

**Propuesta de diseño de un edificio multifuncional, con énfasis en bioclimática para el
barrio Diamante II en el municipio de Bucaramanga, Santander**

Andrés Mauricio Méndez Estrada

Trabajo de grado para optar por el título de Arquitecto

Director

César Enrique Ramos Castellanos

Magíster en Derecho y Gestión Urbanística

Universidad Santo Tomás, Bucaramanga

División de Ingenierías y Arquitectura

Facultad de Arquitectura

2023

Agradecimientos

Quiero agradecer a los docentes y compañeros que me ayudaron en todo el transcurso de mis estudios universitarios, gracias por las enseñanzas y el acompañamiento.

Gracias a mis familiares por su apoyo incondicional, en especial a mis padres que son el motor principal de este logro.

Contenido

Introducción	14
1.Propuesta de diseño de un edificio multifuncional, con énfasis en bioclimática para el barrio Diamante II en el municipio de Bucaramanga, Santander.....	15
1.1 Planteamiento del problema.....	15
1.2 Justificación	16
1.3 Objetivos	17
1.3.1 Objetivo general.....	17
1.3.2 Objetivos específicos	17
2. Marco referencial	18
2.1 Marco teórico.....	18
2.2 Marco conceptual.....	18
2.2.1 Ambiente saludable.....	18
2.2.2. Arquitectura bioclimática	19
2.2.3. Arquitectura biofílica.....	19
2.2.4. Espacio público.....	20
2.2.5. Estrategias bioclimática pasivas:	20
2.2.6. Habitar	22
2.2.7. Sostenibilidad.....	23
2.2.8. Vivienda multifamiliar.....	23
2.3 Marco normativo.....	25
3. Metodología	30
4. Análisis de referentes	32

4.1.1. Edificio el matorral	32
4.1.2. Departamentos Edén	34
4.1.3. Edificio de vivienda plaza Lesseps	36
4.1.4. Stacking green house	39
5. Determinantes físico-ambientales	42
5.1. Localización	42
5.2. Flujos viales	44
5.3. Diagrama alturas	45
5.4. Percepciones sensoriales	46
5.5. Vegetación existente	47
5.6. Topografía	49
5.7. Dirección vientos	52
5.8. Temperatura (clasificación climática de Lang)	54
5.9. Soleamiento	56
6. Análisis normativo (Plan de ordenamiento territorial Bucaramanga, 2014)	61
6.1. Zona Normativa	61
6.2. Áreas de actividad y usos del suelo	61
6.3. Edificabilidad, Índices de ocupación y construcción	61
6.4. Perfiles viales y antejardines	61
6.5. Retroceso frontal según la altura de la edificación	63
6.6. Dimensiones voladizos permitidos	64
7. Análisis usuarios	64
7.1. Análisis usuarios	64

7.2. Análisis de mercado	66
7.3. Necesidades de usuarios, programa arquitectónico.	67
8. Estrategias bioclimáticas pasivas.....	70
8.1. Diagrama de Olgyay	70
8.2. Enfriamiento por ventilación natural	71
8.3. Protección solar.....	76
8.4. Cubierta.....	85
8.5. Materiales.....	86
Referencias.....	90

Lista de tablas

Tabla 1. <i>14 patrones de diseño biofílico</i>	24
Tabla 2. <i>Áreas apartamento tipo 1</i>	69
Tabla 3. <i>Conductividad térmica materiales</i>	86

Lista de figuras

Figura 1. <i>14 patrones del diseño biofílico</i>	25
Figura 2. <i>Medidas puntos fijos de emergencia</i>	28
Figura 3. <i>Requisitos escaleras interiores de emergencia.</i>	29
Figura 4. <i>Altura pasamanos escaleras de emergencia</i>	29
Figura 5. <i>Fases Metodología</i>	32
Figura 6. <i>Sala edificio el matorral</i>	33
Figura 7. <i>Fachadas Edificio el Matorral</i>	34
Figura 8. <i>Fachada principal departamentos Edén</i>	35
Figura 9. <i>Detalle materialidad</i>	36
Figura 10. <i>Planta Edificio Plaza Lesseps</i>	38
Figura 11. <i>Fachadas Edificio Plaza Lesseps</i>	39
Figura 12. <i>Detalle celosías Edificio Plaza Lesseps</i>	39
Figura 13. <i>Fachada Stacking Green house</i>	41
Figura 14. <i>Corte Stacking Green house</i>	42
Figura 15. <i>Ubicación lote</i>	43
Figura 16. <i>Flujos viales</i>	44
Figura 17. <i>Diagrama de alturas</i>	45
Figura 18. <i>Percepciones sensoriales</i>	46
Figura 19. <i>árbol oití</i>	48
Figura 20. <i>Árbol Matarratón</i>	48
Figura 21. <i>Pendiente longitudinal</i>	49
Figura 23. <i>Perfil longitudinal del lote</i>	50

Figura 24. <i>Plano topográfico</i>	51
Figura 25. <i>Rosa de vientos Bucaramanga</i>	52
Figura 26. <i>Velocidades promedio de viento</i>	52
Figura 27. <i>Rachas máximas de viento por hora</i>	53
Figura 28. <i>Clasificación climática de Caldas</i>	54
Figura 29. <i>Temperatura anual de Bucaramanga</i>	55
Figura 30. <i>Datos climáticos de Bucaramanga UIS</i>	55
Figura 31. <i>Carta solar</i>	56
Figura 32. <i>Solsticio de verano (21 Jun, 8:15 am)</i>	57
Figura 33. <i>Solsticio de verano (21 Jun, 3:15 pm)</i>	57
Figura 34. <i>Solsticio de Invierno (21 diciembre, 8:15 am)</i>	58
Figura 35. <i>Solsticio de Invierno (21 diciembre, 3:15 pm)</i>	58
Figura 36. <i>Detalle envolvente</i>	59
Figura 37. <i>Lengua de suegra</i>	60
Figura 38. <i>Falsa Brecina</i>	60
Figura 39. <i>Edificabilidad e índices</i>	61
Figura 40. <i>perfil vial carrera 26</i>	62
Figura 41. <i>Tipos de vías</i>	62
Figura 42. <i>Retrocesos por altura</i>	63
Figura 43. <i>Usuarios potenciales</i>	65
Figura 44. <i>Número de personas por hogar en Bucaramanga</i>	66
Figura 45. <i>Oferta en el sector</i>	67
Figura 46. <i>Diagrama de Olgyay clima Bucaramanga</i>	70

Figura 47. <i>Porcentaje de aire efectivo</i>	71
Figura 48. <i>Sistema de ventilación natural cruzada</i>	72
Figura 49. <i>Sistema de ventilación natural por efecto chimenea</i>	72
Figura 50. <i>Efecto chimenea jardines internos</i>	73
Figura 51. <i>Esquema celosías</i>	73
Figura 52. <i>Esquema de ventilación a través de celosías</i>	74
Figura 53. <i>Celosías</i>	74
Figura 54. <i>Comportamiento del viento efecto venturi</i>	75
Figura 55. <i>Efecto venturi en el proyecto</i>	76
Figura 56. <i>Sombreamiento generado por voladizos 3:30 pm.</i>	77
Figura 57. <i>voladizos</i>	77
Figura 58. <i>Celosía de las jardineras</i>	78
Figura 59. <i>Celosía zona comercio</i>	78
Figura 60. <i>Celosía apartamentos</i>	79
Figura 61. <i>Análisis solar Solsticio verano, 8:15 am fachada norte</i>	80
Figura 62. <i>Análisis solar Solsticio verano, 8:15 am fachada sur</i>	81
Figura 63. <i>Análisis solar Solsticio verano, 3:15 pm fachada norte</i>	81
Figura 64. <i>Análisis solar Solsticio invierno, 8:15 am fachada norte</i>	82
Figura 65. <i>Análisis solar Solsticio invierno, 3:15 pm fachada norte</i>	83
Figura 66. <i>Análisis solar Solsticio invierno, 3:15 pm fachada sur</i>	83
Figura 67. <i>Análisis solar todo el año</i>	84
Figura 68. <i>Análisis solar todo el año fachada norte</i>	84
Figura 69. <i>Materiales cubierta</i>	85

Figura 70. <i>Vigas y columnas en concreto reforzado</i>	87
Figura 71. <i>Losa aligerada con casetones de poliestireno (EPS)</i>	87
Figura 72. <i>Bloques de concreto celular</i>	88
Figura 73. <i>Fachada norte</i>	88
Figura 74. <i>Materialidad jardín interior</i>	89

Lista de apéndices

Apéndice A. *Memoria Arquitectónica.*

Apéndice B. *Plano de localización.*

Apéndice C. *Plano parqueaderos.*

Apéndice D. *Plano primer piso.*

Apéndice E. *Plano segundo piso.*

Apéndice F. *Plano tercer piso.*

Apéndice G. *Plano cuarto piso.*

Apéndice H. *Plano zonas comunes.*

Apéndice I. *Cortes Arquitectónicos.*

Apéndice J. *Fachadas Arquitectónicas.*

Apéndice K. *Renders.*

Nota: ver apéndices en archivos externos.

Resumen

El objetivo de este proyecto es proporcionar una alternativa a la necesidad de vivienda y comercio del barrio Diamante II, al mismo tiempo generando espacio público para el barrio. Se favorece la densificación de la vivienda en el sector sin disminuir los espacios y área verdes por hogar. El jardín interior es el eje principal del proyecto, así como las estrategias bioclimáticas pasivas para mejorar el confort térmico en el interior del objeto arquitectónico y disminuir el consumo energético.

Palabras clave: bioclimática, tipologías mixtas, estrategias pasivas de diseño

Abstract

The objective of this project is to provide an alternative to the housing and commerce needs of the Diamante II neighborhood, at the same time generating public space for the neighborhood. The densification of housing in the sector is favored without reducing green spaces and green areas per home. The interior garden is the main axis of the project as well as passive bioclimatic strategies to improve thermal comfort inside the architectural object and reduce energy consumption.

Keywords: bioclimatic, mixed uses, passive design strategies

Introducción

La propuesta del diseño de un edificio multifuncional con énfasis en bioclimática en el barrio Diamante II en el municipio de Bucaramanga, Santander, cuyo objetivo es proporcionar una alternativa de diseño que satisfaga las necesidades tanto de comercio, vivienda y espacio público de los usuarios del sector, se favorece la densificación en vivienda sin disminuir el índice verde y el espacio público del barrio, al mismo tiempo se emplean estrategias de diseño bioclimático pasivo para mejorar la sensación de confort térmico al interior de las viviendas y así disminuir el consumo energético de éstas a través de estrategias como la orientación, el aprovechamiento de los vientos, la protección solar, el uso de voladizos, celosías, jardines internos, parasoles. La conexión de los espacios con elementos vegetales es un eje importante del proyecto, por eso se proponen jardineras y terrazas verdes en las fachadas. También se proponen jardines al interior de algunas tipologías de vivienda y en el interior de la zona destinada al comercio.

1. Propuesta de diseño de un edificio multifuncional, con énfasis en bioclimática para el barrio Diamante II en el municipio de Bucaramanga, Santander

1.1 Planteamiento del problema

Bucaramanga junto con su área metropolitana es una de las principales ciudades del país, con una población de aproximadamente 1,1 millones de habitantes en 2017 (Alcaldía de Bucaramanga). Se encuentra ubicada en el sexto lugar de las ciudades más pobladas y con mayor crecimiento demográfico (del 0,4% en 2017), y está previsto que esta ciudad siga con esta tasa de crecimiento o que aumente por la migración de personas de otras regiones del país y países vecinos.

La densificación trae consigo otras problemáticas, según el Informe Nacional de Calidad Ambiental Urbana (2020), Bucaramanga con un puntaje de (35,9) clasifica como una ciudad con baja calidad ambiental, solo dos de los criterios están en la escala alta: superficie construida con criterios de sostenibilidad (8,73%) y superficie de área verde (7,72 m²/hab), aunque el índice mínimo que recomienda la OMS es de 9m²/hab (Organización de las Naciones Unidas, 2015, parr 4) según el informe las debilidades evidenciadas son:

- Calidad de agua superficial
- Zonas protegidas urbanas
- Residuos sólidos aprovechados (1,5%)
- Población urbana localizada en zonas de amenaza alta (28,9%)

Así, las problemáticas mencionadas anteriormente también van a repercutir en las propuestas de vivienda que se realizan en la ciudad, la cual tiene sus propias problemáticas como falta de alternativas dentro de las propuestas diferentes en vivienda colectiva, Necesidad de

vivienda, aunque hay más oferta, la demanda también sigue en aumento. Bajo índice de áreas verdes y vegetación en los proyectos. Tipologías sin soluciones bioclimáticas. Bajo índice o mal estado del espacio público.

1.2 Justificación

En la arquitectura, la vivienda multifamiliar ha sido estudiada, experimentada y replanteada por diversos arquitectos, desde el movimiento moderno, Le Corbusier diseñó y construyó un edificio de vivienda multifamiliar con zonas de recreación y servicios compartidos, a esta tipología la nombró la unidad Habitacional, que también fue desarrollada y cuestionada por más arquitectos, en el contexto Colombiano destacan dos tipologías de viviendas multifamiliares, las torres del parque del Arq. Rogelio Salmona y la ciudadela Colsubsidio del Arq. Germán Samper Gnecco, aunque varían en escalas, todos estos proyectos fueron innovadores, buscaban generar un sentido de comunidad y también tenían enfoques urbanísticos y paisajísticos, en Bucaramanga destaca el proyecto Ciudadela Real de Minas.

Con este proyecto se busca proponer una alternativa de tipología de vivienda que favorezca la densificación, pero también aumente la vegetación, áreas verdes y espacio público en los barrios residenciales. La funcionalidad de la vivienda en altura será cuestionada, desde cómo se habita en la vivienda y en comunidad. Cómo se puede potenciar el comercio y mejorar la vida pública en el sector.

Así mismo, se indagará en la parte técnica y bioclimática de los edificios residenciales, con sistemas estructurales actuales que permitan la integración de vegetación en el proyecto, herramientas de sostenibilidad y bioclimática, utilizando estrategias pasivas de diseño

bioclimáticos para mejorar la sensación térmica en la edificación y el consumo energético del mismo.

Se propone para el barrio Diamante II por ser un sector cuyo uso predominantemente es la vivienda y no está muy densificado aún. El lote seleccionado tiene alto potencial comercial por su cercanía a la carrera 27 y a una de las principales estaciones de metrolínea en la ciudad.

1.3 Objetivos

1.3.1 Objetivo general

Diseñar una unidad de vivienda plurifamiliar de uso mixto para el barrio Diamante II de Bucaramanga que incorpore estrategias bioclimáticas pasivas, aumentando el índice verde de la edificación.

1.3.2 Objetivos específicos

Analizar estrategias pasivas bioclimáticas para el clima de Bucaramanga.

Analizar el sector a nivel físico, poblacional y comercial con el fin de determinar las necesidades de los usuarios y las características del lote.

Analizar tipologías que incorporen estrategias bioclimáticas en climas similares al de Bucaramanga.

Desarrollar estrategias de diseño, que incorporen estrategias bioclimáticas pasivas.

Analizar tipologías de vivienda en altura con altos índices verdes y de sostenibilidad.

2. Marco referencial

2.1 Marco teórico

La tipología residencial mixta surge por la necesidad de densificación de un sector, solucionando la demanda de dos o más necesidades que pueden ser complementarias, en este caso, el comercio y la vivienda. Con este proyecto se busca densificar la vivienda sin perjudicar el índice verde del sector y espacio público. El diseño tiene énfasis en la bioclimática por las condiciones climáticas de Bucaramanga y el calentamiento global.

2.2 Marco conceptual

Para el desarrollo de este diseño es necesario tener en cuenta los siguientes conceptos:

2.2.1 Ambiente saludable

La salud pública ambiental, que se refiere a la intersección entre el medio ambiente y la salud pública, aborda los factores ambientales que influyen en la salud humana, y que incluyen factores físicos, químicos y biológicos, y todos los comportamientos relacionados con estos. Conjuntamente, estas condiciones se denominan determinantes ambientales de la salud. Las amenazas para cualquiera de estos determinantes pueden tener efectos adversos en la salud y el bienestar en toda la población. Abordar los determinantes ambientales de la salud mejora directamente la salud de las poblaciones. Indirectamente, también mejora la productividad y aumenta el disfrute del consumo de bienes y servicios no relacionados con la salud. (Organización Panamericana para la Salud, 2022, parr 1)

2.2.2. *Arquitectura bioclimática*

La arquitectura bioclimática es aquella arquitectura que tiene en cuenta el clima y las condiciones del entorno para ayudar a conseguir confort térmico de los espacios para la vida y el desarrollo del hombre. Haciendo una lectura desde la lógica observamos que la arquitectura en su definición lleva implícito el concepto bioclimático, al tratarse del arte que posibilita la vida (Bio) mediante la construcción de espacios que térmicamente lo permitan. La arquitectura bioclimática trata exclusivamente de jugar con el diseño de la casa (orientaciones, materiales, aperturas de ventanas, etc.), el diseño de los detalles constructivos y los espacios arquitectónicos con el objetivo de conseguir eficiencia energética. (Sánchez, 2014, parr 1)

2.2.3. *Arquitectura biofílica*

Se puede definir el diseño biofílico en incorporar elementos de la naturaleza en espacios urbanos o interiores para evocar a la naturaleza con el objetivo de ayudar a que las personas se sientan mejor y conecten nuevamente con el espacio. Una forma de mejorar eficazmente la salud mental y el bienestar de los individuos y la sociedad, tanto en espacios individuales o cerrados, como en abiertos. El primero en usar el término ‘Biofilia’ fue el psicólogo Erich Fromm. Sin embargo, fue un biólogo de Harvard, Edward Wilson, quien desarrolló el concepto de que las personas estamos vinculadas a la naturaleza y que este contacto es esencial para un desarrollo psicológico y físico a plenitud. Esta teoría se basa en que más del 99% de la historia de la humanidad transcurrió en estrecha vinculación con la naturaleza (Más de 2,5 Millones de Años). El 1% restante equivale a la vida tal y como la conocemos

hoy en día en medio de entornos urbanizados, con poca o ninguna presencia natural. (Sólo unos 200 años) (Segui, 2020, parr.1).

