



UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE CUENCA

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CUENCA

Comunidad Educativa al Servicio del Pueblo

**UNIDAD ACADÉMICA INGENIERÍA, INDUSTRIA
Y CONSTRUCCIÓN**

CARRERA DE ARQUITECTURA Y URBANISMO

DISEÑO BIOCLIMÁTICO PARA UNA VIVIENDA

UNIFAMILIAR EN EL CLIMA TROPICAL

MEGATÉRMICO SECO

CASO DE ESTUDIO: PASAJE – EL ORO

**TRABAJO DE TITULACIÓN PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL
TÍTULO DE ARQUITECTO**

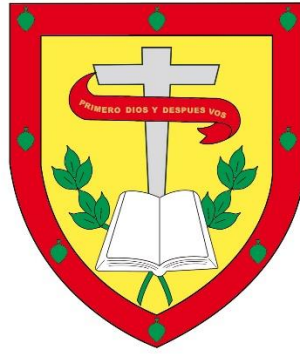
AUTORA: LUISA SAMANTHA FLORES AGUILERA

DIRECTOR: ARQ. CHRISTIAN CONTRERAS ESCANDÓN MSC.

CUENCA – ECUADOR

2022

DIOS, PATRIA, CULTURA Y DESARROLLO



UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CUENCA

Comunidad Educativa al Servicio del Pueblo

**UNIDAD ACADÉMICA DE INGENIERÍA,
INDUSTRIA Y CONSTRUCCIÓN**

CARRERA DE ARQUITECTURA Y URBANISMO

**DISEÑO BIOCLIMÁTICO PARA UNA VIVIENDA UNIFAMILIAR EN
EL CLIMA TROPICAL MEGATÉRMICO SECO**

CASO DE ESTUDIO: PASAJE – EL ORO

**TRABAJO DE TITULACIÓN PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL
TÍTULO DE ARQUITECTO**

AUTORA: LUISA SAMANTHA FLORES AGUILERA

DIRECTOR: ARQ. CHRISTIAN CONTRERAS ESCANDÓN MSC.

CUENCA - ECUADOR

2022

DIOS, PATRIA, CULTURA Y DESARROLLO

Declaratoria de Autoría y Responsabilidad

Luisa Samantha Flores Aguilera portador(a) de la cédula de ciudadanía N° **0707014924** Declaro ser el autor de la obra: **“Diseño bioclimático para una vivienda unifamiliar en el clima tropical megatérmico seco, caso de estudio: Pasaje – El Oro”**, sobre la cual me hago responsable sobre las opiniones, versiones e ideas expresadas. Declaro que la misma ha sido elaborada respetando los derechos de propiedad intelectual de terceros y eximo a la Universidad Católica de Cuenca sobre cualquier reclamación que pudiera existir al respecto. Declaro finalmente que mi obra ha sido realizada cumpliendo con todos los requisitos legales, éticos y bioéticos de investigación, que la misma no incumple con la normativa nacional e internacional en el área específica de investigación, sobre la que también me responsabilizo y eximo a la Universidad Católica de Cuenca de toda reclamación al respecto.

Cuenca, **7 de enero de 2022**



F:
Luisa Samantha Flores Aguilera
0707014924

Certificación

Certifico que el presente trabajo de investigación previo a la obtención del Grado de ARQUITECTO con el título: “*Diseño bioclimático para una vivienda unifamiliar en el clima tropical megatérmico seco. Caso de estudio: Pasaje - El Oro*” ha sido elaborado por la Br. **Luisa Samantha Flores Aguilera**, mismo que ha sido realizado con el asesoramiento permanente de mi persona en calidad de Tutor, por lo que certifico que se encuentra apto para su presentación y defensa respectiva.

Es todo cuanto puedo informar en honor a la verdad.



Arq. MSc. Christian Contreras

Dedicatoria

El trabajo de titulación lo dedico a mis padres, quienes han sido mi motor y fortaleza a lo largo de mi carrera profesional, a mis hermanas, a María, a mi abuelita y a Andrea, gracias a ustedes por estar para mí siempre.

Agradecimientos

En primer lugar, agradezco a Dios y a la vida por permitirme seguir esta maravillosa carrera, por las vivencias y conocimientos que me ha brindado la universidad, a los docentes, que han sido un pilar fundamental para mi desarrollo académico. A mis compañeros y a todos los miembros de la Universidad Católica de Cuenca.

Mis más sinceros agradecimientos al Arq. Christian Contreras, quien me guio y estuvo pendiente durante la realización del trabajo de titulación, por cada una de sus enseñanzas y consejos que me ayudaron a lograr mis objetivos, el objetivo de este trabajo de investigación.

Resumen

En la ciudad de Pasaje las viviendas no están diseñadas adecuadamente, ya que al momento de construir no consideran el factor más importante, el clima. El propósito del trabajo es diseñar un anteproyecto de vivienda unifamiliar con principios bioclimáticos, a través de un análisis climatológico y del confort en el clima tropical megatérmico seco (Caso de estudio: Parroquia urbana de Pasaje – El Oro). Las condiciones de habitabilidad son carentes, la ventilación inadecuada y la orientación incorrecta provocan altos niveles de incomodidad térmica. Se requirió de dos tipos de procedimientos de investigación para el diseño del anteproyecto. Primero, se realizó una encuesta estructurada en la que se les consultó sobre el nivel de confort que presentaban en el hogar según la escala ASHRAE. En segundo caso, se realizó un monitoreo físico, recogiendo información a partir de fichas de lectura que registraban datos de la vivienda, e instrumentos (termohigrómetros digitales) que ayudaban a medir la temperatura interior y la humedad relativa. Luego, se determinó las estrategias generales establecidas en herramientas de diseño bioclimático y se llevó a cabo el diseño preliminar de la vivienda. Para validar el proyecto, se utilizó el software DesignBuilder comparando los cuatro casos de estudio con la propuesta, revelando considerables diferencias de temperatura interna. Las estrategias determinadas se pueden aplicar fácilmente a otros lugares que se encuentren en el mismo piso climático que Pasaje.

Palabras claves: vivienda, clima tropical megatérmico seco, confort térmico

Abstract

In the city of Pasaje, houses are not adequately designed, since at the time of construction they do not consider the most important factor, the climate. The purpose of this work is to design a draft project of a single-family house with bioclimatic principles, through a climatological analysis and comfort in a dry tropical mega thermal climate (Case study: Pasaje urban parish - El Oro). The habitability conditions are lacking, inadequate ventilation and incorrect orientation cause high levels of thermal discomfort. Two types of research procedures were required for the design of the preliminary project. First, a structured survey was carried out in which they were asked about the level of comfort they had in the home according to the ASHRAE scale. Second, physical monitoring was carried out, collecting information from reading cards that recorded data from the home, and instruments (digital Thermo hygrometers) that helped to measure the indoor temperature and relative humidity. Then, the general strategies established in bioclimatic design tools were determined and the preliminary design of the house was carried out. To validate the project, DesignBuilder software was used to compare the case studies with the proposal, revealing considerable differences in internal temperature. The strategies determined can be easily applied to other sites that are on the same climatic floor as Pasaje.

Keywords: housing, dry tropical mega thermal climate, thermal comfort

Índice de Contenidos

Declaración	I
Certificación	II
Dedicatoria	III
Agradecimientos	IV
Resumen	V
Abstract	VI
Índice de contenidos	VII
Lista de figuras	X
Lista de tablas	XIII
Introducción	XVI
Problemática	XVIII
Justificación	XXI
Objetivos	XXIII
Metodología	XXIV
Marco teórico	XXVII
1. Conceptos sobre lo bioclimático	1
1.1. Desarrollo sostenible	1
1.1.1. Calentamiento global	3

1.2.	Arquitectura bioclimática	3
1.3.	Clima considerado (tropical megatérmico seco)	4
1.3.1.	Definición	4
1.3.2.	Factores del clima	4
1.3.3.	Elementos del clima	5
1.4.	Confort	7
1.4.1.	Factores fisiológicos que determinan el confort	8
1.4.2.	Factores ambientales que determinan el confort	9
1.4.3.	Modelos de confort térmico	10
1.5.	Herramientas bioclimáticas	18
1.5.1.	Psicrométrica de Givoni (zona de confort)	18
1.5.2.	Tablas de Mahoney	19
1.6.	Estrategias de diseño	21
1.6.1.	Forma y orientación	21
1.6.2.	Ventilación	22
1.6.3.	Protección solar, reflejos y volados	24
1.6.4.	Selección adecuada de materiales	25
1.6.5.	Relación de la edificación con la vegetación	25
2.	Análisis físico y de confort en la ciudad de Pasaje	26
2.1.	Análisis del clima de la ciudad de Pasaje	26
2.1.1.	Análisis de factores del clima	26
2.1.2.	Análisis de elementos del clima	27
2.2.	Análisis de casos de estudio	37
2.2.1.	Descripción de la población	37
2.2.2.	Análisis de datos de percepción de confort térmico	39
2.2.3.	Descripción general de grupos focales	45
2.2.4.	Análisis de datos de modelo adaptativo	46
2.2.5.	Resultados de modelo adaptativo	76
3.	Herramientas y estrategias bioclimáticas	82
3.1.	Psicrométrica de Givoni (zona de confort)	82
3.1.1.	Aplicación de método	83
3.2.	Tablas de Mahoney	84

3.2.1. Aplicación de método	85
4. Propuesta de anteproyecto	90
4.1. Resultados principales	91
4.2. Desarrollo de anteproyecto arquitectónico	93
4.3. Análisis de emplazamiento y zonificación	93
4.3.1. Estrategias implementadas	94
4.3.2. Modulaci3n	97
4.3.3. Morfología	98
4.4. Simulaci3n de la propuesta con los casos de estudio	100
4.4.1. Simulaci3n de casos de estudio	100
4.4.2. Simulaci3n de propuesta de anteproyecto	119
4.4.3. Resultados de simulaci3n en Designbuilder	123
5. Conclusiones y recomendaciones	126
5.1. Conclusiones	126
5.2. Recomendaciones	127
Referencias bibliogr3ficas	129
Referencias	129
6. Anexos	130
6.1. Tablas de Excel de datos meteorol3gicos por INOCAR	130
6.2. Encuesta en lnea	132
6.3. Fotografías	135

Lista de Figuras

1.	Mapa del área de estudio	XX
2.	Diagrama de metodología	XXVI
3.	Definiciones	XXVIII
2.1.	Precipitación	29
2.2.	Temperatura máxima, media y mínima	32
2.3.	Humedad relativa	33
2.4.	Velocidad media	35
2.5.	Dirección media	36
2.6.	Mapeo de viviendas	46
2.7.	Planta baja	48
2.8.	Planta baja	55
2.9.	Planta alta	56
2.10.	Planta baja	63
2.11.	Planta baja	70
2.12.	Planta alta	70
3.1.	Carta de Givoni	84
4.1.	Emplazamiento del proyecto	96
4.2.	Zonificación del proyecto	96
4.3.	Modulación del proyecto – ESC 1:200	97
4.4.	Paño de mampostería – ESC 1:150	98
4.5.	Viviendas del contexto inmediato	98
4.6.	Viviendas del contexto inmediato	99

4.7. Esquema de proceso de morfológico	99
4.8. Simulación vivienda A	100
4.9. Gráfica y tabla de temperatura interna y porcentaje de percepción promedio mensual del año	102
4.10. Gráfica de temperatura interna y porcentaje de percepción en el mes de abril	103
4.11. Gráfica de temperatura interna y porcentaje de percepción en el mes de agosto – Vivienda A	103
4.12. Simulación vivienda B	104
4.13. Gráfica y tabla de temperatura interna y porcentaje de percepción promedio mensual del año – Vivienda B	106
4.14. Gráfica de temperatura interna y porcentaje de percepción en el mes de abril – Vivienda B	107
4.15. Gráfica de temperatura interna y porcentaje de percepción en el mes de agosto – Vivienda B	108
4.16. Simulación vivienda C	109
4.17. Gráfica y tabla de temperatura interna y porcentaje de percepción promedio mensual del año – Vivienda C	111
4.18. Gráfica de temperatura interna y porcentaje de percepción en el mes de abril – Vivienda C	112
4.19. Gráfica de temperatura interna y porcentaje de percepción en el mes de agosto – Vivienda C	113
4.20. Simulación vivienda D	114
4.21. Gráfica y tabla de temperatura interna y porcentaje de percepción promedio mensual del año – Vivienda D	116
4.22. Gráfica de temperatura interna y porcentaje de percepción en el mes de abril – Vivienda D	117
4.23. Gráfica de temperatura interna y porcentaje de percepción en el mes de agosto – Vivienda D	118
4.24. Simulación vivienda propuesta	119
4.25. Gráfica y tabla de temperatura interna y porcentaje de percepción promedio mensual del año – Vivienda propuesta	121
4.26. Gráfica de temperatura interna y porcentaje de percepción en el mes de abril – Vivienda propuesta	122

4.27. Gráfica de temperatura interna y porcentaje de percepción en el mes de agosto – Vivienda propuesta	122
4.28. Gráfica de comparación de casos de estudio vs propuesta arquitectónica . .	124
4.29. Gráfica de comparación de casos de estudio vs propuesta arquitectónica . .	124
6.1. Tabla de Excel de temperatura, humedad relativa, y velocidad de los vientos de la ciudad de Pasaje	130
6.2. Tabla de Excel de precipitación de la ciudad de Pasaje	131
6.3. Preguntas de encuesta en línea – SECCIÓN A	132
6.4. Preguntas de encuesta en línea – SECCIÓN B	133
6.5. Preguntas de encuesta en línea – SECCIÓN C	134
6.6. Toma de temperatura interior en viviendas	135
6.7. Toma de temperatura interior en viviendas	135
6.8. Toma de temperatura interior en viviendas	136
6.9. Toma de temperatura interior en viviendas	136
6.10. Toma de temperatura interior en viviendas	137
6.11. Toma de temperatura interior en viviendas	137

Lista de Tablas

1.	Escala de sensación térmica	XXV
1.1.	Comparación de temperatura interna y neutra	9
1.2.	Factores para determinar el balance térmico	11
1.3.	Metabolismo para diferentes actividades	13
1.4.	Absorción de la radiación solar en base a los tipos de piel	14
1.5.	Valores “CLO”	16
1.6.	Valores “CLO”	17
1.7.	Combinaciones de vestimenta	17
1.8.	Tablas de Givoni	19
1.9.	Tabla de límites de confort	20
1.10.	Tabla de grados de humedad	20
1.11.	Tabla de indicadores	21
2.1.	Relieve del cantón Pasaje	27
2.2.	Valores pluviométricos	29
2.3.	Temperatura máxima media	31
2.4.	Humedad relativa	33
2.5.	Velocidad media	35
2.6.	Dirección media	36
2.7.	Tabla de nivel de confianza	38
2.8.	Perfil de grupo focal	39
2.9.	Gráfica de resultados a	40
2.10.	Gráfica de resultados b	40
2.11.	Gráfica de resultados c	41

2.12. Gráfica de resultados d	41
2.13. Gráfica de resultados e	42
2.14. Gráfica de resultados f	42
2.15. Gráfica de resultados g	43
2.16. Gráfica de resultados h	43
2.17. Gráfica de resultados i	44
2.18. Análisis físico de vivienda A	47
2.19. Recorrido del sol en vivienda A	49
2.20. Recorrido del sol en vivienda A	50
2.21. Recorrido del sol en vivienda A	51
2.22. Balance térmico Grupo A	53
2.23. Análisis físico de vivienda	54
2.24. Recorrido del sol en vivienda B	57
2.25. Recorrido del sol en vivienda B	58
2.26. Recorrido del sol en vivienda B	59
2.27. Balance térmico Grupo B	60
2.28. Balance térmico Grupo B	61
2.29. Balance térmico Grupo B	62
2.30. Análisis físico de vivienda	62
2.31. Recorrido del sol en vivienda C	64
2.32. Recorrido del sol en vivienda C	65
2.33. Recorrido del sol en vivienda C	66
2.34. Balance térmico Grupo C	67
2.35. Balance térmico Grupo C	68
2.36. Análisis físico de vivienda	69
2.37. Recorrido del sol en vivienda D	71
2.38. Recorrido del sol en vivienda D	72
2.39. Recorrido del sol en vivienda D	73
2.40. Balance térmico Grupo D	74

2.41. Balance térmico Grupo D	75
2.42. Balance térmico Grupo D	76
2.43. Tabla resumen de balance térmico grupo focal A	77
2.44. Tabla resumen de balance térmico grupo focal B	78
2.45. Tabla resumen de balance térmico grupo focal C	80
2.46. Tabla resumen de balance térmico grupo focal D	81
3.1. Tabla resumen de elementos climáticos	83
3.2. Tabla de Temperatura del aire	85
3.3. Tabla de Humedad relativa, precipitación y vientos	85
3.4. Tabla de Diagnóstico de rigor térmico	86
3.5. Tabla de Indicadores	87
3.6. Tabla de Recomendaciones para diseño arquitectónico	88
3.7. Tabla de Recomendaciones para diseño arquitectónico	89
4.1. Tabla de resultados principales	91
4.2. Tabla de resultados principales	92
4.3. Tabla de materialidad vivienda A	101
4.4. Tabla de materialidad vivienda B	105
4.5. Tabla de materialidad vivienda C	110
4.6. Tabla de materialidad vivienda D	115
4.7. Tabla de materialidad vivienda propuesta	120
4.8. Tabla de comparación de casos de estudio con propuesta arquitectónica . .	125

Introducción

El calentamiento global es el mayor reto socio-ambiental global que experimenta la tierra en la actualidad. Tanto así que, si no tomamos medidas para mitigar sus efectos negativos, a largo plazo, estaría en riesgo la vida. Las principales fuentes de contaminación ambiental son las industrias, sin embargo, las viviendas aportan con porcentajes considerables. La necesidad de encontrar confort y habitabilidad en el hogar, ha llevado a los usuarios a adquirir dispositivos que regulen el confort interior de sus casas. Si bien es cierto, estos equipos modifican la temperatura interior y la mantienen dentro de los rangos de confort, también causan daños ambientales irreparables. Es por esto, que la solución al acrecentado problema climático es diseñar y construir viviendas saludables, confortables y sostenibles. La vivienda, se puede considerar como saludable, cuando no presenta consecuencias perjudiciales tanto al contexto natural como al bienestar de sus ocupantes. Así, al momento de proyectar una edificación se debe ponderar las necesidades de los usuarios, la construcción y consecuentemente la población. En vista de esto, para alcanzar el confort térmico deseado en la vivienda, se considera aplicar estrategias bioclimáticas que mitiguen esos efectos negativos (Maldonado, 2006).

Newball (2000) hace mención sobre cómo entender los primeros conceptos de sostenibilidad a partir de la definición expuesta por Unwin (1902), en el cual dice que, la vivienda debe durar aproximadamente cien años, poseyendo características constructivas y funcionales que le permitan perdurar por ese período de tiempo; de cierta manera, estas particularidades fundamentan la noción de una vivienda amigable, mientras pasen los años la misma pueda adaptarse a las necesidades y requerimientos de sus habitantes. Para el diseño de una vivienda sostenible y confortable, se debe considerar un factor determinante, el clima. Entonces, decisiones tomadas para el diseño repercuten en el análisis de los parámetros que intervienen en cada entorno, es decir, que cada región donde se vaya a emplazar una vivienda o construcción, las condiciones climáticas, tales como temperatura del aire, radiación, humedad relativa y velocidad del aire, van hacer distintas. La combinación de los parámetros antes mencionados precisa las zonas climáticas, las mismas que poseen clasificaciones variadas de acuerdo a cada autor (Newball, 2000). A su vez, Guzmán Clavijo (2016) cita a Bautista, Carhuallanqui y Mendoza, (2014), exponiendo los aspectos que los autores toman en consideración para la realización de una arquitectura bioclimática: el clima, las condiciones de confort del contexto y del usuario. Estos atributos construyen el confort térmico de los espacios, resultando un acuerdo entre el medio circundante y el hábitat humano. En suma, el marco conceptual de esta investigación se divide en cinco temas categoriales: 1) el clima, 2) el confort, 3) las herramientas bioclimáticas, 4) las estrategias bioclimáticas y 5) recomendaciones, para ser aplicadas a una propuesta de diseño de una vivienda.

Teniendo en cuenta el anterior problema descrito, se procederá a indagar y recolectar un vasto marco teórico sobre 1) el clima, 2) el confort, 3) las herramientas bioclimáticas, 4) las estrategias bioclimáticas y 5) recomendaciones. Luego se realizará un análisis de campo en el lugar de estudio por medio de observaciones participantes, lo que permitirá observar y sistematizar aspectos físicos tanto del medio circundante como de las edificaciones, consideradas en el caso de estudio. Posteriormente, se encuestará a 68 personas -la encuesta muestral es proporcional al número de habitantes de la parroquia urbana de Pasaje- y se consultarán diversas variantes que puedan afectar su malestar habitacional. De las familias ya entrevistadas se elegirán tres viviendas para llevar a cabo un estudio específico sobre los factores internos y externos que afectan la comodidad del núcleo familiar. Finalmente, el objetivo general de este proyecto de investigación será diseñar un anteproyecto arquitectónico de vivienda unifamiliar en el piso climático tropical megatérmico seco - caso de estudio: parroquia rural Pasaje, aplicando estrategias a partir de mecanismos climáticos. El proyecto tendrá un impacto positivo en las poblaciones con capacidad de ingresos bajos. Las problemáticas de confort térmico en el interior de las construcciones no sólo ocurren por el cambio climático, sino también, es oportuno considerar ciertos factores como la iluminación, ventilación, orientación, uso adecuado de materiales en la construcción y sobre todo una adecuada distribución de los espacios. En varias ocasiones estos factores no son tomados o considerados al momento de bosquejar una vivienda, trayendo consigo numerables insatisfacciones en el espacio construido. Así, se toma como objeto de estudio las viviendas de la ciudad de Pasaje, que poseen varios de los problemas antes mencionados, esto se debe a que las construcciones no son diseñadas por profesionales en el ámbito de la construcción (arquitectos), sino por obreros tienen conocimientos limitados o nulos sobre el tema bioclimático. Las soluciones que emplean los pasajeños para conseguir un adecuado confort es la utilización de elementos mecánicos de enfriamiento, originando así un alto consumo de energía, lo que impacta en mayores gastos energéticos y económicos.

Problemática

El cambio climático generalmente está relacionado con la destrucción de los ecosistemas y la extinción de la biodiversidad. Si bien esto es cierto, está claro que el calentamiento global tiene un impacto directo en nuestras vidas y salud. Además de elevar la temperatura media del planeta, también está provocando un aumento en la frecuencia, la intensidad y el pico de las olas de calor. Por su ubicación en el Meridiano Greenwich, Ecuador está expuesto principalmente a la radiación solar y por lo tanto tiende a acumular más calor durante el año, manteniéndose el nivel de temperatura en principio constante. Sin embargo, el impacto de las corrientes de Humboldt (fría) y el Niño (cálida), determinan dos períodos climáticos completamente opuestos, uno es lluvioso y húmedo, el calor tropical típico dura de diciembre a abril, el otro es seco, de mayo a diciembre (Campos, 2018).

Las altas temperaturas suponen un riesgo importante para la salud humana, sin embargo, cabe señalar que el grado de impacto del calor en la salud depende no solo de la intensidad y duración de estos fenómenos climáticos o del grado de adaptación individual. También se relaciona con la vulnerabilidad social, que depende en gran medida de los determinantes espaciales y sociales. Parte del problema es la notable falta de criterio para construir considerando el confort térmico de las casas. En el pasado la gente construía sus casas sin ningún criterio bioclimático, ya que no las consideraban necesarias. Construían empíricamente “viviendas con espacios habitables”, pero con problemas de iluminación y ventilación.

Las pautas de diseño que se esbozaban eran orientadas a proyectar espacios vitales, de acuerdo al modelo de patrón espacial típico dentro de la casa (sala, comedor, cocina, baño y dormitorio). No se consideraba la ocurrencia de radiación, ventilación, temperatura y precipitación, lo que causó malestar interno. De esta forma, se puede manifestar que las diferentes condiciones ambientales, que hoy han influido en la comodidad de las personas que habitan tales viviendas, no se han incluido en el diseño de la casa, debido a cambios que quizás en el pasado no se han presenciado con severidad en el ecosistema.

Las personas necesitan mucha energía para realizar diversas actividades diarias, las cuales dependen del lugar a cometer, ya que, si el espacio es agradable, estas labores se efectuarán de formas ideales y ajustadas. El espacio arquitectónico en el que operamos todos los días hace que las personas se sientan, térmicamente, cómodas o incómodas, pudiendo observar reacciones individuales al realizar las labores de trabajo. En un proyecto habitacional se podría considerar la implementación de criterios proyectuales y bioclimáticos, es decir, elementos arquitectónicos ornamentales y de acabado, -ya sean celosías, pérgolas, volados o envolventes- puedan ayudar a mitigar o a reflejar la incidencia

solar o cualquier otro agente externo que pueda perjudicar o beneficiar a la vivienda. La materialidad predominante de las fachadas en la mayoría de viviendas de la ciudad de Pasaje no toma en cuenta las especificaciones técnicas de los materiales utilizados, ya que no existe un estudio previo sobre costos energéticos y de fabricación, que puedan afectar tanto al presupuesto de la obra como a la temperatura en la casa.

A consecuencia de la inconformidad que existe dentro de las viviendas al no contemplar los imprevistos de agentes climáticos, los usuarios optan por adquirir equipos de climatización, generando un gasto extra que impacta negativamente en la economía de los hogares, y que podría ser reprimido o disminuido con tan solo implementar un diseño bioclimático en las viviendas. Así entonces, dentro de la problemática se presenta la necesidad de mejorar las condiciones de habitabilidad visto desde el confort térmico, evaluar y analizar las viviendas de la parroquia a estudiar. La solución buscara mejorar las condiciones de vida, vislumbradas desde una perspectiva térmica.

Delimitación del problema

La vivienda es una composición espacial que para su diseño y construcción debe tomar en consideración un sinnúmero de sinergias que ejecutadas debidamente resulta en un objeto habitable. Las viviendas suelen ser espacios con bajas condiciones de habitabilidad y sobre todo gasto de energía. La falta o errónea orientación y ventilación de las viviendas en climas de temperaturas altas a medias, ocasiona un disconfort térmico elevado; problemáticas que se dan en las ciudades de la Costa Ecuatoriana. En la actualidad la ciudad de Pasaje perteneciente a la provincia de El Oro no cuenta con documento técnico que permita ejemplificar criterios de diseño-construcción acerca del clima (tropical megatérmico seco) y niveles estándares de confort.

El desarrollo paulatino de la ciudad y las condiciones socioeconómicas son los dos puntos clave que conducen a este problema. El rápido crecimiento de la población requiere viviendas dignas y cómodas, pero algunas personas, personas de bajos ingresos, les es imposible pagar el costo de contratar profesionales de la construcción. Es por esto que muchas edificaciones se realizan sin personal capacitado, ignorando el consumo energético, el confort térmico, la estructura de envolvente a utilizar, la entrada solar, la dirección del viento y varios componentes equivalentes que están interrelacionados con la arquitectura bioclimática.

Este trabajo tiene como objetivo diseñar un anteproyecto de vivienda unifamiliar basado en estándares bioclimáticos para un clima tropical megatérmico seco. El anteproyecto podría emplearse en distintas zonas del Ecuador con mismo piso climático. Se analizará el clima y las estadísticas, los elementos y factores del clima, los estudios de confort y los parámetros que afectan al clima. Del mismo modo, las investigaciones sobre el confort higrotérmico y los mecanismos de bioclimáticos, ayudarán a redefinir las recomendaciones más idóneas para implementar en el anteproyecto arquitectónico.

Definición de la zona de estudio

El caso de estudio se conforma por las viviendas que se ubican en la parroquia principal de Pasaje, parroquia matriz Ochoa León. Los análisis de confort son dos: uno a nivel local

(número específico de habitantes) y otro a nivel residencial (cuatro grupos focales), el cual se realizará un perfil de grupo focal para poder seleccionar las viviendas sujetas a medición del ambiente interior. Las observaciones y mediciones de temperatura se registrarán en cada una de las encuestas. Los límites del área de estudio son:



FIGURA 1: *Mapa del área de estudio*

Fuente: Municipio de la ciudad de Pasaje

Justificación

Para comprender los motivos de este estudio, se debe tener en claro que como proyectistas del espacio se tiene la obligación de cambiar conductas y sentimientos a través del diseño, logrando así un juicio colectivo del papel protagónico que se tiene en la tierra, del mismo modo saber administrar los recursos que este ofrece. Es entonces una visión más razonada y sensata de cuál debe ser la contribución al porvenir, no solo para el Ecuador, sino también para el mundo entero, porque nuestra responsabilidad es amplia. Somos autores directos tanto de la arquitectura local como urbana, que en la actualidad están causando crecientes problemas en la vida cotidiana. La ciudad de Pasaje es la segunda ciudad más grande de la provincia de El Oro y forma parte del área metropolitana de Machala. La ciudad de Pasaje es considerada un destino turístico por su riqueza en belleza natural, gastronomía y la calidad de su población. Por tanto, esta ciudad es apta para vivir, siempre que consideremos los parámetros de habitabilidad. Para establecer la importancia de este problema se determinará cuatro puntos que responderán a las interrogantes de: ¿Qué tan importante es el problema?, ¿Qué tan grande es?, ¿Qué tan posible es resolverlo? y ¿Qué tanto se puede modificar?

Trascendencia: El calentamiento global es uno de los problemas más comentados en la actualidad, un fenómeno que afecta globalmente a todos los que componen el planeta tierra y sí no mitigamos esta manifestación, el mundo se acabará paulatinamente por los desastres ambientales. La ciudad de Pasaje tiene un clima muy cálido que oscila entre 22 y 24 ° C, cubriendo el 35,4% de la superficie del cantón; este clima dominante está presente principalmente en el casco urbano. Entonces, para residir cómodamente en esta ciudad, el clima, los elementos y factores que influyen en ella, deben ser analizados a fondo y trabajados en paralelo a la hora de diseñar una casa. La gran mayoría de los pobladores no invierte en profesionales de la construcción, sino que ceden los proyectos a obreros que, peritos en el ámbito práctico por sus años de trabajo no tienen un estudio académico que certifique sus conocimientos en otras ramas de la arquitectura que van íntimamente ligadas para la ejecución de las obras. Dicho esto, la rama en cuestión es la arquitectura bioclimática, precepto que es usado en gran mayoría por las grandes ciudades del primer mundo. Proporcionar un diseño de anteproyecto bioclimático sería la solución para personas con recursos moderadamente bajos que no pagarían la remuneración de un arquitecto, pero que quieren vivir de manera placentera y sostenible.

Magnitud: La necesidad de confort interno en los hogares de la ciudad de Pasaje es amplia, la mala ventilación en las viviendas es un gasto para los residentes, pues la única solución para sentirse cómodos es la implementación de aires acondicionados. El número de estos dispositivos de enfriamiento es de al menos dos por hogar. Por tanto, si se implementara un prototipo de proyecto bioclimático, ayudaría a reducir en gran medida

los aspectos ambientales y económicos.

Vulnerabilidad: El problema se puede solucionar a la hora de contar ya con el prototipo de vivienda unifamiliar bioclimática, pues para la posterior construcción de viviendas en la ciudad de Pasaje, se puede basar en el mismo o similar criterio bioclimático, contribuyendo así a una construcción sostenible y amigable.

Factibilidad: Este problema puede modificarse levemente durante una intervención en la vivienda, es decir cuando se desea realizar una reparación mediana o mayor: cambio de las envolventes de mampostería mediante elementos ligeros o la implementación de ventanas que permitan el paso de ventilación.

Como consecuencia de lo antes mencionado confirmamos la relevancia de examinar y reconocer los trascendentales efectos que genera la relación y conducta entre las variables climáticas y los elementos físicos del hogar en la calidad del confort higrotérmico, estableciendo un modelo de vivienda unifamiliar con estrategias pasivas, o que utilicen estas pautas para intervenir sus viviendas, promoviendo la mejora del confort térmico y la calidad de vida en el interior de sus hogares. El objetivo de esta investigación es abrir la puerta a más investigaciones, no es un trabajo cerrado, por el contrario, creo que el estudio del desarrollo sostenible en una ciudad ayuda significativamente a mejorar las condiciones de vida de sus habitantes, por lo que es susceptible de seguirse complementando.

Objetivos

General

- Diseñar un anteproyecto de vivienda unifamiliar con principios bioclimáticos, a través de un análisis climatológico y del confort en el clima tropical megatérmico seco (Caso de estudio: Parroquia urbana de Pasaje – El Oro).

Específicos

- Revisar bibliografía sobre las categorías a estudiar: el clima, confort, herramientas bioclimáticas, y estrategias bioclimáticas, enfocadas a reducir el incomfort en el clima megatérmico seco.
- Analizar y observar, en los casos de estudio, las propiedades físicas de las viviendas y la percepción del confort térmico.
- Definir herramientas y enlistar estrategias bioclimáticas, que tienen un impacto positivo en el confort térmico de las viviendas unifamiliares en Pasaje – Ecuador.
- Plantear y comparar el diseño a nivel de anteproyecto de una vivienda unifamiliar con criterios bioclimáticos, con los casos de estudio, por medio de simulaciones digitales.

Metodología

El análisis metodológico de esta investigación adopta métodos teóricos-cualitativos y observación de campo. Para comprender la configuración del área de estudio y tener una visión panorámica del mismo se recopila información bibliográfica, creando un marco teórico conceptual sobre la temática y lugar a estudiar. Para el cumplimiento del objetivo específico 1 la lectura relacionada considerará las siguientes actividades:

- Análisis de referencias relacionadas con los factores y elementos del clima tropical megatérmico seco.
- El estudio del confort también interviene en la revisión bibliográfica, para explicar con precisión el período de percepción ambiental, que se define por factores ambientales y fisiológicos que implican. El confort térmico será estudiado para su posterior aplicación.
- Revisión de herramientas bioclimáticas a utilizar, las cuales se basan en el uso de tablas y diagramas para derivar estrategias.

Luego del pormenorizado marco referencial teórico se debe analizar y observar los casos de estudio. Para el cumplimiento del objetivo específico 2 se realiza los siguientes procedimientos:

- Revisión de los datos climáticos de la ciudad de Pasaje, datos brindados por el Instituto Oceanográfico y Antártico de la Armada (INOCAR), que serán recolectados con el fin de permitir un conocimiento claro del escenario a examinar.
- Estudio de confort a un número específico de personas de la parroquia que consiste en una encuesta estructurada que contendrá preguntas cerradas (opción múltiple). A las personas se les pide que expresen su nivel de confort, a partir del uso de la escala de ASHRAE. Dicha escala tiene como objetivo establecer condiciones térmicas aceptables para los habitantes de una construcción en función de una serie de factores relacionados con el entorno interior (temperatura, radiación de calor, humedad y velocidad del aire). Se valora a partir de siete puntos, de frío o muy insatisfactorio: -3 a caliente o muy satisfecho: 3. La información obtenida en las encuestas se tabulará en una hoja digital, obteniendo resultados tanto porcentuales como gráficos. La interpretación de estos datos ayudará a conocer las carencias que tienen las viviendas y cuáles deben tomarse a la hora de plantear el anteproyecto de vivienda unifamiliar.

Tabla 1: *Escala de sensación térmica*

Sensación térmica	Frío	Fresco	Ligeramente Frío	Neutral Normal	Ligeramente caliente	Cálido	Caliente
Valor	-3	-2	-1	0	1	2	3

Fuente: CHANGQING, 2015

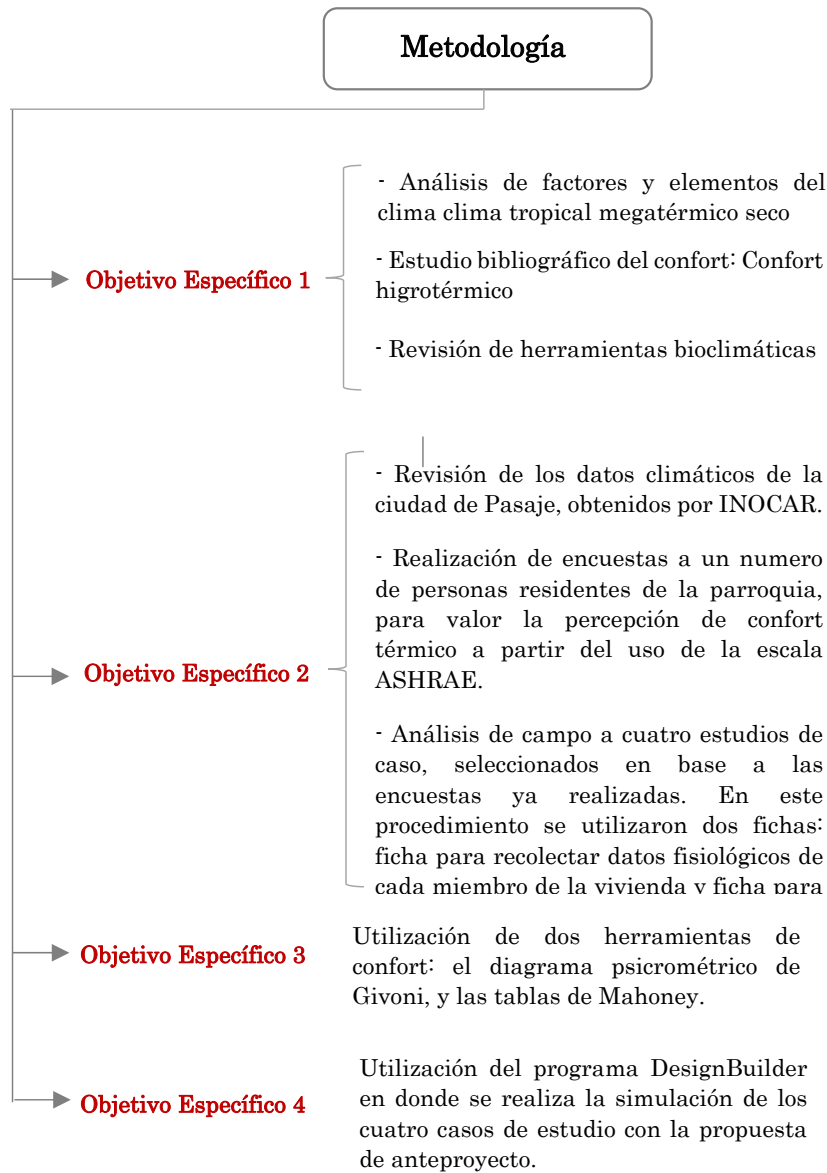
- Luego de las encuestas ejecutadas se realiza el análisis de campo a cuatro estudios de caso, seleccionados en base a las encuestas ya realizadas. Para la selección de viviendas, el requisito principal es que el núcleo familiar brinde las facilidades para realizar el estudio de diagnóstico real en el interior de la vivienda. En este procedimiento se utilizaron dos fichas, una ficha para tomar los datos fisiológicos (peso, altura, color de piel, actividades que realiza, nivel de arropamiento) del núcleo familiar y otra ficha para llevar a cabo el levantamiento de información a partir de un instrumento (termohigrómetro digital) el cual ayudará a medir la temperatura y humedad relativa interior de las casas. Asimismo, se registra los datos de la vivienda (número plantas, materialidad de muros, cubierta y ventanas).

Para el cumplimiento del objetivo específico tres se utiliza dos herramientas de confort, el diagrama psicrométrico de Givoni, y las tablas de Mahoney. Estos mecanismos ya tienen preestablecido estrategias, pero estas son demarcadas en base a los datos climáticos que se ingresen en la herramienta. Las recomendaciones bioclimáticas resultantes serán adaptables al área de estudio.

Finalmente, para el cumplimiento del objetivo específico cuatro se utiliza el programa DesignBuilder en donde se realiza la simulación de los cuatro casos de estudio con la propuesta de anteproyecto. Los procedimientos seguidos son los siguientes:

- Se ingresa los datos climáticos del área de estudio, el número de habitantes de la vivienda, las actividades más comunes que realizan, las horas con más recurrencia en cada espacio y la materialidad de toda la vivienda (piso, entepiso, mampostería, y cubierta).
- Se inicia dibujando la planta de la vivienda, lo más volumétricamente posible dividiendo cada espacio y ubicando ventanas.
- Luego se procede con la simulación, resultando tablas y gráficas de la temperatura interna de cada espacio y el porcentaje de percepción.

FIGURA 2: Diagrama de metodología



Fuente: Flores, 2022

Marco teórico

Se establecerán algunas definiciones que podrán ser útiles para tener una referencia de todo el marco conceptual que se va a estudiar, categorías claras de alta capacidad de representación en la realidad, que ayuden a entender el desarrollo de esta investigación. Se hará de forma organizada pensando en cómo y por qué llevar a cabo este proyecto. Se tomará como punto de análisis la parroquia urbana de la ciudad de Pasaje, ubicada en la provincia de El Oro, se eligió esta zona porque la mayoría de sus casas presentan malestar térmico interno, lo que requiere de manera urgente un prototipo que presente pautas de diseño bioclimático, las cuales pueden dar lugar a futuras construcciones confortables y amigables al medio ambiente.

Este análisis tendrá en cuenta el clima del lugar, la comodidad de los usuarios, las herramientas bioclimáticas, y las estrategias que aparecerán luego de todos los detallados estudios cualitativos y cuantitativos de la ciudad. La propuesta irá acompañada de las estrategias, ya que estas se incorporarán al modelo y así beneficiarán al residente. A continuación, se establecen algunos conceptos clave que ayudarán a comprender el proyecto de investigación:

- **Arquitectura bioclimática:** Esta rama de la arquitectura consiste en diseñar construcciones tomando en consideración los fenómenos climáticos, y usando estos recursos - sol, vegetación, lluvia, viento - de manera eficiente, para disminuir la contaminación ambiental y el consumo energético. Este precepto está directamente vinculado a la construcción ecológica, relacionado a estructuras o técnicas para edificar. Utilizan los recursos de manera competente a lo largo de la vida de la edificación. Hay que mencionar, además su impacto en la salud de los edificios, a través de la optimización del confort térmico controlando los niveles de dióxido de carbono en el interior, mejorando la iluminación y el uso de materiales de construcción amigables (Sánchez, 2014).

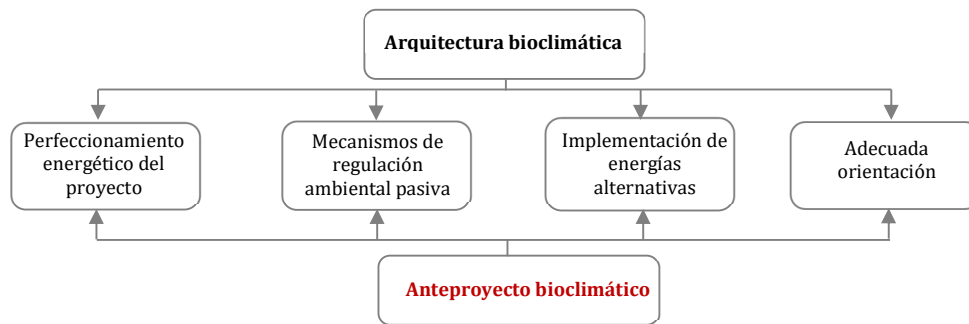


FIGURA 3: *Definiciones*

Fuente: (Sánchez, 2014)

- **Clima tropical megatérmico seco:** La precipitación anual es de entre 500 y 1000 mm y se recolecta entre diciembre y mayo. La estación seca es muy pronunciada y las temperaturas medias son altas, por encima de los 24 ° C. Este clima se ubica al Este entre 0 ° y 4 ° 30 ' S y afecta a una franja de unos 60 km de ancho. La vegetación consiste principalmente en un bosque seco con muchos Ceibos (Pourrut, 1983).
- **Confort:** Al momento de ilustrar los proyectos se debe contemplar la iluminación, la humedad, la ventilación, y el uso de materiales no tóxicos. El usuario como protagonista del espacio debe sentirse cómodo, de modo que se solventar todas sus necesidades de confort. Las edificaciones que carecen de comodidad son reducidas a través de mecanismo de refrigeración y calefacción, si bien garantiza una temperatura ambiente habitable, siempre será beneficioso los sistemas de ventilación y calefacción natural (Maldonado, 2006).
- **Herramientas de diseño:** El uso de herramientas bioclimáticas resulta beneficio a la hora de establecer estrategias de climatización, obviamente estas dependen del clima a la que estén expuestas. Por medio de las gráficas solares se evaluará la orientación más idónea para emplazar un proyecto, ya que se examinan los rayos de sol directos e indirectos. Asimismo, el diagrama psicrométrico de Givoni ayudará a determinar los requisitos de confort de un área en función de las propiedades del aire, la humedad y la temperatura promedio. Este diagrama no es exacto, porque el nivel de comodidad depende de cada persona, pero hay una aproximación general.

Conceptos sobre lo bioclimático

1.1. Desarrollo sostenible

La revisión histórica de la arquitectura bioclimática da inicio en el Paleolítico, cuando los nómadas pasaron a ser sedentarios y necesitaban asentarse y refugiarse, lo que se pudo solucionar creando cubiertas ante el mal tiempo. Estas se ambientaron localmente y su impacto en la naturaleza fue mínimo. A finales del Paleolítico, las casas estaban hechas de huesos de animales y cubiertas con ramas o pieles de los mismos animales que habían sido presas de estos sedentarios. La conclusión es que, en estas casas colectivas, debido a que vivía más de una familia, se ponían al fuego grasas y huesos de animales para brindar comodidad interna. En la Edad Media en Europa, aparecieron asentamientos medievales con baja densidad de población y, al igual que el Paleolítico, no hubo un consumo excesivo de recursos (Cruz, 2014).

Durante la Revolución Industrial, la ciudad comenzó a sufrir cambios significativos, porque la población se volvió más densa y las necesidades de infraestructura de los residentes se hicieron cada vez más altas. Debido a las restricciones de higiene y condiciones de vida, las emisiones de carbono y otros elementos de diversas industrias han comenzado a atraer la atención de la gente. Con el establecimiento de la Revolución Industrial, la población rural acudió en masa a las ciudades. Pero estas no podían acomodar a mucha gente, y las casas comenzaron a albergar a trabajadores en condiciones inestables (Pullutasig Laguna, 2019).

La emisión de dióxido de carbono y otros elementos (productos de la transformación de materia) afectó el aire, el agua y la tierra, por lo que París estableció en el siglo XVIII, a través de Haussman, parámetros para configurar la ventilación natural y los espacios interiores con requisitos sanitarios. El motivo de los parámetros era la intervención lumínica. Fruto del movimiento moderno del siglo XX, se trata de restablecer la relación entre arquitectura y medio ambiente. Se desarrollaron nuevas tecnologías de construcción utilizando materiales como hormigón, acero y vidrio. Por ejemplo, una de las casas diseñadas por el arquitecto estadounidense Frank Lloyd Wright es la casa de la cascada (Cruz, 2014).

El concepto de sostenibilidad surge de la necesidad de demarcar e investigar el comportamiento humano en el medio ambiente. El término “desarrollo sostenible” apareció en documentos firmados por 33 países africanos bajo el auspicio de la Unión Internacional

para la Conservación de la Naturaleza (UICN) en 1969. En el mismo año, Estados Unidos promulgó la Ley Nacional de Política Ambiental, que definió el desarrollo sostenible como: “desarrollo económico que pueda llevar beneficios para las generaciones actuales y futuras sin dañar a los recursos o los organismos biológicos”. La antigua directora de la Organización Mundial de la Salud (OMS) y pionera de los derechos medio ambientales, la doctora Gro Harlem Brundtland, definió el término de desarrollo sostenible como: “Satisfacer las necesidades de las generaciones presentes, sin comprometer las posibilidades de las del futuro para atender sus propias necesidades” (Pullutasig Laguna, 2019).

Pullutasig Laguna (2019), afirma que la mayoría de las capitales económicas y financieras han florecido gracias al desarrollo tecnológico y científico, las poblaciones han comenzado a aumentar y han surgido nuevos centros urbanos. En 1970, se desarrolló un nuevo estilo arquitectónico llamado High-Tech, en un intento por revitalizar el arte moderno, que incluyó la innovación tecnológica de uno de sus mayores representantes como Foster, y se desarrollaron muchos proyectos, uno es el Centro Pompidou de París. En 1973, durante la crisis del petróleo, la mayoría de los edificios de alta tecnología no eran inmunes al uso excesivo de vidrio y materiales metálicos y al mantenimiento constante de los mismos (lo que significaba que el costo y el desperdicio de energía eran demasiado altos). El Centro Pompidou es un ejemplo obvio de lo que no se debe hacer. Los arquitectos insignes que salvaguardaban este modo tuvieron que evitar seguir desarrollando este método de construcción, pero mejor buscaron restablecer el concepto de High-Tech y hacer de la conservación de energía una prioridad como lo era en la década de los 90.

Por otro lado, se crearon nuevas entidades como Greenpeace y el Fondo Mundial para la Naturaleza y los países que más energía han consumido, practican nuevas y diferentes formas para el desarrollo energético, puesto que estas malas prácticas que se venían utilizando han traído consecuencias catastróficas debido a problemas ambientales, incluida la contaminación del agua y del aire, a través de gases de efecto invernadero. Para establecer nuevos estándares de sostenibilidad, garantizando la vida del planeta y de nuestras futuras generaciones, se tuvo que analizar el panorama aterrador que azotaba al mundo entero en 1992, por lo mismo se realizó en Río de Janeiro la primera cumbre mundial en materia ambiental, que estableció el concepto de desarrollo sustentable. En 1997 se celebró otra cumbre mundial, denominada “Protocolo de Kyoto”, que se centró en la reducción de los gases de efecto invernadero, que ha provocado el calentamiento global de la tierra. Este protocolo requería que todos los países, especialmente los países más contaminantes, reduzcan las emisiones de carbono y el consumo de combustibles fósiles entre un 5 % y un 10 % para el 2010, con el fin de buscar la eficiencia energética.

En 2002, se celebró la “Cumbre de Johannesburgo”, en donde, aproximadamente, participaron 21.000 personas de sus 191 gobiernos, organizaciones gubernamentales y no gubernamentales, la sociedad civil, comunidades científicas y académicos, con el objetivo de llegar al desarrollo sostenible, destacando la importancia y trascendencia del multilateralismo. Otro objetivo fue disminuir la proporción de residentes que no pueden acceder a los servicios energéticos en el hogar en menos de la mitad y duplicar el valor de la eficiencia energética en los países desarrollados (Pullutasig Laguna, 2019).

1.1.1. Calentamiento global

De acuerdo con [Pozo Leño et al. \(2011\)](#) los seres humanos siempre han interactuado con el medio ambiente natural y lo han estado transformando, por lo que los problemas ambientales no son recientes. Pero lo que hace que la situación actual sea especialmente preocupante es la aceleración de estos cambios en el medio natural, su inmensa naturaleza y consecuencias. Parece que los problemas ambientales ya no son independientes entre sí, sino que componen elementos interrelacionados, constituyendo una realidad diferente a la de los problemas. Por tanto, además de hablar de problemas medioambientales simples, también podemos hablar de más problemas hoy, estamos ante una crisis medioambiental real, y la gravedad de la crisis ha surgido en un contexto global. Pero no podemos limitarlo a esta crisis, sino considerarlo un conflicto con el mundo y ciertos métodos de vida.

El cambio climático es causado por la emisión e impacto gradual de metano, óxidos de nitrógeno, dióxido de carbono y otros gases, así como por la acumulación de vapor de agua, también conocido como gases de efecto invernadero. En la investigación realizada por la ciudad de Quito a través de la estación meteorológica del observatorio, debido al cambio climático y las llamadas emisiones generadas por calor, la temperatura de la isla ha aumentado de 1,5 °C a 1,6 °C ([Cáceres., 1998](#)). Los edificios son entidades con influencia significativa porque la construcción y el mantenimiento de los edificios consumen materias primas y energía. Del mismo modo, la energía utilizada para actividades básicas (como calefacción, ventilación e iluminación) representa el 45 % del consumo total, mientras que solo el 5 % de la energía se utiliza para capacitación o construcción. Sabiendo que las construcciones son las que consumen mucha materia prima, entonces el impacto entre el edificio y el medio ambiente debe ser abismal. El 70 % de recursos en materia prima son destinados a productos madereros usados en la construcción, el 60 % es en tierra que se emplea para la construcción dejando de ser usada en la agricultura, y el 40 % de recursos es agua, que es destinada a las edificaciones ([Pullutasig Laguna, 2019](#)).

1.2. Arquitectura bioclimática

Este es un método de construcción que utiliza el clima y las condiciones circundantes para lograr suficiente confort térmico en el interior. Solo se puede lograr a través de pautas bioclimáticas y elementos de diseño arquitectónico. Muchos factores físicos y psicológicos afectan la comodidad; buscan la comodidad física a través de aspectos biofísicos y constructivos, e introducen la comodidad psicológica y cultural considerando la antropología, la cultura y aspectos igualmente constructivos ([Guachizaca Peralta, 2015](#)).

[Pullutasig Laguna \(2019\)](#) manifiesta que la arquitectura bioclimática abarca mecanismos admitidos mediante estudios, que permiten el control automático térmico a través de la zona de confort personal en un espacio determinado sin necesidad de elegir otros mecanismos técnicos. De la misma manera, mejora de la salud interna del edificio, especialmente la mejora de la calidad de vida de los usuarios. Muestra las diferentes herramientas utilizadas en el diseño, como el cuadro de Givoni y las tablas de Mahoney, instrumentos

centrados en el confort bioclimático, mostrando las estrategias implementadas en el diseño. Para realizar arquitectura bioclimática se debe tener en cuenta ciertas definiciones que serán vitales para su posterior aplicación: clima, orientación, entorno, vientos, temperatura, humedad relativa, precipitación, adecuada implementación de materiales, entre otros. Y como resultado, un proyecto arquitectónico incorporado en su contexto.

1.3. Clima considerado (tropical megatérmico seco)

1.3.1. Definición

El clima en la ciudad de Pasaje es cálido y húmedo. De acuerdo con la clasificación climática propuesta por ORSTOM, existen dos tipos de clima en la ciudad de Pasaje: tropical megatérmico seco (TMS) y ecuatorial mesotérmico semi húmedo (EMSH). El clima específicamente a estudiar es el Tropical Megatérmico Seco (TMS), que cubre el 58,76 % de la superficie del cantón, equivalente a 26. 815,6 ha. La parte occidental del cantón pertenece a este clima, correspondiente a las parroquias La Peaña, Cañaquemada y Buenavista, así como la parte occidental de las parroquias Pasaje y Progreso, ubicadas entre 10 y 1.360 m.s.n.m. (PDOT Pasaje, 2018)

1.3.2. Factores del clima

En el diseño arquitectónico, es necesario analizar los factores y elementos del clima, porque su comprensión contribuye a las características absolutas del área geográfica donde se emplazará el proyecto. Los factores condicionan al clima de un lugar específico, de manera que afectan a los elementos del mismo. Estos factores son: altitud, orientación del terreno, masa de agua y vegetación.

Altitud

En la atmósfera, la temperatura desciende con el aumento de altitud, y cuando sube 100 m en verano y 122 m en invierno, la temperatura desciende a un nivel de aproximadamente 0,5 ° C (Guimarães Merçon, 2008). Este efecto es especialmente significativo en las zonas tropicales donde las temperaturas suben tanto, fácilmente a medida que aumenta la altitud. Además, ligeras diferencias en el suelo pueden cambiar el clima. El aire frío es más pesado que el aire caliente, por lo que por la noche la presión del aire cae y se crea aire frío cerca de la superficie de la tierra. La elevación impide una fácil distribución de las temperaturas nocturnas, creando vientos fríos y fuertes para llegar al punto más bajo, creando una “isla fría”.

Orientación De Relieve

En áreas relacionadas con el clima, las consecuencias de la orientación del relieve con relación a la incidencia del sol son poco probables. Esto se debe a que el sol brilla de diferentes formas, de norte a sur y durante el resto del año en sentido contrario. Sin embargo, en esta zona soleada durante todo el año, es importante tener en cuenta la ubicación del edificio y priorizar las superficies del terreno que están más protegidas del sol (Guimarães Merçon, 2008).

Masas De Agua

Cerca del mar hace que el clima sea moderado en temperaturas extremas, y aporta más humedad a medida que el aire llega del mar al continente. El agua de mar tiene una cierta temperatura (calor específico) por encima de la temperatura del suelo, por lo que suele ser más templado durante las estaciones frías y más frío en verano, y generalmente la temperatura general es fría durante el día y cálida durante la noche. En otras palabras, el viento sopla del mar hacia la tierra durante el día y el movimiento contrario durante la noche. El acondicionador de aire o brisas marinas reducen el calor durante el día y el aire en el piso o brisas terrestres limitan la luz solar. En las zonas templadas, este viento sopla con más fuerza y se relaja, reduciendo así el calor en las zonas costeras. Para ser precisos, aumenta el calor (por la noche) (Guimarães Merçon, 2008).

Vegetación

Los árboles actúan como zona reguladora de la temperatura, proporcionando sombra y reduciendo los efectos del calor. A las doce del día, en la sombra de los árboles la temperatura puede ser unos 3 ° C más baja que la del sol estando en las mismas condiciones. Además, la cantidad de vegetación reduce significativamente el ruido ambiental. Las hojas atrapan el polvo y filtran el aire. Además, la vegetación asegura la privacidad y reduce los efectos de la luz (Guimarães Merçon, 2008).

1.3.3. Elementos del clima

Son un conjunto de componentes que definen el clima atmosférico, utilizados para medir y determinar el clima en un instante dado. A partir del análisis de estos elementos se puede controlar su comportamiento, pudiendo establecer mecanismos bioclimáticos que puedan generar una armonía en el ambiente interior. Su conceptualización ayudará a tener un panorama más claro al momento de examinar los elementos de la zona geográfica de estudio.

Temperatura Del Aire

La calidad del aire capturado instantáneamente depende de dónde esté leyendo (lugar de la lectura), ya sea si el suelo es de hierba o de pavimento, si hay sombra o sol. En estudios generales medidos por estaciones meteorológicas en determinadas condiciones, las fluctuaciones de temperatura dependen de las condiciones atmosféricas. En días impredecibles, la cantidad de luz solar generalizada y libremente disponible produce una amplia gama de cambios de temperatura, pero en días nublados este aspecto disminuye. Veranos con días de semana cálidos e inviernos con días más fríos que días nublados. Las claves del rendimiento a considerar en el proyecto son la temperatura media, máxima y mínima, diferencia de temperatura entre día y noche, y las condiciones de cielo (Pozo Leño et al., 2011).

Humedad Relativa

La humedad relativa indica directamente el potencial de evaporación, es decir, la cantidad de vapor en el aire. Cuando la temperatura y la humedad es alta, la sensación de calor aumenta. En climas muy cálidos y tropicales, la sensación de calor es desagradable. Todo esto conlleva a problemas de malestar fisiológico y el aire seco dificulta la respiración. La solución para que los edificios sigan en confort es utilizar técnicas de ventilación (Pozo Leño et al., 2011).

Movimiento Del Aire

El movimiento del aire no cambia la temperatura, pero provoca un efecto agradable debido a la pérdida de calor por convección (transferencia de calor por medio del aire), y la evaporación del calor del cuerpo. Se puede ver que por cada 0.3 m s, la velocidad del viento equivale a una caída de 1 ° C en la temperatura del cuerpo humano. Cuando hace calor, puede bajar la temperatura corporal aumentando la pérdida de calor y sudor de su cuerpo. Y en el invierno, incluso si hace frío, suficiente aire crea una gota de humedad, seca la ropa y aumenta el disfrute de la vida. La velocidad mensual o del viento y la dirección del viento son importantes para la realización del proyecto (Pozo, 2010).

Radiación Solar

La relevancia de la radiación para la estabilidad térmica es mayor de lo que pensamos a corta distancia. De hecho, el calor provoca un efecto radiante que afecta a las personas, porque la mitad del intercambio de energía entre el cuerpo humano y el medio ambiente se realiza a través de la radiación.

Precipitación

Las precipitaciones son causadas por vapores en el aire. Este viento forzado los obliga a subir y a condensarse. Cuando el agua condensada llega a una masa crítica, se vuelve más pesado que el aire circundante y se enfría. Para la proyección del proyecto es necesario la cantidad en milímetros en un momento dado (horas, meses, años) y la dirección. También es común en áreas tropicales durante períodos cortos de tiempo cuando las lluvias están asociadas con vientos fuertes, es decir, cuando llueve mucho (Guimarães Merçon, 2008).

1.4. Confort

Murillo (2011) indica que el desarrollo social depende directamente del estado de ánimo de las personas. Si una vivienda no está diseñada adecuadamente, puede causar estrés y provocar muchas enfermedades. El confort es definido como las condiciones espaciales que proporcionan bienestar y comodidad. De esta forma, las personas en todos los espacios perciben sensaciones, ya sean placenteras o desagradables, se enfrentan a un estado de impotencia o falta de concentración. En términos físicos, nuestros cuerpos están preparados para responder a cualquier cambio climático, pero este tipo de reacción está energizada. La felicidad se produce cuando el microclima evita todo tipo de reacciones y no utiliza energía. Esto se conoce como temperatura ambiente en contraposición al calor y termorregulación temporales. En términos de percepción sensorial, tenemos los siguientes tipos de confort: Higrotérmico, Lumínico, Acústico, Olfativo, y Psicológico (Murillo, 2011). Sin embargo, en este caso, solo se estudiará la estabilidad térmica o confort higrotérmico.

