



**UNIVERSIDAD INTERNACIONAL DEL ECUADOR**  
**FACULTAD PARA LA CIUDAD, EL PAISAJE Y**  
**LA ARQUITECTURA**  
**TESIS DE GRADO PREVIO A LA OBTENCIÓN DE**  
**TÍTULO DE ARQUITECTA**

**ESTRATEGIAS BIOCLIMÁTICAS APLICADAS EN EL**  
**PROGRAMA DE VIVIENDAS DE INTERÉS SOCIAL**  
**“CIUDAD VICTORIA” DE LA CIUDAD DE LOJA, ATRAVÉS**  
**DE UN CASO DE ESTUDIO**

**Autor:**

Jhulissa Lizbeth Cartuche Contenido

**Directora:**

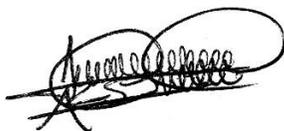
Mtr. Arq. María Isabel Vivanco

Loja-Ecuador

2022

Yo, **JHULISSA LIZBETH CARTUCHE CONTENTO**, declaro bajo juramento que el trabajo de aquí descrito, es de mi autoría; que no ha sido presentado anteriormente para ningún grado o calificación profesional y que se ha consultado la bibliografía detallada.

Cedo mis derechos de propiedad intelectual a la Universidad Internacional del Ecuador sede Loja, para que se publicado y divulgado en internet, según lo establecido en la Ley de Propiedad Intelectual, reglamento y leyes.



Jhulissa Lizbeth Cartuche Contento

Mg. Arq. María Isabel Vivanco, Docente de la UIDE–Loja certifico: Que el trabajo de investigación cuyo tema es **“ESTRATEGIAS BIOCLIMÁTICAS APLICADAS EN EL PROGRAMA DE VIVIENDAS DE INTERÉS SOCIAL “CIUDAD VICTORIA” DE LA CIUDAD DE LOJA, A TRAVÉS DE UN CASO DE ESTUDIO”**, de autoría de la postulante Jhulissa Lizbeth Cartuche Contento, previo a obtener el grado de Arquitecta del Ecuador, ha sido realizado bajo mi dirección, por lo que luego de haberlo revisado he podido constatar que cumple con todos los requisitos de fondo y forma establecidos en las normas generales para la graduación de la Universidad Internacional del Ecuador, autorizando su presentación para los fines legales pertinentes.



Mtr. Arq. María Isabel Vivanco

DIRECTORA DE TESIS

**DEDICATORIA**

A Dios, que supo guiarme por el buen camino, me dio fuerzas para seguir adelante y no desmayar ante los problemas, enseñándome a enfrentar las adversidades que se han ido presentando, con el pasar del tiempo.

A mi familia, por ser el pilar fundamental de mi vida. A mis padres Leonardo y Sarita por su apoyo incondicional en toda la carrera, por su compañía en las noches de desvelo, pero sobre todo por haber creído en mí.

A mis hermanos Leonardo y Anthony que siempre me acompañan, me llenan de fuerza, alegría y dedicación para ser su ejemplo a seguir.

A mis abuelitas, tíos/as y primos/as, que de alguna manera aportaron para llegar hasta aquí y estuvieron pendientes de mi avance en esta etapa de mi vida.

A mis compañeras de carrera Janela, Leydi y Lisset por compartir sus conocimientos, por su apoyo y por el tiempo invertido en las noches de desvelo para los trabajos, gracias.

## **AGRADECIMIENTOS**

Arq. María Isabel Vivanco

Por su apoyo, paciencia, conocimientos académicos y dedicación brindada en el trascurso de esta etapa, como tutora de este trabajo de titulación, gracias por el tiempo invertido en cada revisión.

Arq. Claudia Costa

Por su valiosa colaboración, apoyo y tiempo ofrecido para resolver las dudas que se fueron presentando en la resolución del proyecto.

A cada miembro de la Facultad de Arquitectura y Urbanismo de la Universidad Internacional del Ecuador quienes me brindaron su tiempo y ayuda para lograr el fin de este trabajo.

A los docentes, amigos y familiares que colaboraron durante este proceso, por su paciencia y comprensión, fueron participes importantes en la realización de este documento.

## Índice de Contenido

CAPITULO I .....	1
Plan Investigativo.....	1
1.1. Introducción .....	1
1.2. Resumen.....	3
1.3. Abstract .....	4
1.4. Problemática .....	5
1.5. Justificación .....	8
1.6. Hipótesis .....	10
1.7. Objetivos.....	11
1.7.1.Objetivo General.....	11
1.7.2.Objetivos Específicos.....	11
1.8. Metodología.....	11
1.8.1.Métodos.....	11
1.8.2.Técnicas .....	12
Capítulo II Marco Teórico .....	13
2.1. Arquitectura Bioclimática.....	13
2.1.1. Concepto .....	13
2.1.2. Clima.....	14
2.1.2.1. Tipos .....	14
2.1.2.2. Elementos.....	15
2.1.3.Microclima.....	17
2.1.3.1.Factores. ....	17
2.2. Confort .....	19
2.2.1. Confort Térmico.....	20
2.2.1.1. Concepto. ....	20
2.2.1.2. Parámetros.....	20
2.2.1.3. Factores .....	22
2.3. Elementos de la Envolvente.....	22
2.3.1.Muros Envoltentes .....	23
2.3.2. Pisos .....	23
2.3.3. Cubiertas .....	23
2.3.4. Ventanas.....	23
2.3.5. Puentes Térmicos .....	24
2.3.6. Aislamiento Térmico.....	24
2.4. Estrategias Bioclimáticas .....	24

2.4.1. Estrategias Bioclimáticas Pasivas .....	24	2.8.1. Casa S3.....	41
2.4.2. Estrategias de Enfriamiento Pasivo .....	26	2.8.1.1. Ubicación .....	41
2.4.3. Estrategias de Calentamiento Pasivo .....	26	2.8.1.2. Descripción. ....	41
2.5. Vivienda Social.....	28	2.8.1.3. Premios . ....	43
2.5.1. Concepto .....	28	2.8.1.4. Estrategias bioclimáticas.....	44
2.5.2. Emplazamiento .....	29	2.8.2. Proyecto de viviendas bioclimáticas de interés social. Tapelqué, provincia de Buenos Aires, Argentina. ....	45
2.5.3. Problemas.....	29	2.8.2.1. Ubicación. ....	45
2.5.3.1. Déficit cuantitativo. ....	29	2.8.2.2. Descripción: .....	45
2.5.3.2. Déficit cualitativo .....	29	2.8.2.3. Estrategias Bioclimáticas .....	47
2.5.4. Características .....	30	2.8.3. Casa Tempero .....	49
2.6. Normativa .....	32	2.8.3.1. Ubicación .....	50
2.6.1. Norma Ashrae Standard 55 (Confort Térmico) .32		2.8.3.2. Descripción.. ....	50
2.6.3. Términos de Referencia Estandarizados con Parámetros de Eficiencia Energética y Confort Ambiental (TDRe) de Chile .....	37	2.9. Síntesis .....	53
2.6.2. Norma de Eficiencia Energética en la Construcción en Ecuador (NEC-HS-EE).....	37	Capitulo III Marco Contextual .....	55
2.7. Metodología .....	39	3.1. Metodología .....	55
2.8. Referentes Arquitectónicos.....	41	3.1.1. Análisis a Nivel Regional .....	56
		3.1.2. Análisis a Nivel Local.....	56

3.1.3. Análisis a Nivel del Sitio .....	56	3.4.5. Microclima .....	67
3.1.4. Análisis a Nivel de Vivienda .....	57	□ Cuerpos de agua.....	67
3.2. Situación Geográfica del Ecuador .....	58	□ Formaciones montañosas.....	69
3.2.1. Geografía Física.....	58	□ Vegetación.....	69
3.2.1.1 Costa .....	58	3.5. Características del Proyecto “Ciudad Victoria”.....	71
3.2.1.2. Sierra.....	58	3.5.1. Tipologías.....	71
3.2.1.3. Oriente.....	58	3.5.2. Forma .....	74
3.2.1.4. Galápagos.....	59	3.5.3. Envolverte .....	75
3.2.2. Zonas Climáticas.....	59	3.5.4. Delimitación de viviendas.....	77
3.2.3. Radiación Solar en el Ecuador.....	60	3.6. Análisis de resultados de encuestas .....	80
3.3. Características del Cantón Loja .....	61	3.6.1. Tabulación de Datos.....	80
3.3.1. Ubicación .....	61	3.6.2. Análisis de Encuestas.....	86
3.3.2. Clima.....	62	Capitulo IV Evaluación y Diagnóstico del caso de estudio ....	88
3.4. Características climatológicas del Sitio .....	63	4.1. Selección del caso de estudio.....	88
3.4.1. Ubicación .....	63	4.1.1. Ubicación .....	90
3.4.2. Características.....	64	4.2. Cálculo del Límite del Rango de Confort .....	91
3.4.3. Orientación.....	65	4.3. Cálculo de la Transmitancia Térmica de los Materiales	
3.4.4. Vientos Predominantes .....	66	Constructivos .....	91

4.3.1.	Fundamentos Básicos.....	91	5.2.2.2.	Aislamiento térmico en la Envolvente .....	131
4.3.2.	Cálculo del Valor U en Muros .....	93	5.2.2.3.	Ventanas.....	132
4.3.3.	Cálculo del Valor U en Pisos .....	94	5.2.2.4.	Celosías o lamas.....	134
4.3.6.	Cálculo del Valor U en Techumbre (Tipología2) .....	95	5.2.2.5.	Cerramiento.....	135
4.4.	Análisis del soleamiento de la vivienda.....	97	5.2.2.6.	Fachada. ....	136
4.5.	Parámetros de simulación .....	99	5.2.3.	Evaluación.....	137
4.6.	Evaluación de la vivienda .....	101	5.2.3.1.	Prueba 1.....	137
4.6.1.	Resultados obtenidos .....	114	5.2.3.2.	Prueba 2.....	141
4.7.	Síntesis del diagnostico.....	117	5.2.3.3.	Prueba 3.....	146
4.7.1.	Condicionantes.....	117	5.2.4.	Discusión de Resultados .....	150
4.7.2.	Potencialidades .....	118	Capítulo VI	Anteproyecto Arquitectónico .....	154
4.7.3.	Acciones.....	120	6.1.	Plantas arquitectónicas.....	155
Capítulo V	Propuesta .....	121	6.2.	Plantas de cubierta .....	156
5.2.	Estrategias bioclimáticas pasivas.....	124	6.3.	Elevaciones arquitectónicas .....	158
5.2.1.	Planteamiento.....	125	6.4.	Secciones arquitectónicas .....	159
5.2.2.	Aplicación.....	127	6.5.	Diagrama bioclimático del aislamiento térmico .....	160
5.2.2.1.	Cubierta.....	127	6.6.	Diagrama bioclimático del aislamiento térmico .....	161
			6.7.	Secciones constructivas.....	162

6.8. Aislamiento térmico.....	163
6.9. Imágenes exteriores 3D.....	164
6.10. Imágenes interiores 3D .....	165
6.11. Presupuesto .....	166
7. CONCLUSIONES .....	168
8.RECOMENDACIONES.....	170
9. BIBLIOGRAFÍA .....	171
10. Anexos .....	176
10.1. Anexo A Encuesta.....	176
10.2. Anexo B Solicitud.....	180
10.3. Anexo C Oficio INAMHI .....	181

## Índice de Tablas

Tabla 1 .....	15
Tabla 2 .....	244
Tabla 3 .....	26
Tabla 4 .....	27
Tabla 5 .....	30
Tabla 6 .....	30
Tabla 7 .....	33
Tabla 8 .....	34
Tabla 9 .....	36
Tabla 10 .....	41
Tabla 11 .....	53
Tabla 12 .....	62
Tabla 13 .....	63
Tabla 14 .....	63
Tabla 15 .....	64
Tabla 16 .....	65
Tabla 17 .....	70
Tabla 18 .....	71
Tabla 19 .....	75
Tabla 20 .....	77
Tabla 21 .....	78
Tabla 22 .....	79
Tabla 23 .....	80
Tabla 24 .....	92
Tabla 25 .....	93
Tabla 26 .....	93
Tabla 27 .....	94
Tabla 28 .....	95
Tabla 29 .....	96
Tabla 30 .....	97
Tabla 31 .....	98
Tabla 32 .....	98
Tabla 33 .....	99
Tabla 34 .....	100
Tabla 35 .....	102
Tabla 36 .....	102
Tabla 37 .....	103
Tabla 38 .....	103
Tabla 39 .....	104
Tabla 40 .....	104
Tabla 41 .....	105
Tabla 42 .....	105
Tabla 43 .....	106
Tabla 44 .....	106
Tabla 45 .....	107
Tabla 46 .....	107
Tabla 47 .....	108
Tabla 48 .....	108
Tabla 49 .....	109
Tabla 50 .....	109
Tabla 51 .....	110
Tabla 52 .....	110
Tabla 53 .....	111
Tabla 54 .....	111
Tabla 55 .....	112
Tabla 56 .....	112
Tabla 57 .....	113
Tabla 58 .....	113
Tabla 59 .....	114
Tabla 60 .....	117
Tabla 61 .....	122
Tabla 62 .....	123
Tabla 63 .....	125
Tabla 64 .....	127
Tabla 65 .....	128

Tabla 66 .....	129
Tabla 67 .....	13030
Tabla 68 .....	132
Tabla 69 .....	132
Tabla 70 .....	133
Tabla 71 .....	134
Tabla 72 .....	135
Tabla 73 .....	136
Tabla 74 .....	136
Tabla 75 .....	137
Tabla 76 .....	137
Tabla 77 .....	138
Tabla 78 .....	138
Tabla 79 .....	139
Tabla 80 .....	139
Tabla 81 .....	140
Tabla 82 .....	141
Tabla 83 .....	142
Tabla 84 .....	143
Tabla 85 .....	143
Tabla 86 .....	144
Tabla 87 .....	145
Tabla 88 .....	146
Tabla 89 .....	147
Tabla 90 .....	148
Tabla 91 .....	148
Tabla 92 .....	149
Tabla 93 .....	150
Tabla 94 .....	166
Tabla 95 .....	166

## Índice de Figuras

Figura 1 .....	7
Figura 2 .....	7
Figura 3 .....	8
Figura 4 .....	13
Figura 5 .....	18
Figura 6 .....	19
Figura 7 .....	19
Figura 8 .....	24
Figura 9 .....	26
Figura 10 .....	28
Figura 11 .....	39
Figura 12 .....	40
Figura 13 .....	40
Figura 14 .....	41
Figura 15 .....	42
Figura 16 .....	42
Figura 17 .....	43
Figura 18 .....	44
Figura 19 .....	44
Figura 20 .....	45
Figura 21 .....	46
Figura 22 .....	48
Figura 23 .....	48
Figura 24 .....	49
Figura 25 .....	51
Figura 26 .....	52
Figura 27 .....	52
Figura 28 .....	59
Figura 29 .....	60
Figura 30 .....	61
Figura 31 .....	61
Figura 32 .....	63

Figura 33.....	64	Figura 66.....	106
Figura 34.....	65	Figura 67.....	106
Figura 35.....	66	Figura 68.....	107
Figura 36.....	67	Figura 69.....	107
Figura 37.....	68	Figura 70.....	108
Figura 38.....	68	Figura 71.....	108
Figura 39.....	68	Figura 72.....	109
Figura 40.....	68	Figura 73.....	109
Figura 41.....	68	Figura 74.....	110
Figura 42.....	69	Figura 75.....	110
Figura 43.....	69	Figura 76.....	111
Figura 44.....	70	Figura 77.....	111
Figura 45.....	70	Figura 78.....	112
Figura 46.....	72	Figura 79.....	112
Figura 47.....	73	Figura 80.....	113
Figura 48.....	74	Figura 81.....	113
Figura 49.....	74	Figura 82.....	116
Figura 50.....	78	Figura 83.....	118
Figura 51.....	79	Figura 84.....	119
Figura 52.....	89	Figura 85.....	119
Figura 53.....	90	Figura 86.....	119
Figura 54.....	93	Figura 87.....	120
Figura 55.....	94	Figura 88.....	121
Figura 56.....	95	Figura 89.....	123
Figura 57.....	102	Figura 90.....	124
Figura 58.....	102	Figura 91.....	130
Figura 59.....	103	Figura 92.....	131
Figura 60.....	103	Figura 93.....	131
Figura 61.....	104	Figura 94.....	135
Figura 62.....	104	Figura 95.....	137
Figura 63.....	105	Figura 96.....	138
Figura 64.....	105	Figura 97.....	138
Figura 65.....	106	Figura 98.....	138

Figura 99 .....	139
Figura 100 .....	140
Figura 101 .....	142
Figura 102 .....	142
Figura 103 .....	143
Figura 104 .....	144
Figura 105 .....	144
Figura 106 .....	145
Figura 107 .....	147
Figura 108 .....	147
Figura 109 .....	147

## CAPITULO I

### 1. Plan Investigativo

#### 1.1.Introducción

##### Antecedentes

La arquitectura como disciplina debe brindar las condiciones adecuadas para el habitante y su relación con el entorno, este debe ser capaz de apropiarse del territorio, incorporar factores climáticos y trabajar con ellos para lograr el confort ambiental en el hábitat de las personas. En los diferentes espacios habitables que podemos construir, la vivienda es el principal instrumento que nos permite satisfacer las exigencias de confort adecuadas. (Olgay, 1998)

Catalán (1993), define al confort como “el conjunto de condiciones en las que los mecanismos de autorregulación son mínimos”, en cambio Ambriz (2005) dice que es “la condición mental bajo la cual expresan satisfacción la mayoría de los

ocupantes de un determinado ambiente térmico”. Junto a este concepto también existen elementos que definen al confort interior en una edificación: iluminación, ventilación, temperatura, humedad, ruido y espacio, entre las que destacan temperatura y humedad, las cuales son denominadas higrotérmicas. Adicional a estas características climatológicas, existen otros agentes externos que pueden afectar a la edificación como la orientación, altura de piso a techo, materialidad de la envolvente, entre otros.

La ausencia del confort térmico interior en un espacio, donde el individuo realiza cualquier actividad implicara una sensación de incomodidad o molestia, ya sea por frío o calor, incluso otros factores que tienen relación en el confort como la falta de iluminación, exceso de ruido o el moho generado por la humedad.

Actualmente en el proceso de diseño no se realiza un análisis profundo de los aspectos climatológicos del lugar, siendo estos los factores determinantes en el confort térmico interior, por lo tanto, no se está cumpliendo con uno los principios claves de esta disciplina, que es priorizar al ser humano en el diseño arquitectónico, no tendría sentido proyectar líneas, si se va a crear una edificación no habitable. También es importante considerar el confort y seguridad que la edificación puede brindar a los ocupantes.

El uso más común de las edificaciones es la vivienda, la cual hace más de un cuarto de siglo es un derecho fundamental reconocido universalmente. “Representa un lugar permanente y seguro que merece toda persona, donde pueda recogerse junto a su familia, recuperarse física y emocionalmente del trabajo diario y salir cotidianamente rehabilitado para ganarse el sostén de los suyos y de sí mismo” (Sepúlveda, 1986). Este tipo de

vivienda está referida a sectores de la población más desposeídos y con situación socioeconómica más precaria.

La vivienda se posiciona como producto de mercado que obedece a patrones técnicos y económicos preestablecidos pasa de 70 m<sup>2</sup> los prototipos de mediados de siglo XX, a 55 m<sup>2</sup> hasta llegar a la definición actual de vivienda digna como la que alcanza 38 m<sup>2</sup> (Garzón , 2007, pág. 37).

Disponer de esa forma la vivienda por costo y tipo, promueve la formación de estratos socioeconómicos. La calidad de vida de las personas y dotación de los servicios no se debería reducir a m<sup>2</sup> otorgados por una entidad estatal, es necesario replantear estos criterios con el objetivo de entregar una vivienda digna y adecuada a las familias que más lo necesitan.

Numerosos autores enfatizan la emergencia de una vivienda social con criterios ambientales, materiales y técnicas

ecológicas, a través de estrategias y políticas viables que concilien la producción de vivienda con el bienestar de los usuarios, la sociedad y la conservación ambiental.

## **1.2.Resumen**

En el Ecuador los proyectos de vivienda social, son diseñados sin principios bioclimáticos y construidos con el fin de ahorrar tiempo y dinero en el costo de materiales. Siendo una de las razones por las cuales se produce la falta de confort térmico interior y hasta la actualidad no se ha solucionado, ya sea por desconocimiento del tema o falta de recursos económicos, generando en los usuarios problemas de salud física y cansancio mental, entre otros; por eso es importante plantear y aplicar estrategias bioclimáticas para brindar confort térmico en las viviendas de interés social Ciudad Victoria en la ciudad de Loja.

A través de esta investigación se busca determinar si ¿Es posible mejorar los niveles de confort térmico aplicando estrategias bioclimáticas a las viviendas de Ciudad Victoria? Para lo cual se aplicó dos metodologías la primera es de Victor Olgyay para el planteamiento y aplicación de estrategias bioclimáticas; la segunda es Evaluación Ex post del libro “Ways to study and research urban, architectural and technical desing”, de Jong, T., Van der Voordt, J., utilizando el software Autodesk Ecotec 2011.

Los datos para el análisis fueron obtenidos de los archivos climáticos del INHAMI del año 2020, en base a estos datos se realizó el cálculo del rango de confort y de los valores U (coeficiente de transmitancia de calor), fundamentados en normas nacionales e internacionales. En el análisis del estado actual se obtuvo que la vivienda carece de confort especialmente en la época de invierno con valores inferiores al 20% en cambio en los días calurosos donde la vivienda es más comfortable; al

aplicar estrategias de mejoras pasivas, se obtuvo valores entre el 80 y 90% de confort térmico. Estas estrategias fueron planteadas considerando que es un proyecto social y por lo tanto son aplicables a las viviendas con las mismas condiciones del caso de estudio.

**Palabras clave:** *estrategias bioclimáticas, confort térmico, vivienda social.*

### 1.3. Abstract

In Ecuador, social housing projects are designed without bioclimatic principles and built in order to save time and money in the cost of materials. Being one of the reasons why the lack of interior thermal comfort occurs and to date it has not been solved, either due to ignorance of the subject or lack of economic resources, generating physical health problems and mental fatigue in users, among others; That is why it is important to

propose and apply bioclimatic strategies to provide thermal comfort in the Ciudad Victoria social housing in the city of Loja.

Through this research, we seek to determine if it is possible to improve thermal comfort levels by applying bioclimatic strategies to homes in Ciudad Victoria? For which two methodologies were applied, the first is from Victor Olgyay for the approach and application of bioclimatic strategies; the second is Ex post Evaluation of the book “Ways to study and research urban, architectural and technical desing”, de Jong, T., Van der Voordt, J., using Autodesk Ecotec 2011 software.

The data for the analysis were obtained from the climatic files of the INHAMI of the year 2020, based on these data, the calculation of the comfort range and the U values (heat transmittance coefficient) was carried out, based on national and international standards. In the analysis of the current state, it was obtained that the house lacks comfort, especially in the winter season with values below 20%, on the other hand, on hot days

where the house is more comfortable; When applying passive improvement strategies, values between 80 and 90% of thermal comfort were obtained. These strategies were proposed considering that it is a social project and therefore are applicable to homes with the same conditions as the case study.

**Keywords:** bioclimatic strategies, thermal comfort, social housing.

#### **1.4.Problemática**

El crecimiento poblacional en los últimos años, se ha vuelto un problema para la mayoría de sociedades en el mundo, lo que ha provocado, no poder alcanzar una vivienda digna y adecuada. Para este problema se ha planteado propuestas que pretenden solucionar esta carencia social, sin embargo, no se ha llegado a satisfacer estas necesidades, debido a la falta de estudios, proyecciones de crecimiento poblacional y políticas que traten de cumplir con los requerimientos y carencias de las clases sociales más bajas (Pérez, 2016).

En América Latina y el Caribe, de acuerdo a las cifras que presenta el Banco Interamericano de Desarrollo (2012), un total de 59 millones de personas carecen de vivienda adecuada.

El déficit de vivienda en Ecuador, de acuerdo al Ministerio de Desarrollo Urbano y Vivienda (2015), el 45% de

los 3,8 millones de hogares ecuatorianos habitan en viviendas inadecuadas. Este número contabiliza al 36% de hogares que sufren déficit cualitativo, y al 9% de los hogares que sufren déficits cuantitativos. Los 1,37 millones de hogares con déficit cualitativo residen en viviendas cuya tenencia es insegura, construidas con materiales inadecuados, con carencia de servicios sanitarios básicos, o con problemas de hacinamiento.

Según los datos presentados por el Diario La Crónica (2018), el déficit habitacional de la ciudad de Loja es del 27%, frente a esta problemática el Gobierno Autónomo Descentralizado, ha construido dos proyectos de interés social, como: Ciudad Victoria y Ciudad Alegría y otros dos que están en proceso como: La Cascarilla y Lote Bonito.

Actualmente en los proyectos de vivienda de interés social, los organismos estatales, arquitectos y constructores, han respondido a cuestiones temporales, económicas y cuantitativas,

omitiendo los principios del diseño arquitectónico, como, el no aplicar los criterios más simples y perceptibles del entorno físico, necesarios para realizar un hábitat edificado apropiado al usuario, como un espacio ventilado naturalmente, evitar el sobrecalentamiento de los espacios interiores en verano y mantenerlos cálidos en invierno, es decir, construir apropiadamente edificaciones que sean aptas para la zona climática de cada región, ciudad o país.

Según Pérez (2016), en el proceso de diseño de la vivienda social, considerar las características del entorno, la forma arquitectónica, los materiales de construcción, las necesidades y expectativas del usuario, se obtiene como resultado un conjunto de viviendas con ambientes confortables, llegando a generar en el individuo el gusto por la estancia en la vivienda. Pero si el ambiente térmico de estos espacios es poco

confortable, los usuarios en el peor de los casos, podrían llegar a presentar problemas de salud.

### Figura 1

*Viviendas de Ciudad Victoria (2021)*



**Elaborado por:** La Autora

Las viviendas de Ciudad Victoria al igual que los proyectos de carácter social del Ecuador son diseñados sin principios bioclimáticos y construidos con el fin de ahorrar tiempo y dinero en el costo de materiales. Razones por la cuales se produce la falta de confort térmico interior, el cual, hasta la

presente fecha en la mayoría de viviendas no se ha solucionado, por desconocimiento del tema o falta de recursos económicos, generando en los usuarios problemas de salud física como la disminución del rendimiento en las actividades cotidianas y cansancio mental, por eso es importante plantear y aplicar estrategias bioclimáticas pasivas en las viviendas, para mejorar la habitabilidad de los usuarios.

### Figura 2

*Viviendas de dos plantas Ciudad Victoria (2021)*



**Elaborado por:** La Autora

**Figura 3**

*Vivienda de una planta de Ciudad Victoria*



**Elaborado por:** La Autora

### **1.5. Justificación**

La arquitectura producida actualmente, está omitiendo el análisis de un sin número de principios y factores, entre ellos, los principios bioclimáticos, dando como resultado, edificaciones con alto consumo energético, en las cuales se pone mayor esfuerzo en la parte estética. En efecto, el profesional de esta disciplina debe brindar un proyecto agradable a la vista del cliente, pero en el proceso de diseño no se está realizando un estudio del individuo y el lugar o contexto donde se emplazará la edificación y de esta forma llegar a crear espacios confortables, en donde la habitabilidad del individuo sea más placentera.

Según Gilbert (2001) los Proyectos de Vivienda de Interés Social (VIS), representan un instrumento de gran importancia frente al propósito de reducción del déficit de vivienda, pero las autoridades con el afán de solucionar esta necesidad, priorizan el factor numérico y económico, dejando

subordinada la calidad espacial y con ella la calidad de vida de los habitantes.

En muchos de estos programas, las viviendas se construyen, sin tener en cuenta ciertos factores como: los culturales, climatológicos y del entorno provocando un sin número de complicaciones, entre ellas la falta de confort en el vivir y percibir del espacio.

De acuerdo a lo mencionado anteriormente, esta investigación parte de la necesidad de comprobar y asegurar que las condiciones y características de las viviendas de interés social son aptas para el clima de la ciudad de Loja y a la vez, permitan a los usuarios disfrutar de una vivienda digna y adecuada, donde se garantice las condiciones óptimas en los diferentes tipos de confort, específicamente a lo que se refiere a la percepción y sensación térmica, aportando de esta manera al cumplimiento de uno de los principios de la carta de derechos

humanos de la ONU hábitat, donde menciona que la vivienda adecuada debe brindar más de cuatro paredes y un techo, haciendo referencia a la habitabilidad:

“Habitabilidad: la vivienda no es adecuada si no garantiza seguridad física o no proporciona espacio suficiente, así como protección contra el frío, la humedad, el calor, la lluvia, el viento u otros riesgos para la salud y peligros estructurales”.

En el artículo 30 de la Constitución Ecuatoriana dice:

“Las personas tienen derecho a un hábitat seguro y saludable, y a una vivienda adecuada y digna, con independencia de su situación social y económica”.

Considerando estas premisas se determina que, en estas viviendas, no se está aplicando lo antes mencionado, generalmente este tipo de proyectos, lo que se busca es la construcción masiva de viviendas, donde se plantea una vivienda tipo y se la produce en cantidad.

Las propuestas de vivienda de interés social deberían representar la respuesta a un sin número de carencias sociales y económicas, permitiendo mejorar el nivel de vida de las personas, desafortunadamente en diferentes factores y variables, se identifican importantes deficiencias, entre ellas es la falta de confort térmico en el interior de la vivienda, provocando en el usuario, problemas de salud física y mental, por consiguiente disminuye el rendimiento en el desempeño de las actividades cotidianas.

Por esta razón nace la importancia de analizar e identificar las principales afectaciones generadas por la correlación y comportamiento entre los factores climatológicos y los elementos físicos de la vivienda, en la calidad del confort térmico, consiguiendo establecer parámetros y estrategias pasivas de intervención que propicien el mejoramiento del confort térmico de las viviendas y por ende el incremento de la calidad de vida de las familias que las habitan.

## **1.6.Hipótesis**

La aplicación de estrategias bioclimáticas en las viviendas de interés social Ciudad Victoria de la ciudad de Loja, permitirán mejorar el estado de confort térmico interior, mejorando su habitabilidad.

- ¿En el diseño arquitectónico de las viviendas de interés social Ciudad Victoria se están aplicando criterios bioclimáticos?
- ¿Es posible mejorar los niveles de confort térmico aplicando estrategias bioclimáticas a las viviendas de Ciudad Victoria?

## 1.7.Objetivos

### 1.7.1. *Objetivo General*

- Aplicar estrategias bioclimáticas para brindar confort térmico en las viviendas de interés social Ciudad Victoria en la ciudad de Loja.

### 1.7.2. *Objetivos Específicos*

- Desarrollar una base teórica y referencial para fundamentar los conceptos abordados en la investigación.
- Realizar un diagnóstico de las condiciones actuales del confort térmico en las viviendas de Ciudad Victoria de la ciudad de Loja.
- Plantear estrategias bioclimáticas pasivas para las viviendas de Ciudad Victoria de la ciudad de Loja
- Determinar si las estrategias bioclimáticas son viables para las viviendas, o proponer recomendaciones para un

nuevo diseño de vivienda de interés social con criterios bioclimáticos.

## 1.8.Metodología

Para la elaboración de este proyecto de investigación se implementó los siguientes métodos y técnicas:

### 1.8.1. *Métodos*

- **Método Inductivo.** Este método parte de premisas particulares para generar conclusiones generales. Servirá para desarrollar la estructura del marco teórico, ampliando cada uno de los temas abordados en el tema de estudio.
- **Método Deductivo.** Consiste en deducir conclusiones lógicas a partir de una serie de premisas o principios. Este método permitirá elaborar las conclusiones y recomendaciones luego de haber realizado el proceso sistemático de investigación.

- **Método Analítico.** Consiste en la desmembración de un todo, descomponiéndolo en sus partes o elementos para observar las causas, la naturaleza y los efectos. La aplicación de este método se utilizará cuando se realice el estudio de los diferentes componentes de la vivienda y su relación con el medio.

- **Método de Simulación.** Este método simula la realidad que se está estudiando a través de tecnologías informáticas. En este caso se hará uso del programa Ecotec para analizar el confort térmico de la vivienda y comprobar si las estrategias bioclimáticas aplicadas son factibles.

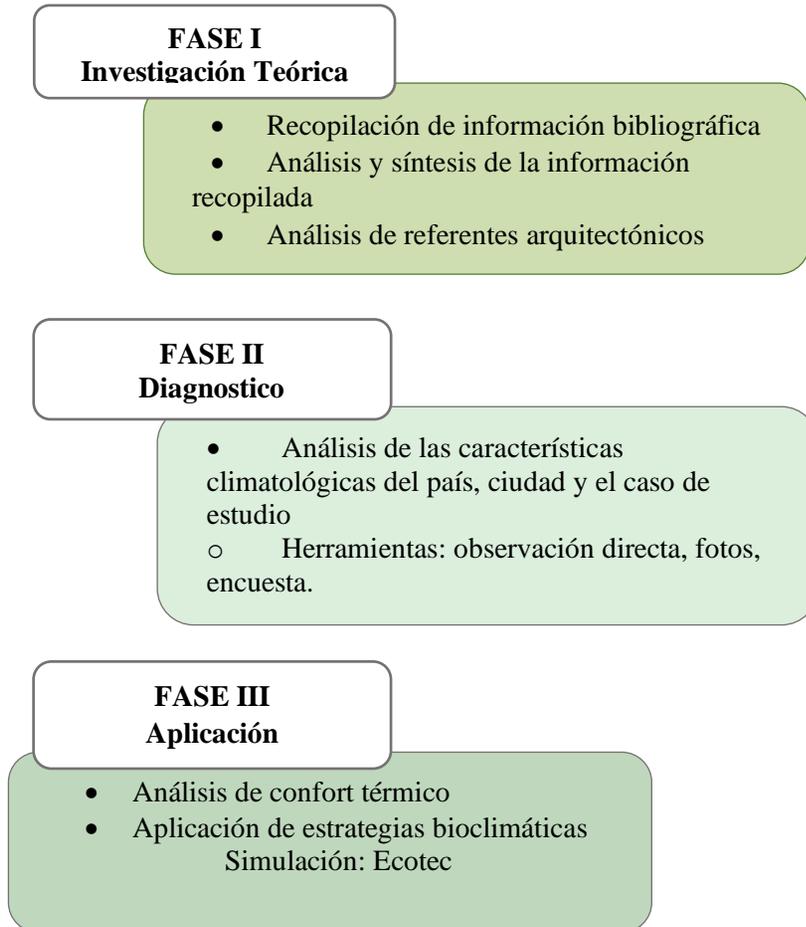
### *1.8.2. Técnicas*

- **Observación Directa.** Consiste básicamente en observar el objeto de estudio dentro de una situación particular. Esta técnica se aplicará para hacer un reconocimiento del medio en que se desarrolla la vivienda de interés social

Ciudad Victoria y permitirá verificar su estado actual para su posterior análisis.

- **Encuesta.** Se realizará encuestas a los habitantes de las viviendas de Ciudad Victoria para determinar la percepción que tienen del confort térmico en el interior de la vivienda

**Figura 4**  
*Fases de la Investigación*



**Elaborado por:** La Autora

## Capítulo II

### MARCO TEÓRICO

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

Antonio Gaudí

#### 2.1.Arquitectura Bioclimática

##### 2.1.1. Concepto

La arquitectura bioclimática es aquella arquitectura que tiene en cuenta el clima y las condiciones del entorno para ayudar a conseguir el confort higrotérmico interior y exterior. Involucra y juega –exclusivamente– con el diseño y los elementos arquitectónicos, sin utilizar sistemas mecánicos (los que son considerados sólo como sistemas de apoyo). (Garzón , 2007)

La arquitectura bioclimática es aquella, en la que se considera las condiciones climáticas y los recursos del lugar, en el diseño y construcción de una edificación, dichos factores ayudan a tomar las decisiones en el proceso de diseño arquitectónico, así como también la orientación solar, dimensiones de vanos, materiales, cubierta, etc.

### 2.1.2. *Clima*

El clima está definido por el conjunto de condiciones atmosféricas, que caracteriza a un cierto territorio. Estas condiciones meteorológicas están representadas por variables atmosféricas como temperatura, velocidad de viento, precipitaciones, nubosidad, humedad relativa, radiación solar, presión atmosférica y otras. El clima de una región o localidad está relacionado con el comportamiento superpuesto de estas variables atmosféricas en un período prolongado de años. (Bustamante, 2009, pág. 45)

Por lo tanto, el clima es aquel fenómeno natural, caracterizado por un conjunto de variables atmosféricas que afectan a una determinada zona geográfica.

El clima es uno de los factores importantes del diseño arquitectónico. De las condiciones climáticas del lugar, dependen las decisiones que tomen en el proceso del diseño,

“donde la edificación será un elemento protector y regulador que rechace o transforme la acción de los elementos ambientales naturales de un lugar”. (Rodríguez , 2001, pág. 13)

Además de incidir en el desarrollo de las actividades de las personas dentro de un territorio, también condicionan las estrategias arquitectónicas que se deben aplicar para crear una edificación confortable, donde el ser humano realice sus actividades diarias sin ningún tipo de malestar.

**2.1.2.1. Tipos.** Wladimir Koopen en 1918 publica por primera vez los tipos de climas, luego de varias modificaciones, en 1936 fue presentada la definitiva. Para denominar los tipos de climas se basó en las principales características climatológicas como: la temperatura y precipitación mensual y anual, también considero la vegetación nativa del lugar. En la siguiente tabla se muestra las características de cada clima acompañado de la subclasificación:

**Tabla 1***Clasificación del clima según Wladimir Koppen*

CLASIFICACIÓN DEL CLIMA			
Tipo	Nombre	Características	Subclasificación
A	Clima tropical húmedo	Ningún mes con temperaturas media inferiores a 18°	Ecuatorial Amazónico Sabana
B	Climas Secos	Precipitaciones anuales inferiores a la evapotranspiración potencial anual. Climas de las estepas y desiertos.	Estepario cálido y frío Desértico cálido y frío
C	Clima templado	Temperatura media del mes más frío de -3°C (en algunas clasificaciones 0°C) y 18°C, y la del mes más cálido supera los 10°C. Climas que se encuentran los bosques templados.	Marítimo de costa occidental (oceánico) Marítimo subártico (oceánico frío) Mediterráneo de veranos frescos Subtropical húmedo y con invierno seco Templado con inviernos secos
D	Climas continentales	Temperaturas inferiores a -3°C (o 0°C), en épocas de verano son superiores a 10°C. Climas con una gran amplitud térmica (diferencia entre las temperaturas mínimas y las máximas)	Climas continentales de verano cálido y verano fresco Continental subártico o boreal Climas continentales subárticos con inviernos muy fríos
E	Climas polares	Temperaturas medias que no superan los 10°C en ningún mes del año. Climas secos y siempre fríos.	Tundra Hielos perpetuos

*Nota.* Adaptado de Clasificación Climática de Köppen, por Valverde E., 2016, Docplayer. <https://docplayer.es/19695856-Clasificacion-climatica-de-koppen-climatologia-practico-2012.html>

### 2.1.2.2. Elementos.

El análisis de los elementos climatológicos del sitio, permiten establecer las cualidades de la edificación, con el objetivo de responder positivamente al medio ambiente y proveer el posible comportamiento de la misma, con respecto al entorno.

Estos elementos son de gran importancia para el diseño arquitectónico y pueden ordenarse, siguiendo una secuencia de causa y efecto, estos son: la radiación solar, temperatura, humedad, viento, precipitación, etc.

- **Radiación Solar.** La radiación solar depende de la inclinación, con que llega ésta a la superficie de la tierra y del ángulo en que se encuentra el sol respecto del norte. Las estaciones del año se diferencian por el ángulo de inclinación de los rayos del sol, lo que afecta a la cantidad de energía que llega efectivamente a la tierra. (InnovaChile, 2012, pág. 21)

El análisis de la radiación solar del lugar, permite determinar la orientación y la forma de la cubierta de la edificación.

- **Temperatura.** “La temperatura es un parámetro que determina la transmisión de calor de un cuerpo a otro en forma comparativa por medio de una escala”. (Rodríguez , 2001, pág. 12)

La temperatura es un factor que puede llegar a variar durante todo el año, se pueden llegar a registrar temperaturas máximas o mínimas, conocer estos datos ayudan a prever el efecto de la masa térmica y la ventilación que puede llegar a tener el diseño de los espacios interiores de la edificación.

- **Humedad.** Se refiere a la cantidad de vapor de agua que contiene el aire. El aire al aumentar su temperatura es capaz de contener una mayor cantidad de agua. Este factor es entendido como humedad relativa del aire.

“La humedad del aire influye en la sensación térmica y en la posibilidad de condensación. En climas con alta humedad relativa y bajas temperaturas invernales existen mayores riesgos de ocurrencia de condensación en los elementos constructivos”. (InnovaChile, 2012, pág. 17)

Mantener un control de la humedad en el diseño, puede llegar a ser una herramienta básica de climatización pasiva, por su bajo costo y enorme efecto en los espacios.

- **Viento.** Los vientos son movimientos de aire debido a diferencias de presión en la atmósfera. Los parámetros de viento son velocidad, dirección y frecuencia. Este elemento es clave en el proceso del diseño, puede ser una fuente de ventilación natural para lugares donde se registran altas temperaturas, por el contrario, si no se lo controla la incidencia de este elemento sobre la edificación puede generar sensaciones de molestia, hasta

el punto de causar enfermedades en los usuarios de la edificación.

- **Precipitación.** Las precipitaciones representan la cantidad el agua que cae sobre la tierra en cualquiera de sus formas: lluvia, nieve, aguanieve, granizos. Esta clasificación no incluye la neblina ni el rocío. La cantidad de precipitaciones de un lugar y en un tiempo determinado se llama pluviosidad. (InnovaChile, 2012, pág. 18)

La precipitación puede incidir directamente en la forma, extensión, inclinación y materiales de la cubierta. Con los datos de la precipitación, se puede llegar a determinar el diseño de la envolvente del edificio, ya que esto se ve acompañado con los datos resultantes del viento.

### 2.1.3. *Microclima*

El microclima, se refiere al clima en escala pequeña, es decir un área que va de cientos de miles de m<sup>2</sup>, como, por ejemplo: un barrio, una urbanización, un jardín, etc. Determinar el microclima del lugar, permite tomar las decisiones acertadas en el proceso de diseño, llegando a obtener un producto final, acorde a las condiciones del sitio y su alrededor.

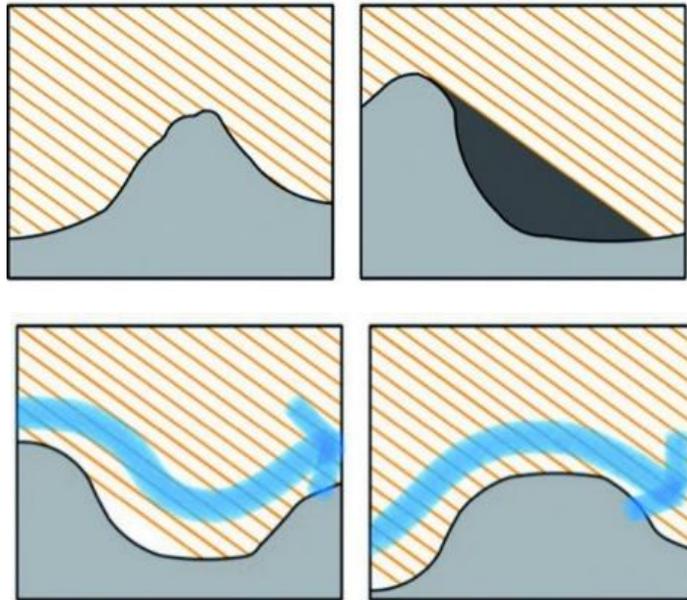
**2.1.3.1. Factores.** Los microclimas se generan por varios elementos como: topografía, valles, cuerpos de agua, núcleos urbanos y vegetación.

- **Topografía.** La topografía es uno de los factores determinantes en el diseño del proyecto, dependiendo del tipo de pendiente (positiva o negativa), esta puede influir en la cantidad de radiación solar que recibe el edificio y en las sombras que se proyectan sobre él.
- **Valles.** La presencia de valles alrededor de la edificación, podría condicionar la iluminación, radiación solar y el

nivel de exposición que llegaría a tener sobre los vientos y precipitaciones.

### Figura 5

*Modificación climática por la presencia de valles*

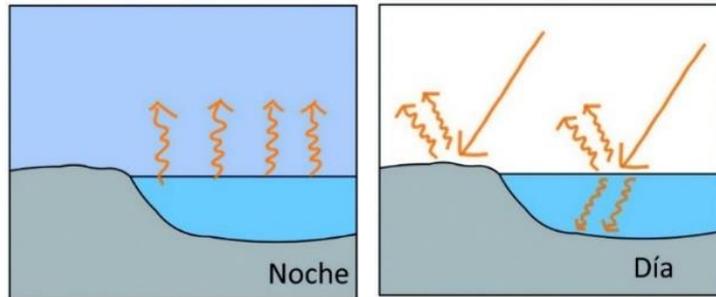


*Nota.* Tomado de *Manual de diseño pasivo y eficiencia energética* (p.20), por InnovaChile, 2012. CC.

- **Cuerpos de agua.** La cercanía a los cuerpos de agua modifica principalmente la humedad del aire y la temperatura. Lagos, estanques y el mar funcionan como

reguladores térmicos gracias a la inercia de las masas de agua. Los ríos y esteros en cambio producen un enfriamiento del aire y aumento de la humedad relativa. Los humedales producen un aumento de la humedad relativa del aire. La cercanía al mar influye en la dirección de los vientos y su magnitud. (InnovaChile, 2012, pág. 20)

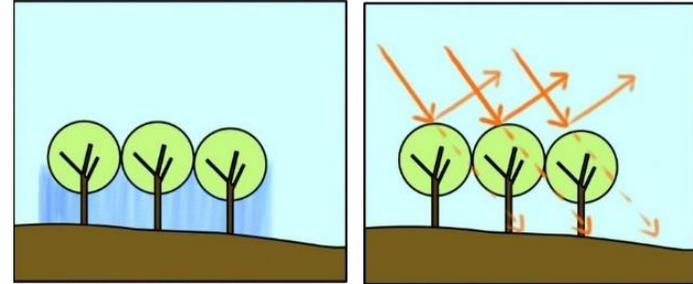
Implementar este factor en un proyecto arquitectónico, puede llegar a funcionar como una estrategia bioclimática, y un elemento estético, pues le da dinamismo al diseño, hace más agradables los espacios y la gente disfruta contemplar este tipo de elementos.

**Figura 6***Regulación térmica por masa de agua*

*Nota.* Tomado de *Manual de diseño pasivo y eficiencia energética* (p.20), por InnovaChile, 2012. CC.

**Núcleos urbanos.** Las edificaciones que se encuentran alrededor de la edificación, generan sombras impidiendo el paso de la radiación solar y cambian la dirección de los vientos.

**Vegetación.** La vegetación puede influir en todos los parámetros climáticos antes mencionados dependiendo de la escala en que esté presente la vegetación. La capa vegetal absorbe la luz solar creando sombra, disminuyendo el asoleamiento y la radiación solar que cae directamente sobre de los edificios

**Figura 7***Humectación por evotranspiración y absorción de radiación solar*

*Nota.* Tomado de *Manual de diseño pasivo y eficiencia energética* (p.21), por InnovaChile, 2012. CC.

También produce el aumento de la humedad por evapotranspiración, modificando temperatura del aire. Estos elementos aparte de ser estético en la arquitectura, también son una barrera para los fuertes vientos, mitigan las olas de intenso calor, se los puede llegar a conservar en el diseño.

## 2.2. Confort

“Se puede definir al confort como aquel estado mental en el cual el hombre expresa satisfacción o bienestar psicológico ante el medio ambiente que lo rodea” (Fuentes & García, 1985). El ser humano tiende a buscar el confort en todo momento, en el

espacio en el que vive o en su entorno laboral, desde una silla cómoda para evitar los dolores de espalda, hasta un ambiente fresco para realizar sus actividades sin ningún malestar.

Existen varios tipos de confort, de acuerdo al canal de percepción sensorial que se involucra, los cuales son: térmico, lumínico, acústico, olfativo y psicológico. Los tres primeros tipos (confort térmico, lumínico y acústico) son los que principalmente influyen en la percepción de un individuo de un espacio, y pueden ser tratados y modificados por la arquitectura.

### **2.2.1. Confort Térmico**

**2.2.1.1. Concepto.** El concepto de confort va más allá de la simple ausencia de notorias disfuncionalidades climáticas, se puede precisar en cuanto al “confort térmico”, que las reacciones frente a una situación climática concreta varían de un individuo a otro. “Entre los principales factores se pueden mencionar la constitución física, la edad, la dieta, el grado de

aclimatación, y las influencias culturales” (González & Bravo, 2003, pág. 48). Según la ASHRAE (American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers), el confort térmico es aquella condición de la mente que expresa satisfacción con el ambiente térmico. Por otra parte, Givoni (1989) lo define, por su parte, como la ausencia de irritación o malestar térmico, determinada por las condiciones climáticas consideradas como aceptables y cómodas en el interior de los edificios. Ello implica una ausencia de cualquier sensación de térmica (calor o frío).

**2.2.1.2. Parámetros.** Serra (1999), menciona que, en el sentido térmico, “clima” depende de cuatro parámetros, de la temperatura del aire, de la radiación, de la humedad y movimiento del aire.

**Temperatura del aire.** Básicamente se refiere al estado térmico en el que se encuentra el aire, ya sea frío o calor,

resultado de los intercambios de calor entre la atmósfera y la tierra.

**Radiación.** Es la temperatura media irradiada por las superficies envolventes del edificio hacia el interior. Considerando que el calor generado por la irradiación se intercambia cuando existen diferencias de temperaturas, generalmente desde un cuerpo frío.

En su tesis Simancas (2003), menciona que la radiación de calor se puede producir por un elemento puntual o por todas las superficies de la vivienda, excede significativamente la temperatura ambiente, aumenta la incomodidad y reduce la capacidad de trabajo de los usuarios en verano. Sin embargo, durante en invierno, se puede aprovechar esta situación para mejorar las condiciones térmicas en el interior.

**Humedad (Humedad relativa).** “La humedad relativa es una manifestación de energía del aire (calor latente) relacionada

de manera directa con la temperatura y puede afectar nuestra percepción de confort” (Rodríguez , 2001, pág. 19).

Fernández (1994), manifiesta que existen límites extremos que pueden ser negativos: por debajo del 20% de humedad, aumenta el peligro de infección por la sequedad de las mucosas; con temperaturas bajas, el aire muy seco aumenta el disconfort y en situaciones cálidas, cuando la humedades sobrepasa el 60% y, sobre todo, el 80%, la sensación de calor aumenta, ya que se produce el sudor, pero no evaporación, dando lugar al clásico bochorno o calor húmedo, bastante más inconfortable que el calor seco.

**Movimiento del aire.** Se refiere a las corrientes de aire, que pueden ser aprovechadas para calentar o refrescar espacios interiores de la vivienda.

Sin embargo, hay que tener presente que, dependiendo de las velocidades alcanzadas por las corrientes de aire que llegan a

la vivienda y de su procedencia, estas corrientes pueden ser apreciadas más como un inconveniente que como una ventaja, especialmente en invierno, y, por lo tanto, el objetivo del reacondicionamiento será el de resguardar los diferentes espacios de estas masas de aire. (Simancas, 2003, pág. 7)

### **2.2.1.3. Factores**

**Metabolismo.** Según la RAE (2019), el metabolismo es el conjunto de reacciones químicas que efectúan las células de los seres vivos con el fin de sintetizar o degradar sustancias.

En este sentido el metabolismo, siendo un proceso natural del cuerpo humano, aporta a la producción de energía y calor, interviniendo en los niveles térmicos de la persona.

**Vestimenta.** Conjunto de prendas de vestir, que sirven para proteger a la persona de la radiación solar, las bajas temperaturas, los vientos, por esta razón incide en el equilibrio térmico entre un individuo y el ambiente que lo rodea.

**Constitución Corporal (Sexo, edad y peso).** Los aspectos corporales de una persona influyen en el nivel de adaptación térmica, los cuales se manifiestan a través del calor, frío o el sofocamiento, causando el agotamiento físico y mental, imposibilitando al individuo realizar sus actividades diarias.

**Salud.** Se refiere a las enfermedades que pueden provocar el aumento de la temperatura del cuerpo humano, como en el caso de la fiebre, que puede llevar a una persona a temperaturas corporales de 40 a 44°C, estos valores pueden llegar a causar daños irreversibles en la persona.

## **2.3. Elementos de la Envolvente**

La envolvente de un edificio, cualquiera que sea su uso, es la piel que lo protege la temperatura, humedad, vientos y radiación, con el fin de mejorar la calidad de vida de los ocupantes.

La envolvente térmica está compuesta por todos los cerramientos exteriores (paredes o muros), que limitan los espacios habitables del exterior, como por ejemplo el aire exterior o factores climatológicos, terreno o edificios, y por las particiones interiores, que separan los espacios habitables de los no habitables.

### **2.3.1. Muros Envolventes**

Los muros envolventes son aquellos cerramientos exteriores en contacto con el aire cuya inclinación es superior a  $60^\circ$  respecto a la horizontal. Cumplen un rol fundamental en confinar la envolvente térmica del edificio, por lo que deben alcanzar un buen estándar de aislación, dependiendo de la zona climática en que se emplacen. (Rodríguez , 2001, pág. 31)

### **2.3.2. Pisos**

Los pisos son los cerramientos inferiores horizontales, que están en contacto con el aire o con el terreno.

### **2.3.3. Cubiertas**

Las cubiertas son aquellos cerramientos superiores en contacto con el aire cuya inclinación es igual o inferior a  $60^\circ$  respecto a la horizontal. Es la encargada de proteger a todos los elementos de la envolvente y a los ocupantes de la edificación, el diseño debe responder a las características del lugar de emplazamiento.

### **2.3.4. Ventanas**

Las ventanas son los vanos que se dejan en la envolvente exterior, para permitir el ingreso de la iluminación y ventilación. Pero también se dan otros intercambios que se debe controlar, como la ganancia solar, pérdida térmica, flujos de aire en los dos sentidos, aguas lluvias, ruidos y contaminantes atmosféricos. La ventana es un elemento que se debe diseñar bien porque de esto depende la comodidad y confort del usuario en el interior.

### 2.3.5. Puentes Térmicos

Los puentes térmicos son zonas de la envolvente del edificio en las que se evidencia una variación de la uniformidad de la construcción, ya sea por un cambio del espesor del cerramiento, por modificaciones en los materiales empleados, penetración de elementos constructivos con diferente conductividad térmica, etc. (Sampedro, 2016, pág. 34)

### 2.3.6. Aislamiento Térmico

La Asociación Nacional de Fabricantes de Materiales Aislantes (ANDIMAT) define el aislamiento térmico como la capacidad de controlar la transmisión de calor cuando se desea que no exceda ciertos límites.

Aplicar aislamiento térmico en los elementos constructivos de una edificación, minimiza las pérdidas de calor en invierno y las ganancias en verano. Todos los materiales de construcción son aislantes, pero en este caso se usan aislantes

térmicos específicos, caracterizados por su baja conductividad térmica.

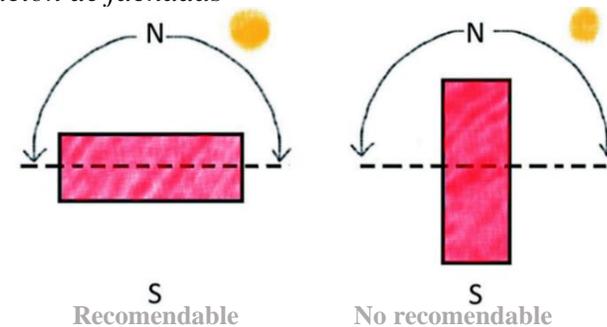
## 2.4. Estrategias Bioclimáticas

### 2.4.1. Estrategias Bioclimáticas Pasivas

- **Orientación**

**Figura 8**

*Orientación de fachadas*



*Nota.* Tomado de Manual de diseño pasivo y eficiencia energética (p.21), por InnovaChile, 2012. CC.

**Tabla 2**

*Características de los tipos de orientaciones*

Orientación	Descripción
Norte	Recibe la radiación solar durante la mayor parte del día, dependiendo de la latitud en que se encuentre y la época del año. Esta fachada se puede sombrear fácilmente en verano con protecciones horizontales como aleros o repisas de luz.

<b>Este</b>	Recibirá el sol por la mañana tanto en invierno como en verano. La presencia de superficies acristaladas en esta fachada puede generar sobrecalentamiento en determinados climas si no es protegida
<b>Sur</b>	No recibe radiación solar en forma directa durante gran parte del año. Sólo en verano puede recibir algo de sol. No requiere de protección solar, pero sus superficies acristaladas deben lograr un adecuado balance que evite excesivas pérdidas de calor y logre una adecuada iluminación natural, dependiendo del clima.
<b>Oeste</b>	Recibe radiación solar durante la tarde, lo que coincide con las más altas temperaturas del día creando mayores riesgos de sobrecalentamiento en verano, por lo que es necesario proteger las superficies acristaladas que se encuentran sobre ésta. Las protecciones solares pueden ser exteriores, interiores, móviles, fijas, o incluso puede ser un vidrio con control solar.

*Nota.* Adoptado de *Manual de diseño pasivo y eficiencia energética* (p.22-23), por InnovaChile,2012. CC.

La orientación es la rotación de las edificaciones con respecto a los puntos cardinales y de acuerdo a esto se direcciona cada una de las fachadas del edificio, donde se puede tener una gran influencia energética y ambiental del edificio.

- **Factor Forma.** Para llegar a determinar la forma de la edificación, el profesional del campo debe tener claro las características del sitio, y si es que es necesario guardar el calor en el interior de la edificación o si debe disiparlo al exterior. El factor de forma es una ecuación simple que relaciona la superficie envolvente con el volumen envuelto. Un factor de forma bajo significa que el edificio tiene menos pérdidas. (InnovaChile, 2012, pág. 24)

Formula:

$$\text{Factor forma} = \frac{\text{Superficie}}{\text{Volumen}}$$

- **Zonificación Interior.** Con esta estrategia se pretende organizar los espacios de acuerdo a las necesidades de ventilación, iluminación, calefacción y protección del ruido exterior.

- **Protección al Acceso.** Proteger el acceso de una

edificación es necesario, ya que impide exponer al edificio de las temperaturas exteriores y de los vientos de invierno.

**2.4.2. Estrategias de Enfriamiento Pasivo**

Para la aplicación de estas estrategias se debe considerar: el clima, materialidad y uso de la edificación.

En este sentido también intervienen las estrategias de ventilación natural además de propender al confort térmico en verano, proporcionan una renovación de aire imprescindible para controlar los niveles de humedad, contaminantes y dióxido de carbono

**Tabla 3**  
*Estrategias de Ventilación Natural*

Estrategias de ventilación natural	Estrategias de enfriamiento pasivo
Ventilación cruzada	Enfriamiento evaporativo: directo e indirecto
Ventilación convectiva	Enfriamiento radiativo nocturno
Ventilación nocturna de masa térmica	Intercambiadores de calor geotérmicos

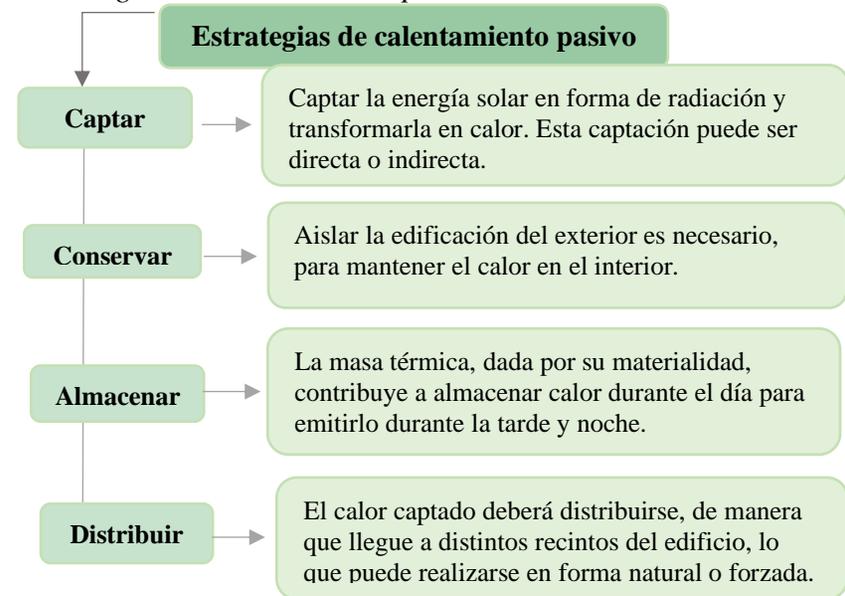
-	Masa térmica
-	Aislamiento térmico

*Nota.* Adaptado de *Eficiencia de estrategias de enfriamiento pasivo en clima cálido* (pg. 88-89), por Herrera, L., 2014. CC

**2.4.3. Estrategias de Calentamiento Pasivo**

El objetivo de este tipo de estrategias es aprovechar la energía solar que proporciona de manera natural el sol. Según De Herde (1997), las principales estrategias de calentamiento pasivo son las siguientes:

**Figura 9**  
*Estrategias de calentamiento pasivo*



Nota. Adaptado de *Manual de diseño pasivo y eficiencia energética* (p.65), por InnovaChile, 2012. CC

- **Ganancias Solares Directas.** Es un sistema que permite el ingreso de la radiación solar a los espacios habitables, es decir los espacios que son usados con más frecuencia (como por ejemplo los dormitorios), mediante superficies acristaladas. Esta forma es la más simple y menos costosa para aprovechar la energía solar para generar calor.

- **Ganancias solares indirectas.** Son aquellos sistemas que convierten la radiación solar en calor mediante su absorción en superficies externas a los espacios habitables. La radiación solar es absorbida, por un sistema que regula el ingreso al interior de los recintos habitados, según las necesidades de este.

**Masa térmica.** Es la propiedad de los materiales que tienen para absorber y guardar energía térmica, funciona como una estrategia de calentamiento pasivo en la época de invierno y evita el sobrecalentamiento en verano, por lo que es siempre recomendable considerar elementos constructivos.

**Tabla 4**

*Cuadro de las masas térmicas de los materiales constructivos*

MATERIALES CON MASA TÉRMICA			
Material	Densidad (kg/m <sup>3</sup> )	Calor específico (kJ/kg.k)	Capacidad térmica volumétrica Masa térmica (kJ/m <sup>3</sup> .K)
Agua	1000	4.186	4186
Concreto	2240	0.920	2060
Ladrillo	1700	0.920	1360
Piedra	2000	0.900	1800
Adobe	1500	0.837	1300
Tierra apisonada	2000	0.837	1673

Nota. Tomado de *Manual de diseño pasivo y eficiencia energética* (p.73), por InnovaChile, 2012. CC.

**Muro Trombe.** Está compuesto por vidrio y un muro de material de inercia térmica, Entre estas dos capas hay una cámara de aire. Se suele pintarlo de negro para captar mejor la radiación

solar y generalmente se lo orienta hacia el norte. Su funcionamiento está basado en la diferencia de densidad del aire caliente y el aire frío, provocando corrientes de aire en diferentes direcciones. Estas corrientes de aire ya sea caliente o templado, calientan o refrescan extrayendo o introduciendo el aire caliente de la edificación o los espacios donde se coloca.

**Figura 10**  
*Composición de un Muro Trombe*



Nota. Tomado de *Muro trombe. Climatización pasiva*, de Mr. Bim Architects, 2018, <http://mr BIM architects.com/blog-es/muro-trombe-climatizacion-pasiva/>.

## 2.5. Vivienda Social

### 2.5.1. Concepto

La vivienda social está referida a los sectores de la población más desposeídos y con situación socioeconómica más precaria. Esta última cualidad afecta y compromete los niveles más profundos del sentimiento y de la conciencia, impulsando a la sociedad a dar una respuesta y solución integral y definitiva, intentando superar todos los obstáculos provenientes de los servicios y errores humanos. (Sepúlveda, 1986)

La vivienda social representa una solución a la falta de vivienda en las diferentes partes de mundo, siendo las personas de bajos recursos económicos, las que comúnmente carecen de una vivienda digna y adecuada; los gobernantes de cada región crean estos programas para ayudar a las personas acceder a ellos.

### **2.5.2. Emplazamiento**

Los proyectos por su localización dentro del contexto urbano garanticen condiciones de proximidad a actividades complementarias al uso residencial, reduciendo de esta manera la necesidad de grandes desplazamientos por parte de los residentes del proyecto para el desarrollo de sus actividades diarias; bajo criterios de eficiencia energética y óptimo rendimiento urbano, contribuyendo de esta manera a la consolidación de asentamientos humanos concentrados compactos. (ACUERDO MINISTERIAL Nro. 220, 2013)

El suelo es más barato en aquellos lugares en que existe una menor cantidad de inversiones en servicios urbanos en los alrededores. Por lo tanto, los proyectos de viviendas sociales que presentan el mínimo costo son aquellos ubicados en terrenos de la periferia de las ciudades, escasamente dotados de la infraestructura y el equipamiento requeridos. (Nieto, 1999, p.9).

### **2.5.3. Problemas**

**2.5.3.1. Déficit cuantitativo.** “El déficit cuantitativo consiste en la diferencia entre el número de hogares y el número de viviendas permanentes, asumiendo que cada hogar debería habitar una vivienda independiente” (Saldarriaga & Carrascal, 2006, pág. 7). En el Ecuador según las cifras presentadas por la ENEMDU, en el año 2017 el déficit cuantitativo es 13,4%, en el área urbana es del 8% y en el área rural 25,9%.

**2.5.3.2. Déficit cualitativo.** “El déficit cualitativo está dado por las condiciones de la vivienda, lo cual se determina mediante el cruce de variables que indican la disponibilidad de servicios (agua, luz, alcantarillado), la calidad y el estado de la vivienda en cuanto a materiales, estado de conservación y, por último, la existencia o no de hacinamiento entendido como el número de cuarto personas” (Saldarriaga & Carrascal, 2006, pág. 7).

En el Ecuador según las cifras presentadas por la ENEMDU, en el año 2017 el déficit cualitativo es 33,77%, en el área urbana es 30,4% y en el área rural 41,4%

#### 2.5.4. Características

En el Reglamento para validación de tipologías y planes de masa para proyectos de vivienda de interés social del Ministerio de Desarrollo Urbano y Vivienda (2019), establece las siguientes características:

**Tabla 5**

*Tipologías de vivienda según el MIDUVI*

TIPOLOGÍA DE VIVIENDAS		
Tipología	Área habitable mínima	Dormitorios
Unifamiliar	50 m <sup>2</sup>	2
Unifamiliar	57 m <sup>2</sup>	3
Multifamiliar	57 m <sup>2</sup>	3
Cada diseño de vivienda o departamento debe contar con sala, comedor, cocina, cuarto de baño y área de lavado y secado con tendedero de ropa.		