2.2.4. Espacio público

El espacio público es el de la representación, en el que la sociedad se hace visible. Del ágora a la plaza de las manifestaciones políticas multitudinarias del siglo XX, es a partir de estos espacios que se puede relatar, comprender la historia de una ciudad. La historia de la ciudad es la de su espacio público, las relaciones entre los habitantes y entre el poder y la ciudadanía se materializan, se expresan en la conformación de calles, plazas, parques, los lugares de encuentro ciudadano, en los monumentos. Hacer ciudad es, antes que nada, reconocer el derecho a la ciudad para todos. (Borja y Muxi. 2003, p.12)

El espacio público es el agente articulador de la ciudad, le puede dar la forma a los barrios y a la ciudad, es de y para la ciudadanía sin exclusión alguna, cualquier persona tiene derecho a participar en estos espacios. Son el punto de encuentro de la sociedad y reflejan sus ideales, intereses, es la expresión de la ciudadanía. Se deteriora el espacio público en el momento que tiende a ser excluyente, privatizado o que esté en condiciones de abandono o reducción de su área. El espacio público es el principal foco cultural, recreativo y social de la ciudadanía, su mayor función es permitir la realización de diversas actividades sociales. También es el punto de concentración de vegetación en la ciudad además de las reservas naturales.

2.2.5. Estrategias bioclimática pasivas:

1. *Implantación:* ubico las fachadas más largas del volumen mirando hacia el norte y sur porque son los costados con menor exposición solar, en este caso el lote tiene una

inclinación de 69° hacia el oriente con respecto al norte y los volúmenes de 21° hacia el occidente.

2. *Ventilación*: se debe favorecer la ventilación natural en el interior del proyecto, como los vientos vienen del norte se favorece por su implantación, sin embargo el primer volumen bloquea los vientos, por esta razón planteó un vano en la fachada de este, además se busca generar el efecto Venturi hacia el interior del objeto, se disminuye el área del vano para aumentar la velocidad de los vientos que lo atraviesan. Se plantea vegetación en este espacio para crear un ambiente agradable y también para refrescar el viento que atraviesa.
3. *Protección del sol*: se plantean voladizos, que se deben calcular con el azimut y altura solar del lugar en los meses y horas críticas del año. Pérgolas y elementos para bloquear la incidencia solar directa en el interior de los espacios.
4. *Cubiertas verdes*: ayudan a disminuir el sobrecalentamiento al interior de los espacios y el efecto de islas de calor. Se emplearán cubiertas verdes extensivas e intensivas.
5. *Jardines verticales*: evitan que el edificio absorba un porcentaje de radiación, pueden refrescar y purificar el aire que los atraviesa y que ingresa al edificio.
6. *Envolvertes*: sirven como barrera contra los rayos solares, se pueden colocar en las superficies acristaladas para evitar el ingreso de luz solar directa a los espacios, pueden servir como estructura para especies de plantas pequeñas y enredaderas, en el proyecto se plantean para la fachada oeste y sur que son críticas en horas de la tarde.
7. *Jardines interiores con iluminación cenital*: pueden servir como chimeneas de aire para expulsar el aire caliente y mejorar el flujo de las corrientes en los espacios próximos. Mejoran la percepción sensorial de los espacios, la conexión con la naturaleza ayuda a

disminuir el estrés, la presión arterial, y en general brinda bienestar a quienes habitan esos espacios.

2.2.6. *Habitar*

Con la forma de habitar emergen los deseos y fantasías. Hacer gimnasia, cocinar, conversar, deseo escuchar música. Programar ciertas acciones y me pregunto ¿Dónde los haría? ¿con quién? ¿en qué lugar y momento? El hábitat, la arquitectura. Se proyectan en lugares que pueden construir un hábitat y en algunos casos se llega a hacer arquitectura. Se habita y encauzan o modifican hábitos, costumbres, modos de habitar y hasta estilos de vida. Secuencia regresiva del hábitat a su habitante. El hábitat modifica los otros componentes cuando se habita. Los hábitos de habitar modifican el hábitat en el que se desenvuelve el habitar. ¿Al estilo de vida lo puede modificar la arquitectura? ¿Es legítimo? (Sarquis, 2006, p. 32)

Habitar son los hábitos, costumbres, estilos de vida y de ser. Es la forma en que la persona se desarrolla en un espacio o hábitat que influye sobre él y él sobre este. La manera en que habitamos en nuestras viviendas, barrios, ciudades es cambiante y depende de la cultura, costumbres, tecnología, visiones de las personas en un lugar y momento preciso. La arquitectura debe adaptarse a estos cambios para que el ciudadano se sienta cómodo en la ciudad, se sienta bienvenido y en sintonía con lo que lo rodea. El análisis del habitar es muy importante porque nos muestra cómo nos relacionamos con nuestro entorno, qué necesidades hay y cómo puede mejorarse la calidad de vida del ser humano mediante propuestas arquitectónicas novedosas que pueden cambiar la manera en que habitamos, que nos desenvolvemos en la ciudad.

2.2.7. Sostenibilidad

La sostenibilidad alude a múltiples aristas. La educación, especialmente el aprendizaje de la Arquitectura, debe propender a la gestación, construcción, mantenimiento y protección no sólo de espacios cada vez más armoniosos con la vida natural, sino también con permanencia en el tiempo, considerando para ello las necesidades de la sociedad que les da vida y las condiciones socioeconómicas, institucionales, educativas, culturales y políticas que promuevan satisfacción en las personas. Un indicador de que se está conduciendo hacia el entendimiento del significado de calidad de vida, es a través de la satisfacción de las necesidades básicas, del ofrecimiento de buenos servicios públicos, vivienda, salud, educación, entretenimiento, sistemas de seguridad social, aunado al transporte y las comunicaciones. (Linares, 2020, p. 26) Busca optimizar y reducir el impacto de las edificaciones, hasta devolver recursos, energéticos, hídricos, etc. a la ciudad.

2.2.8. Vivienda multifamiliar

VM, Vivienda multifamiliar: Corresponde a edificaciones desarrolladas sobre un lote de terreno que comprende tres o más unidades prediales independientes, en altura. Este tipo de desarrollo prevé áreas y servicios comunales dentro de los edificios, cuya propiedad y utilización se definen en reglamentos de propiedad horizontal. Se entenderá como desarrollo en altura el conjunto de pisos construidos y dispuestos desde el nivel de acceso de manera descendente o ascendente dependiendo de la topografía del terreno. (Ley 388, 1997, Art12).

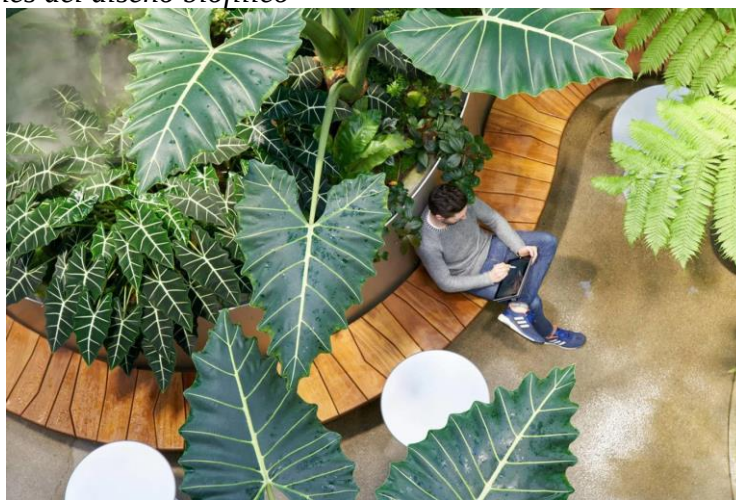
Tabla 1. 14 patrones de diseño biofílico

14 Patrones	Reductores de estrés	Desempeño cognitivo	Emociones, estado de ánimo y preferencias
Conexión visual con la naturaleza	Baja la presión sanguínea y el ritmo cardíaco	Mejora el compromiso y la atención	Impacta positivamente la actitud y la felicidad en general
Conexión no visual con la naturaleza	Baja la presión sanguínea sistólica y las hormonas del estrés	Impacta positivamente el desempeño cognitivo	Se perciben mejoras de la salud mental y tranquilidad
Estímulos sensoriales no rítmicos	Impacta positivamente el ritmo cardíaco y la actividad del sistema nervioso	Se mide el comportamiento mediante la observación y cuantificación de la atención y exploración	
Variaciones térmicas y de corrientes de aire	Impacta positivamente el confort, bienestar y productividad	Impacto positivo en la concentración	Mejora la percepción del placer temporal y espacial (aliestesia)
Presencia de agua	Reduce el estrés, aumenta los sentimientos de tranquilidad, reduce el ritmo cardíaco y la presión sanguínea	Mejora la concentración y restaura la memoria, mejora la percepción y respuesta psicológica	Se observan preferencias y respuestas emocionales positivas
Luz dinámica y difusa	Impacta positivamente el funcionamiento del sistema cardíaco, aumenta el confort visual		
Conexión con sistemas naturales			Mejora las respuestas positivas de la salud. Acentúa la percepción del entorno
Formas y patrones biomorfos			Se observan referencias visuales
Conexión de los materiales con la naturaleza		Disminuye la presión sanguínea sistólica, mejora el desempeño creativo	Mejora el confort

14 Patrones	Reductores de estrés	Desempeño cognitivo	Emociones, estado de ánimo y preferencias
Complejidad y orden	Impacta positivamente las respuestas perceptuales y fisiológicas al estrés		Se observan referencias visuales
Panorama	Reduce el estrés	Reduce el aburrimiento, irritabilidad y fatiga	Mejora el confort y la percepción de seguridad
Refugio		Mejora la concentración, atención y percepción de seguridad	
Misterio			Induce a una fuerte respuesta al placer
Riesgo / Peligro			Genera fuertes respuestas de dopamina y placer

Tomado de: (Terrapin Bright Green, 2020).

Figura 1. 14 patrones del diseño biofílico



Tomado de: (Placeonit, 2020).

2.3 Marco normativo

Ley 2079 de 2021: la presente ley tiene por objeto reconocer la política pública de hábitat y vivienda como una política de Estado que diseñe y adopte normas destinadas a complementar el

marco normativo dentro del cual se formula y ejecuta la política habitacional urbana y rural en el país, con el fin de garantizar el ejercicio efectivo del derecho a una vivienda y hábitat dignos para todos los colombianos.

Ley 361 de 1997: para los efectos de la presente ley, se entiende por accesibilidad como la condición que permite en cualquier espacio o ambiente interior o exterior, el fácil y seguro desplazamiento de la población en general, y el uso en forma confiable y segura de los servicios instalados en estos ambientes.

NSR-10 Título K:

En especial, la profundidad de la huella, ancho mínimo de la huella, altura de la contrahuella y el ancho mínimo de la escalera. La escalera debe contar con pasamanos, metálico o de madera o baranda metálica. La vivienda deberá contar con ducha, sanitario, lavamanos, lavaplatos, lavadero, puertas, ventanas y vidrios, cumpliendo con las especificaciones técnicas respectivas, además de los servicios públicos domiciliarios instalados y funcionales.

NSR-10 numeral 1.2.6.1:

Los muros de los puntos fijos deben estar contruidos en mampostería o concreto a la vista, y su acabado en estuco y pintura de vinilo, o cualquier otro acabado que tenga iguales o mejores condiciones de calidad y durabilidad.

NSR- 10 Titulo J:

J.4.5.1.1. General, el número mínimo de salidas para cada piso o área separada se rige para la siguiente tabla:

Figura 2. Número mínimo de puntos fijos de emergencia según ocupación.

Carga de ocupación	Número mínimo de salidas
0-500	2 ^a
501 - 1000	3
1001 o más	4

Nota:

^a En algunos casos, se permite una sola salida según J.4.5.1.2 y Capítulo J.6

Tomado de: (NSR-10, 2010).

Para este proyecto la carga de ocupación está en el primer rango (0-500 usuarios) para los dos usos (Comercio y Vivienda R-2) falta la referencia se deben realizar **dos** puntos fijos de emergencia contra incendios.

J.4.5.2. Localización de las salidas, cuando una edificación tenga varias salidas, éstas deben ubicarse tan alejadas entre sí como sea posible para evitar que se bloqueen simultáneamente,

J.4.6.5. Distancia máxima hasta la salida, según el grupo de ocupación. En este caso Comercio y Residencial, viviendas multifamiliares (R-2).

Figura 3. Distancia máxima del recorrido hasta PFE

Grupo de ocupación		Distancia máxima de recorrido (m)	
		Sin sistema de rociadores	Con sistema de rociadores en toda la edificación
(A)	Almacenamiento	60 ^a	75 ^a
	Estacionamiento de vehículos	45 ^b	60 ^b
(C)	Comercial	60 ^c	75 ^c

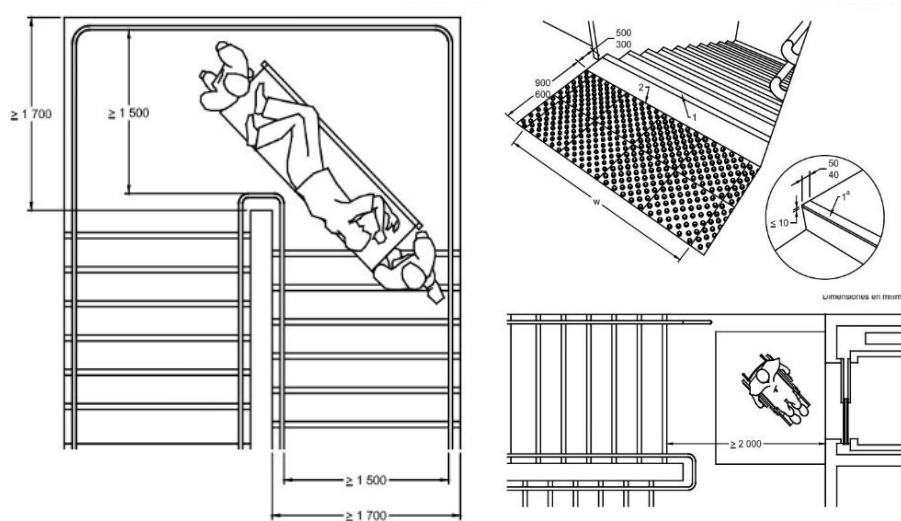
	multifamiliares hasta 4 unidades		
	R-2, Residencias multifamiliares	60	75
	R-3, Hoteles y afines	60	75

Tomado de: (NSR-10 Título J, 2010).

Accesibilidad y salidas de emergencia NTC 6047 (2013): medida silla de ruedas y áreas de maniobra: todas las circulaciones y puertas al interior de los apartamentos deben tener un ancho mínimo de 80 cm para que sean accesibles, las rampas y espacios exteriores deben tener un ancho

mínimo de 1,5 m para permitir la maniobrabilidad de la silla de ruedas, las rampas pueden tener pendientes del 8% para tramos de hasta 6 metros de largo.

Figura 4. medidas puntos fijos de emergencia



Tomado de: (NTC 6047, 2013).

Medidas de seguridad en edificaciones, medios de evacuación NTC 1700 (1982):

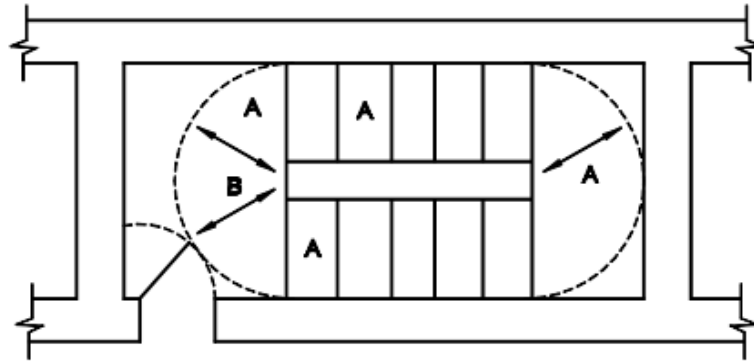
4.1.1.1. Ancho mínimo y nivel de piso. Ninguna puerta de escape deberá tener un ancho menor de 70 cm.

4.1.2. Toda escalera interior de emergencia deberá ser de construcción fija y permanente y cumplir con los siguientes requisitos:

- Ancho mínimo libre de obstáculos: 1 metro, Máxima altura de la contrahuella: 20 cm.
- Ancho mínimo de la huella sin proyecciones: 24 cm, Escaleras de abanico: ninguno.

- Máxima altura entre descansos: 3,5 m, Dimensión mínima del descanso en dirección del recorrido: 1 metro. No se deberán permitir puertas que abran directamente sobre la escalera con descanso menor al ancho de la puerta.

Figura 5. *Requisitos escaleras interiores de emergencia.*

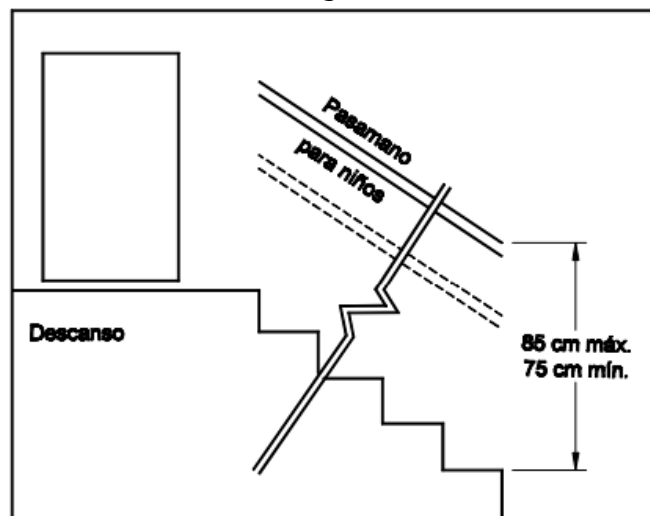


Tomado de: (NTC 1700, 1982).

4.1.2.6. Los pasamanos de las escaleras deberán cumplir con los siguientes requisitos:

- La altura no debe ser mayor a 85 cm o menor a 75 cm
- Se deberán instalar pasamanos intermedios en escaleras que superen un ancho de 2,2 m

Figura 6. *Altura pasamanos escaleras de emergencia*



Tomado de NTC 1700 (1982).

Figura 7. *Número mínimo de aparatos sanitarios.*

Numero Mínimo de Aparatos Sanitarios (1)					
Tipo edificio (2)	Inodoros		Urinarios	Lavatorios (3)	
Casa habitación y edificios de departamentos	Uno por cada casa o departamento			Uno por cada casa o departamento	
Edificios comerciales de oficinas y públicos.	Nº de Personas	Nº de Aparatos	• Cuando sean provistos urinarios, puede reducirse un inodoro por cada urinario instalado, pero deberá mantenerse como mínimo 2/3 del total del inodoro especificado.	Nº de Personas	Nº de Aparatos
	1 - 15	1		1 - 15	1
	16 - 35	2		16 - 35	2
	36 - 55	3		36 - 55	3
	56 - 80	4		56 - 80	4
	81 - 110	5		81 - 110	5
	111 - 150	6		111 - 150	6
	Un aparato por cada 40 personas adicionales.			Un aparato por cada 45 personas adicionales.	

Tomado de: (Blasco, 2000).

Para la zona comercial del primer piso, se calcula una ocupación máxima de aproximadamente 80- 100 personas, por lo cual se recomiendan mínimo 5 aparatos sanitarios por sexo con 1 aparato sanitario accesible. Por las dimensiones del proyecto se plantea otra batería de baños en el costado opuesto para disminuir las distancias desde cualquier punto del primer piso hasta cualquier baño.