El cuerpo humano es susceptible al incremento de la temperatura interior y por encima de los 5 o 6 grados puede dañar nuestro cuerpo e incluso provocar la muerte. Nuestra temperatura normal es de 37 ° C, si excede este valor (41 ° C o 42 ° C), causa enfermedades. Por el contrario, cuando el cuerpo está frío, puede llegar a los 35 ° C, provocando que el sueño cause una fatiga extrema. Cuando usamos ropa sencilla y hacemos nuestro trabajo diario, las temperaturas son de 18 ° C y 26 ° C producidas por el cuerpo humano y su entorno circundante. En cuanto al medio ambiente, nuestros cuerpos deben evitar el sobrecalentamiento y congelaciones excesivas, es decir, debe mantenerse con una temperatura normal.

La comodidad térmica ocurre cuando las siguientes dos condiciones ocurren al mismo tiempo:

1. La cantidad de calor que genera el metabolismo corresponde a la cantidad de calor transferida al ambiente en un estado de perfecto descanso y estabilidad, y la cantidad mínima de calor que genera el cuerpo humano es de 70 kcal/hora (1 kcal/hora por kg cuerpo peso), (80 kcal/hora sentada para trabajo normal de oficina, 200 kcal/hora para caminata lenta, 500 kcal/hora para correr, y 600 1 kcal /hora trabajo duro).
2. Ninguna parte del cuerpo se siente fría o caliente.

1.4.1. Factores fisiológicos que determinan el confort

Los factores que intervienen son: la raza, género, edad, salud física y mental, características biológicas y físicas estado de ánimo, actividad metabólica y otros.

Confort Higrotérmico

Se define como malestar por temperatura. Los mecanismos termorreguladores del cuerpo no deben interferir porque se genera Confort Higrotérmico. Para actividades de relajación con ropa ligera, para quienes se sientan y visten vestimenta sencilla, la estabilidad del calor húmedo se obtiene con una sensación confortable de 20 % a 75 % entre 21 ° C y 25 ° C (Murillo, 2011).

El confort térmico es uno de los principales tipos de comodidad a explorar al diseñar una vivienda bioclimática, porque afecta directamente la percepción del usuario de un área. Esto está directamente relacionado con cómo se siente el usuario con respecto a la temperatura y las condiciones climáticas. Para saber cómo se encuentra el cuerpo humano en un estado negativo, primero debemos mirar la anatomía humana. La condición del cuerpo humano es compleja. Debido a que todas las actividades que se deben realizar para mantener el equilibrio y la interacción correcta en el entorno circundante, la temperatura promedio del cuerpo humano en el área o las condiciones adversas deben estar entre 36.5 °C a 37.5 °C.

Termorregulación

Todas las personas tienen una temperatura corporal moderada, una temperatura que prefieren sentir fría y cálida. Esta condición se llama situación de neutralidad térmica sin el uso de un motor termorregulador. Las temperaturas moderadas oscilan entre 36,5 °C y 37,5 °C. La comparación de la temperatura interna con la temperatura neutra puede indicar las siguientes zonas de respuesta y conductas:

Tabla 1.1: Comparación de temperatura interna y neutra

Zona de respuesta	Conducta
<i>Temperatura corporal fría y neutral</i>	<i>Se activa el mecanismo de compensación del vasoconstrictor.</i>
<i>Temperatura corporal por debajo de 34 ° C</i>	<i>Perdida de habilidad.</i>
<i>Temperatura corporal por debajo de 31 ° C</i>	<i>Esta condición es fatal.</i>
<i>Temperatura corporal por encima de la temperatura media</i>	<i>Se activa el mecanismo de vaso dilatación.</i>
<i>Temperatura corporal superior a 37 ° C</i>	<i>Comienza la sudoración.</i>
<i>Temperatura corporal superior a 39 ° C</i>	<i>Perdida de habilidad.</i>
<i>Temperatura corporal superior a 43 ° C</i>	<i>Esta condición es fatal.</i>

Fuente: MURILLO, 2011

1.4.2. Factores ambientales que determinan el confort

La comodidad del entorno depende del conjunto de elementos que se pueden categorizar de la siguiente manera:

Factores Físicos

Medir los factores físicos resulta necesario para comprobar el confort del lugar, ya que estos son los causantes de la disminución de energía del cuerpo humano en el medio ambiente.

Temperatura del aire: La temperatura del aire es un factor importante para determinar las condiciones climáticas. En ciertos casos, el desconfort no se obtiene solo bajando o aumentando la temperatura, sino también por medio de flujos de aire sobre partes del cuerpo desnudos, enfriamiento o calentamiento de ciertas partes del cuerpo a causa de la radiación, diferencias de temperatura simultaneas en los pies o cabeza y la diferencia de temperatura que existe entre el suelo y el cuerpo al estar descalzo.

Radiación: El calor es una fuente importante de confort en climas cálidos y húmedos, especialmente en áreas abiertas donde las temperaturas pueden superar las altas temperaturas.

Humedad: Cuando el aire está caliente, se necesita mucho vapor para alcanzar el 100% de saturación (contenido de humedad), pero a la inversa, cuanto más fría es la temperatura, menor es la humedad relativa.

Movimiento del aire: El aire, que afecta al cuerpo humano, contribuye a su sensibilidad térmica aumentando la cantidad de sudor y cambiando la temperatura. Se intercambia

por medio de uno de los tres tipos de transferencia de calor a una velocidad no superior a 2 m/s (Murillo, 2011).

Factores Individuales

Vestimenta: La ropa debe evitar la luz solar directa sobre la piel. Esto reducirá la transpiración. Sin esta protección la sudoración aumentaría por la reducida humedad del aire.

Edad: Está claro que los ancianos tardan más en sudar y los más jóvenes responden al aumento del flujo sanguíneo cuando se exponen a altas temperaturas. Después de 50 años, el daño a los nervios y la sudoración son mayores, pero estos cambios pueden deberse principalmente a la reducción del ejercicio y al aumento de la acumulación de grasa corporal. Es seguro decir que la edad no reduce la resiliencia o el equilibrio si se mantiene adecuadamente.

Sexo: Hombres y mujeres se diferencian en su forma de generar calor debido a sus distintas características físicas como superficie, relación peso-altura, grosor de la piel, función y fuerza del cuerpo que aporta calor. Se ha observado que las mujeres son más resistentes al calor que los hombres porque las mujeres tienen un menor metabolismo y energía que los hombres. Algunos autores consideran que la temperatura es 1 °C más alta la preferencia de temperatura de las mujeres.

Capacidad física: La moderación aeróbica es la condición que asegura la salud del cuerpo humano.

Peso: Dependiendo del peso de una persona, mientras menor superficie de piel este expuesta en relación a su volumen, pierde menos calor, a diferencia de una persona que tiene mayor superficie en relación con su volumen, pierden más calor, pudiendo soportar temperaturas más altas (Murillo, 2011).

1.4.3. Modelos de confort térmico

Es necesario comprender la relación entre el clima severo y las impresiones psicológicas y físicas de las habitantes. Se pueden utilizar dos métodos para el análisis:

Modelo De Balance Térmico Del Cuerpo

Se deriva del estudio del modelo de la sensación de calor en estado relajado, basado en la respuesta fisiológica del organismo, que se lleva a cabo en una habitación controlada por la temperatura (Pina, 2019). Dado que no hay suficientes instrumentos para obtener más información al respecto este modelo de estabilidad de temperatura no se examinará a fondo.

Modelo De Adaptación

Este modelo se basa en el análisis de temperatura en una encuesta "in situ". En otras palabras, en situaciones reales, asumimos que las personas están tratando de adaptarse al entorno, es decir, para aclimatarse en las que habita realizan alteraciones en sus conductas, cualidades o condiciones ambientales inmediatas, es decir, realizan cambio de ropa, niveles de actividad, posturas, movimientos, etc. El balance térmico en nuestro cuerpo -como se manifestó- es la percepción de calor en estado calmado, y para determinarlo se presentan varios factores que son categorizados en dos grupos: los factores de ganancia o termogénesis o los factores de pérdida o termólisis.

Tabla 1.2: Factores para determinar el balance térmico

Factores Para Determinar El Balance Térmico	
<i>Ganancias o Termogénesis</i>	<i>Perdidas o Termólisis</i>
<i>Metabolismo: metabolismo basal, digestivo y tensión muscular.</i>	<i>Radiación: a través del cielo y planos fríos</i>
<i>Radiación: a través de los rayos del sol directos, reflejados o difusos.</i>	<i>Conducción: al interactuar con cuerpos fríos</i>
<i>Convección: por medio del aire con temperaturas superiores a la de la piel.</i>	<i>Convección: convección del aire con temperatura menor a la de la piel.</i>
<i>Conducción: al interactuar con cuerpos calientes.</i>	<i>Evaporación: a través de la transpiración y respiración</i>

Fuente: (LAZO, 2016)

El ambiente está en un estado de calor neutro, cuando exista un balance entre la termogénesis y la termólisis, ya que no existe un almacenamiento de calor, logrando así el equilibrio térmico corporal. Murillo (2011), interpreta esto mediante una ecuación:

$$M \pm R \pm Cd \pm Cv - E = 0$$

En donde:

M= metabolismo

R= radiación (porcentaje en relación al metabolismo)

Cd= Conducción

Cv= Convección

E= Evaporación

Si el número es mayor que 0, significa que el cuerpo está caliente y ocasionarán regulaciones de los vasos sanguíneos, y si el número es menor que 0, significa que el cuerpo

está frío. Los seres humanos tienen su propia temperatura interior que se limita al ambiente exterior, por lo general alrededor de 37 ° C. Sin embargo, si se enferman, las personas pueden soportar temperaturas de 25 ° C a 42 ° C, pero solo por poco tiempo (Guzmán Clavijo, 2016).

Metabolismo

El metabolismo está estrechamente relacionado con la capacidad del cuerpo para generar calor, como un automóvil. Dicho de otra manera, es la cantidad de energía, movimiento o reacción que el cuerpo humano recibe de sus actividades. Es justo decir que también depende del tipo de trabajo, edad, sexo, raza y otros factores.

Lazo Tigre (2016) manifiesta que la cantidad de energía calórica procedente por el metabolismo basal se modifica limitadamente, independientemente de la actividad individual, pero la energía producida por la masa muscular depende directamente del tipo de actividad que produce. Por lo tanto, de la energía generada, solo alrededor del 20 % se utiliza para necesidades internas y el 80 % restante debe reciclarse al medio ambiente. De hecho, todos estos residuos deben eliminarse para que exista un medio ambiente equilibrado. Esta evaporación se produce a través de la piel y los pulmones. Se debe tener en claro que el metabolismo es uno de los factores internos más significativos, el cual influye en la adquisición del confort. Se mide en unidades met, y 1 met equivale a 58 W/m², teniendo en cuenta que la persona promedio es de 1.72 m².

La siguiente tabla muestra los datos de producción de calor por metabolismo según el nivel de actividad humana.

Tabla 1.3: *Metabolismo para diferentes actividades*

Actividad	W/m2	Met	W/persona
<i>Dormir</i>	40	0,70	69
<i>Estar acostado</i>	45	0,80	77
<i>Sentado con movimiento moderado</i>	60	1,00	103
<i>Sentado con actividad ligera</i>	64	1,10	110
<i>De pie sin movimiento</i>	70	1,20	120
<i>De pie con actividad ligera</i>	78	1,30	134
<i>De pie con levantamiento y transporte moderados</i>	93	1,60	160
<i>Trabajo manual ligero</i>	100	1,70	172
<i>Caminar en horizontal (2km)</i>	110	1,90	189
<i>Bailar (actividad social)</i>	111	1,90	191
<i>Construcción ligera</i>	125	2,20	215
<i>Trabajo manual moderado</i>	139	2,40	239
<i>Lavar platos</i>	145	2,50	249
<i>Limpieza doméstica</i>	150	2,60	258
<i>Ejercicio moderado</i>	167	2,90	287
<i>Lavar a mano, planchar</i>	170	2,90	292
<i>Construcción moderada</i>	180	3,10	310
<i>Caminar en horizontal (5Km)</i>	200	3,40	344
<i>Trabajo manual pesado</i>	235	4,10	404
<i>Ejercicio intenso</i>	250	4,30	430
<i>Construcción pesada</i>	275	4,70	473
<i>Ejercicio o trabajo muy intensos</i>	450	7,80	774
<i>Correr (15 Km)</i>	550	9,50	946

Fuente: MURILLO, 2011

Las personas de entre 45 y 70 años experimentan un cambio climático muy bajo y necesitan mucho calor, pero los niños son aún más vulnerables al cambio climático. El metabolismo es esencial para la tener comodidad térmica. A través del contacto con el medio ambiente el cuerpo humano también puede perder o ganar calor por medio de la radiación (R), la convección (Cv) y la conducción (Cd). La importancia de estas medidas y, por tanto, el cálculo de los resultados, depende en gran medida de las condiciones ambientales específicas (Murillo, 2011).

La ecuación de Dubois y Dubois se utilizaron por primera vez para calcular la superficie del cuerpo humano en 1916, pero una de las más utilizadas fue Mosteller, publicada en 1987. En donde el área del cuerpo se toma en m², el peso en kg y altura en centímetros.

$$x = \sqrt{(\text{peso} \times \text{altura}) / 3600}$$

Radiación

Es el valor correspondiente a la transferencia de calor generada por las radiaciones de onda larga, independientemente de la temperatura, la humedad o la velocidad del viento. Los niveles de radiación son proporcionales a la cantidad de radiación absorbida, en pieles

blancas se manifiesta al 50 % de las ondas de largo alcance y al 25 % de las ondas cortas, mientras que en pieles oscuras es más bajo. Los diferentes tipos de piel tienen diferentes características (Guzmán Clavijo, 2016).

Tabla 1.4: *Absorción de la radiación solar en base a los tipos de piel*

Tipo	Nombre	Características	(e) estimado
Tipo I	Céltica	Piel muy pálida, cabello rojizo, muchas pecas	0,65
Tipo II	Pálida	Piel pálida, cabello rubio, algunas pecas	0,70
Tipo III	Caucásica	Piel caucásica, cabello castaño, sin pecas	0,75
Tipo IV	Mediterránea	Piel marrón, cabello y ojos oscuros	0,80
Tipo V	Indio americano	Piel marrón oscuro, cabello oscuro	0,85
Tipo VI	Negra	Piel y cabello negro	0,90

Fuente: MURILLO, 2011 Y GUZMÁN, 2016

La piel más sensible es la Céltica, que comienza a experimentar insolación a los diecisiete minutos de exposición a la radiación solar, mientras que la piel negra o tipo VI es más tolerante, ya que afecta a partir de 150 minutos de exposición de radiación solar.

La ecuación de Stefan-Boltzmann se utiliza para especificar la radiación. En donde “R” es el flujo de calor por radiación expresada en (W); “e” es la emisividad, que va desde 0.7 a 0.9, y dependerá del tipo de piel; “A” es la porción de superficie corporal de la persona expresada en (m²); “σ” símbolo que equivale a 5,6703*10⁻⁸ watt/ m²k⁴; y “Δ T” es la diferencia de temperatura expresada en grados kelvin.

$$R = e * \sigma * A * \Delta T$$

Para calcular la diferencia de temperatura se utiliza la siguiente ecuación. En donde “T_n” es temperatura neutra expresada en grados kelvin y “T_a” es temperatura aparente expresada en grados kelvin.

$$\Delta T = T_n^4 - T_a^4$$

Para calcular la temperatura aparente se utiliza la siguiente ecuación. En donde “T” es temperatura media del aire expresada en grados Celsius (°C) y “HR” es la humedad relativa media expresada en (%).

$$T_a = -9,93122 + 1,186145 T + 0,122310 * HR$$

Piña (2019) expone que se debe tener en cuenta que, para calcular la temperatura aparente, los rangos de humedad relativa deben estar entre 40 a 100 % y las temperaturas máximas de 80 a 100 grados Fahrenheit, que corresponde a los 26.6 y 43.3 grados Celsius. Si el valor está fuera del rango especificado, el resultado será independientemente de las condiciones climáticas.

La temperatura neutra constituye la temperatura a la que el cuerpo intenta mantener un confort térmico constante con su entorno. Considerando que es exacta en la escala de temperatura, es más fácil determinar el rango óptimo. En donde “Tn” es la temperatura neutra expresada en grados Celsius; “Tm” es la temperatura media expresada en grados Celsius; y “Zn” es la zona de confort.

$$T_n = 17,6 + 0,31T_m$$

$$Z_c = T_n + 2,5^\circ \text{ C}$$

Convección

Esta es una de las tres formas de transferencia de calor, es el intercambio entre la piel y sus interacciones. Cuanto mayor sea la diferencia entre la temperatura y la velocidad del viento, mayor será el cambio de temperatura de la piel al aire y viceversa. El cambio de temperatura debido a la convección se explica por las leyes de refrigeración de Newton. El cálculo de Paul G. Hewitt se utiliza para determinar la convección. En donde “Cv” es el flujo de energía calorífica por convección superficial expresada en (W); “Hc” es el coeficiente de convección expresado en (W/m²°C); “A” es el porcentaje de la superficie corporal expresada en (m²); y “Δ T” es la diferencia de temperatura expresada en grados Celsius.

$$C_v = h_c * A * \Delta T$$

El coeficiente de convección (hc) en ambientes interiores donde el flujo de aire es bajo: Desde 5 a 10 W/m² °C, equivalente a convección natural, en donde 5 en climas cálidos y 10 en climas fríos.

Para calcular el coeficiente de convección en ambientes exteriores donde el flujo de aire es bajo se emplea la siguiente ecuación. En donde “v” es la velocidad del viento en m/seg.

$$h_c = 5.8 + 4.1 v$$

Conducción

Esta es la transferencia de calor entre la piel y las piezas cercanas que utiliza. Es decir, en la parte del cuerpo cubierta con ropa, el calor de la piel penetra en las vías respiratorias. La ropa es resistente al calor, por lo que la gente se protege del frío cubriendo todas las partes del cuerpo. La integración de la prenda en el sistema de intercambio se realiza mediante la definición de un grupo único denominado clo (clothe=ropa), que corresponde a 0,155 m²*grado C / W. ÇLO”se precisa como la temperatura requerida para conservar la temperatura constante de la piel hasta ocho horas (Guzmán Clavijo, 2016).

Tabla 1.5: Valores “CLO”

Prendas De Vestir		Clo	m²grado C/ W
<i>Ropa interior inferior</i>	<i>Medias</i>	0,02	0,003
	<i>Panty</i>	0,03	0,005
	<i>Bragas y calzoncillos</i>	0,04	0,006
	<i>Calzoncillo media pierna de lana</i>	0,06	0,009
	<i>Calzoncillo pierna entera</i>	0,10	0,016
<i>Ropa interior superior</i>	<i>Sujetador</i>	0,01	0,002
	<i>Camiseta sin mangas</i>	0,06	0,009
	<i>Camiseta manga corta</i>	0,09	0,014
	<i>Camiseta manga larga</i>	0,12	0,019
	<i>Camiseta térmica de nylon</i>	0,14	0,022
<i>Camisas</i>	<i>Top de tubo</i>	0,06	0,009
	<i>Camisa manga corta</i>	0,09	0,029
	<i>Blusa ligera manga larga</i>	0,15	0,023
	<i>Camisa ligera manga larga</i>	0,20	0,031
	<i>Camisa normal manga larga</i>	0,25	0,039
	<i>Camisa franela manga larga</i>	0,30	0,047
	<i>Blusa larga de cuello de tortuga</i>	0,34	0,053
<i>Pantalones</i>	<i>Pantalones cortos</i>	0,06	0,009
	<i>Pantalones cortos de excursión</i>	0,11	0,017
	<i>Pantalones ligeros</i>	0,20	0,031
	<i>Pantalones normales</i>	0,25	0,039
	<i>Pantalones de franela</i>	0,28	0,043
	<i>Pantalones de calentador</i>	0,28	0,043
<i>Mono</i>	<i>De diario con cinturón</i>	0,49	0,076
	<i>De trabajo</i>	0,50	0,078
<i>De alto aislamiento</i>	<i>Multi componente relleno</i>	1,03	0,160
	<i>Con forro de peluche</i>	1,13	0,175
<i>Suéter</i>	<i>Pulóver</i>	0,12	0,019
	<i>Suéter fino</i>	0,20	0,031
	<i>Suéter fino cuello de tortuga</i>	0,26	0,040
	<i>Suéter normal</i>	0,28	0,043
	<i>Suéter grueso</i>	0,35	0,054
	<i>Suéter grueso cuello de tortuga</i>	0,37	0,0570
<i>Chaqueta</i>	<i>De vestido</i>	0,13	0,020
	<i>Chaqueta ligera de verano</i>	0,25	0,039
	<i>Chaqueta normal</i>	0,35	0,054
	<i>Anorak</i>	0,30	0,047
<i>Abrigos</i>	<i>Abrigo normal</i>	0,60	0,093
	<i>Gabardina</i>	0,55	0,085
	<i>Parka</i>	0,70	0,109
	<i>Sobre abrigo multi componente</i>	0,52	0,081
<i>Calzado</i>	<i>Calcetines</i>	0,02	0,003
	<i>Calcetines gruesos a los tobillos</i>	0,05	0,008
	<i>Calcetines gruesos largos</i>	0,10	0,016
	<i>Zapatilla rellena de peluche</i>	0,03	0,005
	<i>Zapato suela fina</i>	0,02	0,003
	<i>Zapato suela gruesa</i>	0,04	0,006
	<i>Botas</i>	0,10	0,016
	<i>Guantes</i>	0,05	0,008
<i>Falda, vestido</i>	<i>Falda ligera 15 cm sobre la rodilla</i>	0,10	0,016
	<i>Falda ligera 15 cm bajo la rodilla</i>	0,18	0,028
	<i>Falda gruesa hasta la rodilla</i>	0,25	0,039
	<i>Vestido ligero sin mangas</i>	0,25	0,039
	<i>Vestido de invierno manga larga</i>	0,40	0,062

Fuente: MURILLO, 2011 Y GUZMÁN, 2016

Tabla 1.6: Valores “CLO”

Ropa de cama	Camisón largo de manga larga	0.30	0.047
	Camisón corto de tirantes	0.13	0.023
	Camisón de hospital	0.31	0.048
	Pyjama de mangas y pantalones largos	0.50	0.078
	Body de dormir con pies	0.72	0.112
	Pantalón corto	0.10	0.016
Batas	Bata larga acolchada de manga larga	0.53	0.082
	Bata corta acolchada de manga larga	0.41	0.064
Asientos	Tapizado, acolchado, con cojín	0.10	0.016
	Sillón	0.20	0.032

Fuente: MURILLO, 2011 Y GUZMÁN, 2016

Tabla 1.7: Combinaciones de vestimenta

Nivel de vestuario	Clo	M2 * grado C/W
Cuerpo desnudo	0	0
Bikini similar	0.05	0.008
Ropa tropical: interior ligero + camisa corta + pantalón corto	0.20	0.031
Ropa ligera: interior ligero + camisa corta + pantalón ligero	0.50	0.078
Traje tropical	0.80	0.124
Traje formal de negocios incluido chaleco	1.00	0.155
Traje con abrigo de lana y ropa interior larga	1.80	0.248
Ropa de esquimales	3.50	0.548

Fuente: MURILLO, 2011 Y GUZMÁN, 2016

Al calcular el valor de Clo, es importante tener en cuenta que la tela y la ropa de cama también afectan la temperatura, por lo que estos factores deben incluirse en el cálculo. Se debe tener en cuenta que la Conductancia es inversamente proporcional a la resistencia térmica ($C = 1 / RT$) (Murillo, 2011). Para este cálculo se aplica la ecuación de Fourier, en donde “Cd” es el flujo de energía calorífica por conducción expresada en (W); “A” es el área expuesta al flujo de calor expresada en(m²); “Ct” es la conductancia total expresada en (W/m² o C); y “Δt” es la diferencia de temperatura expresada en grados Celsius.

$$Cd=A \times Ct \times \Delta t$$

Evaporación

Se requiere entrada de calor para evaporar el agua. Por ejemplo, si la piel está húmeda en un día caluroso el calor de la piel libera agua. El calor de la evaporación del sudor es muy alto, alrededor de 680 W h/l del sudor evaporado. Si la temperatura excede los 25 ° C, el cuerpo con vestimenta no puede disipar suficiente calor por intercambio entre el proceso de conducción o convección, ni por los rayos solares, la única manera de perder calor es por la transpiración.

A medida que el agua se evapora en el aire interior, se reduce la pérdida de calor. Para calcular la pérdida de calor se utiliza la siguiente ecuación. En donde “Qe” es la pérdida

total por evaporación expresada en watts (W); y “ev” es la tasa de evaporación expresada en kg/h. Cabe recalcar que este valor es una constante y es equivalente a 1,5 kg/h, pero podría alterar según las características de la persona.

$$Q_e = 666,66 * ev$$

1.5. Herramientas bioclimáticas

Mencionaremos las dos herramientas de diseño bioclimático que son las más utilizadas para la obtención de la zona de confort.

1.5.1. Psicrométrica de Givoni (zona de confort)

La tabla psicrométrica se puede utilizar para identificar la zona de confort en una habitación que refleje el rango de condiciones ambientales en las que el usuario se encuentra a gusto. No se consideraron factores como la edad, el sexo y las actividades porque no son muy efectivos y no se los considera relevantes ([Astudillo, 2009](#)).

Conforme y Castro (2020) manifiestan que este modelo permite rastrear las características bioclimáticas de un lugar insertando valores de temperatura y humedad en el mapa climático. Pero lo que es más importante, propone una estrategia de diseño para resolver el proyecto de construcción para mantenerlo en un estado confortable sin usar energía adicional del sol, viento, temperatura diurna y nocturna y humedad ambiental.

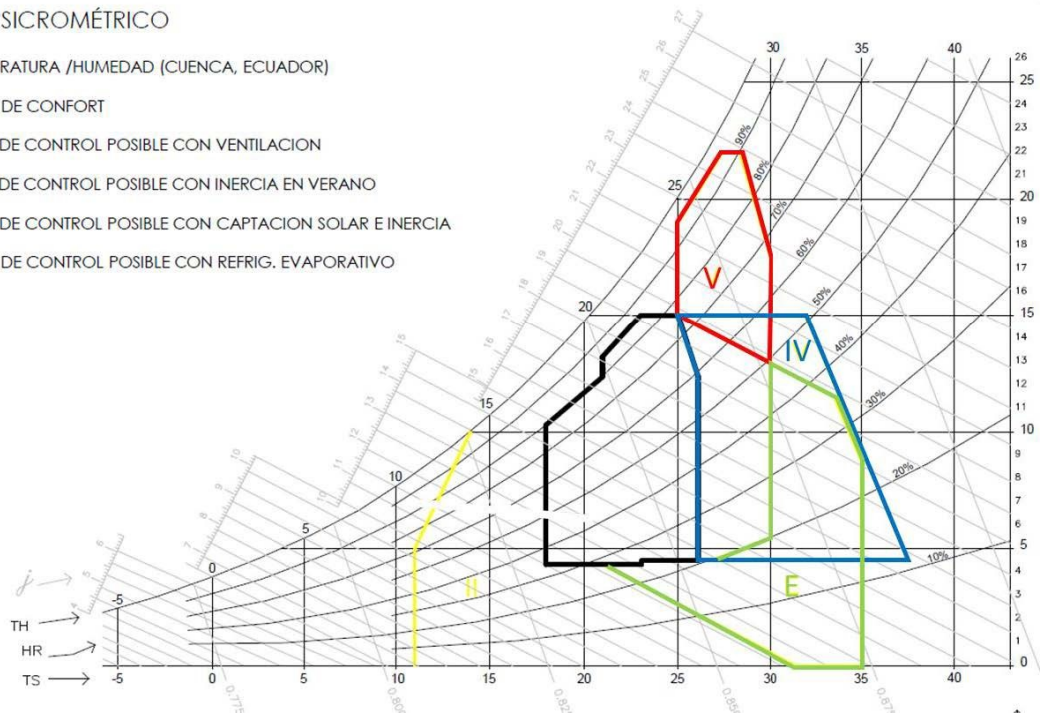
Este diagrama puede elaborar recomendaciones prácticas y funcionales, logrando una zona de confort cómoda y equilibrada, interviniendo en la construcción desde la utilización de materiales, su masa térmica, y los sistemas de ventilación tanto pasivos como activos.

Tabla 1.8: *Tabla de Givoni*

ÁBACO PSICROMÉTRICO DE GIVONI

ABACO PSICROMÉTRICO

- TEMPERATURA /HUMEDAD (CUENCA, ECUADOR)
- ZONA DE CONFORT
- V ZONA DE CONTROL POSIBLE CON VENTILACION
- IV ZONA DE CONTROL POSIBLE CON INERCIA EN VERANO
- II ZONA DE CONTROL POSIBLE CON CAPTACION SOLAR E INERCIA
- E ZONA DE CONTROL POSIBLE CON REFRIG. EVAPORATIVO



Fuente: Pozo, 2010

1.5.2. Tablas de Mahoney

Estas tablas fueron publicadas por primera vez en un documento de la ONU en 1971, y realizadas por Carl Mahoney, John Martin Evans y Otto Königsberg. La forma en que funcionan estas tablas es comparar los datos mensuales de temperatura y humedad con los niveles de comodidad establecidos y recomendar estrategias específicas basadas en una sucesión de tablas. Para utilizar esta herramienta, necesita los siguientes datos: temperatura promedio anual, temperatura máxima y mínima normal mensual, humedad relativa mensual y precipitación total mensual. Este método proporciona nueve tipos de estrategias bioclimáticas, que se pueden dividir en las siguientes categorías: distribución y espacio, ventilación, aberturas, paredes, pisos y techos y espacios al aire libre. La herramienta se puede usar manualmente, solo con tablas, la matriz de instrucciones puede incluso hacer que su operación sea más fácil de entender (Pozo, 2010).

Esta herramienta creada por Mahoney puede ayudar a diseñar casas en países tropicales. Aborda con una tabla que contiene datos climáticos del lugar de estudio, considerándolo mes a mes. De acuerdo con las reglas, se generan otras tablas.

Tabla 1.9: *Tabla de límites de confort*

	TEMPERATURA MEDIA ANUAL (TMA)					
GRUPO DE HUMEDAD	A		B		C	
	Mayor a 20 °C		Entre 15 y 20 °C		Menor a 15 °C	
	<i>Día</i>	<i>Noche</i>	<i>Día</i>	<i>Noche</i>	<i>Día</i>	<i>Noche</i>
<i>1</i>	<i>26-33</i>	<i>17-25</i>	<i>23-31</i>	<i>14-23</i>	<i>21-30</i>	<i>12-21</i>
<i>2</i>	<i>25-30</i>	<i>17-24</i>	<i>22-29</i>	<i>14-22</i>	<i>20-27</i>	<i>12-20</i>
<i>3</i>	<i>23-28</i>	<i>17-23</i>	<i>21-27</i>	<i>14-21</i>	<i>19-26</i>	<i>12-19</i>
<i>4</i>	<i>22-27</i>	<i>17-21</i>	<i>20-25</i>	<i>14-20</i>	<i>18-24</i>	<i>12-18</i>

Fuente: Pozo, 2010

Tabla 1.10: *Tabla de grados de humedad*

	PROMEDIO DE HUMEDAD RELATIVA (%)			
GRUPO DE HUMEDAD	<i><30</i>	<i>30-50</i>	<i>50-70</i>	<i>>70</i>
	<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>

Fuente: Pozo, 2010

Tabla 1.11: *Tabla de indicadores*

SI EL MES CUMPLE CON					ENTONCES APLICA
Rigor Térmico		Pluviosidad	Grupo de Humedad	Variación u oscilación media	
Diurno	Nocturno				
<i>C</i>			4		<i>H1</i>
<i>C</i>			2 ó 3	< 10 °C	<i>H1</i>
<i>O</i>			4		<i>H2</i>
		>150 mm			<i>H3</i>
			1, 2 ó 3	> 10 °C	<i>A1</i>
	<i>C</i>		1 ó 2		<i>A2</i>
<i>C</i>	<i>O</i>		1 ó 2	> 10 °C	<i>A2</i>
<i>F</i>					<i>A3</i>

En donde:

C= Por arriba de confort (Cálido)

O= Dentro de confort

F= Por debajo de confort (frio)

Fuente: Pozo, 2010

1.6. Estrategias de diseño

1.6.1. Forma y orientación

Esto determina qué tipo de envolvente exterior tendremos, ya que se ve afectado directamente por los efectos de la luz solar y el viento. Cuanto más grande sea el área exterior, mayor será el intercambio de calor, ya sea beneficioso o no, este dependerá de las condiciones climáticas del lugar. El nexo entre área y volumen es muy ventajoso, ya que permite una evaluación preliminar de los cambios en el ambiente interior y los cambios en el ambiente exterior (Ugarte, 2018).

Forma

La característica del factor de forma es la relación entre la superficie y el volumen de la edificación. En climas cálidos es recomendable diseñar en un solo nivel; que tenga aberturas en las caras laterales, tomando como referencia la dirección de los vientos, aprovechando al máximo la ventilación en el volumen.

- Distribución interna: Para garantizar una adecuada salud en el edificio, se debe considerar la distribución y el tiempo de uso de las estancias. Se recomienda planificar los espacios más utilizados, como comedor, salón, dormitorio, en las fachadas más benefi-

ciosas; y espacios secundarios de menor uso, como baños, garajes, trasteros, etc., en las fachadas menos beneficiosas.

Orientación

- Impacto de la radiación solar: La dirección del edificio determina la cantidad de rayos solares que recibe. En invierno, una superficie expuesta al sol (el hemisferio sur es el norte y el hemisferio norte es el sur) tiene mucha más energía que la energía expuesta al este y al oeste, y en verano, la radiación que golpea en los lados y posterior a estos, es menor que en las fachadas este y oeste. Del mismo modo, estos valores son aún más pronunciados cerca del ecuador en latitudes más bajas. No obstante, es importante estar paralelo al sol para reducir los efectos de la radiación. En un clima cálido, el sol de la mañana es favorable al sol de la tarde porque el aire será más fresco, ya que los primeros rayos del sol caerán en la fachada este.

[Guimarães Merçon \(2008\)](#) expone que, los estudiosos de la arquitectura bioclimática coinciden en que lo ideal es implantar el edificio en una orientación este-oeste, con sus principales aberturas orientadas al eje norte-sur, y lo menos posible hacia el este y oeste. Estas condiciones minimizan la ganancia de calor por el ángulo de incidencia del sol en los trópicos, además que, facilitan la ventilación natural norte-sur dentro del edificio y en lo posible evitar ventanas en sentido este-oeste. No hay duda de que esta orientación proporciona la mayor cantidad de radiación en invierno y la menor cantidad de radiación en verano.

1.6.2. Ventilación

Ventilación natural

La ventilación es el aire fresco que se necesita en los edificios para mejorar el clima interior y la salud de sus residentes. El efecto del viento en las construcciones actúa directa o indirectamente en el espacio interior. El aire afecta el microclima que rodea el edificio e interviene sobre la capa exterior del mismo, aumentando así la pérdida de calor hacia la parte superficial sobre la que cae, y accediendo por medio de las aberturas, creando movimientos y fluctuaciones del aire interior. Se debe utilizar una buena ventilación para enfriar durante el verano y como ayuda durante los períodos de humedad extrema.

Ventilación cruzada

Tomando en consideración que cuando el aire entra en un edificio, sus condiciones de perturbación cambian, es decir, al pasar por el edificio este se desvía alrededor del mismo, formando áreas de presión positiva y en las caras opuestas se forman las áreas de presión negativa o áreas de presión baja. Por tal razón, es apropiado colocar las ventanas

de entrada en el área de presión positiva y las ventanas de salida en el área de presión negativa, permitiendo así la ventilación cruzada.

Esta ventilación facilita el flujo de aire refrigerante por medio del espacio. El escape se obtiene cuando el aire exterior está 1,7 ° C o más bajo que el aire interior, por lo que se recomienda enfriar primero el aire que entra desde la sombra. La presión atmosférica también juega un papel importante porque cuanto mayor es la velocidad del viento, mayor es la potencia de enfriamiento. Esta velocidad se puede ajustar si la pared es vertical y bloquea el camino. Si la pared es estrecha, el clima será mejor (Ugarte, 2018).

Está claro que los ventanales localizados en fachadas opuestas proporcionan la tasa de intercambio de aire interno más alta en el edificio. Sin embargo, en regiones calurosas, la velocidad del aire es más importante que la tasa de intercambio de aire. El objetivo es reducir el efecto de la humedad a razón de 0,3 m/s de velocidad de aire, lo que equivale a reducir un 1 °C de sensación térmica. Una abertura grande de entrada y una pequeña de salida no interfiere en la velocidad del aire, en cambio, una pequeña abertura de entrada certifica velocidades máximas en el interior de la edificación. La circulación del aire dependerá mucho de los vanos: su tamaño, tanto en la cara frontal -desde donde enfrenta el viento- como en la posterior, la ubicación y del diseño (Guimarães Merçon, 2008).

El tamaño de la abertura y la conexión entre entrada – salida garantiza una óptima velocidad, y permite un mayor flujo de aire. En general, siempre será beneficioso localizar las salidas en lugares más alto y las entradas en lugares bajos, debido a que el aire caliente es más ligero que el aire frío, por lo que asciende hacia la parte más elevada de la habitación, siendo recomendable colocar la salida alta y la entrada más baja (Guimarães Merçon, 2008).

Cubierta ventilada

La cubierta es posiblemente el elemento más importante. A pesar que, no puede mejorar el clima interno, puede evitar que la temperatura interior no supere al aire exterior. La doble cubierta ventilada admite establecer un colchón de aire que actúa como aislamiento térmico. Además, se le puede incrementar aberturas en la parte superior de la cubierta para permitir la salida del aire caliente, sistema denominado efecto chimenea. El efecto chimenea actúa eliminando el aire caliente del espacio, colocando una abertura en la parte superior para este propósito y una abertura más pequeña de la habitación para permitir el aire fresco.

Cerramientos permeables

Para asegurar la ventilación, las paredes deben quitarse siempre que sea posible o la pared debe estar completamente abierta. El espacio interior debe ser fluido y flexible para facilitar la circulación de aire entre otras áreas interiores y exteriores. En la actualidad los espacios al aire libre son comunes, no cuentan con cerramientos o si los tienen son

cerramientos ligeros que permiten la circulación del aire. En gran mayoría se opta por grandes voladizos, que se vuelven galerías abiertas protegidas del sol y la lluvia, ideales para descansar.

La separación del espacio interior y exterior requiere el uso de paneles móviles, pequeñas paredes o dispositivos como tabiquerías perforadas, persianas, celosías, u otros elementos que permiten la libre circulación de aire y radiación solar ([Guimarães Merçon, 2008](#)).

Elevación del suelo

El elevar la construcción del suelo permite la libre circulación del aire por debajo de la vivienda, de modo que la edificación sea despojada de inercia térmica. A menudo, el piso se levanta con pilares para proporcionar una mejor ventilación, y en el caso de que se localice en una zona lluviosa esta edificación resistiría a inundaciones.

1.6.3. Protección solar, reflejos y volados

Aleros o voladizos

Elementos arquitectónicos fijos que son una extensión de la cubierta, o suelen ser elementos independientes al tejado que están ubicados en la parte superior de la fachada y funcionan de manera horizontal. Protegen las vistas de la vivienda, principalmente las aberturas, de la radiación y la lluvia. No suelen divisarse, y su longitud depende del ángulo del sol para protegerse. Los aleros tienen un efecto positivo en los lados norte y sur. En esta fachada, la trayectoria del sol es más estable y equilibrada, por lo que se puede preservar de manera más eficaz proyectando una sombra sobre ella, pero en el este y el oeste la escasa insolación es de poca utilidad. En ciertas ocasiones los grandes voladizos suelen servir como balcones y habitaciones abiertas, creando un espacio de ventilación en edificios, protegidos del sol, la lluvia y con una temperatura más equilibrada que el espacio alrededor de las paredes ([Ugarte, 2018](#)).

Lamas, pantallas y celosías

Las lamas son objetos externos que bloquean los rayos solares, permiten que el aire escape y disperse la luz. Pueden ser verticales y horizontales, móviles o fijos, que habilitan los principios voluntarios del modo de protección. Cada uno de estos elementos tiene un perfil geométrico específico e independientemente de la región en que se ubique, la orientación, la luz solar y consiguiendo ser utilizado en todas las condiciones. Los elementos de protección horizontales como, los voladizos y los aleros son más efectivos en las fachadas norte y sur, según el recorrido solar. Por otro lado, los elementos de protección verticales, responden bien al este y al oeste cuando el sol está más inclinado a esas caras. El rango de temperatura está determinado por la época del año en que la temperatura excede la

zona de confort. Por lo tanto, se necesitan horas de sombra para reducir el aumento de temperatura en el edificio (Cruz, 2014).

La pantalla es semejante a las lamas, colocada en una fachada para cubrir un trozo de vidrio a la intemperie. Suelen ser fijos, y opacos, y en algunos casos, es posible favorecer la reflectividad difusa hacia el interior del espacio. En cambio, las celosías son una combinación de listones horizontales y verticales, que a menudo se diseñan con diferentes tipos de características, lo que le da al protector solar un aspecto estético excepcional. Son efectivos en todos los sentidos. Sin embargo, es importante tener en cuenta que, dependiendo del diseño y la cantidad de aberturas, evitará que entre aire al edificio. Todos los elementos de protección solar enunciados precedentemente también son importantes para reducir el deslumbramiento, y la luz que proviene del cielo en todas las trayectorias.

1.6.4. Selección adecuada de materiales

El envolvente del edificio actúa como barrera contra el calor externo. En otras palabras, este efecto debe penetrar las paredes del edificio antes de que afecte la temperatura interna. El calor que actúa en el exterior del edificio es una combinación de impactos por convección y radiación. La radiación funciona con la luz solar directa, intercambiando calor con el aire y el cielo circundantes. La convección actúa en función del intercambio con la temperatura ambiente y puede incrementarse mediante la fluctuación del aire. El movimiento del aire a su alrededor reduce el efecto del calor externo y es especialmente útil en condiciones de clima cálido. Ciertos materiales al reflejar más radiación de la que absorben y emitir rápidamente la receptada en forma de radiación térmica ocasionan temperaturas más bajas dentro de la construcción. Los materiales blancos reflejan más del 90 % de la radiación que reciben, mientras que los negros representan menos del 15 %. Por lo tanto, es importante elegir colores brillantes para edificios con clima cálido (Guimarães Merçon, 2008).

1.6.5. Relación de la edificación con la vegetación

Los árboles tienen múltiples beneficios: dan sombra, filtra el polvo, bloquea los vientos fuertes, pero al mismo tiempo ayuda a la circulación del aire, purifican la atmósfera, oxigena el aire, etc. La vegetación interviene en la protección del sol, aportando sombra y concibiendo un microclima. La selección de especies es significativa porque la calidad de la sombra depende de la frondosidad del árbol. Las hojas pueden filtrar entre un 60 y un 90 % de la luz solar y una buena concentración de plantas reduce el impacto de la luz solar (Cruz,2014).

Análisis físico y de confort en la ciudad de Pasaje

2.1. Análisis del clima de la ciudad de Pasaje

En este apartado se profundizará concretamente los factores y elementos del clima de la ciudad de estudio. Dichos datos serán utilizados en la metodología de modelo adaptativo como en las herramientas bioclimáticas. Estos datos son fundamentales para la obtención de las recomendaciones bioclimáticas a utilizar en el anteproyecto arquitectónico.

2.1.1. Análisis de factores del clima

Como se había dicho en el capítulo 1. apartado 1.3.3. (pág. 16.), los factores determinan al clima de un lugar, es por esto que se toma en cuenta la posición, la altitud, topografía, agua, suelo y vegetación, al momento de diseñar el anteproyecto arquitectónico bioclimático.

La Latitud

- En grados decimales: -3.26900
- En grados, minutos y segundos: 1°11'6.14" S

Longitud

- En grados decimales: -79.96200
- En grados, minutos y segundos: 79°55'20.75.° O

Altitud

10 m.s.n.m (mínimo) 1.560 m.s.n.m (máximo) 550 msnm

Orografía

El cantón Pasaje es una zona con topografía variada desde zonas planas hasta montañosas, con una alta tendencia a movimientos masivos. El suelo tiene buenas características, es fácil de saturar en la época de lluvias y no mantiene su estructura en la época seca, formando recubrimientos duros o comúnmente llamados costras. Esto aumenta el tipo de relieve, haciéndolo inadecuado para la agricultura. La mayor parte del territorio del cantón corresponde a un terreno escarpado (véase en la figura 2)., que de repente se empina hacia el oeste del cantón y que el terreno varía desde colinas onduladas hasta las estribaciones de las montañas (PDOT Pasaje, 2018).

Tabla 2.1: *Relieve del cantón Pasaje*

<i>Rango</i>	<i>Tipo</i>	<i>Área</i>	<i>%</i>
0 - 5	<i>Plano</i>	18 268,4	40,04
5 - 12	<i>Ligeramente ondulado</i>	3 357,8	7,36
12 - 25	<i>Ondulado</i>	7 470,4	16,37
25 - 50	<i>Montañoso</i>	12 105,8	26,53
>50	<i>Escarpado</i>	4 428,5	9,71

Fuente: PDOT PASAJE, 2018

2.1.2. Análisis de elementos del clima

El piso climático a estudiar es el tropical megatérmico seco, varias ciudades a lo largo de la costa de Ecuador disfrutan este clima, incluida la ciudad de Pasaje. Como se manifiesta en el capítulo 1. apartado 1.3.4. (pág. 16.) los elementos del clima son de gran relevancia analizar a la hora de estudiar el confort térmico de un lugar. Para poder realizar un estudio más profundo del cambio climático que ha sufrido la urbe, se contempla el análisis de los datos de precipitación; temperatura máxima media, media, y mínima media; humedad relativa, velocidad media y dirección media del viento, en un lapso de diez años de 2010 a 2020. Para obtener los datos más precisos, se solicitó dicha información al INOCAR (Instituto de Oceanografía Naval y Antártida). Los siguientes datos a analizarse fueron emitidos por la estación meteorológica de Puerto Bolívar ubicada en Machala Cabe mencionar que los datos proporcionados no son de Pasaje, debido a que allí no existe una estación meteorológica, por lo que se utiliza los datos de Puerto Bolívar, al estar ubicado en el mismo piso climático que Pasaje la diferencia es mínima.

Precipitación

A partir de los datos de precipitación tabulados por el INOCAR (véase en tabla 5.), se distingue que, a lo largo de los diez años la precipitación total anual ha variado constantemente.

En el **2010** los meses más lluviosos fueron febrero y marzo con una precipitación

que oscilaba entre 72,1 mm a 303,5 mm, y los menos lluviosos agosto y septiembre. La precipitación total anual de este año es de 40,42 mm. En el **2011** los meses más lluviosos fueron enero y febrero con una precipitación que oscilaba entre 68,8 mm a 153 mm, y con escasez de lluvia desde mayo hasta diciembre. La precipitación total anual de este año es de 24,70 mm. En el **2012** los meses más lluviosos fueron enero, febrero, marzo y abril con una precipitación que oscilaba entre 144,3 mm a 208 mm, y con escasez de lluvia desde mayo hasta noviembre. La precipitación total anual de este año es de 63,48 mm. En el **2013** el mes más lluvioso fue febrero con una precipitación de 76 mm, y los meses con casi nula precipitación fue desde mayo hasta noviembre. De hecho, este es el año con menos épocas lluviosas, teniendo un total anual de 9,98 mm. En el **2014** el mes más lluvioso fue enero con una precipitación de 58,4 mm, y los meses con casi nada de lluvia fueron abril, julio, agosto, septiembre, noviembre y diciembre. Este año también se lo considera como uno de los más bajos en lluvia, con un total anual de 16,04 mm.

En el **2015** los meses más lluviosos fueron marzo y mayo con una precipitación que oscilaba entre 125,7 mm a 136,7 mm, y los menos lluviosos julio, agosto, septiembre y noviembre. La precipitación total anual de este año es de 30,48 mm. En el **2016** los meses más lluviosos fueron desde enero hasta abril con una precipitación que oscilaba entre 94,2 mm a 405,8 mm, y los menos lluviosos desde mayo hasta septiembre. En efecto, este es el año con mayor precipitación, pero con menos meses de lluvia. Su total anual es de 66,93 mm. En el **2017** los meses más lluviosos fueron enero, marzo, mayo y octubre con una precipitación que oscilaba entre 99,2 mm a 269,5 mm, y los de casi inexistente lluvia fueron julio, agosto, septiembre y diciembre. La total anual de este año es de 64,05 mm. En el 2018 el mes más lluvioso fue febrero con una precipitación de 185 mm, y el menos lluvioso fue junio. La precipitación total anual de este año es de 27,31 mm. En el **2019** los meses más lluviosos fueron febrero y marzo con una precipitación que oscilaba entre 117,4 mm a 151,2 mm, y los menos lluvioso agosto y septiembre. La precipitación total anual de este año es de 31,53 mm. En el **2020** los meses más lluviosos fueron febrero y marzo con una precipitación que oscilaba entre 135,9 mm a 277,2 mm, y los menos lluviosos mayo, agosto y noviembre. Su total anual es de 42,25 mm.

Tabla 2.2: Valores pluviométricos

INSTITUTO OCEANOGRÁFICO Y ANTÁRTICO DE LA ARMADA (INOCAR)													
SERIES MENSUALES DE DATOS METEOROLÓGICOS													
NOMBRE: ESTACIÓN METEOROLÓGICA COSTERA DE PUERTO BOLIVAR													
PERIODO: 2010 - 2020				LATITUD: 3°15'35.18"S				LONGITUD: 80°00'04.90"O			ELEVACIÓN: 5 msnm		
PRECIPITACIÓN TOTAL ANUAL (mm)													
AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	PROMEDIO TOTAL
2010	19,6	303,5	72,1	57,8	3,6	4	2,5	0,5	2,4	7,5	3	8,5	40,42
2011	68,8	153	20,4	44,2	0	0	7,7	0,5	0	0	0	1,8	24,70
2012	208	208	144,3	178,8	3,9	0	1	0	0	2,9	3,4	11,4	63,48
2013	15,3	76	15,9	2,5	0,8	0	0	0,5	0	2,8	1	5	9,98
2014	58,4	36,9	44,3	0	37,7	5,4	1,6	0	0	5,3	0,7	2,2	16,04
2015	31,3	26,1	125,7	20,5	136,7	4,6	2	0,8	0	11	1,6	5,4	30,48
2016	94,2	405,8	154,5	117,4	0	0	3,4	3,9	2,7	6,7	0	14,5	66,93
2017	136,2	75,8	269,5	35,1	117,2	19,1	3,6	0	0	99,2	12,9	0	64,05
2018	17,8	185	36,3	3,6	15,9	1,8	3,4	6,9	2,8	5,6	4,1	44,5	27,31
2019	85,4	117,4	151,2	3,6	6,7	2,2	3,7	1,7	0,8	2	1,2	2,5	31,53
2020	19,4	277,2	135,9	17,1	0	1,7	5,7	0,5	38,8	6,2	1,3	3,2	42,25

Fuente: INOCAR, 2021

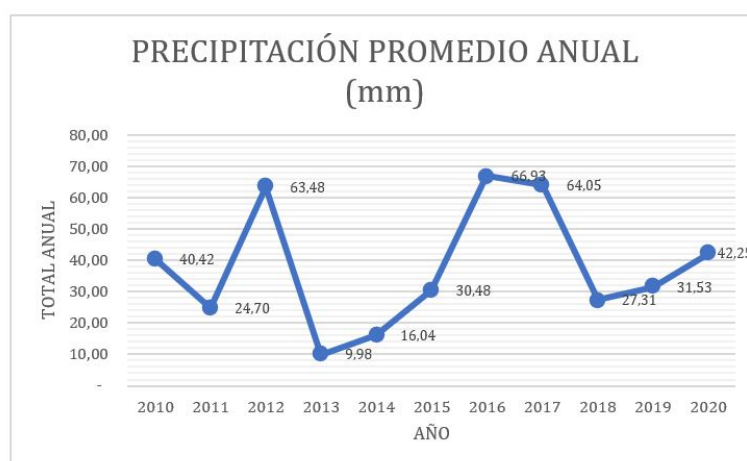


FIGURA 2.1: Precipitación

Fuente: INOCAR, 2021

Temperatura

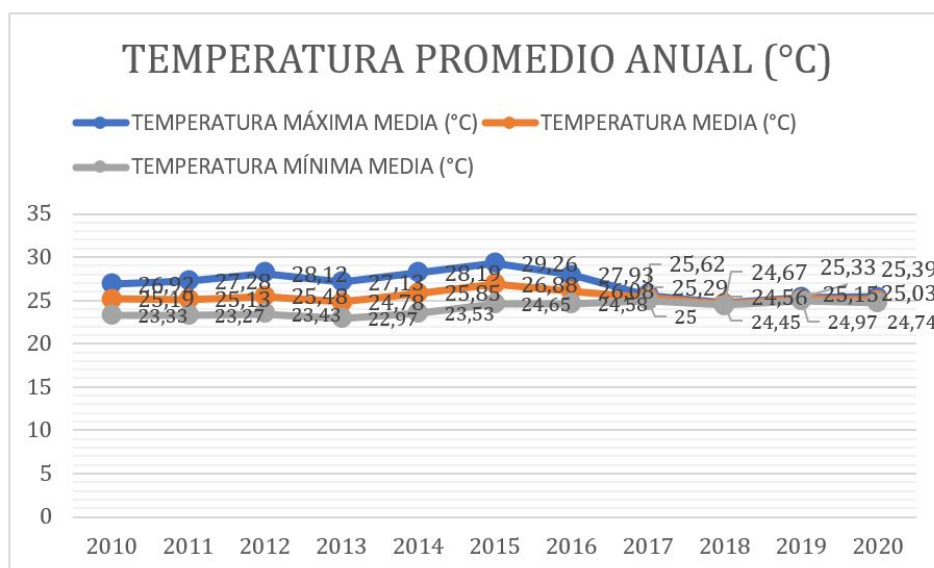
A partir de los datos de precipitación tabulados por el INOCAR (véase en tabla 5.), se distingue que, en el **2010** los meses con mayor temperatura son marzo y abril oscilando entre 29,8 °C a 29,9 °C; la temperatura media de 27,9 °C y la mínima de 21,5 °C. La temperatura máxima media anual es de 26,92 °C, la media anual de 25,19 °C y mínima anual de 23,33 °C. En el **2011** el mes con máxima temperatura es abril con 29,1 °C; la temperatura media es 26,8 °C y la mínima de 21,3 °C. La temperatura máxima media anual de este año es de 27,28 °C, la media anual de 25,13 °C y mínima anual de 23,27 °C. En el **2012** los meses con mayor temperatura son marzo y abril oscilando entre 30,7 °C a 30,8 °C; la temperatura media de 27,6 °C y la mínima de 21,6 °C. La temperatura máxima media anual es de 28,12 °C, la media anual de 25,48 °C y mínima anual de 23,43 °C. En el **2013** los meses con mayor temperatura son febrero y marzo oscilando entre 30,1 °C a 30,3 °C; la temperatura media de 27,5 °C y la mínima de 21 °C. La temperatura máxima media anual es de 27,13 °C, la media anual de 24,78 °C y la mínima anual de 22,97 °C. En el **2014** los meses con mayor temperatura son marzo y abril con una temperatura de 30,1 °C; la temperatura media de 27,6 °C y mínima de 21,7 °C. La temperatura máxima media anual es de 28,19 °C, la media anual de 25,85 °C y mínima anual de 23,53 °C.

En el **2015** los meses con mayor temperatura son desde febrero hasta mayo oscilando entre 30,8 °C a 30,3 °C; la temperatura media de 28 °C y mínima de 23 °C. Este año, estadísticamente, es el que posee mayor número de meses con altas temperaturas teniendo un promedio anual de 29,26 °C, la media anual de 25,48 °C y mínima anual de 24,65 °C. En el **2016** los meses con mayor temperatura son abril y mayo oscilando entre 30,6 °C a 31,1 °C; la temperatura media es de 28,3 °C y mínima de 23,3 °C. La temperatura máxima media anual es de 27,93 °C, la media anual de 26,08 °C y la mínima de 24,58 °C. En el **2017** los meses con mayor temperatura son abril y mayo oscilando entre 30,6 °C a 31,1 °C; la temperatura media es de 27,3 °C y la mínima de 22,6 °C. La temperatura máxima media anual es de 27,93 °C, la media anual de 25,29 °C y la mínima de 25 °C. En el **2018** el mes con máxima temperatura es marzo con 27 °C; la temperatura media de 26,8 °C y la mínima de 22,3 °C. La temperatura máxima media anual de este año es de 24,67 °C, la media anual de 26,8 °C y la mínima anual de 24,45 °C. En el **2019** el mes con máxima temperatura es abril con 27,5 °C; la temperatura media de 27,4 °C y mínima 21,8 °C. La temperatura máxima media anual de este año es de 25,33 °C, la media anual de 25,15 °C y la mínima anual de 24,97 °C. En el **2020** el mes con máxima temperatura es febrero con 27,9 °C; con temperatura media de 27,5 °C y mínima de 27,1 °C. La temperatura máxima media anual de este año es de 25,39 °C, la media anual de 25,03 °C y mínima anual de 24,74 °C.

Tabla 2.3: *Temperatura máxima media*

INSTITUTO OCEANOGRÁFICO Y ANTÁRTICO DE LA ARMADA (INOCAR)													
SERIES MENSUALES DE DATOS METEOROLÓGICOS													
NOMBRE: ESTACIÓN METEOROLÓGICA COSTERA DE PUERTO BOLIVAR													
PERIODO: 2010 - 2020		LATITUD: 3°15'35.18"S		LONGITUD: 80°00'04.90"O		ELEVACIÓN: 5 msnm							
<i>TEMPERATURA MÁXIMA MEDIA (°C)</i>													
AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	PROMEDIO TOTAL
2010	28,8	29,7	29,8	29,9	28,5	26,3	25,2	24,4	24,4	24,7	25	26,3	26,92
2011	28,1	28,5	28,9	29,1	27,9	27,3	26,1	25,2	25	25,9	26,9	28,5	27,28
2012	29,1	29,5	30,8	30,7	29,7	28,6	27,4	25,2	25,8	25,6	26,8	28,2	28,12
2013	29,3	30,1	30,3	29,8	27,3	25,8	24,7	25,2	24,8	24,9	25,6	27,7	27,13
2014	29,3	29,6	30,1	30,1	29,5	28,7	27,5	25,7	26,1	25,8	27,3	28,6	28,19
2015	29,6	30,4	30,3	30,7	30,8	29,7	28,5	26,8	27,8	27,5	28,6	30,4	29,26
2016	30,2	30,6	30,3	31,1	30,6	29,7	29,2	24,1	24,4	23,9	25,1	26	27,93
2017	26,8	27,7	27,5	27,7	27,1	25,4	24,2	24,8	24,5	23,9	23,1	24,7	25,62
2018	26,3	26,7	27	26,7	25,5	23,6	22,6	22,5	22,7	22,8	24,2	25,4	24,67
2019	26,8	27	27,3	27,5	27	25,6	23,7	22,6	22,4	23,7	24,7	25,6	25,33
2020	27,5	27,9	27,7	27,5	26,4	24,8	23,6	22,6	23,2	24	24	25,5	25,39
<i>TEMPERATURA MEDIA (°C)</i>													
2010	26,6	27,6	27,6	27,9	26,9	24,7	23,9	22,9	22,9	23,2	23,3	24,8	25,19
2011	26,3	26,5	26,8	26,7	25,9	25,5	24,5	23,3	22,8	23,4	24,1	25,8	25,13
2012	26,2	26,5	27,6	27,6	27	26,1	24,9	23	23,4	23,5	24,4	25,6	25,48
2013	26,7	27,2	27,5	26,7	24,9	23,6	22,7	22,8	22,9	23,3	23,8	25,2	24,78
2014	27	27,2	27,3	27,6	26,9	26,3	25,3	23,9	23,9	23,8	24,8	26,2	25,85
2015	27,1	27,6	27,6	28	28	27,2	26,2	24,7	25,7	25,7	26,6	28,1	26,88
2016	27,7	28,1	27,9	28,3	27,9	26,1	25,2	23,8	24	23,6	24,7	25,7	26,08
2017	26,4	27,3	27,1	27,3	26,7	25,1	23,9	24,5	24,2	23,7	22,8	24,5	25,29
2018	26,2	26,6	26,8	26,6	25,4	23,5	22,5	22,4	22,6	22,7	24,1	25,3	24,56
2019	26,7	26,9	27,2	27,4	26,9	25,4	23,6	22,5	22,1	23,4	24,4	25,3	25,15
2020	27,1	27,5	27,3	27,1	26	24,5	23,3	22,3	22,9	23,7	23,6	25,1	25,03
<i>TEMPERATURA MÍNIMA MEDIA (°C)</i>													
2010	24,5	25	25,3	25,4	25	23,2	22,3	21,5	21,5	21,5	21,6	23,1	23,33
2011	24	24,2	25	24,6	24,3	23,9	22,8	21,6	21,3	21,5	22,1	23,9	23,27
2012	23,5	23,9	25	25	25,1	24,2	23,3	21,6	21,7	21,8	22,6	23,5	23,43
2013	24,4	24,5	25,1	24,8	23,3	22,3	21,3	21	21,4	21,8	22,2	23,5	22,97
2014	24,2	24,5	24,7	25,4	24,4	24,3	23,4	22	21,8	21,7	22	24	23,53
2015	24,5	24,8	25	25,3	25,4	24,8	24,1	23	23,8	24,1	24,8	26,2	24,65
2016	25,4	25,5	25,5	25,7	25,9	23,4	23,3	23,5	23,7	23,4	24,2	25,4	24,58
2017	26,1	26,9	26,7	27	26,4	24,9	23,6	24,3	23,9	23,4	22,6	24,2	25,00
2018	26	26,5	26,7	26,5	25,3	23,4	22,4	22,3	22,5	22,6	24	25,2	24,45
2019	26,6	26,7	27	27,2	26,8	25,3	23,5	22,4	21,8	23,2	24,1	25	24,97
2020	26,7	27,1	27	26,7	25,8	24,3	23,1	22	22,6	23,5	23,3	24,8	24,74

Fuente: INOCAR, 2021

FIGURA 2.2: *Temperatura máxima, media y mínima*

Fuente: INOCAR, 2021

Humedad relativa

A partir de los datos de humedad relativa tabulados por el INOCAR (véase en tabla 5.), se distingue que, a lo largo de los diez años la humedad relativa total anual ha aumentado. En el **2010** el mes con mayor humedad es junio con un porcentaje de humedad de 86,2% y con una humedad relativa anual de 83,56%. En el **2011** el mes con mayor humedad es septiembre con un porcentaje de humedad de 87,2% y con una humedad relativa anual de 81,48%. En el **2012** el mes con mayor humedad es agosto con un porcentaje de humedad de 86,9% y con una humedad relativa anual de 81,63%. En el **2013** el mes con mayor humedad es julio con un porcentaje de humedad de 87% y con una humedad relativa anual de 83,05%. En el **2014** el mes con mayor humedad es julio con un porcentaje de humedad de 85,2% y con una humedad relativa anual de 80,70%.

