

**MODELO EDIFICATORIO DE VIVIENDA MULTIFAMILIAR SOSTENIBLE  
EN EL BARRIO CIUDAD CAPRI DE LA CIUDAD DE CALI SEGÚN LAS  
CONDICIONES CLIMATOLÓGICAS DEL SECTOR.**

**Proyecto de Grado.**

**Estudiante  
Diana Carolina Gallego Campiño**

**Director  
IVAN OSUNA MOTTA**

**Trabajo de investigación para proyecto de grado,  
Maestría en Hábitat Sustentable.  
Pontificia Universidad Javeriana Cali  
2026**

**MODELO EDIFICATORIO DE VIVIENDA MULTIFAMILIAR SOSTENIBLE EN  
EL BARRIO CIUDAD CAPRI DE LA CIUDAD DE CALI SEGÚN LAS  
CONDICIONES CLIMATOLÓGICAS DEL SECTOR.**

## CONTENIDO

<b>CONTENIDO .....</b>	<b>3</b>
<b>1. RESUMEN .....</b>	<b>7</b>
<b>2. INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>11</b>
<b>3. CAPÍTULO 1. ANTECEDENTES .....</b>	<b>13</b>
3.1. Planteamiento del problema.....	13
3.2. Pregunta problema.....	14
3.3. Objetivo general .....	15
3.4. Objetivos específicos .....	15
3.5. Marco Referencial .....	16
• Síntesis del marco referencial y determinantes del proyecto .....	23
3.6. Metodología de investigación y desarrollo del proyecto .....	24
3.7. Descripción del proyecto hipotético .....	27
<b>4. CAPITULO 2. FASE 1: CARACTERIZACIÓN DEL LUGAR .....</b>	<b>28</b>
4.1. Localización del proyecto .....	28
4.2. Condiciones ambientales y climáticas a nivel urbano .....	29
4.3. Enfoque normativo del lote.....	45
4.4. Morfología y análisis del barrio. ....	48
4.5. Análisis del componente social – Recolección de datos mediante encuesta. ....	61
4.6. Recolección de datos mediante recopilación de estadísticas. ....	66

4.7.	Conclusión .....	68
<b>5.</b>	<b>CAPÍTULO 3. FASE 2: DEFINICIÓN DE ESTRATEGIAS .....</b>	<b>69</b>
5.1.	Ventilación natural .....	70
5.2.	Protección y control solar de la radiación según solsticios y equinoccios .....	70
5.4.	Relación visual y espacial con áreas verdes .....	70
5.5.	Organización de los espacios internos .....	70
5.6.	Uso de espacios abiertos como reguladores ambientales .....	70
<b>6.</b>	<b>CAPÍTULO 4. FASE 3: FORMULACIÓN DE ESQUEMA BÁSICO A PARTIR DE SIMULACIONES. ....</b>	<b>72</b>
6.1.	Diagrama de intenciones espaciales .....	73
6.2.	Propuestas de esquema básico .....	75
<b>7.</b>	<b>CAPÍTULO 5. FASE 4: TOMA DE DECISIONES PROYECTUALES.....</b>	<b>90</b>
7.1.	Criterios principales del diseño: .....	90
<b>8.</b>	<b>CAPÍTULO 6. Fase 5: Desarrollo del diseño arquitectónico final .....</b>	<b>92</b>
8.1.	Programa arquitectónico.....	92
8.2.	Cuadro de áreas del proyecto. ....	93
8.3.	Planimetrías del proyecto.....	95
<b>9.</b>	<b>CAPÍTULO 7. FASE 6: VERIFICACIÓN DEL DISEÑO FINAL.....</b>	<b>107</b>
9.1.	Análisis de vientos propuesta final.....	107
9.2.	Análisis de iluminación - Propuesta final.....	113
9.3.	Análisis solar y radiación propuesta final .....	118

<b>10.</b>	<b>CAPITULO 8. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....</b>	<b>123</b>
<b>11.</b>	<b>BIBLIOGRAFÍA.....</b>	<b>126</b>

## **Agradecimientos**

A Dios, por darme la fortaleza, la motivación y la perseverancia necesaria para continuar cuando el camino se hizo difícil.

A la Pontificia Universidad Javeriana, por brindarme un espacio de formación académica y crecimiento integral, orientado siempre a la excelencia y al compromiso profesional.

A mi tutor, Iván Osuna Motta, por su acompañamiento, paciencia y dedicación a lo largo de este proceso, por su orientación y comprensión, fundamentales para el desarrollo del proyecto.

A mis amigas, quienes fueron un apoyo invaluable en los momentos en los que más lo necesité.

A todos los profesores de la maestría, por compartir generosamente su conocimiento y aportar de manera significativa en mi formación profesional y académica.

Finalmente, a mis padres, a mi familia, y a mi pareja, por su apoyo incondicional, por acompañarme en cada etapa de este proceso y por creer en mí en todo momento.

## 1. RESUMEN

La creciente redensificación en el barrio Ciudad Capri, en la ciudad de Cali, ha generado un proceso de sustitución de viviendas unifamiliares por edificaciones de apartamentos construidas, en muchos casos, de manera empírica y sin criterios técnicos. Este fenómeno ha dado lugar a proyectos que desconocen las condiciones climáticas del lugar, ignoran el contexto urbano y presentan distribuciones poco funcionales, fachadas incoherentes y bajo desempeño térmico y ambiental.

Como resultado, se reproducen modelos de vivienda que no garantizan confort y calidad espacial. Esta problemática evidencia la necesidad de proponer alternativas de diseño más conscientes, que orienten la transformación del sector hacia una densificación ordenada, sostenible y adaptada a las necesidades reales de sus habitantes.

El proyecto aborda esta situación mediante el desarrollo de un modelo arquitectónico de vivienda multifamiliar basado en un proceso riguroso de análisis y simulación. Para ello, se realizaron estudios en diferentes escalas: primero, una lectura urbana y sectorial que permitió comprender la morfología, el tejido residencial, los usos complementarios y la presencia de grandes parques centrales que caracterizan al barrio. Luego, se formuló un esquema geométrico inicial a partir de los determinantes del lugar. Sobre este esquema se aplicaron herramientas de simulación digital que evalúan variables ambientales como vientos predominantes, radiación solar y comportamiento térmico. Con estos resultados se definieron estrategias bioclimáticas específicas, integrándose desde las primeras etapas del diseño arquitectónico. Posteriormente, el proyecto avanzó hacia la configuración detallada del edificio, ajustando fachadas, orientaciones, tipologías y espacios comunes según el desempeño obtenido.

Finalmente, se realizaron nuevas simulaciones sobre el diseño arquitectónico desarrollado, con el fin de comprobar la eficacia de las estrategias implementadas y validar su impacto en el confort interior.

Los resultados demuestran que la aplicación de criterios bioclimáticos desde la concepción del proyecto mejora significativamente el comportamiento térmico, la ventilación natural y la iluminación de las viviendas. Asimismo, se logró estructurar una propuesta arquitectónica coherente con el contexto urbano y ambiental del barrio, capaz de integrarse armónicamente a una zona caracterizada por edificaciones de baja altura y amplias áreas verdes. El diseño incorpora diferentes tipologías de vivienda definidas a partir de encuestas realizadas a los habitantes del sector, las cuales permitieron identificar las necesidades reales, expectativas y patrones de uso de los espacios.

De esta manera, el modelo arquitectónico resultante no solo responde a los determinantes climáticos y ambientales del lugar, sino también a las dinámicas sociales y familiares propias del barrio Ciudad Capri.

El proyecto evidencia que es posible promover una redensificación responsable mediante edificaciones multifamiliares que sirvan como referente de buena arquitectura: consciente del entorno, eficiente con su desempeño climático y alineada con las demandas de quienes habitan el territorio.

**Palabras clave:** Calidad de vida, análisis ambiental y climático, estrategias bioclimáticas, paisajismo, arquitectura sostenible.

## **ABSTRACT**

The increasing densification of the Ciudad Capri neighborhood in the city of Cali has led to the replacement of single family houses with apartment buildings, many of which have been constructed empirically and without adequate technical criteria. This process has resulted in architectural projects that overlook local climatic conditions, disregard the urban context, and present inefficient spatial layouts, incoherent façades, and poor thermal and environmental performance.

As a consequence, housing models are reproduced that fail to guarantee adequate comfort and spatial quality. This situation highlights the need to propose more conscious design alternatives capable of guiding the transformation of the area toward an orderly and sustainable densification process that responds to the real needs of its inhabitants.

This research addresses this issue through the development of a multifamily housing architectural model based on a rigorous process of analysis and digital simulation. The methodology included studies at different scales. First, an urban and sectoral analysis was conducted to understand the neighborhood's morphology, residential fabric, complementary land uses, and the presence of large central green spaces that characterize Ciudad Capri. Based on this analysis, an initial geometric scheme was formulated according to the site's physical and environmental determinants.

Digital simulation tools were subsequently applied to evaluate environmental variables such as prevailing winds, solar radiation, and thermal behavior. The results of these simulations allowed for the definition of specific bioclimatic strategies, which were integrated from the early stages of the architectural design process. The project then progressed toward the detailed

configuration of the building, refining façades, orientations, housing typologies, and shared spaces according to the performance outcomes obtained.

Finally, additional simulations were performed on the developed architectural proposal to verify the effectiveness of the implemented strategies and to validate their impact on indoor environmental comfort.

The results demonstrate that incorporating bioclimatic criteria from the conceptual phase significantly improves thermal performance, natural ventilation, and daylighting within the dwellings. Moreover, the proposal achieves an architectural solution that is coherent with the urban and environmental context of the neighborhood, allowing for harmonious integration into an area characterized by low rise buildings and extensive green areas. The design includes various housing typologies defined through surveys conducted among local residents, which made it possible to identify their needs, expectations, and patterns of spatial use.

In this way, the resulting architectural model responds not only to the climatic and environmental conditions of the site but also to the social and family dynamics of the Ciudad Capri neighborhood. The project demonstrates that responsible densification can be promoted through multifamily housing that serves as a reference for high quality architecture that is environmentally responsive, climatically efficient, and aligned with the demands of its inhabitants.

## 2. INTRODUCCIÓN

La vivienda constituye uno de los espacios fundamentales y vitales en la vida del ser humano, al incidir directamente en su bienestar tanto físico como emocional y social. Las decisiones proyectuales relacionadas con la orientación, la distribución espacial, la materialidad y la relación con el entorno climático influyen de manera determinante en las condiciones de confort y calidad de vida de sus habitantes. En este sentido, el diseño arquitectónico de la vivienda representa un reto complejo que exige una comprensión integral de las dinámicas ambientales, sociales y urbanas del contexto en el que se implanta.

En las ciudades de clima cálido como Santiago de Cali, es frecuente identificar edificaciones residenciales que presentan deficiencias en el comportamiento térmico, la ventilación natural y la iluminación, lo que genera una alta dependencia de sistemas mecánicos y, en consecuencia, un incremento en el consumo energético. Estas problemáticas no responden únicamente a limitaciones económicas, sino en gran medida a la falta de conocimiento y de apropiación de estrategias bioclimáticas en los procesos de diseño y construcción de vivienda multifamiliar.

Cali se caracteriza por una localización geográfica particular, al encontrarse en el piedemonte de la cordillera Occidental y en el valle del Río Cauca, condiciones que definen su clima, su estructura y crecimiento urbano lineal condicionado por barreras naturales geográficas, lo que ha llevado a que la expansión se concentre principalmente en el sector sur, mientras que en barrios que ya se encuentran consolidados se intensifican los procesos de redensificación. Es por esto, que el barrio Ciudad Capri, ha sido objeto de transformaciones urbanas basadas en la sustitución de viviendas unifamiliares por edificaciones multifamiliares, muchas de ellas desarrolladas sin una adecuada respuesta al entorno y a las condiciones climáticas del lugar.

Ante este escenario, el presente proyecto de grado propone el desarrollo de un modelo edificatorio de vivienda multifamiliar sostenible en el barrio en mención, que incorpore criterios bioclimáticos desde la concepción del diseño arquitectónico respondiendo a las condiciones climatológicas específicas del sector, optimizando el confort de la vivienda.

De esta manera, el proyecto se plantea como una oportunidad para reflexionar sobre el papel de la arquitectura en la construcción de ciudades más sostenibles y habitables, demostrando que es posible compatibilizar procesos de redensificación urbana con estrategias de diseño conscientes del clima, el entorno y las necesidades reales de los habitantes

### 3. CAPÍTULO 1. ANTECEDENTES

#### 3.1. Planteamiento del problema

El entorno construido influye de manera directa en la calidad de vida de las personas, ya que las condiciones físicas de los espacios habitados inciden en la salud, el bienestar físico y emocional y el confort de quienes lo ocupan. En la vivienda, factores como la temperatura, la ventilación natural, la humedad y la iluminación adquieren especial relevancia, al ser determinantes para garantizar ambientes habitables adecuados, especialmente en contextos urbanos de clima cálido.

En la ciudad de Cali, la cual se caracteriza por un clima cálido-húmedo durante gran parte del año, se evidencia una problemática recurrente en el diseño de viviendas multifamiliares: la falta de respuesta arquitectónica a las condiciones climatológicas del entorno. Esta situación se ha acentuado en barrios consolidados como Ciudad Capri, El Limonar, El Refugio, entre otros, donde los procesos de redensificación urbana han llevado a la demolición de viviendas unifamiliares para dar paso a edificaciones de mayor altura, muchas desarrolladas bajo criterios principalmente económicos y normativos, sin una adecuada integración de estrategias bioclimáticas, diseño con sentido y reconociendo su entorno.

En términos de sostenibilidad es vital trabajar en esa contradicción que existe entre el crecimiento económico versus el mejoramiento del nivel de vida comparado con las condiciones ambientales y sociales; ya que el crecimiento de la población no debe ser sinónimo de deterioro de la calidad de vida, sino que desde la ciudad se debe buscar la adaptación de la misma a los cambios que se generan a lo largo de los años en los ritmos de vida y las necesidades de cada uno de sus habitantes, pues las ciudades también deben

evolucionar junto con quienes la habitan, para ello surgen ideas que proponen alternativas sostenibles e innovadoras en pro de una sana coexistencia entre el ambiente y el ser humano.

Para abordar esta problemática, este proyecto propone una metodología estructurada en dos fases principales, orientadas a responder a los retos identificados en el contexto de estudio:

En primer lugar, hacer un análisis integral del contexto y sus principales determinantes, considerando variables como la temperatura, radiación, vientos, dinámicas urbanas del sector y necesidades de los habitantes. Este análisis se apoyará en la aplicación de encuestas las cuales determinarán las tipologías de vivienda, así como en el estudio urbano a escala barrial, con el fin de comprender las condiciones ambientales, sociales y espaciales que incidirán en el desarrollo del proyecto arquitectónico.

En segundo lugar, a partir de la información recopilada, se diseñará una propuesta arquitectónica enfocada en la aplicación de estrategias bioclimáticas y en las necesidades reales de los usuarios. La integración de estas variables permitirá desarrollar una tipología de vivienda multifamiliar que responde de manera coherente al entorno, a las condiciones climatológicas del lugar y a los criterios de confort climático teniendo en cuenta los solsticios y equinoccios los cuales representan las condiciones extremas de radiación solar para garantizar que el diseño funcione adecuadamente durante todo el año.

### **3.2.Pregunta problema**

¿Cómo diseñar una tipología de vivienda multifamiliar que responda a las condiciones climatológicas y de emplazamiento del barrio Ciudad Capri, garantizando el confort climático durante los solsticios?

### **3.3.Objetivo general**

Diseñar una tipología edificatoria de vivienda multifamiliar para el barrio Ciudad Capri, en la ciudad de Cali, que responda a las condiciones climáticas y urbanas del lugar incorporando criterios bioclimáticos con el fin de generar confort climático y satisfacer las necesidades de los usuarios.

### **3.4.Objetivos específicos**

- Analizar la caracterización climática de la ciudad de Santiago de Cali, identificando las principales variables que inciden en las condiciones de habitabilidad y en el desarrollo de vivienda multifamiliar.
- Evaluar las condiciones climatológicas locales del área de implantación del proyecto por medio de un esquema básico, con énfasis en el comportamiento solar durante los solsticios y equinoccios, dirección de vientos e iluminación como base para la toma de decisiones proyectuales.
- Identificar los puntos críticos derivados del análisis climático y del emplazamiento, para su resolución mediante la aplicación de estrategias bioclimáticas pasivas.
- Proponer una tipología de vivienda multifamiliar que integre todas estas estrategias bioclimáticas orientadas a garantizar el confort climático teniendo en cuenta el contexto inmediato.

### 3.5.Marco Referencial

En este capítulo se seleccionaron tres proyectos arquitectónicos como casos de estudio. Dos de ellos corresponden a proyectos que incorporan estrategias bioclimáticas de manera satisfactoria, mientras que el tercero corresponde a una tipología de vivienda multifamiliar existente en el barrio Ciudad Capri, tomada como ejemplo de una práctica que no responde adecuadamente a las condiciones climáticas del lugar.

El análisis de estos referentes permite identificar variables y determinantes que orientan el planteamiento del proyecto arquitectónico propuesto.

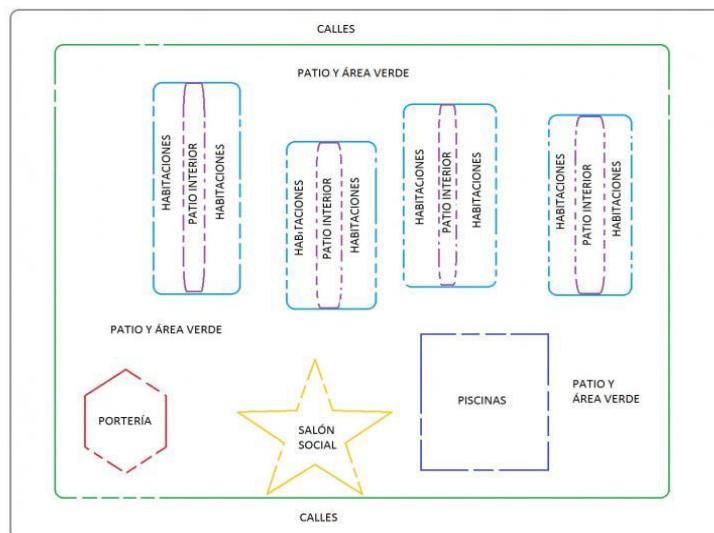
#### i. Conjunto habitacional SAYAB.

*“EL arquitecto del futuro se basará en la imitación de la naturaleza, porque es la forma más racional, duradera y económica de todos los métodos”. Antoni Gaudí.*

SAYAB, que en lengua Maya significa “Fuente natural de vida” es un edificio prefabricado, sostenible y bioclimático, es el más sustentable de Colombia.

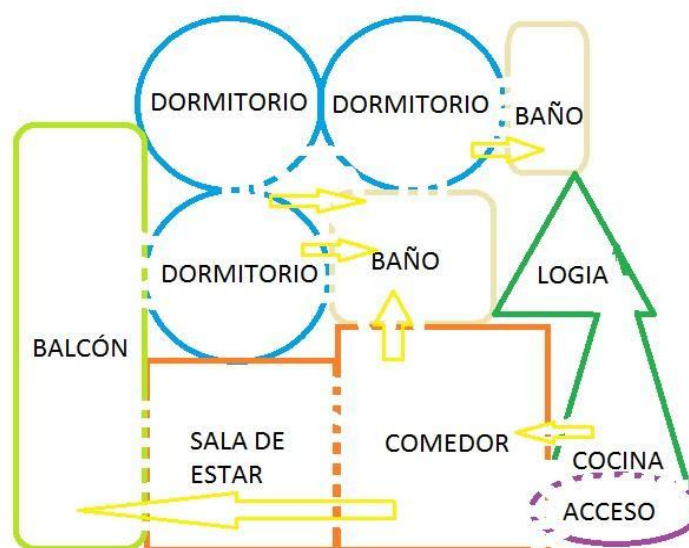
El conjunto habitacional SAYAB busca diseñar de manera integral la relación espacial comunal versus relación espacial habitacional, generando las mismas dinámicas de interacción entre los espacios tanto sociales como privados.

**Figura 1.** Esquema de distribución del conjunto y los edificios



Fuente: [https://wiki.ead.pucv.cl/Archivo:Programa\\_sayab.jpg](https://wiki.ead.pucv.cl/Archivo:Programa_sayab.jpg)

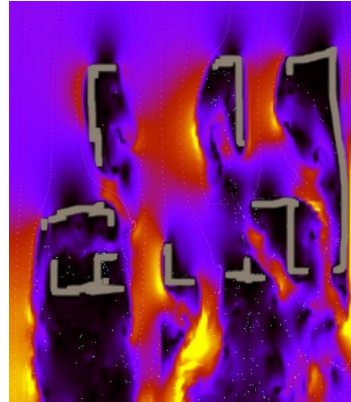
**FIGURA 2.** Esquema habitacional de SAYAB



Fuente: [https://wiki.ead.pucv.cl/SAYAB\\_Cali\\_Colombia#Encargo](https://wiki.ead.pucv.cl/SAYAB_Cali_Colombia#Encargo)

**Figura 3.** Planta arquitectónica

Fuente: [https://wiki.ead.pucv.cl/SAYAB,\\_Cali,\\_Colombia](https://wiki.ead.pucv.cl/SAYAB,_Cali,_Colombia)

**Figura 4.** Simulación de ventilación

Fuente: Elaboración propia


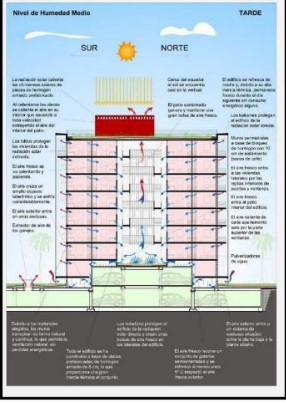
Sayab propone en su tipología edificatoria, circulaciones que se conectan por un espacio centralizado en cada bloque que conecta visualmente a los usuarios entre los diferentes niveles, estos espacios centralizados (Figura 5) funcionan como túneles de viento dentro del volumen y con la ayuda de la circulación, esta ventilación se va distribuyendo a lo largo del edificio refrescando cada fachada y generando renovación de aire constantemente.

**Figura 5.** Espacio centralizado como generador de visuales en las circulaciones e interacción visual entre los usuarios por niveles.



Fuente: [https://wiki.ead.pucv.cl/Archivo:Espacio\\_fronal\\_sayab.jpg](https://wiki.ead.pucv.cl/Archivo:Espacio_fronal_sayab.jpg)

### Ficha técnica 1. Análisis bioclimático referente Sayab

FICHA ANALISIS BIOCLIMÁTICO REFERENTES					
<b>Nombre del proyecto</b>	SAYAB	<b>Clima</b>	Cálido seco	<b>Arquitecto</b>	Luis de Garrido
<b>Localización</b>	Gratamira, en Cali				
	<b>VARIABLES</b>	<b>Bueno/Alto</b>	<b>Regular/Medio</b>	<b>Malo/Bajo</b>	<b>Comentarios</b>
	Emplazamiento	✓			
	Ventilación	✓			
	Asoleamiento				
	Radiación				
	Materialidad	Bueno			
	Paisajismo				
	Diseño arquitectónico eficiente				
	Estrategias activas				
	Forma				
Envolvente					
<b>DESCRIPCIÓN BREVE DEL PROYECTO</b>					
<p>286 garajes, Gran área verde exterior, central en los bloques y en cubiertas, zona social con salón múltiple, 2 piscinas, quiosco.                      *Complejo residencial mas sostenible de America 2011                      *Medalla de Oro a la responsabilidad medioambiental - Otortado por la fundación America Sostenible                      Alto nivel sostenible                      Alto nivel bioclimático, no se necesitan sistemas de climatización</p> <p>Iluminación natural y ventilación natural que se aprovecha a traves de los vacíos en fachadas y vanos que permiten el ingreso de la luz natural                      Bajo consumo energético                      Baja generación de residuos                      Zonas verdes con mayor superficie                      Relaciones sociales                      Uso de materiales saludables y biodegradables                      Ciclo de vida infinito a pesar de la baja necesidad de mantenimiento</p>					
<b>CONCLUSIÓN DEL PROYECTO</b>					
<p>El proyecto Sayab busca optimizar todos los recursos de manera responsable, tales como el sol, la brisa, la tierra para refrescar el edificio, el agua de lluvia almacenandola en depósitos subterranos para el riego de jardines.</p>		<p>Disminución del consumo energético, el edificio se construyó con un consumo energético mínimo, los materiales utilizados se han fabricado con una cantidad minima de energía. USO: Se estima que las viviendas consuman un 20% de lo que consumen las viviendas convencionales con una superficie similar.</p>		<p>Disminución de residuos y emisiones, el edificio no genera ni ngun tiempo de emisiones y tampoco ningun tipo de residuos, excepto orgánicos</p>	
		<p>Materiales ecológicos</p>		<p>Disminución del precio del edificio y su mantenimiento</p>	

Fuente: Elaboración propia

A partir del análisis del conjunto habitacional SAYAB, se evidencia la importancia de integrar estrategias bioclimáticas desde la concepción del proyecto, especialmente aquellas relacionadas con la ventilación natural, la configuración volumétrica y la relación entre

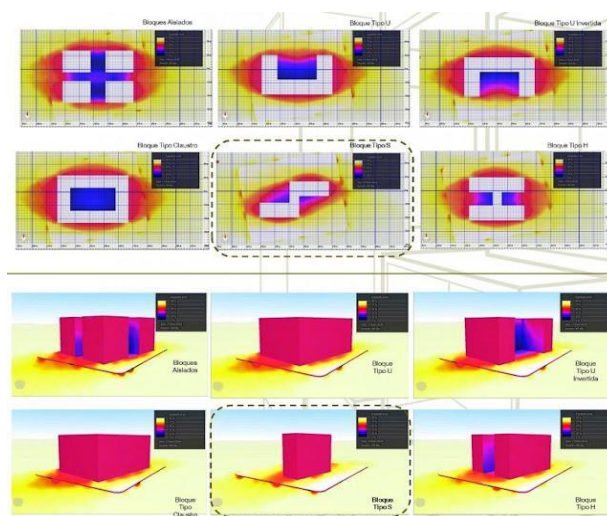
espacios comunes y privados. Este proyecto demuestra que es posible mejorar el confort térmico y la calidad ambiental de la vivienda multifamiliar mediante decisiones arquitectónicas coherentes con el clima cálido-húmedo de la ciudad de Cali.

## ii. BHP - Prototipo de vivienda multifamiliar bioclimática.

BHP Es un prototipo de vivienda multifamiliar muy completo que busca integrar todas las variables bioclimáticas a través de estudios y simulaciones de la morfología. BHP busca constituirse como una respuesta a la tarea de repensar la relación arquitectura – lugar. Este proceso se lleva a cabo identificando las necesidades y preocupaciones de la actualidad en relación con el medio ambiente, el cambio climático y el consumo energético que se ha desarrollado a través de una metodología en soluciones y mejores prácticas en el diseño arquitectónico y urbano en el clima cálido húmedo de la ciudad de Bucaramanga en Colombia.

Este prototipo de vivienda multifamiliar con gran énfasis bioclimático tiene como base conceptos como eficiencia energética, los cuales se soportan y se estructuran a través de un diseño bioclimático muy riguroso y con la inclusión de componentes de carácter cuantitativo los cuales permiten corroborar y demostrar de manera precisa su eficacia. (Figura 2)

**Figura 6.** Estudio morfológico y de radiación BHP



Fuente: [http://apuntesdearquitecturadigital.blogspot.com/2019/05/prototipo-de-vivienda-bioclimatica-](http://apuntesdearquitecturadigital.blogspot.com/2019/05/prototipo-de-vivienda-bioclimatica-en.html)

[en.html](http://apuntesdearquitecturadigital.blogspot.com/2019/05/prototipo-de-vivienda-bioclimatica-en.html)

**Figura 7.** Planta y 3D de tipología de apartamentos BHP



FUENTE: [https://www.archdaily.co/co/886708/bhp-un-prototipo-de-vivienda-multifamiliar-bioclimatico-desarrollado-en-colombia?ad\\_medium=gallery](https://www.archdaily.co/co/886708/bhp-un-prototipo-de-vivienda-multifamiliar-bioclimatico-desarrollado-en-colombia?ad_medium=gallery)

El prototipo BHP destaca por su metodología de diseño basada en el análisis cuantitativo de variables climáticas y morfológicas, lo que permite comprobar la eficacia de las estrategias bioclimáticas implementadas. Este referente aporta criterios claros para la toma de decisiones proyectuales, demostrando cómo el análisis de radiación, asoleamiento y ventilación puede traducirse en una vivienda multifamiliar eficiente energéticamente y con altos niveles de confort ambiental.