3. Metodología

Teniendo en cuenta los objetivos planteados se propone una metodología en fases para la realización del diseño. En la primera fase se realizará la recolección e investigación de tipologías y recursos bibliográficos relacionados con proyectos de vivienda plurifamiliar o de uso mixto que incorporen la naturaleza en el proyecto, también se estudiarán los conceptos de bioclimática y

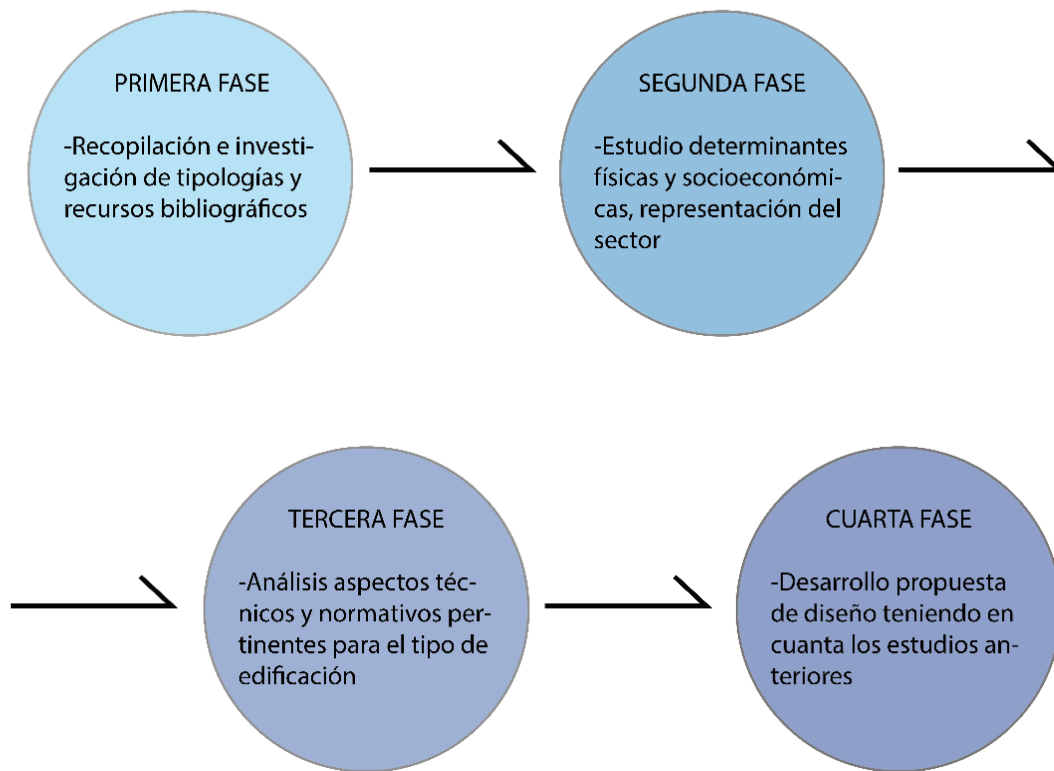
tipologías en lugares con condiciones climáticas similares a Bucaramanga. La revisión bibliográfica y búsqueda de tipologías partirán de textos académicos y oficiales tomados de internet y las bases de datos de la universidad, el estudio de bioclimática se hará por internet y en asignaturas que ofrece la universidad. El producto de esta primera fase serán unas fichas de lectura, unas memorias de análisis tipológico y un marco conceptual y teórico.

La segunda fase de análisis corresponde al estudio y representación del sector, se realizará una visita al barrio con el fin de crear contenido fotográfico y de video propio, se analizarán las características físicas, normativas y sociales del sector como su vegetación, espacio público, zonas verdes, clima, soleamiento, topografía, perfiles viales, sentido de las vías, tráfico, índices poblacionales, de viviendas, comercio, alturas, etc.

Se obtendrá la información de fuentes oficiales como el DANE, Alcaldía de Bucaramanga con su POT, IDEAM, todos estos datos y análisis se recopilarán en fichas técnicas y memorias.

En la tercera fase se profundizará en los aspectos técnicos y normativos de las viviendas plurifamiliares en altura, se analizarán tipologías con énfasis en la bioclimática e integración de la vegetación en el proyecto con el fin de abstraer ideas y detalles técnicos que se puedan implementar en la propuesta de diseño. Todos los documentos normativos nacionales e internacionales que regulan este tipo de proyecto serán anexados en tablas y se hará una memoria de las tipologías que pueden servir de referentes y sus detalles técnicos.

Finalmente, partiendo de toda la información obtenida de las fases realizadas previamente se procederá a desarrollar una propuesta de diseño que se acople a los criterios técnicos, normativos, formales y sostenibles de esta tipología.

Figura 8. Fases Metodología**METODOLOGÍA****4. Análisis de referentes****4.1.1. Edificio el matorral***Fecha del proyecto:* 2017*Tipología:* Vivienda plurifamiliar*Ubicación:* Medellín, Colombia*Arquitectos:* THL Taller*Clima:* 15-25°C, altitud de 1495 m.s.n.m.*Orientación:* Fachada principal da hacia el oriente, donde se ubican los jardines.

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

Estructura: Columnas circulares en concreto reforzado, losas de concreto donde cuelgan los jardines.

Materialidad: Acabados puros, concreto pulido, ladrillo, madera, acero.

Figura 6. Sala edificio el matorral



Tomado de: (archdaily, 2019).

Descripción del proyecto: En esta época de profunda crisis ambiental y climática, el verde se ha convertido en una bandera de salvación. En todo nuevo edificio los Jardines verticales y las cubiertas vegetales son casi un requisito. El matorral con su sugestivo nombre es una propuesta arquitectónica y constructiva que se ha tomado muy en serio el tema. Las losas se convierten en un gran contenedor de más de un centenar de especies tropicales. El riego por goteo programado provee de manera racional y justa la cantidad de agua mínima y necesaria a ese pequeño ecosistema. Estando este verdadero jardín contenido en el espesor de la estructura el habitante puede desde dentro arrimar sus pies hasta el borde y gozar del matorral que parece crecer en el piso, dando la sensación de estar en una casa en la que

afuera se extiende un exuberante jardín. Todos los espacios gozan de este (THL taller, 2019)

Figura 10. *Fachadas Edificio el Matorral*



Tomado de: (Archdaily, 2019)

Estos jardines en las fachadas ayudan a refrescar el aire que entra a la edificación, también sirven como barrera contra los rayos del sol, ayudando a evitar el sobrecalentamiento en el interior de los apartamentos. Los espacios son muy abiertos, permitiendo el flujo del aire en la mayor parte del apartamento. Algunos aspectos técnicos de este proyecto que son muy útiles son los jardines y su riego por goteo programado.

4.1.2. Departamentos Edén

Fecha del proyecto: 2020

Tipología: Vivienda plurifamiliar

Ubicación: 2 Draycott Park, Singapur.

Arquitectos: Heatherwick Studio

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

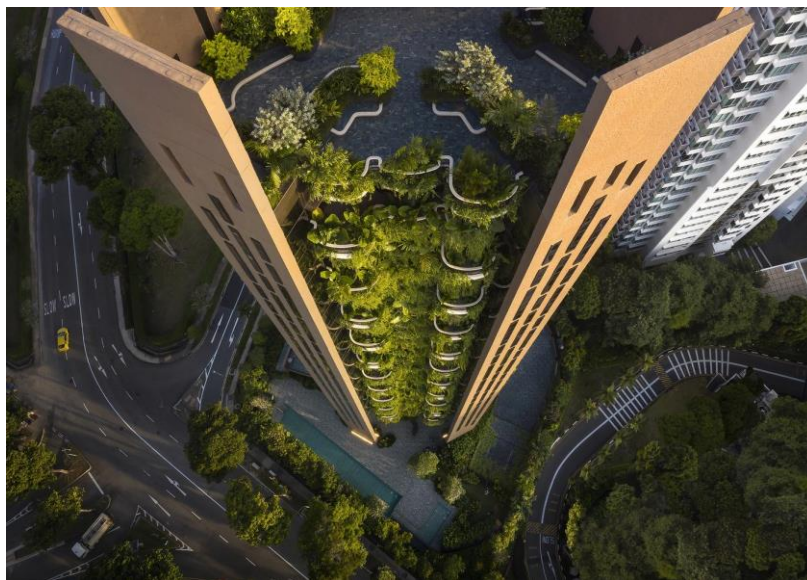
Orientación: Fachada principal da hacia el occidente, donde se ubican los jardines.

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

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

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

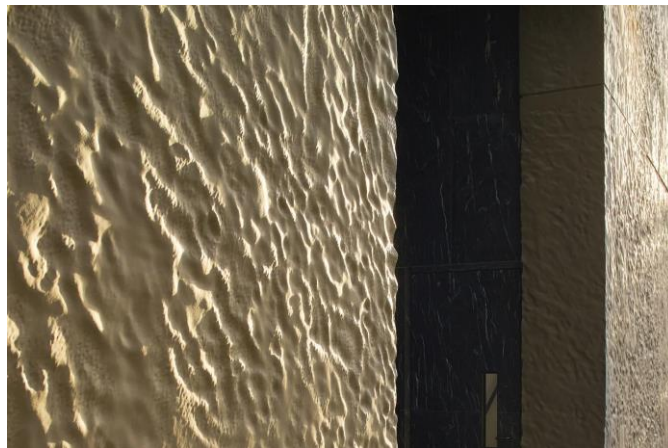
Figura 11. *Fachada principal departamentos Edén*



Tomado de: (Archdaily, 2020).

Descripción del proyecto: Respondiendo a la visión original de Lee Kuan Yew de Singapur como una 'ciudad en un jardín', el diseño extiende el paisaje de la ciudad hacia arriba a través del edificio con una serie de jardines colgantes, conectando el espacio interior al aire libre, proporcionando vistas del panorama verde de Singapur. (Heatherwick Studio, 2020, parr 1)

Figura 12. *Detalle materialidad*



Tomado de: (Archdaily, 2020).

4.1.3. Edificio de vivienda plaza Lesseps

Fecha del proyecto: 2007

Tipología: Vivienda plurifamiliar aislada

Ubicación: Barcelona, España. C.Riera de Vallcarca

Arquitectos: Office of Architecture in Barcelona (OAB), Lucía Ferrater Arquer, Carlos Ferrater, Xavier Martí Galí.

Clima: 7-14°C en Invierno, 20-28°C en verano, humedad relativa promedio de 70%, altitud de 12 m.s.n.m.

Orientación: Fachada principal ubicada hacia el norte.

Normativa: Limitación de altura, uso residencial, normas sismorresistentes España (NCSE-02)

Estructura: Dos volúmenes con luces de 8 mts, losas y columnas de hormigón armado a la vista.

Materialidad: Materiales industriales, predomina el concreto y cristal, las fachadas están conformadas por persianas correderas metálicas (aluminio).

Descripción del proyecto: La propuesta volumétrica de este edificio se resuelve de forma orgánica dividiendo el edificio en dos partes separadas por un espacio libre entre los bloques. Esta decisión permite optimizar la crujía con unas luces de ocho metros de fondo en su fachada correspondiente y ventilando todas las estancias en el exterior. (Ferrater, C. 2008)

Figura 13. *Planta Edificio Plaza Lesseps*

Tomado de: (OAB, 2008)

Las fachadas ofrecen un juego de persianas fijas y correderas metálicas que abren y cierran las terrazas y permiten una mejor integración de los espacios interior y exterior que gradúan la luz natural. Las persianas están compuestas por montantes de acero inoxidable y travesaños de sección tubular lacados gris perla y quedan enmarcadas por finos pasamanos de acero formando una retícula donde las verticales pautan un ritmo y las horizontales afinan los cantos del forjado.

Estos planos de fachada con celosías junto con el plano interior de cristal, se trenzan en todo su perímetro creando espacios intersticiales, lugares de transición entre ciudad y espacio interior habitado, herencia de la arquitectura mediterránea del arquitecto Coderch. El edificio, junto con la biblioteca Joan Fuster, se erige como un icono de la nueva Plaza Lesseps. (Ferrater. 2008, parr 6)

Figura 14. *Fachadas Edificio Plaza Lesseps*

Tomado de: (OAB, 2008).

Figura 15. *Detalle celosías Edificio Plaza Lesseps*

Tomado de: (OAB, 2008).

4.1.4. Stacking green hausa

Fecha del proyecto: 2011

Tipología: Vivienda unifamiliar

Ubicación: Ho Chi Minh, Vietnam.

Arquitectos: Vo Trong Nghia Architects

Clima: 26-32°C, clima tropical cálido húmedo (Aw en la clasificación Köppen-Geiger), humedad relativa 82%, temporada de lluvias bastante pronunciada en verano (Junio- Octubre) precipitación anual de 1909 mm, altitud de 19 m.s.n.m.

Estructura: Hormigón armado, jardineras que sirven como celosías verdes.

Materialidad: Concreto a la vista, madera y cristal.

Descripción del proyecto: Diseñada para albergar a dos generaciones de una misma familia, una pareja joven y la madre de uno de ellos, la casa está condicionada por la característica geometría de la parcela sobre la que se asienta: un solar rectangular muy alargado y estrecho, de apenas 4 metros de ancho y 20 metros de largo, en los que se levantan los cuatro niveles que alojan las diferentes estancias. (Vo Trong Nghia Architects, 2013). Es un lote medianero, se debe aprovechar la ventilación por la fachada frontal y por la parte de atrás creando un patio para también favorecer la iluminación natural dentro de los espacios.

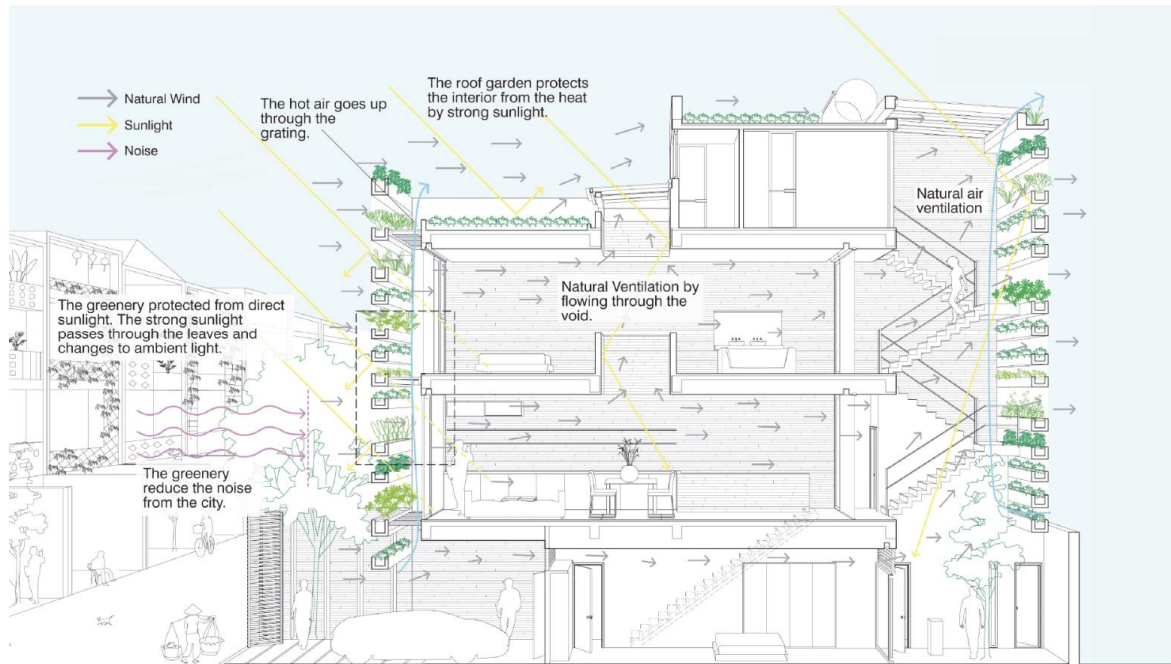
Las dos fachadas resultantes se resuelven mediante el apilamiento de veinticinco jardineras de hormigón armado cuyo patrón de separación oscila entre los 25 y 40 centímetros, en función de las especies plantadas en cada una de ellas. Además de dotar a la vivienda de un mayor grado de intimidad y protección frente a la polución y el ruido del exterior, la celosía vegetal protege el interior frente a la exposición al levante y poniente tropicales, y al mismo tiempo, da lugar a sugerentes juegos de sombras. A la permeabilidad del revestimiento de fachada, se unen la apertura de un patio y la práctica ausencia de particiones internas para garantizar la adecuada circulación del aire. La acción combinada de todas las estrategias climáticas mejora el comportamiento energético del interior hasta reducir la factura eléctrica a poco más de veinte euros mensuales. (Editorial Arquitectura Viva, 2021).

Hay rejillas en la fachada principal para permitir que el aire caliente ascienda y salga de la casa, este fenómeno se repite en el interior por medio de un vano en la mitad de la planta y en el patio posterior donde se ubican las escaleras.

Figura 16. *Fachada Stacking Green house*



Tomado de: (Vo Trong Nghia Architects, 2013).

Figura 17. Corte *Stacking Green house*

Tomado de: (Vo Trong Nghia Architects, 2013).

Las celosías verdes evitan que los rayos solares ingresen de manera directa a los espacios, por las medidas del predio no se plantean muros en el interior que bloqueen la circulación del aire, el efecto chimenea se genera en la mitad y en la parte posterior de la casa.

5. Determinantes físico-ambientales

5.1. Localización

Carrera 26, Calle #87 Bucaramanga, Santander.

Figura 18. *Ubicación lote*

Tomado de: (Google Maps, 2023).

El lote es cercano a la carrera 27, hay una fácil movilidad hacia Bucaramanga o Floridablanca, está ubicado en el Barrio Diamante II con un estrato 3-4, tiene un alto potencial comercial por su proximidad a la estación de transferencia de Metrolínea de Provenza que moviliza un alto volumen de peatones diariamente. En general es un barrio de uso mayormente residencial que puede aumentar su densificación.

5.2. Flujos viales

Figura 19. *Flujos viales*



5.3. Diagrama alturas

Figura 20. Diagrama de alturas



La altura en este sector está restringida hasta 6 pisos, el mayor porcentaje de los predios está destinado para viviendas unifamiliares de 2 pisos, la manzana sobre la calle 85 tiene edificaciones de más altura porque son predios con usos comerciales y de vivienda plurifamiliar.

