiente a la vía donde se ubica el lote. La sección tiene un ancho total de 16.00 metros, distribuido en una calzada central de 7.00 m (C.J.) para circulación vehicular. A cada costado se proyecta un andén conformado por 2.50 m de franja de amoblamiento y arborización (F.A.L.) y 2.00 m de franja de circulación peatonal (F.C.L.), para un total de 4.50 m por lado. Asimismo, se definen los antejardines y la línea de paramento que regulan la implantación del proyecto respecto al espacio público.

Figura 40. Perfil 21.00 A (Código 42)



La figura 35 presenta el perfil vial 21.00 m – Tipo A, con un ancho total de 21.00 metros. La sección se compone de dos calzadas vehiculares de 7.00 m cada una (C.I. y C.D.), separadas por un separador central de 1.00 m (S.C.). A cada costado se disponen andenes de 3.00 m, correspondientes a la franja de circulación peatonal (F.C.). Asimismo, se establecen los respectivos antejardines y líneas de paramento, que regulan el aislamiento frontal y la implantación del

proyecto respecto al espacio público.

Figura 41. Retrocesos del predio



De acuerdo con la normativa urbana aplicable al lote, se establecen los siguientes parámetros: un retroceso obligatorio de 3.00 m, antejardín de 4.00 m sobre la Calle 55 y 3.00 m sobre la Avenida Gonzales Valencia. Los andenes corresponden a 2.00 m en la Calle 55 y 3.00 m en la Avenida Gonzales Valencia, complementados con una franja ambiental de 2.50 m.

Tabla 4. Edificabilidad del predio

Sector	Sector 1
Subsector	1E
Frentes	Frente > 15 metros
Índice de ocupación máx.	0,40
Índice de construcción máx.	4.50
Altura máxima permitida	Libre
Tipología edificatoria	Aislada desde el 4° piso

Adaptado de POT Bucaramanga (2014).

8. Programa arquitectónico

El proyecto arquitectónico denominado *Valencia Tower* corresponde a una edificación de vivienda multifamiliar en *altura*, estrato 6, diseñada bajo un enfoque bioclimático en la ciudad de Bucaramanga. Está dirigido a *familias* nucleares, parejas sin hijos, adultos mayores, trabajadores en modalidad home office y comunidad residente en general. El programa arquitectónico se organiza a partir de criterios de diseño bioclimáticos que serán desarrollados en apartados posteriores, con el fin de garantizar confort ambiental y eficiencia energética en los espacios habitables.

9. Cuadro de áreas

Cuadro de Áreas: Proyecto de Vivienda Multifamiliar Bioclimática

Ubicación: Bucaramanga, Santander

Estrato: 6

Pisos: 11

Tabla 5. *Cuadro de áreas*

Espacio / Área	Cantidad	Área m ² por unidad	Área total m ²	Observaciones bioclimáticas	Zona
Alcoba principal	1	14	224	Ventilación cruzada, muro vegetal exterior	Zona privada
Alcoba secundaria	2	11	352	Ventanas opuestas para ventilación natural	Zona privada
Baño principal	1	5	80	Ventilación natural por ducto	Zona privada
Baño social	1	3.5	56		Zona privada
Sala-Comedor	1	24	384	Ventanales piso a techo, control solar pasivo	Zona privada
Cocina	1	10	160	Ventilación cruzada hacia patio	Zona privada

Espacio / Área	Cantidad	Área m² por unidad	Área total m²	Observaciones bioclimáticas	Zona
Zona de ropas	1	5	80	Patio de ventilación	Zona privada
Balcón / Terraza privada	1	8	128	Muro vegetal o jardinera	Zona privada
Lobby acceso	1	30	30	Iluminación y ventilación natural	Zona común
Salón social	1	40	40	Control térmico por vegetación vertical	Zona común
Zona BBQ y terraza verde	1	80	80	Cubierta verde con especies nativas	Zona común
Zona infantil	1	50	50	Espacios arborizados	Zona común
Gimnasio	1	60	60	Ventilación natural, muros vegetales	Zona común
Parqueaderos vehículos	30	12.5	375	Semisótano, muros verdes para control térmico	Servicios
Parqueaderos motos	10	2.5	25		Servicios
Parqueaderos discapacidad	2	15	30	Acceso directo al ascensor	Servicios
Cuarto de basuras	1	10	10	Ventilación natural	Servicios
Cuarto de máquinas	1	12	12		Servicios