En el **2015** el mes con mayor humedad es agosto con un porcentaje de humedad de 84,1% y con una humedad relativa anual de 79,98%. En el **2016** el mes con mayor humedad es septiembre con un porcentaje de humedad de 90,3% y con una humedad relativa anual de 82,58%. En el **2017** los meses con mayor humedad son septiembre y octubre con un porcentaje de humedad de 93,8% y con una humedad relativa anual de 91,79%, siendo uno de los años con alto porcentaje de humedad en el lapso de los diez años. En el **2018** el mes con mayor humedad es julio con un porcentaje de humedad de 92,9% y con una humedad relativa anual de 88,68%. En el **2019** el mes con mayor humedad es septiembre con un porcentaje de humedad de 90,9% y con una humedad relativa anual de 86,18%. Y, por último, en el **2020** el mes con mayor humedad es septiembre con un porcentaje de humedad de 88,2% y con una humedad relativa anual de 83,37%.

Tabla 2.4: *Humedad relativa*

INSTITUTO OCEANOGRÁFICO Y ANTÁRTICO DE LA ARMADA (INOCAR)													
SERIES MENSUALES DE DATOS METEOROLÓGICOS													
NOMBRE: ESTACIÓN METEOROLÓGICA COSTERA DE PUERTO BOLIVAR													
PERIODO: 2010 - 2020			LATITUD: 3°15'35.18"S			LONGITUD: 80°00'04.90"O			ELEVACIÓN: 5 msnm				
HUMEDAD RELATIVA MEDIA(%)													
AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	PROMEDIO TOTAL
2010	80,9	81,4	80,8	79,9	83,3	86,2	85,3	86,2	86,1	85,2	85,1	82,3	83,56
2011	79,4	79,2	78,3	80,5	81,3	82,5	84	85,4	87,2	82,1	79,9	78	81,48
2012	79,8	80	77,3	77,3	79,3	81,2	83,1	86,9	85,2	85,3	83,4	80,8	81,63
2013	80,3	78,3	78,6	80,3	84,6	86	87	85,6	85,5	86,4	84	80	83,05
2014	78,5	76,3	77,1	77,7	79,5	79,5	82,1	85,2	84,9	85	82,6	80	80,70
2015	78,8	77,4	78,5	79,5	78,8	79,5	81,7	84,1	81,8	82	79,8	77,8	79,98
2016	79,1	78,3	79	77,1	78,1	80,2	84,2	89,4	90,3	88,9	80,5	85,9	82,58
2017	88,2	88,3	91	89,3	91,5	93,4	93,9	93,7	93,8	93,8	92,5	92,1	91,79
2018	86,6	85,6	84,6	83,6	90,3	89,9	92,9	92,6	91,7	89,9	89,4	87	88,68
2019	83,7	86,5	85,2	81,8	83,5	86,6	89,6	88,9	90,9	87,7	85,8	83,9	86,18
2020	78,2	79,4	81	80,2	80,1	83,8	86,5	85,8	88,2	87,9	84,6	84,7	83,37

Fuente: INOCAR, 2021

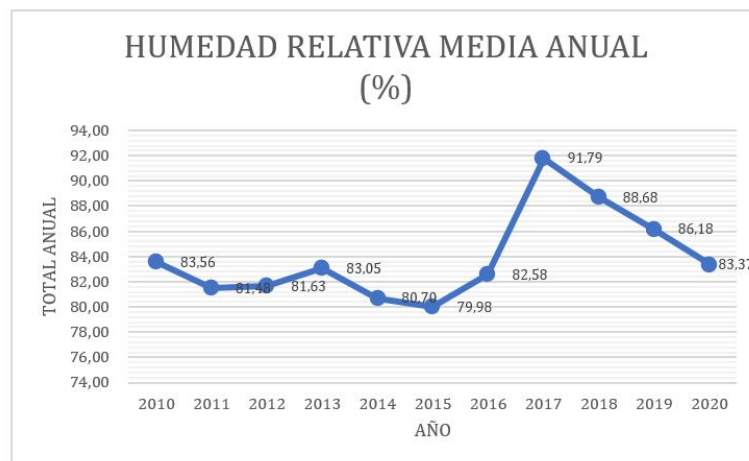


FIGURA 2.3: *Humedad relativa*

Fuente: (Flores, 2022)

Viento

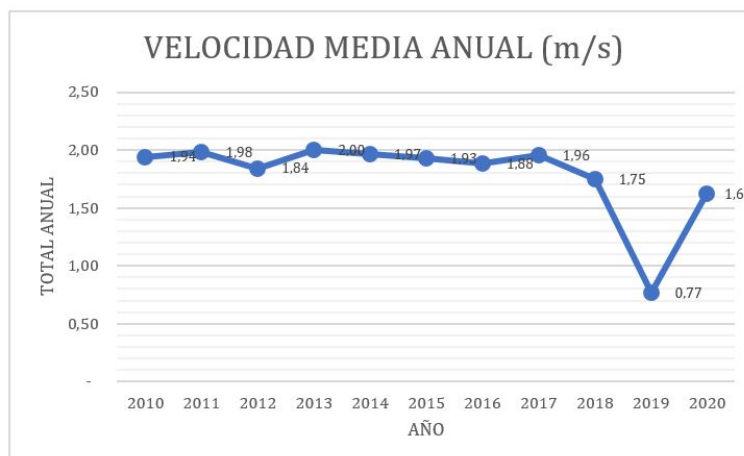
A partir de los datos de velocidad de viento tabulados por el INOCAR (véase en tabla 5.), se distingue que, a lo largo de los diez años la velocidad se ha ido manteniendo hasta que en el 2019 esta decrece a un 0,77 m/s. En el **2010** el mes más ventoso es junio, teniendo una velocidad media de 2,4 m/s y una velocidad media anual de 1,94 m/s. En el **2011** los meses más ventosos son agosto y noviembre con una velocidad media de 2,4 m/s y una velocidad media anual de 1,98 m/s. En el **2012** el mes más ventoso es agosto, con una velocidad media de 2,8 m/s y una velocidad media anual de 1,84 m/s. En el **2013** el mes más ventoso es septiembre con una velocidad media de 2,4 m/s y una velocidad media anual de 2,00 m/s. De hecho, este es el año más ventoso en relación a los otros años estudiados. En el **2014** el mes más ventoso es agosto, con una velocidad media de 2,7 m/s y una velocidad media anual de 1,97 m/s.

En el **2015** el mes más ventoso es agosto, con una velocidad media de 2,8 m/s y una velocidad media anual de 1,93 m/s. En el **2016** el mes más ventoso es marzo, con una velocidad media de 2,3 m/s y una velocidad media anual de 1,88 m/s. En el **2017** el mes más ventoso es julio, con una velocidad media de 2,2 m/s y una velocidad media anual de 1,96 m/s. En el **2018** los meses más ventosos son enero y febrero con una velocidad media de 2,2 m/s y una velocidad media anual de 1,75 m/s. En el **2019** los meses más ventosos son septiembre, octubre y noviembre con una velocidad media de 1,1 m/s y una velocidad media anual de 0,77 m/s. En el **2020** el mes más ventoso es diciembre, con una velocidad media de 2,3 m/s y una velocidad media anual de 1,63 m/s.

Tabla 2.5: *Velocidad media*

INSTITUTO OCEANOGRÁFICO Y ANTÁRTICO DE LA ARMADA (INOCAR)													
SERIES MENSUALES DE DATOS METEOROLÓGICOS													
NOMBRE: ESTACIÓN METEOROLÓGICA COSTERA DE PUERTO BOLIVAR													
PERIODO: 2010 - 2020			LATITUD: 3°15'35.18"S			LONGITUD: 80°00'04.90"O			ELEVACIÓN: 5 msnm				
VELOCIDAD MEDIA (m/s)													
AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	PROMEDIO TOTAL
2010	1,8	1,5	1,6	1,6	2	2,4	2,1	2,3	2,1	2,1	2,1	1,7	1,94
2011	1,6	1,9	1,6	1,8	2	2	2,2	2,4	2,2	2,1	2,4	1,6	1,98
2012	1,6	1,4	1,2	1,4	1,7	2,4	2,4	2,8	2,1	2	1,6	1,5	1,84
2013	1,7	1,5	1,5	1,8	2,3	2,4	2,3	2,3	2,4	2,2	2,1	1,5	2,00
2014	1,6	1,6	1,4	1,6	2	2,3	2,2	2,7	2,3	2,2	2	1,7	1,97
2015	1,6	1,4	1,7	1,8	1,6	2	2,4	2,8	2,2	2,3	1,9	1,4	1,93
2016	1,9	1,9	2,3	1,8	1,8	1,5	1,7	1,8	2,1	2,2	1,5	2,1	1,88
2017	2,1	2	1,8	1,9	1,7	1,8	2,2	2	2,1	2,1	2	1,8	1,96
2018	2,2	2,2	2,1	1,9	1,8	1,8	1,9	2,2	2	0,7	1,1	1,1	1,75
2019	1	0,8	0,7	0,4	0,3	0,4	0,5	1	1,1	1,1	1,1	0,8	0,77
2020	0,7	1,4	1,5	1,2	1,5	1,5	1,5	1,6	2	2,1	2,2	2,3	1,63

Fuente: INOCAR, 2021

FIGURA 2.4: *Velocidad media*

Fuente: INOCAR, 2021

Como se visualiza en la tabla y gráfica de la velocidad de los vientos, no existe vientos predominantes, ya que oscilan de 0,77 a 2,00 m/s.

Tabla 2.6: *Dirección media*

INSTITUTO OCEANOGRÁFICO Y ANTÁRTICO DE LA ARMADA (INOCAR)													
SERIES MENSUALES DE DATOS METEOROLÓGICOS													
NOMBRE: ESTACIÓN METEOROLÓGICA COSTERA DE PUERTO BOLIVAR													
PERIODO: 2010 - 2020			LATITUD: 3°15'35.18"S			LONGITUD: 80°00'04.90"O			ELEVACIÓN: 5 msnm				
DIRECCIÓN MEDIA (grados)													
AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	PROMEDIO TOTAL
2010	181 S	185,7 S	183,8 S	190,6 S	211,5 S	229,3 SO	199,4 S	203,4 S	204,5 S	224 S	225,8 SO	203,6 S	203,51 S
2011	207,1 S	209,5 S	195,6 S	209 S	222,7 S	233,2 SO	237,7 SO	229,2 SO	237,4 SO	220 S	251,8 SO	207,8 S	221,76 S
2012	198,1 S	180,4 S	183 S	196,9 S	220,2 S	244 SO	243,1 SO	270,3 O	226,7 SO	212 S	195,4 S	202,6 S	214,37 S
2013	217,2 S	204,4 S	201,8 S	194,6 S	236,1 SO	234,6 SO	231,5 SO	225,1 SO	242,4 SO	244 SO	230,7 SO	207,4 S	222,48 S
2014	214 S	203,4 S	197,3 S	199 S	271,2 O	221,5 S	199,2 S	213,8 S	229,7 SO	228 SO	212,5 S	197,8 S	215,64 S
2015	189,6 S	183,2 S	196,8 S	199,2 S	205,1 S	222,1 S	225,5 SO	256,8 SO	209,3 S	219 S	209,5 S	164,4 SE	206,68 S
2016	194,6 S	199,3 SO	212,5 S	198,4 S	202,8 S	186,2 S	230,9 SO	279,9 O	287 O	279 O	205,1 S	250,7 SO	227,18 S
2017	213,8 S	210 S	206,6 S	222,5 S	226 SO	256,6 SO	261,6 SO	259,1 SO	260,4 SO	286 O	269,4 SO	297,3 O	247,40 SO
2018	248,2 SO	212,6 S	230,1 SO	266,3 SO	263 SO	275,4 O	268,2 SO	277,1 O	280,4 O	281 O	278,9 O	267,8 SO	262,39 SO
2019	238,9 SO	226 SO	236,9 SO	249,9 SO	252,6 SO	285,8 O	278,8 O	285,1 O	287 O	290 O	287 O	250,4 SO	264,07 SO
2020	231,1 SO	225,8 SO	198,3 S	239,5 SO	275,9 O	278,4 O	282,5 O	285,9 O	271,5 O	265 SO	270 O	219,9 S	253,61 SO

Fuente: (FLORES, 2022)



FIGURA 2.5: *Dirección media*

Fuente: INOCAR, 2021

En definitiva, de acuerdo con la gráfica (añadir número de grafica-precipitación) se

puede contemplar que la precipitación total anual es inconstante, en el lapso de diez años ha disminuido y aumentado, su punto máximo ha sido en el año 2016 con una precipitación promedio de 66,93 mm, luego desciende hasta el 2020 con una precipitación promedio de 42,25 mm, los meses lluviosos han sido febrero y marzo. En la gráfica (añadir número de grafica-temperatura promedio anual) se divisa que en el año 2015 la temperatura alcanzo su punto máximo (29,26°C), a partir de ese punto empieza a descender llegando hasta el 2020 con una temperatura máxima de 25,39°C, los meses con elevada temperatura es febrero y marzo.

En la gráfica (añadir número de grafica-humedad relativa) se muestra que en el año 2017 la humedad relativa media alcanza su punto máximo (91,79%), desde este punto la humedad comienza a descender hasta el 2020 con una humedad relativa media anual de 83,37%, en este año los meses más húmedos son julio, agosto y septiembre.

En la gráfica (añadir número de grafica-velocidad media anual) se muestra que la velocidad media de los vientos es baja a lo largo de los diez años, en ese rango de porcentajes el mayor es en el 2013, este desciende hasta el 2020 con un porcentaje anual de 1.63 m/s. En la tabla (añadir número de tabla-dirección media) muestra que la dirección de los vientos dominantes desde el 2010 ha sido desde el sur, pero a partir del 2017 la dirección de los vientos es desde el suroeste.

2.2. Análisis de casos de estudio

En este capítulo se examinará la información objetiva y subjetiva obtenida en la investigación de campo a través de los métodos de análisis comúnmente utilizados en las encuestas de confort térmico. Como se muestra en el capítulo 1 apartado 1.4.3.2. (pág. 21) en base al modelo de adaptación, se estudiaron algunas variables que contemplan el uso de este modelo, las cuales se emplearán para la realización de ecuaciones que resultan de manera objetiva si existe o no comodidad térmica en una persona. Para el análisis subjetivo se empleará la percepción del confort térmico -índice de percepción del ambiente térmico, sensación térmica, preferencia térmica y aceptabilidad térmica-, permite conocer la percepción general del confort que tienen los usuarios en la zona de estudio, por medio de una evaluación subjetiva del ambiente térmico.

2.2.1. Descripción de la población

Para establecer el número de personas a encuestar con respecto a la percepción de confort térmico, se efectuará un muestreo probabilístico y estratigráfico. Según los datos censales la ciudad de Pasaje tiene 52.673 habitantes, de los cuales solo se consideró los rangos de edad con mayor porcentaje (como se manifestó anteriormente). Para determinar el número de residentes a investigar, se utilizará la siguiente ecuación:

$$n = (k^2 * p * Q * N) / (e^2 * (N-1) + e^2 * p * Q)$$

En donde:

N: tamaño de la población o universo (número total de posibles encuestados).

k: es una constante que depende del nivel de confianza que le hayamos asignado. El nivel de confianza indica la probabilidad de que los resultados de la encuesta sean ciertos: un 95,5 % de confianza equivale a decir que existe un 4,5 % de probabilidad de que podamos estar equivocados.

Tabla 2.7: *Tabla de nivel de confianza*

k	1.15	1.28	1.44	1.65	1.96	2	2.58
Nivel de confianza	75%	80%	85%	90%	95%	95.5%	99%

Fuente: LAZO, 2016

e: es el error muestral deseado, el error muestral es la diferencia que puede existir entre el resultado que obtendríamos si interrogamos a una muestra de la población y el resultado que obtendríamos si interrogamos al total.

p: es la proporción de individuos que poseen la característica del estudio en la población. Estos datos generalmente son desconocidos y generalmente se asume que $p=q=0.5$ que es la opción más segura.

Q: es la proporción de individuos que no poseen esa característica, es decir, es $1-p$.

n: es el tamaño de la muestra

Luego de haber aplicado la formula y con un nivel de confianza del 90 %, el tamaño de la muestra es de 70 personas, de las cuales 20 son niños y adolescentes, 46 adultos y 4 adultos mayores.

Para la ejecución del estudio de modelo adaptativo se realizó un análisis basado en grupos focales, en el cual obtendremos el perfil de grupo focal a partir del análisis censal, que considera que el 70,33 % de la población reside en viviendas tipo villa con tenencia de vivienda prestada o cedida. Los materiales predominantes de pisos, paredes y cubierta son el hormigón con un 10,90 % y ladrillo con un 76,54 %, el restante contempla: en madera, caña revestida, bahareque, caña no revestida, adobe o tapia (cada una de estas en mínimos porcentajes). Asimismo, se distingue que los niños - adolescentes de 9 a 19 años, representando el 70,03 % de los jóvenes en la ciudad, el otro restante representa a niños menores a 1 año hasta los 9 años; los adultos de 20 a 44 años, que representan en 62.76 % de la población adulta en la ciudad, el otro restante representa a adultos entre 45 a 64 años. Por ultimo los adultos mayores de 65 a 80 años que representan el 74,71 %, el restante representa entre 85 a más de 100 años. El 81,95 % de viviendas tiene dos o más habitaciones (sin considerar sala, comedor y cocina), las cuales garantizar cierto confort y mínimo hacinamiento. Por tal razón se efectuará un estudio a cuatro viviendas con su respectivo grupo familiar.

Tabla 2.8: Perfil de grupo focal

PERFIL DE GRUPOS FOCALES			
<i>Grupo A</i>	<i>Grupo B</i>	<i>Grupo C</i>	<i>Grupo D</i>
<i>Usuarios que residen en viviendas de una sola planta edificada de hormigón</i>	<i>Usuarios que residen en viviendas de dos plantas edificada de hormigón</i>	<i>Usuarios que residen en viviendas de una sola planta edificada de ladrillo</i>	<i>Usuarios que residen en viviendas de una sola planta edificada de ladrillo</i>
<p><i>-Grupo familiar:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • <i>Niños-adolescentes entre 9 a 19 años</i> • <i>Adultos entre 20 a 44 años</i> <p><i>- Viviendas que contengan por lo mínimo cinco espacios (sala, comedor, cocina y dos dormitorios)</i></p>	<p><i>-Grupo familiar:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • <i>Niños-adolescentes entre 9 a 19 años</i> • <i>Adultos entre 20 a 44 años</i> <p><i>- Viviendas que contengan por lo mínimo cinco espacios (sala, comedor, cocina y dos dormitorios)</i></p>	<p><i>-Grupo familiar:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • <i>Niños-adolescentes entre 9 a 19 años</i> • <i>Adultos entre 20 a 44 años</i> <p><i>- Viviendas que contengan por lo mínimo cinco espacios (sala, comedor, cocina y dos dormitorios)</i></p>	<p><i>-Grupo familiar:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • <i>Niños-adolescentes entre 9 a 19 años</i> • <i>Adultos entre 20 a 44 años</i> • <i>Adultos mayores entre 65 a 80 años</i> <p><i>-Viviendas que contengan por lo mínimo cinco espacios (sala, comedor, cocina y dos dormitorios)</i></p>

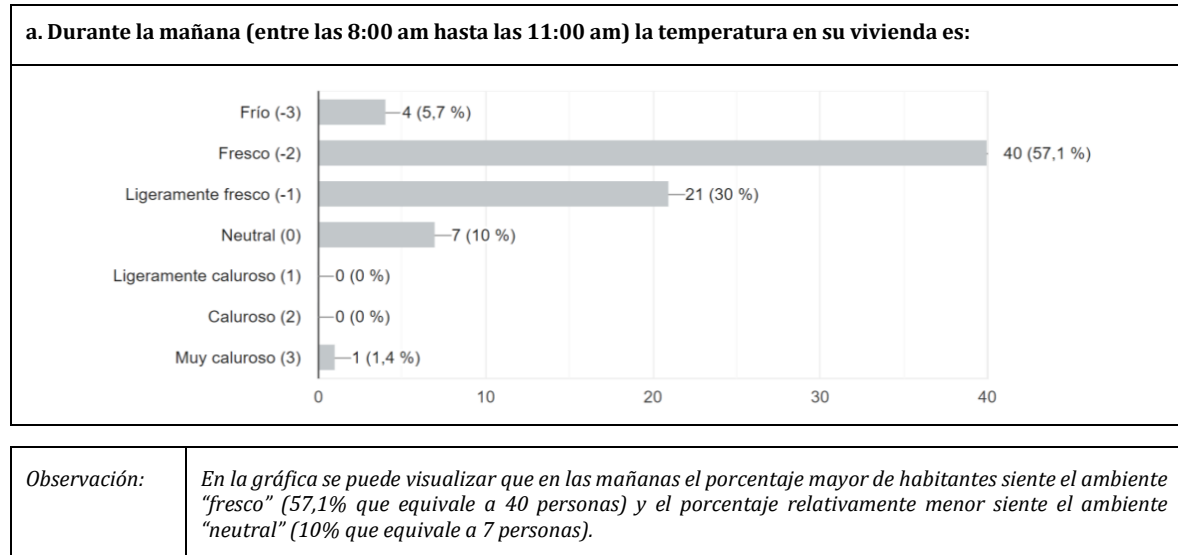
Fuente: (FLORES, 2022)

2.2.2. Análisis de datos de percepción de confort térmico

Para el estudio de percepción de confort térmico se realizaron encuestas, las cuales fueron desarrolladas el 14 de junio de 2021 y debido al virus COVID-19, para evitar el contacto con múltiples personas, se decidió ejecutar las encuestas en línea a través un formulario de Google previamente diseñado. El horario en los que se efectuaron es de 9:30 am a 18:00 pm. En la configuración de las encuestas se empleó la escala ASHARE, que califica como ambiente caliente (+1, +2, +3), ambiente frío (-1, -2, -3) y neutro (0). El tipo de encuesta establecido por el estándar ASHRAE 55: 2013 y ampliamente utilizado por Fanger incluye evaluar preguntas psicológicas y físicas de los usuarios relacionadas con su entorno y utilizar escalas de valor para responderlas. Entre las preguntas más relevantes están: votar sobre la sensación térmica y la aceptabilidad. Se realizaron nueve preguntas relacionadas con la temperatura, humedad relativa y ventilación interna.

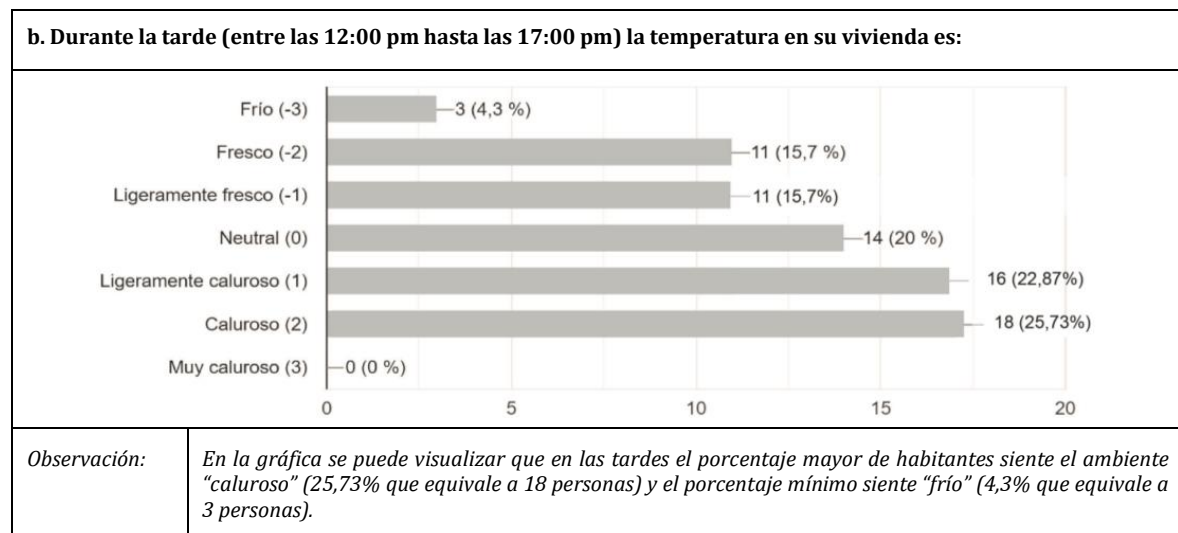
Resultados de percepción de confort térmico

Tabla 2.9: Gráfica de resultados a



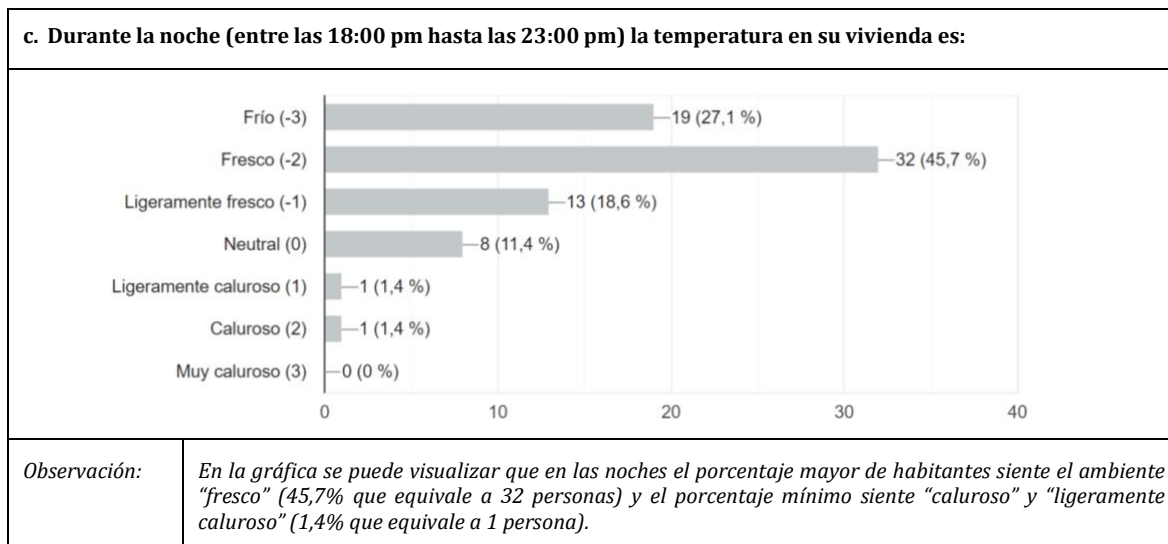
Fuente: (FLORES, 2022)

Tabla 2.10: Gráfica de resultados b



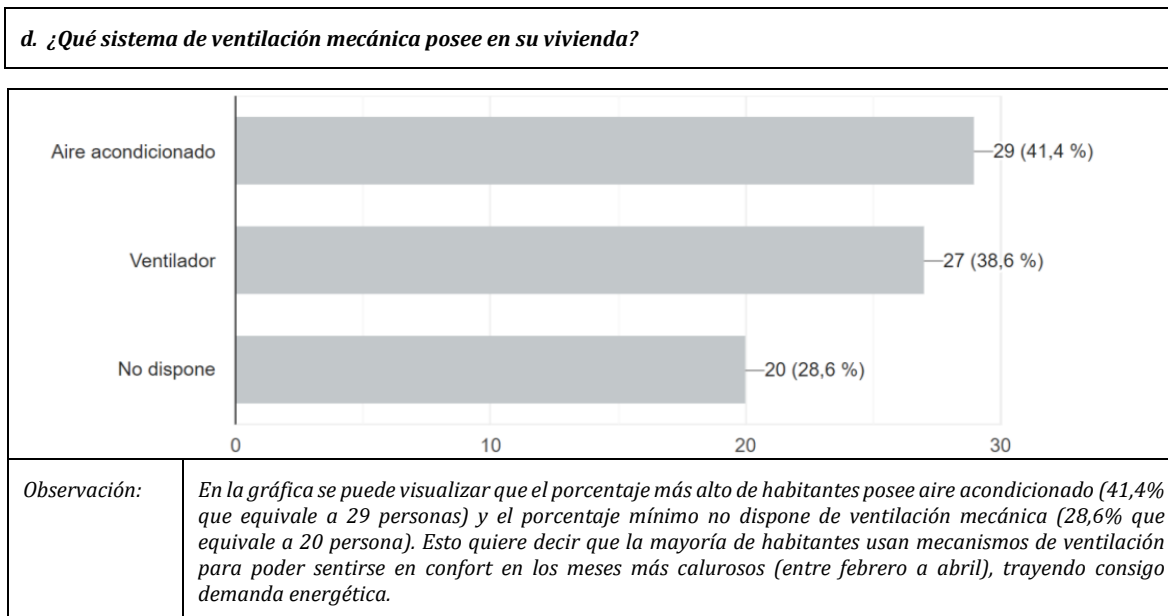
Fuente: (FLORES, 2022)

Tabla 2.11: Gráfica de resultados c



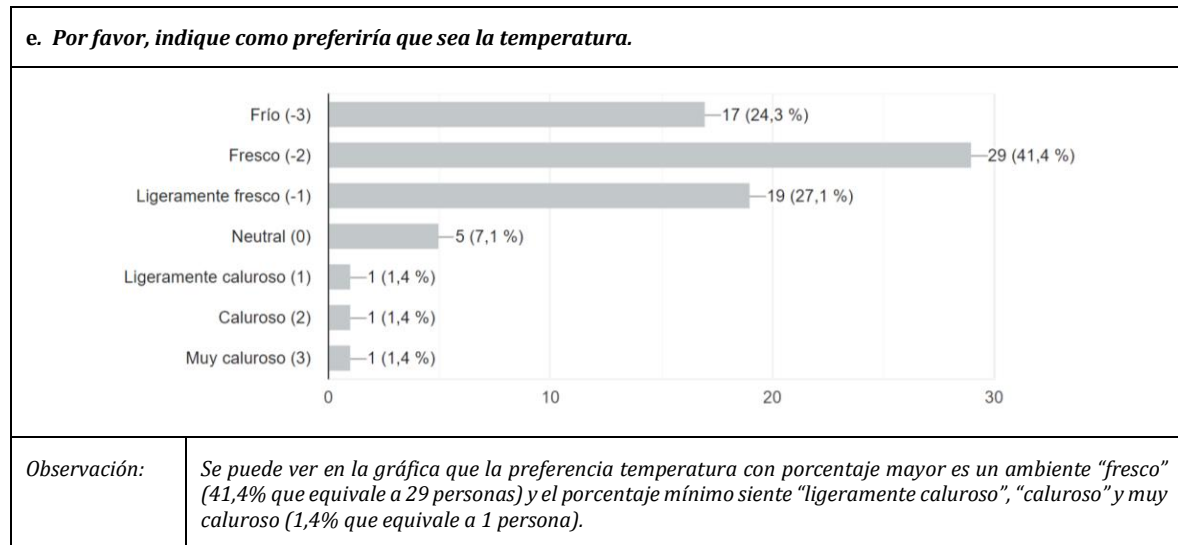
Fuente: (FLORES, 2022)

Tabla 2.12: Gráfica de resultados d



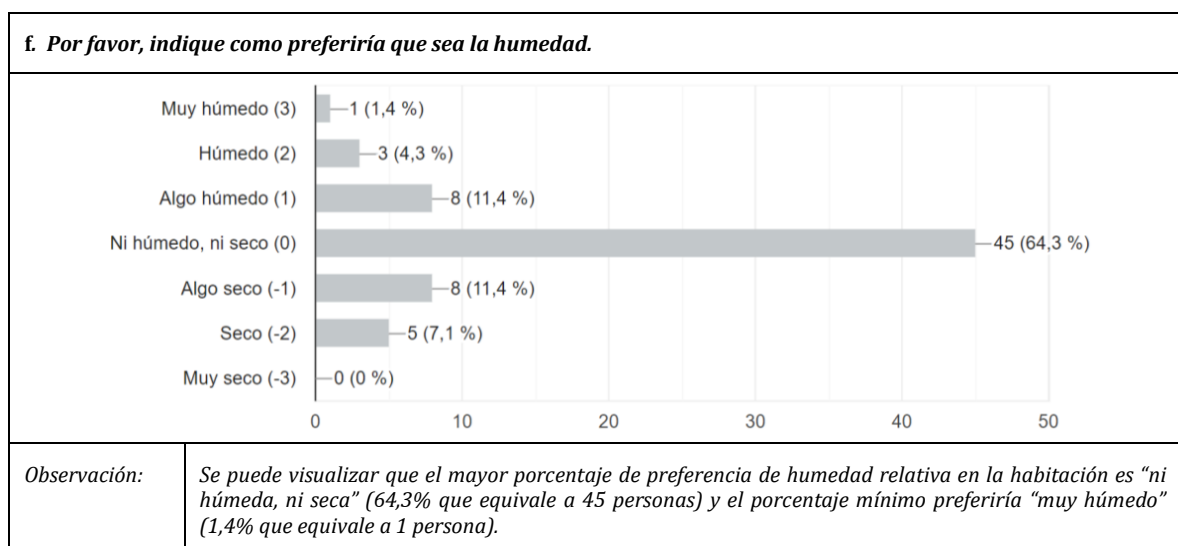
Fuente: (FLORES, 2022)

Tabla 2.13: Gráfica de resultados e



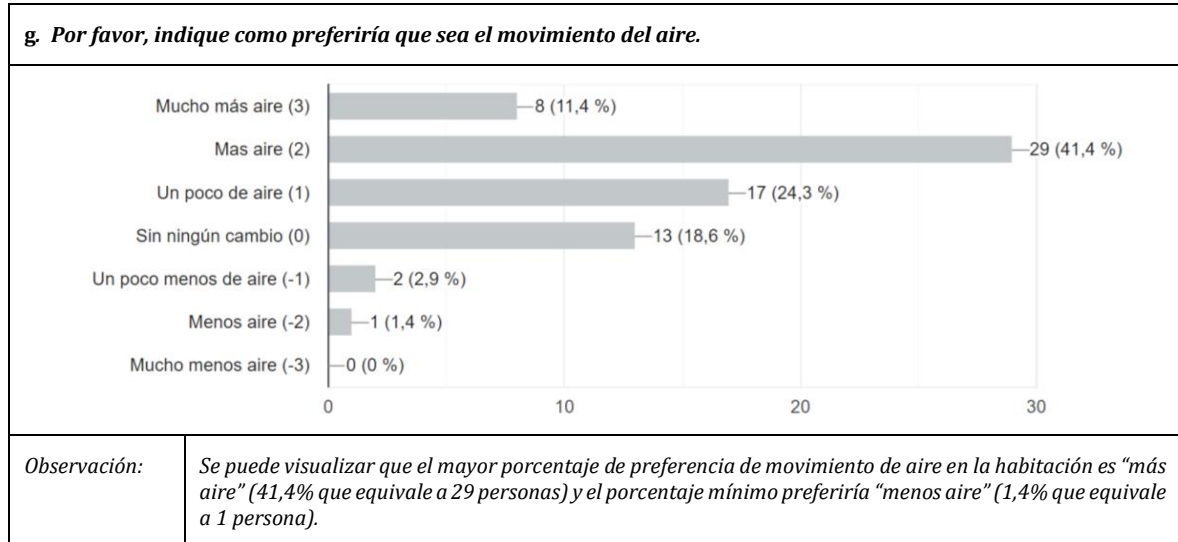
Fuente: (FLORES, 2022)

Tabla 2.14: Gráfica de resultados f



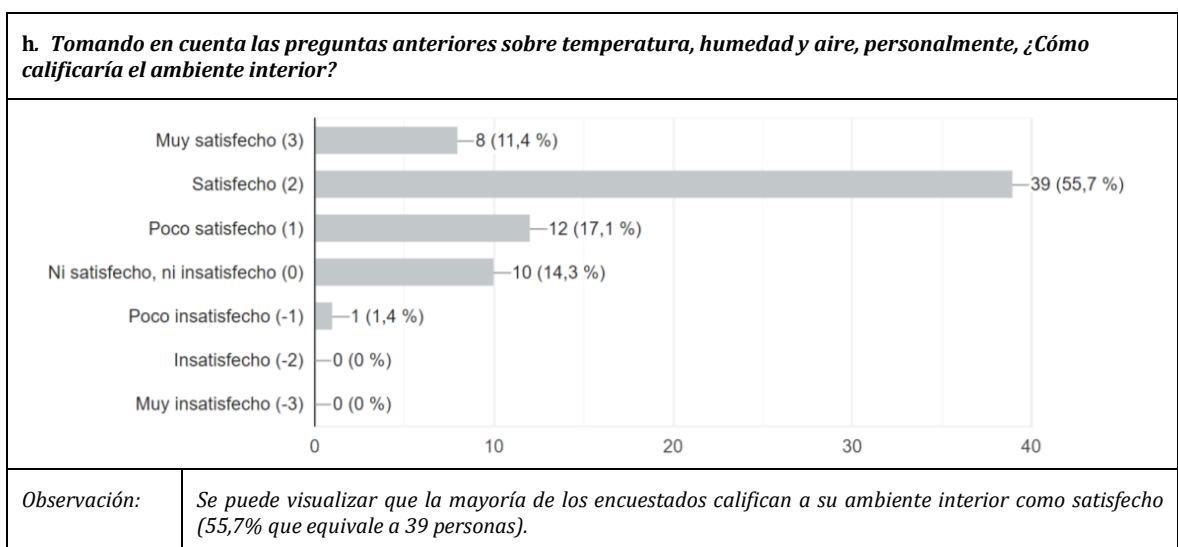
Fuente: (FLORES, 2022)

Tabla 2.15: Gráfica de resultados g



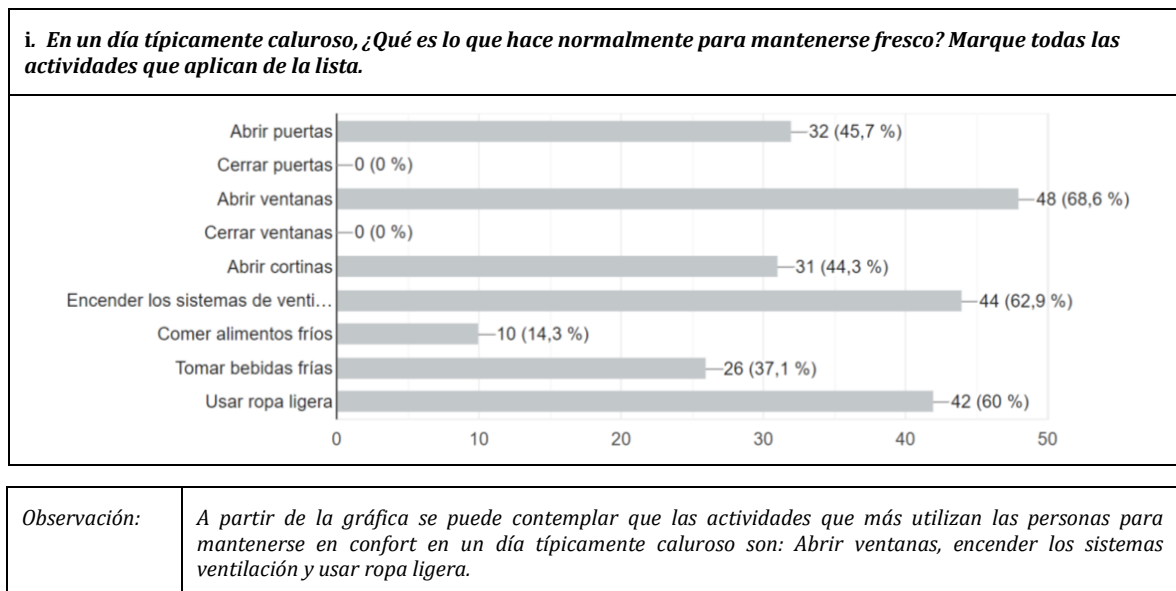
Fuente: (FLORES, 2022)

Tabla 2.16: Gráfica de resultados h



Fuente: (FLORES, 2022)

Tabla 2.17: Gráfica de resultados i



Fuente: (FLORES, 2022)

Al realizar la tabulación se pudo concluir que la temperatura de las viviendas cambia durante todo día, ya que en las mañanas los usuarios sienten el ambiente “fresco” (57,1 %), en cambio por las tardes experimentan un ambiente “caluroso” (25,73 %), es decir, hay una variación entre la mañana y tarde, así mismo, en la noche vuelve a cambiar la temperatura, percibiendo nuevamente “fresco” (45,7 %). Esto quiere decir que no hay un disfrute de confort constante en la vivienda.

El uso de ventilación mecánica en las viviendas de la ciudad es necesario para mantenerse en confort la mayor parte del tiempo, en las estadísticas se pudo representar que la mayoría de las personas, específicamente el 80 % de los usuarios tienen en sus viviendas aire acondicionado o ventilador, causando así demanda energética en el hogar.

Los habitantes perciben a la humedad relativa de su habitación como “Ni húmedo, ni seco” (55,7 %); en la siguiente pregunta relacionado con la preferencia de humedad en la habitación, resulta igual a la anterior pregunta en cuanto a variable, en cuanto a porcentaje aumenta considerablemente (64,3 %), concluyendo que la humedad relativa en el interior es confortable.

El movimiento de aire en las habitaciones es percibido como “un poco de aire” (50 %); en la siguiente interrogante referida a la preferencia de movimiento de aire, las personas optan por “más aire” (41,4 %) y “mucho más aire” (11,4 %), es decir, que actualmente no disfrutan de una buena ventilación en el interior de la vivienda.

Luego de haber analizado la temperatura, la humedad y el aire, el habitante calificó al ambiente interior de su casa como satisfecho (55,7 %). Esto se debe a que las encuestas fueron realizadas en el mes de junio, de 9:30 am a 18:00 pm, dicho mes es uno de los más frescos del año. En el análisis climático que se realizó en el capítulo 2. apartado 1.3.1. Elementos del clima, se muestra los meses más calurosos y los meses frescos, entre estos el mes de junio es uno de ellos, con una temperatura promedio anual entre el año 2010 al 2020 de 26,4°C, y los meses más calurosos son el mes de febrero, marzo y abril con una temperatura promedio anual entre el año 2010 al 2020 de 32°C a 32,1°C.

Entre las actividades que las personas realizan para mantenerse en confort están: abrir las ventanas, encender los sistemas de ventilación, usar ropa ligera, abrir las puertas, abrir las cortinas y tomar bebidas frías.

2.2.3. Descripción general de grupos focales

Los grupos focales seleccionados están localizados en la parroquia principal de Pasaje: parroquia matriz Ochoa León. Las residencias se tomaron en cuenta a partir de dos premisas: el número de pisos y el tipo de material que poseen. El estudio pudo ser realizado gracias a las facilidades que brindaron los ocupantes.

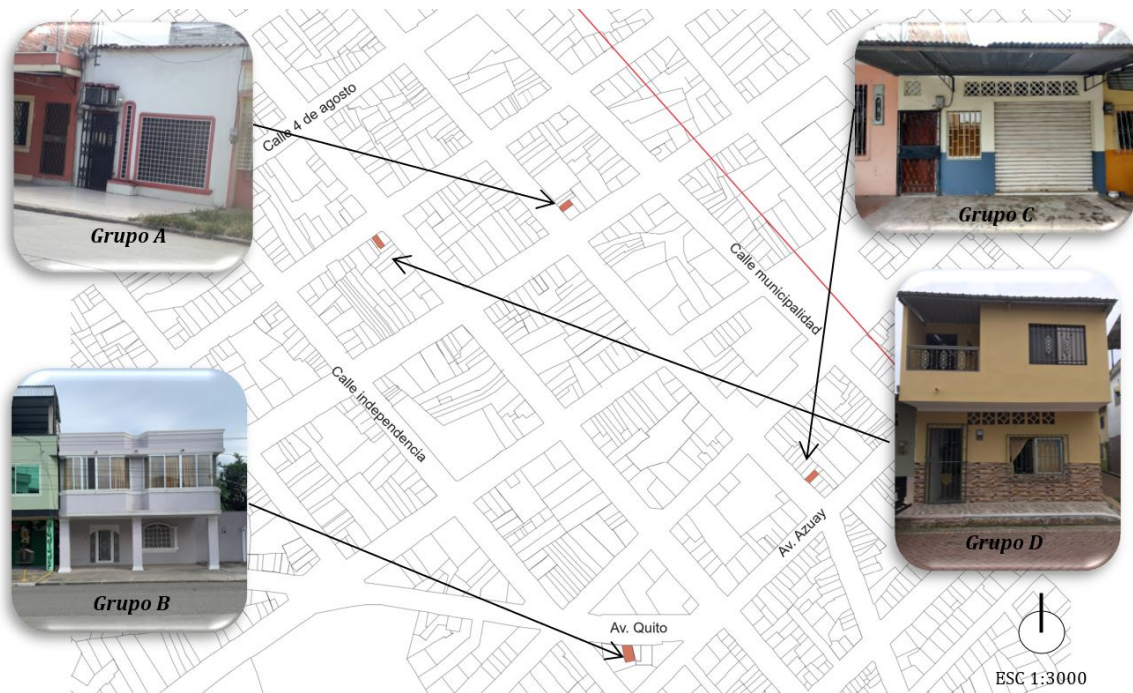


FIGURA 2.6: Mapeo de viviendas

Fuente: (Flores, 2022)


2.2.4. Análisis de datos de modelo adaptativo

De las encuestas ya realizadas, se eligieron cuatro estudios de caso para el análisis de campo. Las viviendas se seleccionaron en base a los perfiles de los grupos focales (Tabla 2.12) y las facilidades por parte de los usuarios para realizar el estudio de diagnóstico real en el interior de la vivienda. El análisis de campo fue realizado el 16 de junio del 2021, de 10:50 am hasta las 16:00 pm. Para realizar este procedimiento se utilizaron dos fichas, la primera ficha se registra los datos de la vivienda (número plantas, materialidad de muros, cubierta y ventanas), y a partir de un instrumento (termohigrómetro digital) se tomó las medidas de la temperatura y humedad relativa dentro de las casas. La segunda ficha se utilizó para obtener los datos fisiológicos de cada persona (peso, altura, color de piel, actividades que realiza, nivel de arropamiento). Para el cálculo del balance térmico de cada miembro de la familia se empleará las fórmulas que se especificaron en el capítulo 1. apartado 1.4.3.2.

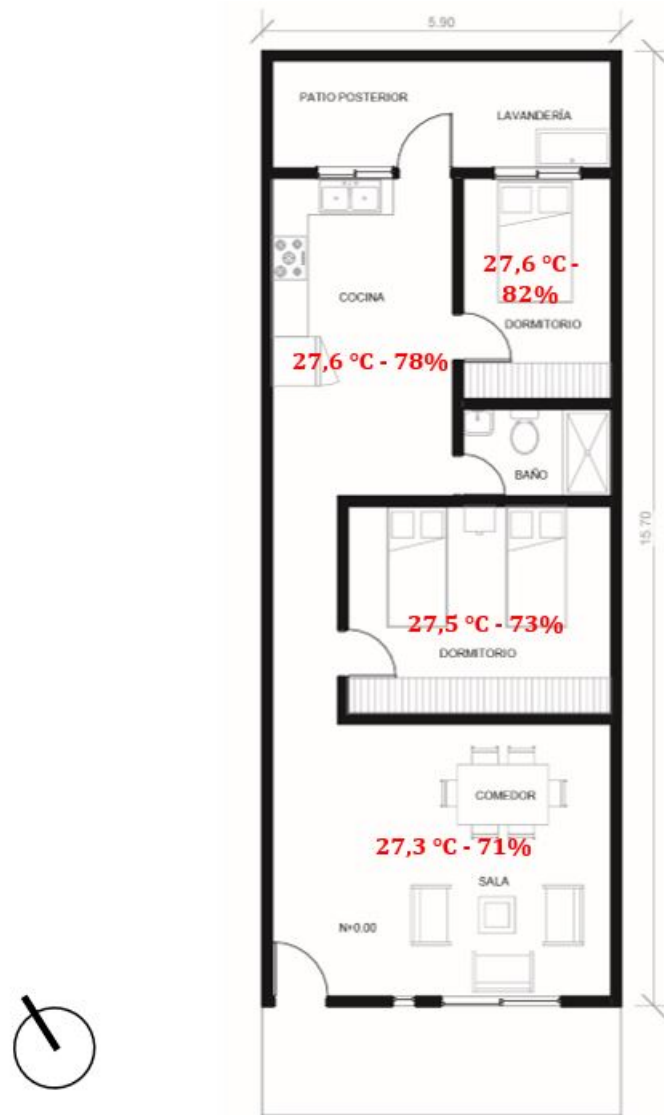
Análisis de grupo A

Análisis físico de vivienda

Tabla 2.18: Análisis físico de vivienda A

Grupo A: Usuarios que residen en viviendas de una sola planta edificada de hormigón		
		<p>Tipología de vivienda: Pareada con retiro posterior</p> <p>Número de pisos: 1</p>
Materialidad de vivienda		
<u>Muros</u>		
Ladrillos		
Bloque		X
Hormigón armado		
<u>Cubierta</u>		
Zinc		X
Teja		
Losa de hormigón		
<u>Piso</u>		
Cemento		
Cerámica		X
<u>Ventanas</u>		
Aluminio y vidrio		X
Hierro forjado		
Temperatura y humedad en los ambientes de la vivienda		Hora de toma de muestra: 10:50 am
<u>Planta Baja</u>		
Ambiente	Temperatura	Humedad
Sala - Comedor	27,3 °C	71%
Cocina	27,6 °C	78%
Dormitorio 1	27,5 °C	73%
Dormitorio 2	27,6 °C	82%

Fuente: (FLORES, 2022)



Planta Baja

Esc 1:150

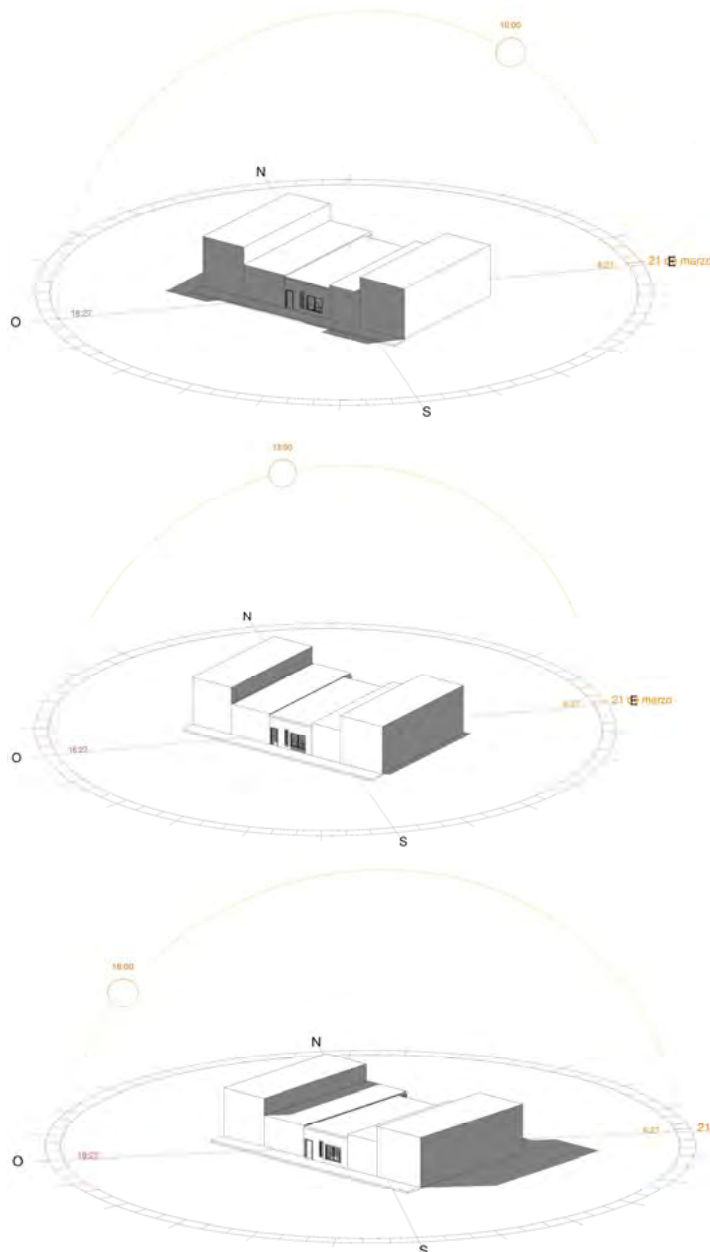
FIGURA 2.7: *Planta baja*

Fuente: (Flores, 2022)

Análisis solar

En las imágenes se puede observar la trayectoria del sol el 21 de marzo y septiembre, donde tenemos la existencia del equinoccio solar. La vivienda se encuentra adosada por bloques de vivienda de un nivel, la fachada posterior igualmente adosada, y la principal libre. Se efectuó el estudio en las siguientes horas de incidencia solar:

Tabla 2.19: *Recorrido del sol en vivienda A*



Equinoccio 21 de marzo/septiembre - 10:00 am

La incidencia solar que se observa a esta hora, empieza a enviar radiación solar en la parte posterior (patio) y superior de la vivienda.

Equinoccio 21 de marzo/septiembre - 13:00 pm

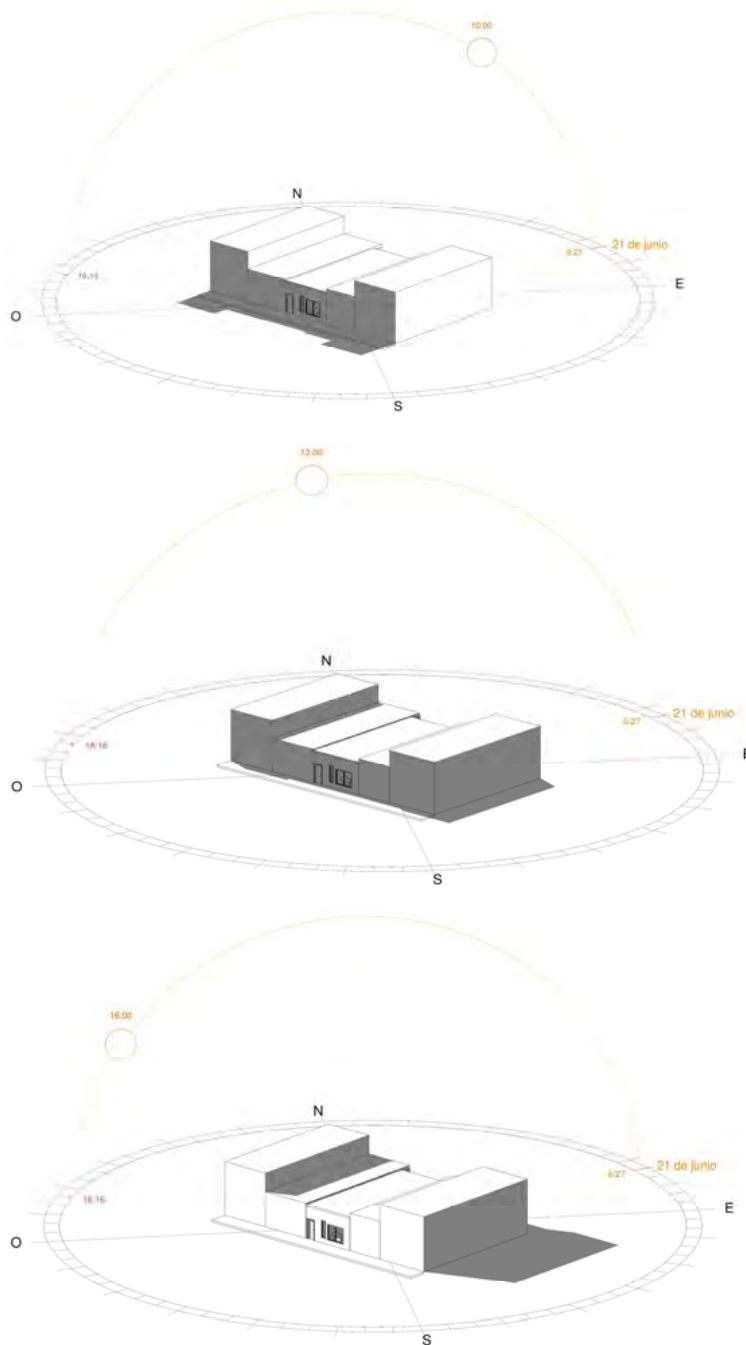
La radiación solar es obtenida por la parte superior de la vivienda, donde el sol incide directamente hacia la cubierta, recibiendo mayor radiación, el cual aumenta por el tipo de material de la cubierta.

Equinoccio 21 de marzo/septiembre - 16:00 pm

La emisión del sol se muestra en la parte superior de la vivienda y en la fachada principal, al no poseer ningún volado o protección en la fachada, los rayos del sol son directos.

Fuente: (FLORES, 2022)

En esta representación se muestra el solsticio de verano el 21 de junio.

Tabla 2.20: *Recorrido del sol en vivienda A*

Solsticio de verano 21 de junio - 10:00 am

Se puede observar que la mayor parte de la radiación solar es captada tanto por la fachada posterior y la cubierta, teniendo mayor captación solar en la parte del dormitorio posterior y la cocina.

Solsticio de verano 21 de junio - 13:00 pm

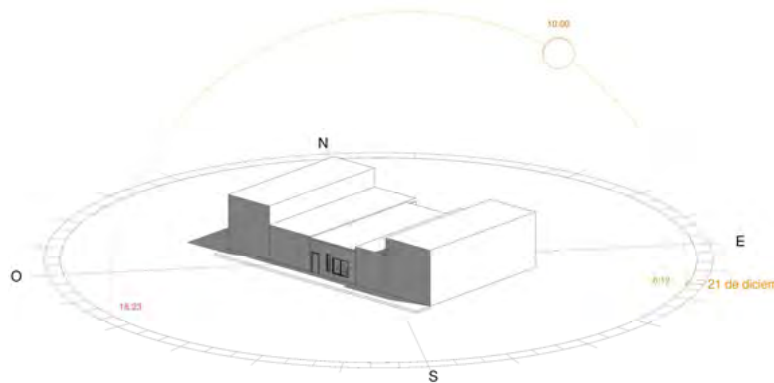
La radiación solar se proyecta totalmente en la cubierta, absorbiendo gran cantidad de radiación y emitiéndola hacia el interior de los ambientes. A esta hora de la tarde existe sombra en la fachada principal y cierta ventilación por parte de la ventana.

Solsticio de verano 21 de junio - 16:00 pm

Los rayos del sol de esta hora son captados por la cubierta en su totalidad y en la fachada principal, al no poseer ningún alero o protección, el impacto del sol es directo.