5.4. Percepciones sensoriales

Figura 21. *Percepciones sensoriales*



Hay una percepción sensorial *buena* en la carrera 26, la franja ambiental está en buen estado en ambos costados de la vía, los árboles son antiguos y tienen un tamaño y follaje considerable por lo que generan grandes zonas sombreadas. Es una vía limpia, cuenta con mobiliario urbano como bancas de cemento que están bajo la sombra de los árboles, hay canecas de basura y la franja de circulación es amplia (3 metros aproximadamente). La iluminación es bastante buena, hay un flujo vehicular y peatonal considerable y no se percibe como una vía insegura. A pesar de estar cerca

de la carrera 27 y tener una conexión visual con la estación de metrolínea no hay muchos ruidos como en la avenida Floridablanca. Podría tener un mayor porcentaje de superficies permeables y vegetales ya que se pueden generar islas de calor al mediodía.

Las calles 88, 87 y la carrera 25 tienen el mismo perfil vial y percepciones sensoriales muy parecidas, se evidencia una franja ambiental no muy bien conservada, hay varios tipos de árboles y arbustos, pero no hay tanta densidad como en la carrera 26. La pendiente puede ser algo incómoda hacia el final de las calles cerca de la carrera 25, las franjas de circulación son discontinuas, pueden ser algo estrechas en algunos puntos y no comparten la misma materialidad entre predios. El ruido es bajo y están limpias, el flujo vehicular es bajo pero desordenado, son vías con un carril en cada dirección, pero es común ver un carril entero obstaculizado por automóviles estacionados en la vía.

La percepción sensorial sobre la Avenida Floridablanca y Carrera 27 es mala principalmente por la contaminación sonora, visual y atmosférica que genera el flujo excesivo y constante sobre estas vías, la esquina resaltada es un punto crítico ya que se crea una isla de calor por la falta de vegetación y porque toda su área está conformada por superficies no permeables.

5.5. Vegetación existente

Oití (Licania Tomentosa)

Familia: Chrysobalanaceae

Continente: Centroamérica y suramérica

Altura: 15 metros

Diámetro del tronco: 50 cm

Diámetro de copa: 7- 14 metros

Uso: Por su pronunciada frondosidad es una buena barrera contra el ruido, genera buen sombreamiento y retención de contaminantes.

Figura 22. *árbol oití*



Tomado de: (Conrado, 2010).

Matarratón (Gliricidia Sepium)

Familia: Fabaceae

Continente: Centroamérica y suramérica

Altura: 8-10 metros

Diámetro del tronco: 50 cm

Diámetro de copa: 5- 10 metros

Usos: Es muy utilizado en el campo como cercas vivas, forraje, sirve como fuente de sombra en cafetales, ayuda a mejorar la fijación del suelo, es muy usado por su rápido crecimiento.

Figura 23. *Árbol Matarratón*



Tomado de: (Vallejo, 2015).

5.6. Topografía

Figura 24. *Pendiente longitudinal*



Tomado de: (GoogleEarth, 2023).

Hay una diferencia de 12 metros de altura en la elevación longitudinal de toda la manzana, el costado más elevado y con menor pendiente (pendiente promedio de 7,8%) corresponde a la parte donde está ubicado el predio, la carrera 26 se posa sobre la cota 915 y baja hasta la 908 hasta donde llega el predio. Los niveles de toda la manzana empiezan en la cota 915 m hasta los 903 metros sobre el nivel del mar.

Figura 25. *Pendiente transversal*

Tomado de GoogleEarth (2023)

La elevación transversal del lote posee una diferencia de 2 metros de altura en 57.4 metros hacia el costado de la carrera 26, se obtiene una pendiente promedio de 3,4%.

Área lote: 3.913 metros cuadrados, *perímetro*: 258,74 mts, *medidas*: 46,87m x 83,5m

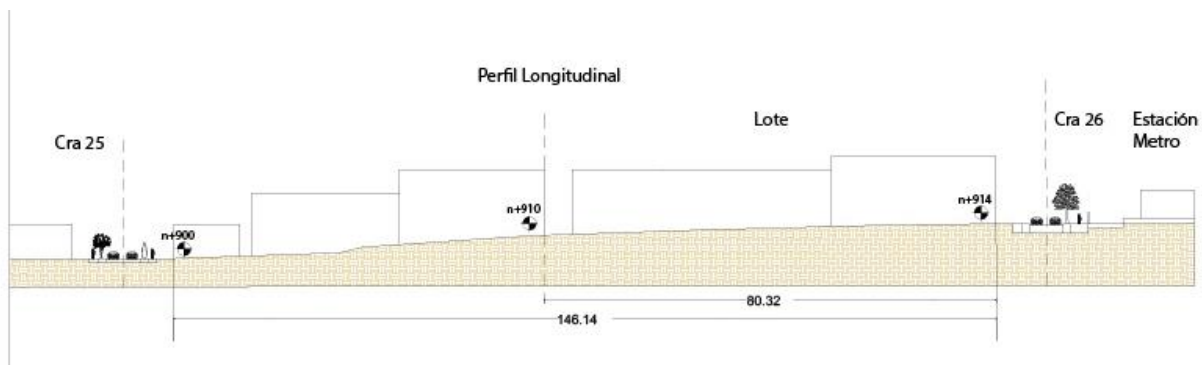
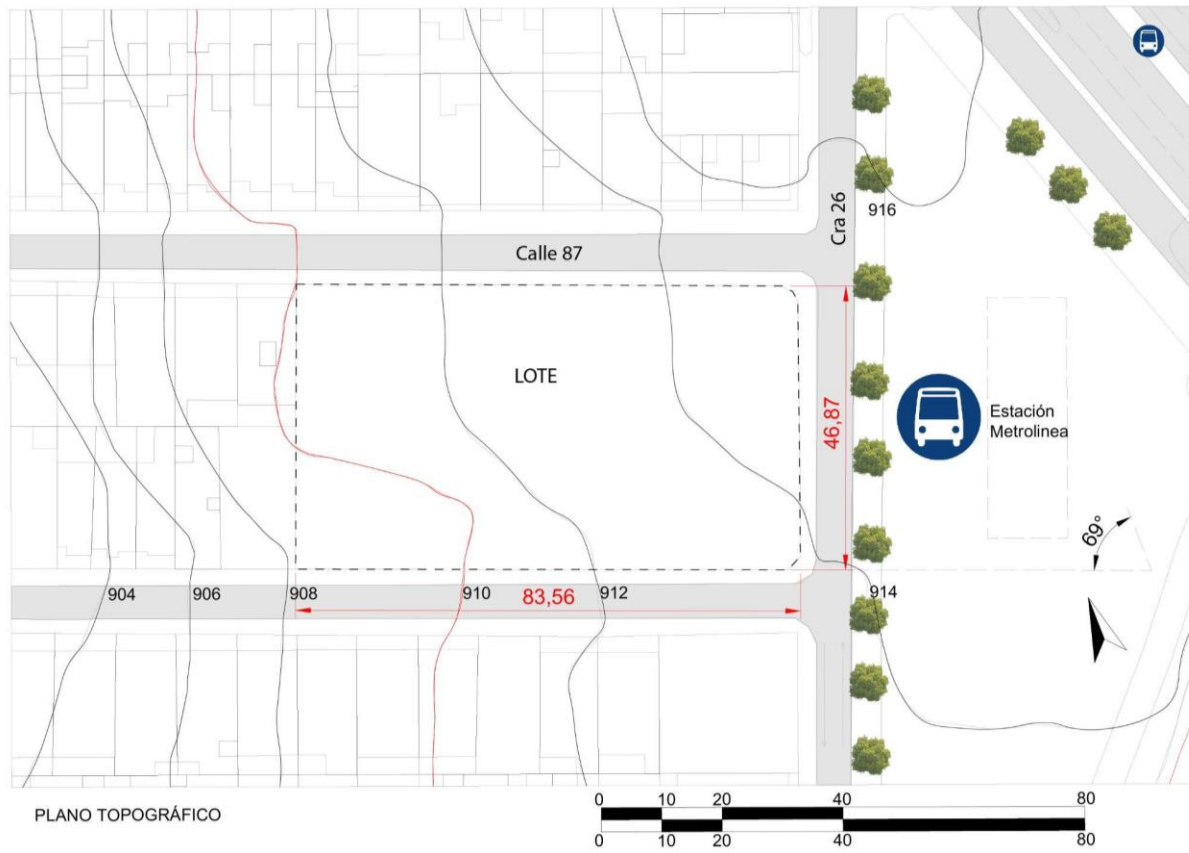
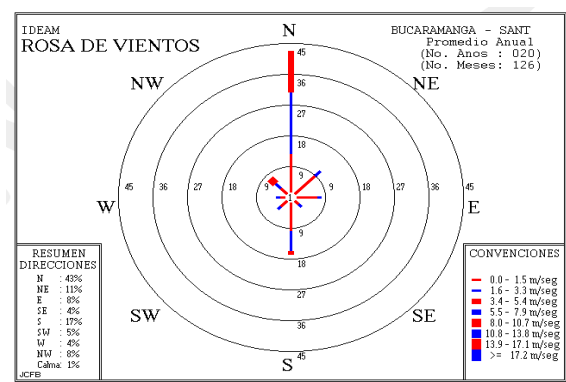
Figura 26. *Perfil longitudinal del lote*

Figura 27. *Plano topográfico*

5.7. Dirección vientos

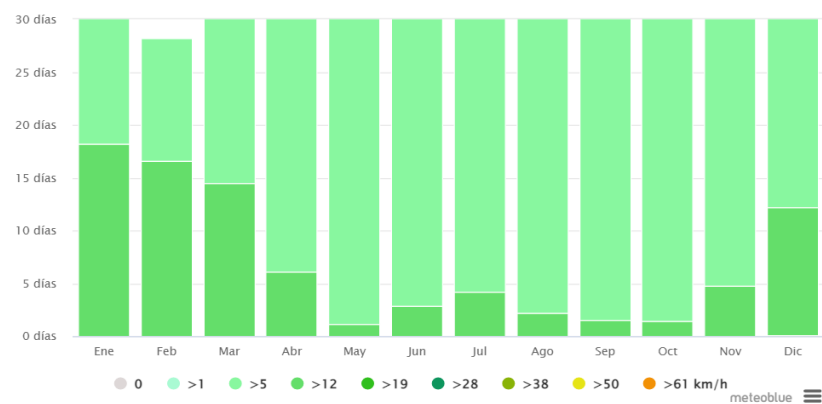
Figura 28. Rosa de vientos Bucaramanga



Tomado de: (IDEAM, 1998).

Rosa de vientos Bucaramanga proporcionada por el Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales, IDEAM, el 43% de los vientos provienen del Norte en todo el año. La dirección de los vientos cambia por la noche, provienen del sur.

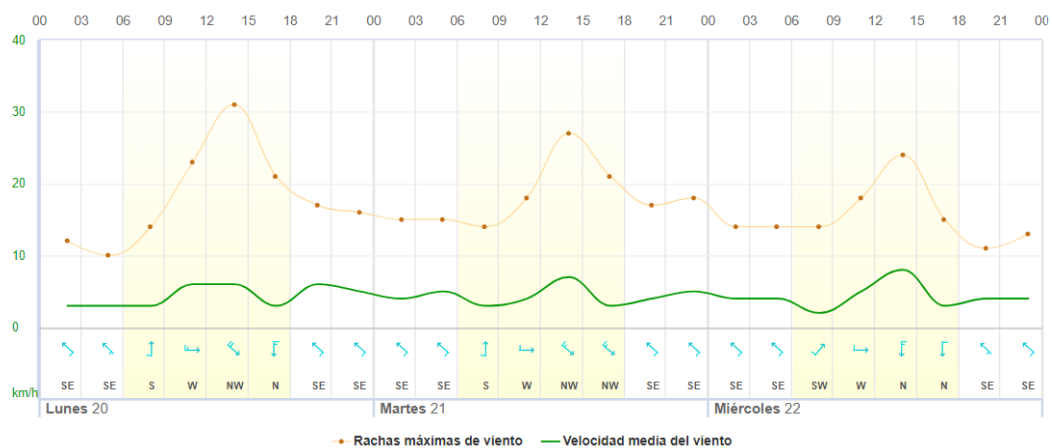
Figura 29. Velocidades promedio de viento



Tomado de: (meteoblue, 2018).

Los meses con vientos más rápidos corresponden a los meses de Diciembre a Marzo, estos meses también son los más calurosos del año, con menores precipitaciones. Las horas con mayores corrientes de aire y ráfagas de viento son las 2 de la tarde, los vientos provienen del norte, oeste y N-O en las horas críticas del día. Desde el atardecer y por la noche los vientos cambian de dirección, desde el Sur y el este.

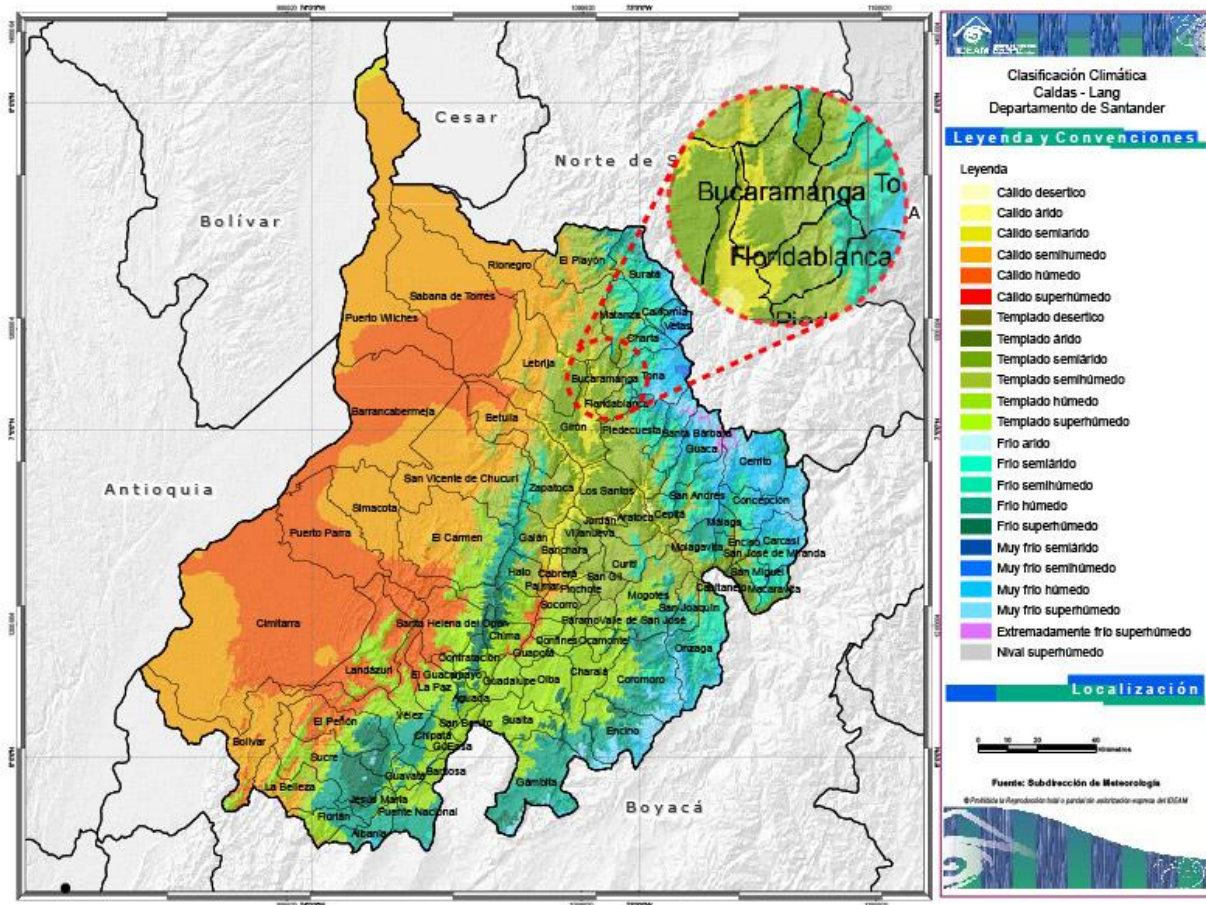
Figura 30. *Rachas máximas de viento por hora*



Tomado de: (meteoblue, 2018).

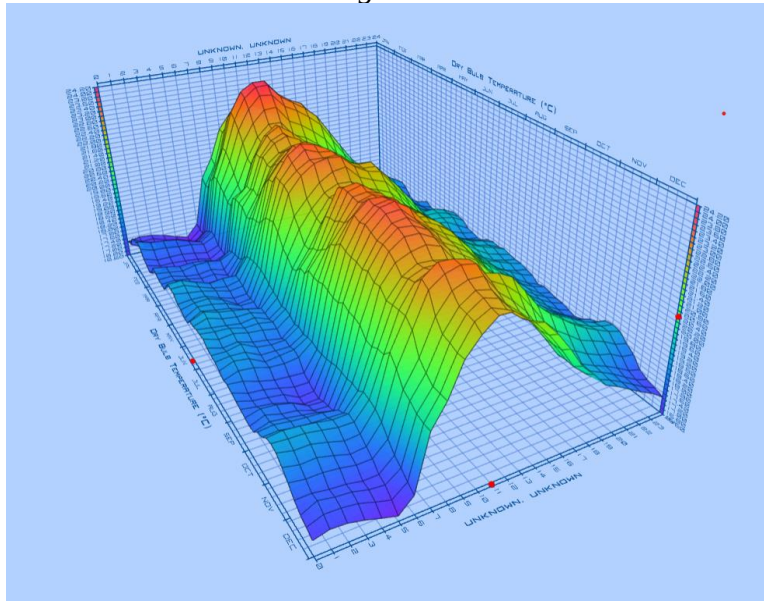
5.8. Temperatura (clasificación climática de Lang)

Figura 31. *Clasificación climática de Caldas*

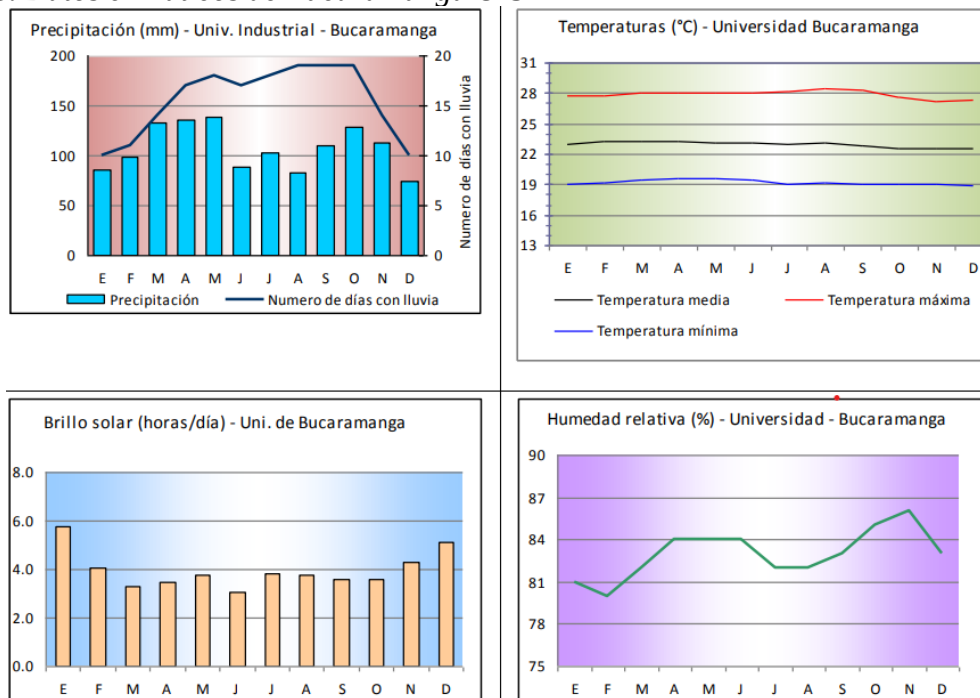


Adaptado de: (IDEAM, 2013).