*Nota.* Adaptado de *Reglamento para la validación de tipologías y planes masa para proyectos de vivienda de interés social* (pg. 5-6), de Ministerio de Desarrollo Urbano y Vivienda (MIDUVI), 2019.

En el Reglamento Local de Construcciones del Cantón Loja, establece las siguientes normas de construcción de conjuntos o condominios habitacionales de interés social:

**Tabla 6**

*Normas de Construcción de Conjuntos o Condominios habitacionales de interés social*

- Un estacionamiento por cada unidad de vivienda.
- Retiro frontal y posterior de 3.00 m
- Frente mínimo 6.00 m.
- Superficie mínima de lote 90.00 m<sup>2</sup>
- En viviendas adosadas se determinará las dos fachadas principal y posterior.
- Los volados de planta alta a nivel de línea de fábrica se permitirá hasta un máximo de 1.00 m.
- Las vías de ingreso en el caso de una sola vía, el ancho no debe ser menor de 5.00 m de calzada y 1.00 m de acera a cada lado.
- Altura de edificación dos pisos.
- C.O.S. 70% (Coeficiente de Ocupación del suelo) y C.U.S. 140% (Coeficiente de utilización del suelo).
- En Conjuntos Habitacionales de diez o más unidades habitacionales se determinará un área equivalente al 10% de la totalidad del terreno, para áreas de recreación familiar debidamente equipadas.

*Nota.* Adaptado de *Reglamento Local de Construcción del Cantón Loja*, por Municipio de Loja, s.f.

ONU HABITAT (2010), menciona que una vivienda adecuada debe brindar más de cuatro paredes y un techo. Debe satisfacer

varias condiciones para que pueda considerarse como adecuada. Estos elementos son tan fundamentales como la oferta y disponibilidad básicas de vivienda. Debe reunir como mínimo los siguientes criterios:

- **Seguridad de la tenencia:** si los ocupantes no cuentan con cierta medida de seguridad de la tenencia que les garantice protección jurídica contra el desalojo forzoso, el hostigamiento y otras amenazas.
- **Disponibilidad de servicios, materiales, instalaciones e infraestructura:** si los ocupantes no tienen agua potable, instalaciones sanitarias adecuadas, energía para la cocción, calefacción, alumbrado, y conservación de alimentos o eliminación de residuos.
- **Asequibilidad:** si el costo pone en peligro o dificulta el disfrute de otros derechos humanos por sus ocupantes.
- **Habitabilidad:** si no se garantiza la seguridad física o no proporciona espacio suficiente, así como protección contra el frío, la humedad, el calor, la lluvia, el viento u otros riesgos para la salud y peligros estructurales.
- **Accesibilidad:** si no se toman en consideración las necesidades específicas de los grupos desfavorecidos y marginados.
- **Ubicación:** si no se ofrece acceso a oportunidades de empleo, servicios de salud, escuelas, guarderías y otros servicios e instalaciones sociales, o si está ubicada en zonas contaminadas o peligrosas.
- **Adecuación cultural:** si no toma en cuenta y respeta la expresión de la identidad cultural.

## Marco Normativo

### 2.6. Normativa

#### 2.6.1. Norma Ashrae Standard 55 (Confort Térmico)

**A. Objetivo.** “El propósito de esta norma es especificar las combinaciones de factores ambientales termales cubiertas y los factores personales que producirán las condiciones ambientales térmicas aceptables para la mayoría de los ocupantes dentro del espacio” (ASHRAE, 2017, pág. 3).

**B. Alcances.** Los alcances que menciona la ASHRAE STANDARD 55 (2017), son los siguientes:

- Los alcances ambientales abordados en esta norma son la temperatura, la radiación térmica, la humedad y la velocidad del aire; los factores personales son los de la actividad y de la ropa.

- Se pretende que todos los criterios establecidos en la presente norma se apliquen juntos desde el confort en el

ambiente interior es complejo y responde a la interacción de todos los factores que se abordan.

- Esta norma especifica las condiciones ambientales térmicas aceptables para los adultos sanos en equivalente de la presión atmosférica a altitudes hasta 3 000m (10.000pies) en espacios interiores diseñados para la ocupación humana por periodos que no menos de 15 minutos.

- Esta norma no aborda los factores ambientales no térmicos tales como la calidad del aire, acústica y la iluminación u otros físicos, químicos o contaminantes espacios biológicos que pueden afectar a la comodidad o la salud. (p.2).

**C. Contenido.** En una edificación pueden llegar a vivir un determinado número de personas, pero sus características fisiológicas son distintas, pero en la norma se ha establecido datos medios para realizar el cálculo.

- **Tasa metabólica.** En la tasa metabólica los resultados que se aplican a espacios equipados con ventanas que

se abran al exterior, no debe haber ningún sistema mecánico de refrigeración o calefacción, o por lo menos estar sistemas no deben estar en uso el momento de aplicar lo indicado en la norma.

**Tabla 7**

*Tasa metabólica en diferentes actividades*

<b>TASA METABÓLICA EN DIFERENTES ACTIVIDADES</b>			
<b>Actividad</b>	<b>Unidades</b>	<b>Tasa Metabólica</b>	<b>Btu/h*ft2</b>
<b>Descanso</b>			
Dormir	0.7	40	13
Reclinado	0.8	45	15
Sentado	1.0	60	18
Relajado	1.2	70	22
<b>Caminando:</b>			
0.9 m/s, 3.2 k/h	2.0	115	37
1.2 m/s, 4.3 km/h	2.6	150	48
1.8 m/s, 6.8 km/h	3.8	220	70
<b>Varias actividades</b>			
Cocinar	1.6-2.0	95-115	29-37
Limpieza	2.0-3.4	115-200	37-63

*Nota.* Tomado de *Ashrae Standard 55 Thermal Environmental Conditions for Human Occupancy* (p.18), por American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers, Inc. 2010.

- **Aislamiento de ropa.** Esta variable importante para la aplicación de esta norma, ya que algunas prendas son más

impermeables que otras. Pero en la norma se especifica que no se debe usar conjuntos de ropa con más de 1.5clo de aislamiento y tampoco ropa altamente impermeable al transporte de la humedad. Se presentan algunos métodos para estimar el aislamiento de la ropa:

**Método 1.** “En la Tabla 8, enumera el aislamiento proporcionado por una variedad de conjuntos de ropa comunes. Si el conjunto en cuestión coincide bastante bien con uno de los conjuntos de esta tabla, se debe utilizar el valor indicado de Icl” (ASHRAE, 2017, pág. 31).

**Método 2.** “La Tabla 8 presenta el aislamiento térmico de una variedad de prendas de vestir individuales. Estas prendas se pueden añadir o se pueden restar de los conjuntos en la Tabla 8 para estimar el aislamiento de los que difieren en la composición de prendas de vestir de que se encuentran en la tabla 3. Por ejemplo, si se añade ropa interior larga al conjunto 5 en la

tabla, el aislamiento del conjunto resultante se estima como  $lcl=1,01\text{ clo}+0,15\text{ clo}=1,16\text{ clo}$ ” (ASHRAE, 2017, pág. 31).

**Tabla 8**

*Aislamiento de ropa (conjunto típico)*

VALORES DE AISLAMIENTO DE LA ROPA PARA CONJUNTOS TÍPICOS		
Nombre	Prendas que incluyen:	Clo
Pantalones	Pantalón, camisa de manga corta	0.57
	Pantalón, camisa de manga larga	0.61
	#2 más traje de chaqueta	0.96
	#2 más traje de chaqueta, chaleco, camiseta	1.14
	#2 más suéter de manga larga, camiseta	1.01
Faldas/ vestidos	#5 más traje de chaqueta, ropa interior larga	1.30
	Falda hasta la rodilla, camisa de mangas cortas (sandalias).	0.54
	Faldas hasta la rodilla, camisa de mangas largas, bastante deslizante.	0.67
	Falda hasta la rodilla, camisa de manga larga	1.10
	Falda hasta la rodilla, camisa de manga larga, media deslizante, chaqueta de traje.	1.04
Pantalón corto	Falda hasta los tobillos, camisa de manga larga, chaqueta de traje.	1.10
	Pantalón corto, camisa de manga corta	0.36
Overol	Overol de manga larga, camiseta	0.72
	Overol, camisa de manga larga, camiseta	0.89
	Overol aislante, ropa interior y pantalones térmicos	1.37
Atlético	Pantalón deportivo, camiseta de manga larga	0.74
Ropa de dormir	Pijama de manga larga, pantalón de pijama	0.96

*Nota.* Tomado de *Ashrae Standard 55 Thermal Environmental Conditions for Human Occupancy* (p.20), por American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers, Inc. 2010.

**Método 3.** “Un conjunto de ropa completa se puede definir mediante una combinación de prendas de la Tabla 8. El aislamiento del conjunto se calcula como la suma de los valores individuales enumerados en la Tabla 8. Por ejemplo, el aislamiento estimado de un conjunto formado por un overol con una camisa de franela, una camiseta calzoncillos, botas y calcetines de media caña es  $lcl=0.30+0.34+0.08+0.04+0.10+0.03=0.89\text{ clo}$ ” (ASHRAE, 2017, pág. 31).

### **2.6.2. Norma de Eficiencia Energética en la Construcción en Ecuador (NEC-HS-EE)**

**A. Objetivo.** Establecer los criterios y requisitos mínimos a ser considerados en el diseño y construcción de las nuevas edificaciones y remodelaciones de uso residencial a nivel nacional, con el fin de optimizar el consumo energético, asegurando el confort térmico de los usuarios en función del clima de la localidad. (NEC-HS-EE 2018, p.4).

**B. Alcance.** Los criterios y requisitos establecidos en este documento deben ser aplicados en el diseño e implementados en la construcción de las nuevas edificaciones y remodelaciones de uso residencial a nivel nacional, a excepción de las edificaciones declaradas patrimoniales. Para el cumplimiento de la Eficiencia Energética los fabricantes de los materiales deben proporcionar las fichas técnicas que acrediten

el comportamiento térmico de sus productos y será responsabilidad del constructor presentar la memoria técnica que garantice que los materiales utilizados cumplen los requerimientos mínimos establecidos en esta norma.

**C. Contenido.** Para la aplicación y cumplimiento de esta norma, como primer paso se debe determinar la zona climática en la que se ubica la edificación que se pretende evaluar. La misma que se le encuentra en la página 10 y 11 de la norma, pero también se puede identificar la zona que no esté incluida en la tabla a partir de cálculo tomando en cuenta grados días de calentamiento, grados días de enfriamiento y altura sobre el nivel del mar de la localidad grados días de calentamiento, grados días de enfriamiento y altura sobre el nivel del mar de la localidad, en base a la Tabla 9.

**Tabla 9***Referencia para zona climática*

<b>ZONAS CLIMÁTICAS DEL ECUADOR</b>			
<b>Zona Climática (Ecuador)</b>	<b>Zona Climática (Ashrae 90.1)</b>	<b>Nombre</b>	<b>Criterio Térmico</b>
1	1A	Húmeda Muy Calurosa	$5000 < CDD10^{\circ}C$
2	2A	Húmeda Calurosa	$3500 < CDD10^{\circ}C \leq 5000$
3	3C	Continental Lluviosa	$CDD10^{\circ}C \leq 2500$ y $HDD18^{\circ}C \leq 2000$
4	4C	Continental Templado	$2000 < HDD18^{\circ}C \leq 3000$
5	5C	Fría	$CDD10^{\circ}C \leq 2500$ y $HDD18^{\circ}C \leq 2000$ $2000 < HDD18^{\circ}C \leq 3000$ $3000 < \text{Altura (m)} \leq 5000$ m
6	6B	Muy Fría	$CDD10^{\circ}C \leq 2500$ y $HDD18^{\circ}C \leq 2000$ $2000 < HDD18^{\circ}C \leq 3000$ $5000 < \text{Altura (m)}$

*Nota.* Tomado de *Norma Ecuatoriana de la Construcción- Eficiencia Energética en Edificaciones Residenciales (NEC-HS-EE)*, (p.35). Ministerio de Desarrollo Urbano de la Vivienda. (MIDUVI), 2018.

Las exigencias prescriptivas son aquellas que establecen requerimientos mínimos principalmente en los materiales o componentes de la envolvente para mejorar el comportamiento térmico y energético de las edificaciones.

- Para espacios habitables y no habitables, la envolvente exterior o semiexterior del edificio respectivamente, debe cumplir con los requisitos para la zona climática adecuada.

En cuanto a las categorías del espacio se especifican requisitos para la envolvente exterior de la edificación, para dos categorías de espacio:

- a) Espacios habitables (espacio acondicionado residencial).
- b) Espacios no habitables (espacio semi-climatizado).

Un espacio será considerado como habitable y deberá cumplir con los requisitos establecidos para espacios acondicionados al momento de la construcción, independientemente que los equipos mecánicos o eléctricos estén incluidos en el proyecto.

En la norma también se presenta dos métodos, para las superficies opacas (elementos de la envolvente), excepto las puertas:

**a) Valor mínimo nominal  $R$**  de aislamiento - para determinar el cumplimiento de las exigencias prescriptivas se deben utilizar los valores referenciales de la resistencia térmica de los materiales de aislamiento utilizados en la envolvente.

**b) Valor máximo  $U$**  de todo el paquete constructivo - para determinar el cumplimiento de las exigencias prescriptivas se deben utilizar los valores referenciales  $U$  de los paquetes constructivos

### ***1.6.3. Términos de Referencia Estandarizados con Parámetros de Eficiencia Energética y Confort Ambiental (TDRe) de Chile***

**A. Objetivo.** “Incorporar, exigencias, criterios de desempeño y estándares de eficiencia energética y confort ambiental, junto con procedimientos de verificación en diseño y obra para si incorporación en licitaciones de edificios públicos de Chile” (TDRE, 2011, pág. 1).

**B. Alcance.** La meta es avanzar en el desarrollo de edificios públicos en Chile que se caractericen por un menor consumo de recursos de energía y agua; impliquen menores gastos de operación para sus sostenedores; alcancen mejores estándares de confort térmico, acústico, lumínico de calidad del aire para sus usuarios; y tengan menor impacto sobre el medio ambiente. Todo lo anterior, tomando en cuenta la zona geográfica donde se emplazará el edificio. (TDRE, 2011, pág. 1)

**D. Contenido.** Los presentes Términos de Referencia constituyen un documento orquestador que se articula con 10 Guías Técnicas de Apoyo. Según esto, los Términos de Referencias establecen objetivos, exigencias, metodología del diseño y documentos a presentar para cada uno de los Requisitos Básicos propuestos, mientras que las Guías Técnicas de apoyo constituyen documentos técnicos que establecen métodos de verificación, indicadores y valores límites para cada requisito. (TDRE, 2011, pág. 2)

**Guía Técnica de Apoyo No. 7 CONFORT AMBIENTAL:  
Confort higrotérmico**

Indicadores:

- a) Indicador de frecuencia de temperatura operativa, ft (%).
- b) Indicadores combinados de temperatura operativa, to (°C), y humedad relativa del aire, HR.

**Valores límites del confort higrotérmico para edificios pasivos.** El procedimiento para establecer los valores límites que definen el rango de confort higrotérmico para edificios pasivos, se basa en el modelo de confort adaptativo (Szokolay, 2004). Este modelo define la temperatura neutral ( $T_n$ ) en base a la temperatura media ( $T_m$ ) del mes analizar.

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

Dónde:  $T_n$ : Temperatura neutral (°C)

$T_m$ : Temperatura media del mes (°C)

Según lo anterior, las temperaturas límites de la zona de confort (aquella definida para un 90% de aceptación), están definidos por:

$$T_{inf} = T_n - 2,5^\circ\text{C}$$

Dónde:  $T_{sup}$ :  $T_n + 2,5^\circ\text{C}$

$T_{inf}$ : temperatura límite inferior (°C)

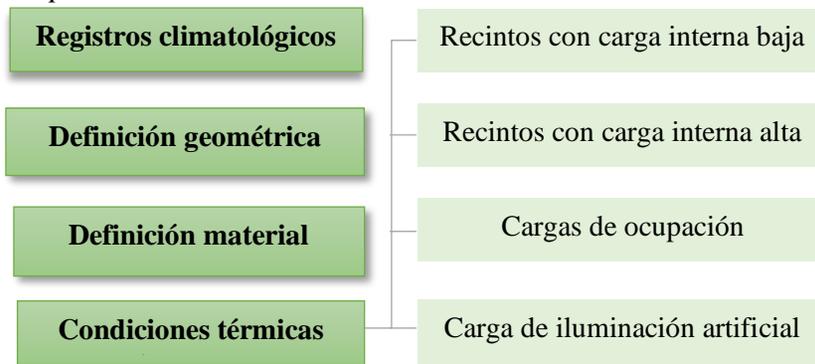
$T_{sup}$ : temperatura límite superior (°C)

En consecuencia, las temperaturas deben estar dentro del rango establecido por el método de confort adaptativo en base a un límite inferior, dentro del horario de ocupación de los recintos, en base a mediciones horarias.

**Método de simulación computacional.** Se debe considerar los siguientes elementos para desarrollar un correcto proceso de simulaciones de desempeño energético:

### Figura 11

*Aspectos a considerar en el método de simulación computacional*



*Nota.* Adaptado de *Términos de Referencia Estandarizados con Parámetros de Eficiencia Energética y Confort Ambiental (TDRe) de Chile* (pg. 7-8), de Ministerio de Obras Publicas de Chile, 2011.

## Marco Referencial

### 2.7. Metodología

El análisis de referentes arquitectónicos, se realizó en base a criterios planteados por Aguirre (2016), en el artículo de su autoría donde se plantea el estudio del proyecto arquitectónico denominado Aulario III de la Universidad de Alicante. Este autor afirma que “el analizar con crítica proyectos que evidencian orden formal a través del juicio estético, permite tener la oportunidad de experimentar los procesos y decisiones de diseño que el autor del proyecto enfrentó para poder plasmar dicha obra”, de esta manera se busca encontrar los valores intrínsecos arquitectónicos de una obra ya construida y de cierta forma llegar a comprender las decisiones tomadas por el autor para crear cierta edificación.

A continuación, se detallan los criterios aplicados por el autor para analizar una obra arquitectónica construida:

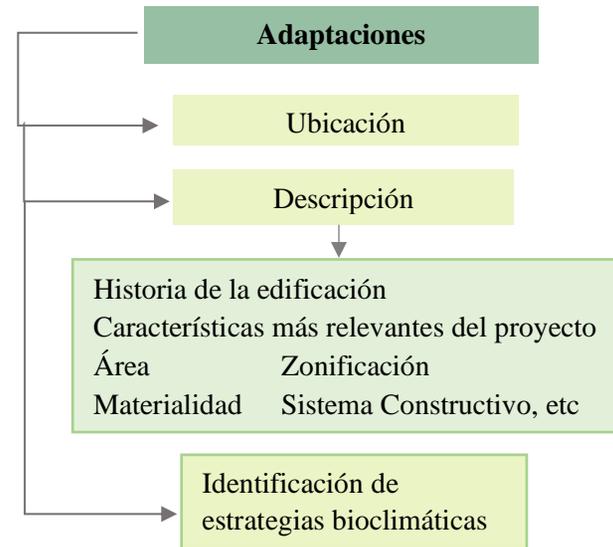
**Figura 12**  
*Criterios para realizar el análisis de referentes arquitectónicos*



*Nota.* Adaptado de Análisis de proyecto arquitectónico: Aulario III de la Universidad de Alicante, por Aguirre, J., 2016.

Para este trabajo de investigación los criterios presentados por Aguirre (2016), se los va adaptar para obtener información necesaria con las estrategias bioclimáticas aplicadas, a cada uno de los referentes planteados, dicha información servirá de apoyo para el planteamiento de la propuesta al final de la investigación.

**Figura 13**  
*Adaptaciones a los criterios de Aguirre (2016).*



**Elaborado por:** La Autora

## 2.8. Referentes Arquitectónicos

### 2.8.1. Casa S3

#### Figura 14

*Casa S3 en la Villa Solar*



*Nota.* Tomado de *Casa S3, ganadora del Construye Solar 2017* [Fotografía], por Construye Solar, 2017, Plataforma Arquitectura [https://www.plataformaarquitectura.cl/cl/870795/casa-s3-ganadora-del-construye-solar-2017?ad\\_medium=widget&ad\\_name=navigation-next](https://www.plataformaarquitectura.cl/cl/870795/casa-s3-ganadora-del-construye-solar-2017?ad_medium=widget&ad_name=navigation-next).

#### 2.8.1.1. Ubicación. Este proyecto fue concebido

por la Universidad del Desarrollo de Concepción en Chile.

#### 2.8.1.2. Descripción. El proyecto de vivienda

Casa S3, llamada así por ser una “solución, social y sostenible”, desarrollado por un grupo de cuatro estudiantes y algunos

maestros de la Universidad del Desarrollo de Concepción, se lo construyó en ocho días y fue la primera en quedar completamente lista para el concurso Construye Solar.

#### Tabla 10

*Espacios de las Casa S3*

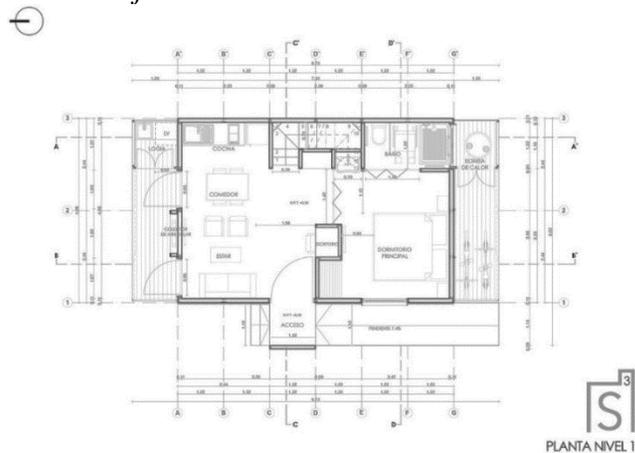
ZONIFICACIÓN DE LA CASA S3		
<b>Primer nivel</b>	Zona de servicio	Cuarto de lavado y cocina
	Zona social	Sala-comedor
	Zona privada	Dormitorio Principal
	Zonas húmedas	Baño
<b>Circulación vertical</b>		
<b>Segundo nivel</b>	Espacio de ampliación	Para un dormitorio, baño o sala de estudio
	Zona privada	Dormitorio 1 Dormitorio 2
<b>Terraza</b>	Área verde	Huerta urbana
	Zona de servicio	Bodega de la jardinería

*Nota.* Adaptado de *Casa S3, ganadora del Construye Solar 2017*, de Construye Solar, 2017, Plataforma Arquitectura [https://www.plataformaarquitectura.cl/cl/870795/casa-s3-ganadora-del-construye-solar-2017?ad\\_medium=widget&ad\\_name=navigation-next](https://www.plataformaarquitectura.cl/cl/870795/casa-s3-ganadora-del-construye-solar-2017?ad_medium=widget&ad_name=navigation-next)

Este proyecto se trata de una villa con casas pareadas de dos niveles, más una cubierta y terraza con orientación hacia el norte y accesibilidad universal. Garantizando que los espacios interiores tengan una buena iluminación durante el día y todos

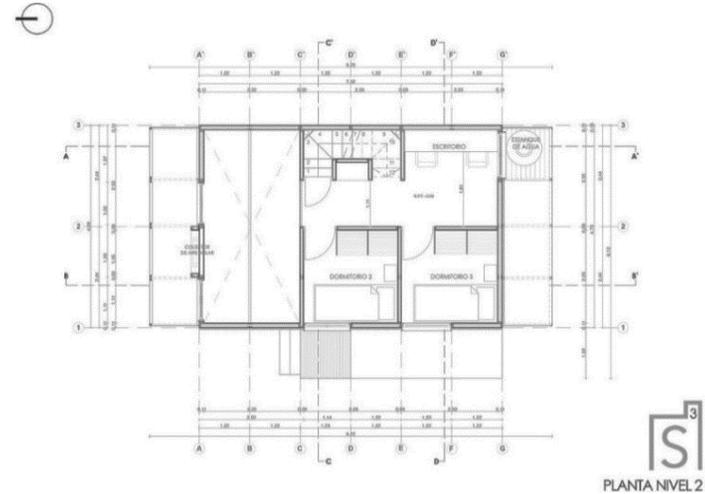
los días del año. La distribución está planteada en 60 metros cuadrados, ocupando el 34% del suelo y dejando disponible un espacio para jardín, antejardín y estacionamiento. El total del terreno es de 108 metros cuadrados.

**Figura 15**  
*Planta Baja de la Casa S3*



*Nota.* Tomado de *Casa S3, ganadora del Construye Solar 2017* [Fotografía], por Estudiantes de la Universidad del Desarrollo, 2017, Plataforma Arquitectura  
[https://www.plataformaarquitectura.cl/cl/870795/casa-s3-ganadora-del-construye-solar-2017?ad\\_medium=widget&ad\\_name=navigation-next](https://www.plataformaarquitectura.cl/cl/870795/casa-s3-ganadora-del-construye-solar-2017?ad_medium=widget&ad_name=navigation-next).

**Figura 16**  
*Planta Alta de la Casa S3*



*Nota.* Tomado de *Casa S3, ganadora del Construye Solar 2017* [Fotografía], por Estudiantes de la Universidad del Desarrollo, 2017, Plataforma Arquitectura  
[https://www.plataformaarquitectura.cl/cl/870795/casa-s3-ganadora-del-construye-solar-2017?ad\\_medium=widget&ad\\_name=navigation-next](https://www.plataformaarquitectura.cl/cl/870795/casa-s3-ganadora-del-construye-solar-2017?ad_medium=widget&ad_name=navigation-next).

El sistema constructivo es en base a madera prefabricada, con un excelente desempeño sísmico porque pesa muy poco con relación a otros materiales y es un recurso natural que está al alcance de todos los países, especialmente Chile. Esas fueron las razones que llevó a este equipo a proponer una vivienda con un sistema constructivo en base a madera: el panel SIP. Este panel

está conformado por dos planchas de OSB con poliestireno expandido en su interior, lo que genera una especie de sándwich altamente resistente y con excelentes propiedades térmicas y acústicas. Tanto suelo, techo y paredes, fueron construidas con este material, por lo que prácticamente el 100% de la casa está hecha con panel SIP, lo que implica que con un solo material se puede hacer la casa completa.

**2.8.1.3. Premios.** Obtuvo el primer lugar en las categorías de innovación e ingeniería y construcción; segundo lugar en bienestar y comodidad, comunicación y consciencia social, uso del agua, eficiencia energética, sustentabilidad y funcionamiento de la vivienda; y tercer lugar en arquitectura, diseño urbano y accesibilidad.

Estas características le dieron 40 puntos de ventaja por sobre las otras casas en competencia, coronándose, como la propuesta ganadora de la segunda versión del evento. El certamen, organizado por La Ruta Solar y el Ministerio de

Vivienda y Urbanismo (MINVU), en colaboración con la Municipalidad de Santiago, tenía el objetivo de “cambiarle la cara a la vivienda social chilena”.

### Figura 17

*Propuesta del diseño de Conjunto de las Casas S3*



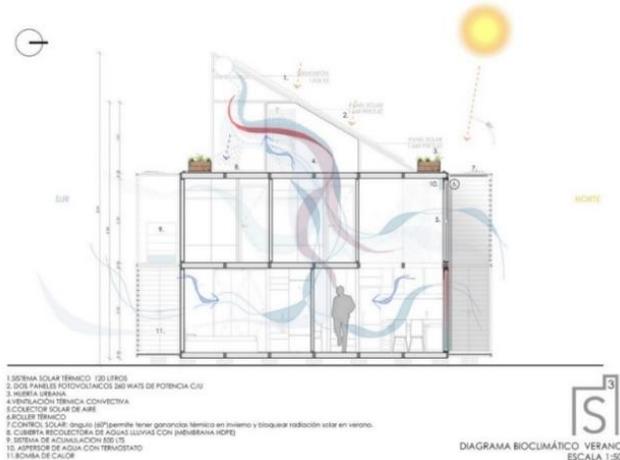
*Nota.* Tomado de *Casa S3, ganadora del Construye Solar 2017* [Ilustración], por Estudiantes de la Universidad del Desarrollo, 2017, Plataforma Arquitectura [https://www.plataformaarquitectura.cl/cl/870795/casa-s3-ganadora-del-construye-solar-2017?ad\\_medium=widget&ad\\_name=navigation-next](https://www.plataformaarquitectura.cl/cl/870795/casa-s3-ganadora-del-construye-solar-2017?ad_medium=widget&ad_name=navigation-next).

### 2.8.1.4. Estrategias bioclimáticas

- Orientación de norte a sur.
- Utiliza las escaleras como chimenea de ventilación y cuenta con una logia techada con tendedero en la fachada norte para el secado de ropa y evitar la condensación y la humedad interior.

**Figura 18**

*Diagrama funcional de la Casa S3 en verano*

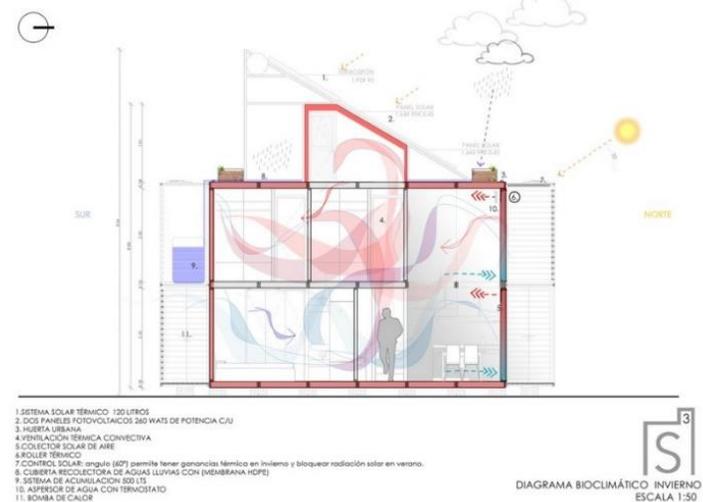


*Nota.* Tomado de *Casa S3, ganadora del Construye Solar 2017* [Fotografía], por Estudiantes de la Universidad del Desarrollo, 2017, PlataformaArquitectura  
[https://www.plataformaarquitectura.cl/cl/870795/casa-s3-ganadora-del-construye-solar-2017?ad\\_medium=widget&ad\\_name=navigation-next](https://www.plataformaarquitectura.cl/cl/870795/casa-s3-ganadora-del-construye-solar-2017?ad_medium=widget&ad_name=navigation-next).

- Las aguas lluvia son recolectadas para los baños, además se usa un colector solar de aire para calentar la casa en invierno, difusores de agua y una chimenea de ventilación para enfriar en verano. Se aplica el concepto de fachada ventilada para apoyar ambas estrategias: enfriar y calentar.

**Figura 19**

*Diagrama funcional de la Casa S3 en invierno*



*Nota.* Tomado de *Casa S3, ganadora del Construye Solar 2017* [Fotografía], por Estudiantes de la Universidad del Desarrollo, 2017, PlataformaArquitectura  
[https://www.plataformaarquitectura.cl/cl/870795/casa-s3-ganadora-del-construye-solar-2017?ad\\_medium=widget&ad\\_name=navigation-next](https://www.plataformaarquitectura.cl/cl/870795/casa-s3-ganadora-del-construye-solar-2017?ad_medium=widget&ad_name=navigation-next).

- Tiene un estanque de agua potable con capacidad de 500 litros, lo suficiente para abastecer a la familia durante una semana en caso catástrofe.
- Autonomía eléctrica, gracias a los paneles fotovoltaicos permite mantener en funcionamiento el refrigerador sin problemas y asegurar así la necesidad de alimentación.
- Su diseño permite que la casa sea ampliada sin afectar las propiedades térmicas de la envolvente, pudiendo agregar una habitación y un baño a los ya existentes.

## 2.8.2. Proyecto de viviendas bioclimáticas de interés social.

### *Tapelqué, provincia de Buenos Aires, Argentina.*

#### **Figura 20**

#### *Conjunto de las viviendas en Tapelqué*



*Nota.* Tomado de “Proyecto de viviendas bioclimáticas de interés social. Tapalqué, provincia de Buenos aires, Argentina” (p.14), por G. San Juan, et al, 2014, *Energías Renovables y Medio Ambiente*, Vol, 34.

**2.8.2.1. Ubicación.** Este proyecto está ubicado en el municipio de Tapelqué, localizado en el centro de la provincia de Buenos Aires, Republica de Argentina, esta región caracterizada como pampa húmeda.

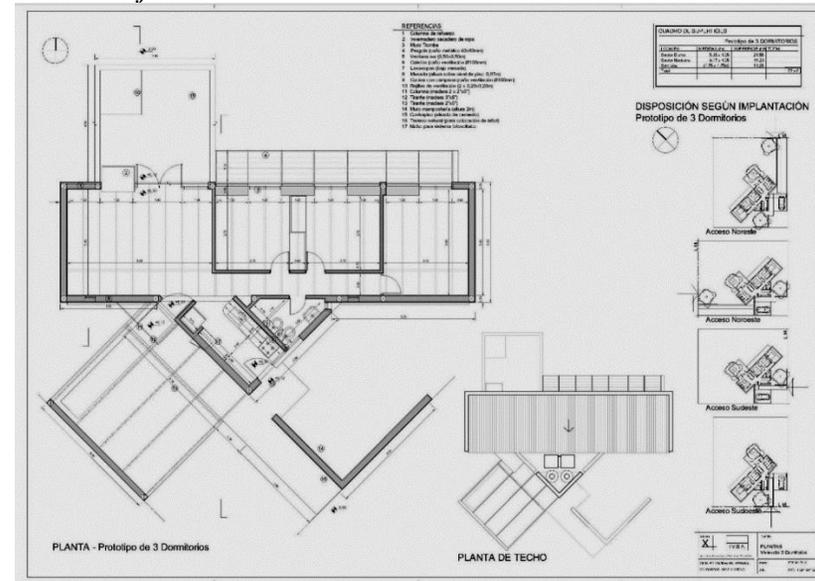
**2.8.2.2. Descripción:** Este conjunto de viviendas, es un proyecto piloto que tiene como objetivo principal el diseño y construcción de cuatro viviendas bioclimáticas orientadas a un sector social de escasos recursos, denominado comúnmente “de

interés social”; en el municipio de Tapalqué, para lo cual el equipo analizo las características del lugar; pautas bioclimáticas; características generales, particulares de diseño y las tecnologías adoptadas para el proyecto.

El proyecto se desarrolla en el marco de un Convenio entre: el Instituto de la Vivienda de la provincia de Buenos Aires (IVBA); el Municipio de Tapalqué de la prov. de Buenos Aires (MT); el Instituto de Investigación y Políticas del Ambiente Construido (IIPAC), y el Instituto Nacional de Tecnología Industrial (INTI).

El programa arquitectónico está constituido por los espacios comunes como sala-comedor, cocina y baños, pero cada vivienda esta diferencia por el número de dormitorios, dos prototipos de un dormitorio (50 m<sup>2</sup>), uno de dos dormitorios (63 m<sup>2</sup>) y uno de tres dormitorios (70 m<sup>2</sup>), con una superficie total construida total de 240 m<sup>2</sup>.

**Figura 21**  
*Planta Baja de la vivienda modelo*



*Nota.* Tomado de “Proyecto de viviendas bioclimáticas de interés social. Tapalqué, provincia de Buenos Aires, Argentina” (p. 22), por G. San Juan, et al, 2014, *Energías Renovables y Medio Ambiente*, Vol, 34.

El sistema constructivo adoptado fue el tradicional, es decir, los cimientos son de hormigón y la mampostería de ladrillo y bloque, pero se realizaron ciertas modificaciones para ir adaptando a la vivienda a la línea bioclimática.

Para comprobar si las estrategias bioclimáticas aplicadas a estas viviendas son efectivas, se realizó una simulación

dinámica, haciendo uso de dos programas: ENERGY-PLUS y SIMEDIF, cuyos resultados poseen consistencia.

### 2.8.2.3. Estrategias Bioclimáticas

Según G. San Juan et al. (2014), describe las siguientes estrategias bioclimáticas aplicadas a las viviendas:

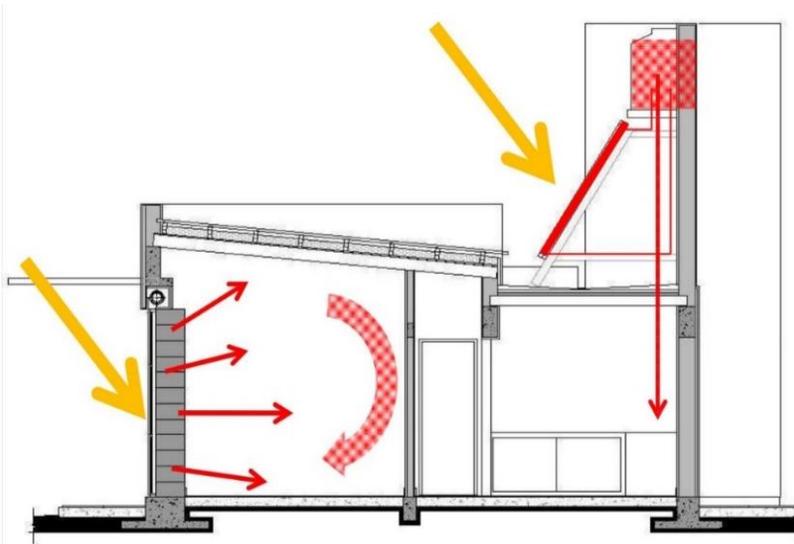
- Análisis de la localización, la cual define las características del “sitio” especificando sus variables climáticas y situación helioenergética.
- La adecuación del prototipo a una situación urbana y suburbana con loteo sobre la cuadrícula.
- Aislación de la envolvente (muros + piso + techo), con el objeto de disminuir la carga térmica anual; reducir las pérdidas térmicas por envolvente en el período invernal; mejorar las condiciones ambientales interiores, tanto higro-térmicas como de confort de los ocupantes; y hacer eficiente la producción y conservación del calor.

- Captación de la radiación solar directa con fines de producción de calor, aprovechando la radiación solar para considerarla como una fuente auxiliar de calefacción.

- Calefacción por Muro Acumulador de Calor (MAC), tipo “Trombe-Michel” (Pesado, de Hormigón y/o con materializaciones mixtas). Se refiere a un sistema de producción y acumulación de calor en material sólido y/o composición mixta (sólido + líquido), con protección nocturna, para calefaccionar los ambientes por conducción y radiación. En el primer caso la carga térmica retarda la onda térmica hacia el período nocturno; y en el segundo caso además le aumenta la capacidad de carga por la mayor capacidad calorífica (cp) que posee el agua. Este sistema se implementa sólo en los dormitorios que son los locales que requieren el retardo del calor entregado.

### Figura 22

*Diagrama de funcionamiento de las estrategias bioclimáticas*



*Nota.* Tomado de “Proyecto de viviendas bioclimáticas de interés social. Tapalqué, provincia de Buenos aires, Argentina” (p. 23), por G. San Juan, et al, 2014, *Energías Renovables y Medio Ambiente*, Vol, 34.

- Producción de aire caliente para calefacción y secado de ropa. Se incluye en el espacio principal de la vivienda un invernadero con doble función controlada. Puede aportar calor a través de ganancia directa, o secar ropa por transferencia de calor y masa.

### **Figura 23**

*Vivienda tipo en la actualidad (2020)*



*Nota.* Tomado de *Casas Bioclimáticas S3*, [Fotografía], por Municipalidad de Tapalqué, 2020, Municipalidad de Tapalqué <http://www.tapalque.tur.ar/?q=content/casas-bioclimaticas>

- Control de la radiación solar en el verano a través de un diseño de un sistema pergolado sencillo de protección para el área vidriada y paramentos orientados al norte. Se complementó con sombreado vegetal (forestación caduca), y cortinas de enrollar para las superficies vidriadas de los MAC.
- Ventilación cruzada para el verano. Preferentemente nocturna con la cual se hace la mejora de la disipación de la carga

térmica interior a partir de la circulación de aire de baja entalpía por ventanillas orientadas al sur-este a nivel de zócalo, y ventanas al norte (tipo banderola). Este sistema asegura la ventilación preservando los aspectos de seguridad.

- Sistemas alternativos: colector solar plano para calentamiento de agua (CSP). Consta de un sistema termosifónico con 4m<sup>2</sup> de superficie de colección y un tanque de acumulación de agua caliente de 300 L, asociado al tanque de reserva de agua domiciliaria.
- Sistema fotovoltaico para iluminación eléctrica, dimensionado según cálculo, en función de la demanda a determinar (se considera en primer término luz perimetral y de emergencia).
- Con la implementación de vegetación de tipo caduca en las dos fachadas principales, se pretende generar sombra en el norte y controlar los vientos del sur

### 2.8.3. Casa Tempero

#### Figura 24

*Imagen exterior de la Casa Tempero*



*Nota.* Tomado de *Casa Tempero, sistemas bioclimáticos pasivos en viviendas sociales* [Ilustración], por Equipo TLC331, 2015, Plataforma Arquitectura <https://www.plataformaarquitectura.cl/cl/761370/construye-solar-casa-tempero-sistemas-bioclimaticos-pasivos-en-viviendas-sociales>

**2.8.3.1. Ubicación.** Este prototipo de vivienda, ha sido desarrollado en la Universidad Católica de Chile, por el equipo TLC331, para el concurso universitario latinoamericano Construye Solar.

**2.8.3.2. Descripción.** La Casa Tempero tiene un área de 62 m<sup>2</sup> y el terreno de 93 m<sup>2</sup>. Está compuesta por tres zonas que conforman un interior confortable y eficiente, incorporando sistemas bioclimáticos pasivos, creando ambientes interiores con un alto grado de confort, sin necesidad de recurrir a sistemas activos.

Este proyecto se organiza en torno a tres patios. De este modo permite el control de temperatura de forma ecológica, además de generar recursos como cultivos propios para la vivienda.

La parte formal de la vivienda, se desarrolla a partir de un volumen compacto, un cuadrado de un piso de altura, con el mínimo de perímetro expuesto. Como estrategia espacial se

separa el programa privado del público, respondiendo a las necesidades de unos usuarios específicos: una pareja con devoción a la cocina que rememora a la cultura chilena en donde el núcleo familiar transcurre en torno a este espacio. El área asignada para el espacio público predomina por sobre el privado. Estos espacios se los separo con un tipo de tabiquería fragmentada.

Esta propuesta se la realizo en base a un referente arquitectónico: el ejercicio propuesto por Mies Van der Roe para la casa tres patios, se utiliza una serie de patios interiores para iluminar distintos recintos dándoles autonomía, logrando que cada patio tenga un carácter y condición particular en función del recinto que lo acompaña.

Cada uno de los patios esta ubicados fuera del cuadrado, este recurso se lo uso para lograr una condición espacial de límites físicos, pero no visuales, conectando el interior con el

exterior, como también conseguir luz natural durante todo el día a través de aperturas en distintas orientaciones. Y utilizando los patios como espacios de auto cultivo de especies relacionadas con la cocina.

### Figura 25

Imagen del espacio interior de la Casa Tempero



*Nota.* Tomado de *Casa Tempero, sistemas bioclimáticos pasivos en viviendas sociales* [Ilustración], por Equipo TLC331, 2015, PlataformaArquitectura:

<https://www.plataformaarquitectura.cl/cl/761370/construye-solar-casa-tempero-sistemas-bioclimaticos-pasivos-en-viviendas-sociales>

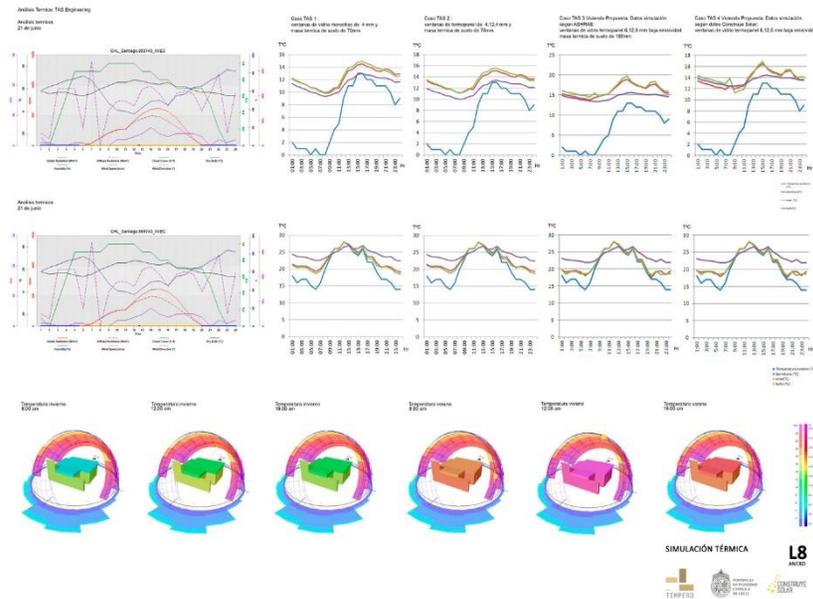
### Estrategias Bioclimáticas.

- **Ventilación.** El techo siendo la superficie que más capta calor en verano, considera una cámara que permite la ventilación cruzada sobre la aislación.

También los muros consideran una cámara exterior de ventilación para evitar el sobrecalentamiento y la humedad. Por último, el interior de la vivienda considera una ventilación cruzada controlada, apoyada por una chimenea solar la cual permite, en verano, ingresar aire fresco desde los patios verdes

- **Aislación.** La calidad y espesor de los muros, permite la aislación térmica interior y exterior, también el suelo, cielo raso y las ventanas de PVC o madera con termo paneles y cortinas térmicas. El uso de la madera como estructura, genera una vivienda perfectamente aislada y sin puentes térmicos.

**Figura 26**  
*Simulación Térmica*



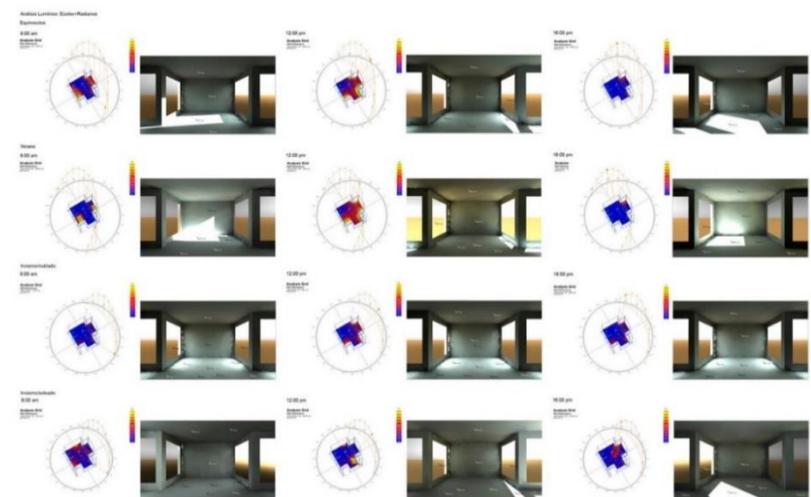
*Nota.* Tomado de *Casa Temporo, sistemas bioclimáticos pasivos en viviendas sociales* [Ilustración], por Equipo TLC331, 2015, Plataforma Arquitectura  
<https://www.plataformaarquitectura.cl/cl/761370/construye-solar-casa-temporo-sistemas-bioclimaticos-pasivos-en-viviendas-sociales>

- **Acumulación.** Todo el piso de la casa considera una masa térmica de bloques de hormigón de 7 cm. de espesor, aislados del suelo y capaces de acumular calor para regularizar

el ciclo día-noche, evitando en lo posible el uso de sistemas activos.

- **Vegetación.** Se utilizará la vegetación de hoja caduca en los patios para generar humedad por evaporación y sombra.

**Figura 27**  
*Simulación de luz natural*



*Nota.* Tomado de *Casa Temporo, sistemas bioclimáticos pasivos en viviendas sociales* [Ilustración], por Equipo TLC331, 2015, Plataforma Arquitectura  
<https://www.plataformaarquitectura.cl/cl/761370/construye-solar-casa-temporo-sistemas-bioclimaticos-pasivos-en-viviendas-sociales>

- **Sol-Sombra.** Por medio de aleros, quiebrasoles y vegetación, se regula la entrada de sol al interior de la casa, evitándola en verano y permitiéndola en invierno. En esta etapa del proyecto se ha implementado 2 sistemas activos de captación de energía solar: Paneles fotovoltaicos para generar energía eléctrica y colectores para calentar agua, siendo pivotantes para adaptarse a los ángulos solares de cada estación.

## 2.9. Síntesis

Previo el análisis de los referentes arquitectónicos, se realiza una síntesis de las estrategias bioclimáticas pasivas, las cuales pueden ser aplicadas al caso de estudio, en la etapa de la propuesta. A continuación, se detalla la estrategia y la descripción:

**Tabla 11**  
*Estrategias Bioclimáticas*

<b>Estrategia</b>	<b>Descripción</b>
<b>Casa S3</b>	
<b>Ventilación térmica convectiva</b>	El aire caliente tiende a ascender y sustituye al aire frío generando corrientes de aire. Estas corrientes pueden ser provocadas mediante la apertura de huecos en la parte superior del edificio de manera que el aire caliente pueda salir al exterior. El uso de las escaleras como una chimenea solar, permitirá la renovación del aire en el interior.
<b>Colector solar de aire</b>	Este artefacto renueva constantemente el aire del recinto con aire caliente y seco. La instalación ideal es la orientación Sur, Sureste o Suroeste y a ser posible sin sombra alguna.
<b>Roller Térmico</b>	Cortinas enrollables de PVC, colocadas en las ventanas para controlar el paso de la luz solar y el frío evitando que ingrese al interior de la vivienda. Actúan de manera eficaz como aislantes acústicos y térmicos.
<b>Proyecto Tapelque, Buenos Aires - Argentina</b>	

<b>Muro acumulador de calor (MAC) tipo Trombe-Michel</b>	Sistema de producción y acumulación de calor en material sólido y/o composición mixta con protección nocturna, para calefacciones los ambientes por conducción y radiación. Este sistema se implementa sólo en los dormitorios que son los locales que requieren el retardo del calor entregado.
<b>Control de radiación en verano</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Sistema de pergolado sencillo de protección para el área vidriada.</li> <li>• Sombreo vegetal</li> <li>• Cortinas de enrollar para las superficies vidriadas.</li> </ul>
<b>Ventilación cruzada</b>	Circulación de aire de baja entalpía por ventanillas orientadas al sur-este a nivel de zócalo, y ventanas al norte (tipo banderola). Aplicaría para las viviendas que están orientadas de norte a sur o viceversa.
<b>Casa Tempero</b>	
<b>Ventilación</b>	Crear una cámara de aire entre el techo y la aislación (cielo raso) para generar una ventilación cruzada.
<b>Patios verdes internos</b>	Mejorar la ventilación, crear un microclima por la presencia de vegetación en el interior de la vivienda.
<b>Aislación térmica</b>	Colocación de materiales térmicos en el suelo, cielo raso y las ventanas pueden ser de PVC o madera con termo paneles y cortinas térmicas.
<b>Vegetación</b>	Uso de vegetación de hoja caduca en los retiros (frontal y posterior) para generar humedad por evaporación y sombra.
<b>Sol-Sombra</b>	Aleros, quebrasoles y vegetación para regular la entrada del sol al interior de la vivienda.

## Capítulo III

### MARCO CONTEXTUAL

*“Toda arquitectura es un refugio, toda gran arquitectura es el diseño del espacio que contiene, exalta abraza o estimula las personas en espacios”*

Philip Johnson

#### 3.1. Metodología

La metodología aplicada en este capítulo es la investigación realizada por docentes en el Laboratorio de Diseño Bioclimático de la Universidad Autónoma Metropolitana, Unidad Azcapotzalco, la cual está basada en propuestas de investigadores clásicos como: Olgyay, Givoni y Szokolay, pero también en nuevas aportaciones como las de Yeang. Este análisis se divide en niveles, dependiendo del caso de estudio.

Los autores de esta metodología mencionan, que, el clima es un factor fundamental para el desarrollo de la vida en general y condicionante de la arquitectura. Por ello es indispensable conocer, analizar y evaluar los elementos y factores determinantes del clima, en el nivel regional, local y de sitio. (Fuentes, 2002, pág. 84)

### ***3.1.1. Análisis a Nivel Regional***

En este primer nivel se va a realizar un análisis de las características del país, con el fin de conocer el contexto general en el que se ha planteado este proyecto, y de alguna manera crear una introducción para llegar a la parte específica que sería el conjunto de viviendas de interés social. En esta primera parte se hará un análisis de la geografía física, dirección de los rayos solares y zonas térmicas que presenta el país.

### ***3.1.2. Análisis a Nivel Local***

En este segundo nivel del diagnóstico contextual, se analizará el cantón en el que está ubicado el proyecto, lo cual permite tener la idea del contexto climatológico en el que se desarrolla el proyecto, estas características generales, como las condiciones específicas del sitio, las cuales son fundamentales para el proyecto de investigación.

Se elaborará un diagnóstico del clima, considerando los siguientes factores: temperatura, humedad, vientos predominantes y precipitación.

### ***3.1.3. Análisis a Nivel del Sitio***

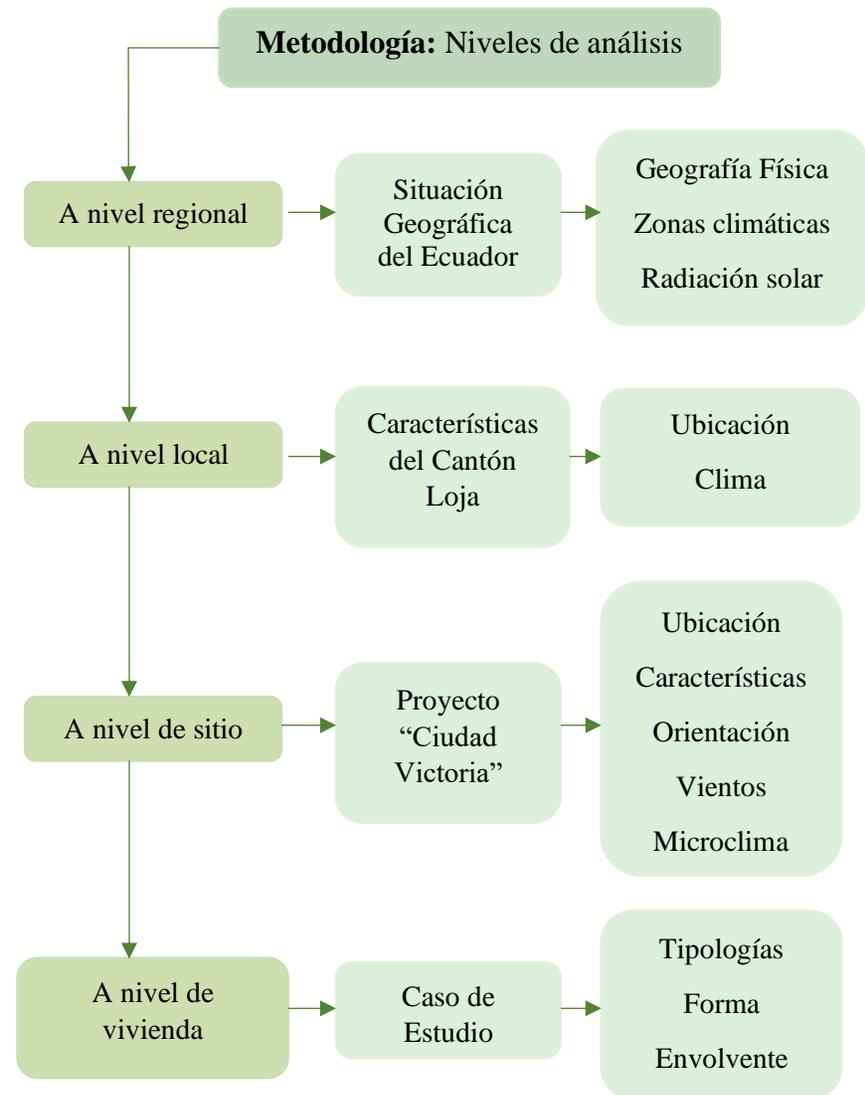
En este punto, se partirá haciendo una descripción del proyecto y como se encuentra actualmente.

Se realizará un estudio del entorno considerando las condiciones topográficas, hidrológicas, climatológicas, vegetación, etc. Se identificará la ubicación del proyecto, posteriormente se analizará las condiciones climatológicas más importantes como, la orientación solar y los vientos predominantes, finalmente el análisis del microclima, este aspecto permite conocer el conjunto de patrones que influyen en el proyecto, siendo positivos o negativos, como: topografía, valles, cuerpos de agua, núcleos urbanos y vegetación.

### 3.1.4. Análisis a Nivel de Vivienda

Para este último nivel se ha considerado la vivienda y sus componentes, existen dos tipologías en todo el conjunto de viviendas, por lo tanto, se tomará una sola muestra. Este procedimiento consiste en determinar las características los elementos y forma de la envolvente (muros, cubierta, pisos, ventanas), materiales y características constructivas que constituyen a estas viviendas.

La metodología empleada en el diagnóstico y evaluación del confort térmico, para las viviendas será de tipo computacional, es decir se utilizará un software para determinar las condiciones actuales de confort en el interior de la vivienda.



**Elaborado por:** La Autora

### **3.2. Situación Geográfica del Ecuador**

La República del Ecuador, ubicada en el continente sudamericano, está atravesada, como refleja su nombre, por la línea imaginaria que divide a la Tierra en dos hemisferios. El país limita al norte con Colombia, al sur y el este con Perú y al oeste con el Océano Pacífico.

La división territorial del Ecuador, está conformada de mayor a menor jerarquía, 24 provincias, 221 cantones y 1 499 parroquias. De acuerdo a la Constitución del 2008.

#### **3.2.1. Geografía Física**

El Ecuador presenta cuatro regiones naturales, claramente diferenciadas: costa, sierra, oriente y Galápagos.

##### **3.2.1.1 Costa**

La región Costa (llamada también occidental o litoral), queda comprendida entre el océano Pacífico y las faldas de la vertiente oeste de la cordillera Occidental de los Andes. Tiene

una extensión de 67 450 km<sup>2</sup>. Divide en siete provincias, cinco de ellas tienen salida al Pacífico: Esmeraldas, Manabí, Guayas, Santa Elena, y El Oro; y las dos últimas ubicadas en las llanuras occidentales del país: Santo Domingo de los Tsáchilas y Los Ríos.

##### **3.2.1.2. Sierra**

Los Andes constituyen la sierra o región central ecuatoriana, en la que se encuentran las cumbres más elevadas del país. Conformada por 10 provincias: Carchi, Imbabura, Pichincha, Cotopaxi, Tungurahua, Chimborazo, Bolívar, Cañar, Azuay y Loja. Las mismas que cuentan con ciudades de gran importancia histórica como Quito y Cuenca, centros artesanales como Otavalo.

##### **3.2.1.3. Oriente**

Al este de los Andes se extiende el oriente región trasandina, una extensa y deshabitada región amazónica formada por una llanura poco elevada (entre 200 y 800m sobre

el nivel del mar), cubierta de sedimentos fluviales de carácter arcilloso y húmico. Comprende las provincias de Zamora Chinchipe, Sucumbíos, Napo, Orellana, Morona Santiago, Pastaza.

### 3.2.1.4. Galápagos

Las islas Galápagos (también islas de los Galápagos y oficialmente archipiélago de Colón) constituyen un archipiélago del océano Pacífico ubicado a 1.000 km de la costa de Ecuador.

El archipiélago de origen volcánico, se compone de trece islas principales, diecisiete islotes y numerosas rocas menores. El conjunto del archipiélago posee una extensión de 8 010 km<sup>2</sup>.

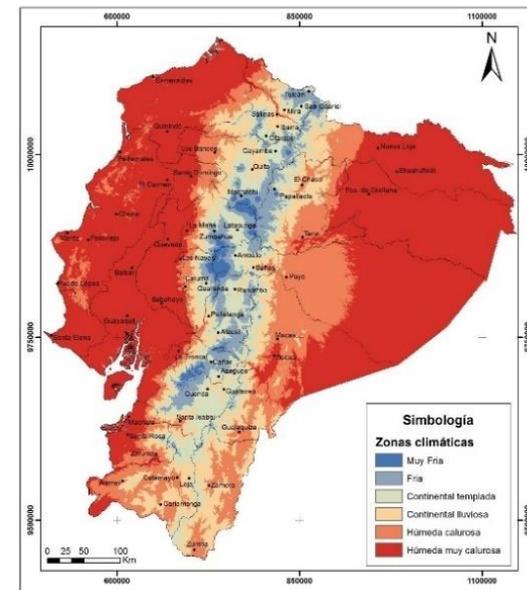
### 3.2.2. Zonas Climáticas

La presencia de los Andes como factor altitudinal, ha dado al territorio ecuatoriano una fisonomía muy variada. Desde el nivel del mar hasta las cumbres andinas existen varios pisos

altitudinales con climas y formas de vida diferentes. Es por esto que, a pesar de estar situado en plena zona ecuatorial, el país no es completamente tropical, sino que presenta una amplia variedad de condiciones climáticas según la localización orográfica. (Patzelt, 1996)

### Figura 28

*Mapa de zonas climáticas del Ecuador*



*Nota.* Tomado de *Norma Ecuatoriana de Construcción, 2018 (NEC)* (p. 13), Ministerio de Desarrollo Urbano y Vivienda (MIDUVI).

Según el mapa de zonas climáticas del Ecuador presentado por el INAMHI (Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología), se identifican seis zonas climáticas: muy fría, fría, continental templada, continental lluviosa, húmeda calurosa, húmeda muy caluroso.

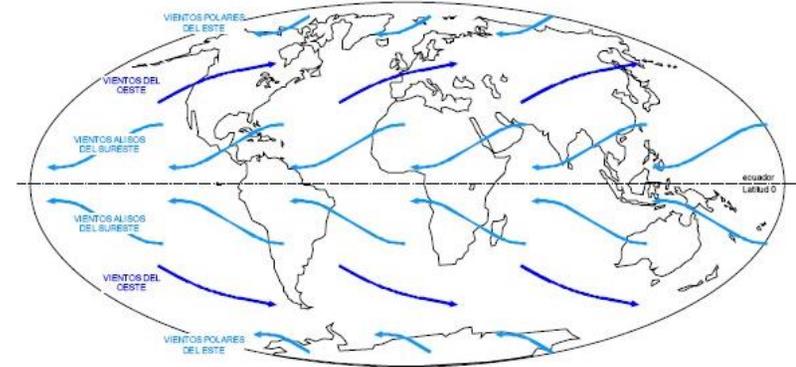
### 3.2.3. Radiación Solar en el Ecuador

La radiación solar, al calentar la superficie de la Tierra, genera corrientes de aire caliente que suben desde la Franja Ecuatorial en dirección hacia los Polos. Por efecto convectivo, confluyen en la zona del Ecuador, vientos fríos provenientes del Norte y del Sur, denominados Vientos Alisos. La confluencia de los Vientos Alisos y los vientos del Este, alrededor de la Línea Ecuatorial, trae consigo un aumento en la nubosidad de la zona. (Barrera, 2005, p.20).

La Tierra realiza dos tipos de movimientos: el movimiento de traslación, es el recorrido que efectúa el planeta

entorno al Sol, tardándose en completar este movimiento lo que da el año terrestre; y el movimiento de rotación, es el giro que ejecuta la Tierra sobre su propio eje.

**Figura 29**  
*Esquema de vientos de la Tierra*



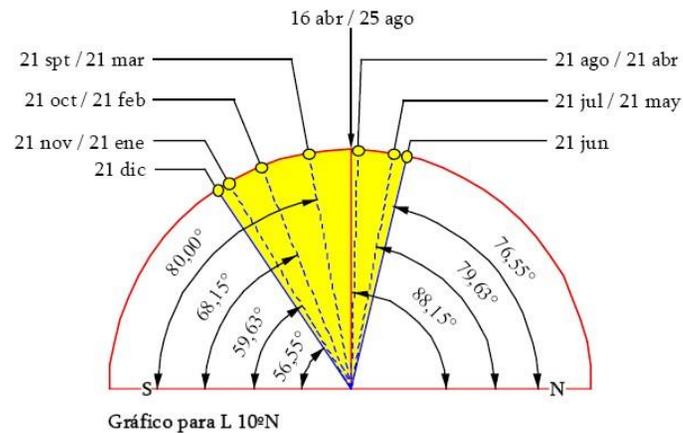
*Nota.* Tomado de *Introducción a una Arquitectura Bioclimática para los Andes Ecuatoriales* (p.20), por O. Barrera, 2005, Universidad Politécnica de Cataluña.

El movimiento de rotación de la Tierra en relación al plano de la órbita respecto al sol, define un ángulo de  $46,90^\circ$ . Mensualmente el cambio de la posición del sol varía entre una altura solar de  $76,55^\circ$  Norte, el 21 de junio, a  $56,55^\circ$  Sur, el 21 de diciembre. Quedando definidos los días 16 de abril y 25 de

agosto, como los días en los cuales el sol en esta latitud pasa al medio día por el cenit. (Barrera, 2005).

**Figura 30**

*Angulo de incidencia solar en el Ecuador*



*Nota.* Tomado de *Introducción a una Arquitectura Bioclimática para los Andes Ecuatoriales* (p.20), por O. Barrera, 2005, Universidad Politécnica de Cataluña.

### 3.3. Características del Cantón Loja

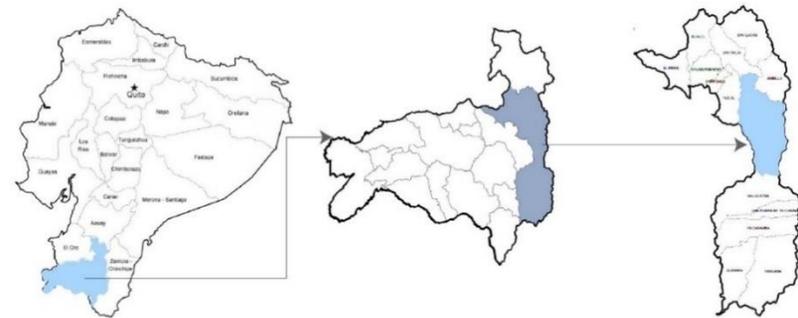
#### 3.3.1. Ubicación

El cantón Loja se encuentra ubicado en la provincia de Loja, al sur del Ecuador, en la región Sierra, la altitud es de 2.100 m.s.n.m. y la latitud de 4° al sur. Su extensión es de 5.186,58 ha

(52 km<sup>2</sup>). Es parte de la Zona 7 de planificación, Distrito 11D01, conformada por las provincias de El Oro, Loja y Zamora Chinchipe.

**Figura 31**

*Ubicación micro a macro del cantón Loja*



**Elaborado por:** La Autora

Actualmente cuenta con seis parroquias urbanas: El Sagrario, Sucre, El Valle, San Sebastián, Punzara y Carigán; y trece parroquias rurales: Chantaco, Chuquiribamba, El Cisne, Gualiel, Jimbilla, Malacatos, Quinara, San Lucas, San Pedro de Vilcabamba, Santiago, Taquil, Vilcabamba, y Yangana. Su posición geográfica es: 79° 05' 58" y 79° 05' 58" de longitud

Oeste (661421 E -711075 E); y 03° 39' 55" y 04° 30' 38" de latitud Sur (9501249 N – 9594638 N).