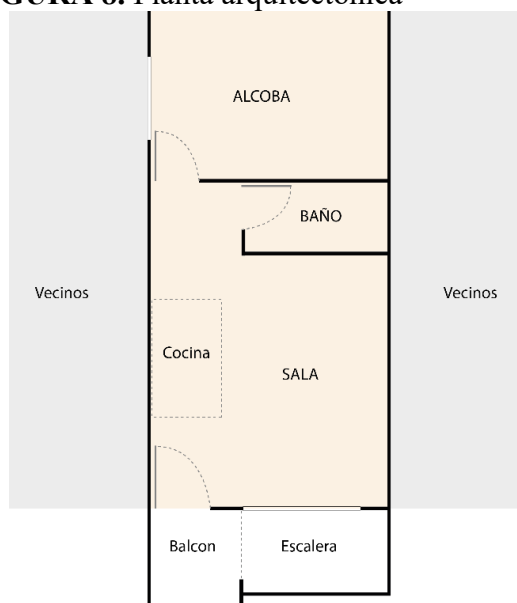
### **iii. Prototipo de aparta estudios en el barrio Ciudad Capri.**

Como se ha ido mencionando a lo largo de este anteproyecto, se ha venido evidenciando con el paso del tiempo la necesidad de densificar y generar más oportunidades de habitabilidad en el barrio Ciudad Capri, es por esto por lo que los habitantes y propietarios de casas buscan construir en sus lotes vivienda multifamiliar para poder suplir esa necesidad,

pero más que una necesidad, se ha convertido en un modelo de negocio para generar una rentabilidad e invertir.

A continuación, se mostrará una representación gráfica de una tipología de aparta estudios visitada en el barrio, la cual fue construida con dimensiones muy reducidas, los dueños de la casa buscaban apartar un área de su lote para invertir y la otra parte para ellos vivir.

**FIGURA 8.** Planta arquitectónica



FUENTE: Creación propia

**FIGURA 9.** Esquema de ventilación



FUENTE: Creación propia

El esquema de aparta estudio no cuenta con suficientes vanos para alcanzar una ventilación óptima para garantizar el confort, se puede comprobar en la simulación de ventilación (Figura 5)

**Figura 10.** Fachada vivienda multifamiliar – Ciudad Capri



**Fuente:** Google Maps

- **Síntesis del marco referencial y determinantes del proyecto**

A partir del análisis de los referentes estudiados, se identifican una serie de variables y determinantes que orientan el desarrollo del proyecto arquitectónico propuesto. Los casos de estudio positivos evidencian la importancia de integrar estrategias bioclimáticas desde el diseño tales como ventilación natural e iluminación generando aberturas que permiten aprovechar los vientos en diferentes direcciones y controlando la incidencia del sol, mientras que el referente negativo resalta las consecuencias de ignorar las condiciones climáticas y de emplazamiento respondiendo netamente a una necesidad económica y social.

Con base a lo anterior, se definen las siguientes determinantes o puntos clave para tener en cuenta en el desarrollo del proyecto:

- Planteamiento arquitectónico acorde al clima y al entorno urbano, si bien, sabemos que la protección solar en la ciudad de Cali es vital, pero así mismo, es de suma importancia

generar aberturas que permitan captar los vientos sin que estas afecten el confort climático por aumento de la incidencia solar.

- Aprovechamiento de la iluminación natural
- Ventilación natural
- Relación entre espacios privados y comunes con el contexto

Estas determinantes constituyen el punto de partida conceptual y proyectual para el diseño de la tipología de vivienda multifamiliar propuesta en el barrio Ciudad Capri teniendo en cuenta las condiciones tanto ambientales como urbanas del lugar.

### **3.6. Metodología de investigación y desarrollo del proyecto**

Para el desarrollo del proyecto de grado se adopta una metodología de enfoque mixto, que combina el análisis de información social, urbana y climática con el proceso de diseño arquitectónico. Esta metodología permite comprender el contexto del barrio Ciudad Capri y, a partir de ello, desarrollar un modelo de vivienda multifamiliar que responda a las diferentes condiciones del lugar y a las necesidades de sus habitantes.

El proceso metodológico se organiza en una serie de fases que guían el desarrollo del proyecto, desde el análisis del contexto hasta la verificación del diseño final.

#### **3.6.1. Fase 1. Análisis del contexto y caracterización del lugar.**

En esta fase se realiza el análisis del contexto a diferentes escalas. A escala ciudad se estudia la estructura ambiental y urbana de Santiago de Cali; a escala barrial se analizan las condiciones ambientales, urbanas y sociales del sector Ciudad Capri; y a escala local se evalúan las condiciones específicas del lote y su entorno inmediato.

Este análisis incluye variables urbanas, sociales (encuestas) y climatológicas, como uso del suelo, densidad, cobertura vegetal, temperatura, humedad, dirección del viento y asoleamiento, estableciendo la base para el desarrollo del proyecto.

Se genera una encuesta con la cual se busca medir la percepción de un grupo de personas sobre la calidad de los espacios en sus viviendas, dicha encuesta nos ayudará a determinar cuáles son las variables más comunes entre diferentes tipologías, cuales funcionan mejor y cuáles no. Adicional a esto, las encuestas y entrevistas proporcionaran información importante para comprender cuáles son los intereses de los usuarios, qué espacios consideran más importantes dentro de su vivienda y cuales en sus viviendas actuales tienden a presentar menor confort.

### **3.6.2. Fase 2. Definición de estrategias bioclimáticas**

A partir de los resultados obtenidos en la fase de análisis, se definen las estrategias proyectuales y bioclimáticas que orientan el diseño arquitectónico. Estas estrategias responden a las condiciones del contexto y buscan mejorar el confort climático mediante el aprovechamiento de la ventilación natural, el control solar, la orientación del edificio y la relación entre espacios interiores y exteriores.

### **3.6.3. Fase 3. Formulación del esquema básico mediante simulaciones**

En esta fase se desarrolla un proceso de planteamiento de esquemas volumétricos iniciales del proyecto, correspondiente al lote de intervención, y en relación directa con su contexto inmediato. El esquema básico surge a partir de la integración de las estrategias bioclimáticas previamente definidas. De manera paralela, se realizan las primeras simulaciones

de radiación solar, viento e iluminación sobre los diferentes esquemas volumétricos planteados, con énfasis en los solsticios y equinoccios, las cuales permiten evaluar el comportamiento climático del esquema sobre cada fachada y así orientar los ajustes necesarios. Este proceso sirve como base para la toma de decisiones proyectuales y el posterior desarrollo del diseño arquitectónico final.

#### **3.6.4. Fase 4. Toma de decisiones proyectuales**

Con base en los resultados obtenidos en la fase de validación, se realiza un proceso de toma de decisiones orientado al ajuste y optimización del esquema arquitectónico. Este proceso permite corregir, reforzar o modificar las estrategias planteadas, garantizando una mejor respuesta del proyecto frente a las condiciones climáticas y de emplazamiento.

#### **3.6.5. Fase 5. Desarrollo del diseño arquitectónico final**

Una vez definidas las decisiones proyectuales, se desarrolla el diseño arquitectónico final de las tipologías de vivienda multifamiliar y del edificio. En esta fase se consolidan aspectos como la distribución espacial y las estrategias bioclimáticas integradas al proyecto.

#### **3.6.6. Fase 6. Verificación del diseño final**

El diseño arquitectónico final es sometido a un nuevo proceso de verificación mediante simulaciones ambientales, con el fin de comprobar que la propuesta cumple con los objetivos planteados, especialmente en lo relacionado con el confort climático y la respuesta a las condiciones climatológicas del lugar. Esta fase permite validar la coherencia entre los objetivos, las estrategias adoptadas y el resultado final del proyecto.

### **3.7.Descripción del proyecto hipotético**

La idea del modelo edificatorio de vivienda multifamiliar sostenible en la ciudad de Cali surge como una alternativa y como una ruta de inicio para promover una arquitectura más consciente y responsable frente a las condiciones ambientales actuales. A través del diseño arquitectónico, el proyecto busca responder a las variables climáticas del contexto inmediato, incorporando estrategias bioclimáticas que permitan mejorar las condiciones de confort de los usuarios.

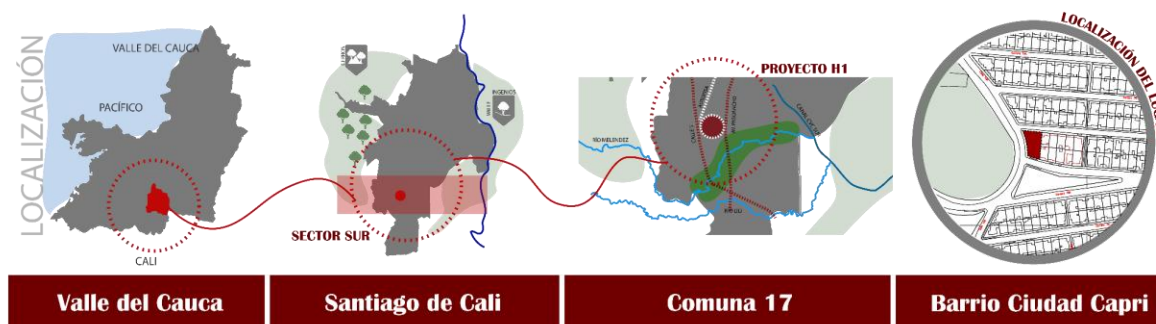
La aplicación adecuada de estas estrategias en la tipología de vivienda multifamiliar permitirá desarrollar una propuesta integral que tenga en cuenta aspectos ambientales y sociales. De esta manera, el proyecto pretende generar un equilibrio entre estos factores, aportando a la calidad de vida de los habitantes y promoviendo un modelo de vivienda que responda tanto a las necesidades del usuario como a las condiciones del entorno.

## 4. CAPITULO 2. FASE 1: CARACTERIZACIÓN DEL LUGAR

### 4.1. Localización del proyecto

El proyecto está ubicado en el barrio Ciudad Capri, en la ciudad de Santiago de Cali.

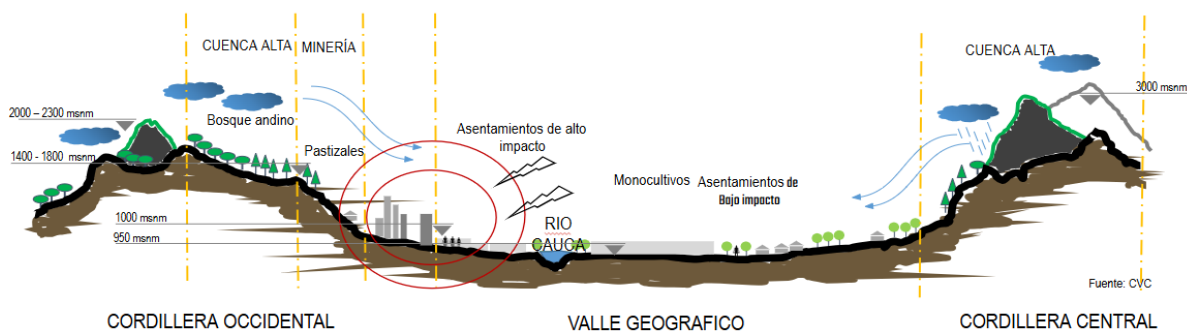
**Figura 11.** Esquema de localización del proyecto



**Fuente:** Elaboración propia

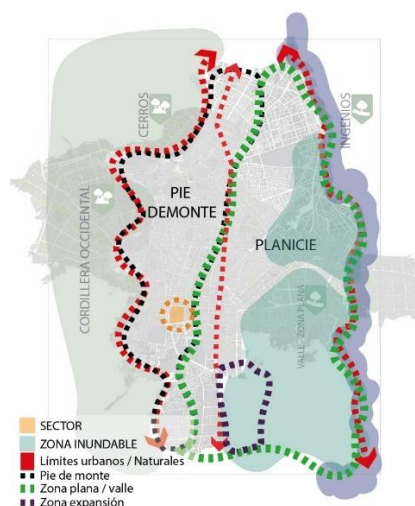
La ciudad se caracteriza por un clima cálido y una condición geográfica particular, determinada por su ubicación en el valle del río Cauca y su cercanía a la cordillera Occidental, factores que influyen directamente en sus condiciones ambientales y urbanas, generando que la ciudad de Cali tenga un crecimiento lineal en sentido norte y sur (ver figura 13) dada la presencia del piedemonte de la cordillera occidental y del río Cauca al oriente, los cuales establecen límites naturales que han influido directamente en la forma y dirección del crecimiento urbano.

**Figura 12:** Perfil geográfico y ambiental de Cali



**Fuente:** Elaboración propia

**Figura 13.** Esquema crecimiento lineal de Cali



**Fuente:** Elaboración propia

Como resultado de estas condiciones, la expansión de la ciudad se ha concentrado principalmente hacia el sur, mientras que hacia el norte el crecimiento se ve restringido por la cercanía con el municipio de Yumbo. Esta configuración territorial ha consolidado sectores del sur de la ciudad como áreas estratégicas para el desarrollo urbano y la densificación, en las cuales se inserta el barrio Ciudad Capri como un sector residencial con características ambientales y urbanas relevantes para el presente proyecto.

#### **4.2. Condiciones ambientales y climáticas a nivel urbano**

Para el estudio climático del área de estudio del proyecto se realizó la toma de los datos meteorológicos de la estación de la Universidad del Valle, los cuales se encuentran en un archivo EPW (Colombia\_Cali\_UnivalleEPW) que recopila información de los últimos 10 años.

A partir de estos datos, se desarrolla un análisis general de las condiciones climáticas que caracterizan a la ciudad de Santiago de Cali, con el fin de comprender los factores ambientales

que influyen a escala urbana y que posteriormente inciden en la caracterización específica del lote de intervención.

#### **4.2.1. Parques y corredores verdes**

Entre los componentes ambientales a nivel urbano, la ciudad de Cali se caracteriza por la presencia de parques y zonas verdes distribuidos en diferentes sectores del territorio.

Estos espacios cumplen un papel fundamental dentro de la estructura ambiental urbana, al aportar cobertura vegetal, sombra y áreas de esparcimiento, además de contribuir a la regulación de las condiciones microclimáticas de la ciudad.

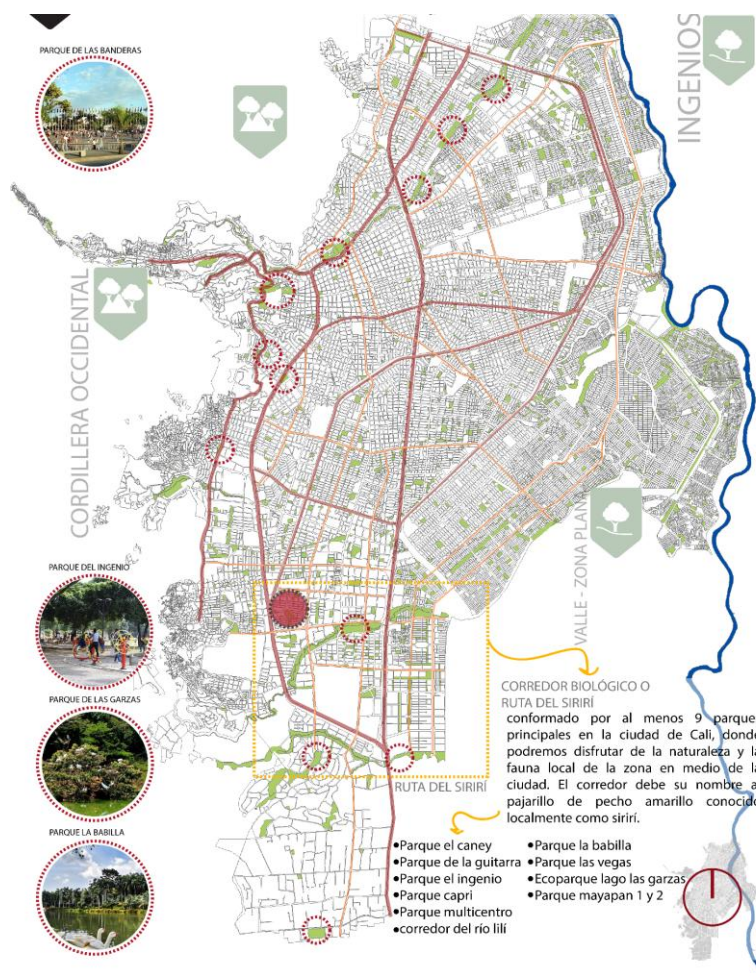
En el sector sur de la ciudad, esta cobertura arbórea se hace especialmente evidente, con la presencia de múltiples parques y áreas verdes que se integran al tejido urbano residencial. Dentro de este contexto, el barrio Ciudad Capri se reconoce como uno de los sectores con mayor presencia de vegetación, lo cual influye positivamente en la calidad ambiental y en las condiciones de habitabilidad del barrio.

Los parques del sector no solo funcionan como espacios de recreación y encuentro, sino que también actúan como nodos ambientales que fortalecen la continuidad de las áreas verdes dentro de la ciudad. La relación entre estos espacios y el entorno construido permite comprender la importancia de los corredores verdes como elementos que articulan el paisaje urbano y aportan la regulación térmica ambiental.

En este sentido, el Parque Ciudad Capri, se destaca como un espacio público relevante dentro del barrio, tanto por su extensión como por su cobertura vegetal, convirtiéndose en un elemento clave dentro del sistema de parques en el sector sur de la ciudad. Su presencia refuerza

el carácter verde del barrio y permite entender su relación con otros espacios naturales y corredores ambientales de la ciudad, los cuales serán abordados en el siguiente apartado.

**Figura 14.** Plano general de parques de la ciudad de Cali - Corredor biológico Ruta del Sirirí



**Fuente:** Elaboración propia

#### 4.2.2. Ruta del sirirí

Dentro de los componentes ambientales a nivel urbano, se destaca la presencia del corredor biológico conocido como la Ruta del Sirirí, el cual articula al menos nueve parques principales del sector sur de la ciudad de Cali. Este corredor permite la conexión entre diferentes

zonas verdes, facilitando la continuidad ecológica y ofreciendo espacios donde es posible el contacto con la naturaleza y la fauna local en medio del entorno urbano.

La Ruta del Sirirí recibe su nombre del pajarillo de pecho amarillo conocido localmente como sirirí, especie representativa de la fauna urbana de la ciudad. La existencia de este corredor biológico pone en evidencia la importancia de los parques y espacios verdes como elementos estructurantes del sistema ambiental urbano, no solo desde un valor paisajístico, sino también desde su aporte ambiental y social.

En este contexto, resulta relevante destacar el papel del Parque Ciudad Capri dentro de la estructura ambiental de la ciudad, dado que forma parte de este corredor biológico y contribuye a la conexión entre diferentes áreas verdes. Esta relación ha sido identificada por entidades como la CVC como un elemento de valor paisajístico y ambiental, al fortalecer la red de espacios públicos verdes y su influencia en el entorno urbano inmediato.

Como espacio público significativo del sector, la Ruta del Sirirí busca integrar algunos de los parques más representativos de la ciudad, generando una vinculación directa entre las zonas verdes, el barrio y sus habitantes. Esta articulación refuerza la importancia del espacio público como componente ambiental y social, y permite comprender el rol que cumplen estos corredores en la configuración urbana y ambiental del sector de estudio.

**Figura 15.** Ruta del sirirí – Escala sectorial.

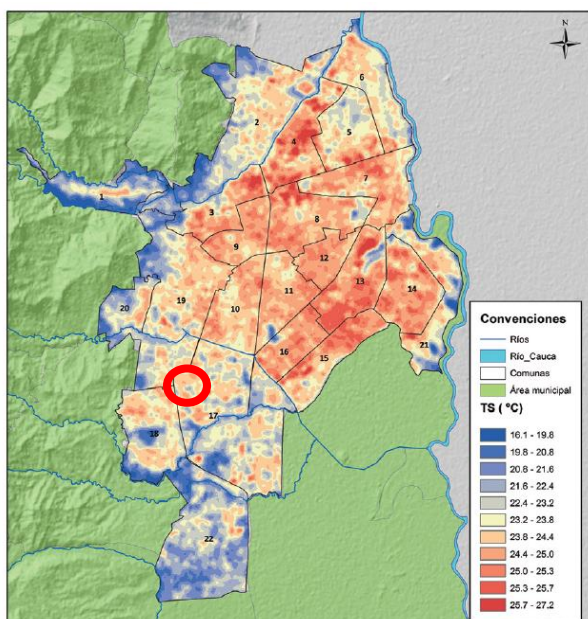


**Fuente:** Elaboración propia

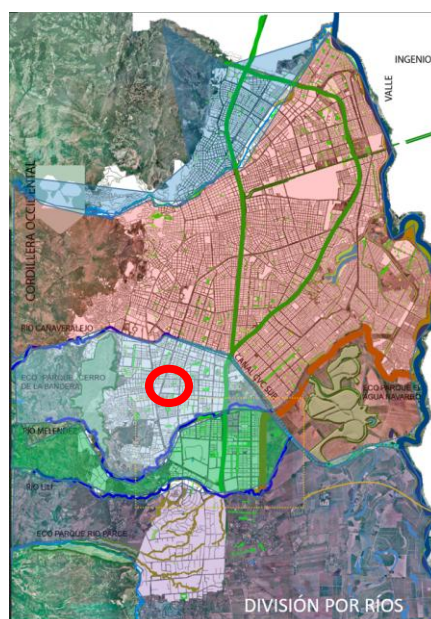
Esta ruta del Sirirí resalta la importancia y relevancia que tiene el barrio Ciudad Capri, dentro del sector sur de la ciudad al formar parte de uno de los corredores ecológicos urbanos reconocidos a nivel regional. Esto se convierte en una fuente de valor paisajístico y ambiental para los proyectos que se desarrollen en este sector, teniendo en cuenta que hoy en día, las personas cada vez sienten más interés por el cuidado del medio ambiente y la conexión con la naturaleza.

### 4.2.3. Islas de calor - Sistema estructurante ambiental de Santiago de Cali

**Figura 16.** Islas de calor de Santiago de Cali



**Figura 17.** Estructura ambiental de Cali



**Fuente:** <https://google.earthengine.app/view/linked-maps>

**Fuente:** Elaboración propia.

En el gráfico de islas de calor se evidencia una mayor concentración de estas en la zona urbana de Santiago de Cali, especialmente en los sectores norte y centro de la ciudad.

Esta condición se asocia principalmente a la alta densidad de edificación y al bajo índice de arborización presentes en estas áreas, lo que incrementa la acumulación de calor en el entorno urbano.

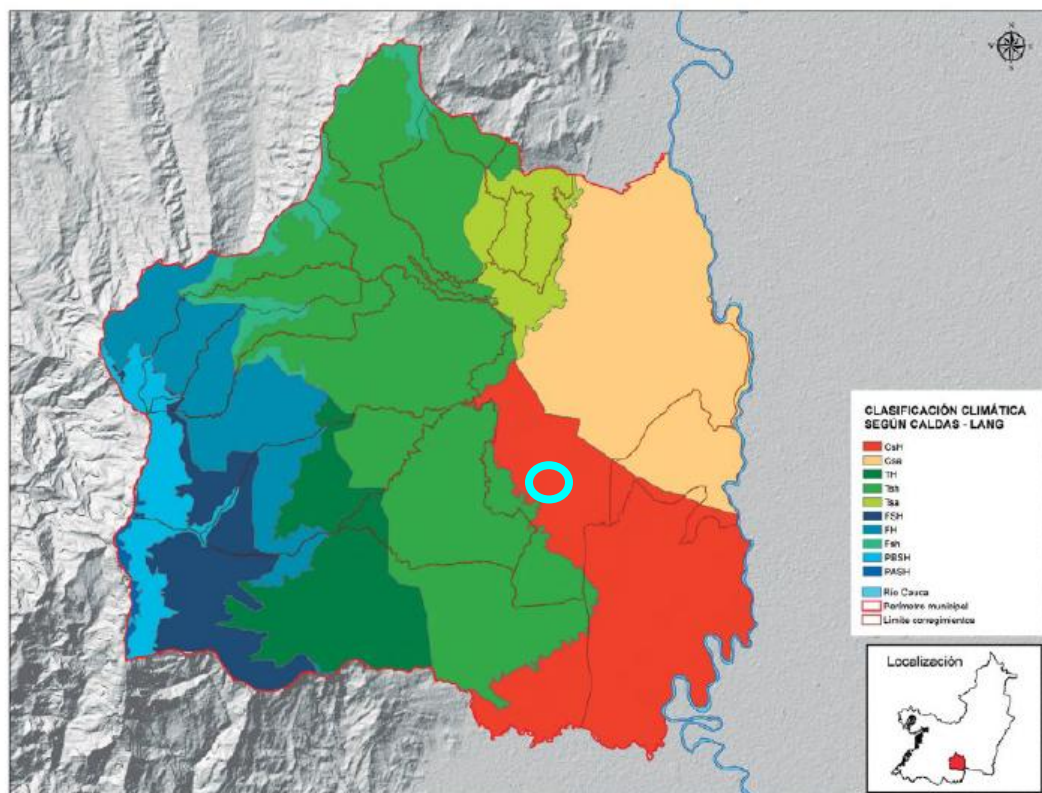
En contraste, en la zona sur de la ciudad, se observa una disminución de las islas de calor, lo cual se relaciona con la presencia de una estructura ambiental más consolidada. En este sector se identifican mayores áreas verdes, una cobertura arbórea más amplia y la presencia de cuerpos hídricos, factores que contribuyen a la regulación térmica y a mejores condiciones ambientales.

Estas diferencias evidencian el papel fundamental que cumple la infraestructura ambiental en la ciudad, ya que la presencia de parques, zonas verdes y elementos naturales influye directamente en el comportamiento térmico del entorno urbano. En este sentido, la menor densidad de construcción y la mayor disponibilidad de espacios verdes en la zona sur generan condiciones más favorables en comparación con otras áreas de la ciudad.

#### 4.2.4. **Microzonificación**

Según la clasificación climática Caldas-Lang, la microzonificación del municipio de Santiago de Cali, presenta características de las clases de clima o micro zonas climáticas, clasificándolas en 10 zonas homogéneas que van desde el clima cálido semihúmedo (CsH) al suroccidente del municipio, hasta el clima de páramo alto superhúmedo (PASH) en la zona más alta sobre la Cordillera Occidental. La micro zona climática de mayor predominancia corresponde al clima templado semihúmedo (Tsh), que ocupa el 32.6% del total del municipio, principalmente hacia la zona media y baja del mismo, con alturas que van desde los 1.000 a los 2.000 msnm, y precipitaciones promedio que varían entre los 1.200 y los 2.200 mm al año, IDEAM, (Estudio para la Microzonificación Climática para el Municipio de Santiago de Cali, 2015).

**Figura 18:** Microzonificación climática de Santiago de Cali. (Fragmento de mapa de Colombia)



Fuente: IDEAM, recurso en línea.

**Tabla 1.** Clasificación climática Caldas-Lang

Ítem	Tipo climático	Símbolo	Altura	Temperatura (°C)	Precipitación (mm)	Área (km <sup>2</sup> )	%
1	Cálido Semihúmedo	CsH	0 a 1.000	23.7 a 24.2	1.427 a 2.184	96.6	17.3
2	Cálido Semiárido	Csa	0 a 1.000	23.7 a 24.3	1.134 a 1.447	91.8	16.4
3	Templado Húmedo	TH	1.001 a 2.000	16.5 a 22.7	1.841 a 3.007	45.8	8.2
4	Templado Semihúmedo	Tsh	1.001 a 2.000	17.4 a 23.8	1.164 a 2.319	182.3	32.6
5	Templado Semiárido	Tsa	1.001 a 2.000	20.8 a 23.9	1.170 a 1.421	23.6	4.2

Datos tomados de Estudio para la Microzonificación Climática para el Municipio de Santiago de Cali, 2015. Recurso en línea

Clima cálido semihúmedo (CsH). Está localizado en la zona plana del municipio hacia el suroriente de este, en el valle geográfico del Río Cauca. Dentro del área que abarca esta zona climática se encuentran los corregimientos El Hormiguero y parte de Navarro y Pance,

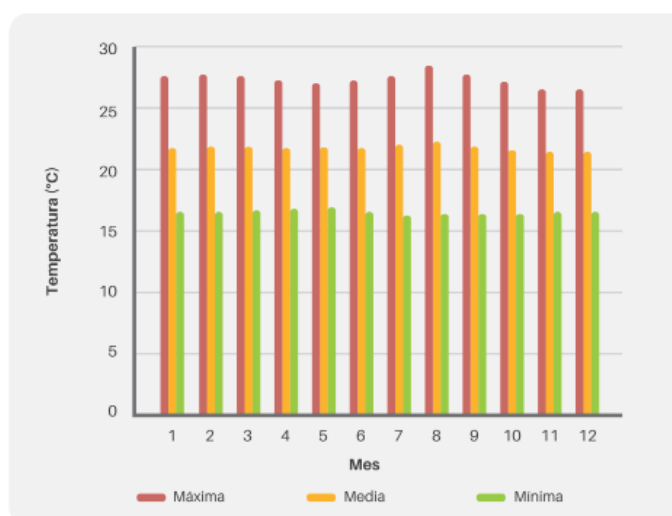
correspondiente al 17.3% del total del municipio. Esta zona presenta una precipitación promedio de 1.427 a 2.184 mm al año y temperatura promedio de 24 °C.