El clima de Bucaramanga corresponde al templado semiárido, con una altitud de 912 m.s.n.m. en el lote.

Figura 32. *Temperatura anual de Bucaramanga*

Tomado de: (AndrewMarsh, 2023).

Figura 33. *Datos climáticos de Bucaramanga UIS*

Tomado de: (IDEAM, 2011).

La temperatura promedio es de 22.6 °C. Al medio día la temperatura máxima media oscila alrededor de 28°C. En la madrugada la temperatura mínima está entre los 18 y los 19°C. El sol

brilla un poco menos de 4 horas diarias en los meses lluviosos, pero en los meses secos, la insolación registra entre 5 y 6 horas diarias. La humedad relativa del aire es mayor a 80% en promedio y en épocas de lluvias alcanza valores superiores al 84%. (IDEAM, 2011, p. 5)

5.9. Soleamiento

Figura 34. *Carta solar*



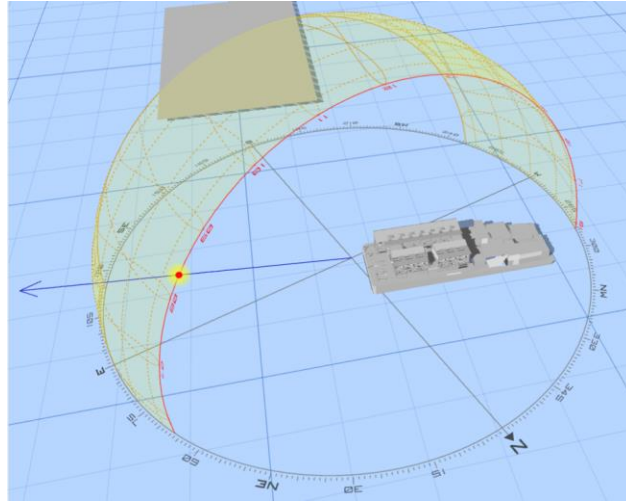
Tomado de: (Sunearthtools, 2023).

Latitud: 7°11'14"

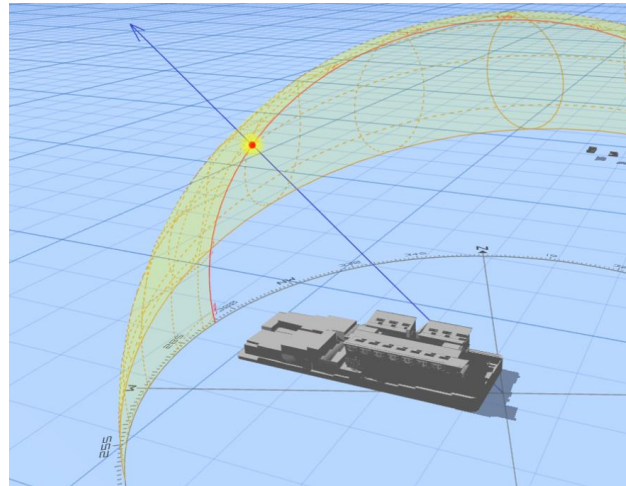
Longitud: -73°11'

En promedio hay 12 horas y 06 minutos de exposición solar por día. En el solsticio del 21 de Junio hay 12 horas y 31 minutos es la luz del día, amanece hacia las 5:38 de la mañana y el atardecer ocurre hacia las 18:10 horas. Solsticio del 21 de Dic: 11 horas y 41 minutos de luz de día, Amanecer: 5:59 am. Atardecer: 17:41.

Observando la carta solar para las coordenadas del lote se concluye que la trayectoria solar tiene una leve inclinación hacia el sur la mayor parte del año (9 meses de febrero hasta Octubre, la inclinación hacia el norte se experimenta desde Noviembre hasta Enero y alcanza su mayor valor en el Solsticio de Diciembre (21).

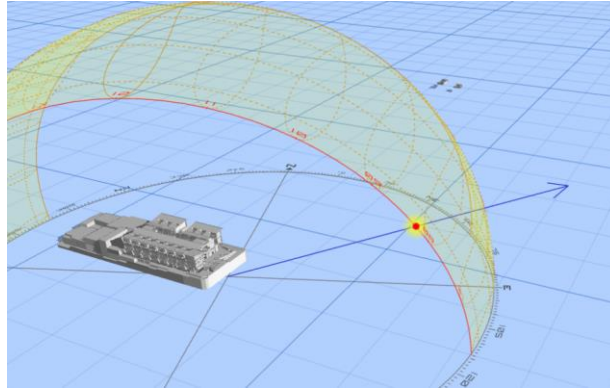
Figura 35. *Solsticio de verano (21 Jun, 8:15 am)*

Tomado de: (Andrewmarsh, 2023)

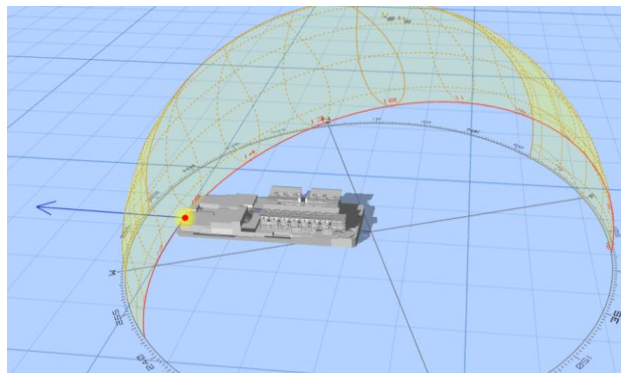
Figura 36. *Solsticio de verano (21 Jun, 3:15 pm)*

Tomado de: (Andrewmarsh, 2023).

La fachada norte del edificio se ve más afectada en las horas de la mañana, por la tarde está completamente sombreada. La fachada sur, que es la más larga, está sombreada por la mañana y por la tarde hasta aproximadamente las 4:30 p.m.

Figura 37. *Solsticio de Invierno (21 diciembre, 8:15 am)*

Tomado de: (Andrewmarsh, 2023).

Figura 38. *Solsticio de Invierno (21 diciembre, 3:15 pm)*

Tomado de: (Andrewmarsh, 2023).

En este solsticio el sol está en el punto con mayor inclinación hacia el sur, por la mañana (8:15 am) tiene un azimut de 122° y altura solar de 30° , afecta principalmente la fachada oriental (fachada principal del proyecto hacia carrera 26) y levemente la fachada sur, por la tarde (3:15 pm) afecta la fachada sur con un azimut de -123° y una altura solar de 31° , para esta fachada se proponen estrategias pasivas de diseño como envolventes, voladizos y materiales para disminuir el impacto solar y sobrecalentamiento al interior del edificio.

Diseño de la envolvente: Se plantea una envolvente conformada por jardineras de hormigón y mortero de 30 cm de alto ubicadas cada 45 cm, se plantea vegetación resistente al sol y viento directo, que además no necesite mucho mantenimiento y cuidados, tales como cactus,

falsa brecina (*cuphea hyssopifolia*), Lengua de suegra (*Sansevieria trifasciata*), especies arbustivas de tamaño pequeño y vegetación colgante. Se diseñó teniendo en cuenta la altura solar del solsticio de invierno (21 Dic) por la tarde (3:00) porque es el mes crítico en el cual hay más incidencia solar en esta fachada. La altura solar es de 35° en esta fecha y hora, se dejan 45 cm libres para permitir el ingreso del aire y el crecimiento de las especies vegetales sin que ingrese mucha radiación solar directa. Las jardineras cuentan con tuberías de suministro y drenaje de una pulgada, el riego puede ser automático o accionado por un interruptor, no es necesario hacerlo manualmente.

Figura 39. *Detalle envolvente*

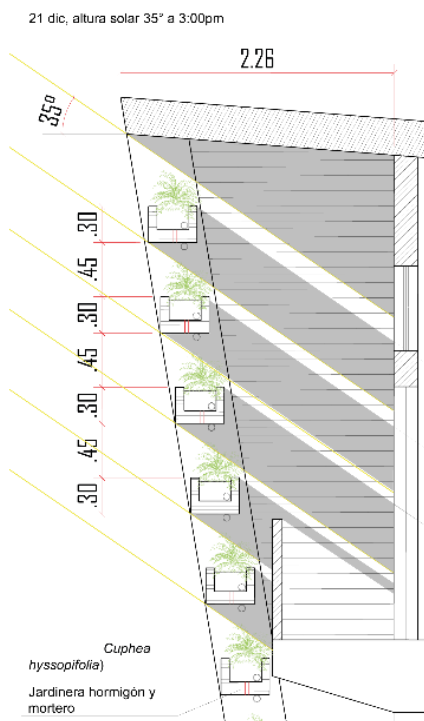


Figura 40. *Lengua de suegra*



Tomado de: (5deseptiembre.cu, 2019).

Lengua de suegra (*Sansevieria trifasciata*), buena especie para espacios interiores y exteriores, es muy resistente y se adapta bien al clima de Bucaramanga, riego moderado 2-3 veces a la semana, resistente a plagas, vientos y sol directo.

Figura 41. *Falsa Brecina*



Tomado de: (plantasflores, 2009).

El trueno de Venus, de nombre científico *Cuphea hyssopifolia* y también llamada comúnmente cufea o falso brezo mexicano, falsa brecina o falsa Érica, es una planta arbustiva muy apreciada por sus sencillos cuidados, sus pequeñas pero bonitas flores e incluso sus propiedades medicinales. La *cufea* es un arbusto de pequeño tamaño, que normalmente no sobrepasa los 60 cm

de altura, ésta planta se desarrolla mejor en exteriores, necesita de climas cálidos, requiere de una buena cantidad de humedad, se recomiendan riegos frecuentes aproximadamente cada dos días.

6. Análisis normativo (Plan de ordenamiento territorial Bucaramanga, 2014)

6.1. Zona Normativa

El lote está ubicado en la zona normativa 5 que corresponde a Provenza según el POT (2014) de Bucaramanga.

6.2. Áreas de actividad y usos del suelo

R-2 Residencial con comercio y servicio localizado

6.3. Edificabilidad, Índices de ocupación y construcción

Figura 42. *Edificabilidad e índices*



Edificabilidad:

Índice de ocupación
Índice de construcción
Altura máxima
Tipología

2-C		
Frente < 10 m	Frente ≥ 10 m	Proyecto Mz. ó Frente de Mz.
0,70	0,60	0,50
2,10	3,60	5,00
3	6	LIBRE
Continua		Aislada

6.4. Perfiles viales y antejardines

Las calles 88, 87 y la carrera 26 y 25 tienen el mismo perfil vial, van en ambos sentidos

con carriles amplios de 3.00 metros, franjas ambientales de 1.4 m y de circulación de 1.6 metros. La carrera 25 es peatonal entre las calles 88 y 89. Los antejardines de esta zona son de 3.00 metros.

Figura 43. *perfil vial carrera 26*

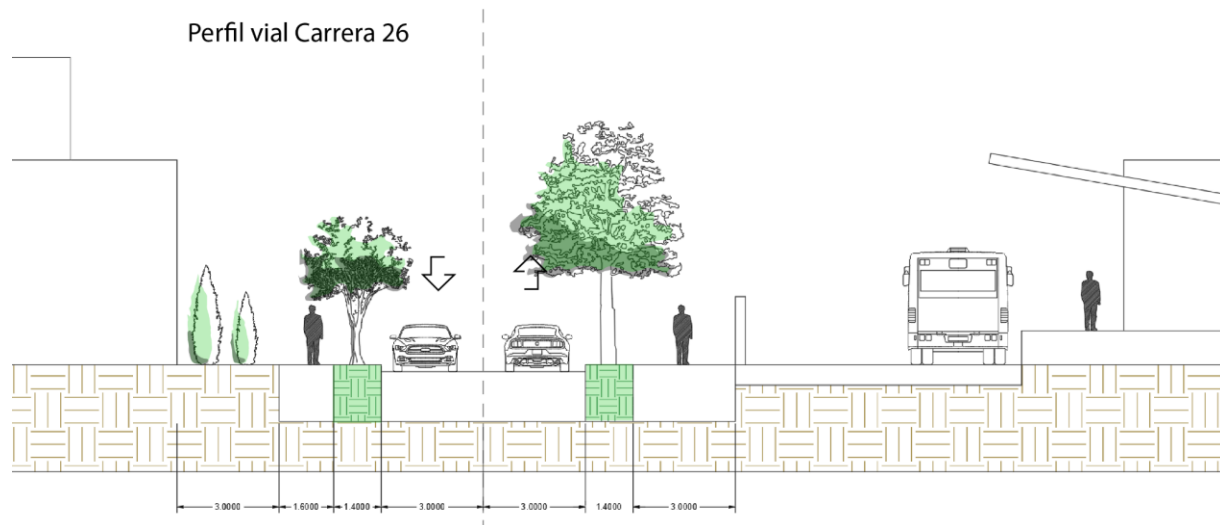


Figura 44. *Tipos de vías.*



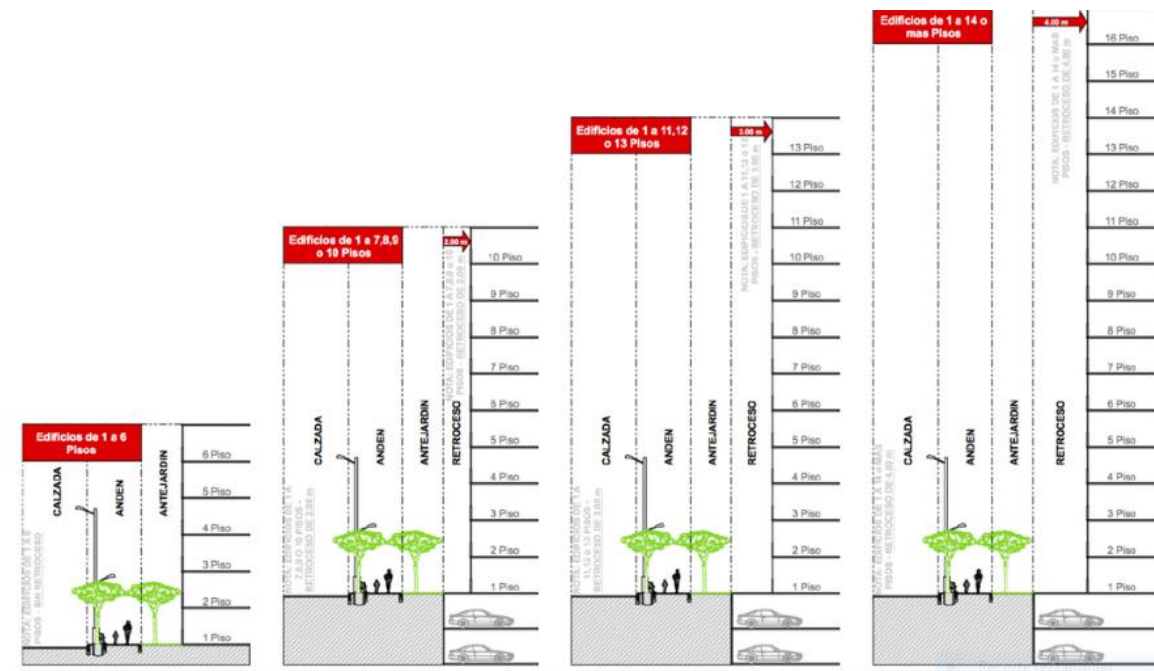
Tomado de: (POT, 2014).

Calle 89: Vía arteria primaria proyectada, se ampliará su perfil vial, agregando un carril extra para automóviles y aumentando la dimensión de las franjas de circulación y ambiental.

6.5. Retroceso frontal según la altura de la edificación

Para edificaciones de 1 a 14 o más pisos debe haber un retroceso de 4.00 metros a partir del paramento. En un rango de 1 a 6 pisos no es necesario el uso de retroceso por altura.

Figura 45. Retrocesos por altura



Tomado de: (POT, 2014).

6.6. Dimensiones voladizos permitidos

Figura 46. Dimensiones de los voladizos

DIMENSIONES DE LOS VOLADIZOS		
Perfil Vial	Dimensión Máxima (m) del voladizo	
	En predios con antejardín	En predios sin antejardín*
Perfiles viales peatonales menores o iguales a 9.00 metros	No se permite	No se permite
Perfiles viales peatonales mayores a 9.00 metros	0,60	No se permite
Perfiles viales vehiculares menores o iguales a 9.60 metros	0,60	No se permite
Perfiles viales vehiculares mayores a 9.60 metros y menores a 16.00 metros	1,00	0,60
Perfiles viales vehiculares mayores o iguales a 16.00 metros y menores a 21 metros	1,20	0,80
Perfiles viales vehiculares mayores o iguales a 21.00 metros	1,50	1,00

Para predios con retroceso frontal pueden tener un voladizo adicional al establecido en esta tabla, así: Retroceso frontal = 2.00 m, voladizo adicional = 0.40 m Retroceso frontal = 3.00 m, voladizo adicional = 0.80 m Retroceso frontal = 4.00 m, voladizo adicional = 1.20 m * Los voladizos se permiten en zonas con perfiles viales mayores a 9.60 m con andenes mayores o iguales a 2.60 m.		
--	--	--

Tomado de: (Fichas Normativas POT, 2014).

Para este proyecto los voladizos permitidos corresponden a 1.00 metro, los perfiles viales de las calles 88 y 87 son de 12.00 metros de longitud y poseen un antejardín de 3.00 metros, el perfil vial de la carrera 26 es un poco más amplio, es de 13.40 metros de longitud.

7. Análisis usuarios

7.1. Análisis usuarios

- Comerciantes: Se puede aprovechar el potencial comercial del lote, ya que su ubicación es favorable, está en un punto intermedio entre Bucaramanga y Floridablanca, el acceso vehicular no es complicado y está próximo a la autopista Bucaramanga- Floridablanca.

Hay un alto número de personas que circula por esta zona diariamente y no hay mucha competencia en el sector.