### 3.3.2. *Clima*

El clima de la ciudad de Loja es temperado–ecuatorial subhúmedo, caracterizado por una temperatura media del aire de 16° C y una lluvia anual de 900 mm (900 litros por metro cuadrado). Los factores que dan origen al clima de la ciudad de Loja son los mismos factores que afectan a la región andina, especialmente la latitud y el relieve, en términos más generales, la zona de convergencia intertropical (ZCIT), el efecto de la interacción Océano Pacífico–atmósfera (Fenómeno El Niño Oscilación del Sur y Corriente Fría de Humboldt) y la cubierta vegetal.

Los siguientes datos climatológicos del cantón Loja fueron obtenidos del Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología (INAMHI) de forma mensual del año 2020.

- **Temperatura**

En la siguiente tabla se presenta las temperaturas medias de cada mes del año 2020. En este caso tenemos que la temperatura mínima registrada es el mes de julio con 16°C y la máxima es en el mes de mayo 17,5°C.

**Tabla 12**

*Temperatura media mensual del año (2020)*

Temperatura media Mensual (°C)											
Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago.	Sep.	Oct	Nov	Dic
16,5	17	17,1	16,8	17,5	16,2	16	16,5	16,4	16,9	16,7	16,9

*Nota.* Tomado de *Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología (INHAMI)*, 2020.

- **Humedad relativa**

La humedad relativa mínima registrada en este año es en el mes noviembre con 71,6% y la máxima es en mayo con 83,8%, de acuerdo a estos valores la temperatura media de todo el año 2020 es 79,23%.

**Tabla 13***Humedad Relativa Mensual (2020)*

Humedad Relativa Mensual (%)											
Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago.	Sep.	Oct	Nov	Dic
83,3	82,3	82,8	82,1	83,8	77,8	80,8	74,3	75,1	74,9	71,6	82

Nota. Tomado de *Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología (INHAMI)*, 2020.

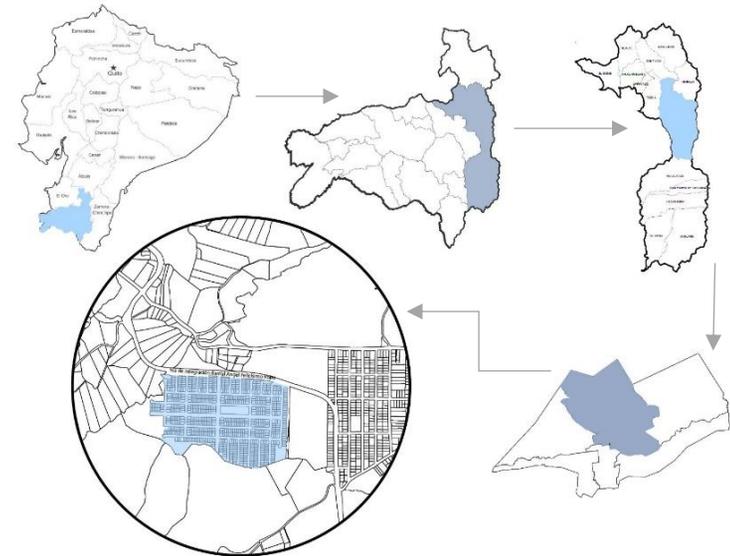
- **Velocidad del viento**

Los vientos más fuertes se registraron en el mes de Agosto con una velocidad de 3,8 m/s los cuales son admisibles para los habitantes del cantón de Loja, por el contrario, en el mes de abril y mayo se registraron vientos más endebles con una velocidad de 2,1m/s.

**Tabla 14***Velocidad del viento mensual (2020)*

Velocidad del Viento Mensual (m/s)											
Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
3,1	3,6	2,8	2,1	2,1	2,2	3,4	3,8	3,3	3,6	2,9	2,9

Nota. Tomado de *Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología (INHAMI)*, 2020.

**3.4. Características climatológicas del Sitio****3.4.1. Ubicación****Figura 32***Ubicación de macro a micro del caso de estudio*

Elaborado por: La Autora

**País:** Ecuador**Ciudad:** Loja**Cantón:** Loja**Parroquia:** Sucre**Calles:** Vía de Integración Barrial Ángel Felicísimo Rojas**Altitud:** 2257 m.s.n.m.**Coordenadas:** 4°00'05.1"S 79°13'59.5"W

**Área:** 32 Ha

El proyecto “Ciudad Victoria” se encuentra ubicado en la periferia occidental de la ciudad de Loja, frente a la Vía de Integración Barrial Ángel Felicísimo Rojas, fue planteado por la empresa municipal VIVEM Loja, dirigido especialmente a la clase social media baja, siendo el principal objetivo disminuir la necesidad de vivienda en la ciudad.

### 3.4.2. Características.

Para el proyecto “Ciudad Victoria” se planteó la construcción de 915 soluciones habitacionales, para facilitar este proceso se lo dividió en cinco etapas. En la siguiente tabla se describe las características del proyecto:

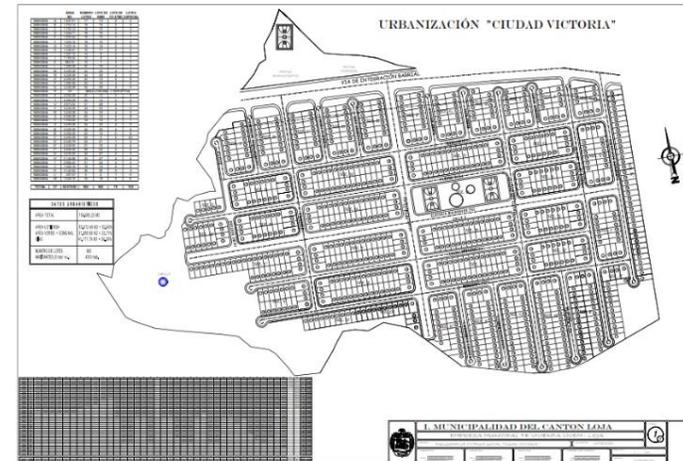
**Tabla 15**  
Cuadro de características del proyecto “Ciudad Victoria”

Descripción	Área/número
Área del terreno	156.089,25 m <sup>2</sup>
Área lotizada	87 539.88 m <sup>2</sup> (56.08%)
Área verde comunal	32 183.92 m <sup>2</sup> (20.61%)
Vías	36 365.45 m <sup>2</sup> (23.31%)
No. de vivienda proyectadas	915 viviendas

No. de vivienda construidas actualmente (2020)	827 viviendas
Habitantes	4 575 (5 hab /vivienda)

**Elaborado por:** La Autora

**Figura 33**  
*Plano de lotización de la Urbanización “Ciudad Victoria”*

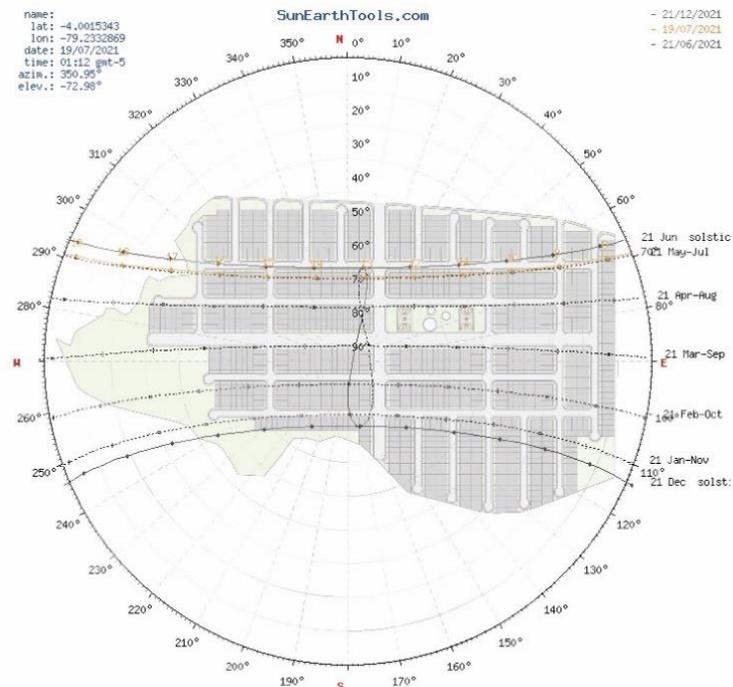


*Nota.* Tomado de Municipio del Cantón Loja, por *Empresa Municipal VIVEM Loja*, 2009.

### 3.4.3. Orientación

**Figura 34**

*Carta solar de la urbanización Ciudad Victoria*



*Nota.* Adaptada de Posición del Sol, de Sunearthtools, 2021 ([https://www.sunearthtools.com/dp/tools/pos\\_sun.php?lang=es#chartP](https://www.sunearthtools.com/dp/tools/pos_sun.php?lang=es#chartP)). CC BY-SA 3.0

En la carta solar del caso de estudio, considerando la latitud (-4.0014487,-79.2332585) se muestra que en el solsticio de verano (21 de diciembre), la inclinación del sol es a 110°, en

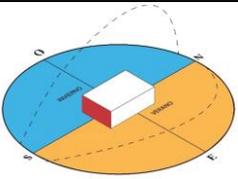
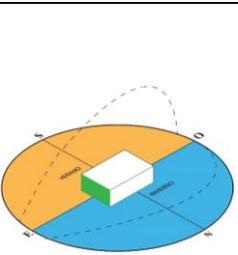
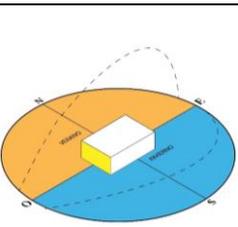
cambio en el solsticio de invierno (21 de junio), es a 70°. En los equinoccios (21 de marzo y 21 de septiembre) por la ubicación en el Ecuador, la dirección de los rayos solares es perpendicular, es decir a 90°.

El conjunto de viviendas “Ciudad Victoria”, es una urbanización en donde se dispuso las viviendas siguiendo un trazado urbano, sin considerar factores como los aspectos climatológicos, por tal motivo, se identifica 4 tipos de orientaciones:

**Tabla 16**

*Orientación de las viviendas en “Ciudad Victoria”*

Orientación	Descripción	Ilustración
<b>Norte a Sur</b>	En estas viviendas el sol no incide directamente, de manera que solo recibe algo de radiación solar a primera y última hora durante los meses de verano.	
<b>Sur a Norte</b>	Para las viviendas que están orientadas de esta forma, el sol les da todo el día en invierno y en verano solo en	

	las horas centrales del día, justo las horas más calurosas. Por este motivo se ha recomendado esta orientación para los climas fríos.	
<b>Este a Oeste</b>	Las viviendas que están orientadas en este sentido, el sol que sale hasta el mediodía incide de forma directa, en este caso el calor se acumula durante el día y se liberan durante la tarde y la noche.	
<b>Oeste a Este</b>	Las viviendas en este tipo de orientación, el sol incide directamente desde el mediodía hasta el atardecer, acumulando calor durante la tarde y luego es liberado en la noche.	

Elaborado por: La Autora

#### 3.4.4. Vientos Predominantes

**Figura 35**  
Dirección de los vientos del proyecto “Ciudad Victoria”



*Nota.* Adaptado de *Velocidad del Viento*, de Windfinder, 2021.  
<https://es.windfinder.com/#16/-4.0018/-79.2317/2021-07-02T00:00Z>

Según la aplicación Windfinder muestra que los vientos predominantes del sector son en sentido noreste a suroeste, (sentido de las partículas en la imagen) significando que en las viviendas orientadas de norte a sur son las que más ventilación en comparación a las viviendas que estas orientadas de este a oeste. La velocidad que pueden llegar alcanzar los vientos en este sector es de 22 a 26 km/h.

### 3.4.5. Microclima

- **Cuerpos de agua.** En el proyecto “Ciudad Victoria”, se ha identificado dos vertientes naturales con caudales bajos e intermitentes, donde se observa la presencia agua únicamente en épocas lluviosas.

**Figura 36**

*Mapa de las quebradas que atraviesan por “Ciudad Victoria”*



**Elaborado por:** La Autora

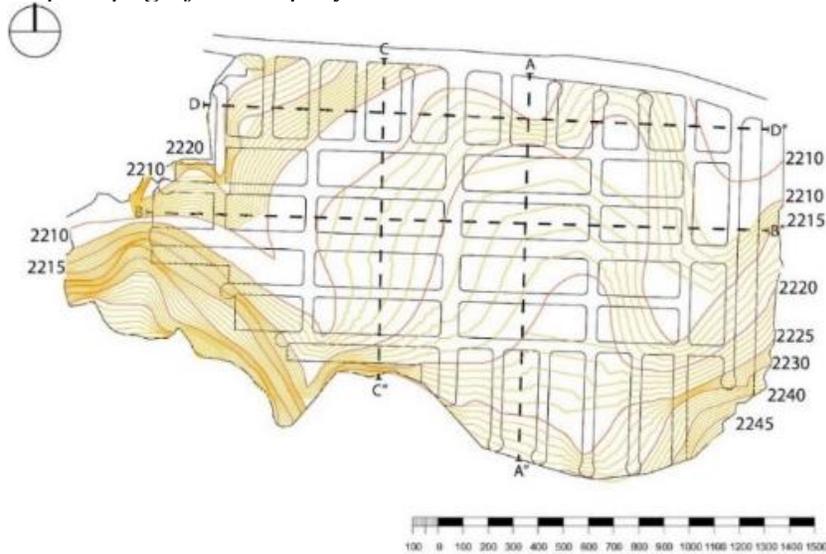
Al noroeste de la urbanización se da el origen de la Quebrada Las Pavas, la cual nace en el Villonaco y hace su recorrido en sentido suroeste y noreste, posee una longitud de 2 km y desemboca en el Rio Zamora.

Al sur del proyecto se ha identificado una vertiente de agua con una longitud de 0,5 km, con un recorrido en sentido suroeste a noreste, la cual incrementa su caudal en épocas lluviosas.

- **Topografía.** El terreno en el que está implantado el proyecto “Ciudad Victoria”, tiene una topografía irregular, con una pendiente positiva en el sentido norte a sur y en el sentido este a oeste presenta una variedad de pendientes. En todo el terreno se identifica pendientes pronunciadas que superan el 90% de inclinación, que alcanzan una altura promedio entre 2257 m.s.n.m., al norte donde atraviesa la Vía de Integración Barrial Ángel

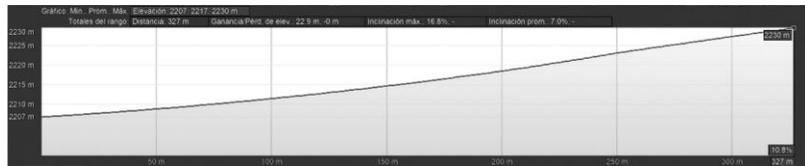
Felicísimo Rojas tiene una altura 2200 m.s.n.m. y al sur del proyecto se encuentra la parte más alta con 3315 m.s.n.m.

**Figura 37**  
Mapa topográfico del proyecto "Ciudad Victoria"



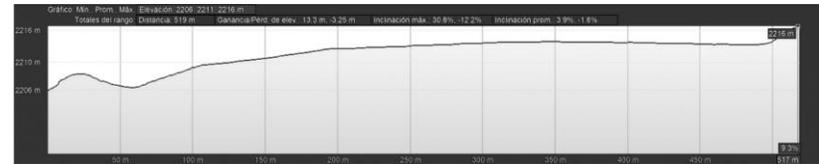
Nota. Tomado de POUL del Municipio del cantón Loja 2015.

**Figura 38**  
Sección A-A"



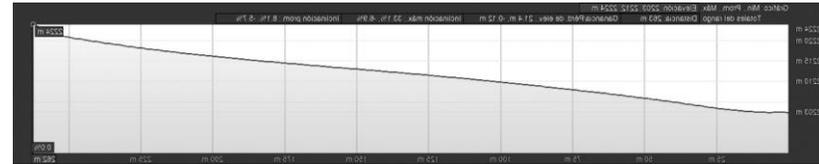
Nota. Tomado de Google Earth 2020.

**Figura 39**  
Sección B-B"



Nota. Tomado de Google Earth 2020.

**Figura 40**  
Sección C-C"



Nota. Tomado de Google Earth 2020.

**Figura 41**  
Sección D-D"



Nota. Tomado de Google Earth 2020.

- **Formaciones montañosas.** La urbanización “Ciudad Victoria”, al estar ubicada en una zona de crecimiento urbano está rodeada por formaciones montañosas, al sur de la urbanización se identifica lomas de mediana altura, las cuales están muy cerca de las residencias ubicadas al límite, significando un riesgo ya que no existe un muro que proteja a las viviendas en el caso de alguna catástrofe.

**Figura 42**

*Formaciones montañosas al sur de “Ciudad Victoria”*



**Elaborado por:** La Autora

Al oeste de “Ciudad Victoria” ya se puede visualizar una cadena de montañas de gran altura, entre ellas se puede reconocer el Volcán Villonaco.

**Figura 43**

*Formaciones montañosas al oeste de “Ciudad Victoria”*



**Elaborado por:** La Autora

- **Vegetación.** Ciudad Victoria está rodeado por una extensa área verde, en los límites del terreno se encuentra una variedad de árboles, pero en la urbanización en sí, no existe la presencia de vegetación como árboles o arbustos.

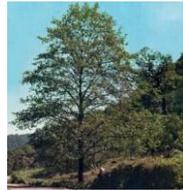
**Figura 44***Vegetación de la urbanización “Ciudad Victoria”*

Elaborado por: La Autora

**Figura 45***Vegetación en la urbanización Ciudad Victoria (2021)*

Elaborado por: La Autora

**Tabla 17***Tipo de vegetación identificada en “Ciudad Victoria”*

Nombre	Descripción	Altura	Fotografía
<b>Eucalipto (Eucalyptus sp)</b>	Árbol que puede llegar alcanzar los 100 m de altura, forma columnar. Tallo recto y corteza de color gris azulado. Las raíces del eucalipto pueden ser muy poderosas y agresivas.	15 m	
<b>Aliso (Alnus acuminata Kunth)</b>	Este árbol puede llegar alcanzar de 20 a 30 m de altura. Tronco derecho y forma redondeada y abovedada, con los borde aserrados o dentados. Árbol caducifolio, mantiene sus hojas verdes hasta su caída. La raíz principal se pierde, dando paso a la formación de raíces secundarias.	15 m	
<b>Sauce (Salix alba)</b>	Árbol de gran tamaño, alcanza hasta los 20 m. Ramas largas y flexibles de color verde olivo. Habita en sotos y riberas de los ríos. Especie dioica, existen pies machos y pies hembras. Florece entre marzo y abril.	10 m	
<b>Puma maqui</b>	Especie que alcanza los 5 a 15 m de altura, raíz de	5m	

<b>(Oreopanax rosei Harms)</b>	tipo axonomorfo o pivotante con abundantes raíces secundarias. Hojas alternas y lobuladas con un peciolo largo y dilatado.		
<b>Chilchil</b>	Hierba anual de la familia de asteráceas, que puede llegar a alcanzar los 2 metros, tiene hojas lanceoladas, dentadas y de olor fuerte.	2 m	
<b>Helechos de matarrojes (Campyloneurum sp.)</b>	Plantas pertenecientes a la familia de los helechos, hojas monomorfas, con rizoma corto a largamente rastrero, escamas a menudo clatradas, concoloras, cafés, márgenes enteros.	0.50 m	
<b>Tapa tapa (Axonopus sp.)</b>	Planta herbácea perenne, de color verde oscuro, es vegetación baja, sus hojas son alargadas y son plantas hermafroditas.	0.10	

Elaborado por: La Autora

### 3.5. Características del Proyecto “Ciudad Victoria”

En el análisis de las características del proyecto “Ciudad Victoria”, en primera instancia se identificarán las tipologías de viviendas planteadas, con las características arquitectónicas y constructivas de las mismas, con el objetivo de reconocer los aspectos favorables y los que se podrían modificar en la vivienda y de esta forma plantear una propuesta eficaz.

#### 3.5.1. Tipologías

**Tabla 18**

*Tipologías de viviendas de Ciudad Victoria*

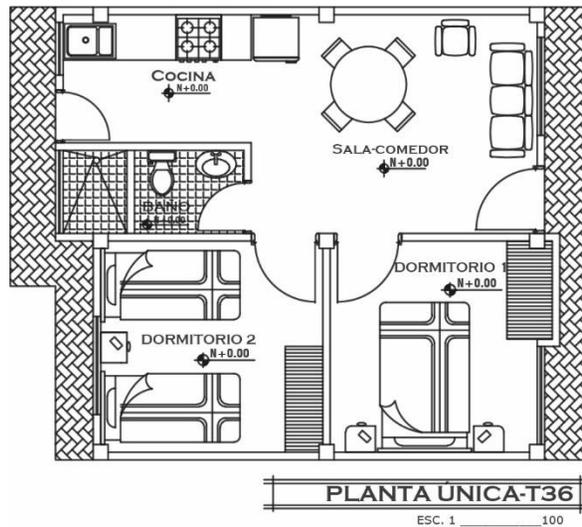
Ítem	Vivienda de una planta	Vivienda de dos plantas
<b>Área de terreno</b>	90 m <sup>2</sup> (6mx15m)	90 m <sup>2</sup> (6mx15m)
<b>Área de construcción</b>	37.92 m <sup>2</sup>	92,55m <sup>2</sup>
<b>Retiros</b>	Frontal y posterior	Frontal y posterior
<b>Espacios</b>	Sala-comedor, cocina, baño, dormitorio 1 y dormitorio 2	Planta baja: Sala, comedor, cocina, estudio, bodega, circulación vertical.
		Planta alta: Vestíbulo, dormitorio 1, dormitorio 2, dormitorio 3, baño.

Elaborado por: La Autora

Para el proyecto “Ciudad Victoria” se ha planteado dos tipologías de viviendas, la tipología 1 de una planta de 37,85m<sup>2</sup> y la tipología 2 de dos plantas de 92,56m<sup>2</sup> las cuales con el paso del tiempo ha sufrido una serie de modificaciones, adaptándose así a las necesidades de los usuarios.

**Figura 46**

*Planos arquitectónicos de la tipología uno (una planta)*

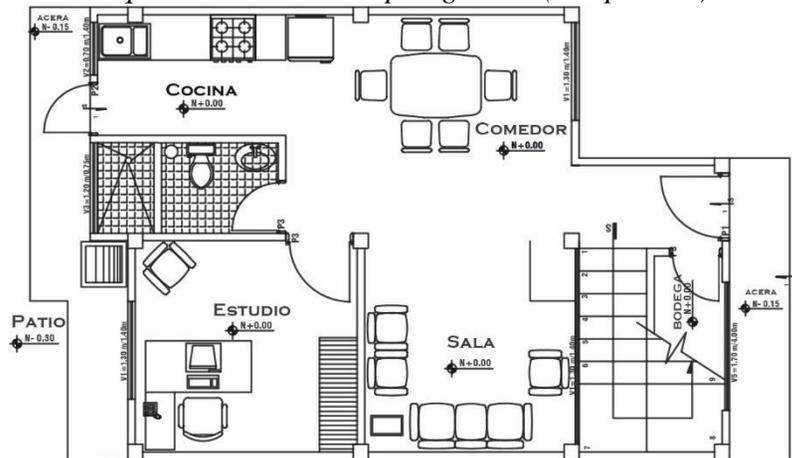


*Nota. Tomado del Departamento de Desarrollo y Planificación Municipal GAD Municipal de Loja.*

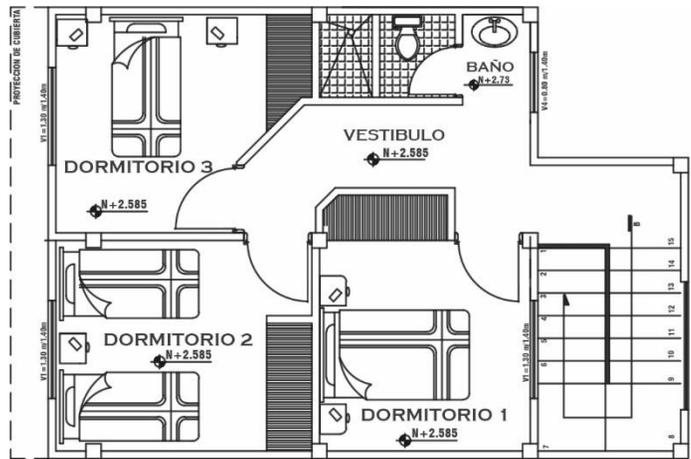


*Nota. Tomado del Departamento de Desarrollo y Planificación Municipal GAD Municipal de Loja.*

**Figura 47**  
*Planos arquitectónicos de la tipología dos (dos plantas)*



**PLANTA BAJA**  
 ESC. 1 100



**PLANTA ALTA**  
 ESC. 1 100



**ELEVACION FRONTAL**  
 ESC. 1 100



**ELEVACION POSTERIOR**  
 ESC. 1 100

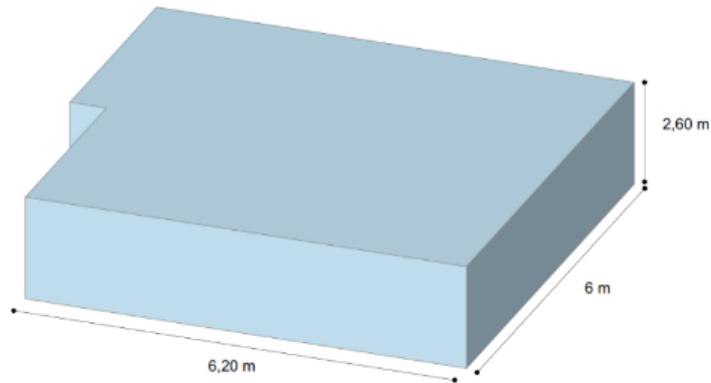
*Nota. Tomado del Departamento de Desarrollo y Planificación Municipal GAD Municipal de Loja.*

### 3.5.2. Forma

La forma que presentan las viviendas de Ciudad Victoria, la tipología 1 y 2 es ortogonal tanto en planta y en volumen. Las viviendas de un nivel, tienen una planta cuadrada y volumen en forma de cubo.

**Figura 48**

*Esquema gráfico de la forma de la tipología uno (una planta)*

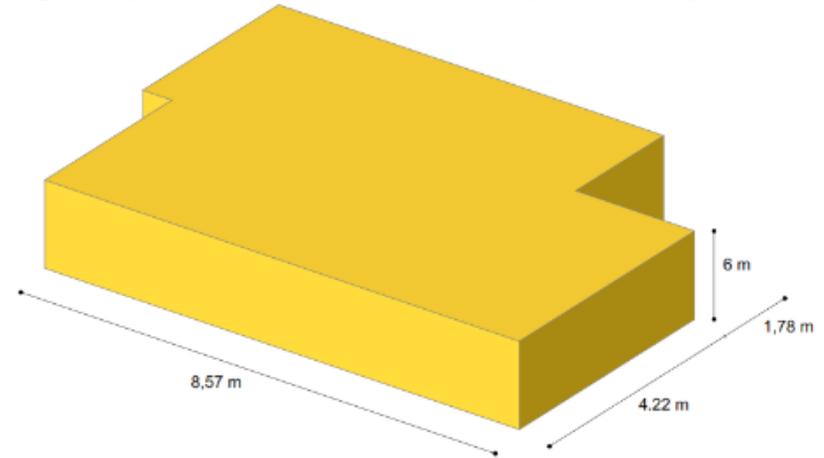


**Elaborado por:** La Autora

Las viviendas de dos niveles tienen una planta en forma geométrica irregular, de un rectángulo completo se realiza una abstracción, llegando a obtener esta forma. En volumen se obtiene un prisma incompleto debido esta abstracción.

**Figura 49**

*Esquema gráfico de la forma de la tipología dos (dos plantas)*

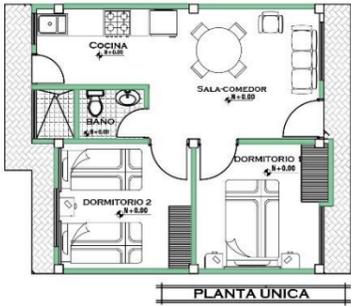
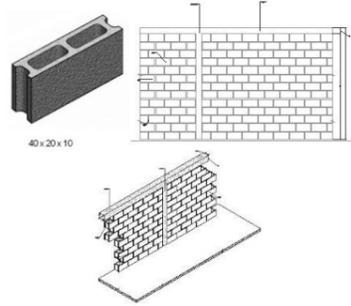
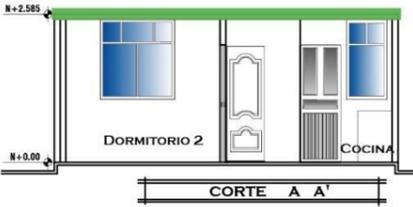
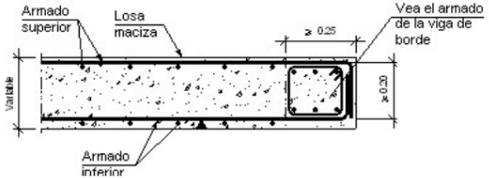
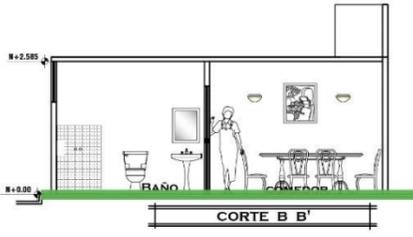
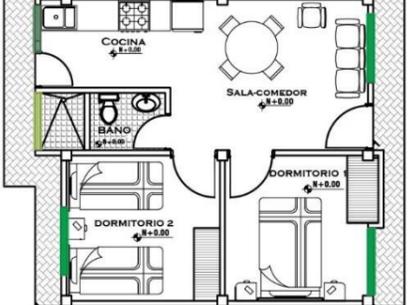
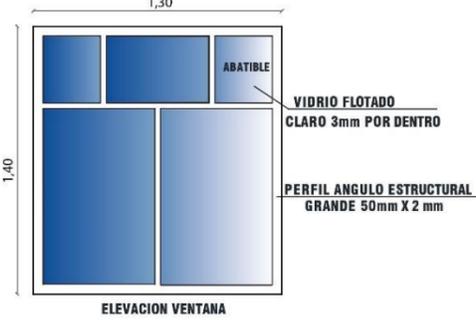
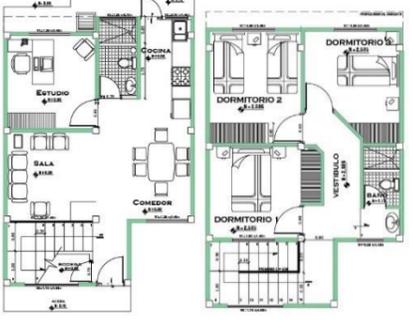
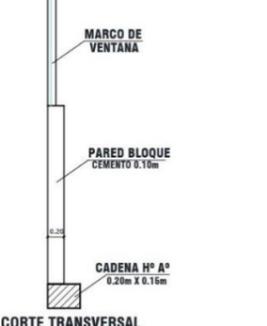
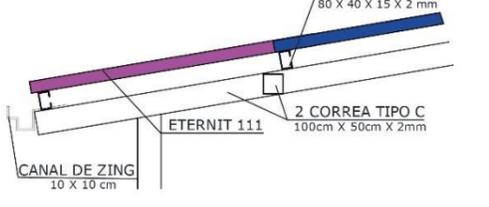


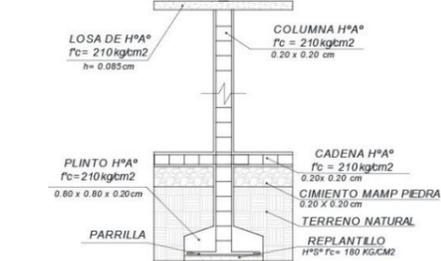
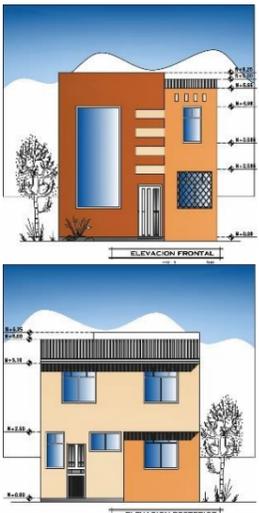
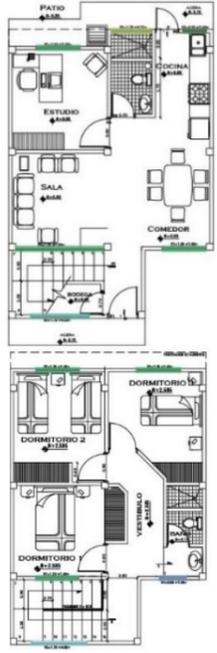
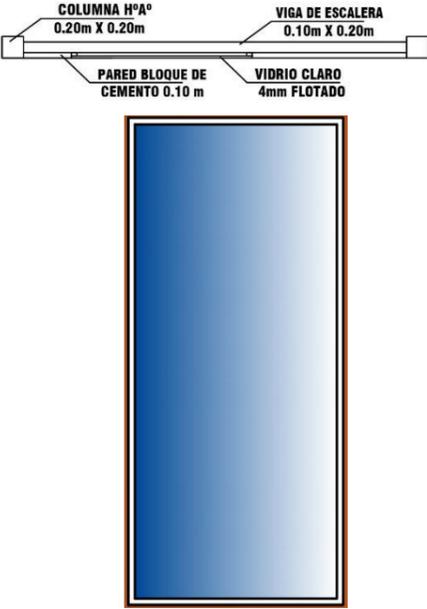
**Elaborado por:** La Autora

3.5.3. Envolvente

Tabla 19

Elementos de la envolvente de las viviendas de "Ciudad Victoria"

Tipología 1 (Una planta)				
Elemento	Dimensiones	Materialidad	Ubicación	Detalle constructivo
<b>Muros</b>	Los muros tienen una altura de 2,85 m y un ancho de 0,10 m y son completamente ortogonales. Estas viviendas se entregaron sin ningún acabado interior (obra gris).	Bloque de cemento de 20cmx40cmx10cm 	 PLANTA UNICA	
<b>Cubierta</b>	En esta tipología la cubierta es la terraza, con un área es de 37,2 m <sup>2</sup> y un espesor de 8,5 cm; lo que brinda la posibilidad de proyección a un nivel más.	Hormigón de 210 kg/cm <sup>2</sup> 	 CORTE A A'	
<b>Pisos</b>	Los pisos al igual que las paredes se entregaron sin ningún acabado. El área del piso es de 37,2 m <sup>2</sup>	Hormigón simple de 180 kg/cm <sup>2</sup> 	 CORTE B B'	
<b>Ventanas</b>	Las ventanas de esta tipología son corredizas, con un módulo abatible, se ha identificado tres tipos de ventanas y un elemento de protección en las ventanas de la fachada principal Ventana 1:  1,40mx1,30m=1,82m <sup>2</sup> Ventana2:  1,40mx0,70m=0,98m <sup>2</sup> Ventana 3:  1,20mx0,75m=0,90m <sup>2</sup>	Ventanas de vidrio flotado de 3mm, claro por dentro. Estructura de aluminio perfil Angulo estructural grande 50mmx2mm 		<b>Ventana tipo 1 1,30x1,40m</b>  ELEVACION VENTANA
Tipología 1 (Dos plantas)				
Elemento	Dimensiones	Materialidad	Ubicación	Detalle constructivo
<b>Muros</b>	En esta tipología los muros de la planta baja tienen una altura de 2,58m y en la segunda planta 2,58m y 3,03m, con una anchura de 0,10 m.	Bloque de cemento de 20cmx40cmx10cm 		 CORTE TRANSVERSAL
<b>Cubierta</b>	La cubierta de esta vivienda es a dos aguas, con una inclinación del 10%, en la fachada frontal sobresale el remate de la pared y en la fachada posterior sobresale un alero de 50 cm.	Estructura metálica: correas tipo C 100cmx50cmx2mm. Recubrimiento: Eternit 111 8 y 6 pies. Canal de zinc		

<p><b>Pisos</b></p>	<p>Los pisos de la planta baja tienen un área de 45,55 m<sup>2</sup>, y el de la planta 47,00 m<sup>2</sup>, con un espesor de 0,08 m.</p>	<p>Hormigón planta baja: 180 kg/cm<sup>2</sup> Hormigón planta alta: 210 kg/cm<sup>2</sup></p>		
<p><b>Ventanas</b></p>	<p>A diferencia de la tipología 1, se ha identificado un modelo más de ventana, la cual tiene una longitud más extensa a lo largo de toda la fachada frontal, con la estructura de aluminio por la parte interna.</p> <p>Ventana 1: <span style="background-color: #008000; color: white; padding: 2px;"> </span> 1,30x1,40=1,82m<sup>2</sup></p> <p>Ventana 2: <span style="background-color: #006400; color: white; padding: 2px;"> </span> 0,70x1,40=0,98m<sup>2</sup></p> <p>Ventana 3: <span style="background-color: #90EE90; color: white; padding: 2px;"> </span> 1,20x0,70=0,84m<sup>2</sup></p> <p>Ventana 4: <span style="background-color: #0000FF; color: white; padding: 2px;"> </span> 0,80mx1,40m=1,12m<sup>2</sup></p> <p>Ventana 5: <span style="background-color: #ADD8E6; color: white; padding: 2px;"> </span> 3,81mx1,70m=6,47m<sup>2</sup></p>	<p>Ventanas de vidrio flotado de 3mm, claro por dentro. Estructura de aluminio perfil Angulo estructural grande 50mmx2mm</p> 		

Elaborado por: La Autora

### 3.5.4. Delimitación de viviendas

Un aspecto relevante a considerar en la delimitación de las viviendas, es conocer el número de viviendas construidas actualmente. De acuerdo a los datos presentados por la Empresa Pública Municipal de Vivienda de Loja Vivem Ep, en su informe de los proyectos habitacionales que se ejecutan en el área urbana presenta lo siguiente:

**Tabla 20**

*Proyectos habitacionales que se ejecutan en el área urbana*

No.	Proyecto	Lotes	V. 1 planta	V. 2 plantas	Depar.	Tot Proye.	% Avan.
1	Ciudad Victoria		513	327		840	99
2	Lote Bonito	251	33	6		290	98
3	Ciudad Alegría			619	352	971	80
4	Ciudadela Casarilla		561	228		789	10

*Nota.* Tomado de EMPRESA PÚBLICA MUNICIPAL DE VIVIENDA DE LOJA VIVEM-EP, 2019.

El proyecto “Ciudad Victoria” de acuerdo a la Tabla 20 tiene un total de 840 viviendas construidas y tiene un avance del

99% lo que quiere decir que, en el año 2019, casi fue culminado en su totalidad.

Para la aplicación de encuestas, al número de viviendas seleccionadas, se ha considerado los siguientes aspectos:

- El número total de manzanas.
- El número total de las viviendas construidas en la actualidad.
- Las dos tipologías de viviendas: una y dos plantas.
- Viviendas que no se hayan modificado el diseño inicial (desde el día de la entrega hasta la actualidad).

Se realizó un levantamiento de información en la urbanización “Ciudad Victoria”, para establecer el número de viviendas modificadas y no modificadas de una y dos plantas. Incluso se identificó viviendas de hasta tres plantas; el objetivo es determinar qué tipo de vivienda se puede tomar como caso de estudio para realizar la propuesta.

**Figura 50**

Lotificación planteada para el proyecto “Ciudad Victoria”



Elaborado por: La Autora

**Tabla 21**

Viviendas modificadas y no modificadas del proyecto “Ciudad Victoria”

No de manzanas	No de viviendas	Tipología 1 (Una planta)		Tipología 2 (Dos plantas)	
		Modificada	Sin modificar	Modificada	Sin modificar
Manzana A	15	5	4	3	3
Manzana B	18	4	4	7	3
Manzana C	18	7	3	5	3
Manzana D	18	3	6	5	4
Manzana E	18	6	5	2	5
Manzana F	18	3	5	7	3
Manzana G	16	5	6	5	
Manzana H	15	6	7	2	
Manzana I	14	6	7	1	
Manzana J	12	1	1	7	3

Manzana K	10			4	6
Manzana L	19	4	3	4	8
Manzana M	34	4	3	12	15
Manzana N	34			12	22
Manzana O	20	5	4	8	3
Manzana P	19	2	4	7	6
Manzana Q	30	5	14	11	
Manzana R	16			8	8
Manzana S	20	6	3	5	6
Manzana T	34	10	5	18	1
Manzana U	Parque				
Manzana V	20		10	9	1
Manzana W	18	5	3	5	5
Manzana X	35	3	5	15	12
Manzana Y	34	3	4	13	14
Manzana Z	20	1	3	10	6
Manzana A'	20	3	1	8	8
Manzana B'	21	6	9	6	
Manzana C'	34	9	4	11	10
Manzana D'	34	3	5	16	10
Manzana E'	20	3	3	3	11
Manzana F'	26			9	17
Manzana G'	19	3	2	5	9
Manzana H'	29	6	3	6	14
Manzana I'	31	5	10	4	12
Manzana J'	34	7	9	8	10
Manzana K'	30	4	5	11	10
Manzana L'	4	1	1	2	
<b>TOTAL</b>	827	144	161	274	248

Elaborado por: La Autora

**Figura 51***Mapeo de las vivienda modificadas y no modificadas***Elaborado por:** La Autora**Tabla 22***Resultados del levantamiento de información***MUESTRA****Z**= Nivel de confianza => 95% = 1,96**p**= Población que tiene el atributo deseado => 50% = 0,50**q**= Población que no tiene el atributo deseado => 50% = 0,50**N**= Tamaño universo - Finita (Población) => 396**e**= Error => 5% = 0,05**n**= Tamaño de muestra =?

$$Z^2 * N * p * q$$

$$n = \frac{e^2(N - 1) + (Z^2 * p * q)}{e^2}$$

$$1,96^2 * 396 * 0,50 * 0,50$$

$$n = \frac{(0,05)^2(396 - 1) + (1,96^2 * 0,50 * 0,50)}{(0,05)^2}$$

$$n =$$

195 (encuestas)

De acuerdo a la fórmula para determinar el tamaño de la muestra, se obtuvo que se debe aplicar 195 encuestas, es decir por vivienda se aplicaría una encuesta

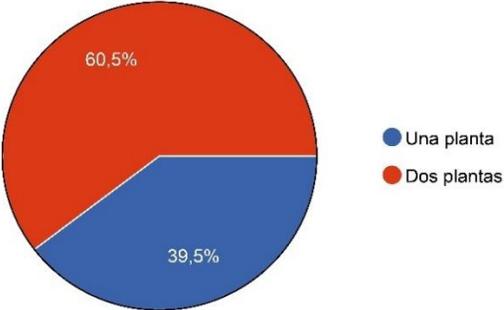
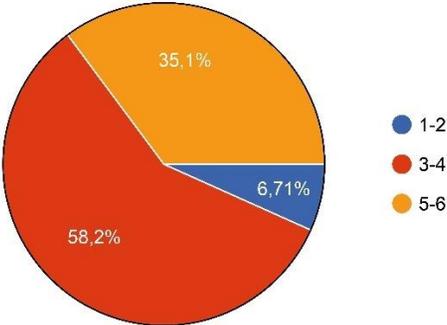
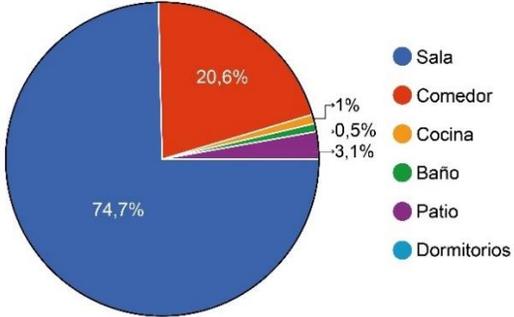
Total	Nro.
Total de viviendas construidas	827
Total de vivienda sin habitar	13
Viviendas modificadas	418
Viviendas no modificadas	409
Total de la población a encuestar	396

**Elaborado por:** La Autora

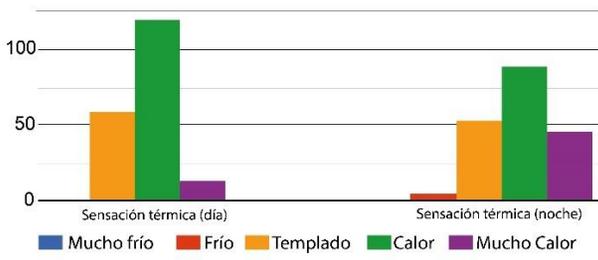
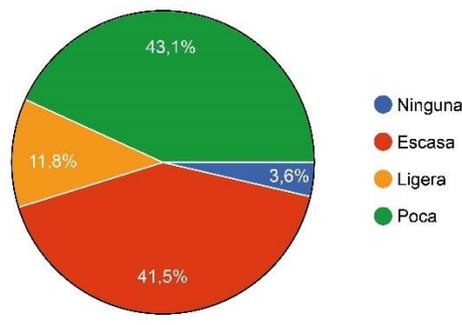
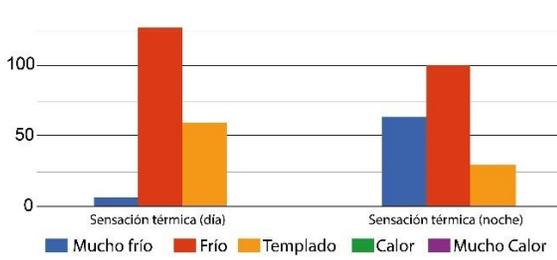
3.6. Análisis de resultados de encuestas

3.6.1. Tabulación de Datos

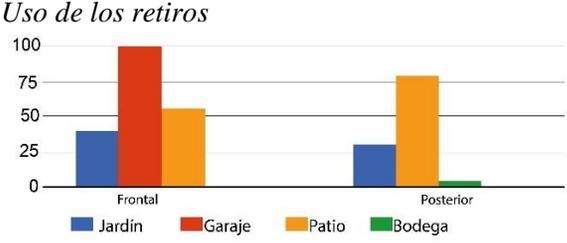
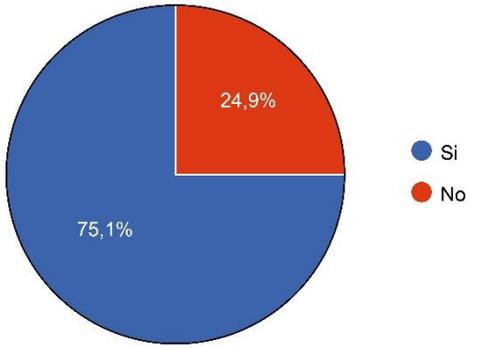
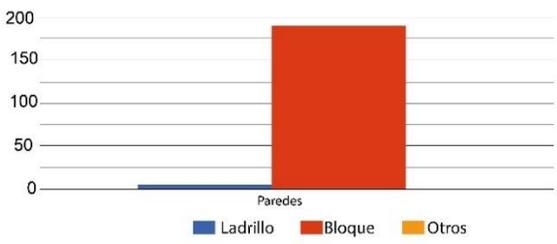
Tabla 23

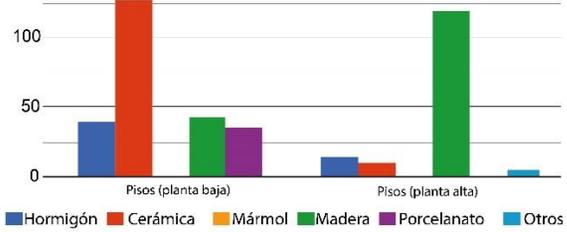
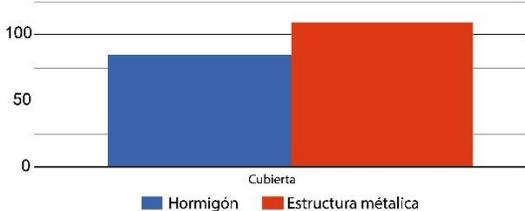
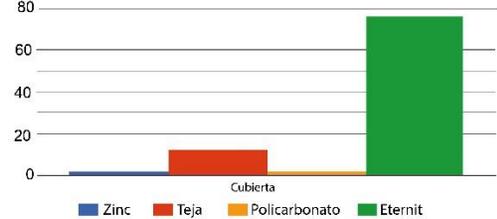
1. Su vivienda es de:	2. ¿Cuántas personas habitan en su vivienda?	4. Con respecto a la temperatura de su casa ¿Cuál cree usted que es la zona más fresca de la vivienda?																												
<p><b>Gráfico 1</b> <i>Tipología de vivienda</i></p>  <table border="1"> <caption>Datos de Gráfico 1</caption> <thead> <tr> <th>Tipología</th> <th>Porcentaje</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Una planta</td> <td>39,5%</td> </tr> <tr> <td>Dos plantas</td> <td>60,5%</td> </tr> </tbody> </table>	Tipología	Porcentaje	Una planta	39,5%	Dos plantas	60,5%	<p><b>Gráfico 2</b> <i>Número de habitantes por vivienda</i></p>  <table border="1"> <caption>Datos de Gráfico 2</caption> <thead> <tr> <th>Rango de habitantes</th> <th>Porcentaje</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1-2</td> <td>6,71%</td> </tr> <tr> <td>3-4</td> <td>58,2%</td> </tr> <tr> <td>5-6</td> <td>35,1%</td> </tr> </tbody> </table>	Rango de habitantes	Porcentaje	1-2	6,71%	3-4	58,2%	5-6	35,1%	<p><b>Gráfico 3</b> <i>Zona más fresca de la vivienda</i></p>  <table border="1"> <caption>Datos de Gráfico 3</caption> <thead> <tr> <th>Zona</th> <th>Porcentaje</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Sala</td> <td>74,7%</td> </tr> <tr> <td>Comedor</td> <td>20,6%</td> </tr> <tr> <td>Cocina</td> <td>1%</td> </tr> <tr> <td>Baño</td> <td>0,5%</td> </tr> <tr> <td>Patio</td> <td>3,1%</td> </tr> <tr> <td>Dormitorios</td> <td>0%</td> </tr> </tbody> </table>	Zona	Porcentaje	Sala	74,7%	Comedor	20,6%	Cocina	1%	Baño	0,5%	Patio	3,1%	Dormitorios	0%
Tipología	Porcentaje																													
Una planta	39,5%																													
Dos plantas	60,5%																													
Rango de habitantes	Porcentaje																													
1-2	6,71%																													
3-4	58,2%																													
5-6	35,1%																													
Zona	Porcentaje																													
Sala	74,7%																													
Comedor	20,6%																													
Cocina	1%																													
Baño	0,5%																													
Patio	3,1%																													
Dormitorios	0%																													
<p>En el proyecto “Ciudad Victoria” la tipología de vivienda más predominante es la de dos plantas con el 60,5%, frente a la tipología uno (una planta) con el 39,5%.</p>	<p>El número de habitantes por vivienda, predominante, es de 3 a 4 integrantes, con el 58,2% seguido por el 35,1% representando de 5 a 6 integrantes, existiendo hacinamiento en el interior de estas viviendas, y en un menor porcentaje 6,7% se obtiene en el rango de 1 a 2 integrantes.</p>	<p>La zona más fresca según los habitantes de la urbanización es la Sala con el 74,7%, seguido del comedor con 20,6% y en porcentajes menores porcentajes como el patio con 3,1%, la cocina con 1% y el baño con 0,5%.</p>																												

<p><b>5. Con respecto a la temperatura de su casa ¿Cuál cree usted que es la zona más calurosa de la vivienda?</b></p>	<p><b>6. ¿Qué tipo de vestimenta usa frecuentemente en el interior de la vivienda?</b></p>	<p><b>7. ¿Qué actividades usted realiza con más frecuencia en su vivienda?</b></p>																																										
<p><b>Gráfico 4</b></p> <p><i>Zona más calurosa de la vivienda</i></p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Zona</th> <th>Porcentaje</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Dormitorios</td> <td>97,4%</td> </tr> <tr> <td>Cocina</td> <td>1,5%</td> </tr> <tr> <td>Comedor</td> <td>1%</td> </tr> <tr> <td>Sala</td> <td>0%</td> </tr> <tr> <td>Baño</td> <td>0%</td> </tr> <tr> <td>Patio</td> <td>0%</td> </tr> </tbody> </table>	Zona	Porcentaje	Dormitorios	97,4%	Cocina	1,5%	Comedor	1%	Sala	0%	Baño	0%	Patio	0%	<p><b>Gráfico 5</b></p> <p><i>Tipo de vestimenta</i></p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Tipo de vestimenta</th> <th>Porcentaje</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Muy ligera</td> <td>6,2%</td> </tr> <tr> <td>Ligera</td> <td>44,8%</td> </tr> <tr> <td>Normal</td> <td>43,3%</td> </tr> <tr> <td>Abrigada</td> <td>5,7%</td> </tr> <tr> <td>Muy abrigada</td> <td>0%</td> </tr> </tbody> </table>	Tipo de vestimenta	Porcentaje	Muy ligera	6,2%	Ligera	44,8%	Normal	43,3%	Abrigada	5,7%	Muy abrigada	0%	<p><b>Gráfico 6</b></p> <p><i>Actividades más frecuentes</i></p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Actividad</th> <th>Número de respuestas</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Descanso</td> <td>127</td> </tr> <tr> <td>Ejercicio</td> <td>10</td> </tr> <tr> <td>Trabajo</td> <td>66</td> </tr> <tr> <td>Estudio</td> <td>45</td> </tr> <tr> <td>Cocina</td> <td>107</td> </tr> <tr> <td>Limpieza</td> <td>60</td> </tr> <tr> <td>Recreación (Ocio)</td> <td>68</td> </tr> </tbody> </table>	Actividad	Número de respuestas	Descanso	127	Ejercicio	10	Trabajo	66	Estudio	45	Cocina	107	Limpieza	60	Recreación (Ocio)	68
Zona	Porcentaje																																											
Dormitorios	97,4%																																											
Cocina	1,5%																																											
Comedor	1%																																											
Sala	0%																																											
Baño	0%																																											
Patio	0%																																											
Tipo de vestimenta	Porcentaje																																											
Muy ligera	6,2%																																											
Ligera	44,8%																																											
Normal	43,3%																																											
Abrigada	5,7%																																											
Muy abrigada	0%																																											
Actividad	Número de respuestas																																											
Descanso	127																																											
Ejercicio	10																																											
Trabajo	66																																											
Estudio	45																																											
Cocina	107																																											
Limpieza	60																																											
Recreación (Ocio)	68																																											
<p>La zona más calurosa en las viviendas de Ciudad Victoria según los habitantes son los dormitorios con el 97,4%, con menores porcentajes la cocina con 1,5% y finalmente el comedor con 1%.</p>	<p>El tipo de vestimenta más usado en el interior de estas viviendas es de tipo ligera con 44,8% y normal con 43,3%. En menores porcentajes está muy ligera con 6,2% y abrigada con 5,7%.</p>	<p>Las actividades más frecuentes que se realizan en el interior de las viviendas es descanso (127), cocina (107), recreación (68) y trabajo (66) frente al número de respuestas menores como limpieza (60), estudio (45) y ejercicio (10).</p>																																										

<p><b>8. Complete la siguiente información considerando la época de verano:</b></p>	<p><b>8. En época de verano, usted percibe ventilación en el interior de su vivienda.</b></p>	<p><b>9. Complete la siguiente información considerando la época de invierno:</b></p>																																														
<p><b>Gráfico 7</b></p> <p><i>Sensación térmica en verano</i></p>  <table border="1"> <caption>Data for Gráfico 7: Sensación térmica en verano</caption> <thead> <tr> <th>Sensación</th> <th>Día</th> <th>Noche</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Mucho frío</td> <td>0</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>Frío</td> <td>0</td> <td>5</td> </tr> <tr> <td>Templado</td> <td>59</td> <td>53</td> </tr> <tr> <td>Calor</td> <td>121</td> <td>90</td> </tr> <tr> <td>Mucho Calor</td> <td>15</td> <td>47</td> </tr> </tbody> </table>	Sensación	Día	Noche	Mucho frío	0	0	Frío	0	5	Templado	59	53	Calor	121	90	Mucho Calor	15	47	<p><b>Gráfico 8</b></p> <p><i>Ventilación en época de verano</i></p>  <table border="1"> <caption>Data for Gráfico 8: Ventilación en época de verano</caption> <thead> <tr> <th>Categoría</th> <th>Porcentaje</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Ninguna</td> <td>3,6%</td> </tr> <tr> <td>Escasa</td> <td>41,5%</td> </tr> <tr> <td>Ligera</td> <td>11,8%</td> </tr> <tr> <td>Poca</td> <td>43,1%</td> </tr> </tbody> </table>	Categoría	Porcentaje	Ninguna	3,6%	Escasa	41,5%	Ligera	11,8%	Poca	43,1%	<p><b>Gráfico 9</b></p> <p><i>Sensación térmica en invierno</i></p>  <table border="1"> <caption>Data for Gráfico 9: Sensación térmica en invierno</caption> <thead> <tr> <th>Sensación</th> <th>Día</th> <th>Noche</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Mucho frío</td> <td>7</td> <td>64</td> </tr> <tr> <td>Frío</td> <td>129</td> <td>101</td> </tr> <tr> <td>Templado</td> <td>59</td> <td>30</td> </tr> <tr> <td>Calor</td> <td>0</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>Mucho Calor</td> <td>0</td> <td>0</td> </tr> </tbody> </table>	Sensación	Día	Noche	Mucho frío	7	64	Frío	129	101	Templado	59	30	Calor	0	0	Mucho Calor	0	0
Sensación	Día	Noche																																														
Mucho frío	0	0																																														
Frío	0	5																																														
Templado	59	53																																														
Calor	121	90																																														
Mucho Calor	15	47																																														
Categoría	Porcentaje																																															
Ninguna	3,6%																																															
Escasa	41,5%																																															
Ligera	11,8%																																															
Poca	43,1%																																															
Sensación	Día	Noche																																														
Mucho frío	7	64																																														
Frío	129	101																																														
Templado	59	30																																														
Calor	0	0																																														
Mucho Calor	0	0																																														
<p>La sensación térmica percibida en verano en el día es de calor (121), seguido por templado (59) y mucho calor (15). En la noche igualmente se mantiene calor (90), seguido de templado (53), mucho calor (47) y finalmente frío (5).</p>	<p>La ventilación en época de verano percibida por las personas en las viviendas de Ciudad Victoria es poca con 43,1% y poca con 41,5%, en porcentajes menores como 11,8% correspondiente a ligera y ninguna con 3,6%.</p>	<p>La sensación térmica percibida en invierno en el día es de frío (129), seguido por templado (59) y mucho frío (7). En la noche igualmente se mantiene frío (101), seguido de mucho frío (64) y templado (30).</p>																																														

<p><b>9.1. En época de invierno, usted percibe ventilación en el interior de su vivienda.</b></p>	<p><b>10. En base a las respuestas 9 y 10, ¿usted haría cambios para mejorar la sensación térmica de su vivienda?</b></p>	<p><b>11. En su vivienda se conservan los retiros:</b></p>																								
<p><b>Gráfico 10</b> <i>Ventilación en época de verano</i></p> <table border="1"> <caption>Datos de Gráfico 10</caption> <thead> <tr> <th>Categoría</th> <th>Porcentaje</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Ninguna</td> <td>0,5%</td> </tr> <tr> <td>Escasa</td> <td>5,1%</td> </tr> <tr> <td>Ligera</td> <td>53,3%</td> </tr> <tr> <td>Poca</td> <td>41%</td> </tr> </tbody> </table>	Categoría	Porcentaje	Ninguna	0,5%	Escasa	5,1%	Ligera	53,3%	Poca	41%	<p><b>Gráfico 11</b> <i>Cambios a la vivienda mejorar la sensación térmica</i></p> <table border="1"> <caption>Datos de Gráfico 11</caption> <thead> <tr> <th>Respuesta</th> <th>Porcentaje</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Si</td> <td>72,8%</td> </tr> <tr> <td>No</td> <td>27,2%</td> </tr> </tbody> </table>	Respuesta	Porcentaje	Si	72,8%	No	27,2%	<p><b>Gráfico 12</b> <i>Retiros de la vivienda</i></p> <table border="1"> <caption>Datos de Gráfico 12</caption> <thead> <tr> <th>Retiro</th> <th>Porcentaje</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Frontal</td> <td>27,3%</td> </tr> <tr> <td>Posterior</td> <td>0,5%</td> </tr> <tr> <td>Ambos</td> <td>72,2%</td> </tr> </tbody> </table>	Retiro	Porcentaje	Frontal	27,3%	Posterior	0,5%	Ambos	72,2%
Categoría	Porcentaje																									
Ninguna	0,5%																									
Escasa	5,1%																									
Ligera	53,3%																									
Poca	41%																									
Respuesta	Porcentaje																									
Si	72,8%																									
No	27,2%																									
Retiro	Porcentaje																									
Frontal	27,3%																									
Posterior	0,5%																									
Ambos	72,2%																									
<p>La ventilación en época de invierno percibida por las personas en las viviendas de Ciudad Victoria es ligera con 53,3% y poca con 41%, en porcentajes menores como 5,1% correspondiente a escasa y ninguna con 0,5%.</p>	<p>El 72,8% de los habitantes de la urbanización respondieron “si” a realizar cambios en su vivienda para mejorar el confort térmico frente al 27,2% respondiendo que “no” realizarían ningún cambio.</p>	<p>El 72,2% de los habitantes de Ciudad Victoria aún conservan ambos retiros (frontal y posterior), en otras viviendas solo se conserva el frontal con 27,3% y solo el posterior con el 0,5%.</p>																								

<p><b>12. En base a su respuesta en la pregunta anterior ¿Qué uso le da actualmente a eso/esos retiros?</b></p>	<p><b>13. ¿Su vivienda tiene cerramiento?</b></p>	<p><b>14. Indique los materiales con los que está construida su vivienda:</b></p>																													
<p><b>Gráfico 13</b></p> <p><i>Uso de los retiros</i></p>  <table border="1"> <caption>Uso de los retiros</caption> <thead> <tr> <th>Retiro</th> <th>Jardín</th> <th>Garaje</th> <th>Patio</th> <th>Bodega</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Frontal</td> <td>40</td> <td>99</td> <td>56</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>Posterior</td> <td>40</td> <td>0</td> <td>79</td> <td>4</td> </tr> </tbody> </table>	Retiro	Jardín	Garaje	Patio	Bodega	Frontal	40	99	56	0	Posterior	40	0	79	4	<p><b>Gráfico 14</b></p> <p><i>Cerramiento exterior</i></p>  <table border="1"> <caption>Cerramiento exterior</caption> <thead> <tr> <th>Respuesta</th> <th>Porcentaje</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Si</td> <td>75,1%</td> </tr> <tr> <td>No</td> <td>24,9%</td> </tr> </tbody> </table>	Respuesta	Porcentaje	Si	75,1%	No	24,9%	<p><b>Gráfico 15</b></p> <p><i>Materiales de construcción: paredes</i></p>  <table border="1"> <caption>Materiales de construcción: paredes</caption> <thead> <tr> <th>Material</th> <th>Cantidad</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Ladrillo</td> <td>5</td> </tr> <tr> <td>Bloque</td> <td>189</td> </tr> <tr> <td>Otros</td> <td>0</td> </tr> </tbody> </table>	Material	Cantidad	Ladrillo	5	Bloque	189	Otros	0
Retiro	Jardín	Garaje	Patio	Bodega																											
Frontal	40	99	56	0																											
Posterior	40	0	79	4																											
Respuesta	Porcentaje																														
Si	75,1%																														
No	24,9%																														
Material	Cantidad																														
Ladrillo	5																														
Bloque	189																														
Otros	0																														
<p>El uso que generalmente le dan al retiro frontal es de garaje (99), patio (56) y jardín (40) en cambio al retiro posterior lo usan comúnmente como patio (79), jardín (40) y bodega (4).</p>	<p>El 75,1% de las viviendas ya tiene cerramiento exterior, el cual fue implementado después de la entrega de las viviendas frente al 24,9% que aún no lo tiene.</p>	<p>El material con el que están construidas las paredes de las viviendas de Ciudad Victoria es de bloque (189), material con el cual fue entregado inicialmente las viviendas y ladrillo (5) material con el que se construyó espacios adicionales.</p>																													

14.1. Indique los materiales con los que está construida su vivienda:	14.2. Indique los materiales con los que está construida su vivienda:	14.3. Indique los materiales con los que está construida su vivienda:																																					
<p><b>Gráfico 16</b></p> <p><i>Materiales de construcción: pisos</i></p>  <table border="1"> <caption>Datos para Gráfico 16</caption> <thead> <tr> <th>Material</th> <th>Pisos (planta baja)</th> <th>Pisos (planta alta)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Hormigón</td> <td>39</td> <td>15</td> </tr> <tr> <td>Cerámica</td> <td>128</td> <td>10</td> </tr> <tr> <td>Mármol</td> <td>0</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>Madera</td> <td>43</td> <td>120</td> </tr> <tr> <td>Porcelanato</td> <td>36</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>Otros</td> <td>0</td> <td>4</td> </tr> </tbody> </table>	Material	Pisos (planta baja)	Pisos (planta alta)	Hormigón	39	15	Cerámica	128	10	Mármol	0	0	Madera	43	120	Porcelanato	36	0	Otros	0	4	<p><b>Gráfico 17</b></p> <p><i>Materiales de construcción: estructura de cubierta</i></p>  <table border="1"> <caption>Datos para Gráfico 17</caption> <thead> <tr> <th>Estructura</th> <th>Cubierta</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Hormigón</td> <td>85</td> </tr> <tr> <td>Estructura metálica</td> <td>110</td> </tr> </tbody> </table>	Estructura	Cubierta	Hormigón	85	Estructura metálica	110	<p><b>Gráfico 18</b></p> <p><i>Materiales de construcción: recubrimiento de cubierta</i></p>  <table border="1"> <caption>Datos para Gráfico 18</caption> <thead> <tr> <th>Material</th> <th>Cubierta</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Zinc</td> <td>2</td> </tr> <tr> <td>Teja</td> <td>12</td> </tr> <tr> <td>Policarbonato</td> <td>2</td> </tr> <tr> <td>Eternit</td> <td>76</td> </tr> </tbody> </table>	Material	Cubierta	Zinc	2	Teja	12	Policarbonato	2	Eternit	76
Material	Pisos (planta baja)	Pisos (planta alta)																																					
Hormigón	39	15																																					
Cerámica	128	10																																					
Mármol	0	0																																					
Madera	43	120																																					
Porcelanato	36	0																																					
Otros	0	4																																					
Estructura	Cubierta																																						
Hormigón	85																																						
Estructura metálica	110																																						
Material	Cubierta																																						
Zinc	2																																						
Teja	12																																						
Policarbonato	2																																						
Eternit	76																																						
<p>Los materiales con los que están con recubiertos los pisos de las viviendas de Ciudad Victoria en la planta baja cerámica (128), madera (43), hormigón (39) y porcelanato (36). En la planta alta de madera (120), hormigón (15), cerámica (10) y otros (4).</p>	<p>El tipo de estructura de la cubierta es metálica (110), generalmente se presenta en las viviendas de dos plantas o tres plantas, frente al hormigón (85) que tiene un menor número de respuestas, este tipo de cubiertas es en las viviendas de una planta.</p>	<p>El recubrimiento de las viviendas que tienen estructura metálica es de eternit (76), teja (12), frente al número de respuestas más bajo como policarbonato (2) y zinc (2).</p>																																					

**Elaborado por:** La Autora

### 3.6.2. *Análisis de Encuestas*

A través de las encuestas aplicadas a los habitantes de la urbanización “Ciudad Victoria”, se pudo determinar los principales factores, que influyen en la sensación y percepción térmica usuarios, y las características constructivas de la vivienda.

