



UNIVERSIDAD
CATÓLICA DE CUENCA
COMUNIDAD EDUCATIVA AL SERVICIO DEL PUEBLO

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CUENCA
UNIDAD ACADÉMICA DE INGENIERÍA, INDUSTRIA Y CONSTRUCCIÓN
CARRERA DE ARQUITECTURA Y URBANISMO



“ANÁLISIS COMPARATIVO DE
ENVOLVENTES EN LAS TRES
TIPOLOGÍAS DE VIVIENDAS
UNIFAMILIARES REFERENTE A
CONFORT TÉRMICO, EN LA
PARROQUIA RURAL HUAMBI
(CANTÓN SUCÚA-PROVINCIA DE
MORONA SANTIAGO)”

TRABAJO DE GRADUACIÓN PREVIO A LA
OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE ARQUITECTA

AUTORA:

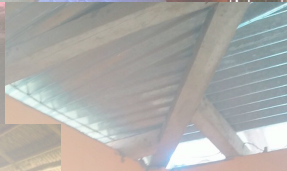
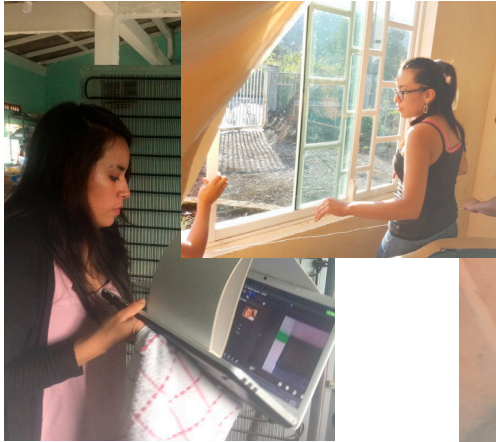
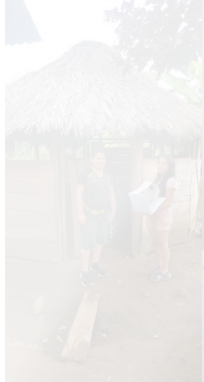
AVILA CONTRERAS ODALIA BELINDA

DIRECTOR

ARQ. MSc. PEDRO JAVIER ANGUMBA AGUILAR

2017

HUAMBI





DECLARACIÓN

Yo, ODALIA BELINDA ÁVILA CONTRERAS, declaro bajo juramento que el trabajo aquí descrito es de mi autoría; que no ha sido previamente presentado para ningún grado o calificación profesional; y, que he consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

ODALIA BELINDA ÁVILA CONTRERAS

140098545-1

ESTUDIANTE



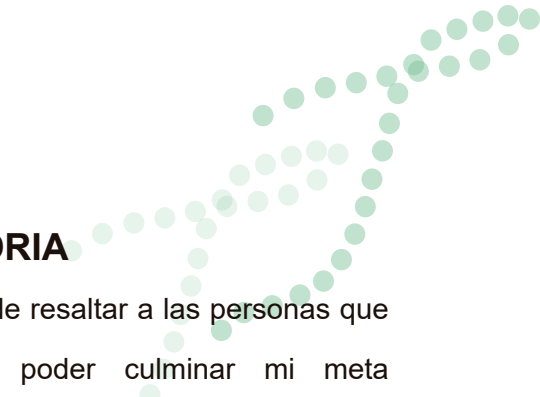
CERTIFICACIÓN

Certifico que el presente trabajo fue desarrollado por la Señorita Odalia Belinda Ávila Contreras, bajo mi supervisión.

ARQ. MSC. PEDRO JAVIER ANGUMBA AGUILAR

010562417-5

DIRECTOR



DEDICATORIA

Al ser un gran paso en mi vida, debo de resaltar a las personas que me apoyaron continuamente para poder culminar mi meta profesional; con el debido respeto, estima, y sobretodo consciente del aporte que significaron en el proceso de mi formación:

- Primeramente a Dios, por ser mi fuerza, mis ánimos para continuar y no darme por vencida en ninguna situación.
- A mis queridos padres Jorge Enrique Ávila Tigre y Teresa de Jesús Contreras Tapia, quienes me han apoyado de todas las maneras posibles; con sus consejos, aporte económico, y palabras exactas en su debido momento que supieron llegar de manera oportuna; para con ello poder ser alguien de quien ellos se sientan orgullosos.
- A mis queridos hermanos Abel Franco Ávila Contreras, Crovin Genaro Ávila Contreras, Aldrin Julio Ávila Contreras, Milton Efraín Ávila Contreras, Ligia Elena Ávila Contreras, Lida Ximena Ávila Contreras y Leidy Beatriz Ávila Contreras; por su amor, apoyo y entendimiento en todos estos años de preparación.

Odalía Belinda Ávila Contreras



AGRADECIMIENTO

- Agradezco a Dios y a mi familia, que fueron mi fuerza y soporte en el paso de todos estos años, lejos de ellos y de mi pueblo.
- Al Arq. Mcs. Pedro Javier Angumba Aguilar, por su colaboración y guía, tanto en la etapa de estudiante, como en la tutoría de dicho proyecto de fin de carrera.
- A mis profesores, que compartieron sus conocimientos.
- A la Universidad Católica de Cuenca, que me abrió las puertas para poder ser parte de esta prestigiosa Institución.
- A mis amigos y compañeros que formaron parte de mi crecimiento como profesional.

Odalía Belinda Ávila Contreras

ÍNDICE DE CONTENIDOS

DECLARACIÓN.....	I
CERTIFICACIÓN.....	II
DEDICATORIA.....	III
AGRADECIMIENTO.....	IV
ÍNDICE DE CONTENIDOS.....	V
LISTA DE TABLAS.....	VII
LISTA DE MAPAS.....	XIV
LISTA DE GRÁFICOS.....	XV
LISTA DE FOTOGRAFÍAS.....	XX
LISTA DE PLANOS.....	XXII
LISTA DE ANEXOS.....	XXIII
RESUMEN.....	XIVX
ABSTRACT.....	XXV
INTRODUCCIÓN.....	XXVI
FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	XXVIII
JUSTIFICACIÓN.....	XIX
OBJETIVOS.....	XXX
OBJETIVO GENERAL.....	XXX
OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	XXX
CAPÍTULO I. INFORMACIÓN PRELIMINAR.....	1

1.1	INFORMACIÓN DEL LUGAR.....	2
1.1.1	DATOS GENERALES DE LA PARROQUIA HUAMBI.....	2
1.1.2	CONDICIONES CLIMÁTICAS.....	5
1.2	CONCEPTOS BÁSICOS Y TERMINOLOGÍA.....	10
1.2.1	INERCI A TÉRMICA DE LOS MATERIALES.....	11
1.2.2	ENVOLVENTES ARQUITECTÓNICOS.....	13
1.3	TIPOLOGÍAS DE VIVIENDAS.....	16
1.4	ANÁLISIS DE ESTADÍSTICAS, NORMATIVA NACIONAL E INTERNACIONAL Y DOCUMENTACIÓN.....	19
1.4.1	ANÁLISIS DE ESTADÍSTICAS.....	19
1.4.2	NORMATIVA INTERNACIONAL Y DOCUMENTACIÓN.....	21
1.4.3	NORMATIVA NACIONAL Y DOCUMENTACIÓN.....	26
1.4.4	NORMATIVA DE INSTRUMENTOS DE MEDICIÓN.....	29
CAPÍTULO II. PROCESAMIENTO DE INFORMACIÓN.....	32	
2.1	VIVIENDAS DE ESTUDIO.....	33
2.2	RESULTADOS DE MONITOREOS Y ESCALA DE ASHRAE POR TIPOLOGÍA DE VIVIENDA.....	50
2.2.1	RESULTADOS DE TIPOLOGÍAS DE VIVIENDAS LIVIANAS.....	51
2.2.2	RESULTADOS DE TIPOLOGÍAS DE VIVIENDAS MIXTAS.....	59

2.2.3 RESULTADOS DE TIPOLOGÍA DE VIVIENDA PESADA.....	75
---	----

CAPÍTULO III. ANÁLISIS COMPARATIVO.....77

3.1 ANÁLISIS DE LA SITUACIÓN.....78

3.1.1 VIVIENDAS DE TIPOLOGÍA LIVIANA.....78

3.1.1.1 PARÁMETROS INTERNACIONALES DE CONFORMIDAD TÉRMICA EN VIVIENDAS LIVIANAS.....78

3.1.1.2 PARÁMETROS NACIONALES DE CONFORMIDAD TÉRMICA EN VIVIENDAS LIVIANAS.....87

3.1.2 VIVIENDAS DE TIPOLOGÍA MIXTA.....88

3.1.2.1 PARÁMETROS INTERNACIONALES DE CONFORMIDAD TÉRMICA EN VIVIENDAS MIXTAS.....88

3.1.2.2 PARÁMETROS NACIONALES DE CONFORMIDAD TÉRMICA EN VIVIENDAS MIXTAS.....105

3.1.3 VIVIENDAS DE TIPOLOGÍA PESADA.....106

3.1.3.1 PARÁMETROS INTERNACIONALES DE CONFORMIDAD TÉRMICA EN VIVIENDAS PESADAS.....106

3.1.3.2 PARÁMETROS NACIONALES DE CONFORMIDAD TÉRMICA EN VIVIENDAS PESADAS.....109

3.1.4 OBSERVACIÓN DESDE LA PERSPECTIVA NACIONAL E INTERNACIONAL.....110

3.2 SENSACIÓN TÉRMICA SEGÚN LA ESCALA DE ASHRAE.....115

3.2.1 SENSACIÓN TÉRMICA DURANTE LA OCUPACIÓN DIURNA DE LAS VIVIENDAS.....115

3.2.2 SENSACIÓN TÉRMICA DURANTE LA OCUPACIÓN NOCTURNA DE LAS VIVIENDAS.....116

3.2.3 SENSACIÓN TÉRMICA EN GENERAL DE LAS VIVIENDAS.....116

3.3 CONFORMIDAD TÉRMICA SEGÚN LA ROCHE Y MACHADO (1999).....117

3.3.1 RESULTADOS DE VIVIENDAS LIVIANAS ANTE LO PLANTEADO POR LA ROCHE Y MACHADO (1999).....117

3.3.2 RESULTADOS DE VIVIENDAS MIXTAS ANTE LO PLANTEADO POR LA ROCHE Y MACHADO (1999).....122

3.3.3 RESULTADOS DE LA VIVIENDA PESADA ANTE LO PLANTEADO POR LA ROCHE Y MACHADO (1999).....126

3.3.4 RESULTADOS DE TODAS LAS TIPOLOGÍAS DE VIVIENDAS ANTE LO PLANTEADO POR LA ROCHE Y MACHADO (1999).....127

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....132

BIBLIOGRAFÍA.....133

ANEXOS.....136

LISTA DE TABLAS

CAPÍTULO I. INFORMACIÓN PRELIMINAR

TABLA N° 1.1 Cantones de la provincia de Morona Santiago.....	3
TABLA N° 1.2 Parroquias del Cantón Sucúa.....	3
TABLA N° 1.3 Comunidades de la parroquia Huambi, Cantón Sucúa.....	3
TABLA N° 1.4 Datos - comportamiento del sol en el Cantón Sucúa.....	6
TABLA N° 1.5 Humedad relativa, estación macas (m-266), durante un periodo de 8 años.....	7
TABLA N° 1.6 Nubosidad y evotranspiración estación macas (m-266), durante un periodo de 8 años.....	8
TABLA N° 1.7 Velocidad del viento; estación macas (m-266), durante un periodo de 8 años.....	8
TABLA N° 1.8 Datos del Cantón Sucúa de los dos pisos climáticos influyentes en la parroquia.....	9
TABLA N° 1.9 Parámetros de confort térmico.....	11
TABLA N° 1.10 Características de la inercia térmica.....	11
TABLA N° 1.11 Materiales livianos según la densidad.....	15
TABLA N° 1.12 Materiales pesados según la densidad.....	15
TABLA N° 1.13 Materiales livianos según el espesor.....	15

TABLA N° 1.14 Aspectos invariables en la selección de materiales de construcción.....	15
TABLA N° 1.15 Materiales de la cubierta (Huambi).....	20
TABLA N° 1.16 Materiales (paredes exteriores-Huambi).....	20
TABLA N° 1.17 Materiales del piso (Huambi).....	20
TABLA N° 1.18 Materiales livianos según la densidad.....	21
TABLA N° 1.19 Escala de Ashrae (sensación térmica).....	23
TABLA N° 1.20 Los parámetros físicos y fisiológicos que se asocian al confort térmico.....	25
TABLA N° 1.21 Límites de confort dados por la temperatura.....	25
TABLA N° 1.22 Condicionantes de confort térmico según la norma española UNE-EN ISO 7730.....	26
TABLA N° 1.23 Condicionantes de confort térmico según la norma española NTP 242 INHST.....	26
TABLA N° 1.24 Rangos para la existencia de confort térmico, según la NEC (2011).....	26
TABLA N° 1.25 Consideraciones para las viviendas.....	27
TABLA N° 1.26 Índices de reflexión de algunos colores usados en edificios.....	28
TABLA N° 1.27 Especificaciones del sensor PRÓ SKIT CE NT-312, de las medidas interiores.....	30

TABLA N° 1.28 Especificaciones del sensor PRÓ SKIT CE NT-312, de las medidas exteriores.....	30
TABLA N° 1.29 Parámetros para instrumentos de medición de temperatura, según INSHT España.....	30
TABLA N° 1.30 Parámetros para instrumentos de medición de temperatura, según UNE-EN ISO 7726:2002.....	31
TABLA N° 1.31 Requisitos referentes a sensores de temperatura y humedad, (OMM NO. 8, 1996).....	31

CAPÍTULO II. PROCESAMIENTO DE INFORMACIÓN

TABLA N° 2.1 Escala de sensación térmica tomada durante el día en la Vivienda liviana n°1 (Madera y zinc).....	51
TABLA N° 2.2 Escala de sensación térmica tomada durante la noche en la Vivienda liviana n°1 (Madera y zinc).....	51
TABLA N° 2.3 Tabla de datos obtenidos de la Vivienda liviana n°1 (madera y zinc), de la temperatura interior - exterior y humedad interior.....	52
TABLA N° 2.4 Temperatura interior menos la exterior, de la Vivienda liviana n°1 (madera y zinc).....	52
TABLA N° 2.5 Escala de sensación térmica tomada durante el día en la Vivienda liviana n°2 (Madera y teja).....	53
TABLA N° 2.6 Escala de sensación térmica tomada durante la noche	

en la Vivienda liviana n°2 (Madera y teja).....	53
TABLA N° 2.7 Tabla de datos obtenidos de la Vivienda liviana n°2 (madera y teja), de la temperatura interior - exterior y humedad interior.....	54
TABLA N° 2.8 Temperatura interior menos la exterior, de la Vivienda liviana n°2 (madera y teja).....	54
TABLA N° 2.9 Escala de sensación térmica tomada durante el día en la Vivienda liviana n°3 (caña guadua y palma).....	55
TABLA N° 2.10 Escala de sensación térmica tomada durante la noche en la Vivienda liviana n°3 (caña guadua y palma).....	55
TABLA N° 2.11 Tabla de datos obtenidos de la Vivienda liviana n°3 (caña guadua y palma), de la temperatura interior, exterior y humedad interior.....	56
TABLA N° 2.12 Temperatura interior menos la exterior, de la Vivienda liviana n°3 (caña guadua y palma).....	56
TABLA N° 2.13 Escala de sensación térmica tomada durante el día en la Vivienda liviana n°4 (madera y palma).....	57
TABLA N° 2.14 Escala de sensación térmica tomada durante la noche en la Vivienda liviana n°4 (madera y palma).....	57
TABLA N° 2.15 Tabla de datos obtenidos de la Vivienda liviana n°4 (madera y palma), de la temperatura interior, exterior y humedad	

interior.....	58
TABLA N° 2.16 Temperatura interior menos la exterior, de la Vivienda liviana n°4 (madera y palma).....	58
TABLA N° 2.17 Escala de sensación térmica tomada durante el día en la Vivienda mixta n°1 (bloque y fibrocemento).....	59
TABLA N° 2.18 Escala de sensación térmica tomada durante la noche en la Vivienda mixta n°1 (bloque y fibrocemento).....	59
TABLA N° 2.19 Tabla de datos obtenidos de la Vivienda mixta n°1 (bloque y fibrocemento); de la temperatura interior, exterior y humedad interior.....	60
TABLA N° 2.20 Temperatura interior menos la exterior, de la Vivienda mixta n°1 (bloque y fibrocemento).....	60
TABLA N° 2.21 Escala de sensación térmica tomada durante el día en la Vivienda mixta n°2 (ladrillo tohana y palma).....	61
TABLA N° 2.22 Escala de sensación térmica tomada durante la noche en la Vivienda mixta n°2 (ladrillo tohana y palma).....	61
TABLA N° 2.23 Tabla de datos obtenidos de la Vivienda mixta n°2 (ladrillo tohana y palma), de la temperatura interior, exterior y humedad interior.....	62
TABLA N° 2.24 Temperatura interior menos la exterior, de la Vivienda mixta n°2 (ladrillo tohana y palma).....	62

TABLA N° 2.25 Escala de sensación térmica tomada durante el día en la Vivienda mixta n°3 (ladrillo panelón y galvalume).....	63
TABLA N° 2.26 Escala de sensación térmica tomada durante la noche en la Vivienda mixta n°3 (ladrillo panelón y galvalume).....	63
TABLA N° 2.27 Tabla de datos obtenidos de la Vivienda mixta n°3 (ladrillo panelón y galvalume), de la temperatura interior, exterior y humedad interior.....	64
TABLA N° 2.28 Temperatura interior menos la exterior, de la Vivienda mixta n°3 (ladrillo panelón y galvalume).....	64
TABLA N° 2.29 Escala de sensación térmica tomada durante el día en la Vivienda mixta n°4 (bloque y galvalume).....	65
TABLA N° 2.30 Escala de sensación térmica tomada durante la noche en la Vivienda mixta n°4 (bloque y galvalume).....	65
TABLA N° 2.31 Tabla de datos obtenidos de la Vivienda mixta n°4 (bloque y galvalume), de la temperatura interior - exterior y humedad interior.....	66
TABLA N° 2.32 Temperatura interior menos la exterior, de la Vivienda mixta n°4 (bloque y galvalume).....	66
TABLA N° 2.33 Escala de sensación térmica tomada durante el día en la Vivienda mixta n°5 (bloque y teja).....	67
TABLA N° 2.34 Escala de sensación térmica tomada durante la	

noche en la Vivienda mixta n°5 (bloque y teja).....	67
TABLA N° 2.35 Tabla de datos obtenidos de la Vivienda mixta n°5 (bloque y teja), de la temperatura interior, exterior y humedad interior.....	68
TABLA N° 2.36 Temperatura interior menos la exterior, de la Vivienda mixta n°5 (bloque y teja).....	68
TABLA N° 2.37 Escala de sensación térmica tomada durante el día en la Vivienda mixta n°6 (ladrillo tohana y teja).....	69
TABLA N° 2.38 Escala de sensación térmica tomada durante la noche en la Vivienda mixta n°6 (ladrillo tohana y teja).....	69
TABLA N° 2.39 Tabla de datos obtenidos de la Vivienda mixta n°6 (ladrillo tohana y teja); de la temperatura interior, exterior y humedad interior.....	70
TABLA N° 2.40 Temperatura interior menos la exterior, de la Vivienda mixta n°6 (ladrillo tohana y teja).....	70
TABLA N° 2.41 Escala de sensación térmica tomada durante el día en la Vivienda mixta n°7 (ladrillo tohana y zinc).....	71
TABLA N° 2.42 Escala de sensación térmica tomada durante la noche en la Vivienda mixta n°7 (ladrillo tohana y zinc).....	71
TABLA N° 2.43 Tabla de datos obtenidos de la Vivienda liviana n°7 (ladrillo tohana y zinc), de la temperatura interior, exterior y	

humedad interior.....	72
TABLA N° 2.44 Temperatura interior menos la exterior, de la Vivienda liviana n°7 (ladrillo tohana y zinc).....	72
TABLA N° 2.45 Escala de sensación térmica tomada durante el día en la Vivienda mixta n°8 (ladrillo panelón y fibrocemento).....	73
TABLA N° 2.46 Escala de sensación térmica tomada durante la noche en la Vivienda mixta n°8 (ladrillo panelón y fibrocemento)....	73
TABLA N° 2.47 Tabla de datos obtenidos de la Vivienda mixta n°8 (ladrillo panelón y fibrocemento); de la temperatura interior, exterior y humedad interior.....	74
TABLA N° 2.48 Temperatura interior menos la exterior, de la Vivienda mixta n°8 (ladrillo panelón y fibrocemento).....	74
TABLA N° 2.49 Escala de sensación térmica tomada durante el día en la Vivienda pesada n°1 (bloque y losa).....	75
TABLA N° 2.50 Escala de sensación térmica tomada durante la noche en la Vivienda pesada n°1 (bloque y losa de hormigón).....	75
TABLA N° 2.51 Tabla de datos obtenidos de la Vivienda pesada n°1 (bloque y losa de hormigón); de la temperatura interior, exterior y humedad interior.....	76
TABLA N° 2.52 Temperatura interior menos la exterior, de la Vivienda pesada n°1 (bloque y losa de hormigón).....	76

CAPÍTULO III. ANÁLISIS COMPARATIVO.

TABLA N° 3.1 Datos de la velocidad del viento del Cantón Sucúa, del 24 a 25 de Julio estación meteorológica - Aeropuerto de Macas.....	80
TABLA N° 3.2 Condicionantes térmicas de la vivienda liviana n° 1 y rangos de confort, según varios autores.....	80
TABLA N° 3.3 Datos de la velocidad del viento del Cantón Sucúa, del 24 a 25 de Julio estación meteorológica - Aeropuerto de Macas.....	82
TABLA N° 3.4 Actores en la modificación de la temperatura sentida, vivienda liviana n° 2.....	82
TABLA N° 3.5 Condicionantes térmicas de la vivienda liviana n° 2 y rangos de confort, según varios autores.....	82
TABLA N° 3.6 Datos de la velocidad del viento del Cantón Sucúa, del 24 a 25 de Julio estación meteorológica - Aeropuerto de Macas.....	84
TABLA N° 3.7 Actores en la modificación de la temperatura sentida, vivienda liviana n° 3.....	84
TABLA N° 3.8 Condicionantes térmicas de la vivienda liviana n° 3 y rangos de confort, según varios autores.....	84
TABLA N° 3.9 Datos de la velocidad del viento del Cantón Sucúa, del 24 a 25 de Julio estación meteorológica - Aeropuerto de Macas.....	86
TABLA N° 3.10 Actores en la modificación de la temperatura sentida, vivienda liviana n° 4.....	86

TABLA N° 3.11 Condicionantes térmicas de la vivienda liviana n° 4 y rangos de confort, según varios autores.....	86
TABLA N° 3.12 Valores por tipología de vivienda liviana y Normativa Ecuatoriana de la Construcción - 2011.....	87
TABLA N° 3.13 Datos de la velocidad del viento del Cantón Sucúa, del 28 a 29 de Julio estación meteorológica - Aeropuerto de Macas.....	90
TABLA N° 3.14 Actores en la modificación de la temperatura sentida, (vivienda mixta n° 1).....	90
TABLA N° 3.15 Condicionantes térmicas de la vivienda mixta n° 1 y rangos de confort, según varios autores.....	90
TABLA N° 3.16 Datos de la velocidad del viento del Cantón Sucúa, del 5 a 6 de Agosto estación meteorológica - Aeropuerto de Macas.....	92
TABLA N° 3.17 Actores en la modificación de la temperatura sentida, vivienda mixta n° 2.....	92
TABLA N° 3.18 Condicionantes térmicas de la vivienda mixta n° 2 y rangos de confort, según varios autores.....	92
TABLA N° 3.19 Datos de la velocidad del viento del Cantón Sucúa, del 30 a 31 de Julio estación meteorológica - Aeropuerto de Macas.....	94

TABLA N° 3.20 Actores en la modificación de la temperatura sentida, vivienda mixta n° 3.....	94
TABLA N° 3.21 Condicionantes térmicas de la vivienda mixta n° 3 y rangos de confort, según varios autores.....	94
TABLA N° 3.22 Datos de la velocidad del viento del Cantón Sucúa, del 15 al 16 de Agosto estación meteorológica - Aeropuerto de Macas.....	96
TABLA N° 3.23 Actores en la modificación de la temperatura sentida, vivienda mixta n° 4.....	96
TABLA N° 3.24 Condicionantes térmicas de la vivienda mixta n° 4 y rangos de confort, según varios autores.....	96
TABLA N° 3.25 Datos de la velocidad del viento del Cantón Sucúa, del 3 a 4 de Agosto estación meteorológica - Aeropuerto de Macas.....	98
TABLA N° 3.26 Actores en la modificación de la temperatura sentida, vivienda mixta n° 5.....	98
TABLA N° 3.27 Condicionantes térmicas de la vivienda mixta n° 5 y rangos de confort, según varios autores.....	98
TABLA N° 3.28 Datos de la velocidad del viento del Cantón Sucúa, del 31 de Julio a 1 de Agosto estación meteorológica - Aeropuerto de Macas.....	100

TABLA N° 3.29 Actores en la modificación de la temperatura sentida, vivienda mixta n° 6.....	100
TABLA N° 3.30 Condicionantes térmicas de la vivienda mixta n° 6 y rangos de confort, según varios autores.....	100
TABLA N° 3.31 Datos de la velocidad del viento del Cantón Sucúa, del 25 al 26 de Agosto estación meteorológica - Aeropuerto de Macas.....	102
TABLA N° 3.32 Actores en la modificación de la temperatura sentida, vivienda mixta n° 7.....	102
TABLA N° 3.33 Condicionantes térmicas de la vivienda mixta n° 7 y rangos de confort, según varios autores.....	102
TABLA N° 3.34 Datos de la velocidad del viento del Cantón Sucúa, del 5 a 6 de Agosto estación meteorológica - Aeropuerto de Macas.....	104
TABLA N° 3.35 Actores en la modificación de la temperatura sentida, vivienda pesada n° 1.....	104
TABLA N° 3.36 Condicionantes térmicas de la vivienda pesada n° 1 y rangos de confort, según varios autores.....	104
TABLA N° 3.37 Valores por tipologías de viviendas mixtas y Normativa Ecuatoriana de la Construcción - 2011.....	105
TABLA N° 3.38 Datos de la velocidad del viento del Cantón Sucúa,	

del 27 al 28 de Julio estación meteorológica - Aeropuerto de Macas.....	108
TABLA N° 3.39 Actores en la modificación de la temperatura sentida, vivienda pesada n° 1.....	108
TABLA N° 3.40 Condicionantes térmicas de la vivienda pesada n° 1 y rangos de confort, según varios autores.....	108
TABLA N° 3.41 Valores por tipologías de viviendas mixtas y Normativa Ecuatoriana de la Construcción - 2011.....	109
TABLA N° 3.42 Escala de Ashrae (sensación térmica en la mañana), en las varias tipologías de viviendas.....	115
TABLA N° 3.43 Escala de Ashrae (sensación térmica en la noche), en las varias tipologías de viviendas.....	116

LISTA DE MAPAS

CAPÍTULO I. INFORMACIÓN PRELIMINAR

MAPA N° 1.1 Macro ubicación (Provincia de Morona Santiago en el Ecuador).....	4
MAPA N° 1.2 Cantón Sucúa (Parroquias).....	4
MAPA N° 1.3 Parroquia de Huambi en el Cantón de Sucúa.....	4
MAPA N° 1.4 Isotermas en la parroquia de Huambi.....	6
MAPA N° 1.5 Isoyetas en la parroquia de Huambi.....	7
MAPA N° 1.6 Mapa de pisos bioclimáticos en la parroquia de Huambi.....	9

CAPÍTULO II. PROCESAMIENTO DE INFORMACIÓN

MAPA N° 2.1 Mapa de las zonas urbanas y consolidadas de la Parroquia de Huambi.....	33
MAPA N° 2.2 Mapa de la zona consolidada 1 (Huambi).....	34
MAPA N° 2.3 Vivienda liviana n°1 (cubierta de zinc y paredes de madera).....	35
MAPA N° 2.4 Vivienda liviana n°2 (cubierta de zinc - teja y paredes de madera).....	36
MAPA N° 2.5 Vivienda mixta n°1 (cubierta de fibrocemento y paredes de bloque).....	37
MAPA N° 2.6 Vivienda pesada n°1 (cubierta - losa de hormigón y	

paredes de bloque).....	38
MAPA N° 2.7 Mapa de la zona consolidada 2 (Cumbatza).....	39
MAPA N° 2.8 Ubicación de la vivienda liviana n°3 (cubierta de paja y paredes de caña guadua).....	40
MAPA N° 2.9 Ubicación de la vivienda liviana n°4 (cubierta de paja y paredes de madera).....	41
MAPA N° 2.10 Ubicación de la vivienda mixta n°2 (cubierta de paja y paredes de ladrillo tochana).....	42
MAPA N° 2.11 Mapa de la zona consolidada 3 (Tesoro).....	43
MAPA N° 2.12 Ubicación de la vivienda mixta n°3 (cubierta de galvalume y paredes de ladrillo panelón).....	44
MAPA N° 2.13 Ubicación de la vivienda mixta n°4 (cubierta de galvalume y paredes de bloque).....	45
MAPA N° 2.14 Ubicación de la vivienda mixta n°5 (cubierta de teja y paredes de bloque).....	46
MAPA N° 2.15 Ubicación de la vivienda mixta n°6 (cubierta de madera-teja y paredes de ladrillo tochana).....	47
MAPA N° 2.16 Ubicación de la vivienda mixta n°7 (cubierta de zinc y paredes de ladrillo tochana).....	48
MAPA N° 2.17 Ubicación de la vivienda mixta n°8 (cubierta de fibrocemento y paredes de ladrillo panelón).....	49

LISTA DE GRÁFICOS

CAPÍTULO I. INFORMACIÓN PRELIMINAR

GRÁFICO N° 1.1 Cenit (horario en el que el sol se encuentra perpendicular al lugar).....	6
GRÁFICO N° 1.2 Ejemplo de masa térmica en paredes de gran espesor de adobe.....	12
GRÁFICO N° 1.3 Envoltentes arquitectónicas.....	13
GRÁFICO N° 1.4 Componentes de la envoltente arquitectónica....	13
GRÁFICO N° 1.5 Envoltente arquitectónica.....	14
GRÁFICO N° 1.6 Combinaciones de materiales livianos y pesados en la envoltente.....	14
GRÁFICO N° 1.7 Tipologías de vivienda, según sus materiales livianos y pesados en la envoltente.....	16
GRÁFICO N° 1.8 Porcentajes y casos de materiales en las cubiertas (Huambi).....	20
GRÁFICO N° 1.9 Materiales en paredes exteriores (Huambi).....	20
GRÁFICO N° 1.10 Materiales en pisos (Huambi).....	20
GRÁFICO N° 1.11 Mayor temperatura interior - peor comportamiento térmico en zonas cálidas.....	21
GRÁFICO N° 1.12 Temperatura real y percibida.....	22
GRÁFICO N° 1.13 Zona de confort, según la velocidad del viento y	

temperatura.....	22
GRÁFICO N° 1.14 Efecto térmico producido por la sombra de un árbol.....	23
GRÁFICO N° 1.15 Orientación preferencial de una vivienda (este - oeste).....	24
GRÁFICO N° 1.16 Cubierta ventilada, efecto chimenea.....	24
GRÁFICO N° 1.17 Curvas de confort.....	27
GRÁFICO N° 1.18 Reflexión, emisividad y consideraciones de la envoltente arquitectónica.....	28
GRÁFICO N° 1.19 Sensor de temperatura y humedad (PRÓ SKIT CE NT-312).....	29
GRÁFICO N° 1.20 Sensor de temperatura y humedad (PRÓ SKIT CE NT-312).....	29

CAPÍTULO II. PROCESAMIENTO DE INFORMACIÓN

GRÁFICO N° 2.1 Vivienda liviana n°1 (cubierta de zinc y paredes de madera).....	35
GRÁFICO N° 2.2 Materialidad en la envoltente de la vivienda liviana n°2 (cubierta de zinc - teja y paredes de madera).....	36
GRÁFICO N° 2.3 Materialidad en la envoltente de la vivienda mixta n°1 (cubierta de fibrocemento y paredes de bloque).....	37
GRÁFICO N° 2.4 Vivienda pesada n°1 (cubierta - losa de hormigón y	

paredes de bloque).....	38
GRÁFICO N° 2.5 Material en la envolvente de la vivienda liviana n°5 (cubierta de paja y paredes de caña guadua).....	40
GRÁFICO N° 2.6 Material en la envolvente de la vivienda liviana n°4 (cubierta de paja y paredes de madera).....	41
GRÁFICO N° 2.7 Material en la envolvente de la vivienda mixta n°2 (cubierta de paja y paredes de ladrillo tochana).....	42
GRÁFICO N° 2.8 Material en la envolvente de la vivienda mixta n°3 (cubierta de galvalume y paredes de ladrillo panelón).....	44
GRÁFICO N° 2.9 Material en la envolvente de la vivienda mixta n°4 (cubierta de galvalume y paredes de bloque).....	45
GRÁFICO N° 2.10 Material en la envolvente de la vivienda mixta n°5 (cubierta de teja y paredes de bloque).....	46
GRÁFICO N° 2.11 Material en la envolvente de la vivienda mixta n°6 (cubierta de madera-teja y paredes de ladrillo tochana).....	47
GRÁFICO N° 2.12 Material en la envolvente de la vivienda mixta n°7 (cubierta de zinc y paredes de ladrillo tochana).....	48
GRÁFICO N° 2.13 Material en la envolvente de la vivienda mixta n°8 (cubierta de fibrocemento y paredes de ladrillo panelón).....	49
GRÁFICO N° 2.14 Vivienda liviana n°1 (madera y zinc), temperatura interior y exterior.....	52