En esta zona climática se encuentran los ecosistemas de bosque cálido húmedo y seco en piedemonte y planicie aluvial. (Estudio para la Microzonificación Climática para el Municipio de Santiago de Cali, 2015).

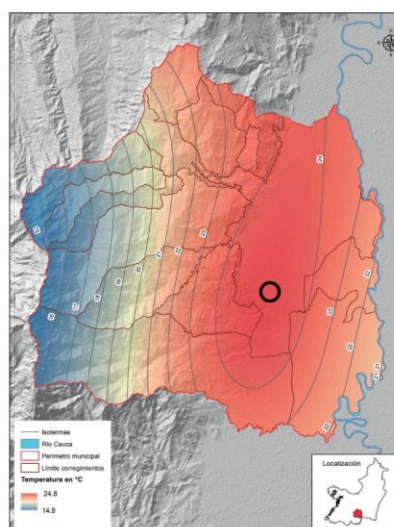
#### 4.2.5. Temperatura

La temperatura anual de la ciudad Santiago de Cali, oscila entre los 24 grados en la zona urbana y 14.9 grados en la zona rural. Las temperaturas varían entre mínimas promedio de 16.5, medias de 21.8°C y máximas de 27.3°C. (Figura 19). Las temperaturas máximas se registran en el mes de agosto, con 28 grados centígrados, aproximadamente; para la temperaturas mínimas y medias no se observa mayor diferencia a lo largo del año. (tomado del documento de estudio para la microzonificación climática para el municipio de Santiago de Cali).

**Figura 19.** Temperaturas medias

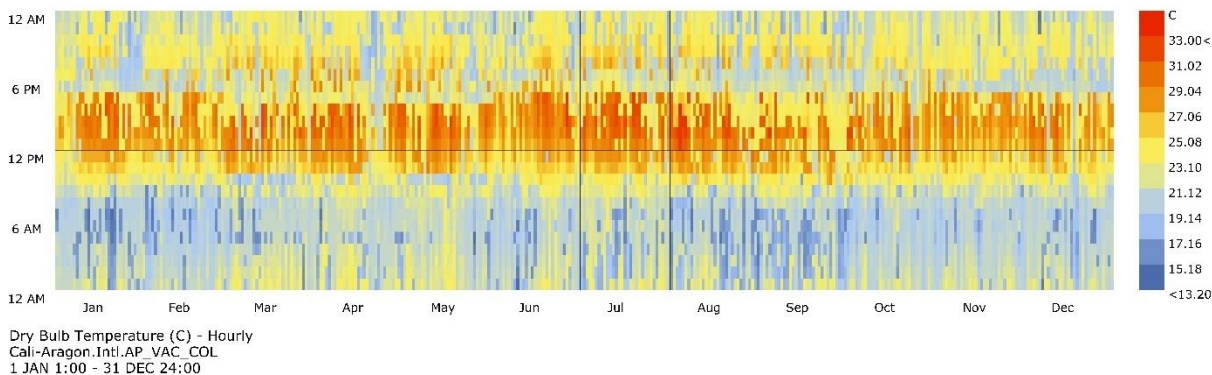


**Figura 20.** Temperatura anual



**Fuente:** Estudio para la Microzonificación Climática para el Municipio de Santiago de Cali, 2015. Recurso en línea

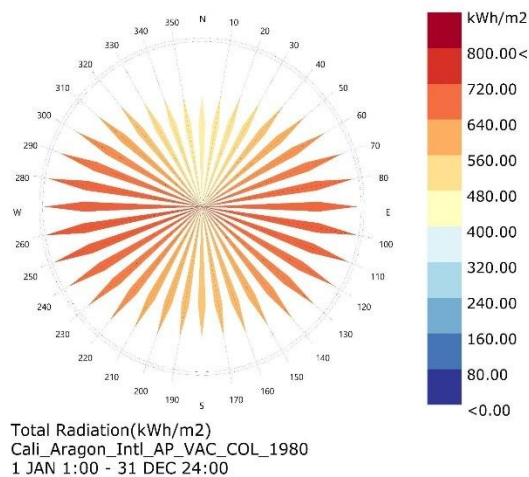
**Figura 21.** Diagrama de temperatura anual.



**Fuente:** Elaboración propia a partir de archivo climático EPW (Colombia\_Cali\_UnivalleEPW) mediante el software Grasshopper

#### 4.2.6. Radiación y nubosidad

**Figura 22.** Rosa de radiación - Estación meteorológica Universidad del Valle



**Fuente:** Elaboración propia a partir de archivo climático EPW (Colombia\_Cali\_UnivalleEPW) mediante el software Grasshopper

La rosa de radiación evidencia que el intercambio de radiación solar sobre la ciudad de Cali se presenta desde todas las direcciones, lo que implica una incidencia directa sobre la totalidad

de las fachadas de las edificaciones. Los valores registrados oscilan aproximadamente entre 480 y 800 kWh/m<sup>2</sup>, lo cual refleja una exposición solar significativa a lo largo del año.

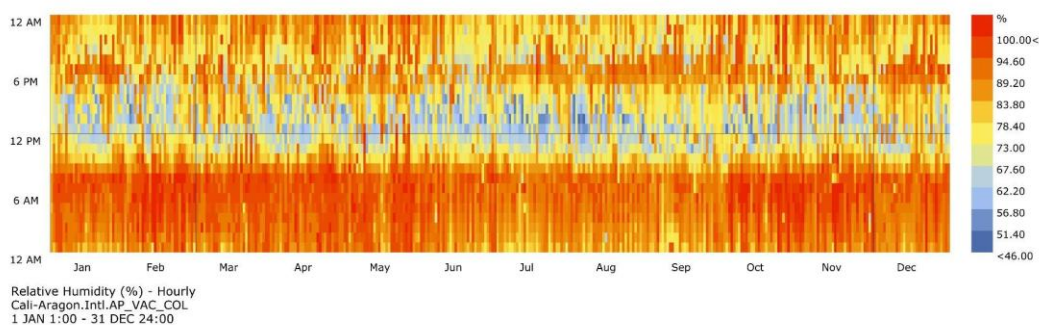
Esta condición se explica, en gran medida, por la localización geográfica de la ciudad. Cali se encuentra a la latitud 0, lo que genera una incidencia solar relativamente uniforme durante casi todo el año. Como resultado, no se presentan variaciones marcadas en los niveles de radiación entre las diferentes estaciones, manteniéndose una radiación constante a lo largo del tiempo; sin embargo, se puede evidenciar que hacia el oriente y el occidente se concentra un porcentaje más elevado de Radiación durante el año.

Adicionalmente, la ciudad presenta un alto factor de nubosidad, con un cielo mayormente nublado durante aproximadamente el 70% del año. Esta condición implica que, aunque existe una alta radiación solar, una parte importante de esta se manifiesta como radiación difusa debido a la presencia de constante de nubes, lo que sugiere condiciones atmosféricas asociadas a cielos parcialmente nublados durante el año. Este comportamiento influye directamente en la forma como la radiación interactúa con el entorno urbano y las edificaciones, siendo un aspecto relevante dentro del análisis ambiental de la ciudad, este resultado indica que la energía solar incidente no se presenta únicamente como radiación directa, sino que se distribuye de manera uniforme sobre las superficies y el espacio, lo cual genera diferentes determinantes al momento de tomar decisiones para definir las estrategias de protección solar tanto de las fachadas como de los espacios.

#### 4.2.7. Humedad relativa

El análisis del comportamiento de la humedad relativa en la ciudad de Santiago de Cali evidencia valores elevados a lo largo del año. Según el gráfico, se observa una franja horaria crítica en la que la humedad alcanza sus valores más altos, comprendida aproximadamente entre las 12:00 am y las 10:00 am., lo que indica una presencia constante de altos niveles de humedad durante las horas nocturnas y de la mañana.

**Figura 23.** Humedad relativa de Santiago de Cali – Estación meteorológica Universidad del Valle



**Fuente:** Elaboración propia a partir de archivo climático EPW (Colombia\_Cali\_UnivalleEPW) mediante el software Grasshopper

Esta condición climática es característica de la ciudad y tiene una incidencia directa en el confort ambiental de los espacios habitables. De acuerdo con la Norma Técnica Colombiana (NTC), la humedad relativa en interiores debería mantenerse preferiblemente en un rango entre 30% y el 60% con el fin de minimizar el crecimiento de organismos alérgicos y favorecer condiciones adecuadas de habitabilidad.

No obstante, este rango de referencia debe ser analizado en función de las condiciones climáticas propias de cada lugar. En el caso de Cali, los altos niveles de humedad presentes durante gran parte del día evidencian la necesidad de considerar estrategias arquitectónicas que permitan

un manejo adecuado de esta variable, especialmente en relación con la ventilación y el comportamiento de los espacios.

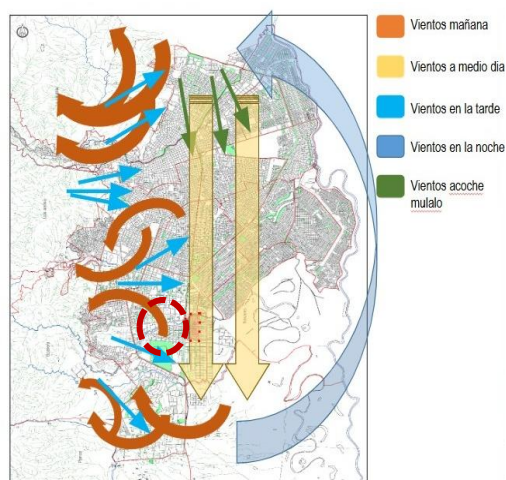
#### 4.2.8. Vientos.

A escala urbana, el comportamiento del viento en la Ciudad de Santiago de Cali presenta variaciones tanto en dirección como en intensidad a lo largo del día, influenciadas por su condición geográfica entre el piedemonte de la cordillera occidental y el valle del Río Cauca (figura 24), durante las horas de la mañana predominan flujos de aire provenientes del occidente.

Hacia el mediodía y la tarde, los vientos tienden a intensificarse y a canalizarse principalmente en sentido norte-sur, siguiendo la estructura longitudinal del valle. En horas de la noche, los flujos de viento disminuyen su intensidad generando corrientes desde el oriente de la ciudad, asociadas a la planicie y al corredor del río Cauca.

Este comportamiento dinámico del viento a escala urbana resulta determinante para comprender los procesos de ventilación natural de la ciudad, permitiendo identificar las direcciones predominantes que influyen en cada sector.

**Figura 24.** Dirección de vientos Santiago de Cali. Escala urbana



**Fuente:** Elaboración propia tomado del mapa de vientos del IDEAM

#### 4.2.9. La velocidad del aire (V)

Como su nombre lo indica, se refiere a la velocidad en la que el aire se mueve y se puede medir con diferentes tipos de herramientas, a pesar de que a veces solo se pueda apreciar o percibir físicamente.

La velocidad del aire puede provocar diferentes sensaciones en las personas, por lo cual, se puede decir que el movimiento del aire provoca un aumento de la evaporación del cuerpo, y como efecto se genera una sensación de enfriamiento. Sin embargo, la variación de velocidades se puede apreciar de formas muy diferentes:

**Tabla 2.** Relación de velocidad del aire y percepción.

Velocidad del aire	Sensación
Menos de 4/5 m/s	No se percibe
De 5/8 m/s	Agradable
De 8/16 m/s	Agradable con acentuada percepción
De 16/25/ m/s	Corriente de aire desde soportable a molesta
Mas de 25 m/s	No soportable

En relación con esto, se reconoce que la incidencia de la velocidad del aire sobre el confort térmico está directamente asociada a la percepción humana. Diversos estudios han demostrado que el movimiento del aire puede generar diferentes sensaciones térmicas en las personas, dependiendo de su intensidad. Estas variaciones se reflejan en rangos de velocidad del viento que producen desde una sensación de alivio térmico hasta posibles incomodidades, tal como se ilustra en la figura 24, donde se presentan las percepciones humanas frente a distintas velocidades del aire.

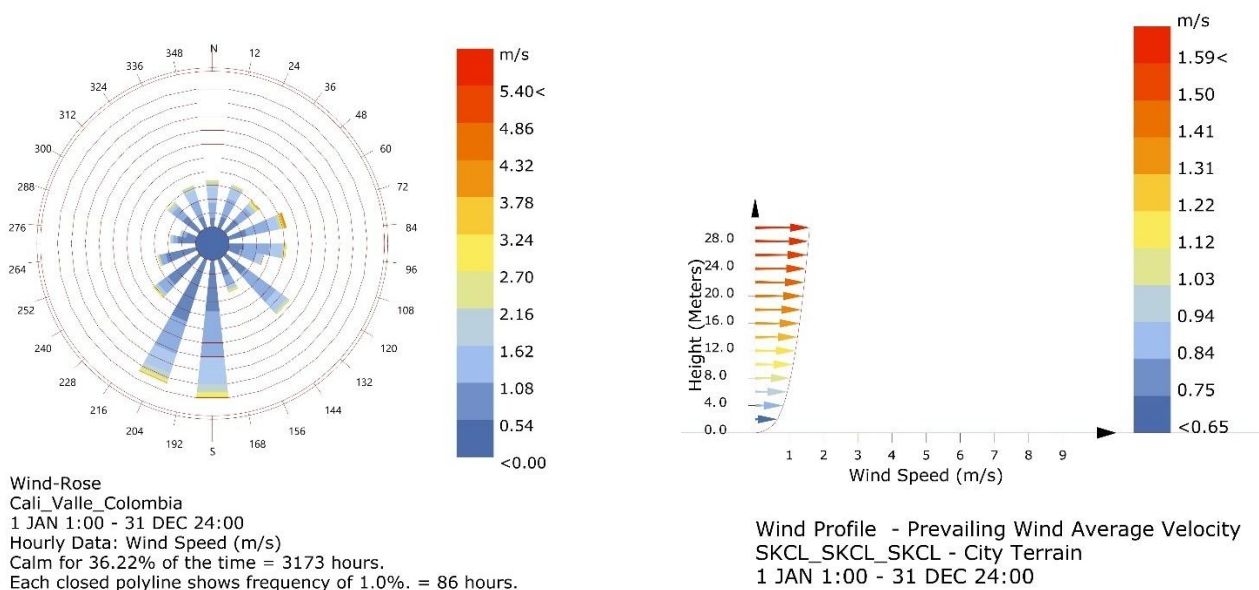
**Tabla 3:** Efectos del viento sobre el ser humano

Velocidad	Sensación
Hasta 0.25 m/s	Inadvertido
0.25 a 0.5 m/s	Agradable
0.6 a 1.0 m/s	Generalmente agradable, pero de percepción constante

1.2 a 1.5 m/s	De poco molesto a muy molesto
Por encima de 1.5 m/s	Requiere medidas correctivas si se quiere mantener un nivel alto de salud y de eficiencia.

Datos tomados de Olgay, 1998, p.20

**Figura 25.** Rosa de vientos – velocidad - Estación meteorológica Universidad del Valle



**Fuente:** Elaboración propia a partir de archivo climático EPW (Colombia\_Cali\_UnivalleEPW) mediante el software Grasshopper

El comportamiento del viento en la ciudad de Cali fue analizado a partir de la rosa de vientos, la cual permite identificar tanto la dirección como la frecuencia y velocidad de los flujos de aire a lo largo del año. De acuerdo con el gráfico, los valores de velocidad del viento oscilan aproximadamente entre 4.0 m/s y 10 m/s, con una clara predominancia de vientos provenientes del sur, lo que indica una mayor recurrencia de flujos de aire desde esta dirección.

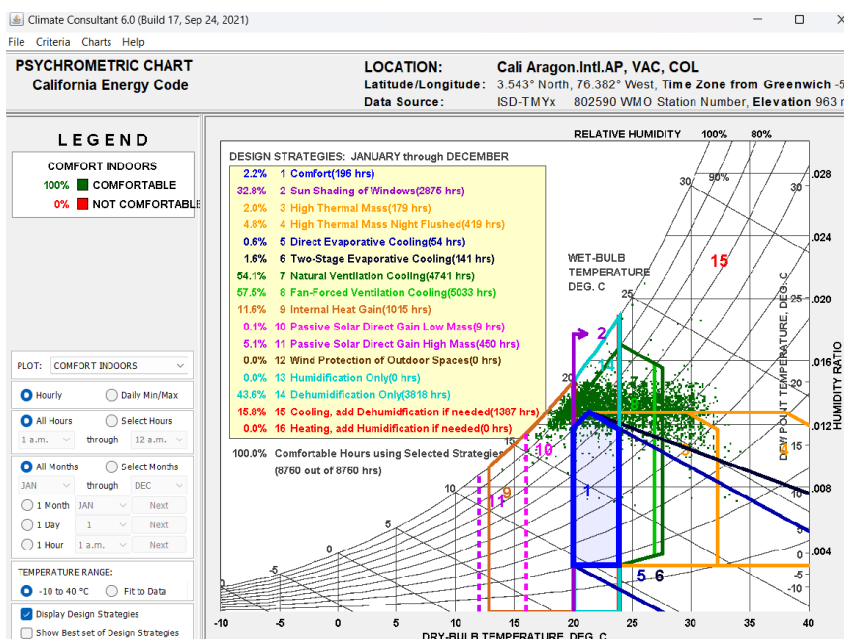
Este patrón de comportamiento del viento resulta relevante para comprender las condiciones de ventilación natural para el desarrollo del proyecto, ya que la dirección predominante influye directamente en la forma como el aire se desplaza a través del proyecto y los espacios.

Para este análisis se tuvo en cuenta la información climática contenida en el archivo EPW de la estación meteorológica de la Universidad del Valle teniendo en cuenta que es la más cercana al área de estudio.

#### 4.2.10. Confort climático

El concepto bioclimático fue introducido inicialmente por los hermanos Olguy a mediados de la década de 1960, quienes plantearon un enfoque metodológico en el que la arquitectura responde de manera directa a las condiciones climáticas específicas de cada lugar. Este planteamiento definió las bases para comprender el confort térmico como el resultado de la adecuada relación entre clima, envolvente, forma arquitectónica y las estrategias de diseño. Posterior a esto, en 1969, Baruch Givoni desarrolló un método complementario el cual se basa en el uso de la carta psicrométrica, herramienta que permite relacionar variables climáticas con estrategias de acondicionamiento ambiental. (figura 26).

**Figura 26.** Carta psicrométrica



**Fuente:** Datos Carta psicrométrica Climate consultant 6.0 Build.

A partir de la información climática recopilada, se realizó un análisis mediante la carta psicométrica del software Climate Consultant, utilizando el archivo EPW vigente de la Universidad del Valle (Colombia\_Cali\_UnivalleE). Este análisis permitió reconocer las condiciones predominantes de confort térmico y determinar las estrategias más adecuadas para mejorar el desempeño ambiental del proyecto.

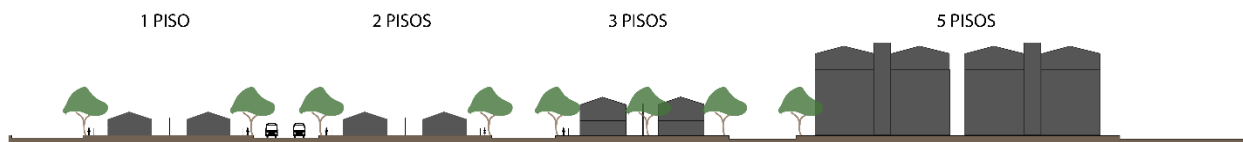
En el escenario climático actual, la carta psicométrica evidencia la posibilidad de aproximarse al rango de confort mediante la aplicación combinada de estrategias pasivas. Entre las más importantes se destacan la protección solar en fachadas y ventanas, a través de elementos como aleros y balcones; la ventilación natural, favorecida por la ventilación cruzada; y el apoyo de ventilación mecánica, mediante el uso de ventiladores que incrementan la velocidad del aire en los espacios interiores.

El análisis demuestra que, bajo las condiciones climáticas actuales de la ciudad, es viable alcanzar niveles adecuados de confort térmico priorizando estrategias pasivas bien integradas al diseño siempre y cuando, este sea definido rigurosamente mediante simulaciones y un proceso de modificaciones volumétricas hasta alcanzar el confort térmico del proyecto.

### **4.3. Enfoque normativo del lote**

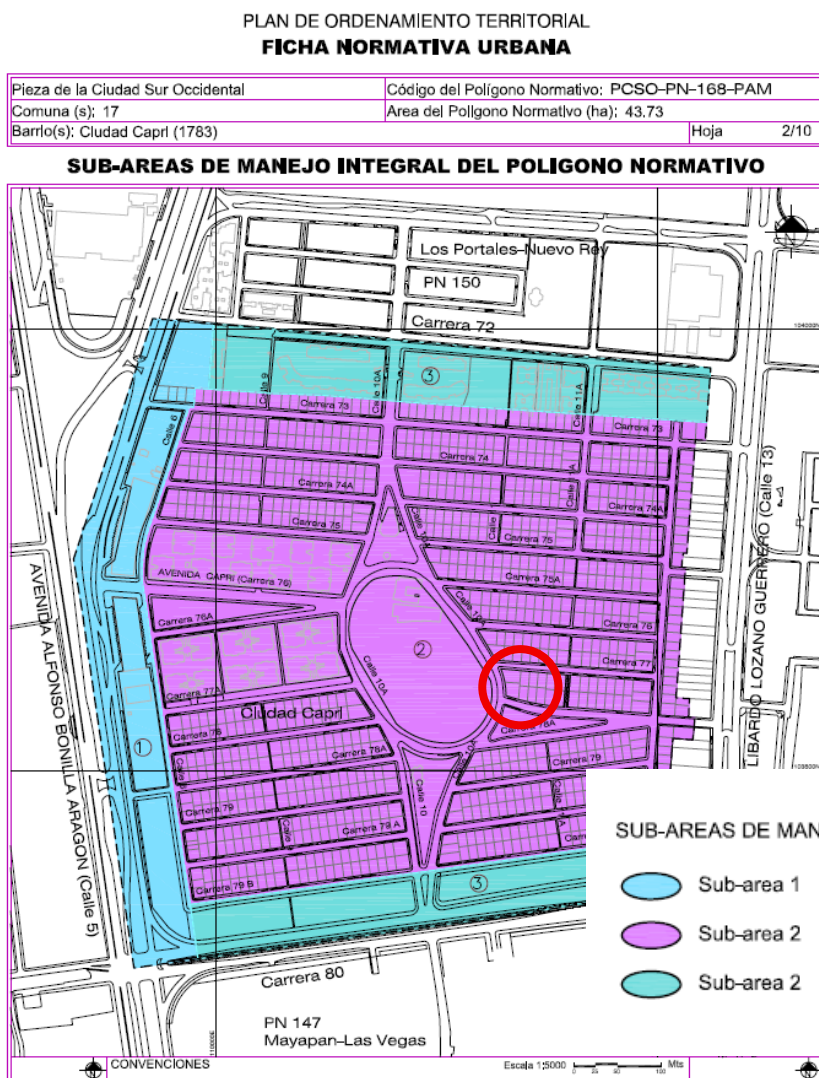
Si bien el barrio Ciudad Capri se caracteriza por ser netamente residencial, se permite la presencia limitada de usos de servicios como equipamientos y comercio teniendo en cuenta las variaciones y necesidades que han ido surgiendo en el sector a lo largo de los años. Cuenta con un índice de ocupación de 0.3 y un índice de construcción de 1.20 para proyectos multifamiliares y una altura máxima de 4 pisos.

**Figura 27.** Esquema de alturas y tipologías del barrio



**Fuente:** Elaboración propia

**Figura 28.** Ficha normativa urbana Ciudad Capri – Sub-áreas



**Fuente:** Ficha normativa urbana tomada del Plan de Ordenamiento Territorial (POT)

Figura 29. Aprovechamientos

3.1. TRATAMIENTO Y SUBAREAS DE MANEJO						
* <b>Tratamiento:</b> Preservación Ambiental (Art. 303). Presenta Tres Subáreas de Manejo del Tratamiento:						
* <b>Subárea 1:</b> Desarrollada por sistema de Agrupación en Conjunto Vertical y Horizontal, para vivienda y conjuntos comerciales con porticos y sin porticos. Presenta vacíos urbanos que se deben consolidar con el mismo sistema de urbanización abierto o cerrado en pórticos.						
* <b>Subárea 2:</b> Desarrollada por sistema de Agrupaciones en Conjuntos Verticales y No Agrupaciones en Loteo Individual para vivienda, se dará un tratamiento de Preservación Urbanística con las alturas existentes y la adición de un altílo como tercer nivel en las edificaciones de Loteo Individual. No se permiten subdivisiones prediales. No aplica Plan Parcial.						
* <b>Subárea 3:</b> Desarrollada por Agrupaciones en Conjunto Vertical para vivienda, se busca su consolidación con el mismo sistema en edificaciones de cinco pisos.						
3.2. APROVECHAMIENTOS <sup>(1)</sup>						
VARIABLES	CON PLAN PARCIAL <sup>(2)</sup>	SIN PLAN PARCIAL				
		SUB-AREA 1		SUB-AREA 2		SUB-AREA 3
		AGRUPACIONES	AGRUPACIONES	NO AGRUP.	AGRUPACIONES	
		MULTIF.	OTROS USOS	MULTIFAMILIAR	GRAL.	MULTIFAMILIAR
INDICE MAXIMO DE OCUPACION (I.O)	0,24	0,30	0,45	0,30	0,80	0,30
INDICE MAX. DE CONSTRUCCION (I.C)	3,60	2,40	2,40	1,40	...	1,50
ALTURA MAXIMA PERMITIDA (PISOS)	*	8	8	4	3 + ALT.	5
ALTURA MINIMA PERMITIDA (PISOS)	*	CINCO (5) PISOS a 15 METROS SOBRE LA CALL. 5 y 10. TRES (3) PISOS FRENTE A LA CRA 80.				
FRENTE LOTE MINIMO (ML)	*	...			EXIST.	...
AREA LOTE MINIMO (M2)	6 Ha.	...			EXIST.	...
AISLAMIENTOS LATERALES	*	5,00 MTS. A PARTIR DEL SEXTO (6) PISO.				
AISLAMIENTOS POSTERIORES	*	Del 1o. al 3o. piso = 3,00 metros		Escalonado		
		Del 4o. al 5o. piso = 4,50 metros				
		Del 6o. al 8o. piso = 6,00 metros		Desde el primer piso		
		Del 9o. al 12o. Piso=7,50 metros				
(1).- Los aprovechamientos determinados en esta ficha aplican para V.I.S, no V.I.S y otros usos						
(2).- Sobre Area Neta (A.N.); (3).- Sobre Area Util (A.U.); (*) Serán definidas por el Plan Parcial						
3.3. PARTICIPACION EN PLUSVALIA						
* Será determinada por la Administración en virtud de lo establecido en el Acuerdo Municipal N° 0111 del 26 de Junio de 2003.						
3.4. GENERADOR O RECEPTOR DE COMPENSACIONES						
* El Polígono no será receptor de compensaciones por derechos de construcción o de transferencias.						

Fuente: Artículo 352. Ámbito de Aplicación del Índice de Ocupación

Figura 30. Ficha normativa urbana – Normas generales sobre usos de suelo

FICHA NORMATIVA URBANA	
Pieza Urbana: Ciudad Sur Occidental	Código del Polígono Normativo: PCS-PN-168-PAm
Comuna (s): 17	Area del Polígono Normativo (ha): 43,73
Barrio (s). Sector Ciudad Capri (1783)	Hoja 6/10
II. NORMAS GENERALES SOBRE USOS	
<b>2.1. AREA DE ACTIVIDAD</b>	
* Area de Actividad Residencial Neta. (Arts. 257 y 259)	
<b>2.2. USOS</b>	
Uso principal de este Polígono Normativo es el Residencial (vivienda). Se permite la presencia limitada de usos de servicios (Equipamientos) y comercio, para lo cual se delimitan y fijan las siguientes criterios:	
* Frente a la Vía Arteria Principal Calle 5-Calle 10 se permitirán los usos de ámbito urbano-sectorial correspondientes a la columna 'VIA ARTERIA PRINCIPAL CON CORREDOR DE ACTIVIDAD' de la matriz de clasificación y jerarquización de usos, a excepción de los códigos 5020, 5040, 5161, 5162, 5170, 5512 y 5530.	
* Los usos diferentes a la vivienda, correspondientes al 5% del área bruta del Polígono Normativo, se distribuirá de la siguiente manera: De ámbito sectorial o local frente a la Vías Arterias Secundaria. De ámbito urbano-sectorial frente a la Vía Arteria Principal de la Subárea 1 que hace parte de la Centralidad de Tercer Orden. En los dos casos con los usos que aplican en las columnas respectivas de la matriz de clasificación y jerarquización de usos. El Equipamiento Básico Comunitario deberán ubicarse en las áreas perfiladas propuestas para tal fin.	

