



Transferencia de calor en el Diseño Bioclimático de un Restaurante

LUIS HENRY PAZ ALARCÓN

Universidad del Valle
Facultad de Artes Integradas, Escuela de Arquitectura
Santiago de Cali, Colombia
2015

Transferencia de calor en el Diseño Bioclimático de un Restaurante

Luis Henry Paz Alarcón

Trabajo de profundización presentado como requisito para optar al título de:

Magister en Arquitectura y Urbanismo

Director:

Ph.D., Arquitecto Oswaldo López Bernal

Codirector:

Mgs arquitecto Iván Osuna

Línea de Profundización

BIOCLIMÁTICA

Universidad del Valle

Facultad de Artes Integradas, Escuela de Arquitectura

Santiago de Cali, Colombia

2015

Este trabajo de Maestría está dedicado a las tres personas más importantes en mi vida; a mi Esposa MARIA ISABEL quien siempre me apoya en cada una de las metas que trazo; su amor, fe, dedicación y sacrificio por que todo se logre.

A mis Hijos JUAN MARTÍN y SARA MARÍA por quienes doy mi vida para ser un ejemplo a seguir; todo lo que uno se proyecte a través de la constancia, dedicación y sobrepaso de los obstáculos que ponga la vida, se puede lograr con reconocimiento y excelencia.

Con todo mi amor Henry

Agradecimientos

En primer lugar, al Arquitecto Supremo creador de todo lo presente, guía y luz de mi camino, a mis Padres Luis Henry, Luz Daicy, a mis hermanas Deicy y Suldery por su constante apoyo, ayuda y amor, a mi hermano el Arq. Julián Paz quien fue pilar importante en el desarrollo de la investigación y transcurso por la Maestría, de igual forma al Arq. Fabián Eljach con quien conformamos un grupo de trabajo sólido y de excelencia, al PH-D Arq. Oswaldo López y al PH-D Ing. Carlos Herrera quienes me guiaron por la MAU, al Ms Arq. Iván Osuna tutor de la Tesis, a María Isabel secretaria de la MAU por toda la colaboración, a los compañeros de estudio en especial a ANDRES BLANDON Q.E.P.D. que participaron del proceso, a los amigos y amigas quienes me compartieron estadía en sus hogares y cada una de las personas que hicieron posible este trabajo.

Resumen

Palabras claves: estrategias bioclimáticas, confort, transferencia de calor.

El desconocimiento de la afectación de la transferencia de calor desde la cobertura del edificio en un clima cálido, puede ser perjudicial para los ocupantes y para el hecho arquitectónico mismo; por ello, debe ser aún más relevante para quienes diseñan cocinas y restaurantes, puesto que la misma actividad física del uso, es portadora de una alta carga térmica.

Este estudio de caso, muestra como desde el diseño arquitectónico y con la utilización de estrategias bioclimáticas, se puede lograr condiciones aceptables de confort, en espacio con alta carga térmica emitida por la radiación solar y la actividad física de los ocupantes.

Cada una de ellas, se evaluará de forma análoga y a través de software de simulación para bioclimática, comprobando con ello, que si se cumple con los objetivos requeridos por el proyecto.

Finalmente se establecen unas conclusiones que puede servir de Metodología de Diseño, en la toma de decisiones de un nuevo hecho arquitectónico con parámetros bioclimáticos.

Abstract

Keywords: bioclimatic strategies, comfort, transfer of heat.

The lack of involvement in the transfer of heat from building coverage in warm weather, can be harmful to the occupants and for architectural act itself; therefore, it should be even more relevant to those who design kitchens and restaurants, since the same physical activity use carries a high thermal load.

This case study shows how from architectural design and the use of bioclimatic strategies, can achieve acceptable conditions of comfort, space with high thermal load emitted by solar radiation and physical activity of the occupants.

Each will be evaluated analogously and through simulation software for bioclimatic, thereby checking, if it meets the objectives required by the project.

Finally some conclusions that can serve as Design Methodology, in making a new architectural decisions made with bioclimatic parameters are set.

Contenido

	Pág.
Resumen	VII
Lista de figuras.....	XII
Lista de tablas	XIV
Introducción	15
1. Planteamiento del problema.....	16
1.1 Pregunta.....	16
1.2 Objetivos	16
1.2.1 Objetivo General	16
1.2.2 Objetivos Específicos	16
2. Estado del Arte.....	17
2.1 Confort Térmico	18
2.1.1 Enfoque Cualitativo	19
2.1.2 Enfoque Cuantitativo	20
Índice de FANGER	22
3. Metodología.....	24
4. Proyecto Urbano y Arquitectónico.....	25
4.1 Análisis Urbano	25
4.1.1 Subsistemas urbanos	26
4.1.1.1 Funcionalidad	27
▪ Centralidad	27
▪ Compacidad	27
▪ Accesibilidad	27
▪ Conectividad.....	28
4.1.1.2 Medio Ambiente	32
▪ Contaminación Acústica.....	35
▪ Contaminación por emisiones	35
4.1.1.3 Movilidad	36
▪ Movilidad Motorizada	37
▪ Movilidad NO Motorizada	38
4.2 Estructura Urbana Funcional	39
4.3 Caracterización Ambiental y Climática.....	41
Indicadores	41
4.3.1 Análisis de la Temperatura.....	44
4.3.2 Análisis de la Humedad.....	45
4.3.3 Análisis de Vientos	47
4.3.4 Análisis de Sombras.....	49
4.3.5 Análisis de Ruido.....	51
4.3.6 Análisis de Iluminación.....	52
4.3.7 Confort Ambiental.....	54
4.4 Diseño Urbano	55

4.4.1	Criterio General de Diseño	55
4.4.2	Criterios Específicos.....	56
4.5	Lineamientos de intervención urbanos	56
4.5.1	Criterios de Diseño Urbano	57
4.5.2	Proyecto Urbano	58
4.6	Proyecto arquitectónico.....	59
4.6.1	Localización del proyecto	59
4.6.2	Contexto	60
▪	Alturas existentes	60
▪	Vivienda de conservación patrimonial.....	62
▪	Uso del suelo.....	63
4.6.3	Criterio de Diseño.....	63
4.6.3.1	Criterio General	63
4.6.3.2	Criterios Específicos.....	63
4.6.4	Datos climáticos	64
4.6.5	Caracterización climática	64
▪	Diagrama estereográfico y trayectoria Solar. Ver ilustración 44	64
▪	Temperatura	68
▪	Humedad	69
4.6.5.1	Fecha y hora de diseño.....	69
4.6.5.2	Tabla Psicrométrica.....	70
4.6.6	Proyecto	71
4.6.6.1	Concepto	71
▪	Descomposición del patio y fragmentación del volumen	72
▪	Esquema de ventilación	73
▪	Estrategias bioclimáticas iniciales	74
	Propuesta de Diseño	75
▪	Planta primer piso	75
▪	Segundo piso	76
▪	Semisótano	77
▪	Fachadas.....	78
▪	Volumetría	80
▪	Verificación de la estrategia de ventilación	83
▪	Verificación de la estrategia control solar.....	86
5.	Cálculo y simulaciones	89
▪	Área de estudio para cálculos	89
▪	Datos relevantes para los cálculos.....	90
5.1.1	Carga térmica de Cubiertas – Paredes – Piso	91
5.1.2	Temperatura Media Radiante.....	99
5.1.3	Cálculo de Fanger	100
5.1.4	Cálculo de ventilación cruzada.....	101
5.2	Estrategias Bioclimáticas	103
5.2.1	Control de la radiación solar.....	104
5.2.2	Control solar	104
5.2.3	Control Térmico	104
5.2.4	Ventilación Natural	104
5.3	Cálculo de cargas térmicas con estrategias Bioclimáticas	104
5.3.1	Cálculo de carga térmica.....	105
5.3.2	Temperatura Media Radiante.....	111

5.3.3	Cálculo de Fanger	113
5.3.4	Cálculo de ventilación cruzada.....	114
5.3.5	Comparativo de las estrategias	116
Conclusiones.....		117
Anexos		119
	Planos de sustentación.....	119
Referencias.....		125

Lista de figuras

	Pág.
Ilustración 1 Índice de Fanger. Fuente Ashrae Standard 55-2004	19
Ilustración 2 Índice de Fanger. Fuente Ashrae Standard 55-2004	22
Ilustración 3 Localización. Fuente http://www.scielo.cl/fbpe/img/rgeong/n45/art06_f1.jpg enero 14 2015 8:49	25
Ilustración 4 Localización georeferenciada. Fuente Google 2015	26
Ilustración 5 Localización Regional y Urbana. Fuente POT Cali	28
Ilustración 6 Análisis usos del suelo. Fuente Profundización I	29
Ilustración 7 Zonas Homogéneas de usos del suelo. Fuente Profundización I	29
Ilustración 8 Vocación del uso. Fuente Profundización I	30
Ilustración 9 Afectación de la Vocación del uso. Fuente: Profundización I	30
Ilustración 10 Transformación del uso . Fuente: Profundización I	31
Ilustración 11 Diagnóstico Proyectual. Fuente: Profundización I	32
Ilustración 12 Ambiental Escala regional. Fuente: Profundización I	33
Ilustración 13 Pieza Urbana ambiental. Fuente: Profundización I	34
Ilustración 14 Sector de Estudio. Fuente: Profundización I	34
Ilustración 15 Contaminación Auditiva. Fuente: Profundización I	35
Ilustración 16 Contaminación por emisiones. Fuente: Profundización I	35
Ilustración 17 Diagnóstico proyectual. Fuente: Profundización I	36
Ilustración 18 Conectividad escala Urbana. Fuente: Profundización I	37
Ilustración 19 Movilidad Pieza Urbana. Fuente: Profundización I	37
Ilustración 20 Movilidad Motorizada. Fuente: Profundización I	38
Ilustración 21 Movilidad No Motorizada. Fuente: Profundización I	38
Ilustración 22 Diagnóstico Proyectual. Fuente: Profundización I	39
Ilustración 23 Estructura Funcional. Fuente: Profundización I	40
Ilustración 24 Estructura Funcional calle 8. Fuente: Profundización I	40
Ilustración 25 Toma de mediciones climáticas. Fuente: Profundización I	43
Ilustración 26 Equipo de medición termómetro. Fuente: Profundización I	44
Ilustración 27 Equipo de medición Termómetro-higrómetro Fuente: Profundización I	46
Ilustración 28 Equipo de medición Anemómetro. Fuente: Profundización I	48
Ilustración 29 Modelado Proyección de sombras. Fuente Estudiantes arquitectura U. San Buenaventura	49
Ilustración 30 Modelado Proyección de sombras. Fuente Estudiantes arquitectura U. San Buenaventura	50
Ilustración 31 sitio de tomas de medición. Fuente: Profundización I	51
Ilustración 32 Equipo de medición Fotómetro. Fuente: Profundización I	53

Ilustración 33 Análisis Raster según indicador. Fuente: Profundización I	55
Ilustración 34 Espacio Compartido. Fuente: Profundización I	56
Ilustración 35 Plano de Confort según indicador. Fuente: Profundización I	57
Ilustración 36 Esquema Básico de Diseño Urbano. Fuente: Profundización I	58
Ilustración 37 Diseño Urbano. Fuente: Profundización I	58
Ilustración 38 Localización Proyecto. Fuente: Profundización I	59
Ilustración 39 Plano de altura. Fuente POT Cali	60
Ilustración 40 Fotografías sector estudio. Fuente: Profundización I	61
Ilustración 41 Plano conservación patrimonial. Fuente POT Cali	62
Ilustración 42 Fotografías sector estudio. Fuente: Profundización I	62
Ilustración 43 Plano Vocación Uso del Suelo. Fuente : POT Cali	63
Ilustración 44 Diagrama estereográfico. Fuente: Software Ecotect	64
Ilustración 45 Estudio de trayectoria Solar. Fuente: Software Ecotect	65
Ilustración 46 Estudio de trayectoria Solar. Fuente: Software Ecotect	65
Ilustración 47 Estudio de trayectoria Solar. Fuente: Software Ecotect	66
Ilustración 48 Rosa de los vientos Software WRPlot View	66
Ilustración 49 Rosa de los vientos Software WRPlot View	67
Ilustración 50 Análisis del Viento. Fuente: Vasari Beta 3	68
Ilustración 51 Fotografías de proyectos Referentes. Fuente: Fritz neumeyer	71
Ilustración 52 Descomposición del patio Fuente: Elaboración propia	72
Ilustración 53 Descomposición de la forma. Fuente: Elaboración propia	72
Ilustración 54 Descomposición de la forma. Fuente: Elaboración propia	73
Ilustración 55 Análisis del Viento. Fuente: Vasari Beta 3	73
Ilustración 56 Estrategias bioclimáticas Fuente: Elaboración propia	74
Ilustración 57 Plano arquitectónico. Fuente: Elaboración Propia	75
Ilustración 58 Plano arquitectónico. Fuente: Elaboración Propia	76
Ilustración 59 Plano arquitectónico. Fuente: Elaboración Propia	77
Ilustración 60 Plano arquitectónico. Fuente: Elaboración Propia	77
Ilustración 61 Plano arquitectónico. Fuente: Elaboración Propia	79
Ilustración 62 volumetría. Fuente: Elaboración Propia	80
Ilustración 63 volumetría. Fuente: Elaboración Propia	80
Ilustración 64 volumetría. Fuente: Elaboración Propia	81
Ilustración 65 volumetría. Fuente: Elaboración Propia	81
Ilustración 66 volumetría. Fuente: Elaboración Propia	82
Ilustración 67 volumetría. Fuente: Elaboración Propia	82
Ilustración 68 volumetría interior. Fuente: Elaboración Propia	83
Ilustración 69 Rosa de los vientos Software WRPlot View	83
Ilustración 70 Simulacion Tunel del viento. Fuente Univalle	84
Ilustración 71 Análisis del Viento. Fuente: Vasari Beta 3	85
Ilustración 72 Simulaciones de Control solar. Fuente: Software Ecotect	86
Ilustración 73 volumetría y fachada sur. Fuente: Elaboración Propia	86
Ilustración 74 Corte Por Fachada. Fuente: Elaboración propia	88
Ilustración 75 Angulo de incidencia Solar. Fuente: propia	96

Lista de tablas

	Pág.
Tabla 1 Clasificación Climática de Caldas. Fuente Google 2015	26
Tabla 2 Rangos de ponderación para Indicadores Fuente: Profundización I	42
Tabla 3 Toma de mediciones climáticas. Fuente: Profundización I	43
Tabla 4 Mediciones de Temperatura e Indicador. Fuente: Profundización I	45
Tabla 5 Mediciones de Humedad e Indicador. Fuente: Profundización I	47
Tabla 6 Mediciones del viento e Indicador. Fuente: Profundización I	49
Tabla 7 Indicador de Sombras. Fuente: Profundización I	50
Tabla 8 Mediciones del ruido e Indicador. Fuente: Profundización I	52
Tabla 9 Mediciones de Iluminación e Indicador. Fuente: Profundización I	54
Tabla 10 Indicador de Confort. Fuente: Profundización I	55
Tabla 11 lineamientos de Diseño Urbano. Fuente: Profundización I	57
Tabla 12 Rangos de Temperatura. Fuente: Software Ecotect	68
Tabla 13 Rangos de Humeda Fuente: Software Ecotect	69
Tabla 14 Rango de Confort Fuente: Software Ecotect	69
Tabla 15 Carta Psicrometrica	70
Tabla 16 Simulaciones de Control solar. Fuente: Software Ecotect	87
Tabla 17 Datos climáticos ERA. Fuente Estación República de Argentina 2013	91
Tabla 18 Factor emisividad. Fuente: Heating and cooling of Building	91
Tabla 19 Propiedades térmicas de paredes y coberturas Fuente: (CAIXA, 2010)	92
Tabla 20 Factor U. Fuente: Heating and cooling of Building	93
Tabla 21 Factor absortividad. Fuente: Heating and cooling of Building	95
Tabla 22 Simulaciones de Control solar. Fuente: Software Ecotect	96
Tabla 23Tasa metabolica. Fuente: Heating and cooling of Building	98
Tabla 24 Índice de Fanger Fuente ASHRAE 55	101
Tabla 25 Factor emisividad. Fuente: Heating and cooling of Building	105
Tabla 26 Propiedades térmicas de paredes y coberturas Fuente: (CAIXA, 2010)	106
Tabla 27 Factor U. Fuente: Heating and cooling of Building	107
Tabla 28 Factor absortividad. Fuente: Heating and cooling of Building	108
Tabla 29 Tasa metabolica. Fuente: Heating and cooling of Building	110
Tabla 30 Índice de Fanger Fuente ASHRAE 55	113

Introducción

La ganancia de calor en el ambiente, es uno de los factores más relevantes en el diseño de un espacio interior, principalmente en cocinas industriales y áreas comedor de restaurantes (CENGEL, 2002) y (ASHRAE, 2011). Ella es generada mediante la transferencia de calor, la cual es emitida por el calentamiento de los muros, ventanas y elementos de cerramiento del espacio, así como de equipos en funcionamiento, temperatura de brasas, alimentos en cocción y la actividad física que las personas realizan en determinadas tareas o trabajos.

Un ambiente de trabajo que no brinde las condiciones térmicas aceptables y buena calidad del aire para quienes laboran, pueden afectar la salud y productividad de cada individuo.

A la fecha, los estudios sobre transferencia de calor en cocinas comerciales y restaurantes, se han centrado explícitamente en la línea de calor (hornos, estufas, etc.) dejando de lado zonas frías (mesa de preparación, lavado, etc.) que igualmente hacen parte del espacio de trabajo y afectan de manera significativa el ambiente térmico, encontrando sectores fríos y cálidos dentro del mismo. Por otra parte las áreas de comedores que también son un tema importante para los restaurantes, no han sido objeto de estudio, hecho que permite al presente trabajo de profundización abordar el tema en cuestión.

El estudio de caso, se centra en el diseño bioclimático de un restaurante en el centro de la ciudad de Cali-Colombia sobre un eje comercial importante, el cual, mediante un modelo de comparación de estrategias demuestre que el diseño arquitectónico con la utilización de cálculos análogos y software de modelación puede mejorar las condiciones térmicas de un espacio, generando un estado de confort aceptable para los ocupantes.

1. Planteamiento del problema

1.1 Pregunta

¿Cómo el calor, afecta el confort térmico en los ambientes de cocina y comedor de un restaurante? es la pregunta que un arquitecto con estudios de Bioclimática puede solucionar, a un cliente de una nueva franquicia de restaurantes o locales de comidas rápidas, a través de un proyecto de diseño.

Este es un tema de suma importancia para la industria gastronómica, tan es así, que la ASHRAE dedica un capítulo en una de sus publicaciones solo para la ventilación de cocinas industriales (ASHRAE, 2011); donde se determinan parámetros de diseño para los sistemas calefacción, ventilación y aire acondicionado (HVAC) a través de DCV y otros métodos. De igual forma ASHRAE55 (2010) e ISO7733 (2005) mediante el cálculo de los índices voto medio predictivo (PMV) y porcentaje de personas insatisfechas (PPD) evalúan criterios de confort térmico en ambientes moderados con un factor de inconformidad térmica aceptable; los cuales serán de utilidad para las mediciones en el caso de estudio.

1.2 Objetivos

1.2.1 Objetivo General

El principal objetivo del estudio de caso, se centra en diseñar un restaurante aplicándole estrategias bioclimáticas, teniendo en cuenta la transferencia de calor y de cómo esta afecta el confort térmico, la forma y la envolvente del edificio.

1.2.2 Objetivos Específicos

- Diseñar un restaurante con un enfoque Bioclimático, que corresponda a las condiciones físicas, geográficas y climatológicas del lugar.
- Determinar el grado de confort térmico logrado con estrategias pasivas de un espacio crítico del proyecto.
- Proyectar un edificio que se autorregule térmicamente.
- Utilizar la Ventilación natural como medio de renovación del aire.

2. Estado del Arte

Al revisar la literatura sobre la evaluación del confort térmico en cocinas comerciales y salones comedor para restaurantes, se encuentra un amplio vacío que hay en este tema específico.

ASHRAE por ejemplo, investiga y normaliza el tema al enfocarse en la utilización de acondicionamiento mecánico a través de sistemas HVAC que pueden generar ahorro energético por las DCV (Fisher, Swierczyna, & Karas, 2013) o con las ya utilizadas campanas de flujo de aire frío para la extracción mecánica del aire en la línea de calor (hornos, fogones, parrillas, etc.) (Schrock, Sondusky, & Livchak, 2012). Esto, ha dejado de lado el ambiente térmico circundante (mesas de preparación, lavatrastos, circulación del personal, y áreas de comedor etc.).

En el realizado 7th Simposio Internacional de HVAC Shanghai 2011, se mencionaron diversos trabajos de investigación con temas centrales como: 1) Edificaciones sustentables, 2) Ambiente interno, 3) Clima y ambiente externo, 4) Potencia y sistema de energía, 5) HVAC&R componentes y sistemas y 6) Modelado y simulación.

En dicho certamen, no se presentaron artículos científicos del confort en restaurantes y cocinas industriales o de la transferencia de calor, parte fundamental de esta investigación.

Brasil siendo uno de los países más adelantados en temas de investigación del confort y sustentabilidad, apenas está en estudio el tema en específico. A la fecha, se desarrolla un caso sobre confort térmico de restaurantes, el cual, se lleva a cabo en los campus de universidades, donde confluyen cientos de estudiantes para tomar el almuerzo en horas pico. (Chebel Labaki, En proceso). En él, utilizan el método de Fanger (1970) y las normas ISO7726 (1996), ISO7733 (2005) y la ASHRAE (2011).

Un estudio que puede ser apropiado para el proyecto se adelantó por Busato (2003), quien evalúa los niveles de confort térmico a través del método de Fanger en un hotel ubicado en la zona tropical.

En Australia, "Simulation of building thermal performance in an institutional building in subtropical climate" se consideró la evaluación del método de Fanger en las zonas subtropicales, a través de métodos de simulación por programas computarizados (Chowdhury, Rasul, & Khan, 2007).

Dinamarca, presenta un estudio similar (Simone & Olesen, 2012), quienes abordan el tema de la evaluación del confort ambiental utilizando las mismas referencias para la metodología e iguales mecanismos de medición.

En Colombia, los estudios de confort térmico son contados, de ellos se puede referenciar a Morales Adames y García Álvarez (2012) en, Problemas de Confort Térmico en Edificios de Oficinas. Caso Estudio: Torre Colpatria en la Ciudad de Bogotá; donde afirman, que en

la capital de la República, “más del 42% de los edificios son catalogados como edificios enfermos, principalmente a que estos, no respiran como consecuencia de altas temperaturas que son contrarrestadas con aire acondicionado, en la mayoría de los casos con amplia repercusión en materia de salud para sus residentes. Solo desde el reconocimiento del “síndrome de edificio enfermo”, se ha asociado el microclima generado en un edificio a enfermedades de sus ocupantes; teniendo en cuenta que más del 40% del tiempo, las personas permanecen en sus sitios de trabajo y por lo general estos se encuentran contaminados o poseen características que generan molestias en sus ocupantes.”

El estudio de “Confort Ambiental en Viviendas de Interés Social en Cali” (Gamboa H, Rosillo P., Herrera C., López B., & Iglesias, 2011), analiza la transferencia de calor emitida por el envoltorio de la vivienda y establece los niveles de confort térmico a través de la predicción del método (Fanger, 1970), proporciona cambios en la materialidad, para mejorar las condiciones térmicas internas.

En la franja costera de Buenaventura, zona tropical con mayor humedad en el país, se observa que el estudio de la vivienda social en términos de transferencia de calor, asume un análisis predictivo por medio del método de Fanger, para proyectar estrategias que mejoren al confort térmico. (Iturre C., 2013)

2.1 Confort Térmico

“El confort térmico es una manifestación subjetiva de satisfacción con el medio ambiente y el recinto que una persona ocupa, este se encuentra relacionado directamente con el balance térmico del cuerpo humano” (ISO7733, 2005) (ANSI/ASHRAE, 2004), (de Dear & Brager, 2002)

El confort térmico es afectado de forma directa por la temperatura del aire, la temperatura media radiante de la envolvente, la velocidad del aire, la humedad relativa; de igual forma, el estado de confort del ser humano se ve ligado junto con las anteriores al Índice de aislamiento de vestido (Clo) y el metabolismo total (Met) (Fanger, 1970) (Gamboa H, Rosillo P., Herrera C., López B., & Iglesias, 2011), además de la actividad física que se encuentre realizando.

Según CENGEL (2002), todo cuerpo que no esté en cero absoluto emite calor por transferencia; acción que puede ser por convección, conducción, radiación y evaporación (1era ley de la termodinámica); que para el caso de estudio se hace necesario medir cada uno de estos fenómenos, que afectan una o más variables del confort térmico.

Para entender cómo se afecta el confort térmico, es importante relacionar la siguiente tabla, que nos permite establecer diferentes niveles de sensación térmica a la cual se expone

una persona en un recinto. Según la ASHRAE (ANSI/ASHRAE, 2004), la escala térmica, va desde lo caliente-caliente calificado con (3) pasando por lo neutro (0) hasta llegar al frío-frío (-3). Ver ilustración 1.

Escala de sensación térmica



Ilustración 1 Índice de Fanger. Fuente Ashrae Standard 55-2004

Puesto que el confort es medible desde la aceptabilidad y adaptabilidad de una persona con su entorno inmediato o con la utilización de índices cuantificables; es preciso relacionar algunos de los diferentes métodos de medición del Confort térmico.

Según Covarrubias Ramos (2010) y el Department of Mechanical Engineering Refrigeration and Air Conditioning Laboratory (2004), establecen que el confort térmico se puede analizar desde dos enfoques; uno cualitativo y otro cuantitativo.

2.1.1 Enfoque Cualitativo

“El enfoque cualitativo considera a la realidad como un ente subjetivo y múltiple, según como lo ven los diversos protagonistas que participan en el enfoque estudiado, de cuales forma parte el propio investigador y por lo tanto, interactúa con lo investigado. Esta forma de ver la realidad implica procesos de investigación múltiples e inductivos que abordan de forma simultánea e incluso superpuesta los diferentes factores que componen el fenómeno estudiado” (Covarrubias Ramos, 2010)

- Confort adaptativo

El confort térmico adaptativo se entiende bajo una situación específica; si una persona sufre un cambio térmico que le ocasione incomodidad, buscará la forma de volver a su estado de confort o comodidad. Es decir el ser humano al entrar en relación con un ambiente determinado, puede adaptarse a las condiciones térmicas de este, si y solo si, dichas condiciones, se encuentran sobre unos rangos de aceptabilidad y adaptabilidad para el individuo; el calor y el frío extremo tal vez no le permiten encontrar un punto de equilibrio con el ambiente.

Según Gómez Azpeitia, Bojórquez Morales, y Ruiz Torres (2007) este enfoque considera lo real como un ente subjetivo y de multiplicidad de vivencias, en el que, el investigador participa e interactúa con lo investigado.

En concordancia con Tornero, Pérez Cueva, y Gómez Lopera (2006) se debe analizar las relaciones entre clima urbano y confort ambiental, apoyado en índices de confort (Leal del Castillo, 2010) desde un modelo empírico, que incluyan las diferentes variables meteorológicas de acuerdo con las condiciones geográficas, espaciales y climatológicas de un determinado territorio que condicionan las formas de vida de los habitantes; de ahí que el diseño urbano está restringido a las sensaciones presentadas por los ocupantes a partir de los microclimas generados desde el confort adaptativo.

De acuerdo, con Fernandez Áñez (2014), para determinar las condiciones climáticas de un territorio, se debe aplicar confort adaptativo evaluado desde un análisis raster; donde se asignan valores positivos y negativos a los datos, según los criterios de los índices definidos por Humphreys (1978), lo que permite develar las condiciones reales del territorio.

Barrutieta Basurko (2010), establece que la metodología de estudio debe basarse en el manejo de subsistemas, los cuales adecuan parámetros relacionados con los factores climáticos específicos del lugar, y se le aplican indicadores de sostenibilidad, que resultan hoy en día imprescindibles en el diseño bioclimático para mejorar la habitabilidad de los espacios públicos.

A la postre, el Urbanismo Ecológico, toma en consideración la idoneidad de los desarrollos urbanísticos en función de las características del emplazamiento y de las potencialidades en cuanto a la consecución de la habitabilidad urbana y de la eficiencia del sistema urbano. El urbanismo adquiere el calificativo de ecológico cuando pasa por el tamiz de un conjunto de restricciones (condicionantes e indicadores) que parametrizan el grado de acomodación de un determinado planeamiento, y también de un tejido consolidado, a un modelo intencionado de ciudad más sostenible en la era de la información. “Este modelo de ciudad más sostenible es compacto en su morfología, complejo y denso en conocimiento en su organización, eficiente y sin impacto metabólico y cohesionado socialmente”. (Rueda, 2012).

2.1.2 Enfoque Cuantitativo

El enfoque cualitativo en el estudio de confort térmico, se basa en la medición objetiva de las variables que intervienen en dicho fenómeno, precisa causas y efectos, dando resultados aceptables por la universalidad del método objetivo con que se realiza. El investigador no toma partido de los fenómenos; éste recolecta, tabula y teoriza la información producida en el sitio.

Los siguientes índices hacen parte de este enfoque:

Temperatura de Bulbo Húmedo T_{bh}

Tbh es el índice de la combinación entre la temperatura del aire, la temperatura radiante baja, la radiación solar y el movimiento del aire. Es el promedio ponderado la temperatura de bulbo seco, con la ventilación natural y la temperatura de bulbo húmedo (Department of Mechanical Engineering Refrigeración and Air Conditioning Laboratory, 2004), (Galindez Alberdi, 2004)

Para ambientes interiores $TBH = 0,7 \cdot Tbs + 0,3 \cdot tg$

Donde

Tbs = temperatura de bulbo seco

Tg = temperatura de globo

La temperatura de bulbo húmedo y seco, permite determinar el grado de saturación del aire por las partículas de humedad que puede presentar el ambiente; que para el caso de un restaurante, los espacios se saturan por la evaporación de los alimentos líquidos en cocción.

Temperatura operativa. T_o

Se define como la temperatura uniforme al interior de un recinto, negro imaginario, en el que un ocupante intercambia la misma cantidad de calor por radiación y convección que en un ambiente no uniforme real donde se encuentra. (ASHRAE, 2011)

La T_o está dada por la ecuación

$$T_o = \frac{hr \cdot T_r + hc \cdot T_a}{hr + hc}$$

Dónde:

hr : Coeficiente transferencia de calor por radiación

hc : Coeficiente transferencia de calor por convección del ambiente

T_r : Temperatura radiante

T_a : Temperatura ambiente.

hr se puede considerar como una constante en ambientes internos estables con un valor de $4,7 \text{ W/m}^2\text{K}$,

El coeficiente de transferencia de calor por convección para una persona lo define con la siguiente fórmula empírica (Department of Mechanical Engineering Refrigeración and Air Conditioning Laboratory, 2004):

$$\begin{aligned} Hc &= 8,3 \cdot vr^{0.6} & 0,2 < vr < 4,0 \\ Hc &= 3,1 & 0 < vr < 0,2 \end{aligned}$$

De acuerdo con lo anterior la temperatura operativa puede ser pertinente para medir la transferencia de calor emitida por envoltorio del edificio, equipos de cocina, alimentos

calientes y por las personas que laboran o son atendidas, dependiendo en la zona que se encuentra dentro del restaurante.

Índice de FANGER

- PMV - PPD

Según Covarrubias Ramos (2010), y Gamboa H, et al., (2011), y el PMV (Fanger, 1970), (ANSI/ASHRAE, 2004) representa el "voto medio previsto" (en la escala de sensación térmica) de un grupo de personas expuestas a cierto ambiente. Este método se deriva de la física de transferencia de calor combinada con una adaptación empírica para la sensación. El PMV establece una tensión térmica basada en la transferencia de calor en estado estacionario entre el cuerpo y el ambiente, y asigna un voto de confort a esa cantidad de tensión. PPD es el porcentaje previsto de personas insatisfechas en cada PMV. Como el PMV cambia siempre de cero a cualquier dirección positiva o negativa, el PPD incrementa el número de personas satisfechas o no, de acuerdo con la dirección. Ver ilustración 2.

Rango de valores	Sensación térmica
+3	Muy caluroso
+2	Caluroso
+1	Ligeramente caluroso
0	Neutro
-1	Ligeramente fresco
-2	Fresco
-3	Frío

Ilustración 2 Índice de Fanger. Fuente Ashrae Standard 55-2004

El índice PMV depende de seis variables, (Fanger, 1970), (ISO7733, 2005). Clo, Met, la temperatura del aire, la velocidad del aire, la humedad relativa y la temperatura media radiante, las cuales se pueden referenciar en la tabla Psicométrica además de ser valoradas a través de ciertos programas como el Psycrotool, Climate consultant 5,4 etc. (Gamboa H, Rosillo P., Herrera C., López B., & Iglesias, 2011).

Los dos anteriores índices, se puede establecer como los más completos, puesto que vinculan la mayoría de la variables que afectan el confort térmico, y tienen en cuenta las tasa metabólica y el índice de cubrimiento con prendas de vestir, ligando al ser humano con el espacio estudiado.

En conclusión, sabiendo que el estudio parte desde lo urbano hasta llegar a lo arquitectónico, se hace necesario utilizar los dos enfoques, tanto el predictivo como el adaptativo (Gómez Azpeitia, Bojórquez Morales, & Ruiz Torres, 2007), aunque el artículo castiga de forma vehemente el enfoque de Fanger, para la predicción del confort en espacios interiores; este nos permite situar supuestos de confortabilidad en un espacio a través de cálculos matemáticos; hecho que no permite el confort adaptativo, puesto que este se realiza desde lo cualitativo que si se puede aplicar al diseño urbano.

3. Metodología

Para intervenir el territorio, se parte de un análisis sistémico urbano de la pieza determinada como área de estudio, (Zuñiga P., 2009), bajo la referencia del urbanismo ecológico (Rueda, 2012) y la utilización de subsistemas (Barrutieta Basurko, 2010), proporcionando como resultado una estructura funcional urbana enfocada en la sustentabilidad (de Schiller & Evans, 2006).

Una vez determinada la estructura funcional, se procede con la caracterización climática abordada desde un enfoque cualitativo, que a través de indicadores (Leal del Castillo, 2010), (Zuñiga P., 2009) que permiten dar valores, facilitando su interpretación mediante análisis raster el grado de confort ambiental en el eje de estudio y diseño.

Para el hecho arquitectónico, sabiendo que el caso de estudio se centra en ¿cómo la transferencia de calor influye en el confort térmico de los ambientes y la envolvente de un restaurante?, se establece utilizar el Índice de Fanger (1970) y la norma ISO7733 (2005) que realiza las mediciones de confort térmico desde los factores PMV y PPD relacionados con la temperatura media radiante, la temperatura ambiente, la velocidad del viento, la humedad relativa, el Clo y el Met.

Dado que el caso de estudio, parte de un diseño tridimensional virtual y no de un proyecto tangible, se descarta el modelo adaptativo, puesto que este requiere un sondeo real de personas afectadas.

Una vez realizado los cálculos de PMV y PPD, se deben correr modelos y simulaciones computacionales que permitan efectuar hipótesis o supuestos, donde la modificación de las variables que afectan el confort térmico se puedan revisar, testear, mapear y/o validar, de acuerdo como lo presenta Blasco Laffon, Fernández Valdés, y Viñas Arrebola, (2007).

De igual forma, la información debe ser adaptable a cualquier caso de estudio, donde puedan ser referenciados los resultados como modelo de seguimiento y análisis, (Akabayashi, Kondo, Sakagushi, & Kawase, 1998), (Kondo, Akabayashi, Nagase, & Matsuda, 2000).