GRÁFICO N° 2.15 Datos obtenidos de la Vivienda liviana n°1 (madera y zinc), humedad interior.....	52
GRÁFICO N° 2.16 Datos obtenidos de la Vivienda liviana n°2 (madera y teja), de la temperatura interior y exterior.....	54
GRÁFICO N° 2.17 Datos obtenidos de la Vivienda liviana n°2 (madera y teja), de la humedad interior.....	54
GRÁFICO N° 2.18 Datos obtenidos de la Vivienda liviana n°1 de la temperatura interior y exterior.....	56
GRÁFICO N° 2.19 Datos obtenidos de la Vivienda liviana n°3 (caña guadua y palma), de la humedad interior.....	56
GRÁFICO N° 2.20 Datos de la Vivienda liviana n°4 (madera y palma), de la temperatura interior y exterior.....	58
GRÁFICO N° 2.21 Datos obtenidos de la Vivienda liviana n°4 (madera y palma), de la humedad interior.....	58
GRÁFICO N° 2.22 Datos de la Vivienda mixta n°1 (bloque y fibrocemento), de la temperatura interior y exterior.....	60
GRÁFICO N° 2.23 Datos obtenidos de la Vivienda mixta n°1 (bloque y fibrocemento), de la humedad interior.....	60
GRÁFICO N° 2.24 Datos obtenidos de la Vivienda mixta n°2 (ladrillo tochana y palma), de la temperatura interior y exterior.....	62
GRÁFICO N° 2.25 Datos obtenidos de la Vivienda mixta n°2 (ladrillo	

tochana y palma), de la humedad interior.....	62
GRÁFICO N° 2.26 Datos obtenidos de la Vivienda mixta n°3 (ladrillo panelón y galvalume), de la temperatura interior y exterior.....	64
GRÁFICO N° 2.27 Datos de la Vivienda mixta n°3 (ladrillo panelón y galvalume), de la humedad interior.....	64
GRÁFICO N° 2.28 Datos obtenidos de la Vivienda mixta n°4 (bloque y galvalume), de la temperatura interior y exterior.....	66
GRÁFICO N° 2.29 Datos obtenidos de la Vivienda mixta n°4 (bloque y galvalume), de la humedad interior.....	66
GRÁFICO N° 2.30 Datos obtenidos de la Vivienda mixta n°5 (bloque y teja), de la temperatura interior y exterior.....	68
GRÁFICO N° 2.31 Datos obtenidos de la Vivienda mixta n°5 (bloque y teja), de la humedad interior.....	68
GRÁFICO N° 2.32 Datos obtenidos de la Vivienda mixta n°6 (ladrillo tochana y teja), de la temperatura interior y exterior.....	70
GRÁFICO N° 2.33 Datos obtenidos de la Vivienda mixta n°6 (ladrillo tochana y teja), de la humedad interior.....	70
GRÁFICO N° 2.34 Datos obtenidos de la Vivienda mixta n°7 (ladrillo tochana y zinc), de la temperatura interior y exterior.....	72
GRÁFICO N° 2.35 Datos obtenidos de la Vivienda mixta n°7 (ladrillo tochana y zinc), de la humedad interior.....	72

GRÁFICO N° 2.36 Vivienda liviana n°8 (ladrillo panelón y fibrocemento), temperatura interior y exterior.....	74
GRÁFICO N° 2.37 Datos de la Vivienda mixta n°8 (ladrillo panelón y fibrocemento), de la humedad interior.....	74
GRÁFICO N° 2.38 Datos obtenidos de la Vivienda pesada n°1 (bloque y losa de hormigón), de la temperatura interior y exterior...	76
GRÁFICO N° 2.39 Datos de la Vivienda pesada n°1 (bloque y losa de hormigón), de la humedad interior.....	76

CAPÍTULO III. ANÁLISIS COMPARATIVO

GRÁFICO N° 3.1 Orientación actual de la vivienda liviana n° 1 y orientación preferencial según el clima del lugar.....	79
GRÁFICO N° 3.2 Orientación actual y no adecuada de la vivienda liviana n° 2.....	81
GRÁFICO N° 3.3 Orientación preferencial de la vivienda liviana n° 2, según el clima del lugar.....	81
GRÁFICO N° 3.4 Orientación actual y no adecuada de la vivienda liviana n°3.....	82
GRÁFICO N° 3.5 Orientación preferencial de la vivienda liviana n°3, según el clima del lugar.....	82
GRÁFICO N° 3.6 Orientación actual y no adecuada de la vivienda liviana n° 4.....	85

GRÁFICO N° 3.7 Orientación preferencial de la vivienda liviana n°4, según el clima del lugar.....	85
GRÁFICO N° 3.8 Sensación térmica según la temperatura y humedad, en viviendas livianas, (NEC-2011).....	87
GRÁFICO N° 3.9 Orientación actual y no adecuada de la vivienda mixta n°1.....	89
GRÁFICO N° 3.10 Orientación preferencial de la vivienda mixta n°1, según el clima del lugar.....	89
GRÁFICO N° 3.11 Orientación actual y no adecuada de la vivienda mixta n°2.....	91
GRÁFICO N° 3.12 Orientación aconsejable de vivienda mixta n°2.....	91
GRÁFICO N° 3.13 Orientación actual de la vivienda mixta n°3.....	93
GRÁFICO N° 3.14 Orientación recomendable, vivienda mixta n°3.....	93
GRÁFICO N° 3.15 Orientación actual de la vivienda mixta n° 4.....	95
GRÁFICO N° 3.16 Orientación adecuada de la vivienda mixta n°4.....	95
GRÁFICO N° 3.17 Orientación actual de la vivienda mixta n° 5.....	97
GRÁFICO N° 3.18 Orientación adecuada de la vivienda mixta n°5.....	97
GRÁFICO N° 3.19 Orientación actual de la vivienda mixta n° 6.....	99

GRÁFICO N° 3.20 Orientación adecuada de la vivienda mixta n°6.....	99
GRÁFICO N° 3.21 Orientación actual de la vivienda mixta n°7.....	101
GRÁFICO N° 3.22 Orientación adecuada de la vivienda mixta n°7.....	101
GRÁFICO N° 3.23 Orientación actual de la vivienda mixta n° 8.....	103
GRÁFICO N° 3.24 Orientación recomendable, vivienda mixta n°8.....	103
GRÁFICO N° 3.25 Sensación térmica según la temperatura y humedad, en viviendas livianas, (NEC-2011).....	105
GRÁFICO N° 3.26 Orientación actual de la vivienda pesada n°1.....	107
GRÁFICO N° 3.27 Orientación recomendable, vivienda pesada n°1.....	107
GRÁFICO N° 3.28 Sensación térmica según la temperatura y humedad, en viviendas livianas, (NEC-2011).....	109
GRÁFICO N° 3.29 Valores térmicos de las diferentes tipologías de viviendas frente a la Normativa Ecuatoriana de la Construcción -	

2011.....	111
GRÁFICO N° 3.30 Valores con el efecto de la vegetación por tipologías de viviendas, frente a la Normativa Ecuatoriana de la Construcción - 2011.....	112
GRÁFICO N° 3.31 Valores de sensación térmica en las tipologías de viviendas, con la consecuencia de la velocidad del viento, frente a la Normativa Ecuatoriana de la Construcción - 2011.....	113
GRÁFICO N° 3.32 Valores por tipologías de viviendas con el efecto velocidad del viento y vegetación, frente a la Normativa Ecuatoriana de la Construcción - 2011.....	114
GRÁFICO N° 3.33 Temperatura interior, durante el monitoreo de las viviendas livianas.....	119
GRÁFICO N° 3.34 Temperatura exterior, durante el monitoreo de las viviendas livianas.....	119
GRÁFICO N° 3.35 Diferencia de temperaturas interiores menos las exteriores, durante el monitoreo de las viviendas livianas.....	120
GRÁFICA N° 3.36 Diferencias de temperaturas internas menos externas, ante horas de ocupación en viviendas livianas.....	121
GRÁFICO N° 3.37 Temperatura exterior, durante el monitoreo de las viviendas mixtas.....	123
GRÁFICO N° 3.38 Temperatura interior durante el monitoreo de las	

viviendas mixtas.....	123
GRÁFICO N° 3.39 Diferencia de temperaturas internas menos externas, en viviendas mixtas.....	124
GRÁFICO N° 3.40 Diferencia de temperaturas ante horas diurnas y nocturnas, en viviendas mixtas.....	125
GRÁFICO N° 3.41 Temperaturas internas y externas, en vivienda pesada.....	126
GRÁFICO N° 3.42 Diferencia de temperaturas internas menos externas, en vivienda pesada.....	126
GRÁFICO N° 3.43 Diferencia de temperaturas internas menos externas, desde un enfoque general.....	128
GRÁFICO N° 3.44 Diferencias de temperaturas internas menos externas, en un enfoque desde el uso diurno de las viviendas en la parroquia de Huambi.....	130
GRÁFICO N° 3.45 Diferencias de temperaturas internas menos externas, en un enfoque desde el uso nocturno de las viviendas en la parroquia de Huambi.....	131

LISTA DE FOTOGRAFÍAS

CAPÍTULO I. INFORMACIÓN PRELIMINAR

FOTOGRAFÍA N° 1.1 Vivienda liviana (cubierta - planchas de galvalume, paredes - madera).....	17
FOTOGRAFÍA N° 1.2 Vivienda liviana (cubierta-palma, paredes-caña guadua).....	17
FOTOGRAFÍA N° 1.3 Vivienda liviana (cubierta - zinc, paredes - caña guadua).....	17
FOTOGRAFÍA N° 1.4 Vivienda mixta (cubierta - planchas de galvalume, paredes - ladrillo).....	17
FOTOGRAFÍA N° 1.5 Vivienda mixta (cubierta - planchas de galvalume, paredes - bloque).....	17
FOTOGRAFÍA N° 1.6 Vivienda mixta (cubierta - planchas de fibrocemento, paredes - bloque).....	17
FOTOGRAFÍA N° 1.7 Vivienda pesada (cubierta - losa de hormigón armado, paredes - bloque).....	17
FOTOGRAFÍA N° 1.8 Vivienda pesada (cubierta - losa de hormigón armado, paredes - ladrillo).....	17
FOTOGRAFÍA N° 1.9 Vivienda pesada (cubierta - losa de hormigón armado, paredes - piedra).....	17
FOTOGRAFÍA N° 1.10 Material pesado (ladrillo macizo - panelón)..	18

FOTOGRAFÍA N° 1.11 Material pesado (ladrillo hueco - tochana)...	18
FOTOGRAFÍA N° 1.12 Material pesado (Bloque de cemento).....	18
FOTOGRAFÍA N° 1.13 Material liviano (paja).....	18
FOTOGRAFÍA N° 1.14 Material liviano (caña guadua).....	18
FOTOGRAFÍA N° 1.15 Material liviano (madera).....	18
FOTOGRAFÍA N° 1.16 Material liviano (madera).....	18
FOTOGRAFÍA N° 1.17 Material liviano (caña guadua).....	18
FOTOGRAFÍA N° 1.18 Material liviano (caña guadua).....	18

CAPÍTULO II. PROCESAMIENTO DE INFORMACIÓN

FOTOGRAFÍA N° 2.1 Vivienda liviana n°1 (cubierta de Zinc, paredes de madera).....	34
FOTOGRAFÍA N° 2.2 Vivienda liviana n°2 (cubierta de teja, paredes de madera).....	34
FOTOGRAFÍA N° 2.3 Vivienda mixta (cubierta de fibrocemento, paredes de bloque).....	34
FOTOGRAFÍA N° 2.4 Vivienda pesada (cubierta - losa de hormigón, paredes de bloque).....	34
FOTOGRAFÍA N° 2.5 Vivienda mixta n°2 (cubierta de paja y paredes de ladrillo tochana).....	39
FOTOGRAFÍA N° 2.6 Vivienda liviana n°3 (cubierta de paja y paredes de caña guadua).....	39

FOTOGRAFÍA N° 2.7 Vivienda liviana n°4 (cubierta de paja y paredes de madera).....	39
FOTOGRAFÍA N° 2.8 Vivienda mixta (cubierta - galvalume y paredes - ladrillo panelón).....	43
FOTOGRAFÍA N° 2.9 Vivienda mixta (cubierta - galvalume y paredes - bloque).....	43
FOTOGRAFÍA N° 2.10 Vivienda mixta (cubierta - teja y paredes - bloque).....	43
FOTOGRAFÍA N° 2.11 Vivienda mixta (cubierta de teja y paredes de ladrillo tochana).....	43
FOTOGRAFÍA N° 2.12 Vivienda mixta (cubierta de zinc y paredes de ladrillo tochana).....	43
FOTOGRAFÍA N° 2.13 Vivienda mixta (cubierta - fibrocemento y paredes - ladrillo panelón).....	43

CAPÍTULO III. ANÁLISIS COMPARATIVO

FOTOGRAFÍA N° 3.1 Abertura inferior y superior en la cubierta, vivienda liviana n° 1.....	79
FOTOGRAFÍA N° 3.2 Dos capas y la cámara de aire en la cubierta, vivienda liviana n° 1.....	79
FOTOGRAFÍA N° 3.3 Fachada principal, sin protección arquitectónica, vivienda mixta n° 1.....	89

FOTOGRAFÍA N° 3.4 Fachada posterior, con protección arquitectónica (alero), vivienda mixta n° 1).....	89
FOTOGRAFÍA N° 3.5 Fachada lateral, vista del pórtico y ventanales perimetrales, (vivienda mixta n°2).....	91
FOTOGRAFÍA N° 3.6 Pendiente de la cubierta pronunciada, (vivienda mixta n°2).....	91
FOTOGRAFÍA N° 3.7 Abertura inferior en la cubierta, (vivienda mixta n°3).....	93
FOTOGRAFÍA N° 3.8 Cubierta cerrada, (vivienda mixta n° 4).....	95

LISTA DE PLANOS

CAPÍTULO II. PROCESAMIENTO DE INFORMACIÓN

PLANO N° 2.1 Vivienda liviana n°1 (cubierta de zinc y paredes de madera).....	35
PLANO N° 2.2 Detalle constructivo de la vivienda liviana n°1 (cubierta de zinc y paredes de madera).....	35
PLANO N° 2.3 Vivienda liviana n°2 (cubierta de zinc - teja y paredes de madera).....	36
PLANO N° 2.4 Detalle constructivo de la vivienda liviana n°4 (cubierta de zinc - teja y paredes de madera).....	36
PLANO N° 2.5 Vivienda mixta n°1 (cubierta de fibrocemento y paredes de bloque).....	37
PLANO N° 2.6 Detalle constructivo de la vivienda mixta n°1 (cubierta de fibrocemento y paredes de bloque).....	37
PLANO N° 2.7 Vivienda pesada n°1 (cubierta - losa de hormigón y paredes de bloque).....	38
PLANO N° 2.8 Detalle constructivo de la vivienda pesada n°1 (cubierta - losa de hormigón y paredes de bloque).....	38
PLANO N° 2.9 Planta de la vivienda liviana n°3 (cubierta de paja y paredes de caña guadua).....	40
PLANO N° 2.10 Detalle constructivo de la vivienda liviana n°3	

(cubierta de palma y paredes de caña guadua).....	40
PLANO N° 2.11 Planta de la vivienda liviana n°4 (cubierta de paja y paredes de madera).....	41
PLANO N° 2.12 Detalle constructivo de la vivienda liviana n°4 (cubierta de paja y paredes de madera).....	41
PLANO N° 2.13 Planta de la vivienda mixta n°2 (cubierta de palma y paredes de ladrillo tochana).....	42
PLANO N° 2.14 Detalle constructivo de la vivienda mixta n°2 (cubierta de palma y paredes de ladrillo tochana).....	42
PLANO N° 2.15 Planta de la vivienda mixta n°3 (cubierta de galvalume y paredes de ladrillo panelón).....	44
PLANO N° 2.16 Detalle constructivo de la vivienda mixta n°3 (cubierta de galvalume y paredes de ladrillo panelón).....	44
PLANO N° 2.17 Planta de la vivienda mixta n°4 (cubierta de galvalume y paredes de bloque).....	45
PLANO N° 2.18 Detalle constructivo de la vivienda mixta n°4 (cubierta de galvalume y paredes de bloque).....	45
PLANO N° 2.19 Planta de la vivienda mixta n°5 (cubierta de teja y paredes de bloque).....	46
PLANO N° 2.20 Detalle constructivo de la vivienda mixta n°5 (cubierta de teja y paredes de bloque).....	46

PLANO N° 2.21 Planta de la vivienda mixta n°6 (cubierta de madera-teja y paredes de ladrillo tochana).....	47
PLANO N° 2.22 Detalle constructivo de la vivienda mixta n°6 (cubierta de madera-teja y paredes de ladrillo tochana).....	47
PLANO N° 2.23 Planta de la vivienda mixta n°7 (cubierta de zinc y paredes de ladrillo tochana).....	48
PLANO N° 2.24 Detalle constructivo de la vivienda mixta n°7 (cubierta de zinc y paredes de ladrillo tochana).....	48
PLANO N° 2.25 Planta de la vivienda mixta n°8 (cubierta de fibrocemento y paredes de ladrillo panelón).....	49
PLANO N° 2.26 Detalle constructivo de la vivienda mixta n°8 (cubierta con fibrocemento y paredes de ladrillo panelón).....	49

LISTA DE ANEXOS

ANEXO A. FOTOGRAFÍAS DURANTE LA COLOCACIÓN DE LOS EQUIPOS, ENCUESTAS Y MEDICIONES.....	137
--	-----

RESUMEN

El estudio realizado en la parroquia de Huambi, una de las cuatro parroquias del Cantón Sucúa; y con tres comunidades de mayor consolidación Tesoro, Huambi y Cumbatza. Tiene un clima con temperaturas de 20 a 28 °C, precipitaciones de 1750 a 3000 mm, humedades altas, y una velocidad de viento promedio en los trece días de monitoreo de 6,94 km/h; las zonas más consolidadas se asientan sobre el piso bioclimático Piemontano, el cual es hiperhúmedo.

La acumulación o liberación de energía a través del espesor del material en la envolvente paredes exteriores y cubierta, hacen que la relación de los materiales livianos y pesados según su densidad volumétrica y masa; dan paso al reconocimiento de trece viviendas en la parroquia de Huambi que se clasifican en: cuatro de tipología liviana, ocho viviendas mixtas y una pesada.

El presente estudio pretende la identificación de la combinación adecuada de los materiales en la envolvente, que permitan generar ambientes térmicos confortables; basado en lograr que las temperaturas internas sean inferiores a las externas o similares.

En base a los resultados de los monitoreos realizados, las viviendas óptimas para este lugar son: liviana (madera y palma) y la mixta

(bloque y galvalume); fundamentado en su comportamiento más óptimo en un periodo de 24 horas. Lo recomendable es combinar ciertas tipologías de la siguiente manera, en la mañana una parte construida de (madera - palma o bloque - galvalume), y otra para la noche de (madera y teja), ya que actúan de diferente manera según las horas del día.

Palabras clave: PISO CLIMÁTICO, ENVOLVENTE ARQUITECTÓNICA, CONFORT TÉRMICO, SENSACIÓN TÉRMICA

ABSTRACT

This study is carried out in the Huambi parish, one of the four parishes of the Sucúa canton; and with three bigger established communities Tesoro, Huambi and Cumbatza. With temperatures between 20 to 28 °C, precipitation of 1750-3000 mm, high humidity, and an average wind speed after thirteen days of monitoring is 6.94 km/h; the established areas are based on bioclimatic Piemontano, which is hyper-humid.

The Accumulation or release of energy through the thickness of the material in the covering outer walls and covers, make the ratio of light and heavy materials according to their volumetric density and mass; accede the recognition of 13 homes in the parish of Huambi which are classified into 4 types of light topology, 8 mixed housing and 1 heavy. The current study aims to identify the proper combination of materials in the wraparound, that will generate comfortable thermal environments; based on achieving that internal temperatures are lower than external or similar.

Based on the monitoring results carried out, the optimal housing for this place are: light (wood and palm) and mixed (block and galvalume); based on its most optimal behavior in a period of 24 hours. It is advisable to combine certain types as follows, in the

morning a part built of (wood - palm or block - galvalume), and another for the night of (wood and tile), since they act differently according to the daylight hours.

Keywords: CLIMATIC FLOOR, ARCHITECTURAL ENVELOPE, THERMAL COMFORT, THERMAL SENSATION



INTRODUCCIÓN

El estudio a realizar, se centrará en la Parroquia rural Huambi del Cantón Sucúa, Provincia de Morona Santiago; con una superficie de 221,6957 km² el 16.91% del Cantón.

Ciertos problemas de los procesos constructivos, radican en que no se toma en cuenta las características medio ambientales de la zona cálida- húmeda en cuanto a confort térmico, donde las exigencias para la construcción de una vivienda, deben estar enfocadas a las características dadas por el lugar y en este caso las condiciones extremas (humedad y altas temperaturas) de los pisos climáticos existentes Piemontano y Montano Bajo. Donde con el uso de los adecuados materiales en los hogares, se puede mitigar el efecto causado, que no permite el confort térmico.

Para lograr el confort térmico, una vivienda debe de cumplir varias condicionantes; pero en la investigación nos guiaremos en el comportamiento de los materiales para la generación de microclimas y la sensación térmica de los usuarios.

Además que las viviendas no están protegidas y no se toman consideraciones para mitigar las ganancias de calor, por medio de sus principales fuentes como son; la radiación solar y la inercia térmica de los materiales a usarse en la envolvente.

Realizar un análisis en la zona de interés, con la finalidad de reconocer la tipología de vivienda que mejor se adapta a las exigencias constructivas de la Parroquia, ya sea pesada, mixta o liviana, cuya clasificación depende de su materialidad. Y donde el clima juega un papel importante a la hora de las decisiones a tomar para realizar una vivienda, las construcciones deben de estar definidas por la zona climática y en este caso una zona cálida húmeda, con temperaturas altas, radiación intensa, altas precipitaciones y alta humedad.

Con el uso de los materiales adecuados en la envolvente de las viviendas, se puede lograr el alcance de los parámetros establecidos por la NEC 2011; en el caso de la humedad, que sobrepasa los valores de confort térmico, reducir el efecto causado y con ello evitando microclimas insoportables.

Las mediciones con instrumentos de precisión, se realizarán en días soleados, con una duración de 24 horas en cada vivienda, con la aplicación del método de valoración propuesto por La Roche P y Machado M (1999). Y para analizar la sensación térmica de los usuarios se aplicará la escala de ASHRAE, donde finalmente se analizará los resultados obtenidos por las mediciones de temperaturas interior-exterior y la percepción térmica de los usuarios.



Además hay que considerar las características y propiedades que ofrecen los distintos materiales, que pueden mejorar o empeorar las condiciones de la vivienda, en cuanto a microclimas que estos pueden generar y su capacidad de retención de calor, todo ello con el fin de mejorar sus condiciones.

El objetivo que tiene dicha investigación es analizar, comparar e identificar los materiales y su sistema de combinación adecuados, para lograr el confort térmico. En base a las características de los materiales como son: el espesor, densidad, conductividad térmica, calor específico; ya que de estas características depende como absorben, transmiten y acumulan energía. Estos parámetros son los más importantes al construir una vivienda en una zona con las características antes mencionadas y que no se las toman en cuenta, creando viviendas extremadamente inadecuadas en cuanto al confort térmico. (La Roche P y Machado M, 1999).



FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

La problemática a analizar, se centrará en la parroquia rural de Huambi del Cantón Sucúa, ubicado en la Amazonía ecuatoriana, que posee características muy diferenciadas de las otras regiones; donde uno de los parámetros más importantes son las condiciones climáticas un tanto extremas, zona cálida – húmeda, y pisos climáticos predominantes Piemontano y Montano Bajo; que están caracterizados por altas precipitaciones, humedad, temperatura, radiación solar, entre otros. Características que muchos de los constructores no toman en cuenta, y como resultado negativo está la realización de viviendas con disconformidad térmica. (PDOT GAD Sucúa, 2015).

Donde la investigación se enfoca en la problemática ocasionada por el uso de materiales inadecuados para la zona; la falta de protección de la vivienda con los principales elementos que son las envolventes, expuestos a parámetros climáticos, que es la primera fuente de captación de calor; donde el no considerar la inercia térmica de los materiales a ser usados en las construcciones, dan como resultado una absorción en demasía de calor, que se acumula en los espacios interiores, creando temperaturas y un ambiente demasiado caluroso, que afecta directamente a los usuarios. (Ugarde, s.f).

También el hecho de que no se puede admitir, que una vivienda pueda tener confort térmico, cuando la temperatura interior en una zona que es cálida - humedad sea superior a la temperatura exterior, que aparte de ser húmedo, esté acompañado de temperaturas interiores demasiado altas. Además que, para que una vivienda sea confortable, debe de cumplir con este requerimiento tan importante, para ser una vivienda realmente propia del lugar. (La Roche P y Machado M, 1999).

Adicionalmente Huambi se encuentra en una zona húmeda e hiperhúmeda de 85 a 89%, dada en especial por las altas precipitaciones de 1250 a 2500mm; el cual está muy por encima de los rangos de confort térmico establecido por la Norma Ecuatoriana de la Construcción (2011). (Rivas y Martínez, 1983; PDOT GAD Sucúa, 2015).

Cabe mencionar también, que existen tipologías de viviendas hablando en cuestión de materialidad que reaccionan de mejor manera durante el día, ya que por sus características, las ganancias de calor son mínimas o no significativas; pero durante la noche reaccionan mal, ya que no permiten una liberación de esta energía de calor acumulada durante el día y viceversa.



JUSTIFICACIÓN

La importancia de realizar esta investigación, es porque las personas desde el inicio de los tiempos han buscado una vivienda que ofrezca confort en todos los sentidos y entre ellos siendo uno de los más importantes el confort térmico, orientada a la búsqueda de los materiales que se enfoquen en mejorar las condiciones del hábitat de la vivienda en sí, para mejorar la calidad de vida de las personas que la ocupan.

Se pretende además su uso y aplicación en el ámbito de la construcción, en donde se establezcan y recomienden la utilización de ciertos materiales que reaccionen de mejor manera a esta zona y a lugares donde las características, tanto de humedad y temperatura, sean semejantes. Donde la construcción tenga mejores cualidades para proveer el confort térmico.

Cabe mencionar, que sería conveniente aplicar materiales propios del lugar como es la madera, la caña guadua, palma, entre otros, que son asequibles. Y mediante esta investigación se podrá establecer su pertinencia en cuanto a confort térmico, ya que se identificarán y analizarán materiales propios del lugar y otros usados en las envolventes de las viviendas, con ello establecer cuáles son los materiales que tienen mejor y peor comportamiento térmico.

La disconformidad térmica se puede reducir a través del uso de los

materiales pertinentes, ya que de estos depende en un gran porcentaje el calor presente en el interior de las viviendas. La investigación se enfoca primordialmente al análisis de las tres tipologías de viviendas en la parroquia; donde los resultados se analizarán con el fin de buscar que relación de materiales cubierta y paredes externas, tienen un mejor comportamiento en un rango de 24 horas. (La Roche P y Machado M, 1999).

La intención de realizar este análisis comparativo de los materiales, es conocer el efecto que causan en el interior, en donde las construcciones que presenten mayor similitud en cuanto a temperatura interior-exterior, serían las que mejor comportamiento tienen en cuanto a confort térmico y viceversa. (La Roche P y Machado M, 1999).

Además de demostrar que se puede mejorar la condiciones climáticas de una vivienda, con el uso de materiales oportunos donde una construcción debe ser confortable y sin la necesidad de requerir de aparatos eléctricos para enfriar los espacios interiores. Dicho efecto de incomodidad climática en lo referente a humedad se puede reducir, debilitar el efecto con el uso de materiales constructivos; y lograr que los espacios no se encuentren por encima de los rangos establecidos para que exista confort térmico según la NEC (2011).



OBJETIVOS

OBJETIVO GENERAL

Analizar y comparar el confort térmico, en envoltentes de las tres tipologías de viviendas unifamiliares de la Parroquia Rural Huambi, con el fin de identificar que tipología de vivienda es la más adecuada para la zona.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Obtener información bibliográfica y almacenar datos de interés para la investigación.
- Procesar la información obtenida por medio de la tabulación y gráficas de los datos obtenidos a través de encuestas, mediciones de precisión de temperatura (interior - exterior), y humedad relativa interior.
- Analizar y comparar los resultados obtenidos, con el fin de determinar, que tipología de vivienda es la más adecuada para la zona en cuanto a confort térmico.



UNIVERSIDAD
CATÓLICA DE CUENCA

COMUNIDAD EDUCATIVA AL SERVICIO DEL PUEBLO

ANÁLISIS COMPARATIVO DE ENVOLVENTES EN LAS TRES
TIPOLOGÍAS DE VIVIENDAS UNIFAMILIARES REFERENTE A CONFORT
TÉRMICO, EN LA PARROQUIA RURAL HUAMBI
(CANTÓN SUCÚA-PROVINCIA DE MORONA SANTIAGO)

CAPÍTULO I. INFORMACIÓN PRELIMINAR





1.1 INFORMACIÓN DEL LUGAR

La importancia de relacionarse con el espacio para comprender mejor el área que se va a explorar, donde se procura distinguir las zonas de mayor concentración de viviendas, además del conocimiento de los lugares que forman parte de la parroquia Huambi.

La ubicación en la región de la Amazonía ecuatoriana; una zona de características propias, que la diferencian de las otras regiones del país, es en donde la delimitación, presenta la particularidad de un territorio con pisos climáticos, y zonas térmicas, entre otras características, que actúan sobre las construcciones de diferente manera con respecto al confort térmico.

Los acontecimientos históricos de vital importancia que definen y ayudan a entender lo que sucede, contribuyendo al conocer en la investigación.

Donde la documentación existente pretende un principio que limita la indagación; que depende de los parámetros mencionados como la temperatura, precipitaciones, humedad, velocidad del viento entre otros similares; y la búsqueda de diferentes tipologías de vivienda dentro de los límites establecidos y en las zonas de mayor consolidación.

1.1.1 DATOS GENERALES DE LA PARROQUIA HUAMBI

A) Historia

Huambi una de las parroquias del Cantón Sucúa, demarcada por una reseña histórica que la formó en lo que es ahora; y que en un principio estaba habitado por aborígenes shuar que lo llamaban Huambie, proveniente de un pez de los ríos Upano y Tutanangoza; luego cambiado a Huambi por los colonos, que principalmente eran de Sevilla de Oro. (PDOT GAD Sucúa, 2015).

Los primeros en llegar al lugar fueron: Fidel Cevallos, Xavier Maldonado, José Chabla, Jacinto Vélez, entre otros; y posteriormente fue elevada a Parroquia el 17 de Julio de 1941. Se dio la primera junta parroquial encabezada por Reinaldo Reinoso junto a Héctor López, Juventino Gonzales y Segundo Yáñez, que dirigieron la parroquia durante ocho años. (PDOT GAD Sucúa, 2015).

Las primeras autoridades: Teniente Político Alcibíades Chiriboga y Secretario Francisco Zabala; y la Srta. Concepción Orellana fue la primera reina de la Parroquia Huambi. (PDOT GAD Sucúa, 2015).

Actualmente el 32% de la población es de nacionalidad shuar, y el 68% está compuesto de mestizos, afroecuatorianos e indígenas; además las actividades económicas principales son la agricultura, ganadería, silvicultura y la pesca. (PDOT GAD Sucúa, 2015).



TABLA N° 1.1

Cantones de la Provincia de Morona Santiago.

Ítem	Cantón	Área (km ²)	Porcentaje (%)
1	Taisha	615044	25,57
2	Morona	465448	19,35
3	Gualaquiza	220800	9,18
4	Limón Indanza	182136	7,57
5	Palora	145564	6,05
6	Santiago de Mendez	140348	5,84
7	Pablo Sexto	139057	5,78
8	Tiwinza	118454	4,92
9	Logroño	117071	4,87
10	San Juan Bosco	105407	4,38
11	Sucúa	89588	3,72
12	Huamboya	66300	2,76
Total		2405217	100

Fuente: Mogrovejo, N. (2012). *Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial del Cantón Logroño*. Logroño, Morona Santiago, Ecuador.: GAD del Cantón Logroño.

TABLA N° 1.2

Parroquias del Cantón Sucúa

Ítem	Parroquia	Área (m ²)	Porcentaje (%)
1	Sucúa	823.4199	62.81
2	Huambi	221.6957	16.91
3	Asunción	207.3882	15.82
4	Santa Marianita de Jesús	58.3774	4.45

Fuente: GAD del Cantón Sucúa. (2015). *Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial del Cantón Sucúa*. Sucúa, Morona Santiago, Ecuador.: Autor.

TABLA N° 1.3

Comunidades de la Parroquia Huambi, Cantón Sucúa.

Ítem	Comunidades	Ítem	Comunidades	Ítem	Comunidades
1	Huambi	4	Cristal	7	Kumpas
2	Bellavista	5	Tesoro	8	Cumbatza
3	Corazón de Jesús	6	Kayamás	9	Jesús del Gran Poder
				10	Cusuimi

Fuente: GAD del Cantón Sucúa. (2015). *Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial del Cantón Sucúa*. Sucúa, Morona Santiago, Ecuador.: Autor.

B) Delimitación del área de estudio.

La necesaria delimitación para establecer el área de análisis, en donde posteriormente se mencionarán rasgos varios del lugar y su acción sobre las viviendas.

La parroquia de Huambi, se encuentra ubicada en la región Amazónica del Ecuador, perteneciente al Cantón Sucúa uno de los doce cantones de la Provincia de Morona Santiago; se ubica entre los cantones de menor extensión de la provincia. (Ver tabla n°1.1 y mapa n°1.1). (Mogrovejo N; 2012).