Fuente: Ficha normativa urbana tomada del Plan de Ordenamiento Territorial (POT)

### Figura 31. Normas generales.

#### 3. Consolidación 3 – consolidación moderada C3).

**Artículo 310. Consolidación Urbanística – C1.** Sectores residenciales con adecuadas condiciones urbanísticas donde se pretende mantener el patrón urbanístico existente debido a su calidad y estado de conservación.

**Artículo 313. Normas generales para el tratamiento de consolidación en sus diferentes modalidades.** La presentación de proyectos en áreas de Consolidación en sus diferentes modalidades debe partir de las siguientes condiciones:

NORMAS GENERALES PARA CADA TRATAMIENTO			
Tratamiento	Planes parciales de R. Urbana	Proyecto de R. Urbana	Otras normas
C 1	No permitido	No permitido	Se deben mantener jardines, antejardines y retrocesos existentes conforme las normas volumétricas originales de cada urbanización
C 2	No permitido	Permitido, área mínima manzanas 2	N.A
C 3	No permitido	Permitido, excepto en las áreas de manejo especial	Para uso residencial solo se permiten proyectos multifamiliares

**Fuente:** Artículo 313. Ámbito de Aplicación del Índice de Ocupación

Si bien, en el sector no se permiten planes parciales de renovación urbana, si se pueden consolidar proyectos de remodelación o densificación. Cumpliendo con los requerimientos volumétricos y de conservación de antejardines, la norma permite adicionar otros tipos de usos complementarios siempre y cuando el área de estos no supere el 30% del área construida del proyecto.

## 4.4. Morfología y análisis del barrio.

### 4.4.1. Usos predominantes del sector

El barrio Ciudad Capri se caracteriza por ser un sector de uso predominantemente residencial que, con el paso del tiempo, ha ido incorporando algunas actividades complementarias en respuesta a las dinámicas y necesidades propias del sector. No obstante, a pesar de estas transformaciones, el barrio mantiene una imagen urbana asociada a la vivienda tradicional de baja altura.

La mayor parte de las edificaciones corresponden a viviendas unifamiliares de uno o dos niveles, mientras que de manera puntual se presentan edificaciones multifamiliares que alcanzan entre cuatro y cinco pisos. Estas construcciones, aunque introducen una mayor densidad, no alteran de manera significativa la escala general del barrio ni su carácter residencial predominante.

**Figura 32.** Plano de usos



**Fuente:** Elaboración propia.

El plano de usos del suelo se elaboró a partir de un ejercicio de levantamiento manual y verificación en campo, realizado mediante recorridos visuales cuadra por cuadra dentro del barrio ciudad Capri. Este trabajo se complementó con la revisión y comparación de imágenes históricas obtenidas a través de Google Earth, correspondientes principalmente al año 2019, lo que permitió identificar cambios y transformaciones en el uso y la ocupación de las edificaciones hasta el año 2025.

A partir de este contraste, fue posible reconocer la permanencia del uso residencial como actividad principal, así como la aparición progresiva de usos complementarios, tales como locales comerciales, servicios y vivienda multifamiliar, especialmente en aquellas viviendas que han sido modificadas o ampliadas en altura. El plano evidencia de manera gráfica estos cambios, permitiendo identificar patrones de transformación urbana y sectores con mayor dinámica de renovación.

#### **4.4.2. Secuencias visuales**

La ciudad de Santiago de Cali se encuentra en un proceso constante de crecimiento urbano, acompañado de una alta demanda de vivienda que ha generado diversas transformaciones en barrios tradicionales de la ciudad. Este fenómeno se manifiesta especialmente en sectores ya consolidados, donde las unidades de vivienda unifamiliar han comenzado a adaptarse a nuevas dinámicas de ocupación, dando paso a tipologías de vivienda multifamiliar donde se incorporan tipologías como apartamentos y aparta estudios.

El barrio Ciudad Capri no ha sido ajeno a esta dinámica. Con el paso de los años, se ha evidenciado un proceso de modificación progresiva de la vivienda tradicional unifamiliar, alguna de un solo nivel y otras de dos niveles, mediante ampliaciones en altura que van respondiendo

tanto a la necesidad de densificación como al interés de los usuarios y propietarios por invertir en el sector y aprovechar su localización estratégica dentro de la ciudad.

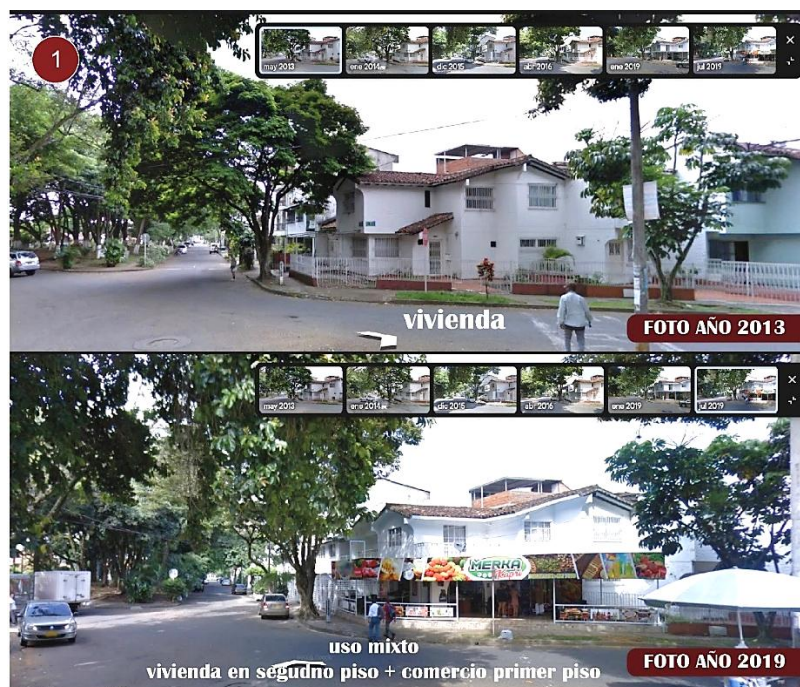
Con el fin de evidenciar y analizar estas transformaciones, se desarrolla un análisis de secuencias visuales a partir de imágenes obtenidas de Google Maps correspondientes al año 2013, contrastadas con registros actuales de la misma imagen 10 años después. Este ejercicio permite identificar los cambios que han surgido en este proceso de transformación y crecimiento del barrio: altura, densificación y el cambio de uso de netamente residencial a mixto o comercial, esto nos permite comprender las dinámicas de crecimiento que han influido en la configuración actual del barrio.

**Figura 33.** Mapa de secuencias visuales (histórica) - Modificaciones arquitectónicas de las viviendas. (Años 2013-2019-2025).



**Fuente:** Elaboración propia.

**Figura 34. Secuencia visual 1 – Carrera 78A**



**Figura 35. Secuencia visual 2 – Carrera 78A**



**Fuente:** Google Earth. [https://earth.google.com/web/@3.38839059,-](https://earth.google.com/web/@3.38839059,-76.54044561,976.95245361a,0d,90y,124.71002984h,95.1489873t,0r/data=CgRCAggBIhoKFKI2V0RTREZmWmpaRi1xVWtJU00xbEEQAKIC)

[76.54044561,976.95245361a,0d,90y,124.71002984h,95.1489873t,0r/data=CgRCAggBIhoKFKI2V0RTREZmWmpaRi1xVWtJU00xbEEQAKIC](https://earth.google.com/web/@3.38839059,-76.54044561,976.95245361a,0d,90y,124.71002984h,95.1489873t,0r/data=CgRCAggBIhoKFKI2V0RTREZmWmpaRi1xVWtJU00xbEEQAKIC)  
CABKDOj 8BEAA

Figura 36. Secuencia visual 3 – Carrera 78A



Fuente: Google Earth. <https://earth.google.com/web/@3.38839059,-76.54044561,976.95245361a,0d,90y,124.71002984h,95.1489873t,0r/data=CgRC AggBIhoK Fki2V0RTREZmWmpaRi1xVWtJU00xbEEQAKIC CABKDQj 8BEAA>

Figura 37. Secuencia visual 1 – Carrera 78



Fuente: Google Earth. [https://earth.google.com/web/@3.38839059,-76.54044561,976.95245361a,0d,90y,124.71002984h,95.1489873t,0r/data=CgRCAGgBIhoKFki2V0RTREZmWmpaRi1xVWtJU00xbEEQAKICABKDQj\\_\\_\\_\\_\\_8BEAA](https://earth.google.com/web/@3.38839059,-76.54044561,976.95245361a,0d,90y,124.71002984h,95.1489873t,0r/data=CgRCAGgBIhoKFki2V0RTREZmWmpaRi1xVWtJU00xbEEQAKICABKDQj_____8BEAA)

**Figura 38.** Secuencia visual 1A – Carrera 77



**Fuente:** Google Earth. [https://earth.google.com/web/@3.38839059,-76.54044561,976.95245361a,0d,90y,124.71002984h,95.1489873t,0r/data=CgRCAGgBIhoKFKi2V0RTREZmWmpaRi1xVWtJU00xbEEQAKICABKDQj\\_\\_\\_\\_\\_8BEAA](https://earth.google.com/web/@3.38839059,-76.54044561,976.95245361a,0d,90y,124.71002984h,95.1489873t,0r/data=CgRCAGgBIhoKFKi2V0RTREZmWmpaRi1xVWtJU00xbEEQAKICABKDQj_____8BEAA)

Figura 39. Secuencia visual 1B – Carrera 77



Fuente: Google Earth. [https://earth.google.com/web/@3.38839059,-76.54044561,976.95245361a,0d,90y,124.71002984h,95.1489873t,0r/data=CgRCAggBlhoKFkI2V0RTREZmWmpaRi1xVWtJU00xbEEQAKIC\\_CABKDOj\\_\\_\\_\\_\\_8BEAA](https://earth.google.com/web/@3.38839059,-76.54044561,976.95245361a,0d,90y,124.71002984h,95.1489873t,0r/data=CgRCAggBlhoKFkI2V0RTREZmWmpaRi1xVWtJU00xbEEQAKIC_CABKDOj_____8BEAA)

**Figura 40.** Secuencia visual 2 – Carrera 77



Fuente: Google Earth. [https://earth.google.com/web/@3.38839059,-76.54044561,976.95245361a,0d,90y,124.71002984h,95.1489873t,0r/data=CgRCAggBIhoKFki2V0RTREZmWmpaRi1xVWtJU00xbEEQAKIC\\_CABKDQj\\_8BEAA](https://earth.google.com/web/@3.38839059,-76.54044561,976.95245361a,0d,90y,124.71002984h,95.1489873t,0r/data=CgRCAggBIhoKFki2V0RTREZmWmpaRi1xVWtJU00xbEEQAKIC_CABKDQj_8BEAA)

**Figura 41.** Secuencia visual 3 – Carrera 77



**Fuente:** Google Earth. [https://earth.google.com/web/@3.38839059,-](https://earth.google.com/web/@3.38839059,-76.54044561,976.95245361a,0d,90y,124.71002984h,95.1489873t,0r/data=CgRCAggBIhoKFki2V0RTREZmWmpaRi1xVWtJU00xbEEQAKIC)

[76.54044561,976.95245361a,0d,90y,124.71002984h,95.1489873t,0r/data=CgRCAggBIhoKFki2V0RTREZmWmpaRi1xVWtJU00xbEEQAKIC](https://earth.google.com/web/@3.38839059,-76.54044561,976.95245361a,0d,90y,124.71002984h,95.1489873t,0r/data=CgRCAggBIhoKFki2V0RTREZmWmpaRi1xVWtJU00xbEEQAKIC)  
CABKQj 8BEAA

#### **4.4.3. Conclusión:**

El análisis de estas secuencias visuales evidencian claramente la necesidad que ha presentado el sector de densificar y crecer en altura, también, se convierte en una herramienta fundamental para entender el proceso de densificación progresiva del sector, sirviendo como sustento para la formulación de una propuesta arquitectónica que reconozca esta realidad urbana y plantee una alternativa más organizada, consciente del contexto y que esté alineada con las necesidades actuales de vivienda y con estrategias propias de la arquitectura sustentable.

#### **4.4.4. Llenos y vacíos**

Una de las principales características de la tipología de vivienda del barrio es la presencia de patios interiores y antejardines amplios. Estos espacios abiertos forman parte del diseño original de las viviendas y cumplen funciones ambientales de uso cotidiano, como la ventilación, el ingreso de luz natural y el espacio para parqueo o permanencia.

El plano de llenos y vacíos permite evidenciar cómo estos patios y áreas no construidas estructuran el tejido del barrio, generando una relación equilibrada entre la masa construida y espacios abiertos.

**Figura 42.** Contraste cobertura arbórea con edificaciones – Llenos y vacíos



**Fuente:** Elaboración propia

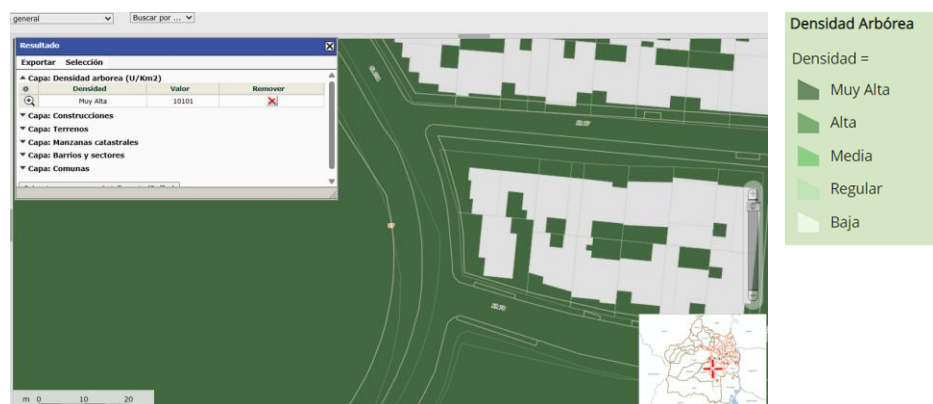
La permanencia de estos patios constituye una condición relevante para el análisis bioclimático del sector, ya que influyen directamente en el microclima y en el comportamiento térmico de las viviendas.

En términos de cobertura vegetal, el barrio aún conserva una importante presencia de arborización, especialmente en las vías internas y en sus parques principales. Esta vegetación

contribuye a la regulación térmica, a la provisión de sombras en los espacios públicos lo cual proporciona diferentes microclimas en el sector mejorando sus condiciones ambientales.

Sin embargo, hacia las vías de mayor tráfico y jerarquía vial se evidencia una disminución de la cobertura arbórea, lo que genera un contraste entre las áreas interiores del barrio y sus bordes.

**Figura 43.** Densidad arbórea



**Fuente:** IDESC. Recurso en línea.

La combinación entre una estructura urbana de baja altura, la presencia de patios interiores y la cobertura vegetal existente permite entender al barrio Ciudad Capri como un sector que aún conserva condiciones ambientales favorables dentro de la ciudad. Estas características se convierten en una base fundamental para el planteamiento de la propuesta arquitectónica, ya que permiten explorar estrategias de implantación y volumetría que se unifiquen con los vacíos, la vegetación y la morfología del barrio.

#### **4.5. Análisis del componente social – Recolección de datos mediante encuesta.**

Se elaboró una encuesta con el fin de conocer la percepción de un grupo de habitantes del barrio Ciudad Capri acerca de la calidad de los espacios en sus viviendas, su nivel de confort y sus preferencias frente a diferentes tipologías habitacionales. Esta información permitió identificar

variables comunes entre las viviendas del sector, reconocer los espacios que presentan mayores problemas de confort dentro de las tipologías actuales, y así mismo comprender las necesidades reales de los usuarios.

A través de la encuesta también se buscó establecer el nivel de conocimiento de los habitantes sobre la arquitectura bioclimática y su percepción frente a la implementación de estrategias más amigables con el entorno del barrio. Los resultados evidencian que, aunque una parte de los encuestados no tiene claridad sobre el concepto de arquitectura bioclimática, la mayoría considera que si es posible aplicar estrategias ecológicas en la construcción de vivienda.

Lo anterior nos ayudará a definir *que tipologías de vivienda sugiere las necesidades de los usuarios y si las tipologías de vivienda existentes se han diseñado fuera de contexto, sin tener en cuenta las variables climatológicas, si realmente al estar mal diseñadas no brindan el confort necesario y la calidad de vida no terminaría siendo la óptima (Hipótesis I)*

La encuesta se desarrolla con las siguientes preguntas:

**1. Género**

Hombre: 83.3%

Mujer: 16.7%

**2. ¿Cuántos años tiene?**

18 – 30: 72%

30-50: 26 %

50 o más: 2%

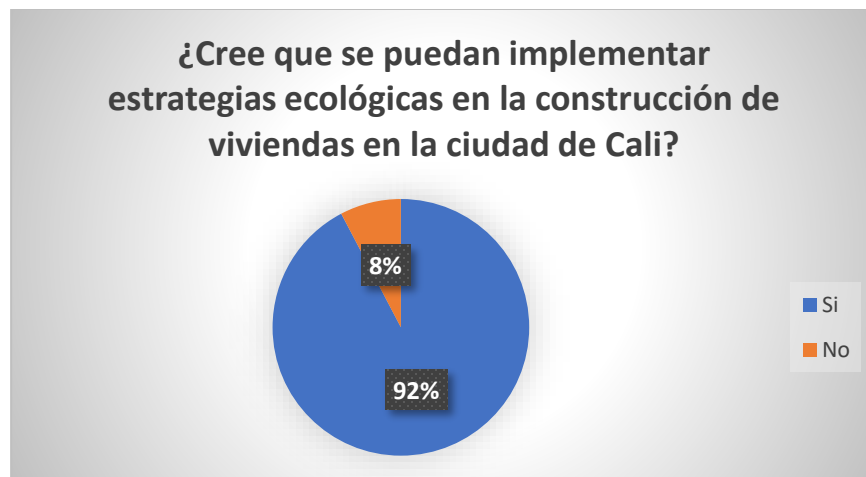
**3. ¿Sabe qué es “Arquitectura bioclimática”?**

Sí: 40.7%

No: 59.3%

4. ¿Cree que se puedan implementar estrategias ecológicas o más amigables con el medio ambiente en la construcción de viviendas en la ciudad de Cali?

**Figura 44.**



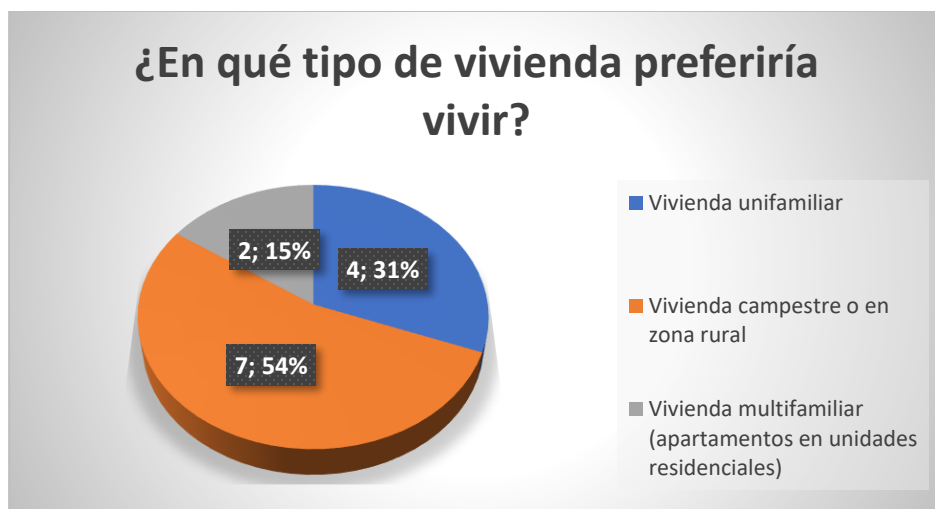
**Fuente:** Elaboración propia

5. Si la respuesta a la anterior pregunta fue afirmativa, mencione 3 estrategias, las más comunes fueron:

- Energías limpias
- Aprovechamiento de residuos
- Mejorar métodos de diseño y construcción
- Jardines, vegetación
- Ventilación al interior del edificio
- Orientación del edificio.

6. ¿En qué tipo de vivienda preferiría vivir?

**Figura 45.**



**Fuente:** Elaboración propia

7. ¿Cuáles de las siguientes características considera más importante para su vivienda?

**Figura 46.**



**Fuente:** Elaboración propia

8. ¿Cómo considera usted que es la cobertura vegetal (Arborización) en la Comuna 17 de la ciudad de Cali?

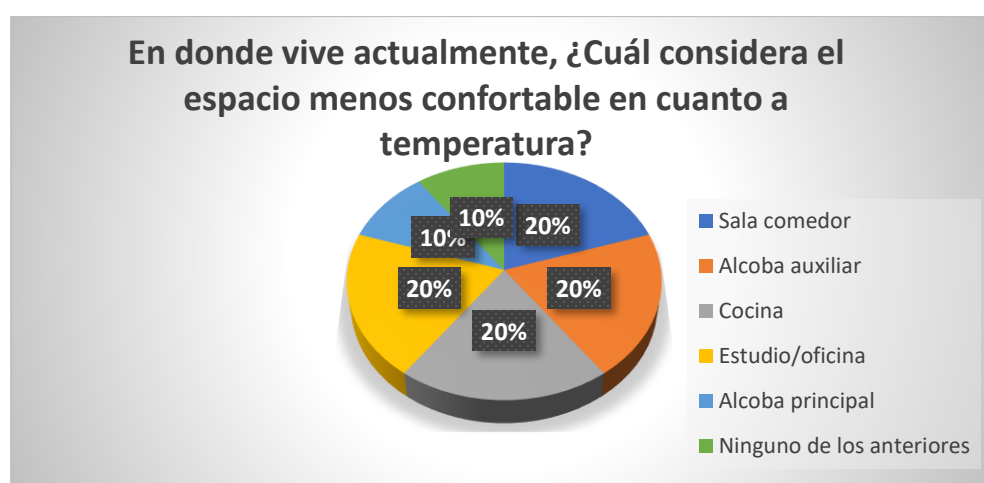
Buena: 65%

Regular: 25%

Mala: 15%

9. En dónde usted vive actualmente, ¿Cuál considera el espacio menos confortable en cuanto a temperatura?

**Figura 47.**



**Fuente:** Elaboración propia

10. ¿En cuáles de los siguientes horarios percibe sensación de calor?

6 am – 10 am: 0%

11 am – 2 pm: 78.9%

3 pm – 6 pm: 21.1%

Con el fin de profundizar en los resultados obtenidos de las encuestas, se realizaron algunas entrevistas a varios de los participantes, especialmente a quienes manifestaron una

preferencia por tipologías diferentes de vivienda reflejados en la pregunta No. 6 ¿En qué tipo de vivienda preferiría vivir?

- **Vivienda multifamiliar:** Las personas que indicaron preferencias por esta tipología de vivienda, señalaron aspectos como la seguridad, la relación social con otros habitantes y la comodidad de contar con parqueaderos seguros como razones principales para su elección. Adicionalmente, expresaron su interés por apartamentos amplios que conserven características propias de las viviendas tradicionales del sector, permitiendo albergar núcleos familiares conformados por padres, hijos y mascotas.
- **Vivienda unifamiliar:** Las personas entrevistadas que escogieron esta tipología, destacaron la privacidad, la disponibilidad de áreas mas grandes y amplias y la posibilidad de aprovechar el lote para futuros desarrollos de proyectos multifamiliares a su gusto y necesidad, haciendo énfasis en el desarrollo de diferentes tipologías como un apartamento principal para vivir y otros apartamentos de menor tamaño destinados al alquiler.
- **Vivienda rural:** por último, los participantes que manifestaron interés por la vivienda rural señalaron como principales motivaciones la conexión con la naturaleza, el clima más fresco y la disponibilidad de áreas abiertas más grandes.

#### **4.6. Recolección de datos mediante recopilación de estadísticas.**

- Indicadores sociodemográficos

El lugar de emplazamiento se ha definido por un interés particular sobre el sector, y a partir de ese interés se hace un análisis cuantitativo sobre datos estadísticos sacados del Departamento Administrativo de Planeación Municipal (DAMP) de la ciudad de Santiago de Cali, dichos datos permiten identificar una variable de crecimiento poblacional en la ciudad durante los últimos 6 años en la comuna 17 y la cantidad de viviendas proyectadas durante este mismo periodo.

**Figura 48.** Proyección de población.

**1.2.2 Proyecciones de población según total, cabecera y resto, en Cali  
2014 – 2020**

Descripción	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
<b>TOTAL CALI</b>	<b>2,344,703</b>	<b>2,389,829</b>	<b>2,394,870</b>	<b>2,420,013</b>	<b>2,445,281</b>	<b>2,470,747</b>	<b>2,496,346</b>
<b>Cabecera</b>	<b>2,308,086</b>	<b>2,333,213</b>	<b>2,358,253</b>	<b>2,383,392</b>	<b>2,408,653</b>	<b>2,434,110</b>	<b>2,459,698</b>
Comuna 1	85,569	88,432	91,352	94,335	97,382	100,497	103,620
Comuna 2	112,746	114,651	116,586	118,561	120,577	122,637	124,669
Comuna 3	46,283	46,400	46,517	46,636	46,759	46,887	46,990
Comuna 4	53,687	53,369	53,052	52,740	52,433	52,132	51,806
Comuna 5	111,157	112,089	113,010	113,927	114,842	115,759	116,608
Comuna 6	188,124	189,837	191,529	193,214	194,894	196,573	198,137
Comuna 7	71,846	71,334	70,819	70,305	69,793	69,285	68,739
Comuna 8	102,177	102,388	102,597	102,812	103,034	103,266	103,445
Comuna 9	45,349	44,994	44,645	44,303	43,970	43,646	43,330
Comuna 10	110,407	110,854	111,298	111,741	112,190	112,645	113,040
Comuna 11	106,731	107,339	107,940	108,542	109,146	109,754	110,302
Comuna 12	67,049	66,881	66,712	66,545	66,381	66,221	66,028
Comuna 13	177,228	177,641	178,052	178,475	178,909	179,360	181,084
Comuna 14	170,909	172,696	174,441	176,160	177,856	179,535	181,093
Comuna 15	156,267	159,369	162,439	165,492	168,529	171,556	174,473
Comuna 16	106,145	107,170	108,183	109,191	110,195	111,198	112,135
<b>Comuna 17</b>	<b>136,428</b>	<b>139,665</b>	<b>142,914</b>	<b>146,183</b>	<b>149,475</b>	<b>152,793</b>	<b>156,046</b>
Comuna 18	127,752	131,453	135,199	138,999	142,856	146,773	150,663
Comuna 19	111,989	112,947	113,898	114,849	115,803	116,761	117,656
Comuna 20	68,980	69,331	69,677	70,025	70,375	70,728	71,043
Comuna 21	110,332	112,336	114,270	116,148	117,976	119,763	121,440
Comuna 22	10,868	11,160	11,453	11,748	12,044	12,343	12,637
Otros <sup>1</sup>	30,064	30,876	31,675	32,461	33,236	34,002	34,714
<b>Resto</b>	<b>36,617</b>	<b>36,616</b>	<b>36,617</b>	<b>36,621</b>	<b>36,628</b>	<b>36,637</b>	<b>36,648</b>

**Fuente:** Datos tomados de Cali en cifras, DAMP

Para determinar el lugar de emplazamiento del proyecto hipotético se realizó un análisis cuantitativo de los datos tomados de los indicadores del Departamento Administrativo de Planeación Municipal (DAMP) de la ciudad de Santiago de Cali de las áreas de vivienda en

donde se evidencia un índice de crecimiento poblacional el cual va aumentando considerablemente a lo largo de los años el cual se espera que este aumente a un 60% en el año 2025; casi todos los índices de crecimiento se dan en los países más pobres, con menos recursos y menor capacidad para gestionar los residuos, es evidente que cuanto más seamos, de mayor magnitud serán los problemas. (Rogers, 2020).

Teniendo en cuenta lo mencionado anteriormente con base al crecimiento poblacional, y que en Cali solo hay posibilidades de expandirse hacia la zona sur de la ciudad, *la ciudad llegará a un punto en el que no encuentre dónde más expandirse y esto creará cada vez más la necesidad de densificar en barrios ya consolidados como se ha ido evidenciando en el barrio de interés. (Hipótesis II)*

#### **4.7. Conclusión**

En relación con las estrategias que los usuarios consideran más importantes para mejorar el confort de sus viviendas, se destacan principalmente la ventilación, la iluminación natural, la protección frente al sol, la presencia de vegetación y las visuales hacia el entorno, lo que coincide con las variables ambientales analizadas previamente en el inicio de la fase de caracterización del lugar.

Respecto a los horarios en los que se percibe mayor sensación de calor, los resultados indican que el periodo comprendido entre las 11:00 a.m. y las 2:00 p.m. es el más crítico, seguido por la franja de la tarde, lo que guarda relación con los niveles de radiación solar identificados en el análisis climático.