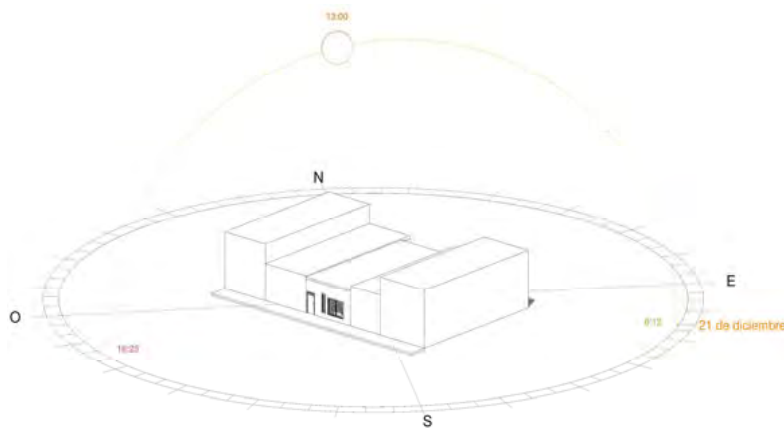
Fuente: (FLORES, 2022)

En esta representación se muestra el solsticio de invierno el 21 de diciembre.

Tabla 2.21: *Recorrido del sol en vivienda A*

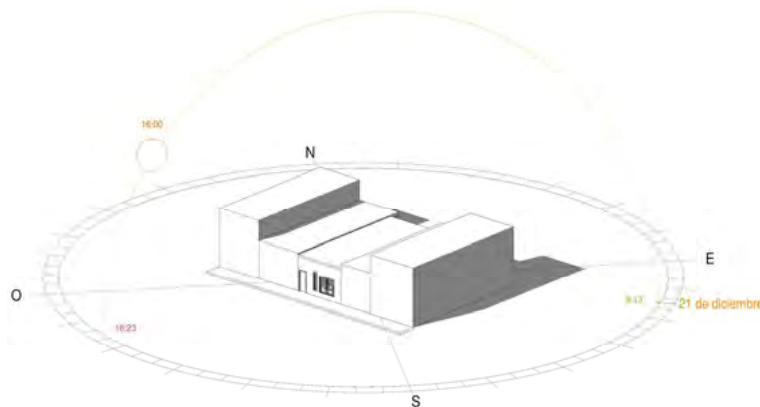
Solsticio de invierno 21 de diciembre - 10:00 am

La incidencia solar en el hemisferio sur es igualmente captada por la fachada posterior y la cubierta, ocasionado en las horas de la mañana mayor calor en los ambientes posteriores.



Solsticio de invierno 21 de diciembre - 13:00 pm

A inicios de la tarde los rayos del sol son absorbidos directamente por la cubierta, siendo a esa hora de la mañana la más calurosa, ya que al ser directa afecta a todos los ambientes en el interior.



Solsticio de invierno 21 de diciembre - 16:00 pm

La proyección solar comienza a bajar y los rayos del sol inciden en la fachada principal y en la cubierta, contrarrestando el calor gracias a las ventanas localizadas en la parte principal. Es oportuno mencionar que los vientos se encuentran en dirección SO.

Fuente: (FLORES, 2022)

Análisis de balance térmico del núcleo familiar

Para calcular el balance térmico de cada miembro del núcleo familiar, inicialmente se tomó los datos de los registros fisiológicos de cada persona: su peso, las actividades que realizaba en ese momento, el tipo de piel y la prenda de ropa que vestía. Luego se utilizaron las ecuaciones de metabolismo, radiación, convección, conducción y evaporación explicadas en el capítulo 1. apartado 1.4.3. Asimismo, se utilizaron las tablas 1.4, 1.5, 1.6, 1.7, y 1.8, ya que estas tablas están regidas por fórmulas y en base a datos proporcionados por el usuario.

Tabla 2.22: Balance térmico Grupo A


Resultados: M +/- R +/- Cd +/- Cv - E= 0						
Miembro familiar	Metabolismo	Radiación	Convección	Conducción	Evaporación	Total
Mamá	<p>Fórmula del Equilibrio en función de W:</p> $X = \sqrt{\text{peso} \times \text{altura}} / 3600$ $X = \sqrt{56 \text{kg} \times 152 \text{cm}} / 3600$ $X = 1.53 \text{ m}^2$ <p>69W 1.53 m² X 1.7 m² Actividad Dormir. X=76.66 W</p> <p>110W 1.53 m² X 1.7 m² Actividad: sentado con actividad ligera. X=122.22 W</p>	<p>Según el análisis se deduce a:</p> $R = e \times \sigma \times A \times \Delta T$ $R = 0.80 \times 5.6703 \times 10^{-8} \times 0.15 \times 378595.2412$ $\Delta T = T_n^4 - T_a^4$ $T_n = 25.19$ $T_a = 29.73$ $\Delta T = (25.19)^4 - (29.73)^4$ $\Delta T = -378595.2412$ <p>Actividad dormir R=-2.58 x10⁻³ W</p> <p>Actividad: sentado con</p>	<p>Integrándole a nuestro análisis la ganancia o pérdida por convección sería:</p> $Cv = hc \times A \times \Delta T$ $\Delta T = T_n - T_a$ $T_n = 17.6 + 0.31(24.5)$ $T_n = 25.19$ $T_a = -9.93122 + 1.186145(24.8) + 0.122310(83.8)$ $T_a = 29.73$ $\Delta T = -4.54$ $Cv = 5W/m^2 \times 0.15 \text{ m}^2 \times -4.54$ <p>Actividad dormir Cv = - 3.40 W</p>	<p>Acoplado a nuestro análisis sería:</p> $Cd = A \times Ct \times \Delta T$ $\Delta T = T_n - T_a$ $T_n = 17.6 + 0.31(24.5)$ $T_n = 25.19$ $T_a = -9.93122 + 1.186145(24.8) + 0.122310(83.8)$ $T_a = 29.73$ $\Delta T = -4.54$ $Cd = 0.15 \times 0.031 \times -4.54$ <p>Actividad dormir Cd = - 0.02 W</p>	<p>El usuario no suda, por lo cual se utilizará 10,5 W como dato de evaporación, ya que toda persona pierde este valor cada vez que respire.</p> <p>Actividad dormir Qe= - 10.5 W</p> <p>Actividad: sentado con actividad ligera. Qe= -10.5 W</p>	<p>62.73</p> <p>108.29</p>
Hija	<p>Fórmula del Equilibrio en función de W:</p> $X = \sqrt{\text{peso} \times \text{altura}} / 3600$ $X = \sqrt{58 \text{kg} \times 160 \text{cm}} / 3600$ $X = 1.60 \text{ m}^2$ <p>69W 1.60 m² X 1.7 m² Actividad: dormir. X=73.31 W</p> <p>110W 1.60 m² X 1.7 m² Actividad: sentado con actividad ligera. X=116.87 W</p>	<p>Según el análisis se deduce a:</p> $R = e \times \sigma \times A \times \Delta T$ $R = 0.80 \times 5.6703 \times 10^{-8} \times 0.16 \times 378595.2412$ $\Delta T = T_n^4 - T_a^4$ $T_n = 25.19$ $T_a = 29.73$ $\Delta T = (25.19)^4 - (29.73)^4$ $\Delta T = -378595.2412$ <p>Actividad dormir R=-2.75 x10⁻³ W</p> <p>Actividad: sentado con actividad ligera. R=-2.75 x10⁻³ W</p>	<p>Integrándole a nuestro análisis la ganancia o pérdida por convección sería:</p> $Cv = hc \times A \times \Delta T$ $\Delta T = T_n - T_a$ $T_n = 17.6 + 0.31(24.5)$ $T_n = 25.19$ $T_a = -9.93122 + 1.186145(24.8) + 0.122310(83.8)$ $T_a = 29.73$ $\Delta T = -4.54$ $Cv = 5W/m^2 \times 0.16 \text{ m}^2 \times -4.54$ <p>Actividad dormir Cv = - 3.63 W</p> <p>Actividad: sentado con actividad ligera. Cv = - 3.63 W</p>	<p>Acoplado a nuestro análisis sería:</p> $Cd = A \times Ct \times \Delta T$ $\Delta T = T_n - T_a$ $T_n = 17.6 + 0.31(24.5)$ $T_n = 25.19$ $T_a = -9.93122 + 1.186145(24.8) + 0.122310(83.8)$ $T_a = 29.73$ $\Delta T = -4.54$ $Cd = 0.16 \times 0.078 \times -4.54$ <p>Actividad dormir Cd = - 0.05 W</p> <p>Actividad: sentado con actividad ligera. Cd = - 0.05 W</p>	<p>El usuario no suda, por lo cual se utilizará 10,5 W como dato de evaporación, ya que toda persona pierde este valor cada vez que respire.</p> <p>Actividad: dormir Qe= -10.5 W</p> <p>Actividad: sentado con actividad ligera. Qe= -10.5 W</p>	<p>59.12</p> <p>102.68</p>

Fuente: (FLORES, 2022)

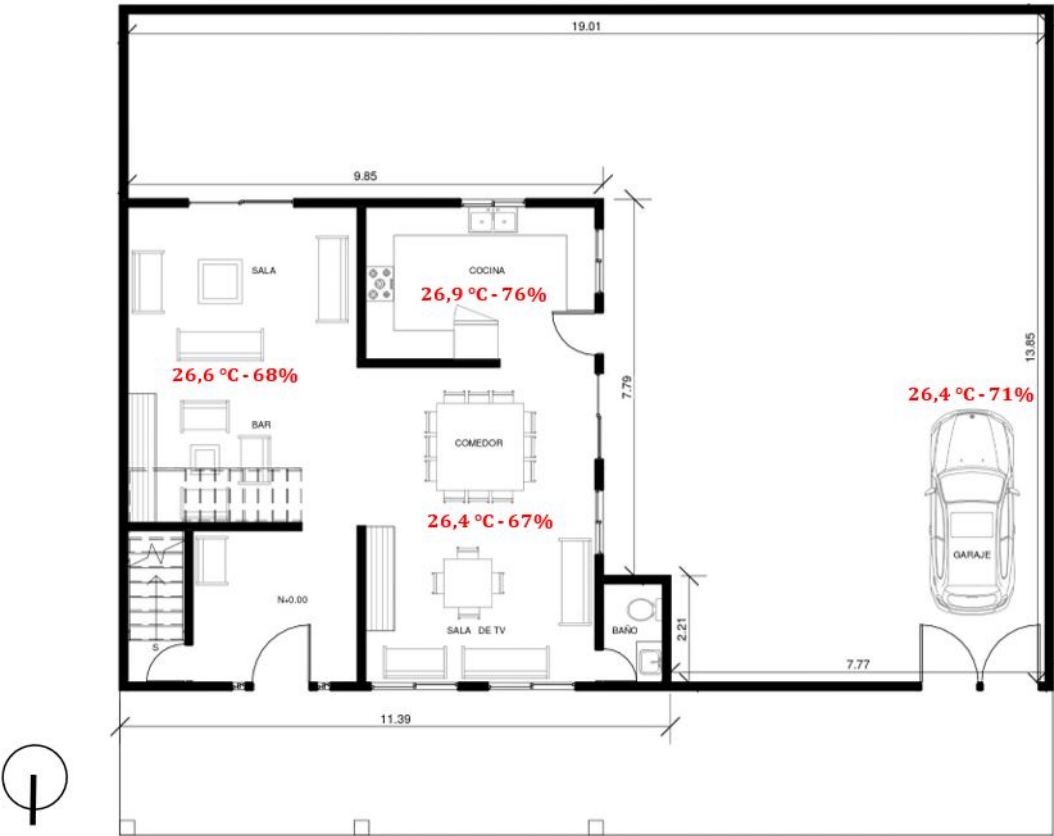
Análisis de grupo B

Análisis físico de vivienda

Tabla 2.23: *Análisis físico de vivienda*

Grupo B: Usuarios que residen en vivienda de dos plantas edificada en hormigón		
		<p>Tipología de vivienda: Adosada con portal</p> <p>Número de pisos: 2</p>
Materialidad de vivienda		
<u>Muros</u>		
Ladrillos		
Bloque		X
Hormigón armado		
<u>Cubierta</u>		
Zinc		
Teja		
Losa de hormigón		X
<u>Piso</u>		
Cemento		
Cerámica		X
<u>Ventanas</u>		
Aluminio y vidrio		X
Hierro forjado		
Temperatura y humedad en los ambientes de la vivienda		Hora de toma de muestra: 16:00 pm
<u>Planta Baja</u>		
Ambiente	Temperatura	Humedad
Estar - Comedor	26,4 °C	67%
Cocina	26,9 °C	76%
Garaje	26,4 °C	71%
Sala - Bar	26,6 °C	68%
<u>Planta Alta</u>		
Dormitorio 1	27,1 °C	71%
Dormitorio 2	27,9 °C	75%
Dormitorio 3	26,2 °C	56%
Cocina	27,1 °C	69%
Estar	27,3 °C	72%

Fuente: (FLORES, 2022)

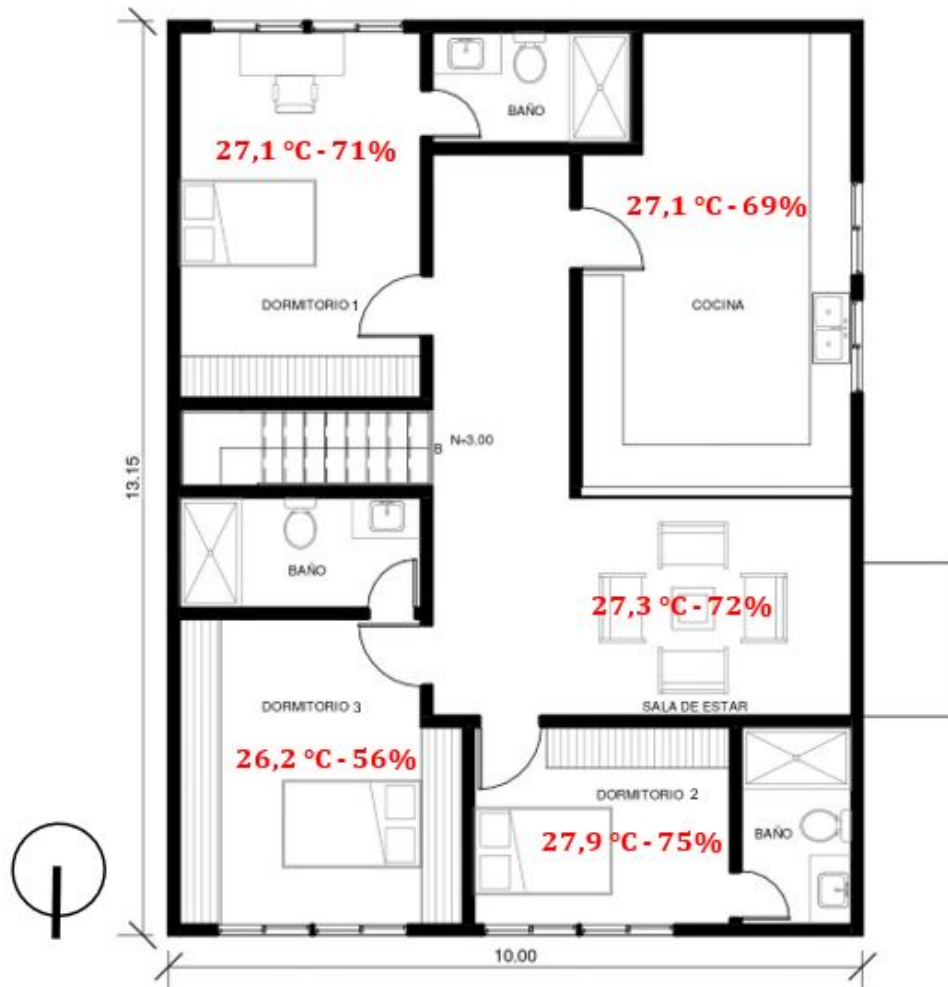


Planta Baja

Esc 1:150

FIGURA 2.8: Planta baja

Fuente: (Flores, 2022)



Planta Alta

Esc 1:150

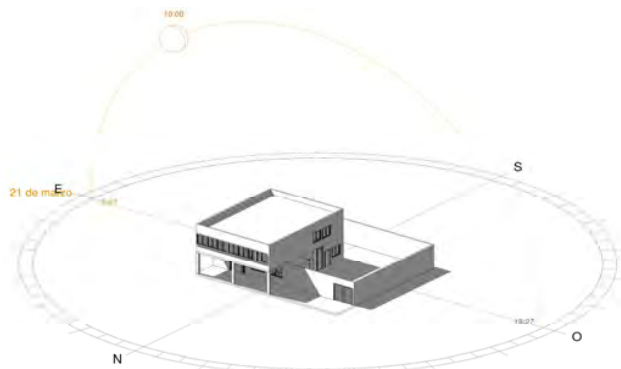
FIGURA 2.9: *Planta alta*

Fuente: (Flores, 2022)

Análisis solar

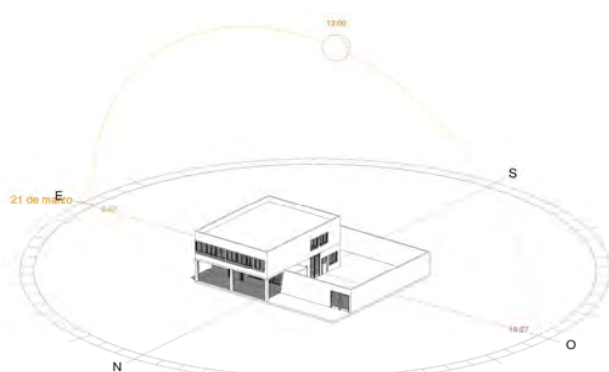
En las imágenes se puede observar la trayectoria del sol el 21 de marzo y septiembre. La vivienda se encuentra adosada en su lateral izquierdo por un bloque de vivienda de dos niveles y una terraza, su fachada posterior, lateral derecha y principal se encuentran libres. Se efectuó el estudio en las siguientes horas de incidencia solar:

Tabla 2.24: *Recorrido del sol en vivienda B*



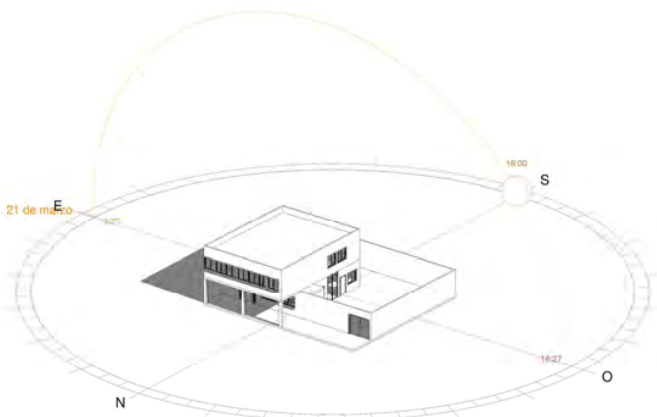
Equinoccio 21 de marzo/septiembre - 10:00 am

La incidencia solar que se observa a esta hora, empieza a enviar radiación solar en la parte superior de la vivienda y en la lateral izquierda, pero al estar adosada con una vivienda de dos niveles con terraza la incidencia solar en mínima a esta hora.



Equinoccio 21 de marzo/septiembre - 13:00 pm

La radiación solar es obtenida por la parte superior de la vivienda, donde el sol incide directamente hacia la cubierta, y luz reflejada en la fachada posterior y lateral derecha, afectando la cocina de la parte superior y parte del área social del nivel inferior.

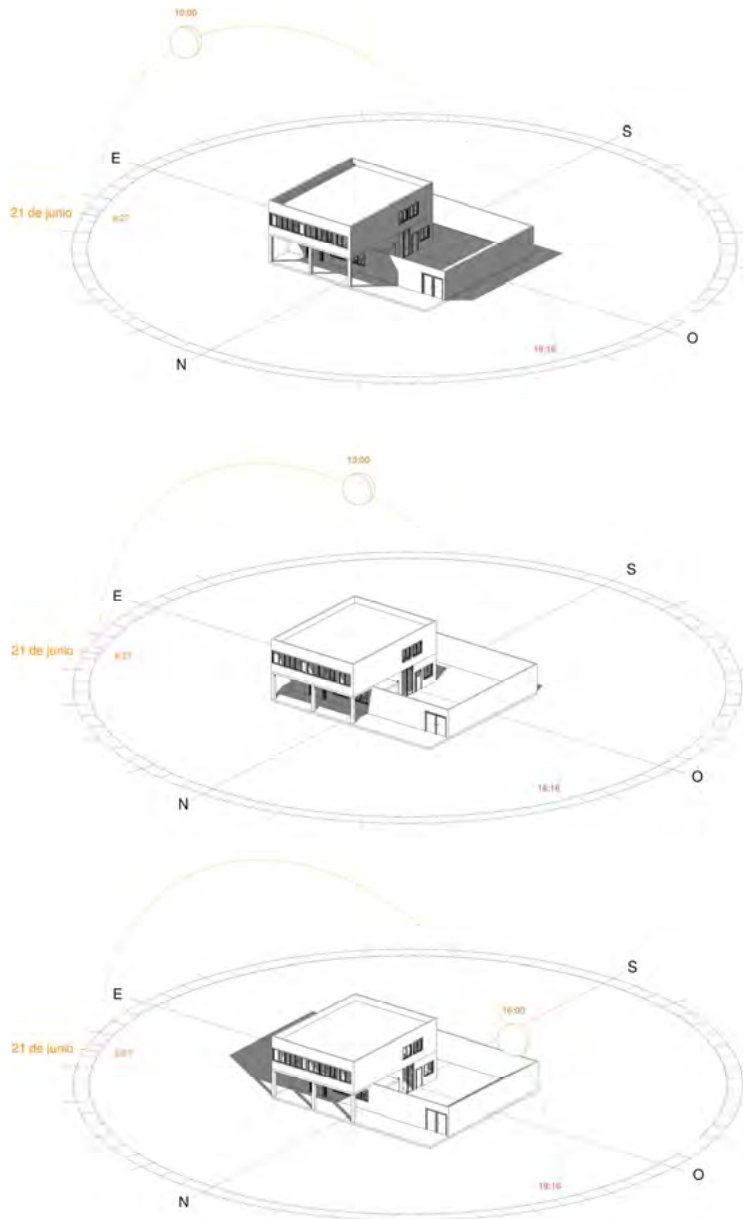


Equinoccio 21 de marzo/septiembre - 16:00 pm

En la fachada lateral derecha (área social) la incidencia solar es directa, y reflejada en la fachada posterior. El manejo de vegetación en el patio regula el calentamiento en el interior de los ambientes.

Fuente: (FLORES, 2022)

En esta representación se muestra el solsticio de verano el 21 de junio.

Tabla 2.25: *Recorrido del sol en vivienda B*

Solsticio de verano 21 de junio - 10:00 am

Se puede observar que parte de la radiación solar es captada por la cubierta, así mismo en la fachada lateral izquierda, el dormitorio 3 recibe los rayos del sol, aumentando la temperatura de este dormitorio por las mañanas.

Solsticio de verano 21 de junio - 13:00 pm

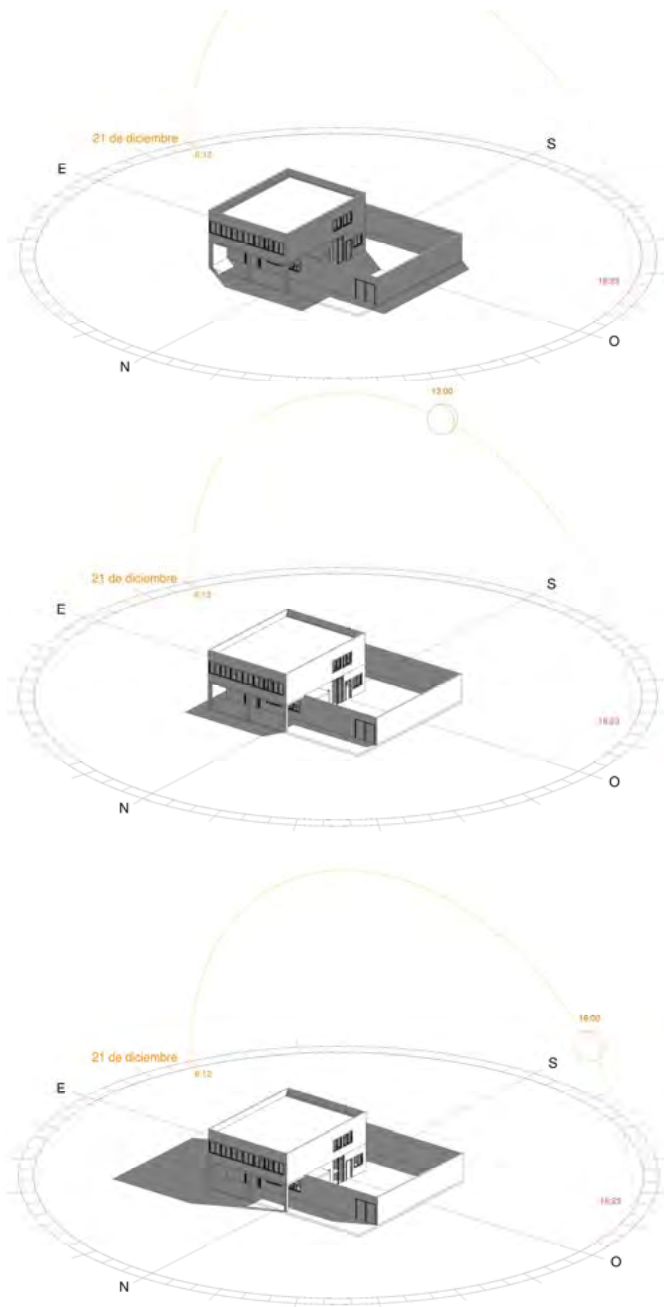
La radiación solar se proyecta directamente en la cubierta, y en la fachada principal de manera indirecta. A la 13:00 pm el sol está en su punto alto, actuando así con mayor repercusión en planta alta (dormitorios).

Solsticio de verano 21 de junio - 16:00 pm

Los rayos del sol de esta hora son adquiridos por la cubierta, pero en un ángulo más bajo que el anterior; la mayor captación de sol es por la fachada lateral en su totalidad, los ambientes localizados en esa fachada son las áreas sociales, las cuales se contrarrestan gracias a la ventilación que viene en dirección SO.

Fuente: (FLORES, 2022)

En esta representación se muestra el solsticio de invierno del 21 de diciembre.

Tabla 2.26: *Recorrido del sol en vivienda B*

Fuente: (FLORES, 2022)

Solsticio de invierno 21 de diciembre – 10:00 am

La incidencia solar en el hemisferio sur es captada por la fachada posterior y la cubierta, ocasionado en las horas de la mañana mayor calor en los ambientes posteriores. En este caso sería el dormitorio ubicado en la planta alta.

Solsticio de invierno 21 de diciembre – 13:00 pm

A inicios de la tarde los rayos del sol son absorbidos directamente por la cubierta y la fachada lateral derecha (áreas sociales y dormitorio 2 en planta alta), en la fachada posterior capta radiación solar indirecta (dormitorio 1) y dormitorio 3 se encuentra en estado neutro.

Solsticio de invierno 21 de diciembre – 16:00 pm

La proyección solar comienza a bajar y los rayos del sol inciden directamente en la fachada lateral derecha. Esta fachada se encuentra en un estado neutral gracias a la localización de árboles y por la dirección del viento (Suroeste).

Análisis de balance térmico del núcleo familiar

Tabla 2.27: Balance térmico Grupo B

Resultados: $M \pm R \pm Cd \pm Cv - E = 0$						
Miembro familiar	Metabolismo	Radiación	Convección	Conducción	Evaporación	Total
Papá	Fórmula del Equilibrio en función de W: $X = \sqrt{\text{peso} \times \text{altura}} / 3600$ $X = \sqrt{70 \text{kg} \times 160 \text{cm}} / 3600$ $X = 1.76 \text{ m}^2$ 69W 1.76 m ² X 1.7 m ² Actividad: dormir. X=66.64 W 134W 1.76 m ² X 1.7 m ² Actividad: de pie con actividad ligera. X=129.43 W	Según el análisis se deduce a: $R = e \times \sigma \times A \times \Delta T$ $R = 0.70 \times$ $5.6703 \times 10^{-8} \times$ $0.18 \times -$ 378595.2412 $\Delta T = T_n^4 - T_a^4$ $T_n = 25.19$ $T_a = 29.73$ $\Delta T = (25.19)^4 - (29.73)^4$ $\Delta T = -$ 378595.2412 Actividad dormir $R = -2.70 \times 10^{-3} \text{ W}$ Actividad: sentado con actividad ligera. $R = -2.70 \times 10^{-3} \text{ W}$	Integrándole a nuestro análisis la ganancia o pérdida por convección sería: $Cv = hc \times A \times \Delta T$ $\Delta T = T_n - T_a$ $T_n = 17.6 + 0.31(24.5)$ $T_n = 25.19$ $T_a = -9.93122 + 1.186145(24.8) + 0.122310(83.8)$ $T_a = 29.73$ $\Delta T = -4.54$ $Cv = 5W/m^2 \times 0.18 \text{ m}^2 \times -4.54$ Actividad dormir $Cv = -4.08 \text{ W}$ Actividad: sentado con actividad ligera $Cv = -4.08 \text{ W}$	Acoplando a nuestro análisis sería: $Cd = A \times Ct \times \Delta T$ $\Delta T = T_n - T_a$ $T_n = 17.6 + 0.31(24.5)$ $T_n = 25.19$ $T_a = -9.93122 + 1.186145(24.8) + 0.122310(83.8)$ $T_a = 29.73$ $\Delta T = -4.54$ $Cd = 0.18 \times 0.031 \times -4.54$ Actividad dormir $Cd = -0.02 \text{ W}$ Actividad: sentado con actividad ligera $Cd = -0.02 \text{ W}$	El usuario no suda, por lo cual se utilizará 10,5 W como dato de evaporación, ya que toda persona pierde este valor cada vez que respire. Actividad: dormir $Q_e = -10.5 \text{ W}$ Actividad: de pie con actividad ligera. $Q_e = -10.5 \text{ W}$	52.03 114.82
	Mamá	Fórmula del Equilibrio en función de W: $X = \sqrt{\text{peso} \times \text{altura}} / 3600$ $X = \sqrt{85 \text{kg} \times 160 \text{cm}} / 3600$ $X = 1.94 \text{ m}^2$	Según el análisis se deduce a: $R = e \times \sigma \times A \times \Delta T$ $R = 0.90 \times$ $5.6703 \times 10^{-8} \times$ $0.19 \times -$ 378595.2412 $\Delta T = T_n^4 - T_a^4$ $T_n = 25.19$	Integrándole a nuestro análisis la ganancia o pérdida por convección sería: $Cv = hc \times A \times \Delta T$ $\Delta T = T_n - T_a$ $T_n = 17.6 + 0.31(24.5)$ $T_n = 25.19$	Acoplando a nuestro análisis sería: $Cd = A \times Ct \times \Delta T$ $\Delta T = T_n - T_a$ $T_n = 17.6 + 0.31(24.5)$ $T_n = 25.19$	El usuario no suda, por lo cual se utilizará 10,5 W como dato de evaporación, ya que toda persona pierde este valor cada

Fuente: (FLORES, 2022)

Tabla 2.28: Balance térmico Grupo B

	<p>69W 1.94 m² X 1.7 m² Actividad: dormir. X=60.46 W</p> <p>258W 1.94 m² X 1.7 m² Actividad: limpieza doméstica. X=226.08 W</p>	<p>Ta= 29.73</p> <p>$\Delta T = (25.19)^4 - (29.73)^4$ $\Delta T = -$ 378595.2412</p> <p>Actividad dormir R=-3.67 x10⁻³ W</p> <p>Actividad: limpieza doméstica. R=-3.67 x10⁻³ W</p>	<p>Tn= 25.19</p> <p>Ta = -9.93122 + 1.186145 (24.8) + 0.122310(83.8) Ta= 29.73</p> <p>$\Delta T = -4.54$</p> <p>Cv = 5W/m² x 0.19 m² x -4.54</p> <p>Actividad dormir Cv = - 4.31 W</p> <p>Actividad: limpieza doméstica. Cv = - 4.31 W</p>	<p>Ta = -9.93122 + 1.186145 (24.8) + 0.122310(83.8) Ta= 29.73</p> <p>$\Delta T = -4.54$</p> <p>Cd=0.19 x 0.031 x -4.54</p> <p>Actividad dormir Cd= - 0.02 W</p> <p>Actividad: limpieza doméstica. Cd= - 0.02 W</p>	<p>vez que respire.</p> <p>Actividad: dormir Qe= -10.5 W</p> <p>Actividad: limpieza doméstica. Qe= -10.5 W</p>	<p>45.62</p> <p>211.24</p>
Hijo	<p>Fórmula del Equilibrio en función de W:</p> <p>X=√peso x altura 3600 X=√91.4kg x 180cm 3600 X=2.13 m²</p> <p>69W 2.13 m² X 1.7 m² Actividad: dormir. X=55.07 W</p> <p>110W 2.13 m² X 1.7 m² Actividad: sentado con actividad ligera. X=87.79 W</p>	<p>Según el análisis se deduce a: R=e x σ x A x ΔT R=0.80 x 5.6703x10⁻⁹ x 0.2 x - 378595.2412</p> <p>$\Delta T = Tn^4 - Ta^4$ Tn= 25.19 Ta= 29.73</p> <p>Actividad: dormir R=-3.43 x10⁻³ W</p> <p>Actividad: sentado con actividad ligera. R=-3.43 x10⁻³ W</p>	<p>Integrándole a nuestro análisis la ganancia o pérdida por convección sería: Cv = hc x A x ΔT</p> <p>$\Delta T = Tn - Ta$ Tn=17.6+0.31(24.5) Tn= 25.19</p> <p>Ta = -9.93122 + 1.186145 (24.8) + 0.122310(83.8) Ta= 29.73</p> <p>$\Delta T = -4.54$</p> <p>Cv = 5W/m² x 0.2 m² x -4.54</p> <p>Actividad dormir Cv = - 4.54 W</p> <p>Actividad: sentado con actividad ligera. Cv = - 4.54 W</p>	<p>Acoplado a nuestro análisis sería: Cd=A x Ct x ΔT</p> <p>$\Delta T = Tn - Ta$ Tn=17.6+0.31(24.5) Tn= 25.19</p> <p>Ta = -9.93122 + 1.186145 (24.8) + 0.122310(83.8) Ta= 29.73</p> <p>$\Delta T = -4.54$</p> <p>Cd=0.2 x 0.031 x -4.54</p> <p>Actividad dormir Cd= - 0.02 W</p> <p>Actividad: sentado con actividad ligera. Cd= - 0.02 W</p>	<p>El usuario no suda, por lo cual se utilizará 10,5 W como dato de evaporación, ya que toda persona pierde este valor cada vez que respire.</p> <p>Actividad: dormir Qe= -10.5 W</p> <p>Actividad: sentado con actividad ligera. Qe= -10.5 W</p>	<p>40</p> <p>72.72</p>
Hija	<p>Fórmula del Equilibrio en función de W:</p> <p>X=√peso x altura 3600 X=√71kg x 168cm 3600 X=1.82 m²</p> <p>69W 1.82 m² X 1.7 m² Actividad: dormir. X=64.45 W</p> <p>110W 1.82 m² X 1.7 m² Actividad: sentado con actividad ligera.</p>	<p>Según el análisis se deduce a: R=e x σ x A x ΔT R=0.80 x 5.6703x10⁻⁹ x 0.18 x - 378595.2412</p> <p>$\Delta T = Tn^4 - Ta^4$ Tn= 25.19 Ta= 29.73</p> <p>Actividad: dormir R=-3.09 x10⁻³ W</p>	<p>Integrándole a nuestro análisis la ganancia o pérdida por convección sería: Cv = hc x A x ΔT</p> <p>$\Delta T = Tn - Ta$ Tn=17.6+0.31(24.5) Tn= 25.19</p> <p>Ta = -9.93122 + 1.186145 (24.8) + 0.122310(83.8) Ta= 29.73</p> <p>$\Delta T = -4.54$</p>	<p>Acoplado a nuestro análisis sería: Cd=A x Ct x ΔT</p> <p>$\Delta T = Tn - Ta$ Tn=17.6+0.31(24.5) Tn= 25.19</p> <p>Ta = -9.93122 + 1.186145 (24.8) + 0.122310(83.8) Ta= 29.73</p> <p>$\Delta T = -4.54$</p>	<p>El usuario no suda, por lo cual se utilizará 10,5 W como dato de evaporación, ya que toda persona pierde este valor cada vez que respire.</p> <p>Actividad: dormir Qe= -10.5 W</p> <p>Actividad: sentado con actividad ligera.</p>	<p>49.84</p> <p>88.13</p>

Fuente: (FLORES, 2022)

Tabla 2.29: Balance térmico Grupo B


	$K=102.74 \text{ W}$	Actividad: sentado con actividad ligera. $R=-3.09 \times 10^{-3} \text{ W}$	$Cv = 5 \text{ W/m}^2 \times 0.18 \text{ m}^2 \times -4.54$ Actividad dormir $Cv = - 4.08 \text{ W}$ Actividad: sentado con actividad ligera. $Cv = - 4.08 \text{ W}$	$Cd=0.18 \times 0.031 \times -4.54$ Actividad dormir $Cd = - 0.02 \text{ W}$ Actividad: sentado con actividad ligera. $Cd = - 0.02 \text{ W}$	actividad ligera. $Qe = -10.5 \text{ W}$	
--	----------------------	--	---	---	---	--

Fuente: (FLORES, 2022)

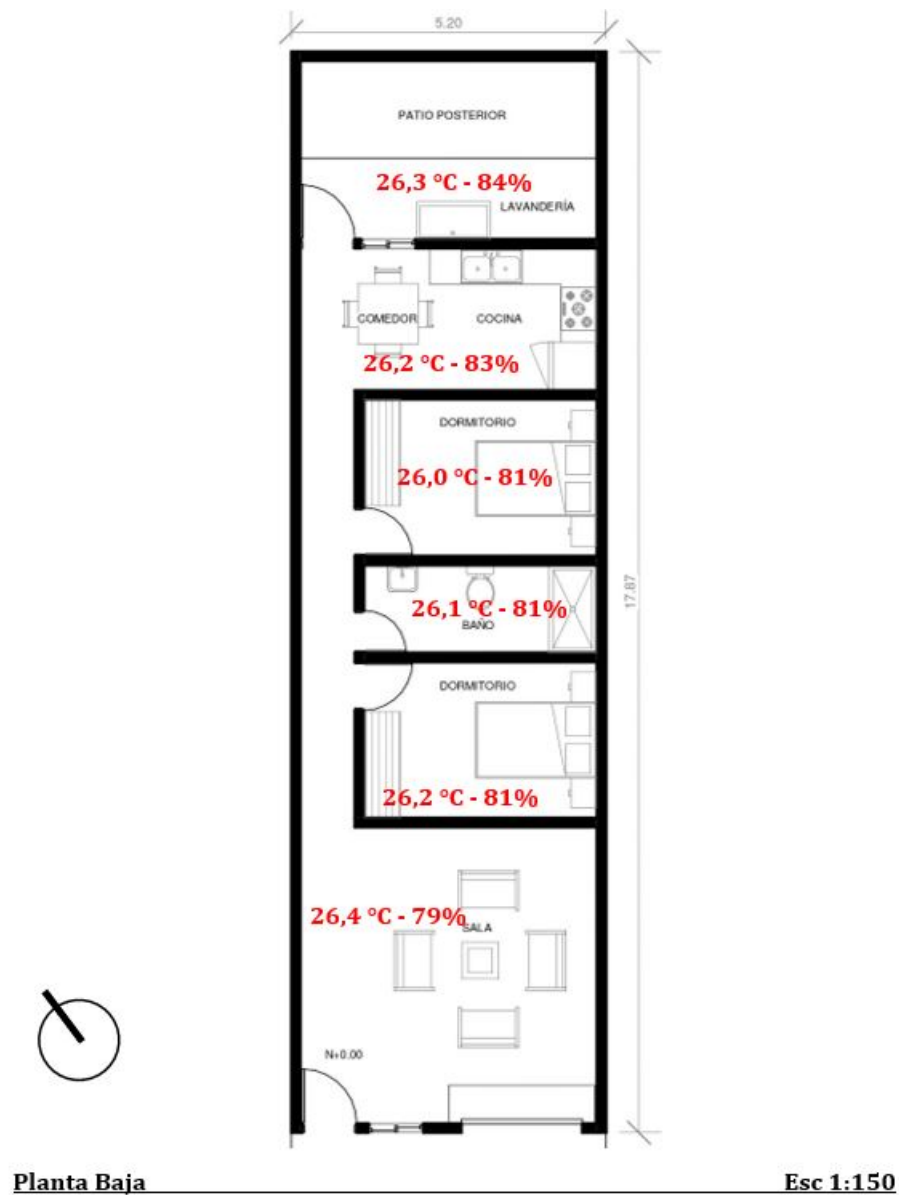
Análisis de grupo C

Análisis físico de vivienda

Tabla 2.30: Análisis físico de vivienda

Grupo C: Usuarios que residen en vivienda de una planta edificada en ladrillo o bloque		
	<p>Tipología de vivienda: Pareada con retiro posterior</p> <p>Número de pisos: 1</p>	
Materialidad de vivienda		
Muros		
Ladrillos	X	
Bloque		
Hormigón armado		
Cubierta		
Zinc	X	
Teja		
Losa de hormigón		
Piso		
Cemento		
Cerámica	X	
Ventanas		
Aluminio y vidrio	X	
Hierro forjado		
Temperatura y humedad en los ambientes de la vivienda		
Hora de toma de muestra: 11:20 am		
Planta Baja		
Ambiente	Temperatura	Humedad
Sala	26,4 °C	79%
Comedor	26,2 °C	83 %
Cocina	26,2 °C	83%
Baño social	26,1 °C	81%
Lavandería	26,3 °C	84%
Dormitorio 1	26,2 °C	81%
Dormitorio 2	26,0 °C	81%

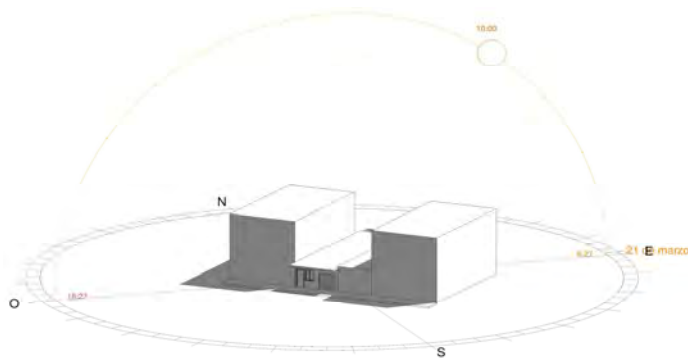
Fuente: (FLORES, 2022)

FIGURA 2.10: *Planta baja*

Fuente: (Flores, 2022)

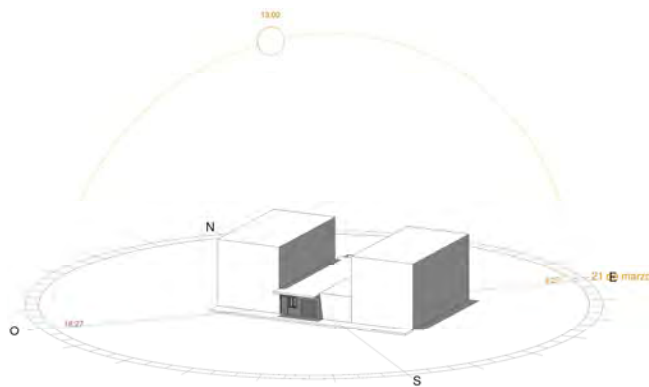
Análisis solar

Se puede observar la trayectoria del sol el 21 de marzo y septiembre, el equinoccio solar. La vivienda se encuentra adosada por bloques de vivienda de tres niveles, la fachada posterior igualmente adosada, y la principal libre. Se efectuó el estudio en las siguientes horas de incidencia solar:

Tabla 2.31: *Recorrido del sol en vivienda C*

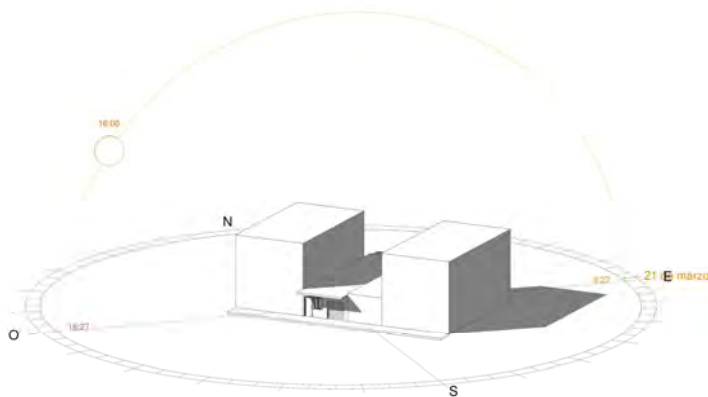
**Equinoccio 21 de
marzo/septiembre – 10:00
am**

La incidencia solar que se observa a esta hora, empieza a enviar radiación solar en la parte posterior (patio) y superior de la vivienda. Mientras que sus colindantes de tres niveles generan una barrera contra insolación hacia la casa.



**Equinoccio 21 de
marzo/septiembre – 13:00
pm**

La radiación solar es obtenida por la parte superior de la vivienda, donde el sol incide directamente hacia la cubierta, pero gracias a las viviendas colindantes en altura el calor interior es mínimo. En la fachada principal tampoco existe incidencia directa gracias a la cubierta con alero.



**Equinoccio 21 de
marzo/septiembre – 16:00
pm**

Aquí el ángulo del sol es más bajo por lo que parte de los rayos del sol inciden en la fachada principal (sala).

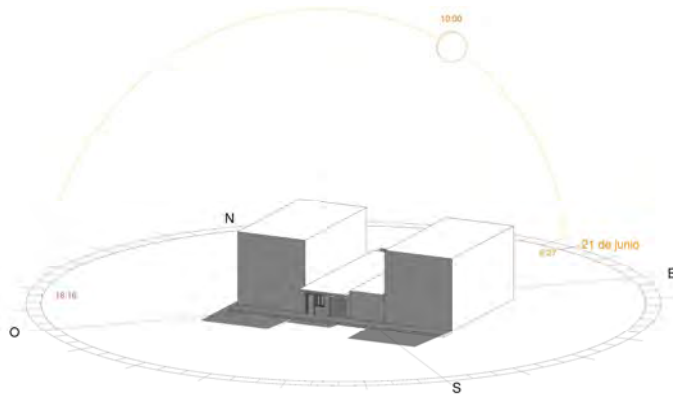
Fuente: (FLORES, 2022)

En esta representación se muestra el solsticio de verano el 21 de junio.



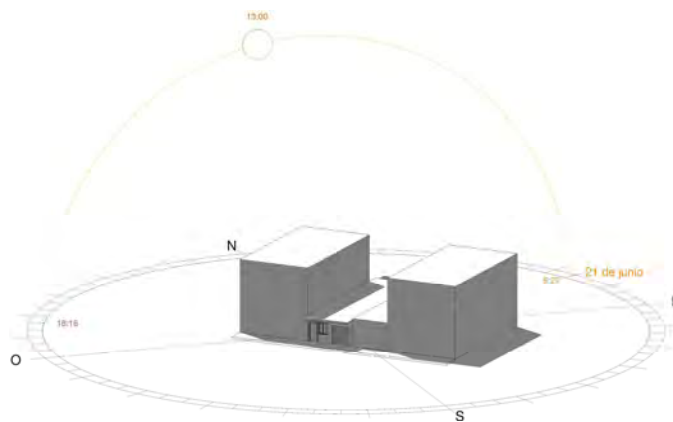
bajo por lo que parte de los rayos del sol inciden en la fachada principal (sala).

Tabla 2.32: Recorrido del sol en vivienda C



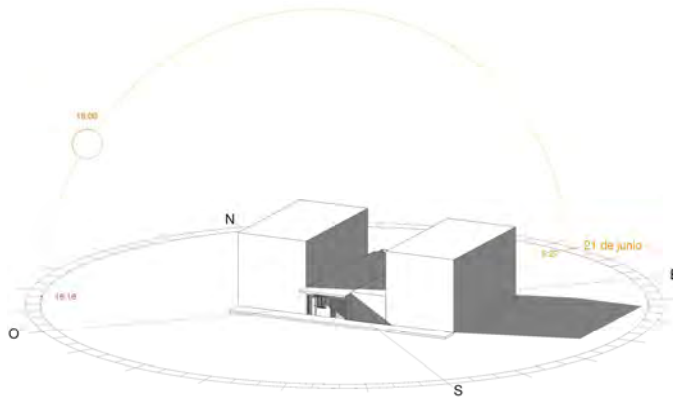
Solsticio de verano 21 de junio - 10:00 am

Se puede observar que la mayor parte de la radiación solar es captada tanto por la fachada posterior y la cubierta, teniendo mayor captación solar en la parte de la cocina y comedor.



Solsticio de verano 21 de junio - 13:00 pm

La radiación solar incidente a esta hora es casi nula en la vivienda, ya que los bloques colindantes de vivienda actúan como barrera e impiden la insolación hacia la vivienda.

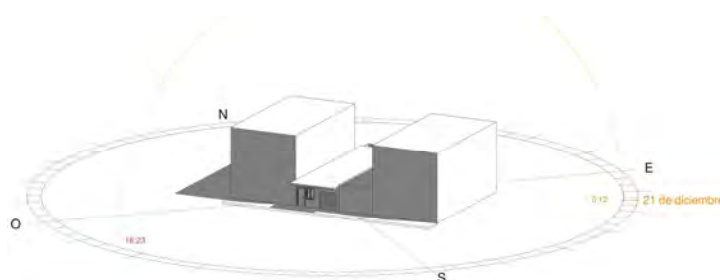


Solsticio de verano 21 de junio - 16:00 pm

El ángulo del sol es más bajo por lo que el alcance hacia la vivienda es nulo. A más de esto, para mayor confort se tienen a la ventana y a la celosía de bloques que se encuentran localizados en la parte superior de la fachada principal, permitiendo la ventilación hacia el interior de los ambientes.

Fuente: (FLORES, 2022)

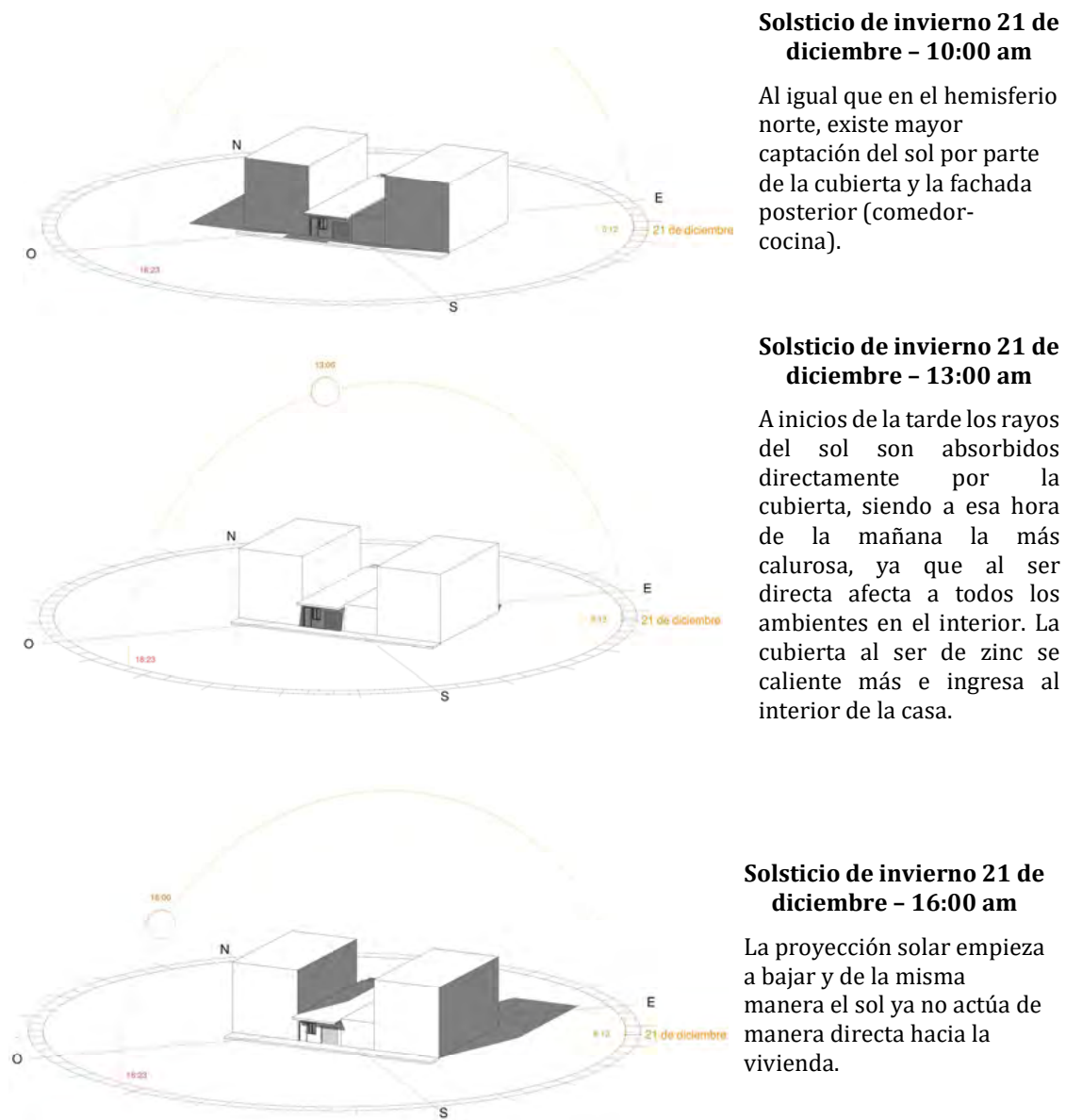
En esta representación se muestra el solsticio de invierno del 21 de diciembre.



Solsticio de invierno 21 de diciembre - 10:00 am

Al igual que en el hemisferio norte, existe mayor captación del sol por parte de la cubierta y la fachada posterior (comedor-cocina).