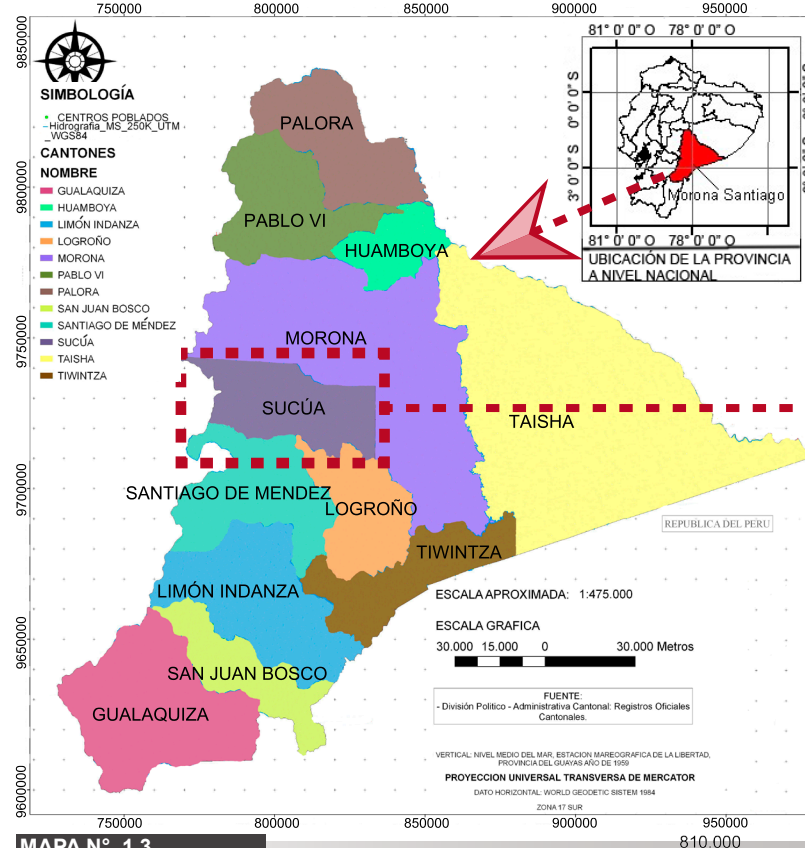
La superficie de la parroquia es la segunda en amplitud, después de la cabecera cantonal del Cantón Sucúa, entre las cuatro pertenecientes al Cantón; seguida por Santa Marianita de Jesús y Asunción. (Ver tabla n°1.2 y mapa n°1.2).

La parroquia se encuentra conformada por diez comunidades; las de mayor aglomeración de población son Tesoro, Cumbatza y Huambi. (PDOT GAD Sucúa, 2015).

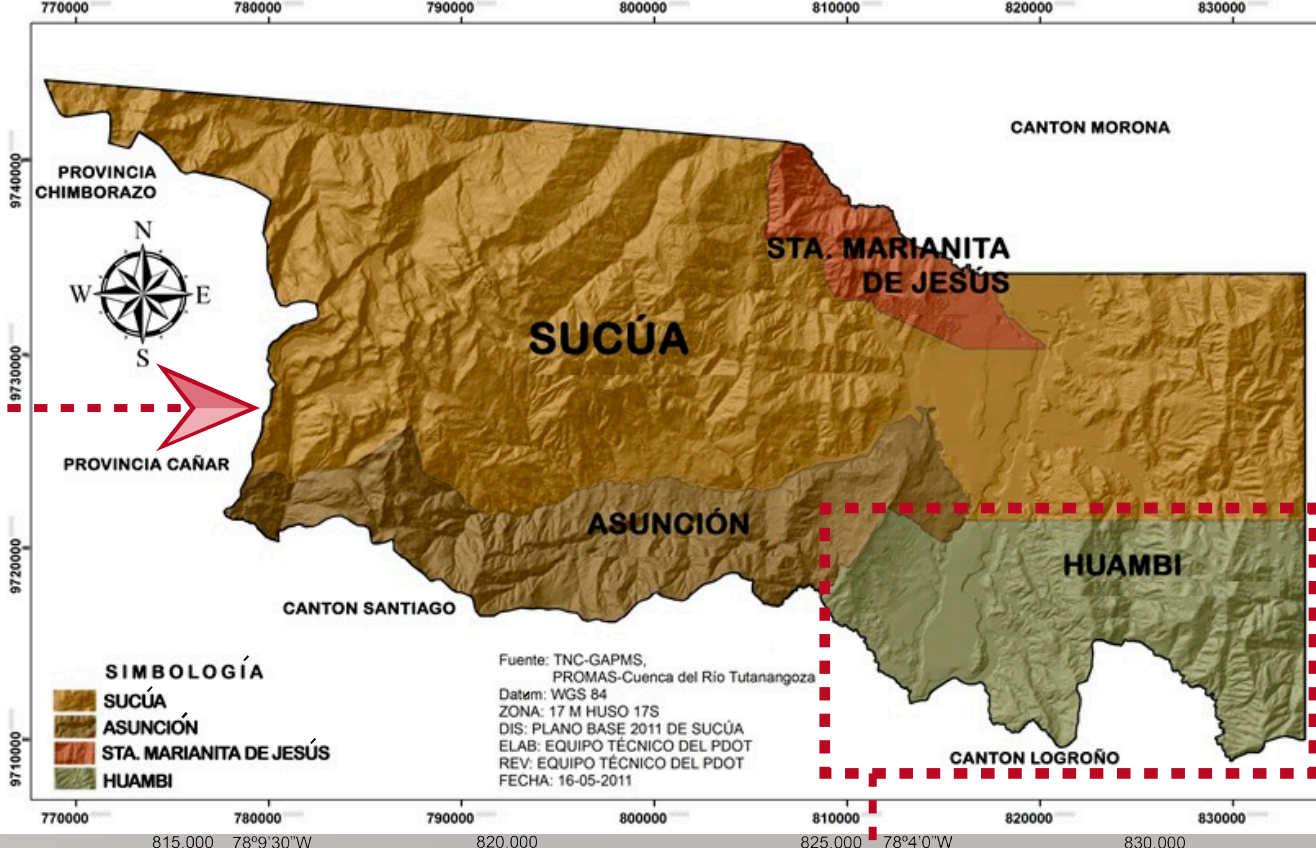
Mediante las visitas al lugar y archivos otorgados por el Gad Municipal del Cantón Sucúa, se establece que la mayor concentración de viviendas se encuentra ubicada sobre los tres sectores consolidados entre los diez existentes. (Ver tabla n°1.3 y mapa n°1.3).



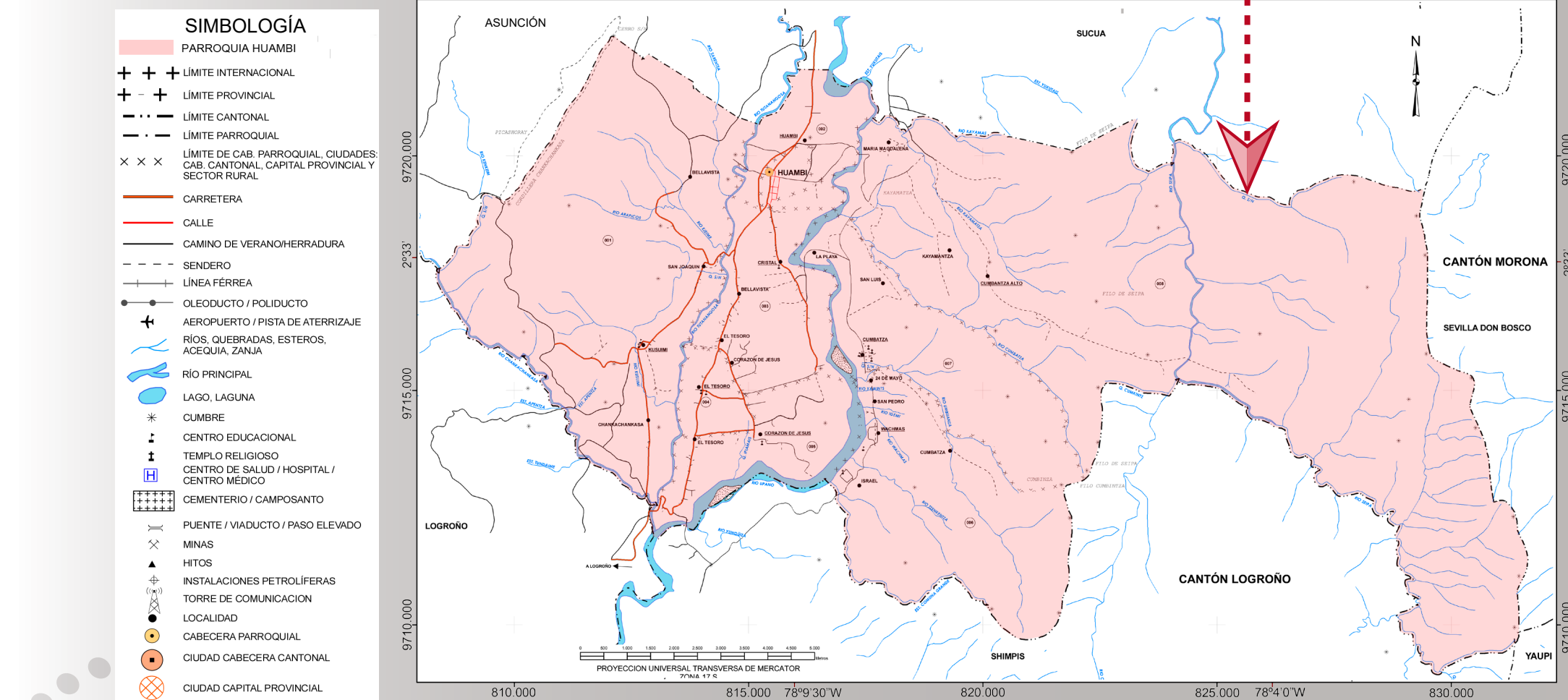
MAPA N° 1.1



MAPA N° 1.2



MAPA N° 1.3



a) Macro, micro localización y límites de la parroquia

El requisito de notar en el sitio y cartográficamente los límites y ubicación geográfica con respecto al Ecuador, provincia, cantón y la parroquia en sí. (Ver mapas n° 1.1; 1.2; 1.3).

Donde los límites parroquiales son los siguientes:

- Al norte: con las parroquias Sucúa y Asunción, pertenecientes igualmente al Cantón Sucúa.
- Al sur: con el Cantón Logroño.
- Al este: con el Cantón Morona.
- Al oeste: con la parroquia Asunción del mismo Cantón Sucúa y el Cantón Logroño. (PDOT GAD Sucúa, 2015).

Donde los cantones colindantes son Logroño, Morona y parroquias del Cantón Sucúa. (Ver mapa n° 1.3).

MAPA N° 1.1

Macro ubicación (Provincia de Morona Santiago en Ecuador)

Fuentes:

- Lara, C. Valdez, F. (2008). *División cantonal de la provincia de Morona Santiago*. Recuperado el 15 de febrero, de: <http://arqueologia-diplomacia-ecuador.blogspot.com/2011/02/nuevos-aportes-y-perspectivas-en-la.html>

- Departamento de planificación- GAD Provincial de Morona Santiago. (2008). *División político-administrativa cantonal de la Provincia de Morona Santiago*. Recuperado el 15 de febrero, de: http://chankuap.org/wp-content/uploads/2014/02/mapa_accion_Chankuap.jpg

Elaboración: Ávila O.

MAPA N° 1.2

Cantón Sucúa (parroquias).

Fuente: GAD del Cantón Sucúa. (s.f). *Territorio y población del cantón Sucúa*. Recuperado el 15 de febrero del 2017, de: <http://www.sucua.gob.ec/ciudad/territorio-y-poblacion>

Elaboración: Ávila O.

MAPA N° 1.3

Parroquia de Huambi en el Cantón de Sucúa.

Fuente: Inec. (s.f.). [Mapa de Huambi, Sucúa, Ecuador en Inec]. Recuperado el 24 de Enero, 2017, de: <http://www.ecuadorencifras.gob.ec/cartografia-digital-2010/>

Elaboración: Ávila O.



1.1.2 CONDICIONES CLIMÁTICAS

Las condiciones climáticas, un tanto extremas que presenta altas temperaturas y una humedad relativa alta, dan origen a un sector cálido - húmedo; en lo que es indispensable conocer los siguientes términos:

a) Temperatura

“Es una propiedad de la materia que está relacionada con la sensación de calor o frío.” (IGER, 2017, p.161).

b) Humedad relativa

“Es la relación entre contenido de vapor de agua del aire y la cantidad de vapor de agua que el aire puede retener a esa temperatura.” (Gliessman, 2002, p.73).

c) Precipitaciones

“La precipitación es cualquier forma de humedad que llega a la superficie terrestre, ya sea lluvia, nieve, granizo, niebla, rocío, etc.” (Bateman, 2007, p. 20).

d) Isotermas

“Es una curva que une los puntos, en un mapa cartográfico, que presentan zonas con la misma temperatura en la unidad de tiempo.” (PDOT GAD Sucúa, 2015, p.48).

e) Isoyetas

“Es una curva que une puntos, en un mapa cartográfico, que presentan la misma precipitación en la unidad de tiempo.” (PDOT GAD Sucúa, 2015, p.47).

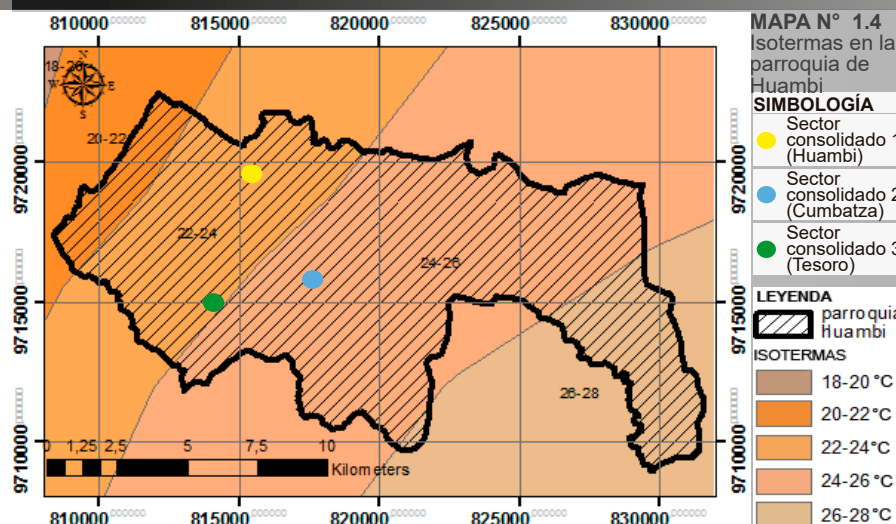
f) Evotranspiración

“Fenómeno en el que los seres vivos (en especial la vegetación) pierden agua en forma de vapor. Es un fenómeno físico y depende de varios factores tales como la radiación solar, efecto invernadero y la velocidad del viento.” (PDOT GAD Sucúa, 2015, p.47).

g) Vientos

“Movimiento del aire con respecto a la superficie de la tierra. Las direcciones de donde viene o proceda el viento y las velocidades en metros por segundo.” (“Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología”, 2014, p.6).

Los conceptos mencionados, serán usados para comprender su influencia en las viviendas, con varia documentación, además de la que se va a realizar seguimientos con los monitoreos de temperatura y humedad relativa, con su influencia en el confort térmico y sensación térmica percibida con la acción de la velocidad del viento; a continuación se mencionarán algunos de los factores climáticos que originan microclimas dentro de las viviendas, que depende de la materialidad utilizada en su envolvente.



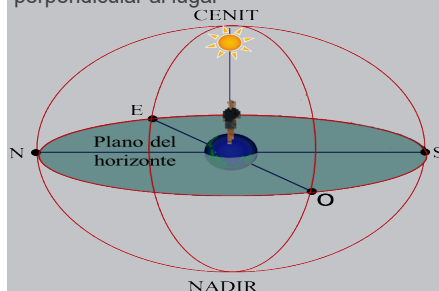
Fuentes:

- Instituto nacional de estadísticas y censos-INEC. (2011). *Provincias por Parroquias*. Recuperado el 16 de febrero del 2017, de: http://www.inec.gob.ec/estadisticas/?option=com_content&view=article&id=303
- Instituto nacional de meteorología e hidrología – INAMHI. (2008). *Representación de las temperaturas medias*. Recuperado el 16 de febrero del 2017, de: <http://sni.gob.ec/coberturas>

Elaboración: Ávila O

GRÁFICO N° 1.1

Cenit (horario en el que el sol se encuentra perpendicular al lugar)



Fuentes: Instituto de Tecnologías Educativas. (s.f). *Lección 2. FLUJOS DE ENERGÍA ENTRE EL SOL Y LA TIERRA*. Recuperado el 12 de julio de 2017, de: <https://fjferreer.webs.ull.es/Apuntes3/Leccion02/index.html>

TABLA N° 1.4

Datos - comportamiento del sol en Sucúa

Horas de sol	12°7'24'
Salida del sol	6°25'44'
Puesta de sol	18°33'09'
Punto más alto (cenit)	12°29'26'

Fuente: *Hora de salida y puesta del sol en Quito*. (2017). Recuperado el 6 de febrero de 2017, de: http://salidaypuestadelsol.com/Ecuador/Quito_5654.html

A) Temperatura

Según la base de datos del INAMHI, la temperatura ambiental del lugar fluctúa dentro de un rango de 20 a 28°C; cabe mencionar que la población se encuentra concentrada en tres sectores, en donde según los datos facilitados por el INAMHI, las temperaturas fluctúan de 22 a 24°C para los centros consolidados 1 y 3 de Huambi y Tesoro, y en el sector consolidado 2 de cumbatza, presenta máximas temperaturas de 24 a 26°C. (Ver mapa n° 1.4).

La acción de las horas sol presentes en un mismo rango de 12 horas a nivel nacional según la NEC (2011); en dicho efecto que establece un aproximado de salida de sol cercano a las 6:30 am y la puesta de sol a las 6:30 pm. (Ver gráfico n° 1.1 y tabla n° 1.4). ("Hora de puesta y salida del sol en Quito", 2017).

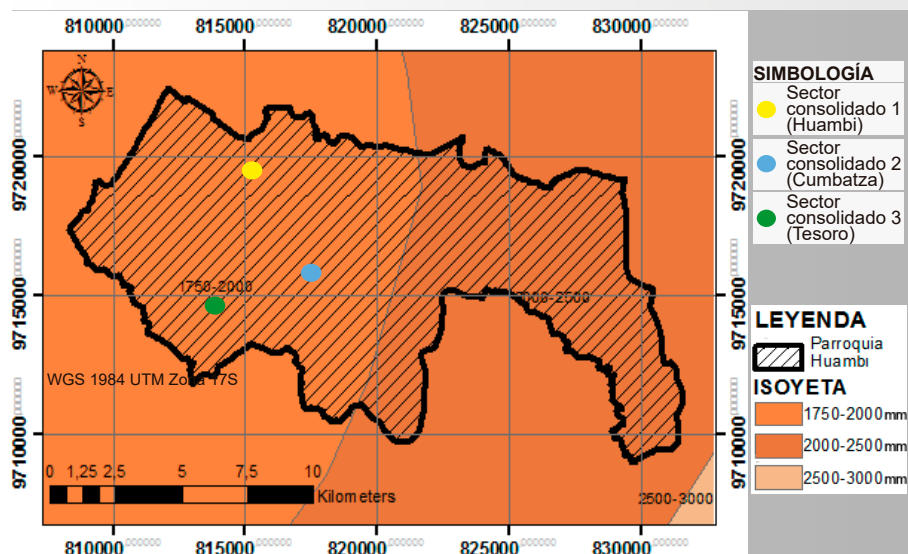
"La variación en el cenit (cuando el sol está perpendicular a la tierra, a las 12 del día) es de +/- 23.5°, de 47° entre verano e invierno." ("NEC-11 Capítulo 13 Eficiencia Energética en la Construcción en Ecuador", 2011, P.37).

Por lo tanto, las viviendas van a recibir calor durante doce horas consecutivas, al igual que durante doce horas, entrarán en un proceso de enfriamiento que dependerá de varios factores que se mencionarán más adelante.



MAPA N° 1.5

Isoyetas en la parroquia de Huambi



Fuente:

- Instituto nacional de estadísticas y censos-INEC. (2011). *Provincias por Parroquias*.

Recuperado el 16 de febrero del 2017, de:

http://www.inec.gob.ec/estadisticas/?option=com_content&view=article&id=303

- Instituto nacional de meteorología e hidrología – INAMHI. (2008). *Representación de las precipitaciones medias*. Recuperado el 16 de febrero del 2017, de: <http://sni.gob.ec/coberturas>

Elaboración:

Ávila O

Mes	Humedad Relativa (%)
Enero	85,00
Febrero	86,40
Marzo	87,30
Abril	88,00
Mayo	87,30
Junio	88,30
Julio	88,40
Agosto	88,90
Septiembre	87,00
Octubre	85,10
Noviembre	86,50
Diciembre	86,30
Promedio anual	87,04

TABLA N° 1.5

Humedad relativa estación macas (m-266), durante un periodo de ocho años.

Fuente:

GAD del Cantón Sucúa. (2015). *Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial del Cantón Sucúa*. Sucúa, Morona Santiago, Ecuador.: Autor.

Realizado por:
Ávila O.

B) Precipitaciones

Según la base de datos del INAMHI (2008), las precipitaciones en la parroquia de Huambi van desde 1750 a 3000 mm; pero los tres sectores de consolidación se encuentran entre los 1750mm a 2000 mm. (Ver mapa n° 1.5).

Además del efecto de una humedad relativa semejante y aproximada al 100% que está saturada en vapor de agua que origina las lloviznas; un estudio de la humedad relativa durante ocho años consecutivos realizada por el INAMHI, dan como resultado valores superiores al 85%, (ver tabla n° 1.5); donde sin importar las estaciones climáticas existentes de verano hasta junio e invierno hasta diciembre, la lluvia es un constante. (Gliessman, 2002; PDOT GAD Sucúa, 2015; "NEC-11 Capítulo 13 Eficiencia Energética en la Construcción en Ecuador", 2011).

Los agentes que influyen en las altas precipitaciones son los siguientes:

a) Humedad

-Humedad relativa anual de 87.4%.

-Máximo de 88.90%, (agosto).

-Mínimo de 85%, (enero). (Ver tabla n° 1.5). (PDOT GAD Sucúa, 2015).



TABLA N° 1.6

Nubosidad y evotranspiración estación macas (m-266), durante un periodo de 8 años.

Mes	Nubosidad (%)	Evotranspiración (mm/día)
Enero	76,90	2,98
Febrero	81,20	2,83
Marzo	85,00	2,70
Abril	82,50	2,62
Mayo	80,00	2,53
Junio	82,50	2,28
Julio	85,40	2,20
Agosto	85,70	2,35
Septiembre	85,00	2,60
Octubre	68,30	3,22
Noviembre	72,00	3,04
Diciembre	76,20	2,90
Promedio anual	80,06	2,69

Fuente: GAD del cantón Sucúa. (2015). *Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial del Cantón Sucúa*. Sucúa, Morona Santiago, Ecuador.: Autor.

Realizado por:
Ávila O.

Mes	Velocidad del Viento (m/s)
Enero	3,20
Febrero	2,70
Marzo	2,90
Abril	2,60
Mayo	2,30
Junio	2,10
Julio	2,40
Agosto	2,20
Septiembre	2,80
Octubre	3,10
Noviembre	3,10
Diciembre	3,40
Promedio anual	2,73

TABLA N° 1.7

Velocidad del viento - estación macas (m-266), durante un periodo de 8 años.

Fuente: GAD del Cantón Sucúa. (2015). *Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial del Cantón Sucúa*. Sucúa, Morona Santiago, Ecuador.: Autor.

Realizado por:
Ávila O.

b) Nubosidad

Indica el porcentaje de nubes que están formadas de vapor de agua, con valores significativamente altos. (Ver tabla n° 1.6).

- Nubosidad promedio de 80,06 %.
- Nubosidad máxima de 85,70 %.
- Nubosidad mínima de 68,30 %. (PDOT GAD Sucúa, 2017).

c) Evotranspiración (Eto)

Parámetro que contribuye a la formación de la lluvia en pequeñas cantidades. (Ver tabla n° 1.6).

- Promedio anual 981mm.
- Máximo de 3,04 a 3,22 mm/día, (octubre y noviembre).
- Mínimo de 2,20 mm/día, (julio). (PDOT GAD Sucúa, 2017).

C) Velocidad del viento

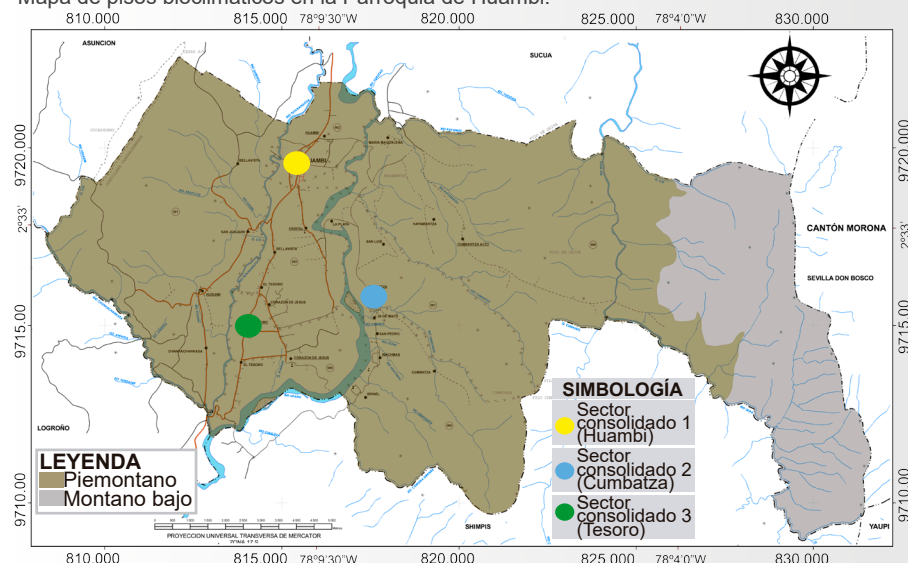
Las velocidades medias del viento dadas por el INAMHI, con un promedio de 2,73 m/s en la dirección de norte a este y que aumenta a medida que se dirige hacia al sur durante todo el año. (Ver tabla n° 1.7). (PDOT GAD Sucúa, 2015).

- Velocidades máximas de 3,40 m/s, (diciembre).
- Velocidades mínimas promedio de 2,50 m/s, (febrero a septiembre).
- Velocidad más baja de 2,10 m/s. (PDOT GAD Sucúa, 2015).



MAPA N° 1.6

Mapa de pisos bioclimáticos en la Parroquia de Huambi.



Fuente: GAD del cantón Sucúa. (2015). *Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial del Cantón Sucúa*. Sucúa, Morona Santiago, Ecuador.: Autor.

Elaboración: Ávila O, Clavijo M.

TABLA N° 1.8

Datos del Cantón Sucúa de los dos pisos climáticos influyentes en la parroquia

Piemontano	Montano Bajo
Área 558.5872 km².	Área de 260,5961 km².
Porcentaje 42.61%.	Es el 19.88% del área total del cantón.
Altura de 570-1400 m.s.n.m.	Altura de 1400-1900 m.s.n.m.
Precipitaciones medias anuales de 1250-2500 mm.	Precipitaciones de 1250-2500 mm.
Temperaturas media anual de 16-22° C.	Temperatura media anual de 16-22° C, y en invierno disminuyendo de 12-16 °C.

Fuente: GAD del cantón Sucúa. (2015). *Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial del Cantón Sucúa*. Sucúa, Morona Santiago, Ecuador.: Autor.

Elaboración: Ávila O, Clavijo M.

D) Pisos bioclimáticos

Para lo cual es necesario entender los siguientes términos:

a) Bioclimatología

“Relaciona los factores climáticos con la distribución de la vegetación que puede desarrollarse en un determinado territorio. En función de las condiciones de temperatura y precipitaciones, se pueden diferenciar zonas del territorio con iguales características climáticas”. (Díaz, 2008, Recuperado el 25 de Enero de 2017, de: http://www.granadanatural.com/blog.php?codigo_blog_articulo=8).

De lo cual, las zonas de concentración de viviendas, se encuentran asentadas sobre el piso climático Piemontano, pero una pequeña porción de la parroquia se encuentra ubicada sobre Montano Bajo. (Ver mapa n° 1.6 y tabla n° 1.8). (PDOT GAD Sucúa, 2015).

b) Ombroclimas

Establece el grado de humedad según las precipitaciones, donde la parroquia se encuentra entre:

- Húmedo – Precipitaciones de 1000-1600mm.
- Hiperhúmedo – Precipitaciones >1600 mm. (Rivas y Martínez, 1983; PDOT GAD Sucúa, 2015).

La parroquia sería de carácter húmedo e hiperhúmedo; pero los tres sectores consolidados son zonas húmedas. (Ver tabla n° 1.8).



1.2 CONCEPTOS BÁSICOS Y TERMINOLOGÍA

La vital importancia de los términos a mencionar, ya que de ellos se establecerá la clasificación de las viviendas para su estudio; donde la envolvente posee una materialidad distinta en cada tipología de vivienda, con características propias que a través de su masa térmica e inercia térmica, dan un efecto de mejor o peor comportamiento térmico.

Ciertas particularidades de los materiales como las propiedades termo físicas; que determinan la conducción del calor del exterior hacia el interior y viceversa, a través de la densidad, su grado de conducción térmica entre otros; origina que dichos materiales actúen de diferente manera, según su ubicación geográfica y las características climáticas del lugar antes mencionadas.

Por ello es necesario conocer los materiales y su acción al combinarlos para una selección adecuada con respecto al clima, donde el objetivo principal es alcanzar el confort térmico.

Más adelante se plantearán las peculiaridades de los materiales que originan los diversos microclimas, para posteriormente comparar los resultados térmicos obtenidos según los monitoreos y continuar con un análisis comparativo minucioso.

A) ¿Qué es el confort térmico?

La Norma Ecuatoriana de la Construcción Capítulo 13 Eficiencia Energética en la Construcción en Ecuador (2011), indica que:

Es una sensación neutra respecto a un ambiente térmico determinado. Depende de varios parámetros externos, como la temperatura del aire, la velocidad del mismo y la humedad relativa, y otros como la actividad física desarrollada, cantidad de ropa o el metabolismo de cada individuo. (p. 5 y 6).

B) Selección de materiales bioclimáticamente apropiados

En la envolvente las paredes exteriores y cubiertas, en donde para la selección de sus materiales a aplicarse se debe de conocer los siguientes parámetros; ya que de ellos depende como absorben, transmiten, acumulan energía y determinan el comportamiento térmico. (La Roche P y Machado M, 1999).

a) Características termofísicas

-Conductividad	→	Calor específico volumétrico
-Densidad		Efusividad
-Calor específico		Difusividad

b) Características ópticas: afectan la temperatura superficial y cantidad de radiación absorbida por el material.

-Absortividad
-Reflectividad



TABLA N° 1.9

Parámetros de confort térmico

Adaptación	Conceptos	Ejemplos
Del comportamiento	Modificación del entorno para crear un ambiente térmico más satisfactorio.	Tipo de ropa y su aislamiento, (adición-eliminación de ropa).
		Movimiento del cuerpo o los objetos en sus alrededores.
		Cambio de postura.
		Apertura o cierre de ventanas.
		Uso de termostatos, ventiladores, difusores.
		Uso de persianas.
Fisiológica	Aclimatación del organismo a los ambientes térmicos estresantes (caliente o frío).	Cambios fisiológicos en el metabolismo (termorregulación como vasodilatación, vasoconstricción, escalofríos y sudoración).
Psicológica	Depende de la experiencia térmica y la expectativa de las condiciones en los espacios.	Uso de sistemas electromecánicos de acondicionamiento ambiental.

Fuente: García, C. Bojórquez, G. Ruiz, P.(2011). Sensación térmica percibida en vivienda económica y auto-producida, en periodo cálido, para clima cálido húmedo. Ambiente Construido, 11 (4), 99-111.

Elaboración: Ávila O.

TABLA N° 1.10

Características de la inercia térmica

Térmica difusa	Es la velocidad con que avanza el calor a través del material.
Térmica efusiva	Es la capacidad de un material para absorber o restituir una fuerza térmica.

Fuente: Ugarde, J. Guía de arquitectura bioclimática: construir en países cálidos. San José, Costa Rica: Instituto de arquitectura tropical.

Elaboración: Ávila O.

C) Rangos de adaptación térmica

“Se define como la capacidad de un ocupante en un edificio para realizar ajustes en el entorno local (adaptación de la conducta) o el estatus propio (psicológica y/o adaptación fisiológica)”. (Ver tabla n° 1.9). (García, Bojórquez, Ruiz; 2011; p. 100).

“En la investigación se evaluará modificaciones en el flujo de calor producto de la diferencia en la construcción física de los materiales”. (La Roche P y Machado M, 1999, p. 244).

1.2.1 INERCIA TÉRMICA DE LOS MATERIALES

La inercia y la masa de los materiales y su acción térmica como materiales de construcción.

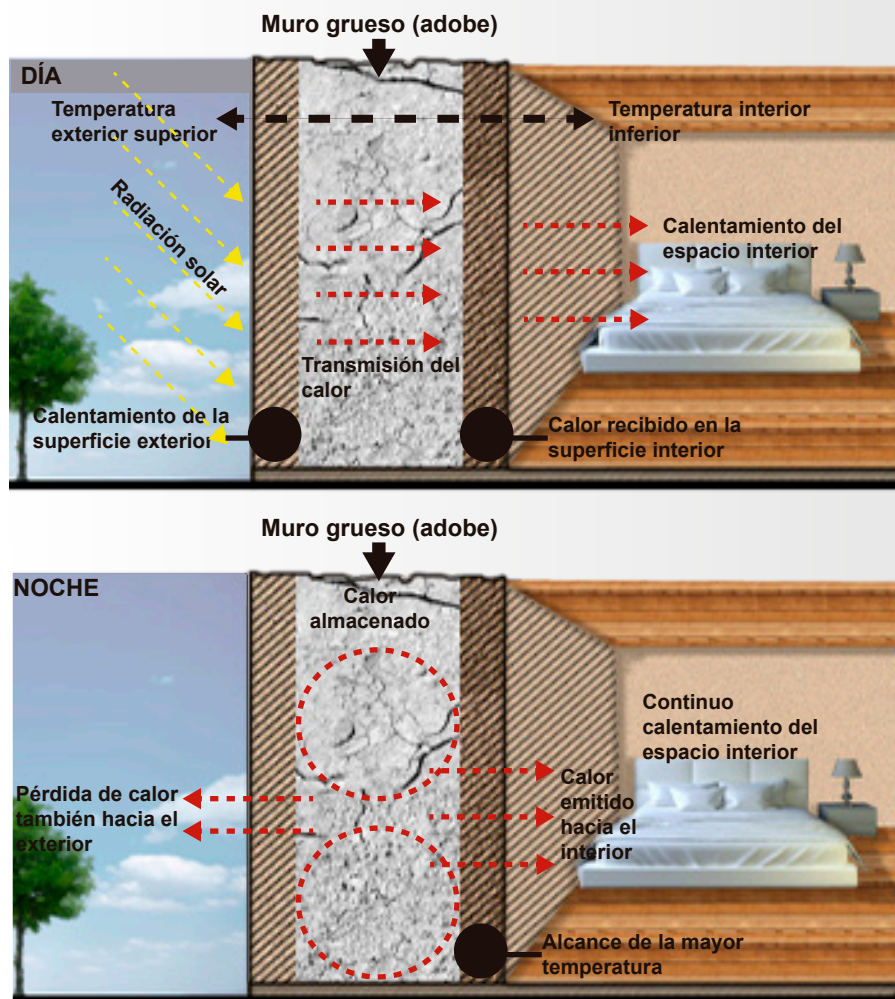
A) ¿Qué es la inercia térmica de los materiales?