A partir de estos resultados, se identificó un patrón recurrente en las expectativas de los habitantes del sector: la intención de mantener una vivienda principal amplia para el núcleo familiar, y al mismo tiempo destinar parte del lote a unidades habitacionales de menor tamaño para

alquiler. Esta lógica, ampliamente expresada en las entrevistas, refleja una estrategia real de los propietarios del barrio frente a los procesos de construcción y a la necesidad de generar ingresos complementarios sin abandonar su vivienda tradicional.

En consecuencia, el programa arquitectónico del proyecto se estructura en dos tipos de unidades: apartamentos familiares de mayor área, destinados a residencia permanente, y apartaestudios orientados al alquiler, reproduciendo de manera proyectual el modelo de ocupación y uso del suelo que los habitantes y las dinámicas del sector ya están implementando de forma empírica en el barrio.

## **5. CAPÍTULO 3. FASE 2: DEFINICIÓN DE ESTRATEGIAS**

El análisis climático y urbano realizado confirma que la ciudad de Santiago de Cali presenta condiciones de alta radiación solar, temperaturas elevadas y altos niveles de humedad durante gran parte del año, lo que influye directamente en el confort térmico de los usuarios en los espacios habitables. De esta misma manera se identificó una predominancia de vientos provenientes del sur en este sector, los cuales representan una oportunidad para el aprovechamiento de la ventilación natural y así mismo un reto a la hora de proyectar y diseñar teniendo en cuenta que el diseño debe implementar estrategias en el diseño que capten los vientos del sur y los redistribuya dentro de los espacios.

Con base en estos resultados, se establecen una serie de estrategias bioclimáticas que orientan el desarrollo del proyecto y que serán puestas a prueba en la fase de esquemas básicos y simulaciones. Estas estrategias buscan responder a las condiciones climáticas y al contexto urbano del sector.

Las estrategias definidas para el proyecto son las siguientes:

**5.1. Ventilación natural:** Aprovechamiento de las corrientes de viento predominantes provenientes del sur, con el fin de favorecer la circulación y renovación del aire a través de los espacios habitables y contribuir a la reducción de la carga térmica interior.

**5.2. Protección y control solar de la radiación según solsticios y equinoccios:** Consideración del recorrido solar a lo largo del año para controlar la incidencia directa de la radiación sobre las fachadas y los espacios internos, especialmente en los periodos de mayor exposición solar.

**5.3. Incorporación del paisajismo:** Diseño del paisajismo como valor agregado visual y para incrementar el confort climático de los espacios tanto internos como externos, acompañado de la selección detallada y específica de las especies que formarán parte del proyecto y de las estrategias.

**5.4. Relación visual y espacial con áreas verdes:** Vinculación de los espacios habitables con el entorno vegetal y los parques del sector, buscando aprovechar los beneficios ambientales, paisajísticos y de confort que aportan las zonas verdes.

**5.5. Organización de los espacios internos:** Teniendo en cuenta las condiciones ambientales y el contexto urbano se definen la ubicación de los diferentes espacios de la vivienda de acuerdo con su nivel de privacidad, las condiciones climáticas y la relación con las vías de mayor o menor tráfico, priorizando los espacios de descanso hacia las zonas más tranquilas y mejor ventiladas.

**5.6. Uso de espacios abiertos como reguladores ambientales:** Incorporación de patios, vacíos y espacios abiertos y elementos permeables dentro de la edificación

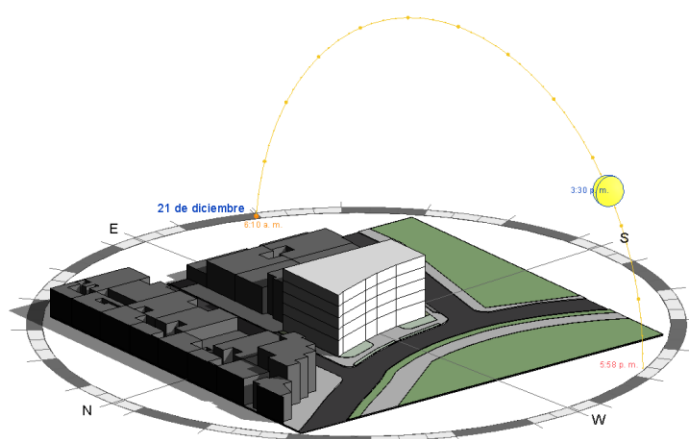
como elementos que permiten mejorar la ventilación, la iluminación natural y el confort térmico.

## 6. CAPÍTULO 4. FASE 3: FORMULACIÓN DE ESQUEMA BÁSICO A PARTIR DE SIMULACIONES.

A partir del análisis climático, urbano y social realizado en las fases anteriores, se establecen una serie de criterios que orientan la formulación del esquema básico del proyecto.

Estos criterios surgen de la necesidad de responder, por un lado, a las condiciones ambientales de la ciudad de Cali (radiación, vientos, temperatura y humedad) y, por otro, a las dinámicas del barrio Ciudad Capri, su estructura de patios, su cobertura vegetal y las necesidades habitacionales identificadas a través de las encuestas y entrevistas.

**Figura 49.** Volumetría general como esquema inicial



**Fuente:** Elaboración propia. Software Revit – Autodesk.

De manera paralela a la formulación del esquema básico, se realizan simulaciones ambientales que permiten evaluar su comportamiento frente a las principales variables climáticas del lugar. Estas simulaciones incluyen análisis de asoleamiento, radiación solar y análisis de vientos, con especial énfasis en los solsticios y equinoccios como se ha mencionado anteriormente.

El proceso se plantea de forma articulada, de tal manera que los resultados obtenidos a partir de las simulaciones no se entienden como una etapa posterior, sino como una herramienta

activa de verificación y ajuste del esquema volumétrico. Esto permite que el esquema básico evolucione de manera progresiva, incorporando modificaciones orientadas a mejorar el confort climático y el desempeño ambiental del proyecto.

De esta forma, la formulación y validación del esquema básico se retroalimentan constantemente, dando paso a un esquema arquitectónico coherente y fundamentado que sirve como base para la toma de decisiones y el posterior desarrollo final del proyecto.

### 6.1. Diagrama de intenciones espaciales

Con el fin de relacionar el programa con las condiciones climáticas y urbanas del lugar, se construye un diagrama de intenciones espaciales que organiza los usos en función de la orientación solar, los vientos predominantes y el contexto inmediato como intenciones para la formulación inicial del esquema básico.

**Figura 50.** Intenciones espaciales de acuerdo al contexto climático y urbano



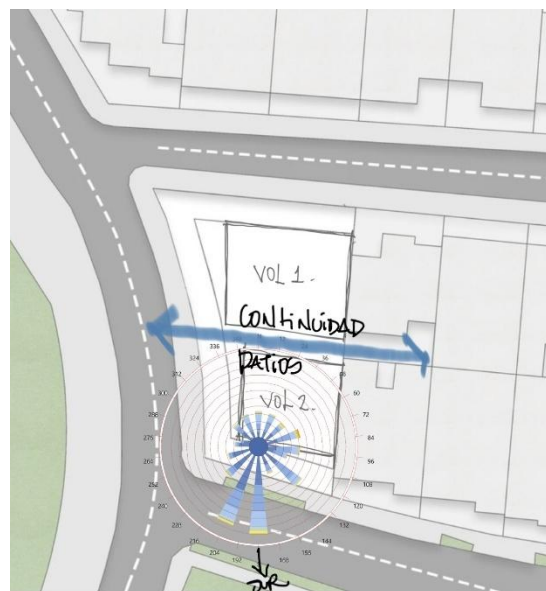
**Fuente:** Elaboración propia

En este diagrama se identifican las fachadas sur y norte con mayor exposición a la radiación solar en los solsticios, y la fachada occidental en los equinoccios, las cuales reciben el sol de la tarde. Sobre esta fachada se ubican preferentemente espacios de menor permanencia o

zonas de circulación, reduciendo la carga térmica sobre las áreas habitables principales, teniendo en cuenta que esta fachada tiene relación directa con el parque principal del sector, lo cual genera un valor agregado a las condiciones del proyecto.

Por otro lado, las fachadas norte y sur, que a pesar de que en una época del año reciben sol, se disponen los espacios de mayor permanencia como habitaciones, los cuales tendrán una respuesta arquitectónica diferente para mitigar el impacto de la radiación sobre los dos solsticios, pero así mismo se aprovecharán las visuales cercanas dirigidas hacia uno de los parques lineales que se articulan con el parque principal.

**Figura 51.** Núcleo, patios y ventilación cruzada



**Fuente:** Elaboración propia

Es importante reconocer la estructura tradicional del barrio, caracterizada por la presencia de patios interiores y vacíos que permiten iluminación y ventilación.

En coherencia con este patrón urbano, el proyecto se plantea a partir de dos volúmenes separados por un vacío central que actúa como núcleo de patios y espacios permeables. Esta



estrategias bioclimáticas principales: asoleamiento, iluminación natural y ventilación, las cuales fueron definidas previamente a partir del análisis climático, ambiental y urbano del sector.

A través de simulaciones digitales, se buscó comprender el comportamiento de la radiación solar y su incidencia sobre las fachadas, con el fin de orientar las decisiones de diseño del esquema volumétrico inicial y su transformación posterior.

### **9.1.1. Esquema 1:**

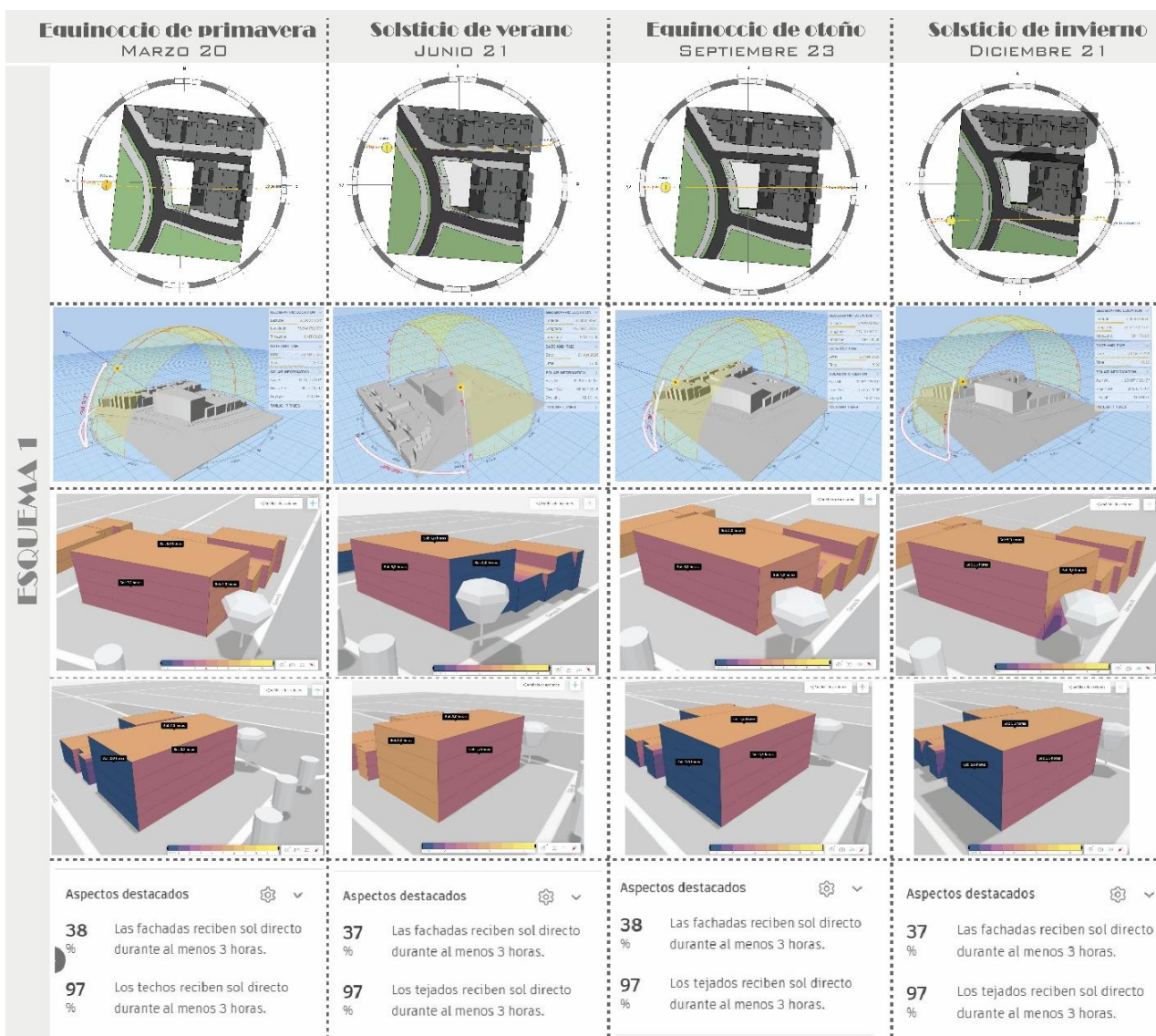
El esquema 1 corresponde a una volumetría base compacta, sin intenciones formales ni estrategias pasivas incorporadas, la cual se utiliza como punto de partida para realizar las simulaciones climáticas iniciales.

Sobre esta volumetría se desarrollan simulaciones de asoleamiento con el objetivo de identificar el comportamiento de la radiación solar en cada una de las fachadas expuestas, considerando los solsticios y equinoccios, definidos como los cuatro días más críticos del año en términos de incidencia solar.

Para el análisis se estableció un rango horario entre las 10:30 am. y las 3:30 pm., correspondiente al periodo del día en el cual las personas encuestadas manifestaron percibir una mayor sensación de calor.

No obstante, los resultados de las simulaciones evidenciaron que algunas fachadas presentan una exposición solar superior a este rango, alcanzando entre 4 y 5 horas de radiación directa, lo que genera una mayor acumulación térmica y, por ende, un impacto negativo en el confort térmico interior.

**Figura 53.** Análisis solar y radiación en los solsticios y equinoccios esquema 1.

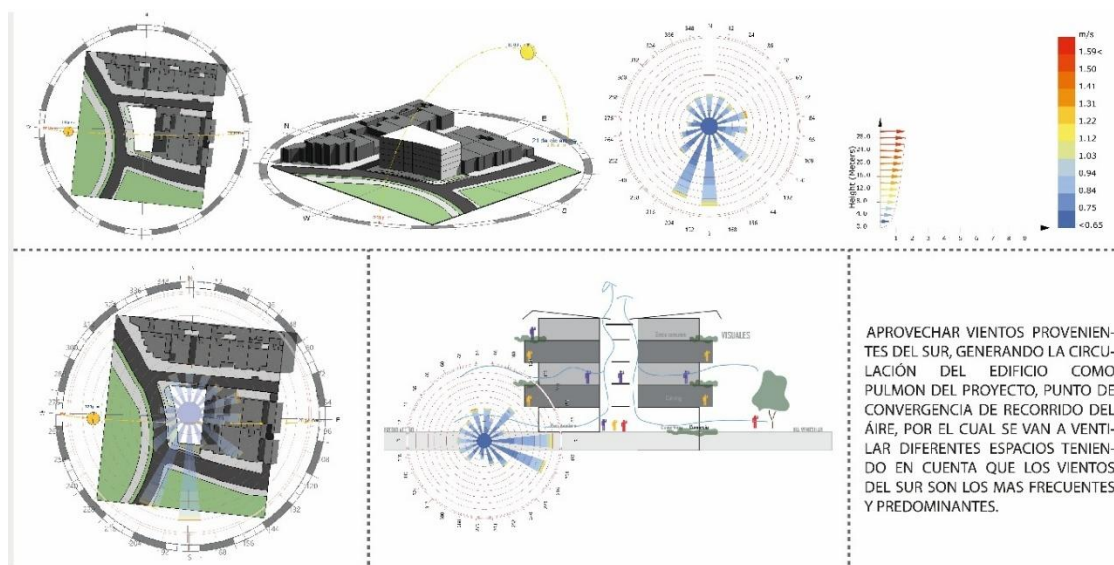


**Fuente:** Elaboración propia – Software: Autodesk forma – Andrew Marsh.

**Figura 54. Análisis de iluminación**

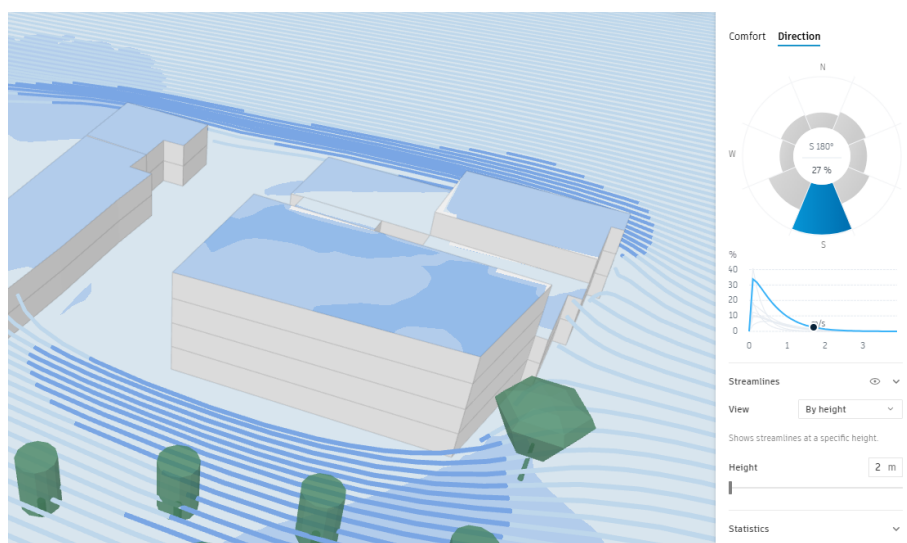


**Figura 55. Análisis de vientos**



**Fuente:** Elaboración propia

**Figura 56.** Análisis de vientos SUR – dirección predominante



**Fuente:** Elaboración propia mediante el software Autodesk Forma.

Se realizó el análisis del comportamiento del viento sobre la volumetría base. Si bien la rosa de vientos indica la presencia de flujos provenientes de diferentes direcciones, se identificó que los vientos predominantes y de mayor frecuencia provienen del sur. Este comportamiento evidencia la importancia de considerar la fachada sur como una zona estratégica para la captación de vientos, a través de la generación de aberturas o fachadas permeables que permitan aprovechar el flujo de aire y contribuir a la ventilación natural de los espacios interiores.

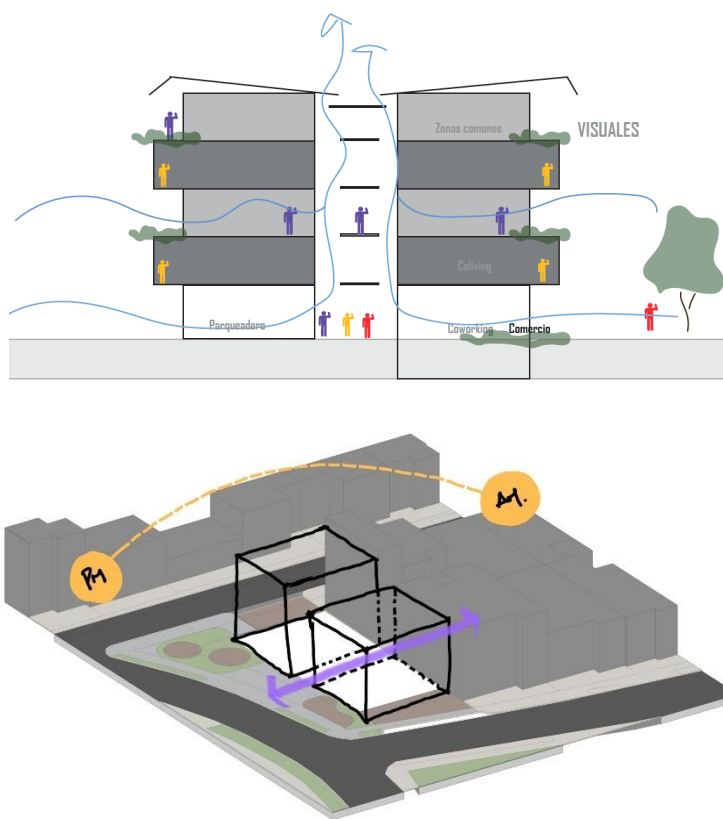
Los resultados obtenidos en este esquema permiten reconocer tanto las fachadas más críticas en términos de asoleamiento como las oportunidades de los vientos dominantes, estableciendo así los criterios necesarios para la modificación y optimización de la volumetría en el siguiente esquema.

### 9.1.2. Esquema 2:

El esquema 2 surge como una evolución del esquema base, incorporando ajustes volumétricos y arquitectónicos derivados de los resultados de las simulaciones climáticas.

En este esquema se introducen elementos de control solar, tales como aleros y balcones, especialmente en las fachadas con mayor exposición a la radiación solar directa, con el fin de reducir la carga térmica sobre los espacios habitables.

**Figura 57.** Sección esquemática distribución de la ventilación y separación volumétrica

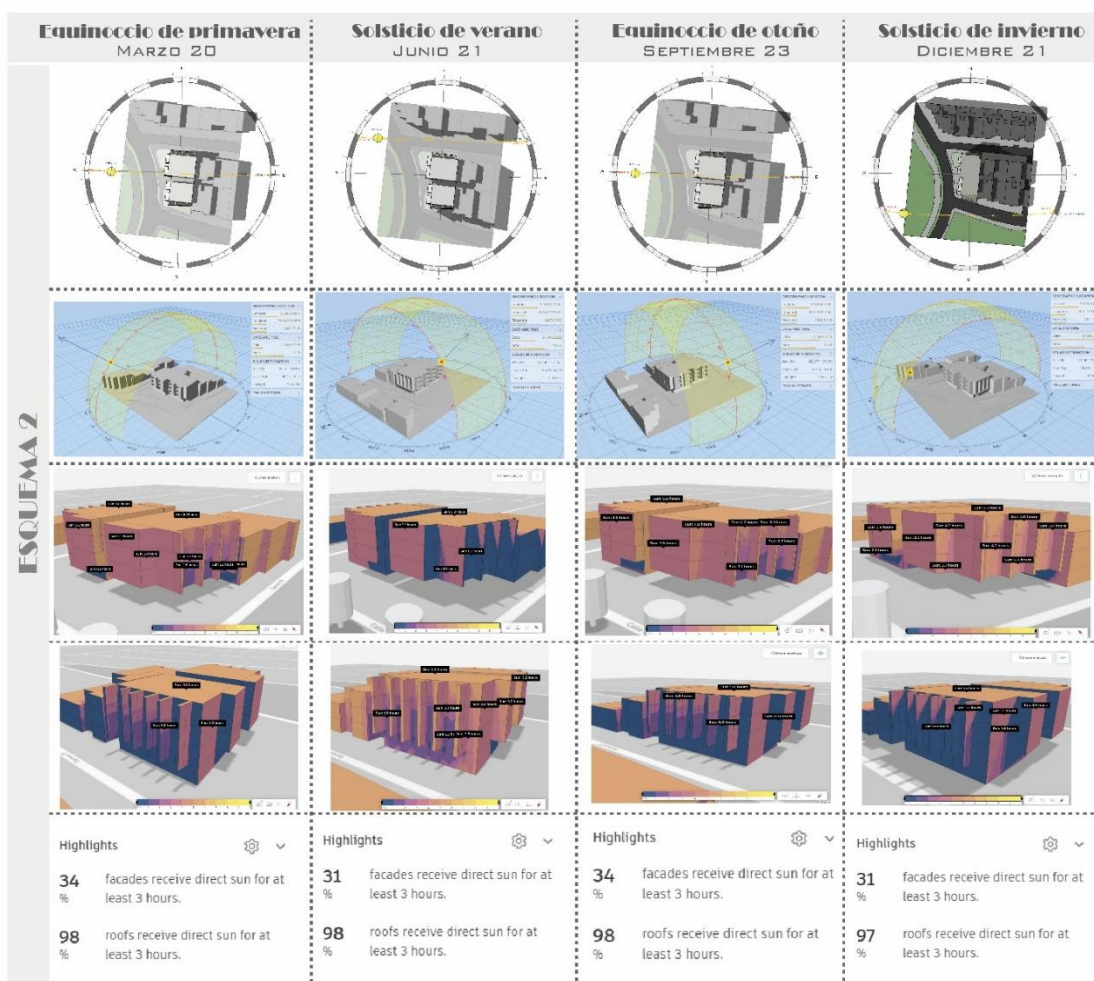


**Fuente:** Elaboración propia

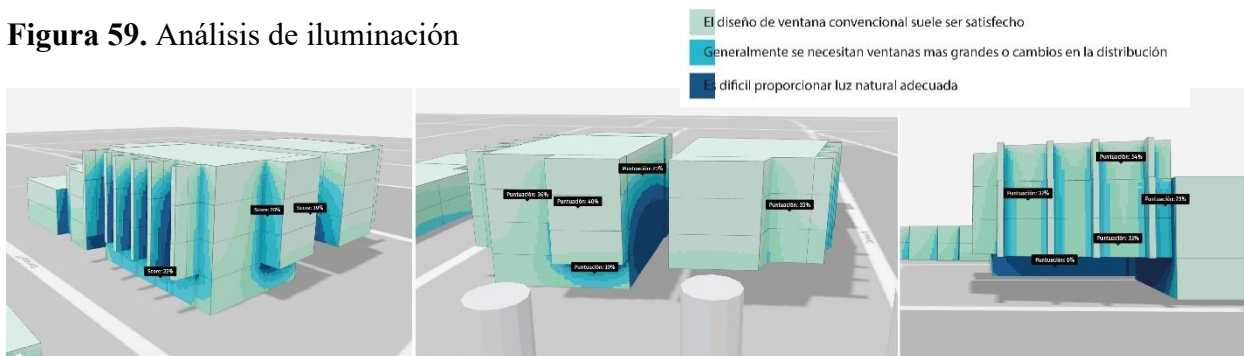
Adicionalmente, se plantean aberturas estratégicas y separaciones volumétricas que permiten la continuidad de los patios existentes en el contexto inmediato, respetando la morfología tradicional del barrio y favoreciendo la permeabilidad del aire y la ventilación cruzada.

Para el esquema 2 se implementan elementos tanto horizontales como verticales para empezar a mitigar la incidencia solar sobre las fachadas, este paso nos permite identificar cual es la manera óptima para proponer un diseño de fachada que responda a estas condiciones climáticas del lugar en los momentos más críticos del año.

**Figura 58.** Análisis solar y radiación en los solsticios y equinoccios esquema 2.



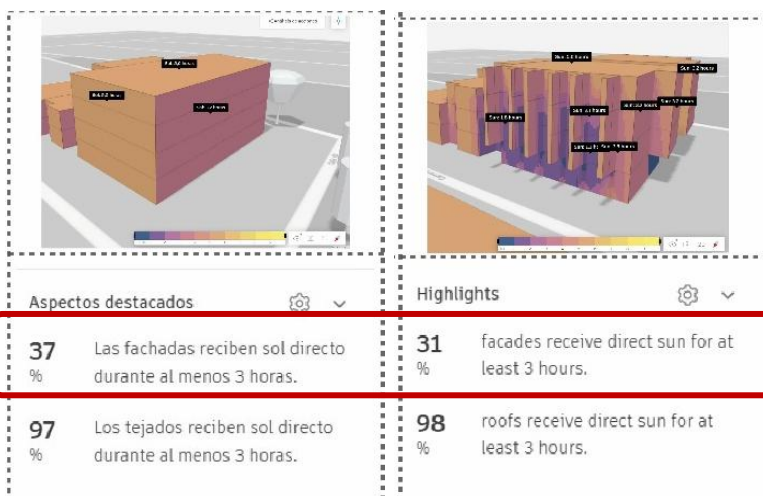
**Fuente:** Elaboración propia – Software: Autodesk forma – Andrew Marsh.

**Figura 59.** Análisis de iluminación

**Fuente:** Elaboración propia a través del software Autodesk Forma

De esta manera, el esquema 2 no responde únicamente a una intención formal, sino que se configura como el resultado directo de un proceso de análisis climático.

En este esquema, se puede observar que al implementar estos elementos tanto verticales (Solsticio de invierno y verano – sur y norte) como horizontales al oeste mencionados anteriormente, se logra reducir la incidencia del sol sobre las fachadas.