4. Proyecto Urbano y Arquitectónico

4.1 Análisis Urbano

El proyecto parte del estudio urbano del centro de la ciudad de Cali Colombia; ubicada en al sur occidente del país, entre 3°30' y 3°21' latitud norte y 76°33' y 76°27' longitud oeste, a una altura de 980msnm y una tempera promedio de 22°C y 26°C, una humedad relativa promedio entre 70% a 75% considerándose de clima Cálido de acuerdo con la tabla (ver tabla 1). Clasificación climática de Caldas (IDEAM, 2005). Ver ilustración 3, 4,

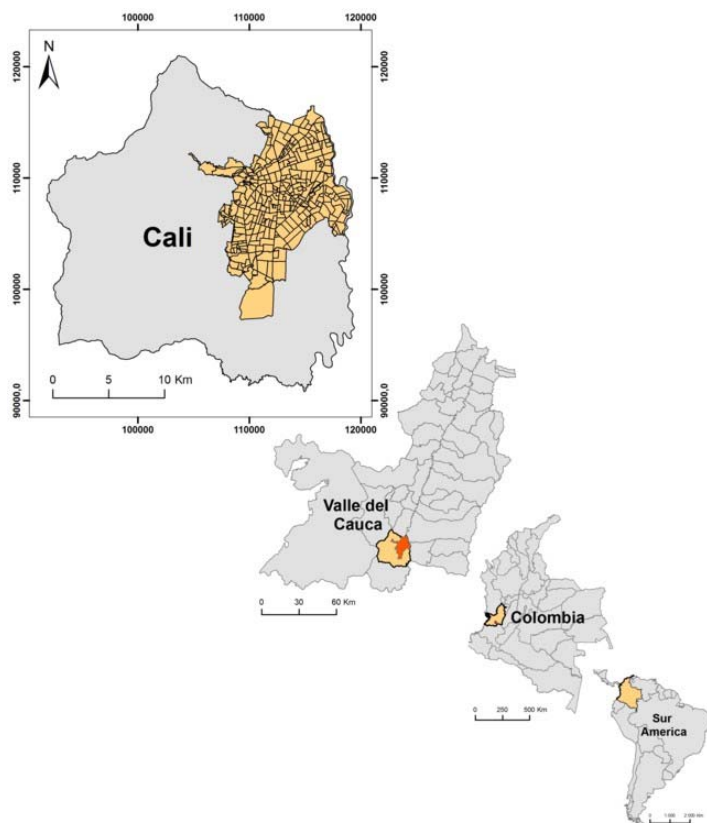


Ilustración 3 Localizacion. Fuente http://www.scielo.cl/fbpe/img/rgeong/n45/art06_f1.jpg enero 14 2015 8:49

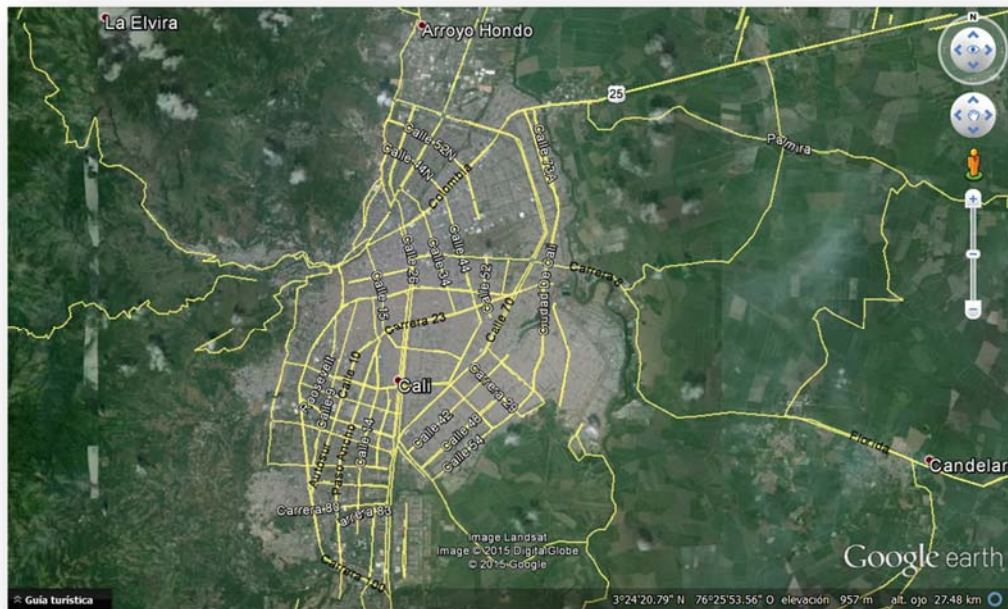


Ilustración 4 Localización georeferenciada. Fuente Google 2015

Piso térmico	Símbolo	Rango de altura (metros)	Temperatura °C	Variación de la altitud por condiciones locales
Cálido	C	0 a 1000	$T \geq 24$	Límite superior ± 400
Templado	T	1001 a 2000	$24 > T \geq 17.5$	Límite superior ± 500 Límite inferior ± 500
Frío	F	2001 a 3000	$17.5 > T \geq 12$	Límite superior ± 400 Límite inferior ± 400
Páramo bajo	Pb	3001 a 3700	$12 > T \geq 7$	
Páramo alto	Pa	3701 a 4200	$T < 7$	

Tabla 1 Clasificación Climática de Caldas. Fuente Google 2015

4.1.1 Subsistemas urbanos

Para el diagnóstico urbano, se realizó un estudio por subsistemas urbanos (Zuñiga P., 2009), donde se aborda el área de estudio desde un enfoque multiescalar; territorio, ciudad, sector y lugar; vinculando la utilización de indicadores de sostenibilidad para conocer la situación actual de una pieza urbana en particular. (Leal del Castillo, 2010).

4.1.1.1 Funcionalidad

El urbanismo ecológico considera la funcionalidad, como el grado de organización urbana de un territorio, siendo esta, una de las claves para mejorar la eficiencia de los sistemas urbanos. La otra, es la disminución del consumo de recursos asociado a este incremento de las redes organizativas.

El aumento de la información organizada en un sistema urbano implica la presencia de diferentes portadores de información (actividades, asociaciones, instituciones) que establezcan relaciones múltiples y variadas entre ellos.

En los sistemas urbanos, esta calidad se traduce en contacto e intercambio, al igual que sucede en los sistemas naturales.

Tanto en los sistemas naturales como en los urbanos el aumento de la complejidad supone un incremento de la organización contribuyendo a la estabilidad y continuidad del propio sistema.

Busca condiciones a partir de la configuración de espacios con un cierto grado de centralidad, compacidad, accesibilidad conectividad y movilidad. (Rueda, 2012)

- **Centralidad**

Se entiende por concentración de equipamientos básico que cubre las necesidades más cotidianas de la población, y que constituye el primer nivel de prestación de servicios, con un ámbito de influencia que se limita a la escala barrial o zonal en el que se emplazan. Garantiza la accesibilidad en 100% de todas las personas incluyendo a quienes tienen discapacidad de movimiento; con radios que oscilen entre los 300 y los 600 metros dependiendo del tipo de equipamiento y las supermanzanas.

- **Compacidad**

Se expresa como la proximidad de los componentes que configuran la ciudad, siendo esto la conglomeración de usos y funciones urbanas en un espacio limitado, permitiendo favorecer el modelo de ciudad compacta, la cual se puede analizar desde la compacidad absoluta y compacidad corregida.

- **Accesibilidad**

Es el conjunto de atributos y capacidades que permiten el desplazamiento de las personas y al mismo tiempo se integra el conjunto de los dispositivos (movilidad mecánica) que promueven, permiten, estimulan y alientan al uso social del espacio urbano, de las infraestructuras y de los equipamientos.

▪ Conectividad

Son los flujos de comunicación continuos, complejos y eficientes con los espacios y barrios colindantes. Se genera encaje territorial con el entorno inmediato y con las diferentes escalas espaciales de interacción urbana: barrio, ciudad. .

▪ Movilidad

Propone el ordenamiento de redes de movilidad con la creación de una nueva célula urbana (400m x 400m), llamada supermanzana. Reduciendo la infraestructura de movilidad en vehículo privado a las mínimas imprescindibles sin que se ponga en riesgo la funcionalidad y la organización urbana, por otra parte garantiza la accesibilidad peatonal y los sistemas intermodales.

Análisis contextual

Contexto Regional

- La ciudad se abastece de bienes y servicios el área metropolitana y a la región, convirtiéndose en nodo integrador del sur occidente con la zona franca del pacifico y la zona andina.

Contexto Urbano

- El sector centro abastece la ciudad de servicios administrativos, de servicios mixtos y comerciales, siendo apoyada por las demás centralidades. Ver ilustración 5.

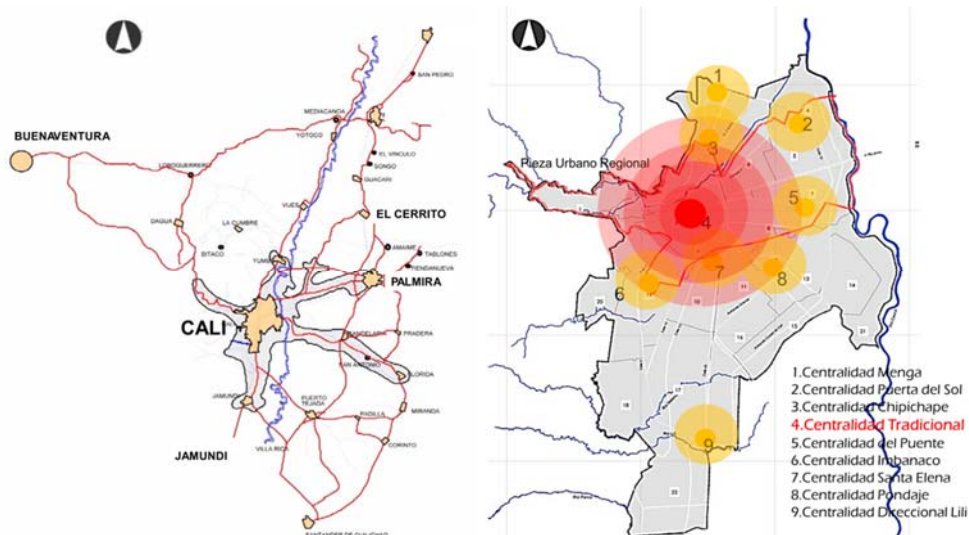


Ilustración 5 Localización Regional y Urbana. Fuente POT Cali

La centralidad fundacional presta servicios de nivel metropolitano y de ciudad; el uso de vivienda ha contenido el crecimiento de la misma, aunque presenta pérdida de la vocación residencial en algunos sectores como lo muestran las zonas homogéneas que se han marcado. Ver ilustración 6.

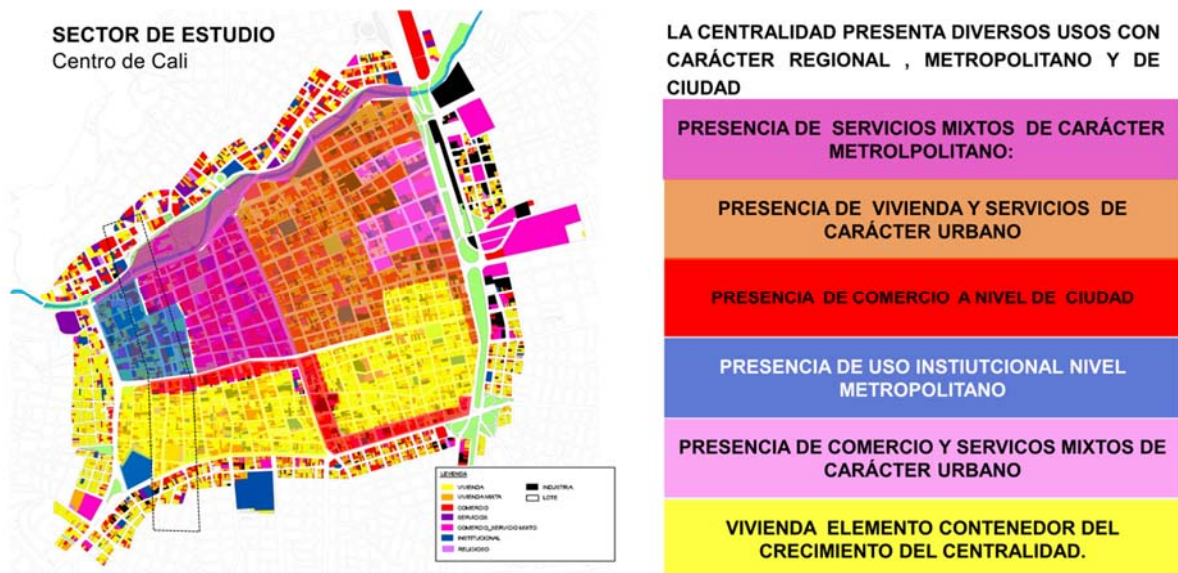


Ilustración 6 Análisis usos del suelo. Fuente Profundización I

Se pueden establecer sectores homogéneos y consolidados de los diferentes usos, así como los corredores comerciales. Ver ilustración 7.

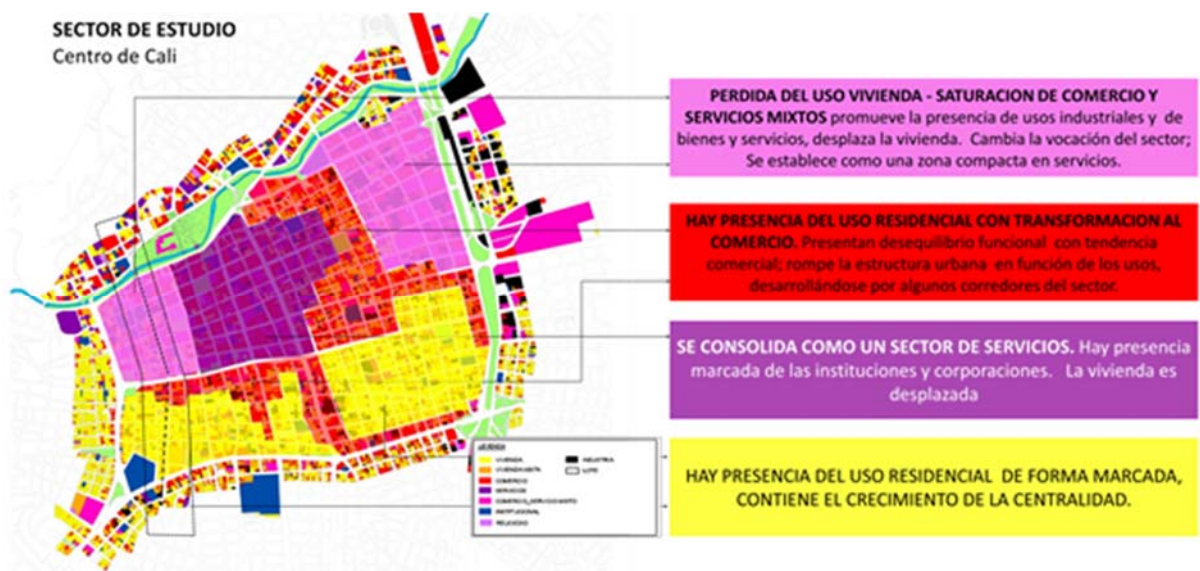


Ilustración 7 Zonas Homogéneas de usos del suelo. Fuente Profundización I

En la centralidad genera sectores con vocación de los mismos usos que prevalecen en él, dando opción a una mejor interpretación de la pieza; se percibe que el uso residencial hace parte importante la pieza de estudio. Ver Ilustración 8.

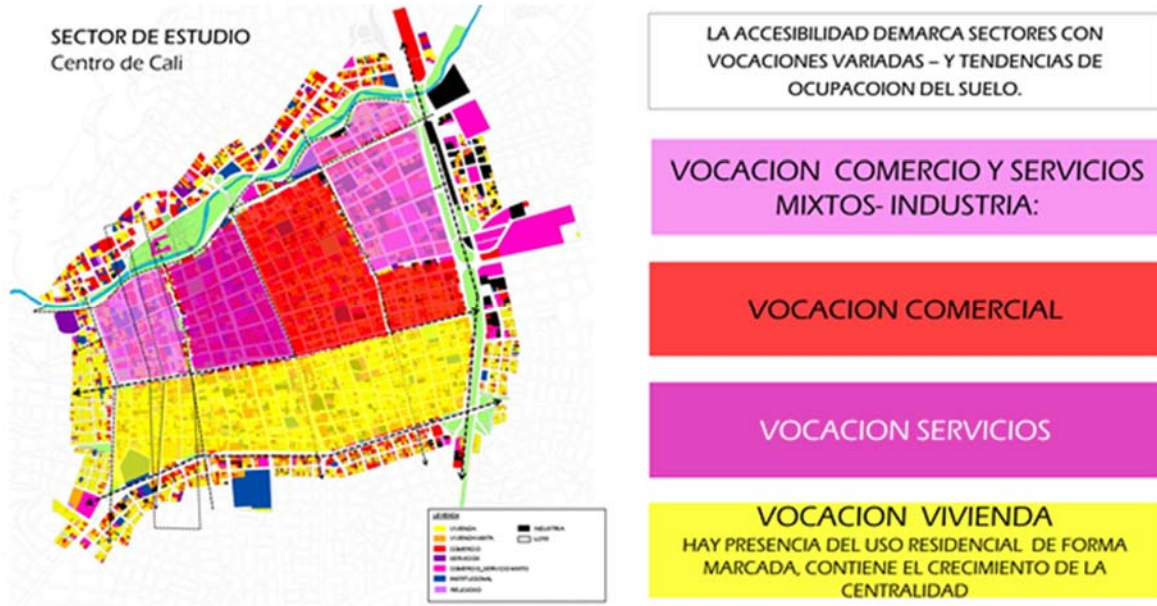


Ilustración 8 Vocación del uso. Fuente Profundización I

Las conectividades del sector determinan las transformaciones del uso del suelo, postulan los ejes comerciales y de servicios, desplazando la vivienda o sustituyéndola por el uso dominante. Ver Ilustración 9, 10

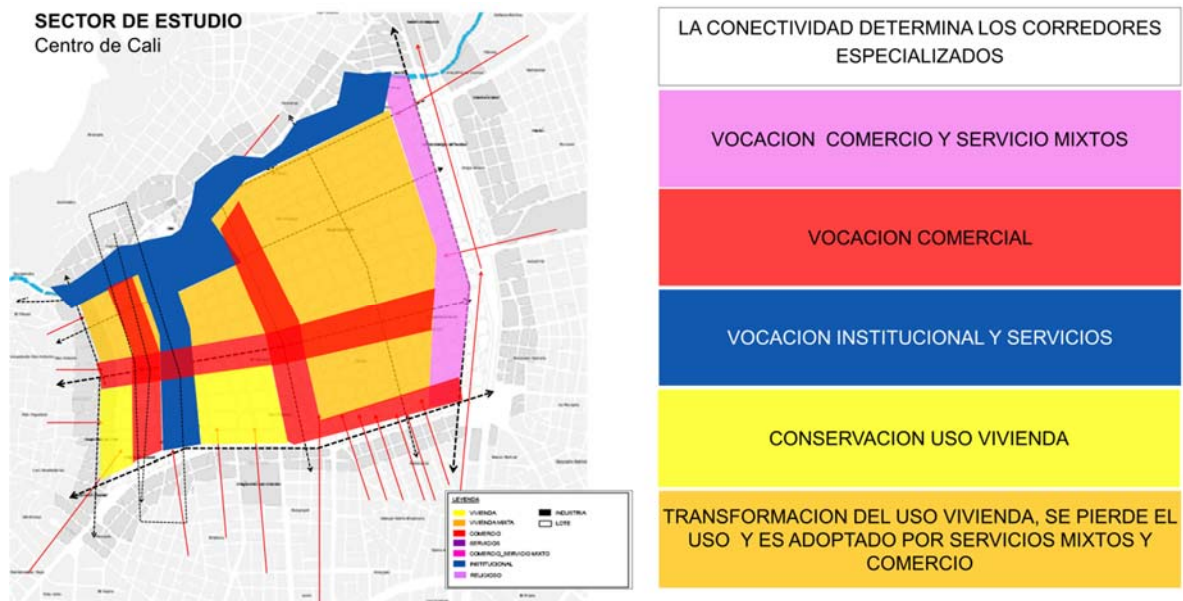


Ilustración 9 Afectación de la Vocación del uso. Fuente: Profunfizacion I

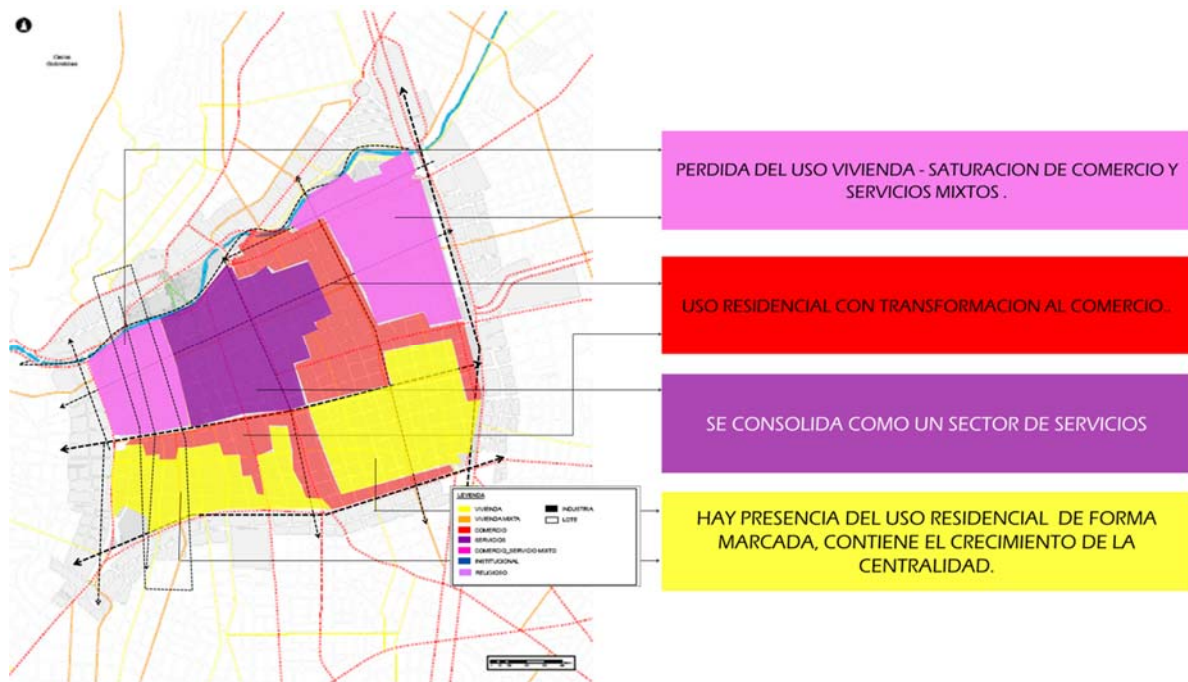


Ilustración 10 Transformación del uso . Fuente: Profundización I

Diagnóstico proyectual

Controlar el sector con compacidad corregida, promoviendo el desarrollo del uso vivienda para vitalizarlo.

El comercio y los servicios marcan la vocación lo cual debe ser potencializada con uso de carácter sector y ciudad.

El uso institucional suple la cobertura en instituciones educativas para las nuevas propuestas de vivienda.

Desde lo administrativo el eje de la Calle 8 al rematar con la avenida del río, fortalece la presencia del mismo y promueve un desarrollo hacia lo cultural. Ver Ilustración 11.

SECTOR DE ESTUDIO Centro de Cali

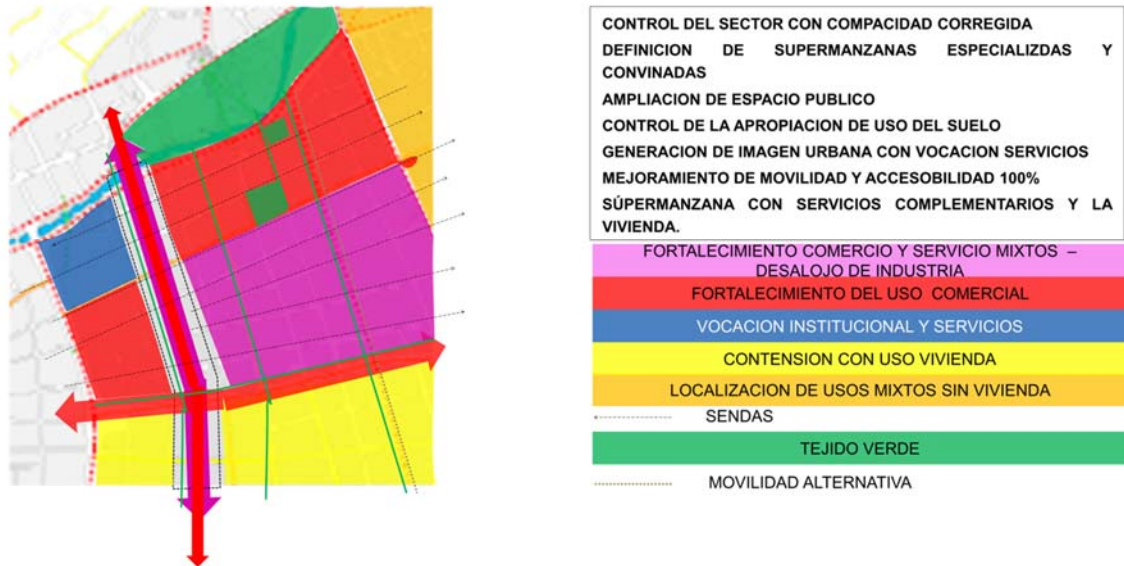


Ilustración 11 Diagnóstico Proyectual. Fuente: Profundización I

4.1.1.2 Medio Ambiente

El urbanismo ecológico adopta el modelo de la ciudad compacta, tanto en la transformación de tejidos existentes como en el diseño de nuevos desarrollos urbanos. El modelo urbano más sostenible recoge un enfoque sistémico de la relación ciudad-medio y los elementos que lo componen (Rueda, 2012).

El ruido y los contaminantes atmosféricos constituyen un riesgo de primer orden para la calidad ambiental y la salud pública de las personas. Los modelos de movilidad apoyados en el vehículo privado han erigido el tráfico rodado como la principal fuente de emisión de contaminantes.

Escala Urbana

La ciudad se enmarca por dos bordes naturales importantes, al oeste están erguidos los cerros de los farallones de donde yacen 6 de los principales ríos de la ciudad, donde desembocan todos estos, en el principal borde hidrográfico de la ciudad el Río Cauca. Ver Ilustración 12.

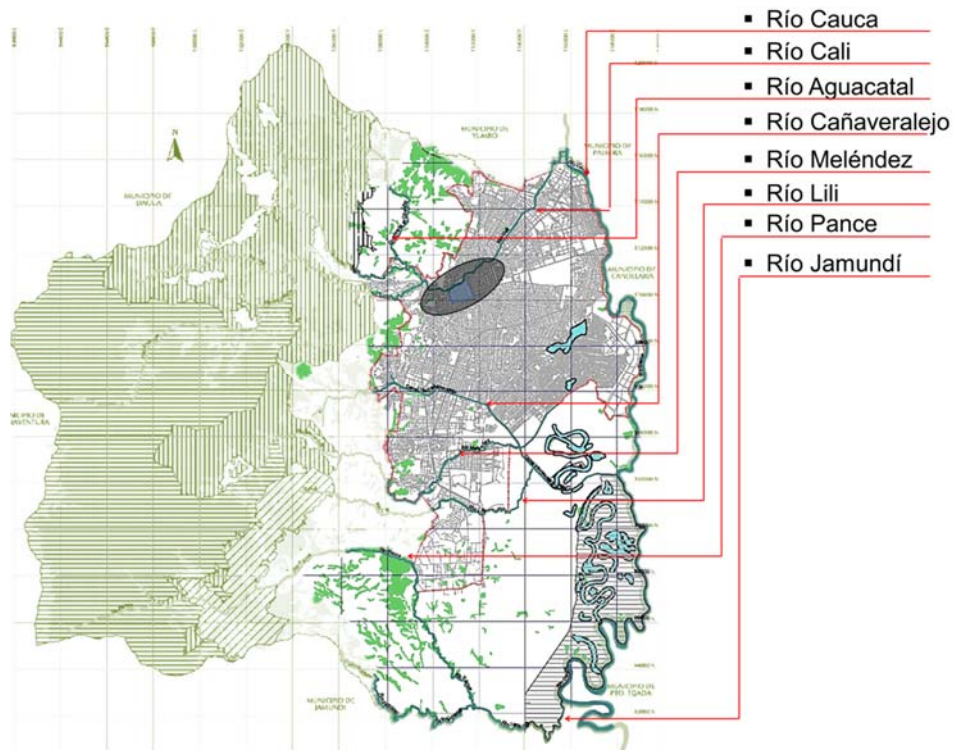


Ilustración 12 Ambiental Escala regional. Fuente: Profundización I

Pieza Urbana

En la pieza Urbana, se destaca el corredor hídrico del Río Cali, el cual bordea el polígono del sector centro en el costado norte; de ahí se destacan 3 grandes zonas de protección que cobijan el centro siendo la occidental un continuo problema social debido a la permanencia de mendigos y gente de la calle que asume la residencia en las riveras del corredor hídrico. Ver Ilustración 13.

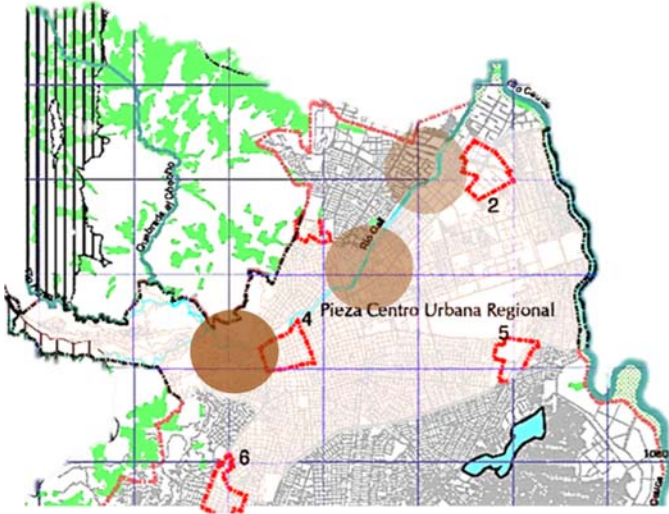


Ilustración 13 Pieza Urbana ambiental. Fuente: Profundización I

Sector de estudio

A nivel local, el río Cali es el único corredor ambiental de esta zona; desarticulado de los pocos parques y zonas verdes vistos en el sector. Ver Ilustración 14.

Esta zona no dispone de corredores ambientales que amortigüen el daño producido por los agentes contaminantes. Ver Ilustración 15, 16.



Ilustración 14 Sector de Estudio. Fuente: Profundización I

Figura 11. Sector de Estudio (UniValle, Facultad de Artes - U San Buenaventura, Facultad de Arquitectura, 2010)

Contaminación Acústica

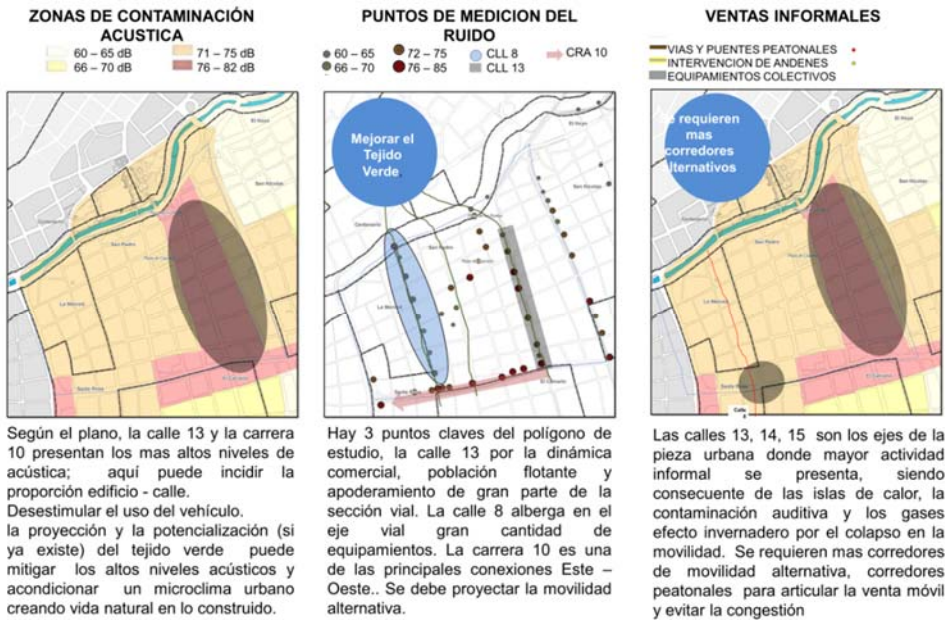


Ilustración 15 Contaminación Auditiva. Fuente: Profundización I

Contaminación por emisiones

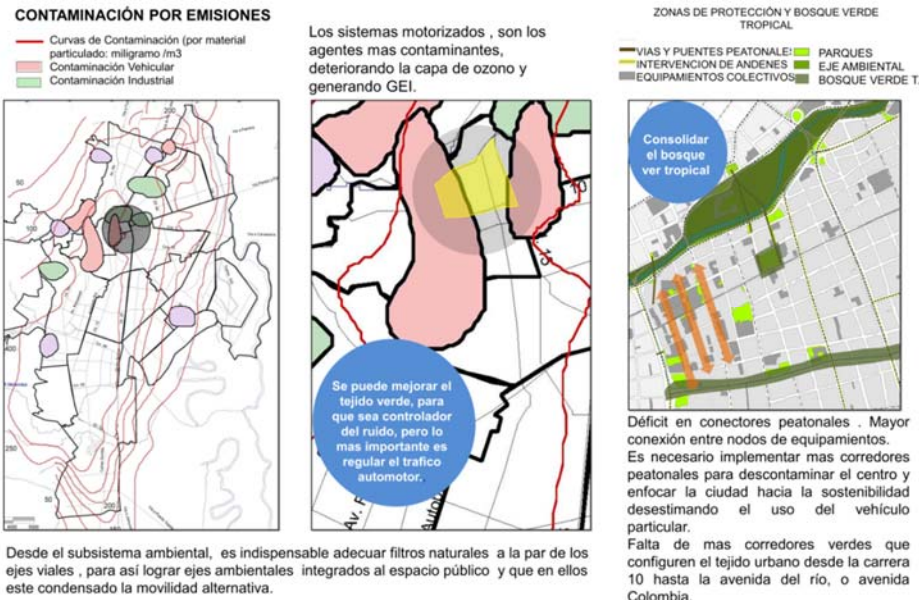


Ilustración 16 Contaminación por emisiones. Fuente: Profundización I

Diagnóstico proyectual

Desde el subsistema del Medio Ambiente, se busca establecer unos corredores verdes articulantes desde la avenida del Río y la carrera 10, polígono de estudio. Los corredores verdes buscan consolidar el tejido natural en el sector; básicamente es la adecuación de especies arbóreas que atomicen los corredores seleccionados y así mitigar la contaminación ambiental; como el ruido que es el problema más importante.

Claramente, desde el subsistema del medio ambiente se genera un proyecto paisajista, pero en este estudio se evaluó también la condición vial en las calles y carreras más conflictos en términos de la contaminación, la cual incide en el problema del territorio estudiado. Ver Ilustración 17.