El 60,5% del total de las viviendas encuestadas son de dos plantas frente al 39,5% que corresponden a las viviendas de una planta, en donde el número de habitantes es de 3 a 4, siendo el 58,2% del total de encuestados. Las actividades que se realizan con más frecuencia son descanso, cocina, trabajo y de recreación.

El tipo de vestimenta que usan frecuentemente es ligero (pantalón corto/falda hasta la rodillas y camisa/camiseta de manga corta) y normal (pantalón/falda hasta los tobillos, camisa/camiseta o pijama).

La zona más fresca en las dos tipologías de vivienda según los moradores de Ciudad Victoria es la sala con el 74,7%, y las más calurosa son los dormitorios con el 97,4%. Según lo comentado por parte de algunas personas que habitan en casas de dos niveles la planta baja, es la más fresca de la vivienda y la planta alta es la más calurosa, esto lógicamente se ve reflejado en los resultados de la encuesta.

En la época de verano la sensación térmica de las personas con respecto a su vivienda en el día y la noche es de calor y la percepción de la ventilación es poca y en otros casos escasa. En la época de invierno la sensación térmica tanto en el día como en la noche, es de frío y la ventilación percibida es ligera. Se debe considerar que para este punto es importante el factor de la orientación.

Los habitantes de Ciudad Victoria respondieron que, si realizarían cambios en la vivienda para mejorar la sensación

térmica, en algunos casos la respuesta fue implementar aparatos electrónicos como un acondicionador para mejorar la temperatura en el interior.

Con respecto a las características de la vivienda en la mayoría aún se conserva ambos retiros (72,2%), el uso más frecuente en el retiro frontal es de garaje, este se evidencia más en las viviendas de dos plantas, y en las de una planta se evidencia el uso de jardín y patio. El uso del retiro posterior en las dos tipologías es muy común patio y jardín.

El 75,1% de los encuestados afirma que tiene cerramiento en el exterior, siendo una característica común en las viviendas de la tipología 2 (dos plantas), en comparación a la tipología 1 (una planta) y 24,9% que no tienen, es este sentido se ha mencionado que un impedimento para implementar el cerramiento en la vivienda es la situación económica por la que

atraviesa cada familia. Cabe recalcar que inicialmente la vivienda fue entregada sin cerramiento exterior.

La materialidad se ha dispuesto de la siguiente manera:

- Las paredes están construidas con bloque, lo que significa, que aún se conserva el material inicial.
- En las viviendas de dos niveles los pisos de la planta baja están recubiertos de cerámica y en la planta alta de madera. En las viviendas de un nivel la parte social y de servicio están recubiertos con cerámica y la parte de dormitorios los pisos son de madera.
- La estructura de la cubierta puede variar dependiendo de la tipología de la vivienda, en las casas de un nivel se conserva la cubierta de hormigón, en las casas de dos niveles se mantiene la estructura metálica con el recubrimiento de Eternit y en algunos casos se realizó el cambio de material por un tipo de teja moderna.

## Capítulo IV

# EVALUACIÓN Y DIAGNÓSTICO DEL CASO DE ESTUDIO

*“La arquitectura no es más que un árbol, debe crecer en concordancia con su entorno”*

Toyo Ito

### 4.1. Selección del caso de estudio

Para seleccionar el caso de estudio se ha considerado el trabajo de investigación de Gutiérrez et al. (2014), titulado *“Confort térmico versus consumo energético en viviendas de interés social en clima cálido húmedo”*, esta metodología plantea los siguientes aspectos para seleccionar las viviendas:

- Tipología de vivienda predominante.
- Diversas orientaciones
- Viviendas que no hayan sido modificadas o que no tengan grandes modificaciones desde su entrega.
- Viviendas habitadas o que sean usadas cotidianamente.
- Voluntad de participación en el proyecto.

Acorde a los aspectos planteados por los autores se ha determinado los siguientes criterios:

- De acuerdo al mapeo realizado en toda la urbanización se determinó que la tipología predominante es la vivienda de dos plantas (tipología dos).
- La orientación de la vivienda es de Oeste a Este, ya que este tipo de vivienda presenta más problemas de confort térmico, debido a la incidencia directa solar en las dos fachadas principales (Ver Tabla 16).
- En la urbanización existen 409 vivienda no modificadas, de las cuales 161 son de una planta y 298 de dos plantas. Aplicando los aspectos anteriores 58 viviendas cumplen con estos aspectos.
- El último aspecto se lo interpretado como el permiso por parte de los dueños de las viviendas para ingresar al

interior del domicilio y conocer las características de la misma.

**Figura 52**

*Vivienda de dos plantas no modificadas orientadas de oeste a este*



**Elaborado por:** La Autora

La vivienda que cumple con todos los aspectos mencionados anteriormente es la vivienda del Sr. Héctor Ochoa

#### 4.1.1. Ubicación

**Calles:** Guadalupe Larriva entre Oswaldo Guayasamín y Pancho Villa

#### Figura 53

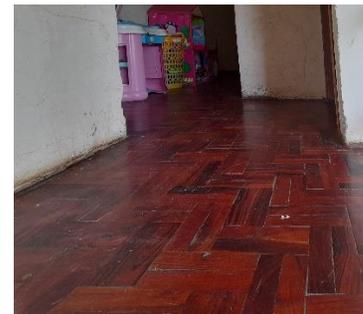
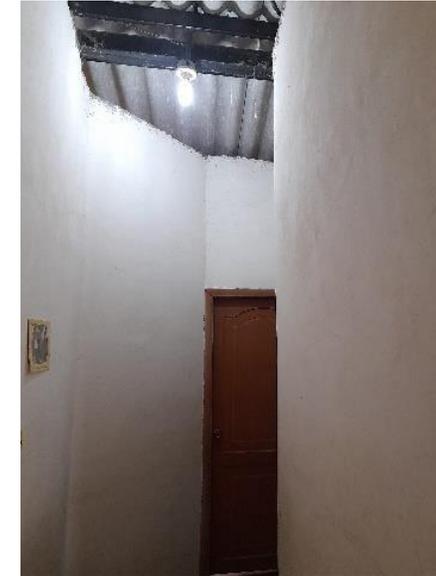
*Mapa de ubicación de la vivienda*



**Elaborado por:** La Autora

#### Figura 54

*Fotografías del interior de la vivienda*



**Elaborado por:** La Autora

#### 4.2. Cálculo del Límite del Rango de Confort

Para realizar el cálculo del rango de confort para la zona en donde se encuentra emplazado el caso de estudio, de acuerdo a la norma ASHARE Standard 55-2013. Se solicito los datos climatológicos del cantón Loja, correspondientes al año 2020, medidos todos los días del año, donde se obtiene la media aritmética de la temperatura para realizar el cálculo correspondiente. El procedimiento a seguir para determinar el rango de confort térmico, se ha considerado el modelo adaptativo de Szokolay (2004):

Límite superior de la zona de confort de aceptabilidad del 80% =  $0,31 * T_{me} + 21,3$

Límite inferior de la zona de confort de aceptabilidad del 80% =  $0,31 * T_{me} + 14,3$

**Cálculo:** La temperatura media del cantón Loja del año 2020 es **16,71°C.**

Límite inferior de la zona de confort

$$= (0,31 * 16,71) + 14,3$$

$$= 5,18 + 14,3$$

$$= \mathbf{19,48^{\circ}\text{C}}$$

Límite superior de la zona de confort

$$= (0,31 * 16,71) + 21,35$$

$$= 5,18 + 21,35$$

$$= \mathbf{26,48^{\circ}\text{C}}$$

#### 4.3. Cálculo de la Transmitancia Térmica de los Materiales Constructivos

##### 4.3.1. Fundamentos Básicos

Para realizar los cálculos de la transmitancia térmica de los materiales constructivos de las viviendas de Ciudad Victoria, se ha considerado la Norma Chilena 853 of. 2007. En la Tabla 23 se detalla los valores Rse y Rsi (Rsi+Rse), los cuales se debe

tomar en cuenta para los cálculos correspondientes a este capítulo, de acuerdo al flujo de calor, la posición y situación del elemento separador y la velocidad de viento.

**Tabla 24**  
*Resistencias térmicas de superficie*

Posición del elemento y sentido del flujo de calor		Resistencias térmicas de superficie en m <sup>2</sup> x K/W					
		Situación del elemento					
		De separación con espacio exterior o local abierto			De separación con otro local, desván o cámara de aire		
		<i>R<sub>se</sub></i>	<i>R<sub>se</sub></i>	<i>R<sub>si</sub> + R<sub>se</sub></i>	<i>R<sub>si</sub></i>	<i>R<sub>se</sub></i>	<i>R<sub>si</sub> + R<sub>se</sub></i>
Flujo horizontal en elementos verticales o con pendiente mayor que 60° respecto a la horizontal		0,12	0,05	0,17	0,12	0,12	0,24
Flujo ascendente en elementos horizontales o con pendiente menor o igual que 60° respecto a la horizontal		0,09	0,05	0,14	0,10	0,10	0,20
Flujo descendente en elementos horizontales o con pendiente menor o igual que 60° respecto a la horizontal		0,17	0,05	0,22	0,17	0,17	0,34

*Nota.* Tomado de *NORMA CHILENA 853 Of. 2007* (NCh853-2007), (p.5). Instituto Nacional de Normalización de Chile. (INN-Chile).

La fórmula aplicada para el cálculo de la **resistencia térmica** (Rt) y la **transmitancia térmica** (U) es la siguiente:

$$Rt = Rse + \frac{e}{N} + Rsi$$

$$U = \frac{1}{Rt}$$

**Rse**= Resistencia térmica exterior

**Rsi**= Resistencia térmica interior

**e**= espesor

**N**= conductividad térmica

**Rt**= resistencia térmica

En la Norma de Eficiencia Energética en Edificaciones Residenciales (NEC-HS-EE), menciona que el primer paso para evaluar una edificación, es determinar la zona climática en donde está ubicada la edificación. De acuerdo a lo especificado en la Tabla No.2 de la NEC-HS-EE la ciudad de Loja se encuentra en la **zona continental lluviosa** (No. 3).

Una vez identificada la zona climática, se procede a buscar los valores para los elementos de la envolvente, detallados a continuación:

Tabla 25

Requisitos de envolvente para la zona climática 3

Elementos opacos	Habitable				No habitable	
	Climatizado		No climatizado		Montaje máximo	Valor Min. R de aislamiento
	Montaje máximo	Valor Min. R de aislamiento	Montaje máximo	Valor Min. R de aislamiento		
Techos	U-0.273	R-3.5	U-2.9	R-0.89	U-4.7	R-0.21
Paredes, sobre nivel del terreno	U-0.592	R-1.7	U-2.35	R-0.36	U-5.46	NA
Paredes, bajo nivel de terreno	C-6.473	NA	C-6.473	NA	C-6.473	NA
Pisos	U-0.496	R-1.5	U-3.2	R-0.31	U-3.4	NA
Puertas opacas	U-2.839	NA	U-2.6			
Ventanas	Transmitancia máxima	Montaje máximo SHGC	Transmitancia máxima	Montaje máximo SHGC	Transmitancia máxima	Montaje máximo SHGC
Área translúcida vertical $\geq 45^\circ$	U-3.69	SHGC-0.25	U-5.78	SHGC-0.82	U-6.81	NA
Área translúcida horizontal $< 45^\circ$	U-6.64	SHGC-0.36	U-6.64	SHGC-0.36	U-11.24	NA

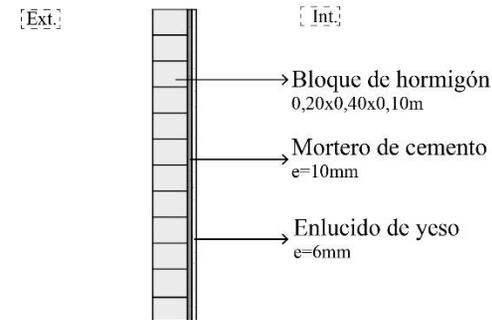
Nota. Tomado de Norma Ecuatoriana de la Construcción- Eficiencia Energética en Edificaciones Residenciales (NEC-HS-EE), (p.15). Ministerio de Desarrollo Urbano de la Vivienda. (MIDUVI).

#### 4.3.2. Cálculo del Valor U en Muros

- Muros exteriores

Figura 55

Composición de los muros exteriores de la vivienda



Elaborado por: La Autora

Tabla 26

Características de los muros de la envolvente

Capa	Material	Espesor (m)	Conductividad térmica (W/mk)	Densidad kg/m <sup>3</sup>
Rse				0,12
a	Bloque de hormigón	0,14	0,918	2000
b	Mortero de cemento	0,01	1,4	2000
c	Enlucido de yeso	0,006	0,35	800
Rsi				0,05

Elaborado por: La Autora

$$Rt = Rse + \frac{e}{N} + Rsi$$

$$Rt = 0,05 + \frac{0,14}{0,918} + \frac{0,01}{1,4} + \frac{0,006}{0,35} + 0,12$$

$$Rt = 0,05 + 0,1525 + 0,0071 + 0,0171 + 0,12$$

$$Rt = 0,347 \text{ m}^2\text{k/W}$$

$$U = \frac{1}{Rt}$$

$$U = \frac{1}{0,3467}$$

$$U = 2,884 \text{ w/m}^2\text{k}$$

Elementos opacos	Habitable				No habitable	
	Climatizado		No climatizado		Montaje máximo	Valor Min. R de aislamiento
	Montaje máximo	Valor Min. R de aislamiento	Montaje máximo	Valor Min. R de aislamiento		
Techos	U-0.273	R-3.5	U-2.9	R-0.89	U-4.7	R-0.21
Paredes, sobre nivel del terreno	U-0.592	R-1.7	U-2.35	R-0.36	U-5.46	NA
Paredes, bajo nivel del terreno	C-6.473	NA	C-6.473	NA	C-6.473	NA
Pisos	U-0.496	R-1.5	U-3.2	R-0.31	U-3.4	NA
Puertas opacas	U-2.839	NA	U-2.6			
Ventanas	Transmitancia máxima	Montaje máximo SHGC	Transmitancia máxima	Montaje máximo SHGC	Transmitancia máxima	Montaje máximo SHGC
Área translúcida vertical >45°	U-3.69	SHGC-0.25	U-5.78	SHGC-0.82	U-6.81	NA
Área translúcida horizontal <45°	U-6.64	SHGC-0.36	U-6.64	SHGC-0.36	U-11.24	NA

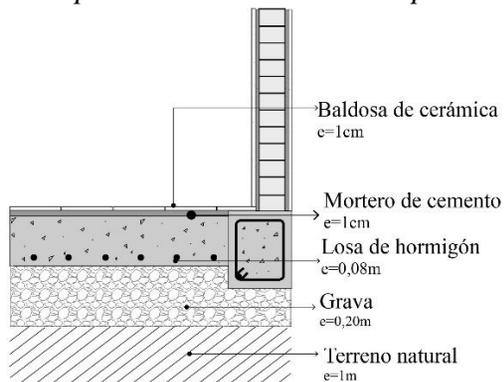
Nota. Tomado de Norma de Eficiencia Energética en Edificaciones Residenciales (NEC-HS-EE), 2018.

El valor U (2,884 w/m<sup>2</sup>k) obtenido, comparado con el valor de la NEC-HS-EE (2,35 w/m<sup>2</sup>k) es mayor, por lo que se determina que no es apto para la zona continental lluviosa.

#### 4.3.3. Cálculo del Valor U en Pisos

Figura 56

Composición del piso de la vivienda de dos plantas



Elaborado por: La Autora

Tabla 27

Características de los materiales de los pisos de la planta baja

Capa	Material	Espesor (m)	Conductividad térmica (W/mk)	Densidad kg/m <sup>3</sup>
		Rse		0,09
a	Baldosa de cerámica	0,01	1,75	1700
b	Mortero de cemento	0,01	1,4	2000
c	Hormigón armado	0,08	1,63	2400
d	Grava	0,20	0,81	-
e	Terreno natural	1	1,5	2130

Elaborado por: La Autora

$$R_t = R_{se} + \frac{e}{N} + R_{si}$$

$$R_t = 0,09 + \frac{0,01}{1,75} + \frac{0,01}{1,4} + \frac{0,08}{1,63} + \frac{0,20}{0,81} + \frac{1}{1,5}$$

$$R_t = 0,09 + 0,011 + 0,0071 + 0,049 + 0,247 + 0,66$$

$$R_t = 1,071 \text{ m}^2\text{k/W}$$

$$U = \frac{1}{R_t}$$

$$U = \frac{1}{1,071}$$

$$U = 0,934 \text{ w/m}^2\text{k}$$

Elementos opacos	Habitable				No habitable	
	Climatizado		No climatizado		Montaje máximo	Valor Min. R de aislamiento
	Montaje máximo	Valor Min. R de aislamiento	Montaje máximo	Valor Min. R de aislamiento		
Techos	U-0.273	R-3.5	U-2.9	R-0.89	U-4.7	R-0.21
Paredes, sobre nivel del terreno	U-0.592	R-1.7	U-2.35	R-0.36	U-5.46	NA
Paredes, bajo nivel de terreno	C-6.473	NA	C-6.473	NA	C-6.473	NA
Pisos	U-0.496	R-1.5	U-3.2	R-0.31	U-3.4	NA
Puertas opacas	U-2.839	NA	U-2.6			
Ventanas	Transmitancia máxima	Montaje máximo SHGC	Transmitancia máxima	Montaje máximo SHGC	Transmitancia máxima	Montaje máximo SHGC
Área translúcida vertical >45°	U-3.69	SHGC-0.25	U-5.78	SHGC-0.82	U-6.81	NA
Área translúcida horizontal <45°	U-6.64	SHGC-0.36	U-6.64	SHGC-0.36	U-11.24	NA

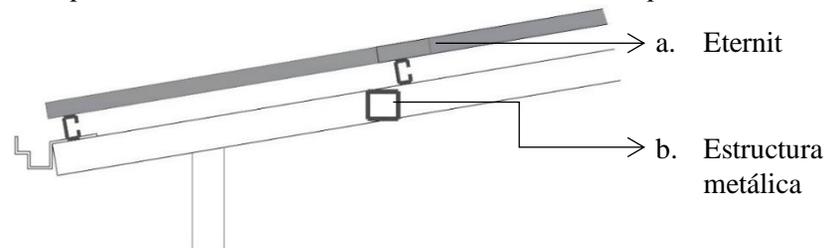
Nota. Tomado de Norma de Eficiencia Energética en Edificaciones Residenciales (NEC-HS-EE), 2018.

El valor U (0.934 w/m<sup>2</sup>k) obtenido, comparado con el valor de la NEC-HS-EE (3,2 w/m<sup>2</sup>k), sobrepasa considerablemente concluyendo que, no es apto para la zona continental lluviosa.

#### 4.3.6. Cálculo del Valor U en Techumbre (Tipología 2)

**Figura 57**

Composición de la cubierta de la vivienda de dos plantas



Elaborado por: La Autora

**Tabla 28**

Características de los materiales de la cubierta de la planta baja

Capa	Material	Espesor (m)	Conductividad térmica (W/mk)	Densidad kg/m <sup>3</sup>
Rse				0,05
a	Eternit	0,005	0,25	920
b	Estructura metálica	0,10	50,2	7850
Rsi				0,09

Elaborado por: La Autora

$$Rt = Rse + \frac{e}{N} + Rsi$$

$$Rt = 0,05 + \frac{0,005}{0,25} + \frac{0,10}{50,2} 0,09$$

$$Rt = 0,05 + 0,02 + 0,0019 + 0,09$$

$$Rt = 0,162 \text{m}^2\text{k/W}$$

$$U = \frac{1}{Rt}$$

$$U = \frac{1}{0,162}$$

$$U = 6,173 \text{w/m}^2\text{k}$$

Elementos opacos	Habitable				No habitable	
	Climatizado		No climatizado		Montaje máximo	Valor Min. R de aislamiento
	Montaje máximo	Valor Min. R de aislamiento	Montaje máximo	Valor Min. R de aislamiento		
<b>Techos</b>	U-0.273	R-3.5	U-2.9	R-0.89	U-4.7	R-0.21
Paredes, sobre nivel del terreno	U-0.592	R-1.7	U-2.35	R-0.36	U-5.46	NA
Paredes, bajo nivel del terreno	C-6.473	NA	C-6.473	NA	C-6.473	NA
Pisos	U-0.496	R-1.5	U-3.2	R-0.31	U-3.4	NA
Puertas opacas	U-2.839	NA	U-2.6			
Ventanas	Transmitancia máxima	Montaje máximo SHGC	Transmitancia máxima	Montaje máximo SHGC	Transmitancia máxima	Montaje máximo SHGC
Área translúcida vertical >45°	U-3.69	SHGC-0.25	U-5.78	SHGC-0.82	U-6.81	NA
Área translúcida horizontal <45°	U-6.64	SHGC-0.36	U-6.64	SHGC-0.36	U-11.24	NA

Nota. Tomado de Norma Ecuatoriana de la Construcción- Eficiencia Energética en Edificaciones Residenciales (NEC-HS-EE), 2018.

El valor U obtenido (6,17 w/m<sup>2</sup>k) sobrepasa el valor establecido en la NEC-HS-EE (2,9 w/m<sup>2</sup>k), concluyendo que el techo de las viviendas de la tipología 1 (una planta), no es apto para la zona climática a la que pertenece la ciudad de Loja (continental lluviosa).

En la Tabla 28 se detalla los valores de conductividad térmica y valores U de cada uno de los elementos constructivos de las viviendas como: muros envolventes, muros interiores, pisos, entrepisos, losas, techos, ventanas y puertas. Estos valores serán útiles para realizar una evaluación más aproximada al estado actual.

**Tabla 29**

Valores de transmitancia térmica de los materiales constructivos de Ciudad Victoria

Elemento	Materialidad	Espesor (m)	Valor (U)	Conduc. térmica	Densidad	R total
<b>Elementos Verticales con flujo horizontal</b>						
<b>Muros exteriores</b>	Bloque de hormigón	0,14		0,918	2000	
	Enlucido de yeso	0,006		0,35	800	
	Mortero de cemento	0,01	<b>2,88</b>	1,4	2000	<b>0,34</b>
<b>Muros interiores</b>	Enlucido de yeso	0,006		0,35	800	
	Mortero de cemento	0,01		1,4	2000	
	Bloque de hormigón	0,14		0,918	2000	
	Mortero de cemento	0,01		1,4	2000	
	Enlucido de yeso	0,006	<b>2,695</b>	0,35	800	<b>0,37</b>
<b>Elementos Horizontales con flujo vertical</b>						
<b>Piso (cerámica)</b>	Baldosa cerámica	0,02		1,75	1700	
	Mortero de cemento	0,01		1,4	2000	
	Hormigón armado	0,08		1,63	2400	
	Grava	0,2		0,81		
	Terreno natural	1	<b>0,835</b>	1,5	2130	<b>1,20</b>
<b>Piso (piso flotante)</b>	Piso flotante	0,007		0,23	850	
	Mortero de cemento	0,01		1,4	2000	
	Hormigón armado	0,08		1,63	2400	
	Grava	0,2		0,81		
	Terreno natural	1	<b>0,820</b>	1,5	2130	<b>1,22</b>

<b>Losa intermedia</b>	Piso flotante	0,007		0,23	850	
	Hormigón armado	0,08	2,384	1,63	2400	0,42
<b>Techo (T1)</b>	Hormigón armado	0,08	5,289	1,63	2400	0,18
<b>Techo (T2)</b>	Eternit	0,005		0,25	920	
	Estructura metálica	0,1	6,173	50,2	7850	0,16
<b>Elementos terminaciones verticales y flujos horizontales</b>						
Ventana	Vidrio simple	0,006	5,71	1,20	2500	0,17
Marco de ventana	Aluminio	0,04	5,88	999,9	0,001	0,17
Protección metálica	Metal	0,01				
Puerta	Tol	0,025	5,88	113	7000	0,17
Marco de la puerta	Tol	0,014	5,88	113	7000	0,17
Puerta	Aluminio	0,02	5,88	1,20	2500	0,17
Marco de la puerta	Aluminio	0,014	5,88	1,20	2500	0,17

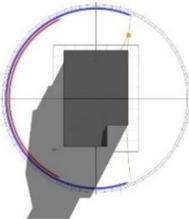
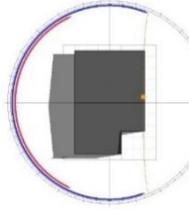
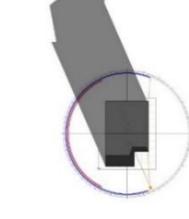
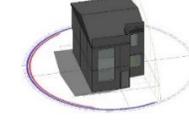
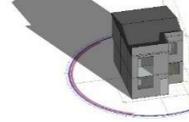
**Elaborado por:** La Autora

#### 4.4. Análisis del soleamiento de la vivienda

- *Solsticio de verano 21 de diciembre*

**Tabla 30**

*Soleamiento del solsticio de verano*

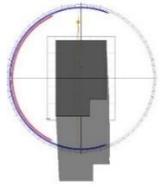
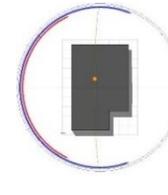
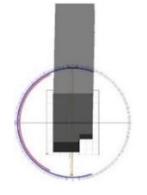
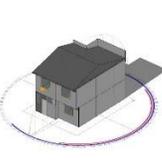
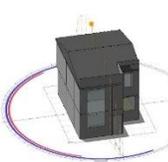
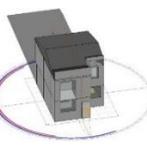
09:00 am	12:00 pm	17:00 pm
		
		
En la mañana a las 9:00 am del solsticio de diciembre, la fachada este recibe toda la radiación solar específicamente en el dormitorio 3, mientras que en la fachada oeste hay sombra.	A las 12:00 pm, los rayos del sol recaen directamente sobre la cubierta, creando el sobrecalentamiento de este elemento, por la falta de propiedades térmicas del material constructivo (Eternit), posteriormente en la noche el calor se libera hacia el interior de la vivienda.	En este caso en la tarde a partir de las 14:00 pm la fachada oeste, ya empieza a recibir los rayos directos del sol, creando el sobrecalentamiento de los espacios interiores. Mientras que en la fachada este hay presencia de sombra.

*Nota.* Adaptado de Autodesk Analysis Ecotec, 2011.

- *Equinoccio del 21 de marzo*

**Tabla 31**

*Soleamiento del equinoccio de marzo*

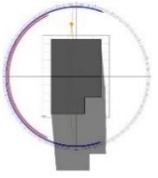
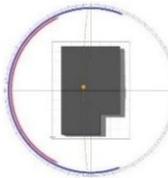
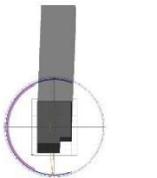
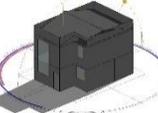
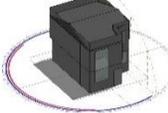
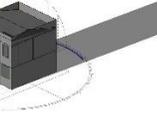
09:00 am	12:00 pm	17:00 pm
		
		
En la mañana 9:00 am del equinoccio de marzo, la fachada este es la que recibe toda la radiación solar específicamente en el dormitorio 2. Mientras que la fachada oeste, hay presencia de sombra.	En el equinoccio de marzo a las 12:00 pm, los rayos del sol caen perpendicularmente sobre la cubierta, debido a la ubicación del Ecuador en la línea equinoccial, provocando el sobrecalentamiento de este elemento y luego el calor se libera hacia los espacios de la segunda planta.	En este caso en la tarde a partir de las 15:00 pm la fachada oeste, ya empieza a recibir directamente la radiación solar, creando el sobrecalentamiento de la caja de gradas, debido al gran ventanal de este espacio. Mientras que en la fachada este hay sombra.

*Nota.* Adaptado de Autodesk Analysis Ecotec, 2011.

- *Equinoccio del 21 de septiembre*

**Tabla 32**

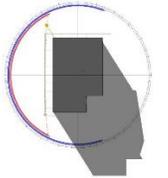
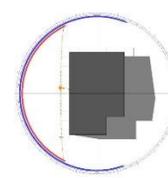
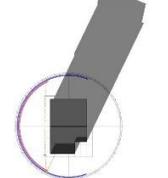
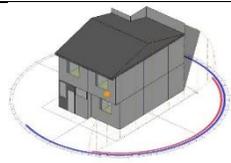
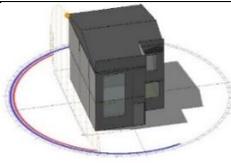
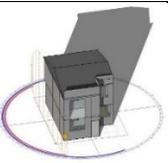
*Soleamiento del equinoccio de septiembre*

09:00 am	12:00 pm	17:00 pm
		
		
En la mañana 9:00 am del equinoccio de septiembre, la fachada este recibe toda la radiación solar, causando el sobrecalentamiento de los dormitorios, ya que no existe algún elemento para generar sombra, sobre estos vanos. Mientras que la fachada oeste hay presencia de sombra.	En el equinoccio de septiembre a las 12:00 pm, los rayos del sol recaen perpendicularmente sobre la cubierta, debido a la ubicación del Ecuador en la línea equinoccial, provocando el sobrecalentamiento de este elemento y luego el calor se libera hacia los espacios de la segunda planta.	En este caso en la tarde a partir de las 15:00 pm la fachada oeste, ya empieza a recibir directamente la radiación solar, creando el sobrecalentamiento de los espacios interiores, en las gradas, debido al gran ventanal en este espacio. Mientras que en la fachada este hay presencia de sombra.

*Nota.* Adaptado de Autodesk Analysis Ecotec, 2011.

- *Solsticio de invierno 21 de junio*

**Tabla 33***Soleamiento del solsticio de invierno*

09:00 am	12:00 pm	17:00 pm
		
		
En la mañana 9:00 am del solsticio de invierno, la fachada este es la que recibe toda la radiación solar, causando el sobrecalentamiento de los dormitorios. Mientras que la fachada oeste, hay presencia de sombra.	A las 12:00 pm, las dos fachadas (oeste y este) tienen sombra, ya que los rayos del sol recaen perpendicularmente sobre la cubierta, generando sobrecalentamiento de la misma y liberando el calor hacia el interior de la vivienda.	En este caso en la tarde a partir de las 17:00 pm la fachada oeste, ya empieza a recibir directamente la radiación solar, creando el sobrecalentamiento de los espacios interiores, en este caso la caja de gradas. Mientras que en la fachada este hay presencia de sombra.

*Nota.* Adaptado de Autodesk Analysis Ecotec, 2011.

#### 4.5. Parámetros de simulación

Para establecer los parámetros de simulación en el software ECOTEC, se ha considerado la información de los datos climatológicos de la ciudad de Loja, obtenida por el INAMHI (Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología) de todo el año 2020.

La temperatura media anual es de 16,71° C, la máxima es 17,5° C correspondiente al mes de mayo y la mínima es de 16° C en el mes de julio (Ver Tabla 12). La humedad media anual es de 79,23%, la máxima es de 83,8% correspondiente al mes de mayo y la mínima 71,6% en el mes de noviembre (Ver Tabla 13). En este caso se ha tomado el valor máximo de la velocidad del viento en el mes de agosto 3,8 m/s.

En la vivienda seleccionada inicialmente, vive una familia de tipo tradicional, de cuatro integrantes (mamá, papá y dos hijos).

**Tabla 34***Parámetros de simulación de la vivienda de dos plantas*

<b>Nombre del Software</b>		ECOTEC		
<b>Análisis</b>		Vivienda de dos plantas		
<b>Índice de ocupación</b>		4 personas		
<b>Factores climatológicos</b>				
<b>Temperatura</b>	Temperatura media anual		16,71° C	
	Rango de confort	Temp. Min	19,48° C	
		Temp. Max	26,48° C	
<b>Humedad media anual %</b>	Min	71,6		
	Media	79,23		
	Max	83,8		
<b>Altitud m.s.n.m.</b>		2257		
<b>Velocidad del aire m/s</b>		3,8		
<b>Vestimenta clo</b>		1,00		
<b>Horarios de funcionamiento</b>		24 horas		
<b>Orientación</b>		Oeste - este		
<b>Sala</b>	No. De ocupantes		4	
	Actividad		Conversar	
	Ventilación		Ninguna	
	Dimensiones	Largo (m)	2,80	
		Ancho (m)	2,90	
Altura (m)		2,50		
<b>Comedor</b>	No. De ocupantes		4	
	Actividad		Comer	
	Ventilación		Natural	
	Dimensiones	Largo (m)	2,90	
		Ancho (m)	2,70	
Altura (m)		2,5		

<b>Cocina</b>	No. De ocupantes		2	
	Actividad		Cocinar	
	Ventilación		Natural	
	Dimensiones	Largo (m)	3,39	
Ancho (m)		1,60		
Altura (m)		2,50		
<b>Estudio</b>	No. De ocupantes		2	
	Actividad		Sentado	
	Ventilación		Natural	
	Dimensiones	Largo (m)	2,95	
		Ancho (m)	2,80	
Altura (m)		2,50		
<b>Baño</b>	No. De ocupantes		1	
	Actividad		Sentado	
	Ventilación		Natural	
	Dimensiones	Largo (m)	2,40	
		Ancho (m)	1,20	
Altura (m)		2,50		
<b>Dormitorio 1</b>	No. De ocupantes		1	
	Actividad		Descanso	
	Ventilación		Ninguna	
	Dimensiones	Largo (m)	2,80	
		Ancho (m)	2,80	
Altura (m)		2,58		
<b>Dormitorio 2</b>	No. De ocupantes		2	
	Actividad		Descanso	
	Ventilación		Natural	

	Dimensiones	Largo (m)	3,40
		Ancho (m)	2,80
		Altura (m)	2,58
<b>Dormitorio 3</b>	No. De ocupantes		2
	Actividad		Descanso
	Ventilación		Natural
	Dimensiones	Largo (m)	2,80
		Ancho (m)	2,90
		Altura (m)	2,58
<b>Baño compartido</b>	No. De ocupantes		1
	Actividad		Sentado
	Ventilación		Ninguna
	Dimensiones	Largo (m)	1,90
		Ancho (m)	1,10
		Altura (m)	2,58

**Elaborado por:** La Autora

#### 4.6. Evaluación de la vivienda

La evaluación de la vivienda se realizó en el software Autodesk Ecotec Analysis (2011), consiste en simular la vivienda, para llegar determinar el estado de confort térmico en el que se encuentra la vivienda, para lo cual es importante insertar datos como:

- Arquitectónicos: materialidad y composición de cada elemento de la vivienda (muros, pisos, techo), con valores U (Ver No.3.3.), espesor, densidad, conductividad térmica; los cuales determinan la efectividad del material frente al clima en el que se encuentra la vivienda.
- Climatológicas: orientación, límite de rango de confort térmico (Ver No.3.2.), temperatura, humedad y velocidad del viento (Ver Tabla 32).
- Datos del usuario, como el número de ocupantes, el valor de aislamiento de la vestimenta, la actividad específica, el área y el tipo de ventilación de cada espacio.

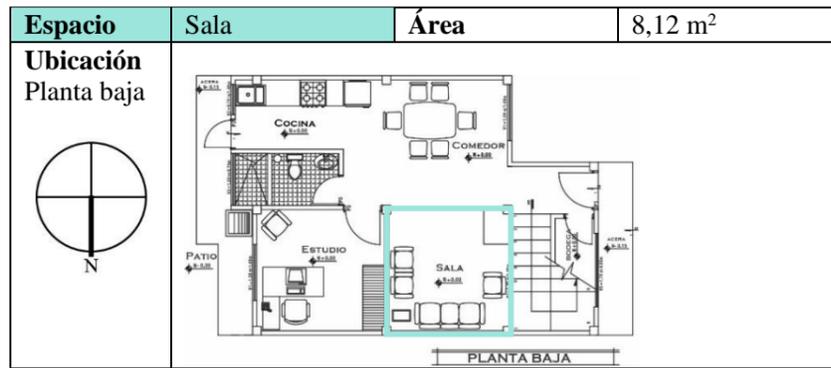


Figura 58 Resultados del día más caluroso de la sala (20 de Mayo)

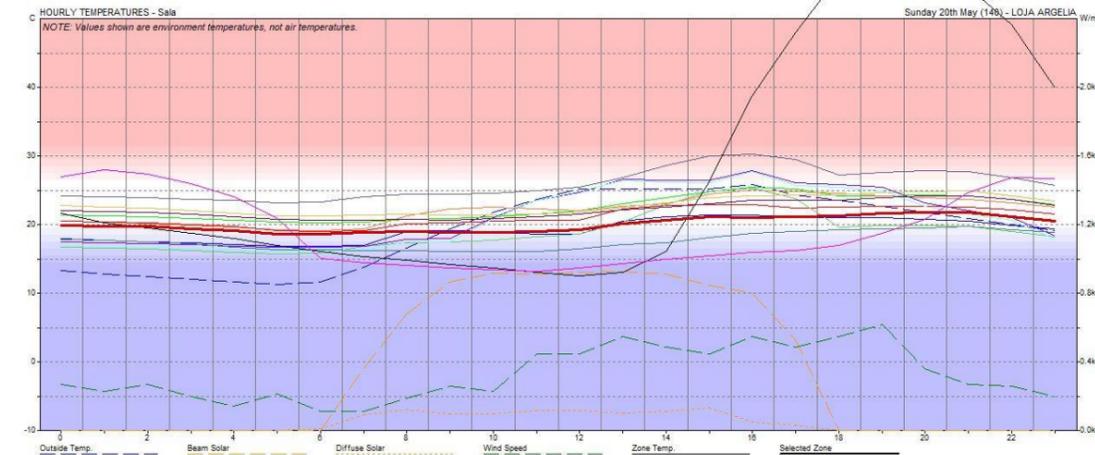


Tabla 35 Temperaturas horarias sala (calor)

Hora	Interior °C	Exterior °C	Diferencia
<b>Temp. promedio</b>		<b>16,1°C</b>	
0	19.9	13.3	6.6
1	19.8	12.9	6.9
2	19.8	12.5	7.3
3	19.5	12.1	7.4
4	19.2	11.7	7.5
5	18.7	11.3	7.4
6	18.7	11.7	7.0
7	18.9	13.8	5.1
8	19.0	16.6	2.4
9	18.9	19.4	-0.5
10	18.9	21.8	-2.9
11	19.1	23.7	-4.6
12	19.3	25.2	-5.9
13	20.2	25.2	-5.0
14	20.7	25.2	-4.5
15	21.2	25.2	-4.0
16	21.1	25.9	-4.8
17	21.2	24.4	-3.2
18	21.3	23.6	-2.3
19	21.7	22.7	-1.0
20	21.8	21.8	0.0
21	21.9	20.9	1.0
22	21.2	20.1	1.1
23	20.6	19.2	1.4

Fuente: Autodesk Analisis Ecotec 2011

Fuente: Autodesk Ecotec Analysys 2011

De acuerdo a los resultados obtenidos, la zona de la sala, se encuentra dentro del rango de confort (19,48°C – 26,48°C) la mayor parte del día y la noche, excepto: desde 4am con 19,2°C hasta las 8pm con 19,3°C. La temperatura máxima registrada en el interior del espacio es a las 20:00 pm con 21,8°C y la temperatura mínima es desde las 5:00pm hasta las 6:00 pm con 18,7° C.

SIMBOLOGÍA			
Banda de calor		Banda de confort térmico	Banda de frío
Zonas		Simbología	
Sala	Dormitorio 1	Eje horizontal (x)	Horas
Comedor	Dormitorio 2	Eje vertical (y)	Temperatura
Cocina	Dormitorio 3	Temperatura exterior	---
Estudio	Baño compartido	Rayos solares	---
Baño social	Pasillo - vestíbulo	Difusión solar	---
Gradas	Cubierta	Velocidad del viento	---

Figura 59 Resultados del día más frío de la sala (27 de diciembre)

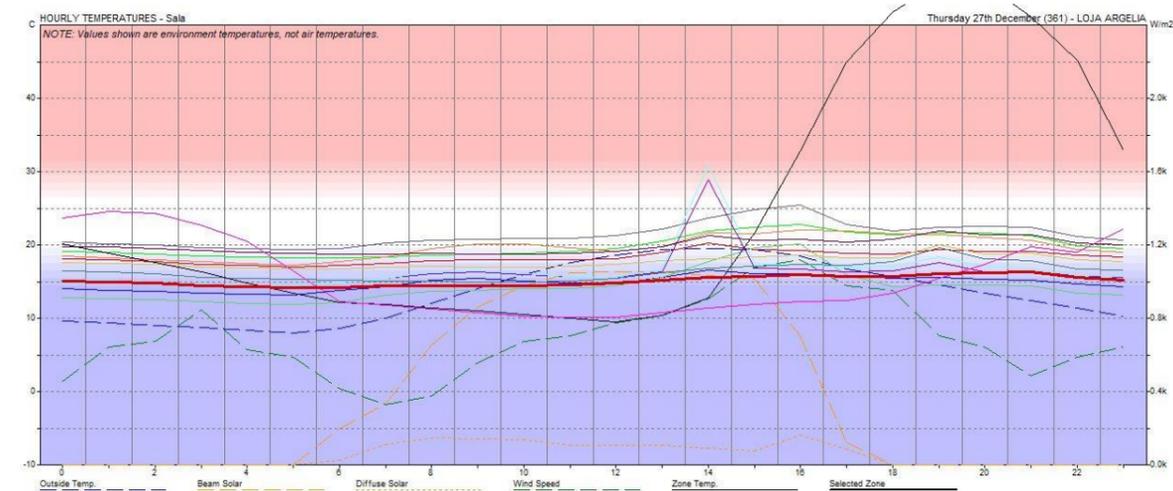


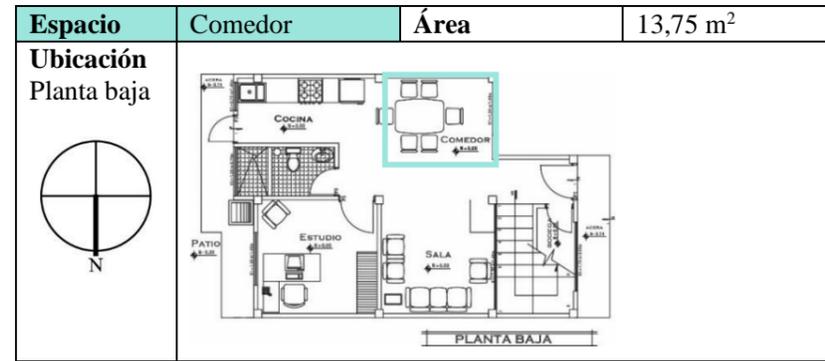
Tabla 36 Temperaturas horarias sala (frío)

Fuente: Autodesk Ecotec Analisis 2011

Hora	Interior °C	Exterior °C	Diferencia
<b>Temp. promedio</b>		<b>13,1°C</b>	
0	15.1	9.7	5.4
1	15.1	9.4	5.7
2	14.9	9.1	5.8
3	14.5	8.8	5.7
4	14.3	8.4	5.9
5	14.2	8.1	6.1
6	14.2	8.7	5.5
7	14.5	10.1	4.4
8	14.5	12.1	2.4
9	14.5	14.1	0.4
10	14.5	16.0	-1.5
11	14.6	17.6	-3.0
12	14.9	18.7	-3.8
13	15.3	19.4	-4.1
14	15.6	19.6	-4.0
15	15.8	19.4	-3.6
16	16.1	18.5	-2.4
17	15.7	16.8	-1.1
18	15.7	15.7	0.0
19	16.2	14.6	1.6
20	16.3	13.5	2.8
21	16.3	12.5	3.8
22	15.6	11.4	4.2
23	15.3	10.3	5.0

Fuente: Autodesk Analisis Ecotec 2011

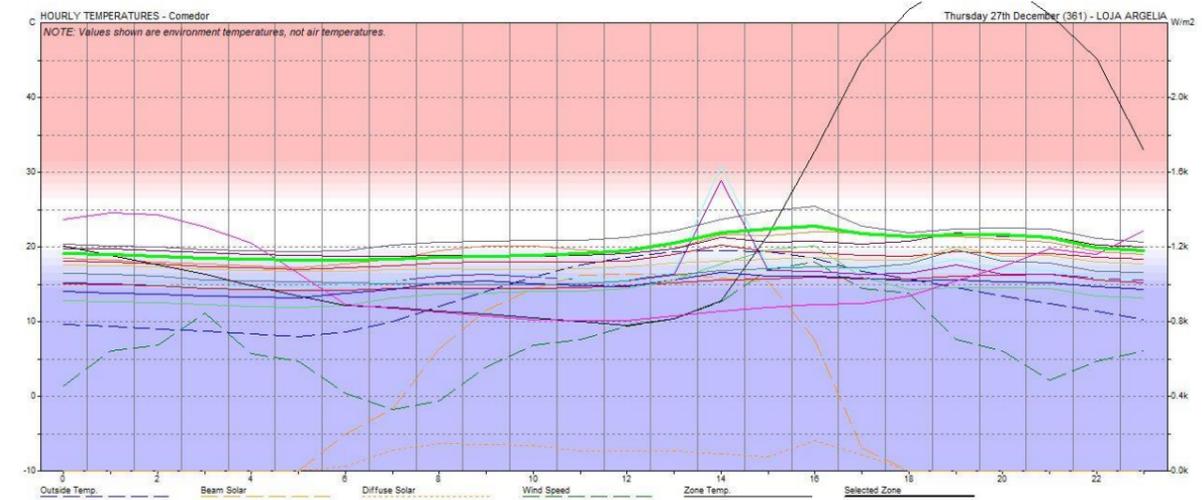
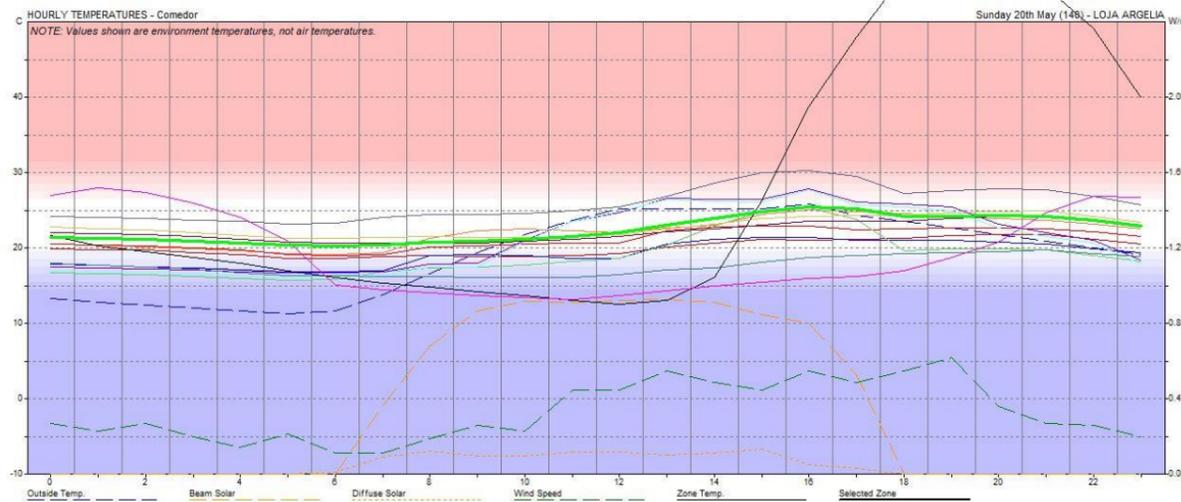
De acuerdo a los resultados obtenidos, la zona de la sala, no se encuentra dentro del rango de confort (19,48°C – 26,48°C) durante el día y la noche, considerando el día más frío. La temperatura máxima registrada en el interior del espacio es desde las 20:00 pm hasta 21:00 pm con 16,3°C y la temperatura mínima es desde las 5:00 am hasta las 6:00 am con 14,2° C.



SIMBOLOGÍA					
Banda de calor		Banda de confort térmico		Banda de frío	
Zonas		Simbología			
Sala	Dormitorio 1	Eje horizontal (x)	Horas		
Comedor	Dormitorio 2	Eje vertical (y)	Temperatura		
Cocina	Dormitorio 3	Temperatura exterior	- - - - -		
Estudio	Baño compartido	Rayos solares	- - - - -		
Baño social	Pasillo - vestíbulo	Difusión solar	- - - - -		
Gradas	Cubierta	Velocidad del viento	- - - - -		

Figura 60 Resultados del día más caluroso del comedor (20 de Mayo)

Figura 61 Resultados del día más frío del comedor (27 de diciembre)



Fuente: Autodesk Analysis Ecotec 2011

Tabla 38 Temperaturas horarias comedor (frío)

Fuente: Autodesk Analysis Ecotec 2011

Tabla 37 Temperaturas horarias comedor (calor)

Hora	Interior °C	Exterior °C	Diferencia
<b>Temp. promedio</b>		<b>16,1°C</b>	
0	21.4	13.3	8.1
1	21.3	12.9	8.4
2	21.2	12.5	8.7
3	20.9	12.1	8.8
4	20.7	11.7	9.0
5	20.4	11.3	9.1
6	20.3	11.7	8.6
7	20.5	13.8	6.7
8	20.8	16.6	4.2
9	21.0	19.4	1.6
10	21.2	21.8	-0.6
11	21.6	23.7	-2.1
12	22.1	25.2	-3.1
13	23.1	25.2	-2.1
14	24.0	25.2	-1.2
15	24.9	25.2	-0.3
16	25.5	25.9	-0.4
17	25.2	24.4	0.8
18	24.3	23.6	0.7
19	24.2	22.7	1.5
20	24.3	21.8	2.5
21	24.2	20.9	3.3
22	23.7	20.1	3.6
23	23.0	19.2	3.8

Fuente: Autodesk Analysis Ecotec 2011

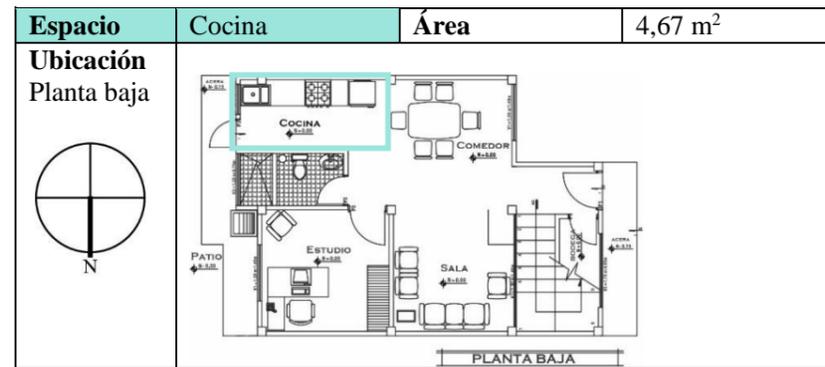
De acuerdo a los resultados obtenidos, la zona del comedor, se encuentra dentro del rango de confort (19,48°C – 26.48°C) la mayor parte del día y la noche.

La temperatura máxima registrada en el interior del espacio es a las 16:00pm con 25,5°C y la temperatura mínima es desde las 6:00am con 20,3° C.

Hora	Interior °C	Exterior °C	Diferencia
<b>Temp. promedio</b>		<b>13,1°C</b>	
0	19.2	9.7	9.5
1	19.0	9.4	9.6
2	18.9	9.1	9.8
3	18.6	8.8	9.8
4	18.4	8.4	10.0
5	18.3	8.1	10.2
6	18.3	8.7	9.6
7	18.5	10.1	8.4
8	18.6	12.1	6.5
9	18.8	14.1	4.7
10	18.9	16.0	2.9
11	19.1	17.6	1.5
12	19.6	18.7	0.9
13	20.5	19.4	1.1
14	22.0	19.6	2.4
15	22.5	19.4	3.1
16	22.8	18.5	4.3
17	21.8	16.8	5.0
18	21.5	15.7	5.8
19	21.7	14.6	7.1
20	21.7	13.5	8.2
21	21.4	12.5	8.9
22	20.0	11.4	8.6
23	19.6	10.3	9.3

Fuente: Autodesk Analysis Ecotec 2011

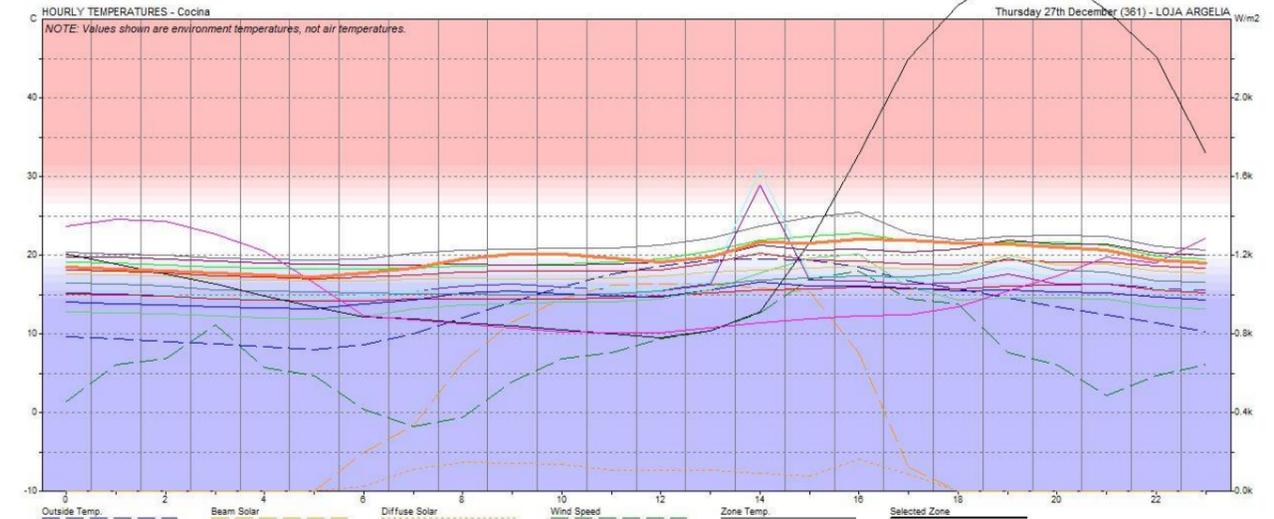
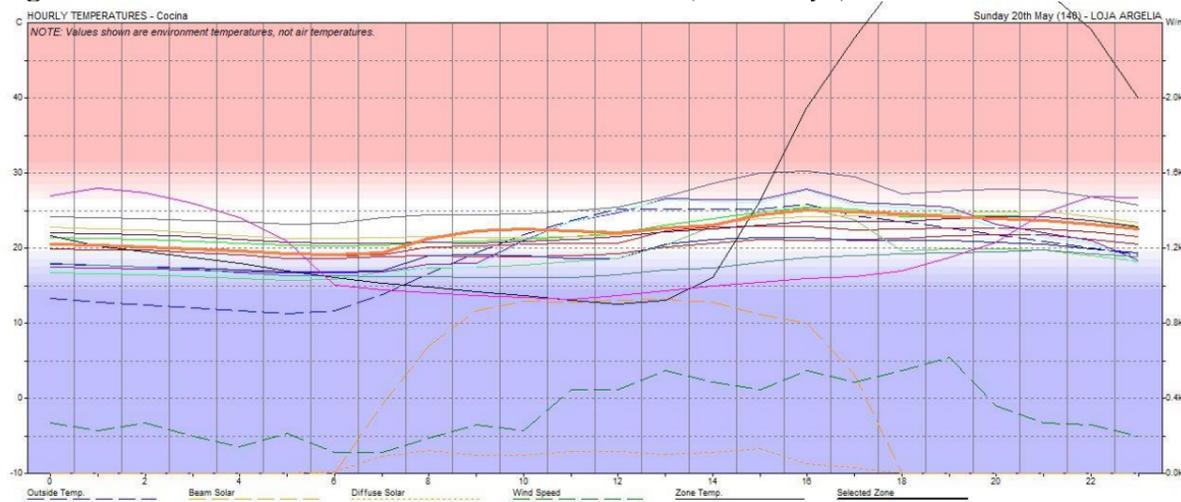
De acuerdo a los resultados obtenidos, la zona del comedor, no se encuentra dentro del rango de confort (19,48°C – 26.48°C) desde las 00:00 pm hasta las 11:00am, El horario en él se encuentra dentro del rango de confort es desde las 12:00pm hasta las 23:00pm. La temperatura máxima registrada en el interior del espacio es desde las 20:00pm hasta 21:00pm con 16,3°C y la temperatura mínima es desde las 5:00 am hasta las 6:00 am con 14,2° C.



SIMBOLOGÍA					
Banda de calor		Banda de confort térmico		Banda de frío	
Zonas		Simbología			
Sala	Dormitorio 1	Eje horizontal (x)	Horas		
Comedor	Dormitorio 2	Eje vertical (y)	Temperatura		
Cocina	Dormitorio 3	Temperatura exterior	---		
Estudio	Baño compartido	Rayos solares	---		
Baño social	Pasillo - vestíbulo	Difusión solar	---		
Gradas	Cubierta	Velocidad del viento	---		

Figura 62 Resultados del día más caluroso de la cocina (20 de Mayo)

Figura 63 Resultados del día más frío de la cocina (27 de diciembre)



Fuente: Autodesk Analisis Ecotec 2011

Fuente: Autodesk Analisis Ecotec 2011

Tabla 39 Temperaturas horarias cocina (calor)

Tabla 40 Temperaturas horarias cocina (frío)

Hora	Interior °C	Exterior °C	Diferencia
	<b>Temp. Promedio</b>	<b>16,1°C</b>	
0	20.6	13.3	7.3
1	20.4	12.9	7.5
2	20.2	12.5	7.7
3	19.9	12.1	7.8
4	19.7	11.7	8.0
5	19.3	11.3	8.0
6	19.2	11.7	7.5
7	19.4	13.8	5.6
8	21.3	16.6	4.7
9	22.3	19.4	2.9
10	22.5	21.8	0.7
11	22.3	23.7	-1.4
12	22.1	25.2	-3.1
13	22.7	25.2	-2.5
14	23.1	25.2	-2.1
15	24.5	25.2	-0.7
16	25.1	25.9	-0.8
17	24.9	24.4	0.5
18	24.6	23.6	1.0
19	24.3	22.7	1.6
20	24.0	21.8	2.2
21	23.7	20.9	2.8
22	23.3	20.1	3.2
23	22.7	19.2	3.5

Fuente: Autodesk Analisis Ecotec 2011

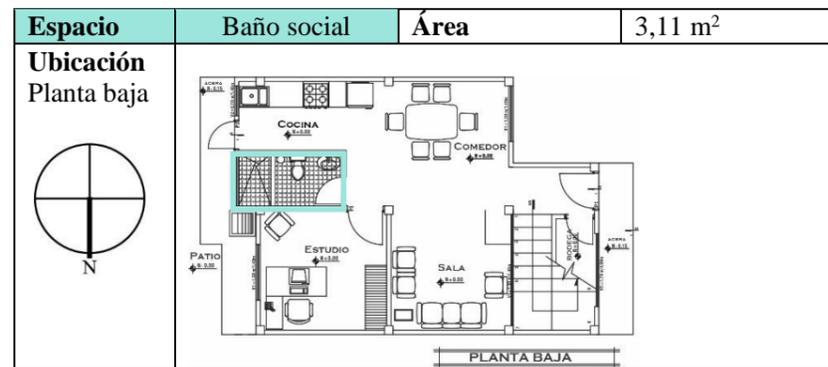
De acuerdo a los resultados obtenidos, la zona de la cocina, **se encuentra dentro del rango de confort** (19,48°C – 26.48°C) la mayor parte del día y la noche, excepto **desde las 5:00am con 19,3°C hasta las 6:00am con 19,2°C, no esta dentro del rango de confort.**

La temperatura **máxima** registrada en el interior del espacio es a las 16:00pm con 25,1°C y la temperatura **mínima** es a las 6:00am con 19,2°C.

Hora	Interior °C	Exterior °C	Diferencia
	<b>Temp. Promedio</b>	<b>13,1°C</b>	
0	18.5	9.7	8.8
1	18.3	9.4	8.9
2	18.1	9.1	9.0
3	17.8	8.8	9.0
4	17.5	8.4	9.1
5	17.3	8.1	9.2
6	17.8	8.7	9.1
7	18.5	10.1	8.4
8	19.6	12.1	7.5
9	20.2	14.1	6.1
10	20.2	16.0	4.2
11	19.7	17.6	2.1
12	19.2	18.7	0.5
13	19.8	19.4	0.4
14	21.7	19.6	2.1
15	21.6	19.4	2.2
16	22.1	18.5	3.6
17	22.0	16.8	5.2
18	21.5	15.7	5.8
19	21.4	14.6	6.8
20	21.0	13.5	7.5
21	20.6	12.5	8.1
22	19.5	11.4	8.1
23	19.1	10.3	8.8

Fuente: Autodesk Analisis Ecotec 2011

De acuerdo a los resultados obtenidos, la zona de la cocina, **no se encuentra dentro del rango de confort** (19,48°C – 26.48°C) desde las 00:00pm hasta las 7:00a la mayor parte del día y la noche, excepto: **desde las 0:00pm hasta 7:00am con 19,2°C, a las 12:00pm y a las 23:00pm, no está dentro del rango de confort.** La temperatura **máxima** registrada en el interior del espacio es a las 17:00pm con 22,0°C y la temperatura **mínima** es a las 5:00am con 17,3°C.



SIMBOLOGÍA					
Banda de calor		Banda de confort térmico		Banda de frío	
Zonas		Simbología			
■ Sala	■ Dormitorio 1	— Eje horizontal (x)	— Horas		
■ Comedor	■ Dormitorio 2	— Eje vertical (y)	— Temperatura		
■ Cocina	■ Dormitorio 3	— Temperatura exterior	- - - - -		
■ Estudio	■ Baño compartido	— Rayos solares	- - - - -		
■ Baño social	■ Pasillo - vestíbulo	— Difusión solar	- - - - -		
■ Gradas	■ Cubierta	— Velocidad del viento	- - - - -		

Figura 64 Resultados del día más caluroso del baño social (20 de Mayo)

Figura 65 Resultados del día más frío del baño social (27 de diciembre)

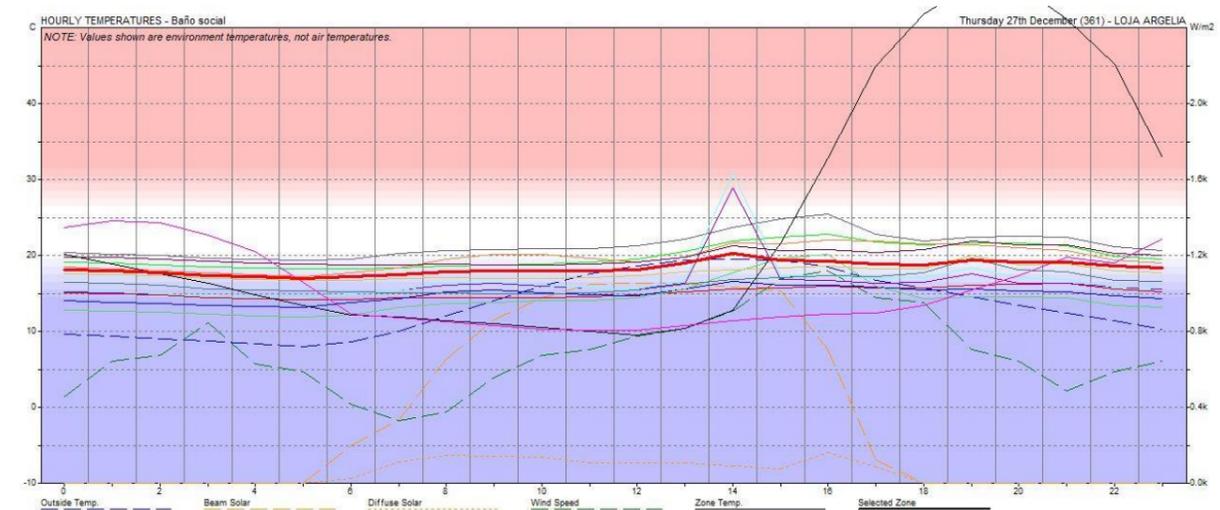
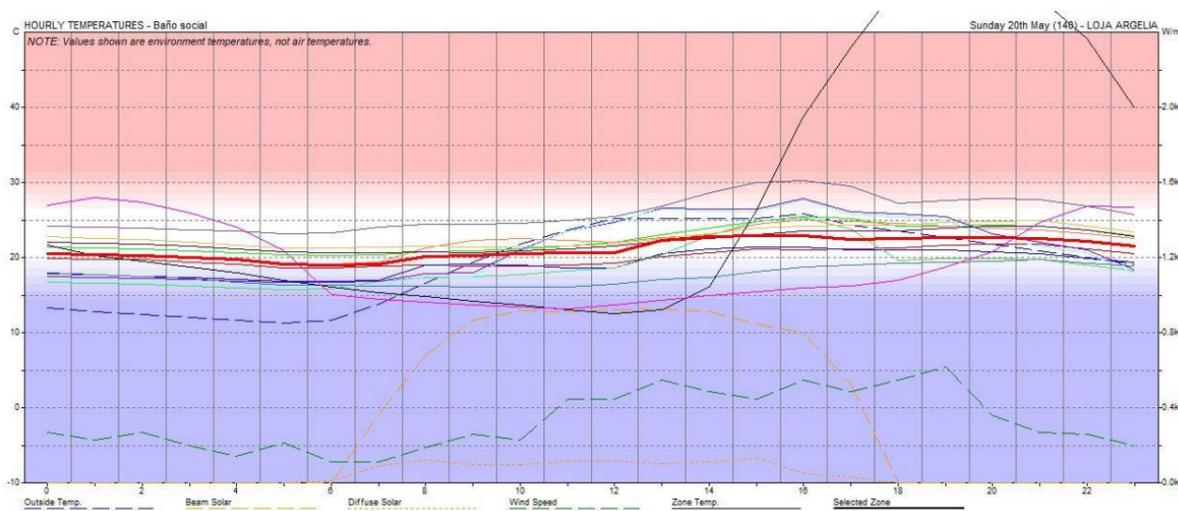


Tabla 41 Temperaturas horarias del baño social (calor)

Fuente: Autodesk Analysis Ecotec 2011

Tabla 42 Temperaturas horarias baño social (frío)

Fuente: Autodesk Analysis Ecotec 2011

Hora	Interior °C	Exterior °C	Diferencia
<b>Temp. Promedio</b>		<b>16,1°C</b>	
0	20.6	13.3	7.3
1	20.5	12.9	7.6
2	20.3	12.5	7.8
3	20.0	12.1	7.9
4	19.8	11.7	8.1
5	19.1	11.3	7.8
6	19.1	11.7	7.4
7	19.2	13.8	5.4
8	20.2	16.6	3.6
9	20.3	19.4	0.9
10	20.6	21.8	-1.2
11	20.6	23.7	-3.1
12	20.8	25.2	-4.4
13	22.3	25.2	-2.9
14	22.8	25.2	-2.4
15	23.0	25.2	-2.2
16	23.0	25.9	-2.9
17	22.5	24.4	-1.9
18	22.6	23.6	-1.0
19	22.7	22.7	0.0
20	22.7	21.8	0.9
21	22.6	20.9	1.7
22	22.2	20.1	2.1
23	21.5	19.2	2.3

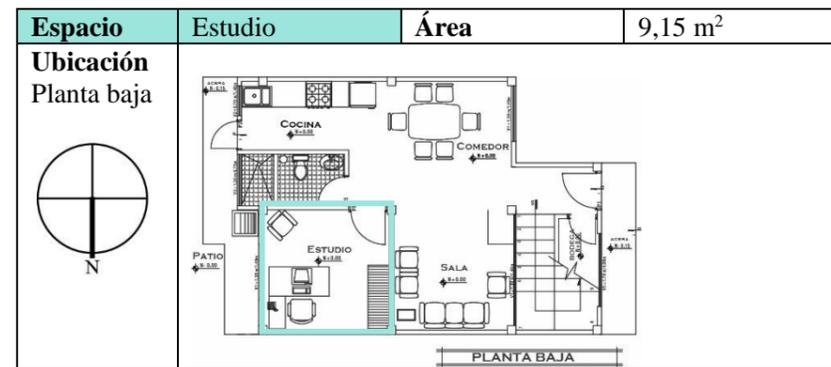
De acuerdo a los resultados obtenidos, la zona del baño social, **no se encuentra dentro del rango de confort (19,48°C – 26.48°C)** desde las **5:00am hasta las 7:00am**, la mayor parte del día y la noche si **se encuentra dentro del rango de confort**. La temperatura **máxima** registrada en el interior del espacio es desde las 15:00pm hasta 16:00pm con 23,0°C y la temperatura **mínima** es desde las 5:00am hasta las 6:00am con 19,1° C.