- Compradores: Locales o de municipios vecinos, se puede llegar fácilmente usando transporte particular o público.
- Gente del sector, transeúntes: Es un sector principalmente residencial con comercio, dotado de parques, colegios e iglesias, el rango de edad es variado. Buena conexión con el transporte público, la estación de transferencia de Provenza moviliza un alto número de pasajeros diarios.
- Residentes: Por las tipologías de apartamentos y el tipo de usuarios del sector, está destinado a familias de 3 a 4 integrantes y parejas, rango de edad variado, los apartamentos comerciales del sector poseen de 2-3 habitaciones, es un barrio tranquilo y seguro.

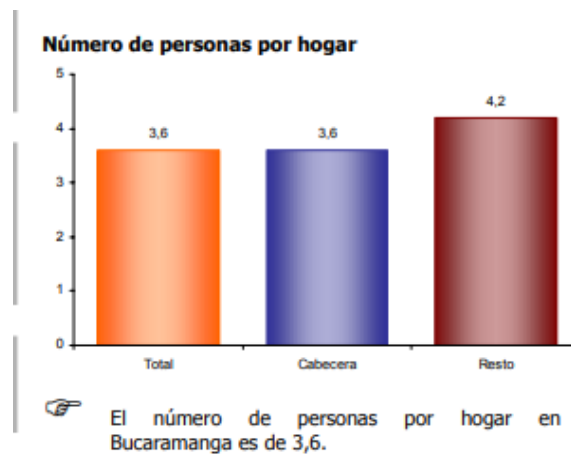
Figura 47. *Usuarios potenciales*



7.2. Análisis de mercado

Comuna 10, Provenza, Barrio Diamante II, según el POT este barrio es estrato 4 en su mayoría, esto se puede comparar con la oferta de vivienda que hay en el sector y el precio por m². Según el censo realizado por el DANE en 2005, en Bucaramanga el número de personas por hogar es 3,6

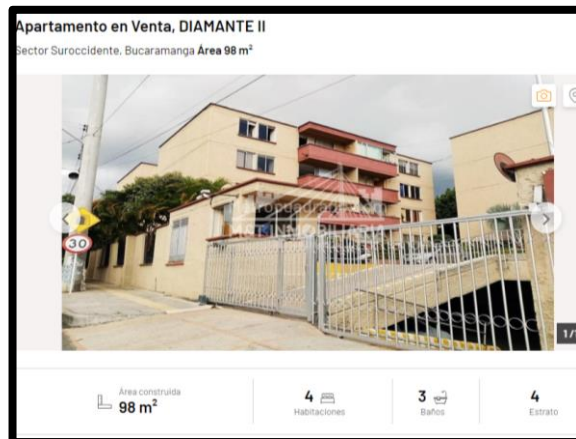
Figura 48. Número de personas por hogar en Bucaramanga



Tomado de: (DANE, 2005).

Oferta: Se evidencia una mayor oferta de casas en el sector, los pocos apartamentos que hay están en conjuntos cerrados y no superan los 5 pisos de altura sin ascensor.

Apartamentos con un promedio de 120 m², 3 habitaciones y 2 baños, el precio del apartamento del ejemplo es 165 millones con un área de 98m² da un costo de 1,680,000 pesos por metro cuadrado.

Figura 49. *Oferta en el sector*

Tomado de: (Metrocuadrado, 2023).

Promedio de 3 habitaciones en este sector, con el promedio del DANE 3,6 personas por vivienda, para esta propuesta se diseñarán apartamentos para 3-5 personas con 3 o 4 habitaciones.

7.3. Necesidades de usuarios, programa arquitectónico.

Apartamentos para familias de 3-5 personas, (Espacios para dormir, descansar, socializar, asearse, cocinar, comer, entretenerse, estudiar, servicios, etc.). Zonas verdes comunes y privadas para socializar, descansar y entretenerse.

Espacio Público:

Se proponen puntos de comercio para comprar comida, servicios, entre otros. Locales comerciales y de oficinas, mobiliario urbano para descansar, sentarse, socializar, en bancas cubiertas, puntos para reunirse, entretenerse como graderías. Siguiendo los parámetros normativos, el 1% de los parqueaderos diseñados debe destinarse para parqueaderos accesibles. También se diseñan senderos para caminar, pasear mascotas, puntos para la recreación de los niños, socialización, aprendizaje, área para recreación, todas al aire libre.

Listado de requerimientos de espacios de acorde al género arquitectónico:

- Lobby

- Parqueaderos accesibles (corresponden al 1% del total diseñados), motos (1 por cada 5 vehículos), carros (1 por cada unidad residencial), parqueadero para visitantes (1 por cada 3 parqueaderos residenciales), Cuartos de máquinas (Planta eléctrica, tanque de agua, válvulas red de emergencia contra incendios), Cuarto de basuras (ventilado y de fácil acceso)
- Puntos fijos contra incendios, ascensores, escaleras de emergencia (con muros contra incendios)
- Zonas comunes privadas (zonas húmedas (Sauna, Turco, Piscina, Piscina para niños, jacuzzi), Salón social, gimnasio, juegos infantiles, sala de reuniones auxiliar)
- Apartamentos de 3-5 habitaciones
- Espacio público (mobiliario urbano, jardines)
- Locales comerciales
- *Áreas externas:*
Parqueaderos, senderos, graderías, puntos de comercio, parque Infantil, locales comerciales.
- *Áreas internas (Zonas comunes apartamentos):*
Lobby, parqueaderos, zona social (conformada por el salón social, cancha de squash, gimnasio, cuarto de juegos), terrazas verdes y zonas húmedas.
- *Viviendas:*
Se proponen 4 tipologías de vivienda para diferentes usuarios y características diferentes, en general poseen 2 baños privados y 1 social, cocina con barra, comedor y sala de tv conectados, cuarto de servicios, de 2-3 habitaciones por el tipo de usuario y ofertas en el sector. 2 tipologías son tipo dúplex con jardín interior, todos los apartamentos poseen balcones.

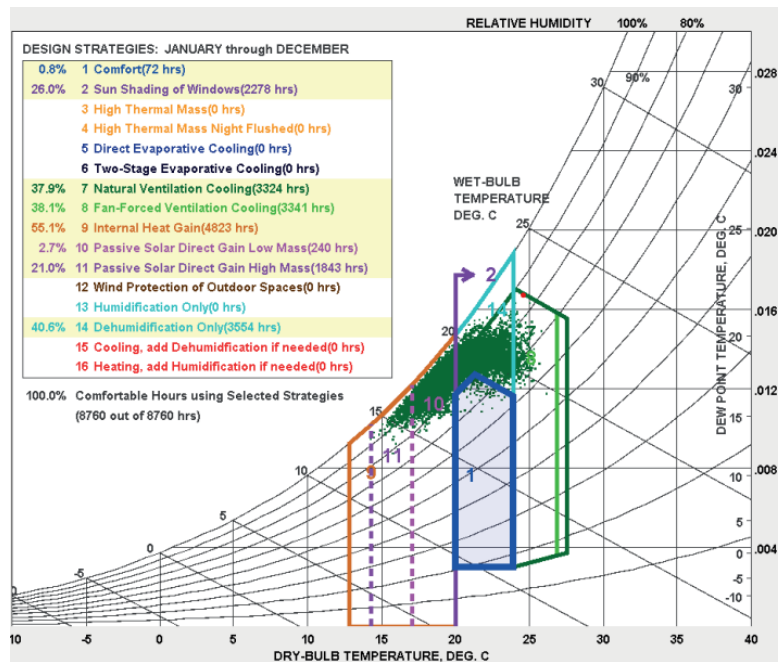
Tabla 2. *Áreas apartamento tipo 1*

Espacio	Área (m²)	Porcentaje (%)
Cocina	7,5	7,6%
Cuarto ropas	3,2	3,2%
Baño	4,5	4,5%
Sala	9,2	9,3%
Comedor	13	13,2%
Habitación 1	13,8	14%
Baño Hab. 1	3,6	3,6%
Habitación 2	11,2	11,4%
Baño Hab. 2	4,5	4,5%
Circulaciones	27,5	28%
Total	98 m²	100%

8. Estrategias bioclimáticas pasivas

8.1. Diagrama de Olgay

Figura 50. Diagrama de Olgay clima Bucaramanga



Adaptado de: (Climate Consultant, 2023).

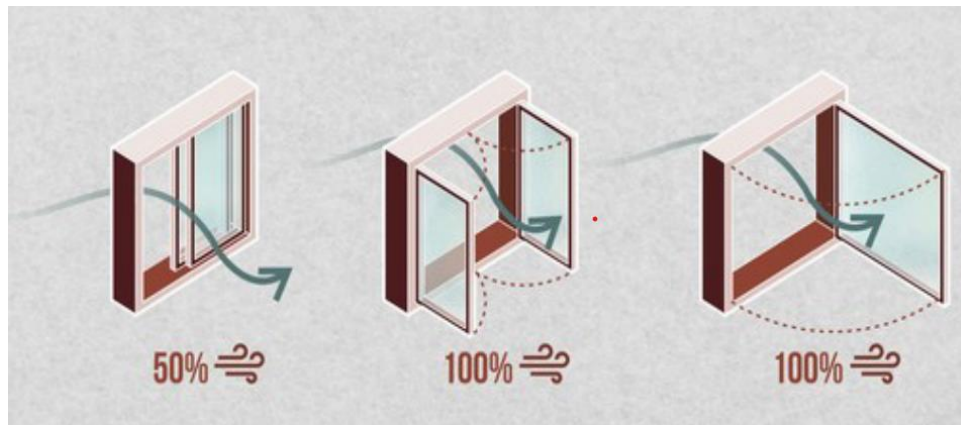
El confort térmico se alcanza en un rango desde 20°C de temperatura seca con una humedad relativa de 20- 80% y hasta 24°C con rango de humedad relativa del 20-60%, Tomando los datos de temperatura y humedad promedio anual de Bucaramanga se obtiene que para un rango de temperatura entre los 20-30°C y una humedad promedio de 77% se recomiendan la implementación de las siguientes estrategias bioclimáticas pasivas:

- Enfriamiento por ventilación natural (38% del año)
- Protección solar de las superficies acristaladas (26%)
- Deshumidificación (40.6%)

8.2. Enfriamiento por ventilación natural

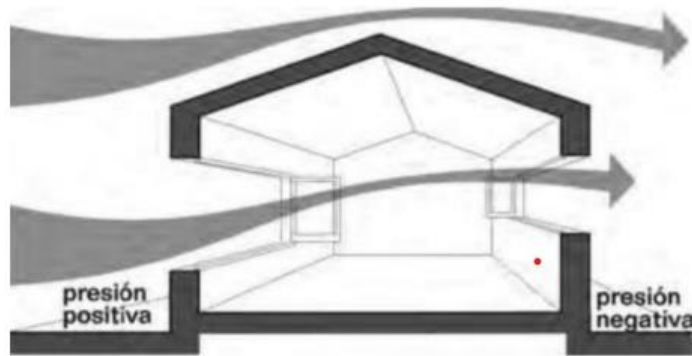
Se aprovechan los vientos que provienen del norte, todos los espacios de los apartamentos poseen por lo menos una ventana ubicada hacia esta fachada, se proponen ventanas abatibles en vez de ser corredizas para aprovechar el 100% del área de apertura, las ventanas son angostas pero altas (30-50 cm de ancho por 1.30- 1.60 metros de alto) con un área efectiva de 0.39 m² hasta 0.8 m².

Figura 51. *Porcentaje de aire efectivo*



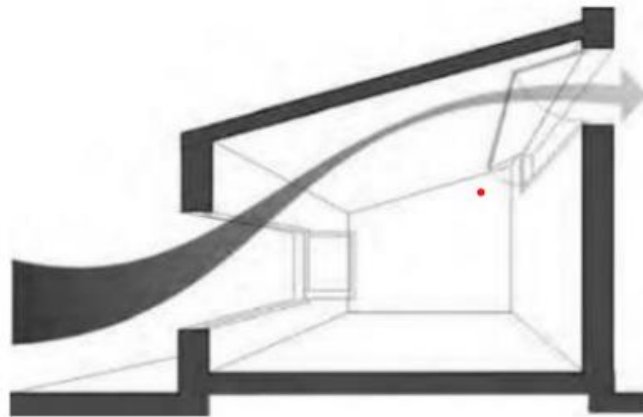
Tomado de: (Archdaily, 2018).

También se utiliza el sistema de ventilación natural cruzada que consiste en el flujo transversal del aire mediante la apertura de ventanas y puertas en lados opuestos del espacio. Se produce principalmente por el cambio de presión de los vientos.

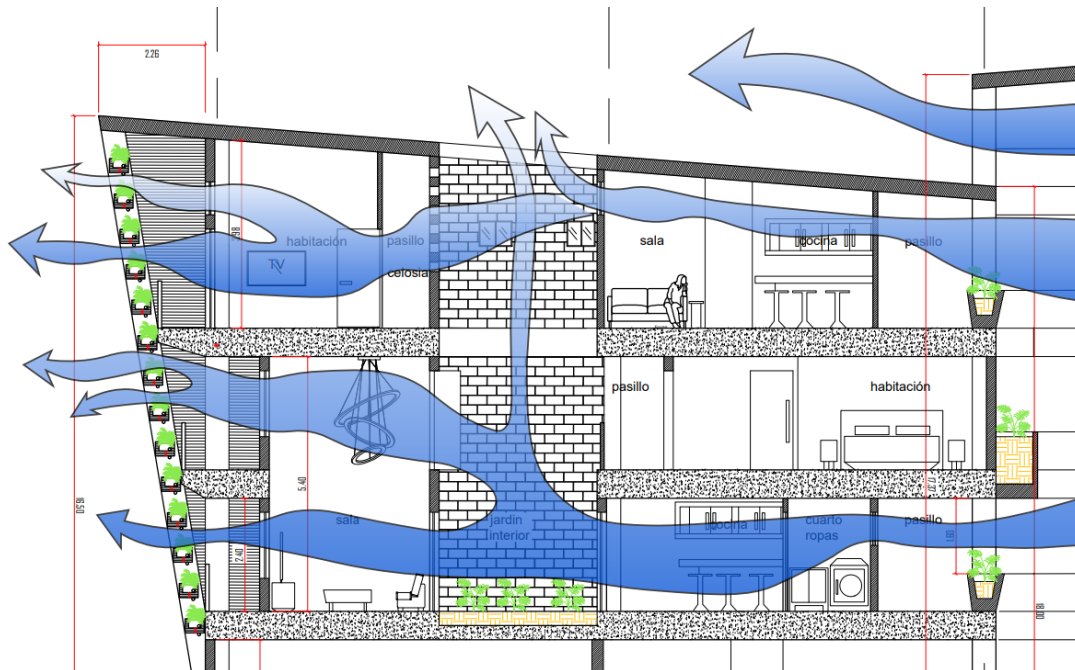
Figura 52. *Sistema de ventilación natural cruzada*

Tomado de: (Manual de arquitectura bioclimática sustentable, 2015).

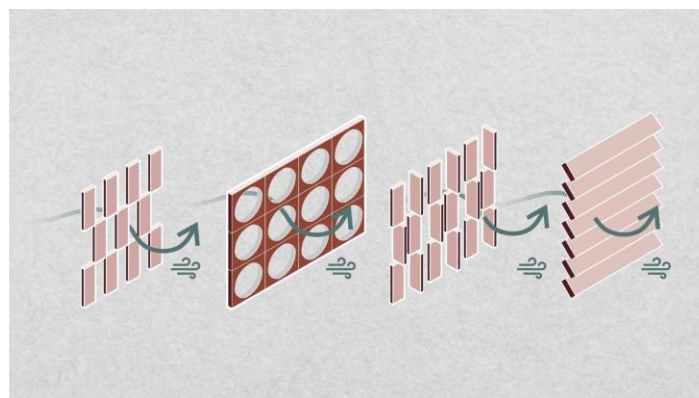
Sistema de ventilación natural por efecto chimenea, el aire fresco entra por una ventana a menor altura. En los jardines interiores de los apartamentos sucede este mismo fenómeno, el aire caliente asciende hacia el exterior del edificio.

Figura 53. *Sistema de ventilación natural por efecto chimenea*

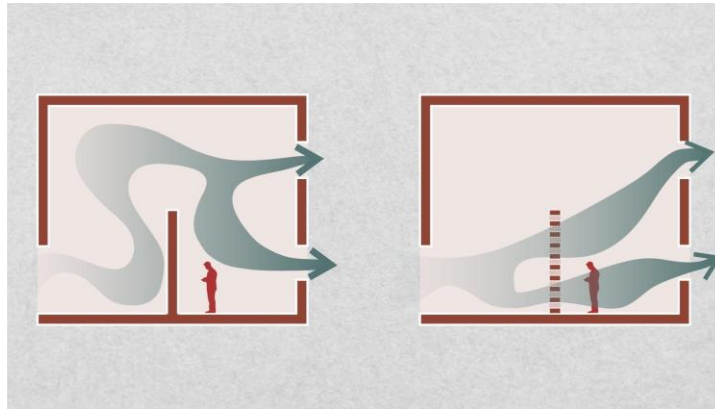
Tomado de: (Manual de arquitectura bioclimática sustentable, 2015).

Figura 54. *Efecto chimenea jardines internos*

Se plantean celosías de bloques de ladrillo para los muros divisorios al interior de los apartamentos para favorecer la ventilación a través de toda la tipología.

Figura 55. *Esquema celosías*

Tomado de: (Archdaily, 2018).

Figura 56. *Esquema de ventilación a través de celosías*

Tomado de: (Archdaily, 2018).

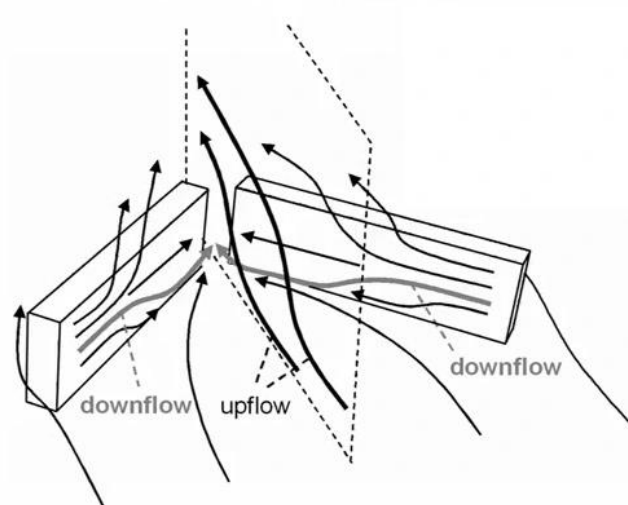
Figura 57. *Celosías*

Tomado de: (Revista AD España, 2020).