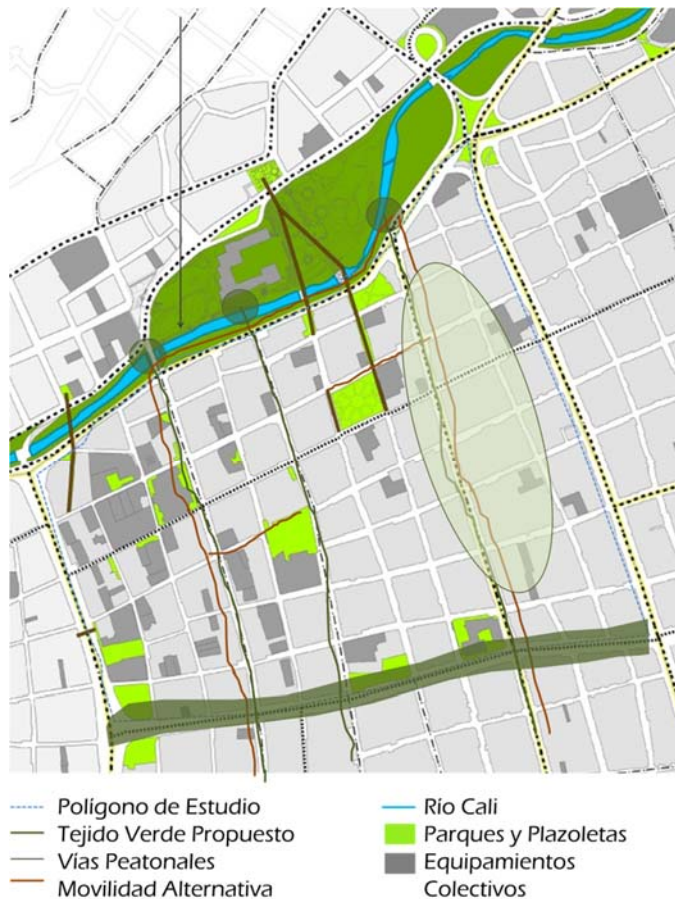
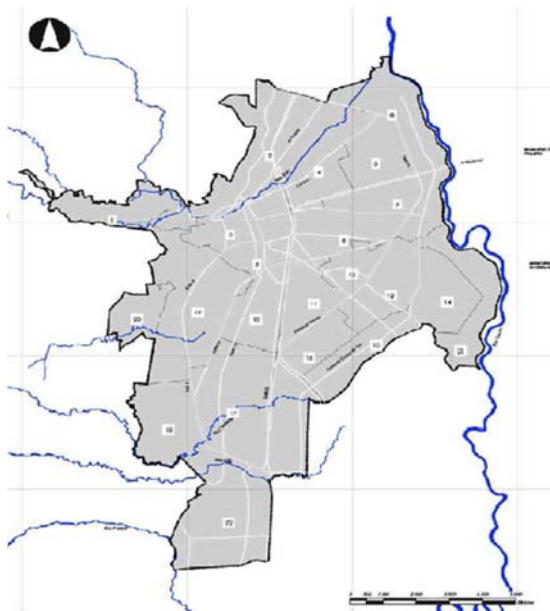


Ilustración 17 Diagnóstico proyectual. Fuente: Profundización I

4.1.1.3 Movilidad

Suma de los desplazamientos que hacen las personas sobre un territorio determinado. Los medios de transporte tanto motorizados, como no motorizados, son los instrumentos para

el desarrollo del movimiento, dando lugar a distintas velocidades y radios de cobertura. En los estudios de movilidad, las ciclovías son una tendencia para que las ciudades sean más sostenibles. (Miralles Guasch, 2013). Ver ilustración 18.



Las conexiones viales de Cali, permiten que la movilidad se desarrolle en mayor medida, en sentido norte-sur, a través de la autopista Simón Bolívar, la calle 5 y la autopista sur.

La movilidad en la pieza urbana; denota conexiones viales en todos los sentidos siendo el transporte no motorizado (peatones y bicicletas) relegado por el transporte motorizado. Ver ilustración 19.

Ilustración 18 Conectividad escala Urbana.
Fuente: Profundización I

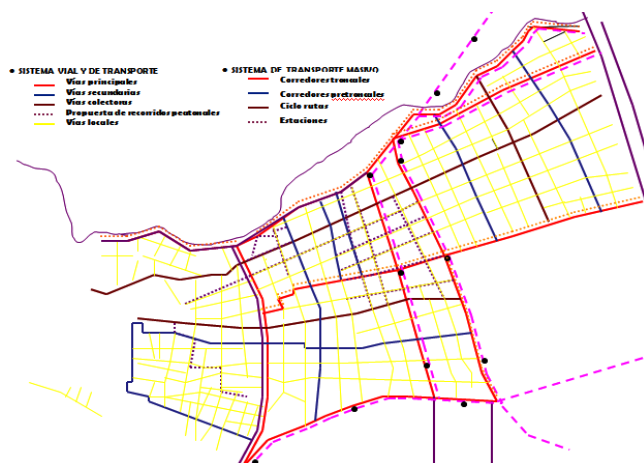


Ilustración 19 Movilidad Pieza Urbana. Fuente: Profundización I

▪ Movilidad Motorizada

Dentro de los medios de transporte motorizados se encuadran dos tipos bien diferenciados: el transporte privado (TPR) y el transporte público (TPU). El primero no es más que el vehículo privado que todas las familias suelen tener, el segundo se ejemplifica en los buses urbanos, y el sistema de integrado de transporte masivo (MIO). Ver ilustración 20.

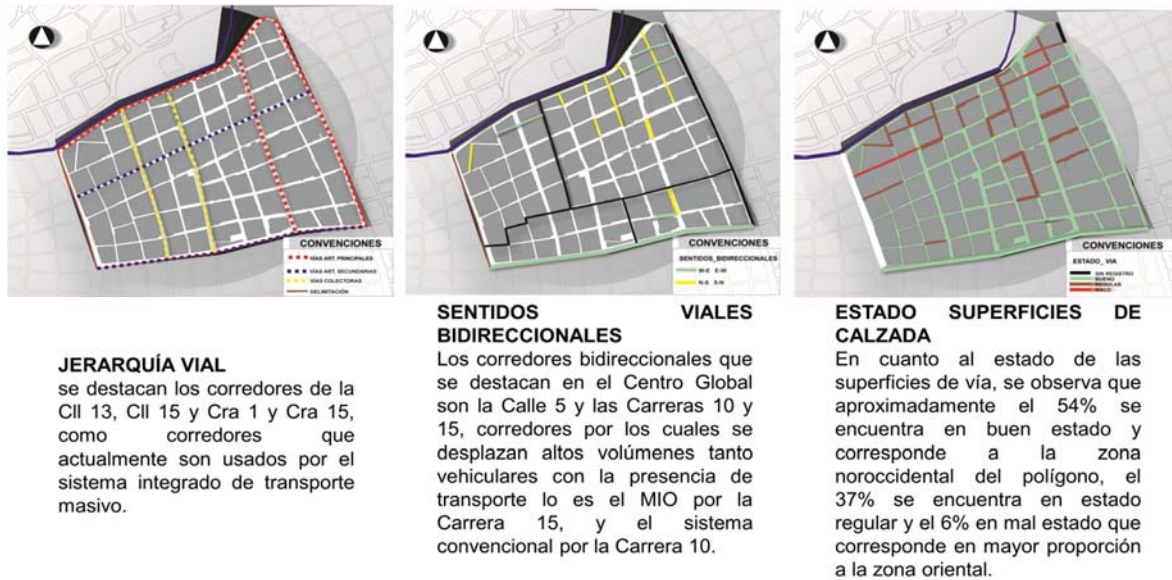


Ilustración 20 Movilidad Motorizada. Fuente: Profundización I

▪ Movilidad NO Motorizada

El transporte por medios no motorizados comprende tanto a la bicicleta como a las rutas peatonales. Son los transportes más sostenibles y saludables, además de no contaminar, son beneficiosos para la salud ya que al mismo tiempo se está realizando un ejercicio. Ver ilustración 21.

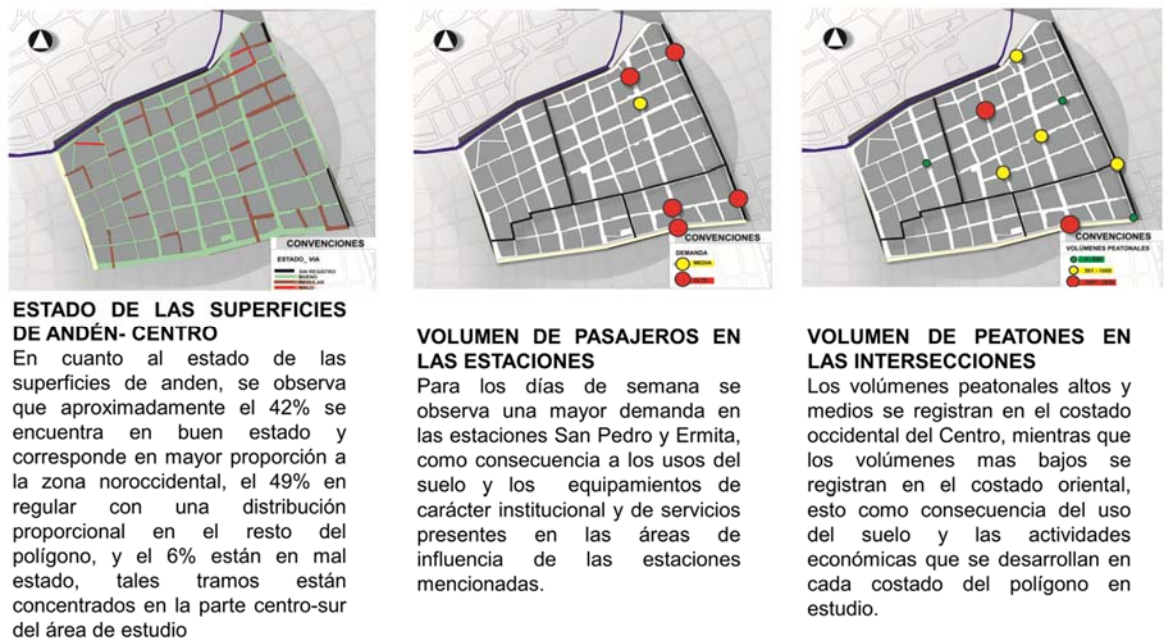


Ilustración 21 Movilidad No Motorizada. Fuente: Profundización I

Diagnóstico proyectual

La propuesta de intervención en el polígono del Centro está prevista para el transporte no motorizado, el cual para el área total de estudio se aproxima al 53%; en cuanto a la bicicleta se observa que con la elaboración del Plan Maestro de Ciclo rutas, la longitud de los corredores en el polígono se aproxima a 20 km; distribuidos en una red principal, secundaria y local, dejando planteada con gran importancia la movilización de las personas a través de modos de transporte no motorizados. Ver ilustración 22.

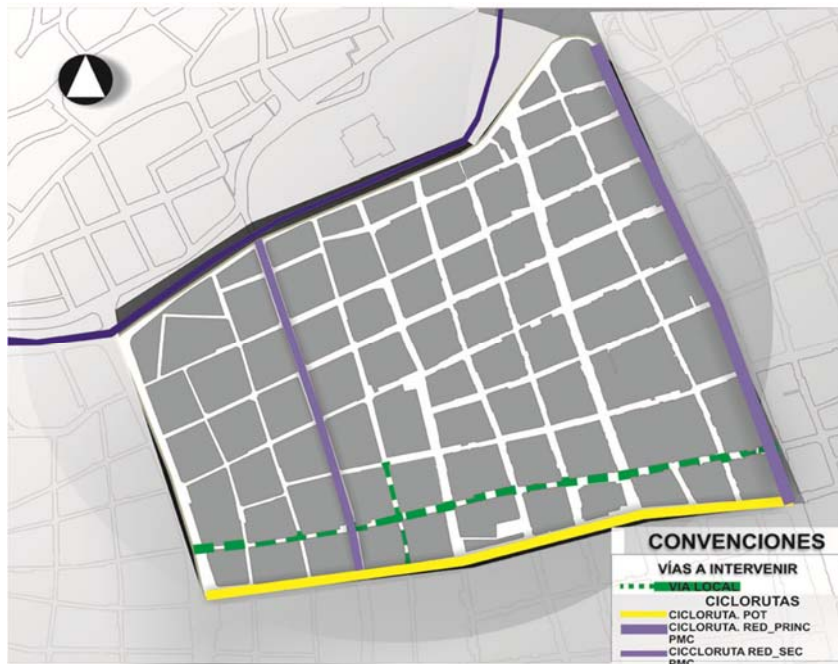


Ilustración 22 Diagnóstico Proyectual. Fuente: Profundización I

4.2 Estructura Urbana Funcional

Una vez realizado el diagnóstico se presenta una estructura urbana funcional, que vincula las anteriores categorías, junto con los subsistemas de imagen urbana, socioeconómico, espacio público y morfología que no se presentan en el documento, pero que fueron analizados en el curso de profundización I de la Maestría. Ver ilustración 23.

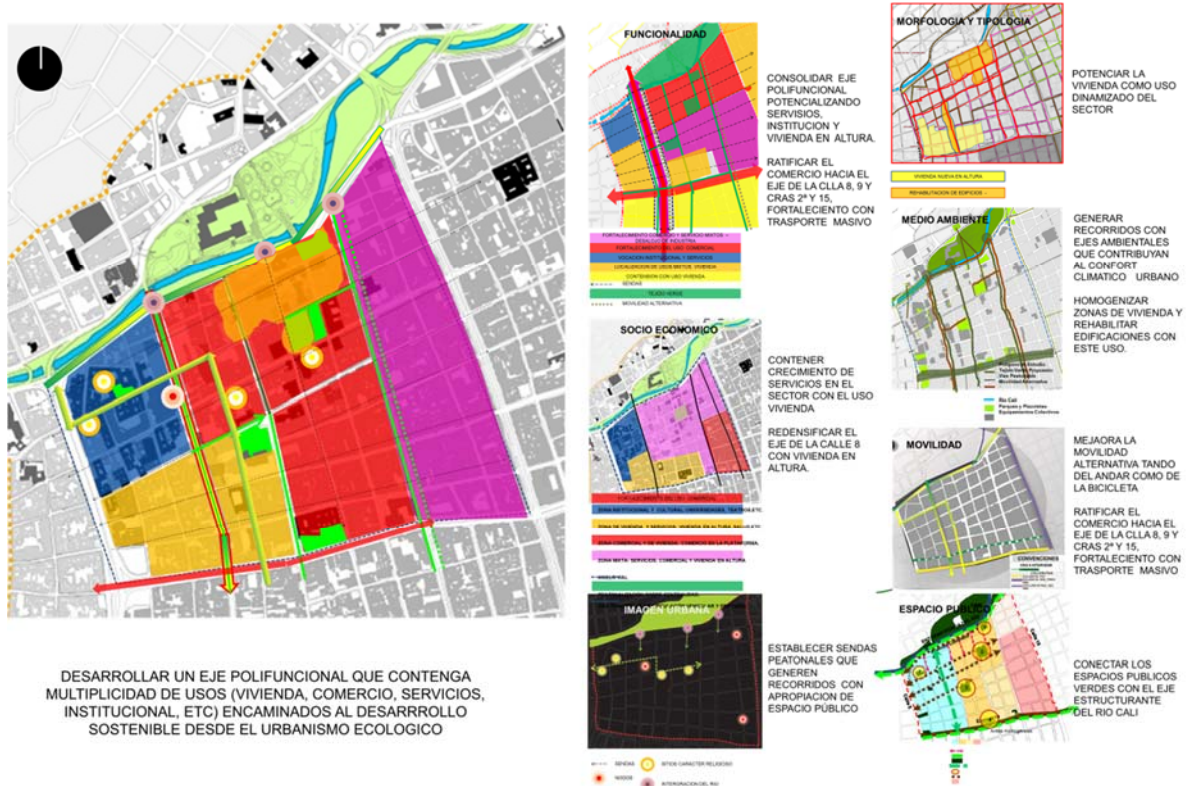


Ilustración 23 Estructura Funcional. Fuente: Profundización I

Aprobada la estructura funcional, el objeto de estudio urbano se centra en el eje de la Calle 8, entre carreras 2 o Avenida del Rio y la carrera 10, al cual se le realiza toda la caracterización ambiental y climatológica a través de indicadores de sostenibilidad ambiental. Ver ilustración 24.



Ilustración 24 Estructura Funcional calle 8. Fuente: Profundización I

Desde la estructura Funcional se pretende desarrollar un eje Polifuncional que contenga multiplicidad de usos (vivienda, comercio, servicios, institucional, etc.) encaminados al desarrollo sostenible desde el urbanismo ecológico de acuerdo como lo plantea Rueda (2012), medible con indicadores de sostenibilidad. (Leal del Castillo, 2010).

4.3 Caracterización Ambiental y Climática

Indicadores

Para realizar la caracterización climática se establece una serie de indicadores acordes con cada una de las variables que permiten entender el confort ambiental del territorio objeto de estudio.

De acuerdo con Leal del Castillo (2010), existen indicadores de presión que medien la actividad humana, de estado que establecen condiciones y tendencias, de respuesta que se refieren a agentes económicos y ambientales; todos los anteriores pertenecientes al modelo de PER y los ambientales de OCDE que velan por la regulación de políticas ambientales para la intervención de los territorios.

Según lo anterior, el indicador de Estado es el más acorde para el estudio de confort ambiental, porque permite indagar en el territorio las condiciones y tendencias de cada variable.

Para lograr rigor científico y validez técnica, en concordancia con Zúñiga P., (2009) a cada indicador se le asigna un rango o escala de valoración y se les aplica una fórmula matemática, que permite calcular el total resultante de la medición en cada variable, para finalmente ponderarlas todas en un solo resultado y generar un análisis raster de confort térmico del eje de diseño.

$$E = \sum EP / \sum P$$

Donde para cada indicador

E es la evaluación

P es el peso o importancia

EP es la evaluación ponderada

El rango de evaluación se define mediante el siguiente proceso:

- Determinación del diseño de los parámetros de evaluación cualitativa de cada indicador
- Representación de la evaluación cualitativa mediante matrices síntesis e histogramas, que juntos conforman el instrumental metodológico.

Para los parámetros de evaluación, se establece los valores de crítico con una puntuación de 1, malo, regular, bueno, hasta llegar a óptimo con el mayor puntaje de 5; de igual forma se presentan diferentes rangos en cada variable según la unidad de medida y el criterio de evaluación. Finalmente se le asigna una valoración por color, lo cual permite visualizar de

forma más fácil al lector los rangos; siendo el color más claro la mayor calificación. Ver tabla 2.

COLOR	RANGO	UNIDAD DE MEDIDA	CRITERIO
5	Óptimo		
4	Bueno		
3	Regular		
2	Malo		
1	Crítico		

Tabla 2 Rangos de ponderación para Indicadores Fuente: Profundización I

Para realizar la caracterización del eje de la calle 8, se procede con una serie de mediciones y toma de datos a diferentes horas del día, específicamente en esquinas y mitades de manzana, con lo cual se puede presentar una información concluyente de cada uno de los elementos estudiados; que a su vez son analizados desde la óptica de los indicadores.

A continuación se presenta los datos e temperatura ambiente, humedad relativa y velocidad del viento, tal cual se tomaron en tres horas diferentes de un día determinado y el promedio logrado por cada uno de ellos. Ver tabla 3, Ver ilustración 25.



FECHA	HORA	MANZANA	PUNTO	TEMP.	HUMEDAD	V. VIENTO
30/10/2013	09:00 a.m.	1	A	24.3°C	65.40%	0.37 m/s
03/11/2013			B	24.1°C	66.20%	0.28 m/s
			C	24.5°C	66.00%	0.32 m/s
		Promedio manzana		24.3°C	65.86%	0.32 m/s
30/10/2013	09:00 a.m.	2	A	24.7°C	65.80%	1.36 m/s
03/11/2013			B	24.5°C	66.20%	0.51 m/s
			C	24.3°C	66.10%	0.47 m/s
		Promedio manzana		24.8°C	66.00%	0.78 m/s
03/11/2013	09:00 a.m.	3	A	24.3°C	65.70%	1.08 m/s
30/10/2013			B	24.8°C	65.00%	1.13 m/s
03/11/2013			C	24.3°C	65.10%	1.02 m/s
		Promedio manzana		24.5°C	65.30%	1.06 m/s
03/11/2013	09:00 a.m.	4	A	24.1°C	66.20%	0.80 m/s
			B	24.7°C	64.40%	1.02 m/s
			C	25.1°C	66.10%	1.17 m/s
		Promedio manzana		24.8°C	65.60%	1.00 m/s
03/11/2013	09:00 a.m.	5	A	24.5°C	63.80%	0.72 m/s
30/10/2013			B	26.5°C	58.80%	0.68 m/s
03/11/2013			C	24.7°C	62.70%	0.65 m/s
		Promedio manzana		25.2°C	61.80%	0.68 m/s
03/11/2013	09:00 a.m.	6	A	24.8°C	60.60%	0.53 m/s
30/10/2013			B	25.1°C	59.30%	0.41 m/s
			C	25.5°C	64.20%	0.19 m/s
		Promedio manzana		25.1°C	61.40%	0.38 m/s
03/11/2013	09:00 a.m.	7	A	25.1°C	60.10%	0.67 m/s
03/11/2013			B	25.3°C	61.30%	1.23 m/s
03/11/2013			C	25.7°C	64.00%	1.16 m/s
		Promedio manzana		25.4°C	61.80%	1.02 m/s

FECHA	HORA	MANZANA	PUNTO	TEMP.	HUMEDAD	V. VIENTO
30/10/2013	12:00:00 m.	1	A	32.4°C	47.50%	0.51 m/s
03/11/2013			B	30.2°C	50.40%	0.66 m/s
			C	30.3°C	50.30%	0.43 m/s
		Promedio manzana		30.8°C	49.40%	0.53m/s
30/10/2013	12:00:00 m.	2	A	32.3°C	46.90%	0.85 m/s
03/11/2013			B	30.3°C	49.20%	1.15 m/s
			C	30.5°C	50.10%	0.87 m/s
		Promedio manzana		31.0°C	48.70%	0.96m/s
03/11/2013	12:00:00 m.	3	A	29.8°C	50.30%	0.87 m/s
30/10/2013			B	31.0°C	48.90%	1.13 m/s
03/11/2013			C	29.8°C	50.40%	0.78 m/s
		Promedio manzana		30.2°C	49.90%	0.96m/s
03/11/2013	12:00:00 m.	4	A	30.6°C	44.90%	0.88 m/s
			B	31.0°C	43.40%	1.11 m/s
			C	31.3°C	45.30%	1.14 m/s
		Promedio manzana		30.1°C	44.60%	1.04 m/s
03/11/2013	12:00:00 m.	5	A	31.2°C	45.70%	1.03 m/s
30/10/2013			B	33.8°C	43.40%	1.62 m/s
03/11/2013			C	31.5°C	45.20%	1.18 m/s
		Promedio manzana		32.2°C	44.80%	1.28 m/s
03/11/2013	12:00:00 m.	6	A	31.5°C	47.60%	0.53 m/s
30/10/2013			B	31.8°C	47.10%	0.41 m/s
			C	32.1°C	46.50%	0.30 m/s
		Promedio manzana		31.8°C	46.90%	0.62 m/s
03/11/2013	12:00:00 m.	7	A	32.4°C	43.80%	0.91 m/s
			B	32.7°C	43.60%	1.08 m/s
			C	32.5°C	44.00%	0.56 m/s
		Promedio manzana		32.5°C	43.80%	0.85m/s

FECHA	HORA	MANZANA	PUNTO	TEMP.	HUMEDAD	V. VIENTO
11/11/2013	03:00:00 pm.	1	A	26.8°C	44.50%	1.90 m/s
			B	29.0°C	44.40%	1.92 m/s
			C	29.1°C	43.90%	1.78 m/s
		Promedio manzana		28.9°C	44.27%	1.87m/s
11/11/2013	03:00:00 pm.	2	A	29.7°C	44.80%	1.67 m/s
			B	29.8°C	43.30%	1.58 m/s
			C	29.6°C	43.60%	1.51 m/s
		Promedio manzana		29.7°C	43.90%	1.58m/s
11/11/2013	03:00:00 pm.	3	A	30.0°C	43.50%	1.22 m/s
			B	29.4°C	43.40%	1.13 m/s
			C	29.5°C	44.10%	1.24 m/s
		Promedio manzana		29.6°C	43.70%	1.20m/s
11/11/2013	03:00:00 pm.	4	A	29.5°C	44.80%	1.07 m/s
			B	29.7°C	43.90%	1.19 m/s
			C	29.3°C	45.20%	1.22 m/s
		Promedio manzana		29.5°C	44.63%	1.16 m/s
11/11/2013	03:00:00 pm.	5	A	29.5°C	45.40%	1.31 m/s
			B	29.4°C	43.70%	1.43 m/s
			C	29.8°C	45.80%	1.25 m/s
		Promedio manzana		29.6°C	45.00%	1.33 m/s
11/11/2013	03:00:00 pm.	6	A	29.4°C	47.40%	1.28 m/s
			B	28.8°C	47.00%	1.36 m/s
			C	29.0°C	46.30%	1.19 m/s
		Promedio manzana		29.1°C	46.90%	1.28 m/s
11/11/2013	03:00:00 pm.	7	A	29.1°C	45.80%	1.20 m/s
			B	28.7°C	44.70%	1.23 m/s
			C	28.5°C	45.00%	1.15 m/s
		Promedio manzana		28.8°C	45.16%	1.19m/s

Tabla 3 Toma de mediciones climáticas. Fuente: Profundización I

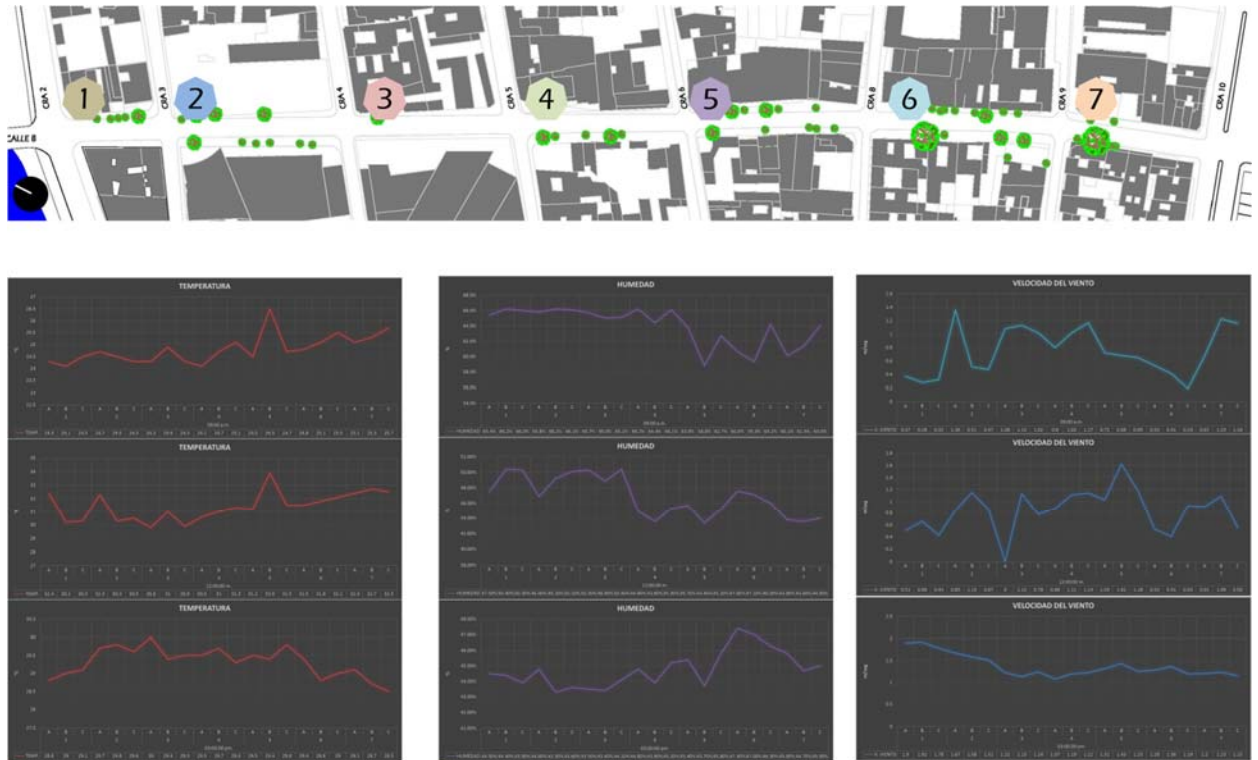


Ilustración 25 Toma de mediciones climáticas. Fuente: Profundización I

Las anteriores mediciones nos muestran que la temperatura ambiente promedio del eje a las 9:00 am es de 25.4°C , la humedad relativa es de 61.80% y la velocidad del viento igual a 1.02 m/seg, lo que quiere decir que, el estado de confortabilidad térmica es bueno según la tabla sicrométrica.

La medición de las 12:00 meridiano, nos presenta una temperatura ambiente promedio de 32.5°C , una humedad relativa de 43.80% y una velocidad de viento a 0.85m/seg. Es decir que presenta inconformidad térmica por la alta temperatura y la baja humedad; aunque el viento puede refrescar, este no se presenta de forma constante.

En la última medición, a las 3:00 pm, al estar la temperatura ambiente en 28.8°C y la humedad relativa en 45.16%, puede presentarse un estado de confortabilidad térmica, por la ubicación del eje la velocidad de 1.19m/seg y constancia del viento ayudan a mantener dicho estado.

4.3.1 Análisis de la Temperatura

La temperatura seca del aire es la temperatura a la que se encuentra el aire que rodea al individuo. La diferencia entre esta temperatura y la de la piel de las personas determina el intercambio de calor entre el individuo y el aire. (CENGEL, 2002)

Las mediciones de Temperatura se realizaron con un Termómetro-higrómetro digital (Ver ilustración 26), en tres días diferentes octubre 30, noviembre 03 y noviembre 11; a tres horas diferentes 9:00 am, 12:00m y 3:00 pm; y en tres puntos de manzana, las esquinas y el centro; para poder obtener un registro más confiable. Ver tabla 4.



Ilustración 26 Equipo de medición termómetro. Fuente: Profundización I

FECHA	HORA	MANZANA	PUNTO	TEMP.	VALORACIÓN
30/10/2013	12:00:00 m.	1	A	32,4°C	2
03/11/2013			B	30,2°C	2
			C	30,3°C	2
30/10/2013	12:00:00 m.	2	A	32,3°C	2
03/11/2013			B	30,3°C	2
			C	30,5°C	2
03/11/2013	12:00:00 m.	3	A	29,8°C	3
30/10/2013			B	31,0°C	2
03/11/2013			C	29,9°C	3
03/11/2013	12:00:00 m.	4	A	30,6°C	2
			B	31,0°C	2
			C	31,3°C	2
03/11/2013	12:00:00 m.	5	A	31,2°C	2
30/10/2013			B	33,9°C	1
03/11/2013			C	31,5°C	2
03/11/2013	12:00:00 m.	6	A	31,5°C	2
30/10/2013			B	31,8°C	2
			C	32,1°C	2
03/11/2013	12:00:00 m.	7	A	32,4°C	2
			B	32,7°C	2
			C	32,5°C	2

RANGO (Temperatura)			CRITERIO
5	Óptimo	21,0°C a 24,0°C	Temperatura de confort
4	Bueno	24,1°C a 27,0°C	Temperatura ligeramente alta
3	Regular	27,1°C a 30,0°C	Temperatura alta
2	Malo	30,1°C a 33,0°C	Temperatura muy alta
1	Crítico	33,1°C a 36,0°C	Temperatura extremadamente alta

Tabla 4 Mediciones de Temperatura e Indicador. Fuente: Profundización I

De acuerdo con los rangos del indicador, el eje al medio día en más del 90%, presenta una temperatura muy alta superando los 30.1°C, ubicándose con una calificación de 2 puntos como Malo.

Es importante aclarar que se escoge las 12 meridiano para realizar los análisis mediante indicadores, puesto que el eje de la calle 8 es de carácter comercial mixto e institucional, para lo cual la mayor ocupación de transeúntes se genera en las horas del mediodía cuando la oficinas y corporaciones bancarias cierran sus puertas.

4.3.2 Análisis de la Humedad

La humedad es el contenido de vapor de agua que tiene el aire. El mecanismo por el cual se elimina calor del organismo es a través de la transpiración. Cuanta más humedad haya, menor será la transpiración; por eso es más agradable un calor seco que un calor húmedo.

Las mediciones de la humedad relativa se realizaron con un Termómetro-higrómetro digital (Ver ilustración 27), en tres días diferentes octubre 30, noviembre 03 y noviembre 11; a tres horas diferentes 9:00 am, 12:00m y 3:00 pm; y en tres puntos de manzana, las esquinas y el centro; para poder obtener un registro más confiable. Ver tabla 5.



Ilustración 27 Equipo de medición Termómetro-higrómetro
Fuente: Profundización I

FECHA	HORA	MANZANA	PUNTO	HUMEDAD	VALORACIÓN
30/10/2013	12:00:00 m.	1	A	47,50%	4
03/11/2013			B	50,40%	3
			C	50,30%	3
30/10/2013	12:00:00 m.	2	A	46,90%	4
03/11/2013			B	49,20%	4
			C	50,10%	3
03/11/2013	12:00:00 m.	3	A	50,30%	3
30/10/2013			B	48,90%	4
03/11/2013			C	50,40%	3
03/11/2013	12:00:00 m.	4	A	44,90%	4
			B	43,60%	4
			C	45,30%	4
03/11/2013	12:00:00 m.	5	A	45,70%	4
30/10/2013			B	43,40%	4
03/11/2013			C	45,20%	4
03/11/2013	12:00:00 m.	6	A	47,60%	4
30/10/2013			B	47,10%	4
			C	46,00%	4
03/11/2013	12:00:00 m.	7	A	43,80%	4
			B	43,60%	4
			C	44,00%	4

RANGO (Humedad)			CRITERIO
5	Óptimo	30,1% a 40%	Seco
4	Bueno	40,1% a 50%	ligeramente seco
3	Regular	50,1% a 60%	Húmedo
2	Malo	60,1% a 70%	Muy húmedo
1	Crítico	70,1% a 80%	Extremadamente húmedo

Tabla 5 Mediciones de Humedad e Indicador. Fuente: Profundización I

De acuerdo con los rangos del indicador, solo un 30% del el eje al medio día, presenta una Humedad regular por encima del 50%; esto lo hace ubicar con una calificación de 4 puntos como ligeramente seco.

4.3.3 Análisis de Vientos

La velocidad del aire interviene de forma directa en el balance térmico y en la sensación térmica, dado que, según sea la velocidad, variará la capa de aire que nos aísla y aumentará la evaporación del sudor.

Las mediciones de la velocidad del viento se realizaron con un anemómetro digital (Ver ilustración 28), en tres días diferentes octubre 30, noviembre 03 y noviembre 11; a tres

horas diferentes 9:00 am, 12:00m y 3:00 pm; y en tres puntos de manzana, las esquinas y el centro; para poder obtener un registro más confiable. Ver tabla 6



Ilustración 28 Equipo de medición Anemómetro. Fuente: Profundización I

HORA	MANZANA	PUNTO	V. VIENTO	VALORACIÓN
12:00:00 m.	1	A	0,51 m/s	3
		B	0,66 m/s	4
		C	0,43 m/s	3
12:00:00 m.	2	A	0,85 m/s	4
		B	1,15 m/s	4
		C	0,87 m/s	4
12:00:00 m.	3	A	0,97 m/s	4
		B	1,13 m/s	4
		C	0,78 m/s	4
12:00:00 m.	4	A	0,88 m/s	4
		B	1,11 m/s	4
		C	1,14 m/s	4
12:00:00 m.	5	A	1,03 m/s	4
		B	1,62 m/s	4
		C	1,18 m/s	4
12:00:00 m.	6	A	0,53 m/s	3
		B	0,41 m/s	3
		C	0,93 m/s	4
12:00:00 m.	7	A	0,91 m/s	4
		B	1,09 m/s	4
		C	0,56 m/s	3

Escala de Beaufort (Viento)			
RANGO		CRITERIO	
5	Óptimo	1,90m/s a 3,90m/s	Brisa moderada
4	Bueno	0,60m/s a 1,89m/s	Brisa débil
3	Regular	0,20m/s a 0,59m/s	Brisa muy débil
2	Malo	0,10m/s a 0,19m/s	Ventolina
1	Crítico	0,00m/s a 0,09m/s	Calma

Tabla 6 Mediciones del viento e Indicador. Fuente: Profundización I

Según los rangos del indicador, el 70% del el eje al medio día, presenta buenos niveles vientos por encima de 0.60 m/seg; lo cual lo hace ubicar con una calificación de 4 puntos con brisa débil.