**Figura 60.** Esquema básico 1**Figura 61.** Esquema básico 2.  
Implementacion de aleros

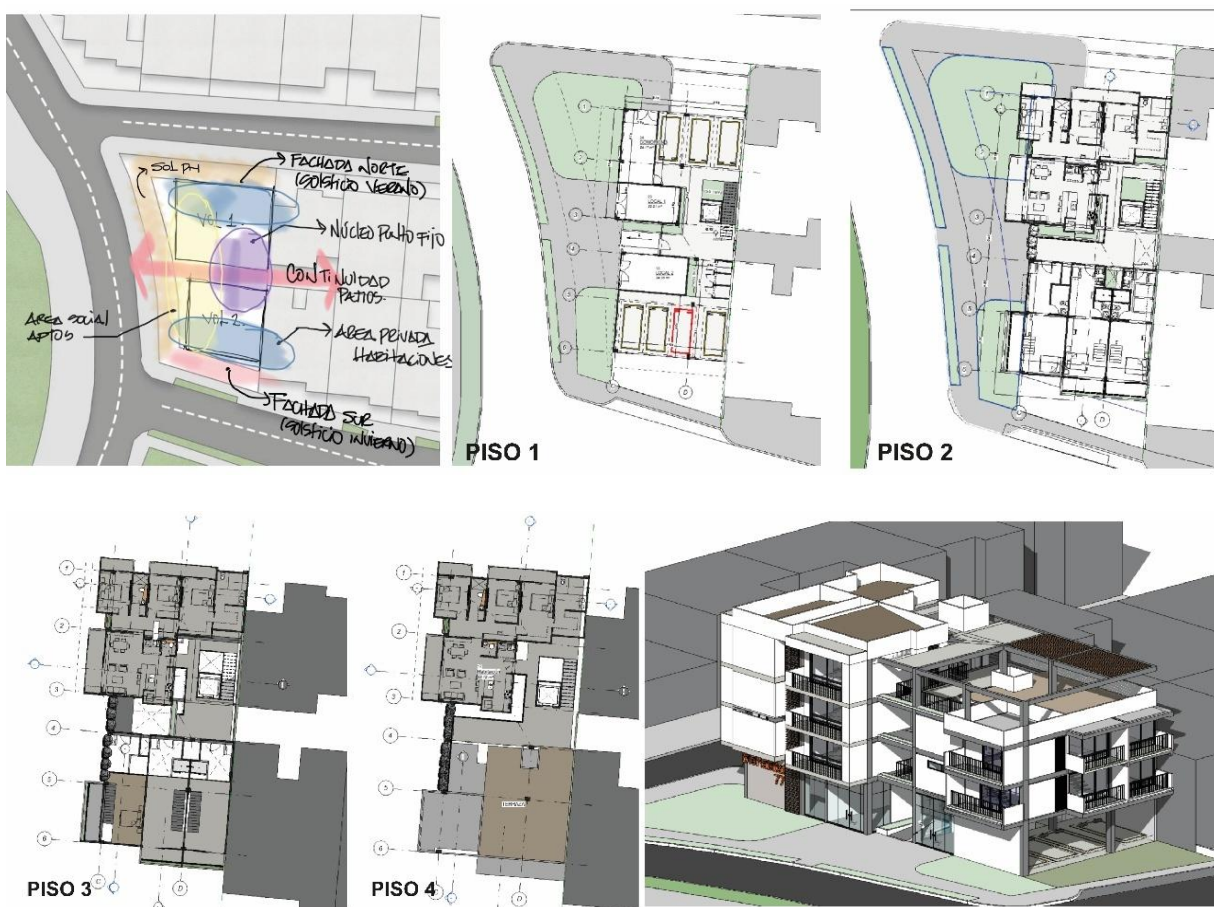
**Fuente:** Elaboración propia. Software Autodesk Forma.

### 9.1.3. Esquema 3: primer acercamiento de distribución y fachadas:

Como tercer esquema, se desarrolló una propuesta donde ya se incluye la distribución espacial, la cual mantuvo las dos volumetrías separadas por la circulación y punto fijo, pero con ajustes que transformaron completamente el esquema, logrando responder de manera positiva a las condiciones del lote.

La disposición del programa arquitectónico responderá a estas condiciones, ubicando las áreas sociales y de mayor permanencia en las zonas con mejor ventilación y menor incidencia solar directa, mientras que las áreas privadas se protegen de la radiación más intensa, garantizando condiciones de confort térmico y ambiental.

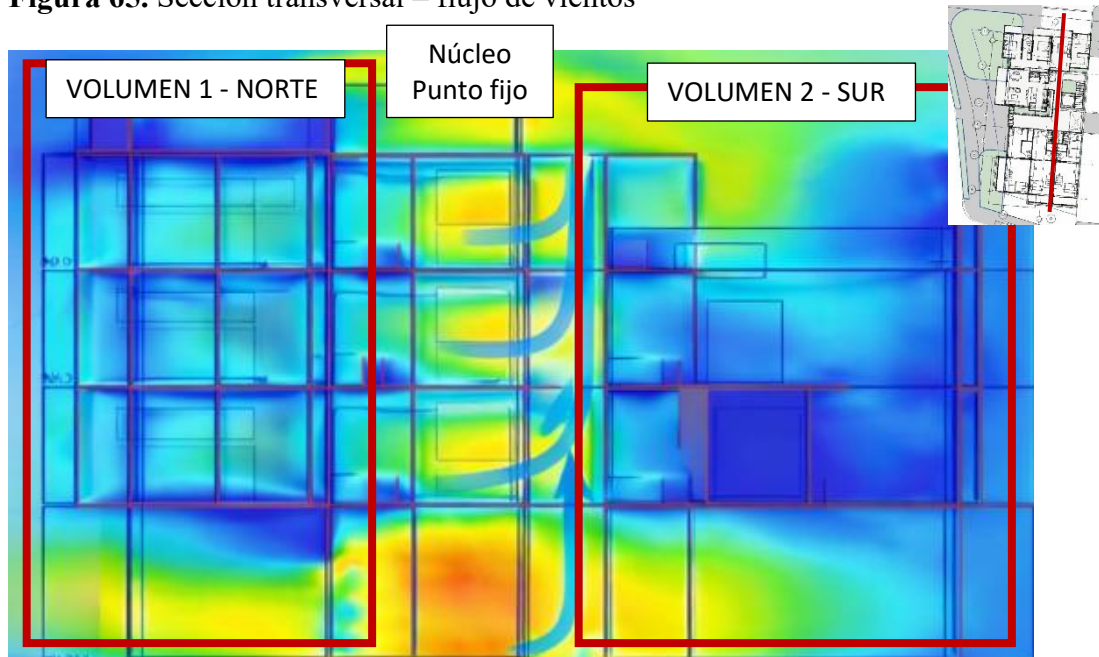
**Figura 62.** Planimetrías



**Fuente:** Elaboración propia – Revit Autodesk



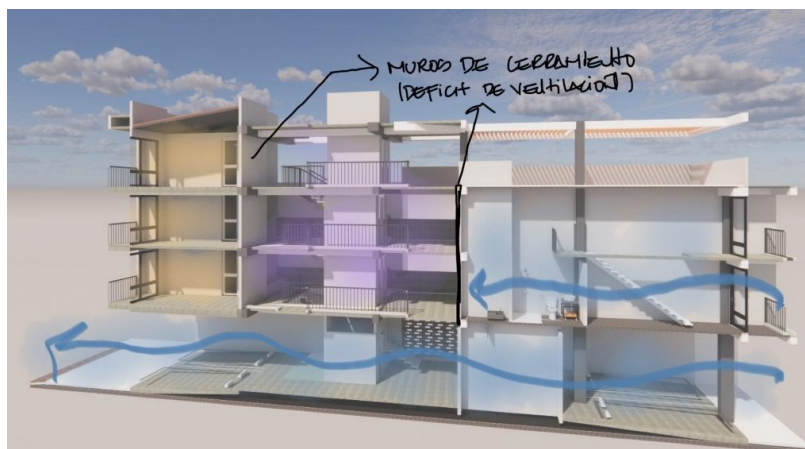
**Figura 65.** Sección transversal – flujo de vientos



**Fuente:** Elaboración propia – Autodesk CFD

Teniendo en cuenta la simulación de vientos realizada en Autodesk Forma, se evidencia que, si bien los vientos predominantes provienen del sur, la configuración volumétrica y de aberturas en fachadas actuales del esquema 3 actúa como obstáculo para la correcta captación de estos flujos de aire.

**Figura 66.** Esquema de flujo de vientos



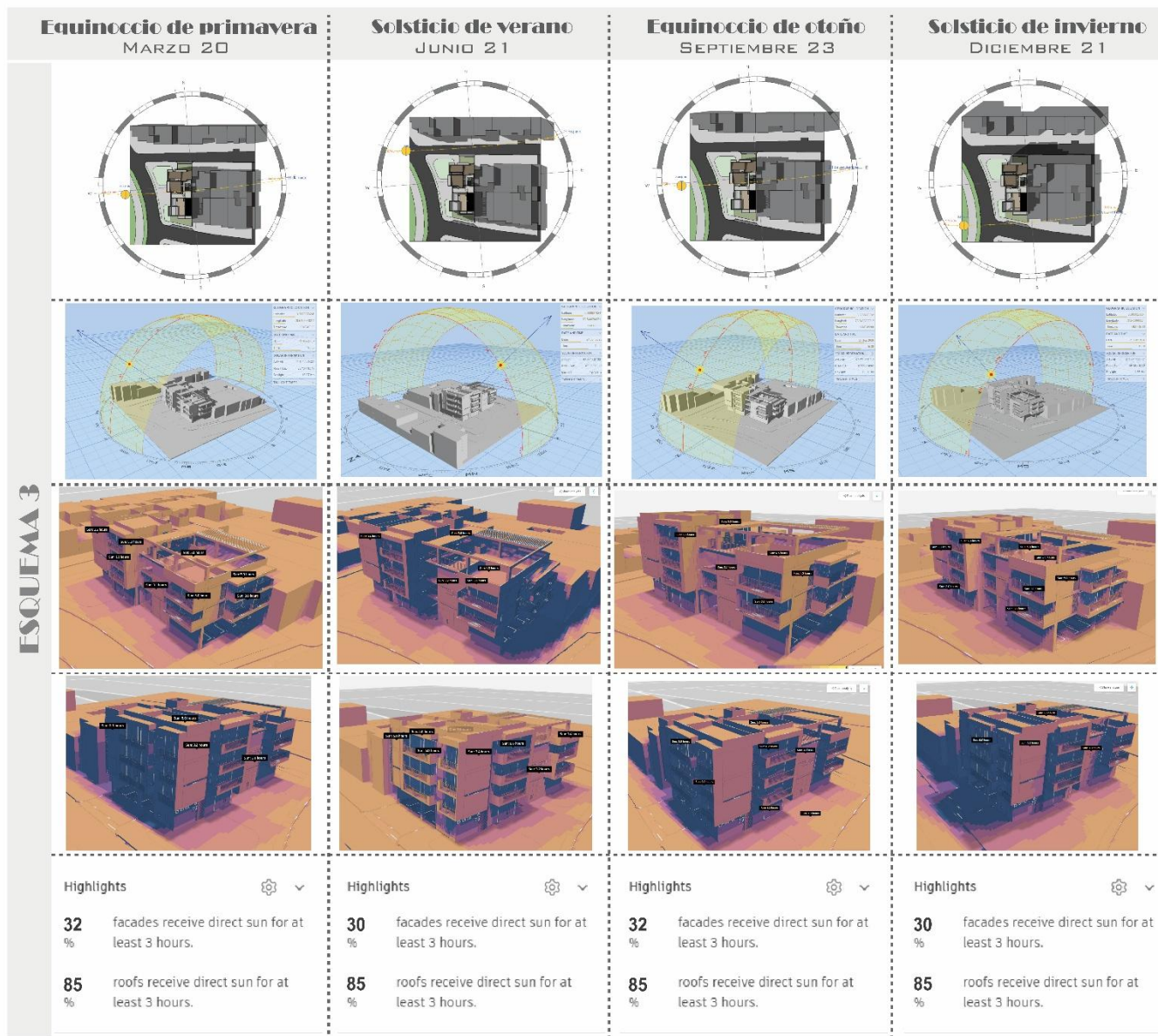
**Fuente:** Elaboración propia. Revit y dibujo a mano.

El volumen 2 ubicado sobre la fachada sur, genera una barrera que limita la entrada de viento hacia el interior del proyecto, impidiendo que el flujo se distribuya de manera eficiente a través de las circulaciones, patios y espacios intermedios, y que alcance los apartamentos ubicados en las zonas posteriores del lote.

Este comportamiento pone en evidencia la necesidad de ajustar la volumetría y la disposición de las aberturas, de manera que se permita una mayor permeabilidad al viento predominante, favoreciendo la ventilación natural y el confort climático de los espacios habitables.

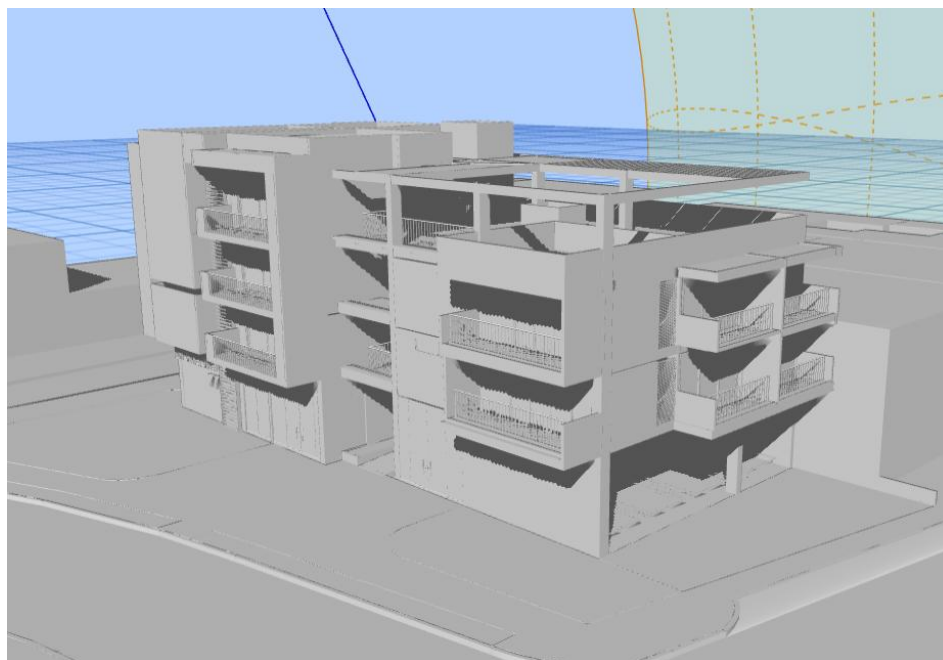
- **Análisis de radiación:**

**Figura 67.** Análisis solar y radiación en los solsticios y equinoccios-



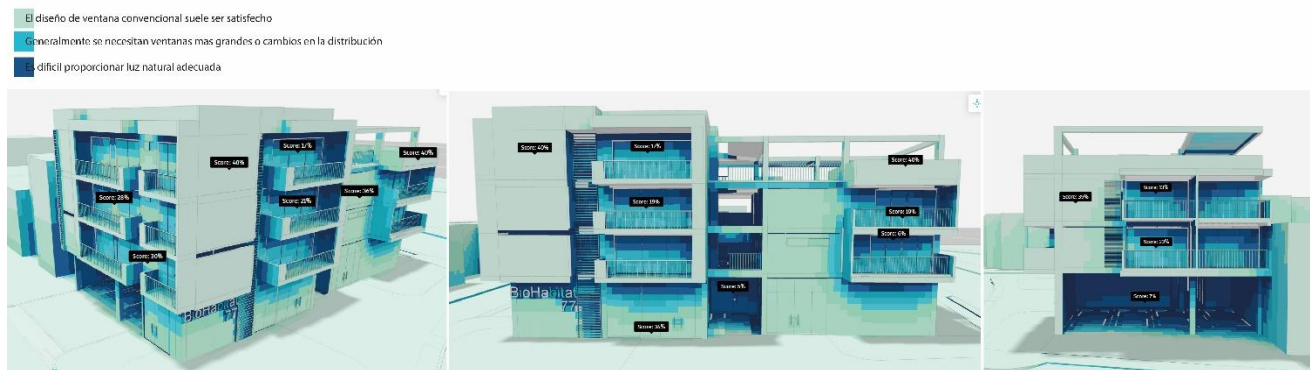
**Fuente:** Elaboración propia – Autodesk forma

**Figura 68.** Análisis de sombra



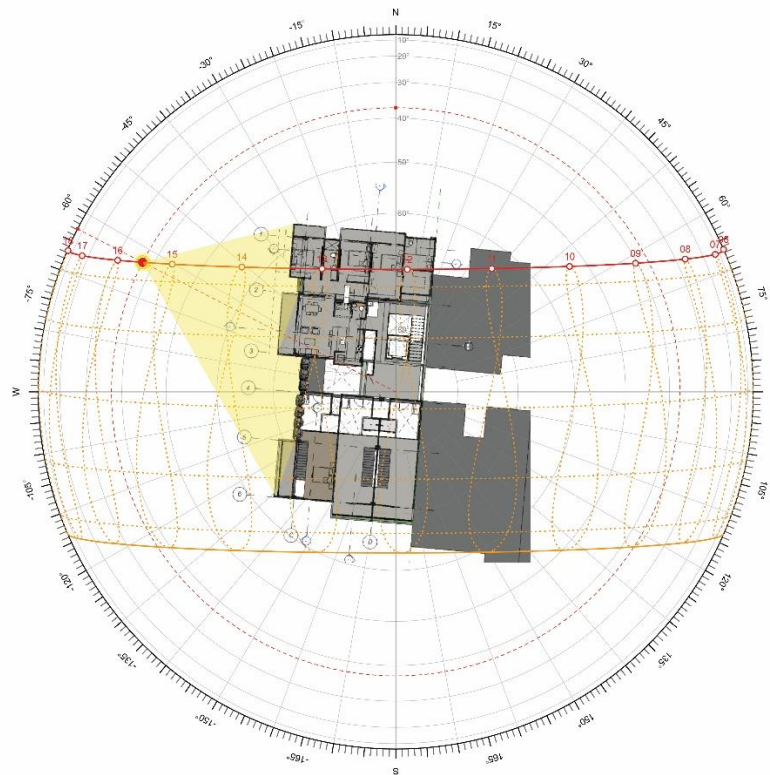
**Fuente:** Elaboración propia. Software Andrew Marsh.

**Figura 69.** Análisis de iluminación.



**Fuente:** Elaboración propia. Software Autodesk Forma.

**Figura 70.** Carta solar. Incidencia solar sobre fachada más larga - Solsticio de verano (3:30 pm)



**Fuente:** Elaboración propia.

Esta propuesta inicial logró equilibrar las condiciones de asoleamiento e iluminación optimizando mejor el diseño arquitectónico y climático del proyecto con la implementación de balcones y aleros, sin embargo, se presenta un déficit en el ámbito de la ventilación cruzada el cual se deberá resolver con diferentes estrategias pasivas.

## 7. CAPÍTULO 5. FASE 4: TOMA DE DECISIONES PROYECTUALES.

A partir del análisis climático, urbano y social desarrollado en las fases anteriores, se establecen una serie de criterios que orientan el desarrollo del proyecto arquitectónico. Estas decisiones se fundamentan en las condiciones ambientales del lugar, las dinámicas del barrio y las necesidades identificadas en los habitantes del sector.

### 7.1. Criterios principales del diseño:

- Aprovechamiento de los vientos predominantes del sur mediante ventilación cruzada.
- Protección solar en fachadas con mayor exposición, especialmente en horas más críticas.
- Incorporación de vegetación en fachadas y en espacios internos como estrategia bioclimática y de control visual.
- Continuidad de patios y vacíos existentes como estrategia ambiental y urbana.
- Organización del programa según el asoleamiento y la ventilación.

Con base a las primeras aproximaciones de esquemas y simulaciones, se toman diferentes decisiones para contrarrestar los efectos relacionados con la radiación y el déficit de ventilación que tienen los espacios.

- En el esquema 3, la volumetría sur, la cual enfrenta directamente el viento predominante proveniente del sur, estaba bloqueando la ventilación cruzada hacia la siguiente nave. Por ello, se planteó una planta base libre y permeable para permitir el paso del viento a través del primer nivel y se implementan otras estrategias para darle dirección al viento hacia los niveles superiores y poder ventilar los apartamentos grandes que se estaban viendo perjudicados.



## 8. CAPÍTULO 6. Fase 5: Desarrollo del diseño arquitectónico final

### 8.1. Programa arquitectónico

El programa arquitectónico definido para el proyecto se compone de dos tipos de unidades: Apartamentos familiares de aproximadamente 120 m<sup>2</sup> y aparta estudios de aproximadamente 36 m<sup>2</sup> destinados a rentas cortas o alquiler.

Esta configuración responde directamente a los resultados obtenidos de la encuesta y de las entrevistas realizadas en el barrio Ciudad Capri, donde se evidenció una preferencia por conservar una vivienda principal amplia para el núcleo familiar, al tiempo que se incorporan unidades más pequeñas como estrategia de aprovechamiento económico del lote. De esta manera el proyecto no impone una tipología externa y ajena a las necesidades, sino que formaliza arquitectónicamente una dinámica social ya presente en el sector.

**Figura 72.** Mapa de usos



**Fuente:** Elaboración propia

Adicionalmente se incorpora dentro del programa arquitectónico y de usos, algunos locales comerciales, teniendo en cuenta que el proyecto se encuentra sobre la calle 11, una vía de carácter importante dentro del barrio sin dejar de ser una vía de escala local, sobre esta vía se generan unas dinámicas que responden a diferentes usos como el comercio debido a que en frente se encuentra el parque principal del barrio en el cual divergen diferentes actividades.

## 8.2. Cuadro de áreas del proyecto.

**Tabla 4.** Cuadro de áreas

AREAS	M2			
Area Lote	548,821			
PROGRAMA PROYECTO		Tipología 1	Tipología 2	
N° DE PISOS	4			
N° TOTAL DE APARTAMENTOS	6	3	3	
CUADRO DE AREAS				
<b>AREA UTIL</b>	548,821			
<b>AREA CONSTRUIDA 1 PISO</b>				
AREA CONSTRUIDA DE LOCALES				
		Local 1		21,27
		Local 2		23,63
AREA CONSTRUIDA CIRCULACIONES + PARQUEADEROS				80
AREA CONSTRUIDA DE PUNTO FIJO				8,86
AREA CONSTRUIDA DE ZONAS COMUNES				26,24
<b>AREA TOTAL CONSTRUIDA 1ER PISO (PARA CÁLCULO INDICE DE OCUPACIÓN)</b>	<b>160</b>			
<b>AREA CONSTRUIDA 2 PISO</b>				
AREA CONSTRUIDA APARTAMENTO TIPO 1				125
AREA CONSTRUIDA APARTAMENTO TIPO 2 (primer nivel dúplex)				35,43
AREA CONSTRUIDA CIRCULACIONES				28
AREA CONSTRUIDA DE PUNTO FIJO				8,86
AREA CONSTRUIDA DE ZONAS COMUNES				0.00
<b>AREA TOTAL CONSTRUIDA 2 PISO</b>	<b>197,29</b>			

<b>AREA CONSTRUIDA 3 PISO - Mezanine dúplex</b>	
AREA CONSTRUIDA APARTAMENTO TIPO 1	125
AREA CONSTRUIDA APARTAMENTO TIPO 2 (segundo nivel dúplex)	20,34
AREA CONSTRUIDA CIRCULACIONES	15
AREA CONSTRUIDA DE PUNTO FIJO	8,86
AREA CONSTRUIDA DE ZONAS COMUNES	0.00
<b>AREA TOTAL CONSTRUIDA # PISO</b>	<b>169,2</b>
<b>AREA CONSTRUIDA 4 PISO</b>	
AREA CONSTRUIDA APARTAMENTO TIPO 1	125
AREA CONSTRUIDA CIRCULACIONES	15
AREA CONSTRUIDA DE PUNTO FIJO	8,86
AREA CONSTRUIDA DE ZONAS COMUNES	73,43
<b>AREA TOTAL CONSTRUIDA # PISO</b>	<b>222,29</b>
<b>AREA TOTAL CONSTRUIDA</b>	<b>748,78</b>
<b>AREA TOTAL VENDIBLE (AREA SOLO VIVIENDA TOTAL)</b>	<b>430,77</b>

**Tabla 5.** Cuadro de edificabilidad del proyecto.

<b>EDIFICABILIDAD</b>	<b>NORMA</b>		<b>PROYECTO</b>	
<b>INDICE OCUPACIÓN</b>	0,3	164,65	0,29	<b>160</b>
<b>INDICE DE CONSTRUCCION BASE</b>	1,4	768,34	0,97	<b>748,78</b>

### 8.3. Planimetrías del proyecto

#### 8.3.1. Planta nivel 1

Figura 73. Planta primer piso.



Fuente: Elaboración propia

### 8.3.2. Planta nivel 2

Figura 74. Planta segundo piso.



Fuente: Elaboración propia

### 8.3.3. Planta nivel 3

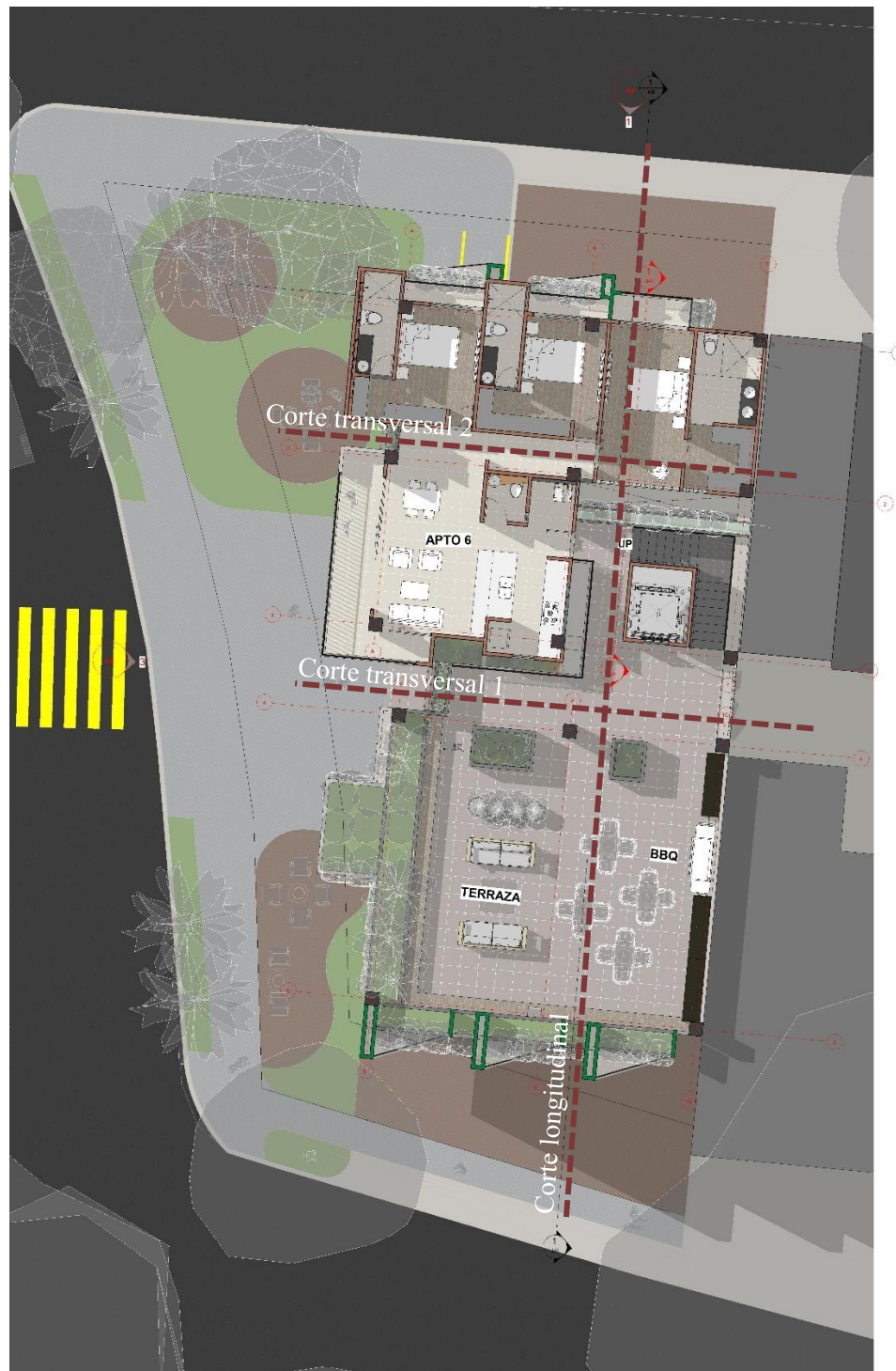
Figura 75. Planta tercer piso.



Fuente: Elaboración propia

### 8.3.4. Planta nivel 4

Figura 76. Planta cuarto piso.



Fuente: Elaboración propia

## 8.3.5. Planta de cubiertas

Figura 77. Planta de cubiertas.