El *efecto venturi* se aprovecha en el objeto ubicado hacia el norte ya que los vientos provienen de esta dirección, se propone un vacío en el centro del volumen que disminuye en área para aumentar la velocidad de los vientos que lo atraviesan y llegan hasta el bloque de apartamentos posterior. El área de ingreso es de 147 m^2 (16,35 metros de ancho x 9 metros de alto) que disminuye hasta $37,35 \text{ m}^2$ (4,15 x 9 metros de alto) en el costado donde salen los vientos hacia

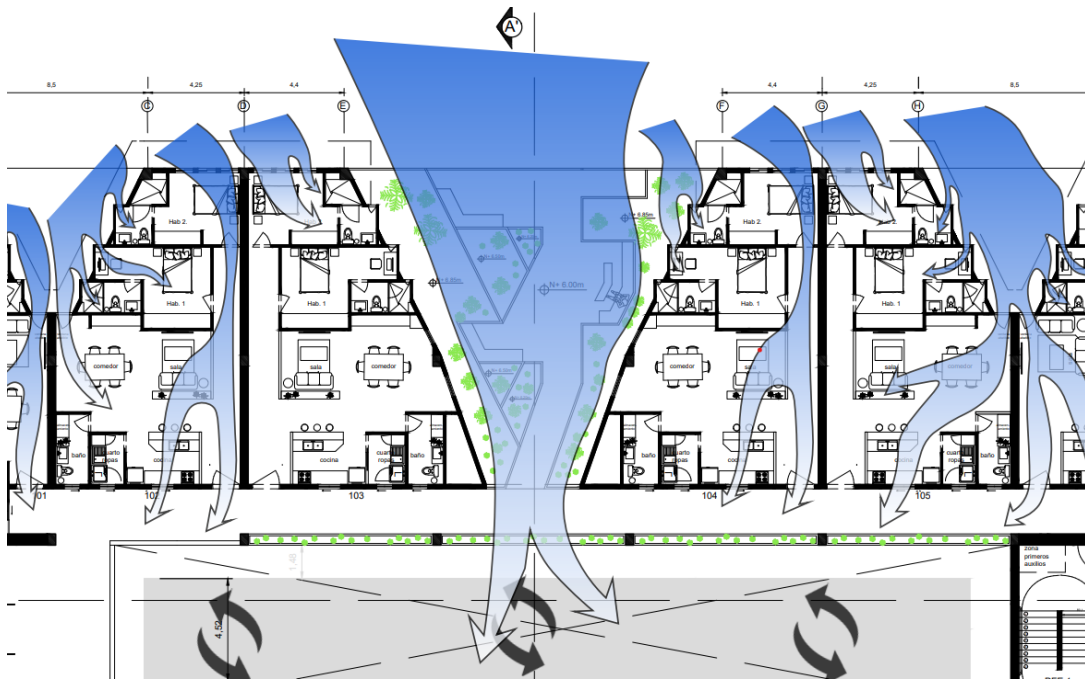
el otro volumen, se disminuye un 75% el área.

Figura 58. *Comportamiento del viento efecto venturi*



Tomado de: (unblogdeingenieria.wordpress.com, s.f.).

Como se observa en la imagen. Al disminuir el área de ingreso la corriente de aire tiende a dirigirse hacia arriba, en espacios cerrados permite aumentar considerablemente la velocidad de los vientos.

Figura 59. *Efecto venturi en el proyecto*

8.3. Protección solar

Se protegen las superficies acristaladas para evitar el sobrecalentamiento al interior de los espacios, esto se logra a través del sombreadamiento generado por voladizos, envolventes parasoles y celosías. Los voladizos están restringidos hasta 1 metro desde la línea de antejardín, se proponen balcones y jardineras en estos espacios, las jardineras tienen vegetación colgante que al aumentar su tamaño funcionan como cortinas contra la radiación solar directa.

Figura 60. *Sombreamiento generado por voladizos 3:30 pm.*



Figura 61. *voladizos*

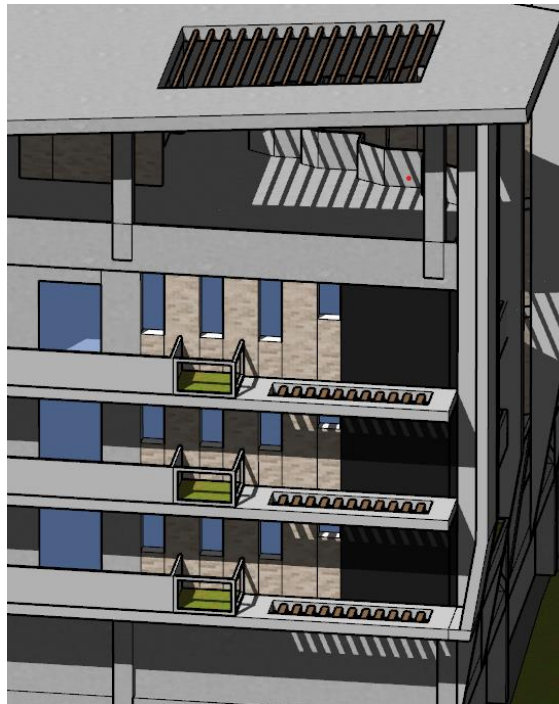
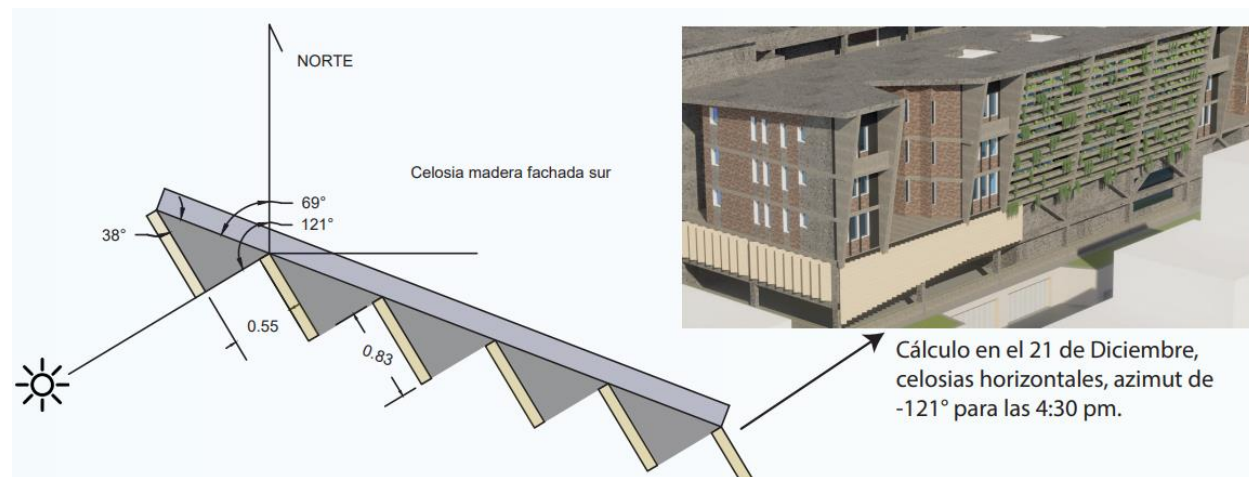
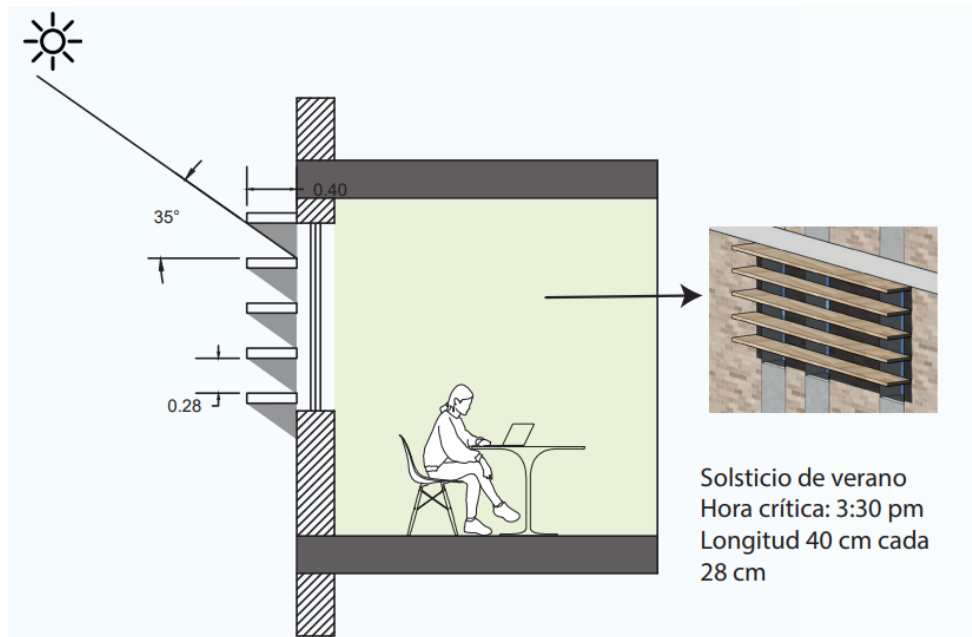


Figura 62. *Celosía de las jardineras***Figura 63.** *Celosía zona comercio*

Se proponen celosías conformadas por paneles de madera de un color claro para que se disipe mejor el calor, el cálculo se genera a partir del azimut a las 4:30 pm (-121°) que se determinó como hora crítica por lo observado en el modelado en el solsticio de invierno. Con la inclinación de los ejes estructurales con respecto al norte se obtiene que los paneles podrían tener medidas de 83 cm de ancho con un grado de apertura de 38° con respecto a la losa de entrepiso de la cual están

anclados, de esta manera hay una distancia de 0.55 cm entre los paneles para permitir el flujo del aire y evitar que ingrese el sol directamente al espacio.

Figura 64. *Celosía apartamentos*

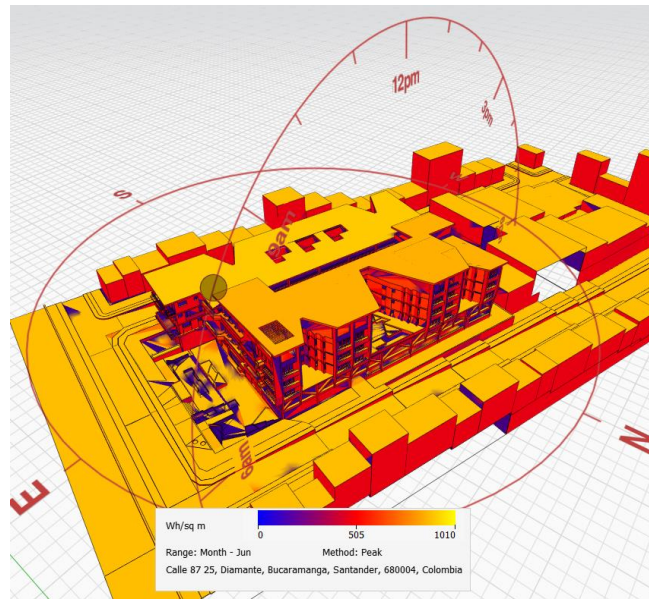


Para los apartamentos ubicados en la fachada oeste se calcula el ancho de los paneles a partir de la altura solar (35°) a las 3:30 pm en el solsticio de verano, también se proponen paneles de madera de color claro que están anclados a la estructura en hormigón armado del edificio. Se propone un ancho de 40 cm ubicados cada 28 cm para optimizar la protección solar y el flujo de aire hacia el interior de la tipología.

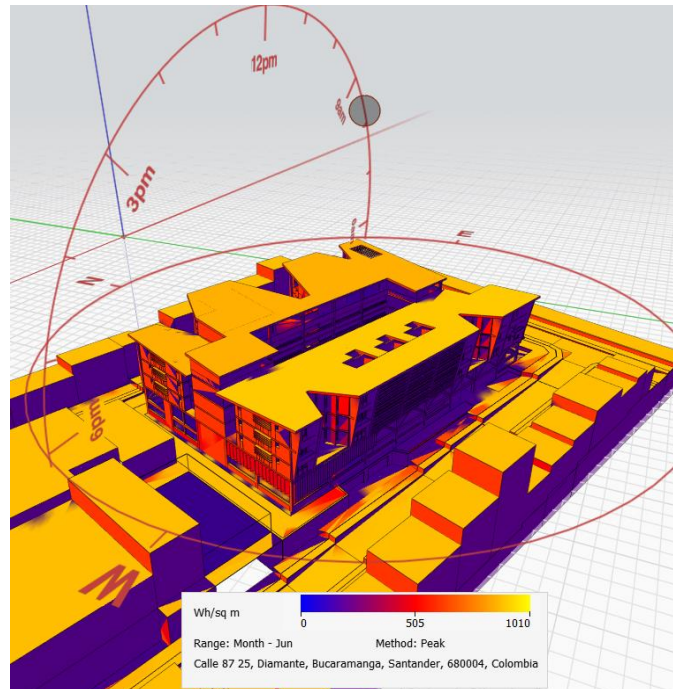
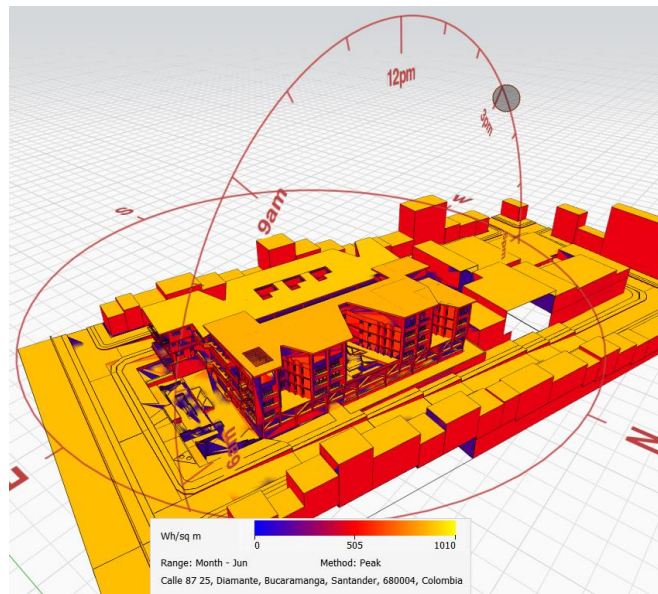
Análisis de radiación solar, en general se observa que en el solsticio de invierno se ve más afectada la fachada sur, con una altura solar de 40° a 10° en las horas de la tarde (2pm - 5 pm) el sol afecta de manera más directa esta fachada desde las 2 pm, por esta razón se plantean las jardineras, celosías y voladizos en este costado. en el solsticio de invierno se afectan

principalmente las fachadas este- oeste de la edificación que no son tan críticas porque son las más cortas y los puntos fijos están ubicados en estas zonas, la fachada norte se ve algo afectada pero no de manera tan directa como la fachada sur en el solsticio de invierno.

Figura 65. *Análisis solar Solsticio verano, 8:15 am fachada norte*



Adaptado de: (FormIt, 2023).

Figura 66. *Análisis solar Solsticio verano, 8:15 am fachada sur***Figura 67.** *Análisis solar Solsticio verano, 3:15 pm fachada norte*

Con el análisis solar del solsticio de verano (21 junio) se observa que en las horas de la mañana la fachada este del proyecto recibe mayor radiación solar sin embargo no se ve muy afectada por los voladizos y el sombreadamiento que generan, mientras tanto la fachada sur y oeste están completamente sombreadas y la fachada norte se protege con los parasoles y voladizos. Por la tarde se afecta principalmente la fachada oeste, en esta cara se plantean celosías de madera que cubren las ventanas de los apartamentos.

Figura 68. *análisis solar Solsticio invierno, 8:15 am fachada norte*

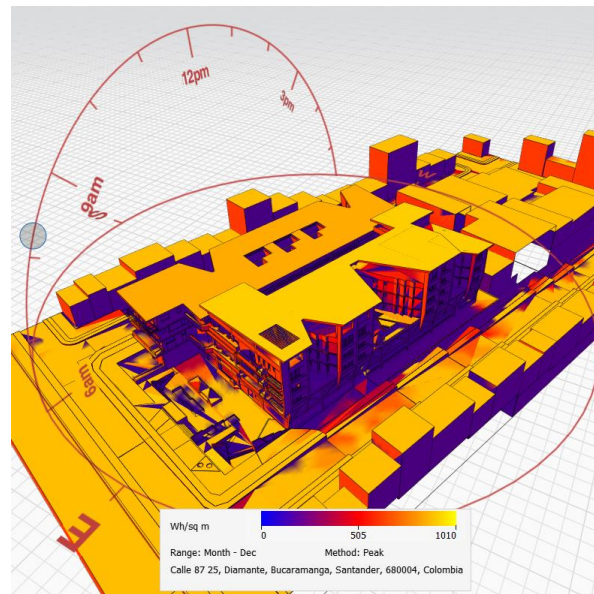
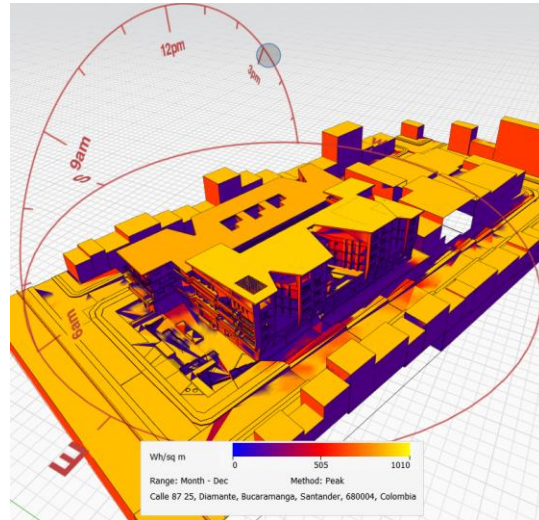
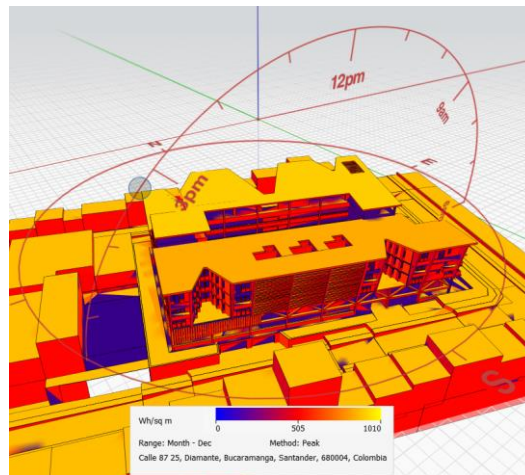
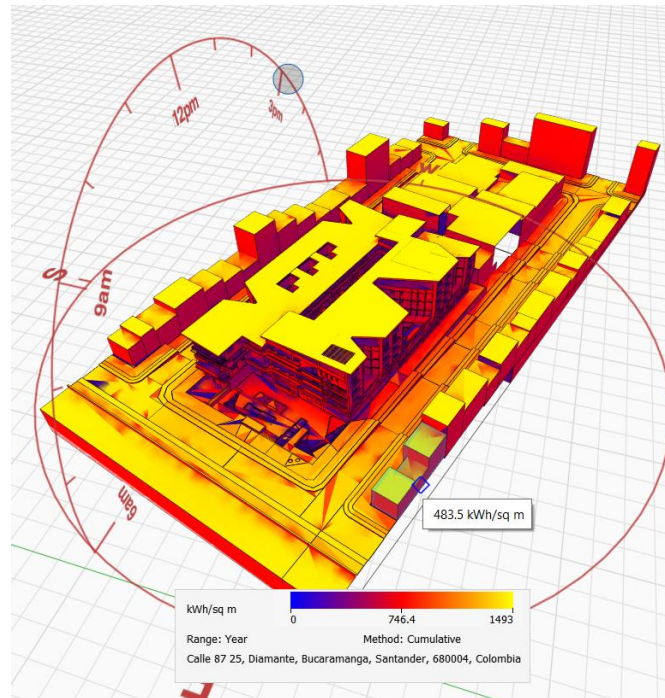
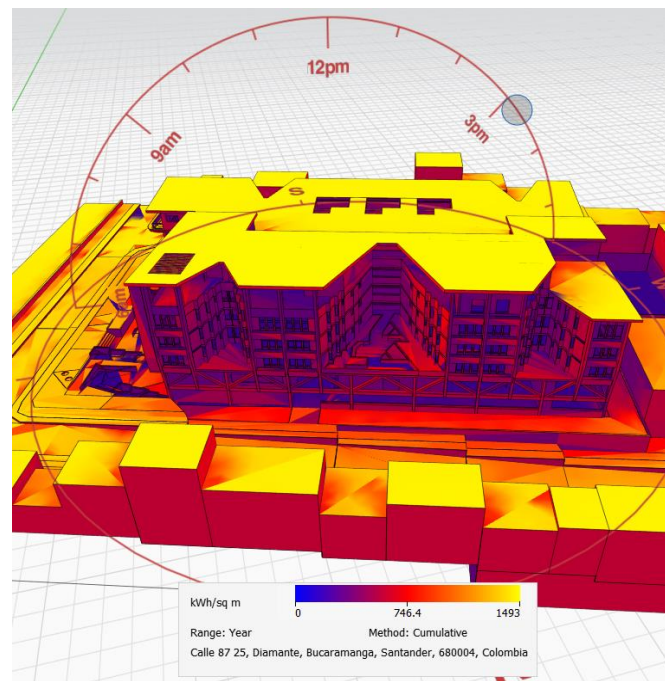