“Capacidad de acumular y restituir el calor. Los rayos del sol dan sobre una pared. El calor, transmitido al interior, se propaga y disminuye. El tiempo de desfase es en función del espesor como de la conductividad térmica”. (Ugarde, s.f, Recuperado el 25 de Enero de 2017, de:http://www.granadanatural.com/blog.php?codigo_blog_articulo=8). La inercia térmica se subdivide en dos, para la región cálida lo óptimo es que la envolvente no absorba en demasía el calor, y que sus materiales aplicados tengan la capacidad de eliminar con rapidez el exceso de calor (Ver tabla n° 1.10). (Ugarde, s.f).



GRÁFICO N° 1.2

Ejemplo de masa térmica en paredes de gran espesor de adobe.



Fuente: *Envolventes arquitectónicas: Fachadas*. (s.f.). Recuperado el 27 de Enero de 2017, de: http://sied.conalep.edu.mx/bv3/Biblioteca/Area/Carrera/Modulo/Recurso/585/MD5_EnvolventesFachadas.pdf

Elaboración: Ávila O.

B) Masa térmica

La acción de la masa del material ante el calor, lo cual en su momento se analizarán los resultados obtenidos en las diferentes muestras de estudio; se entiende la masa térmica como:

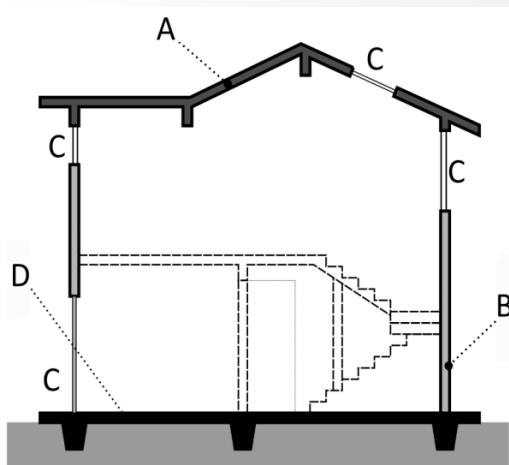
La cualidad de los materiales de absorber el calor y acumularlo lentamente en su estructura interna, ya que requieren una gran cantidad de energía para aumentar su temperatura, donde la transmisión de calor por conducción a través de ellos propician un efecto de “almacenamiento” de calor, el cual irán liberando gradualmente conforme la temperatura a su alrededor disminuya.

Los de elevada masa térmica, que son deseables para la construcción en climas extremos, como los desiertos donde la temperatura exterior durante el día puede alcanzar los 40°C y los 8°C por la noche.

Materiales con elevada masa térmica: adobe (y la tierra en general), el ladrillo, la piedra, el concreto y el agua. (Ver gráfico n° 1.2). (*Envolventes arquitectónicas: Fachadas*, s.f., Recuperado el 29 de Enero de 2017, de: http://sied.conalep.edu.mx/bv3/Biblioteca/Area/Carrera/Modulo/Recurso/585/MD5_EnvolventesFachadas.pdf).



GRÁFICO N° 1.3
Envoltientes arquitectónicas

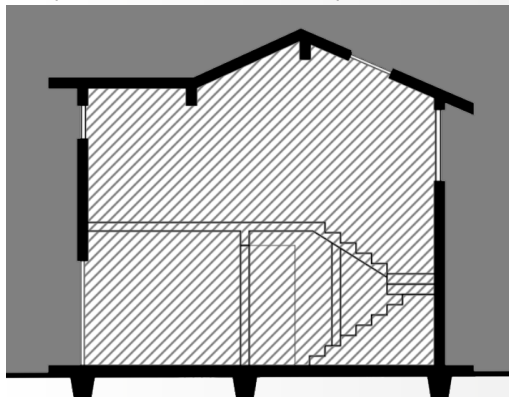


SIMBOLOGÍA
Envoltiente arquitectónica
Separaciones interiores

Envoltiente arquitectónica está integrada por:

- A. Cubiertas, techos, losas, volados.
- B. Muros y piel del edificio.
- C. Aberturas, puertas y ventanas.
- D. Superficie de contacto con el terreno: pisos

GRÁFICO N° 1.4
Componentes de la envoltiente arquitectónica



Componentes de la envoltiente arquitectónica:

- Ambiente exterior: el entorno, natural o urbano, en el que se ubica el edificio.
- Cerramientos: muros, puertas, ventanas, pisos, invernaderos.
- Ambiente interior: son las condiciones micro-climáticas que se obtienen como resultado de la interacción del sistema de cerramientos de la envoltiente con el ambiente exterior.

SIMBOLOGÍA
■ Cerramientos
■ Ambiente interior
■ Ambiente exterior

Fuente: Envoltientes arquitectónicas: Fachadas. (s.f.). Recuperado el 27 de Enero de 2017, de: http://sied.conalep.edu.mx/bv3/Biblioteca/Area/Carrera/Modulo/Recurso/585/MD5_EnvoltientesFachadas.pdf

Elaboración: Ávila O, Clavijo M.

1.2.2 ENVOLVENTES ARQUITECTÓNICA

Existen varios autores con un concepto y varios elementos definidos como envoltientes arquitectónicas; las envoltientes poseen varias características como las antes mencionadas, la materialidad y su efecto de masa e inercia, su acción ante las condiciones del clima, conductividad térmica, entre otros; y ahora su planteamiento en el análisis de su envoltiente en conjunto para la clasificación de las viviendas.

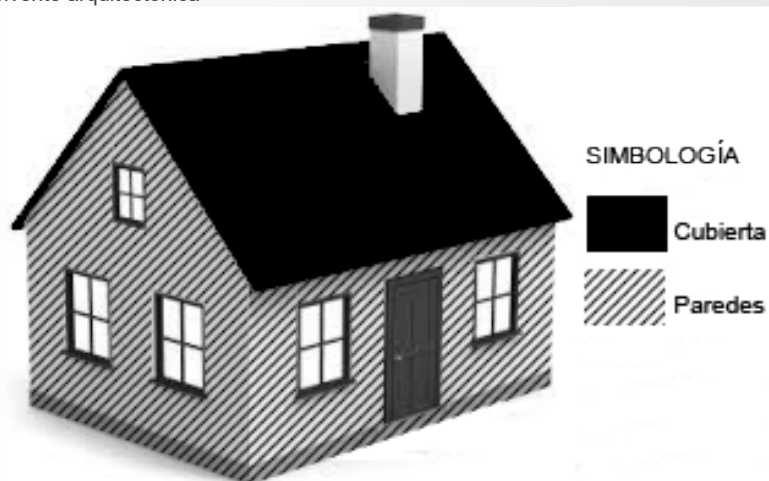
A) ¿Qué es una envoltiente arquitectónica?

“Es la capa externa de un edificio que vincula los espacios interiores con el exterior. Funciona como un regulador de las condiciones exteriores, para crear un ambiente interior (temperatura, luz y ventilación naturales).” (Ver gráfico n° 1.3). (“Envoltientes arquitectónicas Envoltientes Fachadas”, s.f, p.5).

B) Envoltiente térmica de un edificio

“Contiene todos los espacios interiores habitables y los separa del ambiente exterior, ya que se compone de todos los cerramientos, horizontales y verticales, los huecos y los puentes térmicos del edificio.” (Ver gráfico n° 1.4). (“La envoltiente térmica”, 2015, Recuperado el 25 de Enero de 2017, de: <http://greenboxpys.com/607-2/>).

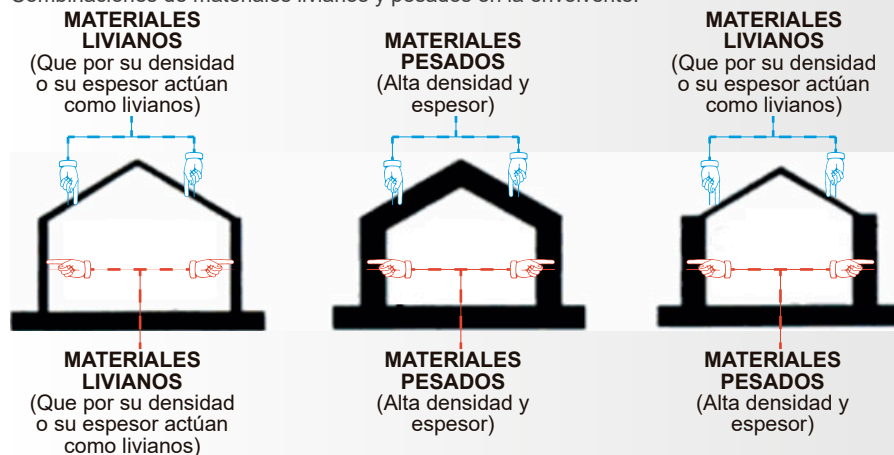
GRÁFICO N° 1.5
Envolvente arquitectónica



Fuente: La Roche P, Machado M (1999). Materiales de construcción adecuados para regiones de clima cálido. *Información tecnológica*, 10 (1), 243-250.

Elaboración: Ávila O.

GRÁFICO N° 1.6
Combinaciones de materiales livianos y pesados en la envolvente.



Fuente: La Roche P, Machado M (1999). Materiales de construcción adecuados para regiones de clima cálido. *Información tecnológica*, 10 (1), 243-250.

Elaboración: Ávila O.

C) Envolvente en la investigación

Para el propósito del escudriñamiento, se juzgarán a los dos elementos más sobresalientes de la construcción en sí, por razón de ser los principales medios que puede reducir las ganancias de calor; según La Roche P y Machado M (1999), clasifica como envolvente a:

- Paredes.
- Cubiertas. (Ver gráfico n°1.5).

La materialidad en paredes y cubiertas, reafirmará las tipologías de viviendas, que más adelante se detallarán.

D) Materialidad en la envolvente

De carácter livianos y pesados; en función de la DV densidad volumétrica y espesor de los materiales usados en la envolvente (Paredes y cubiertas). (La Roche y Machado, 1999).

Los materiales se distribuyen en tres combinaciones, y se clasifican en dos tipos. (Ver gráfico n° 1.6).

a) Materiales livianos:

- $DV < 1200\text{kg/m}^3$.
- Poco espesor. (Ver tablas n° 1.11; 1.13). (La Roche y Machado, 1999).

b) Materiales pesados:

- $DV > 1200\text{kg/m}^3$.
- Mucho espesor. (Ver tablas n° 1.12). (La Roche y Machado, 1999).



TABLA N° 1.11

Materiales livianos según la densidad

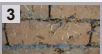
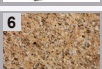
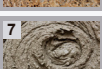
I	M	D	λ
	-Mampostería de ladrillos comunes/macizos	1600 1800 2000	0,70 0,78 0,90
	-Mampostería de ladrillos huecos	1000 1200 1400	0,40 0,45 0,52
	-Ladrillo de adobe	1500 1700	0,387 0,688
	-Rocas y terrenos	1200	0,267
	-Placas o bloques de mármol	2500 a 2800	1,806 a 3,01
	-Placas o bloques de granito	2600 a 2900	1,806 a 3,01
	-Mortero de cemento	1920	0,077
	-Bloque hueco de hormigón	1400	0,48

TABLA N° 1.13

Materiales livianos según el espesor

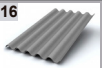
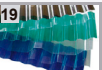
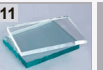
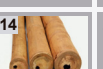
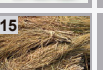
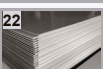
F	M	E
	-Cubiertas de fibrocemento	5 6 8
	-Teja de barro	20
	-Placas de fibrocemento (2,44x1,22m)	10 11 14
	-Cubiertas plásticas (2,44x1,11m)	2

TABLA N° 1.12

Materiales pesados según la densidad

I	M	D	λ
	-Maderas tipo aglomerado	200 300 400	0,055 0,060 0,074
	-Amianto	400	0,067
	-Lana mineral	0,57	0,035
	-Vidrio planchas semirígidas- rígidas	0,40	0,045
	-Madera caoba -Madera roble -Madera nogal	700 650 700	0,267 0,206 0,232
	-Planchas de yeso	600 700 900 1000 1200	0,25 0,28 0,35 0,4 0,5
	-Caña guadua	190 a 220	0,039 a 0,056
	-Palma	80 a 600	0,039 a 0,111

F	M	E
	-Planchas de zinc	0,20 0,23
	-Panel de acero galvanizado y planchas de acero aluminizado	0,25 0,30
	-Planchas galvanizadas	
	-1x2 m	0,7 a 1,4
	-1,22x2,44 m	0,4 a 2

SIMBOLOGÍA

I= Imagen.	D= Densidad.	U= (kg/m ³)
M=Material.	λ = Conductividad térmica.	U= (Kcal / mh °C)
	E= Espesor.	U= mm

Fuentes:

- Ferredeposito BELL. (s.f). *Tejas y láminas*. Recuperado el 16 de marzo de 2017, de: <http://ferredepositobell.com/tejas.html>

- Eudomus. (2012). *Características Técnicas de los Ladrillos de Adobe*. Recuperado el 16 de marzo de 2017, de: <http://eudomus.com/ladrillos-adobe/>

- Hernandez. (2014). *Características térmicas de los materiales*. Recuperado el 17 de marzo de 2017, de: <https://pedrojhernandez.com/tag/caracteristicas-termicas/>

- Instituto Argentino de Normalización. (2002). *Norma IRAM 11601 de Aislamiento térmico de edificios, Métodos de cálculo*. Recuperado el 17 de marzo del 2017, de: <https://es.scribd.com/document/58178929/IRAM-11601>

- Comisariato del constructor. (s.f). *Planchas Metálicas*. Recuperado el 17 de marzo del 2017, de: <http://www.comitructor.com/web/index.php/productos/planchas-metalicas>

- Eternit. (s.f). *Sistemas de construcción liviana eterboard*. Recuperado el 17 de marzo del 2017, de: <https://www.losadamunoz.com/images/drywall/pdf/FT-SCLETERBOARD-v01-2013-07.pdf>

- Gordo tejas y rústicos. (s.f). *Teja Solera de 20 cm*. Recuperado el 17 de marzo del 2017, de: <https://tejasgordo.com/producto/teja-solera-de-20-cm/>

- Wikipedia. (2016). *Aislante térmico*. Recuperado el 17 de marzo del 2017, de: https://es.wikipedia.org/wiki/Aislante_t%C3%A9rmico

- Multicomercio. (s.f). *Todos - Ladrillo tochana Medidas: 13x20x40 y de 10x20x40*. Recuperado el 17 de marzo del 2017, de: <http://www.multicomercio.com.ec/producto/721-Ladrillo-tochana-Medidas:-13x20x40-y-de-10x20x40>

- Importadora Benigno Bravo. (s.f). *Ladrillos*. Recuperado el 17 de marzo del 2017, de: <http://www.importadorabenignobravo.com/paginas/paredes/ladrillos.php>

- Obras & Protagonistas. (2012). *Uso del adobe: casas con corazón de barro*. Recuperado el 17 de marzo del 2017, de: <http://www.oyp.com.ar/nueva/revistas/209/1.php?con=2>

- Definición. (s.f). *Definición de Roca*. Recuperado el 17 de marzo del 2017, de: <http://www.oyp.com.ar/nueva/revistas/209/1.php?con=2>

- Ecuared. (2017). *Mármol*. Recuperado el 17 de marzo del 2017, de: <https://www.ecured.cu/M%C3%A1rmol>

- Pinterest. (s.f). *Granitos*. Recuperado el 17 de marzo del 2017, de: <https://www.pinterest.com/andretmachado/granitos/>

- Pinterest. (s.f). *Cemento*. Recuperado el 17 de marzo del 2017, de: <https://www.pinterest.com/pin/109845678387746721/>

- Vitralba. (s.f). *Vidrio simple*. Recuperado el 17 de marzo del 2017, de: <http://www.vitralba.com/vidrio-simple.php>

- The home depot. (s.f). Recuperado el 17 de marzo del 2017, de: <http://www.homedepot.com.mx/comprar/es/coapa-del-hueso/tabla-de-pino-madera-selecta-1x10x8>

- Interempresas. (s.f). *Placas de yeso laminado: para revestimientos de fachada o muros interiores*. Recuperado el 17 de marzo del 2017, de: <http://www.interempresas.net/Construccion/FeriaVirtual/Producto-Placas-de-yeso-laminado-Knauf-Polyplac-EPS-121109.html>

- Stoa. (s.f). *Caña de bambú guadua*. Recuperado el 17 de marzo del 2017, de: <http://www.stoa.com.es/espa%C3%B1ol/bamb%C3%BA-ca%C3%B1as-naturales/bamb%C3%BA-guadua/>

- Wikipedia. (2015). *Paja*. Recuperado el 17 de marzo del 2017, de: <https://es.wikipedia.org/wiki/Paja>

- Guimarães M. (2008). *Confort Térmico y Tipología Arquitectónica en Clima Cálido-Húmedo, Análisis térmico de la cubierta ventilada*. Tesis de maestría no publicada. Universidad Politécnica de Catalunya. Barcelona, España.

Elaboración: Ávila O.



TABLA N° 1.14

Aspectos invariables en la selección de materiales de construcción.

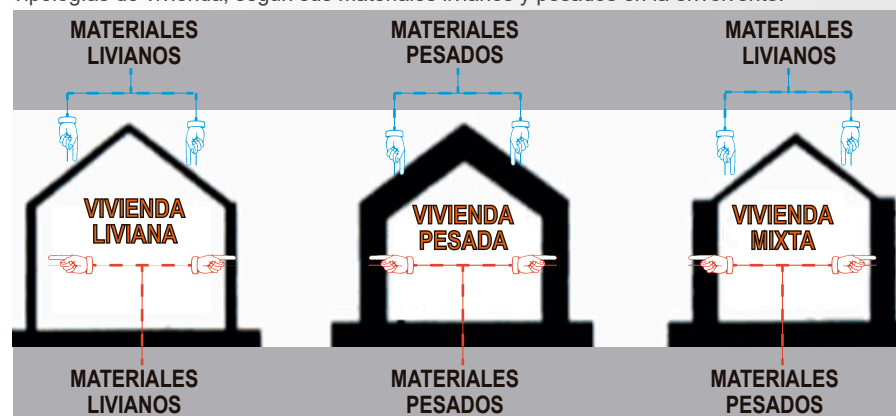
Durabilidad	Resistencia y permanencia de los materiales en el tiempo.
Desarrollo local	Valorización de los recursos locales (materiales).
	Mano de obra (sabiduría).
	La arquitectura de identidad.
	Apropiación del medio.
Calidad de los acabados	El tratamiento en climas cálidos (obra gruesa-acabados).
	Economía energética con la obra.

Fuentes: Ugarde, J. Guía de arquitectura bioclimática: construir en países cálidos. San José, Costa Rica: Instituto de arquitectura tropical.

Elaboración: Ávila O.

GRÁFICO N° 1.7

Tipologías de vivienda, según sus materiales livianos y pesados en la envolvente.



Fuente: La Roche P, Machado M (1999). Materiales de construcción adecuados para regiones de clima cálido. *Información tecnológica*, 10 (1), 243-250.

Elaboración: Ávila O.

1.3 TIPOLOGÍAS DE VIVIENDAS

A) Concepto de vivienda

“Vivienda, unidad de: Local o locales diseñados o considerados para que habite una persona o familia, prevista de instalaciones de baño y cocina”. (“Normas de arquitectura y urbanismo - Distrito Metropolitano de Quito”, 2003, p. 17).

La escogencia de los materiales debe de ser enfocadas al lugar, su duración en el transcurso del tiempo, y su aplicación climática. (Ver tabla n° 1.14).

B) Tipología de vivienda según la materialidad en la envolvente

Se juzgarán según los materiales usados en las paredes y cubiertas de las viviendas, para luego situarse dentro de los siguientes tres grupos:

- Vivienda liviana: Paredes y cubierta, con materiales livianos.
- Vivienda mixta: Paredes (materiales pesados), cubierta con livianos.
- Vivienda Pesada: Paredes y cubierta, con materiales pesados. (Ver gráfico n° 1.7).

Se asumirá que la vivienda se encuentra ventilada naturalmente, por lo que el comportamiento térmico se define por el intercambio de aire entre el exterior e interior; ver posibles ejemplos en las fotografías n° 1.1 a 1.9. (La Roche y Machado, 1999).



FOTOGRAFÍA N° 1.1

Vivienda liviana (cubierta - planchas de galvalume, paredes - madera).



Fuente: Clavijo M, Ávila O.

FOTOGRAFÍA N° 1.2

Vivienda liviana (cubierta-palma, paredes-caña guadua).



Fuente: Clavijo M, Ávila O.

FOTOGRAFÍA N° 1.3

Vivienda liviana (cubierta - zinc, paredes - caña guadua).



Fuente: Diarioenfermero. (2017). *Un centenar de familias recuperan su vivienda tras el terremoto de Ecuador*. Recuperado el 1 de Junio de 2017, de: <http://diarioenfermero.es/centenar-familias-recuperan-vivienda-tras-terremoto-ecuador/>.

FOTOGRAFÍA N° 1.4

Vivienda mixta (cubierta - planchas de galvalume, paredes - ladrillo).



Fuente: Clavijo M, Ávila O.

FOTOGRAFÍA N° 1.5

Vivienda mixta (cubierta - planchas de galvalume, paredes - bloque).



Fuente: Clavijo M, Ávila O.

FOTOGRAFÍA N° 1.6

Vivienda mixta (cubierta - planchas de fibrocemento, paredes - bloque).



Fuente: Coral J. (2013). *Miduvi Inició construcción de 29 viviendas en Sucumbíos*. Recuperado el 28 de Mayo de 2017, de: <http://4.bp.blogspot.com/-iHSosUCntJA/UjCsaMMjK>

FOTOGRAFÍA N° 1.7

Vivienda pesada (cubierta - losa de hormigón armado, paredes - bloque).



Fuente: Clavijo M, Ávila O.

FOTOGRAFÍA N° 1.8

Vivienda pesada (cubierta - losa de hormigón armado, paredes - ladrillo).



Fuente: Zorrilla H. (2010). *Información sobre casas baratas y viviendas económicas*. Recuperado el 28 de Mayo de 2017, de: <http://blog.arquitecturadecasas.info/2010/05/casas-baratas.html>

FOTOGRAFÍA N° 1.9

Vivienda pesada (cubierta - losa de hormigón armado, paredes - piedra).



Fuente: Sogestone. (s.f). *Mampostería de piedra*. Recuperado el 28 de Mayo de 2017, de: <http://sogestone.com/tecnicas/mamposteria.html>
Elaboración: Ávila O.

VIVIENDAS LIVIANAS

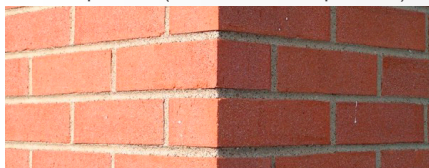
VIVIENDAS MIXTAS

VIVIENDAS PESADAS



FOTOGRAFÍA N° 1.10

Material pesado (ladrillo macizo - panelón).



Fuente: *Como hacer una pared de ladrillos vistos.* (s.f). Recuperado el 21 de Julio de 2017, de: <http://www.albaniles.org/wp-content/uploads/2013/11/ladrillos-vistos.jpg>

FOTOGRAFÍA N° 1.11

Material pesado (ladrillo hueco - tochana).



Fuente: *Ladrillos para muros.* (s.f). Recuperado el 21 de Julio de 2017, de: <http://bolivia.incerpaz.com/productos/ladrillos-muros/>

FOTOGRAFÍA N° 1.12

Material pesado (Bloque de cemento).



Fuente: *Cómo pintar una pared de hormigón para que parezca de piedra.* (s.f). Recuperado el 21 de Julio de 2017, de: <https://bricomani.com/pintar-una-pared-hormigon-parezca-piedra/>

FOTOGRAFÍA N° 1.13

Material liviano (palma).



Fuente: Ávila O, Clavijo M.

FOTOGRAFÍA N° 1.14

Material liviano (caña guadua).



Fuente: *Fibrocemento.* (s.f). Recuperado el 21 de Julio de 2017, de: <https://www.tersuave.com.ar/asistente-tecnico/superficies-dificiles/fibrocemento>

FOTOGRAFÍA N° 1.15

Material liviano (madera).



Fuente: *Cómo realizar la Técnica de Decapé en Madera.* (s.f). Recuperado el 21 de Julio de 2017, de: https://comohacerpara.com/imgl/04827-realizar-tecnica-decape-madera_1.jpg

FOTOGRAFÍA N° 1.16

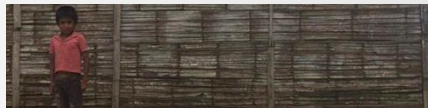
Material liviano (madera).



Fuente: *Diferencia entre teja árabe y teja mixta.* (s.f). Recuperado el 21 de Julio de 2017, de: <http://vilssa.com/diferencias-entre-teja-arabe-y-teja-mixta#>

FOTOGRAFÍA N° 1.17

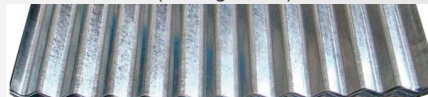
Material liviano (caña guadua).



Fuente: Ávila O, Clavijo M.

FOTOGRAFÍA N° 1.18

Material liviano (caña guadua).



Fuente: *Plancha Zinc Galvanizada Ondulada / 900 x 5.800 x 0.4 mm.* (s.f). Recuperado el 24 de Julio de 2017, de: <http://www.chileremates.cl/materiales-de-construccion/planchas-de-zinc-y-pizarreno/>

C) Identificación de la materialidad usada en el sector

A partir de este punto, se pretende establecer mediante visitas al campo de estudio, los diferentes materiales usados en el campo constructivo; los cuales son:

3 materiales de carácter pesado.

Ladrillo macizo-panelón, (usado en paredes). (Ver fotografía n°1.10).

Ladrillo hueco-tochana, (usado en paredes). (Ver fotografía n° 1.11).

Bloque de cemento, (usado en paredes y losa de hormigón). (Ver fotografía n° 1.12).

5 materiales de tipo liviano

Palma de pambil, (usado en cubiertas - vivienda tradicional shuar). (Ver fotografía n° 1.13).

Planchas de fibrocemento, (en cubiertas). (Ver fotografía n° 1.14).

Tablas de madera, (usado en las paredes). (Ver fotografía n° 1.15).

Teja artesanal, (usado en cubiertas). (Ver fotografía n° 1.16).

Caña de guadua, (paredes-vivienda tradicional shuar). (Ver fotografía n° 1.17).

Planchas de zinc o galvalume, (en cubiertas). (Ver fotografía n°1.18).

Las viviendas se clasificarán más adelante, según lo planteado por La roche y Machado (1999); y la combinación de materiales en paredes y cubiertas, las posicionará como de tipo liviana, mixta o pesada.



1.4 ANÁLISIS DE ESTADÍSTICAS, NORMATIVA NACIONAL E INTERNACIONAL Y DOCUMENTACIÓN

En este punto de la investigación, se denotan agentes de suma importancia como es la normativa en la que se basará la investigación ya sea para:

- Parámetros que establecen los rangos de confort térmico, desde un análisis nacional e internacional, que pretende comparar estos determinantes en función de las condiciones de la parroquia.
- Datos estadísticos, sobre la materialidad usada en la envolvente de las viviendas, que corroboran la información ya planteada.
- Parámetros de la instrumentación, que valida el uso del aparato de medición, que pretende dar mayor veracidad a los resultados obtenidos en los monitoreos de las viviendas.

La existencia de varios determinantes de influencia, que conviene mencionarlos, pero más no considerados como prioridad en la investigación; ya que muchos de ellos dependen del diseño en sí de las viviendas y de otros factores puntuales como, el emplazamiento, colores aplicados, la influencia de los espacios verdes, la forma, entre otros similares.

Mientras que el estudio, se enfoca en la materialidad aplicada en la envolvente como la primera fuente de atracción de calor en una

vivienda, pero es conveniente conocer algunos de los determinantes que pueden mejorar las condiciones climáticas. Por lo que en dicha investigación, se analiza sobre todo los cambios de temperaturas del interior y exterior, con un breve análisis de los planteamientos mencionados anteriormente; que en sí, también actuarían en la mejora de las condiciones térmicas de los hogares.

1.4.1 ANÁLISIS DE ESTADÍSTICAS

La imponente presencia de la tipología de vivienda liviana, con paredes exteriores de madera y cubierta de zinc o galvalume; lo cual mediante las visitas al lugar y en base a las estadísticas, es la de mayor presencia a nivel parroquial.

También la tipología de vivienda de carácter liviano, la vivienda tradicional shuar con paredes de caña guadua y cubierta de palma; esta tipología se aprecia solo en poblados Shuar, en especial en uno de los centros consolidados de la parroquia, como es Cumbatza.

Las de clase pesada no son de gran presencia, ya que al visitar el lugar se encuentran pocas viviendas de este tipo; esto se asevera mediante los datos del INEC (2010), de lo cual se hablará más adelante.

Los nueve materiales identificados en las envolventes se aprecian también en la documentación de respaldo.



TABLA N° 1.15 Materiales de la cubierta (Huambi).

Material del techo o cubierta	Casos	%
Hormigón (losa, cemento)	22	3
Asbesto (Eternit, Eurolit)	24	4
Zinc	497	75
Teja	101	15
Palma, paja u hoja	19	3
Total	663	100

GRÁFICO N° 1.8

Porcentajes y casos de materiales en las cubiertas (Huambi)

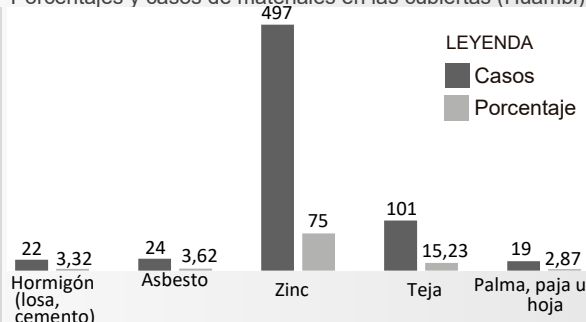


TABLA N° 1.16 Materiales (paredes exteriores-Huambi)

Material de paredes exteriores	Casos	%
Hormigón	51	7,69
Ladrillo o bloque	169	25,49
Adobe o tapia	1	0,15
Madera	420	63,35
Caña revestida o bahareque	14	2,11
Caña no revestida	4	0,60
Otros	4	0,60
Total	663	100

GRÁFICO N° 1.9

Materiales en paredes exteriores (Huambi)

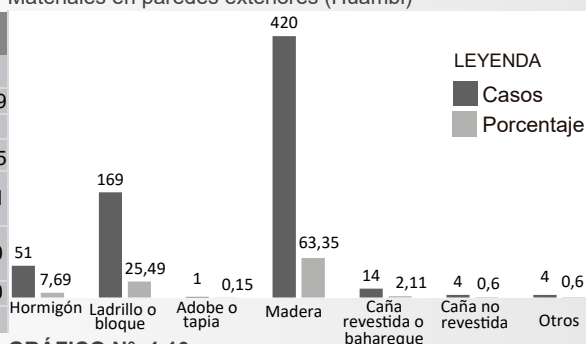


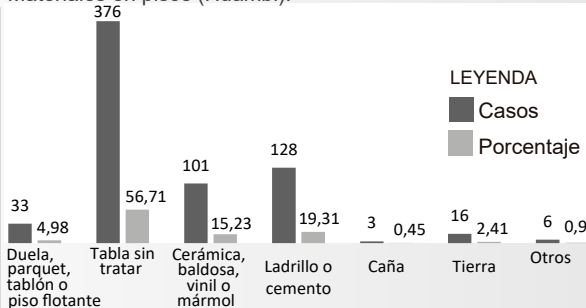
TABLA N° 1.17

Materiales del piso (Huambi)

Material del piso	Casos	%
Duela, parquet, tablón o piso flotante	33	4,98
Tabla sin tratar	376	56,71
Cerámica, baldosa, vinil o Ladrillo o	101	15,23
Caña	128	19,31
Tierra	3	0,45
Otros	16	2,41
Total	663	100

GRÁFICO N° 1.10

Materiales en pisos (Huambi).



Fuente: Instituto nacional de estadísticas y censos. (2010). - VII Censo de Población y VI de Vivienda - 2010. Recuperado el 24 de Enero de 2017, de <http://redatam.inec.gob.ec/cgibin/RpWebEngine.exe/PortalAction?&MODE=MAIN&BASE=CPV2010&MAIN=WebServerMain.ini>

Elaboración: Ávila O.

A) Materialidad en las envolventes de la parroquia de Huambi

Según los datos censales del Instituto Nacional de Estadísticas y Censos (2010), que proporcionan archivos donde se refleja el uso de los materiales en las 663 viviendas; donde las paredes exteriores y cubiertas son las de consideración como envolventes en el estudio.

a) Cubiertas: El mayor porcentaje de las viviendas, utilizan la cubierta de zinc con un 75 %, en menor porcentaje el uso de la teja con el 15,23%. (Ver tabla n° 1.15 y gráfico n° 1.8).

b) Paredes exteriores: La mayoría de las viviendas tienen paredes de madera con un 63,35%, después se encuentra la pared de ladrillo o bloque con el 25,49%. (ver tabla n° 1.16 y gráfico 1.9).

c) Pisos: Los pisos predominantes son de tabla sin tratar con el 56,71%, a continuación se encuentran los pisos de ladrillo o cemento con el 19,31% y en tercer lugar están los pisos de cerámica, baldosa, vinil o mármol con un 15,23%. (ver tabla n° 1.17 y gráfico 1.10).