Fuente: Autodesk Analysis Ecotec 2011

Hora	Interior °C	Exterior °C	Diferencia
<b>Temp. Promedio</b>		<b>13,1°C</b>	
0	18.2	9.7	8.5
1	18.0	9.4	8.6
2	17.8	9.1	8.7
3	17.4	8.8	8.6
4	17.2	8.4	8.8
5	17.0	8.1	8.9
6	17.3	8.7	8.6
7	17.5	10.1	7.4
8	18.0	12.1	5.9
9	18.1	14.1	4.0
10	18.0	16.0	2.0
11	18.1	17.6	0.5
12	18.2	18.7	-0.5
13	19.0	19.4	-0.4
14	20.4	19.6	0.8
15	19.5	19.4	0.1
16	19.3	18.5	0.8
17	19.0	16.8	2.2
18	18.8	15.7	3.1
19	19.4	14.6	4.8
20	19.2	13.5	5.7
21	19.2	12.5	6.7
22	18.7	11.4	7.3
23	18.5	10.3	8.2

Fuente: Autodesk Analysis Ecotec 2011

De acuerdo a los resultados obtenidos, la zona del baño social, **no se encuentra dentro del rango de confort (19,48°C – 26.48°C)** la mayor parte del día y la noche, excepto desde las **14:00pm hasta las 15:00pm y a las 19:00pm se encuentra dentro del rango de confort**. La temperatura **máxima** registrada en el interior del espacio es desde las 15:00pm hasta 16:00pm con 20,4°C y la temperatura **mínima** es a las 5:00am con 17,0° C.



SIMBOLOGÍA			
Banda de calor		Banda de confort térmico	
Zonas		Simbología	
Sala	Dormitorio 1	Eje horizontal (x)	Horas
Comedor	Dormitorio 2	Eje vertical (y)	Temperatura
Cocina	Dormitorio 3	Temperatura exterior	-----
Estudio	Baño compartido	Rayos solares	-----
Baño social	Pasillo - vestíbulo	Difusión solar	-----
Gradas	Cubierta	Velocidad del viento	-----

Figura 66 Resultados del día más caluroso del estudio (20 de Mayo)

Figura 67 Resultados del día más frío del estudio (27 de diciembre)

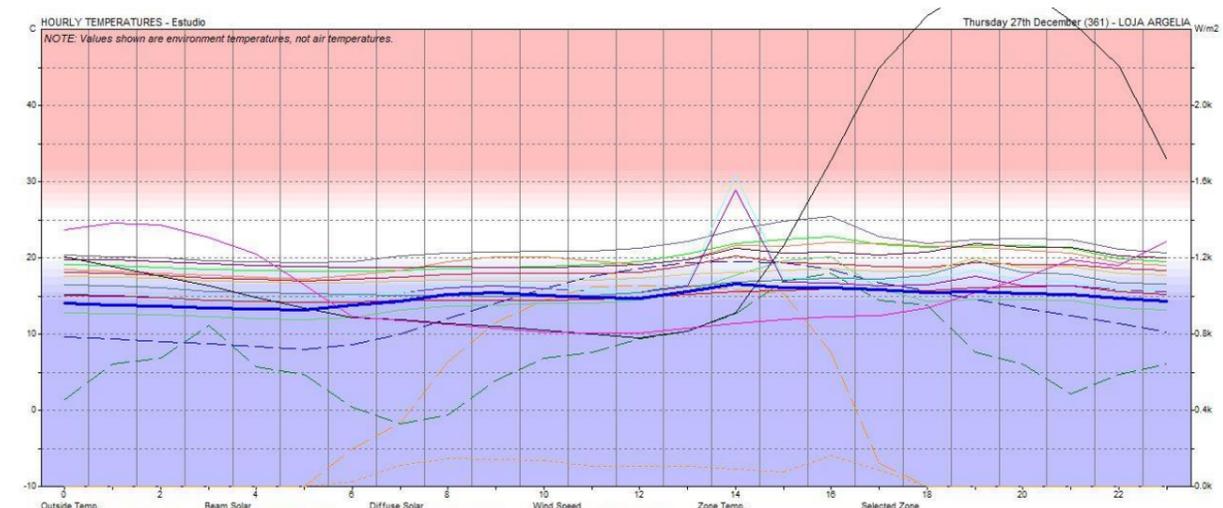
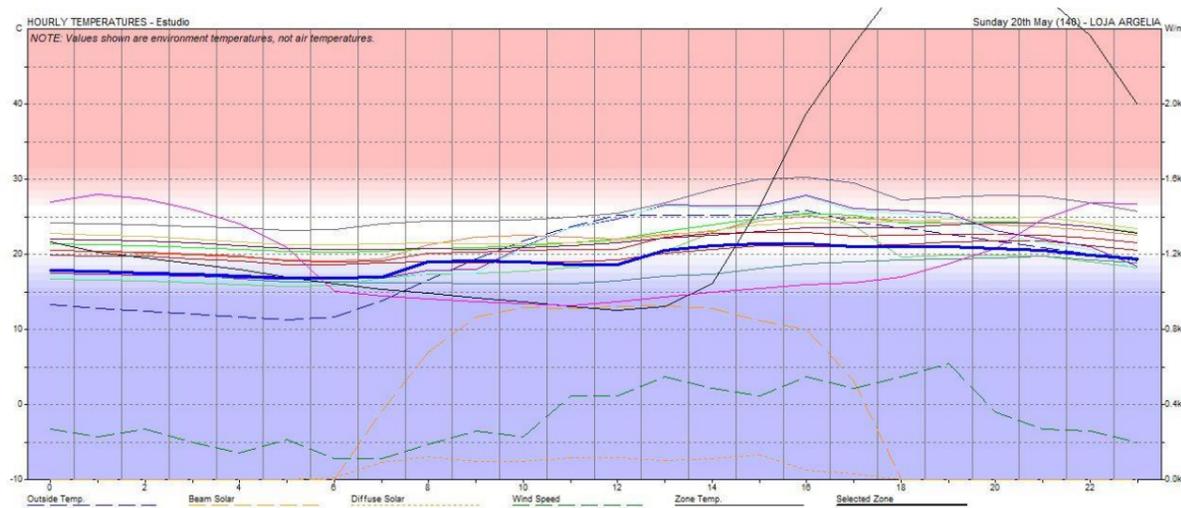


Tabla 43 Temperaturas horarias del estudio (calor)

Fuente: Autodesk Analisis Ecotec 2011

Tabla 44 Temperaturas horarias estudio (frío)

Fuente: Autodesk Analisis Ecotec 2011

Hora	Interior °C	Exterior °C	Diferencia
Temp. Promedio		16,1°C	
0	17.9	13.3	4.6
1	17.7	12.9	4.8
2	17.6	12.5	5.1
3	17.3	12.1	5.2
4	17.2	11.7	5.5
5	16.9	11.3	5.6
6	16.9	11.7	5.2
7	17.1	13.8	3.3
8	19.0	16.6	2.4
9	19.2	19.4	-0.2
10	19.1	21.8	-2.7
11	18.7	23.7	-5.0
12	18.7	25.2	-6.5
13	20.6	25.2	-4.6
14	21.2	25.2	-4.0
15	21.5	25.2	-3.7
16	21.4	25.9	-4.5
17	21.1	24.4	-3.3
18	21.1	23.6	-2.5
19	21.1	22.7	-1.6
20	20.8	21.8	-1.0
21	20.6	20.9	-0.3
22	20.0	20.1	-0.1
23	19.4	19.2	0.2

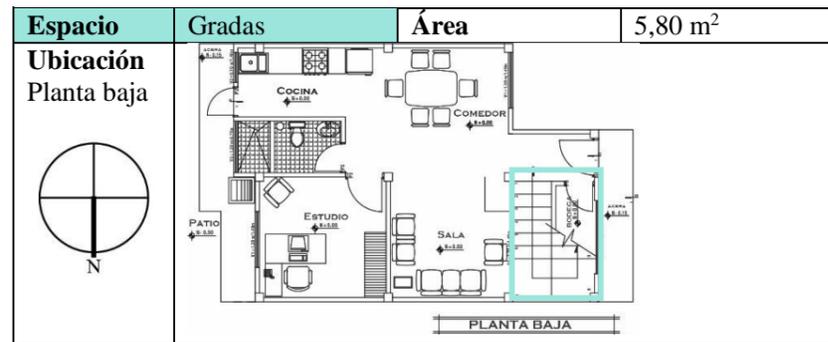
De acuerdo a los resultados obtenidos, la zona del estudio, **no se encuentra dentro del rango de confort** (19,48°C – 26.48°C) desde las **00:00 pm** hasta las **12:00am**, El horario en el se encuentra dentro del rango de confort es desde las 13:00pm hasta las 23:00pm. La temperatura **máxima** registrada en el interior del espacio es a las 15:00pm con 21,5°C y la temperatura **mínima** es desde las 5:00 am hasta las 6:00 am con 16,9° C.

Fuente: Autodesk Analisis Ecotec 2011

Hora	Interior °C	Exterior °C	Diferencia
Temp. Promedio		13,1°C	
0	14.1	9.7	4.4
1	13.9	9.4	4.5
2	13.7	9.1	4.6
3	13.5	8.8	4.7
4	13.3	8.4	4.9
5	13.2	8.1	5.1
6	13.8	8.7	5.1
7	14.4	10.1	4.3
8	15.2	12.1	3.1
9	15.5	14.1	1.4
10	15.2	16.0	-0.8
11	14.9	17.6	-2.7
12	14.8	18.7	-3.9
13	15.7	19.4	-3.7
14	16.6	19.6	-3.0
15	16.2	19.4	-3.2
16	16.1	18.5	-2.4
17	15.9	16.8	-0.9
18	15.5	15.7	-0.2
19	15.6	14.6	1.0
20	15.4	13.5	1.9
21	15.3	12.5	2.8
22	14.7	11.4	3.3
23	14.4	10.3	4.1

De acuerdo a los resultados obtenidos, la zona del, **no se encuentra dentro del rango de confort** (19,48°C – 26.48°C) durante el día y la noche, considerando el día más frío. La temperatura **máxima** registrada en el interior del espacio es a las 14:00pm con 16,6°C y la temperatura **mínima** es a las 5:00 am con 13,2° C.

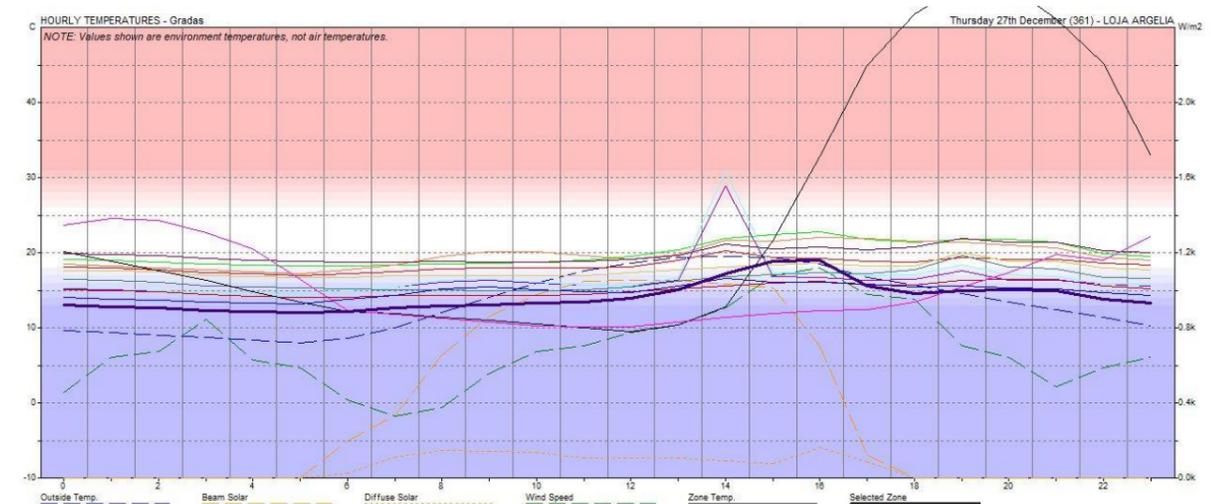
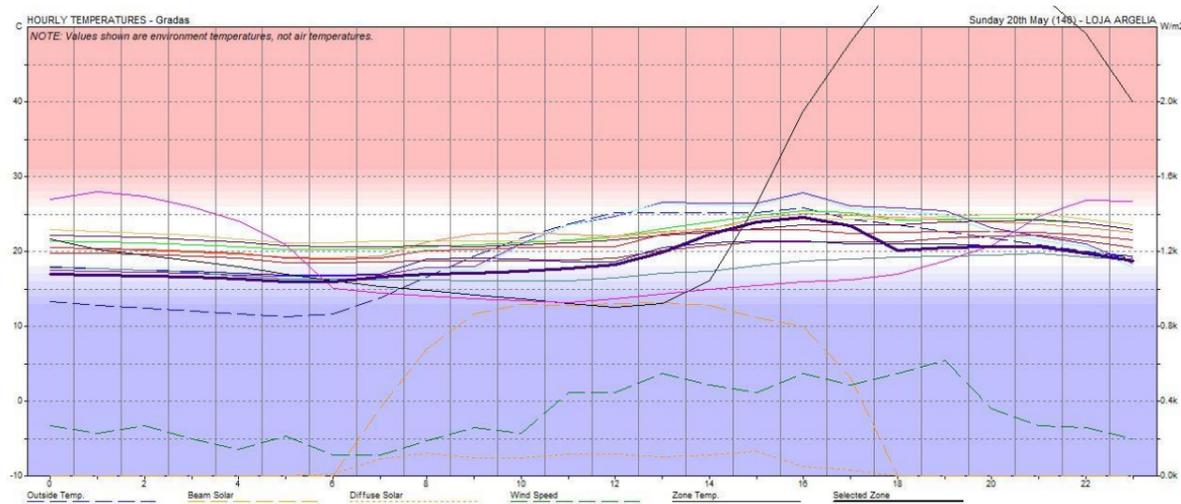
Fuente: Autodesk Analisis Ecotec 2011



SIMBOLOGÍA					
Banda de calor		Banda de confort térmico		Banda de frío	
Zonas		Simbología			
Sala	Dormitorio 1	Eje horizontal (x)	Horas		
Comedor	Dormitorio 2	Eje vertical (y)	Temperatura		
Cocina	Dormitorio 3	Temperatura exterior	---		
Estudio	Baño compartido	Rayos solares	---		
Baño social	Pasillo - vestíbulo	Difusión solar	---		
Gradas	Cubierta	Velocidad del viento	---		

Figura 68 Resultados del día más caluroso de las gradas (20 de Mayo)

Figura 69 Resultados del día más frío de las gradas (27 de diciembre)



Fuente: Autodesk Analisis Ecotec 2011

Fuente: Autodesk Analisis Ecotec 2011

Tabla 45 Temperaturas horarias de las gradas (calor)

Hora	Interior °C	Exterior °C	Diferencia
<b>Temp. Promedio</b>		<b>16,1°C</b>	
0	17.1	13.3	3.8
1	17.0	12.9	4.1
2	16.8	12.5	4.3
3	16.6	12.1	4.5
4	16.4	11.7	4.7
5	16.0	11.3	4.7
6	16.0	11.7	4.3
7	16.6	13.8	2.8
8	17.0	16.6	0.4
9	17.2	19.4	-2.2
10	17.4	21.8	-4.4
11	17.8	23.7	-5.9
12	18.3	25.2	-6.9
13	20.0	25.2	-5.2
14	22.3	25.2	-2.9
15	23.9	25.2	-1.3
16	24.7	25.9	-1.2
17	23.5	24.4	-0.9
18	20.1	23.6	-3.5
19	20.5	22.7	-2.2
20	20.7	21.8	-1.1
21	20.7	20.9	-0.2
22	19.8	20.1	0.3
23	18.8	19.2	0.4

Fuente: Autodesk Analisis Ecotec 2011

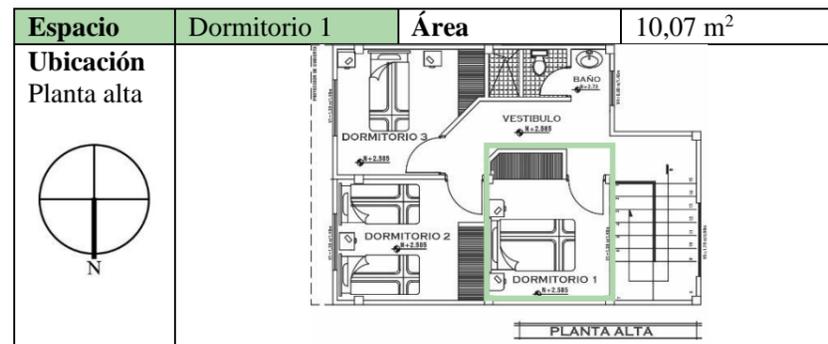
De acuerdo a los resultados obtenidos, la zona de las gradas de la planta baja, **no se encuentra dentro del rango de confort** (19,48°C – 26.48°C) desde las 00:00 am hasta las 12:00pm. El horario en él **se encuentra dentro del rango de confort** es desde las 13:00pm hasta las 22:00pm. La temperatura **máxima** registrada en el interior del espacio es a las 16:00pm con 24.7°C y la temperatura **mínima** es desde las 5:00 am hasta las 6:00 am con 16.0° C.

Tabla 46 Temperaturas horarias de las gradas (frío)

Hora	Interior °C	Exterior °C	Diferencia
<b>Temp. Promedio</b>		<b>13,1°C</b>	
0	13.1	9.7	3.4
1	12.9	9.4	3.5
2	12.7	9.1	3.6
3	12.4	8.8	3.6
4	12.2	8.4	3.8
5	12.0	8.1	3.9
6	12.2	8.7	3.5
7	12.7	10.1	2.6
8	13.0	12.1	0.9
9	13.2	14.1	-0.9
10	13.3	16.0	-2.7
11	13.5	17.6	-4.1
12	13.9	18.7	-4.8
13	15.2	19.4	-4.2
14	17.3	19.6	-2.3
15	18.9	19.4	-0.5
16	19.1	18.5	0.6
17	15.6	16.8	-1.2
18	14.6	15.7	-1.1
19	14.9	14.6	0.3
20	15.1	13.5	1.6
21	15.0	12.5	2.5
22	13.8	11.4	2.4
23	13.4	10.3	3.1

Fuente: Autodesk Analisis Ecotec 2011

De acuerdo a los resultados obtenidos, la zona de las gradas de la planta baja, **no se encuentra dentro del rango de confort** (19,48°C – 26.48°C) durante el día y la noche en la época invernal. La temperatura **máxima** registrada en el interior del espacio es a las 16:00pm con 19.1°C y la temperatura **mínima** es a las 5:00 am con 12.0° C.



SIMBOLOGÍA					
Banda de calor		Banda de confort térmico		Banda de frío	
Zonas		Simbología			
■ Sala	■ Dormitorio 1	Eje horizontal (x)	Horas		
■ Comedor	■ Dormitorio 2	Eje vertical (y)	Temperatura		
■ Cocina	■ Dormitorio 3	Temperatura exterior	- - - - -		
■ Estudio	■ Baño compartido	Rayos solares	- - - - -		
■ Baño social	■ Pasillo - vestíbulo	Difusión solar	- - - - -		
■ Gradas	■ Cubierta	Velocidad del viento	- - - - -		

Figura 70 Resultados del día más caluroso del dormitorio 1 (20 de Mayo)

Figura 71 Resultados del día más frío del dormitorio 1 (27 de diciembre)

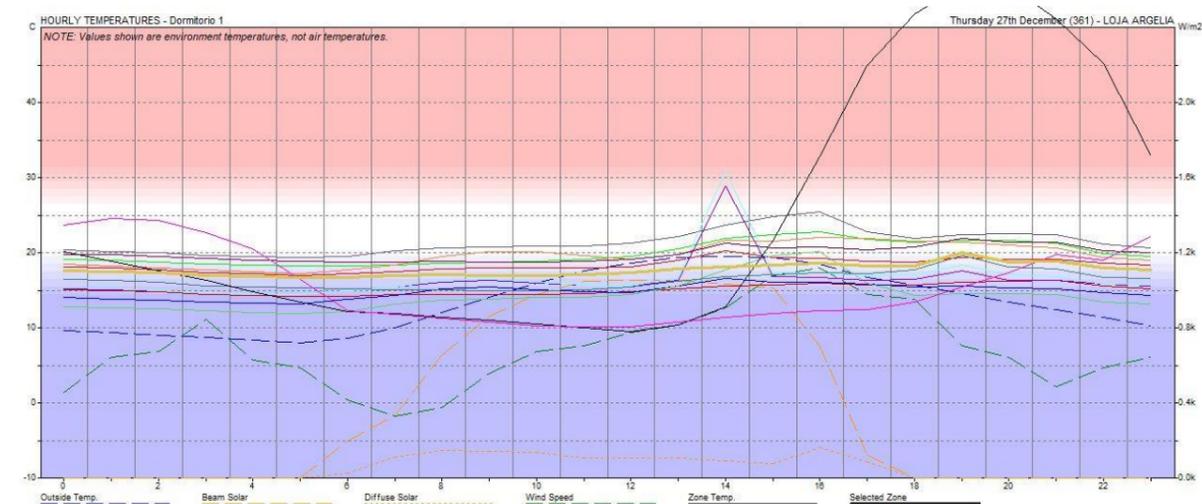
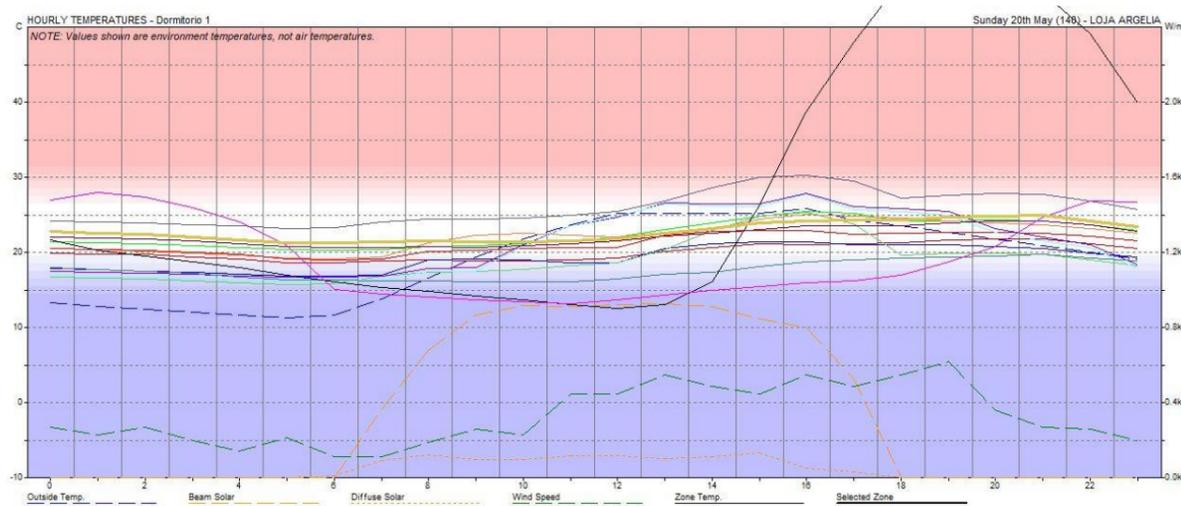


Tabla 47 Temperaturas horarias del dormitorio 1 (calor)

Fuente: Autodesk Analsys Ecotec 2011

Tabla 48 Temperaturas horarias del dormitorio 1 (frío)

Fuente: Autodesk Analsys Ecotec 2011

Hora	Interior °C	Exterior °C	Diferencia
	<b>Temp. Promedio</b>		<b>16,1°C</b>
0	22.9	13.3	9.6
1	22.6	12.9	9.7
2	22.4	12.5	9.9
3	22.2	12.1	10.1
4	21.7	11.7	10.0
5	21.3	11.3	10.0
6	21.3	11.7	9.6
7	21.5	13.8	7.7
8	21.6	16.6	5.0
9	21.5	19.4	2.1
10	21.5	21.8	-0.3
11	21.6	23.7	-2.1
12	21.9	25.2	-3.3
13	22.7	25.2	-2.5
14	23.2	25.2	-2.0
15	24.0	25.2	-1.2
16	24.3	25.9	-1.6
17	24.4	24.4	-0.0
18	24.4	23.6	0.8
19	24.7	22.7	2.0
20	24.9	21.8	3.1
21	25.1	20.9	4.2
22	24.3	20.1	4.2
23	23.5	19.2	4.3

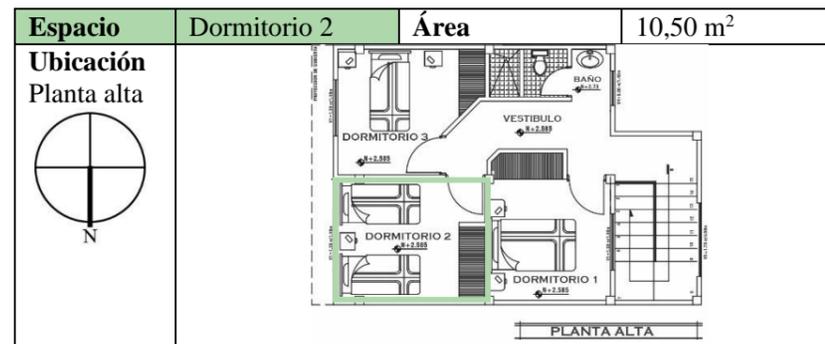
De acuerdo a los resultados obtenidos, la zona del dormitorio 1, **se encuentra dentro del rango de confort (19,48°C – 26.48°C)** durante el día y la noche considerando el día más caluroso. La temperatura **máxima** registrada en el interior del espacio es a las 21:00pm con 25,1°C y la temperatura **mínima** es desde las 5:00am hasta las 6:00am con 21,3° C.

Fuente: Autodesk Analsys Ecotec 2011

Hora	Interior °C	Exterior °C	Diferencia
	<b>Temp. Promedio</b>		<b>13,1°C</b>
0	17.6	9.7	7.9
1	17.5	9.4	8.1
2	17.4	9.1	8.3
3	17.1	8.8	8.3
4	16.9	8.4	8.5
5	16.8	8.1	8.7
6	16.8	8.7	8.1
7	17.0	10.1	6.9
8	17.1	12.1	5.0
9	17.0	14.1	2.9
10	17.0	16.0	1.0
11	17.1	17.6	-0.5
12	17.4	18.7	-1.3
13	17.9	19.4	-1.5
14	18.2	19.6	-1.4
15	18.4	19.4	-1.0
16	18.7	18.5	0.2
17	18.3	16.8	1.5
18	18.3	15.7	2.6
19	20.0	14.6	5.4
20	18.9	13.5	5.4
21	18.9	12.5	6.4
22	18.0	11.4	6.6
23	17.7	10.3	7.4

De acuerdo a los resultados obtenidos, la zona del dormitorio 1, **no se encuentra dentro del rango de confort (19,48°C – 26.48°C)** durante el día y la noche considerando el día más frío. La temperatura **máxima** registrada en el interior del espacio es a las 19:00pm con 20,0°C y la temperatura **mínima** es desde las 5:00am hasta las 6:00am con 16,8° C.

Fuente: Autodesk Analsys Ecotec 2011



SIMBOLOGÍA					
Banda de calor		Banda de confort térmico		Banda de frío	
Zonas		Simbología			
Sala	Dormitorio 1	Eje horizontal (x)	Horas		
Comedor	Dormitorio 2	Eje vertical (y)	Temperatura		
Cocina	Dormitorio 3	Temperatura exterior	---		
Estudio	Baño compartido	Rayos solares	---		
Baño social	Pasillo - vestibulo	Difusión solar	---		
Gradas	Cubierta	Velocidad del viento	---		

Figura 72 Resultados del día más caluroso del dormitorio 2 (20 de Mayo)

Figura 73 Resultados del día más frío del dormitorio 2 (27 de diciembre)

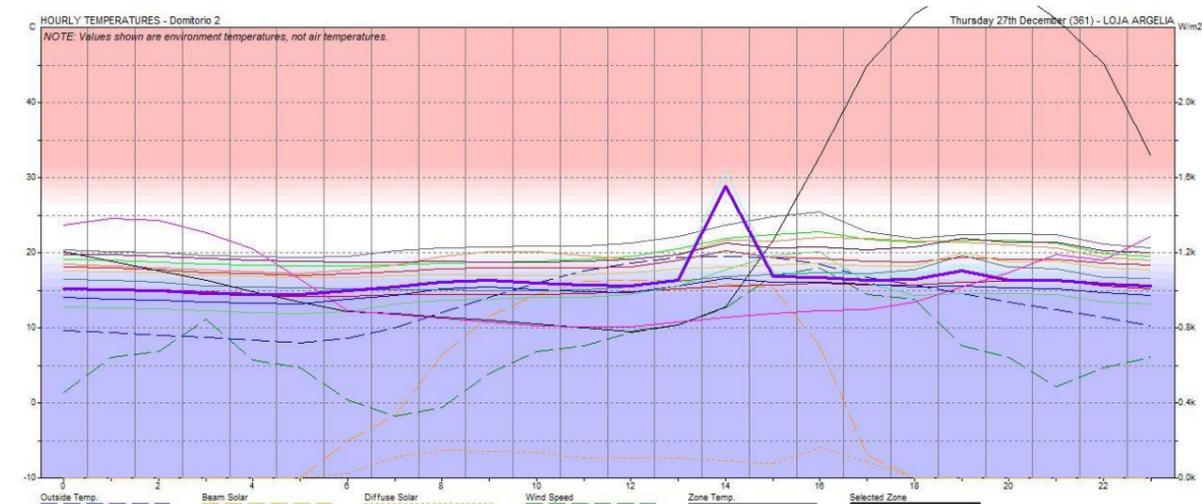
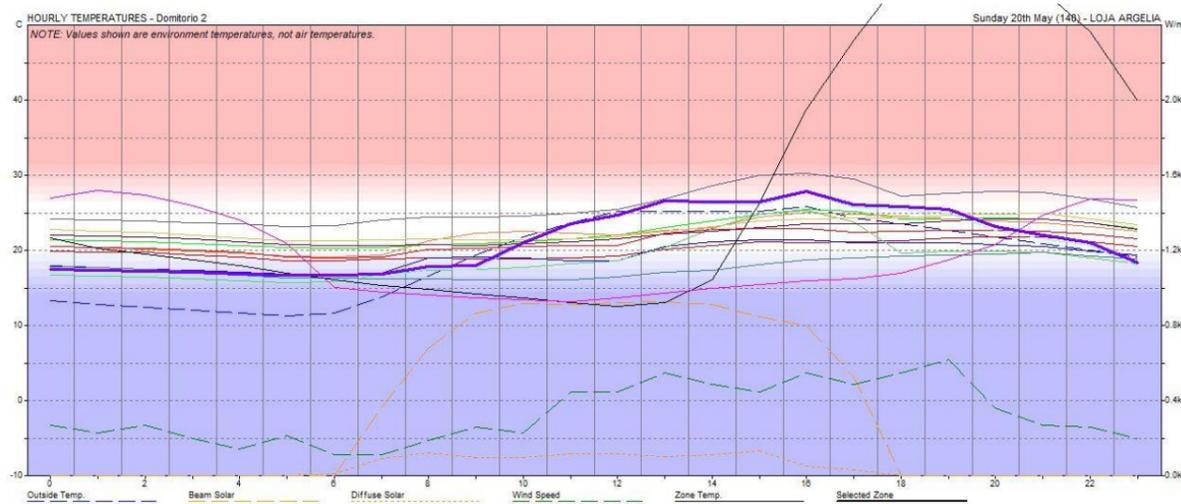


Tabla 49 Temperaturas horarias del dormitorio 2 (calor)

Fuente: Autodesk Analsys Ecotec 2011

Tabla 50 Temperaturas horarias del dormitorio 2 (frío)

Fuente: Autodesk Analsys Ecotec 2011

Hora	Interior °C	Exterior °C	Diferencia
<b>Temp. Promedio</b>		<b>16,1°C</b>	
0	17.5	13.3	4.2
1	17.4	12.9	4.5
2	17.3	12.5	4.8
3	17.1	12.1	5.0
4	16.9	11.7	5.2
5	16.8	11.3	5.5
6	16.8	11.7	5.1
7	16.9	13.8	3.1
8	18.0	16.6	1.4
9	18.0	19.4	-1.4
10	21.1	21.8	-0.7
11	23.6	23.7	-0.1
12	24.8	25.2	-0.4
13	26.6	25.2	1.4
14	26.5	25.2	1.3
15	26.5	25.2	1.3
16	28.0	25.9	2.1
17	26.1	24.4	1.7
18	25.9	23.6	2.3
19	25.5	22.7	2.8
20	23.2	21.8	1.4
21	22.1	20.9	1.2
22	21.1	20.1	1.0
23	18.4	19.2	-0.8

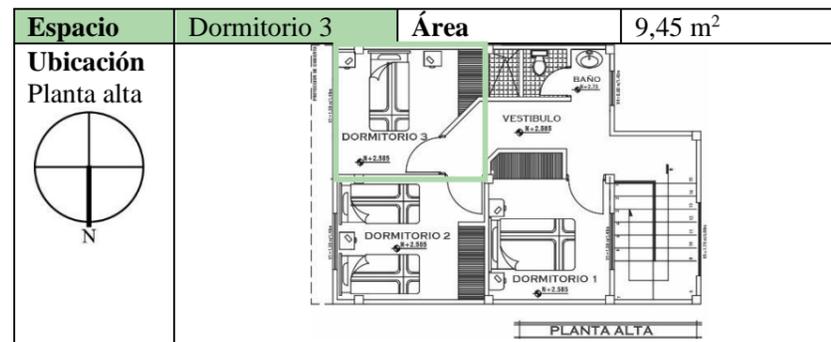
Fuente: Autodesk Analsys Ecotec 2011

De acuerdo a los resultados obtenidos, la zona del dormitorio 2, **no se encuentra dentro del rango de confort** (19,48°C – 26.48°C) desde las 00:00 pm hasta las 9:00am y desde las 13:0 0pm hasta las 16:00pm. La temperatura **máxima** registrada en el interior del espacio es a las 16:00pm con 28,0°C y la temperatura **mínima** es desde las 5:00 am hasta las 6:00 am con 16,8° C.

Hora	Interior °C	Exterior °C	Diferencia
<b>Temp. Promedio</b>		<b>13,1°C</b>	
0	15.3	9.7	5.6
1	15.2	9.4	5.8
2	15.0	9.1	5.9
3	14.7	8.8	5.9
4	14.6	8.4	6.2
5	14.5	8.1	6.4
6	15.0	8.7	6.3
7	15.4	10.1	5.3
8	16.2	12.1	4.1
9	16.3	14.1	2.2
10	16.0	16.0	-0.0
11	15.7	17.6	-1.9
12	15.6	18.7	-3.1
13	16.4	19.4	-3.0
14	29.0	19.6	9.4
15	16.9	19.4	-2.5
16	16.8	18.5	-1.7
17	16.4	16.8	-0.4
18	16.5	15.7	0.8
19	17.6	14.6	3.0
20	16.4	13.5	2.9
21	16.4	12.5	3.9
22	15.9	11.4	4.5
23	15.7	10.3	5.4

Fuente: Autodesk Analsys Ecotec 2011

De acuerdo a los resultados obtenidos, la zona del dormitorio 2, **no se encuentra dentro del rango de confort** (19,48°C – 26.48°C) durante el día y la noche. La temperatura **máxima** registrada en el interior del espacio es a las 14:00pm con 29,00°C y la temperatura **mínima** es desde las 5:00 am con 14,5° C.



SIMBOLOGÍA					
Banda de calor		Banda de confort térmico		Banda de frío	
Zonas		Simbología			
Sala	Dormitorio 1	Eje horizontal (x)	Horas		
Comedor	Dormitorio 2	Eje vertical (y)	Temperatura		
Cocina	Dormitorio 3	Temperatura exterior	---		
Estudio	Baño compartido	Rayos solares	---		
Baño social	Pasillo - vestíbulo	Difusión solar	---		
Gradas	Cubierta	Velocidad del viento	---		

Figura 74 Resultados del día más caluroso del dormitorio 3 (20 de Mayo)

Figura 75 Resultados del día más frío del dormitorio3 (27 de diciembre)

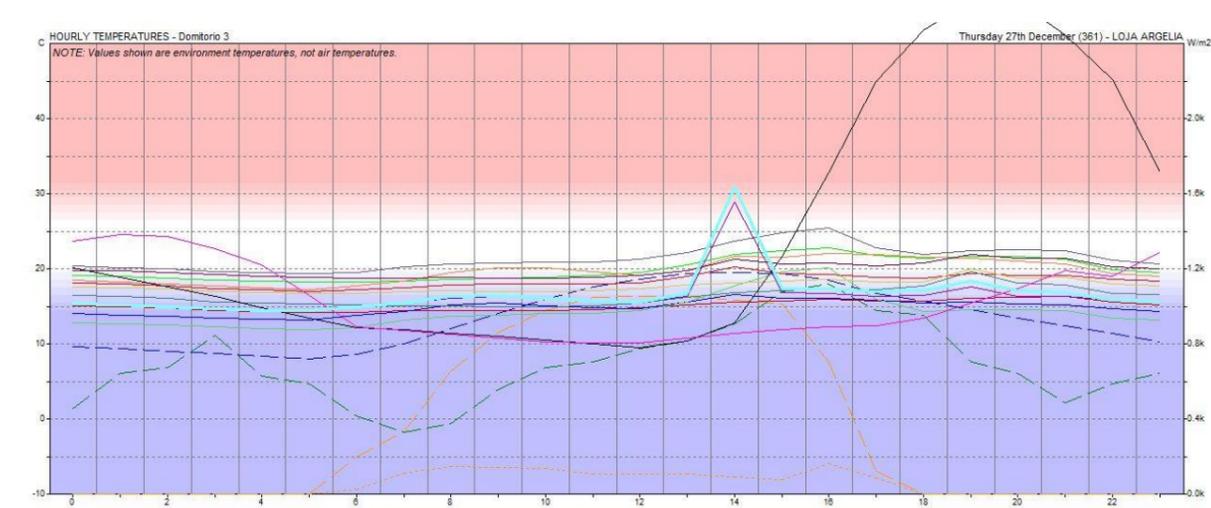
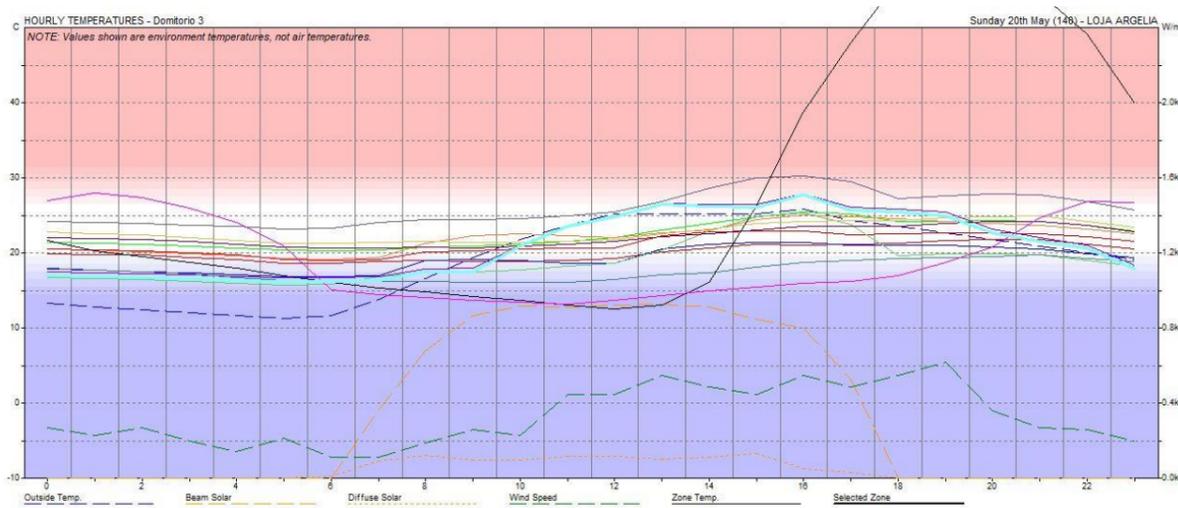


Tabla 51 Temperaturas horarias del dormitorio 3 (calor)

Fuente: Autodesk Analysis Ecotec 2011

Tabla 52 Temperaturas horarias del dormitorio 3 (frío)

Fuente: Autodesk Analysis Ecotec 2011

Hora	Interior °C	Exterior °C	Diferencia
<b>Temp. Promedio</b>		<b>16,1°C</b>	
0	17.0	13.3	3.7
1	16.9	12.9	4.0
2	16.8	12.5	4.3
3	16.6	12.1	4.5
4	16.4	11.7	4.7
5	16.3	11.3	5.0
6	16.3	11.7	4.6
7	16.4	13.8	2.6
8	17.5	16.6	0.9
9	17.6	19.4	-1.8
10	20.9	21.8	-0.9
11	23.6	23.7	-0.1
12	24.8	25.2	-0.4
13	26.5	25.2	1.3
14	26.3	25.2	1.1
15	26.2	25.2	1.0
16	27.7	25.9	1.8
17	25.8	24.4	1.4
18	25.5	23.6	1.9
19	25.0	22.7	2.3
20	22.7	21.8	0.9
21	21.6	20.9	0.7
22	20.7	20.1	0.6
23	17.9	19.2	-1.3

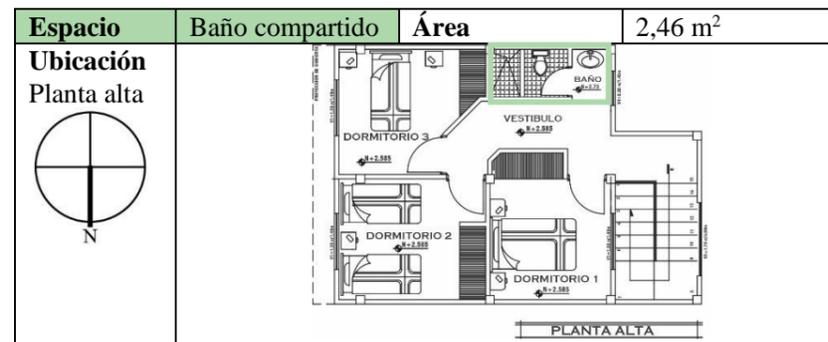
De acuerdo a los resultados obtenidos, la zona del dormitorio 3, **no se encuentra dentro del rango de confort** (19,48°C – 26,48°C) desde las **00:00 pm** hasta las **9:00am**. La temperatura **máxima** registrada en el interior del espacio es a las 16:00pm con 27,7°C y la temperatura **mínima** es desde las 5:00 am hasta las 6:00 am con 16,3° C.

Fuente: Autodesk Analysis Ecotec 2011

Hora	Interior °C	Exterior °C	Diferencia
<b>Temp. Promedio</b>		<b>13,1°C</b>	
0	15.4	9.7	5.7
1	15.2	9.4	5.8
2	15.0	9.1	5.9
3	14.7	8.8	5.9
4	14.5	8.4	6.1
5	14.4	8.1	6.3
6	15.0	8.7	6.3
7	15.5	10.1	5.4
8	16.3	12.1	4.2
9	16.5	14.1	2.4
10	16.1	16.0	0.1
11	15.8	17.6	-1.8
12	15.6	18.7	-3.1
13	16.7	19.4	-2.7
14	31.0	19.6	11.4
15	17.4	19.4	-2.0
16	17.5	18.5	-1.0
17	17.0	16.8	0.2
18	17.2	15.7	1.5
19	18.4	14.6	3.8
20	17.2	13.5	3.7
21	16.9	12.5	4.4
22	15.9	11.4	4.5
23	15.7	10.3	5.4

De acuerdo a los resultados obtenidos, la zona del dormitorio 3, **no se encuentra dentro del rango de confort** (19,48°C – 26,48°C) durante el día y la noche. La temperatura **máxima** registrada en el interior del espacio es a las 14:00pm con 31,0°C y la temperatura **mínima** es desde las 5:00 am con 14,4° C.

Fuente: Autodesk Analysis Ecotec 2011



SIMBOLOGÍA					
Banda de calor		Banda de confort térmico		Banda de frío	
Zonas		Simbología			
Sala	Dormitorio 1	Eje horizontal (x)	Horas		
Comedor	Dormitorio 2	Eje vertical (y)	Temperatura		
Cocina	Dormitorio 3	Temperatura exterior	---		
Estudio	Baño compartido	Rayos solares	---		
Baño social	Pasillo - vestíbulo	Difusión solar	---		
Gradas	Cubierta	Velocidad del viento	---		

Figura 76 Resultados del día más caluroso del baño compartido (20 de Mayo)

Figura 77 Resultados del día más frío del baño compartido (27 de diciembre)

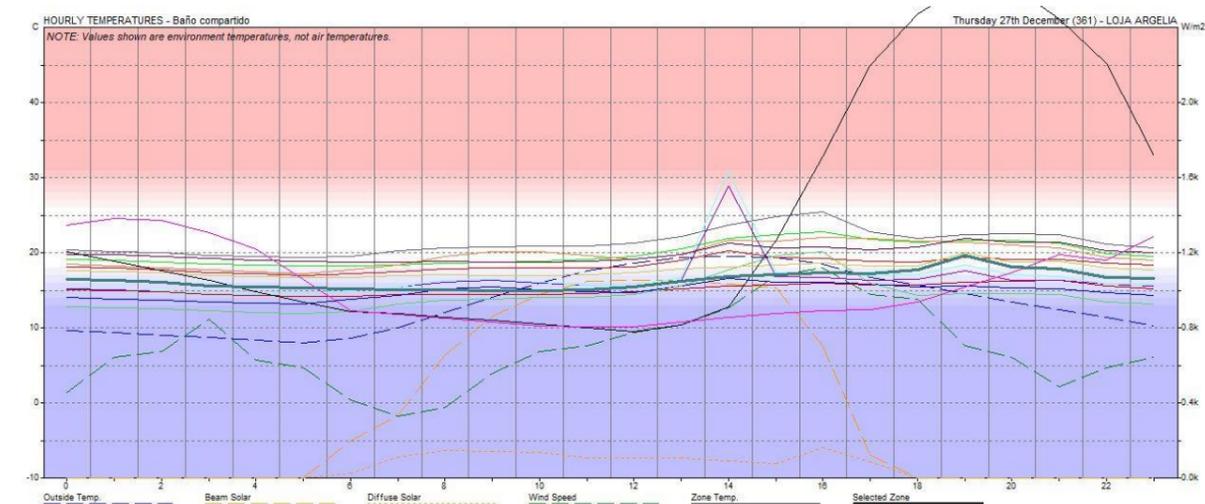
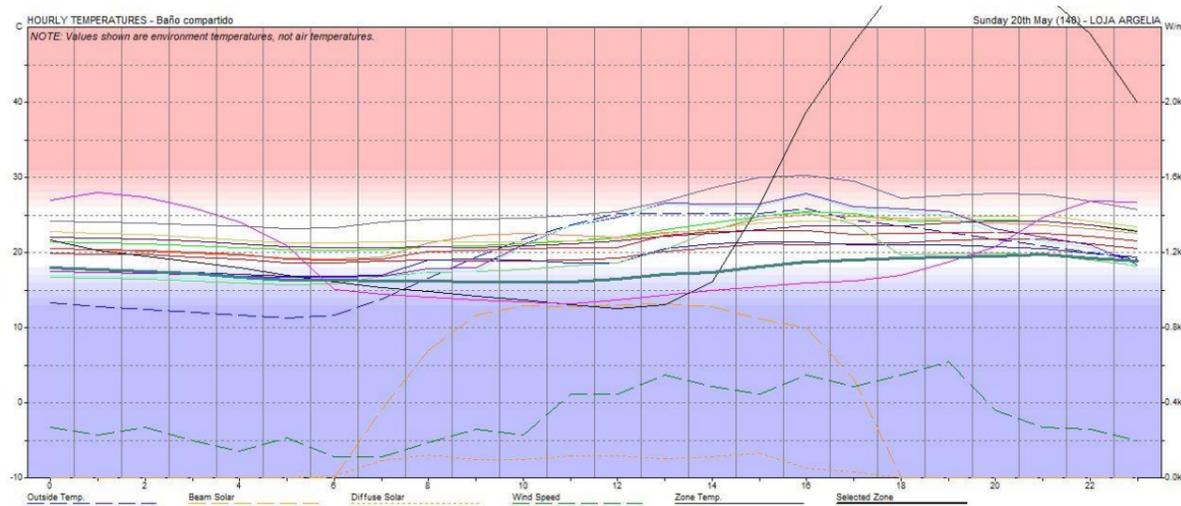


Tabla 53 Temperaturas horarias del baño compartido (calor) Fuente: Autodesk Analsis Ecotec 2011

Tabla 54 Temperaturas horarias del baño compartido (frío) Fuente: Autodesk Analsis Ecotec 2011

Hora	Interior °C	Exterior °C	Diferencia
<b>Temp. Promedio</b>		16,1°C	
0	18.0	13.3	4.7
1	17.7	12.9	4.8
2	17.5	12.5	5.0
3	17.3	12.1	5.2
4	16.8	11.7	5.1
5	16.4	11.3	5.1
6	16.3	11.7	4.6
7	16.3	13.8	2.5
8	16.2	16.6	-0.4
9	16.2	19.4	-3.2
10	16.1	21.8	-5.7
11	16.2	23.7	-7.5
12	16.5	25.2	-8.7
13	17.1	25.2	-8.1
14	17.5	25.2	-7.7
15	18.1	25.2	-7.1
16	18.7	25.9	-7.2
17	19.1	24.4	-5.3
18	19.3	23.6	-4.3
19	19.5	22.7	-3.2
20	19.6	21.8	-2.2
21	19.8	20.9	-1.1
22	19.3	20.1	-0.8
23	19.0	19.2	-0.2

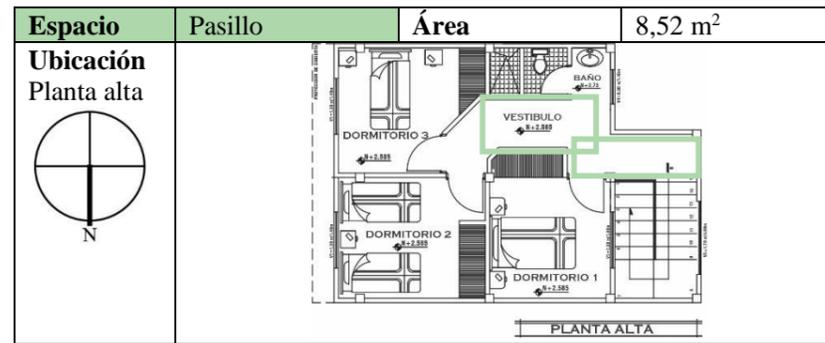
De acuerdo a los resultados obtenidos, la zona del baño compartido ubicado en la planta alta, se encuentra dentro del rango de confort (19,48°C – 26.48°C) desde las 19:00pm hasta las 21:00pm, La temperatura máxima registrada en el interior del espacio es a las 21:00pm con 19,8°C y la temperatura mínima es a las 10:00am con 16,1° C.

Hora	Interior °C	Exterior °C	Diferencia
<b>Temp. Promedio</b>		13,1°C	
0	16.5	9.7	6.8
1	16.3	9.4	6.9
2	16.1	9.1	7.0
3	15.6	8.8	6.8
4	15.4	8.4	7.0
5	15.3	8.1	7.2
6	15.2	8.7	6.5
7	15.2	10.1	5.1
8	15.1	12.1	3.0
9	15.0	14.1	0.9
10	15.0	16.0	-1.0
11	15.1	17.6	-2.5
12	15.5	18.7	-3.2
13	16.3	19.4	-3.1
14	16.9	19.6	-2.7
15	17.1	19.4	-2.3
16	17.4	18.5	-1.1
17	17.3	16.8	0.5
18	17.8	15.7	2.1
19	19.6	14.6	5.0
20	18.2	13.5	4.7
21	17.9	12.5	5.4
22	16.8	11.4	5.4
23	16.7	10.3	6.4

De acuerdo a los resultados obtenidos, la zona del baño compartido, no se encuentra dentro del rango de confort (19,48°C – 26.48°C) la mayor parte del día y la noche, excepto a las 19:00pm, se encuentra dentro de rango de confort. La temperatura máxima registrada en el interior del espacio es a las 21:00pm con 19,8°C y la temperatura mínima es desde las 9:00am hasta las 10:00am con 15,0° C.

Fuente: Autodesk Analsis Ecotec 2011

Fuente: Autodesk Analsis Ecotec 2011



SIMBOLOGÍA					
Banda de calor		Banda de confort térmico		Banda de frío	
Zonas		Simbología			
Sala	Dormitorio 1	Eje horizontal (x)	Horas		
Comedor	Dormitorio 2	Eje vertical (y)	Temperatura		
Cocina	Dormitorio 3	Temperatura exterior	- - - - -		
Estudio	Baño compartido	Rayos solares	- - - - -		
Baño social	Pasillo - vestibulo	Difusión solar	- - - - -		
Gradas	Cubierta	Velocidad del viento	- - - - -		

Figura 78 Resultados del día más caluroso del pasillo (20 de Mayo)

Figura 79 Resultados del día más frío del pasillo (27 de diciembre)

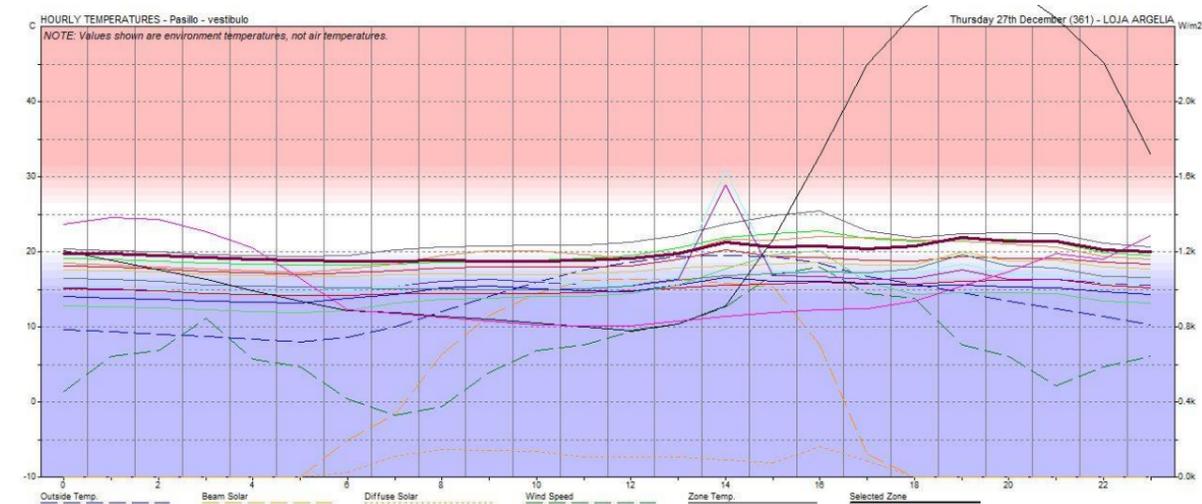
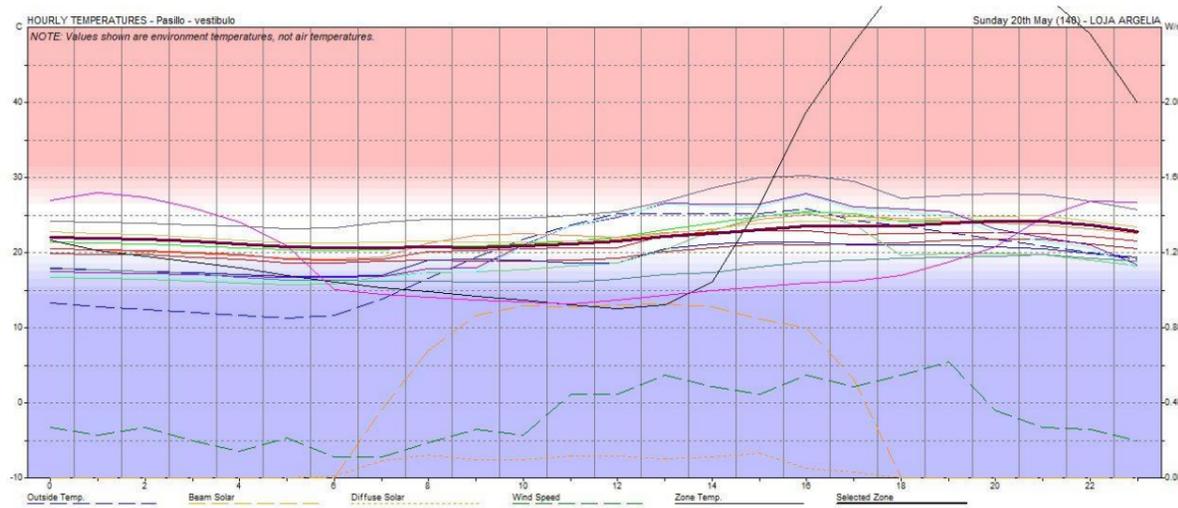


Tabla 55 Temperaturas horarias del pasillo (calor)

Fuente: Autodesk Analisis Ecotec 2011

Tabla 56 Temperaturas horarias del pasillo (frío)

Fuente: Autodesk Analisis Ecotec 2011

Hora	Interior °C	Exterior °C	Diferencia
	<b>Temp. Promedio</b>	<b>16,1°C</b>	
0	22.2	13.3	8.9
1	22.0	12.9	9.1
2	21.8	12.5	9.3
3	21.6	12.1	9.5
4	21.3	11.7	9.6
5	20.8	11.3	9.5
6	20.7	11.7	9.0
7	20.7	13.8	6.9
8	20.8	16.6	4.2
9	20.7	19.4	1.3
10	20.9	21.8	-0.9
11	21.2	23.7	-2.5
12	21.6	25.2	-3.6
13	22.2	25.2	-3.0
14	22.6	25.2	-2.6
15	23.1	25.2	-2.1
16	23.7	25.9	-2.2
17	23.6	24.4	-0.8
18	23.6	23.6	-0.0
19	24.0	22.7	1.3
20	24.2	21.8	2.4
21	24.3	20.9	3.4
22	23.8	20.1	3.7
23	22.9	19.2	3.7

De acuerdo a los resultados obtenidos, la zona del pasillo, **se encuentra dentro del rango de confort** (19,48°C – 26.48°C) durante el día y la noche. La temperatura **máxima** registrada en el interior del espacio es a las 21:00pm con 24,3°C y la temperatura **mínima** es desde las 6:00am hasta las 7:00am y a las 9:00am con 16,1° C.

Fuente: Autodesk Analisis Ecotec 2011

Hora	Interior °C	Exterior °C	Diferencia
	<b>Temp. Promedio</b>	<b>13,1°C</b>	
0	19.9	9.7	10.2
1	19.8	9.4	10.4
2	19.6	9.1	10.5
3	19.3	8.8	10.5
4	19.1	8.4	10.7
5	18.9	8.1	10.8
6	18.8	8.7	10.1
7	18.8	10.1	8.7
8	18.9	12.1	6.8
9	18.9	14.1	4.8
10	18.8	16.0	2.8
11	18.9	17.6	1.3
12	19.2	18.7	0.5
13	19.8	19.4	0.4
14	21.3	19.6	1.7
15	20.6	19.4	1.2
16	20.8	18.5	2.3
17	20.5	16.8	3.7
18	20.8	15.7	5.1
19	21.9	14.6	7.3
20	21.5	13.5	8.0
21	21.5	12.5	9.0
22	20.3	11.4	8.9
23	20.0	10.3	9.7

De acuerdo a los resultados obtenidos, la zona del pasillo **no se encuentra dentro del rango de confort** (19,48°C – 26.48°C) desde las 3:00am hasta las 12:00pm. La temperatura **máxima** registrada en el interior del espacio es a las 19:00pm con 21,9°C y la temperatura **mínima** es desde las 6:00am hasta las 7:00am y a las 10:00am con 15,0° C.

Fuente: Autodesk Analisis Ecotec 2011

<b>Espacio</b>	Cubierta	<b>Área</b>	47 m <sup>2</sup>
<b>Ubicación</b> Planta alta			

SIMBOLOGÍA					
Banda de calor		Banda de confort térmico		Banda de frío	
Zonas		Simbología			
Sala	Dormitorio 1	Eje horizontal (x)	Horas		
Comedor	Dormitorio 2	Eje vertical (y)	Temperatura		
Cocina	Dormitorio 3	Temperatura exterior	---		
Estudio	Baño compartido	Rayos solares	---		
Baño social	Pasillo - vestíbulo	Difusión solar	---		
Gradas	Cubierta	Velocidad del viento	---		

Figura 80 Resultados del día más caluroso de la cubierta (20 de Mayo)

Figura 81 Resultados del día más frío de la cubierta (27 de diciembre)

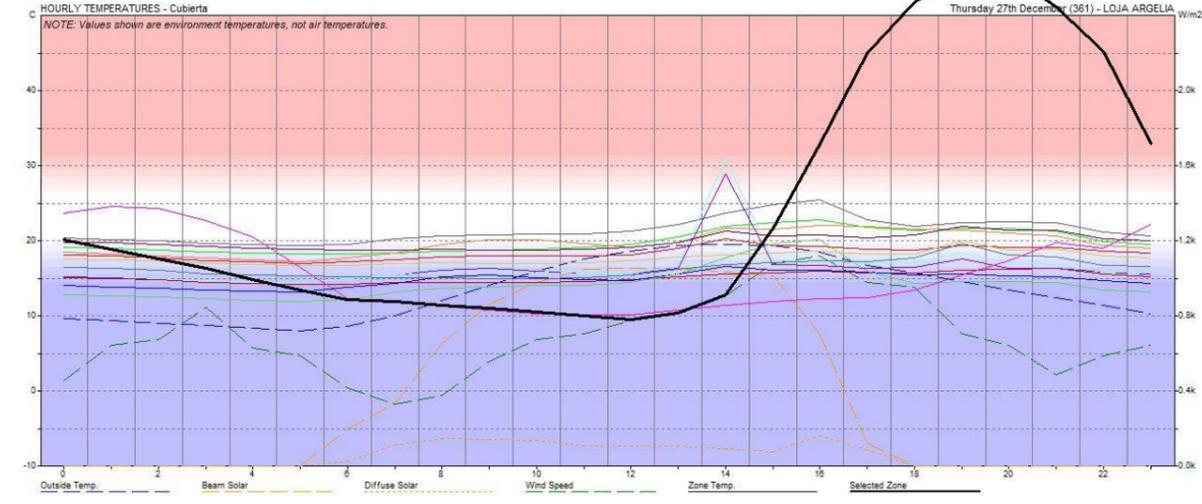
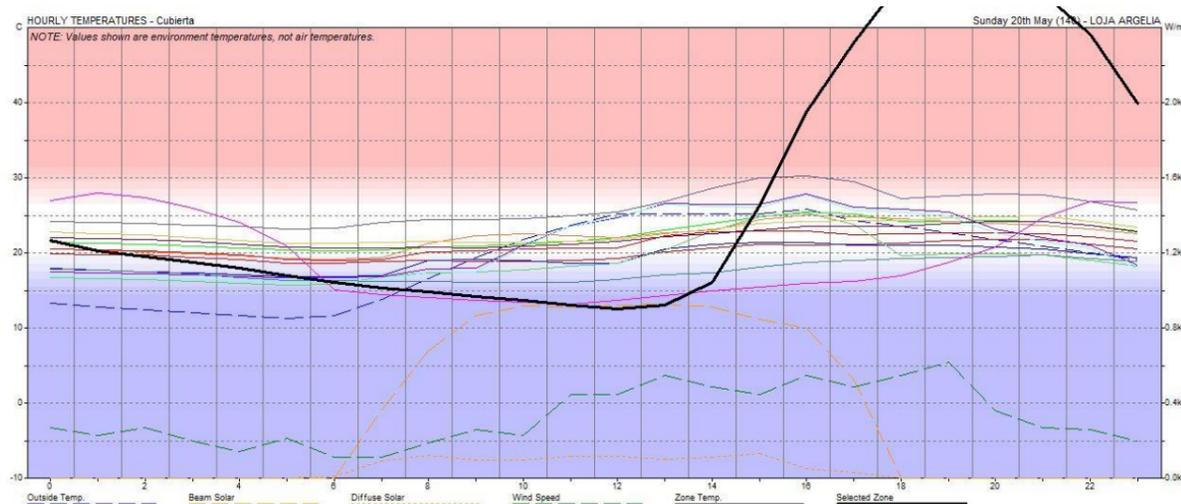


Tabla 57 Temperaturas horarias de la cubierta (calor)

Fuente: Autodesk Analisis Ecotec 2011

Tabla 58 Temperaturas horarias de la cubierta (frío)

Fuente: Autodesk Analisis Ecotec 2011

Hora	Interior °C	Exterior °C	Diferencia
<b>Temp. Promedio</b>	16,1°C		
0	21.7	13.3	8.4
1	20.3	12.9	7.4
2	19.5	12.5	7.0
3	18.9	12.1	6.8
4	18.0	11.7	6.3
5	17.0	11.3	5.7
6	16.1	11.7	4.4
7	15.4	13.8	1.6
8	14.8	16.6	-1.8
9	14.3	19.4	-5.1
10	13.7	21.8	-8.1
11	13.1	23.7	-10.6
12	12.5	25.2	-12.7
13	13.1	25.2	-12.1
14	16.2	25.2	-9.0
15	26.3	25.2	1.1
16	38.9	25.9	13.0
17	48.1	24.4	23.7
18	56.2	23.6	32.6
19	59.7	22.7	37.0
20	58.2	21.8	36.4
21	54.6	20.9	33.7
22	49.2	20.1	29.1
23	39.9	19.2	20.7

Fuente: Autodesk Analisis Ecotec 2011

De acuerdo a los resultados obtenidos, la cubierta, **no encuentra dentro del rango de confort** (19,48°C – 26.48°C) la mayor parte del día y la noche, excepto desde las **00:00pm hasta las 2:00am**, si es **confortable**. La temperatura **máxima** registrada en el interior del espacio es a las 19:00pm con 59,7°C y la temperatura **mínima** es a las 12:00am con 12,5° C.