Fuente: Elaboración propia

### 7.1.1. Tipología 1 – apartamento familiar de 125 m<sup>2</sup>

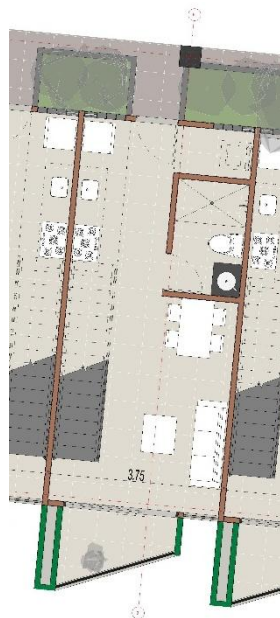
**Figura 78.** Planta tipo. Apartamento familiar.



**Fuente:** Elaboración propia.

### 7.1.1. Tipología 2 – apartamento dúplex (55,77 m<sup>2</sup>)

**Figura 79.** Planta dúplex primer piso



**Figura 80.** Planta dúplex segundo



**Fuente:** Elaboración propia.

### 7.1.2. Cortes y fachadas del proyecto final

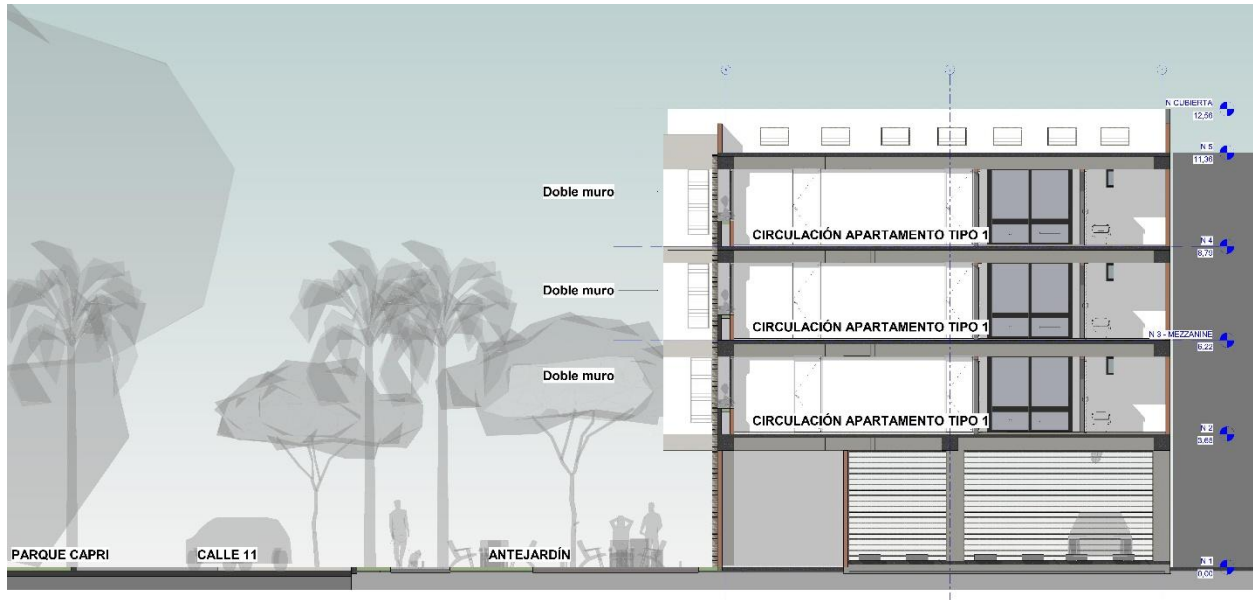
**Figura 81.** Corte longitudinal



**Figura 82.** Corte transversal 1



**Figura 83.** Corte transversal 2



**Figura 84.** Fachada norte



**Figura 85.** Fachada oeste



**Figura 86.** Fachada sur



**Figura 87.** Corte por fachada – Patio frío- estrategia bioclimática.



**Fuente:** Elaboración propia

**Figura 88.** Materas con tensores



**Fuente:** Recurso en línea. Tomado de Google

Una de las estrategias principales en el proyecto, es la ventilación cruzada, por esta razón, a partir del proceso de simulaciones y esquemas del proyecto, se llega a esta estrategia que se denomina patio frío, la cual funciona como un túnel de ventilación redirigida intencionalmente para ventilar las habitaciones principales las cuales eran las que más se veían afectadas en los primeros esquemas por la falta de ventilación.

Dentro esta estrategia, se implementan otras estrategias formales para que este patio frio funcione:

1. Uso de calados Massari en el muro de cerramiento de la alcoba principal con una geometría particular, la cual tiene una inclinación que hace que el viento se direcciona hacia arriba, con la intención de captar el flujo de viento llevándolo hacia arriba proporcionando una mejor ventilación en el espacio haciendo una renovación de aire efectiva y evacuando el aire caliente que se acumula en las zonas superiores del espacio. Este calado permite brindar al espacio privacidad, iluminación natural a través del patio y ventilación natural por medio de la estrategia implementada.

**Figura: 89.** Calado Massari



**Fuente:** Catalogo Innovacron. <https://innovacron.co/wp-content/uploads/2025/07/INNO-2025.pdf>

2. Los calados son acompañados de otro tipo de carpintería como puerta ventana, esto ayuda a que la humedad no entre en horas de la noche y se proteja el espacio de acuerdo con el horario y a la necesidad.

3. Paisajismo: Se implementan materas con tensores y enredaderas para lograr que el viento suba y no se disperse hacia el punto fijo, también funciona como un elemento vegetal de protección visual hacia la alcoba principal.

**Figura 90.** Materas con tensores y vegetación



**Fuente:** Elaboración propia. Software Revit

## 9. CAPITULO 7. FASE 6: VERIFICACIÓN DEL DISEÑO FINAL

### 9.1. Análisis de vientos propuesta final

El proyecto, desde su esquema básico, está diseñado para garantizar una ventilación cruzada mediante dos estrategias principales:

- La **volumetría 2 (sur)** fue diseñada con fachadas permeables en el primer piso, permitiendo el paso de la ventilación hacia la **volumetría 1 (norte)**. Y de la misma manera, se generan persianas en la fachada de los apartamentos tipo 2 (dúplex) para garantizar que haya renovación de aire continua.
- En la **volumetría 1 (norte)** se implementaron un conjunto de estrategias bioclimáticas para conformar lo que sería una de las estrategias principales del proyecto la cual consiste en un patio frío, este se complementa con elementos que permiten captar los vientos predominantes provenientes del sur haciendo que se redistribuyan a través de este patio, Adicionalmente, sobre las habitaciones principales de la tipología 1, se proponen muros calados para ventilar estos espacios, generando así un **efecto Venturi** que optimiza la ventilación cruzada.

Además, se implementaron estrategias adicionales de ventilación cruzada para cada nivel, adaptadas a las necesidades específicas. Estas estrategias se fundamentaron en el archivo **EPW Estación Univalle 2020-2022**, que presentaba la mayor aproximación a los datos de la estación meteorológica ERA. También se corroboraron con el programa **FORMA** de Autodesk, el cual utiliza datos satelitales para analizar las condiciones climáticas.

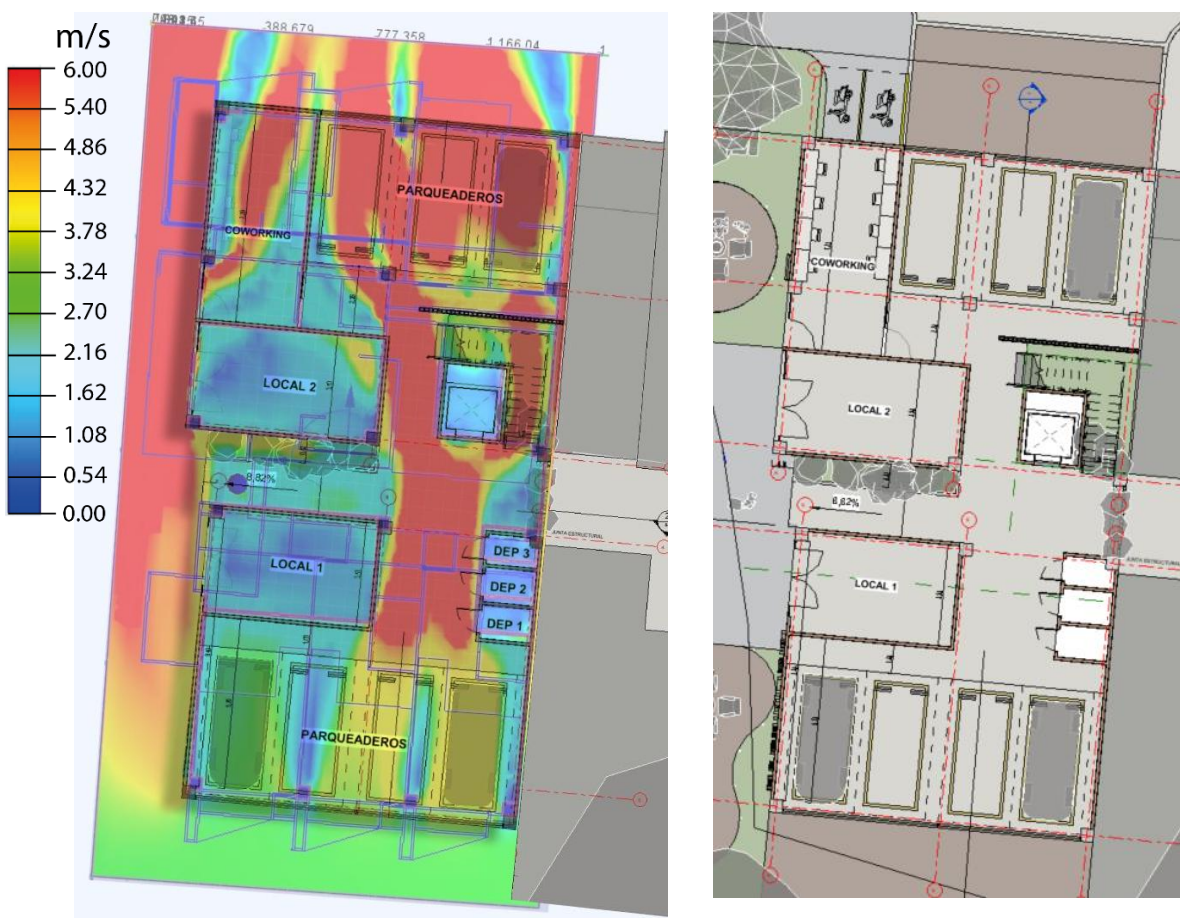
- En el **nivel 1**, con obstáculos mínimos establecidos la velocidad del viento alcanzó los **6.00 m/s**.

- En el **nivel 4** y la cubierta, la velocidad alcanzó entre **1.62 m/s** hasta los **4.32 m/s**, garantizando así una velocidad del viento dentro de los estándares de confort térmico según las sensaciones del ser humano.

Estas simulaciones y estrategias garantizaron que el proyecto responda de manera eficiente a las condiciones climáticas actuales, optimizando la ventilación cruzada en cada nivel del edificio.

- **Planta nivel 1 +/-0:00 (Comercio y parqueaderos)**

**Figura 91.** Análisis de vientos planta de primer piso. Nivel +/- 0,00



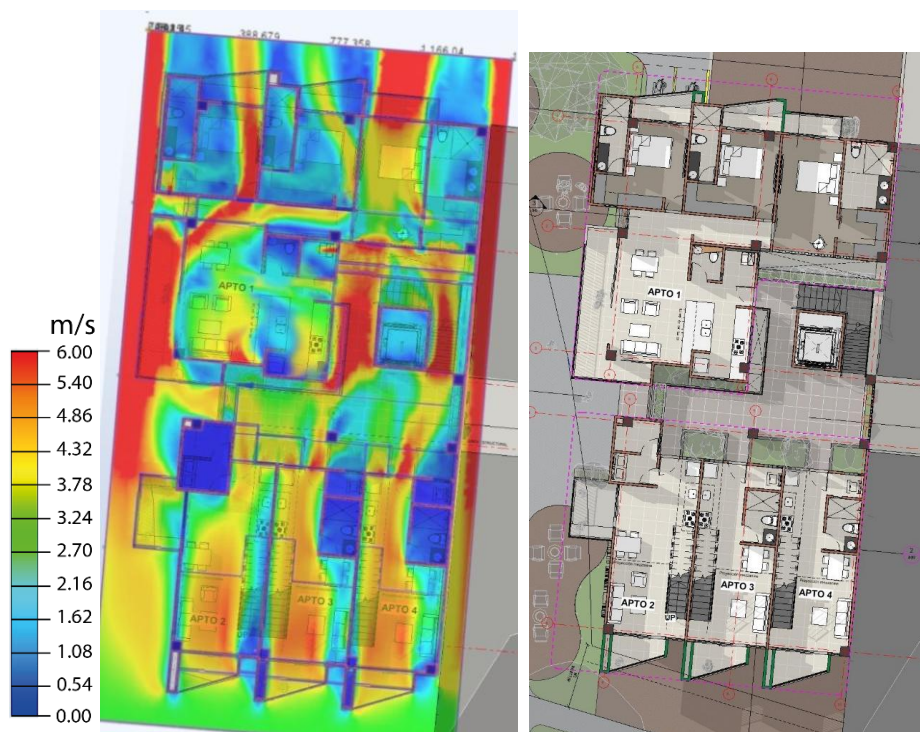
**Fuente:** Elaboración propia. Software Revit + CFD

La planta del primer piso se diseñó para albergar todo lo relacionado a parqueaderos, locales comerciales, zonas comunes y acceso peatonal, las cuales presentan una configuración particular para permitir que este nivel sea la base o el punto de partida para la captación de los

vientos provenientes del sur, es por esto que, como se puede evidenciar en el análisis de vientos de CFD, se presentan flujos de vientos con una velocidad considerable especialmente en la zona de parqueo, a pesar de que la velocidad de viento dentro del rango de confort térmico debe estar entre los 1.2 m/s hasta los 3.4 m/s según Olygay, al ser un espacio donde se ubican los vehículos los cuales emiten gases y calor irradiado por el motor, se presenta como una estrategia para mitigar y purificar el aire en este espacio y evitar que estos gases emitidos por los vehículos suban a los apartamentos a través de los patios.

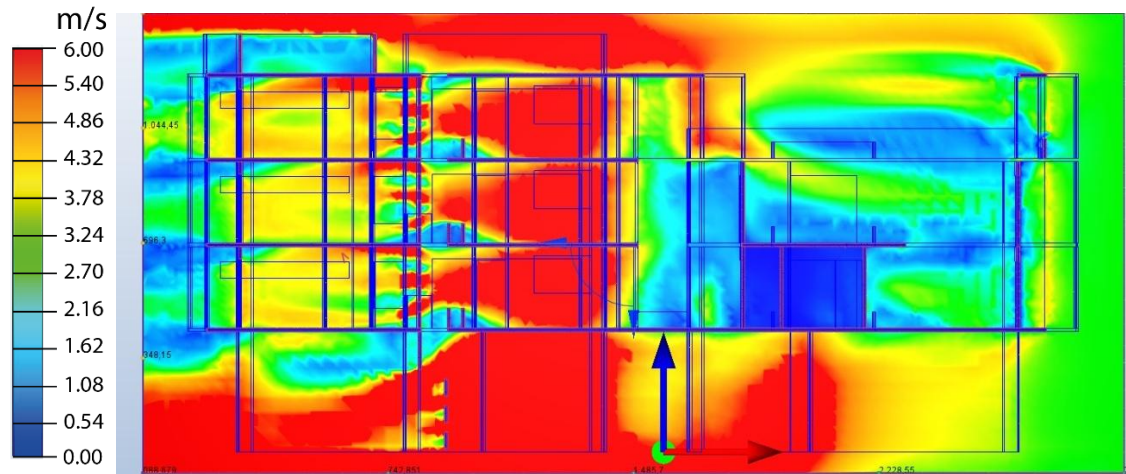
- **Planta nivel 2 +3.65 (Apartamentos)**

**Figura 92.** Análisis de vientos planta de segundo piso. Nivel +/- 3.65 m



**Fuente:** Elaboración propia. Software Revit + CFD

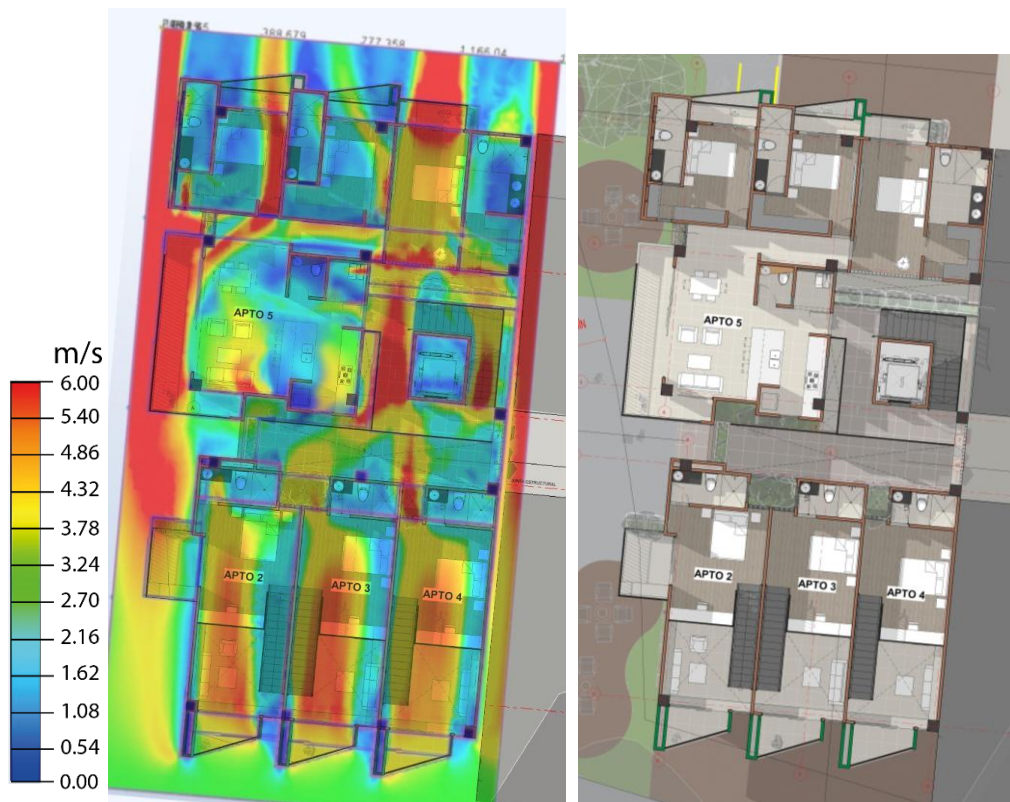
**Figura 92.** Sección longitudinal análisis de vientos (patio frío)



**Fuente:** Elaboración propia. Software Revit + CFD

- **Planta nivel 3 +6.22 m (Apartamentos)**

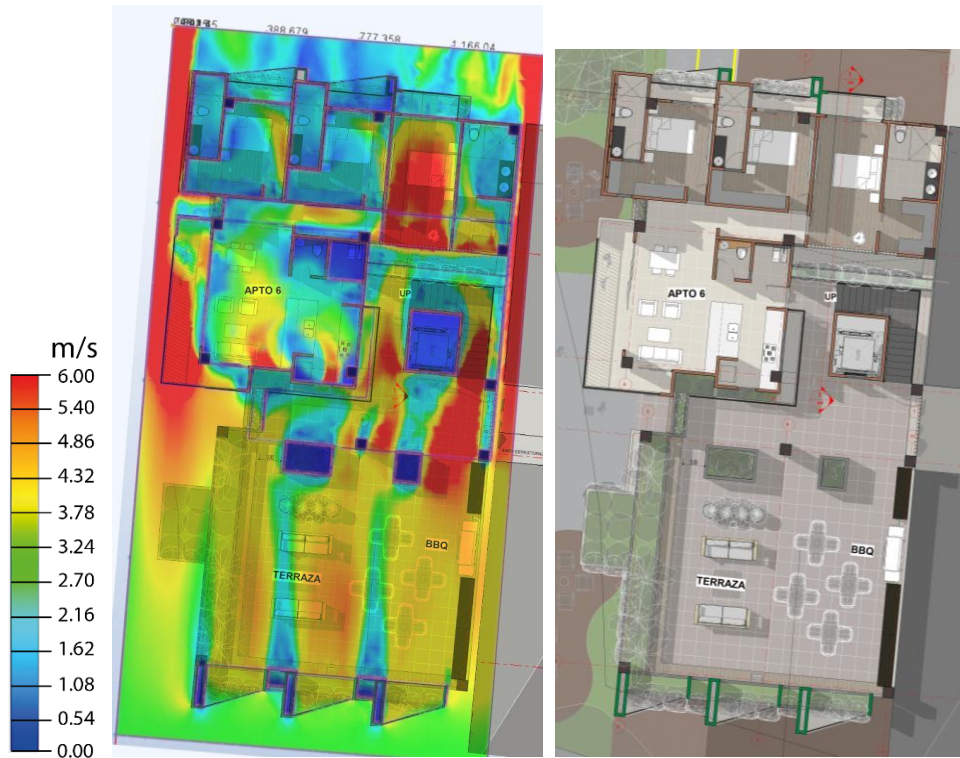
**Figura 93.** Análisis de vientos planta de tercer piso. Nivel + 6.22 m



**Fuente:** Elaboración propia. Software Revit + CFD

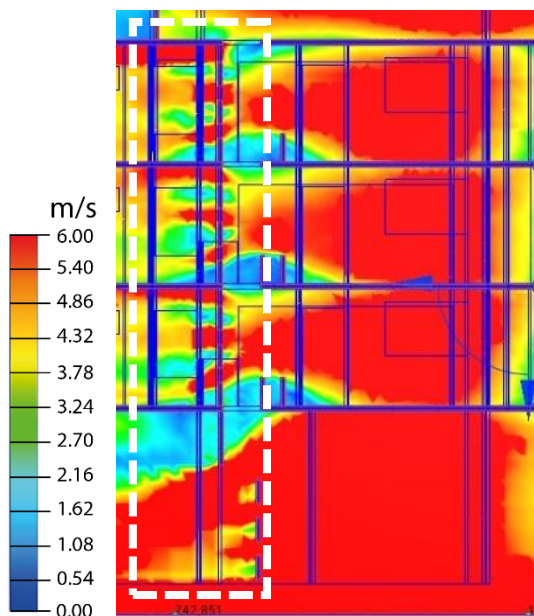
- Planta nivel 4 +8.79 m (Apartamentos tipo 1 – Zonas comunes)

**Figura 94.** Análisis de vientos planta de cuarto piso. Nivel + 8.79 m



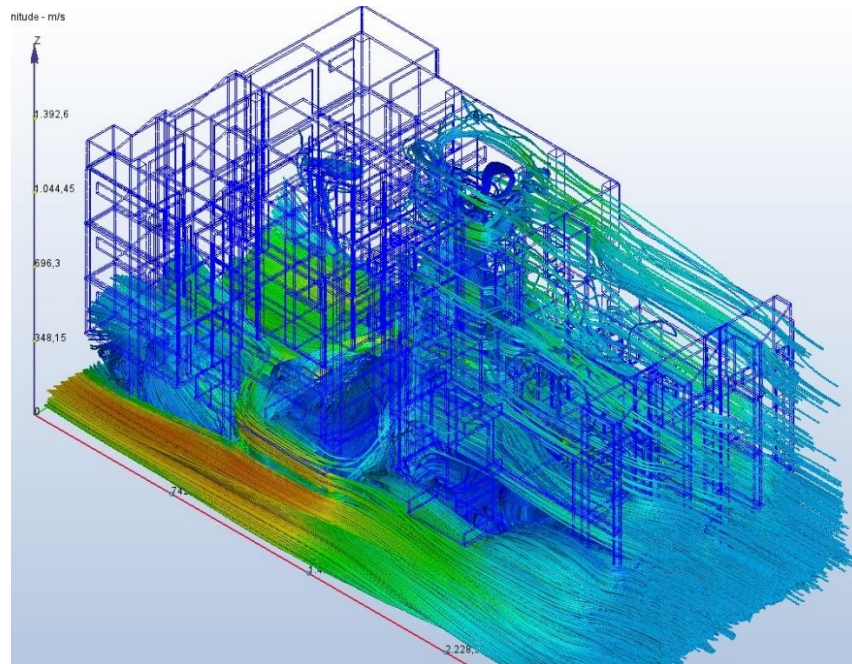
**Fuente:** Elaboración propia. Software Revit + CFD

**Figura 95.** Análisis de vientos – Patio frío



La simulación evidencia que la estrategia de patio frío implementada para lograr ventilación natural en las habitaciones principales del apartamento tipo 1 tiene un comportamiento adecuado, obteniendo los resultados esperados al implementar el uso de los calados y la barrera visual vegetal.

**Figura 96.** Sistema de circulación de vientos dentro del edificio



La simulación refleja el comportamiento de los vientos en los espacios mostrando que el viento ingresa de manera favorable, esto es gracias a la ubicación de las aberturas y a la distribución espacial del edificio en general.

Además, se puede evidenciar que los vientos alcanzan una mayor velocidad en el núcleo del punto fijo, el cual se convierte en el pulmón del proyecto y es por el cual a través de él, se distribuirán los flujos de vientos hacia los espacios internos que colindan con el punto fijo como habitaciones y cocinas.

Lo mencionado anteriormente permite que, en el último nivel de apartamentos, a pesar de ser el más expuesto a las cargas térmicas por la cubierta, sea también el nivel con el mayor flujo de ventilación además de que en el volumen 1 se está implementando como estrategia una doble cubierta para reducir el impacto de calor por radiación directa sobre la cubierta.

## 9.2. Análisis de iluminación - Propuesta final

El proyecto desde su implantación se enfrenta al sol de la tarde con su fachada más larga (oeste), teniendo en cuenta que, al ser un lote pequeño, limita la posibilidad de generar variaciones en la orientación de la volumetría. Es por esta razón que se debieron implementar estrategias como aleros y balcones para reducir el impacto directo del sol y evitar iluminación excesiva en los espacios, teniendo en cuenta que la temperatura promedio en la ciudad de Cali es alta.

De igual manera para las fachadas norte y sur, las cuales se ven más afectadas en los solsticios, se implementan otro tipo de diseño de balcones que protejan durante estas fechas de los solsticios y que el resto del año, en los equinoccios, los espacios orientados hacia el sur y el norte puedan aprovechar la iluminación natural sin entrar en sombra total y alcanzar un equilibrio en los 3 factores seleccionados como estudio en este proyecto (Vientos, radiación e iluminación).

Teniendo en cuenta que la fachada norte tiene visuales directas hacia los vecinos, se implementan diagonales en los balcones las cuales permiten fugar estas visuales hacia el parque principal; los balcones se diseñan con una profundidad de 1.50 m del lado más profundo y 1.00m del lado menos profundo para dar solución a las visuales, proteger de la radiación y aprovechar la iluminación natural.

## Figura 97. Simulación de iluminación

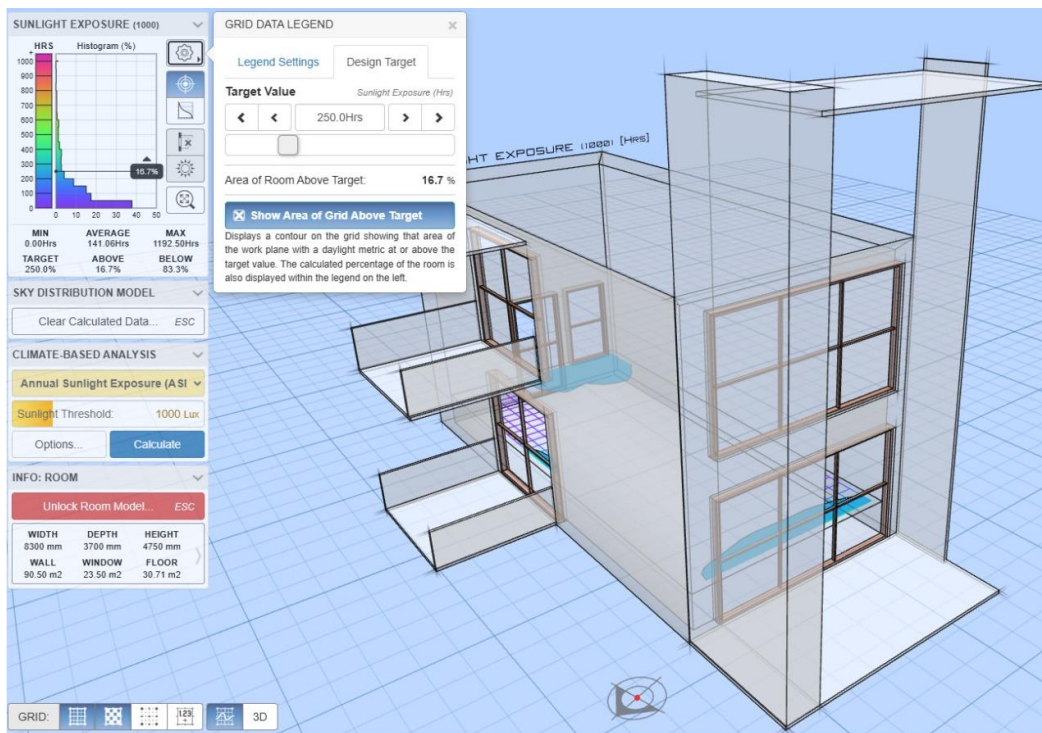


**Fuente:** Elaboración propia. Software Autodesk Forma.

La estrategia de iluminación para la **fachada oeste** consiste en generar balcones con profundidad entre 1.50 m hasta 2.00 m, con la intención de proteger los espacios internos de la radiación directa del sol sin afectar la iluminación natural de estos. Además, esta solución permite que hacia el costado oeste se puedan aprovechar las visuales más importantes como el parque principal del barrio y captar otras direcciones de viento que provienen del costado oeste.