Por lo tanto, la tipología de vivienda que más se usa, es la de cubierta de zinc, paredes exteriores de madera y piso de tabla sin tratar; los materiales de mayor uso en la envolvente son los siguientes:

- Cubiertas: zinc y teja.
- Paredes exteriores: madera, ladrillo o bloque.
- Pisos: tabla sin tratamiento, ladrillo o cemento.

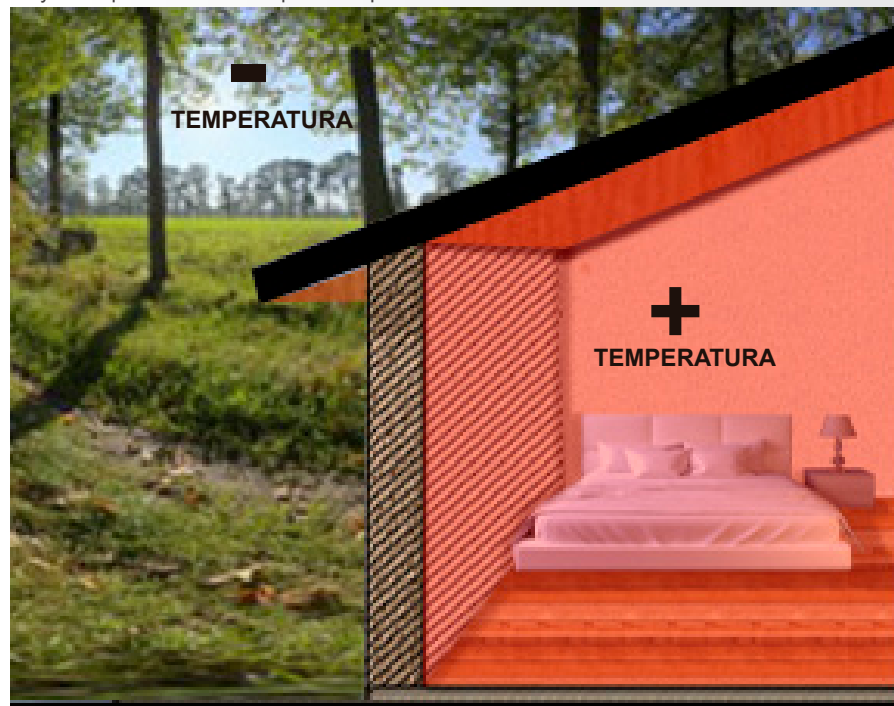


TABLA N° 1.18
Materiales livianos según la densidad

Comportamiento	Características
Peor comportamiento térmico	Temperatura interior $>$ Temperatura exterior
Mejor comportamiento térmico	Temperatura interior $<$ Temperatura exterior

Fuente:
La Roche P, Machado M (1999). Materiales de construcción adecuados para regiones de clima cálido. *Información tecnológica*, 10 (1), 243-250.

GRÁFICO N° 1.11
Mayor temperatura interior - peor comportamiento térmico en zonas cálidas.



Fuente: La Roche P, Machado M (1999). Materiales de construcción adecuados para regiones de clima cálido. *Información tecnológica*, 10 (1), 243-250.

Elaboración: Ávila O.

1.4.2 NORMATIVA INTERNACIONAL Y DOCUMENTACIÓN

Son las consideraciones generales para que exista confort térmico, para un posterior análisis de los resultados de cada vivienda.

A) Temperatura

En Venezuela, la ciudad de Maracaibo, un lugar de condiciones climáticas similares a las de la parroquia de Huambi, con un clima cálido y húmedo; la investigación realizada es similar a la planteada; donde el método según La Roche P y Machado M (1999), establece una mejor condición térmica cuando la temperatura interior es semejante a la temperatura exterior, entre otras condiciones. (Ver tabla n° 1.18).

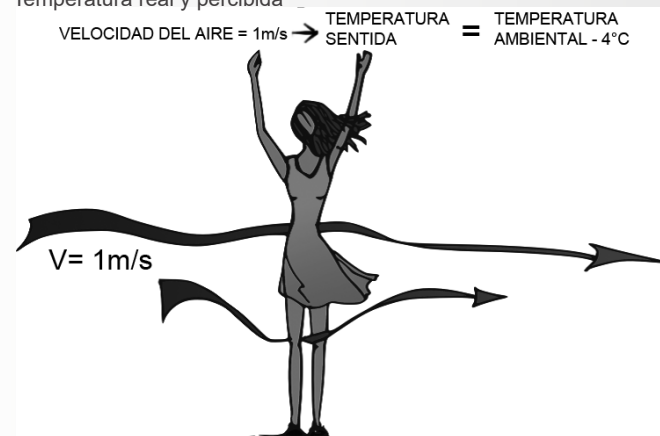
Es muy certero lo planteado por los autores de dicha investigación; ya que al ser una parroquia cálida, en donde los datos presentados anteriormente del clima plantean temperaturas de 20° C a 28°C, que ya son valores que denotan calor; donde incide además la capacidad de retención de calor de los materiales que pueden conservar unas temperaturas semejantes a las exteriores o en los peores casos generar climas insoportablemente calurosos. (Ver gráfico n°1.11).

Mientras mayor sea la diferencia entre la temperatura interior y exterior, mayor es la disconformidad con el ambiente térmico creado en el interior de las viviendas. (La Roche P y Machado M,1999).



GRÁFICO N° 1.12

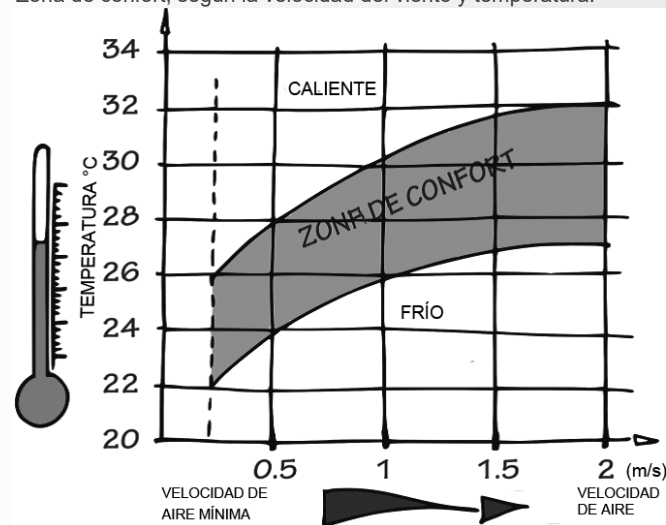
Temperatura real y percibida



Fuente: Gandemer, J. (2015). La ventilación natural en la práctica: Llamado sobre la ventilación. Francia: IAT editorial on line.
Elaboración: Gardemer Jacques.

GRÁFICO N° 1.13

Zona de confort, según la velocidad del viento y temperatura.



Fuente: Gandemer, J. (2015). La ventilación natural en la práctica: Llamado sobre la ventilación. Francia: IAT editorial on line.
Elaboración: Gardemer Jacques.

Según Gandemer J (2015), el alcance del confort se establece, cuando la temperatura se encuentra dentro del siguiente rango, en un clima tropical húmedo.

$$20^{\circ}\text{C} < T \text{ confort} < 28^{\circ}\text{C}.$$

Valores que están justo entre las temperaturas captadas de la parroquia dados por el INAMHI (2008); por lo que el alcance del confort térmico se define mientras la temperatura interior como exterior sean semejantes.

B) Temperatura sentida según la velocidad del viento

Si se aprovecha la velocidad del viento en el interior de las viviendas, la temperatura percibida puede reducir de 4 a 5° C, siempre y cuando las velocidades sean de 0.5 a 1.5 m/s. Cuando la velocidad interior es mayor al 2,50 m/s representan molestias. (Ver gráfico n° 1.12). (Gandemer, 2015).

Si las viviendas en el lugar se encuentran ventiladas naturalmente, el rango de confort se encontraría entre los 22°C a 32°C; con la consideración que el promedio de la velocidad del viento en el lugar es de 2,73 m/s, lo cual al ser aprovechado se puede reducir la sensación térmica captada por los usuarios. (Ver gráfico n° 1.13). (PDOT GAD Sucúa, 2015; Gandemer, 2015).



TABLA N° 1.19

Escala de Ashrae (sensación térmica)

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



Fuente:

Changqing, T. (2015). *Investigación sobre el sistema de calefacción de alta eficiencia para las viviendas residenciales ubicadas en la zona alta de la sierra ecuatoriana*. Cuenca, Ecuador: [s.n]

Elaboración: Ávila O

GRÁFICO N° 1.14

Efecto térmico producido por la sombra de un árbol.



Fuente:

Guimarães M. (2008). *Confort Térmico y Tipología Arquitectónica en Clima Cálido-Húmedo, Análisis térmico de la cubierta ventilada*. Tesis de maestría no publicada. Universidad Politécnica de Cataluña. Barcelona, España.

Elaboración: Ávila O

C) Sensación térmica

Para establecer el grado de sensación térmica, la Escala de Ashrae aplicada en la investigación realizada por Changqing T (2015), en la “Investigación sobre el sistema de calefacción de alta eficiencia para las viviendas residenciales ubicadas en la zona alta de la sierra ecuatoriana”; de la cual en base a encuestas usando dicha escala, para la determinación de la sensación térmica de los usuarios de las viviendas. (Ver tabla n° 1.19).

Para el análisis de los datos obtenidos, los resultados de mejor sensación térmica, deberán acercarse a neutral normal que indica una sensación térmica agradable; donde el usuario se encuentra conforme con su ambiente térmico y según se aleja hacia los extremos de la escala Ashrae, la sensación térmica es negativa y no adecuada. (Changqing, 2015).

D) Acción de la vegetación

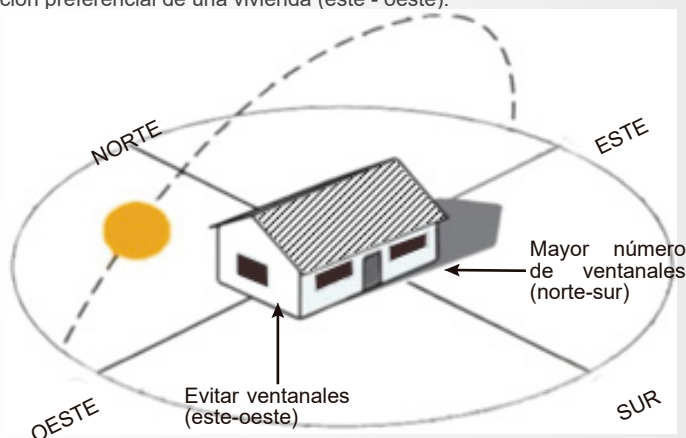
Funciona como un elemento de control térmico, que proporciona sombra y minimiza los efectos del calor; y mediante su intervención, crea una temperatura inferior en 3 °C. (Ver gráfico n° 1.14). (Guimarães, 2008).

El aprovechamiento de la vegetación resulta ser una necesidad para la reducción del calor en una zona cálida.



GRÁFICO N° 1.15

Orientación preferencial de una vivienda (este - oeste).



Fuente:

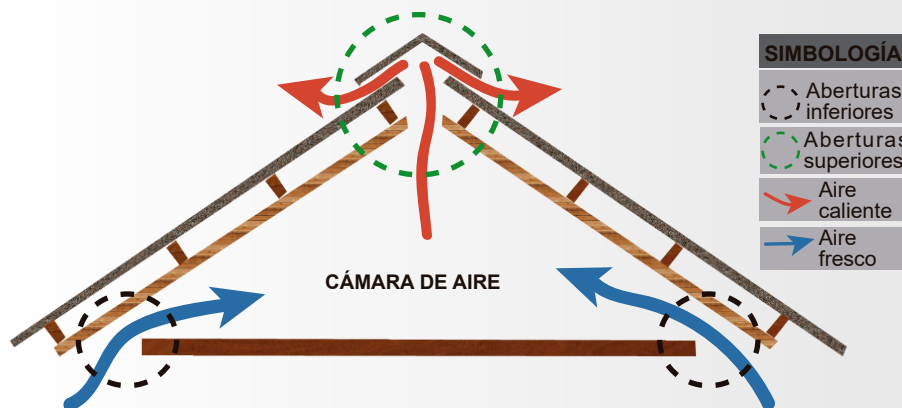
Guimarães M. (2008). *Confort Térmico y Tipología Arquitectónica en Clima Cálido-Húmedo, Análisis térmico de la cubierta ventilada*. Tesis de maestría no publicada. Universidad Politécnica de Cataluña. Barcelona, España.

Genolio. (2015). *Vivienda bioclimática*. Recuperado el 21 de marzo de 2017, de: <http://tecnogemacarra.blogspot.com/2015/04/cuanto-la-mejora-de-mi-propia-casa-con.html>

Elaboración: Genolio.

GRÁFICO N° 1.16

Cubierta ventilada, efecto chimenea.



Fuente:

Guimarães M. (2008). *Confort Térmico y Tipología Arquitectónica en Clima Cálido-Húmedo, Análisis térmico de la cubierta ventilada*. Tesis de maestría no publicada. Universidad Politécnica de Cataluña. Barcelona, España.

Elaboración: Ávila O.

E) Otras consideraciones de control térmico

a) Orientación de la vivienda: De preferencia la ubicación de la vivienda y ventanas, deben de ubicarse en el eje norte - sur; en lo posible evitarlos en el sentido este - oeste para evadir ganancias de calor; además que se favorece la ventilación natural en el edificio. (Ver gráfico n° 1.15). (Guimarães, 2008).

b) La cubierta:

Con su diseño se puede evitar que la temperatura interior sea superior a la exterior, por ser un protector de la radiación y la lluvia; este mínimo debe estar compuesto de dos capas y cámara de aire ventilada entre ellas; y poco peso para evitar el almacenamiento del calor. (Guimarães, 2008).

Procurar el efecto chimenea, según Guimarães (2008).

La cubierta bien ventilada, permite la formación de un colchón de aire que funciona como aislante del calor, en su parte superior es aconsejable las aberturas para la extracción del aire caliente y aberturas inferiores para la entrada de aire fresco. La diferencia de densidad del aire, en función de su temperatura, hace que el aire caliente tienda a salir por estas aberturas y ser renovado por el aire fresco. (Ver gráfico n° 1.16). (p. 44).



TABLA N° 1.20

Los parámetros físicos y fisiológicos que se asocian al confort térmico

Parámetros fisiológicos	Parámetros físicos
Estado de actividad	Temperatura del aire
	Humedad relativa (presión parcial del vapor de agua)
Ropaje	Velocidad relativa del aire
	Temperatura media de radiación

Fuente:

Saiz, S. (2010). *Herramientas de Diseño y Evaluación del Confort en espacios*. Recuperado el 21 de marzo de 2017, de: https://es.slideshare.net/TECNALIA/herramientas-diseo-evaluacin?qid=a450bbba-24ed-499f-9c6d-292b81147fde&v=&b=&from_search=2

Elaboración: Ávila O.

TABLA N° 1.21

Límites de confort dados por la temperatura

Temperatura efectiva	Sensación		Respuesta física
	Térmica	Confort	
40 °C	Muy caliente	Muy incómodo	Problema de regulación.
35 °C	Caliente		Aumento de tensión, por sudoración y aumento de flujo sanguíneo.
30 °C	Templado		Regulación normal por sudoración y cambio vascular.
25 °C	Neutral	Cómodo	Regulación vascular.
20 °C	Ligeramente fresco	Ligeramente incómodo	Aumento pérdidas de calor seco.
15 °C	Frío	Incómodo	Vasoconcentración en manos y pies.
10 °C	Muy frío		Estremecimiento

Fuente:

Mayorga, E. (2011). *Bienestar térmico humano* [Diapositiva]. Managua, Nicaragua: Universidad Nacional de Ingeniería (UNI).

Elaboración: Ávila O.

c) Paredes:

Protegerlas en lo posible de la incidencia directa de la radiación solar; ya sea con cubierta o con elementos que funcionen como barreras, para evitar las ganancias de calor. (Guimarães, 2008).

F) Parámetros de confort

Existen dos tipos de parámetros que son variables modificables de la sensación térmica; donde los físicos dependen de la situación climática de la ciudad y los fisiológicos del modo que cada persona pretende modificar el ambiente térmico. Dichos parámetros son los que se denotan en las diferentes normativas existentes sobre confort térmico. (Saiz, 2010). (Ver tabla n° 1.20).

Uno físico en el cual, según Mayorga (2011) la temperatura del aire de 25°C, deriva una respuesta en el organismo de aceptación, con una sensación neutral agradable y cómoda; valor que se encuentra dentro de los datos térmicos del lugar. (Ver tablas n° 1.21).



TABLA N° 1.22

Condicionantes de confort térmico según la norma española UNE-EN ISO 7730.

Condiciones	Invierno	Verano
Temperatura del aire	18 – 21 °C	20 – 24 °C
Velocidad del aire	< 0,15 m/s	< 0,25 m/s
Humedad relativa	30 – 60%	40 – 70%

Fuente: Pedro J, (2014). *Confort térmico*. Recuperado el 21 de marzo de 2017, de: <https://pedrojherandez.com/2014/03/08/confort-termico/>

Elaboración: Ávila O.

TABLA N° 1.23

Condicionantes de confort térmico según la norma española NTP 242 INHST

Condiciones	Invierno	Verano
Temperatura del aire	19 – 21 °C	20 – 24 °C
Velocidad del aire	0,15 m/s	0,25 m/s
Humedad relativa	40 – 60%	40 – 60%

Fuente: Soto, A. (s.f). *Procedimiento de Evaluación de Riesgos Ergonómicos y Psicosociales*. Recuperado el 21 de marzo de 2017, de: http://www.uhu.es/servicio.prevencion/menueservicio/info/ergonomia/eva_riesgos_ergonomicos.pdf

Elaboración: Ávila O.

TABLA N° 1.24

Rangos para la existencia de confort térmico, según la NEC (2011).

Característica	Rango
Temperatura del aire ambiente	Entre 18 y 26 °C
Temperatura radiante media de superficies del local	Entre 18 y 26 °C
Velocidad del aire	Entre 0,05 y 0,15 m/s
Humedad relativa	Entre el 40 y el 65 %

Fuente: Comité ejecutivo de la norma ecuatoriana de la construcción (2011), *Eficiencia energética en la construcción en Ecuador. En Normativa ecuatoriana de la construcción NEC -2011* (cap 13). Recuperado el 3 de febrero del 2017, de <https://inmobiliariadja.com/nec-2011/>

Elaboración: Ávila O.

Los físicos son los que principalmente se encuentran presentes en las diferentes normativas, como en las españolas; pero que presentan similitudes, las dos estaciones climáticas el invierno y verano al igual que en el Ecuador; el periodo de la toma de datos en invierno, en un lugar con rangos de temperatura por encima de las exigencias normativas, al igual que las velocidades de viento y sobretodo la humedad relativa muy superior a la presentada en las tablas n° 1.22 y 1.23.

1.4.3 NORMATIVA NACIONAL Y DOCUMENTACIÓN

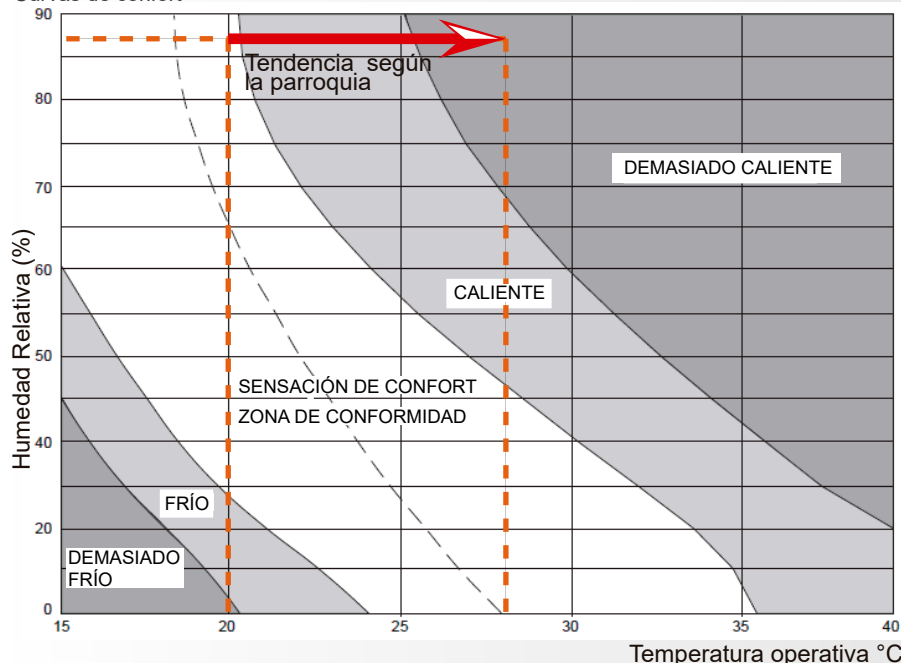
A) Confort térmico

Según la Normativa Ecuatoriana de la Construcción (2011), para que exista confort térmico, las edificaciones deben mantenerse dentro de los siguientes rangos dados en la tabla n° 1.24.

La normativa nacional, que es la de primera mano y al comparar con las características climáticas del lugar; donde la temperatura del ambiente, en especial en las zonas consolidadas, se encuentran entre los 22 a 26 °C, están entre los valores dados por la NEC (2011); pero lo contrario, en cuanto a velocidad del viento y humedad, ya que la información es muy alta en correlación con la planteada por la normativa ecuatoriana, y que además es muy similar a las normativas españolas mostradas anteriormente.



GRÁFICO N° 1.17
Curvas de confort



Fuente: Comité ejecutivo de la norma ecuatoriana de la construcción (2011), Eficiencia energética en la construcción en Ecuador. En *Normativa ecuatoriana de la construcción NEC-2011* (cap 13). Recuperado el 3 de febrero del 2017, de <https://inmobiliariadja.com/nec-2011/>
Elaboración: Ávila O; Comité ejecutivo de la norma ecuatoriana de la construcción (2011).

TABLA N° 1.25
Consideraciones para las viviendas.

La ubicación.	El efecto del viento, insolación y humedad.
Orientación de la fachada principal.	La dirección predominante del viento. Los ejes longitudinales en esa dirección.
Uniformidad en alturas.	Evitar vientos fuertes a nivel del suelo.
Disposición de edificios.	Evitar efectos de embudo sobre los vientos predominantes.
Ocasionar rugosidad en el terreno.	Técnicas paisajistas, jardinería, mediante pendientes, árboles, arbustos, etc.

Fuente: Comité ejecutivo de la norma ecuatoriana de la construcción (2011), Eficiencia energética en la construcción en Ecuador. En *Normativa ecuatoriana de la construcción NEC-2011* (cap 13). Recuperado el 3 de febrero del 2017, de <https://inmobiliariadja.com/nec-2011/>
Elaboración: Ávila O; Comité ejecutivo de la norma ecuatoriana de la construcción (2011).

La temperatura de Huambi es 20 a 28 °C, una humedad relativa promedio de 87,04 %. (PDOT GAD Sucúa, 2015; INAMHI, 2008).

Por ello las curvas de confort térmico, apuntan a una disconformidad, resultando acercarse más hacia lo considerado caliente y demasiado caliente. (Ver gráfico n° 1.17).

B) Consideraciones constructivas de diseño

Consideraciones importantes a la hora de construir una vivienda en una zona cálida - húmeda, para la obtención de un buen ambiente térmico; detalles entre los que se destaca:

a) El emplazamiento

Colocar las viviendas en zonas elevadas, esto ayuda a disminuir la humedad e incrementar la ventilación; los ejes longitudinales y la orientación de la fachada principal en dirección del viento; evitar efectos de embudo (mala ventilación), y usar vegetación como protección de vientos fuertes. (Ver tabla n° 1.25). ("NEC - Eficiencia energética en la construcción en Ecuador", 2011).

b) Forma:

Se recomienda formas elevadas, grandes aberturas para la ventilación y sombra; cubiertas inclinadas, en el caso de cubiertas planas, usar color blanco o protegerlas (elementos arquitectónicos). ("NEC - Eficiencia energética en la construcción en Ecuador", 2011).



GRÁFICO N° 1.18

Reflexión, emisividad y consideraciones de la envolvente arquitectónica.

REFLEXIÓN ENERGÉTICA
(Capacidad para reflejar la luz)

EMISIVIDAD
(Capacidad para disipar el calor)

RADIACIÓN INCIDENTE

COLORES EN CUBIERTAS

Oscuros - absorben el calor en mayor medida.

Claros - absorben el calor en menor medida, (reflejan el calor).

SUPERFICIES

Lisas - menos emisividad.

Onduladas - mayor emisividad.

TRANSMISIÓN
(Calor de exterior al interior)

COLORES EN PAREDES EXTERIORES

Índices de reflexión mayores al 40%

Fuente:

- *La Casa Económica*. (2014). Recuperado el 30 de julio del 2017, de: <http://lacasaeconomica.es/climatizacion/laminas-de-ventana-para-mejorar-la-eficiencia-energetica/>

- Cooling & waterproofing. (s.f.). *Revestimiento impermeabilizante altamente reflejante*. Recuperado el 30 de julio de 2017, de: <http://cool-r.es/wp-content/uploads/sites/2/2016/06/3.-Cat%C3%A1logo-T%C3%A9cnico.pdf>

- Comité ejecutivo de la norma ecuatoriana de la construcción (2011), Eficiencia energética en la construcción en Ecuador. En *Normativa ecuatoriana de la construcción NEC -2011* (cap 13). Recuperado el 3 de febrero del 2017, de <https://inmobiliariadja.com/nec-2011/>

Elaboración: Ávila O.

TABLA N° 1.26

Índices de reflexión de algunos colores usados en edificios.

Color	% Reflejado	Color	% Reflejado
Blanco cal	80	Anaranjado	25-30
Amarillo limón	70	Beige	25
Amarillo Oro	60	Verde vegetal	20
Azul claro	40-50	Ladrillo	18
Rosa salmón	40	Rojo	16
Gris cemento	32	Negro	5

Fuente:

Comité ejecutivo de la norma ecuatoriana de la construcción (2011), Eficiencia energética en la construcción en Ecuador. En *Normativa ecuatoriana de la construcción NEC -2011* (cap 13). Recuperado el 3 de febrero del 2017, de <https://inmobiliariadja.com/nec-2011/>

Elaboración: Ávila O.

c) Orientación de la edificación:

Ubicar los espacios según la orientación de las fachadas, agruparlos de acuerdo a los usos y horas de ocupación. En la zona: las orientaciones, norte y sur para evitar la exposición directa solar; y protección de la insolación de mediodía. ("NEC - Eficiencia energética en la construcción en Ecuador", 2011).

d) Optimización de radiación Solar

"Usar elementos de protección solar (aleros, persianas, pérgolas, batientes); superficies acristaladas con coeficientes de transmisión bajos, textiles y protección vegetal, ventilación natural". ("NEC - Eficiencia energética en la construcción en Ecuador", 2011, p. 15).

e) Color

"La temperatura de la cubierta está directamente relacionada con el color de los materiales. Para evitar el sobrecalentamiento de cubiertas, la reflectancia y la emisividad deben ser muy altas." (Ver gráfico n° 1.18 y tabla n° 1.26). ("Cooling & waterproofing", s.f, p. 11).

f) Ventilación y calidad de aire

La ventilación disminuye la sensación de calor debido a su efecto evaporatorio sobre la piel; el intercambio de aire regula la temperatura en interiores. ("NEC - Eficiencia energética en la construcción en Ecuador", 2011).



GRÁFICO N° 1.19

Sensor de temperatura y humedad (PRÓ SKIT CE NT-312).

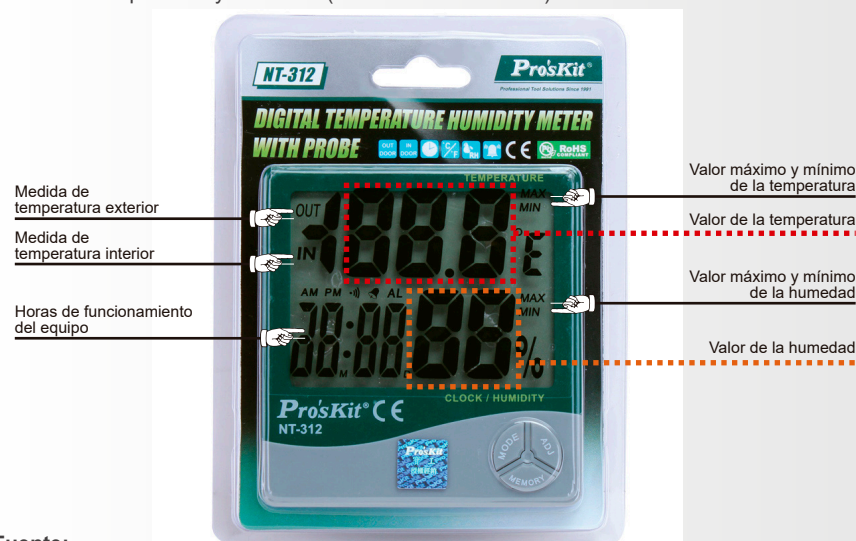


Fuente:

Pro'sKit NT-312 Digital 3.9" LCD Temperature Humidity Tester (1x AAA). (s.f). Recuperado el 5 de febrero de 2017, de: http://www.dx.com/p/pro-skit-nt-312-digital-3-9-lcd-temperature-humidity-tester-green-grey-1-x-aaa-388424#.WO0aXNI1_IV

GRÁFICO N° 1.20

Sensor de temperatura y humedad (PRÓ SKIT CE NT-312).



Fuente:

Pro'sKit NT-312 Digital 3.9" LCD Temperature Humidity Tester (1x AAA). (s.f). Recuperado el 5 de febrero de 2017, de: http://www.dx.com/p/pro-skit-nt-312-digital-3-9-lcd-temperature-humidity-tester-green-grey-1-x-aaa-388424#.WO0aXNI1_IV

1.4.4 NORMATIVA DE INSTRUMENTOS DE MEDICIÓN

El planteamiento del tema normativo a aplicar en los instrumentos de medición, es la determinación de que dichos instrumentos sean fiables y calibrados, dentro de un rango normativo que establezca la validez de los datos ofrecidos por los mismos.

El aparato a usar es el Pró skit ce nt-312, mide las condiciones ambientales interiores y exteriores, contando con una extensión que capta las características climáticas exteriores. (Ver gráficos n° 1.19). Los valores ofrecidos por el equipo cambian cada cinco segundos, en cuanto a valores interiores y exteriores, en el gráfico n° 1.20 se aprecia el funcionamiento del mismo; además de la existencia de documentación ofrecida por páginas alternas, con respecto a la velocidad del viento del Cantón Sucúa.

Su aplicación dentro del estudio, es de monitoreo durante periodos de 24 horas en cada una de las viviendas, donde los valores de cada hora captados, servirán para posteriormente realizar el análisis comparativo de las variaciones térmicas del interior y exterior.

A continuación se analizará la normativa existente en cuanto a equipos de monitoreo térmico, para plantear la coherencia del uso del instrumento en la investigación, que se encuentre dentro de parámetros normativos.



TABLA N° 1.27

Especificaciones del sensor PRÓ SKIT CE NT-312, de las medidas interiores.

Temperatura	Rango de medida	-10°C a +50°C
	Rango de error	+/- 1°C
	Resolución	0,1°C
Humedad	Rango de medida	20% a 90%
	Rango de error	+/-5%
	Resolución	1%
Certificación	Norma ISO 9001	

Fuente: Prokit's Industries Co.,LTD. (2014). *Pro'sKit nt-311/nt-312 Instrucción del medidor digital de humedad y temperatura.*

Elaboración: Ávila O.

TABLA N° 1.28

Especificaciones del sensor PRÓ SKIT CE NT-312, de las medidas exteriores.

Temperatura	Rango de medida	-50°C a +70°C
	Rango de error	+/- 1°C
	Resolución	0,1°C
	Longitud de la sonda	2,9 metros
Certificación	Norma ISO 9001	

Fuente: Prokit's Industries Co.,LTD. (2014). *Pro'sKit nt-311/nt-312 Instrucción del medidor digital de humedad y temperatura.*

Elaboración: Ávila O.

TABLA N° 1.29

Parámetros para instrumentos de medición de temperatura, según INSHT España.

Sensor	Características
Temperatura	El sensor debe de estar protegido de la radiación térmica.
	No impedir la circulación natural de aire a su alrededor.
	Escala de medida entre 20 °C y 60 °C
	Rango de error de ±1°C.

Fuente:

Ministerio de trabajo y asuntos sociales España; INSHT. (s.f). *NTP 322: Valoración del riesgo de estrés térmico: Índice WBGT.* Recuperado el 31 de marzo de 2017, de: http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/FichasTecnicas/NTP/Ficheros/301a400/ntp_322.pdf

Elaboración: Ávila O.

A) Sensor PRÓ SKIT CE NT-312

El sensor digital de temperatura y humedad, está certificado por el sistema de gestión de calidad, la Organización Internacional para la Normalización (ISO), específicamente por la norma ISO 9001; en las tablas n° 1.25 y 1.26, se aprecian las especificaciones técnicas del aparato en cuestión de rangos de medida y de error.

Las temperaturas registradas en Huambi, están dentro del rango de medida del instrumento, que mide la temperatura exterior de -50°C a +70°C e interior de -10°C a +50°C. Al igual que se ubica dentro de la humedad promedio del lugar, considerando que los rangos de error son relativamente bajos.

B) Según INSHT (Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo), España.

Aparte de los rangos de error, ofrece una serie de consejos para la colocación de los instrumentos de medición, como la protección de la radiación solar directa sobre el equipo y evitar la protección del viento; recomendaciones consideradas a la hora de colocar los instrumentos en las viviendas. (Ver tablas n° 1.29).

El rango de temperatura del equipo a usar, es mucho más amplio que el planteado por el INSHT, y donde el error es igual de +/-1°C. (Ver tablas n° 1.27; 1.28; 1.29).



TABLA N° 1.30

Parámetros para instrumentos de medición de temperatura, según UNE-EN ISO 7726:2002.

Medición de	Condicionantes del instrumento
Temperatura del aire	Esperar un tiempo de lectura, para que el instrumento alcance un valor estable.
	Debe estar en el rango de medida.
	El elemento sensor debe estar protegido del calor radiante.
	Evite las radiaciones emitidas por los cuerpos calientes (o fríos), situados en el entorno sobre el elemento sensor.
	Normalmente es suficiente con una pantalla brillante, que evite la incidencia sobre el elemento sensor de las radiaciones emitidas por los cuerpos calientes (o fríos) situados en el entorno.
Humedad del aire	Mediciones de la humedad del aire en: a) Forma absoluta (g de vapor/kg de aire). b) Relativa (%).
	Los higrómetros que utilizan materiales orgánicos (de pelo), son baratos, muy populares, de baja precisión y no válidos para los fines de evaluación.