A inicios de la tarde los rayos del sol son absorbidos directamente por la cubierta, siendo a esa hora

Tabla 2.33: *Recorrido del sol en vivienda C*

Fuente: (FLORES, 2022)

Análisis de balance térmico del núcleo familiar

Tabla 2.34: Balance térmico Grupo C

Resultados: $M +/- R +/- Cd +/- Cv - E = 0$						
Miembro familiar	Metabolismo	Radiación	Convección	Conducción	Evaporación	Total
Papá	<p>Fórmula del Equilibrio en función de W:</p> $X = \sqrt{\text{peso} \times \text{altura}} / 3600$ $X = \sqrt{74 \text{kg} \times 180 \text{cm}} / 3600$ $X = 1.92 \text{ m}^2$ <p>69W 1.92 m² X 1.7 m² Actividad: dormir. X=61.09 W</p> <p>110W 1.92 m² X 1.7 m² Actividad: sentado con actividad ligera. X=97.39 W</p>	<p>Según el análisis se deduce a:</p> $R = e \times \sigma \times A \times \Delta T$ $R = 0.80 \times 5.6703 \times 10^{-8} \times 0.19 \times 378595.2412$ $\Delta T = T_n^4 - T_a^4$ $T_n = 25.19$ $T_a = 29.73$ $\Delta T = (25.19)^4 - (29.73)^4$ $\Delta T = -378595.2412$ <p>Actividad: dormir $R = -3.26 \times 10^{-3} \text{ W}$</p> <p>Actividad: sentado con actividad ligera. $R = -3.26 \times 10^{-3} \text{ W}$</p>	<p>Integrándole a nuestro análisis la ganancia o pérdida por convección sería:</p> $Cv = hc \times A \times \Delta T$ $\Delta T = T_n - T_a$ $T_n = 17.6 + 0.31(24.5)$ $T_n = 25.19$ $T_a = -9.93122 + 1.186145(24.8) + 0.122310(83.8)$ $T_a = 29.73$ $\Delta T = -4.54$ $Cv = 5 \text{ W/m}^2 \times 0.19 \text{ m}^2 \times -4.54$ <p>Actividad dormir $Cv = -4.31 \text{ W}$</p> <p>Actividad: sentado con actividad ligera. $Cv = -4.31 \text{ W}$</p>	<p>Acoplado a nuestro análisis sería:</p> $Cd = A \times Ct \times \Delta T$ $\Delta T = T_n - T_a$ $T_n = 17.6 + 0.31(24.5)$ $T_n = 25.19$ $T_a = -9.93122 + 1.186145(24.8) + 0.122310(83.8)$ $T_a = 29.73$ $\Delta T = -4.54$ $Cd = 0.19 \times 0.031 \times -4.54$ <p>Actividad dormir $Cd = -0.02 \text{ W}$</p> <p>Actividad: sentado con actividad ligera. $Cd = -0.02 \text{ W}$</p>	<p>El usuario no suda, por lo cual se utilizará 10,5 W como dato de evaporación, ya que toda persona pierde este valor cada vez que respire.</p> <p>Actividad: dormir $Q_e = -10.5 \text{ W}$</p> <p>Actividad: sentado con actividad ligera. $Q_e = -10.5 \text{ W}$</p>	<p>46.25</p> <p>82.55</p>
Mamá	<p>Fórmula del Equilibrio en función de W:</p> $X = \sqrt{\text{peso} \times \text{altura}} / 3600$ $X = \sqrt{78 \text{kg} \times 160 \text{cm}} / 3600$ $X = 1.86 \text{ m}^2$ <p>69W 1.86 m² X 1.7 m² Actividad: dormir. X=63.06 W</p> <p>110W 1.86 m²</p>	<p>Según el análisis se deduce a:</p> $R = e \times \sigma \times A \times \Delta T$ $R = 0.80 \times 5.6703 \times 10^{-8} \times 0.19 \times 378595.2412$ $\Delta T = T_n^4 - T_a^4$ $T_n = 25.19$ $T_a = 29.73$ $\Delta T = (25.19)^4 - (29.73)^4$	<p>Integrándole a nuestro análisis la ganancia o pérdida por convección sería:</p> $Cv = hc \times A \times \Delta T$ $\Delta T = T_n - T_a$ $T_n = 17.6 + 0.31(24.5)$ $T_n = 25.19$ $T_a = -9.93122 + 1.186145(24.8) + 0.122310(83.8)$ $T_a = 29.73$	<p>Acoplado a nuestro análisis sería:</p> $Cd = A \times Ct \times \Delta T$ $\Delta T = T_n - T_a$ $T_n = 17.6 + 0.31(24.5)$ $T_n = 25.19$ $T_a = -9.93122 + 1.186145(24.8) + 0.122310(83.8)$	<p>El usuario no suda, por lo cual se utilizará 10,5 W como dato de evaporación, ya que toda persona pierde este valor cada vez que respire.</p> <p>Actividad: dormir $Q_e = -10.5 \text{ W}$</p>	<p>48.22</p>

Fuente: (FLORES, 2022)

Tabla 2.35: Balance térmico Grupo C


	<p>X 1.7 m² Actividad: sentado con actividad ligera. X=100.53 W</p>	<p>$\Delta T = -378595.2412$ Actividad: dormir $R = -3.26 \times 10^{-3}$ W Actividad: sentado con actividad ligera. $R = -3.26 \times 10^{-3}$ W</p>	<p>$\Delta T = -4.54$ $C_v = 5 \text{ W/m}^2 \times 0.19 \text{ m}^2 \times -4.54$ Actividad dormir $C_v = -4.31 \text{ W}$ Actividad: sentado con actividad ligera $C_v = -4.31 \text{ W}$</p>	<p>Ta= 29.73 $\Delta T = -4.54$ $C_d = 0.19 \times 0.031 \times -4.54$ Actividad dormir $C_d = -0.02 \text{ W}$ Actividad: sentado con actividad ligera $C_d = -0.02 \text{ W}$</p>	<p>Actividad: sentado con actividad ligera. $Q_e = -10.5 \text{ W}$</p>	<p>85.69</p>
Hija	<p>Fórmula del Equilibrio en función de W: $X = \sqrt{\text{peso} \times \text{altura}} \times 3600$ $X = \sqrt{64 \text{ kg} \times 168 \text{ cm}} \times 3600$ $X = 1.72 \text{ m}^2$ 69W 1.72 m² X 1.7 m² Actividad: dormir. X=68.19 W 77W 1.72 m² X 1.7 m² Actividad: estar acostado. X=76.10 W</p>	<p>Según el análisis se deduce a: $R = e \times \sigma \times A \times \Delta T$ $R = 0.65 \times 5.6703 \times 10^{-8} \times 0.17 \times -378595.2412$ $\Delta T = T_n^4 - T_a^4$ $T_n = 25.19$ $T_a = 29.73$ $\Delta T = (25.19)^4 - (29.73)^4$ $\Delta T = -378595.2412$ Actividad: dormir $R = -2.37 \times 10^{-3}$ W Actividad: estar acostado. $R = -2.37 \times 10^{-3}$ W</p>	<p>Integrándole a nuestro análisis la ganancia o pérdida por convección sería: $C_v = h_c \times A \times \Delta T$ $\Delta T = T_n - T_a$ $T_n = 17.6 + 0.31(24.5)$ $T_n = 25.19$ $T_a = -9.93122 + 1.186145(24.8) + 0.122310(83.8)$ $T_a = 29.73$ $\Delta T = -4.54$ $C_v = 5 \text{ W/m}^2 \times 0.17 \text{ m}^2 \times -4.54$ Actividad dormir $C_v = -3.85 \text{ W}$ Actividad: sentado con actividad ligera $C_v = -3.85 \text{ W}$</p>	<p>Acoplando a nuestro análisis sería: $C_d = A \times C_t \times \Delta T$ $\Delta T = T_n - T_a$ $T_n = 17.6 + 0.31(24.5)$ $T_n = 25.19$ $T_a = -9.93122 + 1.186145(24.8) + 0.122310(83.8)$ $T_a = 29.73$ $\Delta T = -4.54$ $C_d = 0.17 \times 0.031 \times -4.54$ Actividad dormir $C_d = -0.02 \text{ W}$ Actividad: sentado con actividad ligera $C_d = -0.02 \text{ W}$</p>	<p>El usuario no suda, por lo cual se utilizará 10,5 W como dato de evaporación, ya que toda persona pierde este valor cada vez que respire. Actividad: dormir $Q_e = -10.5 \text{ W}$ Actividad: estar acostado. $Q_e = -10.5 \text{ W}$</p>	<p>53.81 61.72</p>

Fuente: (FLORES, 2022)

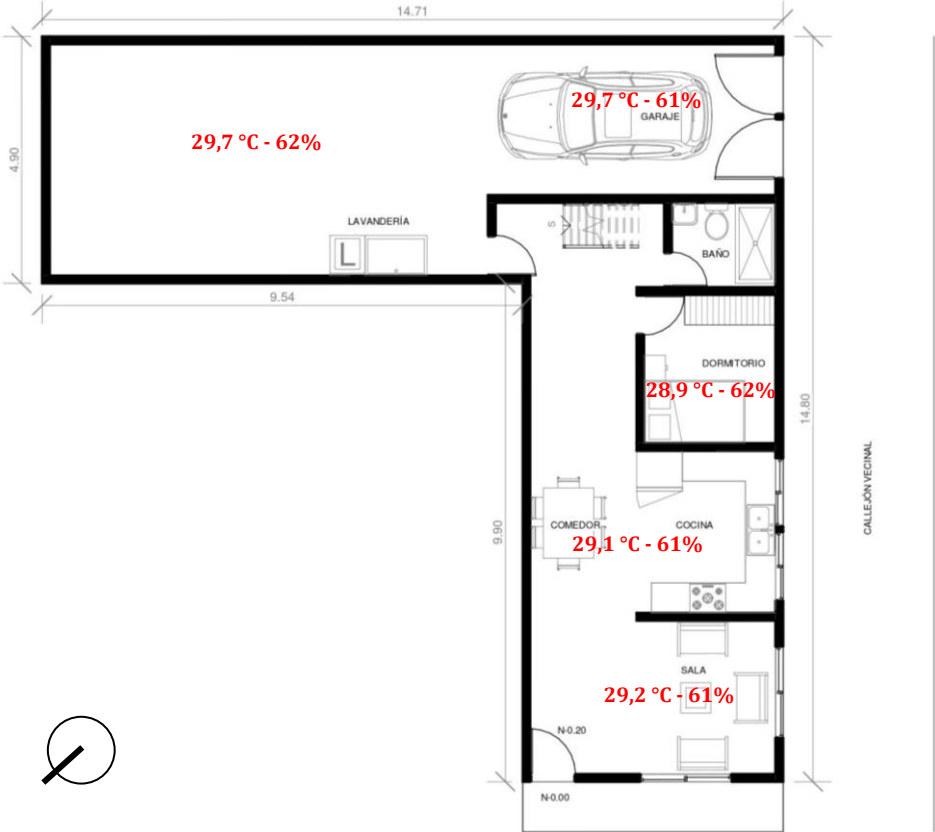
Análisis de grupo D

Análisis físico de vivienda

Tabla 2.36: *Análisis físico de vivienda*

Grupo D: Usuarios que residen en vivienda de dos plantas edificada en ladrillo o bloque		
		<p>Tipología de vivienda: Adosada con retiro posterior</p> <p>Número de pisos: 2</p>
Materialidad de vivienda		
<u>Muros</u>		
Ladrillos		X
Bloque		
Hormigón armado		
<u>Cubierta</u>		
Zinc		X
Teja		
Losa de hormigón		
<u>Piso</u>		
Cemento		
Cerámica		X
<u>Ventanas</u>		
Aluminio y vidrio		X
Hierro forjado		
Temperatura y humedad en los ambientes de la vivienda		Hora de toma de muestra: 15:35 am
<u>Planta Baja</u>		
Ambiente	Temperatura	Humedad
Sala	29,2 °C	61%
Comedor - Cocina	29,1 °C	61%
Dormitorio	28,9 °C	62%
Patio posterior	29,7 °C	62%
Garaje	29,7 °C	61%
<u>Planta Alta</u>		
Pasillo	30,1 °C	60%
Dormitorio 1	29,8 °C	64%
Dormitorio 2	29,9 °C	63%
Dormitorio 3	30 °C	63%

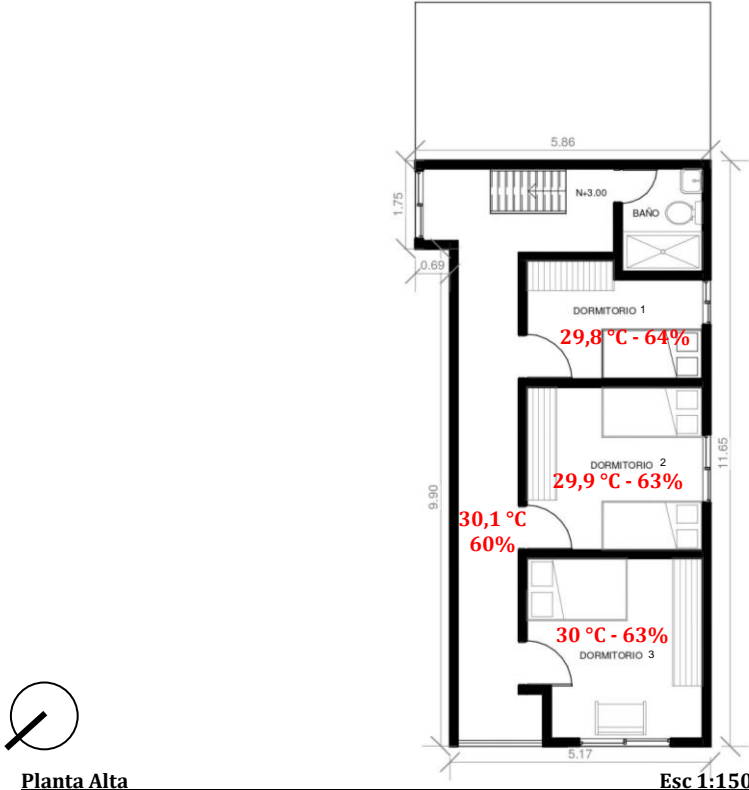
Fuente: (FLORES, 2022)



Planta Baja Esc 1:150

FIGURA 2.13: Planta baja

Fuente: (Flores, 2022)



Planta Alta Esc 1:150

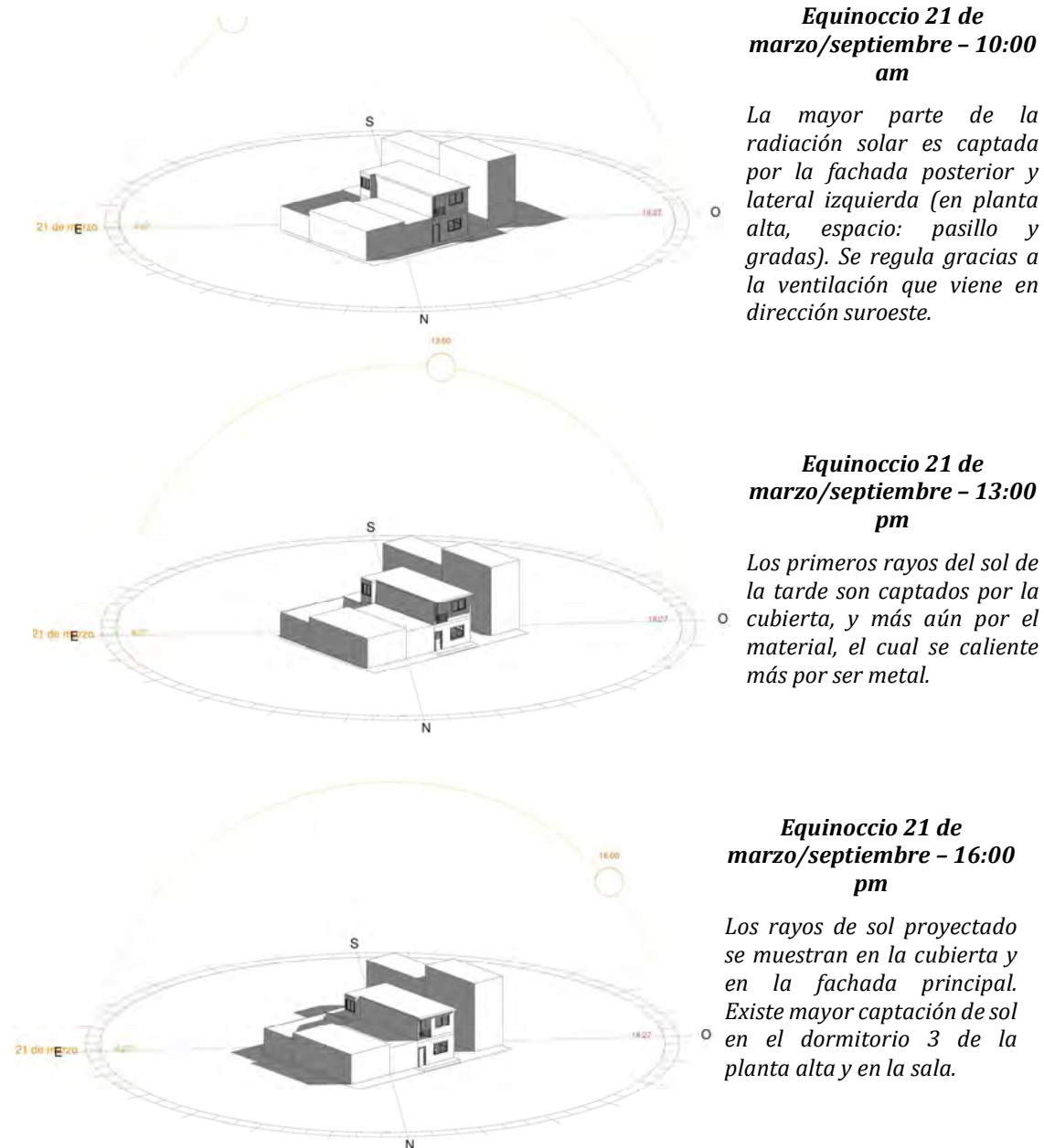
FIGURA 2.14: Planta alta

Fuente: (Flores, 2022)

Análisis solar

Se puede observar la trayectoria del sol el 21 de marzo y septiembre. La vivienda se encuentra adosada por su lado lateral derecho con una vivienda de un nivel, y su lateral izquierdo por un camino vecinal, la misma que colinda con una vivienda de tres niveles.

Tabla 2.37: *Recorrido del sol en vivienda D*

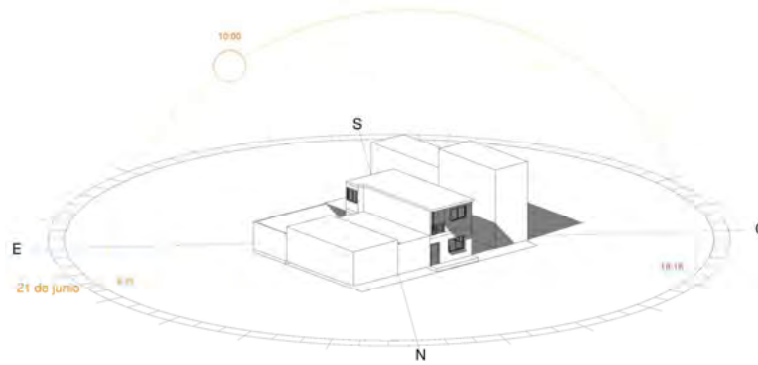


Fuente: (FLORES, 2022)

En esta representación se muestra el solsticio de verano del 21 de junio.

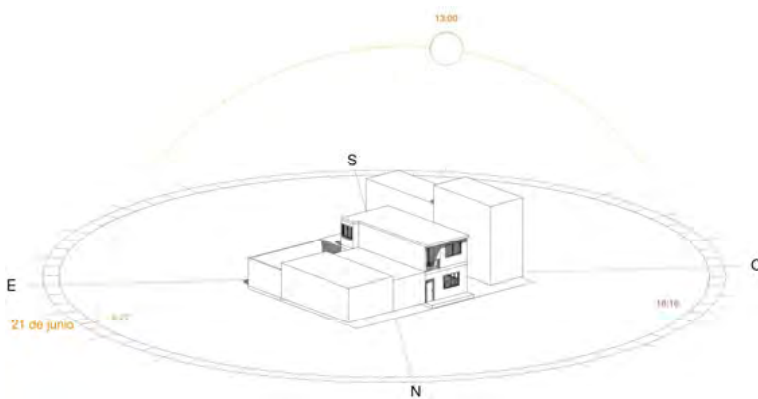
En esta representación se muestra el solsticio de invierno del 21 de diciembre.

Tabla 2.38: Recorrido del sol en vivienda D



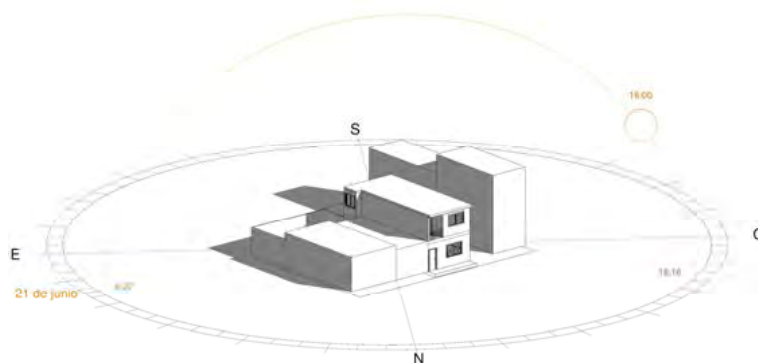
Solsticio de verano 21 de junio - 10:00 am

Al norte del ecuador los rayos de sol de la mañana se presentan en la fachada lateral izquierda, ocasionando mayor insolación en el pasillo de la planta alta.



Solsticio de verano 21 de junio - 13:00 pm

Los rayos de sol de la tarde impactan de manera directa en la cubierta (influyendo directamente en los dormitorios) y de manera indirecta en la fachada lateral izquierda y en la fachada principal. La fachada lateral derecha es protegida por el edificio colindante al camino vecinal, el cual proporciona sombra.

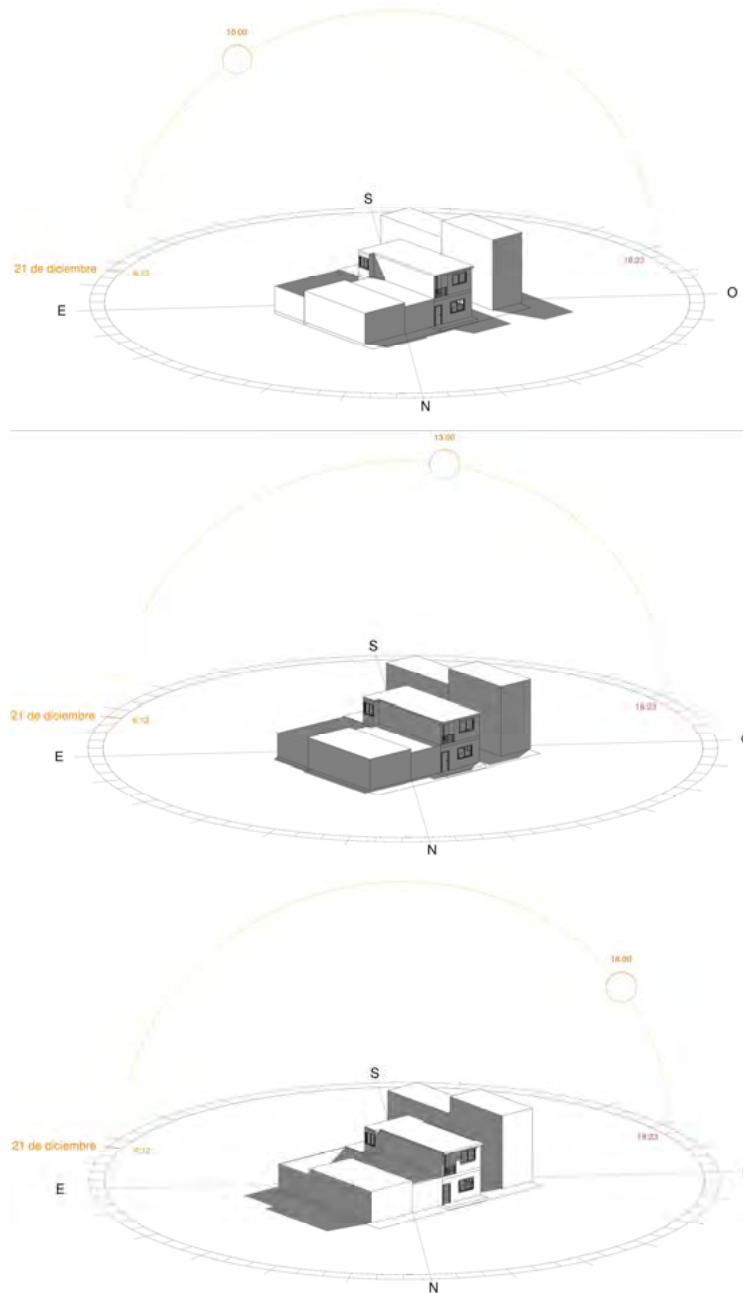


Solsticio de verano 21 de junio - 16:00 pm

A esta hora el sol se encuentra en un ángulo bajo, afectando de manera directa en la fachada principal (sala y dormitorio 3) y de manera indirecta en la fachada lateral derecha.

Fuente: (FLORES, 2022)

Tabla 2.39: Recorrido del sol en vivienda D



Solsticio de invierno 21 de diciembre - 10:00 am

En el hemisferio sur el sol afecta solo la cara posterior y lateral izquierda, ingresando en los ambientes: pasillo, gradas y baño, ubicados en planta alta. En planta baja de la parte posterior no afecta ya que presenta una cubierta en el garaje.

Solsticio de invierno 21 de diciembre - 13:00 pm

En el solsticio de invierno de la 13:00 pm, el sol actúa de manera directa solo en la cubierta, ya que el sol se encuentra casi a 90°.

Solsticio de invierno 21 de diciembre - 16:00 am

Los rayos de sol son directos en la cara frontal por lo que a esta hora de la tarde el dormitorio 3 y la sala serán los ambientes más calientes. La ventilación en esta vivienda es poca, ya que el edificio colindante a la calle vecinal obstruye el paso del mismo.

Fuente: (FLORES, 2022)

Análisis de balance térmico del núcleo familiar

Tabla 2.40: Balance térmico Grupo D

Resultados: $M \pm R \pm Cd \pm Cv - E = 0$						
Miembro familiar	Metabolismo	Radiación	Convección	Conducción	Evaporación	Total
Papá	Fórmula del Equilibrio en función de W: $X = \sqrt{\text{peso} \times \text{altura}} / 3600$ $X = \sqrt{70 \text{kg} \times 170 \text{cm}} / 3600$ $X = 1.81 \text{ m}^2$ 69W 1.81 m ² X 1.7 m ² Actividad: dormir. X=64.80 W 110W 1.81 m ² X 1.7 m ² Actividad: sentado con actividad ligera. X=103.31 W	Según el análisis se deduce a: $R = e \times \sigma \times A \times \Delta T$ $R = 0.80 \times 5.6703 \times 10^{-8} \times 0.18 \times 378595.2412$ $\Delta T = T_n^4 - T_a^4$ $T_n = 25.19$ $T_a = 29.73$ $\Delta T = (25.19)^4 - (29.73)^4$ $\Delta T = -378595.2412$ Actividad: dormir $R = -3.09 \times 10^{-3} \text{ W}$ Actividad: estar acostado. $R = -3.09 \times 10^{-3} \text{ W}$	Integrándolo a nuestro análisis la ganancia o pérdida por convección sería: $Cv = hc \times A \times \Delta T$ $\Delta T = T_n - T_a$ $T_n = 17.6 + 0.31(24.5)$ $T_n = 25.19$ $Ta = -9.93122 + 1.186145(24.8) + 0.122310(83.8)$ $Ta = 29.73$ $\Delta T = -4.54$ $Cv = 5W/m^2 \times 0.18 \text{ m}^2 \times -4.54$ Actividad dormir $Cv = -4.08 \text{ W}$ Actividad: sentado con actividad ligera. $Cv = -4.08 \text{ W}$	Acoplado a nuestro análisis sería: $Cd = A \times Ct \times \Delta T$ $\Delta T = T_n - T_a$ $T_n = 17.6 + 0.31(24.5)$ $T_n = 25.19$ $Ta = -9.93122 + 1.186145(24.8) + 0.122310(83.8)$ $Ta = 29.73$ $\Delta T = -4.54$ $Cd = 0.18 \times 0.078 \times -4.54$ Actividad dormir $Cd = -0.06 \text{ W}$ Actividad: sentado con actividad ligera. $Cd = -0.06 \text{ W}$	El usuario no suda, por lo cual se utilizará 10,5 W como dato de evaporación, ya que toda persona pierde este valor cada vez que respire. Actividad: dormir $Qe = -10.5 \text{ W}$ Actividad: sentado con actividad ligera. $Qe = -10.5 \text{ W}$	50.15 88.66
	Mamá	Fórmula del Equilibrio en función de W: $X = \sqrt{\text{peso} \times \text{altura}} / 3600$ $X = \sqrt{58 \text{kg} \times 150 \text{cm}} / 3600$ $X = 1.55 \text{ m}^2$ 69W 1.55 m ² X 1.7 m ² Actividad: dormir. X=75.67 W 134W 1.55 m ² X 1.7 m ² Actividad: de pie con actividad ligera. X=146.96 W	Según el análisis se deduce a: $R = e \times \sigma \times A \times \Delta T$ $R = 0.70 \times 5.6703 \times 10^{-8} \times 0.16 \times 378595.2412$ $\Delta T = T_n^4 - T_a^4$ $T_n = 25.19$ $T_a = 29.73$ $\Delta T = (25.19)^4 - (29.73)^4$ $\Delta T = -378595.2412$ Actividad: dormir $R = -2.40 \times 10^{-3} \text{ W}$ Actividad: sentado con actividad ligera. $R = -2.40 \times 10^{-3} \text{ W}$	Integrándolo a nuestro análisis la ganancia o pérdida por convección sería: $Cv = hc \times A \times \Delta T$ $\Delta T = T_n - T_a$ $T_n = 17.6 + 0.31(24.5)$ $T_n = 25.19$ $Ta = -9.93122 + 1.186145(24.8) + 0.122310(83.8)$ $Ta = 29.73$ $\Delta T = -4.54$ $Cv = 5W/m^2 \times 0.16 \text{ m}^2 \times -4.54$ Actividad dormir $Cv = -3.63 \text{ W}$ Actividad: sentado con actividad ligera. $Cv = -3.63 \text{ W}$	Acoplado a nuestro análisis sería: $Cd = A \times Ct \times \Delta T$ $\Delta T = T_n - T_a$ $T_n = 17.6 + 0.31(24.5)$ $T_n = 25.19$ $Ta = -9.93122 + 1.186145(24.8) + 0.122310(83.8)$ $Ta = 29.73$ $\Delta T = -4.54$ $Cd = 0.16 \times 0.078 \times -4.54$ Actividad dormir $Cd = -0.05 \text{ W}$ Actividad: sentado con actividad ligera. $Cd = -0.05 \text{ W}$	El usuario no suda, por lo cual se utilizará 10,5 W como dato de evaporación, ya que toda persona pierde este valor cada vez que respire. Actividad: dormir $Qe = -10.5 \text{ W}$ Actividad: de pie con actividad ligera. $Qe = -10.5 \text{ W}$

Fuente: (FLORES, 2022)

Tabla 2.41: Balance térmico Grupo D

Hija	<p>Fórmula del Equilibrio en función de W:</p> $X = \sqrt{\text{peso} \times \text{altura}} = \sqrt{3600}$ $X = \sqrt{60\text{kg} \times 160\text{cm}} = \sqrt{3600}$ $X = 1.63 \text{ m}^2$ <p>69W 1.63 m² X 1.7 m²</p> <p>Actividad: dormir. X=71.96 W</p> <p>134W 1.63 m² X 1.7 m²</p> <p>Actividad: de pie con actividad ligera. X=139.75 W</p>	<p>Según el análisis se deduce a:</p> $R = e \times \sigma \times A \times \Delta T$ $R = 0.80 \times 5.6703 \times 10^{-8} \times 0.16 \times 378595.2412$ $\Delta T = T_n^4 - T_a^4$ $T_n = 25.19$ $T_a = 29.73$ $\Delta T = (25.19)^4 - (29.73)^4$ $\Delta T = -378595.2412$ <p>Actividad: dormir R=-2.75 x10⁻³ W</p> <p>Actividad: de pie con actividad ligera. R=-2.75 x10⁻³ W</p>	<p>Integrándole a nuestro análisis la ganancia o pérdida por convección sería:</p> $Cv = hc \times A \times \Delta T$ $\Delta T = T_n - T_a$ $T_n = 17.6 + 0.31(24.5)$ $T_n = 25.19$ $T_a = -9.93122 + 1.186145(24.8) + 0.122310(83.8)$ $T_a = 29.73$ $\Delta T = -4.54$ $Cv = 5W/m^2 \times 0.16 \text{ m}^2 \times -4.54$ <p>Actividad dormir Cv = - 3.63W</p> <p>Actividad: sentado con actividad ligera. Cv = - 3.63 W</p>	<p>Acoplando a nuestro análisis sería:</p> $Cd = A \times Ct \times \Delta T$ $\Delta T = T_n - T_a$ $T_n = 17.6 + 0.31(24.5)$ $T_n = 25.19$ $T_a = -9.93122 + 1.186145(24.8) + 0.122310(83.8)$ $T_a = 29.73$ $\Delta T = -4.54$ $Cd = 0.16 \times 0.078 \times -4.54$ <p>Actividad dormir Cd = - 0.05 W</p> <p>Actividad: sentado con actividad ligera. Cd = - 0.05 W</p>	<p>El usuario no suda, por lo cual se utilizará 10,5 W como dato de evaporación, ya que toda persona pierde este valor cada vez que respire.</p> <p>Actividad: dormir Qe = -10.5 W</p> <p>Actividad: de pie con actividad ligera. Qe = -10.5 W</p>	<p>57.77</p> <p>125.56</p>
Nieta	<p>Fórmula del Equilibrio en función de W:</p> $X = \sqrt{\text{peso} \times \text{altura}} = \sqrt{3600}$ $X = \sqrt{61\text{kg} \times 175\text{cm}} = \sqrt{3600}$ $X = 1.72 \text{ m}^2$ <p>69W 1.72 m² X 1.7 m²</p> <p>Actividad: dormir. X=68.19 W</p> <p>134W 1.72 m² X 1.7 m²</p> <p>Actividad: de pie con actividad ligera. X=132.44 W</p>	<p>Según el análisis se deduce a:</p> $R = e \times \sigma \times A \times \Delta T$ $R = 0.80 \times 5.6703 \times 10^{-8} \times 0.17 \times 378595.2412$ $\Delta T = T_n^4 - T_a^4$ $T_n = 25.19$ $T_a = 29.73$ $\Delta T = (25.19)^4 - (29.73)^4$ $\Delta T = -378595.2412$ <p>Actividad: dormir R=-2.92 x10⁻³ W</p> <p>Actividad: de pie con actividad ligera. R=-2.92 x10⁻³ W</p>	<p>Integrándole a nuestro análisis la ganancia o pérdida por convección sería:</p> $Cv = hc \times A \times \Delta T$ $\Delta T = T_n - T_a$ $T_n = 17.6 + 0.31(24.5)$ $T_n = 25.19$ $T_a = -9.93122 + 1.186145(24.8) + 0.122310(83.8)$ $T_a = 29.73$ $\Delta T = -4.54$ $Cv = 5W/m^2 \times 0.17 \text{ m}^2 \times -4.54$ <p>Actividad dormir Cv = - 3.85 W</p> <p>Actividad: sentado con actividad ligera. Cv = - 3.85 W</p>	<p>Acoplando a nuestro análisis sería:</p> $Cd = A \times Ct \times \Delta T$ $\Delta T = T_n - T_a$ $T_n = 17.6 + 0.31(24.5)$ $T_n = 25.19$ $T_a = -9.93122 + 1.186145(24.8) + 0.122310(83.8)$ $T_a = 29.73$ $\Delta T = -4.54$ $Cd = 0.17 \times 0.031 \times -4.54$ <p>Actividad dormir Cd = - 0.02 W</p> <p>Actividad: sentado con actividad ligera. Cd = - 0.02 W</p>	<p>El usuario no suda, por lo cual se utilizará 10,5 W como dato de evaporación, ya que toda persona pierde este valor cada vez que respire.</p> <p>Actividad: dormir Qe = -10.5 W</p> <p>Actividad: de pie con actividad ligera. Qe = -10.5 W</p>	<p>53.81</p> <p>118.06</p>
Abuela	<p>Fórmula del Equilibrio en función de W:</p> $X = \sqrt{\text{peso} \times \text{altura}} = \sqrt{3600}$ $X = \sqrt{55\text{kg} \times 149\text{cm}} = \sqrt{3600}$ $X = 1.50 \text{ m}^2$	<p>Según el análisis se deduce a:</p> $R = e \times \sigma \times A \times \Delta T$ $R = 0.85 \times 5.6703 \times 10^{-8} \times 0.15 \times 378595.2412$	<p>Integrándole a nuestro análisis la ganancia o pérdida por convección sería:</p> $Cv = hc \times A \times \Delta T$ $\Delta T = T_n - T_a$	<p>Acoplando a nuestro análisis sería:</p> $Cd = A \times Ct \times \Delta T$ $\Delta T = T_n - T_a$ $T_n = 17.6 + 0.31(24.5)$	<p>El usuario no suda, por lo cual se utilizará 10,5 W como dato de evaporación, ya que toda persona pierde</p>	

Fuente: (FLORES, 2022)

Tabla 2.42: Balance térmico Grupo D

69W X 1.50 m ² Actividad: dormir. X=78.2 W	1.7 m ²	$\Delta T = T_n^4 - T_a^4$ Tn= 25.19 Ta= 29.73	Tn=17.6+0.31(24.5) Tn= 25.19	Tn= 25.19	este valor cada vez que respire.	
77W X 1.50 m ² Actividad: estar acostado X=87.26 W	1.7 m ²	$\Delta T = (25.19)^4 - (29.73)^4$ $\Delta T = -378595.2412$	$T_a = -9.93122 + 1.186145(24.8) + 0.122310(83.8)$ Ta= 29.73	$T_a = -9.93122 + 1.186145 + 0.122310(83.8)$ Ta= 29.73	Actividad: dormir Qe= -10.5 W	64.24
		Actividad: dormir R=-2.74 x10 ⁻³ W	$\Delta T = -4.54$	$\Delta T = -4.54$	Actividad: estar acostado Qe= -10.5 W	73.30
		Actividad: estar acostado R=-2.74x10 ⁻³ W	$Cv = 5W/m^2 \times 0.15 m^2 \times -4.54$ Actividad dormir Cv = - 3.40W	$Cd=0.15 \times 0.078 \times -4.54$ Actividad dormir Cd= - 0.05 W		
			Actividad: estar acostado Cv = - 3.40 W	Actividad: estar acostado Cd= - 0.05 W		

Fuente: (FLORES, 2022)

2.2.5. Resultados de modelo adaptativo

Grupo focal A

Análisis de campo

Es una vivienda de 92,63 m², que colinda con tres viviendas de un solo nivel, en sus laterales y en la parte posterior. La temperatura en el interior oscilaba entre 27,3 °C a 27,7 °C en el exterior la temperatura estaba a 28 °C. Con respecto a la humedad esta oscilaba entre 71 % a 82 %, la humedad iba aumentando de modo que se adentraba a la vivienda, esto se debe a que la vivienda colindante derecha esta desocupada y la cubierta de la misma tiene goteras en casi toda la cubierta, a más de esto las tuberías están dañadas a causa de roedores, y toda esta humedad pasa a esta vivienda, ocasionando así un grave problema de humedad y problemas de salud a sus habitantes.

Análisis solar

Por medio del análisis solar realizado en el programa de Revit se pudo evidenciar que en las mañanas específicamente a las 10:00 am, el sol proyecta sus rayos en la fachada posterior y cubierta, esto quiere decir que en la mañana existe mayor calentamiento en el dormitorio posterior y la cocina. Teniendo en cuenta la medición de temperatura en el análisis de campo, el resultado en ese momento reflejo 27,6 ° C.

Al comienzo de la tarde, especialmente a la 13:00 pm, el sol arroja sus rayos directamente sobre la cubierta ingresando al interior todo ese calor a lo largo de los ambientes de la casa. El aumento de calor en este momento también se debe al material del techo, la cual al ser metal recepta mayor calor.

La emisión de sol a las 16:00 pm se muestra en la fachada principal, esta al no tener

algún alero o protección en la cara frontal el sol es más directo, pero hay que mencionar que la orientación ayuda un poco ya que la dirección del viento en suroeste, lo que resulta favorable a la hora de abrir las ventanas en la fachada principal.

Balance térmico del núcleo familiar

Como lo explica en el apartado 1.4.3.2. del capítulo 1. (pág. 20), para que la persona se sienta en confort su balance térmico deber ser neutro, o sea igual a 0, si el resultado de la suma de los factores es mayor a 0 quiere decir que la persona se está calentando, ya sea durmiendo o realizando alguna actividad ligera, (claramente la actividad que no está en reposo producirá mayor cantidad de calor), y si la suma de los factores es menor a 0 quiere decir que el cuerpo se está enfriando.

Como se puede visualizar en la siguiente tabla de balance térmico del grupo familiar, cuando el individuo no realiza ningún movimiento (actividad: durmiendo) la cantidad de calor oscila entre 59.12 a 62.73, y cuando está en constante movimiento (actividad: sentado con actividad ligera) la cantidad de calor oscila entre 102.68 a 108.29. En definitiva, esto quiere decir que inclusive con una intensidad de trabajo ligero o moderado la temperatura interna del organismo aumentara sino existe un medio o mecanismo para disipar el calor.

Tabla 2.43: Tabla resumen de balance térmico grupo focal A

Miembro familiar	Edad	Peso (kg)	Talla (m)	Piel (Tipo)	Arropamiento	Actividad	Mes más crítico	Perdidas por evaporación	Equilibrio Térmico
Mamá	20-44 años	56	1.52	IV	Ropa tropical	Dormir	Marzo	Evaporación por respiración: 10.5W	62.73
						Sentado con actividad ligera			108.29
Hija	20-44 años	58	1.60	IV	Ropa tropical	Dormir	Marzo	Evaporación por respiración: 10.5W	59.12
						Sentado con actividad ligera			102.68

Fuente: (FLORES, 2022)

Grupo focal B

Análisis de campo

Es una vivienda de 227,46 m², que colinda con una vivienda de dos niveles y una terraza, es una casa esquinera. La temperatura en el interior oscilaba entre 26,2 °C a 27,9 °C, en el exterior la temperatura estaba a 28,2 °C. Con respecto a la humedad, esta oscilaba entre 56 % a 75 %. Esta vivienda siente mayor insolación por las tardes en la fachada frontal y lateral derecha.

Análisis solar

A través del análisis de la luz del día en el programa Revit, se puede demostrar que a las 10:00 de la mañana, el sol proyecta sus rayos sobre el techo. En el hemisferio norte,

el sol arroja los primeros rayos de luz en la cara frontal, específicamente en el dormitorio 3, mientras que, en el hemisferio sur, el sol arroja luz sobre el dormitorio 1 o fachada posterior, haciendo que estos ambientes sean cálidos por la mañana.

Al comienzo de la tarde, especialmente a la 13:00 pm, el sol arroja sus rayos directamente sobre la cubierta y la fachada lateral derecha. En el hemisferio norte, los rayos del sol se proyectan en la fachada frontal y lateral derecha, afectando a los dormitorios y cocina de la planta alta y comedor, sala de TV y cocina de planta baja. En el hemisferio sur, igualmente el sol ingresa por la fachada posterior y lateral derecha, afectando a dormitorio 3 de planta alta y cocina y sala de planta baja.

La emisión de sol a las 16:00 pm ingresa de manera directa en la fachada lateral derecha ya que el ángulo del sol es más bajo, por lo cual la incidencia de sol es más sofocante a esta hora de la tarde, por lo que hay que dar mayor prioridad a esta fachada. Los ambientes afectados son: sala de TV, comedor, cocina en planta baja; en planta alta son: dormitorio 2, sala de estar y cocina.

Balance térmico del núcleo familiar

Como se puede visualizar en la siguiente tabla de balance térmico del grupo familiar, en estado de reposo o durmiendo la cantidad de calor varía entre 40 a 52.03, y cuando se encuentra en movimiento o actividad ligera esta varía entre 72.72 a 211.24. La cantidad de calor producida varía en base a sus características físicas y en las actividades que realiza, en este caso la mamá produce mayor cantidad de calor ya que su actividad es realizar la limpieza doméstica lo que causa mayor esfuerzo y energía, a diferencia del resto del núcleo familiar que solo ejecutan movimientos ligeros.

Tabla 2.44: Tabla resumen de balance térmico grupo focal B

Miembro familiar	Edad	Peso (kg)	Talla (m)	Piel (Tipo)	Arropamiento	Actividad	Mes más crítico	Perdidas por evaporación	Equilibrio Térmico
Papá	45-64 años	70	1.60	II	Ropa tropical	Dormir	Marzo	Evaporación por respiración: 10.5W	52.03
						Sentado con actividad ligera			114.82
Mamá	45-64 años	85	1.60	VI	Ropa ligera	Dormir	Marzo	Evaporación por respiración: 10.5W	45.62
						Limpieza doméstica			211.24
Hijo	20-44 años	91.4	1.80	IV	Ropa tropical	Dormir	Marzo	Evaporación por respiración: 10.5W	40
						Sentado con actividad ligera			72.72
Hija	20-44 años	71	1.68	IV	Ropa tropical	Dormir	Marzo	Evaporación por respiración: 10.5W	49.84
						Sentado con actividad ligera			88.13

Fuente: (FLORES, 2022)

Realizado por: Luisa Flores

Grupo focal C

Análisis de campo

Es una vivienda de 92,92 m², que colinda con tres viviendas dos de un solo nivel (en su lateral derecha y posterior) y una de tres niveles (en su lateral izquierda). La temperatura en el interior oscilaba entre 26,0 °C a 26,4 °C en el exterior la temperatura estaba a 27 °C. Con respecto a la humedad esta oscilaba entre 79 % a 84 %. Esta vivienda siente mayor insolación por las tardes en la fachada frontal y lateral derecha.

Análisis solar

Por medio del análisis solar realizado en el programa de Revit se pudo demostrar que en las mañanas a las 10:00 am, el sol proyecta sus rayos en la fachada posterior y parte de la cubierta, causando mayores insolaciones en la parte del comedor y lavandería. Teniendo en cuenta la medición de temperatura en el análisis de campo, el resultado en ese momento reflejo 26,3 ° C.

A inicios de la tarde, a la 13:00 pm, el sol se encuentra en el punto más alto, en el equinoccio el sol es perpendicular y los rayos son más directos hacia la cubierta, distribuyendo el calor a lo largo de la misma. A diferencia de los solsticios, verano e invierno respectivamente, el sol se ubica más hacia el norte o hacia el sur, es decir, que, gracias a las viviendas colindantes en altura, la incidencia de sol en estos solsticios no es directa.

A las 16:00 pm los rayos del sol se encuentran diagonal a la fachada frontal. Al tener protección en esta cara la entrada del sol es pequeña, a más de esto se le añade la localización de una ventana y de bloques cerámicos ubicados en la parte superior de la superficie, usados como mecanismo de ventilación pasiva, siendo la sala un espacio fresco.

Balance térmico del núcleo familiar

Como se puede visualizar en la siguiente tabla de balance térmico del grupo familiar, en estado de reposo o durmiendo la cantidad de calor varía entre 46.25 a 53.81, y cuando se encuentra en movimiento o actividad ligera esta varía entre 61.72 a 85.69. La cantidad de calor que genera varía según sus características físicas y las actividades que realiza. En este caso, la hija tiene menor cantidad de calor, ya que efectúa la actividad “estar acostado”, al no requerir de mucho movimiento la suma es baja. En comparación con el padre y la madre, el valor se distingue por la diferencia entre su peso y su altura.

Tabla 2.45: Tabla resumen de balance térmico grupo focal C

Miembro familiar	Edad	Peso (kg)	Talla (m)	Piel (Tipo)	Arropamiento	Actividad	Mes más crítico	Perdidas por evaporación	Equilibrio Térmico
Papá	20-44 años	74	1.80	IV	Ropa tropical	Dormir	Marzo	Evaporación por respiración: 10.5W	46.25
						Sentado con actividad ligera			82.55
Mamá	20-44 años	78	1.60	IV	Ropa tropical	Dormir	Marzo	Evaporación por respiración: 10.5W	48.22
						Sentado con actividad ligera			85.69
Hija	9-19 años	64	1.68	I	Ropa tropical	Dormir	Marzo	Evaporación por respiración: 10.5W	53.81
						Estar acostado			61.72

Fuente: (FLORES, 2022)

Grupo focal D

Análisis de campo

Es una vivienda de 181,92 m², que colinda con una vivienda de un solo nivel (en su lateral izquierda) y a su lateral derecha se encuentra un camino vecinal, y junto a este camino existe una vivienda de tres niveles la cual actúa como barrera de insolación. La temperatura en el interior oscilaba entre 29,1 °C a 30,1 °C en el exterior la temperatura estaba a 32 °C. Con respecto a la humedad esta oscilaba entre 60% a 64%. Esta vivienda siente mayor insolación por las tardes en la fachada lateral izquierda. Cabe recalcar que esta vivienda no posee una ventilación natural que disminuya la sofocación, debido a que la dirección del viento es suroeste, y la zona residencial se ubica en esa dirección, obstruyendo la circulación del aire.

Análisis solar

A través del análisis de luz realizado en el programa Revit, se puede demostrar que a las 10:00 am, el sol arroja luz en la fachada lateral izquierda y parte del techo, provocando acaloramiento en la planta alta, especialmente en el pasillo.

A primera hora de la tarde, a las 13:00 de la tarde, el sol está en su punto más alto. En el equinoccio de primavera, el sol es vertical y la luz se dispara directamente a la cubierta, extendiendo el calor por toda la cubierta. Es por esto que en planta alta (dormitorios) suele ser más caluroso.

A las 16:00 pm los rayos del sol se encuentran diagonal a la fachada frontal. Existe mayor calentamiento a esta hora en el dormitorio 3 (planta alta) y en la sala (planta baja).

Balance térmico del núcleo familiar

Como se puede ver en la siguiente tabla de balance térmico del grupo familiar, que las calorías varían de 50.15 a 64.24 durante el descanso o el sueño, mientras que las calorías varían de 64.24 a 132.77 durante el ejercicio o la actividad ligera. La cantidad de calor que genera depende de las características físicas y las actividades que realiza. En este caso, la cantidad de calor en “papá”, “mamá”, “hija” es mayor por el nivel de arropamiento, ya que el clo de “ropa ligera” es más alto que el de “ropa tropical”, como lo indica en el capítulo 1. Apartado 1.4.3.2.4. (pág. 24-25).

Tabla 2.46: *Tabla resumen de balance térmico grupo focal D*

Miembro familiar	Edad	Peso (kg)	Talla (m)	Piel (Tipo)	Arropamiento	Actividad	Mes más crítico	Perdidas por evaporación	Equilibrio Térmico
Papá	45-64 años	70	1.70	II	Ropa ligera	Dormir	Marzo	Evaporación por respiración: 10.5W	50.15
						Sentado con actividad ligera			88.66
Mamá	45-64 años	58	1.50	II	Ropa ligera	Dormir	Marzo	Evaporación por respiración: 10.5W	61.48
						Sentado con actividad ligera			132.77
Hija	20-44 años	60	1.60	IV	Ropa ligera	Dormir	Marzo	Evaporación por respiración: 10.5W	57.77
						Sentado con actividad ligera			125.56
Nieta	9-19 años	61	1.75	IV	Ropa tropical	Dormir	Marzo	Evaporación por respiración: 10.5W	53.81
						Sentado con actividad ligera			118.06
Abuela	65-80 años	55	1.49	IV	Ropa ligera	Dormir	Marzo	Evaporación por respiración: 10.5W	64.24
						Sentado con actividad ligera			73.30

Fuente: (FLORES, 2022)

Herramientas y estrategias bioclimáticas

El proceso de disipación de calor de los usuarios es una labor compleja y todas las variables deben procesarse al mismo tiempo. La determinación de la temperatura idónea de diseño es el lineamiento básico de la toma de decisiones al momento de proyectar una vivienda, ya que nuestro mayor fin es que el habitante se encuentre en un estado satisfactorio.

Existen algunas herramientas que conjuntamente con los factores y elementos climáticos de un específico lugar de estudio, establecen estrategias apropiadas que se pueden implementar para mejorarlas. Hay dos enfoques teóricos para estas herramientas, y pueden ser cuantitativos o cualitativos. En este caso, las herramientas a utilizar adoptarán un método cuantitativo, porque de acuerdo con este método, el confort térmico que experimentan los usuarios en específicos escenarios es un suceso objetivo, ya que se localiza en un entorno de condición térmica medible, y la percepción de calor y frío por parte del sujeto son en base a la acción que esté realizando, una actividad ligera o ejercicio de alta intensidad.

Existen varias herramientas de diseño bioclimático, pero en este caso se elegirá dos, la primera para análisis general o la carta psicrométrica de Givoni, y la segunda para análisis específico o las tablas de Mahoney. En la aplicación de estas herramientas se utilizarán los datos climáticos de la ciudad de Pasaje, los cuales se analizan en el capítulo 2. (pág. 31-38).

3.1. Psicrométrica de Givoni (zona de confort)

Con base en el diagrama de Givoni, se plantea zonas estratégicas de confort en función de varios criterios climáticos y de confort. Esta carta define varias zonas en función de las dos zonas de confort. Si los datos de temperatura y humedad están fuera de estas dos áreas, se deben utilizar la estrategia que se muestra en el mismo gráfico.

3.1.1. Aplicación de método

Para la realización del diagrama de Givoni se requiere de la temperatura máxima, mínima y la humedad relativa máxima y mínima del área de estudio, para ello se realiza una tabla resumen de estos dos elementos climáticos. Los datos a tomar serán del año 2020, ya que estos datos son los más actuales, manifestados por el INOCAR.

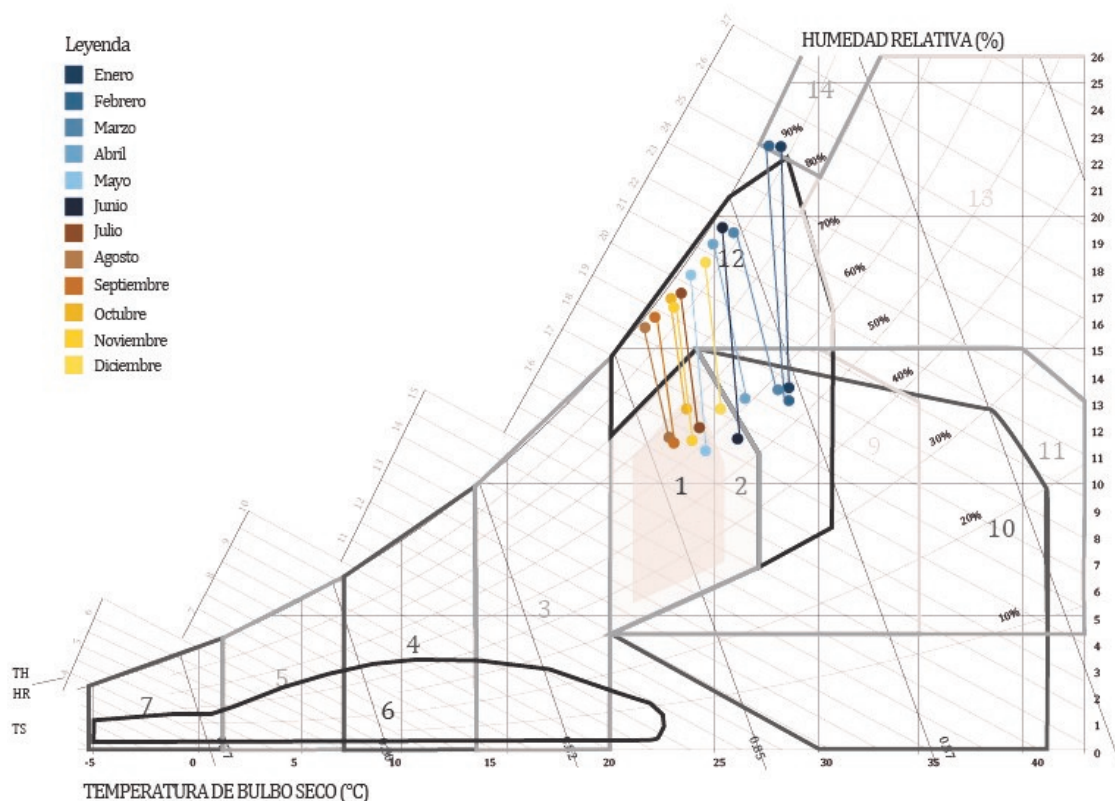
Tabla 3.1: *Tabla resumen de elementos climáticos*

INSTITUTO OCEANOGRÁFICO Y ANTÁRTICO DE LA ARMADA (INOCAR)												
NOMBRE: ESTACIÓN METEOROLÓGICA COSTERA DE PUERTO BOLIVAR												
PERIODO: 2020			LATITUD: 3°15'35.18"			LONGITUD: 80°00'04.90"			ELEVACIÓN: 5 msnm			
TEMPERATURA DEL AIRE (°C)												
	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
Máx. Medias Mensuales	27,5	27,9	27,7	27,5	26,4	24,8	23,6	22,6	23,2	24	24	25,5
Mín. Medias Mensuales	26,7	27,1	27	26,7	25,8	24,3	23,1	22	22,6	23,5	23,3	24,8
HUMEDAD RELATIVA (%)												
Máx. Medias Mensuales	97	94	96	93	95	95	97	98	97	97	95	92
Mín. Medias Mensuales	57	58	54	60	61	59	64	64	67	70	61	62

Fuente: INOCAR, 2021

Las estrategias que plantea la carta de Givoni son las siguientes:

- 1) Zona de confort; 2) Zona de confort admisible; 3) Ganancias solares internas; 4) Calentamiento solar pasivo; 5) Calefacción solar activa; 6) Humidificación; 7) Calefacción convencional; 8) Protección solar; 9) Enfriamiento con alta masa térmica; 10) Enfriamiento por evaporación; 11) Enfriamiento de alta masa térmica con refrigeración nocturna; 12) Ventilación natural; 13) Aire acondicionado; 14) Secado convencional

FIGURA 3.1: *Carta de Givoni*

Fuente: (Flores, 2022)

En la carta de Givoni se puede evidenciar que el mes de mayo, julio, agosto, septiembre, octubre y noviembre se encuentran en zona de confort y requerimiento de ventilación natural; el mes de junio y diciembre se encuentran en zona de confort admisible y requerimiento de ventilación natural; el mes de enero y febrero requieren de ventilación natural y secado convencional; y el mes de marzo y abril requieren de ventilación natural.

3.2. Tablas de Mahoney

El propósito de este método de diseño bioclimático es cotejar los datos climáticos con el límite de confort de una zona determinado y valorar las condiciones climáticas para comprender qué tipo de recursos bioclimáticos se utilizará. Este procedimiento se divide en cuatro fases, la primera es el análisis de los datos meteorológicos mensuales, la segunda es comparar los datos climáticos con el valor del límite o zona de confort, la tercera es determinar los indicadores y la última es determinar las recomendaciones de diseño arquitectónico.

3.2.1. Aplicación de método

Primero tomamos la temperatura máxima y mínima mensuales que fueron analizadas en el capítulo 2. (pág. 33-35) En base a estos datos obtenemos las variaciones de medias, la temperatura media anual y la oscilación media anual.

Tabla 3.2: *Tabla de Temperatura del aire*

INSTITUTO OCEANOGRÁFICO Y ANTÁRTICO DE LA ARMADA (INOCAR)														
NOMBRE: ESTACIÓN METEOROLÓGICA COSTERA DE PUERTO BOLIVAR														
PERIODO: 2020		LATITUD: 3°15'35.18"		LONGITUD: 80°00'04.90"				ELEVACIÓN: 5 msnm						
TEMPERATURA DEL AIRE (°C)														
	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	Más Alta	TMA
Máx. Medias Mensuales	27,5	27,9	27,7	27,5	26,4	24,8	23,6	22,6	23,2	24	24	25,5	27,9	24,95
Mín. Medias Mensuales	26,7	27,1	27	26,7	25,8	24,3	23,1	22	22,6	23,5	23,3	24,8	22	5,9
Variaciones Medias Mensuales	0,8	0,8	0,7	0,8	0,6	0,5	0,5	0,6	0,6	0,5	0,7	0,7	Más Baja	OMA

Fuente: (FLORES, 2022)

De igual manera, como la tabla anterior, se realizó una tabla de humedad relativa máxima, media y mínima. Cabe señalar que en el análisis de humedad relativa del Capítulo 2 (pág. 36) no muestra la humedad relativa máxima o mínima, pues el INOCAR solo proporciona estos datos del año 2020, no los datos de otros años. En la misma tabla de colocó el grado de humedad de cada mes, utilizando para ello la tabla 48. También se registró las precipitaciones mensuales y dirección de vientos dominantes.

Tabla 3.3: *Tabla de Humedad relativa, precipitación y vientos*

INSTITUTO OCEANOGRÁFICO Y ANTÁRTICO DE LA ARMADA (INOCAR)														
NOMBRE: ESTACIÓN METEOROLÓGICA COSTERA DE PUERTO BOLIVAR														
PERIODO: 2020		LATITUD: 3°15'35.18"		LONGITUD: 80°00'04.90"				ELEVACIÓN: 5 msnm						
HUMEDAD RELATIVA (%) - PRECIPITACIÓN (mm) - VIENTO (Dirección)														
		ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	
HUMEDAD RELATIVA (%)	Máx. Medias Mensuales	97	94	96	93	95	95	97	98	97	97	95	92	
	Mín. Medias Mensuales	57	58	54	60	61	59	64	64	67	70	61	62	
	Promedio	78,2	79,4	81	80,2	80,1	83,8	86,5	85,8	88,2	87,9	84,6	84,7	
	Grado de Humedad	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	
PRECIPITACIÓN (mm)		19,4	277,2	135,9	17,1	0	1,7	5,7	0,5	38,8	6,2	1,3	3,2	
VIENTO (Dirección)	Dominante	SO	SO	S	SO	0	0	0	0	0	SO	0	S	

Fuente: (FLORES, 2022)

En la tabla de diagnóstico de rigor térmico primero se ubica el grupo de humedad de cada mes, tomando como referencia la tabla 3.3. Límites de confort del capítulo 1., luego se trasladó el valor TMA y los valores de temperatura máximas y mínimas medias mensuales de la tabla 3.6. Tabla de Temperatura del aire. Seguidamente, se registró los límites de confort durante el día y la noche, tomados de la tabla 3.3. con el empleo del grupo de humedad apropiado y la TMA. Finalmente, se coteja las máximas medias mensuales con los límites de bienestar durante el día, y las mínimas medias con los límites de bienestar durante la noche y se calificó con C (Caluroso), B (Bienestar) y F (Frío).

Tabla 3.4: *Tabla de Diagnóstico de rigor térmico*

DIAGNÓSTICO DE RIGOR TÉRMICO												TMA=24,95
Grupo de Humedad	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
Temperatura máx. medias mensuales	27,5	27,9	27,7	27,5	26,4	24,8	23,6	22,6	23,2	24	24	25,5
Bienestar por el día	Máx.	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27
	Mín.	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22
Temperatura mín. medias mensuales	26,7	27,1	27	26,7	25,8	24,3	23,1	22	22,6	23,5	23,3	24,8
Bienestar por la noche	Máx.	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21
	Mín.	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17
Rigor térmico	Día	C	C	C	C	C	B	B	B	B	B	B
	Noche	C	C	C	C	C	B	B	B	B	B	B

Fuente: (FLORES, 2022)

La tabla de indicadores muestra las acciones correctivas que se pueden tomar al momento de diseñar un proyecto arquitectónico. Están relacionados a condiciones de humedad o aridez. En el caso del piso climático estudiado sería únicamente el recuadro de humedad. Las recomendaciones se basan a partir de la suma de los indicadores de un año entero. El indicador de humedad H1 aplica en los meses que la temperatura elevada (rigor térmico de día=C) y se coteja con una alta humedad (GH=4), tomando como referencia la tabla de Diagnóstico de rigor térmico, el indicador de humedad H2 aplica en los meses que la temperatura esta dentro de los límites de confort (rigor térmico de día=B) y se combina con una alta humedad (GH=4).

Tabla 3.5: *Tabla de Indicadores*

INDICADORES														
		ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	TOTAL
<i>HUMEDAD</i>														
Ventilación indispensable	H1	x	x	x	x	x								5
Ventilación conveniente	H2						x	x	x	x	x	x	x	7
Protección contra lluvia	H3													0
<i>ARIDEZ</i>														
Almacenamiento térmico	A1													0
Espacio para dormir al aire libre	A2													0
Protección contra el frío	A3													0

Fuente: (FLORES, 2022)

En la siguiente tabla se identifican las recomendaciones a contemplar en el anteproyecto arquitectónico, resultado del análisis de las tablas previamente expuestas, que toman en cuenta distribución, ventilación, el dimensionamiento de los vanos, muros, pisos, y techo.

Tabla 3.6: Tabla de Recomendaciones para diseño arquitectónico

NÚMERO DE INDICADORES	INDICADORES DE MAHONEY						NO.		RECOMENDACIÓN
	H1	H2	H3	A1	A2	A3			
	5	7	0	0	0	0			
Distribución				0-10			1	X	Orientación N-S
				11-12		5-12 0-4	2		Concepto de patio compacto.
Espaciamento	11-12						3		Configuración extendida para ventilar.
	2-10						4	X	Igual a 3 pero con protección de vientos.
	0-1						5		Configuración compacta.
Ventilación	3-12						6	X	Habitaciones de una galería - Ventilación constante.
	1-2			0-5 6-12			7		Habitaciones de doble galería - Ventilación temporal.
	0	2-12 0-1					8		Ventilación NO requerida
Tamaño de aberturas				0-1		0	9	X	Grandes 50-80 %
				2-5		1-12	10		Medianas 30-50 %
				6-10			11		Pequeñas 20-30 %
						0-3	12		Muy pequeñas 10-20 %
				11-12		4-12	13		Medianas 30-50 %
Posición de las aberturas	3-12			0-5			14	X	En muros N y S a la altura de los ocupantes en barlovento.
	1-2	2-12		6-12			15		(N y S) a la altura de los ocupantes en barlovento, con aberturas también en los muros interiores.
	0								
Protección de las aberturas						0-2	16	X	Sombreado total y permanente.
			2-12				17		Protección contra la lluvia.

Fuente: (FLORES, 2022)

Tabla 3.7: *Tabla de Recomendaciones para diseño arquitectónico*

Muros y pisos			0-2			18	X	Ligeros – Baja capacidad.
			3-12			19		Masivos – Arriba de 8 h de retardo térmico.
Techumbre	10-12		0-2			20	X	Ligeros, reflejantes, con cavidad.
			3-12			21		Ligeros, bien aislados.
			0-5					
	0-9		6-12			22		Masivos – Arriba de 8 h de retardo térmico.
Espacios nocturnos exteriores				2-12		23		Espacios de uso nocturno al exterior.
		3-12				24		Grandes drenajes pluviales.

Fuente: (FLORES, 2022)

Tras utilizar estas dos herramientas de asesoramiento bioclimático, se concluyó que el principal requisito para este piso climático es la ventilación natural. De junio a diciembre los usuarios se encuentran en la zona de confort o zona de confort aceptable, pero de enero a abril es necesario ventilar los ambientes. Cabe recalcar que los resultados de estos mecanismos bioclimáticos no conducen a soluciones, sino a formular recomendaciones o acciones correctivas al momento del diseño.