4.3.4 Análisis de Sombras

Alcanzar la obstrucción necesaria para conseguir un potencial mínimo de 50% de horas útiles de confort al día, considerando el espacio disponible y a partir de la dotación de árboles por metro cuadrado de espacio público utilizable. Ver ilustración 29, 30.

La medición se realizaron de forma subjetiva a través de la observación en el sitio, de cuanto porcentaje de sombra es emitida en el piso y se apoyó con el software ecotect 2011. Ver tabla 7.



Ilustración 29 Modelado Proyección de sombras. Fuente Estudiantes arquitectura U. San Buenaventura



Ilustración 30 Modelado Proyección de sombras. Fuente Estudiantes arquitectura U. San Buenaventura

FECHA	HORA	MANZANA	PUNTO	SOMBRAS	VALORACIÓN
30/10/2013	12:00:00 m.	1	A	0%	1
03/11/2013			B	40%	2
			C	50%	3
30/10/2013	12:00:00 m.	2	A	70%	4
03/11/2013			B	55%	3
			C	25%	2
03/11/2013	12:00:00 m.	3	A	10%	1
30/10/2013			B	0%	1
03/11/2013			C	0%	1
03/11/2013	12:00:00 m.	4	A	61%	4
			B	61%	4
			C	5%	1
03/11/2013	12:00:00 m.	5	A	25%	2
30/10/2013			B	10%	1
03/11/2013			C	5%	1
03/11/2013	12:00:00 m.	6	A	80%	4
			B	50%	3
30/10/2013			C	65%	4
03/11/2013	12:00:00 m.	7	A	80%	4
			B	75%	4
			C	0%	1

RANGO (Sombras)			CRITERIO
5	Óptimo	81% - 100%	Protección optima de radiación solar
4	Bueno	61% - 80%	Protección buena de radiacion solar
3	Regular	41% - 60%	Protección regular de radiación solar
2	Malo	21% - 40%	Protección mala de radiación solar
1	Crítico	0% - 20%	Protección deficiente de radiación solar

Tabla 7 Indicador de Sombras. Fuente: Profundización I

De acuerdo con el indicador, más del 50% del eje presenta baja protección solar, o emisión de sombras al piso.

4.3.5 Análisis de Ruido

Se refiere a la percepción que se da a través del sentido del oído, donde se incluyen, además de los factores acústicos, los factores del ruido. En el caso de las grandes concentraciones urbanas, las fuentes de contaminación por ruido se han multiplicado en proporción a su población. Los niveles de ruido que se presentan cotidianamente en estas grandes urbes son nocivos para la salud de sus habitantes.

El índice de afectación acústica indica la proporción de población expuesta a diferentes niveles de molestia por causa del ruido. La escala de percepción acústica se define para el periodo diurno, en función de valores basados en las Pautas sobre el Ruido Urbano (Guidelines for Community Noise, 1999) de la OMS. (UniValle, Facultad de Artes - U San Buenaventura, Facultad de Arquitectura, 2010) Ver ilustración 31. Ver tabla 8.



Ilustración 31 sitio de tomas de medición. Fuente: Profundización I

FECHA	HORA	MANZANA	PUNTO	RUIDO	VALORACIÓN
30/10/2013	12:00:00 m.	1	A	85 dB	2
03/11/2013			B	70 dB	3
03/11/2013			C	70 dB	3
30/10/2013	12:00:00 m.	2	A	70 dB	3
03/11/2013			B	75 dB	3
03/11/2013			C	75 dB	3
03/11/2013	12:00:00 m.	3	A	75 dB	3
30/10/2013			B	75 dB	3
03/11/2013			C	75 dB	3
03/11/2013	12:00:00 m.	4	A	70 dB	3
03/11/2013			B	70 dB	3
03/11/2013			C	70 dB	3
03/11/2013	12:00:00 m.	5	A	70 dB	3
30/10/2013			B	70 dB	3
03/11/2013			C	70 dB	3
03/11/2013	12:00:00 m.	6	A	70 dB	3
30/10/2013			B	70 dB	3
30/10/2013			C	70 dB	3
03/11/2013	12:00:00 m.	7	A	75 dB	3
03/11/2013			B	75 dB	3
03/11/2013			C	85 dB	2

RANGO (ruido en decibeles)			CRITERIO
5	Óptimo	0 dB - 25 dB	Silencioso (susurro)
4	Bueno	25,1 dB - 50 dB	Moderado (conversación)
3	Regular	50,1 dB - 75 dB	Ruidoso (concierto en un teatro)
2	Malo	75,1 dB - 100 dB	Muy ruidoso (en medio de tráfico intenso)
1	Crítico	100,1 dB - 125 dB	Umbral de dolor

Tabla 8 Mediciones del ruido e Indicador. Fuente: Profundización I

Se considera confort acústico en 55 db, por encima hay presencia de contaminación auditiva; según informe de la Organización Mundial de la Salud (OMS), los 70 dB (a) son el límite superior deseable.

Se deduce que el sector presenta ruido ambiental, el cual supera la barrera de los 65 db, considerado por OMS.

4.3.6 Análisis de Iluminación

El ojo humano está diseñado para percibir un enorme rango de variación lumínica, puede percibir desde 0.1 lux a la luz de la luna llena, hasta 100,000 luxes en un día muy claro con luz solar brillante.

A través del manejo adecuado de la luz se pueden obtener aumentos en la eficiencia y productividad, se puede provocar atracción visual hacia determinados objetos o espacios. La luz es un factor determinante del confort humano.

Las mediciones de la luminosidad se realizaron con un fotómetro digital (Ver ilustración 32), en tres días diferentes octubre 30, noviembre 03 y noviembre 11; a tres horas diferentes 9:00 am, 12:00m y 3:00 pm; y en tres puntos de manzana, las esquinas y el centro; para poder obtener un registro más confiable. Ver tabla 9.



Ilustración 32 Equipo de medición Fotómetro. Fuente: Profundización I

FECHA	HORA	MANZANA	PUNTO	ILUMINACIÓN	VALORACIÓN
30/10/2013	12:00:00 m.	1	A	105.000 Lux	1
03/11/2013			B	40.000 Lux	5
			C	30.000 Lux	5
30/10/2013	12:00:00 m.	2	A	80.000 Lux	3
03/11/2013			B	90.000 Lux	2
			C	105.000 Lux	1
03/11/2013	12:00:00 m.	3	A	90.000 Lux	2
30/10/2013			B	105.000 Lux	1
03/11/2013			C	105.000 Lux	1
03/11/2013	12:00:00 m.	4	A	30.000 Lux	5
			B	20.000 Lux	5
			C	80.000 Lux	2
03/11/2013	12:00:00 m.	5	A	90.000 Lux	2
30/10/2013			B	100.000 Lux	1
03/11/2013			C	100.000 Lux	1
03/11/2013	12:00:00 m.	6	A	20.000 Lux	5
			B	100.000 Lux	1
30/10/2013			C	100.000 Lux	1
03/11/2013	12:00:00 m.	7	A	30.000 Lux	5
			B	20.000 Lux	5
			C	105.000 Lux	1

RANGO (Iluminación)			CRITERIO
5	Óptimo	20.000 Lux - 40.000 Lux	Sombra iluminada por cielo despejado
4	Bueno	40.000,1 Lux - 60.000 Lux	Luz diurna ligeramente brillante
3	Regular	60.000,1 Lux - 80.000 Lux	Luz diurna brillante
2	Malo	80.000,1 Lux - 100.000 Lux	Luz diurna muy brillante
1	Crítico	100.000,1 Lux - 120.000 Lux	Luz diurna extremadamente brillante

Tabla 9 Mediciones de Iluminación e Indicador. Fuente: Profundización I

De acuerdo con los rangos del indicador más del 80% del eje presenta niveles malos y críticos de luz día, lo cual es producto de las pocas sombras que emiten en el mismo.

4.3.7 Confort Ambiental

Es la sensación térmica que percibe una persona en un determinado tiempo y espacio, teniendo en cuenta temperatura, humedad, vientos, presencia de vegetación y actividad metabólica del individuo.

El indicador se refiere a las condiciones de Confort Térmico, que presenta diferentes secciones de cada manzana, en las cuales se ven afectadas en una hora específica con la mayor incidencia solar, la mayor humedad, menor velocidad del viento y la más baja proyección de sombras tanto vegetales como de elementos tectónicos; expresado en rangos de óptimo a crítico. Ver tabla 10.

FECHA	HORA	MANZANA	PUNTO	TEMP.	HUMEDA D	V. VIENTO	SOMBRAS	VALORACIÓN
30/10/2013	12:00:00 m.	1	A	2	4	3	1	10
03/11/2013			B	2	3	4	2	11
			C	2	3	3	3	11
30/10/2013	12:00:00 m.	2	A	2	4	4	4	14
03/11/2013			B	2	4	4	3	13
			C	2	3	4	2	11
03/11/2013	12:00:00 m.	3	A	3	3	4	1	11
30/10/2013			B	2	4	4	1	11
03/11/2013			C	3	3	4	1	11
03/11/2013	12:00:00 m.	4	A	2	4	4	4	14
			B	2	4	4	4	14
			C	2	4	4	1	11
03/11/2013	12:00:00 m.	5	A	2	4	4	2	12
30/10/2013			B	1	4	4	1	10
03/11/2013			C	2	4	4	1	11
03/11/2013	12:00:00 m.	6	A	2	4	3	4	13
			B	2	4	3	3	12
			C	2	4	4	4	14
03/11/2013	12:00:00 m.	7	A	2	4	4	4	14
			B	2	4	4	4	14
			C	2	4	3	1	10

RANGO			CRITERIO
5	16,1 - 20	Óptimo	Confort ambiental
4	12,1 - 16	Bueno	Ligeramente confortable
3	8,1 - 12	Regular	Medianamente confortable
2	4,1 - 8	Malo	Ligeramente inconfortable
1	0 - 4	Crítico	Disconfort ambiental

Tabla 10 Indicador de Confort. Fuente: Profundización I

De acuerdo con el indicador el eje en más de un 70% se percibe medianamente confortable, y el otro 30 en niveles de confortabilidad aceptable. Ver ilustración 33.



Ilustración 33 Análisis Raster según indicador. Fuente: Profundización I

Percepción del confort a lo largo del eje de la calle 8 de acuerdo con el indicador; en más de un 70% se percibe medianamente confortable, y el otro 30 en niveles de confortabilidad aceptable.

4.4 Diseño Urbano

4.4.1 Criterio General de Diseño

Desarrollar un eje polifuncional que contenga multiplicidad de usos (vivienda, comercio, servicios, etc.), encaminadas al desarrollo sostenible desde el urbanismo ecológico, priorizando la movilidad alternativa para el peatón y el ciclista, aplicando indicadores que evalúan las diferentes variables que afectan el confort ambiental urbano.

4.4.2 Criterios Específicos

- Generar confort ambiental urbano en todo el eje de la calle 8
- Ordenar la vocación del uso predominante a través del espacio publico
- Restringir el tráfico vehicular en volumen y pacificado (30 Km/h) (Rueda, 2012)
- Redistribuir del espacio público: 2/3 para peatones y 1/3 para vehículos motorizados
- Eliminación de jerarquías tradicionales: minimiza sentido de posesión de la calle y propicia el respeto, comunicación y contacto visual entre usuarios
- Minimización de barreras físicas, soleras y señalética: maximizando accesibilidad en una gran superficie uniforme y sin desniveles
- Apropiación de sistema de transporte masivo

4.5 Lineamientos de intervención urbanos

Para el diseño del proyecto urbano, se desarrolló una matriz de lineamientos de intervención urbana, la cual permitió abordar cada sector del eje en ambas aceras y a lo largo de la calzada de la calle 8 y las intersecciones. Ver tabla 11, ver ilustración 34 - 37



Ilustración 34 Espacio Compartido. Fuente: Profundización I

Esquema Básico Urbano

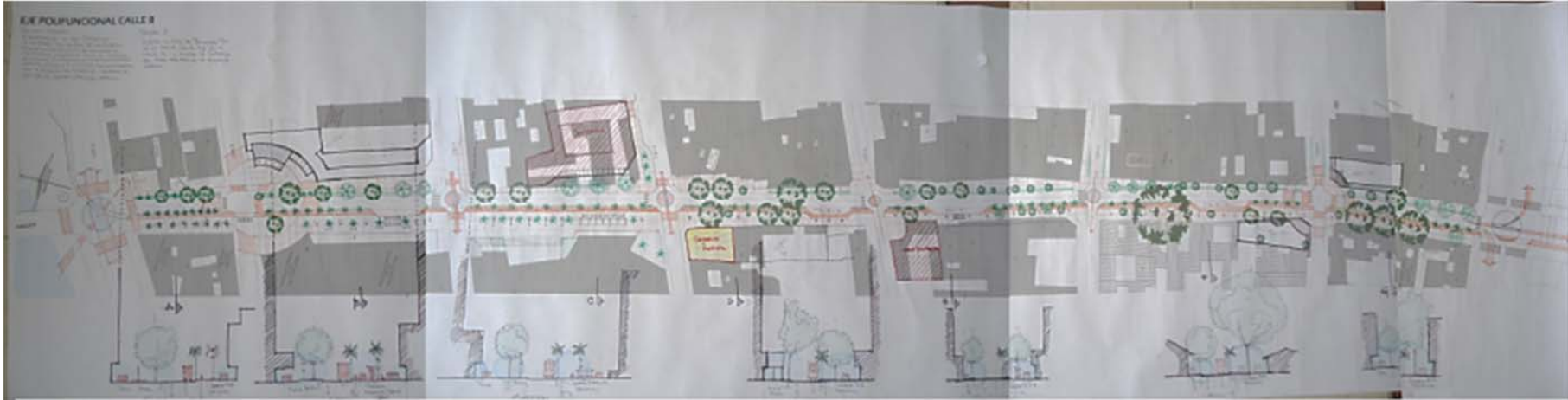


Ilustración 36 Esquema Básico de Diseño Urbano. Fuente: Profundización I

4.5.2 Proyecto Urbano

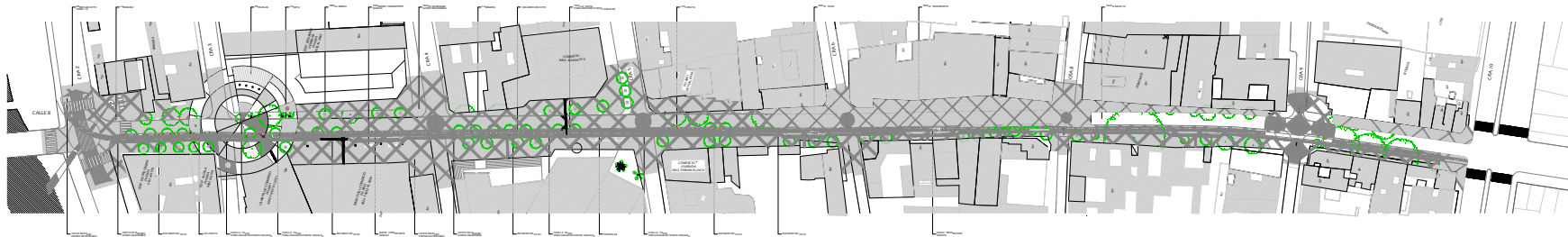


Ilustración 37 Diseño Urbano. Fuente: Profundización I

4.6 Proyecto arquitectónico

4.6.1 Localización del proyecto

El predio escogido para el diseño del proyecto se localizó en la esquina de la carrera 7 con calle 8, por ser un punto de transición entre el uso mixto (administrativo – comercial) y el uso residencial que sigue prevaleciendo en la parte sur del eje de la calle 8.

De igual forma en el predio funciona un restaurante parqueadero de muy mal aspecto, el cual se quiere restituir por un proyecto nuevo que revitalice el sector y continúe la imagen urbana de ciudad.

Sobre la carrera 7 se encuentran viviendas de carácter patrimonial en altura, las cuales se quieren enaltecer presentando un proyecto sobrio respetuoso con la arquitectura republicana presente hacia la calle 7. Ver ilustración 38.

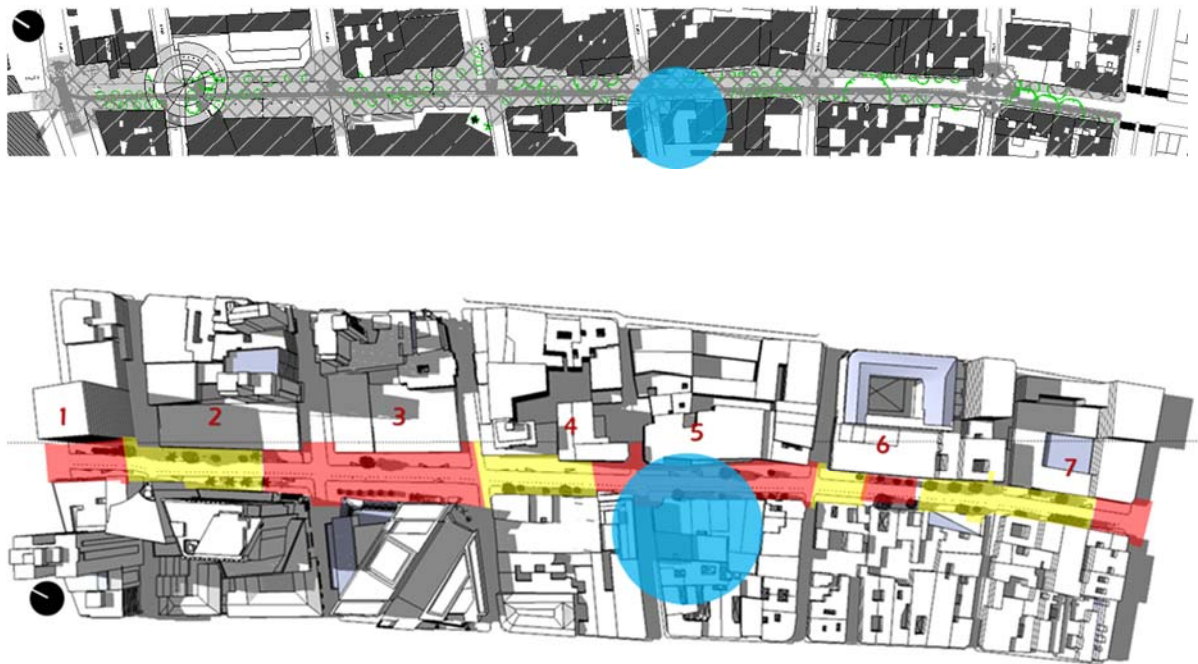


Ilustración 38 Localización Proyecto. Fuente: Profundización I

4.6.2 Contexto

▪ Alturas existentes



Ilustración 39 Plano de altura. Fuente POT Cali

El predio se encuentra ubicado en una manzana donde la altura predominante es de 2 pisos.

Las esquinas que conforma el eje de la calle 8 en sentido sur norte, su altura es superior a 2 pisos; la conformación del cruce vial con respecto a altura y paramento, se perciben como puertas urbanas por su altitud con edificaciones de 5, 8 y 10 pisos. Ver ilustración 39 – 42.

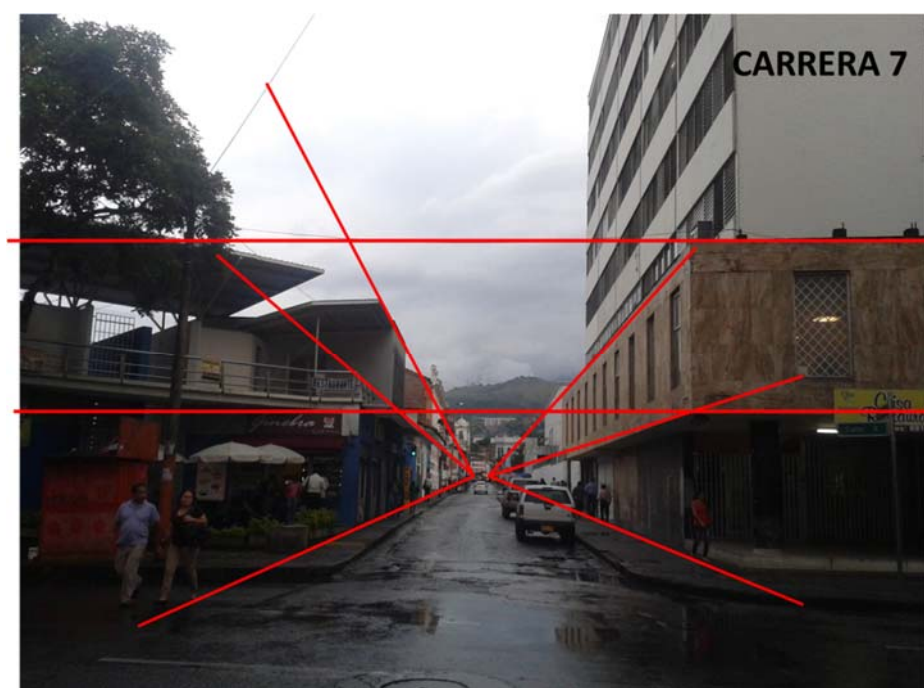


Ilustración 40 Fotografías sector estudio. Fuente: Profundización I

- **Vivienda de conservación patrimonial**

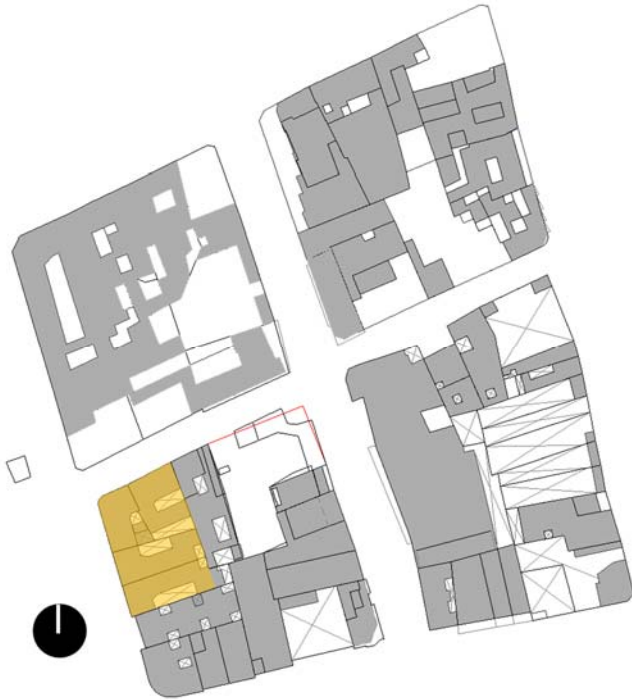


Ilustración 41 Plano conservación patrimonial. Fuente POT Cali



Ilustración 42 Fotografías sector estudio. Fuente: Profundización I

Se encuentran algunas construcciones de conservación con estilo republicano en dos pisos de altura superior a los 3m cada piso.

▪ Uso del suelo



Ilustración 43 Plano Vocación Uso del Suelo. Fuente : POT Cali

La vocación del sector es de uso mixto y comercial. Ver ilustración 43.

4.6.3 Criterio de Diseño

4.6.3.1 Criterio General

Diseñar un restaurante con parámetros de bioclimática que se auto regule y que según De Garrido (2008), (De Garrido, Arquitectura y Salud. Metodología de diseño para lograr una arquitectura saludable y ecológica, 2014), garantice salud y bienestar.

4.6.3.2 Criterios Específicos

- Diseñar un edificio que se autorregule térmicamente
- Utilizar la ventilación natural como medio de renovación del aire.
- Aprovechar el máximo de luz día en la iluminación de los espacios.

4.6.4 Datos climáticos

Se utilizan los datos climáticos de la estación meteorología República de Argentina (ERA), que se encuentra a unas cuantas cuadras del sitio de estudio.

Los datos climáticos contienen los años 2011, 2012 y 2013, para lo cual se utiliza el año 2013 como periodo de estudio, diseño y evaluación.

4.6.5 Caracterización climática

- Diagrama estereográfico y trayectoria Solar. Ver ilustración 44

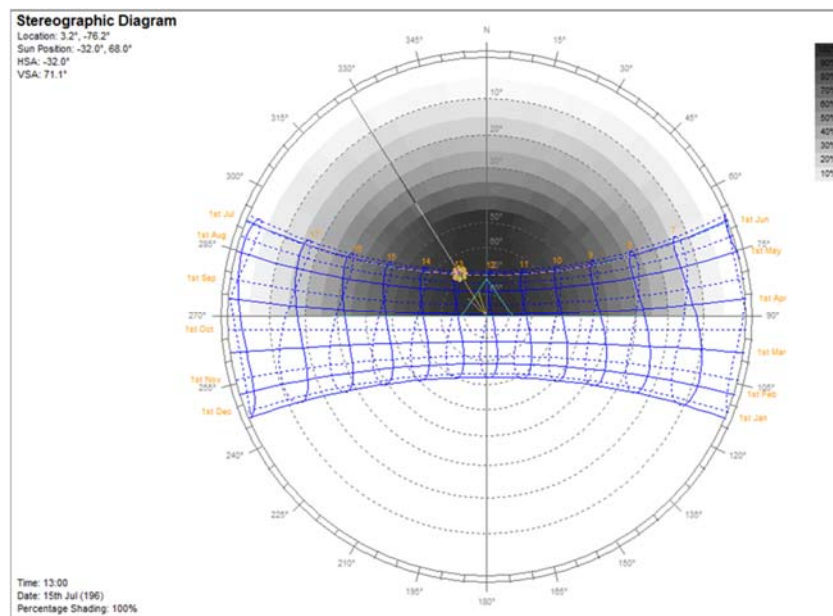


Ilustración 44 Diagrama estereográfico. Fuente: Software Ecotect

ASOLEACION MARZO 15

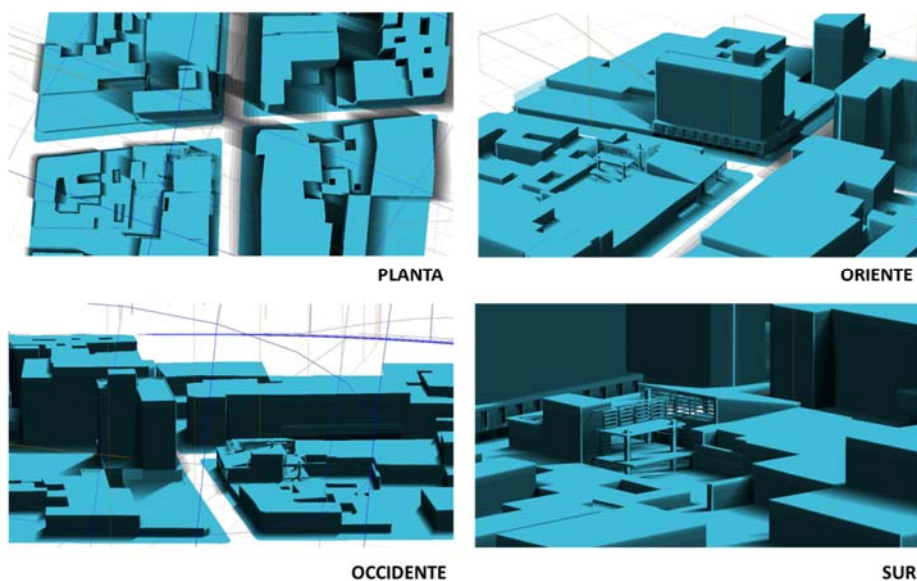


Ilustración 45 Estudio de trayectoria Solar. Fuente: Software Ecotect

Por estar en todo el cenit, y de acuerdo con la orientación respecto del norte, el edificio no es cobijado por sombras de vecinos en la trayectoria solar. Ver ilustración 45.

ASOLEACION JULIO 15

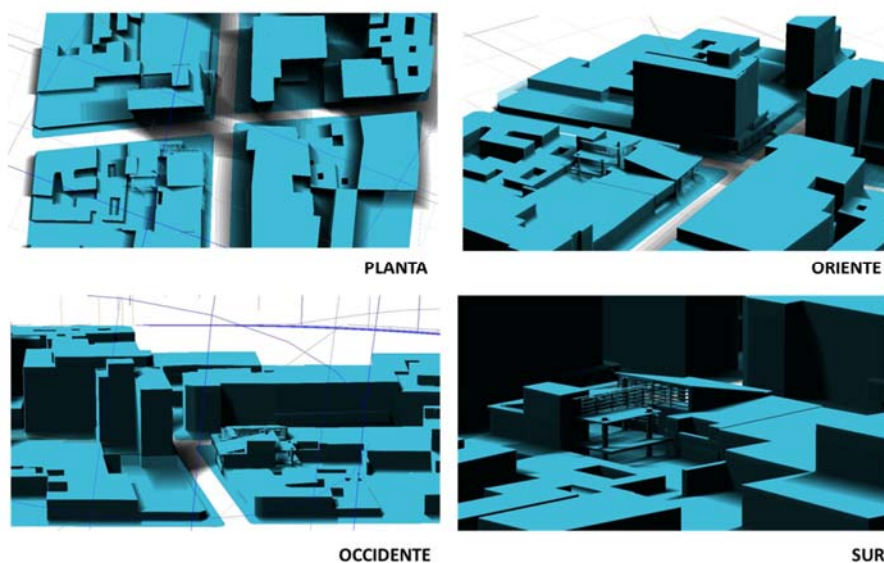


Ilustración 46 Estudio de trayectoria Solar. Fuente: Software Ecotect

En la exposición de sombras, los edificios contiguos cubren parte de la fachada norte en horas de la tarde. Ver ilustración 46.

ASOLEACION DICIEMBRE 15

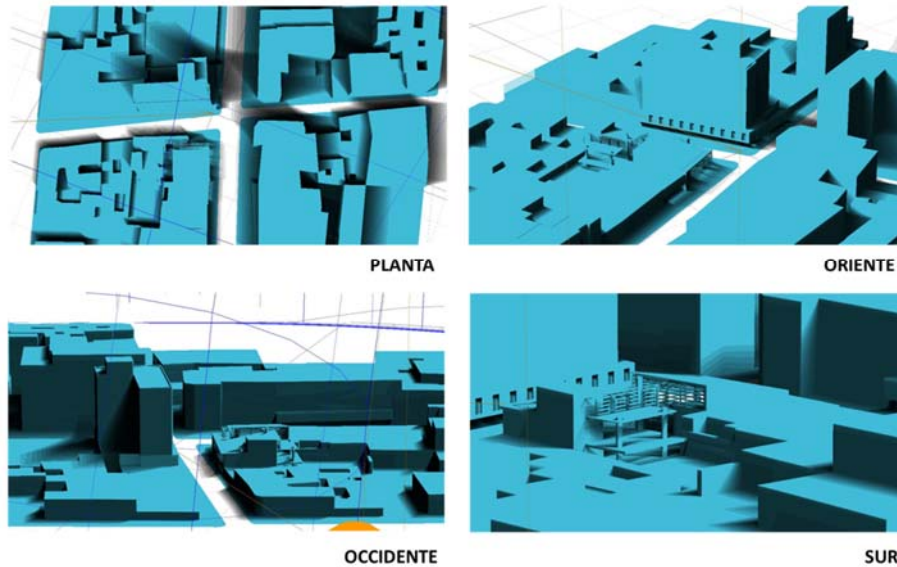


Ilustración 47 Estudio de trayectoria Solar. Fuente: Software Ecotect

Para el mes de diciembre, el edificio vuelve a quedar expuesto a toda la radiación térmica directa. Ver ilustración 47. Dirección y velocidad del viento

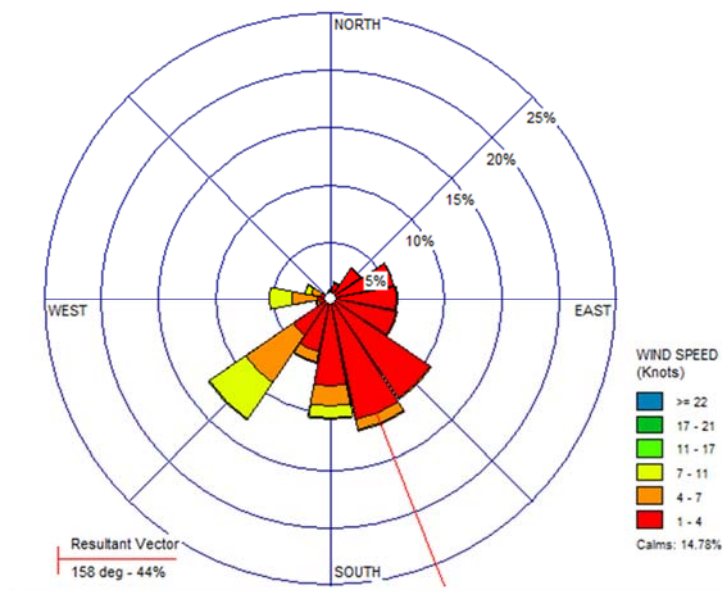


Ilustración 48 Rosa de los vientos Software WRPlot View

Rosa de los viento del año 2013 Estacion Era para las 24 horas

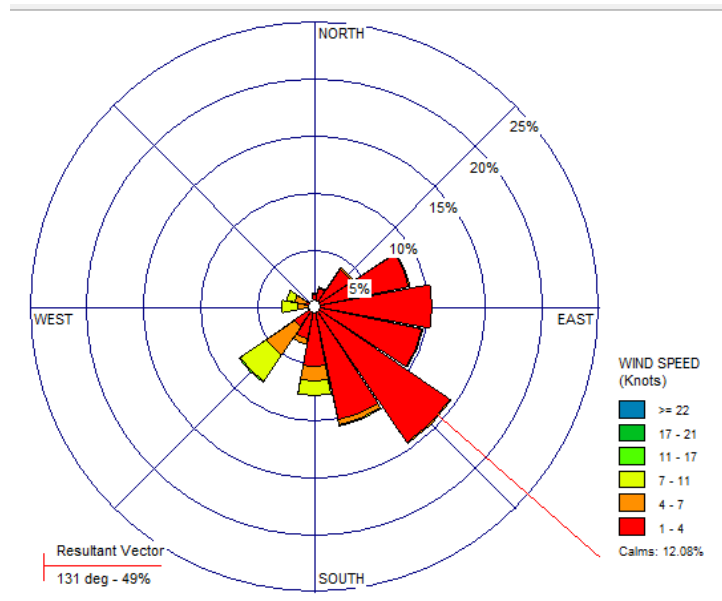


Ilustración 49 Rosa de los vientos Software WRPlot View

Rosa de los vientos para todo el año 2013 desde las 7:00 am hasta las 5:00 pm utilizado solo para la trayectoria solar. . Ver ilustración 48, 49

Esta presenta una velocidad promedio de 1 – 4 knots (millas náuticas por hora), que en m/seg equivalen 0.5 - 2m/seg, con un vector resultante de dirección sur este con un 49% de tendencia.