Hora	Interior °C	Exterior °C	Diferencia
<b>Temp. Promedio</b>	13,1°C		
0	20.2	9.7	10.5
1	18.9	9.4	9.5
2	17.7	9.1	8.6
3	16.4	8.8	7.6
4	14.9	8.4	6.5
5	13.5	8.1	5.4
6	12.2	8.7	3.5
7	11.9	10.1	1.8
8	11.5	12.1	-0.6
9	11.0	14.1	-3.1
10	10.6	16.0	-5.4
11	10.0	17.6	-7.6
12	9.6	18.7	-9.1
13	10.5	19.4	-8.9
14	12.9	19.6	-6.7
15	21.8	19.4	2.4
16	32.8	18.5	14.3
17	45.0	16.8	28.2
18	51.8	15.7	36.1
19	55.7	14.6	41.1
20	55.6	13.5	42.1
21	51.2	12.5	38.7
22	45.3	11.4	33.9
23	33.0	10.3	22.7

Fuente: Autodesk Analisis Ecotec 2011

De acuerdo a los resultados obtenidos, la cubierta, **no encuentra dentro del rango de confort** (19,48°C – 26.48°C) la mayor parte del día y la noche, excepto a las **00:00pm**, si es **confortable**. La temperatura **máxima** registrada en el interior del espacio es a las 19:00pm con 55,7°C y la temperatura **mínima** es a las 12:00am con 9,6° C.

#### 4.6.1. Resultados obtenidos

**Tabla 59**

Resultados obtenidos de la evaluación a la vivienda

RESUMEN DE RESULTADOS																
Espacio	Día más caluroso (20 de mayo)								Día más frío (20 de diciembre)							
	Horas de confort	Porcentaje %		Horas sin confort	Porcentaje %		Temp max °C	Temp min °C	Horas de confort	Porcentaje %		Horas sin confort	Porcentaje %		Temp max °C	Temp min °C
		Tot espacio	Tot vivienda		Tot espacio	Tot vivienda				Tot espacio	Tot vivienda		Tot espacio	Tot vivienda		
Sala	10	41,67	3,47	14	58,33	4,86	21,8	18,7° C	0	0	0	24	100	8,33	16,3	14,2
Comedor	24	100,00	8,33	0	0,00	0,00	25,5	20,3	12	50	4,17	12	50	4,17	16,3	14,2
Cocina	22	91,67	7,64	2	8,33	0,69	25,1	19,2	14	58,33	4,86	10	41,67	3,47	22	17,3
Baño social	21	87,50	7,29	3	12,50	1,04	23	19,1	3	12,5	1,04	21	87,50	7,29	20,4	17
Estudio	11	45,83	3,82	13	54,17	4,51	21,5	16,9	0	0	0	24	100	8,33		
Gradas	10	41,67	3,47	14	58,33	4,86	30,4	23,3	0	0	0	24	100	8,33	25,5	23,3
Dormitorio 1	24	100	8,33	0	0,00	0,00	25,1	21,3	0	0	0	24	100	8,33	20	16,8
Dormitorio 2	10	41,67	3,47	14	58,33	4,86	28	16,8	0	0	0	24	100	8,33	29	14,5
Dormitorio 3	12	50,00	4,17	12	50,00	4,17	27,7	16,3	0	0	0	24	100	8,33	31	14,4
Baño compartido	3	12,50	1,04	21	87,50	7,29	19,8	16,1	1	4,17	0,35	23	95,83	7,99	19,8	15
Pasillo	24	100	8,33	0	0,00	0,00	24,3	16,1	14	58,33	4,86	10	41,67	3,47	21,9	15
Cubierta	3	12,50	1,04	21	87,50	7,29	59,7	12,5	1	4,17	0,35	23	95,83	7,99	55,7	9,6
	<b>Total</b>		60,42	<b>Total</b>		39,58			<b>Total</b>		15,62	<b>Total</b>		84,38		

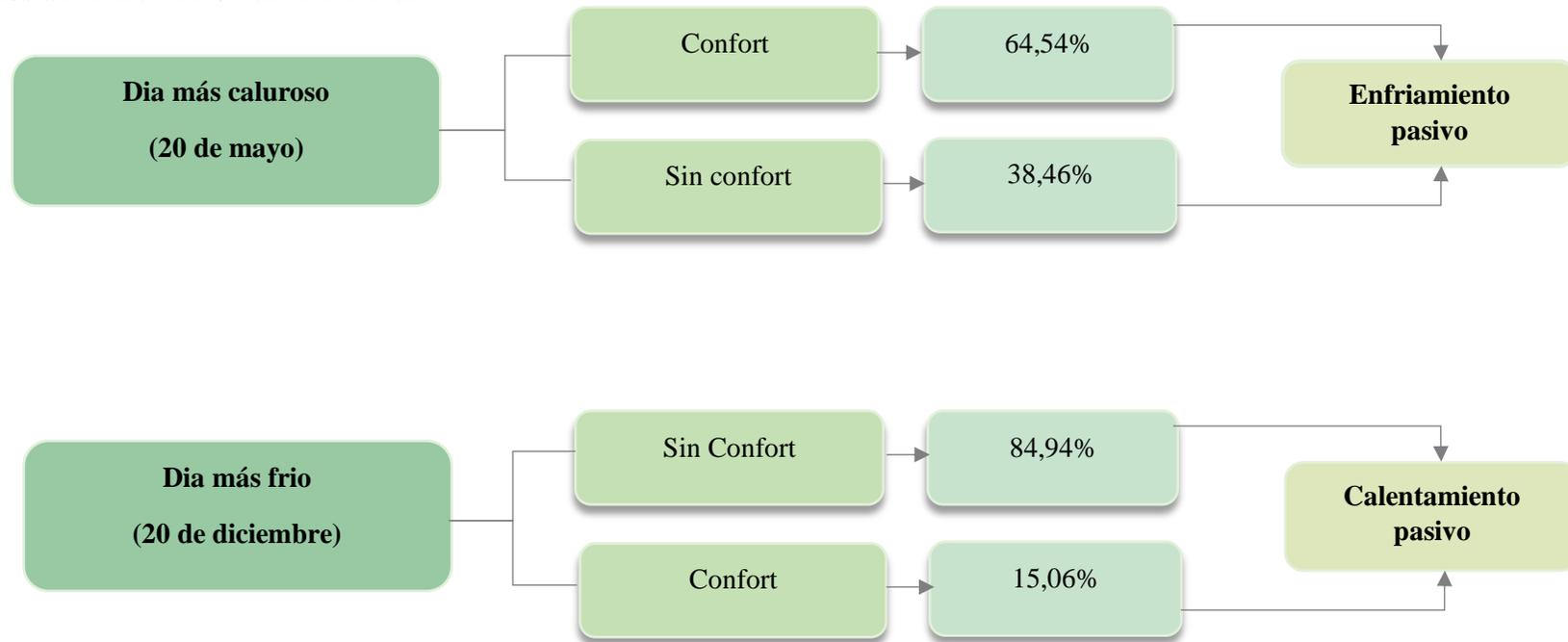
Elaborado por: La Autora

Para determinar el confort térmico de la vivienda se lo ha realizado de dos maneras:

- El primero es el **total del espacio**, es decir cada porcentaje representa las horas confortables y no confortables, pero solamente de la zona, por ejemplo, la sala durante las 24 horas en el día más caluroso permanece 60,42% confortable y 39,58% no confortable, de igual manera ocurre en el día más frío.
- El segundo es el **total de la vivienda**, es decir cada porcentaje representa las horas confortables y no confortables, de cada zona, pero de toda la vivienda, al sumar todos los porcentajes se obtiene el total, esta forma de aplica en el día más caluros y frío.

De acuerdo a los resultados obtenidos del análisis y evaluación del confort térmico de la vivienda, se concluye que, en las épocas de verano la vivienda **permanece más confortable**, representando el **60,42%**; frente a la carencia del mismo con 39,58%. A comparación de los días fríos (27 de diciembre), la falta de confort térmico representa el 84,38% casi la totalidad de la vivienda y solo se percibiría el 15,62% de confort.

La vivienda principalmente necesita estrategias de calefacción para los días de invierno, donde la mayor parte de la vivienda no es confortable, en cambio en la época de verano, si es necesario aplicar estrategias para mejorar el confort térmico interior.

**Figura 82***Resultados de la evaluación de la vivienda***Elaborado por:** La Autora

#### 4.7. Síntesis del diagnóstico

La síntesis del diagnóstico permitirá determinar las causas de la falta de confort térmico en el interior, los recursos que se pueden aprovechar para plantear las acciones arquitectónicas (estrategias bioclimáticas) las cuales se aplicaran para solucionar los problemas previamente identificados y de esta manera cumplir con el objetivo principal que es mejorar el confort térmico de las viviendas de Ciudad Victoria.

Los principales problemas identificados son la orientación de las viviendas, los materiales constructivos no aptos para la zona climática y la forma de la vivienda, pero al tratarse de un caso de estudio ya construido no se pueden realizar modificaciones radicales, en este caso se aplicarán estrategias bioclimáticas pasivas para erradicar la falta de confort térmico percibido por los usuarios en las viviendas.

##### 4.7.1. Condicionantes

**Tabla 60**

*Condicionantes identificadas del diagnóstico y evaluación de la vivienda*

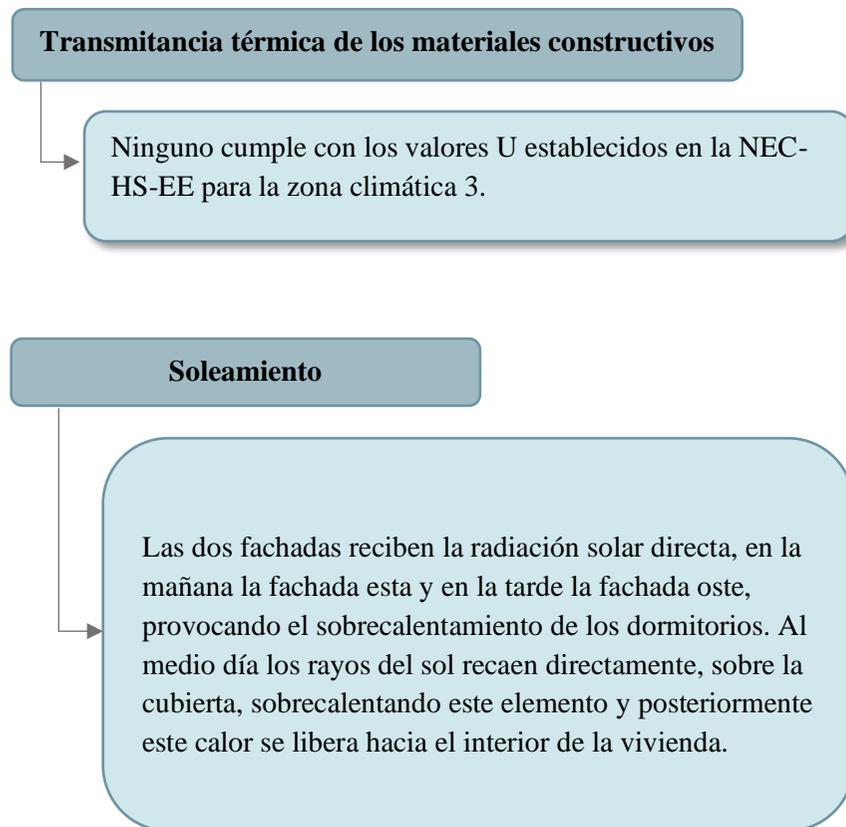
<b>CONDICIONANTES</b>	
<b>Contexto</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• La condicionante más importante es que es una urbanización construida en el 2009.</li> <li>• La planificación se realizó en base a un trazado urbano, sin considerar los aspectos climatológicos, razón por la cual, se identificó 4 tipos de orientaciones, las cuales ninguna es confortable.</li> <li>• Debido a la orientación hay viviendas que reciben más ventilación (de norte a sur) a comparación de otras (este a oeste y viceversa)</li> </ul>
<b>Objeto</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Existen dos tipologías de viviendas, de una y dos plantas, siendo la vivienda de dos plantas sin modificaciones el modelo predominante en Ciudad Victoria.</li> <li>• Aplicación de materiales sin propiedades aislantes y térmicas en la envolvente.</li> <li>• No existen ningún elemento que genere sombra sobre la fachada principal.</li> </ul>
<b>Usuario</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• La falta de confort térmico en las diferentes estaciones del año, provoca en los habitantes incomodidad y disminución en el rendimiento diario.</li> <li>• Se realiza adaptaciones a la vivienda que no solucionan este problema.</li> <li>• Implementación de aparatos electrónicos, que elevan el consumo energético</li> </ul>

**Elaborado por:** La Autora

En el análisis y evaluación de la vivienda tomada como caso de estudio orientada de oeste a este y de dos plantas, se obtuvo lo siguiente

### Figura 83

*Resumen del análisis y evaluación de la vivienda*



### Evaluación de la vivienda

De acuerdo a los resultados obtenidos en el día más caluroso la vivienda permanece confortable en un 64,54%; en cambio en el día más frío, la vivienda carece de esta condición en un 84,94%; concluyendo que la vivienda necesita estrategias de calefacción para brindar confort y de refrigeración para mejorar el confort térmico en épocas de verano

**Elaborado por:** La Autora

#### 4.7.2. *Potencialidades*

Una vez determinadas las condicionantes de la síntesis de diagnóstico, se determina las potencialidades, para conocer los beneficios que ofrece el proyecto y realizar una propuesta, que permita cumplir con el objetivo deseado. Siendo estas las principales potencialidades:

- Excelentes visuales hacia el paisaje que se encuentra hacia el oeste.

**Figura 84**

*Vista hacia el oeste del proyecto Ciudad Victoria*

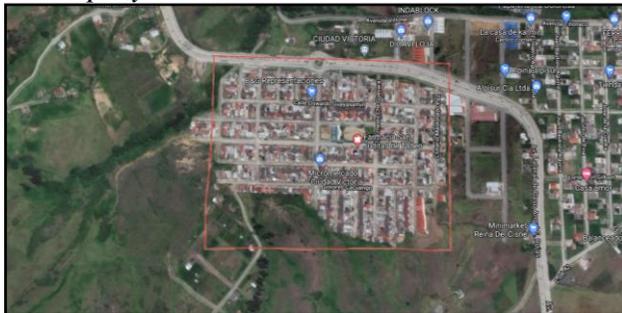


*Nota.* Tomado de Google Maps, 2020.

- Inexistencia de edificaciones que obstaculicen el paso directo de los rayos solares o la dirección de los vientos sobre las edificaciones.

**Figura 85**

*Vista área del proyecto Ciudad Victoria*



*Nota.* Tomado de Google Maps, 2020.

- Las viviendas no modificadas, brindan la oportunidad de realizar transformaciones y hacer uso de los retiros.

**Figura 86**

*Vivienda modelo de dos plantas*

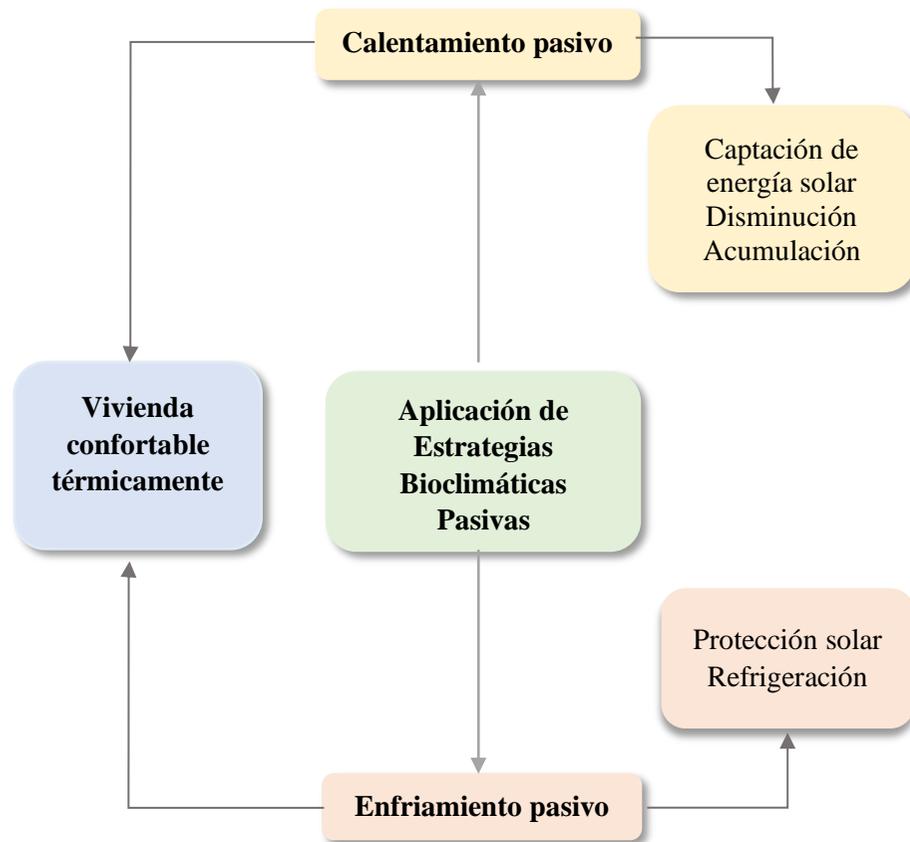


**Elaborado por:** La Autora

### 4.7.3. Acciones

**Figura 87**

*Diagrama de las acciones a realizar en la propuesta*



Elaborado por: La Autora

Para crear un ambiente térmicamente confortable en las viviendas de Ciudad Victoria, es importante aplicar estrategias de calentamiento y enfriamiento pasivo, por esta razón la primera acción que se procederá a aplicar, es la de captación y acumulación solar, como fuente de energía para calentar los espacios de forma pasiva. La segunda es de protección térmica a la envolvente con la aplicación de materiales con propiedades aislantes y térmicas.

## Capítulo V

### PROPUESTA

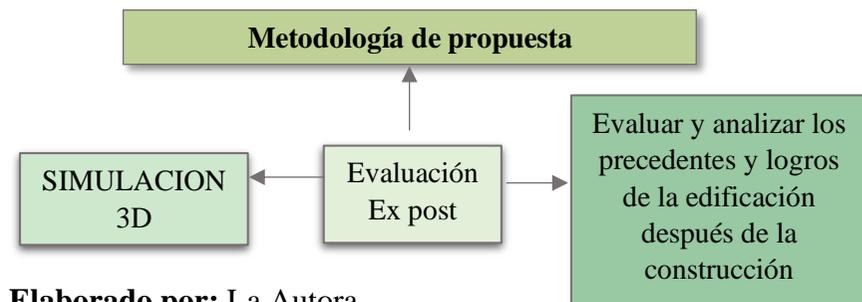
*“La arquitectura trata realmente sobre el bienestar. Creo que la gente quiere sentirse bien en un espacio. Por un lado, se trata de un refugio, pero también se trata de placer”*

Zaha Hadid

### 5.1. Metodología

La metodología que se va aplicar en este trabajo de investigación es la Evaluación Ex post del libro “Ways to study and research urban, architectural and technical desing”, de Jong, T., Van der Voordt, J., cuyo objetivo es evaluar y analizar los precedentes y logros de la edificación, después de la construcción. Esta metodología permitirá realizar la evaluación térmica de la vivienda a través de simulaciones 3D, que determina si se logra alcanzar los niveles de confort aptos para la vivienda, después de aplicar estrategias bioclimáticas pasivas.

**Figura 88**  
*Metodología ex post*



**Elaborado por:** La Autora

Cortes (2010), en su artículo menciona, que a lo largo del tiempo se han desarrollado varias metodologías, para lograr crear una arquitectura bioclimática, metodologías, que según varios autores tienen ciertas particularidades, además esto va construyendo un pensamiento en la concepción de una arquitectura bioclimáticas más territorial, primeramente, para lograr esta “adecuación ambiental”, Olgyay establece secuencias para la interrelación de cuatro variables (p.92).

**Tabla 61**

*Variables metodológicas de Víctor Olgyay (1963)*

Clima	Biología	Tecnología	Arquitectura
Análisis de los elementos climáticos del lugar escogido.	Realizar una evaluación de las incidencias del clima en términos fisiológicos	Análisis de las soluciones tecnológicas adecuadas para cada problema de confort climático.	Combinación de las soluciones.
Se analizan según las características del lugar: T°,Hr,	Basada en las sensaciones humanas, se obtiene una	Elección del lugar. Orientación	La aplicación arquitectónica de las tres primeras fases

Rs, efecto Vientos y efectos modificados de las condiciones del microclima	diagnosis de la región	Cálculos de sombra. La forma de las viviendas y edificios. Los movimientos del aire. El equilibrio de la temperatura interior. (característica de los materiales)	debe desarrollarse y equilibrarse de acuerdo con la importancia de los diferentes elementos.
--	------------------------	---	--

*Nota.* Tomado de *Condiciones de aplicación de las estrategias bioclimáticas* (p.91), Cortes, S. 2010

De las fases que propone Olgyay (1963), las tres primeras ya se realizaron en los capítulos anteriores, ahora se procederá aplicar la fase arquitectónica, que consiste en aplicar las estrategias bioclimáticas al caso de estudio. Los siguientes aspectos sintetizan las condiciones básicas que son propias en un sistema bioclimático y determinan las actuaciones, para lograr un estado de confort térmico:

**Tabla 62**  
*Actuaciones para un sistema bioclimático*

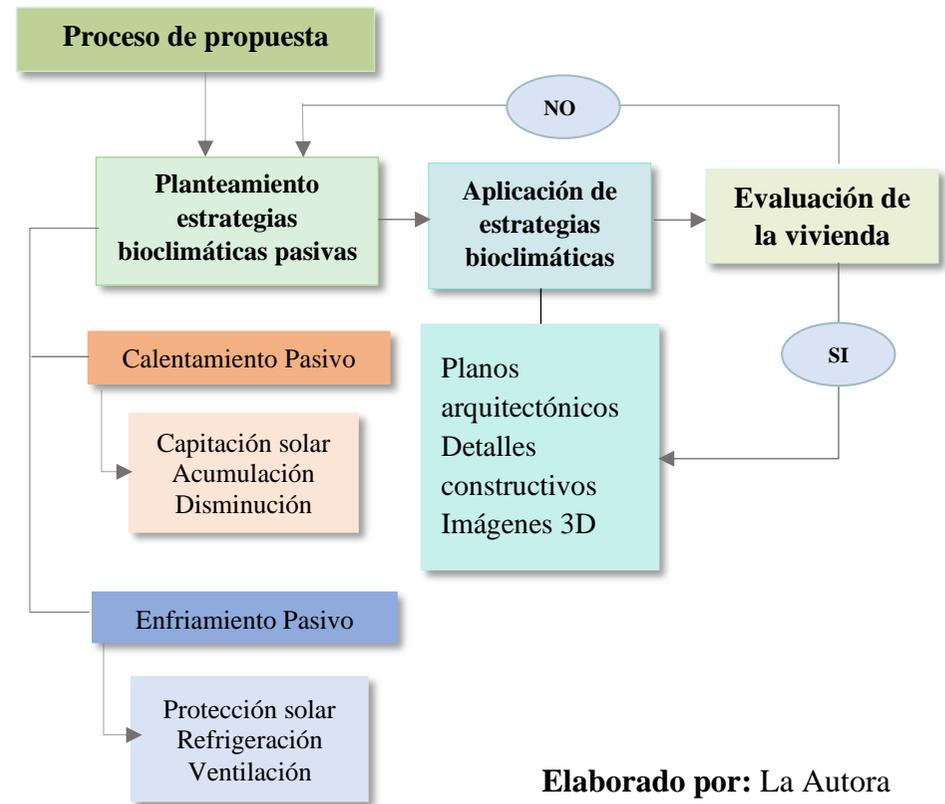
<b>Calefacción</b>	<b>Sistema de captación solar</b>	Sistema de captación Directa Sistema de captación Indirecta. Sistema de captación independiente.
	<b>Sistema de acumulación</b>	Elementos de acumulación directos. Elementos de acumulación indirectos
	<b>Humidificación</b>	
<b>Refrigerar</b>	<b>Protección solar</b>	Protección de huecos Protección de cerramientos
	<b>Refrigeración</b>	Por masa térmica Por evaporación Ventilación natural
	<b>Deshumidificación convencional</b>	

Nota. Tomado de *Arquitectura bioclimática. En un entorno sostenible*, por Neila, J. 2004

Estas dos metodologías se pretenden aplicar para plantear la propuesta que consiste en dos etapas la primera, es fundamental para el proyecto, plantear y aplicar estrategias bioclimáticas de acuerdo a los criterios de Victor Olgyay y la segunda es la evaluación de la vivienda, como está planteado en el libro “Ways to study and research urban, architectural and technical desing”, utilizando el software Autodesk Ecotec 2011.

A continuación, se detalla el proceso a seguir para cumplir con el objetivo principal, que es tener una vivienda confortable a pesar de estar construida.

**Figura 89**  
*Diagrama del proceso de propuesta*



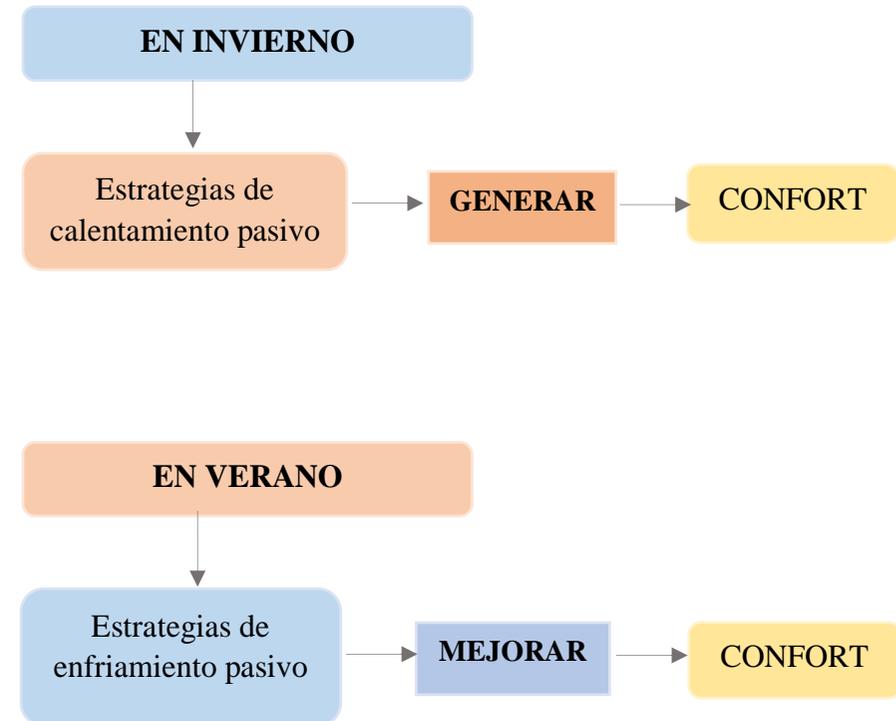
## 5.2. Estrategias bioclimáticas pasivas

El planteamiento de las estrategias se lo ha realizado en base a las “Actuaciones para un sistema bioclimático” de Victor Olgyay y tomando en cuenta los resultados de la evaluación del confort térmico del estado actual de la vivienda:

- Es necesario plantear y aplicar estrategias de calentamiento pasivo para **generar** confort térmico en el interior de la vivienda en la época de invierno.
- Plantear y aplicar estrategias de refrigeración para **mejorar** el confort en la época de verano.
- Las estrategias serán pasivas para evitar crear cambios radicales en la vivienda y de alguna manera, no signifiquen el costo elevado para los propietarios. Ya que, el tipo de usuario de estas viviendas es de clase media baja

**Figura 90**

*Función de las estrategias bioclimáticas pasivas*



**Elaborado por:** La Autora

5.2.1. Planteamiento

**Tabla 63**  
Estrategias Bioclimáticas Pasivas

Tipo de actuación	Estrategia	Función	Normativa																																																																				
<b>Calentamiento Pasivo</b>																																																																							
<b>Sistema de captación directa</b>																																																																							
<b>Captación Solar</b>	1. Cambiar el material de la cubierta	Evitar el sobrecalentamiento del elemento y los espacios interiores.	<p style="text-align: center;"><b>NEC-HS-EE</b></p> <table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>Pendiente</th> <th>Reflectancia solar inicial</th> <th>Reflectancia solar envejecida (tres años después de la instalación)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Techo/cubierta de baja pendiente</td> <td>≤ 2:12</td> <td>Igual o mayor a 0.65</td> <td>Igual o mayor a 0.50</td> </tr> <tr> <td>Techo/cubierta inclinada</td> <td>&gt; 2:12</td> <td>Igual o mayor a 0.25</td> <td>Igual o mayor a 0.15</td> </tr> </tbody> </table> <p style="text-align: center;">Fuente: NEC-HS-EE</p>		Pendiente	Reflectancia solar inicial	Reflectancia solar envejecida (tres años después de la instalación)	Techo/cubierta de baja pendiente	≤ 2:12	Igual o mayor a 0.65	Igual o mayor a 0.50	Techo/cubierta inclinada	> 2:12	Igual o mayor a 0.25	Igual o mayor a 0.15																																																								
		Pendiente	Reflectancia solar inicial	Reflectancia solar envejecida (tres años después de la instalación)																																																																			
	Techo/cubierta de baja pendiente	≤ 2:12	Igual o mayor a 0.65	Igual o mayor a 0.50																																																																			
	Techo/cubierta inclinada	> 2:12	Igual o mayor a 0.25	Igual o mayor a 0.15																																																																			
	2. Implementar una claraboya en el techo	Captar energía solar para calentar los espacios.	<p style="text-align: center;"><b>NEC-HS-EE</b></p> <p>Área de elementos translúcidos horizontales (lucernarios o tragaluces): El área total de elementos translúcidos horizontales (lucernarios o tragaluces) debe ser menor que el 5% del área neta del techo.</p>																																																																				
	3. Aplicar materiales térmicos en la envolvente	Evitar las pérdidas de calor en invierno y ganancias en verano.	<p style="text-align: center;"><b>NEC-HS-EE</b></p> <table border="1"> <thead> <tr> <th rowspan="2">Elementos opacos</th> <th colspan="2">Habitable</th> <th colspan="2">No climatizado</th> <th colspan="2">No habitable</th> </tr> <tr> <th>Montaje máximo</th> <th>Valor Min. R de aislamiento</th> <th>Montaje máximo</th> <th>Valor Min. R de aislamiento</th> <th>Montaje máximo</th> <th>Valor Min. R de aislamiento</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Techos</td> <td>U-0.273</td> <td>R-3.5</td> <td>U-2.9</td> <td>R-0.89</td> <td>U-4.7</td> <td>R-0.21</td> </tr> <tr> <td>Paredes, sobre nivel del terreno</td> <td>U-0.592</td> <td>R-1.7</td> <td>U-2.35</td> <td>R-0.36</td> <td>U-5.46</td> <td>NA</td> </tr> <tr> <td>Paredes, bajo nivel del terreno</td> <td>C-6.473</td> <td>NA</td> <td>C-6.473</td> <td>NA</td> <td>C-6.473</td> <td>NA</td> </tr> <tr> <td>Pisos</td> <td>U-0.496</td> <td>R-1.5</td> <td>U-3.2</td> <td>R-0.31</td> <td>U-3.4</td> <td>NA</td> </tr> <tr> <td>Puertas opacas</td> <td>U-2.839</td> <td>NA</td> <td>U-2.6</td> <td>NA</td> <td>NA</td> <td>NA</td> </tr> <tr> <td>Ventanas</td> <td>Transmitancia máxima</td> <td>Montaje máximo SHGC</td> <td>Transmitancia máxima</td> <td>Montaje máximo SHGC</td> <td>Transmitancia máxima</td> <td>Montaje máximo SHGC</td> </tr> <tr> <td>Área translúcida vertical &lt;45°</td> <td>U-3.69</td> <td>SHGC-0.25</td> <td>U-5.78</td> <td>SHGC-0.82</td> <td>U-6.81</td> <td>NA</td> </tr> <tr> <td>Área translúcida horizontal &lt;45°</td> <td>U-6.64</td> <td>SHGC-0.36</td> <td>U-6.64</td> <td>SHGC-0.36</td> <td>U-11.24</td> <td>NA</td> </tr> </tbody> </table> <p style="text-align: center;">Fuente: NEC-HS-EE</p>	Elementos opacos	Habitable		No climatizado		No habitable		Montaje máximo	Valor Min. R de aislamiento	Montaje máximo	Valor Min. R de aislamiento	Montaje máximo	Valor Min. R de aislamiento	Techos	U-0.273	R-3.5	U-2.9	R-0.89	U-4.7	R-0.21	Paredes, sobre nivel del terreno	U-0.592	R-1.7	U-2.35	R-0.36	U-5.46	NA	Paredes, bajo nivel del terreno	C-6.473	NA	C-6.473	NA	C-6.473	NA	Pisos	U-0.496	R-1.5	U-3.2	R-0.31	U-3.4	NA	Puertas opacas	U-2.839	NA	U-2.6	NA	NA	NA	Ventanas	Transmitancia máxima	Montaje máximo SHGC	Transmitancia máxima	Montaje máximo SHGC	Transmitancia máxima	Montaje máximo SHGC	Área translúcida vertical <45°	U-3.69	SHGC-0.25	U-5.78	SHGC-0.82	U-6.81	NA	Área translúcida horizontal <45°	U-6.64	SHGC-0.36	U-6.64	SHGC-0.36	U-11.24
Elementos opacos	Habitable		No climatizado		No habitable																																																																		
	Montaje máximo	Valor Min. R de aislamiento	Montaje máximo	Valor Min. R de aislamiento	Montaje máximo	Valor Min. R de aislamiento																																																																	
Techos	U-0.273	R-3.5	U-2.9	R-0.89	U-4.7	R-0.21																																																																	
Paredes, sobre nivel del terreno	U-0.592	R-1.7	U-2.35	R-0.36	U-5.46	NA																																																																	
Paredes, bajo nivel del terreno	C-6.473	NA	C-6.473	NA	C-6.473	NA																																																																	
Pisos	U-0.496	R-1.5	U-3.2	R-0.31	U-3.4	NA																																																																	
Puertas opacas	U-2.839	NA	U-2.6	NA	NA	NA																																																																	
Ventanas	Transmitancia máxima	Montaje máximo SHGC	Transmitancia máxima	Montaje máximo SHGC	Transmitancia máxima	Montaje máximo SHGC																																																																	
Área translúcida vertical <45°	U-3.69	SHGC-0.25	U-5.78	SHGC-0.82	U-6.81	NA																																																																	
Área translúcida horizontal <45°	U-6.64	SHGC-0.36	U-6.64	SHGC-0.36	U-11.24	NA																																																																	
4. Sellar ventanas	Disminuir las pérdidas de calor a través de los puentes térmicos de las ventanas.	 <p style="text-align: center;">Fuente: <a href="https://www.quotatis.es/consejos-reformas/preguntas-frecuentes/ventanas-y-aperturas-exteriores/aislar-tus-ventanas-del-frio/">https://www.quotatis.es/consejos-reformas/preguntas-frecuentes/ventanas-y-aperturas-exteriores/aislar-tus-ventanas-del-frio/</a></p>																																																																					
5. Implementar vidrio doble	Reducir las pérdidas de calor en invierno y en verano. Controlar el ingreso directo del calor hacia el interior.	<p style="text-align: center;"><b>NEC-HS-EE</b></p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Vidrio doble (3 mm)</th> <th>Vidrio transparente</th> <th>Aire (R0 15 m²K/W)</th> <th>Vidrio transparente</th> <th>U-valor</th> <th>SHGC</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td></td> <td>0.3</td> <td>-</td> <td>0.9</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td></td> <td>0.6</td> <td>-</td> <td>-</td> <td></td> <td>3.16</td> </tr> <tr> <td></td> <td>0.3</td> <td>-</td> <td>0.9</td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table> <p style="text-align: center;">Fuente: NEC-HS-EE</p>	Vidrio doble (3 mm)	Vidrio transparente	Aire (R0 15 m²K/W)	Vidrio transparente	U-valor	SHGC		0.3	-	0.9				0.6	-	-		3.16		0.3	-	0.9																																															
Vidrio doble (3 mm)	Vidrio transparente	Aire (R0 15 m²K/W)	Vidrio transparente	U-valor	SHGC																																																																		
	0.3	-	0.9																																																																				
	0.6	-	-		3.16																																																																		
	0.3	-	0.9																																																																				
6. Cambiar el color o materialidad de la fachada	Aumentar la absorción de calor en las paredes	<p style="text-align: center;"><b>NEC11-Cap 13</b></p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Reflexión de radiación solar en función del color de la superficie</th> <th>COLOR</th> <th>% REFLEJADO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td></td><td>Blanco cal</td><td>80</td></tr> <tr><td></td><td>Amarillo limón</td><td>70</td></tr> <tr><td></td><td>Amarillo Oro</td><td>60</td></tr> <tr><td></td><td>Azul claro</td><td>40-50</td></tr> <tr><td></td><td>Rosa salmón</td><td>40</td></tr> <tr><td></td><td>Gris cemento</td><td>32</td></tr> <tr><td></td><td>Anaranjado</td><td>25-30</td></tr> <tr><td></td><td>Beige</td><td>25</td></tr> <tr><td></td><td>Verde vegetal</td><td>20</td></tr> <tr><td></td><td>Ladrillo</td><td>18</td></tr> <tr><td></td><td>Rojo</td><td>16</td></tr> <tr><td></td><td>Negro</td><td>5</td></tr> </tbody> </table> <p style="text-align: center;">Fuente: NEC-HS-EE</p>	Reflexión de radiación solar en función del color de la superficie	COLOR	% REFLEJADO		Blanco cal	80		Amarillo limón	70		Amarillo Oro	60		Azul claro	40-50		Rosa salmón	40		Gris cemento	32		Anaranjado	25-30		Beige	25		Verde vegetal	20		Ladrillo	18		Rojo	16		Negro	5																														
Reflexión de radiación solar en función del color de la superficie	COLOR	% REFLEJADO																																																																					
	Blanco cal	80																																																																					
	Amarillo limón	70																																																																					
	Amarillo Oro	60																																																																					
	Azul claro	40-50																																																																					
	Rosa salmón	40																																																																					
	Gris cemento	32																																																																					
	Anaranjado	25-30																																																																					
	Beige	25																																																																					
	Verde vegetal	20																																																																					
	Ladrillo	18																																																																					
	Rojo	16																																																																					
	Negro	5																																																																					
<b>Enfriamiento Pasivo</b>																																																																							

Protección de vanos y cerramiento			
<b>Protección Solar</b>	7. Protección del acceso (cerramiento verde)	Protección contra los ruidos, vientos y rayos solares	<p>NEC11-Cap 13</p> <p>Se recomienda, según el clima, que el acceso principal sea un espacio cerrado que se constituya en una esclusa de separación, creando un pequeño colchón de aire inmóvil que disminuya las pérdidas de aire caliente o frío del interior del edificio.</p>
	8. Cubierta con aleros	Generar sombra sobre los vanos y proteger de los rayos solares en las épocas de verano e invierno.	<p>NEC-11</p> <p>Controlar la radiación directa mediante elementos constructivos de protección solar (aleros, persianas, pérgolas, batientes), superficies acristaladas con coeficientes de transmisión bajos para limitar los aportes energéticos externos. Se puede complementar con uso de textiles o protección vegetal.</p>
	9. Celosías (lamas) en área vidriadas extensas.	Protección contra los rayos solares. Valor estético	
Ventilación			
<b>Enfriamiento</b>	10. Cambio de ventanas	Recibir ventilación natural hacia los espacios interiores de la vivienda	 <p>Fuente: <a href="https://www.youtube.com/watch?v=8gQsSq5fePs">https://www.youtube.com/watch?v=8gQsSq5fePs</a></p>

**Elaborado por:** La Autora

## 5.2.2. Aplicación

### 5.2.2.1. Cubierta.

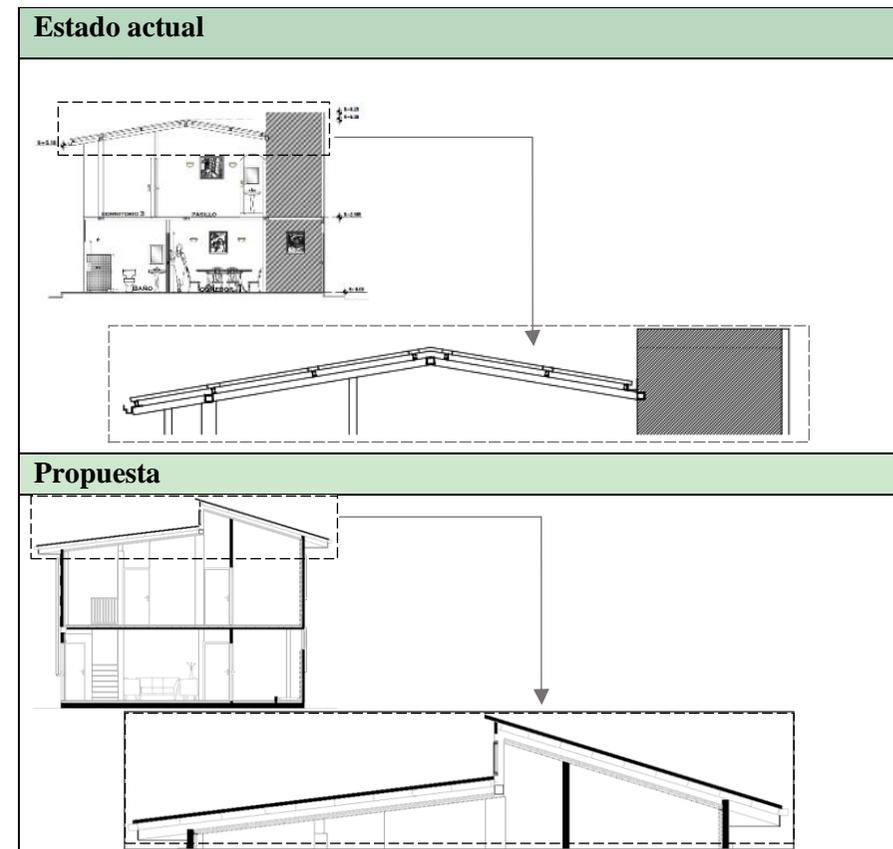
En los resultados obtenidos en la evaluación de la vivienda, la cubierta es el elemento más afectado por la variación de la temperatura durante el día, en las diferentes épocas del año. Jean Dollfus pone de relieve la idea, que las cubiertas son más esenciales que las paredes, las cuales incluso pueden llegarse a omitir. Por lo tanto, la cubierta es un elemento clave para conseguir una vivienda térmicamente confortable.

- **Tipo.**

De acuerdo con Olgyay (1963), “las cubiertas planas se encuentran en zonas calurosas, las abovedadas en regiones áridas y las inclinadas en los climas templados con veranos muy secos. Las tipologías con cubiertas inclinadas son comunes en territorios más húmedos y fríos” (p.7). Por lo tanto, se mantiene el mismo tipo de cubierta a dos aguas, pero se realiza cambios en el material, se aplica

dos pendientes diferentes para generar una claraboya y se extiende la longitud de los aleros para proteger los vanos de la vivienda

**Tabla 64**  
*Cambio de cubierta*



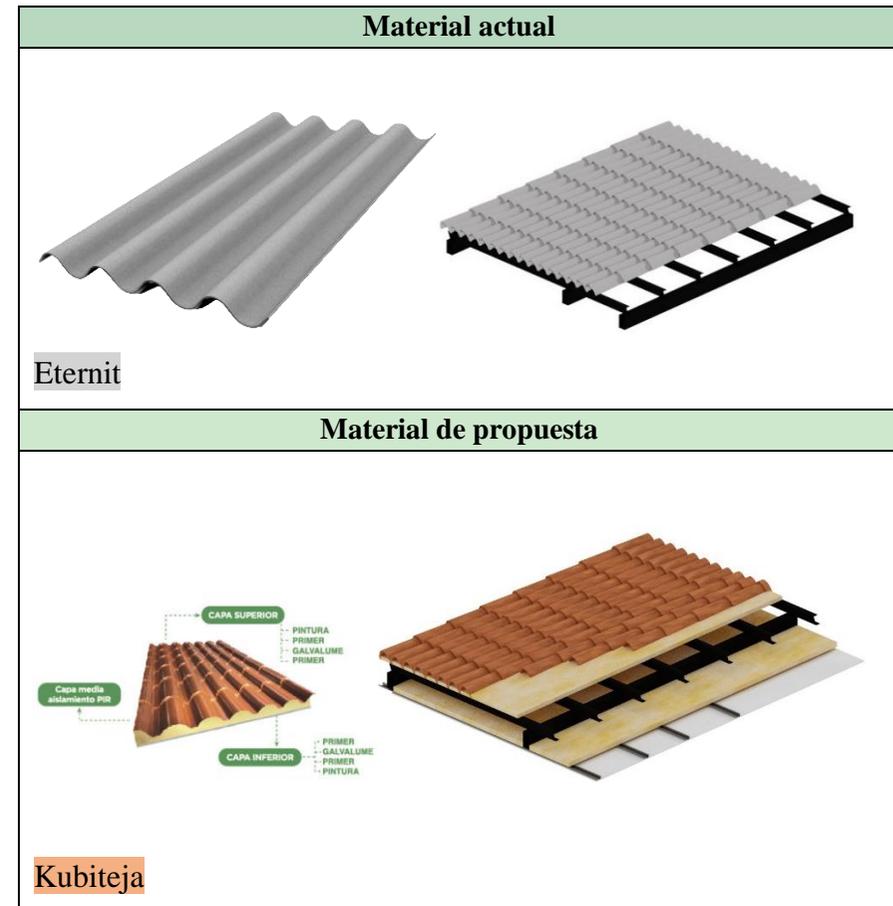
**Elaborado por:** La Autora

- **Material**

La cubierta de las viviendas de dos plantas de Ciudad Victoria, es a dos agua y cubierto con Eternit, el cual es el nombre genérico que se usa comúnmente para referirse a los productos que se hacen con fibrocemento. Este tipo de material carece de propiedades térmicas, su uso está justificado por su bajo costo y su rápida instalación.

El material a implementarse se denomina “kubiteja premier”, el cual está conformado por tres capas de teja metálica prepintada, una capa media de poliuretano, este es un aislante acústico y térmico ubicado en la capa inferior; también ofrece la posibilidad de implementar cielo raso de gypsum o madera, con el fin de darle un mejor acabado al interior de la vivienda. En este caso se propone cielo raso de gypsum anclado a una estructura de aluminio.

**Tabla 65**  
*Materiales de cubierta*



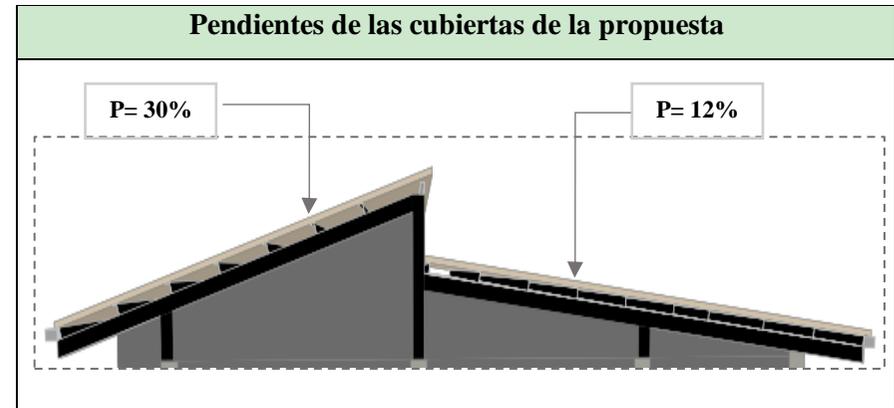
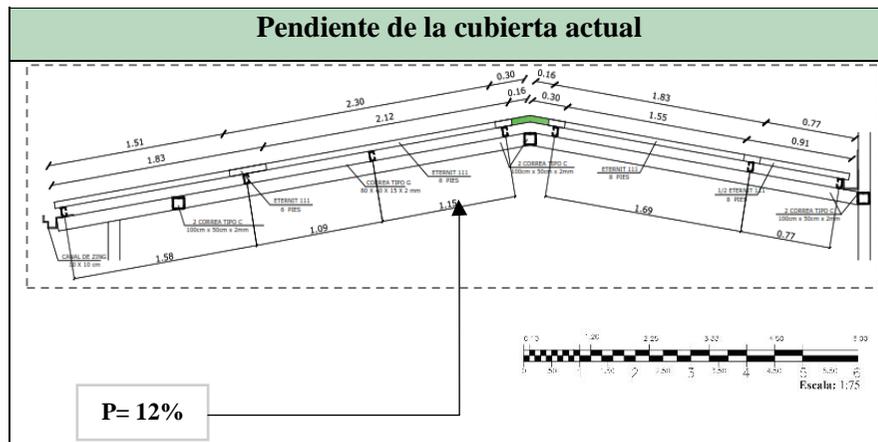
**Elaborado por:** La Autora

- **Pendiente**

Se plantea el rediseño total de la cubierta, con el objetivo de reforzar la estructura para soportar el peso de los nuevos materiales y mejorar el confort térmico interior de la vivienda, para lo cual, se ha planteado dos pendientes, la primera de 12% para cubrir la pendiente mínima que exige el material y la segunda del 30%, para salvar las alturas de los espacios interiores.

**Tabla 66**

*Pendiente de la cubierta*



**Elaborado por:** La Autora

- **Aleros**

La principal función de los aleros en la cubierta, es reducir la cantidad de agua que escurre por las paredes y proteger los elementos colocados debajo, como las ventanas, entre otros. Actualmente en la vivienda en la parte frontal no se encuentra ningún alero, la fachada termina en un remate de un 1m y en la parte posterior el alero tiene una longitud de 0,50m. Para la propuesta de acuerdo a los cálculos realizados, para determinar el alero de la cubierta, se obtuvo una longitud de 0,80 m.

**Figura 91**

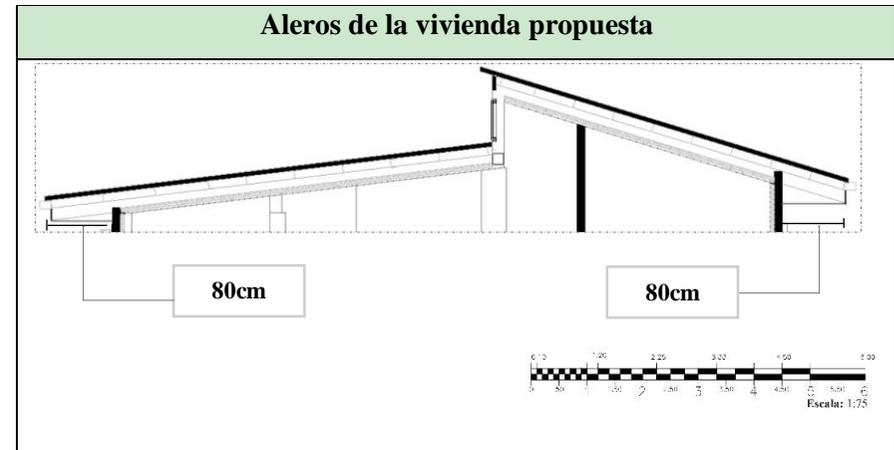
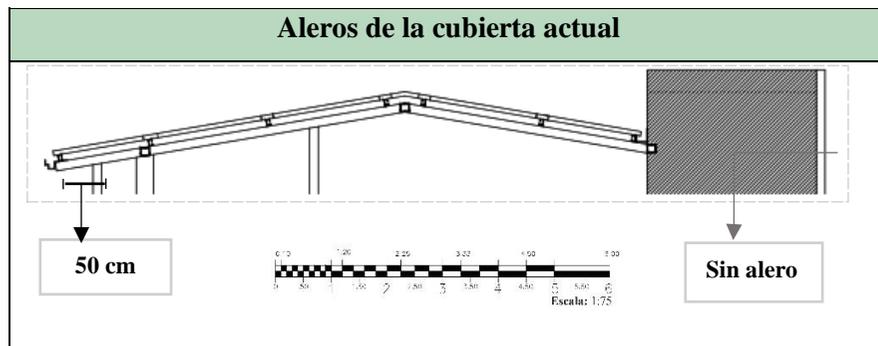
*Cálculo del alero de la cubierta*

Latitud (grados)	-4
Angulo sol de maxima sombra	71,44
Angulo sol de minima sombra	24,56
Angulo sol de sombra media (del día a partir del cual no quieres que entre luz directa por la ventana)	62,89
Inclinación del tejado	15
Altura total del muro (metros)	2,6
LONGITUD HORIZONTAL ALERO	0,801
LONGITUD INCLINADA DEL ALERO	0,829
X1	0,215
ALTURAS	
X2	0,366
X3	1,199
X4	0,821
ALTURA TOTAL	2,600

*Nota.* Adaptado de Cálculo de aleros de Enronados, 2021. <https://enronados.wordpress.com/2013/07/25/calculo-de-aleros/>

**Tabla 67**

*Longitud de aleros de la cubierta*



**Elaborado por: La Autora**

• **Claraboya**

En la NEC de Eficiencia Energética en Edificaciones Residenciales (2018), menciona que el área total de los elementos horizontales (lucernarios o tragaluces) debe ser menor que el 5% del área neta del techo. En este caso:

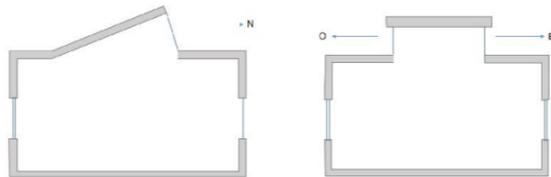
**Área neta del techo: 58,20m<sup>2</sup>      Área de la claraboya: 2,91m<sup>2</sup>**

En la propuesta de la cubierta se ha colocado la claraboya de forma vertical, orientada hacia el este para captar la energía solar de

la tarde y así calentar los espacios interiores. Se plantea módulos corredizos de 0,50mx0,50m, para ventilar el interior de la vivienda y de esta forma evitar el sobrecalentamiento.

### Figura 92

*Orientación recomendada de un lucernario*



*Nota.* Tomado de Manual De Diseño Y Eficiencia Energética En Edificios Públicos-Parte) 02. Proyecto Innova Chile, del Instituto De La Construcción, 2012.

### Figura 93

*Claraboya implementada en la cubierta de las viviendas de Ciudad Victoria*



**Elaborado por:** La Autora

### 5.2.2.2. Aislamiento Térmico en la Envolvente

La selección de los materiales aislantes presentados a continuación, se han tomado de la NEC-HS-EE (2018), a la vez se consideró la disponibilidad en el medio, en que se encuentra el caso de estudio.

El aislamiento se debe colocar en toda la envolvente de la vivienda como paredes exteriores, pisos y cubierta, para lograr conseguir una vivienda confortable en las diferentes estaciones de año. La selección del material que se aplicará a la vivienda, dependerá de los resultados obtenidos en la evaluación.

A continuación, se presentan los materiales aislantes seleccionados, los cuales se pueden aplicar tanto en muros, pisos o techos:

**Tabla 68***Materiales aislantes térmicos*

Material	K (W/m k)	d (kg/m <sup>3</sup> )	Características
Lana de roca	0,036 a 0,37 0,33 a 0,35	25	Contiene mejor el calor y evitar su pérdida, gracias a su grosor y densidad. Instalación fácil y rápida flexible y adaptable a cualquier superficie
Lana de vidrio	0,046 a 0,048	7,5 a 8,2	Necesita combinarse con otros materiales para darle consistencia. Se usa como aislante térmico y acústico en viviendas y espacios industriales.
Poliestireno expandido (EPS)	0,04	15	Un material más ligero, que absorbe la humedad y que tiene una resistencia mecánica menor. Es inocuo, no se pudre, no se enmohece y no se descompone, es muy versátil, aguanta bien los impactos, cuenta con una alta resistencia química, su textura y acabado está formado por bolitas y los tamaños de las planchas suelen ser más grandes y de color blanco.
Poliestireno extruido (XEPS)	0,035	40	La densidad es mayor, su textura a diferencia del tipo anterior, ofrece un acabado liso. Las medidas y grosores son más pequeños mientras que su variedad de colores es mayor. Además, se caracteriza por tener una conductividad térmica mayor.

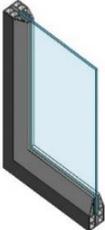
**Elaborado por:** La Autora

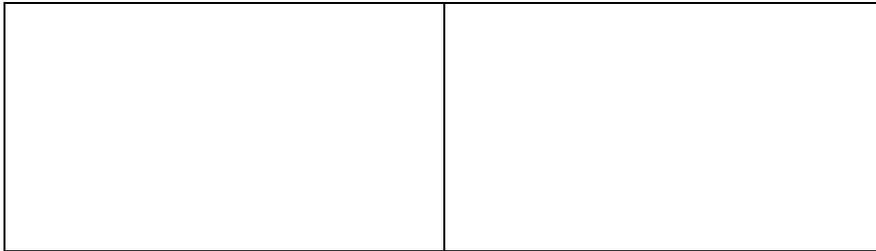
**5.2.2.3. Ventanas**

- **Doble Acristalamiento**

Las ventanas son elementos de gran importancia para la protección del edificio, la capacidad de aislamiento térmico esta dado por el acristalamiento, por lo tanto, se plantea el cambio de las ventanas convencionales (ventanas con vidrio simple o monolítico) por las ventanas con doble acristalamiento, las cuales en la época de verano impiden el paso del calor exterior hacia el interior y en invierno disminuye significativamente la perdida de calor.

**Tabla 69***Tipo de vidrio para ventanas*

Vidrio monolítico (actual)	Doble vidrio (propuesta)
	



En la vivienda se aplica el doble acristalamiento en todas las ventanas excepto en el ventanal de la fachada frontal debido a su gran extensión.

- **Tipo**

Actualmente las viviendas de Ciudad Victoria tienen ventanas corredizas, la cuales no son aconsejables para generar confort en el interior de la vivienda, a comparación de las ventanas abatibles. A continuación, se detallan las ventajas y desventajas de estos dos tipos de ventanas:

**Tabla 70**

*Ventajas y desventajas de las ventanas corredizas y abatibles*

Ventanas corredizas	Ventanas abatibles
	
Ventajas	
No ocupan mayor espacio y no invaden el espacio interior en su apertura	Apertura total de la ventana
Mayor luminosidad	Hojas accesibles por ambas caras, facilitando la limpieza
Marcos de hojas más pequeños	Muy buena impermeabilidad
Sistemas económicos	Facilitan el paso del aire hacia el interior de la vivienda
Desventajas	
No funcionan térmica y acústicamente	Necesitan un espacio mínimo para abrir y ningún obstáculo en trayectoria de la hoja
Carecen de cierre hermético y por las pequeñas aberturas de los marcos de la ventana se da el paso del frío, ruido y pérdidas de calor.	Las hojas tienen un límite máximo de tamaño
Problemas de seguridad para la limpieza	Pueden ser un peligro al momento de abrir la ventana para los niños.

Acumulación de suciedad en los marcos interiores	En aberturas de gran tamaño se debe considerar otro tipo de sistema.
Mayor mantenimiento	-

**Elaborado por:** La Autora

Se propone mantener las medidas actuales de los vanos de las ventanas, pero se realiza el cambio de ventana convencional corrediza por el tipo abatible, dividida en tres módulos, uno fijo y dos abatibles con una apertura de 90° con el objetivo de evitar accidentes para los ocupantes de la vivienda.

#### 5.2.2.4. Celosías o lamas

Las celosías otorgan un alto valor estético a la edificación mediante las diferentes formas y dimensiones, ya sean móviles o fijas, manuales o motorizadas. Esta no es la única función, en términos bioclimáticos, brindan protección solar, actúan como una barrera frente a la radiación solar y controlan la ventilación. La forma depende principalmente de la orientación

**Tabla 71**

*Formas de las lamas*

Orientación	Forma
Norte	Horizontal
Sur	Vertical
Este-oeste	Vertical inclinado

**Elaborado por:** La Autora

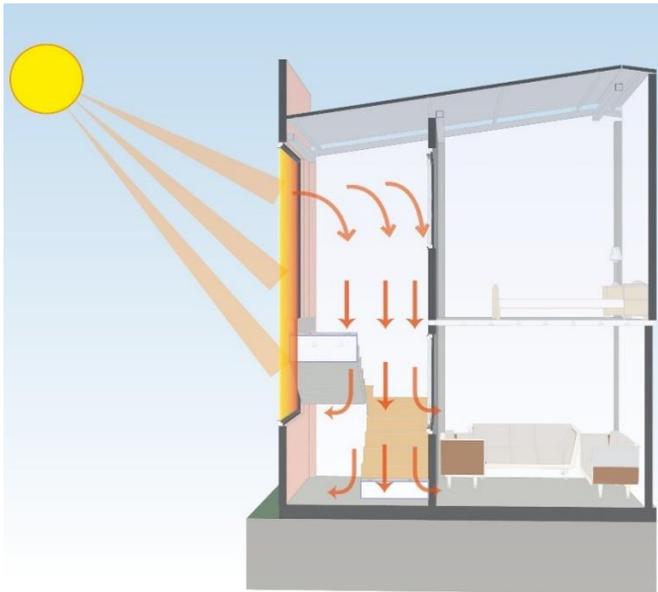
La materialidad depende del lugar donde se vayan a instalar, las de madera son muy comunes, ya que se considera un material aislante el cual ayuda a disipar el calor, contribuyendo a la funcionalidad de estos elementos, la desventaja es que se pueden llegar a deteriorar muy rápido si estas expuestas a la intemperie. También se pueden implementar de metal siendo el material más usado después de la madera para la instalación de las lamas y finalmente de aluminio y PVC.

En el diseño original de la vivienda de dos plantas del proyecto Ciudad Victoria, se encuentra un gran ventanal (4mx1,70m) en la fachada principal, la función es iluminar la sala y el dormitorio

1, de forma indirecta, porque entre este ventanal y estos espacios esta la circulación vertical. En verano la radiación solar directa sobrecalienta esta superficie vidriada, calentando excesivamente este espacio, luego este calor se empieza propagar por la vivienda provocando el sofocamiento en os habitantes de la vivienda.

**Figura 94**

*Incidencia solar sobre el ventanal de la vivienda*



*Nota.* En la imagen se visualiza que el sol de la tarde, calienta el ventanal y este calor se propaga hacia el interior de la vivienda.

**Elaborado por:** La Autora

Es necesario implementar un elemento de protección solar para evitar el sobrecalentamiento del interior de la vivienda, pero sin dejar la iluminación de la sala y el dormitorio 1.

**Tabla 72**

*Celosías en el ventanal de la fachada principal*

Ventanal actual	Ventanal Propuesta
	

**Elaborado por:** La Autora

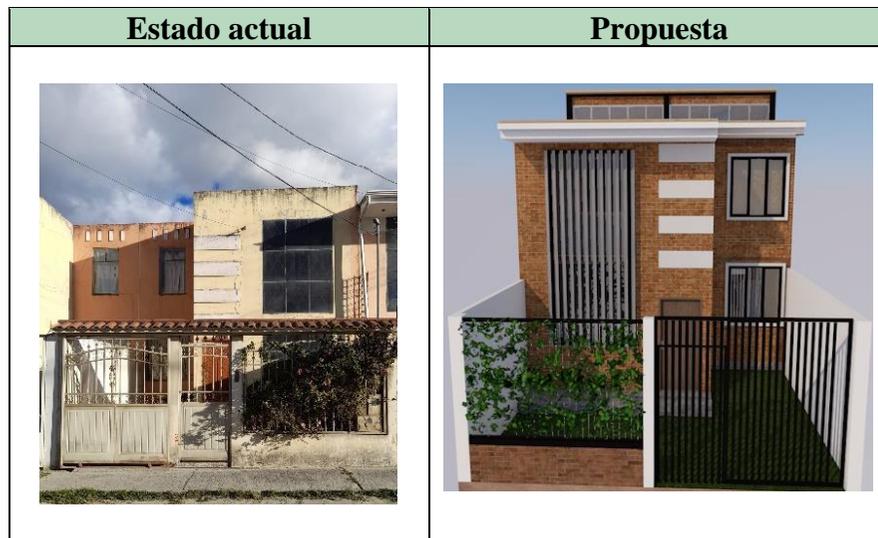
#### 5.2.2.5. Cerramiento

Las viviendas de Ciudad Victoria inicialmente son entregadas sin el cerramiento exterior, en la actualidad algunas aún se conservan así, pero en la mayoría de casas los propietarios ya han construido el

cerramiento. Se plantea un cerramiento vegetal con plantas trepadoras como buganvillas, hiedra o ciprés, este tipo de muros sirven como barrera de ruido, contaminación y viento, aportan un toque estético a los espacios interiores como exteriores de la vivienda.

**Tabla 73**

*Cerramiento exterior de la vivienda*



**Elaborado por:** La Autora

### 5.2.2.6. Fachada

En la arquitectura el color tiene diversas funciones, no solo embellecer una edificación, también puede aumentar o disminuir la absorción del calor en las paredes, dependiendo del tipo de clima, así mismo se considera si es para el exterior o el interior de la edificación

En la NEC-11 (2011), alude que “se recomienda que en las zonas térmicas ZT4, ZT5 y ZT6 el color usado en las paredes exteriores tenga índices de reflexión menores al 40%” (p.16).

**Tabla 74**

*Reflexión de radiación solar en función del color de la superficie*

Reflexión de radiación solar en función del color de la superficie	
COLOR	% REFLEJADO
Gris cemento	32
Anaranjado	25-30
Beige	25
Verde vegetal	20
Ladrillo	18
Rojo	16
Negro	5

*Nota.* Tomado de *Norma Ecuatoriana de la Construcción Capítulo 11 (NEC11)*, (p.16). Ministerio de Desarrollo y Vivienda (MDUVI).