4

Propuesta de anteproyecto

4.1. Resultados principales

Tabla 4.1: *Tabla de resultados principales*

	RESULTADOS	APLICACIÓN EN ANTEPROYECTO
REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA	1. <i>Es recomendable ubicar los espacios más usados (áreas sociales y dormitorios) en las fachadas beneficiosas y los espacios menos usados (baños, bodegas, garajes) en las fachadas menos beneficiosas.</i>	<i>Las áreas sociales serán ubicadas en la fachada sur y las de descanso en la fachada norte.</i>
	2. <i>Efecto Venturi: Colocación de una pequeña abertura de entrada manifestara velocidades máximas al interior de la vivienda.</i>	<i>Las aberturas de entrada serán pequeñas y colocadas en dirección a los vientos dominantes (en este caso suroeste), y las de salida de mayor tamaño, con el fin de incrementar la velocidad promedio interior del aire. Se concluye en base a las tablas de Mahoney.</i>
	3. <i>La orientación de la ventana tiene un mejor desempeño cuando el viento incide oblicuamente con un ángulo de 45°.</i>	<i>Las ventanas de la fachada suroeste serán perpendiculares a la dirección del viento.</i>
	4. <i>Los aleros tienen un efecto positivo en los lados norte y sur, mientras que las protecciones verticales responden bien al este y al oeste.</i>	<i>Se ubicará un porche en la fachada frontal, y en los lados este y oeste se utilizará lamas direccionales, regulando así el ingreso del sol, pero permitiendo la ventilación natural.</i>
	5. <i>Al momento de elegir materiales se opta por materiales blancos ya que estos reflejan más del 90% de la radiación que reciben.</i>	<i>Se utilizará materiales claros que sean de la zona y con bajo consumo energético.</i>
	6. <i>Se debe elegir arboles con follaje perenne, ya que en climas cálidos durante todo el año la cantidad de radiación solar es siempre alta y la sombra es necesaria.</i>	<i>Se utilizará vegetación de la zona. Como mecanismo de riego se implementará también cubiertas inclinadas, las cuales servirán para la recolección de aguas lluvias.</i>
	1. <i>El 81,95% de viviendas tiene dos o más habitaciones (sin considerar sala, comedor y cocina), las cuales garantizar cierto confort y mínimo hacinamiento.</i>	<i>El grupo familiar promedio es de cuatro personas, por lo cual en el programa arquitectónico se implementará sala, comedor, cocina, dos habitaciones, baños.</i>
	2. <i>El análisis de los datos climáticos del año anterior (2020) en la ciudad de Pasaje muestra que la precipitación oscila entre 0,5 mm a 277,2 mm; la temperatura media entre 22,9 °C A 27,5 °C; la humedad relativa entre 78,2% a 88,2%; la velocidad del viento esta entre 1,5 a 2,3 m/s y la dirección de vientos predominantes es SO.</i>	<i>Se colocarán aberturas en la cubierta para permitir la extracción del aire caliente. Al ser muy ligero este asciende hacia la parte más alta de la habitación.</i>

Fuente: (FLORES, 2022)

Tabla 4.2: *Tabla de resultados principales*

	3. Existe una demanda energética en las viviendas, a causa del uso constante de la ventilación mecánica.	Orientación de las ventanas en la fachada donde prevalece las brisas (suroeste).
	4. Oscilación de temperatura interior entre 26,0 °C a 30,1 °C, y oscilación de temperatura en el exterior entre 29 °C a 32 °C	Se utilizará planos abiertos en el interior para la generación de la ventilación cruzada.
	5. En los meses de abril, mayo, junio, julio y agosto el sol transmite con mayor incidencia en el lado norte. En los meses octubre, noviembre, diciembre, enero y febrero el sol transmite su radiación solar en el lado sur. Y en los meses de marzo y septiembre el sol esta perpendicular a la cubierta.	El uso de voladizos en las fachadas este, oeste y sur para regular la incidencia directa del sol. Volados de 2 m.
	6. La cantidad de calor interior en las personas encuestadas oscilaba entre: 40 a 64,24 (actividad: durmiendo) y 61,72 a 211,24 (actividad: sentado con actividad ligera/moderada), esto quiere decir que inclusive con una intensidad de trabajo ligero o moderado la temperatura interna del organismo aumentara sino existe un medio o mecanismo para disipar el calor.	Inyección de ventilación natural en el interior de la vivienda, a partir de las estrategias de ventilación antes mencionadas.
	1. Distribución: Orientación N-S	
	2. Ventilación: Habitaciones de una galería - Ventilación constante.	Cercha de cubierta opera como mecanismo de ventilación constante en todos los espacios.
	3. Tamaño de aberturas: Grandes 50-80 %	Ventanas de 0.97 x 0.80, se colocan dos ventanas de esta dimensión en cada paño de la mampostería.
	4. Muros y pisos: Ligeros - Baja capacidad.	Se implementa muros a base de rollos de caña de guadua aislado, e= 15 cm. Los rollos de caña están amarrados con alambre galvanizado.
	5. Techumbre: Ligeros, reflejantes, con cavidad.	Se implementa una cubierta metálica prepintada (blanco) tipo sándwich con aislamiento de poliuretano de 2".

Fuente: (FLORES, 2022)

4.2. Desarrollo de anteproyecto arquitectónico

Se han enumerado todas las pautas de diseño bioclimático que se efectuarán en la propuesta de anteproyecto de vivienda unifamiliar. Hay que mencionar, además, que se debe contemplar la estética del proyecto, es decir, un esquema habitacional que establezca una conexión identitaria con el usuario y su entorno inmediato. Esta conexión se logra a través de los principales materiales o tipologías del lugar a implantar. El punto primordial en la planificación de la vivienda es la modulación de los espacios, al tener una vivienda modulada nos permite una vivienda con espacios flexibles y adaptables, teniendo la oportunidad de crecer en el momento que sea necesario. De la misma manera ocurre con los materiales que se vaya a usar en la vivienda, de modo que se evitara desperdicio si ya se tiene dimensionado.

El sistema constructivo a emplearse es en respuesta a las necesidades bioclimáticas del lugar, se utilizará un material que se encuentra en los sitios rurales de la zona. El proyecto básicamente gira en torno a las necesidades básicas de habitabilidad y confort térmico.

4.3. Análisis de emplazamiento y zonificación

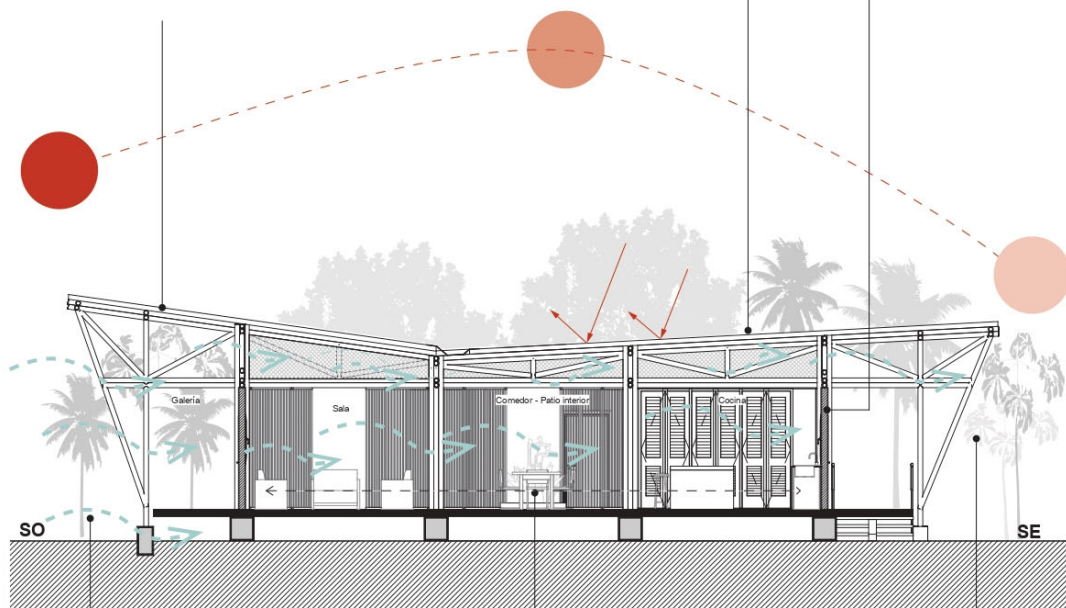
El proyecto está ubicado en una parcela esquinera, este terreno se eligió por dos motivos: la primera es porque está ubicado en una zona de gran demanda de vivienda y la segunda porque está ubicado exactamente en dirección suroeste, y de acuerdo con el análisis de la dirección del viento, esta es la dirección de los vientos predominantes, por lo que los beneficios son relativamente grandes. Para conseguir una comunicación directa entre los espacios interiores (específicamente el área social) con el exterior, se implementa un portal o galería, cuando las puertas plegables están completamente abiertas, el espacio social y el exterior se convierten en un solo ambiente.

Voladizos en las fachadas este, oeste, y sur para regular la incidencia directa del sol. La dimensión de los volados es de 3,50 m, uso de un super sombrero que proteja a la vivienda de las inclemencias del tiempo.

Cubierta inclinada para facilitar la recolección de aguas lluvias. La canaleta tiene una dimensión de 0,90 m para mayor captación de las aguas lluvias y luego conducir las al reservorio.

Techumbre ligera y reflejante, tiene un $e= 0,11$ m.

Muros ligeros y de baja capacidad, tienen un $e= 0,15$ m.



Según el análisis que se realizó en Pasaje los vientos dominantes provienen del suroeste. Así, recorre en toda la casa gracias a las aberturas que forma la cercha del techo. Del mismo modo, se colocan mosquiteros en las aberturas.

Se utilizo planos abiertos en el interior para la generación de ventilación cruzada.

Uso de vegetación de la zona.



Palma real Guarumo Cedro

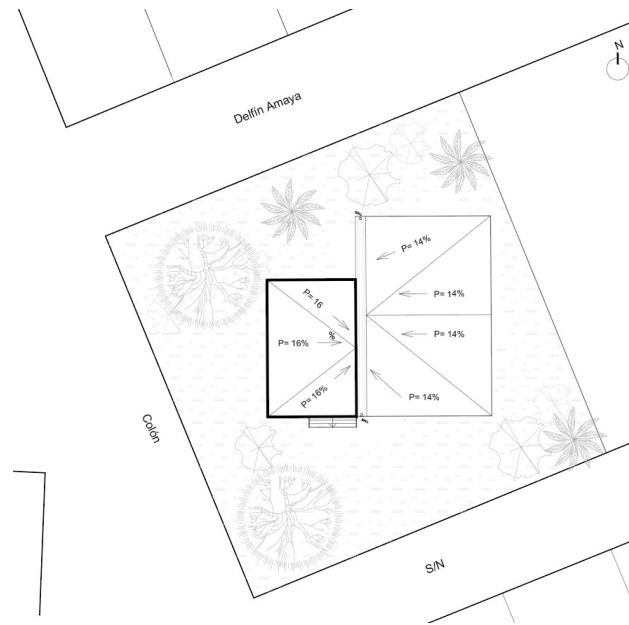


FIGURA 4.1: *Emplazamiento del proyecto*

Fuente: (Flores, 2022)

La zonificación final del proyecto integra la zona social, privada y húmeda. Para crear planos abiertos en el interior, el área de sala – comedor – cocina se concibió como un solo ambiente, el cual está separado del área privada por medio de un patio interior (espacio de transición). La planta arquitectónica mide 12,90 x 12,00 m, en la fachada principal se logra una galería, área de descanso o espacio de cohesión social, pensada estratégicamente para crear una conexión hacia exterior que se obtiene al abrir los paneles o puertas plegables de tres hojas.

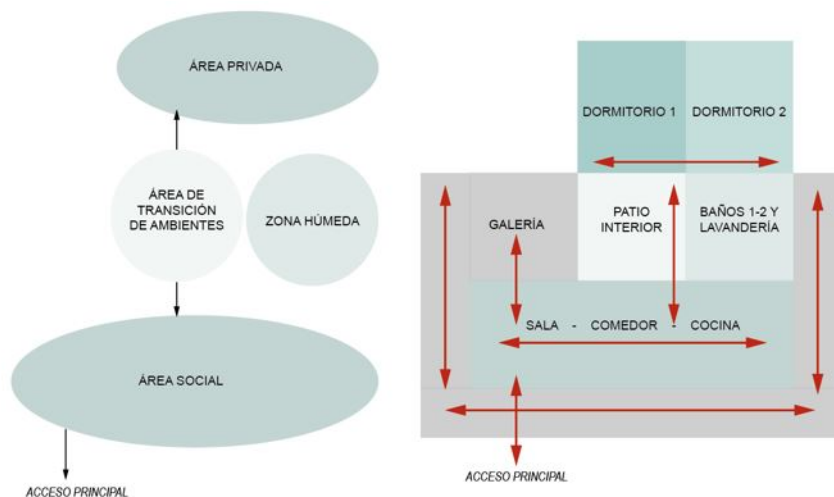


FIGURA 4.2: *Zonificación del proyecto*

Fuente: (Flores, 2022)

4.3.2. Modulaci3n

El objetivo principal de la modulaci3n es la reducci3n de desperdicio del material, ya que si se tiene modulado nos permite ahorrar material y evitar generar cantidad de residuos al momento de la construcci3n. Inicialmente, la modulaci3n en la planta era de 3,00 x 3,00 m, pero al momento de ubicar el mobiliario y las medidas est3ndares de circulaci3n el 3rea 3til de espacio se redujo considerablemente. Al no tener la circulaci3n adecuada se consider3 otra opci3n de modulaci3n en el interior de 4,00 x 4,00 m, dimensi3n que permite espacios c3modamente habitables. Para una f3cil y r3pida instalaci3n de la mampostería de caña y ventanería se realiz3 el mismo procedimiento de modulaci3n, en el caso de la mampostería de rollos de caña, estos se aparejan con alambre galvanizado en base a las dimensiones que se requiera, en este caso, para un solo paño de muro se requiere de tres m3dulos de 2,50 x 0,70 m, dos m3dulos de 0,95 x 0,80 m y dos m3dulos de 0,58 x 0,80 m. Con respecto a la ventanería se utiliz3 ventanas batientes de 0,97 x 0,80 m en todo el proyecto.

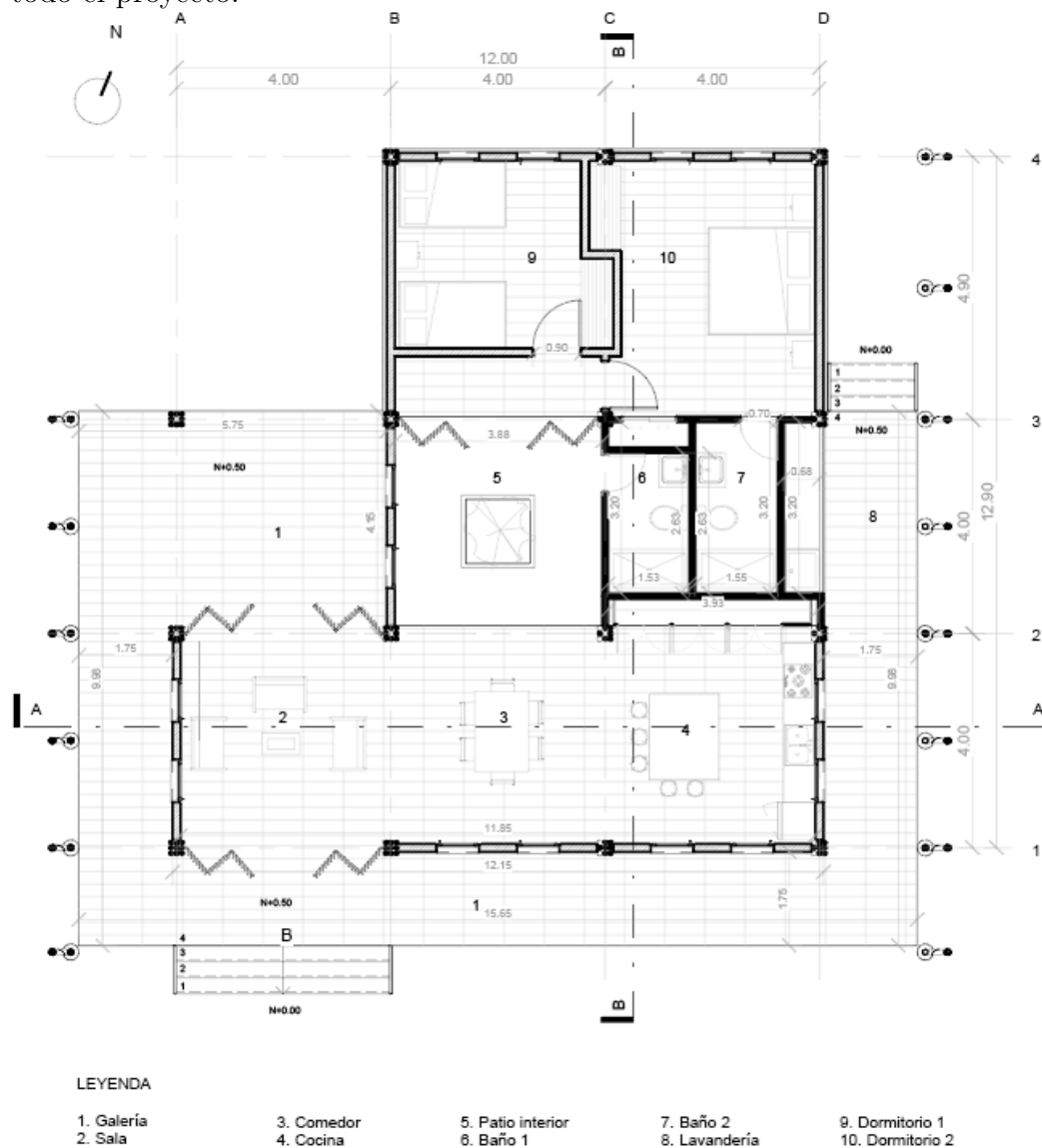
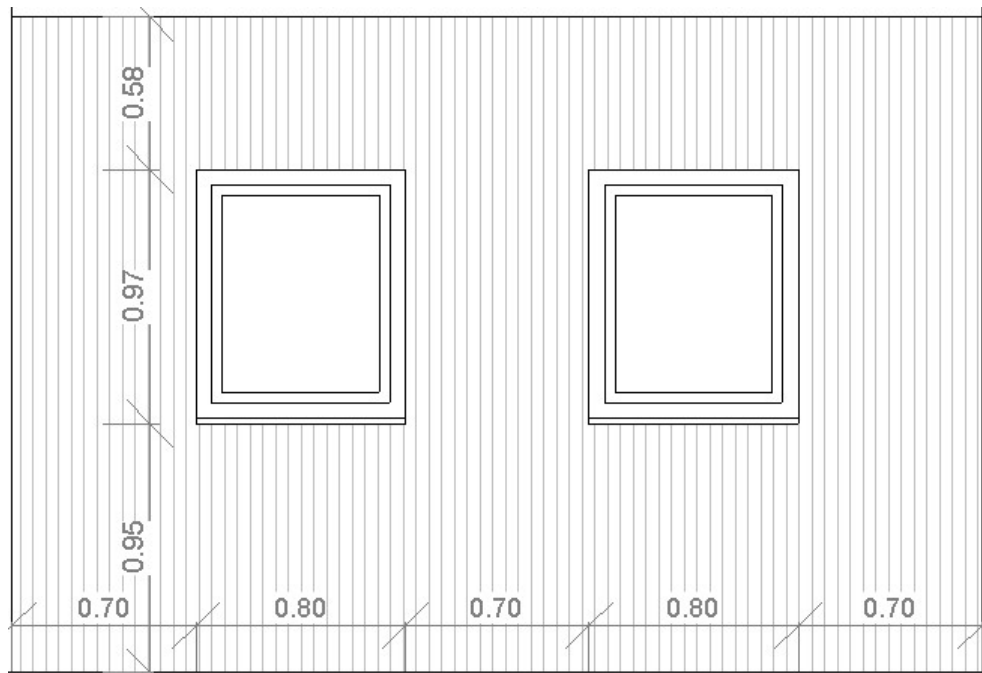


FIGURA 4.3: Modulaci3n del proyecto – ESC 1:200

Fuente: (Flores, 2022)

FIGURA 4.4: *Paño de mampostería – ESC 1:150*

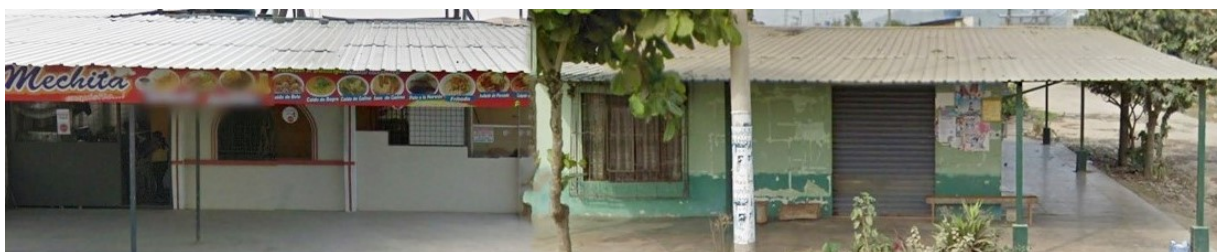
Fuente: (Flores, 2022)

4.3.3. Morfología

La morfología del proyecto se fundamenta principalmente en una tipología que sea parte del contexto y no ajeno a él, en donde cada parte del mismo sea pensando de tal forma que solucione las necesidades de los usuarios para su confort. Al divisar el medio construido se puede ver el uso de cubiertas inclinadas, y portales o galerías; este espacio no puede faltar en la configuración del proyecto, pues son usados para descansar o interactuar con los vecinos.

FIGURA 4.5: *Viviendas del contexto inmediato*

Fuente: (Flores, 2022)

FIGURA 4.6: *Viviendas del contexto inmediato*

Fuente: (Flores, 2022)

La idea básica de la propuesta es utilizar cubiertas inclinadas y galerías, pero al ser un proyecto residencial bioclimático que busca confort térmico, debe utilizar materiales que sean beneficiosos para la región y el clima local. La caña de guadua es un material utilizado en las zonas rurales del sector, de alta resistencia, bajo peso, rápido crecimiento y sin contaminantes durante la construcción. Para que este material prevalezca y se mantenga durante varios años, no debe estar en contacto directo con el suelo, por lo que se debe elevar sobrecimientos de hormigón debidamente impermeabilizados, y además una gran cubierta de grandes volados para protegerla de la lluvia.

FIGURA 4.7: *Esquema de proceso de morfológico*

Fuente: (Flores, 2022)

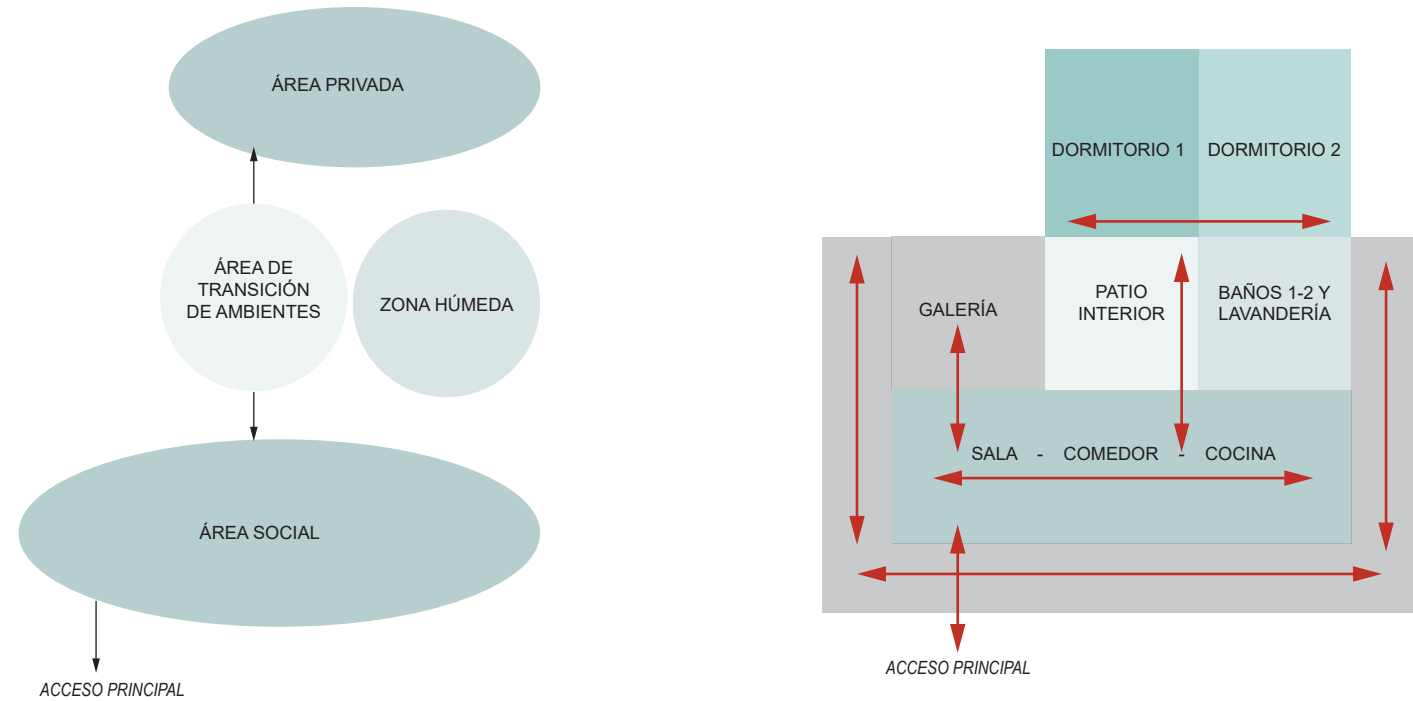


ANTEPROYECTO

ARQUITECTÓNICO

ASPECTO FUNCIONAL

La zonificación del proyecto integra la zona social, privada y húmeda. Para crear planos abiertos en el interior, el área de sala – comedor – cocina se concibió como un solo ambiente, el cual está separado del área privada por medio de un patio interior (espacio de transición). La planta arquitectónica mide 12,90 x 12,00 m, en la fachada principal se logra una galería, área de descanso o espacio de cohesión social, pensada estratégicamente para crear una conexión hacia exterior que se obtiene al abrir los paneles o puertas plegables de tres hojas.

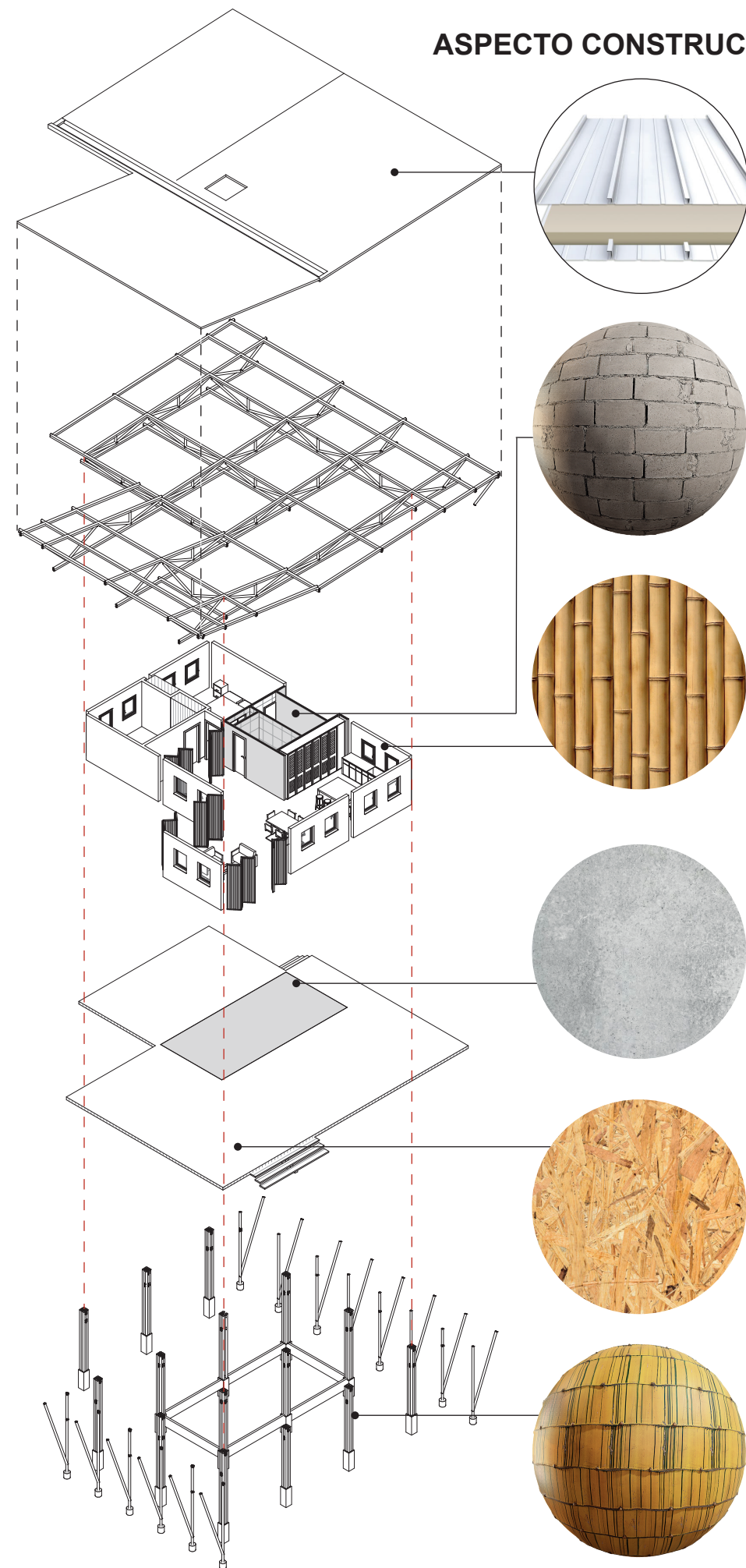


ASPECTO MORFOLÓGICO

La idea básica de la propuesta es utilizar cubiertas inclinadas y galerías, pero al ser un proyecto residencial bioclimático que busca confort térmico, debe utilizar materiales que sean beneficiosos para la región y el clima local. La caña de guadua es un material utilizado en las zonas rurales del sector, de alta resistencia, bajo peso, rápido crecimiento y sin contaminantes durante la construcción. Para que este material prevalezca y se mantenga durante varios años, no debe estar en contacto directo con el suelo, por lo que se debe elevar sobre recimientos de hormigón debidamente impermeabilizados, y además una gran cubierta de grandes volados para protegerla de la lluvia.



ASPECTO CONSTRUCTIVO



Cubierta: Implementación de cubierta metálica prepintada (blanco) tipo sándwich con aislamiento de poliuretano de 2".

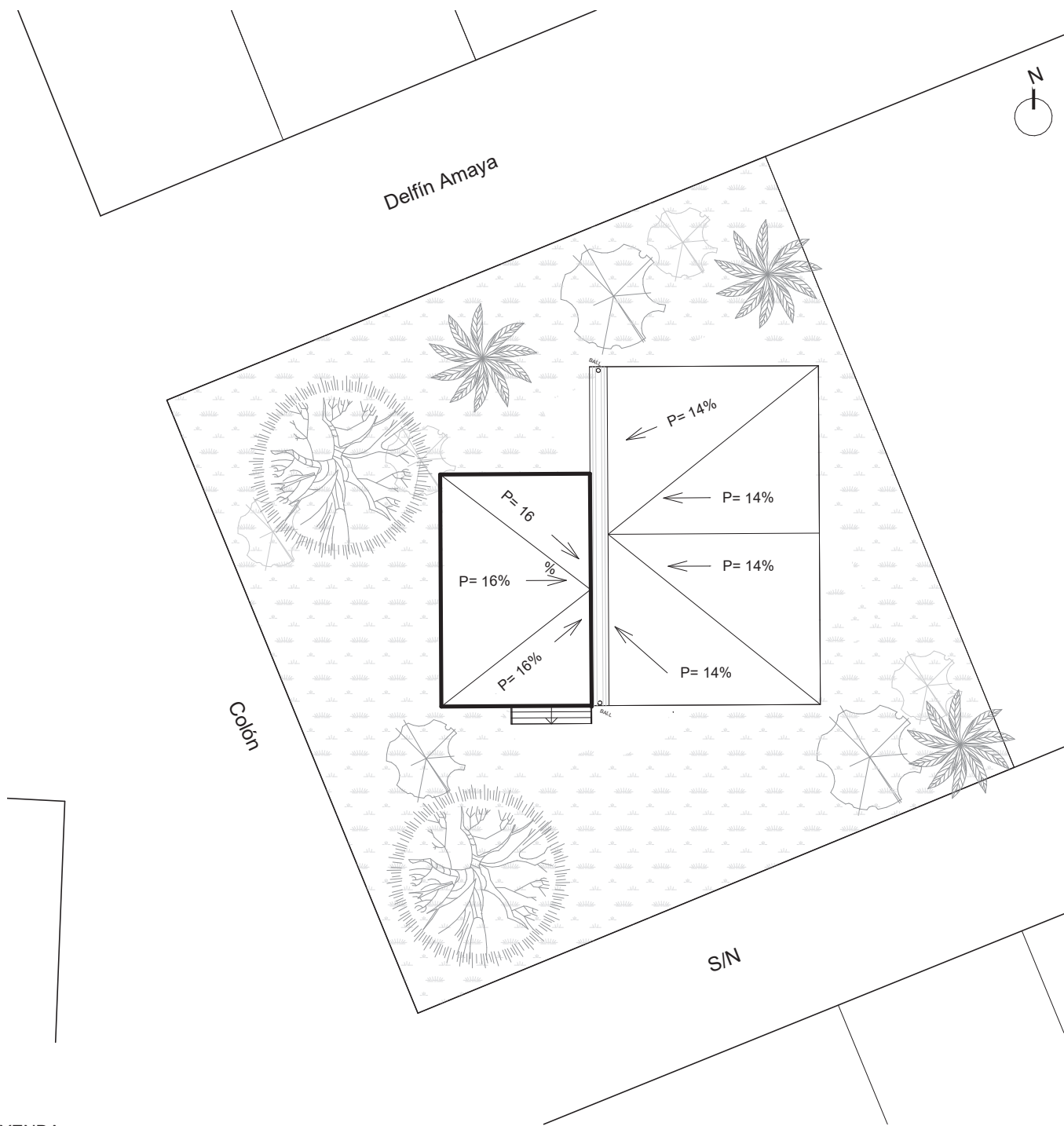
Mampostería 1: Uso de bloques de concreto de 10 cm de espesor en la zona húmeda.

Mampostería 2: Muro a base de rollos de caña de guadua aislado, tiene un espesor de 15 cm. Los rollos de caña están amarrados con alambre galvanizado, tienen un diámetro de 5 cm y se lo implementa en la cara exterior e interior, y entre estos se encuentra el panel de poliuretano de 5".

Losa de hormigón: Losa de 15 cm ubicada en el área húmeda.

Piso de OSB: Estructura de madera a partir de vigas de pino de 15x15 cm, anclados entre sí por medio de perfiles metálicos.

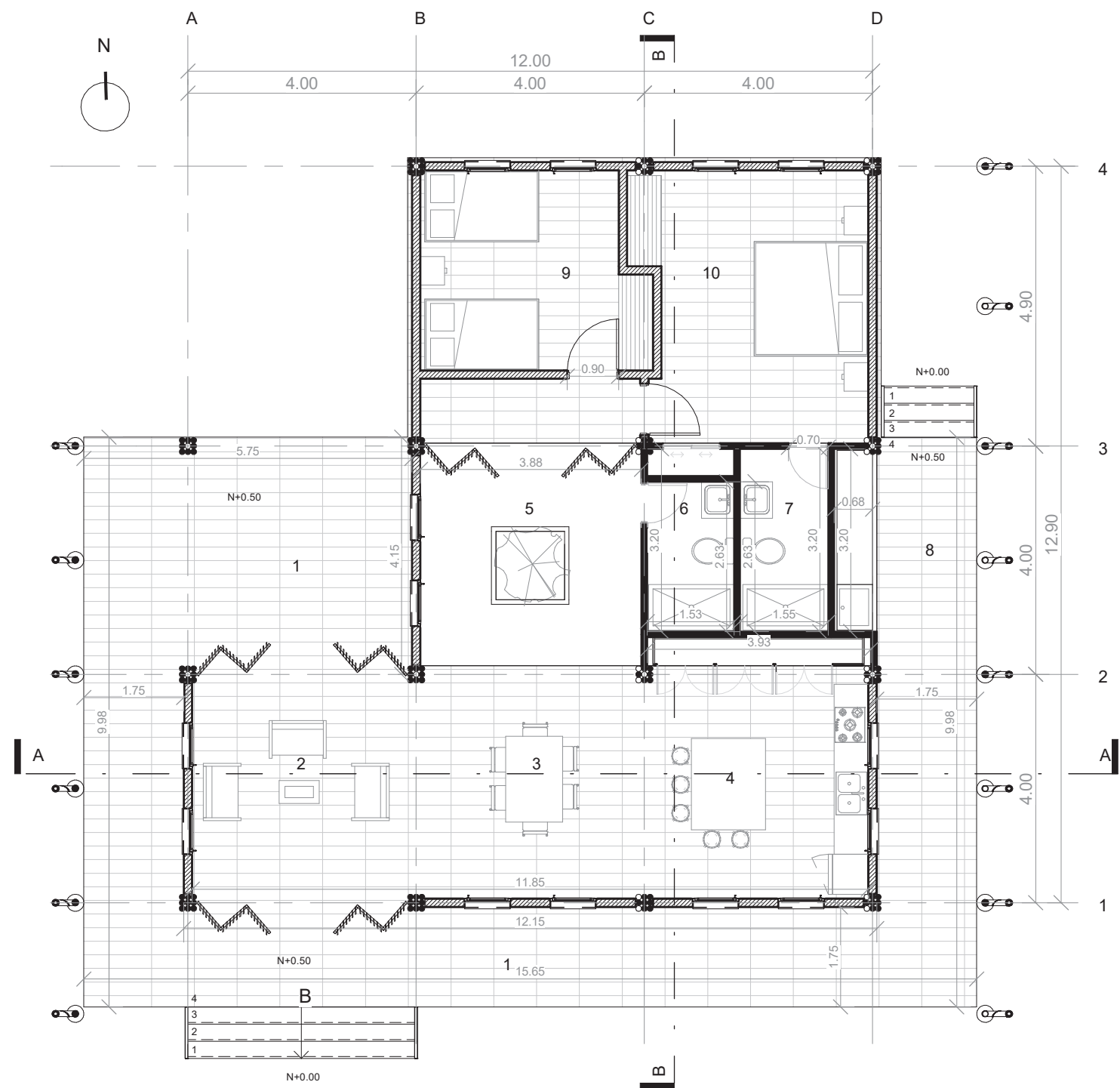
Estructura de vivienda: Uso de culmos de GaK. Para evitar el contacto directo con el suelo natural, la estructura es apoyada sobre recimientos, los cuales están impermeabilizados para evitar el contacto directo.



LEYENDA



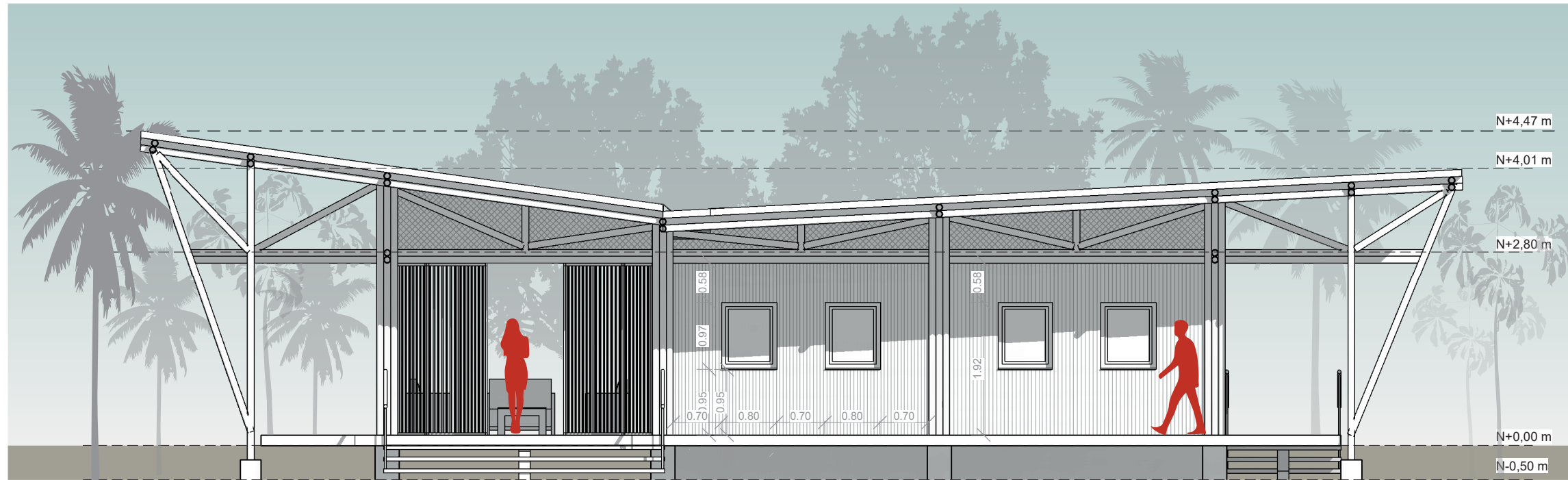
EMPLAZAMIENTO Y PLANTA DE CUBIERTAS
ESC 1:100



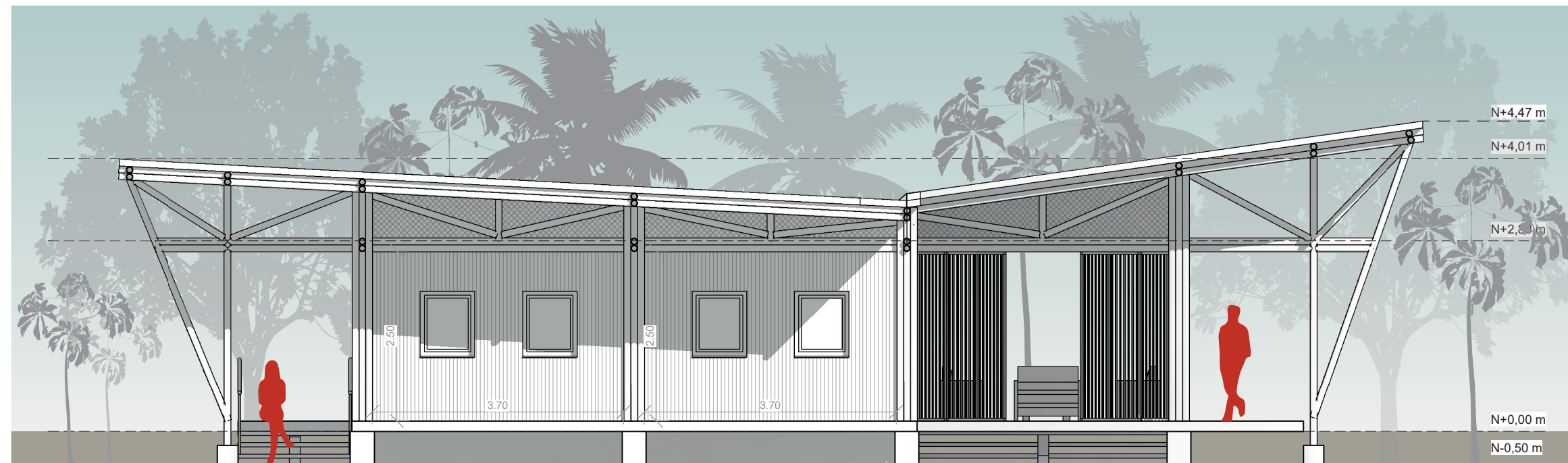
LEYENDA

- 1. Galería
- 3. Comedor
- 5. Patio interior
- 7. Baño 2
- 9. Dormitorio 1
- 2. Sala
- 4. Cocina
- 6. Baño 1
- 8. Lavandería
- 10. Dormitorio 2

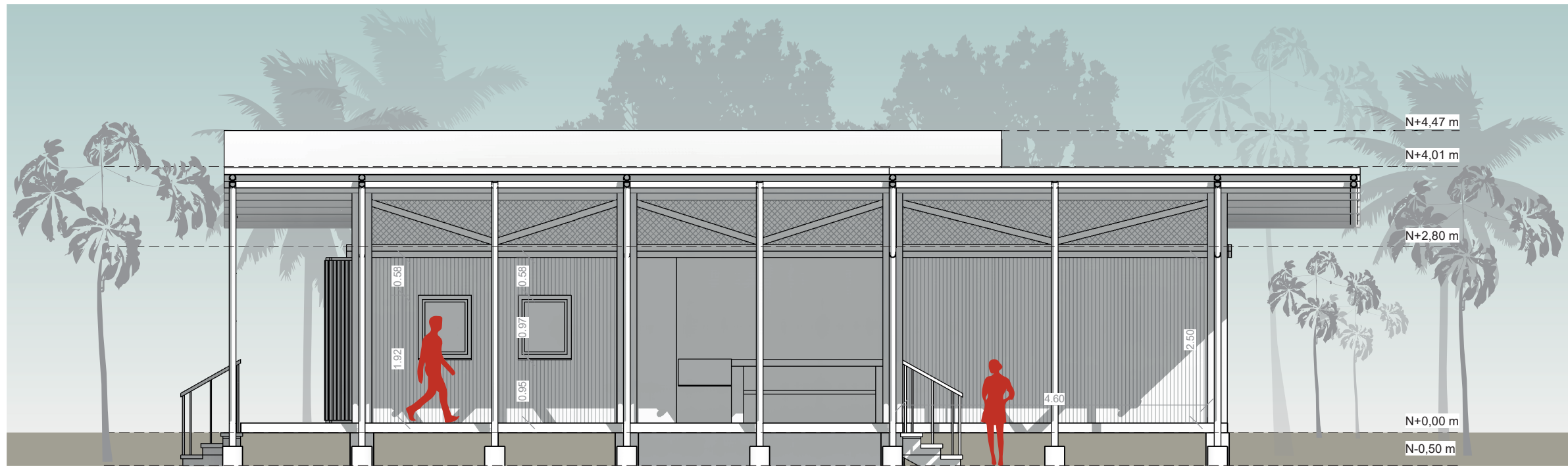
PLANTA BAJA
ESC 1:100



ELEVACIÓN FRONTAL
ESC 1:75



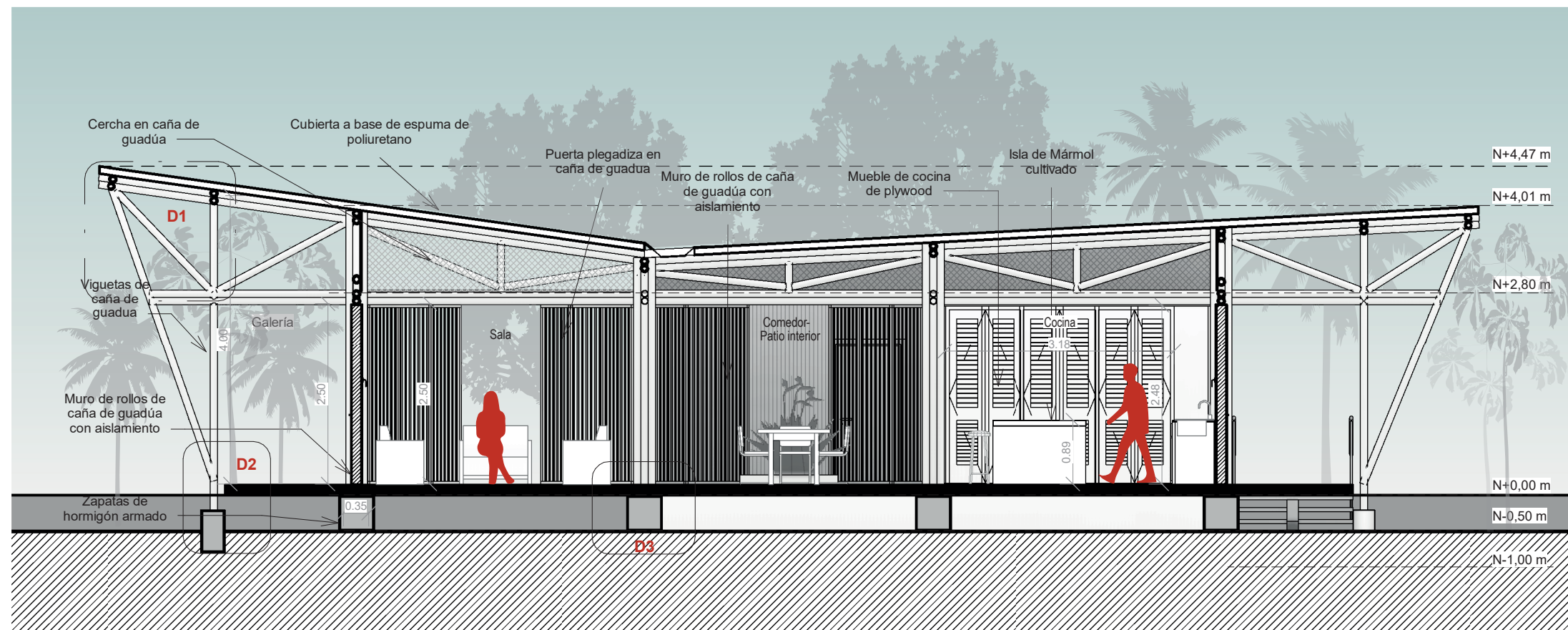
ELEVACIÓN POSTERIOR
ESC 1:75



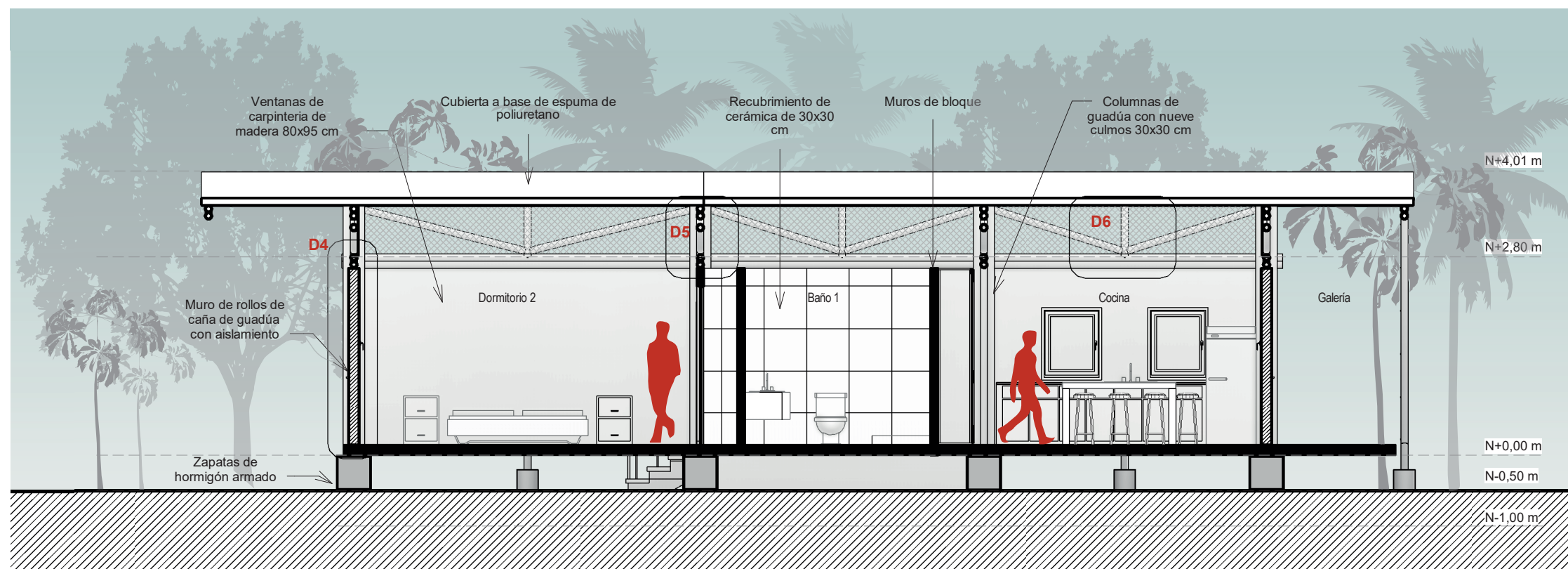
ELEVACIÓN LATERAL DERECHA
ESC 1:75



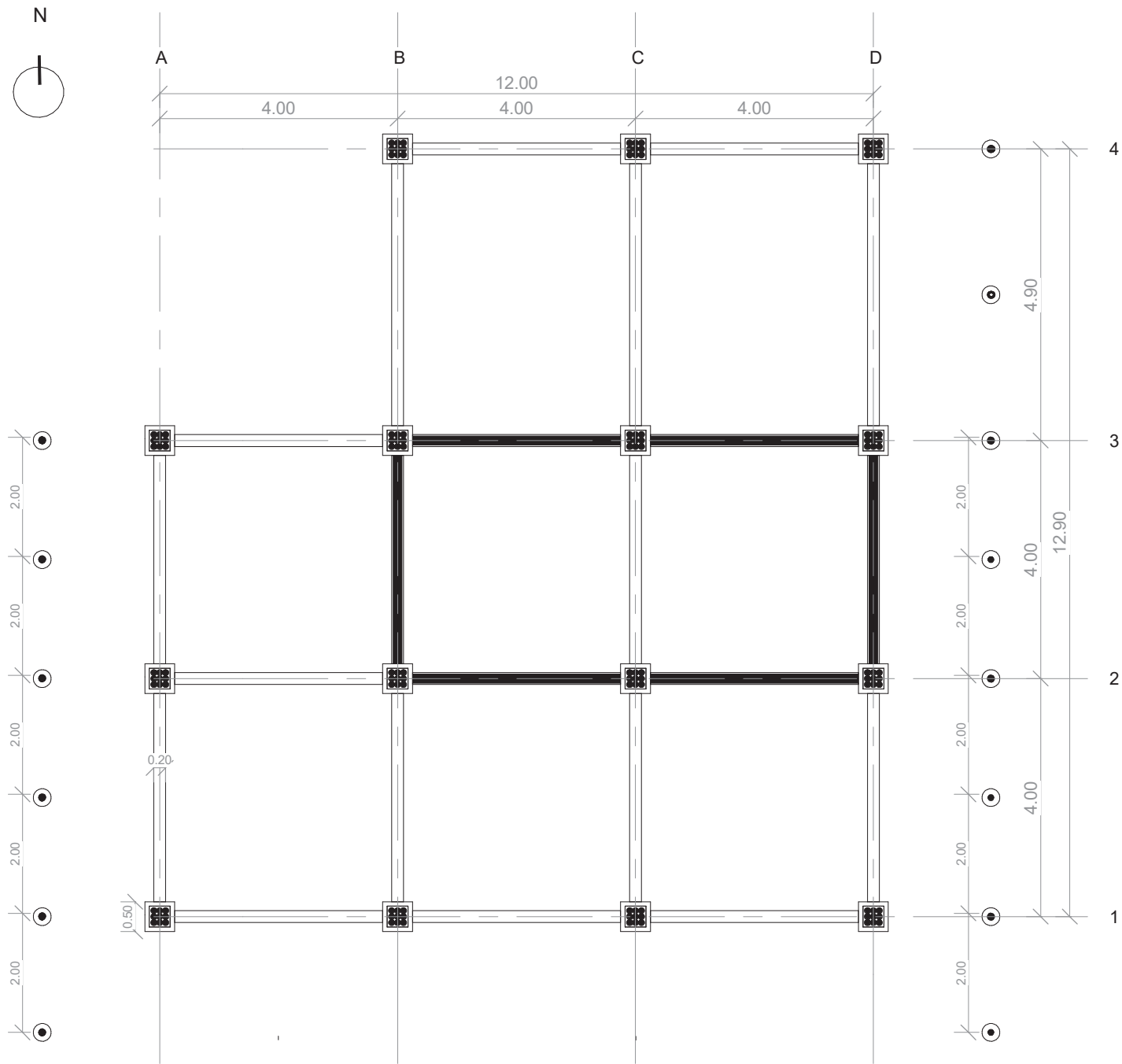
ELEVACIÓN LATERAL IZQUIERDA
ESC 1:75



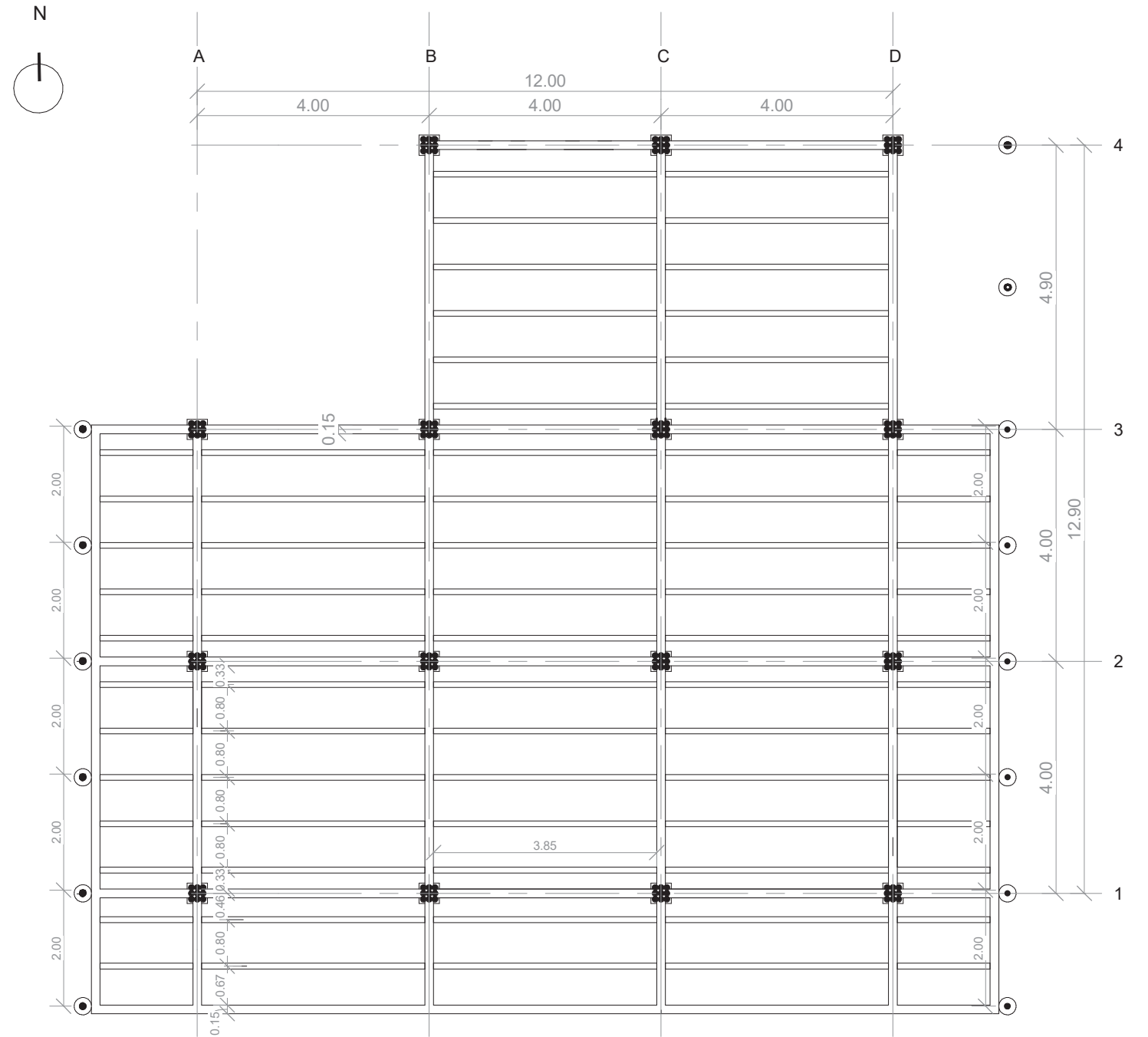
CORTE A-A
ESC 1:75



CORTE B-B
ESC 1:75



PLANTA DE CIMENTACIÓN
ESC 1:100



PLANTA DE ESTRUCTURA DE PISO
ESC 1:100

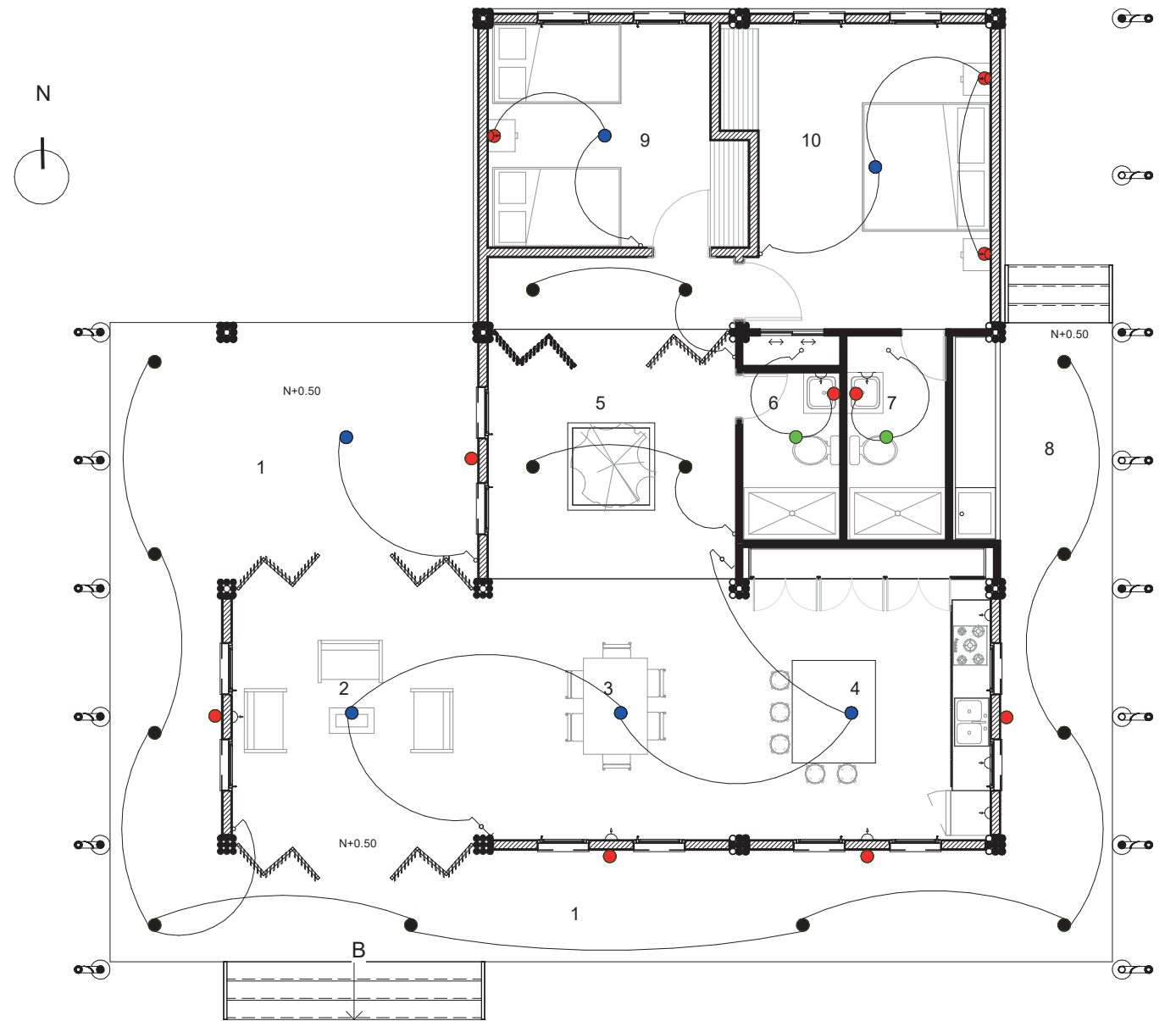


LEYENDA

- 1. Galería
- 2. Sala
- 3. Comedor
- 4. Cocina
- 5. Patio interior
- 6. Baño 1
- 7. Baño 2
- 8. Lavandería
- 9. Dormitorio 1
- 10. Dormitorio 2