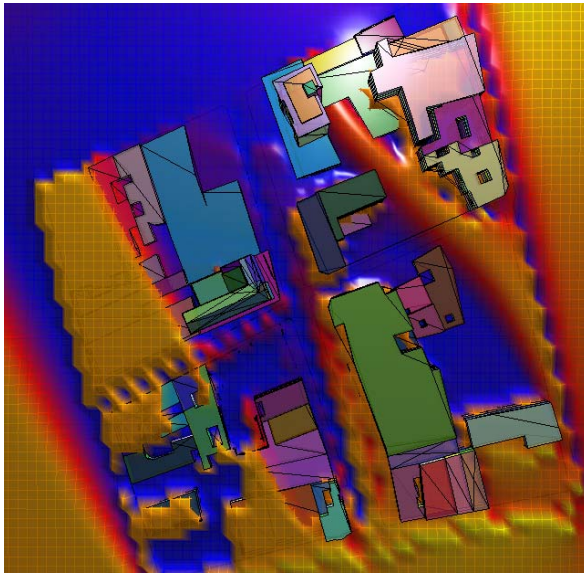


Ilustración 50 Análisis del Viento. Fuente: Vasari Beta 3

La ventilación con Vector promedio, muestra que la ráfaga de viento de sur este, puede ayudar a la ventilación pasiva. . Ver ilustración 50

▪ Temperatura

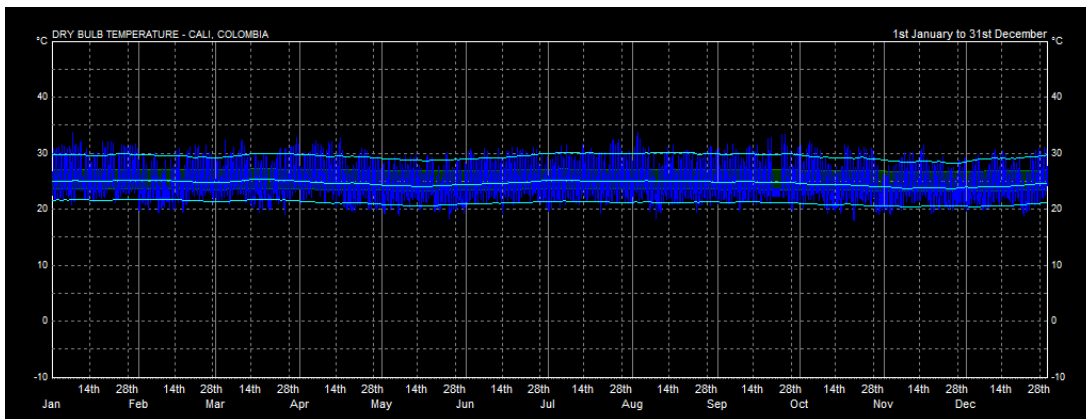


Tabla 12 Rangos de Temperatura. Fuente: Software Ecotect

Se presenta una temperatura promedio entre 24 ° C y 26 ° C . Ver tabla 12

▪ Humedad

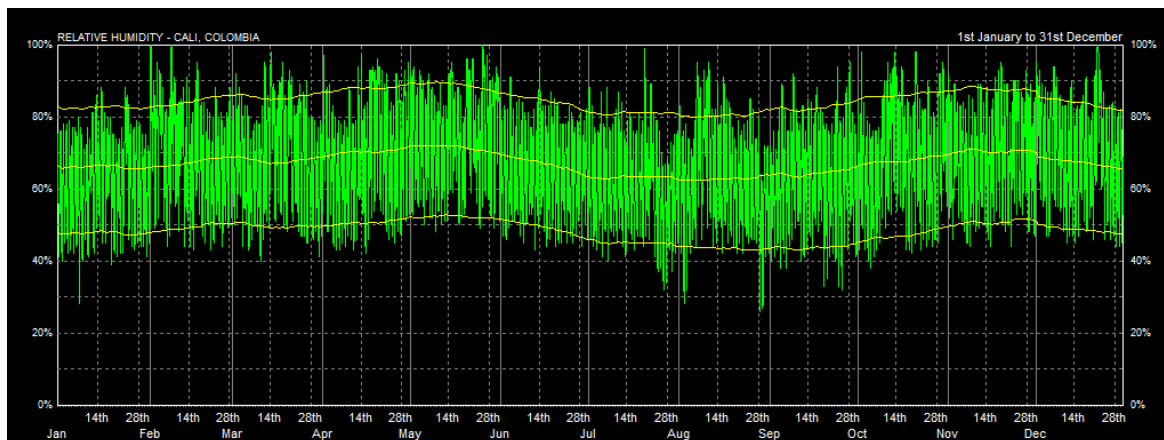


Tabla 13 Rangos de Humeda Fuente: Software Ecotect

Cali presenta una humedad entre el 45% y el 80%. Ver tabla 13

4.6.5.1 Fecha y hora de diseño

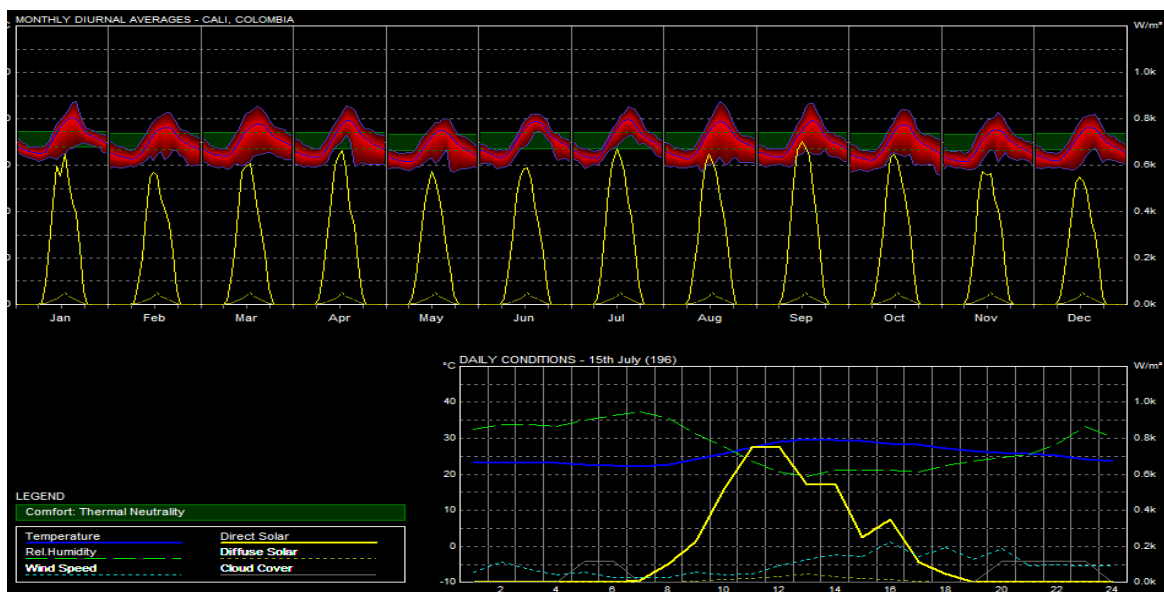


Tabla 14 Rango de Confort Fuente: Software Ecotect

Se escoge el mes de julio como parámetro de diseño, dado que es el mes más caluroso del año, con una radiación solar incidente permanente, baja nubosidad y alta humedad, afectando de forma drástica el confort térmico.

La hora de diseño se utilizará en rango desde las 11:00 am hasta las 3:00pm, puesto que el uso del edificio es un restaurante para toda la zona administrativa y comercial del eje de la Calle 8.

Partiendo de este rango, la mayor ocupación del espacio se da hacia la 1:00 pm, por ser el intermedio de la hora de almuerzo, además de estar en un punto de alta incidencia solar por encima de los 500 w/m². Ver tabla 14

4.6.5.2 Tabla Psicrométrica

Se presentan las estrategias bioclimáticas de acuerdo con la tabla sicométrica para la franja de diseño estipulada entre las 11am y las 3pm del mes de Julio.

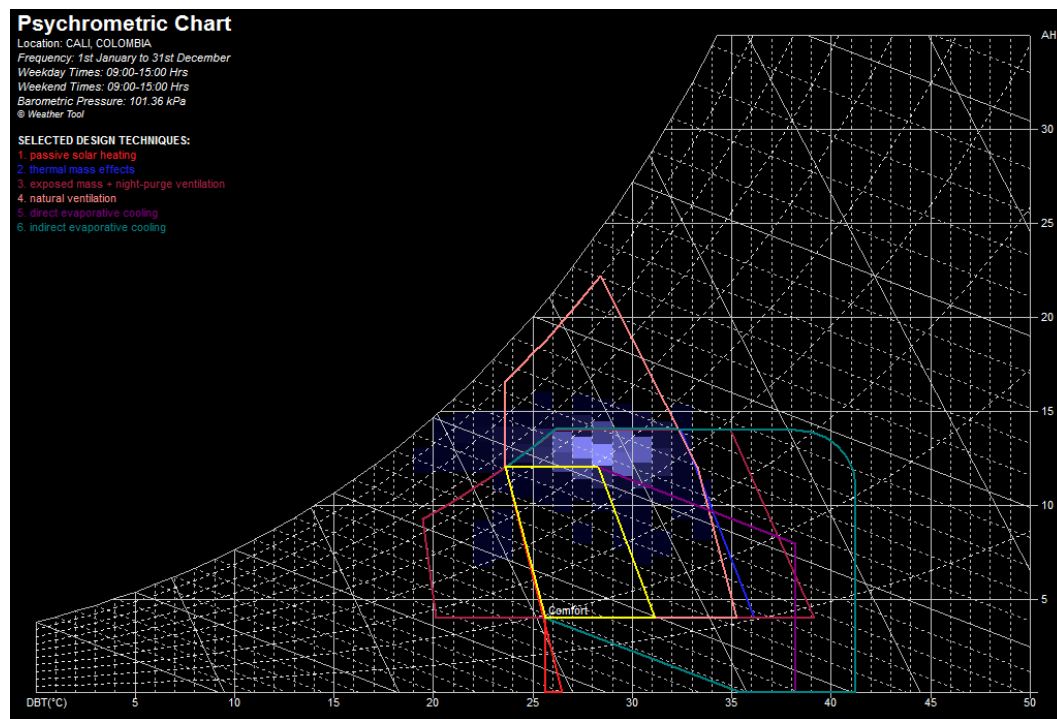


Tabla 15 Carta Psicrometrica

Según la tabla con ventilación natural se puede lograr el confort térmico de un ambiente cerrado. Ver tabla 15

4.6.6 Proyecto

Se diseña un restaurante para suplir la necesidad de uso en el sector, dado que la alta actividad administrativa de bancos, empresas privadas, comercio y vivienda en el eje polifuncional, lo requieren.

El restaurante parte de la premisa de introvertirse con el desarrollo de espacios abiertos interiores, que generen relajación y quietud, contrarrestando los periodos de enclaustramiento en los cuales se desarrollan las actividades laborales de quienes habitan y trabajan el sector; así mismo, se aísla a los clientes del ruido y la polución presente las vías que lo limitan.

Urbanísticamente, el proyecto se recoge elementos propios del sector, en paramentación, alturas de vivienda patrimonial y perfil de manzana tradicional. Aleros y galerías sobre el andén no son propios de la manzana en el cual se desarrolla el proyecto.

4.6.6.1 Concepto

Se basa en la obra de Mies Van der Rohe, que evoca la idea de un espacio ilimitado, que crece en horizontal, derramándose hacia el exterior y que en el delirio, parece cubrir todo aquello que abarca. Esta idea sobre fluidez y continuidad espacial está de alguna manera en el hecho arquitectónico. Ver ilustración 51

Los volúmenes puros descompuestos, la disolución del patio, fragmentado por planos inertes y el blanco evocan el silencio en la arquitectura; de ahí que el proyecto es introvertido, aislando el exterior del interior para generar paz y tranquilidad a los espacios.



CASA MIES VAN DER ROHE - DIBUJO 1914

CASA KRLLER - MULLER 1912

CASA DE CAMPO EN HORMIGON 1923

CASA DE LADRILLO 1924

Ilustración 51 Fotografías de proyectos Referentes. Fuente: Fritz neumeyer

- **Descomposición del patio y fragmentación del volumen**

“No conozco ningún efecto más bello que el estar rodeado por todo los lados, y al mismo tiempo separado, del mundanal ruido y ver por arriba el cielo completamente libre. Al anochecer” (Neumeyer, 2000)

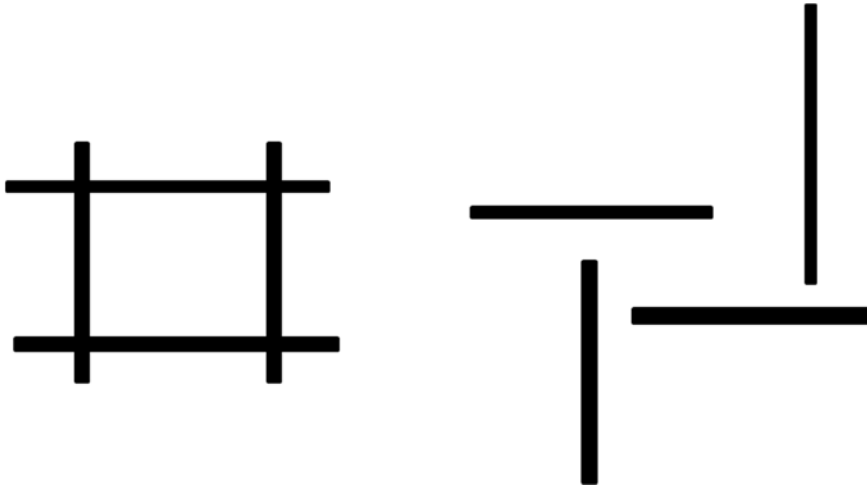


Ilustración 52 Descomposición del patio Fuente: Elaboración propia

Perder el límite del plano horizontal como en la pintura del fantasma de Bremen de Salvador Dalí, logra que se relacione el exterior con el interior integrando los espacios. Ver ilustración 52



Ilustración 53 Descomposición de la forma. Fuente: Elaboración propia

Las grietas o aberturas muestran sobriedad y rompen el esquema de la ventana tradicional. Ver ilustración 53, 54

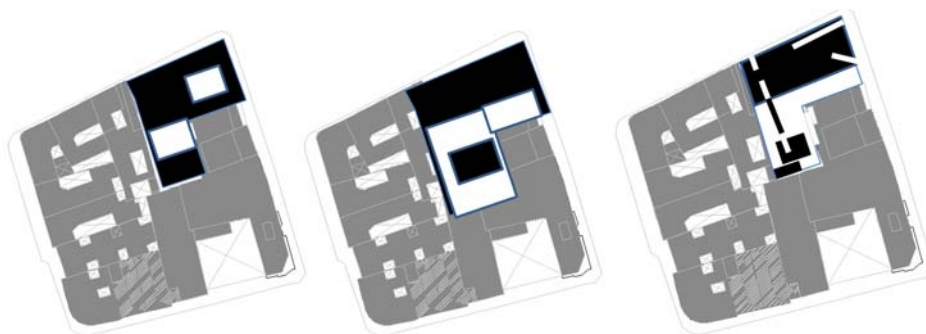


Ilustración 54 Descomposición de la forma. Fuente: Elaboración propia

▪ Esquema de ventilación

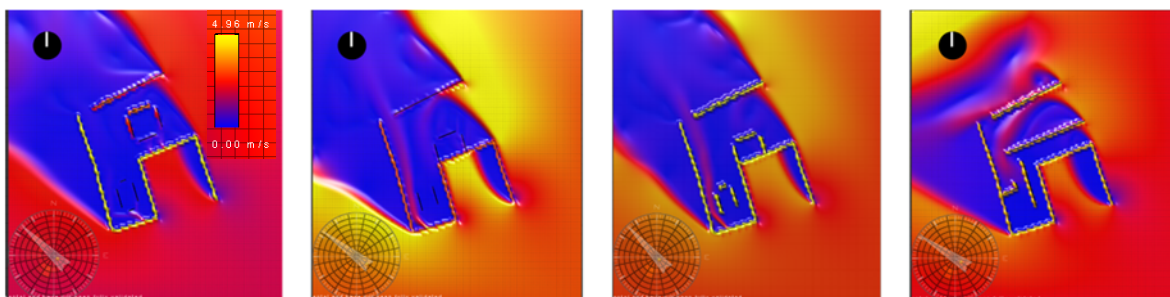


Ilustración 55 Análisis del Viento. Fuente: Vasari Beta 3

1. Esquema de atrio tradicional, - el comportamiento del viento no ingresa de forma fácil, en alto porcentaje del proyecto queda sin renovación de aire. Ver ilustración 55.
2. El correr el atrio permite que el viento ingrese un poco más. – la disposición de planos permite el encausamiento más eficiente de ráfagas de viento Ver ilustración 55.
3. El conformar recintos internos cerrados y planos sueltos, permite mejor la circulación del viento. Ver ilustración 55.
4. La descomposición del patio y la utilización de planos permite mejor el ingreso de la ventilación y sustenta la desfragmentación del recinto de Mies Van der Rohe (Neumeyer, 2000). Ver ilustración 55.

■ Estrategias bioclimáticas iniciales

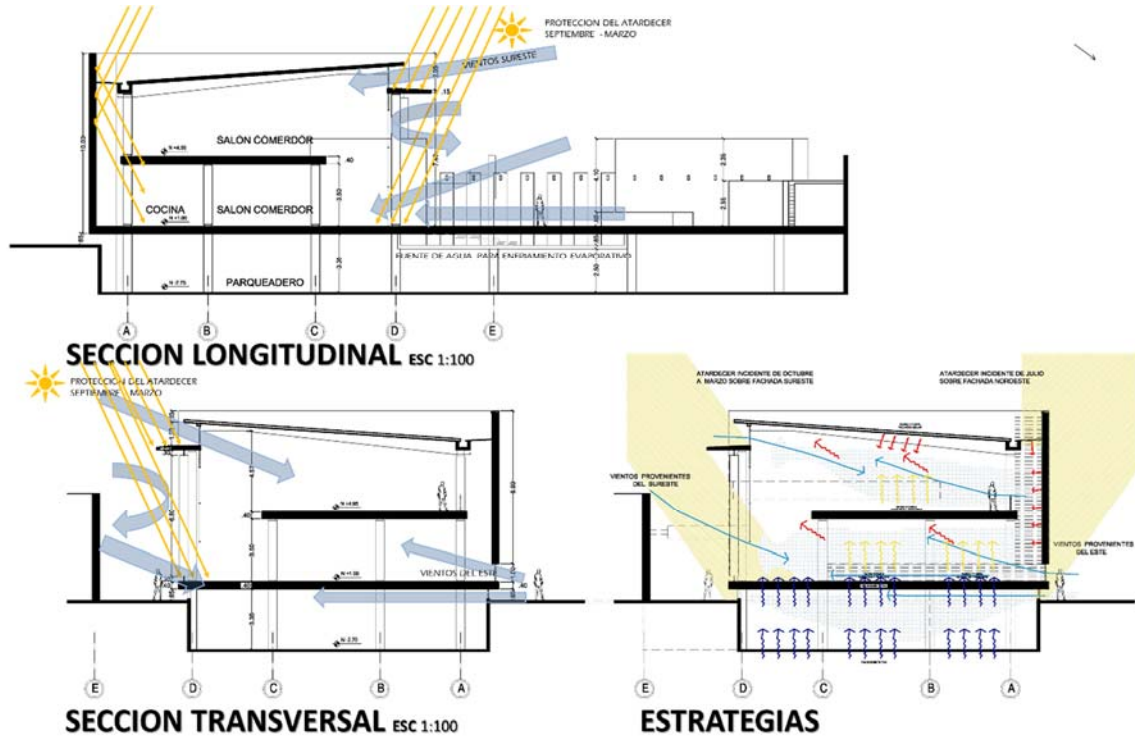


Ilustración 56 Estrategias bioclimáticas Fuente: Elaboración propia

1. Generar control solar al poniente en todo el año, es donde habra la mayor carga termica de acuerdo con la hora de diseño. Ver ilustración 56.
2. Diseñar aislamiento termico para la carga solar. Ver ilustración 56.
3. Utilizar la ventilacion cruzada para favorecer las renovaciones de aire. Ver ilustración 56.
4. Aprovechar la temperatura del suelo para regular la temperatura interna del edificio. Ver ilustración 56.

Propuesta de Diseño

El proyecto se desarrolla en un predio de forma irregular, en forma de L; este contiene un semisotano de parqueaderos, dos pisos de salon comedor hacia la carrera 7 , con cocina en primer piso y bateria de baños en ambos pisos. Un patio fragmentado que aisla el volumen principal de los vecinos, permitiendo entrar por medio de una gran grieta, que bordea la L interna hasta llegar a un espacio de altura y media, lugar mas sereno para almuerzos de trabajo o reuniones mas privadas; este espacio se conecta a traves de una pasarela flanqueada por una serie de columnas que brindan sombra en la tarde para los meses de noviembre a febrero.

▪ Planta primer piso

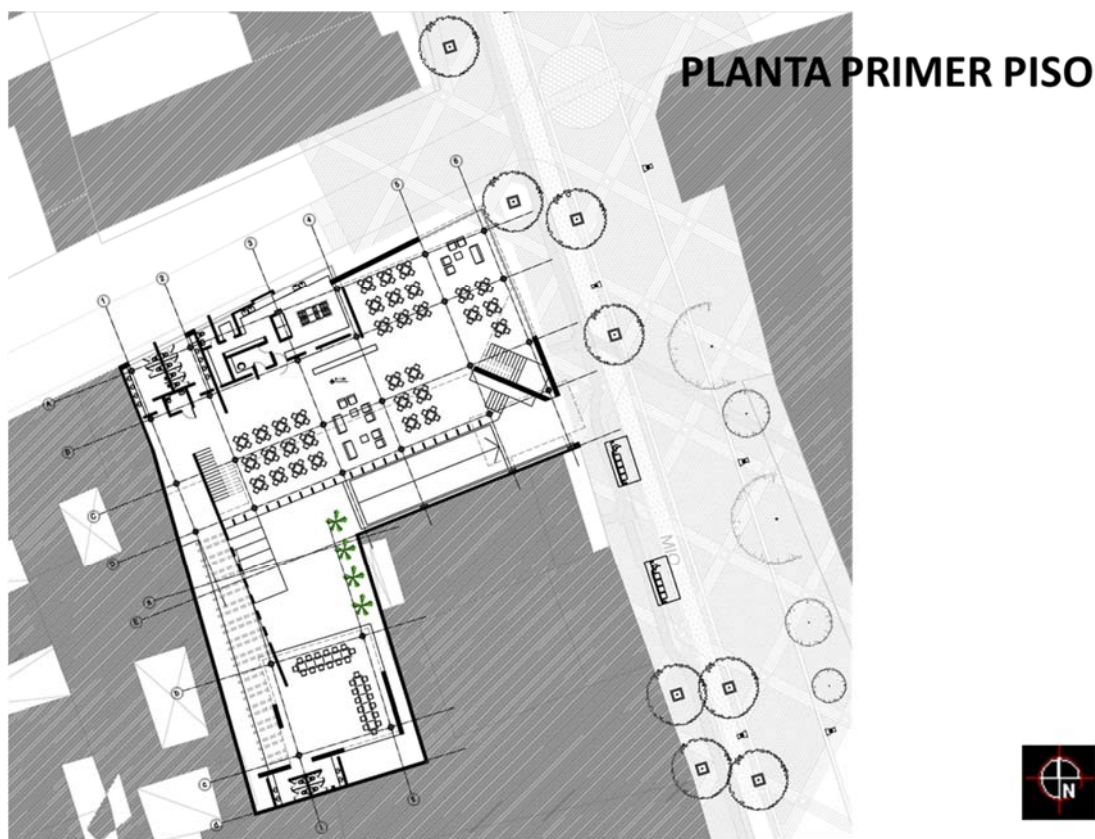


Ilustración 57 Plano arquitectónico. Fuente: Elaboración Propia

En la planta se muestra que los espacios de baterías de baños y cocinas se encuentran ubicados hacia los exteriores para tener buenas las renovaciones de aire y así poder limpiar fácilmente el ambiente. Ver ilustración 57

El salón comedor principal es cerrado hacia las calles, pero se abre de forma franca y directa al patio para integrar los espacios con el exterior.

El volumen ubicado en la parte sur es un salón un poco más privado, retirado de los muros de los vecinos para darle una apariencia de caja sobrepuesta y seccionada.

- **Segundo piso**

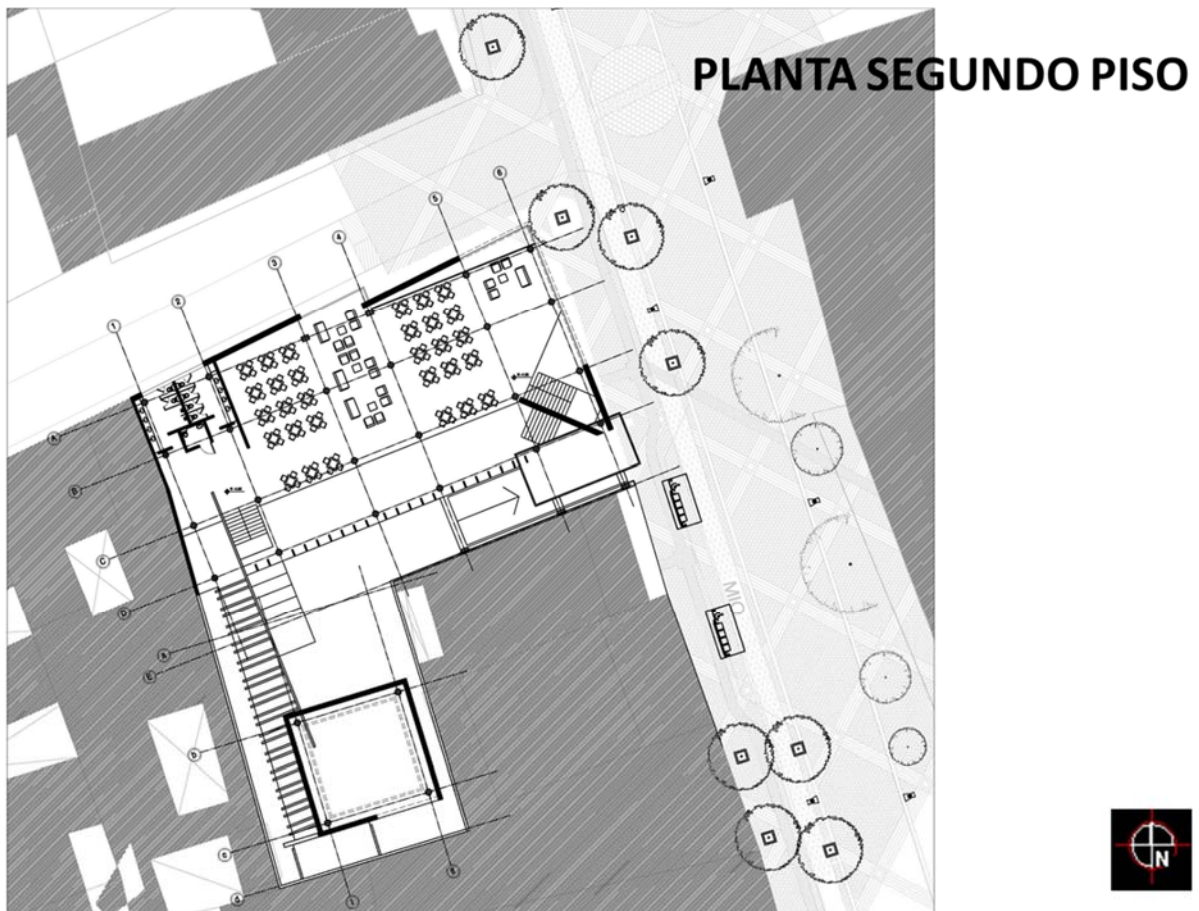


Ilustración 58 Plano arquitectónico. Fuente: Elaboración Propia

En salón comedor del segundo piso es el más grande y cuenta con vista hacia el interior por encima del volumen cuadrado y las cubiertas de los vecinos. Ver ilustración 58.

▪ Semisótano

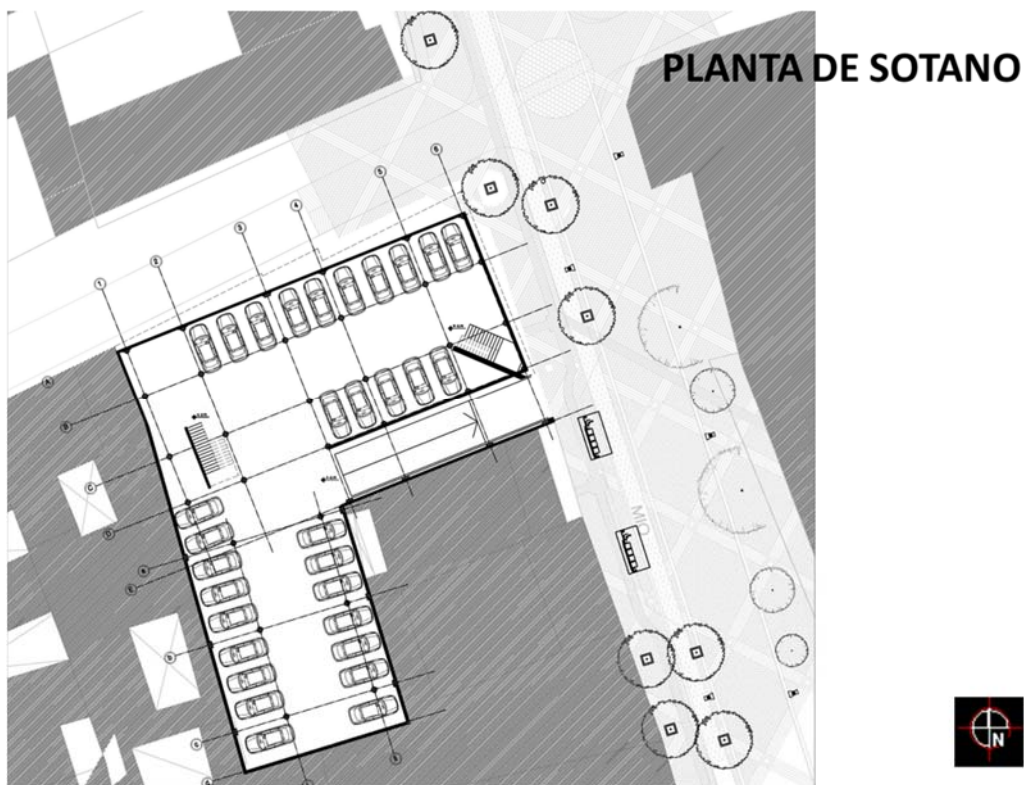


Ilustración 59 Plano arquitectónico. Fuente: Elaboración Propia

Se plantea un semisótano de parqueaderos para 31 plazas y espacios para equipos especiales. Ver ilustración 59, 60

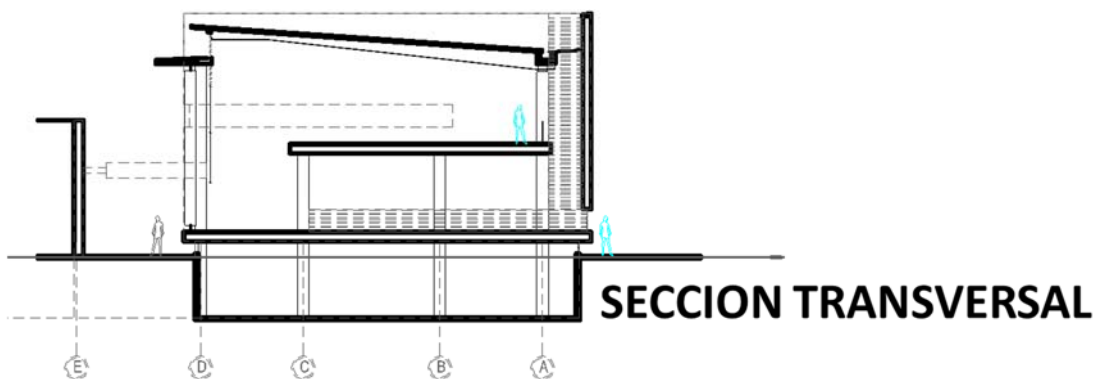
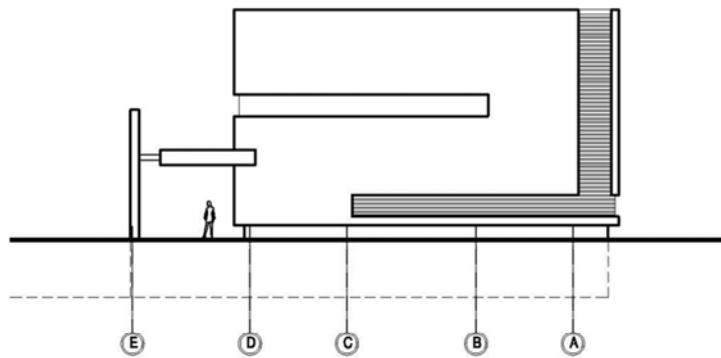
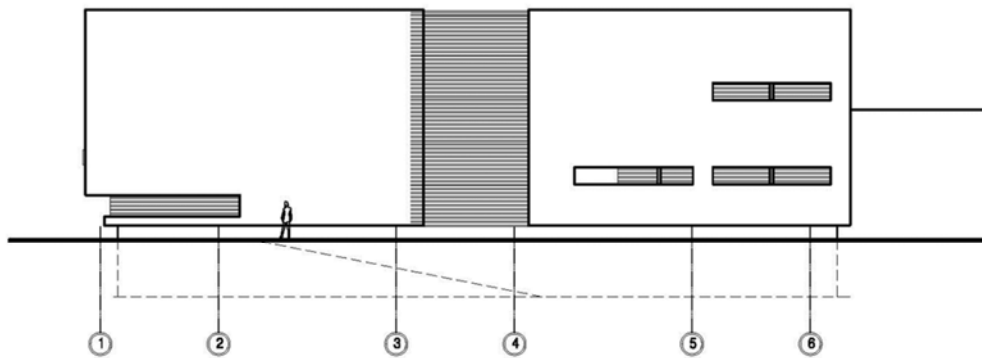
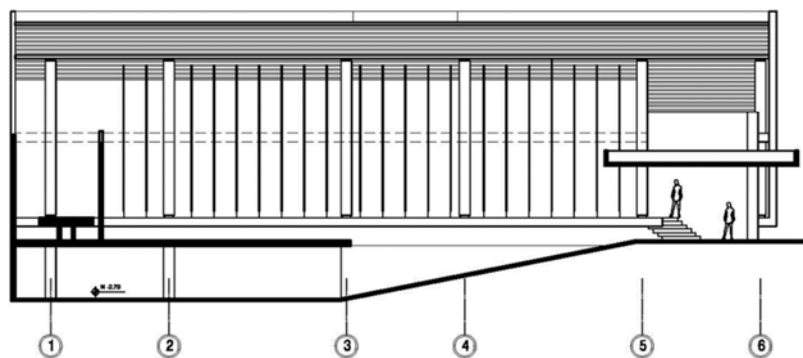


Ilustración 60 Plano arquitectónico. Fuente: Elaboración Propia

- Fachadas

**FACHADA NORESTE****FACHADA NOROESTE****FACHADA SURESTE**

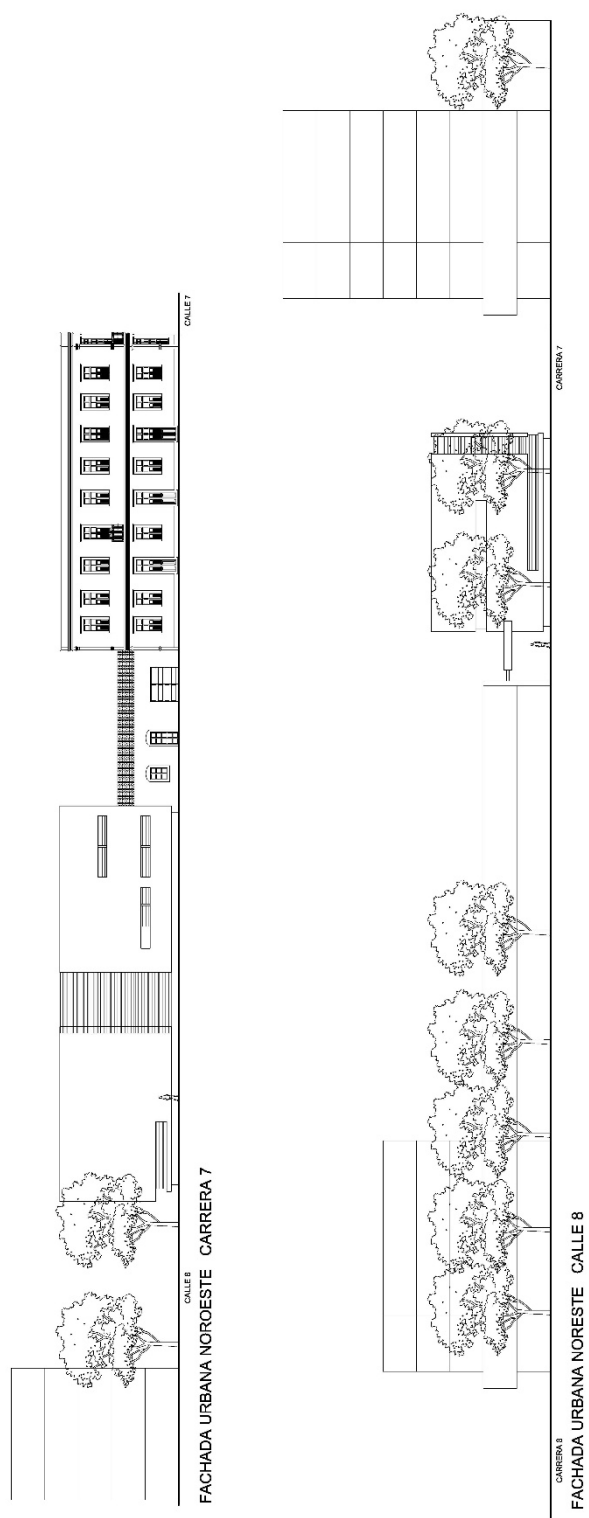


Ilustración 61 Plano arquitectónico Fachadas . Fuente: Elaboración Propia

Las fachadas sobre las visas se presentan sobrias con pocas aberturas, vislumbrando sobriedad y tranquilidad. Ver ilustración 61.