10. Organigrama

Figura 42. Organigrama



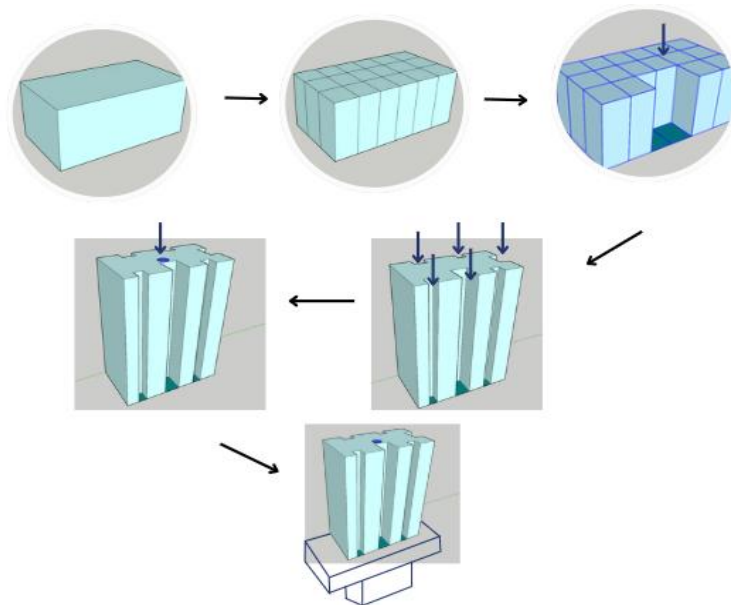
La figura 42 presenta el organigrama funcional de la propuesta de vivienda multifamiliar, donde se establece la relación entre los espacios que conforman cada unidad habitacional y las áreas comunes del edificio. En cada apartamento se diferencian claramente las zonas sociales (sala-comedor, cocina y balcón), las zonas privadas (alcobas principal y auxiliares, estudio y baños) y los servicios complementarios.

A nivel general, el proyecto se articula a través del lobby, los puntos fijos y las áreas de

parqueadero, los cuales garantizan la circulación vertical y el acceso organizado a los apartamentos. Este esquema permitió definir la jerarquía espacial y la correcta distribución funcional, asegurando una relación coherente entre los espacios privados, sociales y comunes dentro de la propuesta arquitectónica.

11. Criterio de diseño

Figura 43. *Morfogénesis*



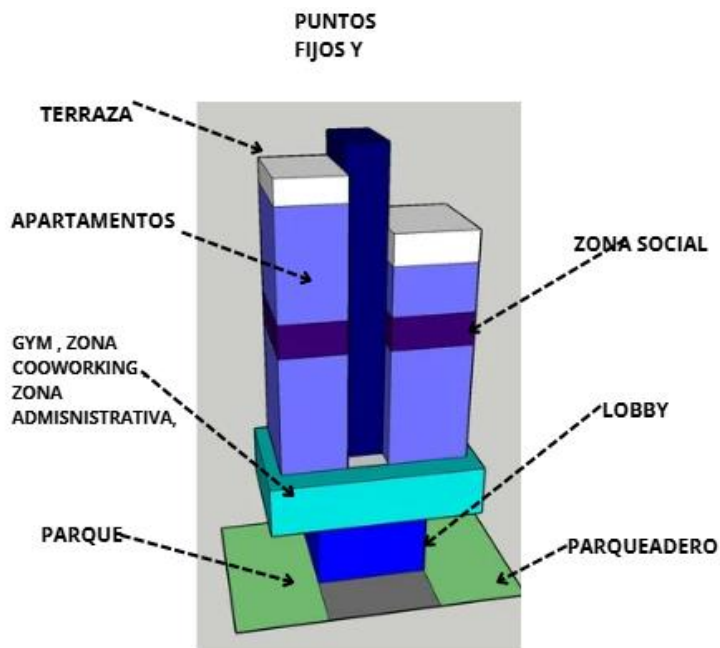
11.1 Concepto de diseño: Morfogénesis

El diseño parte de un volumen rectangular que se modula y vacía para generar iluminación y ventilación natural.

Se crean aberturas verticales que funcionan con el efecto chimenea, permitiendo el flujo de aire y mejorando el confort térmico del edificio