PLANTA DE INSTALACIÓN DE AGUA POTABLE
ESC 1:100

SIMBOLOGIA DE AGUA POTABLE	
	Mezcladora de grifo
	Tubería de agua fría

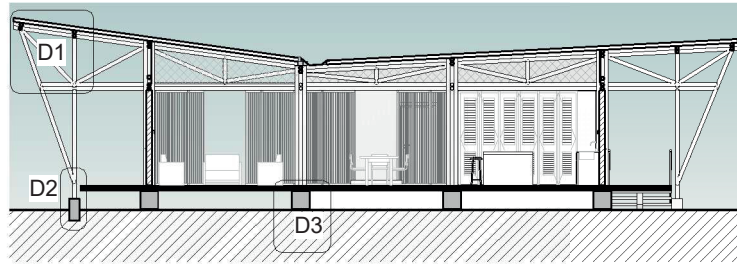


LEYENDA

- 1. Galería
- 2. Sala
- 3. Comedor
- 4. Cocina
- 5. Patio interior
- 6. Baño 1
- 7. Baño 2
- 8. Lavandería
- 9. Dormitorio 1
- 10. Dormitorio 2

PLANTA DE INSTALACIONES ELÉCTRICAS
ESC 1:100

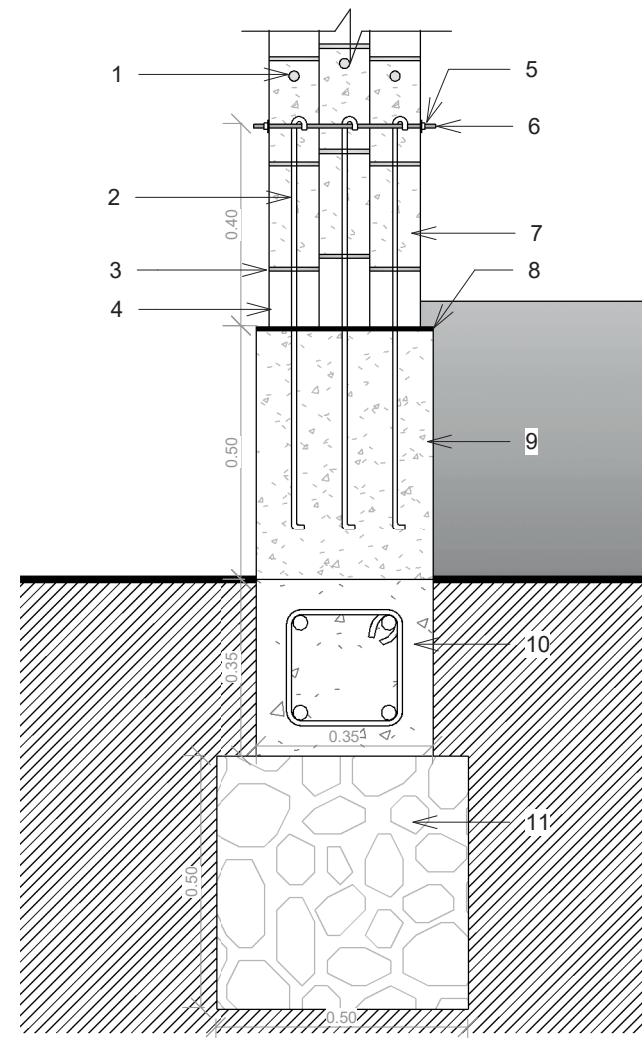
SIMBOLOGIA ELÉCTRICA			
	Tomacorriente 220 V		Luminaria LED - 15W
	Interruptor		Luminaria LED - 5W
	Conmutador		Aplique LED (sobrepuesto) - 3W
	Tablero de distribución		Aplique LED (empotrado) - 3W



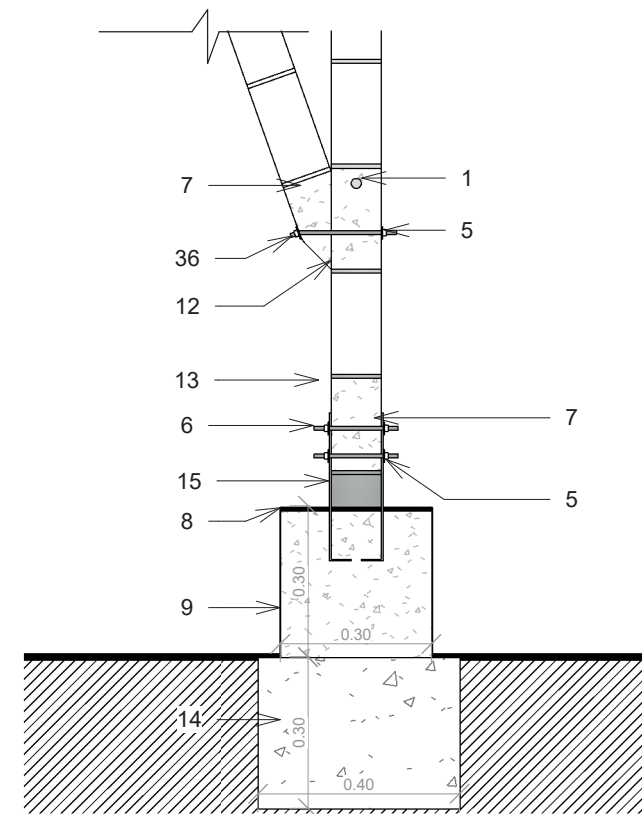
CORTE A-A

LEYENDA

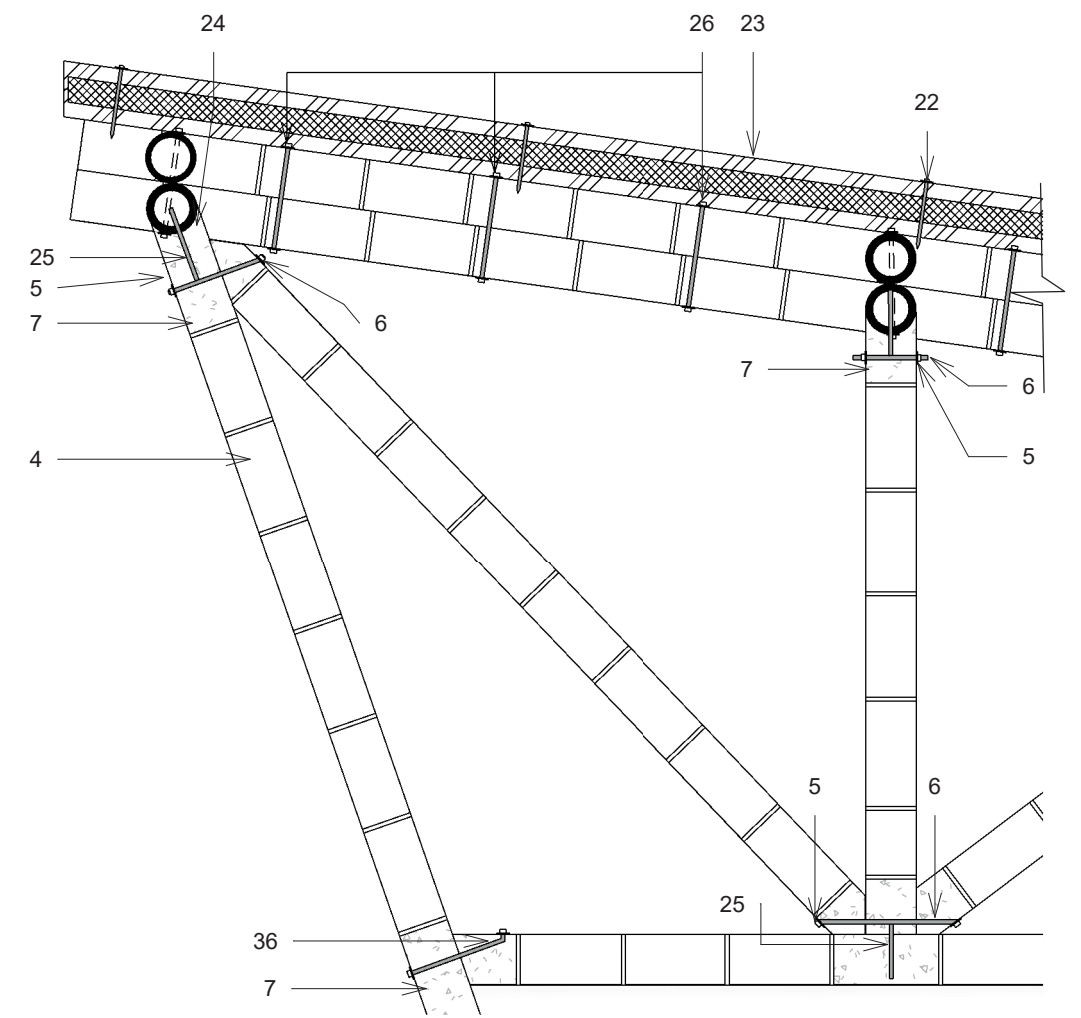
1. Perforación para mortero, diametro= 10 mm.
2. Varilla de 10 mm.
3. Nudo.
4. Culmo de GaK
5. Arandela y tuerca de cabeza hexagonal.
6. Perno de 8 mm, acero de refuerzo.
7. Relleno con mortero 1:3.
8. Lamina de neopreno, e= 8 mm.
9. Sobrecimiento de hormigón de 240 kg/cm2.
10. Viga de cimentación.
11. Hormigón ciclopeo
12. Unión entre culmos, tipo de corte (a bisel sin orejas).
13. Viga de remate de 150 x 150 mm (pino).
14. Plintina de hormigón de 240 kg/cm2.
15. Pletina de acero de 40 x 4 mm.
16. Tiras de madera de 80 x 80 mm, sujetas a las vigas que demarcan cada paño con perfiles metálicos angulares.
17. Tirillas de 40 x 50 mm.
18. Tablero de OSB de 244 x 122 mm, e= 10 mm, con junta de 2 mm.
19. Clavos de 2", para unión de tablero de OSB en la junta estos van cada 15 cm y para la sujeción del tablero a cada 30 cm en dirección a la beta.
20. Estribo con alas exteriores - INOX A4.
21. Tornillo de acero inoxidable CSAS, diametro= 5 mm.
22. Tornillos autoperforantes para techo, diametro= 5 mm.
23. Cubierta metálica prepintada tipo sándwich con aislamiento de oliuretano de 2".
24. Unión entre culmos, tipo de corte (boca de pescado).
25. Perno tensor.
26. Pernos ubicados como máximo a 30 mm de los nudos.
27. Amarre metálico columnas.
28. Perno de 8 mm, acero de refuerzo - para unión de cañas formando una viga de 200 mm.
29. Viga de caña de guadua rellena con mortero 1:3 en culmos en donde se ubica el perno de acero de refuerzo.
30. Solera alta de madera.
31. Tornillo autoperforante, ubicado en ángulo de 60 grados.
32. Rollos de bambu (cañas completas unidas con alambre galvanizado), diametro= 50mm.
33. Poliestireno expandido, e= 50mm.
34. Solera baja de madera.
35. Perno anclado en sobrecimiento.
36. Perno con codo de 8 mm, acero de refuerzo.
37. Pie derecho de GaK.
38. Diagonal de GaK.
39. Mosquitero.
40. Block, e= 100 mm.



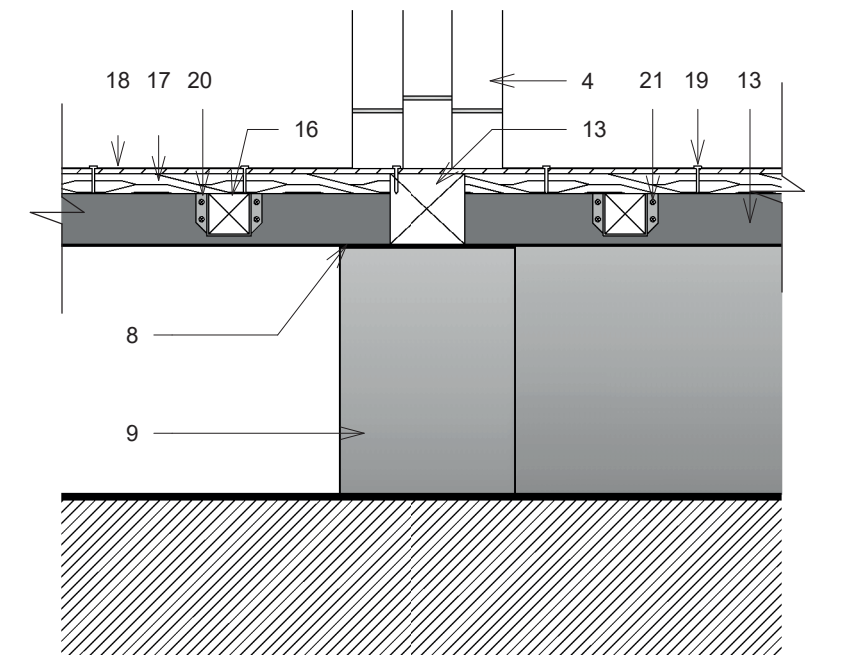
DETALLE DE CIMENTACIÓN
ESC 1:15



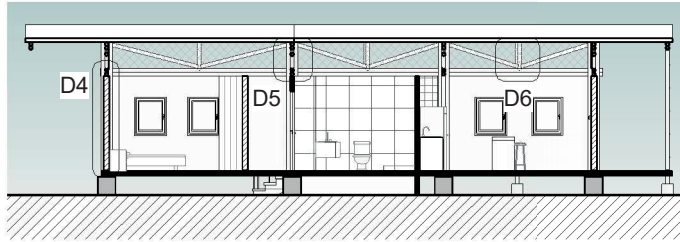
D2 - DETALLE DE CIMENTACIÓN
ESC 1:15



D1 - DETALLE DE UNIÓN CUBIERTA
ESC 1:15



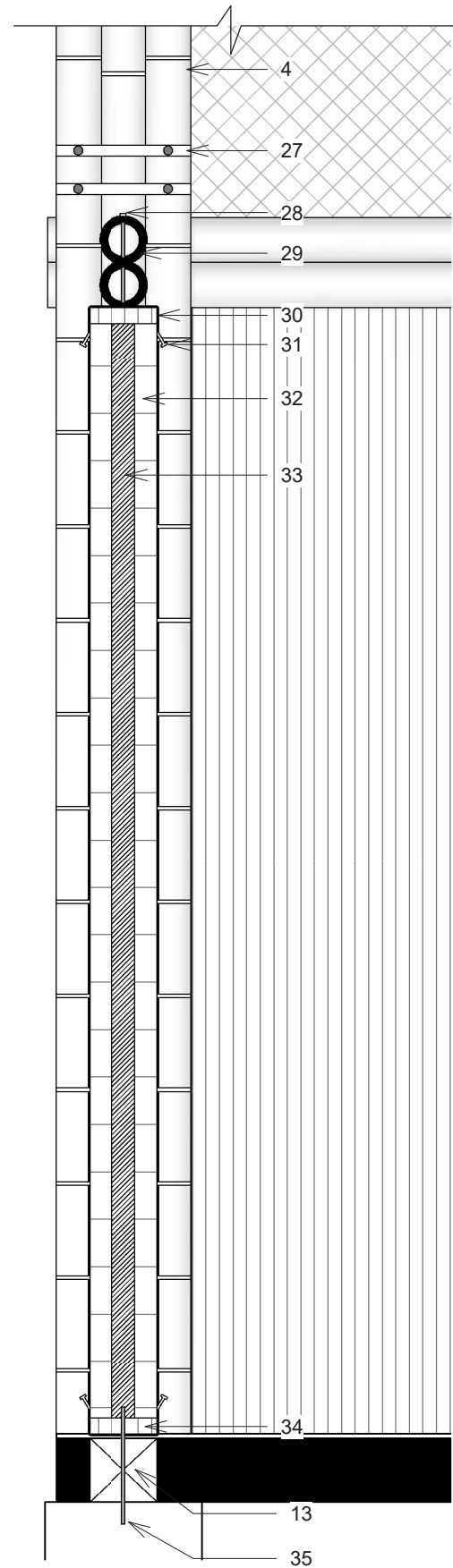
D3 - DETALLE DE PISO
ESC 1:15



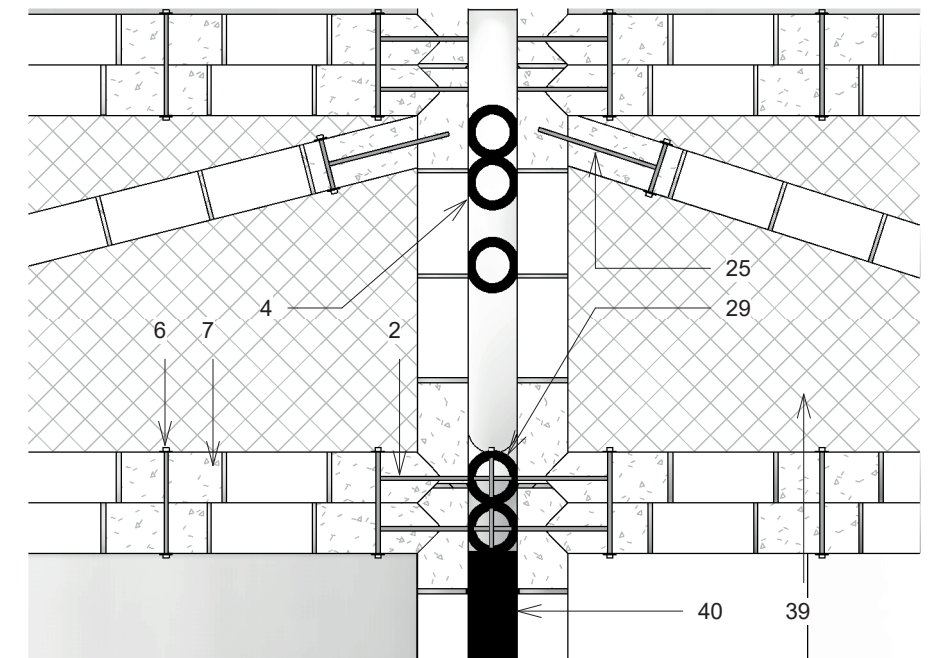
CORTE B-B

LEYENDA

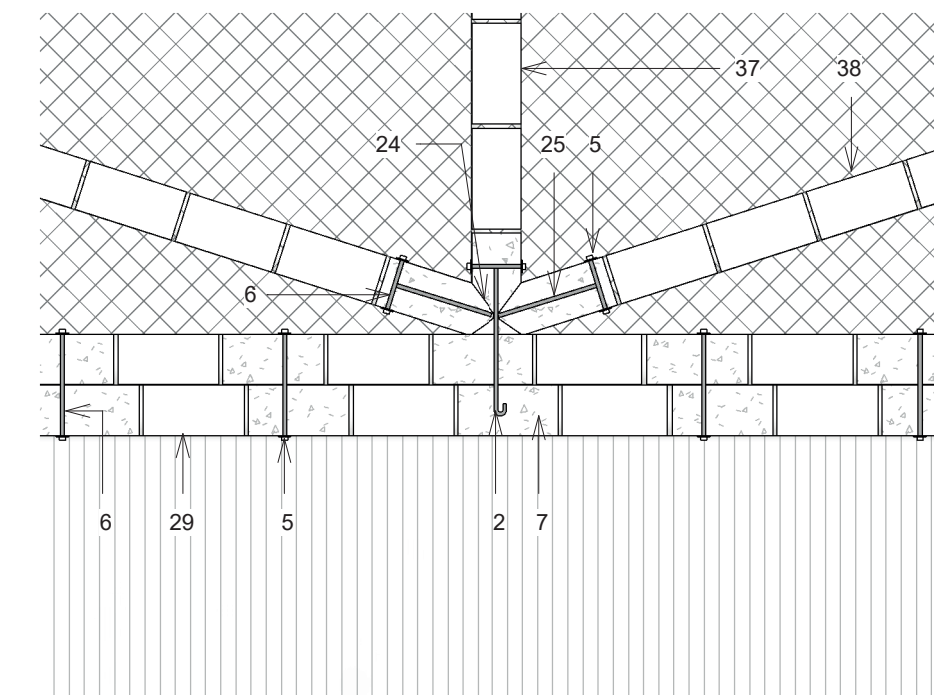
1. Perforación para mortero, diametro= 10 mm.
2. Varilla de 10 mm.
3. Nudo.
4. Culmo de GaK
5. Arandela y tuerca de cabeza hexagonal.
6. Perno de 8 mm, acero de refuerzo.
7. Relleno con mortero 1:3.
8. Lamina de neopreno, e= 8 mm.
9. Sobrecimiento de hormigón de 240 kg/cm2.
10. Viga de cimentación.
11. Hormigón ciclopeo
12. Unión entre culmos, tipo de corte (a bisel sin orejas).
13. Viga de remate de 150 x 150 mm (pino).
14. Plinto de hormigón de 240 kg/cm2.
15. Pletina de acero de 40 x 4 mm.
16. Tiras de madera de 80 x 80 mm, sujetas a las vigas que demarcan cada paño con perfiles metálicos angulares.
17. Tirillas de 40 x 50 mm.
18. Tablero de OSB de 244 x 122 mm, e= 10 mm, con junta de 2 mm.
19. Clavos de 2", para unión de tablero de OSB en la junta estos van cada 15 cm y para la sujeción del tablero a cada 30 cm en dirección a la beta.
20. Estribo con alas exteriores - INOX A4.
21. Tornillo de acero inoxidable CSAS, diametro= 5 mm.
22. Tornillos autoperforantes para techo, diametro= 5 mm.
23. Cubierta metálica prepintada tipo sándwich con aislamiento de poliuretano de 2").
24. Unión entre culmos, tipo de corte (boca de pescado
25. Perno tensor.
26. Pernos ubicados como máximo a 30 mm de los nudos.
27. Amarre metálico columnas.
28. Perno de 8 mm, acero de refuerzo - para unión de cañas formando una viga de 200 mm.
29. Viga de caña de guadua rellena con mortero 1:3 con culmos en donde se ubica el perno de acero de refue
30. Solera alta de madera.
31. Tornillo autoperforante, ubicado en ángulo de 60 grados.
32. Rollos de bambu (cañas completas unidas con alambre galvanizado), diametro= 50mm.
33. Poliestireno expandido, e= 50mm.
34. Solera baja de madera.
35. Perno anclado en sobrecimiento.
36. Perno con codo de 8 mm, acero de refuerzo.
37. Pie derecho de GaK.
38. Diagonal de GaK.
39. Mosquitero.
40. Block, e= 100 mm.



D6 - DETALLE ESTRUCTURA DE MAMPOSTERÍA
ESC 1:15



D5 - DETALLE DE UNIÓN DE CULMOS
ESC 1:15



D4 - DETALLE DE UNIÓN DE CULMOS
ESC 1:15

















4.4. Simulación de la propuesta con los casos de estudio

Las simulaciones se realizan en las viviendas seleccionadas, por un lado, los cuatro casos de estudio y por otro lado vivienda propuesta. Los resultados que se buscan es el confort térmico de cada vivienda de manera general, después en cada una de las áreas que la conforman, para lo cual se hace un análisis anual, luego un abordaje mensual tomando el mes con mayor temperatura (abril) y el mes con temperatura baja (agosto) en el año. Finalmente, se analiza un día de cada mes para analizar los resultados de cada hora del día utilizando los datos que devuelve el programa, lo que permite comparar las fluctuaciones de temperatura a lo largo del día.

4.4.1. Simulación de casos de estudio

Por medio de las simulaciones realizadas en el software DesignBuilder se analizará cada grupo (A-B-C-D), con el fin de determinar el comportamiento térmico interior de cada vivienda y posteriormente compararlo con la propuesta arquitectónica.

Simulación de vivienda a

La vivienda A se distribuyen en una sola planta, el tipo de implantación: pareada con retiro posterior, y el núcleo de la familia está formado por tres miembros (padre, madre e hija).

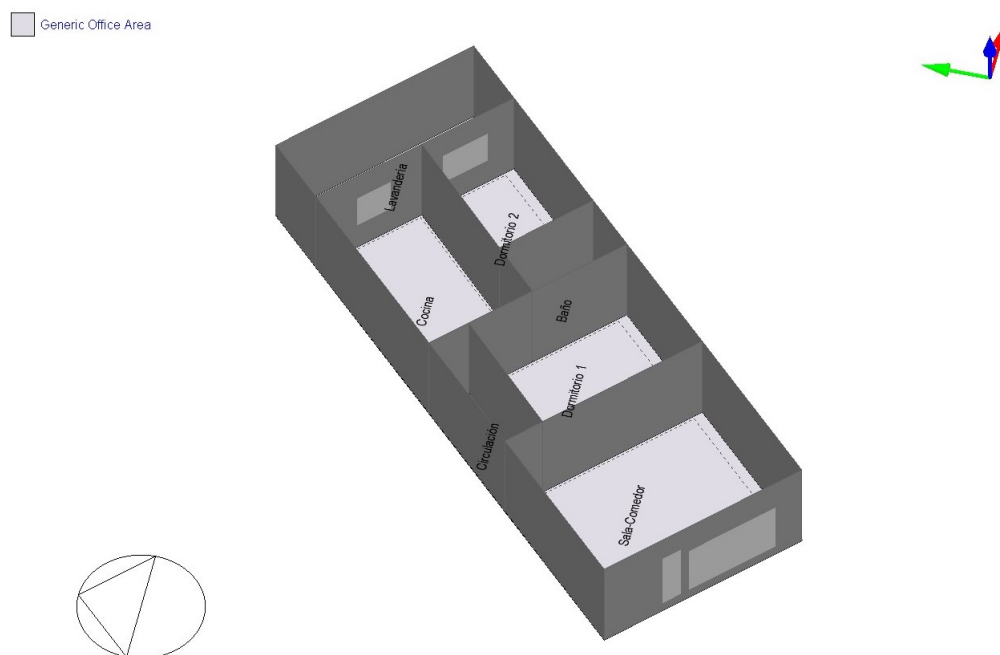






FIGURA 4.8: *Simulación vivienda A*

Fuente: Resultados de simulación en DesignBuilder

Para realizar la simulación se requiere de los valores U (transmitancia térmica) y R del cerramiento de cada vivienda, esta dependerá tanto de las capas como del espesor del muro. A continuación, se muestra una tabla con los porcentajes de cada material.

Tabla 4.3: *Tabla de materialidad vivienda A*

MATERIALIDAD DE VIVIENDA A			
Elemento de envolvente	Imagen	Material	Propiedades
Muros exteriores		Bloque (e= 15 cm) con empañete	Valor U (W/m2-k): 1,274
			Valor R (m2-k/w): 0,785
Muros interiores		Bloque (e= 15 cm) con empañete	Valor U (W/m2-k): 1,274
			Valor R (m2-k/w): 0,785
Cubierta		Teja de cubierta fibrocemento (e= 12 cm)	Valor U (W/m2-k): 2,450
			Valor R (m2-k/w): 0,408
Piso		Placa de concreto con acabado de cerámica (25 cm)	Valor U (W/m2-k): 1,461
			Valor R (m2-k/w): 0,684

Fuente: (FLORES, 2022)

Según los resultados del software DesignBuilder, a temperaturas anuales del aire interior de 23,11°C a 26,35°C; la temperatura radiante, que es la temperatura de las superficies que demarcan el espacio (paredes, techo y suelo), oscila entre 22,88°C y 26,05°C; y finalmente la temperatura operativa, que representa el promedio entre la temperatura del aire interior y la temperatura radiante, es decir, la sensación de temperatura real percibida por el usuario dentro del espacio, en el rango de 22,99°C a 26,20°C . Después de indagar los datos expuestos anteriormente, se concluyó que el mes más caluroso es abril y el menos caluroso es agosto, por lo que se ha estudiado el progreso a lo largo de cada mes.

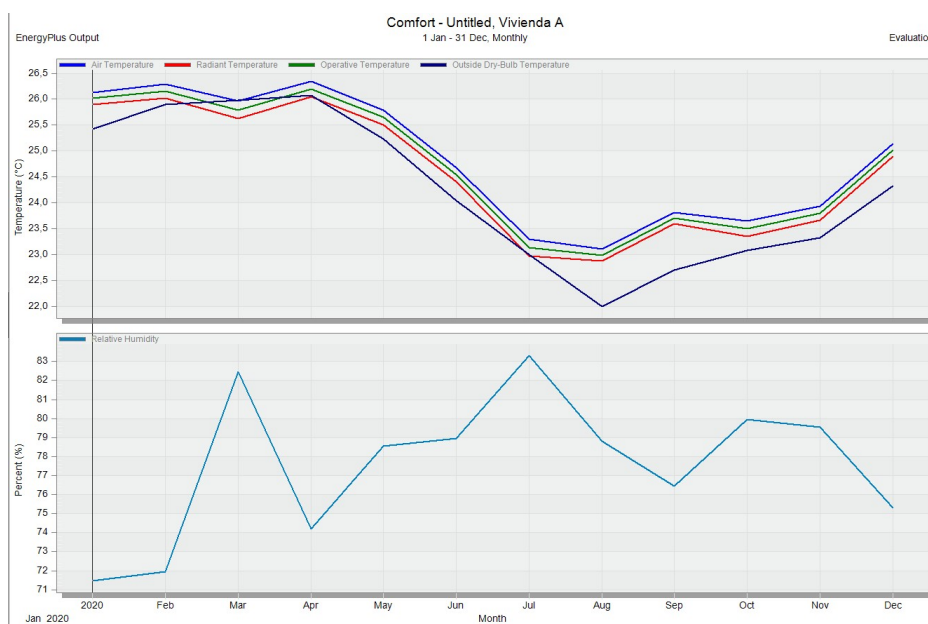


FIGURA 4.9: Gráfica y tabla de temperatura interna y porcentaje de percepción promedio mensual del año

Fuente: Resultados de simulación en DesingBuilder

En abril (el mes con la temperatura media alta del año), la temperatura del aire interior oscila entre 25,57°C a 27,50°C; la temperatura radiante entre 25,18°C a 27,10°C; y la temperatura operativa entre 25,38°C a 27,30°C. Teniendo como resultado el día 2 de abril como el más caluroso del mes, con una percepción de humedad relativa de 70,50 %.

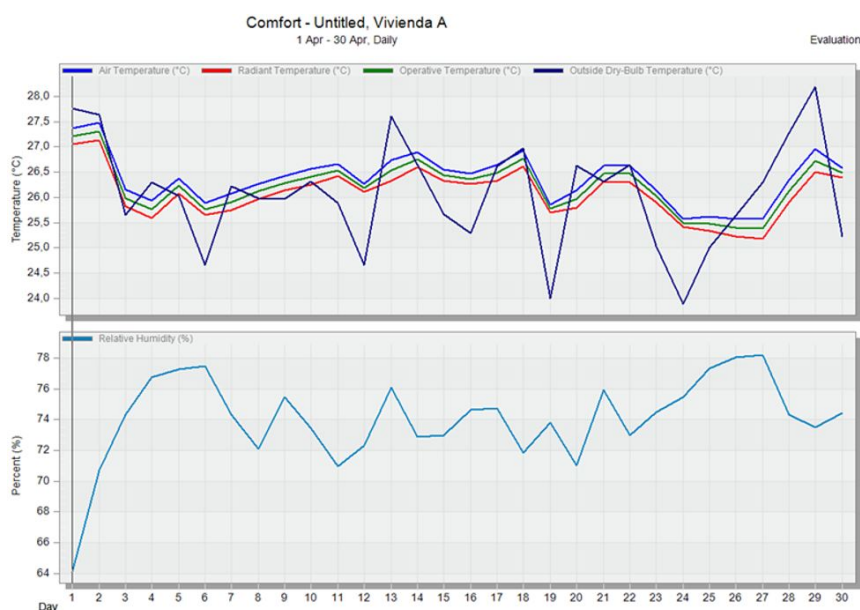


FIGURA 4.10: Gráfica de temperatura interna y porcentaje de percepción en el mes de abril

Fuente: Resultados de simulación en DesignBuilder

Se considera ahora el mes de agosto, el cual registra la temperatura mínima promedio durante el año, la temperatura del aire interior oscila entre 22,35°C a 23,67°C; la temperatura radiante entre 22°C a 23,54°C; y la temperatura operativa entre 22,17°C a 23,58°C. Teniendo como resultado el día 15 de agosto como el más fresco y confortable del mes, con una percepción de humedad relativa de 71,41 %.

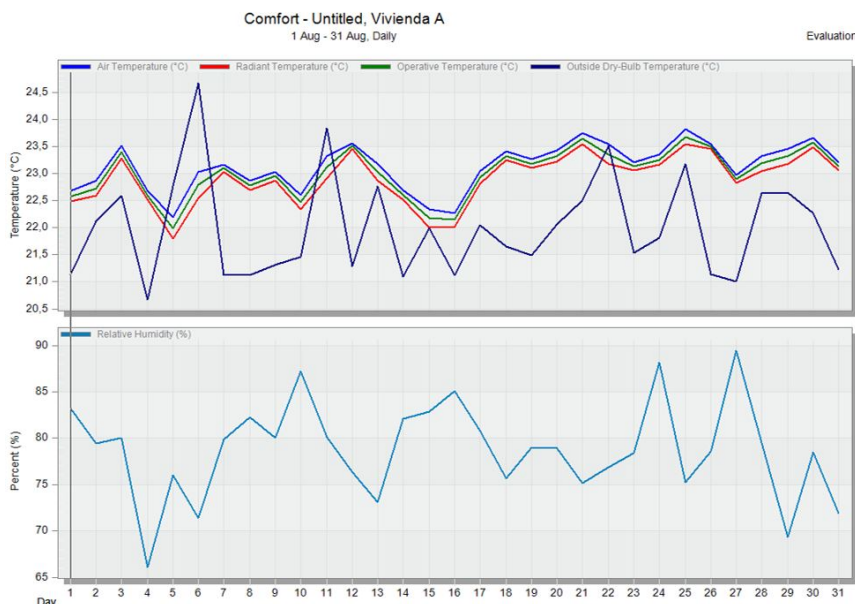


FIGURA 4.11: Gráfica de temperatura interna y porcentaje de percepción en el mes de agosto – Vivienda A

Fuente: Resultados de simulación en DesignBuilder

Simulación de vivienda B

La vivienda B se distribuyen en dos niveles se encuentra adosada y el núcleo de la familia está formado por cuatro miembros (padre, madre, hijo e hija).

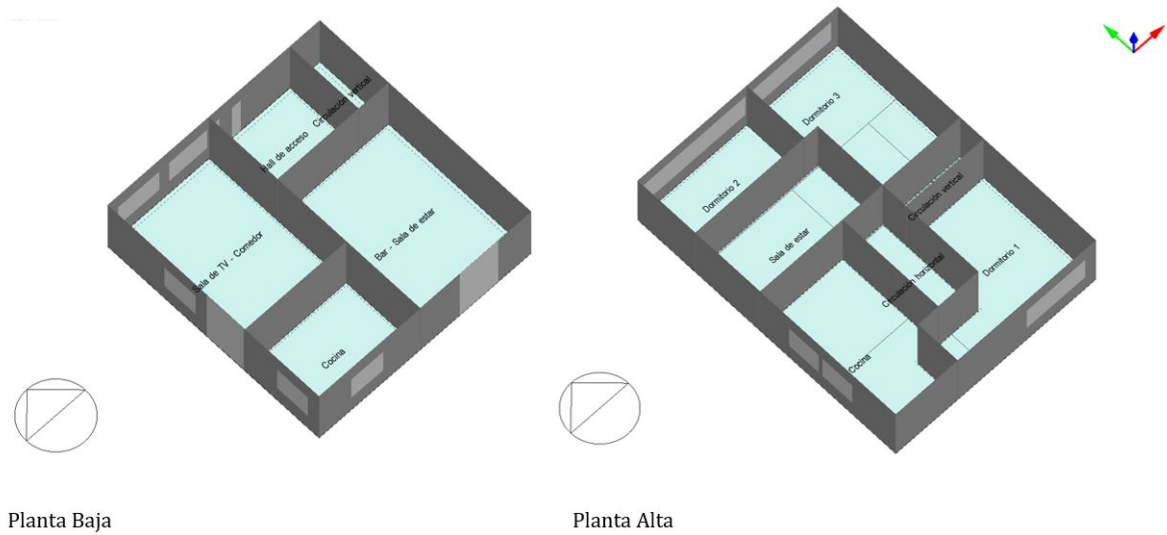


FIGURA 4.12: *Simulación vivienda B*
Fuente: Resultados de simulación en DesignBuilder

A continuación, se muestra la tabla de los valores U y R de la vivienda B, propiedades que sirven al momento de realizar la simulación de cada casa:

Tabla 4.4: *Tabla de materialidad vivienda B*

MATERIALIDAD DE VIVIENDA B			
Elemento de envolvente	Imagen	Material	Propiedades
Muros exteriores		<i>Bloque (e= 15 cm) con empañete</i>	<i>Valor U (W/m2-k): 1,274</i>
			<i>Valor R (m2-k/w): 0,785</i>
Muros interiores		<i>Bloque (e= 15 cm) con empañete</i>	<i>Valor U (W/m2-k): 1,274</i>
			<i>Valor R (m2-k/w): 0,785</i>
Cubierta		<i>Losa de concreto (e= 20 cm)</i>	<i>Valor U (W/m2-k): 2,326</i>
			<i>Valor R (m2-k/w): 0,430</i>
Piso		<i>Placa de concreto con acabado de cerámica (25 cm)</i>	<i>Valor U (W/m2-k): 1,461</i>
			<i>Valor R (m2-k/w): 0,684</i>
Entrepiso		<i>Losa de concreto (20 cm)</i>	<i>Valor U (W/m2-k): 1,752</i>
			<i>Valor R (m2-k/w): 0,571</i>

Fuente: (FLORES, 2022)

Basado en los resultados del software DesignBuilder, a temperaturas anuales del aire interior de 25,14°C a 28,52°C; temperatura radiante, que es la temperatura de las superficies que delimitan espacialmente (paredes, techos y suelos), que varía de 25,37°C a 28,88°C; y finalmente la temperatura operativa, que es la sensación de temperatura real percibida por el usuario en el espacio, entre 25,25°C y 28,70°C. Se estudiarán los meses de abril y agosto, los meses más y menos calurosos, respectivamente.

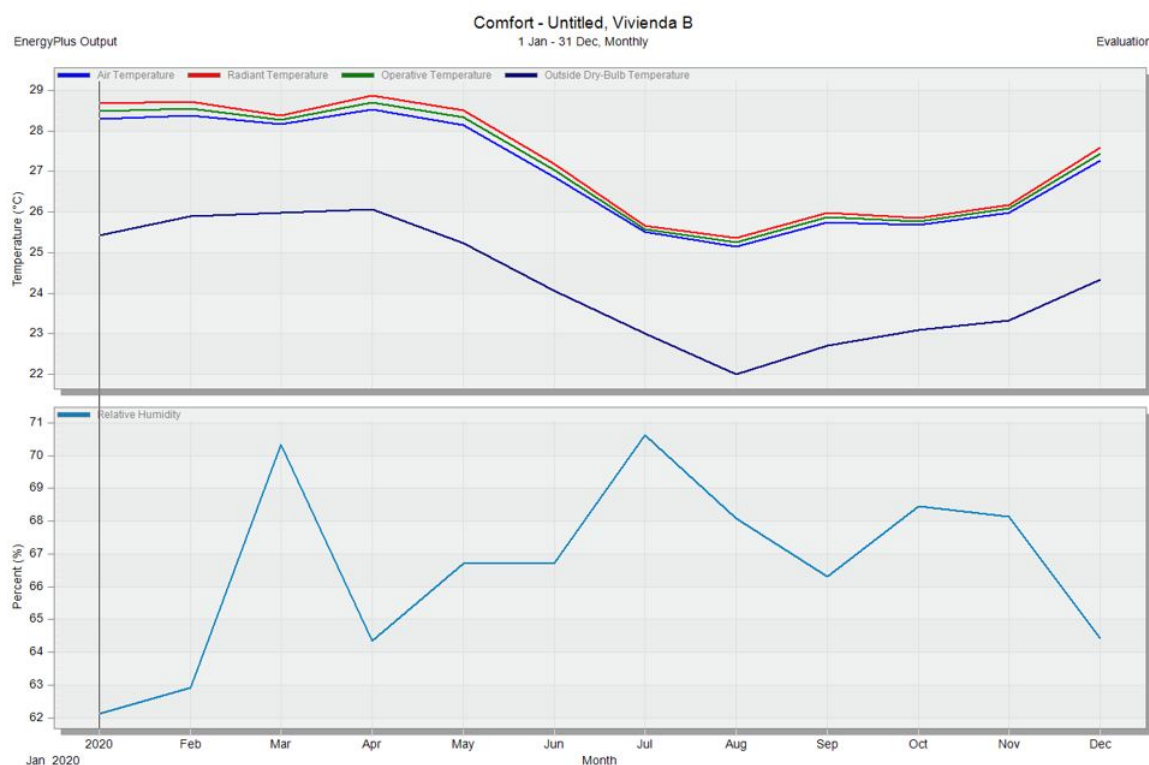


FIGURA 4.13: Gráfica y tabla de temperatura interna y porcentaje de percepción promedio mensual del año – Vivienda B

Fuente: Resultados de simulación en DesingBuilder

Abril (el mes con la temperatura media más alta del año), la temperatura del aire interior oscila entre 27,61 ° C y 29,11 ° C; temperatura radiante entre 27,75 ° C a 29,8 ° C; y temperatura operativa entre 27,68 ° C y 29,29 ° C. Los resultados mostraron que el 2 de abril fue el día más caluroso del mes, con una humedad relativa de 62,66 %.

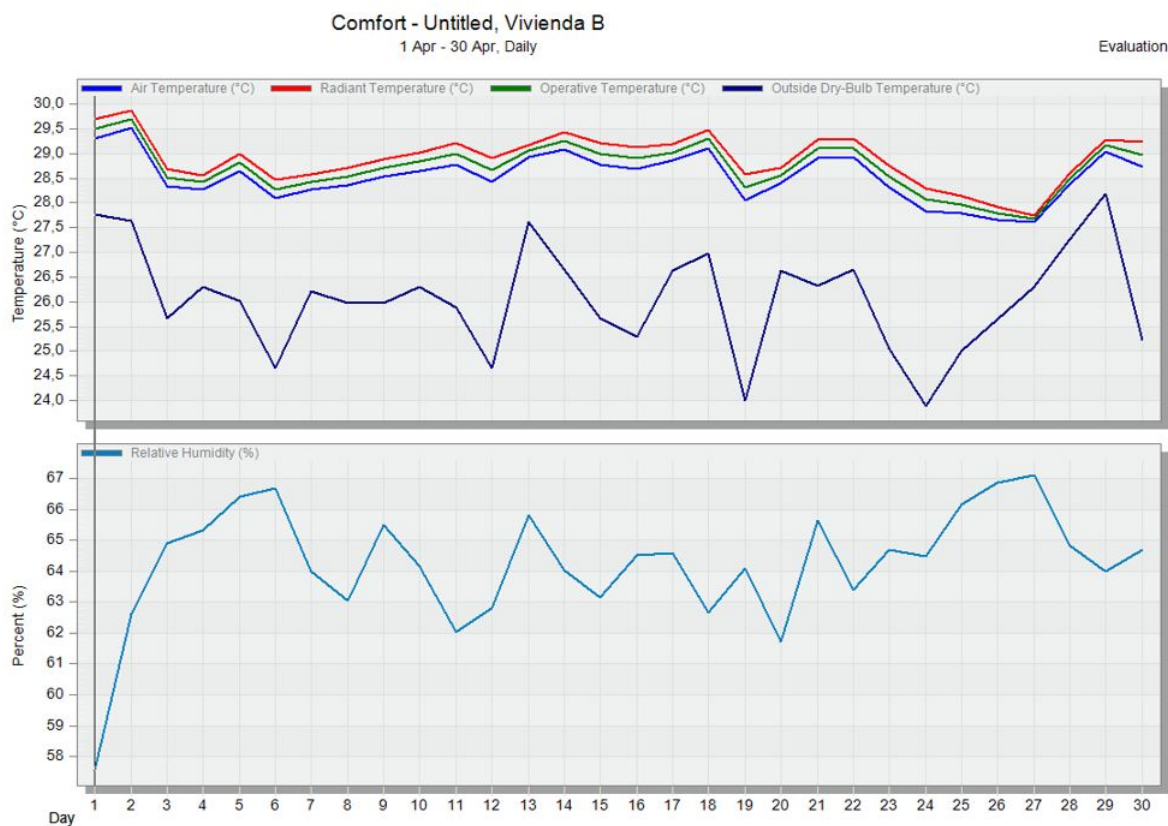


FIGURA 4.14: Gráfica de temperatura interna y porcentaje de percepción en el mes de abril - Vivienda B

Fuente: Resultados de simulación en DesignBuilder

Se considera ahora el mes de agosto, el cual registra la temperatura mínima promedio durante el año. La temperatura del aire interior oscila entre 24,50°C a 25,69°C; la temperatura radiante entre 24,53°C a 26°C; y la temperatura operativa entre 24,51°C a 25,84°C. Teniendo como resultado el día 15 de agosto como el más fresco y cómodo del mes, con una humedad relativa prevista del 71,95%.

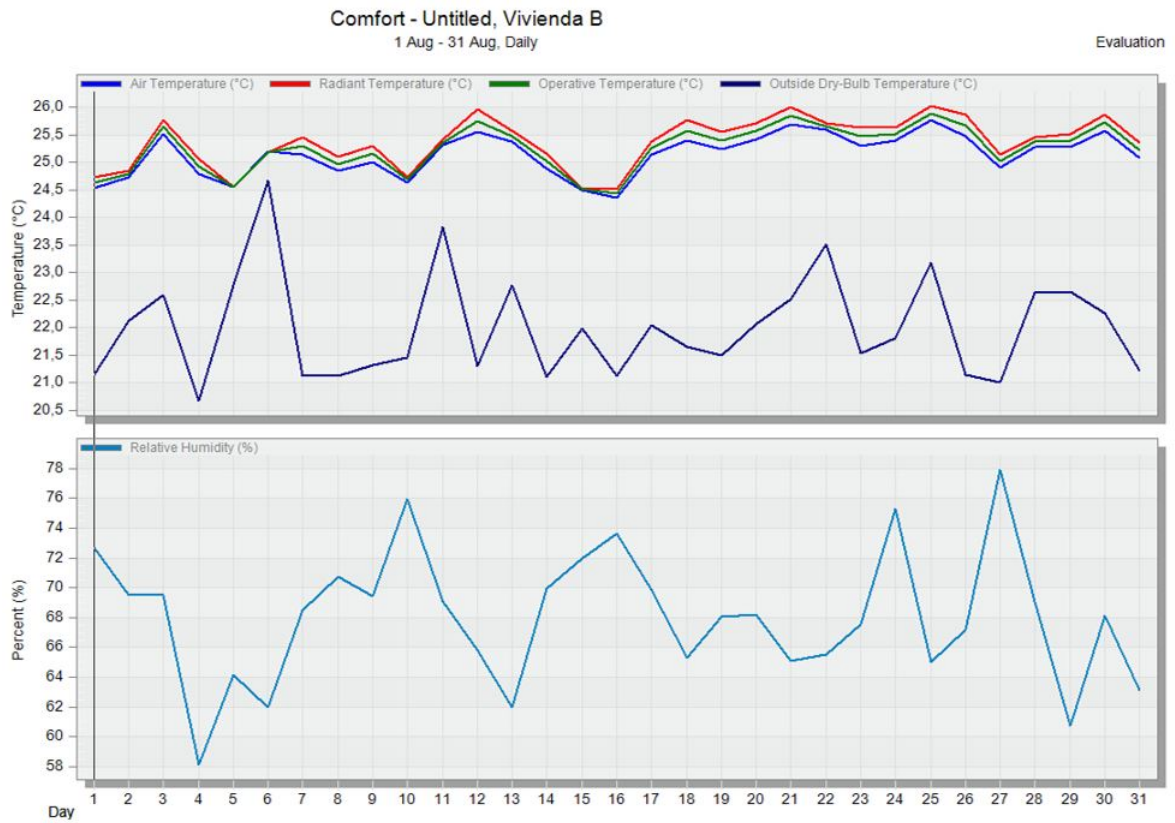


FIGURA 4.15: Gráfica de temperatura interna y porcentaje de percepción en el mes de agosto – Vivienda B

Fuente: Resultados de simulación en DesignBuilder

Simulación de vivienda C

La vivienda C se distribuyen en un solo nivel, pareada con retiro posterior, y el núcleo de la familia está formado por tres miembros (padre, madre e hija).

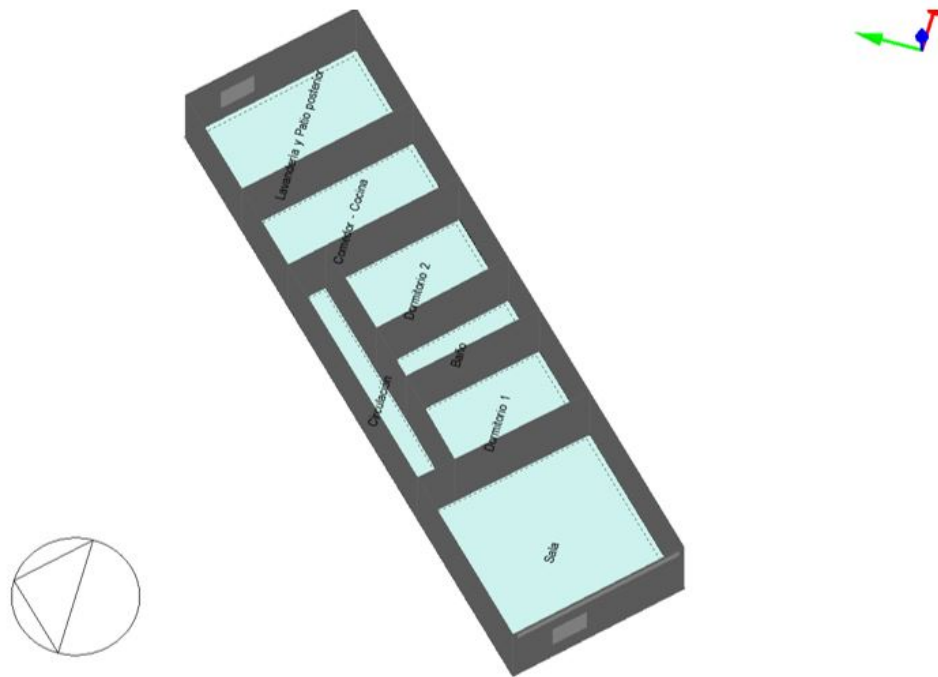


FIGURA 4.16: *Simulación vivienda C*

Fuente: Resultados de simulación en DesignBuilder

A continuación, se muestra una tabla con los porcentajes de cada material.

Tabla 4.5: *Tabla de materialidad vivienda C*

MATERIALIDAD DE VIVIENDA C			
Elemento de envolvente	Imagen	Material	Propiedades
Muros exteriores		<i>Bloque (e= 15 cm) con empañete</i>	<i>Valor U (W/m2-k): 2,656</i>
			<i>Valor R (m2-k/w): 0,377</i>
Muros interiores		<i>Bloque (e= 15 cm) con empañete</i>	<i>Valor U (W/m2-k): 2,656</i>
			<i>Valor R (m2-k/w): 0,377</i>
Cubierta		<i>Techo de Zinc (e= 14 cm)</i>	<i>Valor U (W/m2-k): 3,075</i>
			<i>Valor R (m2-k/w): 0,325</i>
Piso		<i>Placa de concreto con acabado de cerámica (25 cm)</i>	<i>Valor U (W/m2-k): 1,461</i>
			<i>Valor R (m2-k/w): 0,684</i>

Fuente: (FLORES, 2022)

En la vivienda C la temperatura del aire interior anual oscila entre 23,29°C y 27,18°C; La temperatura radiante está entre 23,10°C y 26,98°C; Y finalmente la temperatura operativa, entre 23,20°C y 26,90°C. Asimismo, se analizaron los meses de abril y agosto, el mes más caliente y el más confortable, respectivamente.

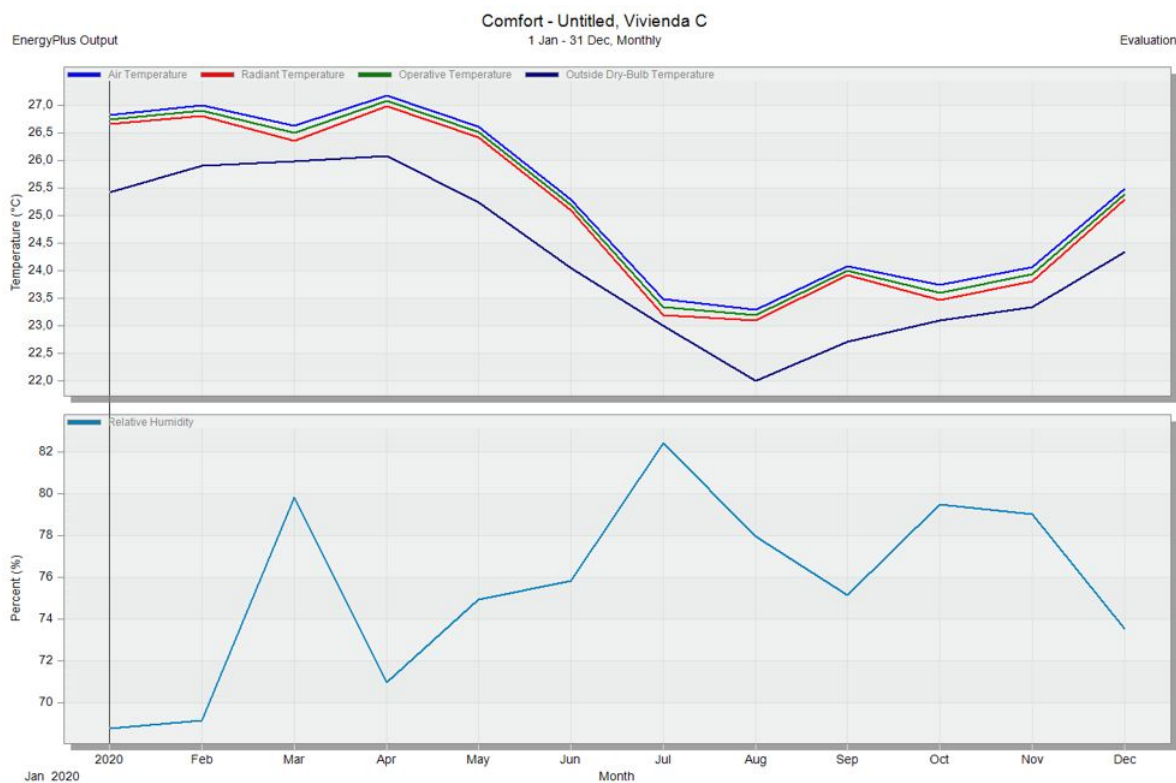


FIGURA 4.17: Gráfica y tabla de temperatura interna y porcentaje de percepción promedio mensual del año – Vivienda C

Fuente: Resultados de simulación en DesingBuilder

En abril, la temperatura del aire interior oscila entre 26,22°C a 27,86°C; la temperatura radiante entre 25,99°C a 27,65°C; y la temperatura operativa entre 26,14°C a 27,75°C. Teniendo como resultado el día 2 de abril como el más caluroso del mes, con una percepción de humedad relativa de 74,98 %.

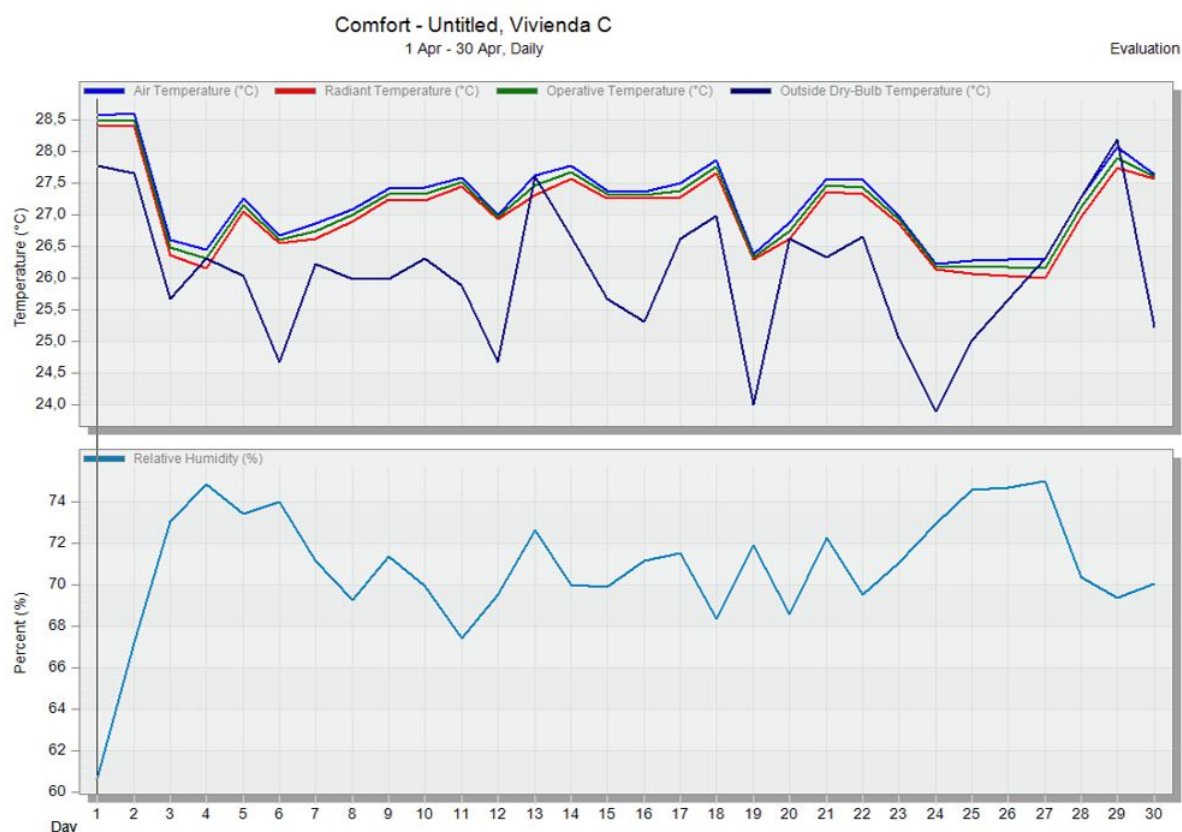


FIGURA 4.18: Gráfica de temperatura interna y porcentaje de percepción en el mes de abril – Vivienda C

Fuente: Resultados de simulación en DesignBuilder

El mes de agosto, registra la temperatura mínima media del año; la temperatura del aire interior oscila entre los 22,26°C y los 24,13°C; temperatura radiante de 21,92°C a 23,98°C; y temperatura operativa de 22,09°C a 24,05°C. Resultando el 15 de agosto el día más fresco y cómodo del mes, con una humedad relativa percibida de 83,54 %.