Finalmente, se consideró que los balcones de la terraza del piso 4 sobre la fachada sur incluyeran vegetación colgante, con el objetivo de reducir en un porcentaje menor la iluminación interna y la radiación, ya que el diseño de los balcones se pensó con doble altura teniendo en cuenta que esta fachada esta enfrentada a otro parque el cual cuenta con una cobertura arbórea alta y esto puede influir directamente sobre la fachada sur generando mayor sombra y aumentando los niveles de humedad; es por esto que al generar balcones con doble altura, se busca contrarrestar la humedad con la iluminación de los espacios, sin dejar a un lado que esta es la fachada mejor ventilada.

**Figura 98.** Simulación de iluminación.



**Fuente:** Elaboración propia. Software Andre Marsh.

Con la aplicación de **Andrew Marsh** para simulaciones de iluminación, se llevó a cabo el análisis de **Daylight Autonomy (DA)** para la tipología 2 (dúplex) estableciendo un objetivo del 80%. Con base a esto los resultados indicaron que el módulo del dúplex alcanzó un **100%**, a pesar de manejar balcones con doble altura. Este porcentaje corresponde al porcentaje anual de horas diurnas útiles, con niveles de iluminación por encima de **500 lux**. Teniendo en cuenta que sobre esta fachada se presentan más obstáculos naturales de iluminación sobre el parque lineal de la carrera 78.

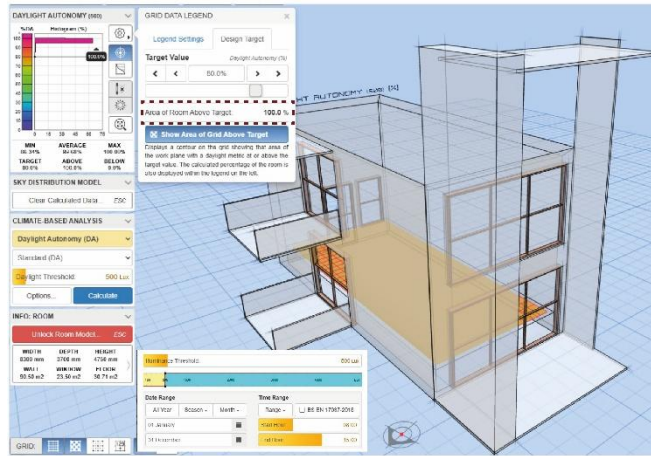
El análisis de **UDI (Useful Daylight Illuminance)** estableció un objetivo del 80% para un rango de **100-3000 lux**, adaptado al uso como vivienda. Los resultados mostraron un **88.7%**,

indicando una alta disponibilidad de luz diurna dentro del espacio, lo que asegura condiciones óptimas durante el tiempo de habitabilidad.

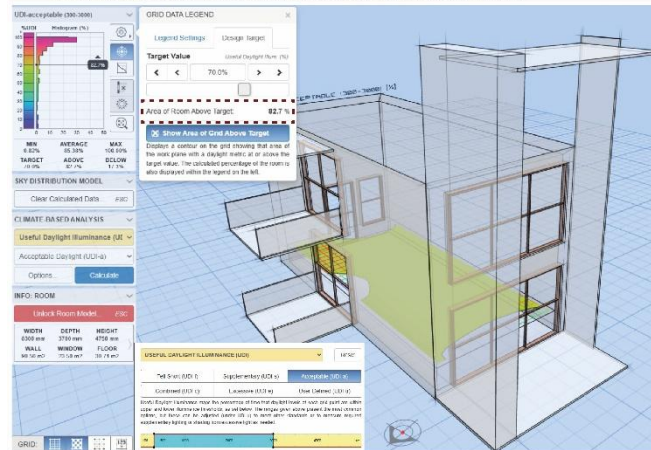
Finalmente, la estrategia de iluminación incluyó la simulación de **Annual Sunlight Exposure (ASE)**, la cual mide el porcentaje las habitaciones que reciben demasiada luz solar directa (más de **1000 lux** durante al menos 250 horas al año). Para evitar deslumbramientos, este porcentaje debía ser menor al 10%, sin embargo, el módulo del dúplex alcanzó un 16.7%, pero se debe tener en cuenta que este análisis se realizó sin considerar el contexto inmediato por lo cual se debe considerar un margen de error de un 40% sobre el resultado.

Con estos análisis y estrategias, se logró un diseño eficiente y equilibrado para el proyecto en general, garantizando el uso de luz natural y minimizando el deslumbramiento y la dependencia de la iluminación artificial. Estas simulaciones permitieron ajustar y perfeccionar las estrategias de iluminación para garantizar que cada nivel cumpla con sus requerimientos específicos, integrando soluciones sostenibles y eficientes.

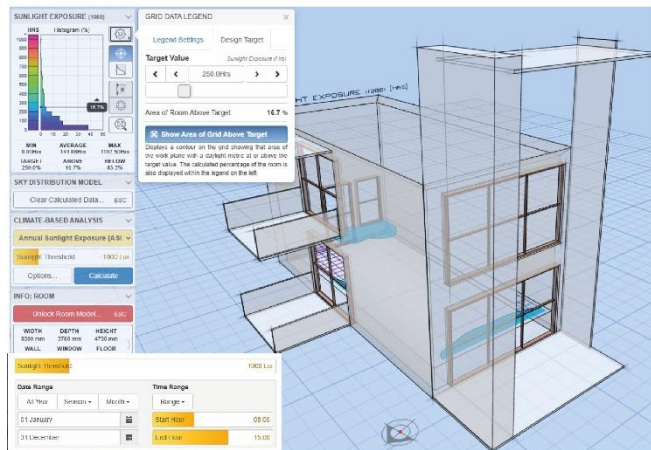
Figura 99. Simulación de iluminación Andrew Marsh.



•Analizar en el año y considerando de las 08:00 a las 18:00 horas:  
 •DA (para 500 lux "daylight threshold" y considerar un "target" de 80%). Lo ideal es que el "Area of Room Above Target" sea de al menos 70%. Cuanto mayor el valor mejor.



•UDI (considerar una franja entre 100 a 3,000 lux). Considerar un "target" de 80% (csea que al menos 80% del ambiente este en las condiciones de 100 a 3,000 lux). Cuanto mayor este valor mejor.



•ASE (considerar un valor máximo de iluminación "sunlight threshold" de 1,000 lux em máximo 250 horas ("target"). Lo ideal es que el "Area of Room Above Target" sea máximo de 10%. Cuanto menor este valor mejor.

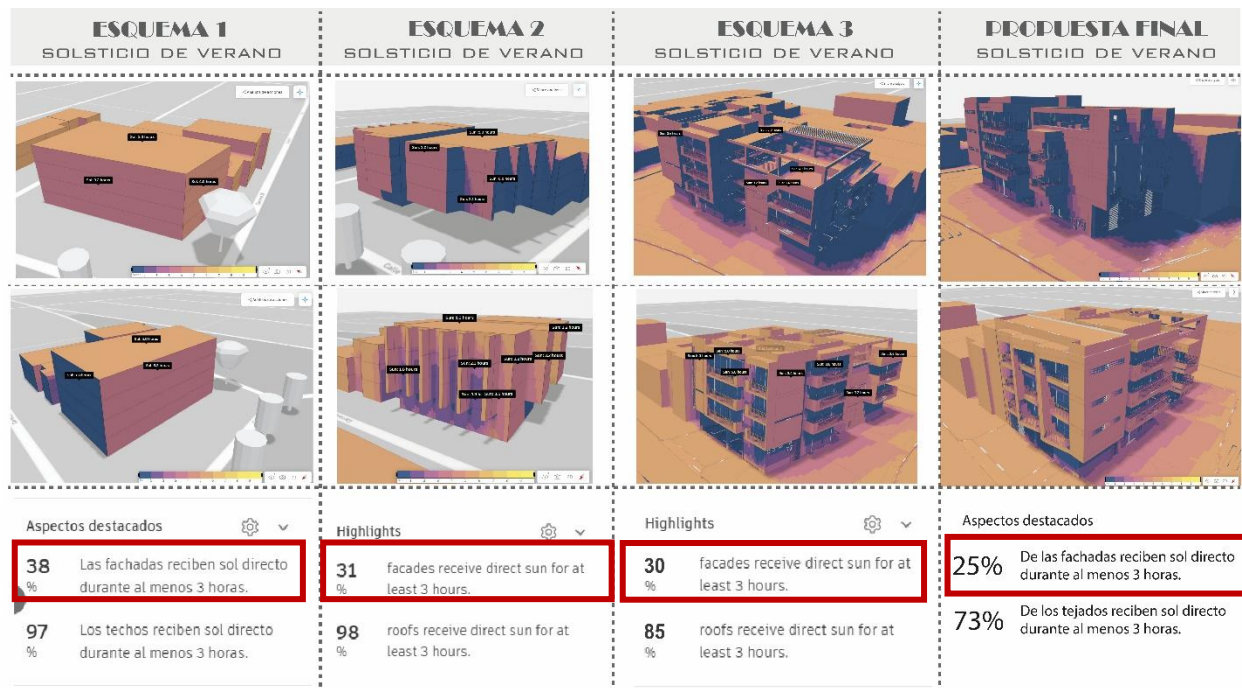
Fuente: Elaboración propia. Software Andre Marsh.

### 9.3. Análisis solar y radiación propuesta final

La propuesta arquitectónica fue planteada considerando su comportamiento frente a la radiación solar. Se buscó sobre las fachadas más afectadas por la radiación, se implementarán diferentes elementos como protección solar.

Para lograr identificar si los elementos seleccionados funcionaban correctamente se realizaron varias simulaciones en los solsticios y equinoccios, arrojando como resultado una disminución considerable en la incidencia solar sobre las fachadas en comparación con los esquemas iniciales propuestos (ver figura 100).

**Figura 100.** Comparación. Análisis solar y radiación en los solsticios y equinoccios



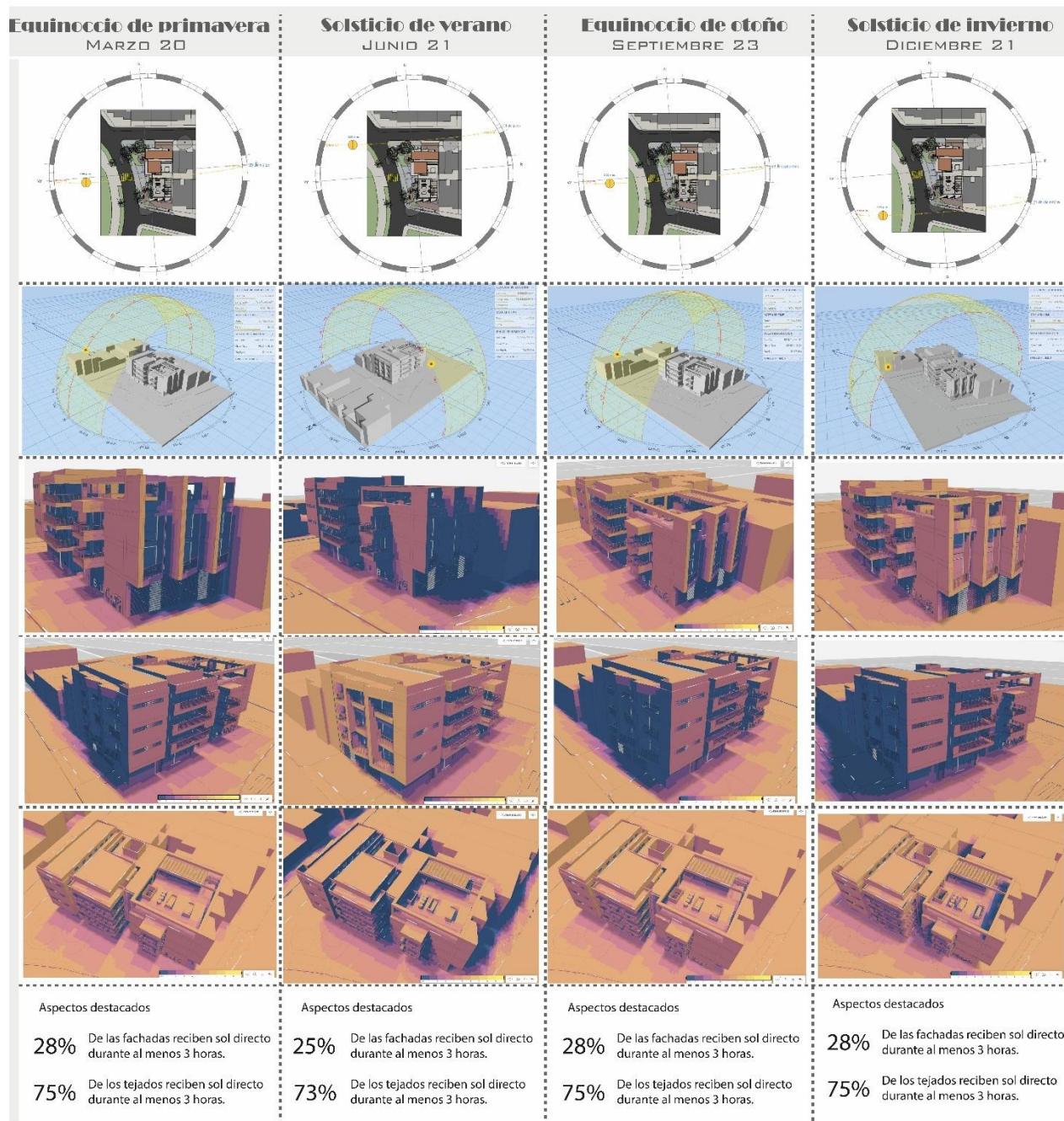
**Fuente:** Elaboración propia. Software Autodesk Forma

En la simulación realizada con **Forma de Autodesk**, se hizo una comparativa en las diferentes fechas clave del año:

- **Equinoccio de primavera y otoño (21 de marzo y 23 de septiembre):** En estas dos fechas, el edificio mostró un comportamiento óptimo frente al asoleamiento, distribuyendo la radiación de manera uniforme en la fachada oeste, lo que permitió maximizar las estrategias de control lumínico y térmico.
- **Solsticio de verano (21 de junio):** Se analizó el edificio durante el momento del año con mayor asoleamiento, especialmente hacia la fachada norte, que conforma la esquina y es la más afectada por esta época del año. Se evaluaron diferentes puntos en las fachadas del edificio, los cuales están representados en los gráficos de simulación.
- **Solsticio de invierno (21 de diciembre):** Durante esta época del año, el edificio enfrenta afectaciones por asoleamiento, ya que el sol está más inclinado hacia la fachada sur. Sin embargo, esta fachada se encuentra protegida, además, por el contexto vegetal inmediato sobre el parque lineal de la carrera 78, lo que ayuda a minimizar las cargas térmicas en esa zona.

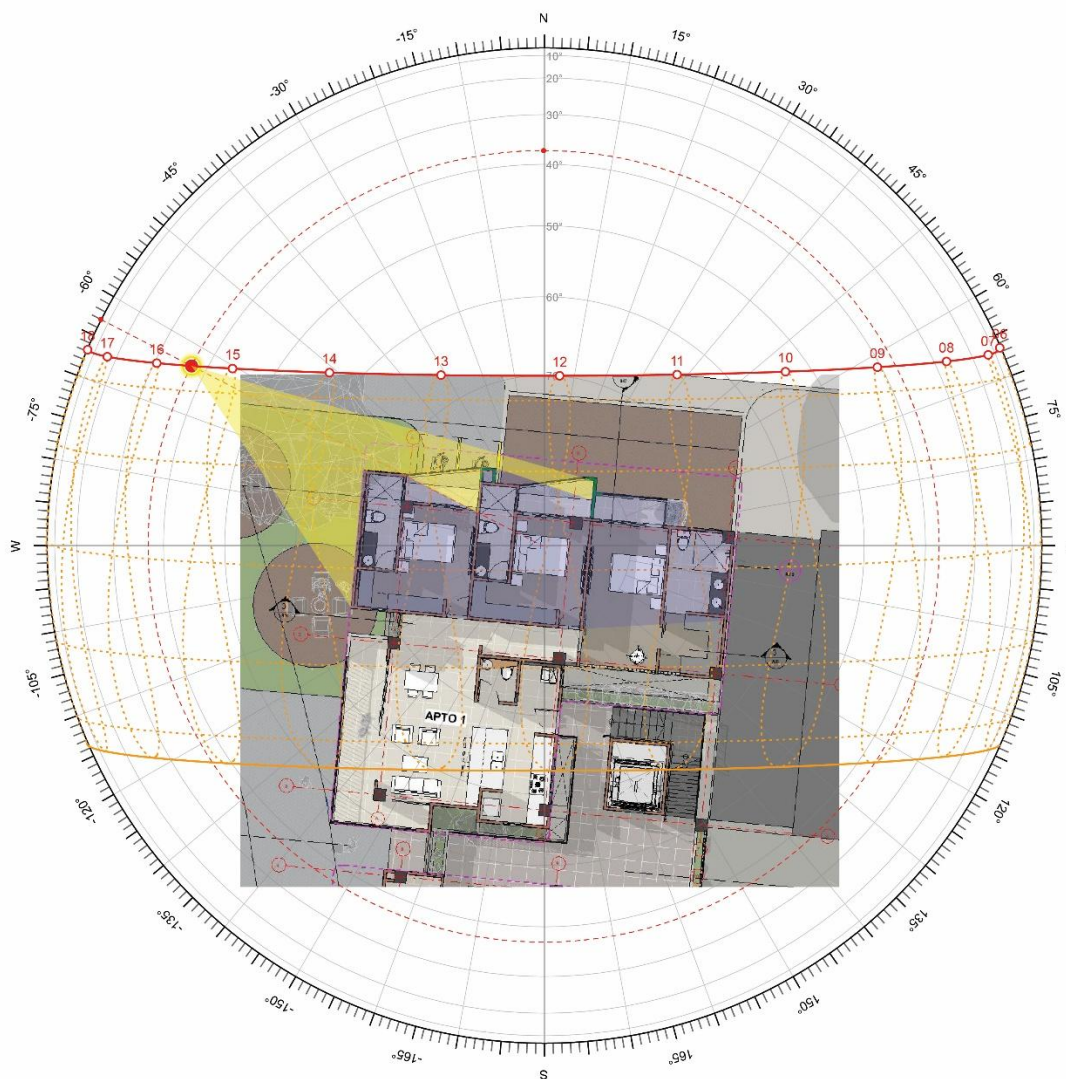
Las simulaciones realizadas, presentadas en las imágenes a continuación, sirvieron como herramienta para confirmar que las estrategias bioclimáticas pasivas implementadas el diseño arquitectónico, fueron eficientes, de igual manera, permitieron evaluar y mejorar la respuesta del edificio frente a la incidencia solar en diferentes momentos del año. A partir de este análisis, fue posible optimizar tanto el comportamiento térmico, como las condiciones de iluminación natural del proyecto.

**Figura 101.** Análisis solar y radiación en los solsticios y equinoccios propuesta final.



**Fuente:** Elaboración propia. Software Autodesk Forma

**Figura 102.** Carta solar. Análisis de incidencia solar en el solsticio de verano (3:30 pm), estrategia bioclimática: Balcones fugados. (apartamento tipología 1-habitaciones)

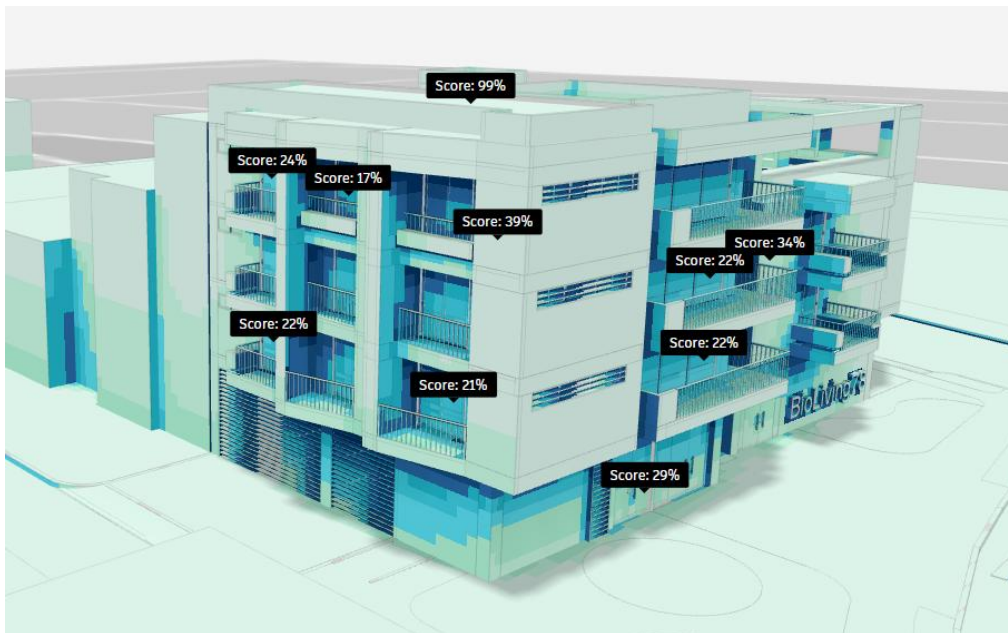


**Fuente:** Elaboración propia. Carta solar tomada del software Andrew Marsh.

En este análisis se comprueba que la decisión de proyectar los balcones fugados de manera diagonal sobre la fachada norte generando diferentes retrocesos con profundidades máximas de 1.50 m, además de suplir necesidades volumétricas en relación con el contexto, teniendo en cuenta que esta fachada esta enfrentada directamente a los vecinos sobre la carrera 77 y es la menos privilegiada en relación con las visuales, también se logra proteger de la

incidencia directa del sol sobre los espacios internos en el solsticio de verano. Sin embargo, en los análisis previos de iluminación, el diseño garantiza que se pueda aprovechar la luz natural sobre esta fachada.

**Figura 103.** Análisis de iluminación fachada norte



**Fuente:** Elaboración propia

## 10. CAPITULO 8. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

El desarrollo del proyecto y el estudio del lugar permitió identificar factores importantes que influyen tanto positiva como negativamente en la planificación de un proyecto arquitectónico independientemente del uso. En este caso, se logró identificar una necesidad latente de los usuarios en el barrio Ciudad Capri de densificación por la alta demanda que surge para habitar en este sector. Teniendo en cuenta que es un barrio ya consolidado, se han ido generando diferentes transformaciones en la tipología de vivienda tradicional, gran parte de estas transformaciones se han dado de manera empírica, sin una adecuada consideración del contexto urbano ni de las condiciones climáticas o ambientales del lugar, lo que ha derivado en edificaciones con bajo desempeño térmico y escasa calidad espacial.

A partir del análisis urbano, morfológico y ambiental realizado en diferentes escalas, se reconocieron determinantes claves del sector, tales como la presencia de patios al interior de las viviendas, la cobertura arbórea presente en el sector y la relación directa con el parque Ciudad Capri el cual pertenece a un corredor biológico importante en la ciudad. Estos elementos demostraron tener un impacto significativo en el microclima del barrio y se consolidaron como determinantes fundamentales para la formulación del proyecto y sus estrategias bioclimáticas.

El estudio de las variables climáticas, especialmente la radiación solar, los vientos predominantes y la humedad relativa, permitieron comprender el comportamiento ambiental del lugar y evidenciar la necesidad de integrar estrategias bioclimáticas desde las primeras etapas del diseño. Las simulaciones que se realizaron durante la formulación del esquema básico se convirtieron en una herramienta clave para la toma de decisiones, permitiendo ajustar la volumetría, la orientación, la disposición de los vacíos y patios y el tratamiento de las fachadas con el fin de mejorar las condiciones de confort térmico y ventilación natural.

Asimismo, la implementación de encuestas y entrevistas a habitantes del sector, permitieron identificar las necesidades y preferencias reales de los usuarios, especialmente en relación con el confort, la flexibilidad en las tipologías y el interés por modelos de vivienda que permitan combinar el uso residencial con la posibilidad de alquiler. Estos resultados dan soporte a la definición y escogencia de las tipologías propuestas, las cuales responden a las necesidades reales de los usuarios.

El diseño arquitectónico final consolida estas variables en un modelo edificatorio de vivienda multifamiliar que busca responder de manera equilibrada a su contexto urbano, ambiental y social, logrando así que este proyecto se diferencie y se destaque por ser vivienda sustentable y bioclimática. Todo esto se logra a través de la implementación de estrategias pasivas como la ventilación cruzada, el control solar mediante aleros y balcones, la incorporación de patios y la relación visual con el contexto inmediato, el proyecto demuestra que es posible mejorar el desempeño y la calidad de la vivienda sin recurrir de manera excesiva a sistemas activos.

Finalmente, la verificación del diseño final mediante nuevas simulaciones permitió comprobar la efectividad de las estrategias implementadas, evidenciando una mejora en el comportamiento climático del edificio en comparación con los esquemas iniciales, con base a esto, el proyecto se plantea como un modelo replicable para procesos de redensificación en barrios tradicionales de la ciudad, aportando criterios de diseño que promueven una arquitectura mas consciente, sostenible y alineada con las necesidades reales de quienes habitan en el lugar.

Para proyecciones futuras, se recomienda que este tipo de modelos arquitectónicos sean considerados como referentes para la transformación progresiva de barrios consolidados que cumplan con características similares, fomentando procesos de crecimiento y densificación

ordenados que respeten las condiciones ambientales, la identidad urbana existente y la imagen del sector. Asimismo, sugiere profundizar en estudios de desempeño energético y el comportamiento del edificio a largo plazo, incorporando análisis complementarios que permitan fortalecer la toma de decisiones en proyectos de vivienda multifamiliar sostenible.

Este enfoque integral demuestra que, si es posible diseñar un modelo edificatorio de vivienda multifamiliar que no solo se base en el cumplimiento de los estándares normativos, sino que también optimiza sus recursos, reduce su impacto ambiental y ofrece un alto nivel de confort para los usuarios mejorando a su vez la imagen del sector.

## 11. BIBLIOGRAFÍA

- Alcaldía de Santiago de Cali. (2014) Plan de Ordenamiento Territorial (Acuerdo 0373 de 2014).
- Heywood, H. (2017). 101 reglas básicas para edificios y ciudades sostenibles. Editorial Gustavo Gili.
- IDEAM; (s.f.). Atlas Climatológico de Colombia 1980-2010. De <http://atlas.ideam.gov.co/visorAtlasClimatologico.html>
- Arquitectura y clima. Víctor Olygay, Editorial G. Gili, SL, Barcelona 1998
- Estudio para la microzonificación climática para el municipio de Santiago de Cali.
- Alcaldía de Santiago de Cali. Cali en cifras. [www.cali.gov.co/documentos/1705/documentos-de-cali-en-cifras/](http://www.cali.gov.co/documentos/1705/documentos-de-cali-en-cifras/)
- Olgyay, V (1968). Clima y arquitectura en Colombia. Cali, Universidad del Valle: Carvajal y Cía.
- Olgyay, V. (1998). Arquitectura y clima. Manual de diseño bioclimático para arquitectos y urbanistas. Barcelona: Gustavo Gili. 203p.
- Garrido, L. Proyectos realizados. SAYAB. <https://luisdegarrido.com/proyectos-realizados/sayab/>
- Hernández, P. (2014) Diagrama bioclimático de Givoni. <https://pedrojhernandez.com/2014/03/03/diagrama-bioclimatico-de-givoni-2/>
- Valencia, N. (2018). BHP, un prototipo de vivienda multifamiliar bioclimático desarrollado en Colombia. [https://www.archdaily.co/co/886708/bhp-un-prototipo-de-vivienda-multifamiliar-bioclimatico-desarrollado-en-colombia?ad\\_medium=gallery](https://www.archdaily.co/co/886708/bhp-un-prototipo-de-vivienda-multifamiliar-bioclimatico-desarrollado-en-colombia?ad_medium=gallery)
- Henríquez, M. (2014). Conjunto habitacional SAYAB, Cali, Colombia. [https://wiki.ead.pucv.cl/SAYAB,\\_Cali,\\_Colombia](https://wiki.ead.pucv.cl/SAYAB,_Cali,_Colombia)