### 5.2.3. Evaluación

#### 5.2.3.1. Prueba 1

En esta primera prueba se aplicó materiales para alcanzar los valores establecidos en las NEC-EE-HS 13, para la zona climática 3. En los muros se aplicó una doble pared con placas de yeso, en los pisos de la planta baja se conservó la composición inicial, ya que el valor U es muy bajo comparado con el de la norma, en la cubierta se aplica el aislamiento propio del nuevo material (Kubiteja) y en las ventanas el doble acristalamiento.

- Muros

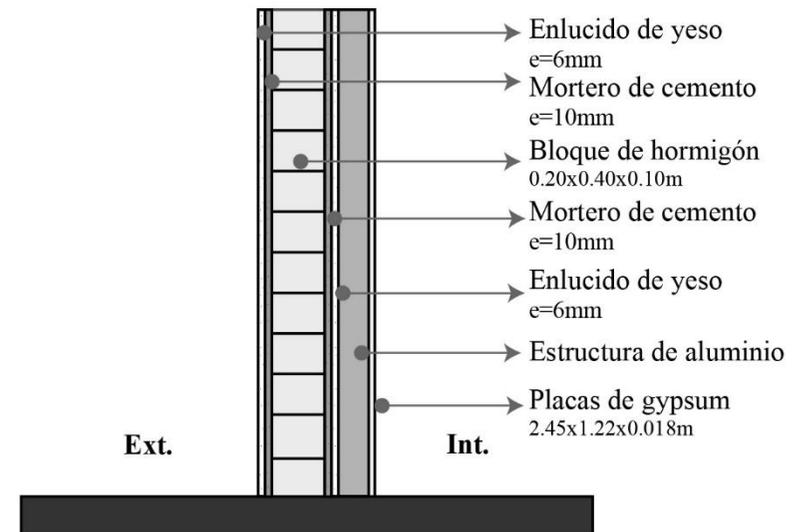
**Tabla 75** Composición de los muros

Capa	Material	Espesor (m)	Conductividad térmica (W/mk)	Densidad kg/m <sup>3</sup>
<b>Rse</b>	0,12		<b>Rsi</b>	0,05
a	Mortero de cemento	0,01	1,4	2000
b	Enlucido de yeso	0,006	0,35	800
c	Bloque de hormigón	0,14	0,918	2000
d	Mortero de cemento	0,01	1,4	2000
e	Enlucido de yeso	0,006	0,35	800
f	Estructura de aluminio	0,04	50,2	7850
g	Placas de gypsum	0,018	0,29	900
<b>Valor NEC-HS-EE</b>				<b>2,34</b>
<b>Rt</b>		0,434	<b>U</b>	<b>2,30</b>

Elaborado por: La Autora

**Figura 95**

Materialidad de muros



Elaborado por: La Autora

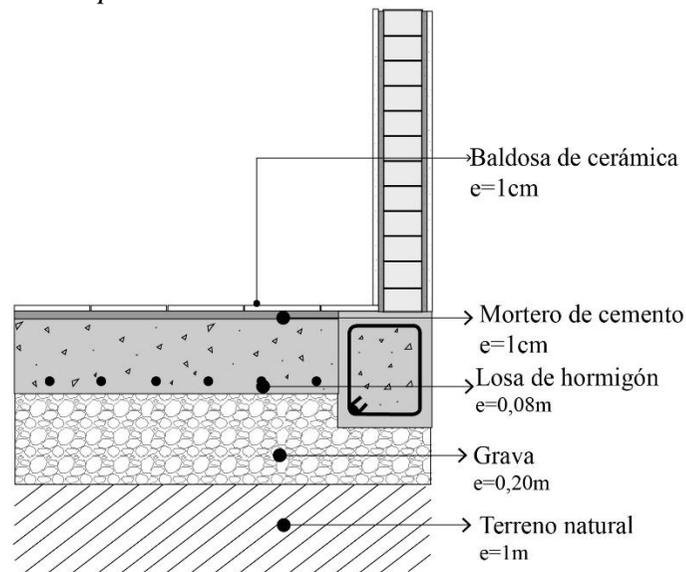
- Pisos

**Tabla 76** Composición de los pisos

Capa	Material	Espesor (m)	Conductividad térmica (W/mk)	Densidad kg/m <sup>3</sup>
<b>Rse</b>				<b>0,09</b>
a	Baldosa de cerámica	0,01	1,75	1700
b	Mortero de cemento	0,01	1,4	2000
c	Hormigón armado	0,08	1,63	2400
d	Grava	0,2	0,81	-
e	Terreno natural	1	1,5	2130
<b>Valor Norma NEC-EE-HE</b>				<b>3,2</b>
<b>Rt</b>		1,066	<b>U</b>	<b>0,94</b>

Elaborado por: La Autora

**Figura 96**  
Materialidad de pisos



Elaborado por: La Autora

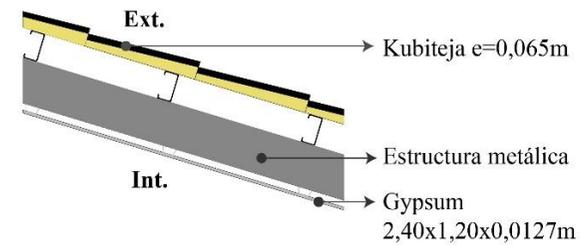
• Cubierta

**Tabla 77** Composición de la cubierta

Capa	Material	Espesor (m)	Conductividad térmica (W/mk)	Densidad kg/m <sup>3</sup>
<b>Rse</b>	0,05		<b>Rsi</b>	0,09
a	Kubiteja	0,065	0,24	-
b	Estructura metálica	0,1	50,2	7850
c	Gypsum	0,0127	0,25	900
<b>Valor Norma NEC-EE-HE</b>				2,9
<b>Rt</b>		0,464	<b>U</b>	2,16

Elaborado por: La Autora

**Figura 97**  
Materialidad de la cubierta



Elaborado por: La Autora

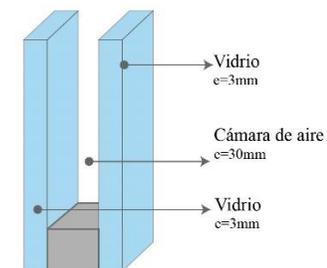
• Ventanas

**Tabla 78** Ventana de doble acristalamiento

Capa	Material	Espesor (m)	Conductividad térmica (W/mk)	Densidad kg/m <sup>3</sup>
<b>Rse</b>	0,05		<b>Rsi</b>	0,09
a	Vidrio	0,006	1,046	2300
b	Cámara de aire	0,03	5,56	1,3
c	Vidrio	0,006	1,046	2300
			<b>U</b>	2,7

Elaborado por: La Autora

**Figura 98**  
Materialidad de las ventanas



Elaborado por: La Autora

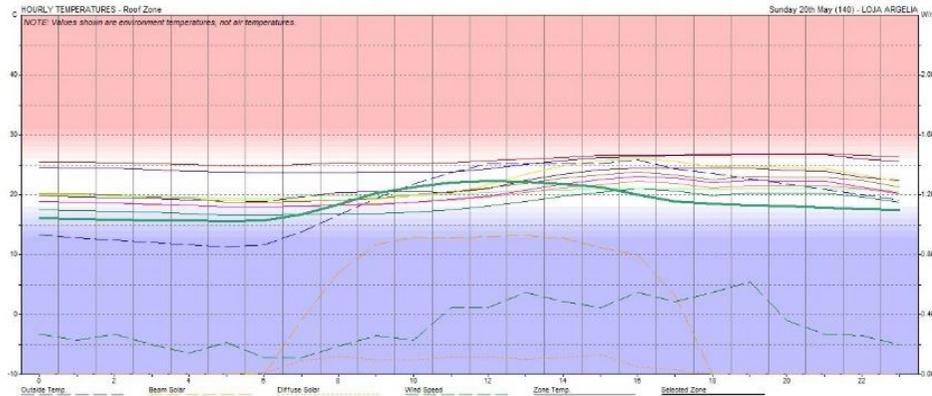
**Tabla 79**  
Simbología de las graficas

SIMBOLOGÍA					
Banda de calor		Banda de confort térmico		Banda de frio	
Zonas		Simbología			
Sala	Dormitorio 1	Eje horizontal (x)	Horas		
Comedor	Dormitorio 2	Eje vertical (y)	Temperatura		
Cocina	Dormitorio 3	Temperatura exterior	-----		
Estudio	Baño compartido	Rayos solares	-----		
Baño social	Pasillo - vestíbulo	Difusión solar	-----		
Gradas	Cubierta	Velocidad del viento	-----		

Elaborado por: La Autora

**Resultados**

**Figura 99**  
Resultados del día más caluroso (20 de Mayo)



Fuente: Autodesk Analisis Ecotec 2011

**Tabla 80**  
Resultados del día más caluroso (20 de mayo)

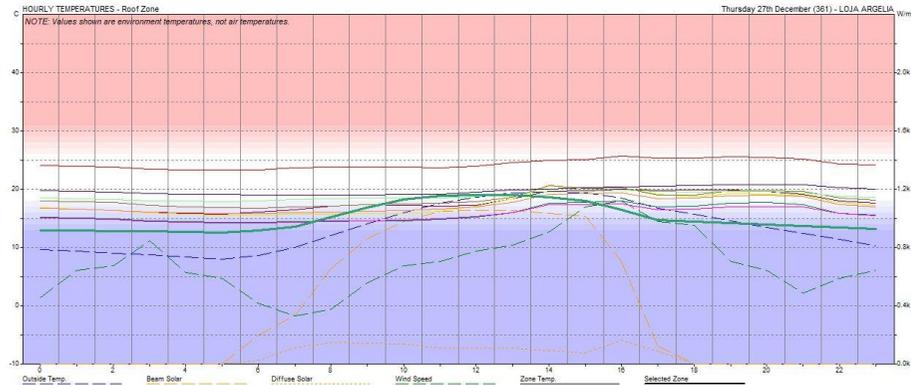
RESUMEN DE RESULTADOS								
Día más caluroso (20 de mayo)								
Espacio	Horas de confort	Porcentaje %		Horas sin confort	Porcentaje %		Temp max °C	Temp min °C
		Tot espacio	Tot vivienda		Tot espacio	Tot vivienda		
Sala	16	66,67	5,56	8	37,5	2,78	26,58	24,9
Comedor	21	87,50	7,29	3	0	1,04	24,5	19,0
Cocina	19	79,17	6,60	5	8,33	1,74	26,1	19
Estudio	9	37,50	3,13	15	54,16	5,21	21,0	17,2
Baño social	20	83,33	6,94	4	12,5	1,39	23,9	18,8
Gradas	5	20,83	1,74	19	41,67	6,60	19,6	15,8
Dormitorio1	12	50,00	4,17	12	0	4,17	21,1	19,5
Dormitorio2	10	41,67	3,47	14	58,33	4,86	22,3	18,1
Dormitorio3	12	50,00	4,17	12	50	4,17	23,2	18,1
Baño compartido	24	100,00	8,33	0	87,5	0,00	20	23,8
Pasillo	22	91,67	7,64	2	0	0,69	15,6	22,3
Cubierta	8	33,33	2,78	16	87,5	5,56	19,3	22,4
<b>Total</b>		<b>61,81</b>		<b>Total</b>		<b>38,19</b>		

Elaborado por: La Autora

En el análisis del confort térmico mediante el simulador Ecotec (2011) se obtuvo, que en el día más caluroso (20 de mayo), el 61,81% del total de la vivienda, se encuentra dentro del rango de confort, mientras que el 38,19% carece de esta condición. La mayoría de espacios y la cubierta que se encuentran en de la banda color blanco, la cual representa el rango de confort (19,48° - 26.48°), mientras que las gradas

y el estudio presentan altas variaciones de temperatura, haciendo que bordeen la banda de frio (color azul), especialmente en horas de la madrugada y parte de la noche, causando que estos espacios presenten más del 50% de falta de confort térmico en el interior.

**Figura 100**  
Resultados del día más frío (27 de diciembre)



Fuente: Autodesk Analisis Ecotec 2011

**Tabla 81**  
Resultados del día más frío (27 de diciembre)

RESUMEN DE RESULTADOS								
Día más frío (20 de diciembre)								
Espacio	Horas de confort	Porcentaje %		Horas sin confort	Porcentaje %		Temp max °C	Temp min °C
		Tot espacio	Tot vivienda		Tot espacio	Tot vivienda		
Sala	24	0	8,33	0	1	0,00	201	15,8
Comedor	7	0,5	2,43	17	0,5	5,90	20,1	15,8
Cocina	3	58,33	1,04	21	41,67	7,29	20,6	15,6
Estudio		0	0,00	24	100	8,33	18	14,4
Baño social	6	12,5	2,08	18	87,5	6,25	20,7	17
Gradas		0	0,00	24	100	8,33	17	13,1
Dormitorio1	9	0	3,13	15	100	5,21	20	17,9
Dormitorio2	1	0	0,35	23	100	7,99	19,4	15,9
Dormitorio3		0	0,00	24	100	8,33	17,5	14,3
Baño compartido	24	4,17	8,33	0	95,83	0,00	20,8	19,1
Pasillo		58,33	0,00	24	41,67	8,33	19,1	12,9
Cubierta		4,17	0,00	24	95,83	8,33	18,8	16,3
<b>Total</b>		25,69		<b>Total</b>		74,31		

Elaborado por: La Autora

En el día más frío (20 de diciembre) se obtuvo, el 25,69% se encuentra dentro del rango de confort, mientras que el 74,31% carece de esta condición. En la gráfica se observa que la mayoría de espacios y la cubierta están en la banda de frio (color azul), excepto la sala, el baño compartido y el dormitorio 1, los cuales están dentro el rango de confort (19,48° - 26.48°).

Los resultados obtenidos en la prueba 1 no fueron satisfactorios, por lo tanto, se demuestra que es necesario aplicar materiales aislantes en la envolvente de la vivienda para mejorar los niveles de confort térmico. A la vez se concluye que los valores mínimos R de aislamiento (valor U) presentados en la NEC-HS-EE (2018), para la zona climática 3, no permiten alcanzar los niveles de confort adecuado.

### 5.2.3.2. Prueba 2

En la segunda prueba realizada, se ha optado por aplicar materiales aislantes, cuyos valores son inferiores a los establecidos por la NEC-EE-HS, por lo tanto, esta norma no contiene los valores U, aptos para la zona climática 3, en donde se encuentra la ciudad de Loja.

- **Muros**

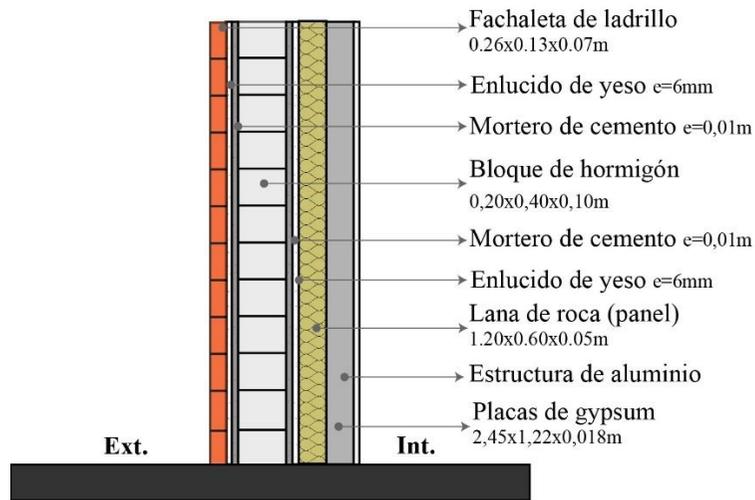
**Tabla 82**

*Composición de los muros con aislantes térmicos*

Capa	Material	Espesor (m)	Conductividad térmica (W/mk)	Densidad kg/m <sup>3</sup>
<b>Rse</b>	0,12		<b>Rsi</b>	0,05
a	Fachaleta de ladrillo	0,07	0,75	1730
b	Enlucido de yeso	0,006	0,35	800
c	Mortero de cemento	0,01	1,4	2000
d	Bloque de hormigón	0,1	0,918	2000
e	Mortero de cemento	0,01	1,4	2000
f	Enlucido de yeso	0,006	0,35	800
g	<b>Lana de roca</b>	<b>0,05</b>	<b>0,036</b>	<b>37</b>
h	Estructura de aluminio	0,04	50,2	7850
i	Placas de yeso	0,0127	0,29	900
<b>Valor NEC-HS-EE</b>				2,34
<b>Rt</b>		1,772	<b>U</b>	<b>0,56</b>

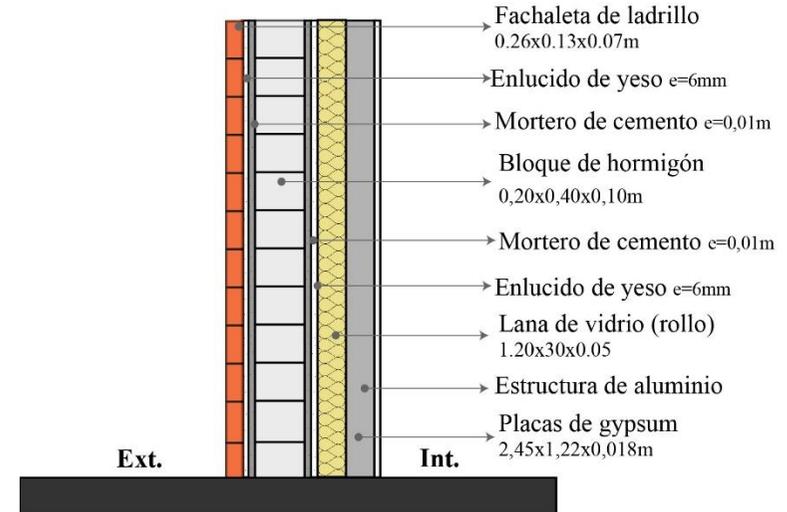
**Elaborado por:** La Autora

**Figura 101**  
*Materialidad de los muros*



Elaborado por: La Autora

**Figura 102**  
*Materialidad de los muros*



Elaborado por: La Autora

**Tabla 83**  
*Composición de los muros con aislantes térmicos*

Capa	Material	Espesor (m)	Conductividad térmica (W/m/k)	Densidad kg/m <sup>3</sup>
<b>Rse</b>	0,12		<b>Rsi</b>	0,05
a	Fachaleta de ladrillo	0,07	0,75	1730
b	Enlucido de yeso	0,006	0,35	800
c	Mortero de cemento	0,01	1,4	2000
d	Bloque de hormigón	0,10	0,918	2000
e	Mortero de cemento	0,01	1,4	2000
f	Enlucido de yeso	0,006	0,35	800
<b>g</b>	<b>Lana de vidrio</b>	<b>0,05</b>	<b>0,047</b>	<b>7,5</b>
h	Estructura de aluminio	0,04	50,2	7850
i	Placas de yeso	0,0127	0,29	900
<b>Valor NEC-HS-EE</b>				2,34
<b>Rt</b>		1,485	<b>U</b>	<b>0,67</b>

Elaborado por: La Autora

Para realizar la evaluación se ha considerado la lana de roca, esta elección se justifica principalmente por la disponibilidad del material en el mercado de la construcción en el país y comparando el valor U entre los dos materiales (lana de roca y lana de vidrio) el de la lana de roca es inferior, pues mientras menor sea el valor U, mayor será su capacidad de aislamiento térmico.

• Pisos

**Tabla 84**

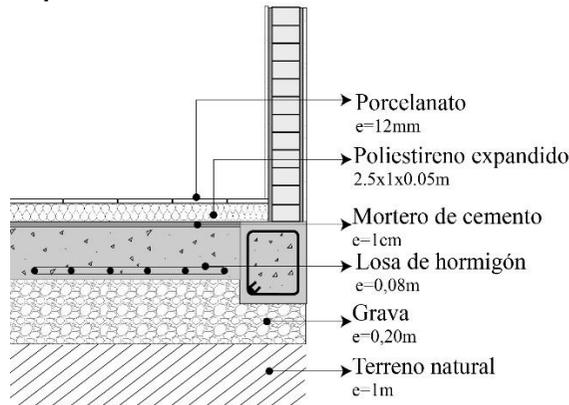
*Composición de los pisos con aislantes térmicos*

Capa	Material	Espesor (m)	Conductividad térmica (W/ml)	Densidad kg/m <sup>3</sup>
<b>Rse</b>				0,09
a	Porcelanato	0,012	0,81	800
b	Mortero de cemento	0,01	1,4	2000
<b>d</b>	<b>Poliestireno</b>	<b>0,05</b>	<b>0,04</b>	<b>15</b>
e	Mortero de cemento	0,01	1,4	2000
f	Hormigón armado	0,08	1,63	2400
g	Grava	0,2	0,81	-
h	Terreno natural	1	1,5	2130
<b>Valor Norma NEC-EE-HE</b>				3,2
<b>Rt</b>	2,332		<b>U</b>	<b>0,43</b>

**Elaborado por:** La Autora

**Figura 103**

*Materialidad de pisos*



**Elaborado por:** La Autora

• Cubierta

**Tabla 85**

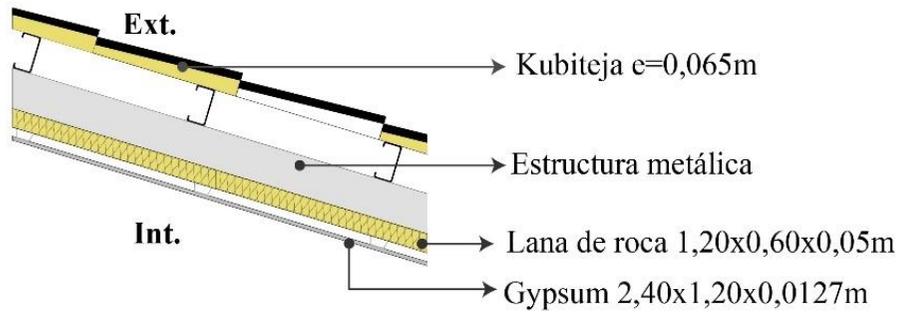
*Composición de la cubierta con aislantes térmicos*

Capa	Material	Espesor (m)	Conductividad térmica (W/mk)	Densidad kg/m <sup>3</sup>
<b>Rse</b>	0,05		<b>Rsi</b>	0,09
a	Kubiteja	0,065	0,24	-
b	Estructura metálica	0,1	50,2	7850
c	Lana de roca	0,05	0,036	37
d	Gypsum	0,0127	0,25	900
<b>Valor Norma NEC-EE-HE</b>				2,9
<b>Rt</b>	1,853		<b>U</b>	<b>0,54</b>

**Elaborado por:** La Autora

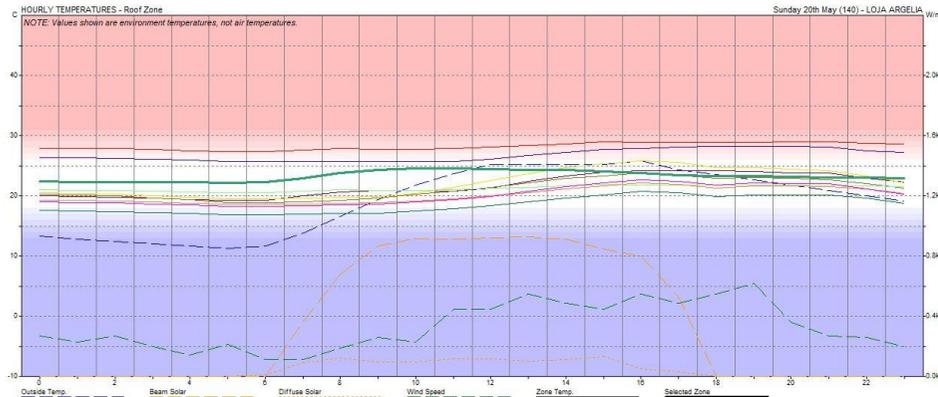
De acuerdo a los resultados obtenidos en la prueba anterior, el aislante térmico que contiene la Kubiteja, no es suficiente para regular las variaciones de temperatura que presenta la cubierta, durante el día y la noche, razón por la cual se aplicó un segundo aislante térmico: lana de roca. La elección de este material se justifica con las pruebas realizadas en el software Ecotec (2011) y la accesibilidad en el mercado de la construcción y el costo

**Figura 104**  
Materialidad de la cubierta



Elaborado por: La Autora

**Figura 105**  
Resultados del día más caluroso (20 de Mayo)



Fuente: Autodesk Analisis Ecotec 2011

**Tabla 86**  
Resultados del día más caluroso (20 de mayo)

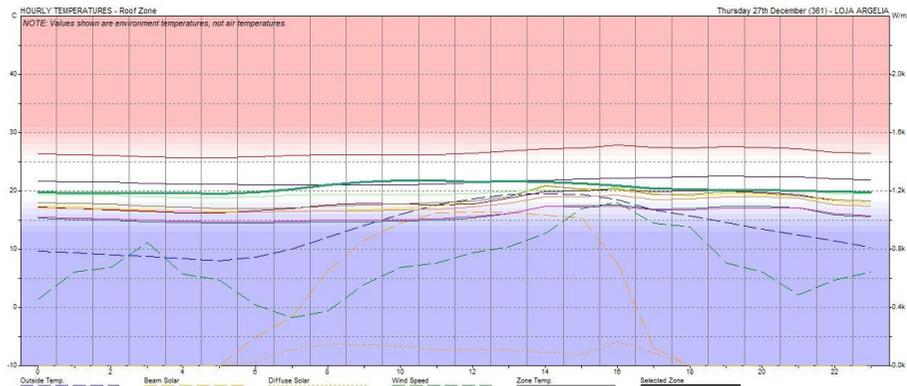
RESUMEN DE RESULTADOS								
Día mas caluroso (20 de mayo)								
Espacio	Horas de confort	Porcentaje %		Horas sin confort	Porcentaje %		Temp max °C	Temp min °C
		Tot espacio	Tot vivienda		Tot espacio	Tot vivienda		
Sala	0	0,00	0,00	24	100	8,33	27,7	25,7
Comedor	22	91,67	7,64	2	8,33	0,69	19,3	24,3
Cocina	24	100,00	8,33	0	0,00	0,00	26	19,4
Estudio	10	41,67	3,47	14	58,33	4,86	20,7	16,9
Baño social	24	100,00	8,33	0	0,00	0,00	23,4	19,4
Gradas	3	12,50	1,04	21	87,50	7,29	20,8	18
Dormitorio1	24	100,00	8,33	0	0,00	0,00	22	21
Dormitorio2	14	58,33	4,86	10	41,67	3,47	21,9	18,6
Dormitorio3	13	54,17	4,51	11	45,83	3,82	22,5	18,4
Baño compartido	14	58,33	4,86	10	41,67	3,47	28,3	26
Pasillo	24	100,00	8,33	0	0,00	0,00	22,5	19,7
Cubierta	24	100,00	8,33	0	0,00	0,00	23,5	22,3
<b>Total</b>		68,06		<b>Total</b>		31,94		

Elaborado por: La Autora

En el análisis del confort térmico mediante el simulador Ecotec (2011) se obtuvo, que en el día más caluroso (20 de mayo), el 68,06% del área total de la vivienda se encuentra dentro del rango de confort, mientras que el 31,94% carece de esta condición. Todos los espacios y la cubierta que se encuentran en de la banda color blanco están dentro del

rango de confort ( $19,48^{\circ}$  -  $26,48^{\circ}$ ), mientras que la sala, las gradas y el estudio presentan altas variaciones de temperatura, haciendo que bordeen la banda de frío (color azul), especialmente en horas de la madrugada y parte de la noche, causando que estos espacios presenten más del 50% o hasta el 100% de falta de confort térmico en el interior

**Figura 106**  
*Resultados del día más frío (27 de diciembre)*



Fuente: Autodesk Analysis Ecotec 2011

**Tabla 87**  
*Resultados del día más frío (27 de diciembre)*

RESUMEN DE RESULTADOS								
Día más frío (20 de diciembre)								
Espacio	Horas de confort	Porcentaje %		Horas sin confort	Porcentaje %		Temp max°C	Temp min°C
		Tot espacio	Tot vivienda		Tot espacio	Tot vivienda		
Sala	12	50,00	4,17	12	50	4,17	27,7	25,9
Comedor	8	33,33	2,78	16	66,67	5,56	20,3	16,3
Cocina	5	20,83	1,74	19	79,17	6,60	21	16,2
Estudio	0	0,00	0,00	24	100	8,33	17,5	14,6
Baño social	8	33,33	2,78	16	66,67	5,56	20,8	17,6
Gradas	0	0,00	0,00	24	100,00	8,33	16,6	13,1
Dormitorio1	17	70,83	5,90	7	29,17	2,43	20,5	18,7
Dormitorio2	0	0,00	0,00	24	100	8,33	19,1	17
Dormitorio3	0	0,00	0,00	24	100	8,33	17,3	14,8
Baño compartido	24	100	8,33	0	0,00	0,00	22,7	20,9
Pasillo	0	0,00	0,00	24	100	8,33	19,2	17
Cubierta	24	100	8,33		0,00	0,00	21,9	19,6
<b>Total</b>		<b>34,03</b>		<b>Total</b>		<b>65,97</b>		

Elaborado por: La Autora

En el análisis del confort térmico mediante el simulador Ecotec (2011) se obtuvo, que en el día más frío (20 de diciembre), el 34,03% del total del área de la vivienda se encuentra dentro del rango de confort, mientras que el 65,97% carece de esta condición. En la gráfica se observa que la mayoría de espacios y la cubierta están en la banda de frío (color

azul), excepto la sala, el baño compartido y el dormitorio 1, los cuales presentan las el 50% de horas confortables en un en un día completo.

En esta prueba los resultados mejoraron, pero aun así no se logra alcanzar los niveles de confort óptimos para la vivienda, especialmente en la época de invierno, donde se visualiza un alto porcentaje de disconfort térmico.

### 5.2.3.3. Prueba 3

En esta tercera prueba se ha seleccionado otro tipo de materiales aislantes para llegar cumplir con los niveles adecuados de confort, en este caso se aplicó en los muros el poliestireno expandido porque tiene más disponibilidad en el mercado de la construcción a comparación del poliestireno extruido.

- **Muros**

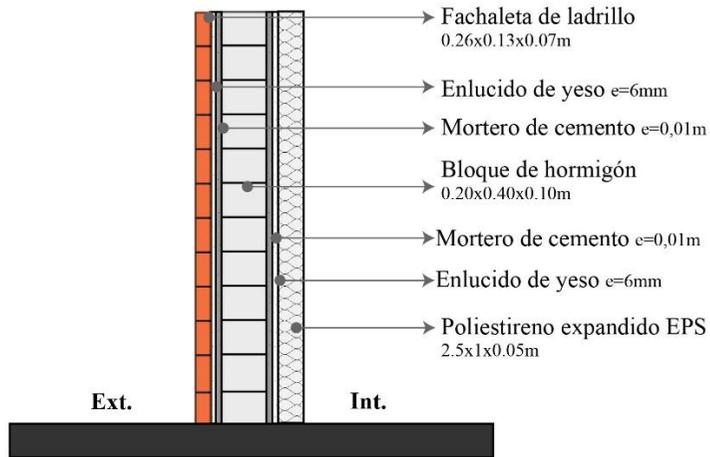
**Tabla 88**

*Composición de los muros con aislantes térmicos (poliestireno expandido EPS)*

Capa	Material	Espesor (m)	Conductividad térmica (W/mk)	Densidad kg/m <sup>3</sup>
<b>Rse</b>	0,12		<b>Rsi</b>	0,05
a	Fachaleta de ladrillo	0,07	0,75	1730
b	Enlucido de yeso	0,006	0,35	800
c	Mortero de cemento	0,01	1,4	2000
d	Bloque de hormigón	0,1	0,918	2000
e	Mortero de cemento	0,01	1,4	2000
f	Enlucido de yeso	0,006	0,35	800
g	<b>Poliestireno EPS</b>	0,05	0,04	15
<b>Valor NEC-HS-EE</b>				2,34
<b>Rt</b>		1,671	<b>U</b>	<b>0,60</b>

**Elaborado por:** La Autora

**Figura 107**  
Materialidad de los muros



Elaborado por: La Autora

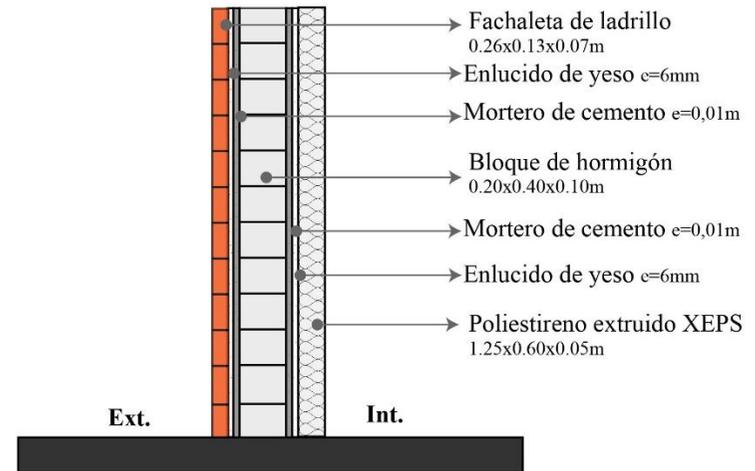
**Tabla 89**

Composición de los muros con aislantes térmicos (poliestireno extruido XEPS)

Capa	Material	Espesor (m)	Conductividad térmica (W/mk)	Densidad kg/m <sup>3</sup>
<b>Rse</b>		0,12		
<b>a</b>	Fachaleta de ladrillo	0,07	0,75	1730
<b>b</b>	Enlucido de yeso	0,006	0,35	800
<b>c</b>	Mortero de cemento	0,01	1,4	2000
<b>d</b>	Bloque de hormigón	0,1	0,918	2000
<b>e</b>	Mortero de cemento	0,01	1,4	2000
<b>f</b>	Enlucido de yeso	0,006	0,35	800
<b>g</b>	Poliestireno XEPS	<b>0,05</b>	<b>0,035</b>	<b>40</b>
<b>Valor NEC-HS-EE</b>				2,34
<b>Rt</b>		1,849	<b>U</b>	<b>0,54</b>

Elaborado por: La Autora

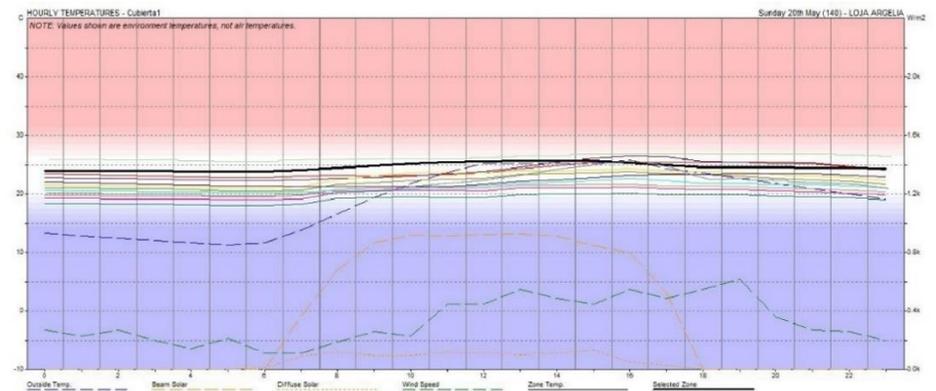
**Figura 108**  
Materialidad de los muros



Elaborado por: La Autora

**Figura 109**

Resultados del día más caluroso (20 de Mayo)



Fuente: Autodesk Analsis Ecotec 2011

**Tabla 90**

*Resultados del día más caluroso (20 de mayo)*

RESUMEN DE RESULTADOS								
Día más caluroso (20 de mayo)								
Espacio	Horas de confort	Porcentaje %		Horas sin confort	Porcentaje %		Temp max °C	Temp min °C
		Tot espacio	Tot vivienda		Tot espacio	Tot vivienda		
Sala	24	100,00	8,33	0	0	0,00	25,8	23,9
Comedor	24	100,00	8,33	0	0,00	0,00	26,6	22,3
Cocina	24	100,00	8,33		0,00	0,00	24,4	21,1
Estudio	24	100,00	8,33	0	0,00	0,00	21,8	20
Baño social	24	100,00	8,33		0,00	0,00	23,8	20,6
Gradas	12	50,00	4,17	12	50,00	4,17	23,6	17,5
Dormitorio1	24	100,00	8,33		0,00	0,00	25,4	26,5
Dormitorio2	24	100,00	8,33	0	0,00	0,00	19,6	21,8
Dormitorio3	15	62,50	5,21	9	37,50	3,13	20	18,8
Baño compartido	24	100,00	8,33	0	0,00	0,00	23,4	21,9
Pasillo	24	100,00	8,33		0,00	0,00	22,4	20,3
Cubierta	24	100,00	8,33		0,00	0,00	25,8	23,6
	<b>Total</b>		92,71	<b>Total</b>		7,29		

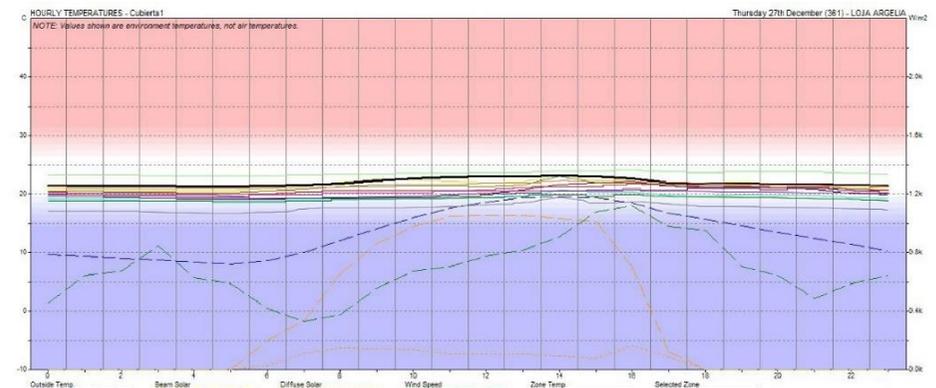
**Elaborado por:** La Autora

En el análisis del confort térmico mediante el simulador Ecotec (2011) se obtuvo, que en el día más caluroso (20 de mayo), el 92,71% del total del área de la vivienda, se encuentra dentro del rango de confort, mientras que el 7,29% carece de esta condición. Todos los espacios y la

cubierta que se encuentran en la banda color blanco están dentro del rango de confort (19,48° - 26.48°), mientras que las gradas y el dormitorio 3 presentan variaciones de temperatura, haciendo que bordeen la banda de frío (color azul), especialmente en horas de la madrugada y la mañana.

**Tabla 91**

*Resultados del día más frío (27 de diciembre)*



**Fuente:** Autodesk Analisis Ecotec 2011

**Tabla 92***Resultados del día más frío (27 de diciembre)*

RESUMEN DE RESULTADOS								
Día más frío (20 de diciembre)								
Espacio	Horas de confort	Porcentaje %		Horas sin confort	Porcentaje %		Temp max°C	Temp min°C
		Tot espacio	Tot vivienda		Tot espacio	Tot vivienda		
Sala	24	100	8,33	0	0	0,00	22	20,4
Comedor	24	100	8,33	0	0,00	0,00	23,5	20,5
Cocina	24	100	8,33	0	0,00	0,00	23	20,3
Estudio	10	41,67	3,47	14	58	4,49	21,8	18
Baño social	24	100,00	8,33	0	0,00	0,00	22,5	23,5
Gradas		0,00	0,00	24	100,00	7,69	18,9	14,8
Dormitorio1	24	100,00	8,33	0	0,00	0,00	22,5	23,5
Dormitorio2	24	100,00	8,33	0	0	0,00	21,9	20,4
Dormitorio3	24	100,00	8,33	0	0	0,00	20,8	19,4
Baño compartido	24	100	8,33		0,00	0,00	22,7	21,9
Pasillo	12	100,00	8,33	12	50	3,85	20,4	18,9
Cubierta	24	100	8,33		0,00	0,00	23,2	21,4
	<b>Total</b>		82,64	<b>Total</b>		16,03		

**Elaborado por:** La Autora

En el análisis del confort térmico mediante el simulador Ecotec (2011) se obtuvo, que en el día más frío (20 de diciembre), el 82,64% del total de la vivienda se encuentra dentro del rango de confort, mientras que el 16,03% carece de esta condición. En la gráfica se observa que la

mayoría de espacios y la cubierta están en dentro del rango de confort (19,48°C – 26,48°C), excepto el estudio y las gradas, las cuales en la época de invierno durante el día y la noche carecen de confort térmico.

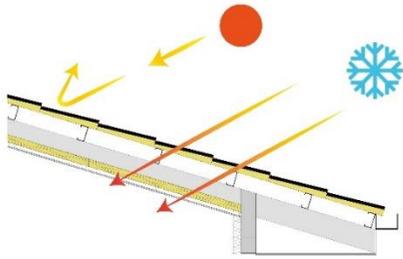
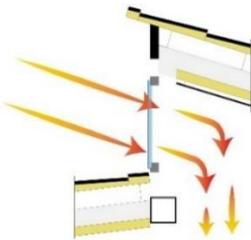
En la última prueba realizada los resultados fueron satisfactorios, se demuestra que el material aislante más óptimo para conseguir una vivienda confortable es el poliestireno expandido tanto en muros y pisos. Cabe recalcar que, para conseguir estos niveles de confort, en los dormitorios 2 y 3 y el estudio se aplicó el aislante térmico en todos los muros de cada espacio, en la sala y el dormitorio 1 no se aplicó este material en los muros, pero si en el piso y finalmente en el entrepiso de la segunda planta es necesario aplicar poliestireno como aislante para mejorar los niveles de confort. En este caso se ha superado el 80% tanto en los días de calor como el frío, lo que indica que se ha logrado una vivienda confortable térmicamente.

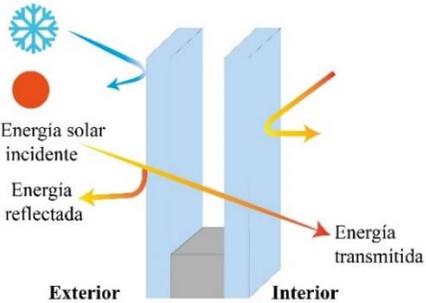
#### 5.2.4. Discusión de Resultados

Los resultados obtenidos están sustentados en la evaluación realizada en el software Ecotec, para lo cual se realizó varias pruebas para llegar a los niveles óptimos de confort térmico; algunas otras decisiones también se justifican por el limitado presupuesto, ya que es un proyecto de interés social, no se puede exceder en el costo de materiales; otra condicionante fue la alteración significativa del diseño de la vivienda y las medidas mínimas de los espacios.

**Tabla 93**

*Resultados obtenidos de la aplicación de estrategias*

Estrategia	Ilustración	Descripción
<p><b>Cambiar el material de la cubierta</b></p>		<p>La materialidad de la cubierta acompañada del aislamiento térmico permitió evitar la variabilidad de temperatura en las diferentes estaciones del año. Los materiales aislantes aplicados en la cubierta son de dos tipos, en el exterior se colocó kubiteja compuesta por teja metálica y poliuretano (aislante térmico y acústico) sostenido por una estructura metálica; en el interior se ubicó lana de roca cubierta con cielo raso de gypsum apoyado de una estructura de aluminio. Esta composición de materiales permitió obtener un elemento térmicamente confortable tanto en verano como invierno, durante todo el día.</p>
<p><b>Implementar una claraboya en el techo</b></p>		<p>Este elemento se lo planteo de forma vertical, orientado hacia el oeste para captar la radiación solar de la tarde, y esta se propague hacia todos los espacios interiores de la segunda planta, a través del pasillo o vestíbulo, pero en épocas de verano este calor va a ser disipado por el aislamiento colocado en la envolvente, por lo tanto, no se presentarán problemas de sobrecalentamiento en los espacios. A través de este elemento también se puede ventilar, puesto que algunos espacios carecen de esta condición.</p>

<p><b>Aplicar materiales térmicos en la envolvente</b></p>		<p>Después de realizar las pruebas con dos tipos de aislamientos tanto en pisos como en paredes, se obtuvo que el material con el cual se puede conseguir una vivienda confortable, es el poliestireno expandido EPS (0,04 W/mk) a diferencia de la lana de roca (0,037 W/mk) donde los resultados de confort no fueron satisfactorios. Se coloca poliestireno expandido EPS tanto en pisos como en paredes exteriores, excepto en el estudio y los dormitorios 2 y 3, donde se coloca en todas las paredes del espacio; a diferencia de la sala y el dormitorio 1, donde no aplica aislamiento en las paredes, debido a la falta de ventilación de estos espacios, solo de esta forma se llegó a conseguir excelentes resultados de confort térmico.</p>
<p><b>Sellar ventanas</b></p> <p><b>Implementar vidrio doble</b></p>		<p>Las ventanas son elementos sensibles al intercambio térmico y a las variaciones de temperatura en las condiciones climáticas del entorno, por eso es importante proteger las superficies vidriadas para evitar alterar condiciones de confort, salud y paisaje visual. Por esta razón se aplicaron tres estrategias a un solo elemento, la primera es el doble acristalamiento acompañado de un sellamiento para reducir las pérdidas de calor en verano o invierno. Compuesta por doble vidrio de 3mm y una cámara de aire, apoyados en una estructura de aluminio. El material de la estructura permite mejorar la funcionalidad térmica de este elemento, especialmente de madera y PVC, pero en este caso al tratarse de vivienda social se limita el costo y se trata de buscar estrategias que cumplan con los niveles de confort y el presupuesto apto para los ocupantes de la vivienda. De acuerdo a la evaluación este tipo de ventana funciona de manera satisfactoria para la vivienda.</p>
<p><b>Cambiar de ventanas</b></p>		<p>Las ventanas abatibles permiten el paso directo de la ventilación hacia el interior, en términos de confort funciona mejor que la corrediza. Se adaptó este tipo de ventana a las medidas del vano actual, para evitar modificar significativamente el modelo inicial de la vivienda.</p>

<p><b>Cambiar el color o materialidad de la fachada</b></p>		<p>Para la zona climática en la que se encuentra el cantón Loja, la reflexión del color en las paredes ayuda a aumentar la absorción del calor, de acuerdo a la evaluación realizada con el color gris, negro y ladrillo, se obtuvo mejores resultados con el color negro y ladrillo. Considerando el tema de la estética de las fachadas se aplicó fachaleta de ladrillo, para mejorar el exterior de la vivienda.</p>
<p><b>Protección del acceso (cerramiento verde)</b></p>		<p>El cerramiento exterior está dividido en dos partes, la primera es un muro verde con plantas de tipo enredadera, principalmente para mitigar los fuertes vientos, polvo y radiación solar, aparte de ser un elemento estético para el exterior de la vivienda, y la segunda es una puerta corrediza con lamas verticales inclinadas a 45° para evitar la vista desde el exterior hacia el interior y funcionan de la misma manera que el jardín vertical.</p>
<p><b>Cubierta con aleros</b></p>		<p>La vivienda actual tiene un alero de 50 cm en la parte posterior esta dimensión no es suficiente para proteger las fachadas de la vivienda y todos los elementos que ella contiene (paredes, ventanas y puertas), en la parte frontal existe un remate que detiene el paso de un alero. De acuerdo al cálculo, la longitud del alero es de 0,80cm, permitiendo proteger a las ventanas y muros de las lluvias, a la vez que generan sombra sobre los elementos vidriados en la época de verano, produciendo espacios interiores climatizados.</p>

**Celosías  
(lamas) en área  
vidriadas  
extensas.**



La longitud del alero de la cubierta no es suficiente para proteger al ventanal de los rayos solares, la implementación de este elemento en la caja de gradas de forma vertical inclinadas a 45°, por la orientación hacia el oeste, son de aluminio dado que este material es resistente a las inclemencias del clima y además protege a la superficie vidriada de cualquier accidente. Entre las lamas existe una separación para el ingreso de la luz hacia el interior.

**Elaborado por:** La Autora

## Capítulo VI

# ANTEPROYECTO ARQUITECTÓNICO

*“Un edificio tiene dos vidas. La que imagina su creador y la vida que tiene. Y no siempre son iguales”*

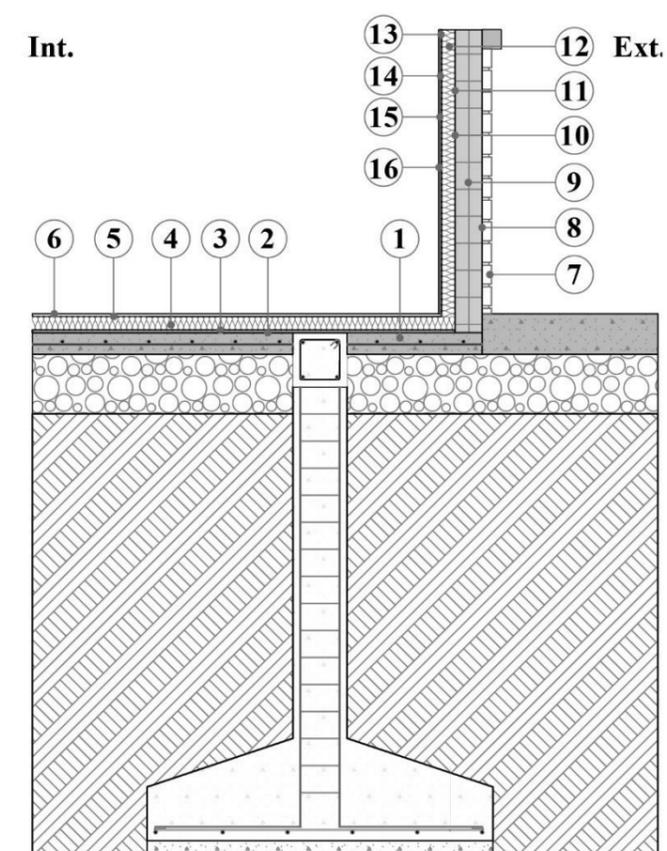
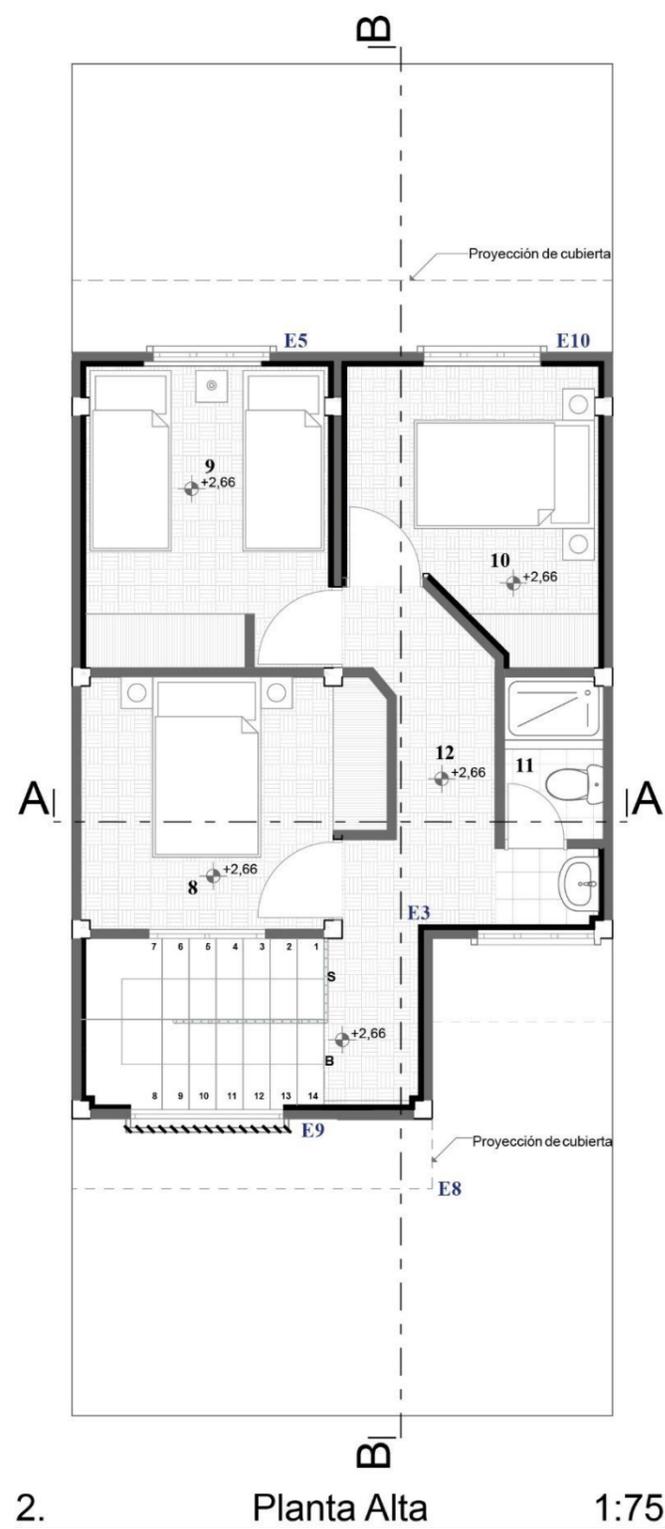
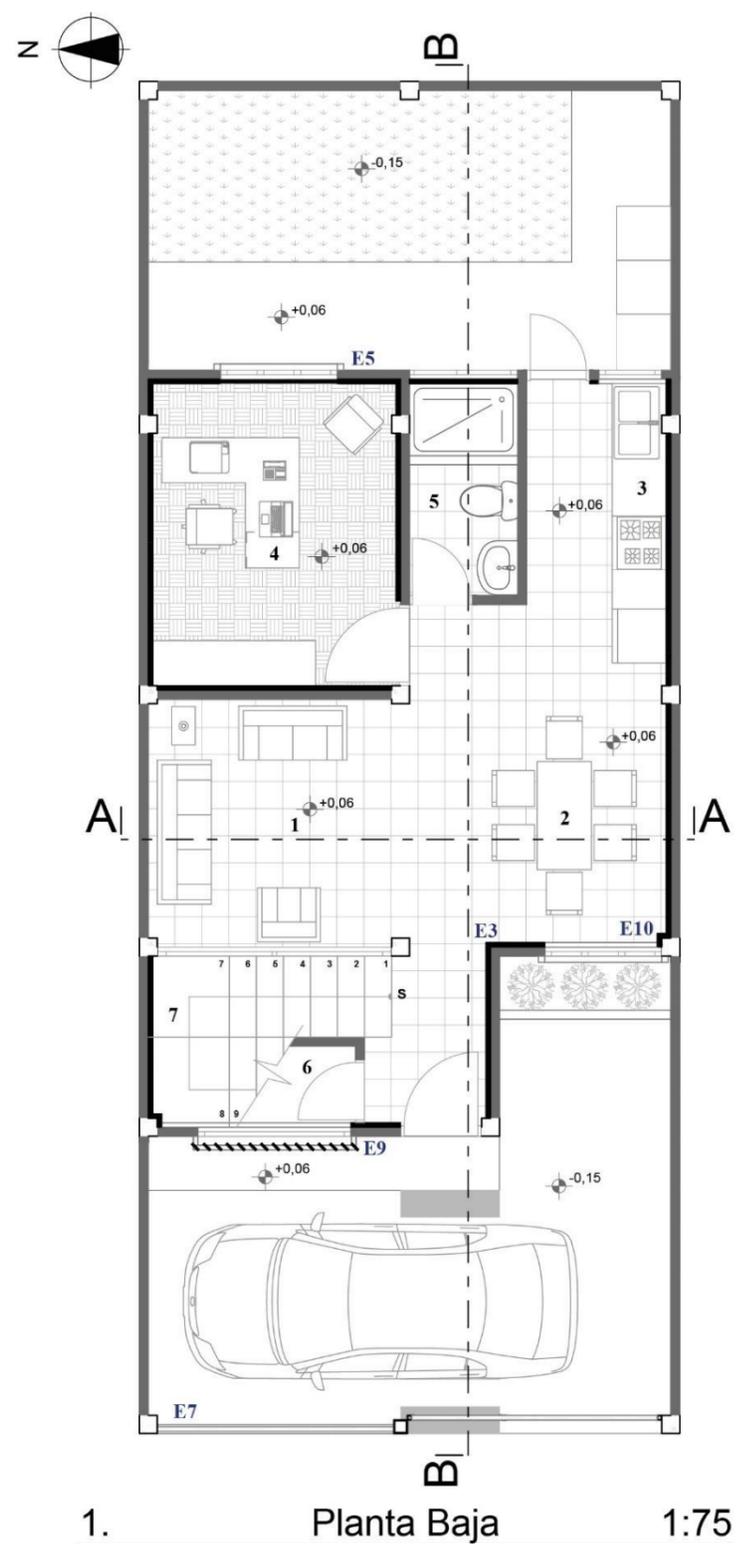
Rem Koolhaas

6.1. Plantas arquitectónicas

Estrategias bioclimáticas	
E1	Material de cubierta
E2	Claraboya
E3	Aislamiento térmico
E4	Sellar ventanas
E5	Doble vidrio
E6	Materialidad
E7	Cerramiento verde
E8	Aleros
E9	Lamas
E10	Ventanas abatibles

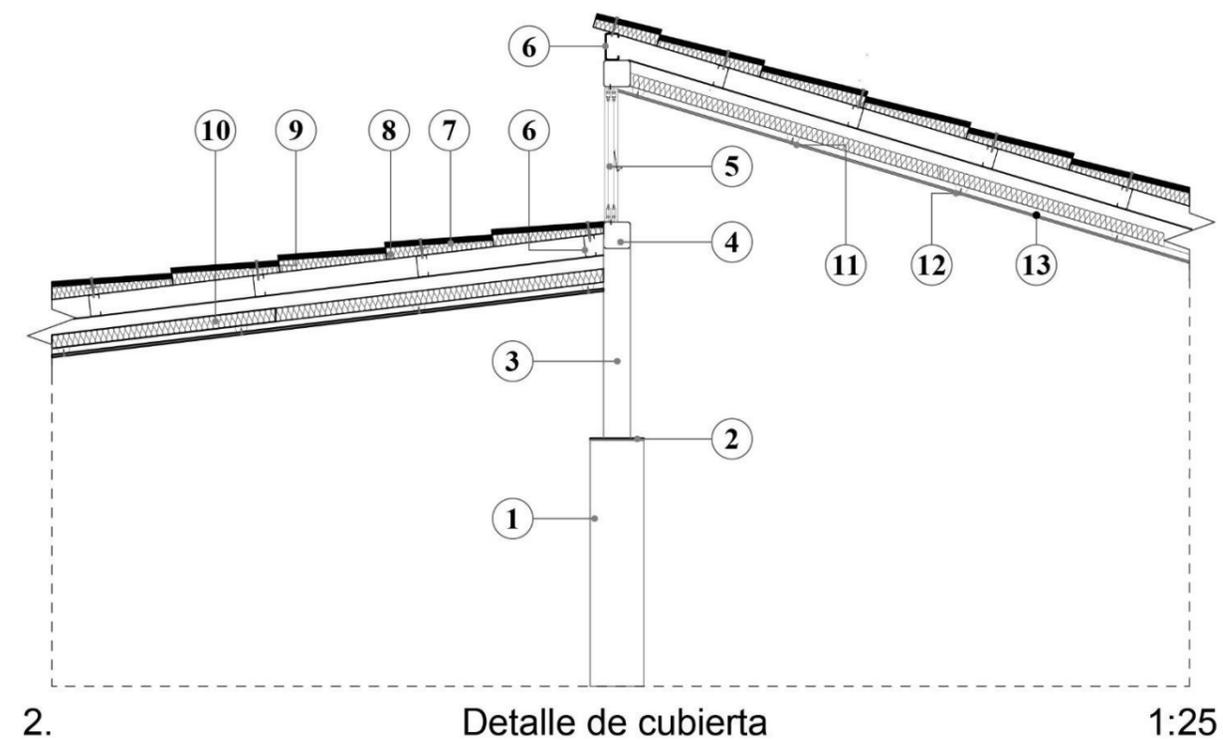
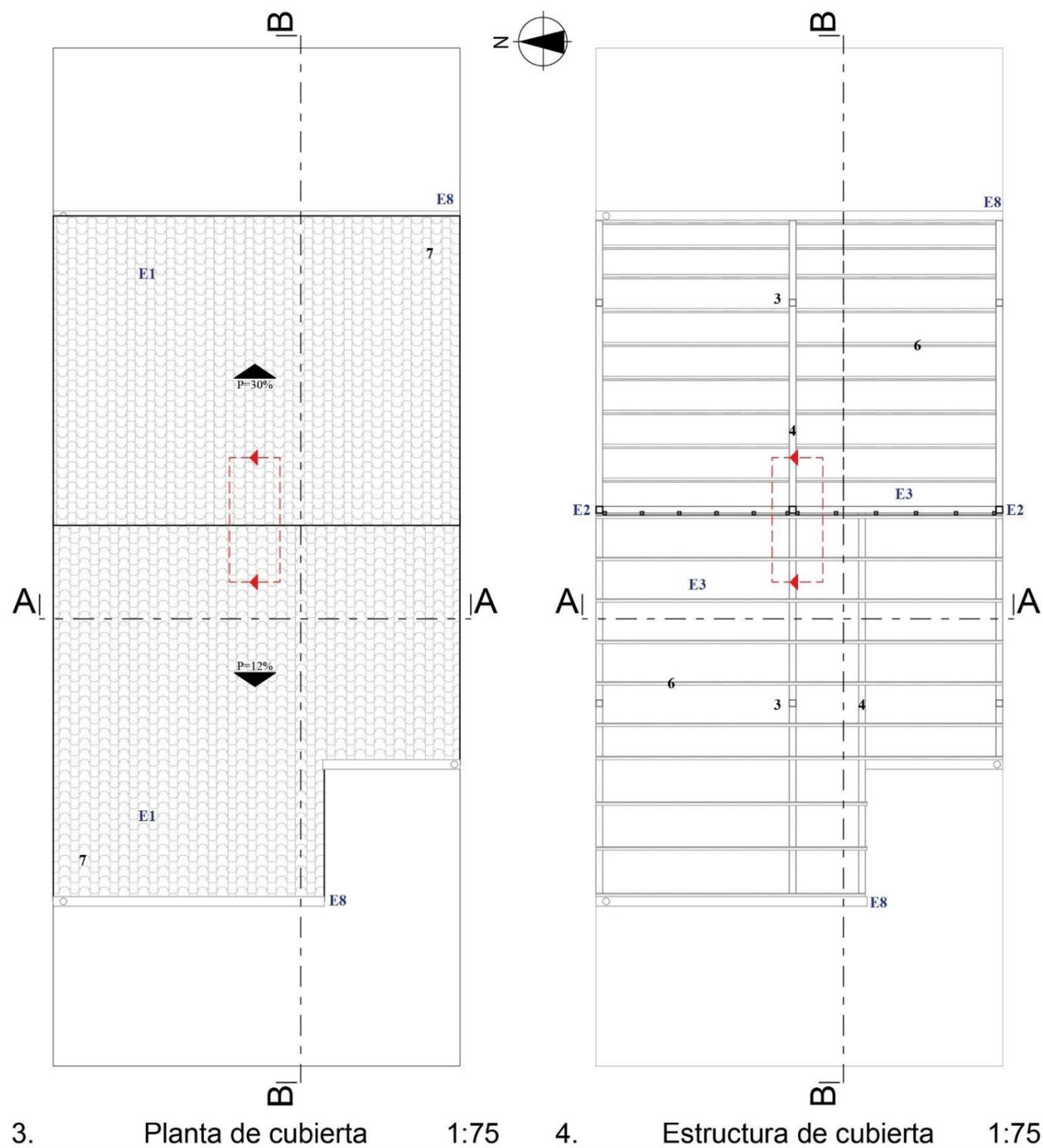
Leyenda	
1	Sala
2	Comedor
3	Cocina
4	Estudio
5	Baño
6	Bodega
7	Gradas
8	Dormitorio 1
9	Dormitorio 2
10	Dormitorio 3
11	Baño
12	Vestíbulo

**NOTA:** El aislante térmico se colocó en el interior de la envolvente, dado que estas viviendas se encuentran adosadas y para que el aislante funcione de manera efectiva se debe situar en todas las caras de la envolvente.