Fuente: ESPRL- Escuela Superior de Prevención de Riesgos Laborales. (2011). *Ambiente-Termohigrométrico*. Recuperado el 23 de marzo de 2017, de: <https://es.scribd.com/document/50817348/8-Ambiente-termohigrometrico>

Elaboración: Ávila O.

TABLA N° 1.31

Requisitos referentes a sensores de temperatura y humedad, (OMM NO. 8, 1996)

Sensor	Características
Temperatura	El rango de -30 a +45°C.
	Resolución requerida de 0.1 °C.
	Exactitud requerida (margen del error) en la temperatura del aire es de 0.2° C.
Humedad relativa	El rango de: 5 a 100%.
	Resolución de 1% en la observación de la humedad relativa.
	El margen de error no debe ser mayor que 3%. La exactitud operacional requerida es de 5% (sí RH ≤ 50%) y 3% (sí RH >50%).

Fuente: Castro, E. (2008). *Manual de Procedimientos para las Estaciones Meteorológicas*. Recuperado el 11 de abril de 2017, de: <http://www.ots.ac.cr/meteoro/files/manual.pdf?pestacion=1>

Elaboración: Ávila O.

C) Según UNE-EN ISO 7726:2002.

Según lo planteado por esta normativa, el rango de medida del instrumento es aplicable para los presentados en la parroquia de Huambi; la pantalla brillante colabora para evitar que el sensor sea influenciado por los elementos calientes a su alrededor, como del computador que presenciara los cambios térmicos durante 24 horas. El equipo tiene una certificación de calidad y es de tipo digital. (Ver tabla n° 1.30).

En cuanto a la humedad del aire se realizará mediciones de la humedad relativa, además del apoyo en fuentes secundarias; y la velocidad del aire será en base a información secundaria.

D) Según la OMM (Organización Mundial de Meteorología), (1996)

El sensor cumple con casi todos los requisitos, a excepción del margen de error de 3% a humedades relativas mayores al 50%, donde el margen de error del equipo a usar es de 5 %, que es el requerido para humedades inferiores al 50% según la OMM. (Ver tabla n° 1.31).

Al ser un análisis de cambios de temperatura interior - exterior, y ante la normativa planteada, se corrobora la validez del equipo a usar para el monitoreo de las viviendas; que además contará con información secundaria de bases oficiales.



UNIVERSIDAD
CATÓLICA DE CUENCA

COMUNIDAD EDUCATIVA AL SERVICIO DEL PUEBLO

ANÁLISIS COMPARATIVO DE ENVOLVENTES EN LAS TRES
TIPOLOGÍAS DE VIVIENDAS UNIFAMILIARES REFERENTE A CONFORT
TÉRMICO, EN LA PARROQUIA RURAL HUAMBI
(CANTÓN SUCÚA-PROVINCIA DE MORONA SANTIAGO)

CAPÍTULO II. PROCESAMIENTO DE INFORMACIÓN



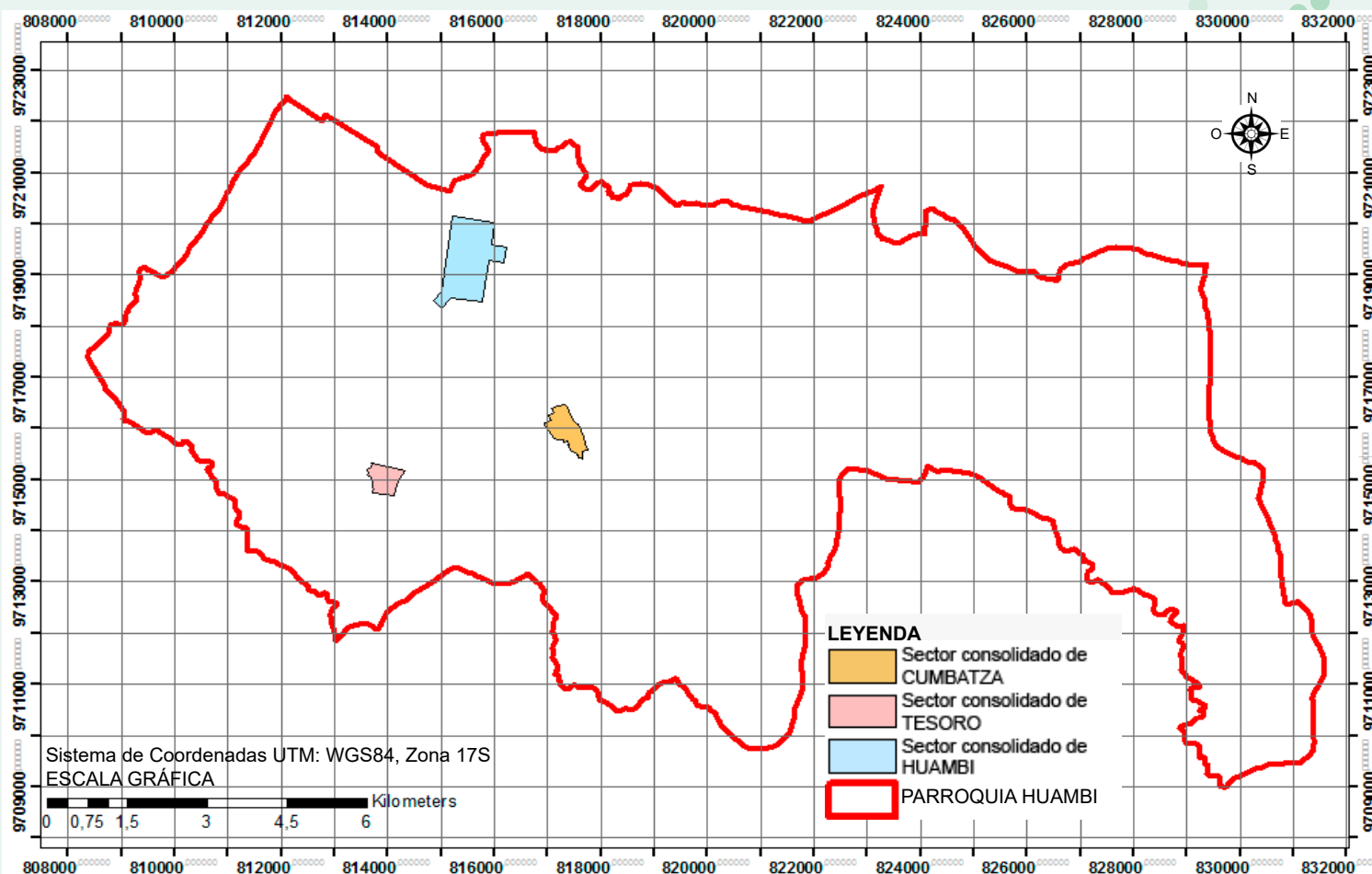
2.1 VIVIENDAS DE ESTUDIO

En el lugar de estudio se identifican tres zonas consolidadas, en las cuales se localizan el mayor número de viviendas, estas áreas urbanas son Cumbatza, Huambi y El Tesoro. (Ver mapa n° 2.1).

El grupo al que pertenece cada una de las viviendas, será establecido por el espesor y la densidad de los materiales usados en la fachada y su combinación, dados en el capítulo anterior. (Ver tablas n° 1.11; 1.12 y 1.13).

MAPA N° 2.1

Mapa de las zonas urbanas y consolidadas de la Parroquia Huambi.



Fuentes:

GAD del Cantón Sucúa. (2015). *Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial del Cantón Sucúa*. Sucúa, Morona Santiago, Ecuador.: Autor.

Elaboración: Ávila O, Clavijo M.



A) Zona consolidada 1 (Huambi)

a) Mapa de ubicación

VIVIENDAS LIVIANAS

VIVIENDA LIVIANA N°1 (CUBIERTA DE ZINC Y PAREDES EXTERIORES DE MADERA)

FOTOGRAFÍA N° 2.1

Vivienda liviana n°1 (cubierta de zinc, paredes de madera).



Fuente: Ávila O, Clavijo M.

VIVIENDA LIVIANA N°2 (CUBIERTA DE TEJA Y PAREDES EXTERIORES DE MADERA)

FOTOGRAFÍA N° 2.2

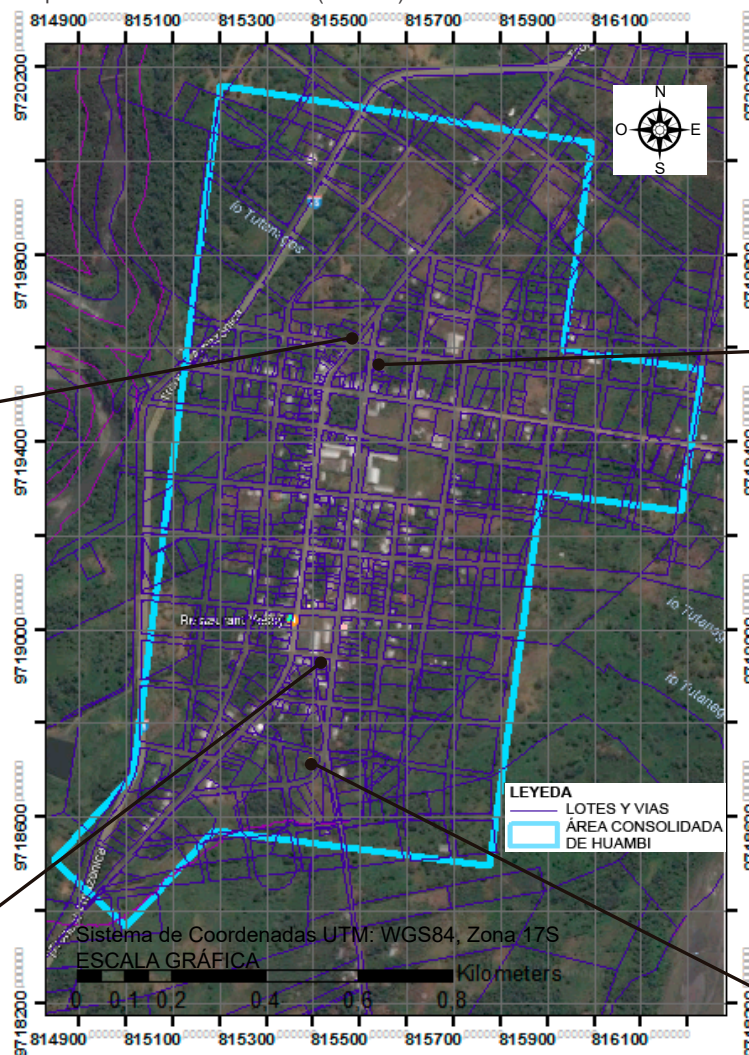
Vivienda liviana n°2 (cubierta de teja, paredes de madera).



Fuente: Ávila O, Clavijo M.

MAPA N° 2.2

Mapa de la zona consolidada 1 (Huambi).



Fuentes:

GAD del cantón Sucúa. (2015). *Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial del Cantón Sucúa*. Sucúa, Morona Santiago, Ecuador.: Autor.

Elaboración: Ávila O, Clavijo M.

VIVIENDA MIXTA

VIVIENDA MIXTA N°1 (CUBIERTA DE FIBROCEMENTO Y PAREDES EXTERIORES DE BLOQUE)

FOTOGRAFÍA N° 2.3

Vivienda mixta (cubierta de fibrocemento, paredes de bloque).



Fuente: Ávila O, Clavijo M.

VIVIENDA PESADA

VIVIENDA PESADA N°1 (CUBIERTA LOSA DE HORMIGÓN Y PAREDES EXTERIORES DE BLOQUE)

FOTOGRAFÍA N° 2.4

Vivienda pesada (cubierta - losa de hormigón, paredes de bloque).



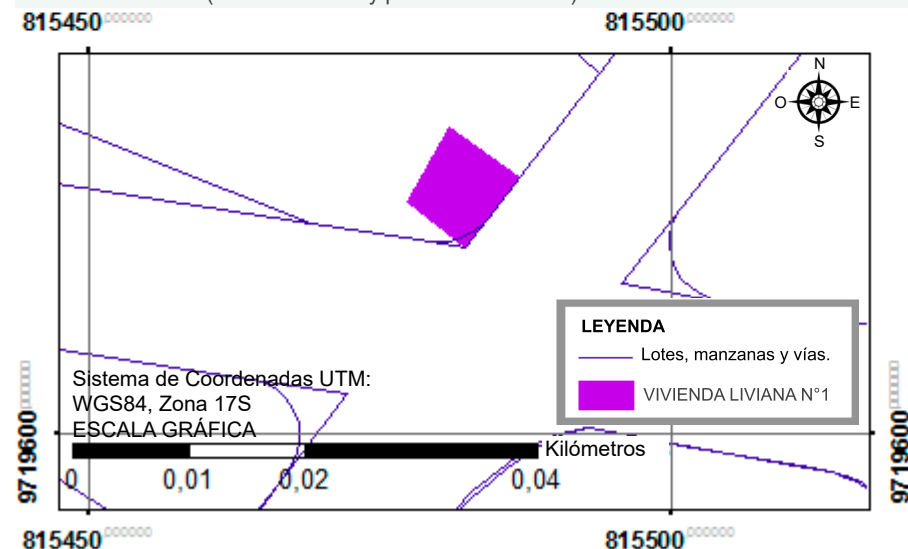
Fuente: Ávila O, Clavijo M.



b) Viviendas livianas

MAPA N° 2.3

Vivienda liviana n°1 (cubierta de zinc y paredes de madera).



Fuentes:

GAD del cantón Sucúa. (2015). *Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial del Cantón Sucúa*. Sucúa, Morona Santiago, Ecuador.: Autor.

Elaboración: Ávila O, Clavijo M.

GRÁFICO N° 2.1

Vivienda liviana n°1 (cubierta de zinc y paredes de madera).



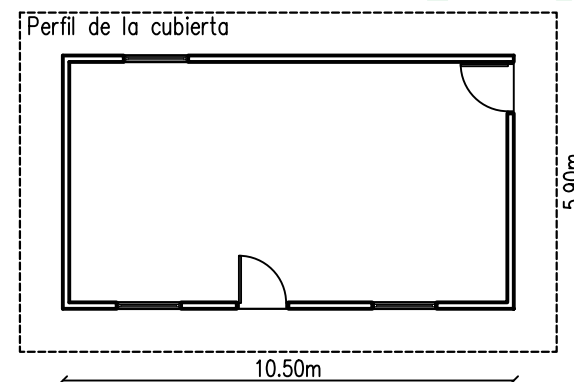
Fuente:

Ávila O, Clavijo M.

Elaboración: Ávila O.

PLANO N° 2.1

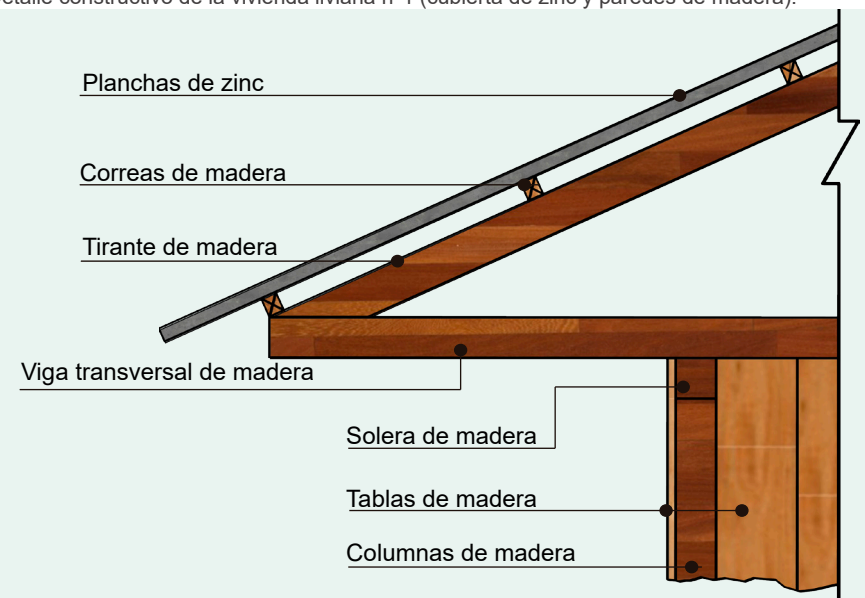
Vivienda liviana n°1 (cubierta de zinc y paredes de madera).



Fuente y elaboración: Ávila O, Clavijo M.

PLANO N° 2.2

Detalle constructivo de la vivienda liviana n°1 (cubierta de zinc y paredes de madera).



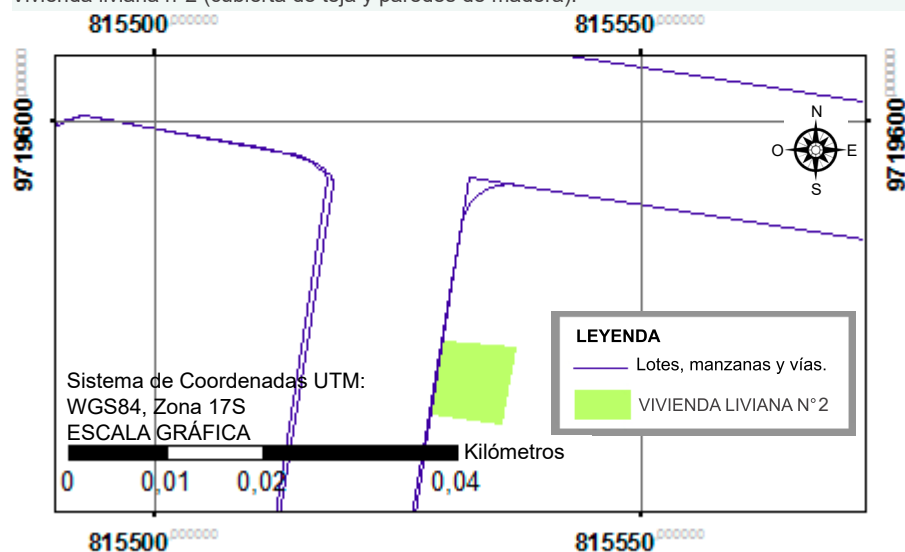
Fuentes y elaboración:

Ávila O.



MAPA N° 2.4

Vivienda liviana n°2 (cubierta de teja y paredes de madera).



Fuentes:

GAD del Cantón Sucúa. (2015). *Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial del Cantón Sucúa*. Sucúa, Morona Santiago, Ecuador.: Autor.

Elaboración: Ávila O, Clavijo M.

GRÁFICO N° 2.2

Materialidad en la envolvente de la vivienda liviana n°2 (cubierta de teja y paredes de madera).



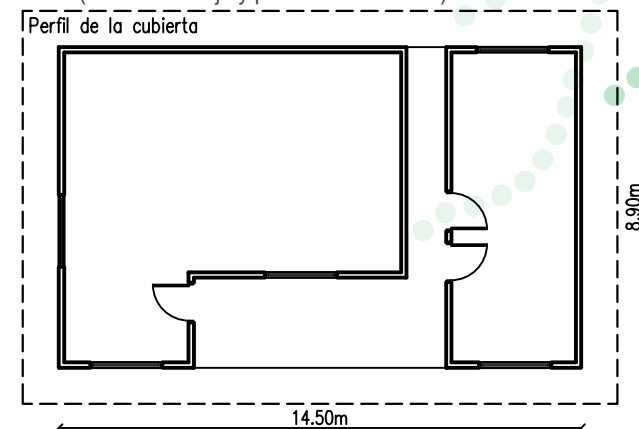
Fuente:

Ávila O, Clavijo M.

Elaboración: Ávila O.

PLANO N° 2.3

Vivienda liviana n°2 (cubierta de teja y paredes de madera).



Fuente y elaboración: Ávila O, Clavijo M.

PLANO N° 2.4

Detalle constructivo de la vivienda liviana n°4 (cubierta de teja y paredes de madera).



Fuentes y elaboración:

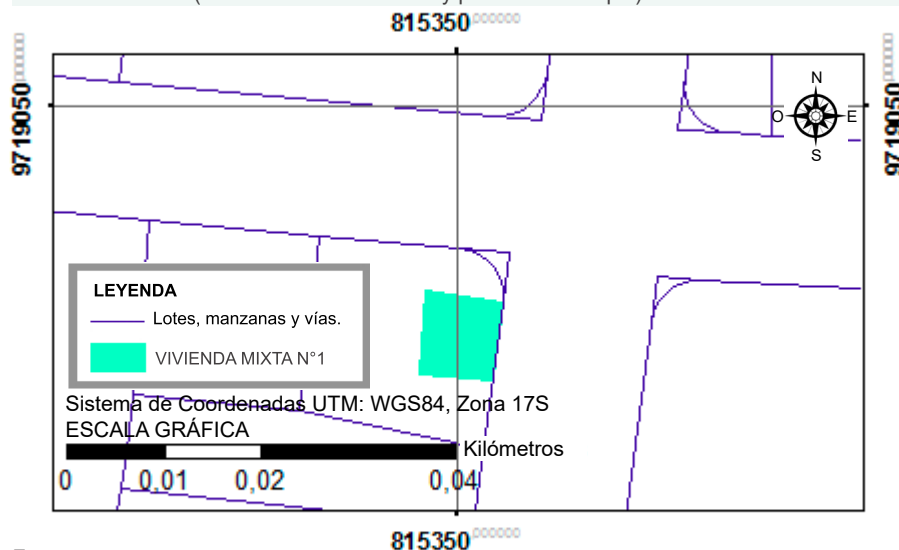
Ávila O.



c) Vivienda mixta

MAPA N° 2.5

Vivienda mixta n°1 (cubierta de fibrocemento y paredes de bloque).



Fuentes:

GAD del cantón Sucúa. (2015). *Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial del Cantón Sucúa*. Sucúa, Morona Santiago, Ecuador.: Autor.

Elaboración: Ávila O, Clavijo M.

GRÁFICO N° 2.3

Materialidad en la envolvente de la vivienda mixta n°1 (cubierta de fibrocemento y paredes de bloque).



CUBIERTA DE
FIBROCEMENTO

PAREDES DE
BLOQUE

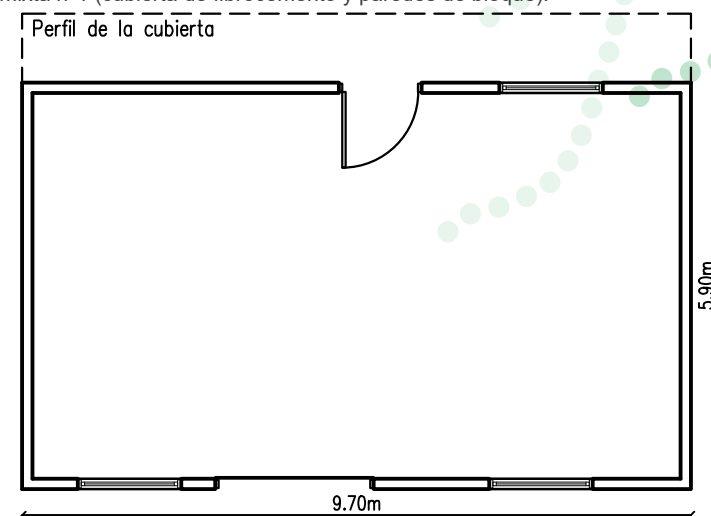
Fuente:

Ávila O, Clavijo M.

Elaboración: Ávila O.

PLANO N° 2.5

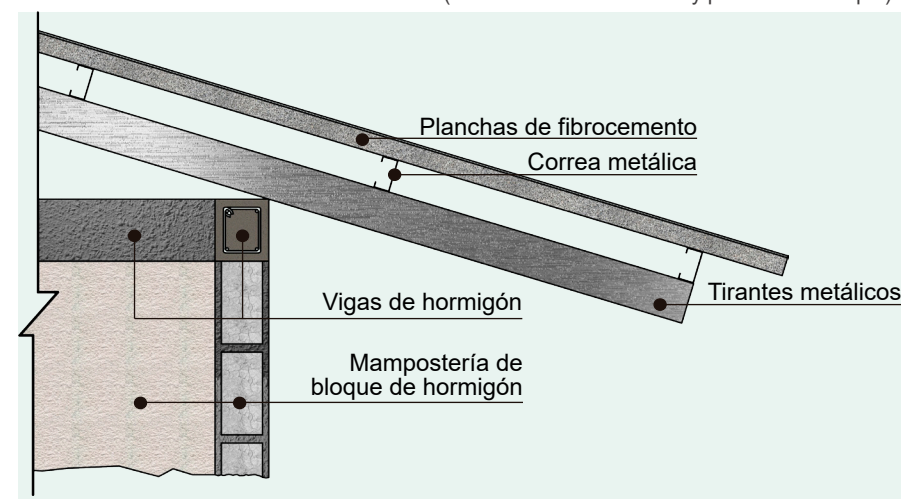
Vivienda mixta n°1 (cubierta de fibrocemento y paredes de bloque).



Fuente y elaboración: Ávila O, Clavijo M.

PLANO N° 2.6

Detalle constructivo de la vivienda mixta n°1 (cubierta de fibrocemento y paredes de bloque).



Fuentes y elaboración:

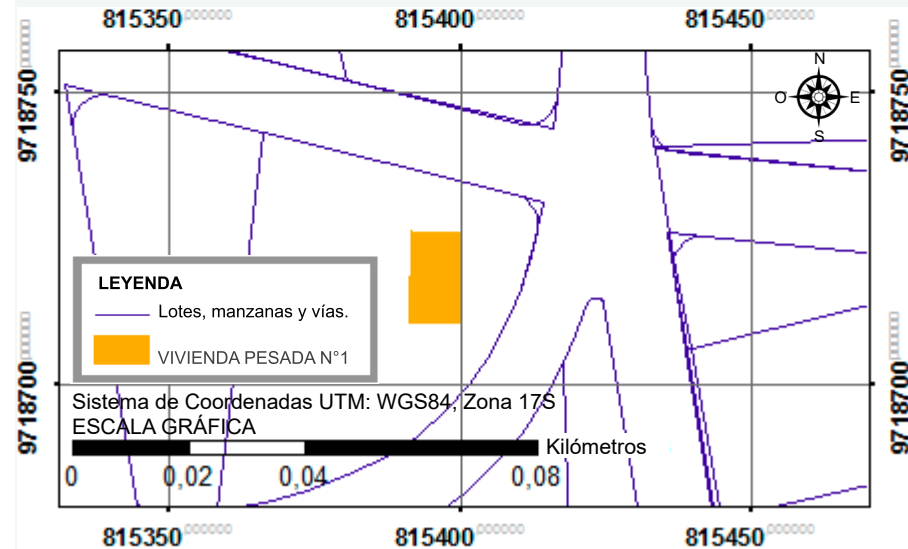
Ávila O.



d) Vivienda pesada

MAPA N° 2.6

Vivienda pesada n°1 (cubierta - losa de hormigón y paredes de bloque).



Fuentes:

GAD del cantón Sucúa. (2015). *Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial del Cantón Sucúa*. Sucúa, Morona Santiago, Ecuador.: Autor.

Elaboración: Ávila O, Clavijo M.

GRÁFICO N° 2.4

Vivienda pesada n°1 (cubierta - losa de hormigón y paredes de bloque).



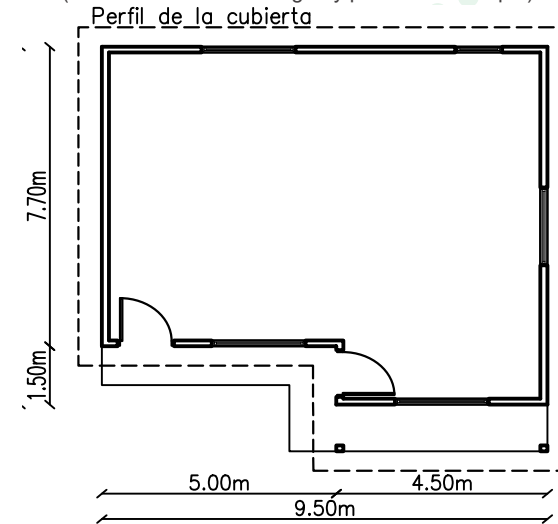
Fuente:

Ávila O, Clavijo M.

Elaboración: Ávila O.

PLANO N° 2.7

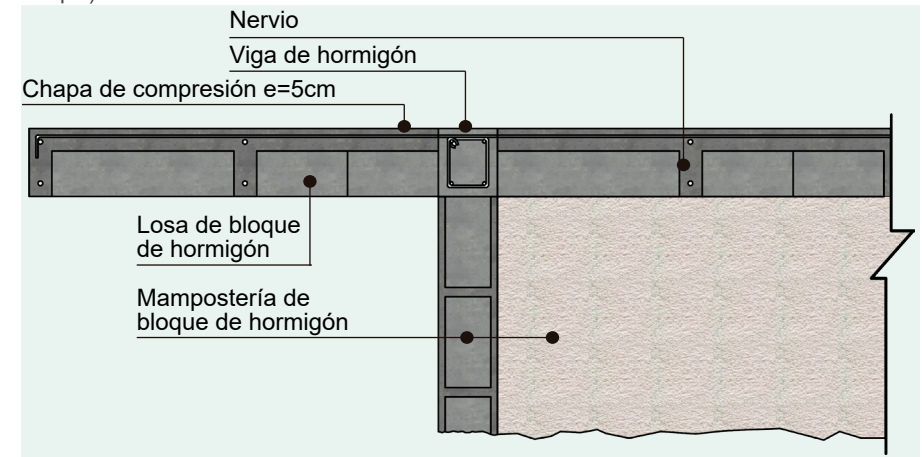
Vivienda pesada n°1 (cubierta - losa de hormigón y paredes de bloque).



Fuente y elaboración: Ávila O, Clavijo M.

PLANO N° 2.8

Detalle constructivo de la vivienda pesada n°1 (cubierta - losa de hormigón y paredes de bloque).



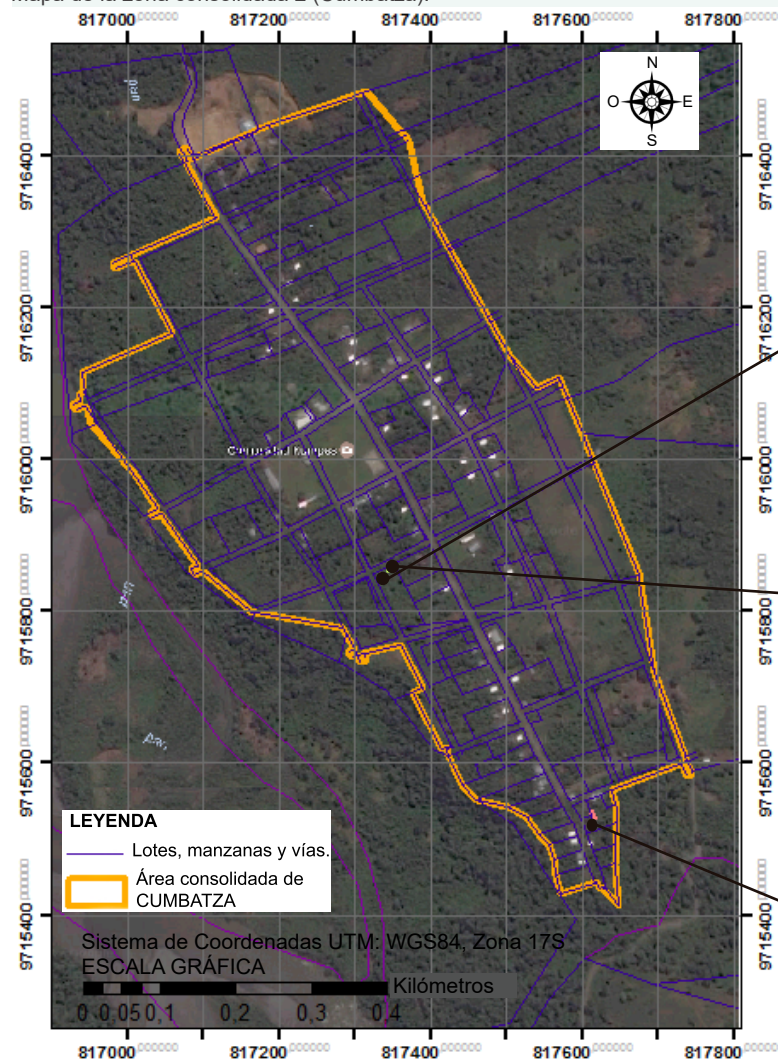
Fuentes y elaboración:

Ávila O.



MAPA N° 2.7

Mapa de la zona consolidada 2 (Cumbatza).



Fuente:

GAD del cantón Sucúa. (2015). *Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial del Cantón Sucúa*. Sucúa, Morona Santiago, Ecuador.: Autor.

Elaboración: Ávila O, Clavijo M.

B) Zona consolidada 2 (Cumbatza)

a) Mapa de ubicación

VIVIENDA MIXTA

VIVIENDA MIXTA N°2 (CUBIERTA DE PALMA Y PAREDES DE LADRILLO TOCHANA)

FOTOGRAFÍA N° 2.5

Vivienda mixta n°2 (cubierta de palma y paredes de ladrillo tochana).



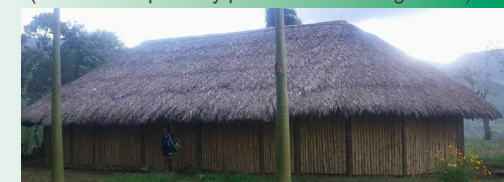
Fuente: Ávila O, Clavijo M.

VIVIENDAS LIVIANAS

VIVIENDA MIXTA N°3 (CUBIERTA DE PALMA Y PAREDES DE CAÑA GUADUA)

FOTOGRAFÍA N° 2.6

Vivienda liviana n°3 (cubierta de palma y paredes de caña guadua).



Fuente: Ávila O, Clavijo M.

VIVIENDA MIXTA N°4 (CUBIERTA Y PAREDES DE PALMA)

FOTOGRAFÍA N° 2.7

Vivienda liviana n°4 (cubierta de palma y paredes de madera).