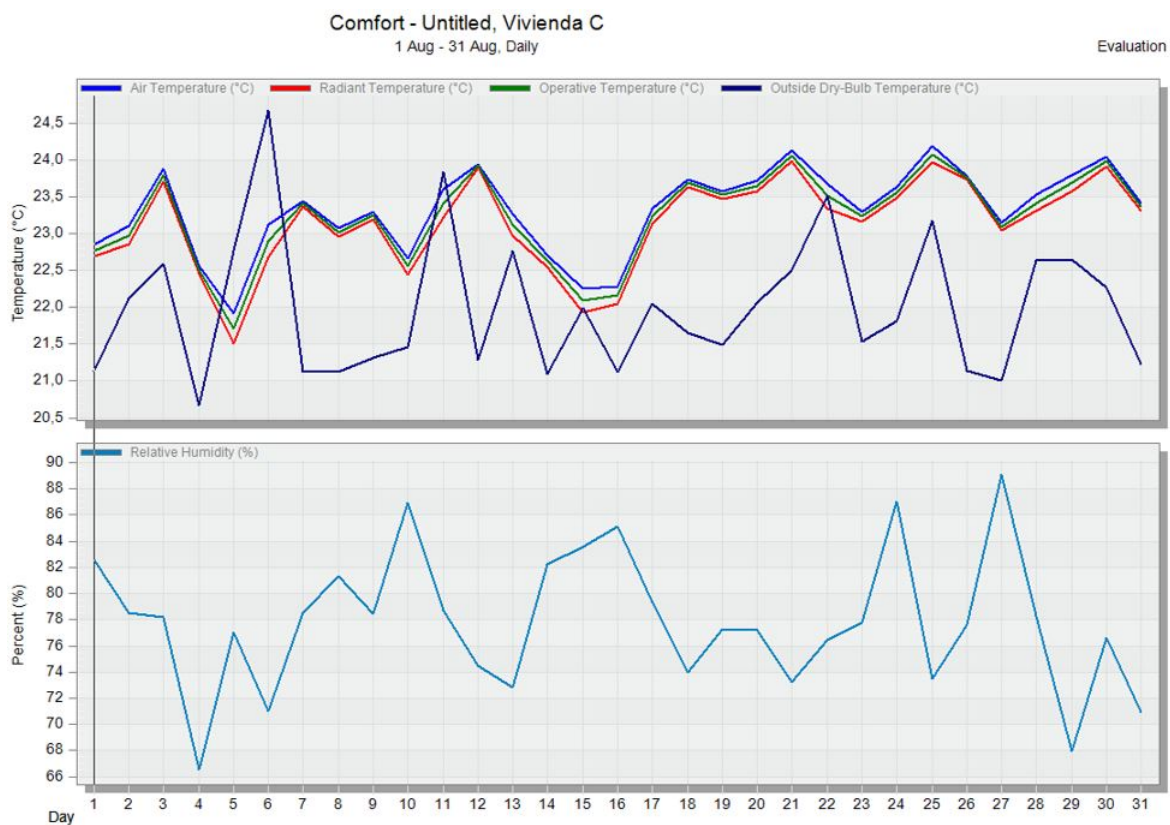


FIGURA 4.19: Gráfica de temperatura interna y porcentaje de percepción en el mes de agosto – Vivienda C

Fuente: Resultados de simulación en DesignBuilder

Simulación de vivienda D

La vivienda D se distribuyen en dos plantas, su tipo de implantación es adosada, y el núcleo de la familia está formado por cinco miembros (padre, madre, hija, abuela y nieta).



FIGURA 4.20: *Simulación vivienda D*
Fuente: Resultados de simulación en DesignBuilder

Tabla 4.6: Tabla de materialidad vivienda D

MATERIALIDAD DE VIVIENDA D			
Elemento de envolvente	Imagen	Material	Propiedades
Muros exteriores		Bloque (e= 15 cm) con empañete	Valor U (W/m²-k): 2,656
			Valor R (m²-k/w): 0,377
Muros interiores		Bloque (e= 15 cm) con empañete	Valor U (W/m²-k): 2,656
			Valor R (m²-k/w): 0,377
Cubierta		Techo de zinc (e= 14 cm)	Valor U (W/m²-k): 3,075
			Valor R (m²-k/w): 0,325
Piso		Placa de concreto con acabado de cerámica (25 cm)	Valor U (W/m²-k): 1,461
			Valor R (m²-k/w): 0,684
Entrepiso		Losa con cámara de aire (20 cm)	Valor U (W/m²-k): 1,047
			Valor R (m²-k/w): 0,956

Fuente: (FLORES, 2022)

La temperatura del aire interior anual oscila entre 23,66°C y 27,46°C; La temperatura radiante está entre 23,41°C y 27,49°C; Y finalmente la temperatura operativa, entre 23,53°C y 27,60°C. Asimismo, se analizaron los meses de abril y agosto, el mes más caliente y el más confortable, respectivamente.

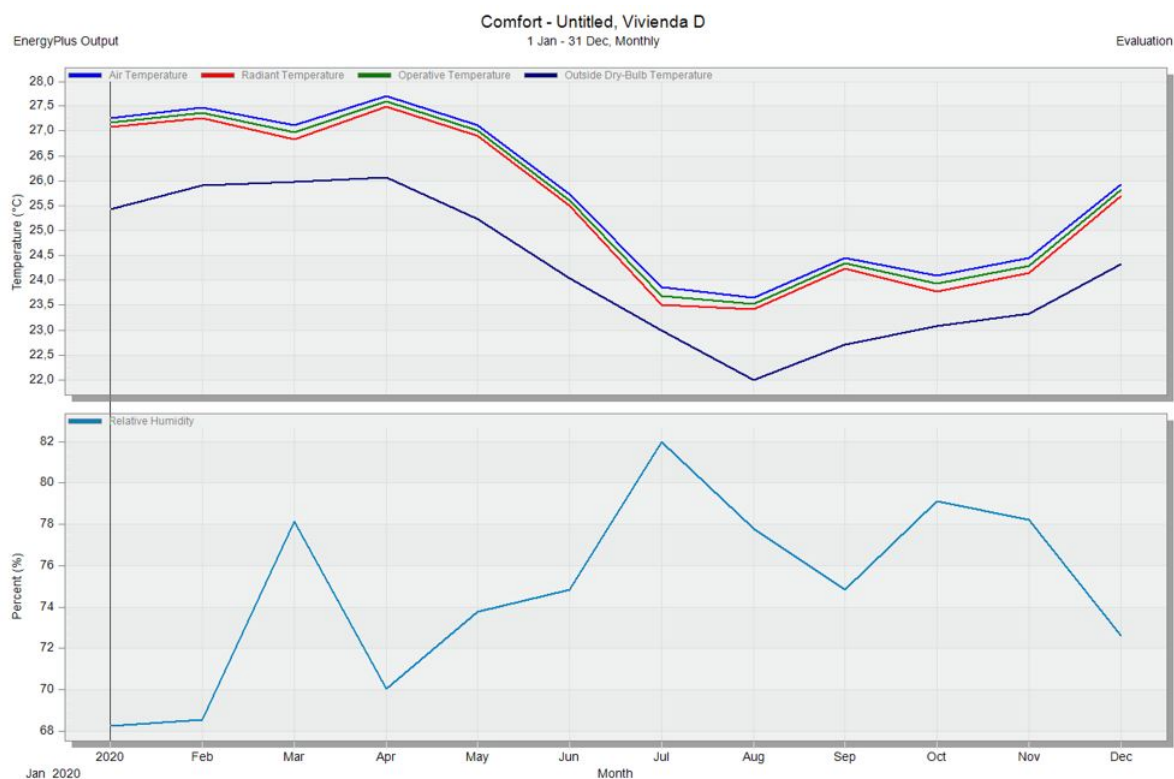


FIGURA 4.21: Gráfica y tabla de temperatura interna y porcentaje de percepción promedio mensual del año – Vivienda D

Fuente: Resultados de simulación en DesingBuilder

En abril, la temperatura del aire interior durante el mes oscila entre 26,63°C a 28,42°C; la temperatura radiante entre 26,51°C a 28,19°C; y la temperatura operativa entre 26,57°C a 28,30°C. Teniendo como resultado el día 2 de abril como el más caluroso del mes, con una percepción de humedad relativa de 67,73 %.

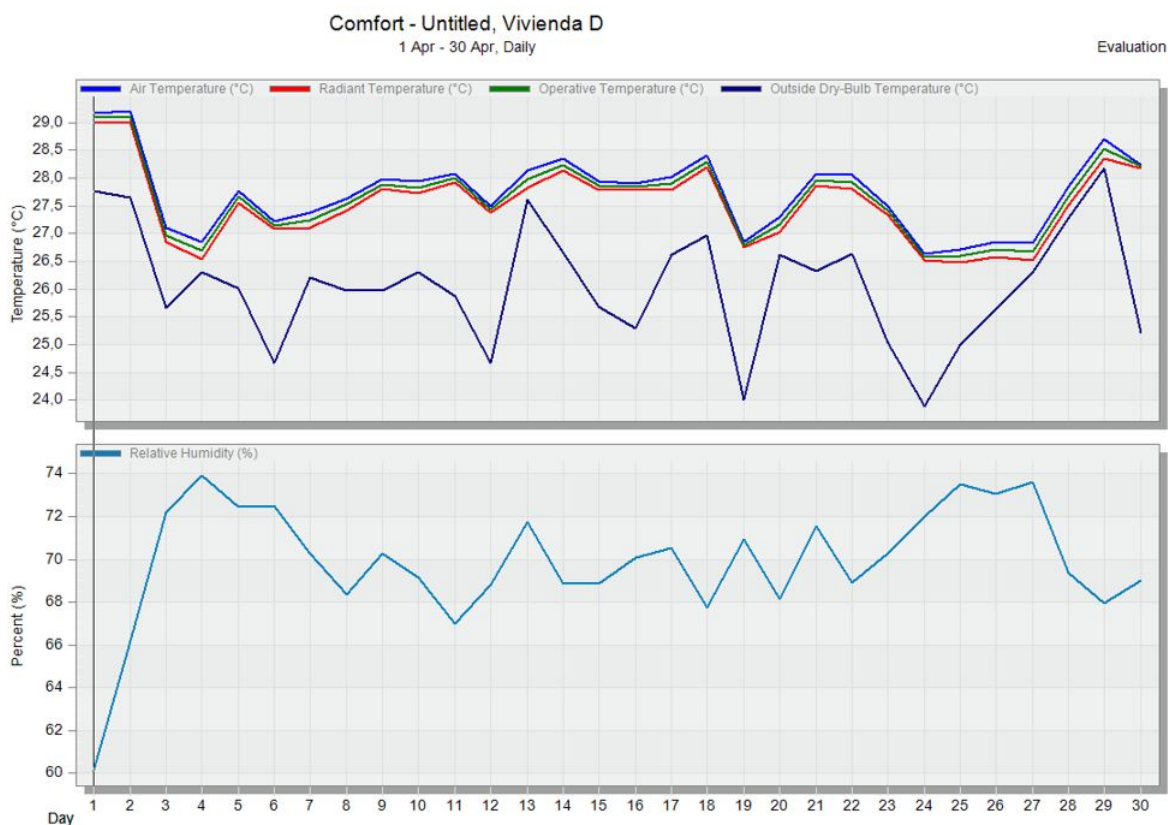


FIGURA 4.22: Gráfica de temperatura interna y porcentaje de percepción en el mes de abril – Vivienda D

Fuente: Resultados de simulación en DesignBuilder

La temperatura del aire interior durante el mes de agosto oscila entre 22,64°C a 24,47°C; la temperatura radiante entre 22,24°C a 24,01°C; y la temperatura operativa entre 22,44°C a 24,39°C. Teniendo como resultado el día 15 de agosto como el más fresco y en confort del mes, con una percepción de humedad relativa de 83,51%.

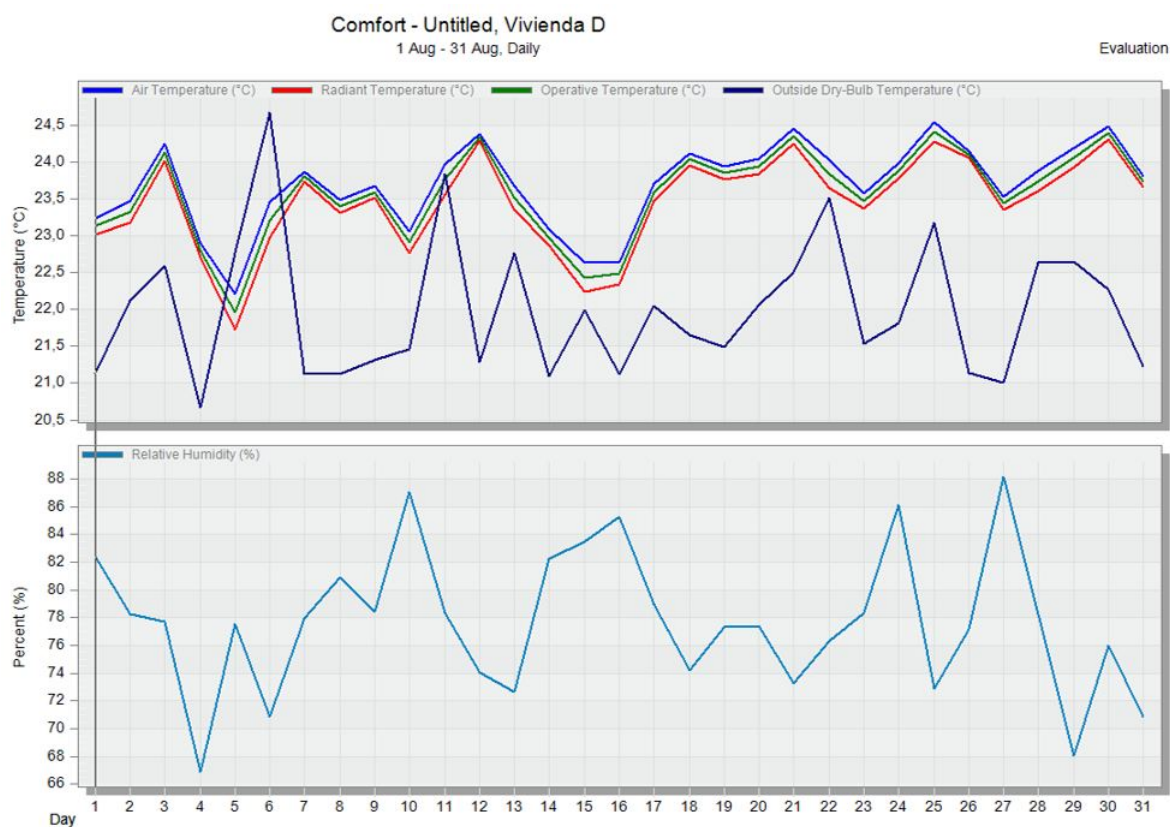


FIGURA 4.23: Gráfica de temperatura interna y porcentaje de percepción en el mes de agosto – Vivienda D

Fuente: Resultados de simulación en DesignBuilder

4.4.2. Simulación de propuesta de anteproyecto

La vivienda propuesta se distribuye en un solo nivel, su tipo de implantación aislada, está proyectada para un grupo familiar de cuatro miembros (padre, madre, hijo e hija).

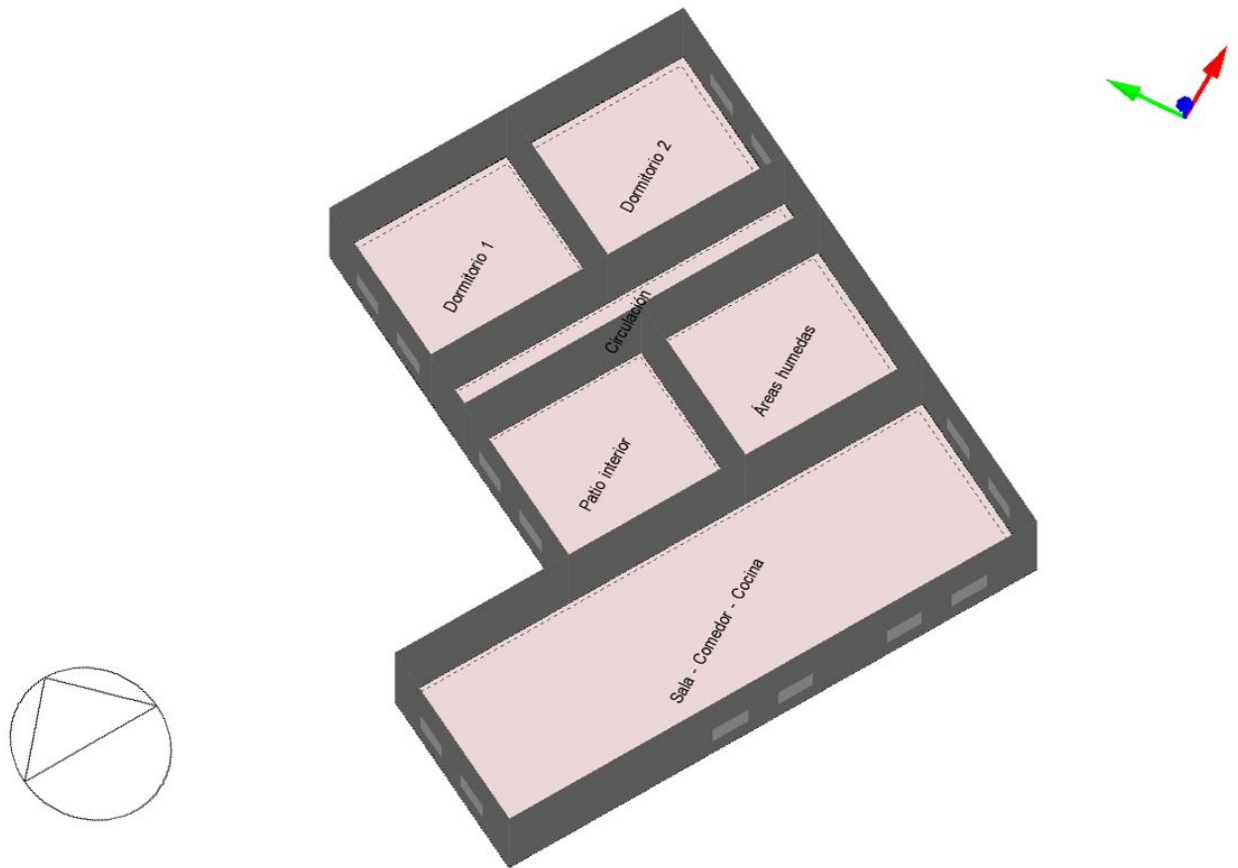






FIGURA 4.24: *Simulación vivienda propuesta*

Fuente: Resultados de simulación en DesignBuilder

Tabla 4.7: Tabla de materialidad vivienda propuesta

MATERIALIDAD DE VIVIENDA PROPUESTA			
Elemento de envolvente	Imagen	Material	Propiedades
Muros exteriores		Muro de caña de guadúa aislado (e= 15 cm)	Valor R (W/m2-k): 1,502
			Valor U (m2-k/w): 0,666
Muros interiores		Muro de caña de guadúa aislado (e= 15 cm)	Valor R (W/m2-k): 1,502
			Valor U (m2-k/w): 0,666
Cubierta		Cubierta metálica prepintada aislada con poliuretano (e= 11 cm)	Valor R (W/m2-k): 0,796
			Valor U (m2-k/w): 1,256
Piso		Piso de madera (15 cm)	Valor R (W/m2-k): 8,702
			Valor U (m2-k/w): 0,115

Fuente: (FLORES, 2022)

Según los resultados del programa DesignBuilder, anualmente, la temperatura del aire interior está entre 23,05°C a 26,05°C; temperatura radiante 22,79 ° C a 25,68 ° C; y temperatura operativa de 22,92°C a 25,87°C. La percepción de humedad anual más alta es 83,91°C. Como en los análisis de estudio de casos anteriores, aquí también se considera el mes más caluroso (abril) y el mes más frío (agosto).

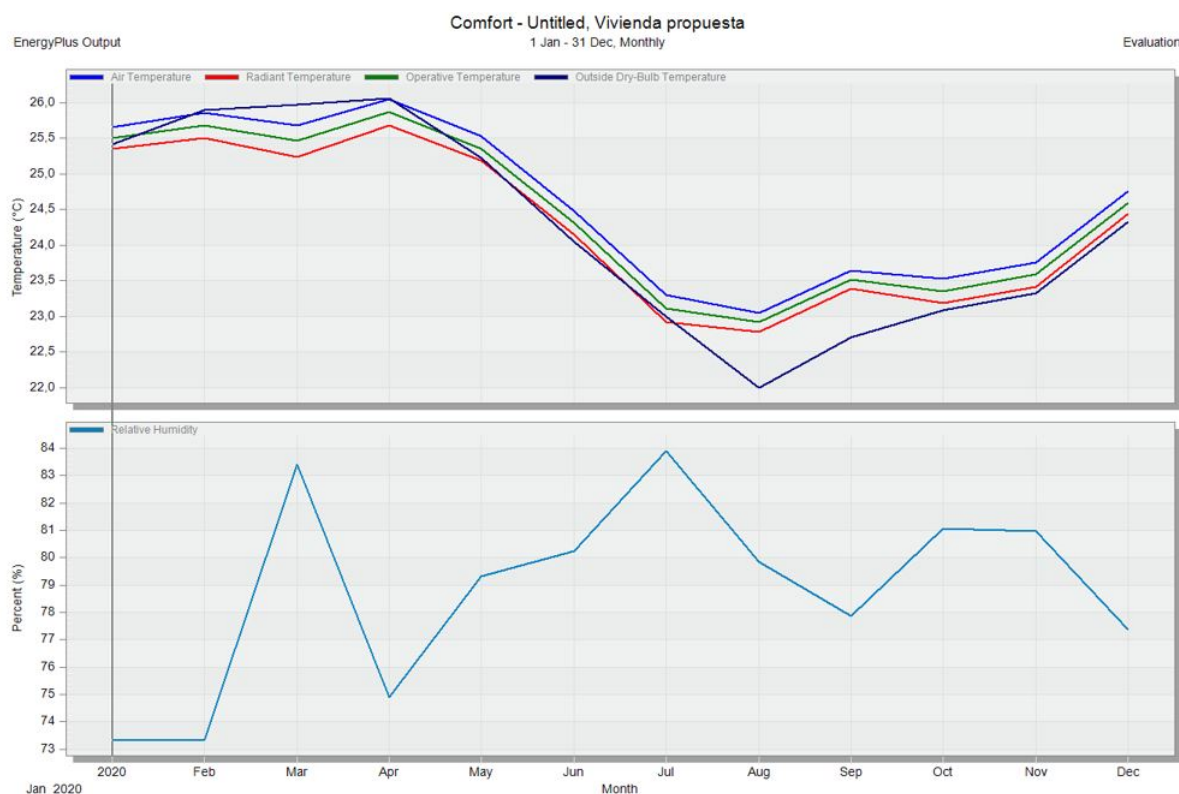


FIGURA 4.25: Gráfica y tabla de temperatura interna y porcentaje de percepción promedio mensual del año – Vivienda propuesta

Fuente: Resultados de simulación en DesingBuilder

En abril (el mes con la temperatura media alta del año), la temperatura del aire interior oscila entre 25,26°C a 26,66°C; la temperatura radiante entre 25,06°C a 26,27°C; y la temperatura operativa entre 25,11°C a 26,46°C. Teniendo como resultado el día 2 de abril como el más caluroso del mes, con una percepción de humedad relativa de 72,25 %.

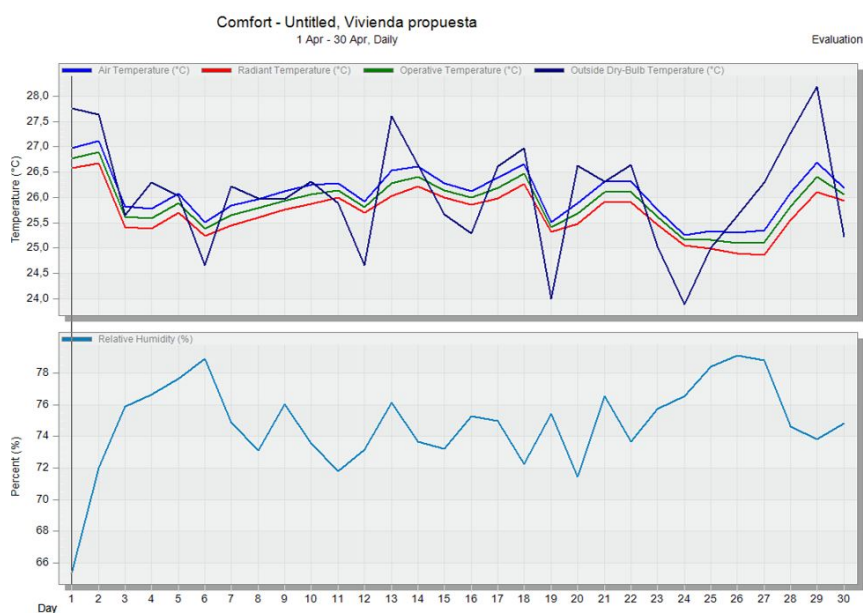


FIGURA 4.26: Gráfica de temperatura interna y porcentaje de percepción en el mes de abril – Vivienda propuesta

Fuente: Resultados de simulación en DesignBuilder

La temperatura del aire interior en agosto oscila entre 22,37°C a 23,57°C; temperatura radiante de 21,98°C a 23,36°C; y la temperatura operativa varía de 22,18 ° C a 23,46 ° C. Asimismo, el 15 de agosto es el día más fresco y confortable del mes, con una humedad relativa de 71,08 %.

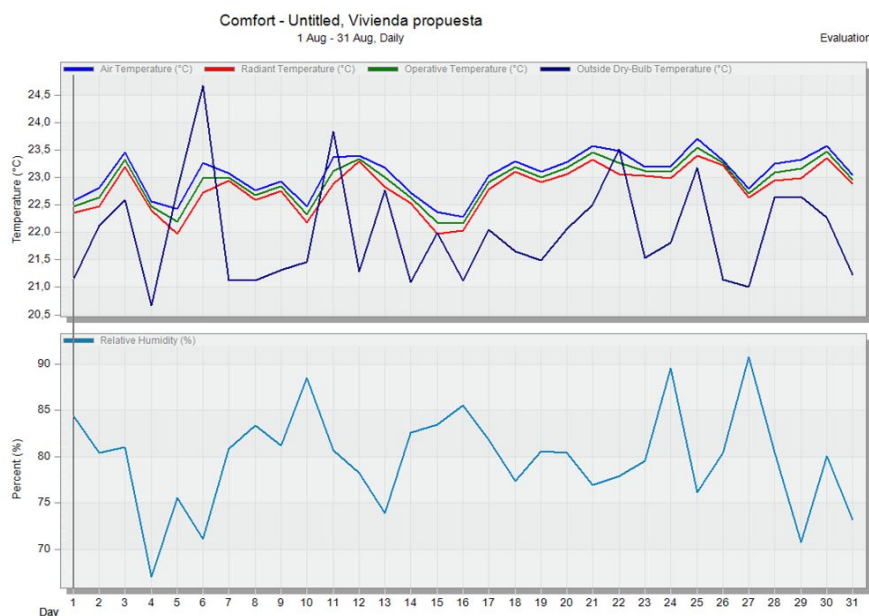


FIGURA 4.27: Gráfica de temperatura interna y porcentaje de percepción en el mes de agosto – Vivienda propuesta

Fuente: Resultados de simulación en DesignBuilder

4.4.3. Resultados de simulación en Designbuilder

En definitiva, la temperatura interna de la casa se ve afectada directamente por la temperatura externa ($32,92^{\circ}\text{C}$) y por la incidencia de la luz solar en el techo. Los materiales de la cubierta que poseen los casos de estudio (fibrocemento, zinc, losa de concreto) son conductores de calor por excelencia, que con juntamente con la cantidad de calor corporal de los residentes y las actividades que ejecutan en el interior la temperatura varía a lo largo del día.

Los resultados muestran que en un día representativo del mes de abril (día 2) la vivienda se encuentra más horas fuera de confort (15 horas) que en el mes de agosto (5 horas). El porcentaje de horas que se encuentran por debajo del límite mínimo de temperatura sin confort no supera el 20,83 %, lo que indica que existe malestar térmico en los hogares relacionado con la temperatura mínima, aunque en menor medida en relación a las altas temperaturas. Por otro lado, el porcentaje de horas por encima del nivel máximo de confort a su vez supera el 62,5 %, lo que es una clara señal de que la familia se siente más incómoda con las altas temperaturas. La conductividad térmica de los materiales en la vivienda es de gran importancia, pues de acuerdo con los resultados obtenidos en la simulación, los materiales se manifiestan en función a la capacidad para transmitir la temperatura a la que están sometidos, acentuando un alto grado la influencia del techo.

Esto demuestra que las propiedades térmicas de los materiales (especialmente la cubierta) no permiten que exista una temperatura confortable en el interior, especialmente durante las horas más expuestas al sol, pues es evidente que los materiales de las viviendas analizadas no responden favorablemente al clima en el que se ubican.

Por otro lado, analizando la propuesta de vivienda bioclimática en la simulación se muestra que hay una diferencia significativa con los casos de estudio, evidenciándose una disminución de temperatura de 3°C a 4°C , haciendo de los espacios, áreas más confortables y armónicas para vivir. Como se mencionó, la temperatura exterior influye mucho, es por esto que para controlar que el calor pase a través de las envolventes se usó un material aislante, tanto en muros, como en cubierta. Asimismo, se elevó el piso unos 50 cm por encima del nivel del suelo, la orientación, la disposición de la planta, el manejo de la ventilación natural (vientos dominantes), colocación de ventanas, etc.

A continuación, se muestra la tabla resumen y graficas de la comparación de la propuesta de vivienda bioclimática vs. casos de estudio, visualizados mediante simulaciones utilizando el software Designbuilder, en los que se comparan temperaturas más altas, más bajas, humedad relativa, espacio caliente y fresco, tanto del mes de abril como de agosto. Debe enfatizarse que la denominación de “espacio fresco” se asigna en función de la temperatura más baja que marca el espacio, no porque la temperatura sea en realidad el rango de confort óptimo.

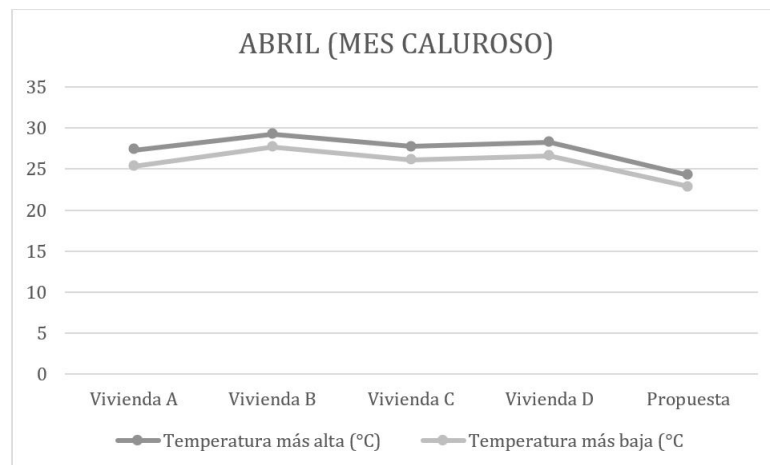


FIGURA 4.28: Gráfica de comparación de casos de estudio vs propuesta arquitectónica

Fuente: (Flores, 2022)

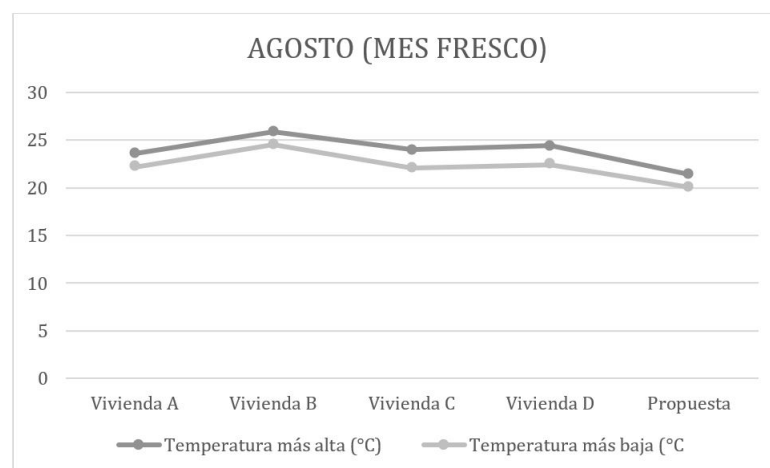


FIGURA 4.29: Gráfica de comparación de casos de estudio vs propuesta arquitectónica

Fuente: (Flores, 2022)

Tabla 4.8: Tabla de comparación de casos de estudio con propuesta arquitectónica

COMPARACIÓN DE CASOS DE ESTUDIO CON PROPUESTA ARQUITECTÓNICA										
Límite máximo (31°C - Disconfort), Temperatura óptima (21°C a 24°C - Confort del usuario), y Límite mínimo (18°C - Disconfort)										
	Vivienda A		Vivienda B		Vivienda C		Vivienda D		Propuesta	
	Materialidad	Habitante	Materialidad	Habitante	Materialidad	Habitante	Materialidad	Habitante	Materialidad	Habitante
	-Bloque con empañete -Techo de fibrocemento -Placa de concreto con acabado de cerámica	2 Pisos 1	-Bloque con empañete -Losa de concreto (cubierta y entrepiso) -Placa de concreto con acabado de cerámica	4 Pisos 2	-Ladrillo con empañete -Techo de zinc -Placa de concreto con acabado de cerámica	3 Pisos 1	-Ladrillo con empañete -Techo de zinc -Losa con cámara de aire -Placa de concreto con acabado de cerámica	5 Pisos 2	-Bloque aislado -Techo metálico prepitando con aislamiento -Placa de concreto con acabado de cerámica elevada	4 Pisos
ABRIL (MES CALUROSO)	Temperatura más alta (°C)	De aire: 27,57 Operativa: 27,30 Radiante: 27,10	De aire: 29,11 Operativa: 29,29 Radiante: 29,80	De aire: 27,86 Operativa: 27,75 Radiante: 27,65	De aire: 28,42 Operativa: 28,30 Radiante: 28,19	De aire: 24,07 Operativa: 24,26 Radiante: 23,06				
	Temperatura más baja (°C)	De aire: 25,50 Operativa: 25,38 Radiante: 25,18	De aire: 27,61 Operativa: 27,68 Radiante: 27,75	De aire: 26,22 Operativa: 26,14 Radiante: 25,99	De aire: 26,63 Operativa: 26,57 Radiante: 26,51	De aire: 22,86 Operativa: 22,91 Radiante: 22,86				
	Humedad relativa (%)	70,50	62,66	74,98	67,73	72,25				
	Espacio caliente	Sala – comedor (30°C)	PB: Sala TV – comedor (30,49°C) PA: Dormitorio 2 (35,16°C)	Lavandería y patio posterior (30,93°C)	PB: Sala (30,46°C) PA: Pasillo (33,22°C)	Dormitorio 2 (26,79°C)				
	Espacio fresco	Dormitorio 1 (27,51°C)	PB: Hall de acceso (28,39°C) PA: Sala de estar (34,69°C)	Dormitorio 2 (28,68°C)	PB: Dormitorio (28,80°C) PA: Dormitorio 1 (31,94°C)	Lavandería (24,50°C)				
AGOSTO (MES FRESCO)	Temperatura más alta (°C)	De aire: 24,13 Operativa: 23,58 Radiante: 23,54	De aire: 25,69 Operativa: 25,84 Radiante: 26	De aire: 24,13 Operativa: 24,05 Radiante: 23,98	De aire: 24,47 Operativa: 24,39 Radiante: 24,01	De aire: 21,47 Operativa: 21,37 Radiante: 21,16				
	Temperatura más baja (°C)	De aire: 22,37 Operativa: 22,18 Radiante: 22	De aire: 24,50 Operativa: 24,51 Radiante: 24,53	De aire: 22,26 Operativa: 22,09 Radiante: 21,92	De aire: 22,64 Operativa: 22,44 Radiante: 22,24	De aire: 20,15 Operativa: 20,07 Radiante: 20,00				
	Humedad relativa (%)	71,41	71,95	83,54	83,51	71,08				
	Espacio caliente	Sala – comedor (22,59°C)	PB: Sala TV – comedor (24,17°C) PA: Dormitorio 2 (26,88°C)	Sala (22,05°C)	PB: Sala (21,86°C) PA: Dormitorio 2 (22,83°C)	Sala – Comedor -Cocina (22,44°C)				
	Espacio fresco	Lavandería (21,32°C)	PB: Hall de acceso (23,16°C) PA: Sala de estar (24,22°C)	Dormitorio 2 (21,44°C)	PB: Dormitorio (21,83°C) PA: Pasillo (22,28°C)	Dormitorio 1 (21,98°C)				

Fuente: (FLORES, 2022)

Conclusiones y recomendaciones

5.1. Conclusiones

La base teórica fue la parte esencial para conseguir una visión más clara del escenario a estudiar. Se definió los factores y elementos que se tenía que analizar del piso climático tropical megatérmico seco. Del mismo modo, la investigación sobre el confort, específicamente del confort higrotérmico (definido como malestar inducido por la temperatura), está asociado con factores ambientales y fisiológicos que influyen en el inconfort del usuario. Para abordar esto, se utilizaron dos herramientas bioclimáticas: el diagrama psicrométrico de Givoni, que elaboró recomendaciones prácticas y funcionales a partir de la interpolación de los valores de temperatura y humedad en el mapa climático, y la tabla de Mahoney, que permitió analizar los datos climáticos de Pasaje mes a mes, a partir de la tabla de diagnóstico de rigor térmico, la tabla de indicadores y la tabla de recomendaciones para diseño arquitectónico.

Correspondiente al objetivo específico 2, el estudio de los datos climáticos en Pasaje muestra que a lo largo del año el mes más caluroso es abril y el mes más fresco es agosto. En el análisis in situ (realizado en junio) permitió evidenciar las características constructivas, morfológicas y de implantación de los casos de estudio, identificando baja eficiencia térmica de los materiales en su envolvente (muros, piso, entepiso y cubierta), aberturas que no estaban posicionadas correctamente porque no había un aprovechamiento y optimización de los vientos dominantes. Sumado a esto, se tiene constancia de que, al inicio de la tarde, el sol arroja sus rayos directamente sobre la cubierta, ingresando todo ese calor en los ambientes de la casa, por lo que la elección del material de la cubierta fue estratégica. Las encuestas de percepción de confort térmico dieron una imagen más clara de la situación que existía en Pasaje durante ese mes. Por la mañana, los usuarios sintieron el ambiente “fresco” (57,1%), en las tardes experimentaron un ambiente “caluroso” (25,73%), y por la noche la temperatura volvía a cambiar, percibiendo nuevamente “fresco” (45,7%).

En respuesta a los resultados del análisis in situ, el objetivo específico 3 expone las herramientas bioclimáticas utilizadas, que dan como resultado medidas correctivas de accionar al momento de diseñar. Estos mecanismos bioclimáticos analizan el clima durante todo el año; según la carta de Givoni, de junio a diciembre se encuentra en zona de confort admisible y requerimiento de ventilación natural, de enero hasta abril se requiere de ven-

tilación natural y secado convencional. Mahoney, por su parte, estableció orientación N-S, configuración extendida para ventilar, habitaciones de una galería con ventilación constante, grandes aberturas, sombreado total y permanente en fachada E-O mediante el uso de grandes voladizos (de 2,00 m), muros ligeros (estructura de madera con revestimiento de rollos de caña de guadua) y cubiertas ligeras y reflejantes (utilización de cubierta metálica prepintada (blanco) tipo sándwich con aislamiento de poliuretano de 2”).

Finalmente, por parte del objetivo específico 4 se concluyen los datos comparativos de la simulación, demostrando que la casa B es la que padece mayor discomfort y la casa propuesta es la que se encuentra en confort. Las viviendas se especifican sucesivamente desde la que pasa el límite máximo de confort hasta la que se encuentra en confort óptimo. La vivienda B, es la que padece mayor discomfort, principalmente por la envolvente de la casa (bloque con empañete - losa de concreto en cubierta y entrepiso - placa de concreto con acabado de cerámica), número de habitantes (4) y los niveles que posee (2); la temperatura más alta en el mes más caluroso (abril) es 29.29 °C y la más baja es 27.68 °C, la temperatura más alta en el mes más fresco (agosto) es 25.84 °C y la más baja es 24.51 °C. Seguidamente, la vivienda D, por la envolvente de la casa (ladrillo con empañete - techo de zinc - losa con cámara de aire - placa de concreto con acabado de cerámica), número de habitantes (5) y los niveles que posee (2); la temperatura más alta en el mes más caluroso (abril) es 28.30 °C y la más baja es 26.57 °C, la temperatura más alta en el mes más fresco (agosto) es 24.39 °C y la más baja es 22.44 °C.

Asimismo, la vivienda C, por la envolvente de la casa (ladrillo con empañete - techo de zinc - placa de concreto con acabado de cerámica), número de habitantes (3) y los niveles que posee (1); la temperatura más alta en el mes más caluroso (abril) es 27.75 °C y la más baja es 26.14 °C, la temperatura más alta en el mes más fresco (agosto) es 24.05 °C y la más baja es 22.09 °C. Después, la vivienda A, por la envolvente de la casa (Bloque con empañete - techo de fibrocemento - placa de concreto con acabado de cerámica), número de habitantes (2) y los niveles que posee (1); la temperatura más alta en el mes más caluroso (abril) es 27.30 °C y la más baja es 25.38 °C, la temperatura más alta en el mes más fresco (agosto) es 23.58 °C y la más baja es 22.18 °C. Y finalmente, la vivienda propuesta; su materialidad de bloque aislado, techo metálico prepintado con aislamiento, y placa de concreto con acabado de cerámica elevada, el número de habitantes es de 4 a 5, y posee un solo nivel; la temperatura más alta en el mes más caluroso (abril) es 24.26 °C y la más baja es 22.91 °C, la temperatura más alta en el mes más fresco (agosto) es 21.37 °C y la más baja es 20.00 °C.

5.2. Recomendaciones

- Recolectar datos de fuentes confiables sobre los elementos climáticos, de estaciones meteorológicas ubicadas en la zona climática en estudio, con un análisis de al menos 5 años, que permita una lectura clara del clima antes mencionado.
- Gestionar con anterioridad la petición a la estación meteorológica o INOCAR para la obtención de los datos meteorológicos de la ciudad que se desea estudiar, ya que

puede quitar tiempo para la realización de dicho estudio.

- Realizar encuestas concretas y fáciles de entender, porque cuando se realizan encuestas de campo con residentes sin experiencia sobre temas nuevos, los resultados suelen ser inexactos porque la información no es bien recibida.
- Emplear las recomendaciones propuestas en este trabajo, puesto que resultaron luego de un absoluto estudio de la ciudad de Pasaje, respetar lo ya establecido porque su modificación provocará que no se llegue a los niveles de confort deseados.
- Llevar a cabo investigaciones de intervención bioclimática en áreas públicas de recreación y ocio en la ciudad de Pasaje.

Referencias

- Astudillo, F. (2009). Los materiales de construcción y su aporte al mejoramiento del confort térmico en viviendas periféricas de la ciudad de Loja. *Universidad técnica particular de Loja*.
- Cruz, A. (2014). *Factores que afectan el desarrollo de vivienda bioclimática unifamiliar en el México urbano actual y alternativas para fomentarlo* (Tesis de Master no publicada). Universidad Autónoma Metropolitana (México). Unidad Azcapotzalco
- Guachizaca Peralta, J. C. (2015). *Propuesta de vivienda bioclimática para el ministerio de desarrollo urbano y vivienda (miduvi), en la parroquia rural de malacatos del cantón y provincia de Loja*. (B.S. thesis). LOJA/UIIDE/2015.
- Guimarães Merçon, M. (2008). Confort térmico y tipología arquitectónica en clima cálido-húmedo. *Barcelona, España: Universidad Politécnica de Catalunya, Master Oficial Arquitectura Energía y Medio ambiente*.
- Guzmán Clavijo, C. F. (2016). Recomendaciones bioclimáticas para el diseño arquitectónico de vivienda unifamiliar en el clima ecuatorial mesotérmico semi húmedo, ubicado en el cantón girón, provincia del azuay.
- Lazo Tigre, A. S. (2016). Recomendaciones bioclimáticas para el diseño arquitectónico de vivienda unifamiliar en el clima ecuatorial de alta montaña, ubicado en el cantón chordeleg, provincia del azuay.
- Maldonado, B. (2006). *Centro experimental de arquitectura bioclimática: estudios en arquitectura bioclimática* (B.S. thesis). Quito: USFQ, 2006.
- Pozo Leño, C. T., y cols. (2011). *Determinación de estrategias de diseño bioclimático para la ciudad de sucre (bolivia)* (Tesis de Master no publicada). Universidad Internacional de Andalucía.
- Pullutasig Lagua, J. D. (2019). *Diseño de un conjunto de viviendas bajo criterios bioclimáticos y eficiencia energética en conocoto* (B.S. thesis). Quito: UCE.
- Ugarte, J. (2018). Guía de arquitectura bioclimática. *San José de Costa Rica*.

6.1. Tablas de Excel de datos meteorológicos por INOCAR

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S
1	Mes	Temp-Med	HR	Tmax-med	Tmin-med	Dir-med	Vel-med (m/s)												
2	ene-10	26,6	80,9	28,8	24,5	181,0	1,8												
3	feb-10	27,6	81,4	29,7	25,0	185,7	1,5												
4	mar-10	27,6	80,8	29,8	25,3	183,8	1,6												
5	abr-10	27,9	79,9	29,9	25,4	190,6	1,6												
6	may-10	26,9	83,3	28,5	25,0	211,5	2,0												
7	jun-10	24,7	86,2	26,3	23,2	229,3	2,4												
8	jul-10	23,9	85,3	25,2	22,3	199,4	2,1												
9	ago-10	22,9	86,2	24,4	21,5	203,4	2,3												
10	sep-10	22,9	86,1	24,4	21,5	204,5	2,1												
11	oct-10	23,2	85,2	24,7	21,5	223,5	2,1												
12	nov-10	23,3	85,1	25,0	21,6	225,8	2,1												
13	dic-10	24,8	82,3	26,3	23,1	203,6	1,7												
14	ene-11	26,3	79,4	28,1	24,0	207,1	1,6												
15	feb-11	26,5	79,2	28,5	24,2	209,5	1,9												
16	mar-11	26,8	78,3	28,9	25,0	195,6	1,6												
17	abr-11	26,7	80,5	29,1	24,6	209,0	1,8												
18	may-11	25,9	81,3	27,9	24,3	222,7	2,0												
19	jun-11	25,5	82,5	27,1	23,9	233,2	2,0												
20	jul-11	24,5	84,0	26,1	22,8	237,7	2,2												
21	ago-11	23,3	85,4	25,2	21,6	229,2	2,4												
22	sep-11	22,8	87,2	25,0	21,3	237,4	2,2												
23	oct-11	23,4	82,1	25,9	21,5	220,1	2,1												
24	nov-11	24,1	79,9	26,9	22,1	251,8	2,4												
25	dic-11	25,8	78,0	28,5	23,9	207,8	1,6												
26	ene-12	26,2	79,8	29,1	23,5	198,1	1,6												
27	feb-12	26,5	80,0	29,5	23,9	180,4	1,4												
28	mar-12	27,6	77,3	30,8	25,0	183,0	1,2												
29	abr-12	27,6	77,3	30,7	25,0	196,9	1,4												
30	may-12	27,0	79,3	29,7	25,1	220,3	1,7												
31	jun-12	26,1	81,2	28,6	24,2	244,0	2,4												
32	jul-12	24,9	83,1	27,4	23,3	243,1	2,4												
33	ago-12	23,0	86,9	25,2	21,6	270,3	2,8												
34	sep-12	23,4	85,2	25,8	21,7	226,7	2,1												
35	oct-12	23,5	85,3	25,6	21,8	211,7	2,0												
36	nov-12	24,4	83,4	26,8	22,6	195,4	1,6												
37	dic-12	25,6	80,8	28,2	23,5	202,6	1,5												
38	ene-13	26,7	80,3	29,3	24,4	217,2	1,7												
39	feb-13	27,2	78,3	30,1	24,5	204,4	1,5												
40	mar-13	27,5	78,6	30,3	25,1	201,8	1,5												
41	abr-13	26,7	80,3	29,8	24,8	194,6	1,8												
42	may-13	24,9	84,6	27,3	23,3	236,1	2,3												
43	jun-13	23,6	86,0	25,8	22,3	234,6	2,4												
44	jul-13	22,7	87,0	24,7	21,3	231,5	2,3												
45	ago-13	22,8	85,6	25,2	21,0	225,1	2,3												
46	sep-13	22,9	85,5	24,8	21,4	242,4	2,4												
47	oct-13	23,3	86,4	24,9	21,8	244,0	2,2												
48	nov-13	23,8	84,0	25,6	22,2	230,7	2,1												
49	dic-13	25,2	80,0	27,7	23,5	207,4	1,5												
50	ene-14	27,0	78,5	29,3	24,2	214,0	1,6												
51	feb-14	27,2	76,3	29,6	24,5	203,4	1,6												
52	mar-14	27,3	77,1	30,1	24,7	197,3	1,4												

FIGURA 6.1: Tabla de Excel de temperatura, humedad relativa, y velocidad de los vientos de la ciudad de Pasaje

Fuente: (Flores, 2022)

Mes	Acumulado (PRECIPITACIÓN mm)
ene-10	19,6
feb-10	303,5
mar-10	72,1
abr-10	57,8
may-10	3,6
jun-10	4
jul-10	2,5
ago-10	0,5
sep-10	2,4
oct-10	7,5
nov-10	3
dic-10	8,5
ene-11	68,8
feb-11	153
mar-11	20,4
abr-11	44,2
may-11	0
jun-11	0
jul-11	7,7
ago-11	0,5
sep-11	0
oct-11	0
nov-11	0
dic-11	1,8
ene-12	208
feb-12	208
mar-12	144,3
abr-12	178,8
may-12	3,9
jun-12	0
jul-12	1
ago-12	0
sep-12	0
oct-12	2,9
nov-12	3,4
dic-12	11,4
ene-13	15,3
feb-13	74

FIGURA 6.2: *Tabla de Excel de precipitación de la ciudad de Pasaje*

Fuente: (Flores, 2022)

6.2. Encuesta en línea

30/12/21 23:26

ENCUESTA DESTINADA A LA EVALUACIÓN DEL CONFORT TÉRMICO

ENCUESTA DESTINADA A LA EVALUACIÓN DEL CONFORT TÉRMICO

El propósito de este estudio es comprender el confort térmico interior de su hogar. Esta sensación está influenciada por su vestimenta y las actividades que realiza. Los datos obtenidos en esta encuesta son de naturaleza puramente académica.

Obligatorio

1. Por favor, añada la fecha y hora en la que está realizando esta encuesta. *

Ejemplo: 7 de enero del 2019 a las 11:03

SECCIÓN A - INFORMACIÓN DEL USUARIO

2. 1. Por favor, seleccione su género. *

Seleccione todos los que correspondan.

- Masculino
 Femenino

3. 2. Por favor, seleccione su rango de edad. *

Seleccione todos los que correspondan.

- 9 - 19 años
 20 - 44 años
 45 - 64 años
 65 - 80 años

4. 3. Por favor, escriba su altura (m) y su peso (kg). *

5. 4. Por favor, seleccione su tipo de piel. *

Seleccione todos los que correspondan.

- Piel muy pálida, cabello rojizo, muchas pecas
 Piel pálida, cabello rubio, algunas pecas
 Piel morena, cabello y ojos castaños
 Piel marrón oscura, cabello oscuro
 Piel y cabello negro

6. 5. Seleccione el listado de prendas que mejor describan lo que está usando en este momento. *

Seleccione todos los que correspondan.

- Camiseta/Blusa manga corta
 Camiseta/Blusa manga larga
 Pantalones cortos
 Pantalones ligeros
 Pantalones normales
 Suéter fino
 Zapato suela gruesa
 Zapato suela fina
 Falda ligera 15 cm sobre la rodilla
 Vestido ligero sin mangas

7. 6. Seleccione las actividades que se encontraba realizando treinta minutos antes de realizar la encuesta. *

Seleccione todos los que correspondan.

- Dormir
 Estar acostado
 Sentado con actividad ligera
 De pie con actividad ligera
 Caminar en horizontal (2km)
 Limpieza doméstica
 Ejercicio moderado
 Ejercicio intenso
 Correr (15 Km)

SECCIÓN B - ACCLIMATACIÓN/ADAPTACIÓN

8. 7. ¿Hace que tiempo reside en su vivienda? *

Seleccione todos los que correspondan.

- Menos de 1 año
 1 - 3 años
 Mas de 3 años

9. 8. Seleccione el material predominante de su vivienda. *

Marca solo un óvalo.

- Hormigón
 Ladrillo o Bloque

10. 9. Seleccione el número de pisos que posee su vivienda. *

Marca solo un óvalo.

- 1
 2

11. 10. Durante la mañana la temperatura en su vivienda es: *

Seleccione todos los que correspondan.

- Frio (3)
 Fresco (2)
 Ligeramente fresca (1)
 Neutral (0)
 Ligeramente caluroso (1)
 Caluroso (2)
 Muy caluroso (3)

https://docs.google.com/forms/d/1enOrbrPN8zz_DGdWgc2gtY3sPfwJvhh2EClzZpE2ZaM/edit

1/3

FIGURA 6.3: Preguntas de encuesta en línea – SECCIÓN A

Fuente: (Flores, 2022)

SECCIÓN B – ACLIMATAciónADAPTACIÓN

8. 7. ¿Hace que tiempo reside en su vivienda? *

Selecciona todos los que correspondan:

- Menos de 1 año
 1 - 3 años
 Mas de 3 años

9. 8. Seleccione el material predominante de su vivienda. *

Marca solo un óvalo.

- Hormigón
 Ladrillo o Bloque

10. 9. Seleccione el número de pisos que posee su vivienda. *

Marca solo un óvalo.

- 1
 2

11. 10. Durante la mañana la temperatura en su vivienda es: *

Selecciona todos los que correspondan:

- Frio (-3)
 Fresco (-2)
 Ligeramente fresco (-1)
 Neutral (0)
 Ligeramente caluroso (1)
 Caluroso (2)
 Muy caluroso (3)

12. 11. Durante la tarde la temperatura en su vivienda es: *

Selecciona todos los que correspondan:

- Frio (-3)
 Fresco (-2)
 Ligeramente fresco (-1)
 Neutral (0)
 Ligeramente caluroso (1)
 Caluroso (2)
 Muy caluroso (3)

13. 12. Durante la noche la temperatura en su vivienda es: *

Selecciona todos los que correspondan:

- Frio (-3)
 Fresco (-2)
 Ligeramente fresco (-1)
 Neutral (0)
 Ligeramente caluroso (1)
 Caluroso (2)
 Muy caluroso (3)

14. 13. ¿Qué sistema de ventilación mecánica posee en su vivienda? *

Selecciona todos los que correspondan:

- Aire acondicionado
 Ventilador
 No dispone

FIGURA 6.4: Preguntas de encuesta en línea – SECCIÓN B

Fuente: (Flores, 2022)

30/12/21 23:26 ENCUESTA DESTINADA A LA EVALUACIÓN DEL CONFORT TÉRMICO

11. Durante la tarde la temperatura en su vivienda es: *

Seleccione todos los que correspondan.

Frío (-3)

Fresco (-2)

Ligramente fresca (-1)

Neutral (0)

Ligramente caluroso (1)

Caluroso (2)

Muy caluroso (3)

12. Durante la noche la temperatura en su vivienda es: *

Seleccione todos los que correspondan.

Frío (-3)

Fresco (-2)

Ligramente fresca (-1)

Neutral (0)

Ligramente caluroso (1)

Caluroso (2)

Muy caluroso (3)

13. ¿Qué sistema de ventilación mecánica posee en su vivienda? *

Seleccione todos los que correspondan.

Aire acondicionado

Ventilador

No dispone

SECCIÓN C – AMBIENTE INTERIOR

14. En este momento, ¿Cómo siente la temperatura de esta habitación? *

Seleccione todos los que correspondan.

Frío (-3)

Fresco (-2)

Ligramente fresca (-1)

Neutral (0)

Ligramente caluroso (1)

Caluroso (2)

Muy caluroso (3)

15. Por favor, indique como preferiría que sea la temperatura en este momento. *

Seleccione todos los que correspondan.

Frío (-3)

Fresco (-2)

Ligramente fresca (-1)

Neutral (0)

Ligramente caluroso (1)

Caluroso (2)

Muy caluroso (3)

HUMEDAD

16. En este momento, ¿Cómo siente la humedad de esta habitación? *

Seleccione todos los que correspondan.

Muy húmedo (3)

Húmedo (2)

Algo húmedo (1)

Ni húmedo, ni seco (0)

Algo seco (-1)

Seco (-2)

Muy seco (-3)

17. Por favor, indique como preferiría que sea la humedad en este momento. *

Seleccione todos los que correspondan.

Muy húmedo (3)

Húmedo (2)

Algo húmedo (1)

Ni húmedo, ni seco (0)

Algo seco (-1)

Seco (-2)

Muy seco (-3)

MOVIMIENTO DEL AIRE

18. En este momento, ¿Cómo siente el movimiento de aire de esta habitación? *

Seleccione todos los que correspondan.

Mucho más aire (3)

Más aire (2)

Un poco de aire (1)

Sin ningún cambio (0)

Un poco menos de aire (-1)

Menos aire (-2)

Mucho menos aire (-3)

19. Por favor, indique como preferiría que sea el movimiento del aire en este momento. *

Seleccione todos los que correspondan.

Mucho más aire (3)

Más aire (2)

Un poco de aire (1)

Sin ningún cambio (0)

Un poco menos de aire (-1)

Menos aire (-2)

Mucho menos aire (-3)

https://docs.google.com/forms/d/1enOrbrPN8zz_DGdWgc2gtY3sPfwJvhh2ECleZpE2ZmIedit

2/3

FIGURA 6.5: Preguntas de encuesta en línea – SECCIÓN C

Fuente: (Flores, 2022)

6.3. Fotografías



FIGURA 6.6: *Toma de temperatura interior en viviendas*
Fuente: (Flores, 2022)



FIGURA 6.7: *Toma de temperatura interior en viviendas*
Fuente: (Flores, 2022)



FIGURA 6.8: *Toma de temperatura interior en viviendas*
Fuente: (Flores, 2022)



FIGURA 6.9: *Toma de temperatura interior en viviendas*
Fuente: (Flores, 2022)



FIGURA 6.10: *Toma de temperatura interior en viviendas*
Fuente: (Flores, 2022)



FIGURA 6.11: *Toma de temperatura interior en viviendas*
Fuente: (Flores, 2022)

Autorización De Publicación En El Repositorio Institucional

Yo, **Luisa Samantha Flores Aguilera** portador de la cédula de ciudadanía N.º 0707014924. En calidad de autor/a y titular de los derechos patrimoniales del trabajo de titulación **“Diseño bioclimático para una vivienda unifamiliar en el clima tropical megatérmico seco caso de estudio: Pasaje – El Oro”** de conformidad a lo establecido en el artículo 114 Código Orgánico de la Economía Social de los Conocimientos, Creatividad e Innovación, reconozco a favor de la Universidad Católica de Cuenca una licencia gratuita, intransferible y no exclusiva para el uso no comercial de la obra, con fines estrictamente académicos, Así mismo; autorizo a la Universidad para que realice la publicación de este trabajo de titulación en el Repositorio Institucional de conformidad a lo dispuesto en el artículo 144 de la Ley Orgánica de Educación Superior.

Cuenca, **7 de enero de 2022**



F:
Luisa Samantha Flores Aguilera
0707014924