No pretenden llamar la atención, solo dar continuidad y conformar el paramento. Ver ilustración 62 - 67

▪ Volumetría

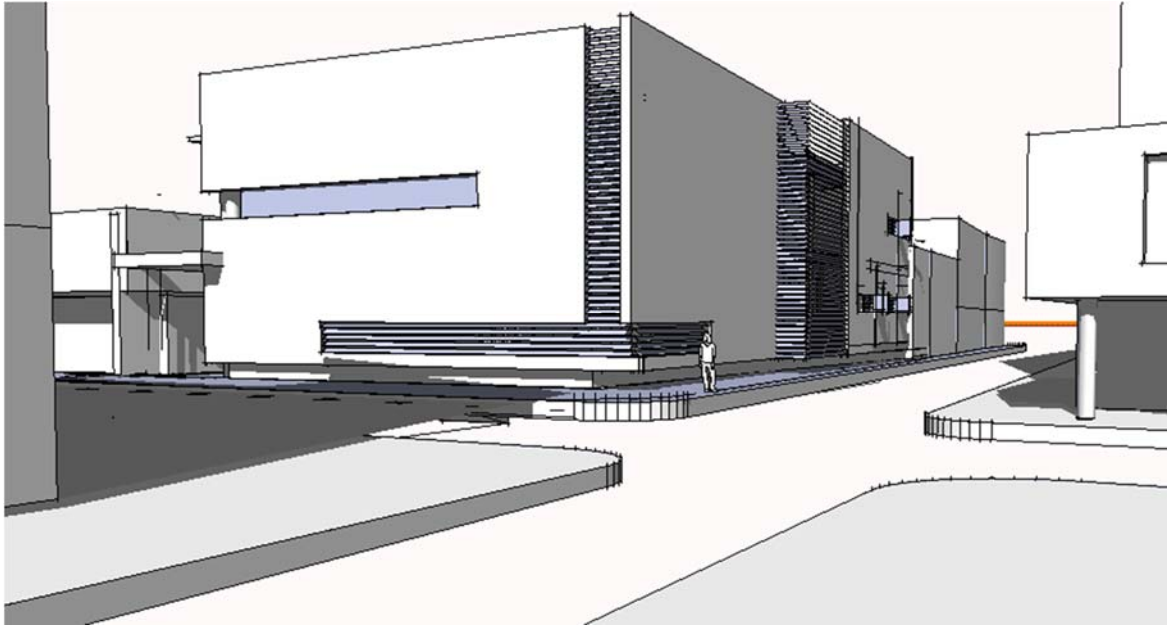


Ilustración 62 volumetría. Fuente: Elaboración Propia

Perspectiva esquina calle 8 carrera 7

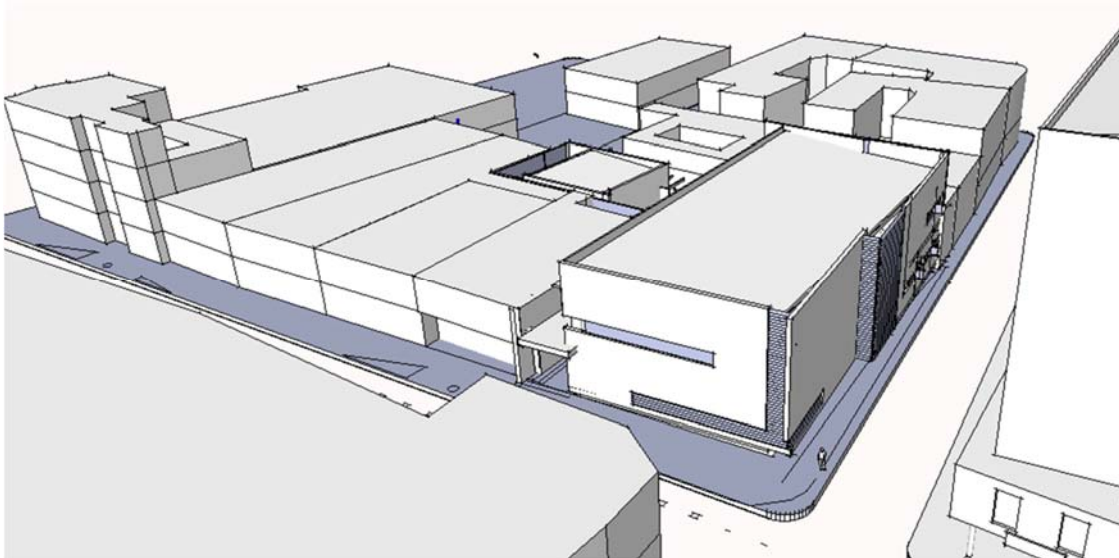


Ilustración 63 volumetría. Fuente: Elaboración Propia

Perspectiva vuelo de pájaro calle 8 carrera 7

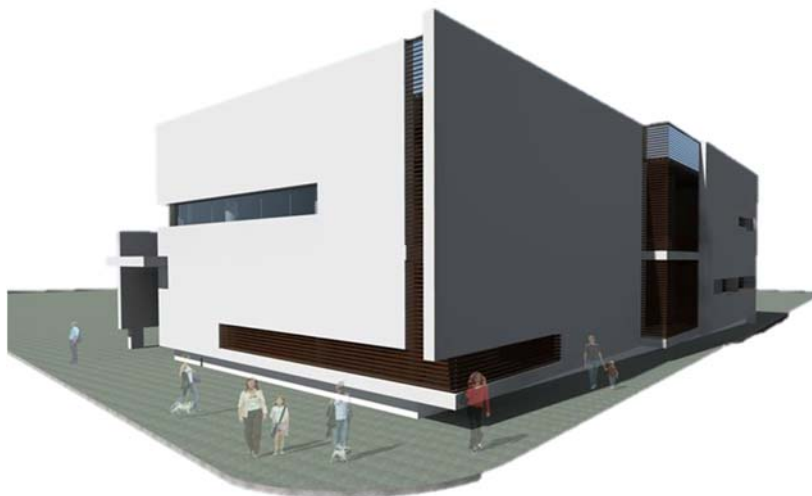


Ilustración 64 volumetría. Fuente: Elaboración Propia

Render de la esquina



Ilustración 65 volumetría. Fuente: Elaboración Propia

Calle 8

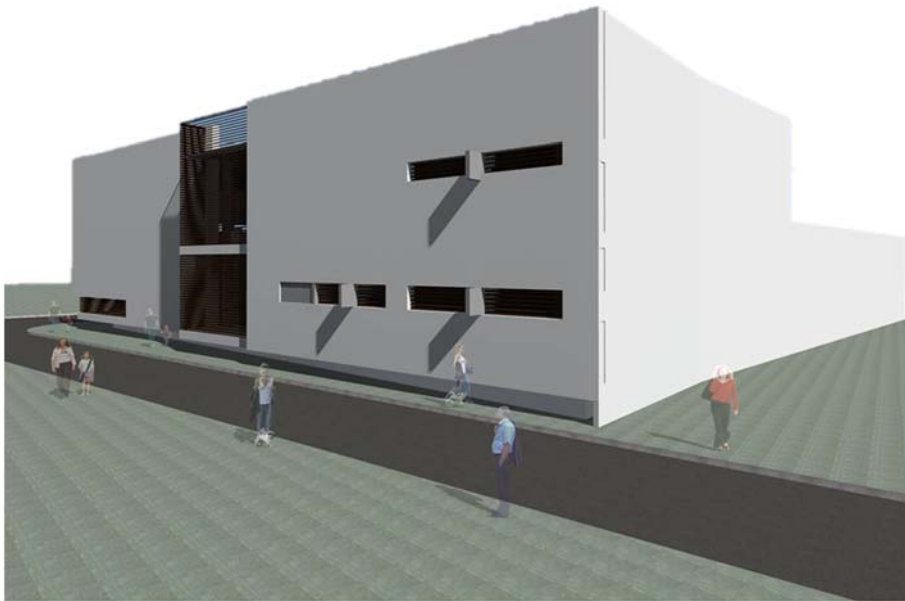


Ilustración 66 volumetría. Fuente: Elaboración Propia

Render Carrera 7



Ilustración 67 volumetría. Fuente: Elaboración Propia

Render posterior proyecto



Ilustración 68 volumetría interior. Fuente: Elaboración Propia

Render Interior salón comedor 1er piso. Ver ilustración 68

▪ Verificación de la estrategia de ventilación

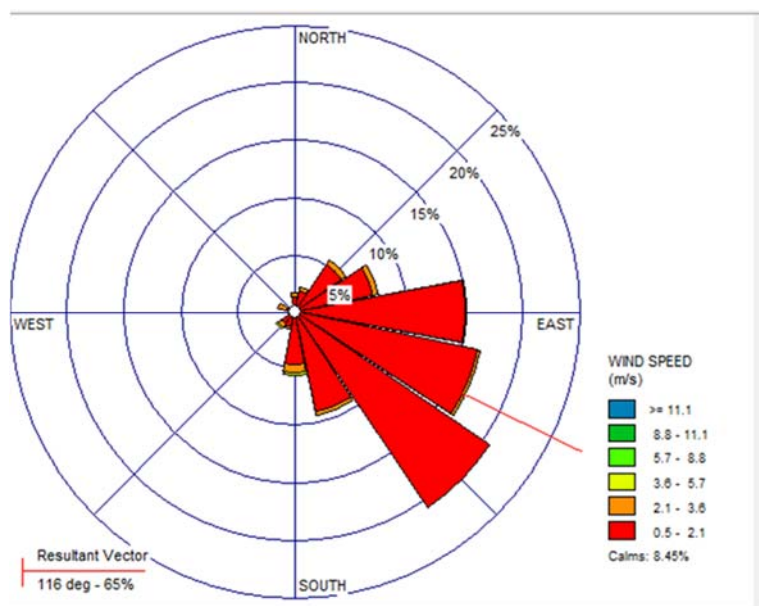


Ilustración 69 Rosa de los vientos Software WRPlot View

Rosa de los viento para el rango de hora entre las 11am y las 3pm

Vector resultante 65% de los vientos en la franja de diseño horaria son dirección sur este, a una velocidad promedio de 2m/seg. Ver ilustración 69.

Por la frecuencia de los vientos, se puede aplicar la ventilación en el rango de 90° este – sur.

- Simulación con túnel de viento y gas trazador

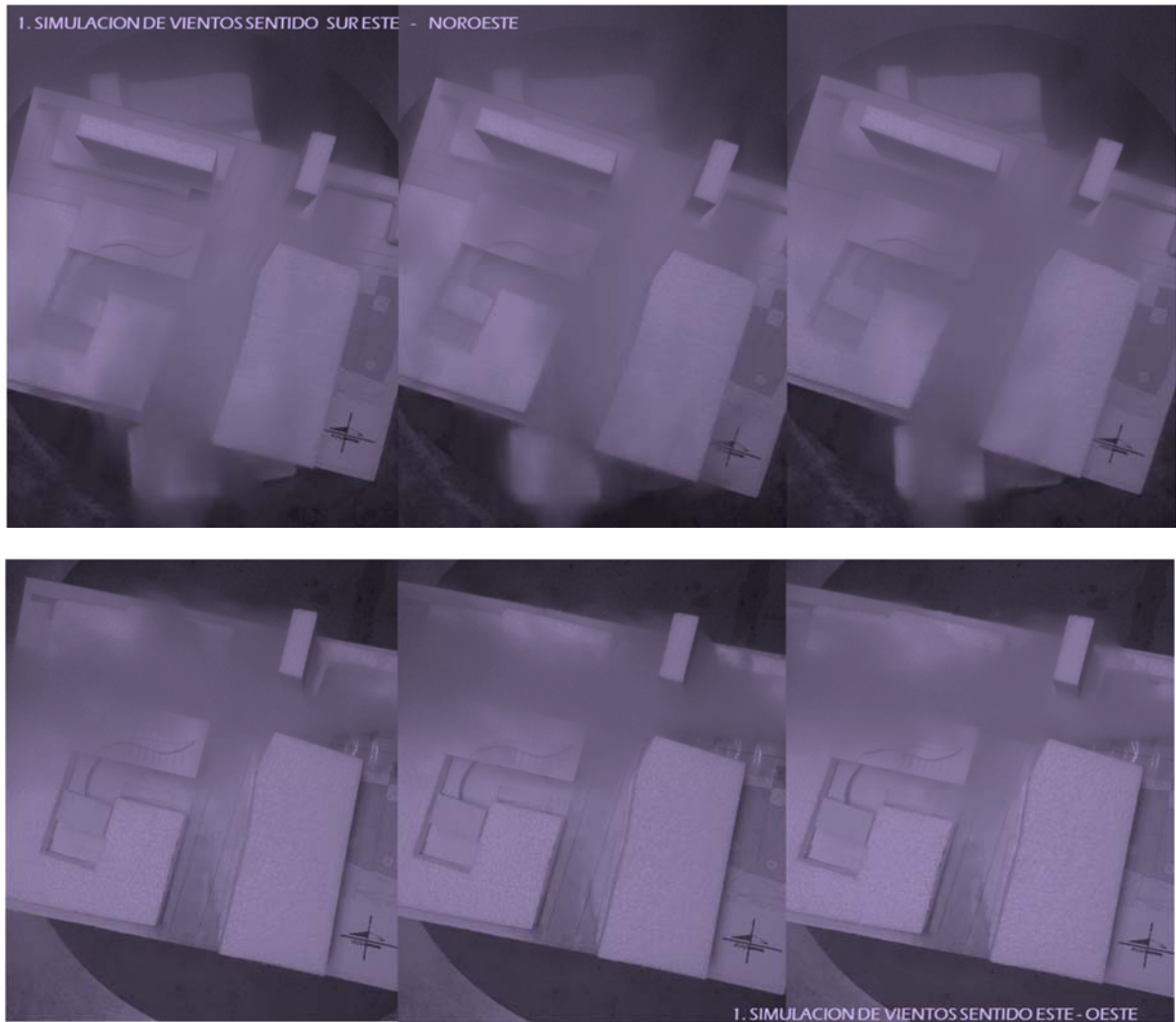


Ilustración 70 Simulación Túnel del viento. Fuente Univalle

El túnel de viento ratifica que la ventilación en el proyecto, funciona de forma clara y eficaz, tanto cuando los vientos provienen del sur este como del este. Ver ilustración 70.

- Simulación con Vasari Beta 3

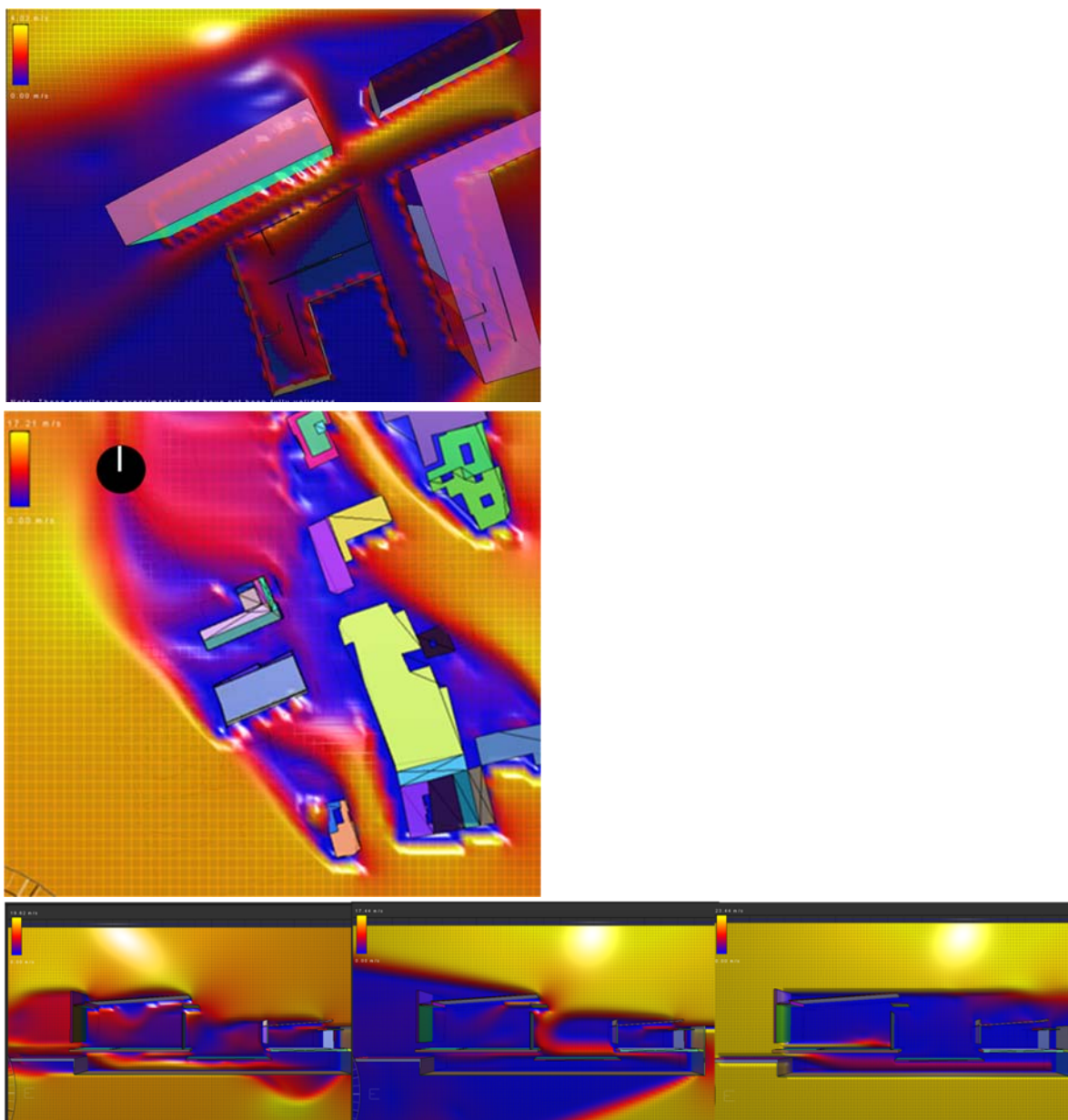


Ilustración 71 Análisis del Viento. Fuente: Vasari Beta 3

Para el aprovechamiento del viento proveniente del este, el proyecto lo capta desde la esquina a nivel de peatón con una apertura vertical, sirviendo de embudo, generando renovaciones permanentes en ambas alturas del volumen principal; y en sentido sureste noroeste, lo recibe en la parte superior con una persiana. Ver ilustración 71.

- Verificación de la estrategia control solar



Ilustración 72 Simulaciones de Control solar. Fuente: Software Ecotect

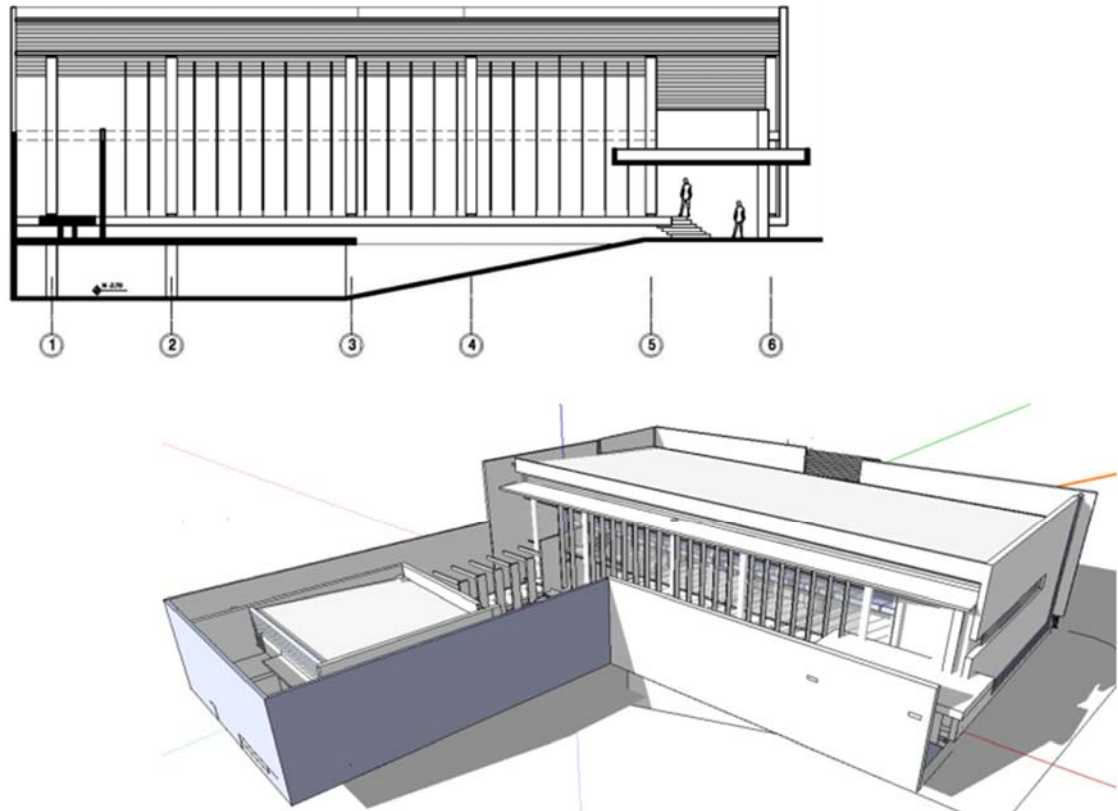


Ilustración 73 volumetría y fachada sur. Fuente: Elaboración Propia

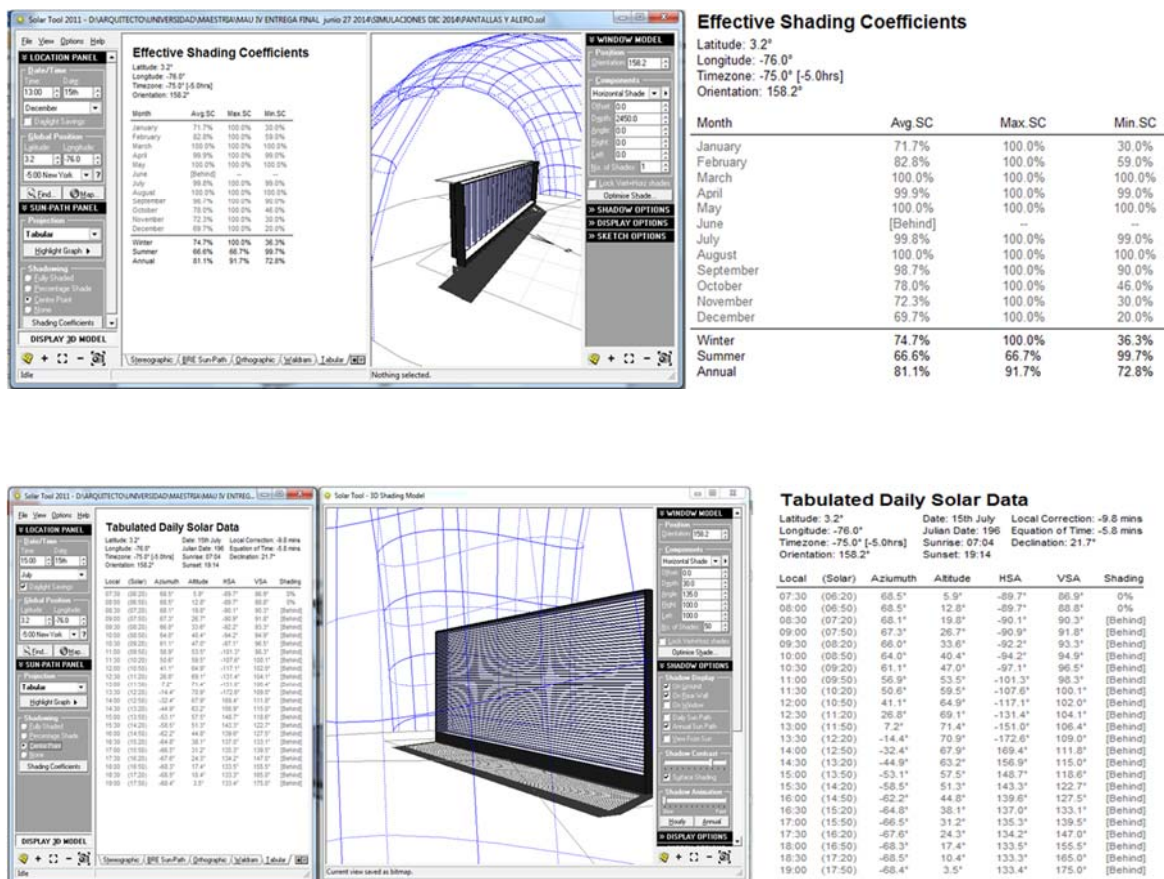


Tabla 16 Simulaciones de Control solar. Fuente: Software Ecotect

Sabiendo que el mes de cálculo para el confort térmico se estipuló en julio, y de acuerdo con el diseño propuesto la fachada noroeste presenta cerramiento continuo; se realiza el cálculo de apantallamiento para la fachada suroeste en el mes de diciembre donde el ángulo de incidencia solar afecta más esta posición, logrando desde un 71 % a un 83% de sombreado al interior del edificio en los meses de octubre a febrero. Ver ilustración 72 - 74. Ver tabla 16.

■ Cortes por Fachada

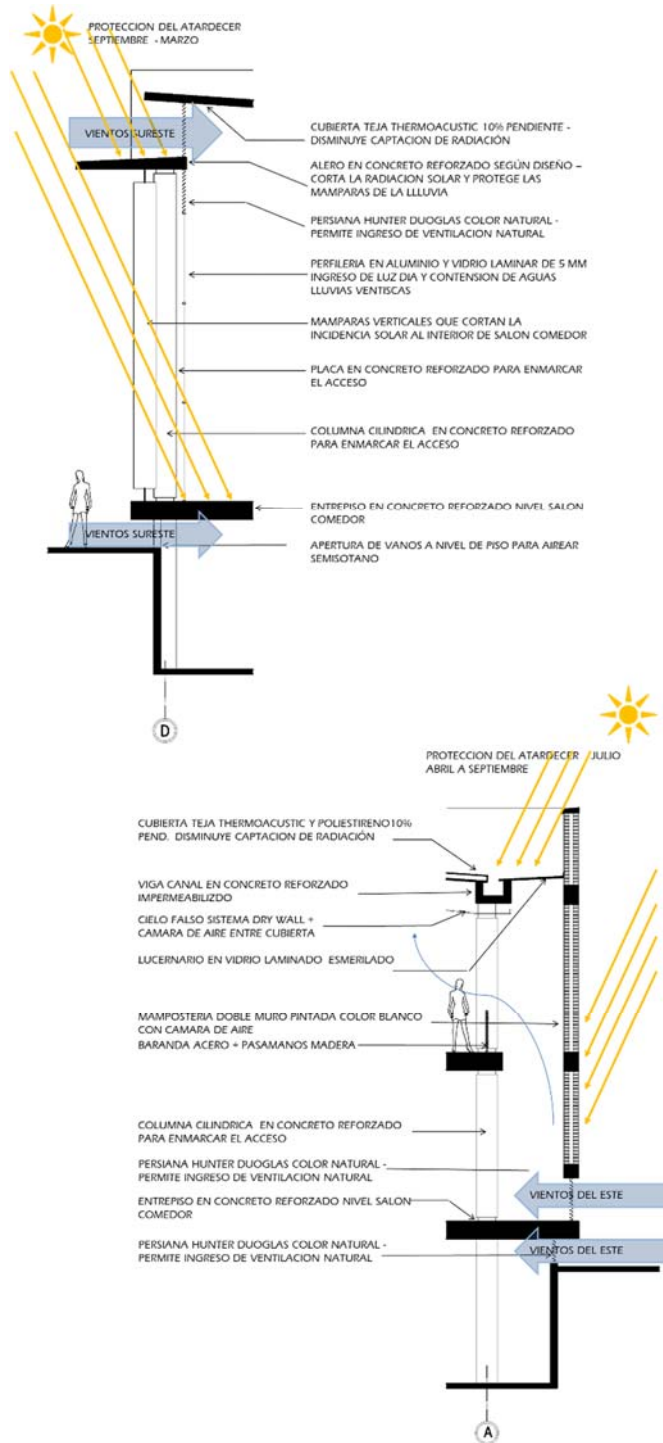


Ilustración 74 Corte Por Fachada. Fuente: Elaboración propia

5. Cálculo y simulaciones

▪ Área de estudio para cálculos

De acuerdo con el diseño del restaurante, se elige el salón comedor del 2do piso como área de estudio, dado que es el espacio con mayor carga térmica recibida por paredes y cubierta.

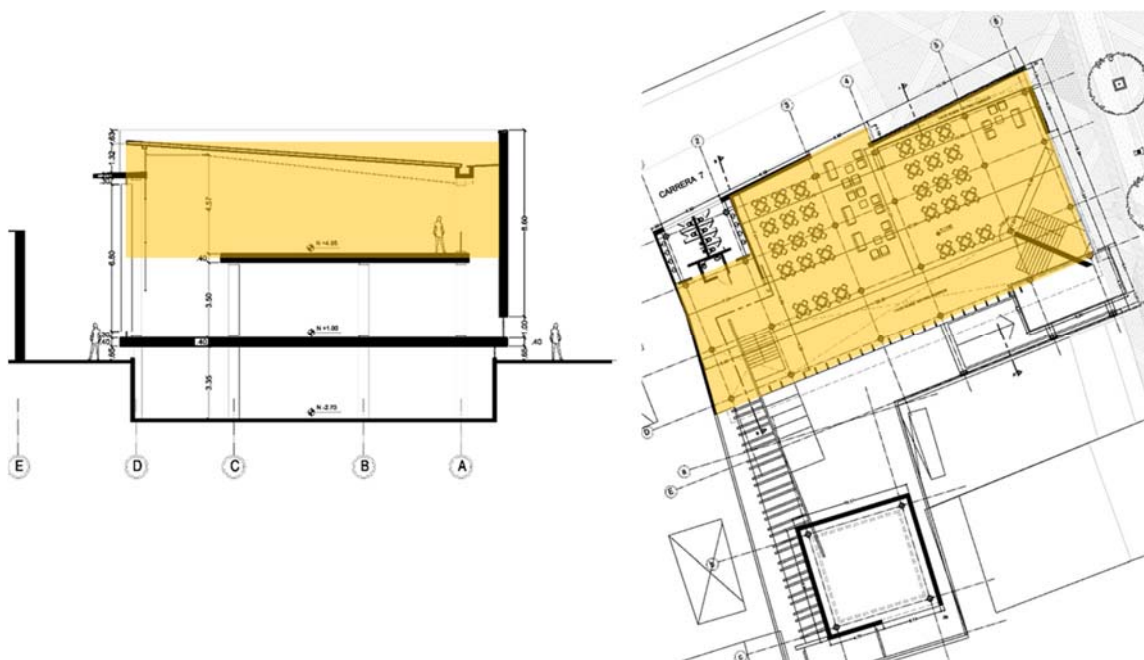


Ilustración 75 Espacio escogido para cálculo de diseño. Elaboración propia

Una vez diseñado el proyecto arquitectónico, se procede en hacer el cálculos de los índices de PMV y PPD de Fanger (1970), para establecer el grado de confort térmico al interior del proyecto.

Ello requiere la utilización de la Temperatura Media Radiante, la Humedad relativa, la Velocidad del Viento, la Temperatura del ambiente, el Clo y el Met.

Dado que el rango de diseño en tiempo de ocupación para el restaurante se determinó entre las 11:00 am y las 3:00 pm, y la 1:00 pm es una hora pico donde hay gran afluencia de comensales, se decide hacer los cálculos para está en especial.

Es importante citar, que los cálculos desarrollados dan respuesta a las estrategias bioclimáticas que puedan ser comprobables de forma matemática; las simulaciones en sistemas digitales solo permiten establecer supuestos, puesto que los programas en su mayoría son configurados para sitios donde se presentan estaciones climáticas y no para la zona tropical.

Cálculo de Carga Térmica

Se deben calcular las cargas térmicas de paredes, cubierta y ventanas, para poder hallar la TMR indispensable en utilización del índice de Fanger

Los datos referenciados a continuación se toman de la estación meteorológica ERA. Ver tabla 17.

▪ Datos relevantes para los cálculos

Localización	:	3°25N – 76°30' W
Actividad Funcional	:	Restaurante
Ocupantes	:	140 personas
Velocidad viento	:	1.8 m/seg
Humedad Relativa	:	49.3%
ACH	:	9
$T^{\circ}amb$	:	29.8°C
$q^{\circ}solar$	:	543.6 W/m ²
$T_{inside}=T_{surr}$	:	24.8°C deseada
T_{sky}	:	24.8°C (se asume 5° menos que la ambiente)

Simulation weather data worksheet											
Country	COLOMBIA	State	-	City	CALI	Data source	ERA	WMO Number	-	Time Zone	-5
Latitude (°N)	3.23	Longitude (°E)	-76	Elevation	980	Year	2013				
Comments 1	ESTACION ERA					Comments 2	abr-14				
Variable	Month	Day of month	Hour	Dry-bulb temperature (°C)	Relative humidity (%)	Atmospheric pressure (Pa)	Direct normal solar irradiance (W/m ²)	Diffuse horizontal irradiance (W/m ²)	Wind direction (° E of N)	Wind Speed (m/s)	Cloud Cover (tenths 0 - 10)
	7	15	7	22.2	78.6	90350	12.5	2	81.9	0.4	2
	7	15	8	22.7	76.3	90355	101.3	5	190.9	0.4	2
	7	15	9	24.2	68.8	90360	226.6	10	95.2	0.8	2
	7	15	10	25.8	62.9	90365	510.6	20	98.7	0.6	2
	7	15	11	27.6	56	90370	748.3	25	90.6	0.7	2
	7	15	12	29	50.9	90375	757.2	35	53.1	1.3	2
	7	15	13	29.8	49.3	90380	543.6	50	51.4	1.8	2
	7	15	14	29.5	51.8	90369	549.9	35	41.1	2.1	2
	7	15	15	29.3	52	90358	250.1	25	49.5	2	2
	7	15	16	28.5	52.1	90348	349.1	20	217.6	3.1	2
	7	15	17	28.2	51.1	90337	112.8	10	219	2	2

Tabla 17 Datos climáticos ERA. Fuente Estación República de Argentina 2013

De acuerdo con el diseño del restaurante, se elige el salón comedor del 2do piso como área de estudio, dado que, es el espacio con mayor carga térmica recibida por paredes y cubierta.