1. Losa H°S°fc= 180kg/cm<sup>2</sup>
2. Mortero de cemento
3. Adhesivo para aislamiento
4. Poliestireno expandido EPS e=50mm
5. Revestimiento de cemento
6. Porcelanato de 0,40x 0,40m
7. Fachaleta de ladrillo artesanal de 0,28x0,14x0,03m
8. Mortero de cemento
9. Pared de bloque de 0,10x 0,20x 0,40 m
10. Mortero de cemento
11. Adhesivo para aislante
12. Poliestireno expandido EPS e=50mm
13. Revestimiento de cemento
14. Malla de refuerzo
15. Revestimiento de cemento
16. Enlucido de yeso

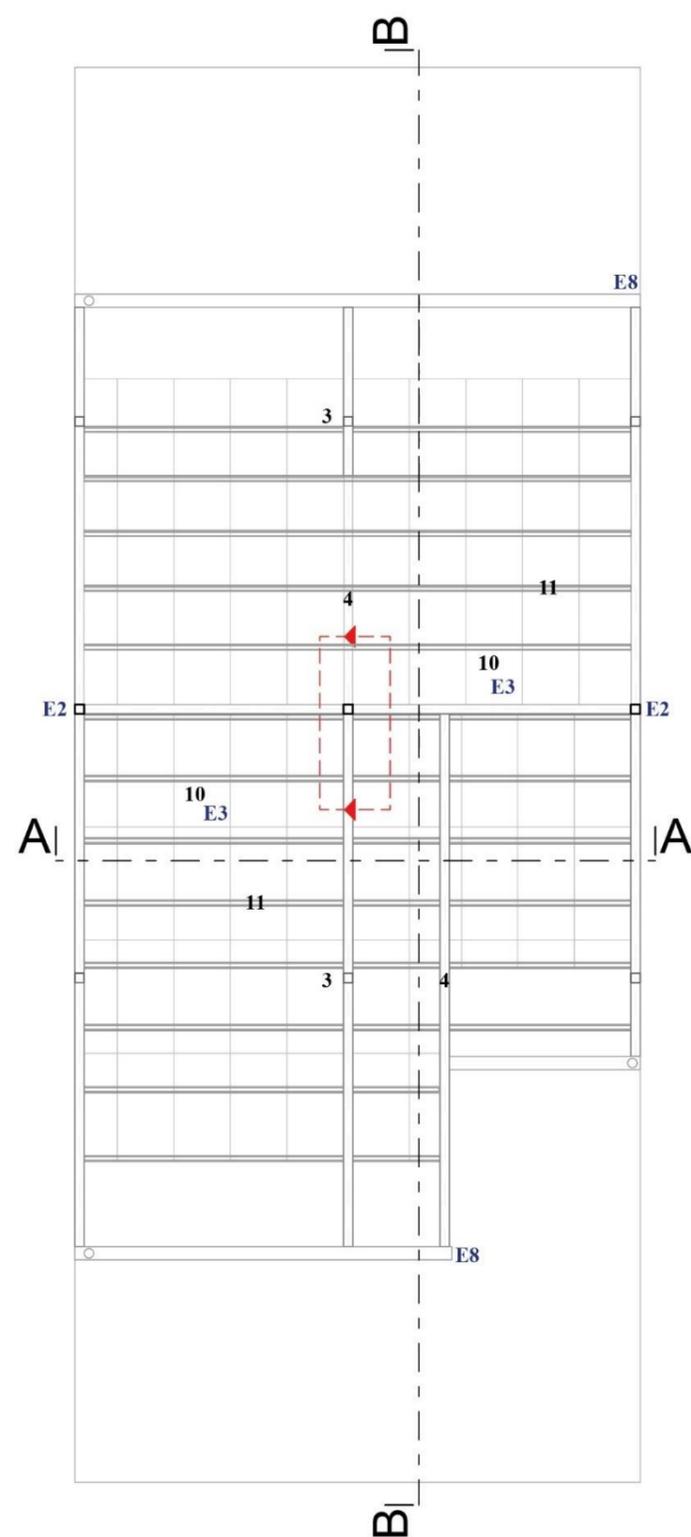
## 6.2. Plantas de cubierta



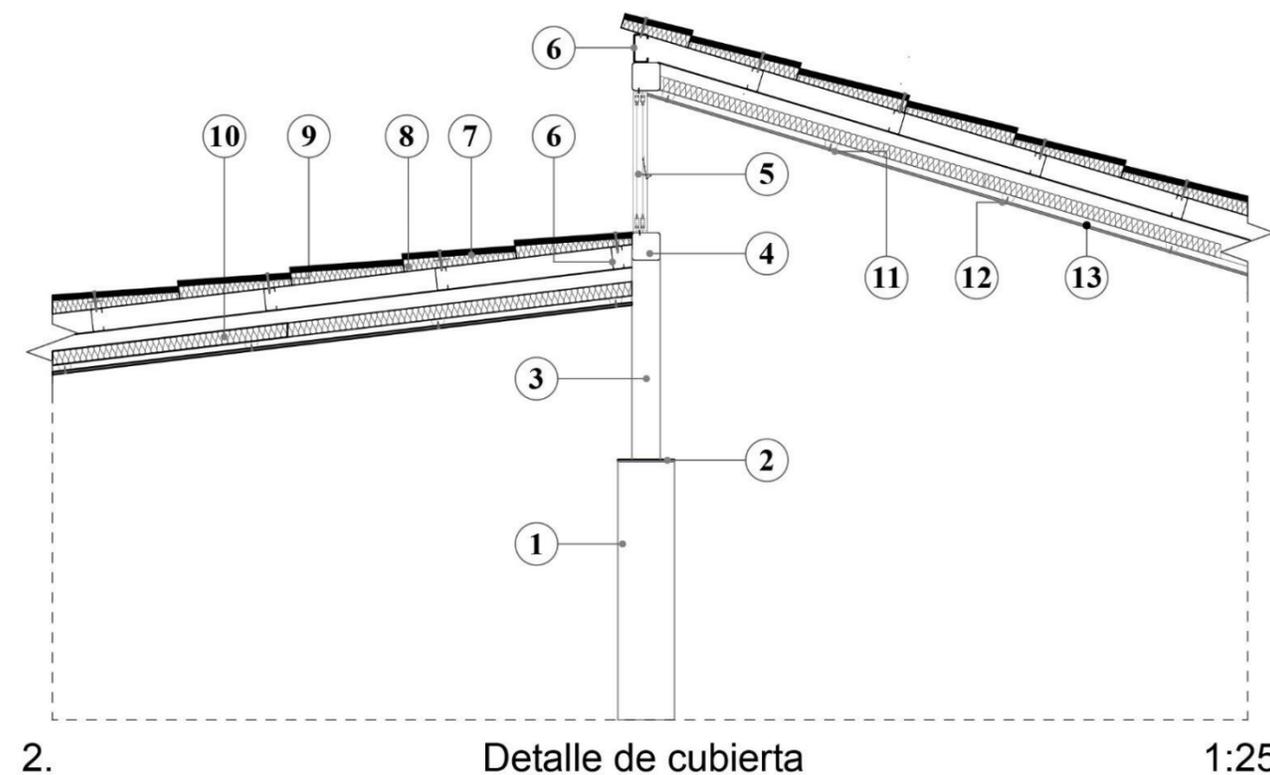
## Estrategias bioclimáticas

E1	Material de cubierta
E2	Claraboya
E3	Aislamiento térmico
E4	Sellar ventanas
E5	Doble vidrio
E6	Materialidad
E7	Cerramiento verde
E8	Aleros
E9	Lamas
E10	Ventanas abatibles

1. Columna H°S°f<sub>c</sub>= 210kg/cm<sup>2</sup> 0,20x 0,20 m
  2. Placa de apoyo de acero 0,20x0,20m e=4mm
  3. Apoyo metálico 100x100mmx2mm
  4. Tubo metálico 100x100x2mm
  5. Ventana corrediza de aluminio
  6. Correa metálica tipo G de 100x50x2mm
- Kubiteja:
7. Teja metálica e=40mm
  8. Poliuretano e=25mm (aislante térmico y acústico)
  9. Perno metal autoperforante 3 1/2"
  10. Lana de roca 1,20x 0,60x 0,05m
  11. Perfil Omega de aluminio 30x20x64mm e=0,40mm
  12. Perno de metal autoperforante
  13. Paneles de gypsum 2,44x 1,22x 0,0127m



5. Estructura de gypsum 1:75



2. Detalle de cubierta 1:25

Estrategias bioclimáticas	
E1	Material de cubierta
E2	Claraboya
E3	Aislamiento térmico
E4	Sellar ventanas
E5	Doble vidrio
E6	Materialidad
E7	Cerramiento verde
E8	Aleros
E9	Lamas
E10	Ventanas abatibles

1. Columna H°S°f'c= 210kg/cm<sup>2</sup> 0,20x 0,20 m
  2. Placa de apoyo de acero 0,20x0,20m e=4mm
  3. Apoyo metálico 100x100mmx2mm
  4. Tubo metálico 100x100x2mm
  5. Ventana corrediza de aluminio
  6. Correa metálica tipo G de 100x50x2mm
- Kubiteja:
7. Teja metálica e=40mm
  8. Poliuretano e=25mm (aislante térmico y acústico)
  9. Perno metal autoperforante 3 1/2"
  10. Lana de roca 1,20x 0,60x 0,05m
  11. Perfil Omega de aluminio 30x20x64mm e=0,40mm
  12. Perno de metal autoperforante
  13. Paneles de gypsum 2,44x 1,22x 0,0127m

6.3. Elevaciones arquitectónicas

**Estrategias bioclimáticas**

- E1** Material de cubierta
- E2** Claraboya
- E3** Aislamiento térmico
- E4** Sellar ventanas
- E5** Doble vidrio
- E6** Materialidad
- E7** Cerramiento verde
- E8** Aleros
- E9** Lamas
- E10** Ventanas abatibles



6. Elevación Oeste 1:75



7. Elevación Este 1:75

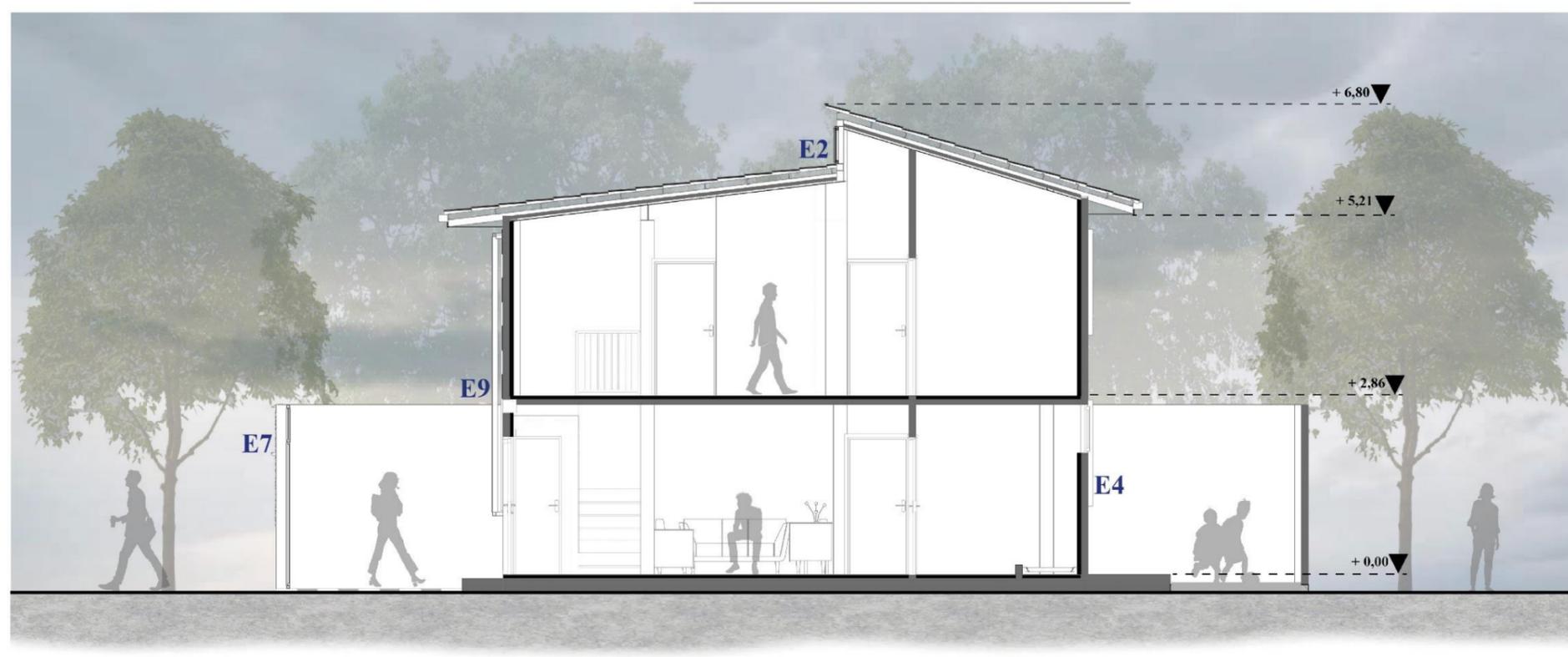
## 6.4. Secciones arquitectónicas

## Estrategias bioclimáticas

E1	Material de cubierta
E2	Claraboya
E3	Aislamiento térmico
E4	Sellar ventanas
E5	Doble vidrio
E6	Materialidad
E7	Cerramiento verde
E8	Aleros
E9	Lamas
E10	Ventanas abatibles



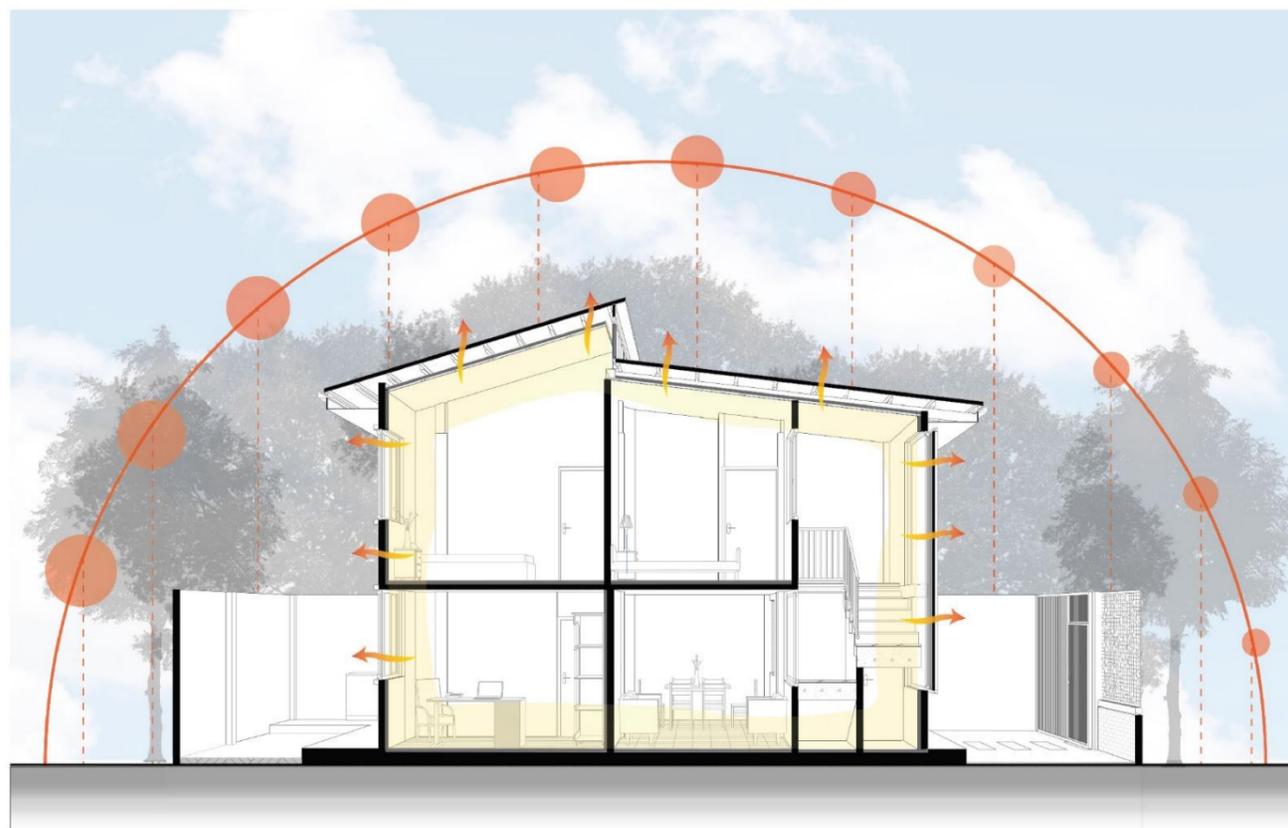
8. Sección A-A 1:75



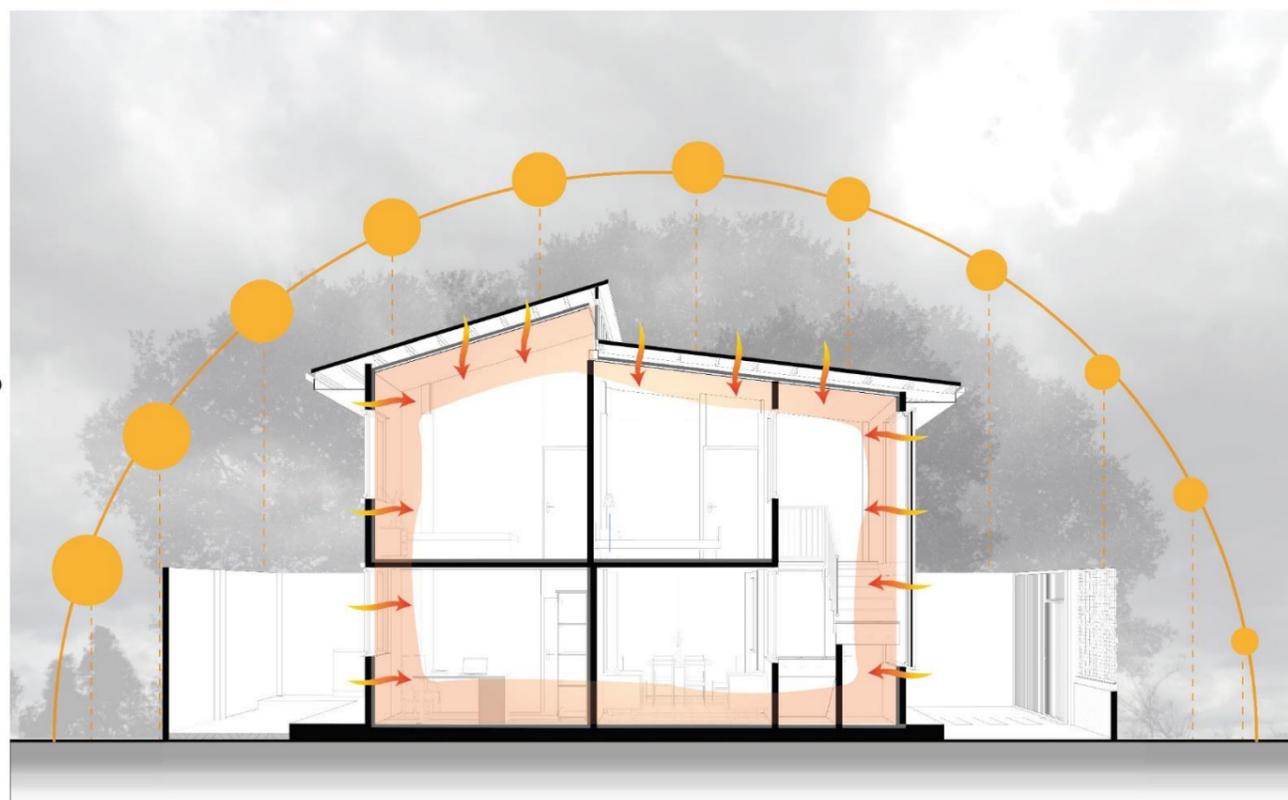
9. Sección B-B 1:75

### 6.5. Diagrama bioclimático del aislamiento térmico

Solsticio de Verano  
21 de Diciembre



Solsticio de Invierno  
21 de Junio



La función del aislamiento es reducir la transmisión de calor a través de la estructura sobre la que se instala. En la época de verano, impide el paso del calor exterior hacia el interior. En invierno disminuye significativamente la pérdida de calor.

#### Tipo de aislamiento en la envolvente

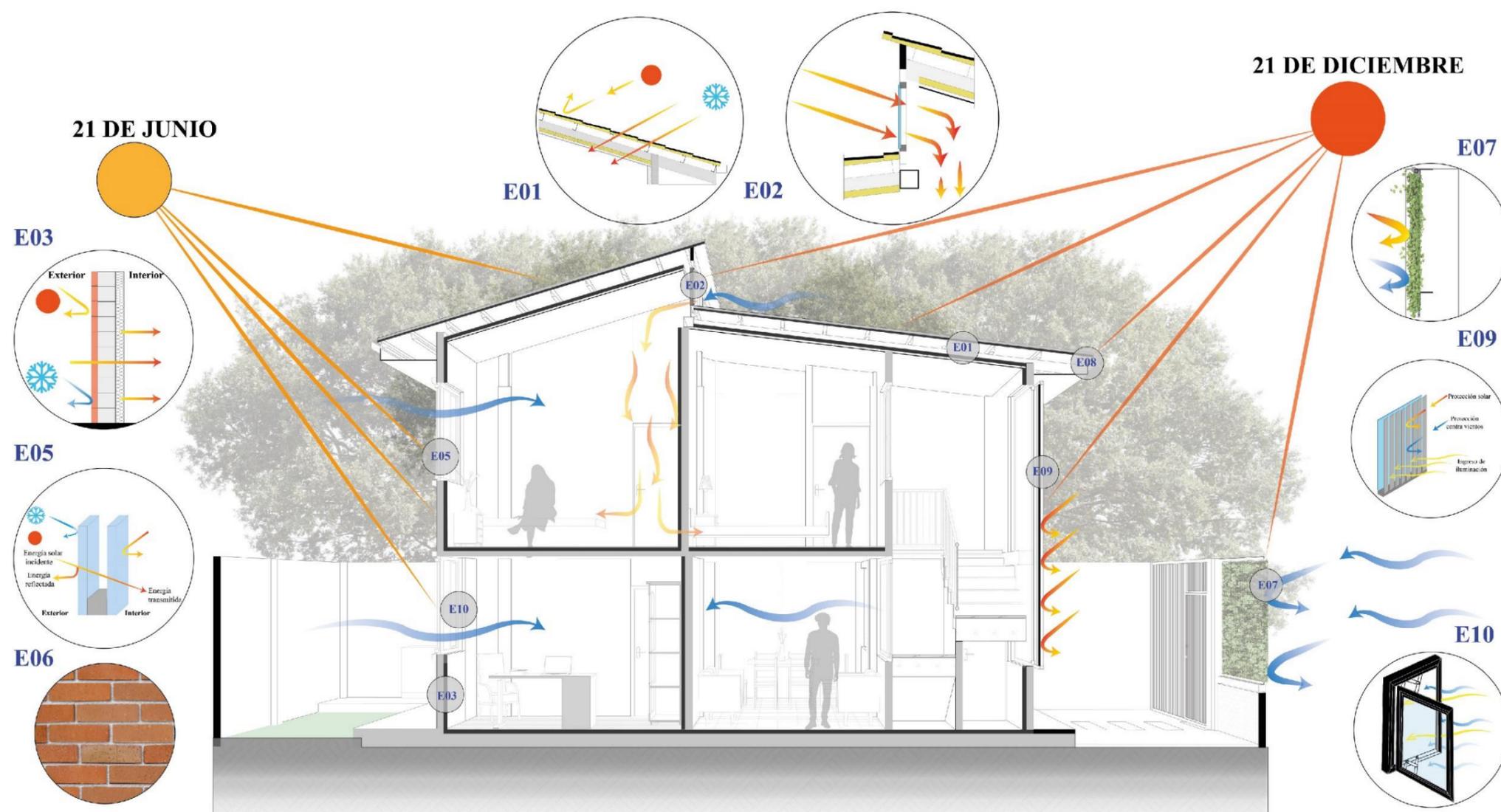
De acuerdo a los resultados obtenidos en las pruebas realizadas en el software Ecotec 2011, en la envolvente de la vivienda se colocó dos tipos de aislamientos, el primero es la lana de roca, de tipo fibroso compuesto por partículas pequeñas o de baja calidad, colocado como relleno en las aberturas de las vigas de la cubierta, tiene forma de panel de 120x60x5 cm. El segundo es el poliestireno expandido EPS, de tipo celular conformado por celdas cerradas, tiene forma de tablero rígido de 100x50x5 cm.

**Muros y pisos:** Poliestireno expandido EPS

**Techo:** Kubiteja (Poliuretano) y Lana de roca.



## 6.6. Diagrama bioclimático del aislamiento térmico



### E01. Material de la cubierta

El cambio del material en la cubierta acompañado del aislamiento térmico, evita el sobrecalentamiento de la cubierta en verano y minimiza las pérdidas de calor en invierno.

### E02. Claraboya

Este elemento permite el ingreso de luz natural y ventilación hacia el interior de la vivienda. También en las épocas de verano capta la energía solar, por su orientación hacia el este, haciendo que este calor se propague hacia el interior junto con el aislamiento de la envolvente climatiza los espacios de la vivienda.

### E03. Aislamiento térmico

En la época de verano impiden el paso del calor exterior hacia el interior. En invierno disminuye significativamente la pérdida de calor.

### E05. Doble acristamiento

Este elemento dificulta los intercambios térmicos entre los ambientes que delimita, aislando del frío y del calor. Entre los dos cristales hay una cámara, este aire atrapado no puede circular, por lo que es un mal

conductor, reduciendo de esta forma la pérdida de calor en verano y evitando la pérdida en invierno, causando que las habitaciones de la vivienda se mantengan climatizadas.

### E06. Materialidad en la fachada.

La fachada de ladrillo implementado en las fachadas principales, permite aumentar la absorción de calor en las paredes.

### E07. Cerramiento verde

Este elemento evita el paso directo de los rayos solares, de los fuertes vientos, de la contaminación y el ruido exterior.

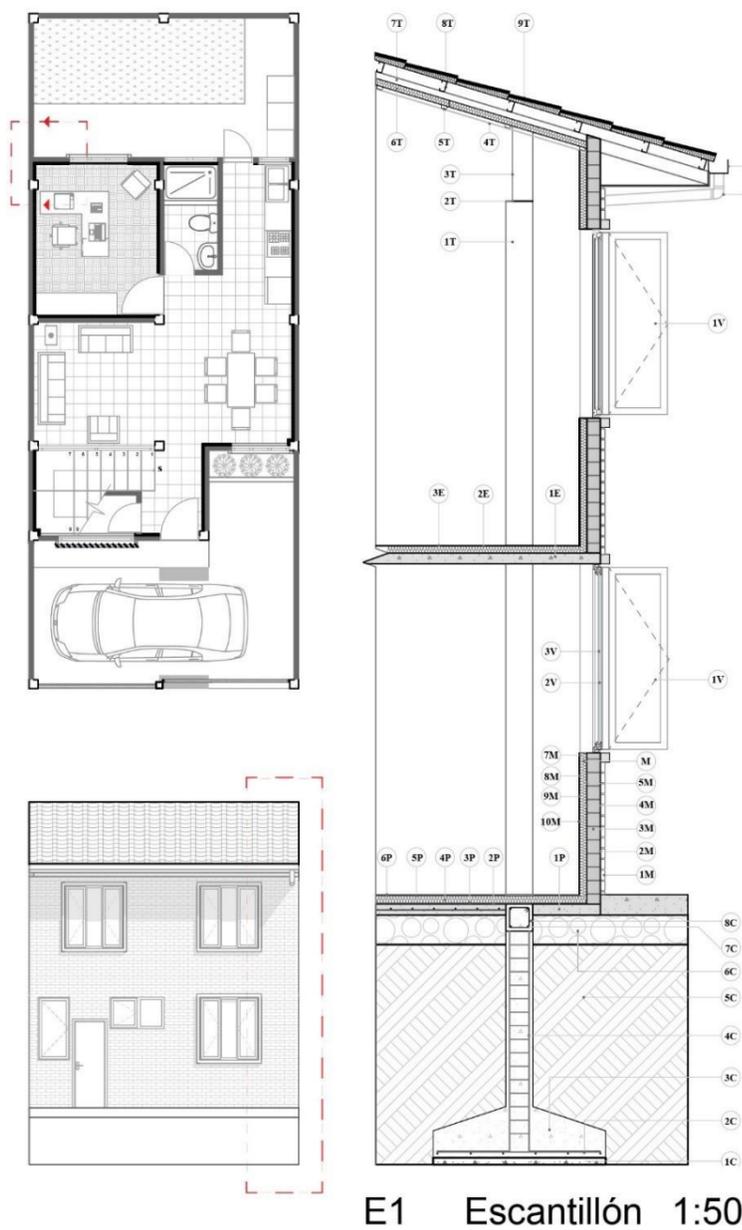
### E09. Lamas

La principal función de este elemento es ser una barrera frente a la radiación solar, para evitar sobrecalentar el ventanal, controla la ventilación y permite el ingreso de la luz natural hacia el interior

### E10. Ventanas abatibles

Las ventanas abatibles por apertura directa, permite el ingreso directo de la ventilación e iluminación natural.

## 6.7. Secciones constructivas

**Cimentación**

- 1C. Replanteo H°S°fc= 180kg/cm<sup>2</sup>
- 2C. Parrilla 5 O 10mm @20cm
- 3C. Plinto H°S°fc= 210kg/cm<sup>2</sup> 0,80x 0,80x 0,20 m
- 4C. 4 Varillas de Ø 12mm
- 5C. Terreno natural
- 6C. Mampostería de piedra 0,20x 0,20 m
- 7C. Estribos Ø 8mm @ 0,15m
- 8C. Cadena H°S°fc= 210kg/cm<sup>2</sup> 0,20x 0,20 m

**Piso**

- 1P. Losa H°S°fc= 180kg/cm<sup>2</sup>
- 2P. Mortero de cemento
- 3P. Adhesivo para aislamiento
- 4P. Poliestireno expandido EPS e=50mm
- 5P. Revestimiento de cemento
- 6P. Porcelanato de 0,40x 0,40m

**Paredes**

- 1M. Fachalita de ladrillo artesanal de 0,28x0,14x0,03m
- 2M. Mortero de cemento
- 3M. Pared de bloque de 0,10x0,20x0,40 m
- 4M. Mortero de cemento
- 5M. Adhesivo para aislante
- 6M. Poliestireno expandido EPS e=50mm
- 7M. Revestimiento de cemento
- 8M. Malla de refuerzo
- 9M. Revestimiento de cemento
- 10M. Enlucido de yeso

**Ventanas**

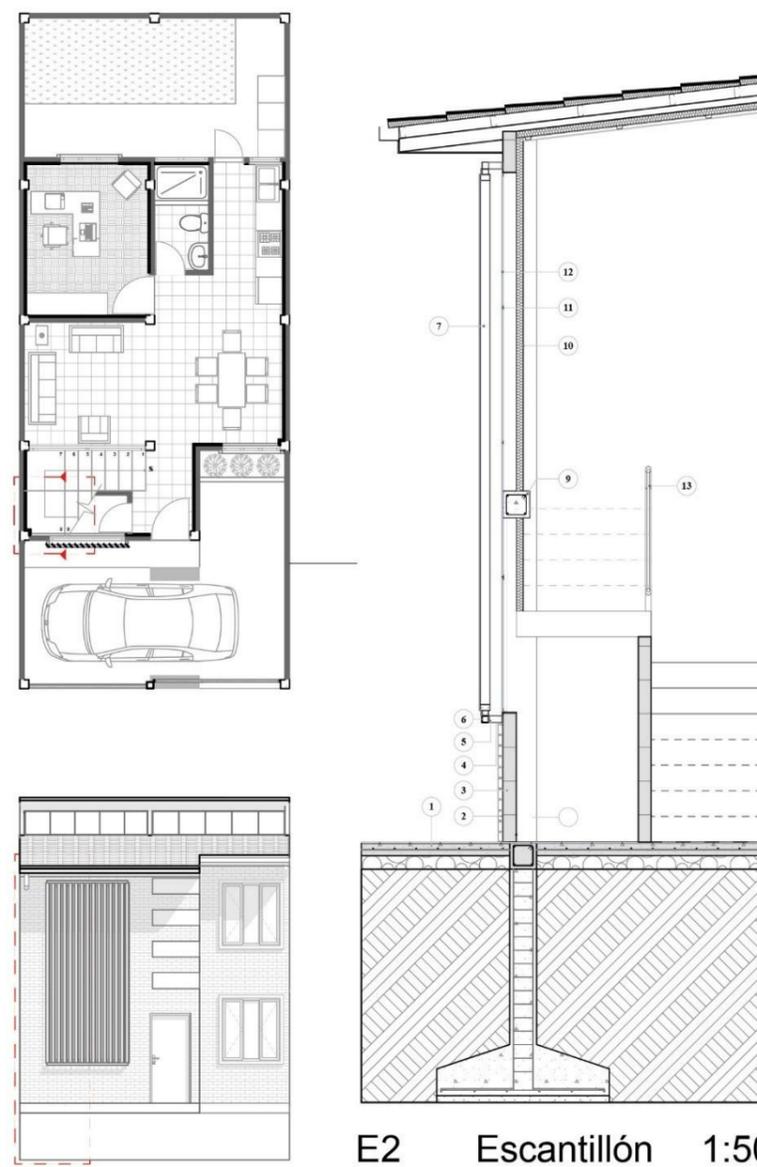
- 1V. Ventana abatible de aluminio
- 2V. Doble vidrio transparente de 4mm
- 3V. Cámara de aire e=3mm

**Entre piso**

- 1E. Losa H°S°fc= 210kg/cm<sup>2</sup> h=0,08m
- 2E. Poliestireno expandido EPS e=50mm
- 3E. Piso flotante de madera

**Cubierta**

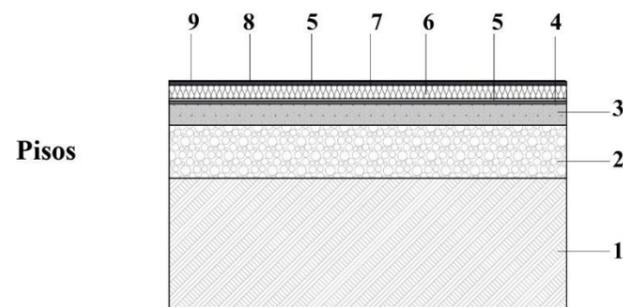
- 1T. Columna H°S°fc= 210kg/cm<sup>2</sup> 0,20x 0,20 m
- 2T. Apoyo metálico 100x100mmx2mm
- 3T. Placa de apoyo de acero 0,20x0,20m e=4mm
- 4T. Paneles de gypsum 2,44x1,22x0,0127m
- 5T. Perfil Omega 30x20x64mm e=0,40mm
- 6T. Lana de roca 1,20x 0,60x 0,05m
- 7T. Tubo metálico 100x100x2 mm
- 8T. Correa metálica tipo G de 100 x 50x 2mm
- 9T. Kubiteja (Teja metálica y poliuretano)
- 10T. Canal de zinc 10x 10mm
- 11T. Tubería de PVC



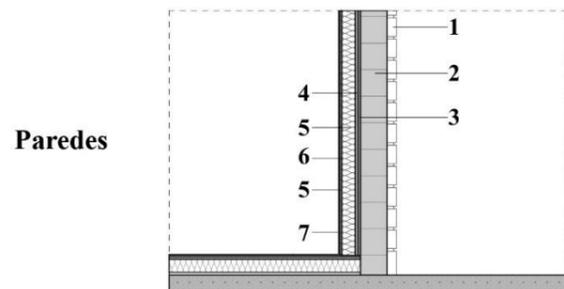
- 1. Losa H°S°fc= 180kg/cm<sup>2</sup>
- 2. Fachalita de ladrillo artesanal de 0,28x0,14x0,03m
- 3. Pared de bloque de hormigón de 0,40x0,20x0,10m
- 4. Placa de apoyo metálica de acero de 200x200x2mm
- 5. Tubo estructural cuadrado de acero de 50mm e=2mm
- 6. Tubo metálico de 50mm e=1,5mm
- 7. Lamas verticales: tubo de aluminio 80x40x1,5mm
- 8. Columna H°S°fc= 210kg/cm<sup>2</sup> 0,20x 0,20 m
- 9. Cadena H°S°fc= 210kg/cm<sup>2</sup>
- 10. Poliestireno expandido EPS e=50mm
- 11. Estructura de ventanal
- 12. Vidrio simple e=4mm
- 13. Pasamanos metálico



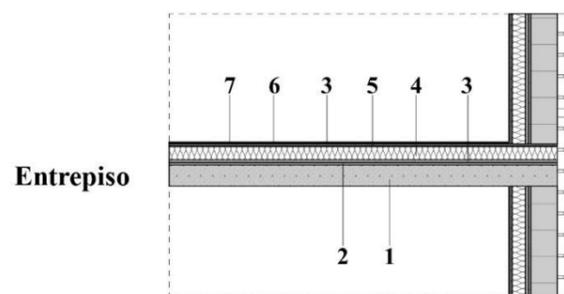
6.8. Aislamiento térmico



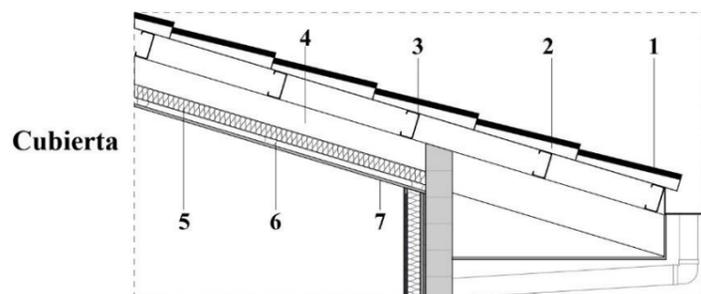
1. Terreno natural
2. Grava
3. Losa de hormigón e= 8cm
4. Mortero de cemento
5. Basecoat Hidrógufo W1
6. Poliestireno Expandido EPS
7. Malla de refuerzo
8. Bondex (mortero adhesivo)
9. Porcelanato (30x30cm)



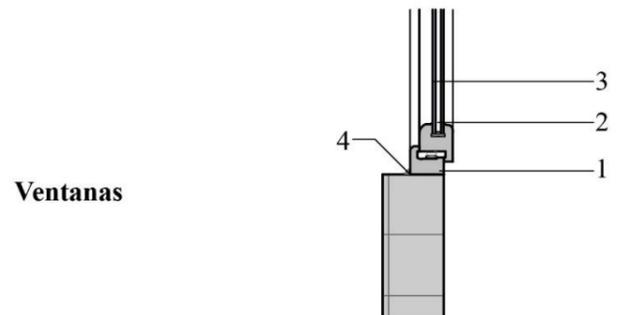
1. Fachaleta de ladrillo
2. Bloque de hormigón
3. Mortero de cemento
4. Basecoat Hidrógufo W1
5. Poliestireno Expandido EPS
6. Malla de refuerzo
7. Enlucido de yeso



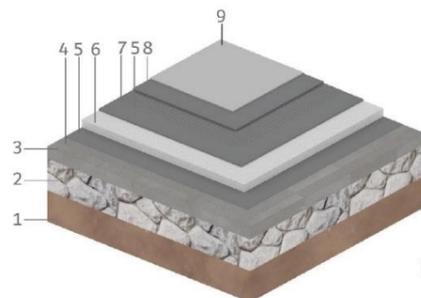
1. Losa de hormigón e= 8cm
3. Mortero de cemento
3. Basecoat Hidrógufo W1
4. Poliestireno Expandido EPS
5. Malla de refuerzo
6. Mortero de cola
7. Piso flotante



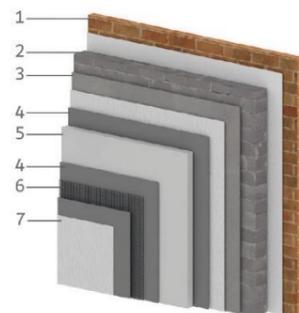
1. Teja metálica
2. Poliuretano
3. Correa metálica tipo G
4. Correa metálica
5. Lana de roc
6. Estructura de aluminio
7. Planchas de gypsum



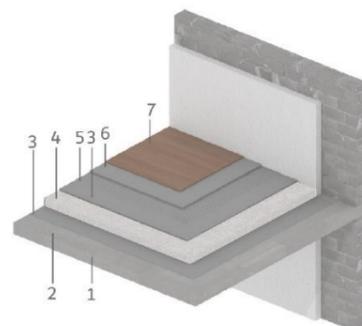
1. Marco de aluminio
2. Cámara de aire
3. Doble vidrio de 3mm
4. Sellante para juntas



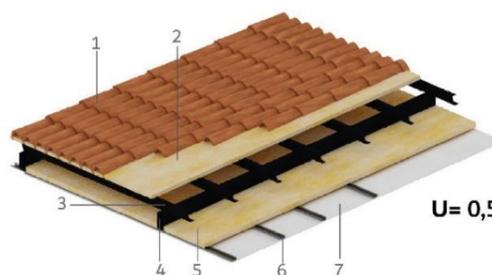
$U = 0,63 \text{ W/mk}^2$



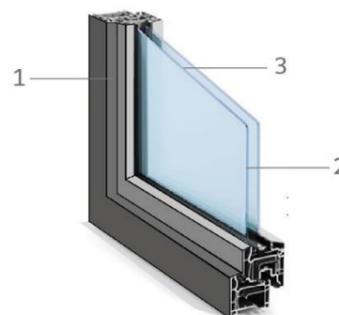
$U = 0,43 \text{ W/mk}^2$



$U = 0,37 \text{ W/mk}^2$



$U = 0,54 \text{ W/mk}^2$



**Piso, entrepisos y muros**

Para colocar el material aislante en los pisos o muros. Primero se debe retirar el recubrimiento actual del elemento, ya sea cerámica, parquet o revestimiento en el caso de las paredes. Luego se procede a colocar una capa de adhesivo propio para el material aislante, en este caso se aplicara, Enlumax Muro seco Basecoat Hidrofugo W1 (espesor=1cm), en una de las caras de la plancha de poliestireno expandido EPS; como recomendación para el aspecto constructivo, es el uso de la llana adentada, esta herramienta forma dientes en la mezcla lo que permite asegurar correctamente el material a cualquier elemento. Después de haber colocado la plancha en la superficie deseada, se aplica otra capa de adhesivo en la cara libre, para pegar la malla de refuerzo. Finalmente se da el acabado con otra capa fina de Basecoat. En el piso de la planta baja se coloca una capa de bondex, para adherir el porcelanato color blanco (30x30cm). Y en el piso de la segunda planta se coloca piso de madera, ya sea parquet o piso flotante. En las paredes interiores el acabado final es empastado para aplicar el color de pintura deseado.

**Ventanas**

La materialidad de las ventanas es de aluminio en color negro, acompañado de doble vidrio transparente de 3mm de espesor. Es importante considerar sellar (Sika Sello puertas y ventanas) las juntas para evitar las pérdidas de calor a través de la cámara de aire.

**Cubierta**

Para esta nueva propuesta se plantea del rediseño de la cubierta, para lo cual en las columnas de la segunda planta se colocan parantes metálicos de 100x100mm, sobre un placa metálica (200x200mm), anclada a las varillas de las columnas de hormigón. Sobre los tubos metálicos (parantes), se apoyan las vigas metálicas de 100x100mm y encima de estos elementos, se colocan las correas tipo G de 80x40mm. Finalmente se instala la kubiteja con pernos autoperforantes de 31/2" y entre las aberturas de las vigas se coloca lana de roca tipo panel de 120x60x5cm, sostenida por un estructura de aluminio con perfiles tipo omega de 30x20x64mm y cubierta con un cielo raso de planchas de gypsum 244x122x1,27cm. Es importante recalcar que la pendiente de la cubierta oeste es del 12% y de la cubierta este del 30%, por lo tanto las alturas de las paredes interiores aumentan.

### 6.9. Imágenes exteriores 3D



Relación de la vivienda con el contexto exterior



Vista exterior de la vivienda



Fachada posterior- este de la vivienda



Fachada frontal – este de la vivienda, sin cerramiento exterior

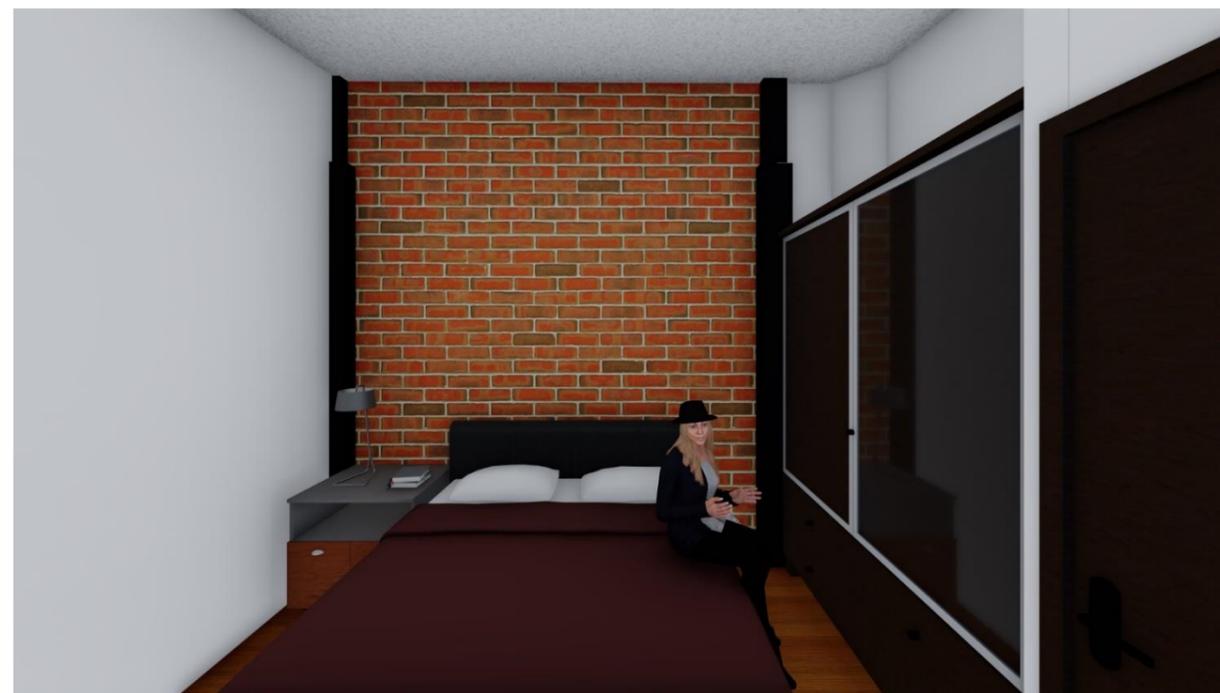
## 6.10. Imágenes interiores 3D



Espacio social: sala



Comedor y cocina



Dormitorio 1

### 6.11. Presupuesto

El presupuesto del proyecto permite conocer el costo aproximado de las modificaciones aplicadas en la vivienda. En este caso se realizó un listado completo y específico sobre cada uno de los rubros a ejecutar.

Las viviendas del proyecto “Ciudad Victoria” inicialmente son entregadas en obra gris, sin cerramiento exterior y en algunos casos sin muros de contención. El propietario de la vivienda tomada como caso de estudio, menciona los siguientes costos aproximados de la vivienda:

**Tabla 94**

*Costo total de la vivienda actual*

<b>Costos de la vivienda (caso de estudio)</b>	
Costo inicial de la vivienda (obra gris)	22500,00
Acabados sencillos+ muros de contención	5000,00
<b>TOTAL</b>	<b>27500,00</b>

**Tabla 95**

*Prepuestro*

<b>PRESUPUESTO DE OBRA</b>					
<b>PROYECTO</b>			Vivienda Ciudad Victoria		
<b>UBICACIÓN</b>			Loja-Ecuador		
<b>DIRECCIÓN</b>			Via Lateral de Paso Angel Felicisimo Rojas		
<b>AREA DE CONSTRUCCIÓN</b>			92,56 m <sup>2</sup>		
<b>NRO.</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>PRECIO UNIT.</b>	<b>COSTO TOTAL</b>
<b>MAMPOSTERIA</b>					
1	Mampostería de bloque e=10cm	m <sup>2</sup>	11,13	0,60	6,70
<b>ACABADOS</b>					
2	Ladrillo artesanal e=3cm	m <sup>2</sup>	73,40	5,10	374,02
3	Enlucido interior de yeso e=6mm	m <sup>2</sup>	120,00	2,35	282,00
<b>PISOS</b>					
4	Cerámica de 0,30x0,30m	m <sup>2</sup>	28,23	16,43	463,79
5	Piso flotante de madera	m <sup>2</sup>	33,79	21,20	716,35

<b>CUBIERTA</b>					
6	Desalojo de cubierta existente	m <sup>2</sup>	46,19	5,09	235,31
7	Tubo metálico 100x2mm	kg	259,14	3,85	998,98
8	Correa metálica G 80x50x2mm	kg	231,00	3,85	890,50
9	Kubiteja (Teja metálica y poliuretano)	m <sup>2</sup>	57,53	10,36	596,01
10	Canal de tool	m	12,00	7,64	91,74
11	Bajante de aguas lluvias	m	3,30	6,53	21,54
<b>CIELO RASO</b>					
12	Cielo raso de paneles de gypsum 2,44x 1,22x 0,0127 m	m <sup>2</sup>	44,3	7,75	343,39
<b> AISLAMIENTO TÉRMICO</b>					
13	Poliestireno expandido EPS	m <sup>2</sup>	120	8,47	1016,70
14	Lana de roca (panel) 1,20x0,60x0,05m 32kg/m <sup>2</sup>	u	60	6,36	381,86
<b>LAMAS VERTICALES</b>					
15	Lamas verticales de aluminio	m <sup>2</sup>	7,2	47,35	340,92
<b>CERRAMIENTO</b>					
16	Cerramiento metálico exterior	kg	53,4	5,21	278,35
17	Cerramiento vegetal	m	2,62	103,54	103,54
<b>CARPINTERIA DE ALUMINIO</b>					
18	Ventana abatible de aluminio doble vidrio 3mm	m <sup>2</sup>	7,28	76,17	554,52
<b>TOTAL</b>					<b>7696,21</b>

El presupuesto total de las modificaciones realizadas a la vivienda es siete mil seiscientos noventa y seis dólares con veintiún centavos. Cabe recalcar que en este presupuesto se incluye la mano de obra y herramientas requeridas para la construcción.

## 7. CONCLUSIONES

Las conclusiones presentadas a continuación, surgen de la ejecución del proyecto de investigación titulado **“Estrategias bioclimáticas aplicadas en el programa de viviendas de interés social “Ciudad Victoria” de la ciudad de Loja, a través de un caso de estudio”**, para lo cual se realizó cálculos y evaluaciones de confort térmico tanto en el estado actual como en la propuesta, determinando de esta manera, si las estrategias aplicadas son factibles para la zona climática, donde se encuentra el caso de estudio; por lo tanto, se concluye:

- De acuerdo a la base teórica de la investigación, se determinó que, para conseguir una vivienda confortable, es necesario incluir en el proceso de diseño el análisis del lugar físico y climatológico, también es importante conocer la zona, tipo o piso climático donde se vaya a emplazar la edificación, para determinar el tipo de estrategias que se van aplicar, así como, las formas de vida y actividades de los usuarios.
- A través del análisis de referentes arquitectónicos se determinó la eficiencia que tienen la aplicación de las estrategias bioclimáticas pasivas para mejorar el confort térmico interior; de las cuales se aplicó el control de la radiación solar a través de quiebra soles, aleros y vegetación, así como también la implementación de materiales aislantes térmicos en la envolvente de la vivienda, la particularidad de estas estrategias es que omiten el uso de aparatos electrónicos para enfriar o calentar a la vivienda, evitando el aumento del consumo energético.
- En la evaluación y análisis del diagnóstico realizado en el caso de estudio se identificó por medio de la simulación, se identificó los siguientes valores, en verano la falta de confort representa 38,46%, mientras que, en la época de invierno representa el 84,94%, siendo esta la más afectada por la ausencia de esta condición, demostrando de esta manera la problemática inicialmente planteada. La materialidad de la envolvente actual, carece de propiedades térmicas, no captan o aíslan el calor o el frío del exterior o de ambientes adyacentes.

- El planteamiento de las estrategias bioclimáticas pasivas de calentamiento (captación solar) y enfriamiento pasivo (protección solar y enfriamiento) se lo realizó en base a los resultados obtenidos de la evaluación de la vivienda, para generar confort térmico en la época de invierno como, para mejorar esta condición en verano. Cabe recalcar que este proceso es determinante en los resultados obtenidos en la evaluación de la vivienda, por lo que, se puede conseguir los resultados deseados, así como también, se puede afectar el ambiente térmico de la vivienda.
- La aplicación de materiales aislantes en el interior de la envolvente de la vivienda, fue una de las principales estrategias para alcanzar los niveles óptimos de confort térmico interior. Comprobando que es necesario proteger a la envolvente de la edificación, con materiales aislantes tanto en paredes, pisos (poliestireno expandido), cubierta (kubiteja y lana de roca) y ventanas (doble vidrio), para evitar la pérdida de calor y el ingreso del frío exterior hacia el interior de la vivienda.
- Después de varias pruebas realizadas con diferentes estrategias pasivas y materiales, se determina que los valores U (coeficiente de transferencia de calor) para techos (2,9), paredes (2,35), pisos (3,20) plateados en la NEC-EE-HS no son suficientes para alcanzar los niveles de confort térmico interior óptimos para la zona climática en la que se encuentra el cantón Loja.

## 8. RECOMENDACIONES

Para los proyectistas y estudiantes:

- Antes de proyectar líneas para el diseño de cualquier tipo de edificación, es importante realizar un análisis profundo del contexto, tanto físico (microclima) como climatológico (clima, soleamiento, vientos predominantes) ya que estas características determinan la forma, materialidad, zonificación de espacios, tipo de cubierta (pendientes y aleros), tipo y medidas de ventanas de la edificación.

Para los proyectos de vivienda de interés social:

- No estandarizar una sola tipología de vivienda y replicarla en gran cantidad porque no es funcional y no responde las características del contexto, pero sobre todo no brinda las condiciones adecuadas para cumplir con las premisas planteadas por la Constitución Ecuatoriana y la ONU, donde se menciona el derecho que tienen las personas por una vivienda adecuada y digna, sin importar la situación económica.
- El trazado urbano se lo debe realizar, en base, al análisis previo de las características climatológicas y físicas del lugar, de esto depende la eficiencia y funcionalidad de las viviendas, así como también los niveles de confort térmico interior.
- Considerar la materialidad de la vivienda como un elemento clave en el diseño y construcción, especialmente si es propia del lugar y a la vez responda de manera efectiva al tipo o zona climática del lugar.

Para la normativa:

- Se recomienda realizar el análisis del confort térmico, mediante softwares específicos en el tema, ya que los valores U analizados de acuerdo a la NEC-HS-EE, no permitieron alcanzar niveles óptimos de confort y de esta manera corroborar si es pertinente o no cambiar estos valores.

## 9. BIBLIOGRAFÍA

### Libros

- Ambriz, Juan. (2005). *Determinación Experimental de las condiciones de confort térmico en edificaciones*, UAM, México.
- Asiain M. (2003). Estrategias bioclimáticas en la arquitectura. *Arquitectura Medioambiente*.
- Bustamante, W., Rozas, Y. (2009). *Guía de diseño para la eficiencia energética en la vivienda social*. MINVU Universidad Católica de Chile.
- Barrera, O. (2005). *Introducción a una Arquitectura Bioclimática para los Andes Ecuatoriales*. Universidad Politécnica de Cataluña.
- De Herde, A. y González, J.A. (1997). *Arquitectura y Clima*, Vigo, Colegio de Arquitectos de Galicia.
- Fuentes, V., García J. (1985). *Arquitectura bioclimática y energía solar*. Universidad Autónoma Metropolitana.
- Garzón, B. (2007). *Arquitectura Bioclimática*. Ediciones Voros S.A.
- Givoni, B. (1989). *Urban design in different climates*. U.S.A., World Meteorological Organization.
- Gonzales, E y Bravo, G. (2003). *Confort térmico en el trópico húmedo: experiencias de campo en viviendas naturalmente ventiladas, en ambiente construido*. Facultad de Arquitectura y Diseño de la Universidad de Zulia, Maracaibo, Venezuela.
- InnovaChile. (2012). *Manual de diseño pasivo y eficiencia energética en edificios públicos*. CITECUBB.
- Jonge, T., Van de Voordt, D., (2002). *Ways to study and research urban, architectural and technical desing*. Delftse University Press, The Netherlands
- Olgay, V. (1998). *Arquitectura y clima*. Editorial Gustavo Gili.

- Ospina, F., & Bermúdez, R. (2008). *Vivienda Social una mirada desde el hábitat y la arquitectura*. Secretaria de Hábitat, Bogotá, Colombia.
- Patzelt, E., (1996). *Flora del Ecuador, Segunda Edición*. Banco Central del Ecuador.
- Rodríguez, M. (2001). *Introducción a la Arquitectura Bioclimática*. Editorial Limusa.
- Saldarriaga, A., Carrascal, R., (2006). *Vivienda Social en Colombia*. Fundación Corona.
- Serra, R. (199). *Arquitectura y Clima*. Editorial Gustavo Gili.
- Roux, R. Espuna, J., García, V. (2010). *Manual normativo para el desarrollo de vivienda sustentable de interés social en México*. Plaza y Valdez Editores.

## Artículos

- Catalán Valdés (1993). *Las nuevas Políticas de Vivienda, Fondo de Cultura Económica*, México.
- Cortes, S., (2010). *Condiciones de aplicación de las estrategias bioclimáticas*. Cuaderno de Investigación Urbanística n° 69 CIUR. Recuperado de: <http://polired.upm.es/index.php/ciur/article/view/344/344>
- Espinoza A., Gómez G. (2010). *Hacia una concepción socio-física de la habitabilidad: espacialidad, sustentabilidad y sociedad*. Palapa, (10). 59-69.
- Gallegos, I. Aguillo, J. Arista, G. (2015). *Habitabilidad en la Vivienda de Interés Social en San Luis Potosí. Confort y Aislamiento Térmico*. México: Eje temático VII. Necesidades habitacionales y políticas de vivienda en México y América Latina
- Gilbert, A. (2001). *La vivienda en América Latina*. Banco Interamericano de Desarrollo
- G. San Juan, C. Díscoli, G. Viegas, C. Ferreyro, L. Rodríguez, L. Dicroce, J. Esparza y V. Barros. (2014). *Proyecto de viviendas bioclimáticas de interés social*. Tapalqué,

provincia de Buenos aires, Argentina. Energías Renovables y Medio Ambiente, Vol. 34, pp. 1 – 12. <http://sedici.unlp.edu.ar/handle/10915/67332>

Pérez, A. (2016). *El diseño de la vivienda de interés social. La satisfacción de las necesidades y expectativas del usuario*. Universidad Católica de Colombia, Vol. 18, pp. 67-75. <https://doi.org/doi: 10.14718/RevArq.2016.18.1.7>

Rodas, A., (19 de Julio del 2013). *La habitabilidad en la vivienda social en Ecuador a partir de la visión de la complejidad: elaboración de un sistema de análisis*. X Seminario Investigación Urbana y Regional

Roux, R., García, V. (2014). *Confort térmico versus consumo energético en viviendas de interés social en clima cálido húmedo*. Revista Legado de Arquitectura y Diseño, (16). 123-140.

Sampedro, M. (2016). *Puentes térmicos: aspecto clave en la mejora de la eficiencia energética*. Temas del mes. 34-38.

Sepúlveda, O., (1986). El espacio en la vivienda social y calidad de vida. *Revista INVI, Vol. 1 No. 2* <http://dx.doi.org/10.4067/invi.v1i2.78>

## **Tesis**

Simancas, Katia. (2003). *Reacondicionamiento bioclimático de viviendas de segunda residencia en clima mediterráneo (tesis doctoral)*. Universidad Técnica de Cataluña. Barcelona, España.

Rodríguez, P. (2018). *Comportamiento y variación del confort térmico de la vivienda de interés social en clima cálido húmedo, a partir del proceso de transformación y adecuación de la morfología y envolvente de la edificación*. Bogotá: Universidad Católica de Colombia, Facultad de diseño

Nieto, M., (1999). *Metodología de evaluación de proyectos de viviendas sociales*. Instituto Latinoamericano y del Caribe de Planificación Económica y Social - ILPES

## **Normativa**

Acuerdo Ministerial 004-19 del 2019. Reglamento para la validación de tipologías y planes masa para proyectos de vivienda de interés social. (marzo del 2019). Recuperado de: <https://www.habitatyvivienda.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2019/03/Acuerdo-No-004-19-Reglamento-para-validacion-de-tipologias-planes-masa-proyectos-de-vivienda-interes-social-1.pdf>

Acuerdo Ministerial No. MDT-2020-220. Expedir la Norma que Regula la Modalidad Contractual Especial para los Sectores Productivos. Recuperado de: [https://www.habitatyvivienda.gob.ec/wpcontent/uploads/downloads/2013/11/acuerdo\\_ministerial\\_no.\\_220\\_-\\_27-NOV-2013.pdf](https://www.habitatyvivienda.gob.ec/wpcontent/uploads/downloads/2013/11/acuerdo_ministerial_no._220_-_27-NOV-2013.pdf)

ASHRAE American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers. Recuperado de: <https://www.ashrae.org/standards-research--technology/standards--guidelines>

Constitución Política de la República del Ecuador, Registro Oficial No.1, 11 de agosto de 1998.

Ministerio de desarrollo urbano y vivienda (MIDUVI). (2015). Programa nacional de vivienda social. Recuperado de: <https://www.habitatyvivienda.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2015/04/PROYECTO-PROGRAMA-NACIONAL-DE-VIVIENDA-SOCIAL-9nov-1.pdf>

Ministerio de Obras Públicas. (2011). Términos de Referencia Estandarizados (TDRe). Recuperado de: [http://construccionsustentable.uc.cl/images/Documentos/TDRe\\_MOP-DA.pdf](http://construccionsustentable.uc.cl/images/Documentos/TDRe_MOP-DA.pdf)

Norma Chilena 853 Off. 2007 (NCh 853-2007). Acondicionamiento térmico – Envolverte térmica de edificios – Calculo de resistencias y transmitancias térmicas. Chile.

Norma Ecuatoriana de la Construcción NEC. (febrero del 2018). Obtenido: de <http://www.normaconstruccion.ec/index.php/14-sample-dataarticles/78-socializacion-de-la-norma-ecuatoriana-de-la-construccion-nec-11-en-quito>

ONU Habitat. (2010). El derecho a una vivienda adecuada. (abril del 2010). [https://www.ohchr.org/Documents/Publications/FS21\\_rev\\_1\\_Housing\\_sp.pdf](https://www.ohchr.org/Documents/Publications/FS21_rev_1_Housing_sp.pdf)

### **Páginas Web**

Anónimo. (11 de mayo del 2017). *Construye solar 2017: Casa S3 – Solución social sustentable, proyecto ganador aspira a convertirse en la vivienda social más exportada de Chile*. Portal Innova. <https://portalinnova.cl/construye-solar-2017-casa-s3-solucion-social-sustentable-proyecto-ganador-aspira-a-convertirse-en-la-vivienda-social-mas-exportadadechile/#:~:text=Casa%20S3%20es%20una,menos%2012%20países%20de%20Centroamérica.>

Asociación Nacional de Fabricantes de Materiales Aislantes, (s.f.). *Conceptos Básicos del Aislamiento Térmico*. ANDIMAT. <https://www.andimat.es/sobre-aislamiento/conceptos-basicos-del-aislamiento/el-concepto-del-aislamiento-termico>

Equipo Editorial, (8 de mayo del 2017). *Casa S3, ganadora del Construye Solar 2017*. Plataforma Arquitectura. [https://www.plataformaarquitectura.cl/cl/870795/casa-s3-ganadora-del-construye-solar-2017?ad\\_medium=widget&ad\\_name=navigation-next](https://www.plataformaarquitectura.cl/cl/870795/casa-s3-ganadora-del-construye-solar-2017?ad_medium=widget&ad_name=navigation-next)

Nicolás Valencia. (1 de febrero del 2015). *Construye Solar: Casa Tempero, sistemas bioclimáticos pasivos en viviendas sociales*. Plataforma Arquitectura. <https://www.plataformaarquitectura.cl/cl/761370/construye-solar-casa-tempero-sistemas-bioclimaticos-pasivos-en-viviendas-sociales>

## 10. Anexos

### 10.1 Anexo A Encuesta



#### ENCUESTA DE PERCEPCIÓN Y SENSACIÓN DE CONFORT TERMICO

Proyecto de Investigación "Estrategias bioclimáticas aplicadas a las viviendas de interés social Ciudad Victoria de la ciudad de Loja".

**1. Su vivienda es de**

- 1 planta
- 2 plantas

**2. ¿Cuántas personas habitan en su vivienda?**

- 1-2
- 3-4
- 5-6

**3. Con respecto a la temperatura de su casa ¿Cuál cree usted que es la zona más fresca de la vivienda?**

- Sala
- Comedor
- Cocina
- Baño
- Patio
- Sala de Star
- Dormitorios

**4. Con respecto a la temperatura de su casa ¿Cuál cree usted que es la zona más calurosa de la vivienda?**

- Sala
- Comedor
- Cocina
- Baño
- Patio
- Sala de Star
- Dormitorios

**6. ¿Qué tipo de vestimenta usa en el interior de la vivienda?**

- Muy ligera
- Ligera
- Normal
- Abrigada
- Muy abrigada

**7. ¿Qué actividades usted realiza con más frecuencia en su vivienda?**

- Descanso
- Ejercicio
- Trabajo
- Estudio
- Cocina
- Limpieza
- Recreación (Ocio)

**8. Complete el siguiente cuadro considerando la época de verano:**

Ítem	1	2	3	4	5
Sensación térmica (día)	Mucho frio x	Frio x	Templado x	Calor x	Mucho calor x
Sensación térmica (noche)	Mucho frio x	Frio x	Templado x	Calor x	Mucho calor x

**8.1. En época de verano, usted percibe ventilación en el interior de su vivienda.**

Ventilación	Ninguna x	Escasa x	Ligera x	Poca x	
-------------	--------------	-------------	-------------	-----------	--

**9. Complete el siguiente cuadro considerando la época de invierno:**

Ítem	1	2	3	4	5
Sensación térmica (día)	Mucho frio x	Frio x	Templado x	Calor x	Mucho calor x

Sensación térmica (noche)	Mucho frio x	Frio x	Templado x	Calor x	Mucho calor x
---------------------------------	-----------------	-----------	---------------	------------	------------------

**9.1. En época de invierno, usted percibe ventilación en el interior de su vivienda.**

Ventilación	Ninguna x	Escasa x	Ligera x	Poca x	
-------------	--------------	-------------	-------------	-----------	--

**10. En base a las respuestas 9 y 10, ¿usted haría cambios para mejorar la sensación térmica de su vivienda?**

- Si
- No

**11. ¿En su vivienda se conservan los retiros originales?**

- Frontal
- Posterior
- Ambos

**12. En base a su respuesta en la pregunta anterior ¿Qué uso les da actualmente a esos retiros?**

- Jardín
- Garaje
- Patio
- Bodega

**13. ¿Su vivienda tiene cerramiento?**

- Si
- No

**14. Indique los materiales con los que está construida su vivienda:**

<b>Paredes</b>	
Ladrillo	
Bloque	

	<b>Pisos (planta baja)</b>	<b>Pisos (planta alta)</b>
Hormigón		
Madera		
Cerámica		
Mármol		
Otros		

<b>Cubierta (estructura)</b>	
Hormigón	
Estructura metálica	

**a. Si en la pregunta anterior respondió "estructura metálica", ¿con que material está recubierto?**

<b>Cubierta (materiales)</b>	
Zinc	
Policarbonato	
Fibrocemento	
Teja	
Eternit	

## 10.2 Anexo B Solicitud



Loja, 07 de Enero de 2021

Ingeniero  
Diego Mejía  
Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología  
Presente. -

De mi consideración:

Reciba un cordial y afectuoso saludo de la Facultad de Arquitectura de la Universidad Internacional del Ecuador Ext. Loja, acompañado de los mejores deseos de éxito en sus diversas actividades.

Por medio de la presente me permito solicitar su autorización para que la señorita estudiante **Cartuche Contento Jhulissa Lisbeth** con CI: 1105860553, pueda tener acceso a los datos climatológicos del cantón Loja, los mismos que serán empleados en el desarrollo de su proyecto fin de carrera denominado "Estrategias Bioclimáticas aplicadas a las viviendas de interés social Ciudad Victoria de la ciudad de Loja", bajo la dirección de la docente Arq. María Fernanda Burneo Cosios.

La información solicitada se precisa en:

1. Radiación solar
2. Temperatura
3. Humedad
4. Vientos
5. Precipitación

Por la favorable atención que se digne dar a la presente, le antelo mis más sinceros agradecimientos.

Atentamente,

MSc. Arq. Tatiana Trokhimtchouk  
Directora de la Facultad de Arquitectura  
UIDE – LOJA

### 10.3 Anexo C Oficio INAMHI

INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGÍA E HIDROLOGÍA

OFICIO No. INAMHI-RJP-2021-002  
Loja, 13 de enero de 2021

Asunto: Entrega de información meteorológica solicitada.

**Arq.  
Tatiana Trokhimtchouk, MSc  
Directora de la Facultad de Arquitectura  
UIDE – LOJA**

Ciudad.-

De mi consideración:

Atento a su petición formulada mediante **Oficio s/No.**, de **07 de enero de 2021**, adjunto al presente me permito hacer la entrega de los datos solicitados registrados en el año 2020, en la estación meteorológica M0033 La Argelia.

Esperemos que la información sea útil para elaborar la tesis de la estudiante Cartuche Contento Jhulissa Lisbeth, titulada "*Estrategias Bioclimáticas aplicadas a las viviendas de interés social Ciudad Victoria de la ciudad de Loja*"

Sin otro particular suscribo esta comunicación.



**COORDINADOR REGIONAL JUBONES – PUYANGO**

Se adjunta la información solicitada