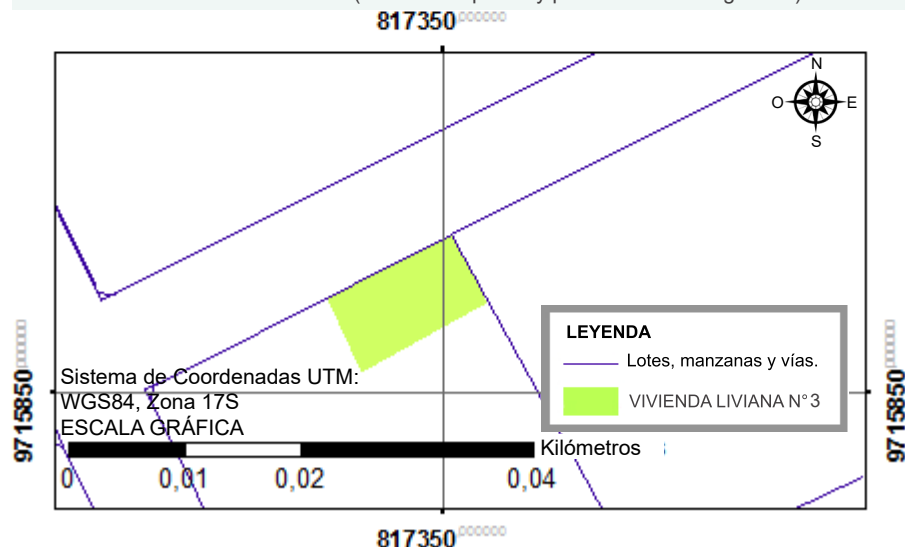
Fuente: Ávila O, Clavijo M.



b) Vivienda liviana

MAPA N° 2.8

Ubicación de la vivienda liviana n°3 (cubierta de palma y paredes de caña guadua).



Fuentes:

GAD del cantón Sucúa. (2015). *Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial del Cantón Sucúa*. Sucúa, Morona Santiago, Ecuador.: Autor.

Elaboración: Ávila O, Clavijo M.

GRÁFICO N° 2.5

Material en la envolvente de la vivienda liviana n°5 (cubierta de palma y paredes de caña guadua).



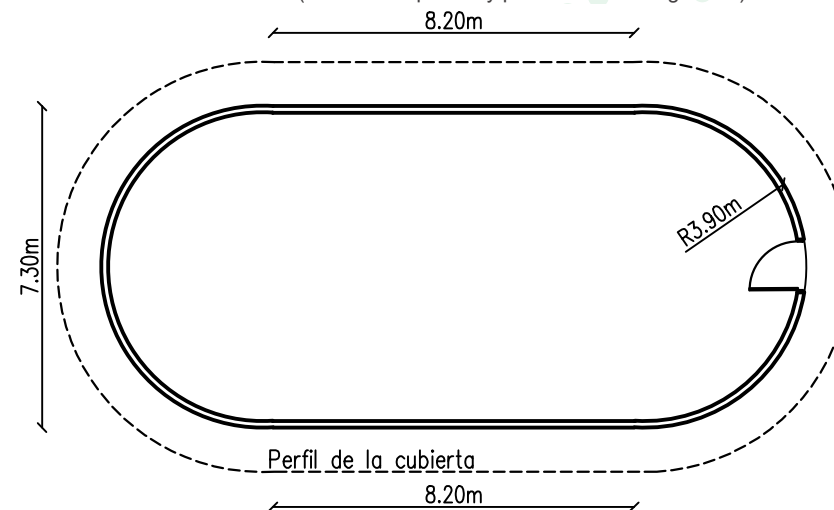
Fuente:

Ávila O, Clavijo M.

Elaboración: Ávila O.

PLANO N° 2.9

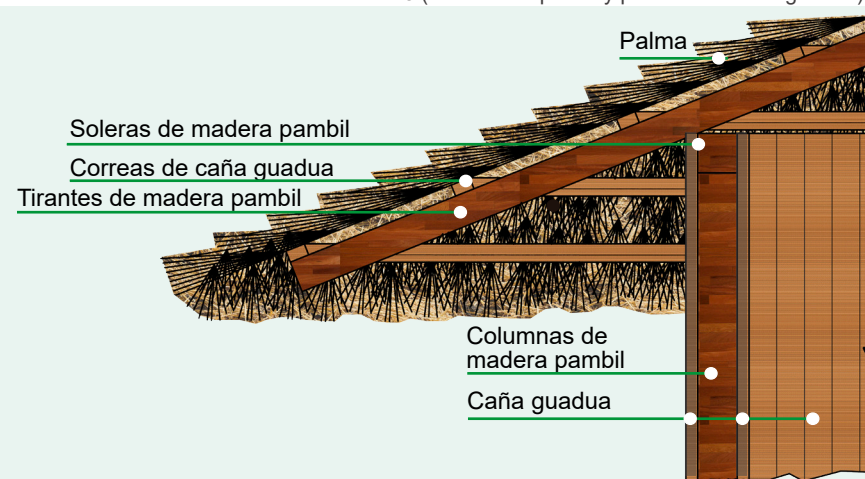
Planta de la vivienda liviana n°3 (cubierta de palma y paredes de caña guadua).



Fuente y elaboración: Ávila O, Clavijo M.

PLANO N° 2.10

Detalle constructivo de la vivienda liviana n°3 (cubierta de palma y paredes de caña guadua).



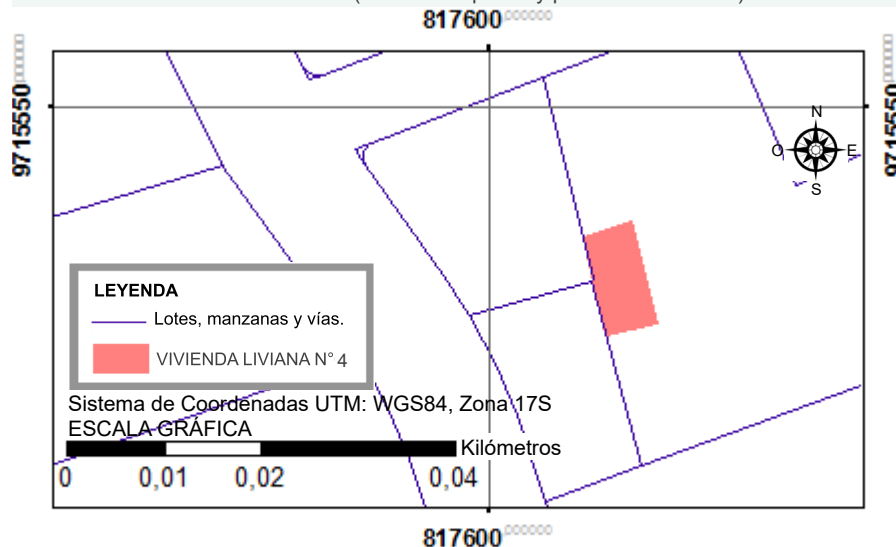
Fuentes y elaboración:

Ávila O.



MAPA N° 2.9

Ubicación de la vivienda liviana n°4 (cubierta de palma y paredes de madera).

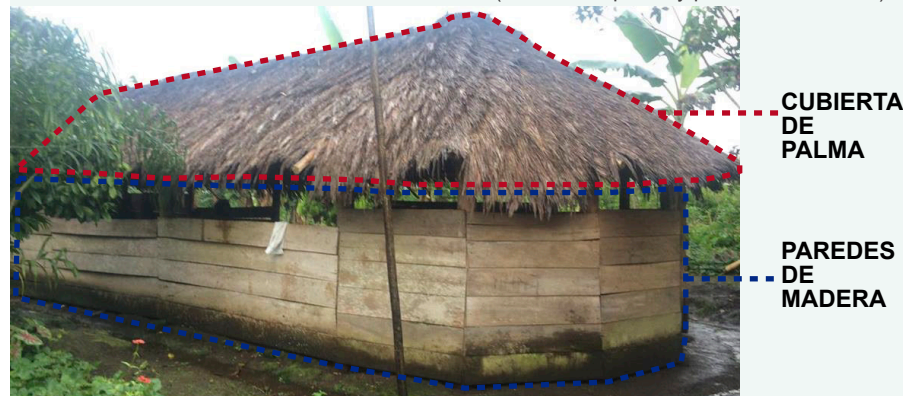


Fuente: GAD del Cantón Sucúa. (2015). *Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial del Cantón Sucúa*. Sucúa, Morona Santiago, Ecuador.: Autor.

Elaboración: Ávila O, Clavijo M.

GRÁFICO N° 2.6

Material en la envolvente de la vivienda liviana n°4 (cubierta de palma y paredes de madera).



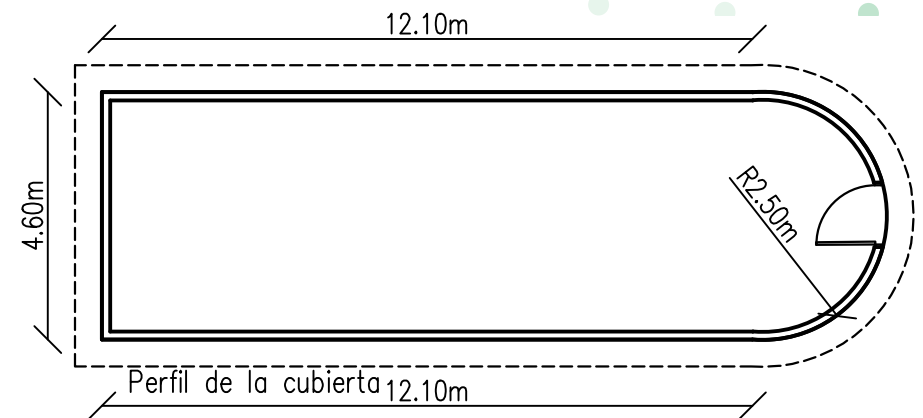
Fuente:

Ávila O, Clavijo M.

Elaboración: Ávila O.

PLANO N° 2.11

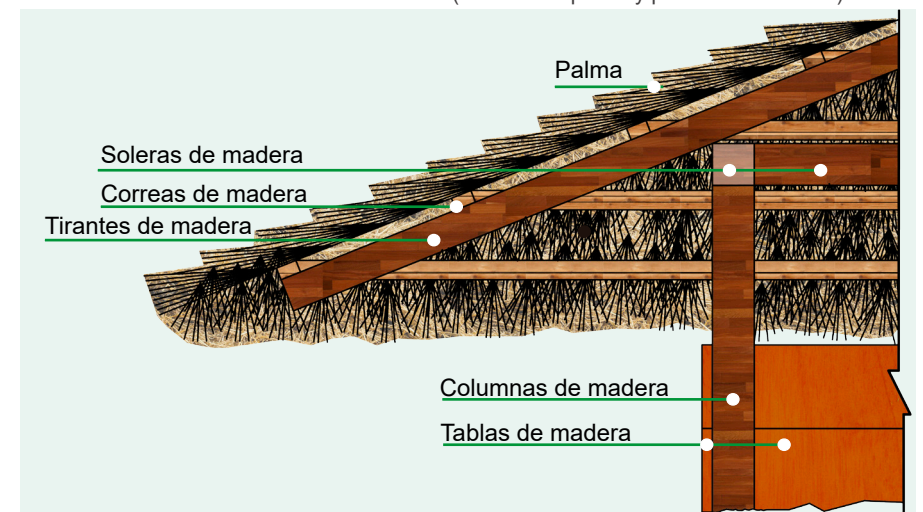
Planta de la vivienda liviana n°4 (cubierta de palma y paredes de madera).



Fuente y elaboración: Ávila O, Clavijo M.

PLANO N° 2.12

Detalle constructivo de la vivienda liviana n°4 (cubierta de palma y paredes de madera).



Fuentes y elaboración:

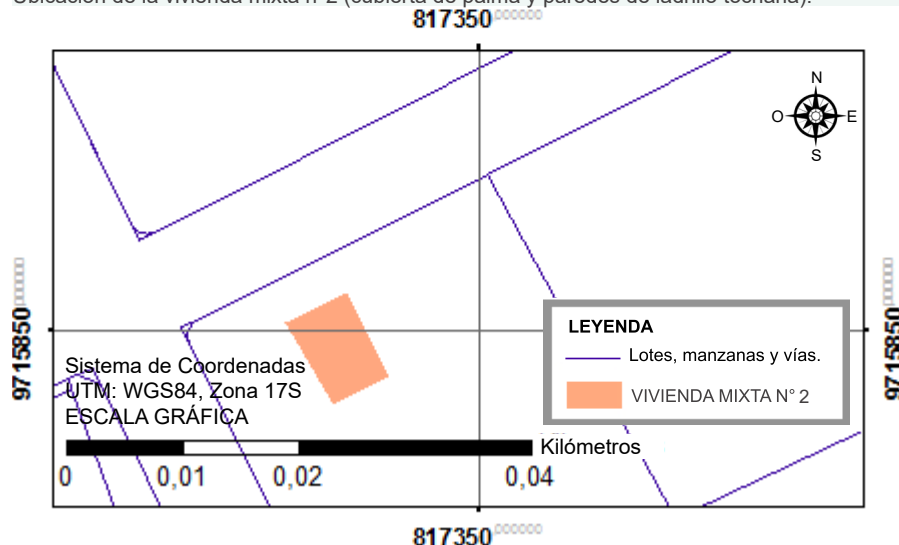
Ávila O.



c) Vivienda mixta

MAPA N° 2.10

Ubicación de la vivienda mixta n°2 (cubierta de palma y paredes de ladrillo tochana).

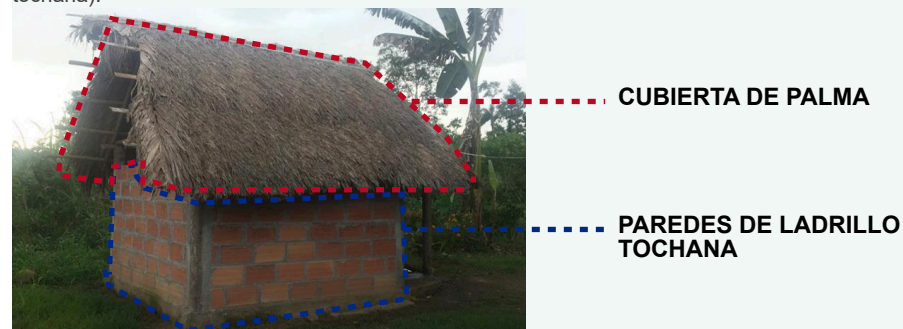


Fuentes: GAD del Cantón Sucúa. (2015). *Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial del Cantón Sucúa*. Sucúa, Morona Santiago, Ecuador.: Autor.

Elaboración: Ávila O, Clavijo M.

GRÁFICO N° 2.7

Material en la envolvente de la vivienda mixta n°2 (cubierta de palma y paredes de ladrillo tochana).

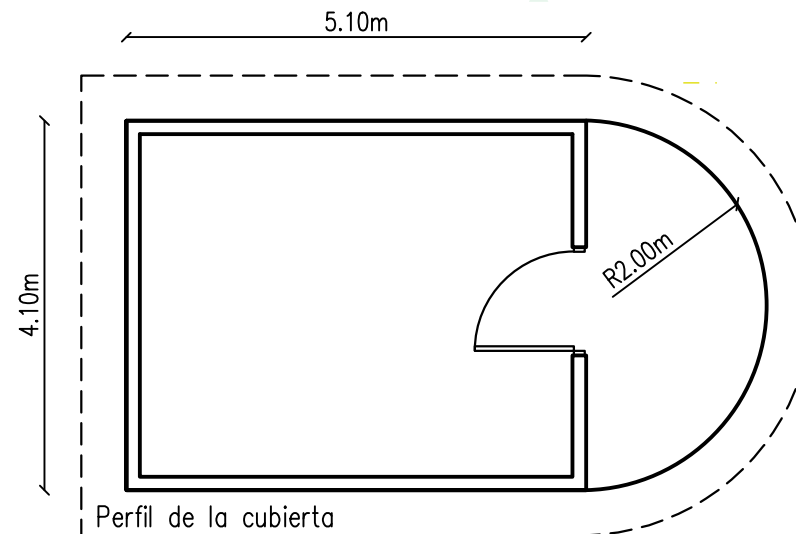


Fuente: Ávila O, Clavijo M.

Elaboración: Ávila O.

PLANO N° 2.13

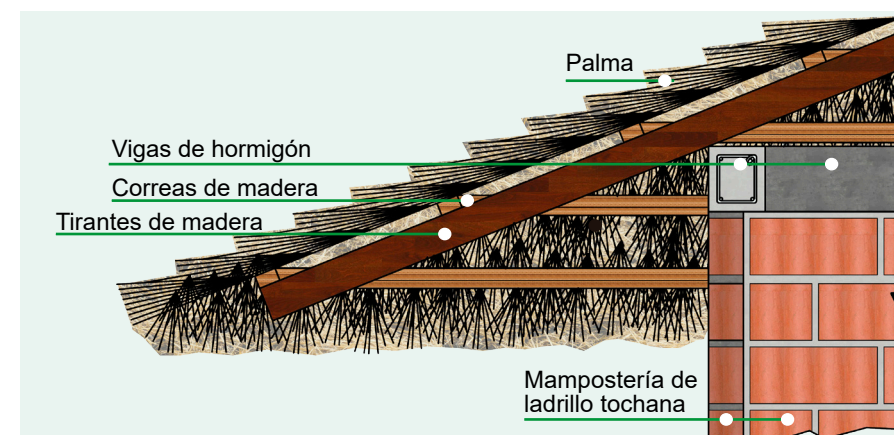
Planta de la vivienda mixta n°2 (cubierta de palma y paredes de ladrillo tochana).



Fuente y elaboración: Ávila O, Clavijo M.

PLANO N° 2.14

Detalle constructivo de la vivienda mixta n°2 (cubierta de palma y paredes de ladrillo tochana).



Fuentes y elaboración: Ávila O.



C) Zona consolidada 3 (Tesoro)

a) Mapa de ubicación

VIVIENDAS MIXTAS

VIVIENDA MIXTA N°3 (CUBIERTA DE GALVALUME Y PAREDES DE LADRILLO TOCHANA)

FOTOGRAFÍA N° 2.8

Vivienda mixta (cubierta - galvalume y paredes - ladrillo panelón).



Fuente: Ávila O, Clavijo M.

VIVIENDA MIXTA N°4 (CUBIERTA DE GALVALUME Y PAREDES DE BLOQUE)

FOTOGRAFÍA N° 2.9

Vivienda mixta (cubierta - galvalume y paredes - bloque).



Fuente: Ávila O, Clavijo M.

VIVIENDA MIXTA N°5 (CUBIERTA DE TEJA Y PAREDES DE BLOQUE)

FOTOGRAFÍA N° 2.10

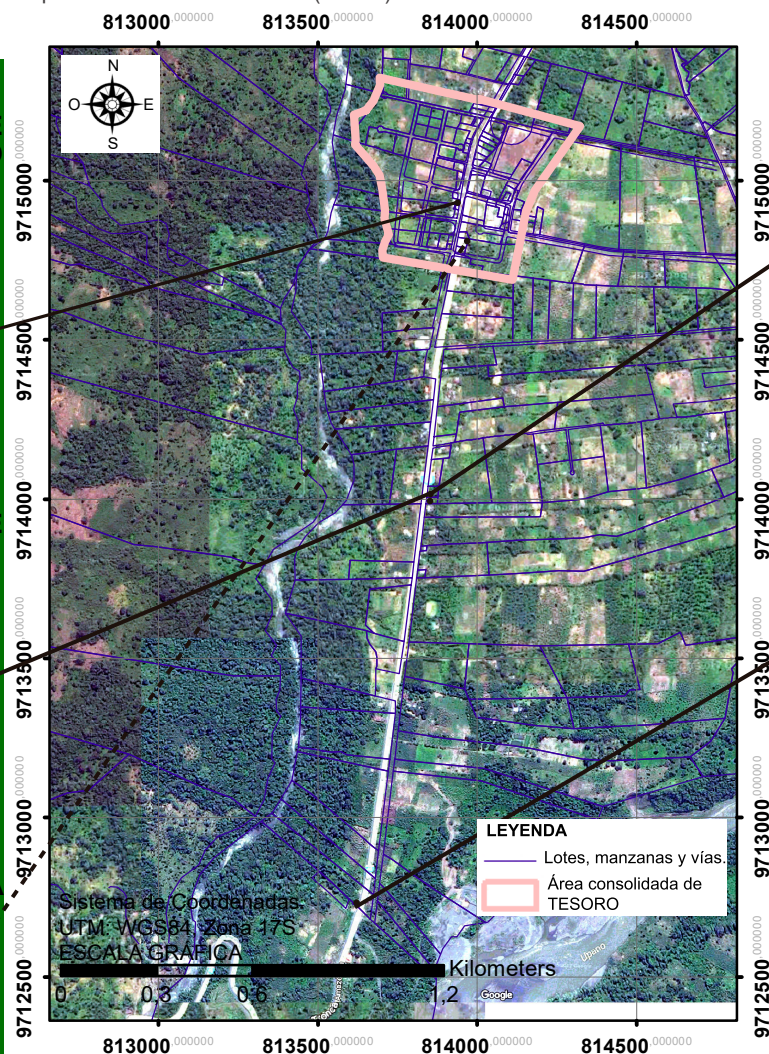
Vivienda mixta (cubierta - teja y paredes - bloque).



Fuente: Ávila O, Clavijo M.

MAPA N° 2.11

Mapa de la zona consolidada 3 (Tesoro).



Fuente:

GAD del cantón Sucúa. (2015). *Plan de desarrollo y ordenamiento territorial del cantón Sucúa*. Sucúa, Morona Santiago, Ecuador.: Autor.

Elaboración: Ávila O, Clavijo M.

VIVIENDA MIXTA N°6 (CUBIERTA DE TEJA Y PAREDES DE LADRILLO TOCHANA)

FOTOGRAFÍA N° 2.11

Vivienda mixta (cubierta de teja y paredes de ladrillo tochana).

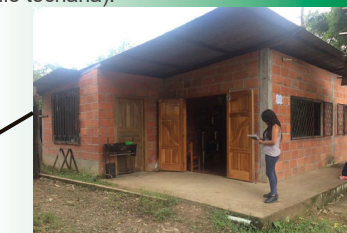


Fuente: Ávila O, Clavijo M.

VIVIENDA MIXTA N°7 (CUBIERTA DE ZINC Y PAREDES DE LADRILLO TOCHANA)

FOTOGRAFÍA N° 2.12

Vivienda mixta (cubierta de zinc y paredes de ladrillo tochana).



Fuente: Ávila O, Clavijo M.

VIVIENDA MIXTA N°8 (CUBIERTA DE FIBROCEMENTO Y PAREDES DE LADRILLO PANELÓN)

FOTOGRAFÍA N° 2.13

Vivienda mixta (cubierta - fibrocemento y paredes - ladrillo panelón).



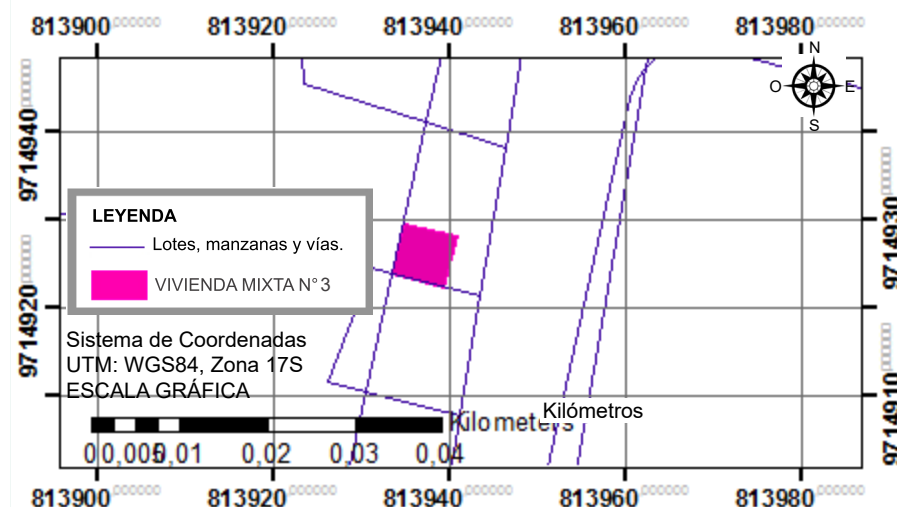
Fuente: Ávila O, Clavijo M.



b) Vivienda Mixta

MAPA N° 2.12

Ubicación de la vivienda mixta n°3 (cubierta de galvalume y paredes de ladrillo panelón).



Fuentes: GAD del Cantón Sucúa. (2015). *Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial del Cantón Sucúa*. Sucúa, Morona Santiago, Ecuador.: Autor.

Elaboración: Ávila O, Clavijo M.

GRÁFICO N° 2.8

Material en la envolvente de la vivienda mixta n°3 (cubierta de galvalume y paredes de ladrillo panelón).



CUBIERTA
DE GALVALUME

PAREDES DE
LADRILLO
PANELÓN

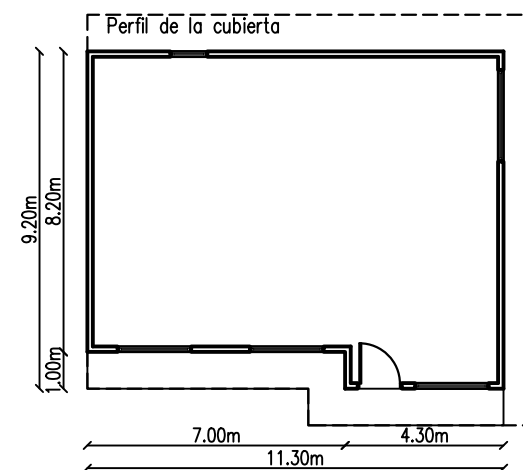
Fuente:

Ávila O, Clavijo M.

Elaboración: Ávila O.

PLANO N° 2.15

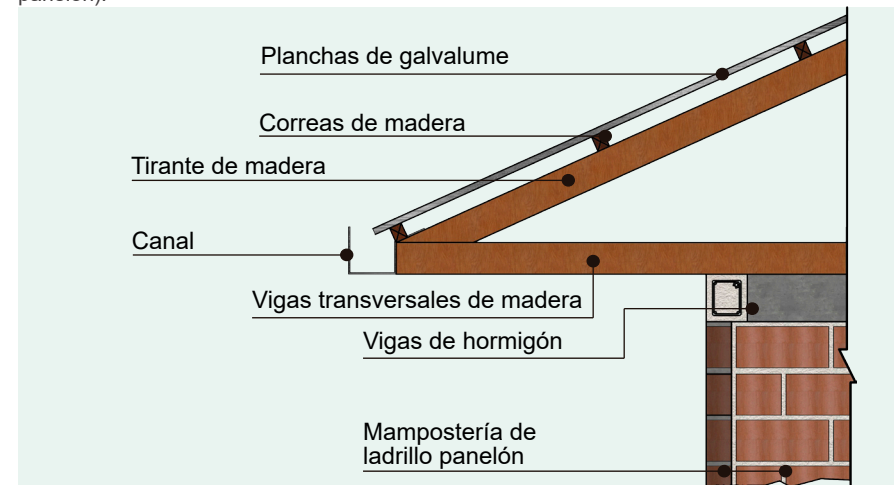
Planta de la vivienda mixta n°3 (cubierta de galvalume y paredes de ladrillo panelón).



Fuente y elaboración: Ávila O, Clavijo M.

PLANO N° 2.16

Detalle constructivo de la vivienda mixta n°3 (cubierta de galvalume y paredes de ladrillo panelón).



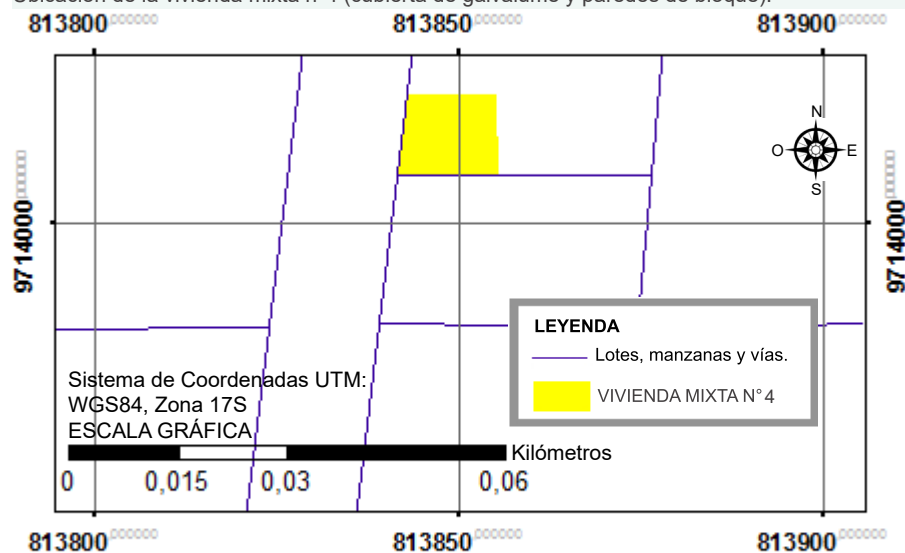
Fuentes y elaboración:

Ávila O.



MAPA N° 2.13

Ubicación de la vivienda mixta n°4 (cubierta de galvalume y paredes de bloque).



Fuentes: GAD del Cantón Sucúa. (2015). *Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial del Cantón Sucúa*. Sucúa, Morona Santiago, Ecuador.: Autor.

Elaboración: Ávila O, Clavijo M.

GRÁFICO N° 2.9

Material en la envolvente de la vivienda mixta n°4 (cubierta de galvalume y paredes de bloque).

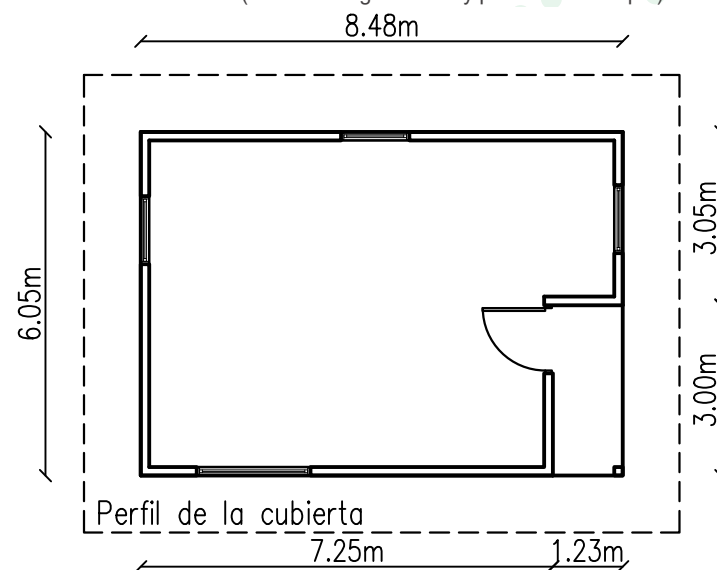


Fuente:
Ávila O, Clavijo M.

Elaboración: Ávila O.

PLANO N° 2.17

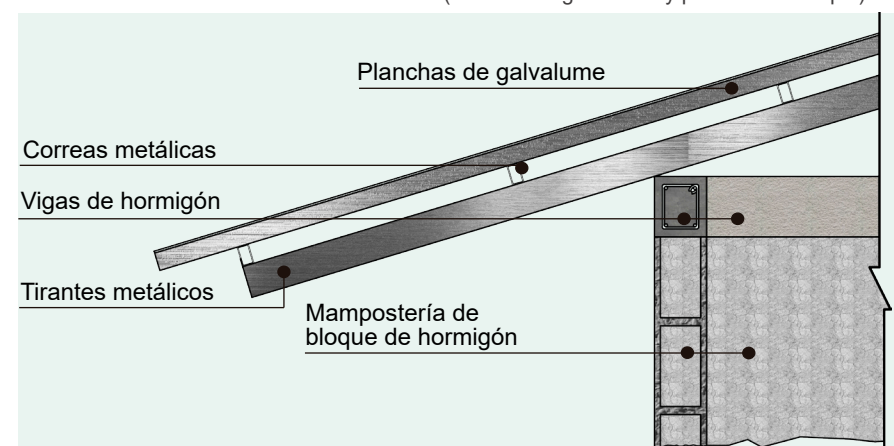
Planta de la vivienda mixta n°4 (cubierta de galvalume y paredes de bloque).



Fuente y elaboración: Ávila O, Clavijo M.

PLANO N° 2.18

Detalle constructivo de la vivienda mixta n°4 (cubierta de galvalume y paredes de bloque).

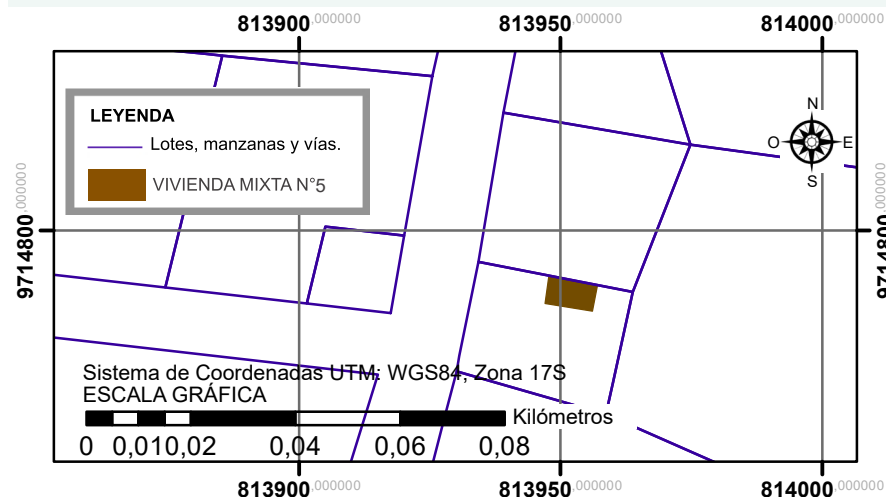


Fuentes y elaboración:
Ávila O.



MAPA N° 2.14

Ubicación de la vivienda mixta n°5 (cubierta de teja y paredes de bloque).



Fuentes:

GAD del Cantón Sucúa. (2015). *Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial del Cantón Sucúa*. Sucúa, Morona Santiago, Ecuador.: Autor.