Figura 69. *Análisis solar Solsticio invierno, 3:15 pm fachada norte***Figura 70.** *Análisis solar Solsticio invierno, 3:15 pm fachada sur*

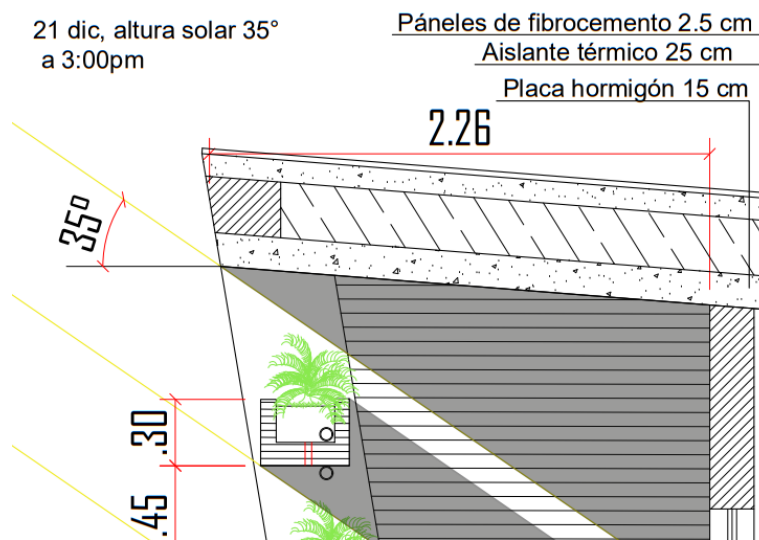
Por la mañana hay incidencia solar directa en las fachadas este y sur del proyecto, por la tarde en la fachada oeste pero principalmente en la fachada sur que recibe radiación solar moderada todo el día.

Figura 71. *Análisis solar todo el año***Figura 72.** *análisis solar todo el año fachada norte*

En todo el año las cubiertas reciben el mayor porcentaje de radiación solar directa, la fachada norte recibe menos exposición solar que la fachada sur, el interior de los apartamentos está de color azul lo que significa que reciben muy poca radiación solar directa por metro cuadrado.

8.4. Cubierta

Figura 73. *materiales cubierta*



Por la latitud de Colombia la cubierta es el elemento arquitectónico que más recibe radiación solar en todo el año, como se puede observar en las simulaciones generadas para el análisis de radiación. Es por esta razón que debe tener una materialidad adecuada para evitar el sobrecalentamiento del material en contacto y todo el objeto arquitectónico.

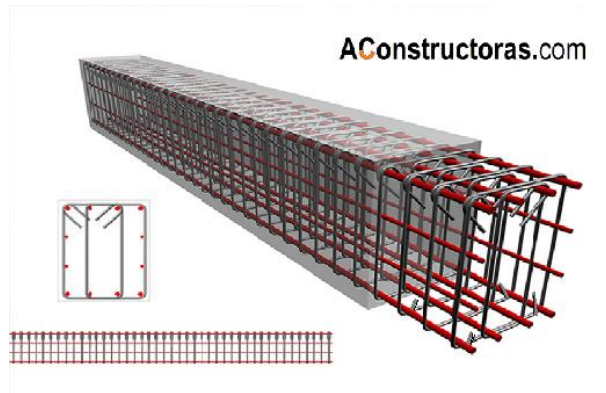
Se propone una cubierta tipo sandwich para disminuir la transmisión de calor entre materiales, en la parte exterior se ubican paneles de fibrocemento de 2.5 cm de ancho que se apoyan sobre una estructura de concreto celular, entre estos materiales se ubica espuma de poliuretano de 25 cm de ancho como aislante térmico.

Tabla 3. *Conductividad térmica materiales*

Material	Conductividad térmica (λ) (w/m °C)
Aire	0,026
Espuma poliuretano	0,026
Mortero cemento	0,09 - 0,15
Fibrocemento	0,09
Madera	0,13 - 0,29
Concreto celular	0,22 - 0,33
Yeso	0.488
Ladrillo macizo	0,72 - 0,9
Hormigón simple	0,8 - 1,7
Aluminio	203

8.5. Materiales

La estructura se propone en concreto reforzado que, aunque no es el material con el mejor valor de conductividad térmica es muy resistente y permite distancias entre las luces considerables con columnas relativamente esbeltas, losas de entrepiso aligeradas de 25 cm de grosor con casetones de poliestireno expandido que ayuda a disminuir la cantidad de concreto utilizado y mejora el aislamiento acústico de la losa.

Figura 74. Vigas y columnas en concreto reforzado

Tomado de: (Aconstructoras, 2016).

Figura 75. Losa aligerada con casetones de poliestireno (EPS)

Tomado de: (arqzon.com.mx, 2019).

Para los muros (excluyendo los de los puntos fijos de emergencia) se proponen bloques de concreto celular ya que es muy buen aislante termoacústico, posee un coeficiente de conductividad térmica 4 veces menor que el concreto simple, también es resistente al fuego y buen material sismo resistente, ayuda a disminuir las cargas muertas en la estructura por su peso más ligero por su baja densidad, esto también facilita el proceso de construcción. En algunas partes del edificio se deja a la vista, pero en las fachadas se cubre con fachaletas de ladrillo ($0,35 \text{ w/ m } ^\circ\text{C}$) por su valor estético.

Figura 76. *Bloques de concreto celular*

Tomado de: (engemix.com.br, s.f.).

Figura 77. *Fachada norte*

Para las ventanas se proponen vidrios aislantes termoacústicos con cámaras de aire, la materialidad de los jardines es más orgánica, está conformado principalmente de madera para el mobiliario como bancas, mesas y jardineras, en el suelo se plantean diferentes texturas como arena, grava y césped, estos tres elementos ayudan a disminuir el efecto de isla de calor en la plazoleta exterior, en el jardín interior y en las zonas comunes de los apartamentos.

Figura 78. *Materialidad jardín interior*



Referencias

- 14 patrones del diseño biofílico, 2014, consultado el 2 de marzo de 2023. Terrapin Bright Green.
<https://www.terrapinbrightgreen.com/report/14-patrones-es/>
- Andrewmarsh (s.f.), consultado el 5 de septiembre de 2023. <https://andrewmarsh.com/>
- Blasco, E. J. (2000). Instalaciones sanitarias en edificaciones, Lima-Perú, 2da edición. Librería ingeniero.
<https://www.libreriaingeniero.com/2019/05/instalaciones-sanitarias-en-edificaciones-enriquez-jimeno-blasco.html>
- Bloques de concreto celular (s.f.), consultado el 2 de septiembre de 2023. Engemix. <https://www.engemix.com.br/>
- Borja, J. (2011). Crisis urbana y derecho a la ciudad. Vientosur.
https://cdn.vientosur.info/Vscompletos/VS116_Borja_EspacioPublico.pdf
- Borja, J. y Muxi, Z. (2003). El espacio público, ciudad y ciudadanía, Barcelona, Ed. electa, Publicado en castellano.
 Research gate. https://www.researchgate.net/profile/Zaida-Martinez/publication/31731154_El_espacio_publico_ciudad_y_ciudadania_J_Borja_Z_Muxi_prol_de_O_Bohigas/links/543fbc0cf2be1758cf9779/El-espacio-publico-ciudad-y-ciudadania-J-Borja-Z-Muxi-prol-de-O-Bohigas.pdf
- Características climatológicas de ciudades principales y municipios turísticos, IDEAM, Disponible en :
<http://www.ideam.gov.co/documents/21021/418894/Caracter%C3%ADsticas+de+Ciudades+Principales+y+Municipios+Tur%C3%ADsticos.pdf/c3ca90c8-1072-434a-a235-91baee8c73fc>
- Casa Stacking Green, Ho Chi Minh, Arquitectura Viva, (2021), disponible en:
<https://arquitecturaviva.com/obras/casa-stacking-green>
- Chávez, A. (2022). Fuera jaqueca con la lengua de vaca. 5 de septiembre. <https://www.5septiembre.cu/fuera-jaqueca-con-la-lengua-de-vaca/>
- Congreso de Colombia, Ley 388 de 1997.
<https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma.php?i=339#:~:text=Posibilitar%20a%20los%20habitantes%20el,y%20los%20servicios%20p%C3%ABlicos%20domiciliarios.>
- Conrado, D. (2010), Licania Tomentosa, consultado el 5 de marzo de 2023. Wikipedia.
https://es.wikipedia.org/wiki/Licania_tomentosa

Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE)(2005), Censo poblacional Bucaramanga, DANE.

<https://www.dane.gov.co/files/investigaciones/planes-departamentos-ciudades/210204-InfoDane-Bucaramanga-Santander.pdf>

Departamentos EDEN Singapur / Heatherwick Studio" [EDEN Singapore Apartments / Heatherwick Studio] 21 dic 2020. ArchDaily Colombia. Accedido el 20 Oct 2023. <https://www.archdaily.co/co/953774/departamentos-eden-singapur-heatherwick-studio>

Determinantes ambientales de salud (s.f.) consultado el 17 de Septiembre de 2023, Paho. <https://www.paho.org/es/temas/determinantes-ambientales-salud>

Determinantes ambientales de salud, 2015, consultado el 2 de marzo de 2023. Organización panamericana de la salud. <https://www.paho.org/es/temas/determinantes-ambientales-salud>

Diseño Biofílico: un sistema natural para incrementar la productividad y el bienestar de las organizaciones, Albert Cervera, Consultado el 10 de Octubre de 2023, disponible en: <https://www.simbiotia.com/disenio-biofilico/>

Edificio de viviendas plaza Lesseps, Office of architecture in Barcelona (OAB), Arquitectura Catalana.CAT (2010), consultado el 10 de Octubre de 2023, disponible en: <https://www.arquitecturacatalana.cat/es/obras/edificios-dhabitatges-placa-lesseps#detail>

Edificio matorral / ALH Taller" 18 abr 2022. ArchDaily Colombia. Accedido el 20 Oct 2023. <https://www.archdaily.co/co/980036/edificio-matorral-alh-taller>

Efecto Venturi (s.f.). Consultado el 5 de septiembre de 2023. unblogdeingenieria.wordpress.com.

El diseño biofílico. El poder de la arquitectura y la Naturaleza, Pau Seguí, Director OVACEN, consultado el 8 de Septiembre 2023, disponible en: <https://ovacen.com/el-diseno-biofilico-el-poder-de-la-arquitectura-y-la-naturaleza/>

Esquivel, M. T. (2011). Conjuntos habitacionales, imaginarios de vida colectiva. Universidad autónoma metropolitana unidad Iztapalapa. Redalyc. <https://www.redalyc.org/pdf/393/39348722006.pdf>

Ferrater, C. (2008), viviendas en la plaza Lesseps. Arquitectura viva (AV). <https://arquitecturaviva.com/obras/viviendas-en-la-plaza-lesseps>

Givoni, B. (1998). Climate Considerations in Building and Urban Design. New York: Van Nostrand Reinhold

Gonzalo, G.E. (2015). Manual de arquitectura bioclimática sustentable. Universidad Nacional de Tucumán

IDEAM (2013), Clasificación climática de Lang. IDEAM. <http://www.ideam.gov.co/de/galeria-de-mapas>

Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación (ICONTEC)(2013). Norma Técnica Colombiana, NTC 6047.

<https://colaboracion.dnp.gov.co/CDT/Programa%20Nacional%20del%20Servicio%20al%20Ciudadano/NTC6047.pdf>

Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación (ICONTEC)(1982). Medidas de seguridad en edificaciones, medios de evacuación, NTC 1700.

<https://planesdeemergencia.weebly.com/uploads/4/0/5/4/40542785/ntc1700.pdf>

Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (IDEAM)(1999). Régimen anual de viento: Bucaramanga. <http://bart.ideam.gov.co/cliciu/rosas/viento.htm>

Integrar la salud en la planificación urbana y territorial, ONU Habitat, consultado el 5 de Septiembre de 2023, Onuhabitat. <https://onuhabitat.org.mx/index.php/salud-y-planificacion-urbana>

Ley 2079 de 2021. Congreso de Colombia (2021). Consultado el 10 de octubre de 2023, Función Pública. <https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma.php?i=160946>

Ley 361 de 1997. Congreso de Colombia (1997). Consultado el 20 de octubre de 2023, Función pública. <https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma.php?i=343>

Linares, M. A. (2020). Vivir – Habitar- Convivir: Cinco reflexiones Sobre sostenibilidad para la formación del Arquitecto, Universidad de Zulia, Venezuela, Procesos urbanos, vol VII

Linares-Bermúdez M.A. (2020). Vivir – Habitar- Convivir: Cinco reflexiones sobre sostenibilidad para la formación del Arquitecto. Procesos Urbanos. 7(2):e499. <https://doi.org/10.21892/2422085X.499>

Los espacios verdes: un recurso indispensable para lograr una salud sostenible en las zonas urbanas, 2015, consultado el 2 de marzo de 2022. Organización Naciones Unidas. <https://www.un.org/es/chronicle/article/los-espacios-verdes-un-recurso-indispensable-para-lograr-una-salud-sostenible-en-las-zonas-urbanas>

Losa aligerada con casetones de poliestireno (2023). Consultado el 10 de septiembre de 2023. Arqzon. <https://arqzon.com.mx/2023/01/07/caseton-de-poliestireno-que-es-y-para-que-se-utiliza/>

Ministerio de ambiente, vivienda y desarrollo territorial de Colombia, NSR-10, 2010.
https://www.andi.com.co/Uploads/Reglamento_colombiano_construccion_sismo_resistente_636536179523160220.pdf

Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, (2010). NSR-10. Andi.
https://www.andi.com.co/Uploads/Reglamento_colombiano_construccion_sismo_resistente_636536179523160220.pdf

Ofertas arrendamiento Bucaramanga barrio diamante II (2023). Consultado en septiembre de 2023. Metrocuadrado.
<https://www.metrocuadrado.com/venta/nuevo/bucaramanga/diamante-2/?search=form>

Pávez, M. I. (2008). Los conceptos de unidad vecinal y de barrio en la teoría práctica urbanista. Universidad de Chile, Facultad de arquitectura, departamento de urbanismo, Monografía, 3ra edición

Posición del sol (s.f.), consultado el 4 de septiembre de 2023. Sunearthtools.
https://www.sunearthtools.com/dp/tools/pos_sun.php?lang=es

Rojas, A. (2008). Flora Urbana, Área metropolitana de Bucaramanga, disponible en:
https://www.academia.edu/4455281/FLORA_URBANA_ALICIA#:~:text=El%20Manual%20de%20Arborizaci%C3%B3n%20Urbana,espacios%20urbanos%20aptos%20para%20la

Romero, M. A. (2000). Principios bioclimáticos para el diseño urbano. 2ª ed. São Paulo

Sánchez, B. (2014), Arquitectura Bioclimática: conceptos y técnicas. Ecohabitar. <https://ecohabitar.org/arquitectura-bioclimatica-conceptos-y-tecnicas/#:~:text=La%20arquitectura%20bioclim%C3%A1tica%20consiste%20en,reducir%20los%20consumos%20de%20energ%C3%ADa>.

Sarquis, J. (2006). Arquitectura y modos de habitar, 1ª edición, Buenos Aires. Arqa.
<https://arqa.com/actualidad/colaboraciones/arquitectura-y-modos-de-habitar.html>

Secretaría de Planeación de Bucaramanga (2014). Plan de Ordenamiento Territorial de Bucaramanga.
<https://www.concejodebucaramanga.gov.co/pot-2012-2027/tomo03.pdf>

Tiempo Bucaramanga (s.f.), consultado el 10 de marzo de 2023. Meteoblue.
https://www.meteoblue.com/es/tiempo/semana/bucaramanga_colombia_3688465

Vigas de concreto reforzado(2016). Consultado el 10 de junio de 2023. Aconstructoras.
https://www.aconstructoras.com/product_info.php?products_id=2925

Vo Trong Nghia Architects (2013), Stacking Green by Vo Trong. Dezeen.
<https://www.dezeen.com/2012/07/09/stacking-green-by-vo-trong-nghia/>

Yamasaki, A. M. (2011). Sostenibilidad y ecoeficiencia en la Arquitectura, Ingeniería Industrial, núm. 29, 2011, pp. 125-152 Universidad de Lima Lima, Perú