5.1.1 Carga térmica de Cubiertas – Paredes – Piso

Surface	ϵ	Effective emissivity of air space	
		$\epsilon_1 = \epsilon$ $\epsilon_2 = 0.9$	$\epsilon_1 = \epsilon$ $\epsilon_2 = \epsilon$
Aluminum foil, bright	0.05*	0.05	0.03
Aluminum sheet	0.12	0.12	0.06
Aluminum-coated paper, polished	0.20	0.20	0.11
Steel, galvanized, bright	0.25	0.24	0.15
Aluminum paint	0.50	0.47	0.35
Building materials:			
Wood, paper, masonry, nonmetallic			
paints	0.90	0.82	0.82
Ordinary glass	0.84	0.77	0.72

Tabla 18 Factor emisividad. Fuente: Heating and cooling of Building

Se asume la emisividad y la absorptividad para pinturas de color blanco de 0.90 y 0.40 respectivamente. Ver tabla 18.

$$T_{sol-aire} = T_{amb} + \frac{\alpha_s}{h_o} q_{solar} - \frac{\epsilon \sigma}{h_o} (T_{amb}^4 - T_{surr}^4)$$

	TECHO	PARED <i>asoleadas</i>	PARED NO <i>asoleadas</i>	PISO
T_{surr} [°C]	24.80	24.80	24.80	24.80
T_{amb} [°C]	29.80	29.80	29.80	29.80
α_s	0.73	0.40	0.40	0.40
h_o [W/m ² ·°C]	10.00	10.00	10.00	10.00
q_{solar} [W/m ²]	543.60	458.98	0.00	0.00
ε	0.90	0.90	0.90	0.90
σ boltzmann	0.00	0.00	0.00	0.00
$T_{sol-aire}$ [°C]	66.72	45.39	27.04	27.04

La temperatura sol aire de cubiertas está siendo alta, lo cual implica bajar la emisividad con color o cambio de material, puesto que ello afecta la T_{mr} .

10

Descrição:

Gesso interno (placa 2,0cm)

Bloco cerâmico (9,0 x 14,0 x 24,0 cm)

Argamassa externa (2,5cm)

Pintura externa

U	C _T
[W/(m ² K)]	[kJ/m ² K]
2,37	120

Descrição:

Forro gesso (3,0 cm)

Câmara de ar (> 5,0 cm)

Telha fibrocimento

U	C _T
[W/(m ² K)]	[kJ/m ² K]
1,95	32

Tabla 19 Propiedades térmicas de paredes y coberturas Fuente: (CAIXA, 2010)

$U = 1.95$ de techo $U = 2.37$ de pared

Para el cálculo de la Carga térmica en superficies expuestas al exterior, se utiliza la siguiente fórmula:

$$\dot{Q} = U \cdot A \cdot (T_{sol-aire} - T_{inside})$$

	TECHO	PARED <i>asoleadas</i>	PARED NO <i>asoleadas</i>
U [W/(m ² ·°C)]	1.95	2.37	2.37
A [m ²]	300.00	95.73	44.33
$T_{sol-aire}$ [°C]	66.72	45.39	27.04
T_{inside} [°C]	24.80	24.80	24.80
$\dot{Q}$ [W]	24.522	4.673	235

Para el cálculo de la Carga térmica en superficies NO expuestas al exterior (piso y paredes interiores), se utiliza la siguiente fórmula:

$$\dot{Q}_{building\ floor} = U_{building\ floor} A_{floor} (T_{indoor} - T_{crawl})$$

TABLE 21-15

Estimated U -values for insulated and uninsulated crawl spaces (from ASHRAE *Handbook of Fundamentals*, Ref. 1, Chap. 25, Table 13)

	$U, \text{W/m}^2 \cdot ^\circ\text{C}^1$	
Application	Un-insulated	In-insulated ²
Floor above		
crawl space	1.42	0.432
Ground of		
crawl space	0.437	0.437
Wall of crawl		
space	2.77	1.07

¹Multiply given values by 0.176 to convert them to Btu/h · ft² · °F.

²An insulation R -value of 1.94 m² · °C/W is used on the floor, and 0.95 m² · °C/W on the walls.

Tabla 20 Factor U. Fuente: Heating and cooling of Building

	PISO		PARE INT
U [W/(m ² .°C)]	0.43	U [W/(m ² .°C)]	2.77
A [m ²]	300.00	A [m ²]	44.33
T_{craw} T piso (°C)	25.00	T_{craw} T piso (°C)	25.00
T inside [°C]	24.80	T inside [°C]	24.80
Q Piso (w)	26	Q Pared int (w)	25

Cálculo de Fracción solar trasferida FS.

Dada por la fórmula:

- $$FS = \frac{T_{sol-aire} - T_{amb}}{T_{sol-aire} - T_{sky}}$$

	TECHO	PARED <i>asoleadas</i>	PARED NO <i>asoleadas</i>
$T_{sol-aire}$	66.72	37.91	27.04
T_{amb}	29.80	29.80	29.80
T_{sky}	24.80	24.80	24.80
FS	0.88	0.62	-1.24

Cálculo de Fracción solar Incidente trasferida FS.

Dada por la fórmula:

- $$FS_{\Pi} = U \frac{\alpha_s}{h_o}$$

The reflectivity ρ_s and absorptivity α_s of common exterior surfaces for solar radiation (from Kreider and Rabl, Ref. 3, Table 6.1)

Surface	ρ_s	α_s
Natural Surfaces		
Fresh snow	0.75	0.25
Soils (clay, loam, etc.)	0.14	0.86
Water	0.07	0.93
Artificial Surfaces		
Bituminous and gravel roof	0.13	0.87
Blacktop, old	0.10	0.90
Dark building surfaces (red brick, dark paints, etc.)	0.27	0.73
Light building surfaces (light brick, light paints, etc.)	0.60	0.40
New concrete	0.35	0.65
Old concrete	0.25	0.75
Crushed rock surface	0.20	0.80
Earth roads	0.04	0.96
Vegetation		
Coniferous forest (winter)	0.07	0.93
Dead leaves	0.30	0.70
Forests in autumn, ripe field crops, plants, green grass	0.26	0.74
Dry grass	0.20	0.80

Tabla 21 Factor absorptividad. Fuente: Heating and cooling of Building

	TECHO	PARED <i>asoleadas</i>	PARED NO <i>asoleadas</i>
U [W/(m ² ·°C)]	1.95	2.37	2.37
α_s	0.73	0.40	0.40
h_o [W/m ² ·°C]	10.00	10.00	10.00
FS_{π}	0.14	0.09	0.00

$$\bullet \quad \dot{q}_{s-pared} = \dot{q}_s \cdot \cos\theta$$

Se debe calcular la q_{soler} para hallar la Carga Térmica de las ventanas directamente expuestas al sol y los lucernarios.

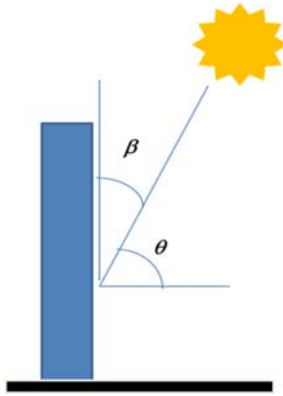


Ilustración 76 Ángulo de incidencia Solar. Fuente: propia

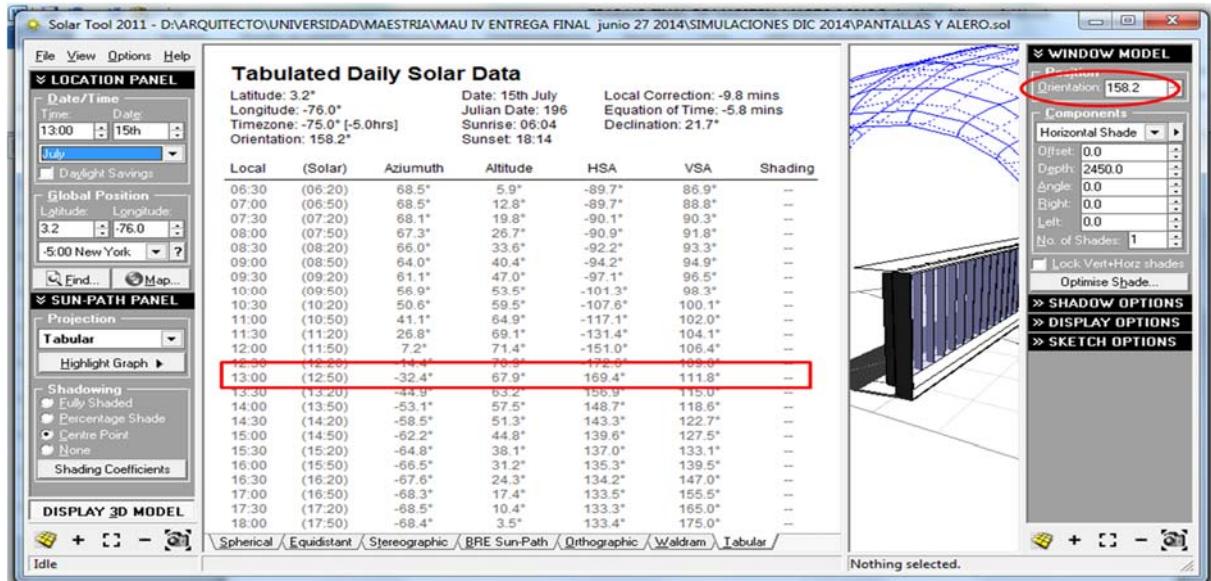


Tabla 22 Simulaciones de Control solar. Fuente: Software Ecotect

Se toma el azimut para los cálculos de q_{solar} . Ver tabla 22.

θ [grados]	-32.40
q_{solar} [W/m^2]	544
$q_{s-pared}$ [W/m^2]	458.98

• $\dot{q}_{solar, incidente} = \dot{q}_{solar} \cdot \text{Sen}\beta$

	Lucernario en cenit	Ventana soleada
$\dot{q}_{solar} [W]$	458.98	458.98
$\beta [grados]$	111.80	67.90
$\dot{q}_{solar,incidente} [W]$	426.15	425.26

$$\bullet \quad \dot{Q}_{solar, ganancia} = SHGC \cdot A_{ventana} \cdot \dot{q}_{solar, incidente}$$

$SHGC$	0.83	0.83
$vidrio [m^2]$	32.4	19.95
$\dot{q}_{solar, incidente} [W]$	426.15	425.26
$\dot{Q}_{solar, ganancia} [W]$	11460.12	7041.59

$$\dot{Q}_{rad, room-window} = \varepsilon_{glass} A_{glass} \sigma (T_{room}^4 - T_{glass}^4)$$

	Lucernario	Q V soleada
Vidrio ε	0.84	0.84
$A_{ventana} [m^2]$	32.40	19.95
σ Boltzma	.000.00005670	.000.00005670
$\dot{Q} [W]$	8544.25	5247.65

Cálculo de carga Térmica ventana No soleada

$$\dot{Q}_{ventana} = U_{ventana} \cdot A_{ventana} \cdot (T_o - T_i)$$

	MURO VENT SUR	VENT ESTE
$U_{ventana} [\frac{W}{m^2 \cdot ^\circ C}]$	5.20	5.20
$A_{ventana} [m^2]$	70.00	13.30
$T_o [^\circ C]$	29.80	29.80
$T_i [^\circ C]$	24.80	24.80
$\dot{Q}_{ventana} [W]$	1820.00	345.80

Carga térmica de las personas y de los alimentos calientes servidos

TABLE 21-1

Metabolic rates during various activities (from ASHRAE Handbook of Fundamentals, Ref. 1, Chap. 8, Table 4).

Activity	Metabolic rate* W/m ²
Resting:	
Sleeping	40
Reclining	45
Seated, quiet	60
Standing, relaxed	70

Tabla 23 Tasa metabólica. Fuente: Heating and cooling of Building

140 pers x 70w	= 9.800 w
240 platos (sopa – seco) x 50w	= 12.000 w
100 lamparas led x 15 w	= 1.500 w

La carga térmica del espacio es la sumatoria de todas la Q

$\dot{Q}$ (w)	TECHO	PARED <i>asoleadas</i>	PARED NO <i>asoleadas</i>	PISO	PARED INT	LUCERNARIO	VENTANA <i>asoleadas</i>	VENTANA NO <i>asoleadas</i>	PERSONAS 140	PLATOS SERVIDOS 279	ILUMINACION ARTIFICIAL	TOTAL
	24.522	4.673	235	26	25	8.544	5.248	2.166	9.800	12.000	1.500	68.738
	0.36	0.07	0.00	0.00	0.00	0.12	0.08	0.03	0.14	0.17	0.02	100%

La Carga Térmica del salón comedor es $Q = 68.738 w$

- Se puede deducir que la Carga térmica de la cubierta (techo + lucernario + pared expuesta al sol) suman el 60%, lo cual requiere tratamiento bioclimático.
- La carga térmica de personas, platos servidos e iluminación artificial es el 39%
- Por el tamaño del salón (300m²)

5.1.2 Temperatura Media Radiante

La Temperatura media radiante, es la temperatura emitida por el piso, paredes y cubierta de un espacio uniforme imaginario de color negro que transfiere calor a un ocupante, bajo condiciones normales (Gamboa H, Rosillo P., Herrera C., López B., & Iglesias, 2011).

$$\begin{aligned} \bar{t}_r = & \left\{ 0.18 \left[\varepsilon_{pr} t_{pr} (\text{techo}) + \varepsilon_{pr} t_{pr} (\text{piso}) \right] \right. \\ & + 0.22 \left[\varepsilon_{pr} t_{pr} (\text{izq}) + \varepsilon_{pr} t_{pr} (\text{der}) \right] \\ & \left. + 0.30 \left[\varepsilon_{pr} t_{pr} (\text{frente}) + \varepsilon_{pr} t_{pr} (\text{atrás}) \right] \right\} \\ & / [2(0.18 + 0.22 + 0.30)] \end{aligned}$$

Para aplicar el índice de Fanger, se hace necesario calcular la T_{mr} de todo el espacio, por ello se deben hallar las T_r del envolvente.

$$T_r = T_{surr} + \frac{\dot{Q} \cdot R}{A}$$

Para paredes internas y piso la fórmula cambia T_{surr} por T_{crawl} que es 1°C menos que T_{surr} .

	TECHO	PARED <i>asoleadas</i>	PARED NO <i>asoleadas</i>		PARED INT	PISO
T_{surr} [°C]	24.80	24.80	24.80	T_{crawl} [°C]	23.80	23.80
$\dot{Q}$ [W]	24.522	4.673	235	$\dot{Q}$ [W]	25	26
R	0.12	0.12	0.12	R	0.12	0.12
A [m ²]	300.00	95.73	44.33	A [m ²]	44.33	300.00
T_r [°C]	34.61	30.66	25.44	T_r [°C]	23.87	23.81

	Lucernario en cenit	Ventana soleada	MURO VENT SUR	VENT ESTE
T_{surr} [°C]	24.80	24.80	24.80	24.80
$\dot{Q}_{vidrio}$ [W]	11460.12	7041.59	1.456.00	276.64
R $\left[\frac{m^2 \cdot ^\circ C}{W} \right]$	0.12	0.12	0.12	0.12
$\dot{Q}_{vidrio}$ [m ²]	32.4	19.95	70.00	13.30
T_r [°C]	67.24	67.16	28.50	28.50

$$\bar{t}_r = \left\{ 0.18 \left[\varepsilon_{pr} t_{pr} (\text{techo}) + \varepsilon_{pr} t_{pr} (\text{piso}) \right] \right. \\ \left. + 0.22 \left[\varepsilon_{pr} t_{pr} (\text{izq}) + \varepsilon_{pr} t_{pr} (\text{der}) \right] \right. \\ \left. + 0.30 \left[\varepsilon_{pr} t_{pr} (\text{frente}) + \varepsilon_{pr} t_{pr} (\text{atrás}) \right] \right\} \\ / [2(0.18 + 0.22 + 0.30)]$$

T_r	Techo -piso	Pared Izq - Der	Pared Frt - Post
Constante	0.18	0.22	0.30
T_r	50.93	23.87	48.91
T_r	23.81	26.68	27.92
			T_r 30.61

La T_{mr} resultante en todo el espacio es 30.61°C

- Se puede concluir por las condiciones del proyecto, que el índice de fanger no será favorable.
- Se deben aplicar estrategias bioclimáticas para mejora las condiciones internas, sin que se llegue a la temperatura deseada.
- La emisividad de los materiales y el aislamiento pueden mejorar las condiciones del proyecto.

5.1.3 Cálculo de Fanger

Parametro	Datos
Vestimenta (clo)	1.00
Temp. Aire. ($^\circ\text{C}$)	29.8
Temp. Media Radiante ($^\circ\text{C}$)	30.6
Actividad (met)	1.3
Velocidad del Aire (m/s)	1.80
Humedad Relativa (%)	49.3

Parametro	Resultados
Temp. De Operación. (°C)	30.04
PMV	1.7
PPD	61.8

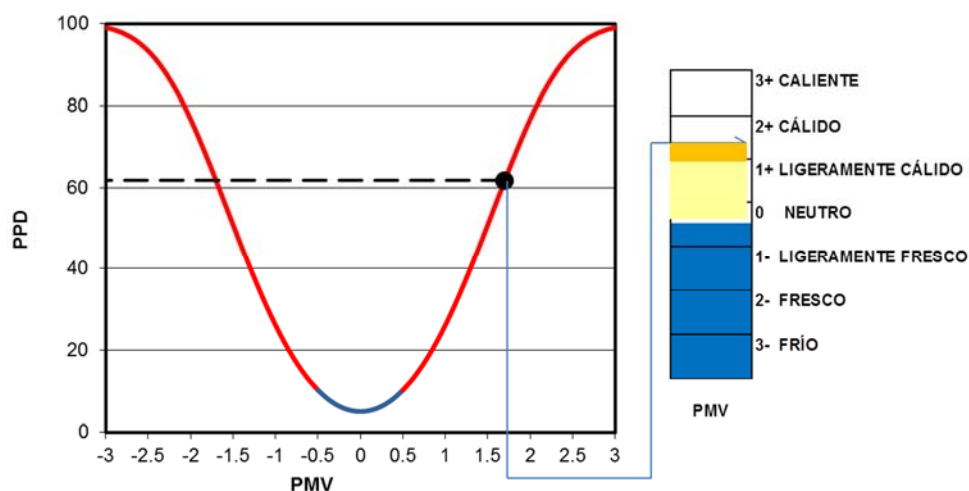


Tabla 24 Índice de Fanger Fuente ASHRAE 55

De acuerdo al PPD y al PMV, el 61.8% se presenta insatisfecho con una sensación térmica superior a ligeramente cálido. Ver tabla 24.

Como se había previsto, la alta carga térmica de los muros, además de la cubierta expuesta a la radiación solar que sobrepasan el 60% de la carga térmica y el elevado número de personas, se hace necesario aplicar estrategias bioclimáticas pasivas para mejorar las condiciones de confortabilidad.

5.1.4 Cálculo de ventilación cruzada

Para hallar la ventilación cruzada, se utiliza el método de cálculo de flujo de aire de edificios con ventilación cruzada de, Santamouris y Asimakopoulou (2001); este permite establecer la cantidad de ACH que puede lograr con las aberturas incorporadas en el diseño.

Calculo del flujo de aire en edificios con ventilación natural. Ventilación cruzada			UND
1	Mes de diseño	julio.	
2	Velocidad del viento (WS)	1.8	m/s
	Dirección del viento (WD)	SW -W	
3	Temperatura ambiente (DTA)	29.8	°C
4	Temperatura de diseño interior (TA)	26	°C
5	Diferencia media de temperatura (DT). $DT=TA-DTA$	3.8	°C
6	Temperatura media (MT). $MT=(DTA+TA)/2$	27.9	°C
7	Relación de temperatura (RT). $RT=DT/MT$	0.14	°C
8	Raíz cuadrada de la relación de temperatura. (RT) a la 0,5	0.369	°C
9	Angulo de incidencia del viento en grados	90	°
10	Coefficiente de la presión del aire de entrada (Cp1) roof (11 -30)° pitch 225° = -0,5	-0.5	
11	Coefficiente de la presión del aire de salida (Cp2) Face 1 0° = 0.7	0.7	
12	Diferencia de los coeficientes de la presión del aire (DCP). $DCP=Cp1-Cp2$	-1.2	
13	Raíz cuadrada de DCP-SDCP. DCP a la 0,5	1.095	
14	Volumen de la edificación (V)	1563.7	m3
15	Superficie total de las aberturas de la fachada de entrada (A1)	6.7	m2
16	Superficie total de las aberturas de la fachada de salida (A2)	35.0	m2
17	Distancia vertical entre la abertura de entrada y la de salida (H)	2.7	
18	Superficie total de las aberturas (AC). $AC=A1+A2$	41.7	m2
19	Determinar el cuadrado de A1	44.2	m2
20	Determinar el cuadrado de A2	1225.0	m2
21	Determinar A. $A= (A1)al\ cuadrado + (A2)al\ cuadrado$	1269.2	m2
22	Determinar B, la raíz cuadrada de A	35.63	m2
23	Determinar C. $C=1/B$	0.028	
24	Determinar la relación D. $D=A1/A2$	0.190	
25	Determinar h, la raíz cudrada de H	1.634	
26	Determinar el coeficiente K1, K2		
	Para $0 < D \leq 1$, $K1=0,45$ y $K2=-1.02$; Para $1 < D \leq 2$, $K1=0,42$ y $K2=-1.07$		
	K1	0.45	0.42
	K2	-1.02	-1.07
27	Determinar (E). $E=C\ elevado\ a\ k2$	38.27	
28	Determinar el flujo de aire Qw	122231.29	
	$K1 \times E \times SDCP \times WS \times 3600$		
29	Determinar el coeficiente K (de la figura 9.19)	0.71	
30	determinar el flujo de aire debido al efecto chimenea Qs	28354.10	
	$1590 \times K \times AC \times SRT \times h$		
31	Determinar Qw(1); el cuadrado de Qw	1.49E+10	
32	Determinar Qs(1); el cuadrado de Qs	8.04E+08	
33	Determinar Qt(1); $Qt(1)= Qw(1) + Qs(1)$	1.57E+10	
34	Determinar el flujo total de aire (QT); la raíz de Qt	1.25E+05	
35	Determinar la renovación aire por hora (ACH). $ACH=Qt/V$	80.24	
RENOVACIONES REQUERIDAS ACH			9.00
ACH * VOL			14073.30 M3/h

De acuerdo con lo anterior, según el diseño propuesto el espacio objeto de estudio puede renovarse 80 veces, sin tener en cuenta la Carga Térmica Q ; para lo cual se utiliza la siguiente fórmula

$$\begin{aligned}\dot{Q}_{\text{infiltration, sensible}} &= \rho_o C_p \dot{V} (T_i - T_o) \\ &= \rho_o C_p (ACH)(V_{\text{building}})(T_i - T_o)\end{aligned}$$

Donde Q es la carga térmica del edificio, dos valores de constante y DT es la diferencia de la T° exterior con respecto a la T° deseada. ρ_o es peso específico del aire y C_p el calor específico del aire. ρ_o las renovaciones requeridas para evacuar Q y V_b es el volumen del edificio.

De acuerdo con lo anterior,

$$ACH = Q / \rho_o \cdot C_p \cdot V_b \cdot (T_i - T_o)$$

Q	68.738.01	W
ρ_o	1.29	Kg/m ³
C_p	1.12	Kj/kg°C
DT	3.80	°C
Vol	1.563.70	m ³
ACH	8.01	

Las ACH requeridas para evacuar la carga térmica del salón comedor son 8 y las logradas son 80, es decir que el aire se renueva 10 veces sobre lo solicitado.

RENOVACIONES LOGRADAS		80.24	
ACH * VOL	55%	69012.28	M3/h

- Se estima que del vol en cada renovación solo se limpia el 55%, dado que en un espacio con buena ventilación solo se considera el 63% de renovación por cada ACH (Center for Disease Control and Prevention, 2006).
- Los resultados de ventilación cruzada logran superar las renovaciones requeridas de 9 ACH, y logran evacuar toda la carga térmica que genera el proyecto.

5.2 Estrategias Bioclimáticas

Para mejorar las condiciones del edificio, se proponen las siguientes estrategias pasivas.

5.2.1 Control de la radiación solar

- Utilizar cubierta y muros expuestos al sol de la tarde con baja transmitancia térmica U .
- Utilizar vidrio con baja emisividad y protección solar.
- Cambiar la ventanearía por persianas de aluminio.

5.2.2 Control solar

- Deben generar aleros y apantallamientos en la fachada sur para controlar sol de la tarde de noviembre a marzo para evitar que ingrese el sol y caliente el espacio.
- Utilizar vidrio con baja emisividad y protección solar.
- Cambiar la ventanearía por persianas de aluminio.

5.2.3 Control Térmico

- El enfriamiento geotérmico desde el semisótano puede ayudar a autorregular el edificio.
- Las cámaras de aire logran que se contenga la radiación solar bajando la temperatura radiante del envolvente.
- Se puede optar por enfriamiento radiante de piso.

5.2.4 Ventilación Natural

- La ventilación cruzada ayuda a evacuar toda la carga térmica generada por el edificio, por lo cual se sugiere mantener la estrategia.

5.3 Cálculo de cargas térmicas con estrategias Bioclimáticas

5.3.1 Cálculo de carga térmica

Surface	ε	Effective emissivity of air space	
		$\varepsilon_1 = \varepsilon$ $\varepsilon_2 = 0.9$	$\varepsilon_1 = \varepsilon$ $\varepsilon_2 = \varepsilon$
Aluminum foil, bright	0.05*	0.05	0.03
Aluminum sheet	0.12	0.12	0.06
Aluminum-coated paper, polished	0.20	0.20	0.11
Steel, galvanized, bright	0.25	0.24	0.15
Aluminum paint	0.50	0.47	0.35
Building materials:			
Wood, paper, masonry, nonmetallic			
paints	0.90	0.82	0.82
Ordinary glass	0.84	0.77	0.72

Tabla 25 Factor emisividad. Fuente: Heating and cooling of Building

Se asume la emisividad y la absorptividad para pinturas de color blanco de 0.90 y 0.40 respectivamente. Ver tabla 25

$$T_{sol-air} = T_{amb} + \frac{\alpha_s}{h_o} q_{solar} - \frac{\varepsilon \sigma}{h_o} (T_{amb}^4 - T_{surr}^4)$$

	TECHO	PARED <i>asoleadas</i>	PARED NO <i>asoleadas</i>	PISO
T_{surr} [°C]	24.80	24.80	24.80	24.80
T_{amb} [°C]	29.80	29.80	29.80	29.80
α_s	0.40	0.40	0.40	0.40
h_o [W/m ² ·°C]	10.00	10.00	10.00	10.00
q_{solar} [W/m ²]	543.60	271.80	0.00	0.00
ε	0.90	0.90	0.90	0.90
σ boltzmann	0.00	0.00	0.00	0.00
$T_{sol-air}$ [°C]	48.78	37.91	27.04	27.04

Se baja la emisividad de la cubierta utilizando teja de color blanco

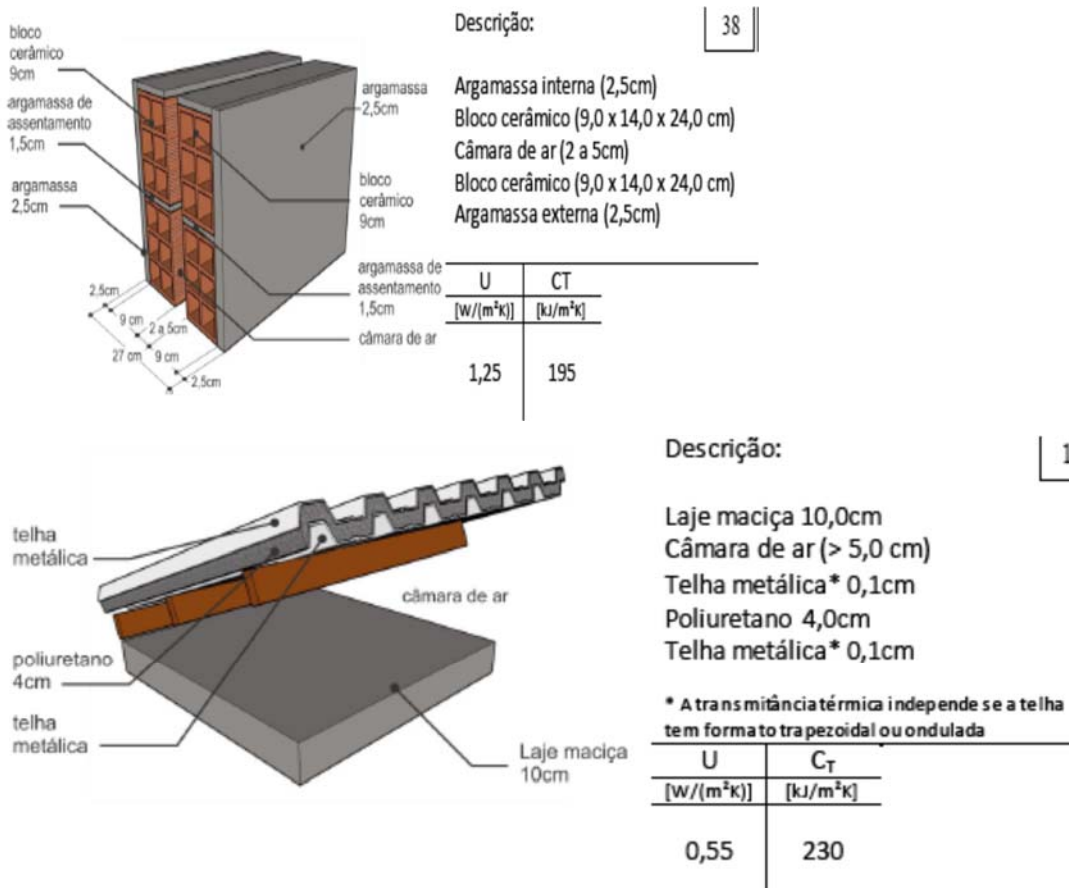


Tabla 26 Propiedades térmicas de paredes y coberturas Fuente: (CAIXA, 2010)

- Se cambia la cubierta por tipo sándwich de thermoacoustic y poliestireno como aislante, adicionalmente se agrega cámara de aire entre la cubierta y el cielo falso. Ver tabla 26.
- Se cambia el sistema del muro tradicional a uno doble con cámara de aire que ayuda a reducir U

$U = 0.55$ de techo $U = 1.25$ de pared

Para el cálculo de la Carga térmica en superficies expuestas al exterior, se utiliza la siguiente fórmula:

$$\dot{Q} = U \cdot A \cdot (T_{sol-aire} - T_{inside})$$

	TECHO	PARED <i>asoleadas</i>	PARED NO <i>asoleadas</i>
U [W/(m ² ·°C)]	0.65	1.25	1.25
A [m ²]	300.00	95.73	44.33
$T_{sol-aire}$ [°C]	48.78	45.39	27.04
T_{inside} [°C]	24.80	24.80	24.80
$\dot{Q}$ [W]	4.676	2.464	124

Para el cálculo de la Carga térmica en superficies NO expuestas al exterior (piso y paredes interiores), se utiliza la siguiente fórmula:

$$\dot{Q}_{\text{building floor}} = U_{\text{building floor}} A_{\text{floor}} (T_{\text{indoor}} - T_{\text{crawl}})$$

TABLE 21-15

Estimated U -values for insulated and uninsulated crawl spaces (from ASHRAE *Handbook of Fundamentals*, Ref. 1, Chap. 25, Table 13)

	U , W/m ² · °C ¹	
Application	Un-insulated	In-insulated ²
Floor above crawl space	1.42	0.432
Ground of crawl space	0.437	0.437
Wall of crawl space	2.77	1.07

¹Multiply given values by 0.176 to convert them to Btu/h · ft² · °F.

²An insulation R -value of 1.94 m² · °C/W is used on the floor, and 0.95 m² · °C/W on the walls.

Tabla 27 Factor U. Fuente: Heating and cooling of Building

	PISO		PARE INT
U [W/(m ² ·°C)]	0.43	U [W/(m ² ·°C)]	1.07
A [m ²]	300.00	A [m ²]	44.33
T_{crawl} T piso (°C)	25.00	T_{crawl} piso (°C)	25.00
T inside [°C]	24.80	T inside [°C]	24.80
Q Piso (w)	26	Q Pared int (w)	9

Cálculo de Fracción solar trasferida FS.

Dada por la fórmula:

$$FS = \frac{T_{sol-aire} - T_{amb}}{T_{sol-aire} - T_{sky}}$$

	TECHO	PARED <i>asoleadas</i>	PARED NO <i>asoleadas</i>
$T_{sol-aire}$	48.78	45.39	27.04
T_{amb}	29.80	29.80	29.80
T_{sky}	24.80	24.80	24.80
FS	0.79	0.76	-1.24

Cálculo de Fracción solar Incidente trasferida FS.

Dada por la fórmula:

$$FS_{\pi} = U \frac{\alpha_s}{h_o}$$

The reflectivity ρ_s and absorptivity α_s of common exterior surfaces for solar radiation (from Kreider and Rabl, Ref. 3, Table 6.1)

Surface	ρ_s	α_s
Natural Surfaces		
Fresh snow	0.75	0.25
Soils (clay, loam, etc.)	0.14	0.86
Water	0.07	0.93
Artificial Surfaces		
Bituminous and gravel roof	0.13	0.87
Blacktop, old	0.10	0.90
Dark building surfaces		
(red brick, dark paints, etc.)	0.27	0.73
Light building surfaces		
(light brick, light paints, etc.)	0.60	0.40
New concrete	0.35	0.65

Tabla 28 Factor absortividad. Fuente: Heating and cooling of Building

	TECHO	PARED <i>asoleadas</i>	PARED NO <i>asoleadas</i>
U [W/(m ² ·°C)]	0.65	1.25	1.25
α_s	0.40	0.40	0.40
h_o [W/m ² ·°C]	10.00	10.00	10.00
FS_{π}	0.03	0.05	0.00

$$\dot{q}_{s-pared} = \dot{q}_s \cdot \cos\theta$$

Se debe calcular la q_{soler} para hallar la Carga Térmica de las ventanas directamente expuestas al sol y los lucernarios.

θ [grados]	-32.40
q_{solar} [W/m ²]	544
$\dot{q}_{s-pared}$ [W/m ²]	458.98

- $$\dot{q}_{solar,incidente} = \dot{q}_{solar} \cdot \text{Sen}\beta$$

	Lucernario en cenit	Ventana soleada
$\dot{q}_{solar}$ [W]	458.98	458.98
β [grados]	111.80	67.90
$\dot{q}_{solar,incidente}$ [W]	426.15	425.26

- $$\dot{Q}_{solar, ganancia} = SHGC \cdot A_{ventana} \cdot \dot{q}_{solar,incidente}$$

$SHGC$	0.04	0.04
$vidrio$ [m ²]	32.4	19.95
$\dot{q}_{solar,incidente}$ [W]	426.15	425.26
$\dot{Q}_{solar, ganancia}$ [W]	552.29	339.35

$$\dot{Q}_{rad, room-window} = \epsilon_{glass} A_{glass} \sigma (T_{room}^4 - T_{glass}^4)$$

	Lucernario	Q V soleada
Vidrio ε	0.29	0.29
$A_{\text{ventana}} [m^2]$	32.40	19.95
σ Boltzma	0.00	0.00
$\dot{Q} [W]$	116.32	71.47

Cálculo de carga Térmica ventana No soleada

$$\dot{Q}_{\text{ventana}} = U_{\text{ventana}} \cdot A_{\text{ventana}} \cdot (T_o - T_i)$$

	MURO VENT SUR	VENT ESTE
$U_{\text{ventana}} \left[\frac{W}{m^2 \cdot ^\circ C} \right]$	1.80	1.80
$A_{\text{ventana}} [m^2]$	70.00	13.30
$T_o [^\circ C]$	29.80	29.80
$T_i [^\circ C]$	24.80	24.80
$\dot{Q}_{\text{ventana}} [W]$	630.00	119.70

Carga térmica de las personas y de los alimentos calientes servidos

TABLE 21-1

Metabolic rates during various activities (from ASHRAE Handbook of Fundamentals, Ref. 1, Chap. 8, Table 4).