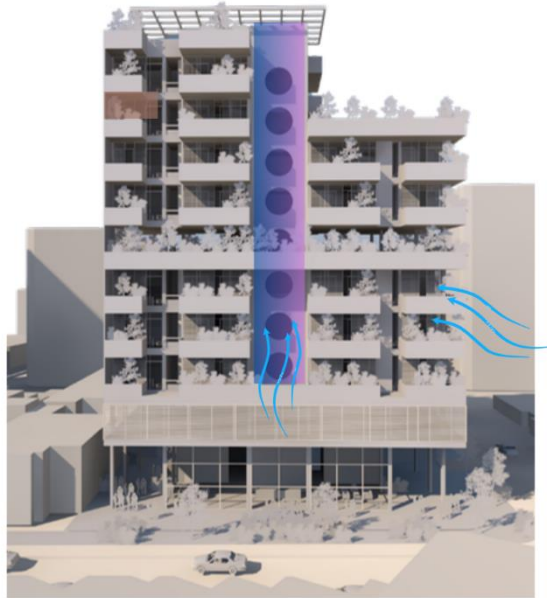
12. Zonificación

Figura 44. Esquema zonificación



La figura presenta la zonificación general del edificio propuesto, donde se identifican claramente las diferentes áreas que lo conforman. En el nivel inferior se ubican el lobby, las zonas administrativas y de servicios, el gimnasio, el coworking y los parqueaderos, articulados con las áreas libres y zonas verdes. En los niveles superiores se desarrollan los apartamentos, organizados en torno a los puntos fijos de circulación vertical. En la parte superior se dispone una terraza como espacio complementario de uso común. Esta organización responde a una distribución funcional jerárquica, diferenciando las áreas públicas, semipúblicas y privadas dentro del proyecto de vivienda multifamiliar en altura.

12.1 Estrategias bioclimáticas

Figura 45. *Chimenea*

El proyecto aplica un modelo de arquitectura pasiva basado en cuatro pilares:

Control solar: uso de fachadas profundas con quebrasoles (brise-soleils) asimétricos y vegetación directa para bloquear el sol sin perder iluminación.

Gestión del aire: implementación de un vacío central que genera un efecto chimenea, permitiendo que el aire caliente suba y salga, facilitando la ventilación cruzada en los interiores.

Amortiguación térmica: creación de microclimas mediante terrazas habitables y jardineras en altura que filtran el viento fuerte y mejoran la calidad del aire.

Planta baja libre: una plaza protegida y un lobby con vegetación que actúan como barrera contra el calor exterior desde el nivel de calle.

Figura 46. *Efecto chimenea*

El proyecto integra soluciones pasivas para optimizar el comportamiento ambiental del edificio:

- *Gestión térmica:* se generan microclimas mediante terrazas habitables con jardines en balcones, lo que eleva el confort térmico interior.
- *Sistemas de ventilación:* se utiliza el efecto chimenea y la ventilación cruzada para la salida superior de aire caliente, integrando doubles alturas en los espacios de reunión.
- *Control lumínico:* la iluminación natural se regula mediante parasoles tipo *Folding & Sliding Shutters*, que controlan el paso de luz a través de paneles deslizables o despegables.
- *Protección solar:* la fachada cuenta con un vacío central, brissoleis asimétricos y una plaza protegida para mitigar la incidencia solar directa y las ráfagas de viento.

13. Conclusiones

Se concluye que la vivienda multifamiliar en Bucaramanga requiere un cambio hacia modelos sustentables que prioricen el bienestar del usuario, integrando la vegetación y el control climático como ejes centrales del diseño.

Se determinó que la implementación de estrategias pasivas, como el efecto chimenea y la ventilación cruzada, son fundamentales para reducir la dependencia de sistemas mecánicos y garantizar la renovación del aire.

El análisis de referentes permitió establecer que la combinación de fachadas profundas y espacios de doble altura responde eficazmente a las necesidades de confort en climas cálidos, optimizando la espacialidad interior.

Al considerar las condiciones climatológicas locales, se concluye que el uso de dispositivos reguladores como los Folding & Sliding Shutters es vital para controlar la iluminación natural y proteger los espacios de la radiación solar directa.

El proyecto logra mejorar el confort y bienestar mediante la creación de microclimas en terrazas habitables, donde la jardinería en balcones actúa como un filtro térmico natural que estabiliza la temperatura interior.

Referencias

- AIA California. (s.f.). *Things you can do right now: Passive design*. AIA California. Recuperado el [fecha de consulta], de <https://aiacalifornia.org/news/things-you-can-do-right-now-passive-design/>
- Alcaldía de Bucaramanga. (2021). *Política Pública de Vivienda y Hábitat de Bucaramanga*. <https://www.bucaramanga.gov.co/wp-content/uploads/2021/07/Documento-Politica-Publica-de-Vivienda-y-Habitat-de-Bucaramanga.pdf>
- ArchDaily. (2015, noviembre 26). *Bosco Verticale / Stefano Boeri Architetti*. ArchDaily. <https://www.archdaily.co/co/777541/bosco-verticale-stefano-boeri-architetti>
- ArchDaily. (2020, diciembre 4). *Departamentos EDEN Singapur / Heatherwick Studio*. ArchDaily. <https://www.archdaily.co/co/953774/departamentos-eden-singapur-heatherwick-studio>.
- ArchiRoots. (s.f.). *Powerful passive design strategies*. ArchiRoots. Recuperado el [fecha de consulta], de <https://archiroots.com/powerful-passive-design-strategies/>
- Arredondo, F., & Salinas, V. (2019). *Infraestructura verde: desafíos de su implementación en las ciudades*. Revista INVI, 34(96), 193-211. https://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0717-69962019000200134
- Bach, A. E. (2013, abril 21). *Habitar*. Anna Eugenia Bach. <https://annaeugenibach.com/2013/04/21/habitar/>
- Biuarquitectura. (2012, 18 de mayo). *Las protecciones solares*. <https://biuarquitectura.com/2012/05/18/las-protecciones-solares/>
- Candela, K. (s.f.). *Análisis térmico: Edificio Santalaia – Manejo de muros verdes*. Recuperado de https://issuu.com/katalinacandela5/docs/an_lisis_t_rmico

- Conforme-Zambrano, G. D. C., & Castro-Mero, J. L. (2020). *Arquitectura bioclimática*. Polo del Conocimiento, 5(3), 751–779. <https://doi.org/10.23857/pc.v5i3.1381>
- Congreso de Colombia. (1997). *Ley 388 de 1997. Por la cual se modifica la Ley 9ª de 1989 y la Ley 3ª de 1991, y se dictan otras disposiciones sobre desarrollo territorial*. Diario Oficial No. 43.091. <https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma.php?i=2828>
- Ingeniería Real. (s.f.). *Arquitectura bioclimática*. <https://ingenieriareal.com/arquitectura-bioclimatica/>
- Neila, F. J. (2004). *Bioconstrucción*. Ecoteca UNAM. Recuperado el 28 de abril de 2025, de <https://ecotec.unam.mx/ecoteca/bioconstrucci>
- Noticias Arquitectura. (s.f.). *El jardín vertical más grande del mundo se encuentra en Colombia*.
- Ovacen. (s.f.). *Diseño bioclimático en fachadas de viviendas*. <https://ovacen.com/diseño-bioclimatico-fachadas-viviendas/>
- Soluciones especiales.net. (s.f.). *Quitar el calor en la ola de calor*. <https://www.solucionesespeciales.net/quitar-el-calor-en-la-ola-de-calor/>
- Saldarriaga Roa, A. (2006). *Notas para una teoría del habitar*. Revista de Arquitectura (Bogotá), 8(1), 42–55. <https://www.redalyc.org/journal/196/19655175014/html/>
- Santamaría, & Bohórquez, (2020). Pontificia Universidad Javeriana. <https://www.javeriana.edu.co/sostenibilidad/wp-content/uploads/2020/07/Santamaria-y-Bohorquez.pdf>
- Scribd. (2021). *Edificio Santalaia – Jardín Vertical* [Presentación]. <https://es.scribd.com/presentation/486616785/Edificio-Santalaia-Jardi-n-Vertical-Final>
- Sulbarán Sandoval, J. A., & Rangel Rojas, R. H. (2018). *Importancia del habitar en el pensamiento arquitectónico*. Procesos Urbanos, 5, 26–33. <https://doi.org/10.21892/2422085X.405>

The Mind Circle. (s. f.). *Useful tips on architectural design*. <https://themindcircle.com/useful-tips-on-architectural-design/>

UNAM Global. (2021, abril 26). *¿Qué es la arquitectura bioclimática? Clave para la sostenibilidad*. https://unamglobal.unam.mx/global_revista/que-es-la-arquitectura-bioclimatica-clave-para-la-sostenibilidad/

Apéndices

(ver archivo externo)

Apéndice A. *Memoria análisis del territorio*

Apéndice B. *Memoria análisis del lote*

Apéndice C. *Memoria Valencia Tower*

Apéndice D. *Plano de localización a nivel sector*

Apéndice E. *Planta de localización y de cubiertas*

Apéndice F. *planta de implantación primer piso. Entorno inmediato*

Apéndice G. *Planta tercer piso*

Apéndice H. *Planta quinto piso*

Apéndice I. *Planta tipologías*

Apéndice J. *Planta terraza*

Apéndice K. *Secciones (04)*

Apéndice L. *Fachadas (04)*

Apéndice M. *Ampliación de un espacio significativo o zona actividad (Lobby)*

Apéndice N. *Detalles corte de fachadas (02)*

Apéndice O. *Propuesta técnica de implantación*

Apéndice P. *Plano de evacuación*

Apéndice Q. *Vistas en 3D*