Activity	Metabolic rate* W/m ²
Resting:	
Sleeping	40
Reclining	45
Seated, quiet	60
Standing, relaxed	70

Tabla 29 Tasa metabolica. Fuente: Heating and cooling of Building

140 pers x 70w

= 9.800 w

240 platos (sopa – seco) x 50w	= 12.000 w
100 lámparas led x 15 w	= 1.500 w

La carga térmica del espacio es la sumatoria de todas la Q

$\dot{Q} [W]$	TECHO	PARED <i>asoleadas</i>	PARED NO <i>asoleadas</i>	PISO	PARED INT	LUCERNARIO	VENTANA <i>asoleadas</i>	VENTANA NO <i>asoleadas</i>	PERSONAS 140	PLATOS SERVIDOS 279	ILUMINACION ARTIFICIAL	TOTAL
	4.676	2.464	124	26	9	116	71	750	9.800	12.000	1.500	31.537
	0.15	0.08	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.02	0.31	0.38	0.05	100%

La Carga Térmica del salón comedor es $Q = 31537w$

- Se puede deducir que la Carga térmica de la cubierta (techo + lucernario + pared expuesta al sol) suman el 23%, lo cual muestra una reducción sustancial de **37201 W** con respecto a la carga de primer cálculo.
- La carga térmica de personas, platos servidos e iluminación artificial es el 76%

5.3.2 Temperatura Media Radiante

La Temperatura media radiante, es la temperatura emitida por el piso, paredes y cubierta de un espacio uniforme imaginario de color negro que transfiere calor a un ocupante, bajo condiciones normales (Gamboa H, Rosillo P., Herrera C., López B., & Iglesias, 2011)

$$\begin{aligned} \bar{t}_r = & \left\{ 0.18 \left[\varepsilon_{pr} t_{pr} (\text{techo}) + \varepsilon_{pr} t_{pr} (\text{piso}) \right] \right. \\ & + 0.22 \left[\varepsilon_{pr} t_{pr} (\text{izq}) + \varepsilon_{pr} t_{pr} (\text{der}) \right] \\ & \left. + 0.30 \left[\varepsilon_{pr} t_{pr} (\text{frente}) + \varepsilon_{pr} t_{pr} (\text{atrás}) \right] \right\} \\ & / [2(0.18 + 0.22 + 0.30)] \end{aligned}$$

Para aplicar el índice de Fanger, se hace necesario calcular la T_{mr} de todo el espacio, por ello se deben hallar las T_r del envolvente.

$$T_r = T_{surr} + \frac{\dot{Q} \cdot R}{A}$$

	TECHO	PARED <i>asoleadas</i>	PARED NO <i>asoleadas</i>		PARED INT	PISO
T_{surr} [°C]	24.80	24.80	24.80	T_{crawl} [°C]	23.80	23.80
$\dot{Q}$ [W]	4.676	2.464	124	$\dot{Q}$ [W]	9	26
R	0.12	0.12	0.12	R	0.12	0.12
A [m ²]	300.00	95.73	44.33	A [m ²]	44.33	300.00
T_r [°C]	26.67	27.89	25.14	T_r [°C]	23.83	23.81

Para paredes internas y piso la fórmula cambia T_{surr} por T_{crawl} que es 1°C menos que T_{surr} .

	MURO VENT SUR	VENT ESTE
T_{surr} [°C]	24.80	24.80
$\dot{Q}_{ventana}$ [W]	630.00	119.70
R $\left[\frac{m^2 \cdot ^\circ C}{W} \right]$	0.12	0.12
$A_{ventana}$ [m ²]	70.00	13.30
T_r [°C]	25.88	25.88

$$\begin{aligned} \bar{t}_r = & \left\{ 0.18 \left[\varepsilon_{pr} t_{pr} (techo) + \varepsilon_{pr} t_{pr} (piso) \right] \right. \\ & + 0.22 \left[\varepsilon_{pr} t_{pr} (izq) + \varepsilon_{pr} t_{pr} (der) \right] \\ & \left. + 0.30 \left[\varepsilon_{pr} t_{pr} (frente) + \varepsilon_{pr} t_{pr} (atrás) \right] \right\} \\ & / [2(0.18 + 0.22 + 0.30)] \end{aligned}$$

T_r	Techo -piso	Pared Izq - Der	Pared Frt - Post
Constante	0.18	0.22	0.30
T_r	26.76	23.83	27.37
T_r	23.81	25.51	25.88
			T_r 23.10

La T_{mr} resultante en todo el espacio es 23.10°C

- Con las estrategias implementadas se logró reducir la T_{mr} en 7.51°C

5.3.3 Cálculo de Fanger

Parametro	Datos
Vestimenta (clo)	0.50
Temp. Aire. ($^{\circ}\text{C}$)	29.8
Temp. Media Radiante ($^{\circ}\text{C}$)	23.1
Actividad (met)	1.3
Velocidad del Aire (m/s)	1.80
Humedad Relativa (%)	49.3

Parametro	Resultados
Temp. De Operación. ($^{\circ}\text{C}$)	27.79
PMV	0.5
PPD	10.2

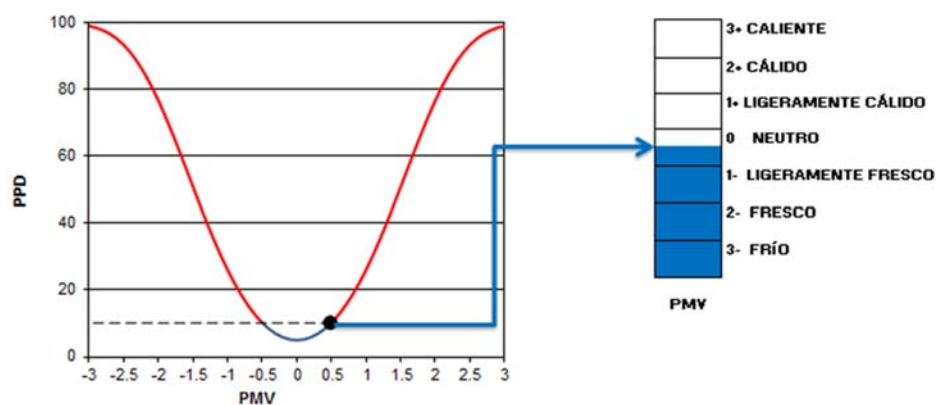


Tabla 30 Índice de Fanger Fuente ASHRAE 55

De acuerdo al PPD y al PMV, el 10.2% se presenta insatisfecho con una sensación térmica ligeramente cálida. Ver tabla 30.

Este factor positivo en el confort térmico también se apoya del CLO 0.5 con ropa ligera o informal; si las personas ingresan al restaurante con traje y corbata, el porcentaje de insatisfecho se eleva al 40.5%

5.3.4 Cálculo de ventilación cruzada

Para hallar la ventilación cruzada, se utiliza el método de cálculo de flujo de aire de edificios con ventilación cruzada (Santamouris & Asimakopoulou, 2001); permitiendo establecer la cantidad de ACH que puede lograr con las aberturas incorporadas en el diseño.

Calculo del flujo de aire en edificios con ventilación natural. Ventilación cruzada			UND
1	Mes de diseño	julio.	
2	Velocidad del viento (WS)	1.8	m/s
	Dirección del viento (WD)	SW -W	
3	Temperatura ambiente (DTA)	29.8	°C
4	Temperatura de diseño interior (TA)	26	°C
5	Diferencia media de temperatura (DT). $DT=TA-DTA$	3.8	°C
6	Temperatura media (MT). $MT=(DTA+TA)/2$	27.9	°C
7	Relación de temperatura (RT). $RT=DT/MT$	0.14	°C
8	Raíz cuadrada de la relación de temperatura. (RT) a la 0,5	0.369	°C
9	Angulo de incidencia del viento en grados	90	°
10	Coefficiente de la presión del aire de entrada (Cp1) roof (11 -30)° pitch 225° = -0,5	-0.5	
11	Coefficiente de la presión del aire de salida (Cp2) Face 1 0° = 0.7	0.7	
12	Diferencia de los coeficientes de la presión del aire (DCP). $DCP=Cp1-Cp2$	-1.2	
13	Raíz cuadrada de DCP-SDCP. DCP ala 0,5	1.095	
14	Volumen de la edificación (V)	1563.7	m3
15	Superficie total de las aberturas de la fachada de entrada (A1)	6.7	m2
16	Superficie total de las aberturas de la fachada de salida (A2)	35.0	m2
17	Distancia vertical entre la abertura de entrada y la de salida (H)	2.7	
18	Superficie total de las aberturas (AC). $AC=A1+A2$	41.7	m2
19	Determinar el cuadrado de A1	44.2	m2
20	Determinar el cuadrado de A2	1225.0	m2
21	Determinar A. $A= (A1)al\ cuadrado + (A2)al\ cuadrado$	1269.2	m2
22	Determinar B, la raíz cuadrada de A	35.63	m2
23	Determinar C. $C=1/B$	0.028	
24	Determinar la relación D. $D=A1/A2$	0.190	
25	Determinar h, la raíz cudrada de H	1.634	
26	Determinar el coeficiente K1, K2		
	Para $0 < D \leq 1$, $K1=0,45$ y $K2=-1.02$; Para $1 < D \leq 2$, $K1=0,42$ y $K2=-1.07$		
	K1	0.45	0.42
	K2	-1.02	-1.07
27	Determinar (E). $E=C\ elevado\ a\ k2$	38.27	
28	Determinar el flujo de aire Qw	122231.29	
	$K1 \times E \times SDCP \times WS \times 3600$		
29	Determinar el coeficiente K (de la figura 9.19)	0.71	
30	determinar el flujo de aire debido al efecto chimenea Qs	28354.10	
	$1590 \times K \times AC \times SRT \times h$		
31	Determinar Qw(1); el cuadrado de Qw	1.49E+10	
32	Determinar Qs(1); el cuadrado de Qs	8.04E+08	
33	Determinar Qt(1); $Qt(1)= Qw(1) + Qs(1)$	1.57E+10	
34	Determinar el flujo total de aire (QT); la raíz de Qt	1.25E+05	
35	Determinar la renovación aire por hora (ACH). $ACH=Qt/V$	80.24	
RENOVACIONES REQUERIDAS ACH			9.00
ACH * VOL			14073.30 M3/h

De acuerdo con lo anterior, según el diseño propuesto el espacio objeto de estudio puede renovarse 80 veces sin tener en cuenta la Carga Térmica Q ; para lo cual se utiliza la siguiente fórmula

$$\begin{aligned}\dot{Q}_{\text{infiltration, sensible}} &= \rho_o C_p \dot{V} (T_i - T_o) \\ &= \rho_o C_p (ACH)(V_{\text{building}})(T_i - T_o)\end{aligned}$$

Donde Q es la carga térmica del edificio, dos valores de constante y DT es la diferencia de la T° exterior con respecto a la T° deseada. ρ_o es peso específico del aire y C_p el calor específico del aire. ρ_o las renovaciones requeridas para evacuar Q y Vb es el volumen del edificio.

De acuerdo con lo anterior,

$$ACH = Q / \rho_o \cdot C_p \cdot Vb \cdot (T_i - T_o)$$

Q	31.537.20	W
ρ_o	1.29	Kg/m^3
C_p	1.12	$Kj/kg^\circ C$
DT	3.80	$^\circ C$
Vol	1.563.70	m^3
ACH	3.67	

Las ACH requeridas para evacuar la carga térmica del salón comedor son 4 aproximadamente y las renovaciones logradas son 80, es decir que el aire se renueva 20 veces sobre lo solicitado.

RENOVACIONES LOGRADAS		80.24	
ACH * VOL	55%	69012.28	M3/h

- Se estima que del vol en cada renovación solo se limpia el 55%, dado que en un espacio con buena ventilación solo se considera el 63% de renovación por cada ACH (Center for Disease Control and Prevention, 2006).
- Los resultados de ventilación cruzada logran superar todas las expectativas al implementar estrategias bioclimáticas en el edificio.

5.3.5 Comparativo de las estrategias

- Proyecto con materialidad de emisividad y transmitancia alta en paredes y cubiertas

$\dot{Q}$ [W]	TECHO	PARED <i>asoleadas</i>	PARED NO <i>asoleadas</i>	PISO	PARED INT	LUCERNARIO	VENTANA <i>asoleadas</i>	VENTANA NO <i>asoleadas</i>	PERSONAS 140	PLATOS SERVIDOS 279	ILUMINACION ARTIFICIAL	TOTAL
	24.522	4.673	235	26	25	8.544	5.248	2.166	9.800	12.000	1.500	68.738
	0.36	0.07	0.00	0.00	0.00	0.12	0.08	0.03	0.14	0.17	0.02	100%

- Proyecto con materialidad de emisividad y transmitancia baja en paredes y cubiertas

$\dot{Q}$ [W]	TECHO	PARED <i>asoleadas</i>	PARED NO <i>asoleadas</i>	PISO	PARED INT	LUCERNARIO	VENTANA <i>asoleadas</i>	VENTANA NO <i>asoleadas</i>	PERSONAS 140	PLATOS SERVIDOS 279	ILUMINACION ARTIFICIAL	TOTAL
	4.676	2.464	124	26	9	116	71	750	9.800	12.000	1.500	31.537
	0.15	0.08	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.02	0.31	0.38	0.05	100%

Al cambiar la materialidad del edificio en términos de reducir la emisividad y transmitancia, se logra bajar la porción de calor transferida al interior; por consiguiente las temperaturas radiantes de paredes y cubiertas bajan, y con ello la TMR.

Al disminuir la TMR, el PPD y PVM se ajusta a un nivel de confort para el proyecto; aunque se hace prescindible bajar el factor de vestimenta (clo) de 1.0 a 0.5 para llegar a un rango aceptable del mismo

La implementación de cámaras de aire en la cobertura del edificio logró aportar en la autorregulación del mismo.

A pesar del amplio volumen del edificio se logra estabilizar el confort térmico.

ACH mínimo	9.00	9.00
ACH obtenido del cálculo	28.29	153.07
ACH requerido para evacuar Q.	1.590.10	152.12

AL bajar la Q , el edificio lograr con las ACH evacuar toda la carga térmica, cumpliendo lo que manifestaba la carta psicrométrica sobre la ventilación natural.

Conclusiones

1. El estudio de caso, logra cumplir con el objetivo principal de diseñar un restaurante aplicándole estrategias bioclimáticas, teniendo en cuenta que la transferencia de calor afecto la carga térmica del edificio; para lo cual se implementaron cambios en forma y materialidad permitiendo mejorar las condiciones del confort térmico y el PPD PMV.
2. Los factores de emisividad y de transmitancia juegan un papel importante en la cobertura de un proyecto; puesto que son los que permiten aumentar o disminuir la carga térmica de un proyecto cuando la radiación solar es directa sobre paredes, vidrieras y cubiertas.
3. La utilización de cámaras de aire en la envolvente de un espacio, permite generar aislamiento térmico favorable para la autorregulación del edificio.
4. EL aprovechamiento de la ventilación cruzada, permitió evacuar la carga térmica generada por la transferencia de calor de la envolvente y de los ocupantes, y con ello no requerir de enfriamiento evaporativo o sistemas mecánicos.
5. Aunque no se hizo un estudio de iluminación, el proyecto propone la pared sur completamente abierta, pero con protección en vidrio y persianas, además de un lucernario en la cubierta para emitir luz por el cenit al salón del primer piso y por la grieta que se plantea hacia la carrera 7.
6. Con la correcta utilización de materiales con baja emisividad y transmitancia propios de la región o asequibles en el medio, ayudaron en el confort térmico del edificio (ladrillo y teja sándwich de thermoacoustic).
7. La utilización de software para simulación, aplicables al diseño bioclimático fueron esenciales en la evolución de la forma, ubicación y, materialidad del edificio.

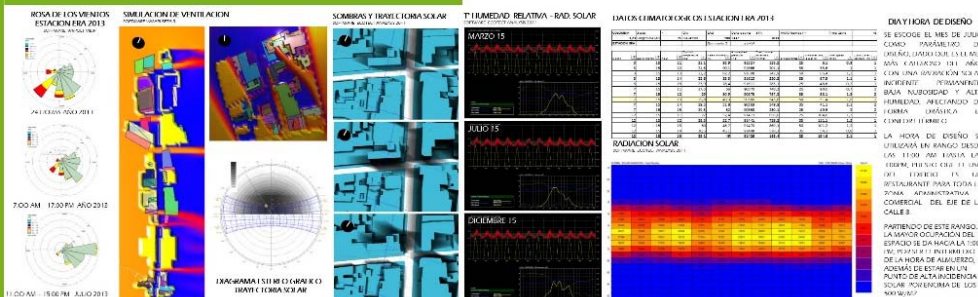
8. Las simulaciones realizadas con el túnel de viento, utilizando gas trazador, permitieron evaluar el modelo en físico del edificio, apoyando el software, y verificando resultados.
9. Es importante realizar todos los cálculos de manera análoga, porque es, ahí donde se encuentran las pequeñas diferencias que hacen el estudio de la bioclimática eficiente.
10. Finalmente la investigación culmina con un artículo científico, en una revista indexada, y cuenta con autorización para ser referencia de estudios de consulta en la biblioteca de la Universidad del Valle, igualmente se enviará copia a la Universidad Católica de Pereira.

MEMORIA DESCRIPTIVA ARQUITECTONICA

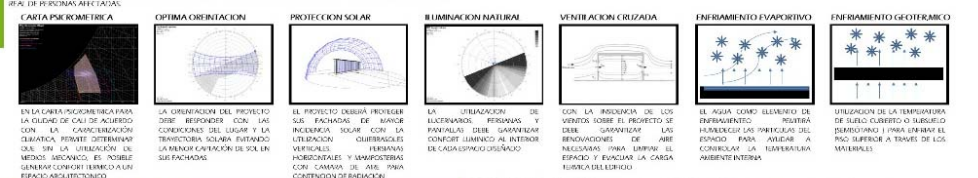
CONTEXTO URBANO



CARACTERIZACION CLIMATICA



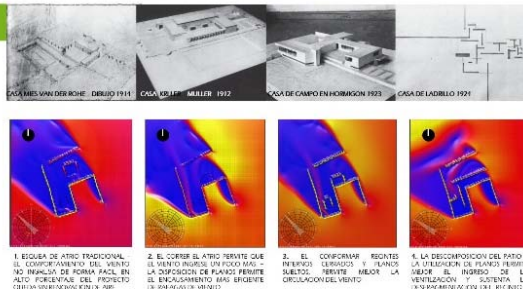
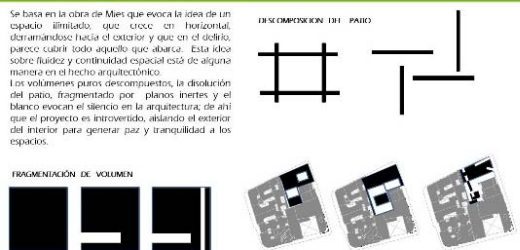
ESTRATEGIAS BIOCLIMATICAS



CONCEPTO DE DISEÑO

Se basa en la obra de Mies que evoca la idea de un espacio limitado, que crece en horizontal, derramándose hacia el exterior y que en el delfino, parece cubrir todo aquello que abarca. Esta idea sobre fluidez y continuidad espacial está de alguna manera en el hecho arquitectónico.

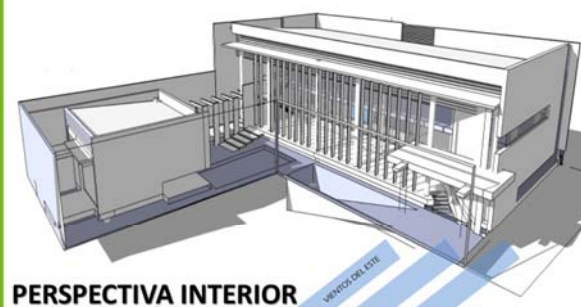
Los volúmenes puros descompuestos, la disolución del patio, fragmentado por planos inertes y el blanco evocan el silencio en la arquitectura; de ahí que el proyecto es introvertido, abriendo el exterior del interior para generar paz y tranquilidad a los espacios.



RESTAURANTE ITINERANTE

PROYECTO ARQUITECTONICO

EL PROYECTO SE DESARROLLA EN UN PISO DE FORMA IRREGULAR EN FORMA DE L. ESTE CONTIENE UN MOSAICO DE PARQUEADEROS, DOS PISOS DE SALÓN, COMEDOR HACIA LA CARRERA 7, CON COCINA EN PRIMER PISO Y BATERIA DE BAÑOS EN AMBOS PISOS. UN PATIO PANGARDADO QUE AGUA EL VOLÚMEN PRINCIPAL DE LOS VECINOS PERMITIENDO ENTENDI POR MEDIO DE UNA GRAN CARRERA, LA BORDEA LA L. EN LA CARRERA 7, UN PASADIZO DE CARRERA Y MEDIA MAS SEBINO PARA ALUMBRAR DE TRÁFICO O DETALIZAR MAS PRIVADAS ESTE PASADIZO SE CONECTA A TRAVÉS DE UNA PASADIZO FLANQUEADO POR UNA SERIE DE COLUMNAS QUE BORDAN SEMBLA EN LA FARJE PARA LOS MESES DE NOVIEMBRE A FEBRERO.



PERSPECTIVAS Y PLANTAS

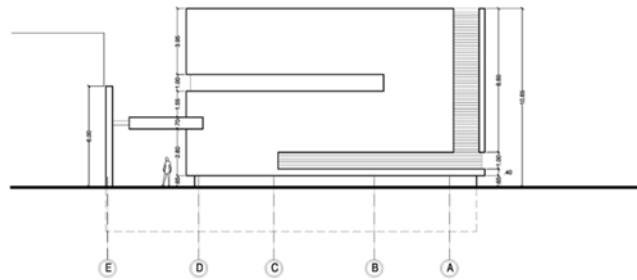


RESTAURANTE ITINERANTE

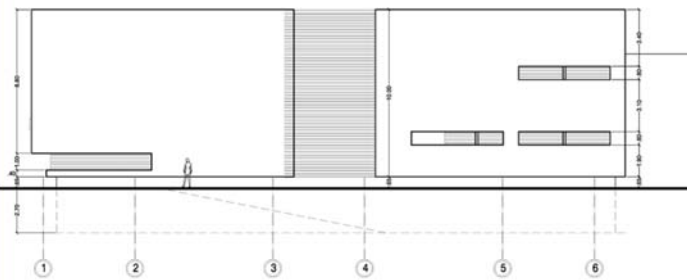
3

PROYECTO ARQUITECTONICO

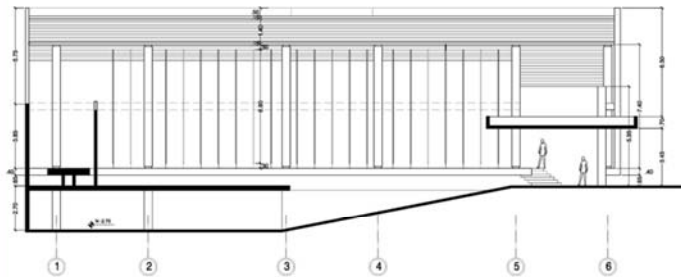
FACHADAS Y PERSPECTIVA ESQUINERA



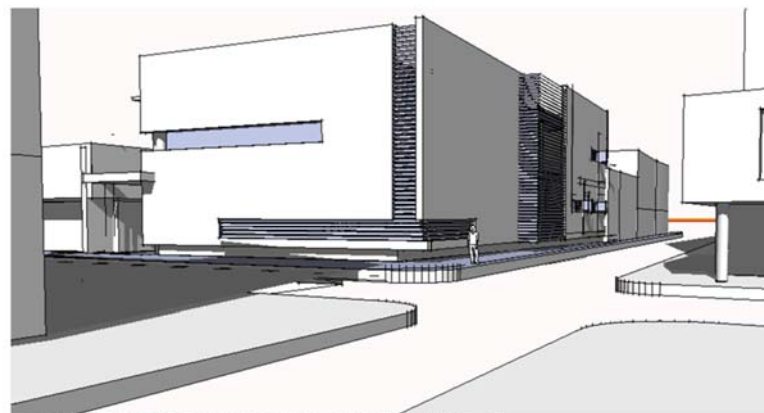
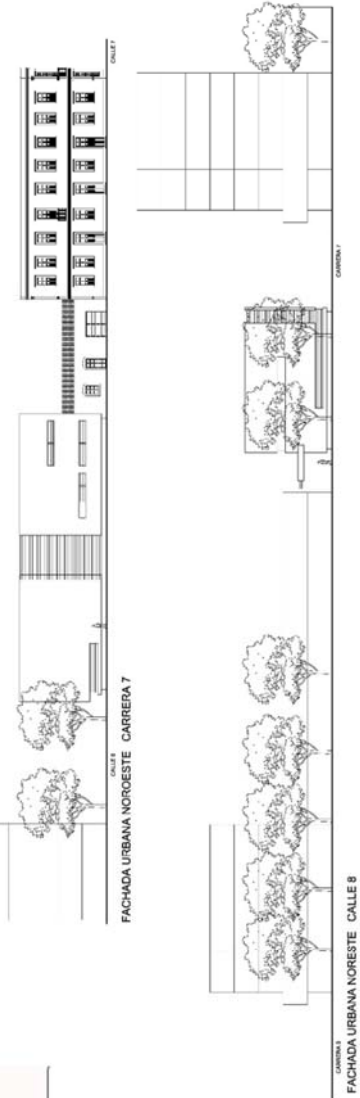
FACHADA CLL 8 ESC 1:100



FACHADA CRA 7 ESC 1:100

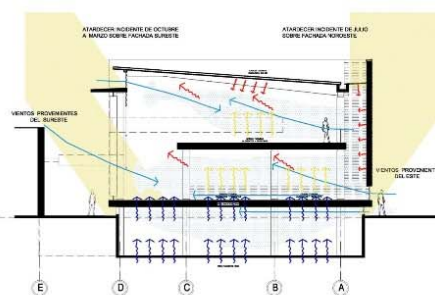
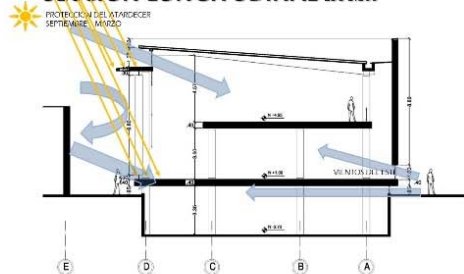
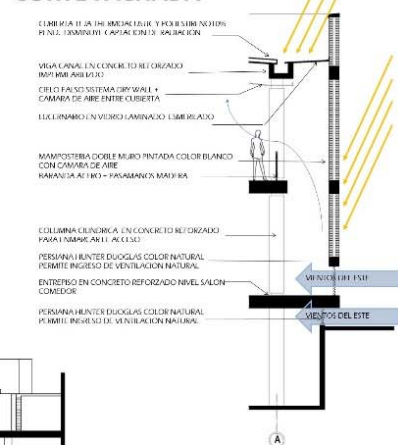
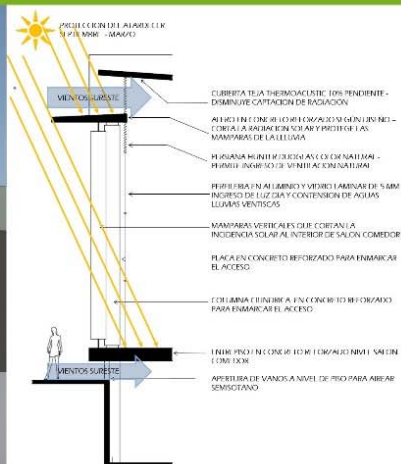


FACHADA INTERIOR ESC 1:100



PERSPECTIVA ESQUINA CLL 8 - CRA 7

RESTAURANTE ITINERANTE



RESTAURANTE ITINERANTE

5

Referencias

- Akabayashi, S.-i., Kondo, Y., Sakagushi, J., & Kawase, T. (1998). *Experimental Study on Ventilation Efficiency in Commercial Kitchens*. Niigata (Japón).
- ANSI/ASHRAE. (2004). *ANSI/ASHRAE Standard 55-2004. Thermal comfort conditions for human occupancy*. Atlanta: ASHRAE.
- ASHRAE. (2011). *2011 ASHRAE Handbook - HVAC Applications*. Atlanta: SI edition.
- Barrutieta Basurko, X. (2010). Evaluación de las sostenibilidad en la escala del microurbanismo. Las células Urbanas. *SB 10 mad Sustainable building conference*.
- Blasco Laffon, B., Blasco Laffon, E., Fernández Valdés, J. M., & Viñas Arrebola, C. (2007). *Cálculo de índices de confort térmico en recintos cerrados con transferencia de calor*. Madrid.
- Busato, L. (2003). Passive cooling and energy efficient strategies for the design of a hotel on Southern coast of Pernambuco, Brazil.
- CAIXA. (2010). *Selo Casa Azul Boas Práticas para Habitaco Mais Sustentavel*. Brasília: CAIXA.
- CENGEL, Y. A. (2002). *HEAT TRANSFER A Practical Approach*. Mexico D.F.: McGraw Hill.
- Center for Disease Control and Prevention. (2006). *The health consequences of involuntary exposure to tobacco smoke*. Washington: Superintendent of Documents - US Government Printing office.
- Chebel Labaki, L. (En proceso). *Thermal comfort evaluation in naturally ventilated environments. an example in*. Campinas Sp Brasil: Scholarships.
- Chowdhury, A., Rasul, M. G., & Khan, M. M. (2007). Simulation of building thermal performance in an institutional building in subtropical climate. *HEFAT - 5th International Conference on Heat Transfer, Fluid Mechanics and Thermodynamics*.
- Cook, M., Yang, T., & Crooper, P. (2011). THERMAL COMFORT IN NATURALLY VENTILATED CLASSROOMS: APPLICATION OF COUPLED SIMULATION MODELS. *12th Conference of International Building Performance Simulation Association, Sydney, 14-16 November*.
- Covarrubias Ramos, M. (2010). *Determinantes de estandares de confort térmico para personas que habitan en clima tropical sub-humedo*. Colima: U Internacional de Andalucía.
- de Dear, R., & Brager, G. (2002). *Thermal comfort in naturally ventilated buildings: revisions to ASHRAE Standard 55*. Sydney: Elsevier.

- De Garrido, L. (2008). *Análisis de proyectos de arquitectura sostenible. Naturalezas artificiales 2001 - 2008*. Madrid: McGraw Hill.
- De Garrido, L. (2014). *Arquitectura y Salud. Metodología de diseño para lograr una arquitectura saludable y ecológica*. Monsa: Monsa.
- de Schiller, S., & Evans, J. M. (2006). Desarrollo y aplicación de criterios de sustentabilidad en un proyecto urbano en Buenos Aires. *ASADES*.
- Department of Mechanical Engineering Refrigeration and Air Conditioning Laboratory. (2004). *Manual of Studies on indoor thermal comfort*.
- Evans, J., & Schiller, S. (2006). *Desarrollo y aplicación de criterios de sustentabilidad en un proyecto urbano en Buenos Aires*. Buenos Aires: Asades.
- Fanger, P. (1970). *Thermal comfort. Analysis and applications in environmental engineering*. Copenhagen: Danish Technical Press.
- Fernandez Áñez, M. V. (2014). Confort higrotérmico en el espacio público en un tejido tradicional: el caso del barrio Embajador. *Territorios en Formación No. 7*, 37-55.
- Fisher, D., Swierczyna, R., & Karas, A. (febrero de 2013). Future od DCV for Commercial Kitchens. *ASHRAE Journal*, 48 - 54.
- Galindez Alberdi, I. (2004). *Aproximación al riesgo y confort térmico en el trabajo: el Calor*. Madrid: ergo K prevención.
- Gamboa H, J., Rosillo P., M., Herrera C., C., López B., O., & Iglesias, V. (2011). *Confort Ambiental en viviendas de interés social en Cali*. Cali: Universidad del Valle Programa editorial.
- Gómez Azpeitia, G., Bojórquez Morales, G., & Ruiz Torres, R. (2007). El confort térmico: dose enfoques teóricos enfrentados. *Palapa*, 45-57.
- Google. (2005). *Google Earth*. Recuperado el 12 de Enero de 2015, de <https://earth.google.es>
- Hernández Sampieri, R., Fernández-Collado, C., & Baptista Lucio, P. (2006). *Metodología de la Investigación*. Mexico D.F.: Mc Graw Hill.
- IDEAM. (2005). *Atlas climatológico de Colombia*. Bogotá: Imprenta de Nacional de Colombia.
- ISO 7726. (1996). *ISO 7726 Ergonomics of the thermal environment - Instruments for measuring physical quantities*. Ginebra (Suiza): Third edition.

- ISO7733. (2005). *ISO 7730 Ergonomics of the thermal environment — Analytical determination and interpretation of thermal comfort using calculation of the PMV and PPD indices and local thermal comfort criteria*. Ginebra (Suiza): Third edition.
- Iturre C., a. (2013). *Proyectar mejoras del confort térmico en la vivienda de interés social Buenaventura. Caso barrio ciudadela nueva Buenaventura*.
- Kondo, Y., Akabayashi, S.-i., Nagase, O., & Matsuda, A. (2000). *Numerical Simulation of Ventilation Efficiency in Commercial Kitchen*. Niigata (Japón).
- Leal del Castillo, G. (2010). *Ecourbanismo Ciudad Medio ambiente y Territorio*. Bogotá: Ecoe Ediciones.
- Liping, W., & Nyuk Hein, W. (2006). *The impacts of ventilation strategies and facade on indoor thermal environment for naturally ventilated residential buildings in Singapore*. Singapore: Elsevier.
- Miralles Guasch, C. (2013). *Movilidad urbana sostenible*. Barcelona: Departamento de Geografia Universidad Autónoma de Barcelon.
- Morales Adames, G. A., & García Álvarez, M. C. (2012). *Problemas de Confort Térmico en Edificios de Oficinas. Caso Estudio: Torre Colpatría en la Ciudad de Bogotá*. Bogotá D.C.: U Gran Colombia.
- Neumeyer, F. (2000). *Mies Van der Rohe La palabra sin Artificio - reflexiones sobre arquitectura 1922/1968*. Madrid: El Croquis.
- Olgyay, V. (1968). Clima y arquitectura en Colombia. En V. Olgyay, *Clima y arquitectura en Colombia* (pág. 24). cali: Carvajal S.A.
- Rueda, S. (2012). *El urbanismo ecológico*. Barcelona: Agencia de Ecología Urbana de Barcelona. Recuperado el 03 de 10 de 2013, de <http://www.vitoria-gasteiz.org/wb021/http/contenidosEstaticos/adjuntos/es/80/85/38085.pdf>
- Santamouris , M., & Asimakopoulos, D. (2001). *Passive Cooling of Buildings*. London: Santamouris , M; Asimakopoulos, D.;
- Schrock, D., Sondusky, J., & Livchak, A. (2012). Demand Controlled Ventilation for Commercial Kitchens. *ASHRAE Journal*, 36-48.
- Simone , A., & Olesen, B. (2012). Thermal Environment evaluation in Commercial Kitchens: Procedure of data collection. *ASHRAE*.

Tornero, J., Pérez Cueva, A. j., & Gómez Lopera, F. (2006). Ciudad y Confort Ambiental: estado de la cuestión y aportaciones recientes. *Cuaderno de Geografía*, 147-182.

UniValle, Facultad de Artes - U San Buenaventura, Facultad de Arquitectura. (2010). *Plan del centro Global de Santiago de Cali - Diagnóstico Urbanístico*. Santiago de Cali: Univalle.

Yunus, C., & Boles, M. (2008). *Termodinámica*. Mexico D. F.: McGraw Hill.

Zuñiga P., A. (2009). Indicadores para la evaluación de la calidad ambiental del hábitat urbano. *NEXO*, 23-31.