Elaboración: Ávila O, Clavijo M.

GRÁFICO N° 2.10

Material en la envoltura de la vivienda mixta n°5 (cubierta de teja y paredes de bloque).



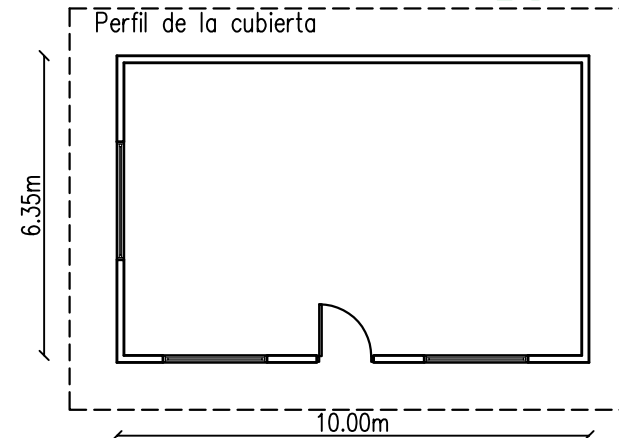
Fuente:

Ávila O, Clavijo M.

Elaboración: Ávila O.

PLANO N° 2.19

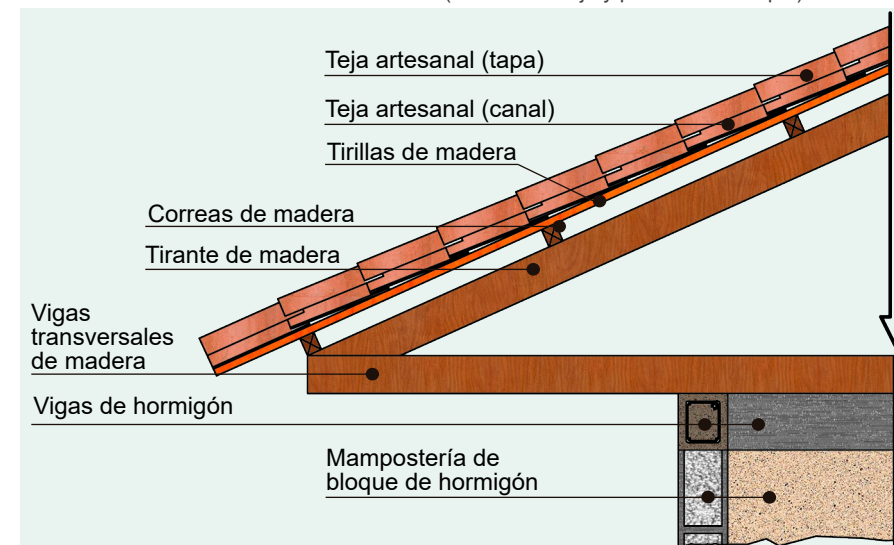
Planta de la vivienda mixta n°5 (cubierta de teja y paredes de bloque).



Fuente y elaboración: Ávila O, Clavijo M.

PLANO N° 2.20

Detalle constructivo de la vivienda mixta n°5 (cubierta de teja y paredes de bloque).



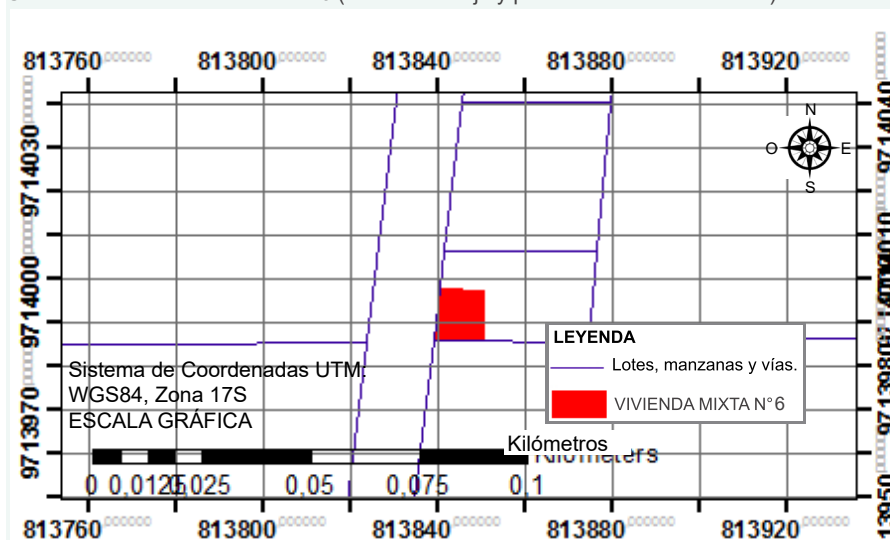
Fuentes y elaboración:

Ávila O.



MAPA N° 2.15

Ubicación de la vivienda mixta n°6 (cubierta de teja y paredes de ladrillo tochana).



Fuentes:

GAD del Cantón Sucúa. (2015). *Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial del Cantón Sucúa*. Sucúa, Morona Santiago, Ecuador.: Autor.

Elaboración: Ávila O, Clavijo M.

GRÁFICO N° 2.11

Material en la envolvente de la vivienda mixta n°6 (cubierta de teja y paredes de ladrillo tochana).



CUBIERTA
DE TEJA

PAREDES
DE
LADRILLO
TOCHANA

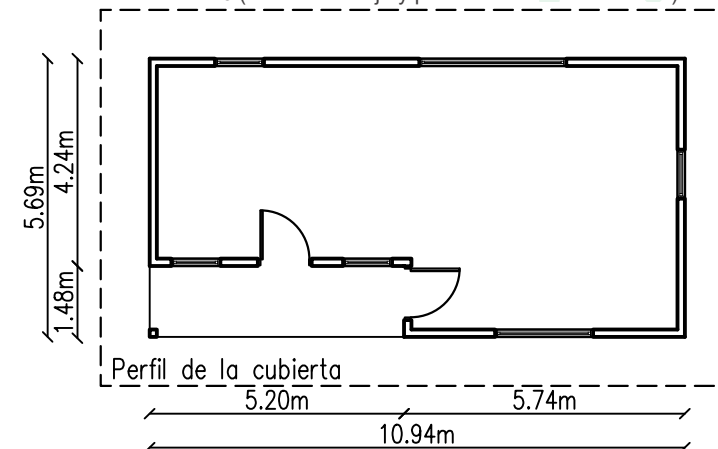
Fuente:

Ávila O, Clavijo M.

Elaboración: Ávila O.

PLANO N° 2.21

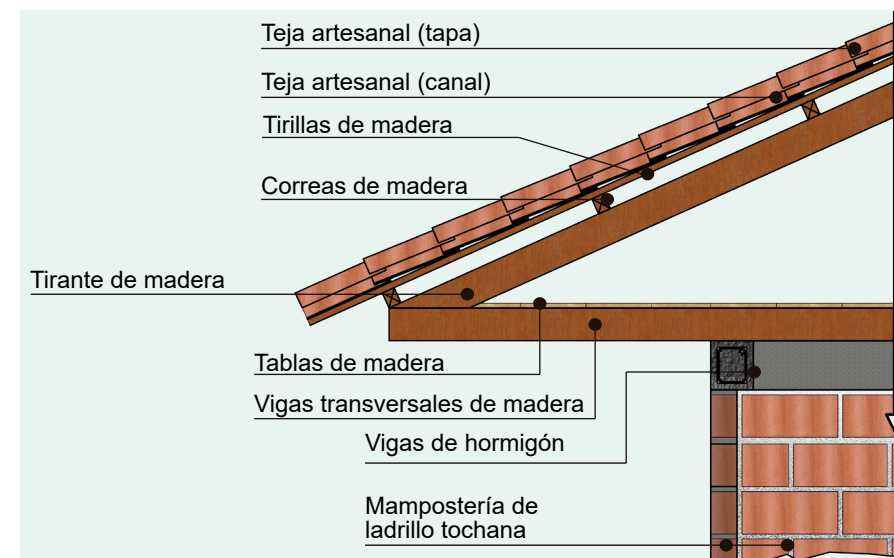
Planta de la vivienda mixta n°6 (cubierta de teja y paredes de ladrillo tochana).



Fuentes y elaboración: Ávila O.

PLANO N° 2.22

Detalle constructivo de la vivienda mixta n°6 (cubierta de teja y paredes de ladrillo tochana).

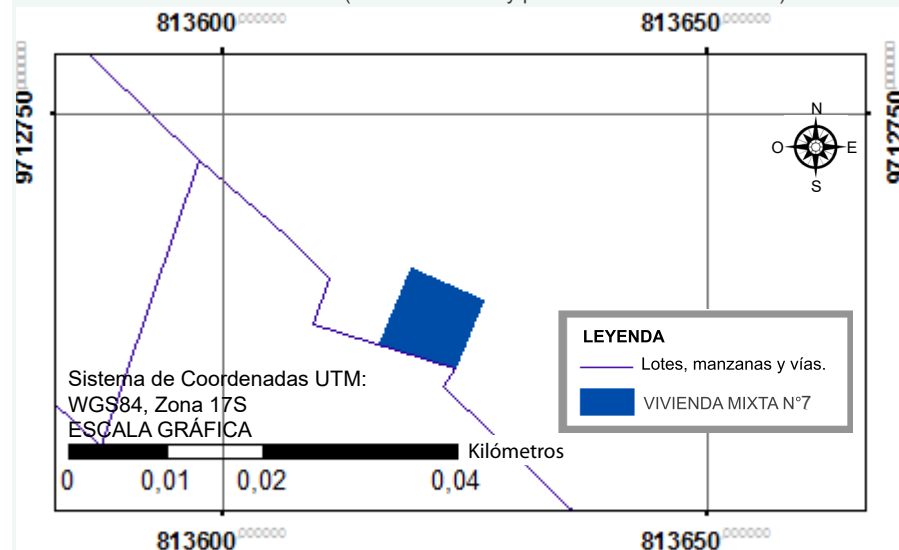


Fuentes y elaboración: Ávila O.



MAPA N° 2.16

Ubicación de la vivienda mixta n°7 (cubierta de zinc y paredes de ladrillo tochana).

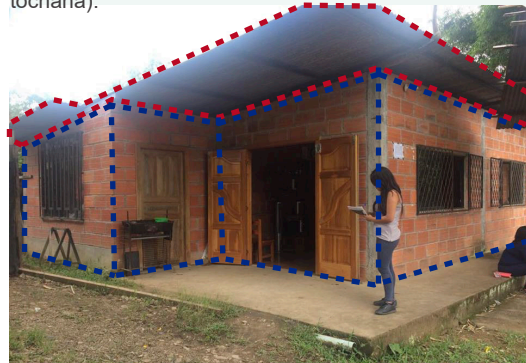


Fuente: GAD del Cantón Sucúa. (2015). *Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial del Cantón Sucúa*. Sucúa, Morona Santiago, Ecuador.: Autor.

Elaboración: Ávila O, Clavijo M.

GRÁFICO N° 2.12

Material en la envolvente de la vivienda mixta n°7 (cubierta de zinc y paredes de ladrillo tochana).



CUBIERTA DE ZINC

**PAREDES DE
LADRILLO TOCHANA**

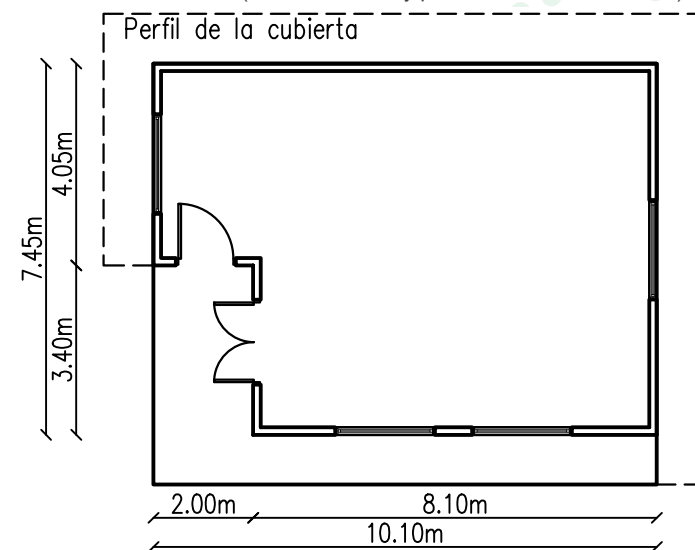
Fuente:

Ávila O, Clavijo M.

Elaboración: Ávila O.

PLANO N° 2.23

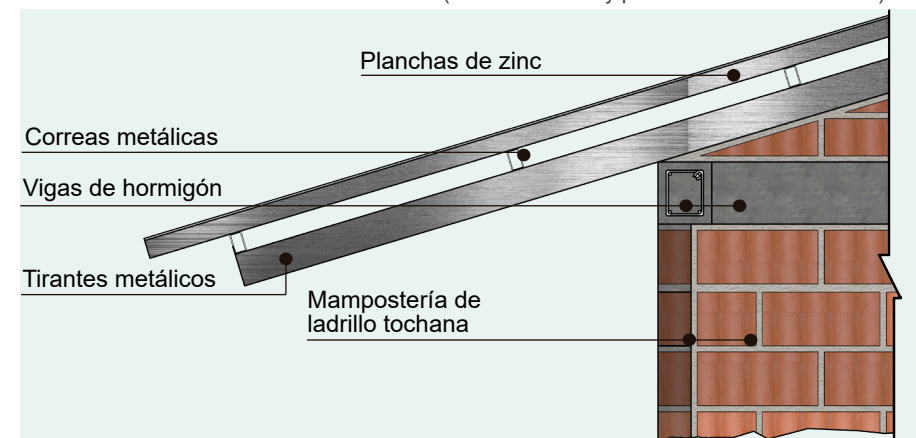
Planta de la vivienda mixta n°7 (cubierta de zinc y paredes de ladrillo tochana).



Fuente y elaboración: Ávila O, Clavijo M.

PLANO N° 2.24

Detalle constructivo de la vivienda mixta n°7 (cubierta de zinc y paredes de ladrillo tochana).



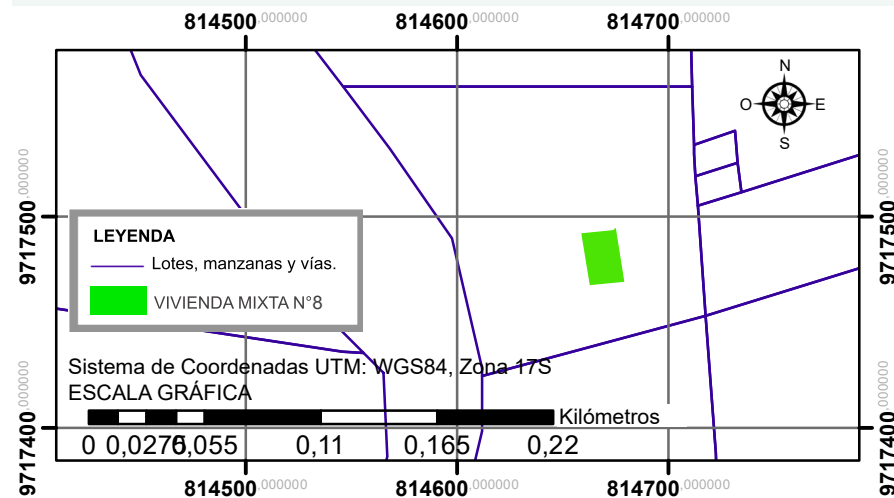
Fuentes y elaboración:

Ávila O.



MAPA N° 2.17

Ubicación de la vivienda mixta n°8 (cubierta de fibrocemento y paredes de ladrillo panelón).



Fuentes:

GAD del Cantón Sucúa. (2015). *Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial del Cantón Sucúa*. Sucúa, Morona Santiago, Ecuador.: Autor.

Elaboración: Ávila O, Clavijo M.

GRÁFICO N° 2.13

Material en la envolvente de la vivienda mixta n°8 (cubierta de fibrocemento y paredes de ladrillo panelón).



**CUBIERTA DE
FIBROCEMENTO**
**PAREDES DE
LADRILLO PANELÓN**

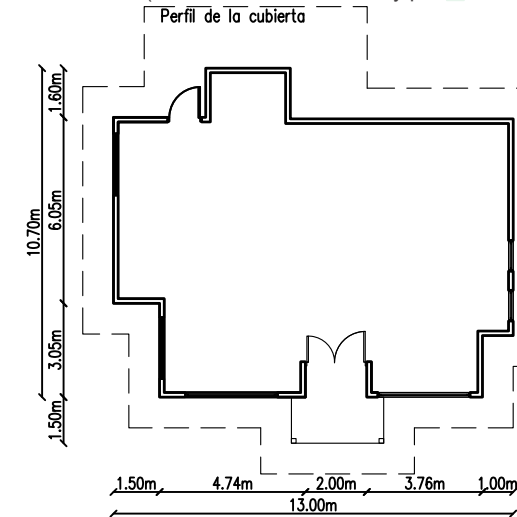
Fuente:

Ávila O, Clavijo M.

Elaboración: Ávila O.

PLANO N° 2.25

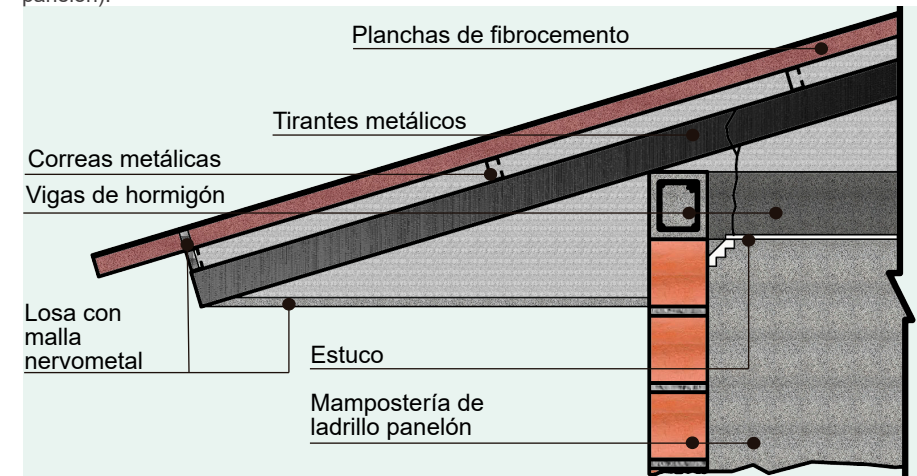
Planta de la vivienda mixta n°8 (cubierta de fibrocemento y paredes de ladrillo panelón).



Fuente y elaboración: Ávila O, Clavijo M.

PLANO N° 2.26

Detalle constructivo de la vivienda mixta n°8 (cubierta con fibrocemento y paredes de ladrillo panelón).



Fuentes y elaboración: Ávila O.



D) Resumen de tipologías de viviendas en la zona

En la parroquia de Huambi, se identificaron tres zonas claramente establecidas como zonas consolidadas, de las cuales se encontraron trece viviendas que se ubican de la siguiente manera.

En el mapa n° 2.2 y fotografías n° 2.1 a 2.4; se identifica la zona consolidada 1 de Huambi y las cuatro viviendas de los siguientes tipos:

- Dos viviendas livianas. (Ver mapas n° 2.3 a 2.4, gráficos n°2.1 y 2.2, y planos n° 2.1 a 2.4).
- Una vivienda mixta. (Ver mapa n° 2.5, gráficos n°2.3, y planos n° 2.5 y 2.6).
- Una vivienda pesada. (Ver mapa n° 2.6, gráfico n°2.4 y planos n° 2.7 y 2.8).

En el mapa n° 2.7 y fotografías n° 2.5 a 2.7; la zona consolidada 2 de Cumbatza, con tres modelos arquitectónicos:

- Dos viviendas livianas. (Ver mapas n° 2.8 y 2.9, gráficos n°2.5 y 2.6, y planos n° 2.9 a 2.12).
- Una vivienda mixta. (Ver mapa n° 2.10, gráfico n°2.7 y planos n° 2.13 y 2.14).

En la zona consolidada 3 de Tesoro, es donde se encuentran en mayor variedad los modelos de vivienda del tipo mixtas; la vivienda

mixta n°8, se halla entre los barrios de Huambi y Tesoro, en una zona de poca presencia de viviendas, pero muy próximo al poblado de Tesoro. En general se encuentran seis viviendas en el sitio. (Ver mapa n° 2.11 y fotografías n° 2.8 a 2.13).

- Seis viviendas mixtas. (Ver mapas n° 2.12 a 2.17, gráficos n°2.8 a 2.13, y planos del n° 2.15 a 2.26).

El total de trece viviendas, que se clasifican en tres grupos:

- Cuatro viviendas livianas.
- Ocho viviendas mixtas.
- Una vivienda pesada.

2.2 RESULTADOS DE MONITOREOS Y ESCALA DE ASHRAE POR TIPOLOGÍA DE VIVIENDA

En esta sección, se dan a conocer los resultados para su posterior evaluación, su estudio desde la normativa y documentación alterna.

El monitoreo a través del sensor de temperatura de bulbo seco y humedad relativa, trata de la captura de las temperaturas internas como externas cada hora, y como fundamento siguiente comparar estos resultados; así como los rangos de humedad interna que genera variantes en el microclima interno.

A continuación se muestran los datos de un periodo de 24 horas en cada vivienda.



TABLA N° 2.1

Escala de sensación térmica tomada durante el día en la Vivienda liviana n°1 (Madera y zinc).

Sensación térmica	Valor
Frío	-3
Fresco	-2
Ligeramente frío	-1
Neutral normal	0
Ligeramente caliente	+1
Cálido	+2
Caliente	+3

Fuente:

- Ávila O.
- Changqing, T. (2015). *Investigación sobre el sistema de calefacción de alta eficiencia para las viviendas residenciales ubicadas en la zona alta de la sierra ecuatoriana*. Cuenca, Ecuador: [s.n]

Elaboración:

- Ávila O

TABLA N° 2.2

Escala de sensación térmica tomada durante la noche en la Vivienda liviana n°1 (Madera y zinc).

Sensación térmica	Valor
Frío	-3
Fresco	-2
Ligeramente frío	-1
Neutral normal	0
Ligeramente caliente	+1
Cálido	+2
Caliente	+3

Fuente:

- Ávila O.
- Changqing, T. (2015). *Investigación sobre el sistema de calefacción de alta eficiencia para las viviendas residenciales ubicadas en la zona alta de la sierra ecuatoriana*. Cuenca, Ecuador: [s.n]

Elaboración:

- Ávila O

2.2.1 RESULTADOS DE TIPOLOGÍAS DE VIVIENDAS LIVIANAS

En la presente etapa, se muestra los valores de: temperatura interna, temperatura externa, humedad relativa interna, en rangos de 24 horas; y de sensación térmica diurna y nocturna de las cuatro viviendas del prototipo liviano.

A) Vivienda liviana n°1 (madera - zinc)

a) Sensación térmica.- En la aplicación de la encuesta, quienes la habitan, manifiestan un estado cálido en la mañana, y uno ligeramente frío en la noche. (Ver tablas n° 2.1 y 2.2).

b) Temperatura.- Las horas más frescas se presentan de 5 a 7 am internamente, y de 4 a 7 am externamente; mientras que la hora más calurosa se da a las 5 pm, en el interior y exterior. (Ver tablas n° 2.3). En el tabla n° 2.4, se manifiesta una temperatura interna superior a la externa, durante las 24 horas del día, con una máxima diferencia a las 12 pm; además de constatar que en la tarde, la temperatura interna es mayor. (Ver gráfico n° 2.14).

c) Humedad.- De 10 a 11 am se muestra la máxima humedad interior, y la mínima a las 5 pm, misma hora en donde se captan las temperaturas máximas; además de mostrar valores de humedad muy variantes evidenciadas en el gráfico n° 2.15. (Ver tablas n° 2.3).



TABLA N° 2.3

Tabla de datos obtenidos de la Vivienda liviana n°1 (madera y zinc), de la temperatura interior - exterior y humedad interior.

Hora	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
Temperatura interior (°C)	23,5	23,2	23	23	22,8	22,8	22,8	22,8	22,5	23,1	23,4	24,1	24,3	24	24,1	23,9	25,6	25,3	25,1	24,9	24,6	24,4	24,1	23,6
Temperatura exterior (°C)	19,9	19,7	19,9	19,5	19,5	19,5	19,5	20,2	20,2	20,6	21,6	22	22,5	20,5	21,1	21,2	22,7	22,2	21,6	21,6	21,1	21,2	20,6	19,8
Humedad interior (%)	70	70	71	71	72	72	73	73	73	74	74	72	72	72	72	73	60	61	63	64	65	67	68	69
SIMBOLOGÍA	Temperatura interior mínima				Temperatura exterior mínima				Temperatura interior máxima				Temperatura exterior máxima				Humedad interior mínima				Humedad interior máxima			

Fuente y elaboración: Ávila O, Clavijo M

TABLA N° 2.4

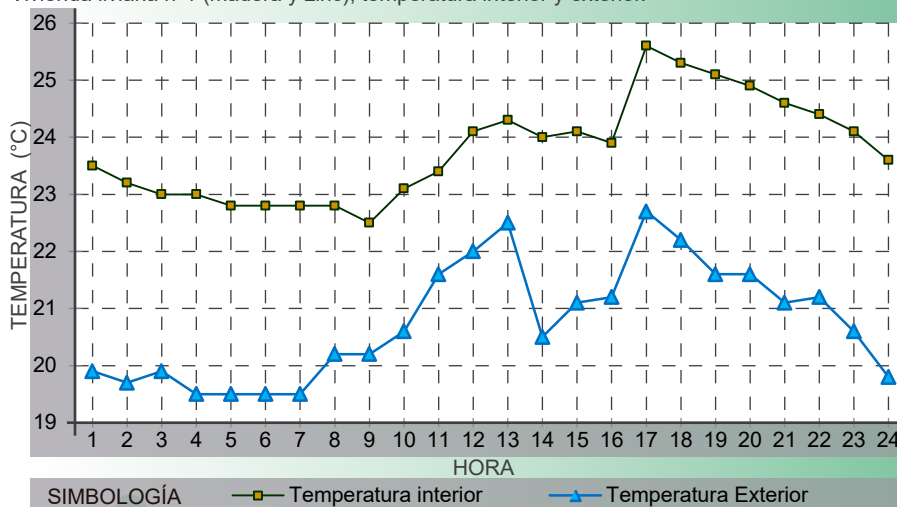
Temperatura interior menos la exterior, de la Vivienda liviana n°1 (madera y zinc).

Hora	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
Temperatura interior menos exterior	3,6	3,5	3,1	3,5	3,3	3,3	3,3	2,6	2,3	2,5	1,8	2,1	1,8	3,5	3	2,7	2,9	3,1	3,5	3,3	3,5	3,2	3,5	3,8
SIMBOLOGÍA	Mínima diferencia de temperatura interior menos la temperatura exterior												Máxima diferencia de temperatura interior menos la temperatura exterior											

Fuente y elaboración: Ávila O, Clavijo M

GRÁFICO N° 2.14

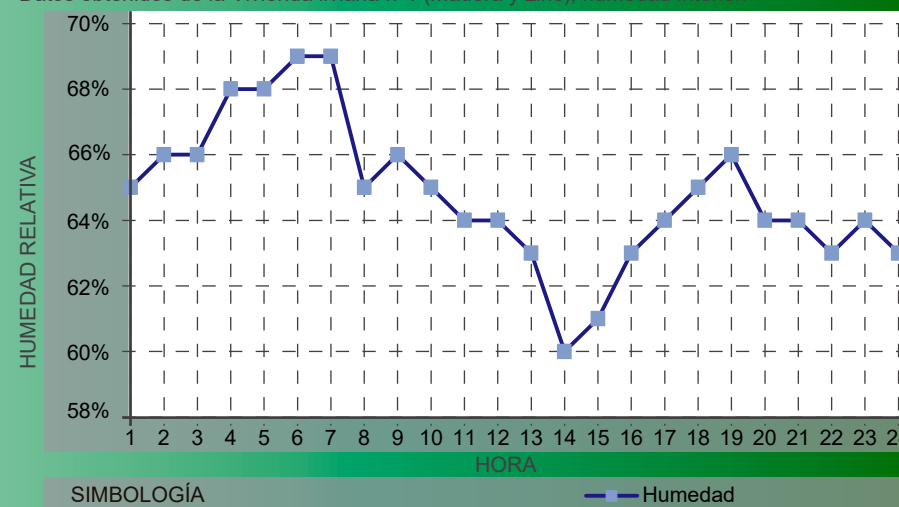
Vivienda liviana n°1 (madera y zinc), temperatura interior y exterior.



Fuente: Ávila O, Clavijo M.
Elaboración: Ávila O.

GRÁFICO N° 2.15

Datos obtenidos de la Vivienda liviana n°1 (madera y zinc), humedad interior



Fuente: Ávila O, Clavijo M.
Elaboración: Ávila O.



TABLA N° 2.5

Escala de sensación térmica tomada durante el día en la Vivienda liviana n°2 (Madera y teja).

Sensación térmica	Valor
Frío	-3
Fresco	-2
Ligeramente frío	-1
Neutral normal	0
Ligeramente caliente	+1
Cálido	+2
Caliente	+3

Fuente:

- Ávila O.
- Changqing, T. (2015). *Investigación sobre el sistema de calefacción de alta eficiencia para las viviendas residenciales ubicadas en la zona alta de la sierra ecuatoriana*. Cuenca, Ecuador: [s.n]

Elaboración:

- Ávila O

TABLA N° 2.6

Escala de sensación térmica tomada durante la noche en la Vivienda liviana n°2 (Madera y teja).

Sensación térmica	Valor
Frío	-3
Fresco	-2
Ligeramente frío	-1
Neutral normal	0
Ligeramente caliente	+1
Cálido	+2
Caliente	+3

Fuente:

- Ávila O.
- Changqing, T. (2015). *Investigación sobre el sistema de calefacción de alta eficiencia para las viviendas residenciales ubicadas en la zona alta de la sierra ecuatoriana*. Cuenca, Ecuador: [s.n]

Elaboración:

- Ávila O

B) Vivienda liviana n°2 (madera y teja)

a) Sensación térmica.-

En el día los usuarios de la vivienda, demuestran que existe un ambiente caliente, la superior disconformidad; y en la noche pasa a un clima neutral, que tiende a ser cómodo. (Ver tablas n° 2.5 y 2.6).

b) Temperatura.-

A las 7am, se muestran las temperatura inferiores, interna y externa; mientras que, a las 5 pm se presentan las máximas temperaturas, tanto interior como exterior. (Ver tabla n° 2.7).

A las 7 pm se presenta la mayor diferencia, entre la temperatura interna y externa; y la mínima a las 9 am. (Ver tabla n° 2.8).

En el Gráfico n° 2.16, se observa que la temperatura interior es menor, de 10 am a 5 pm; en efecto generando un ambiente fresco, en dicho horario diurno.

c) Humedad.-

La mínima humedad se proclama a las 6 pm, y la mayor a las 12 am; la humedad máxima registrada se da a una hora de las máximas temperaturas, interna y externa. (Ver tabla n°2.17).

En el gráfico n°2.17, se aprecia que los valores de humedad son muy variantes, de 12 am hasta las 6 pm desciende, y de 6pm empieza a ascender nuevamente hasta las 9 pm.



TABLA N° 2.7

Tabla de datos obtenidos de la Vivienda liviana n°2 (madera y teja), de la temperatura interior - exterior y humedad interior.

Hora	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
Temperatura interior (°C)	23,6	23	22,3	22,1	21,8	21,4	21,2	21,2	22,3	23,4	24,8	26,2	28	29,5	31,9	31,6	33,3	33	31,9	29,5	26,5	26	25,3	24,3
Temperatura exterior (°C)	19,2	18	18,7	19	18,9	17,7	17,6	19,9	22	24,1	27	29,5	30,4	33,3	32,8	34,8	35,6	28,1	26,1	25,5	22,3	21,3	20,4	19,5
Humedad interior (%)	62	62	62	62	63	63	63	64	63	64	64	65	64	63	62	61	60	57	58	59	63	62	62	61
SIMBOLOGÍA	Temperatura interior mínima				Temperatura exterior mínima				Temperatura interior máxima				Temperatura exterior máxima				Humedad interior mínima				Humedad interior máxima			

Fuente y elaboración: Ávila O, Clavijo M

TABLA N° 2.8

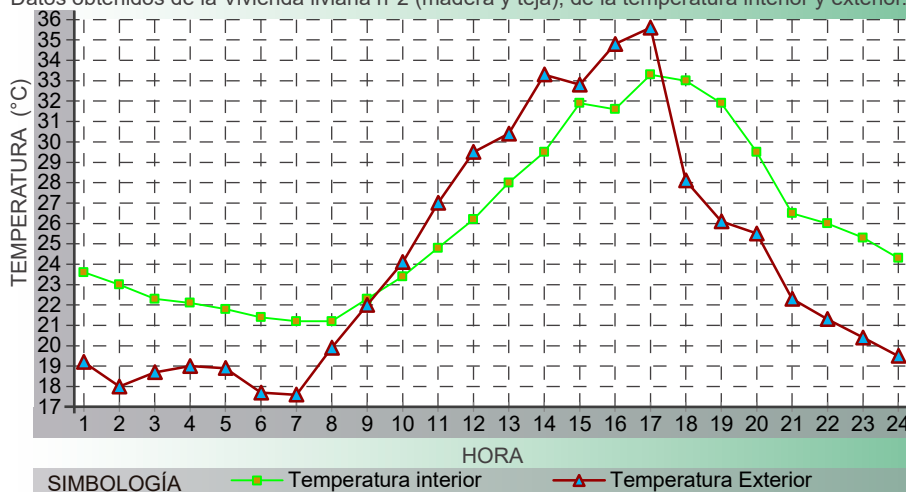
Temperatura interior menos la exterior, de la Vivienda liviana n°2 (madera y teja).

Hora	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
Temperatura interior menos exterior	4,4	5	3,6	3,1	2,9	3,7	3,6	1,3	0,3	-0,7	-2,2	-3,3	-2,4	-3,8	-0,9	-3,2	-2,3	4,9	5,8	4	4,2	4,7	4,9	4,8
SIMBOLOGÍA	Mínima diferencia positiva de temperatura interior menos la temperatura exterior								Máxima diferencia negativa de temperatura interior menos la temperatura exterior								Máxima diferencia positiva de temperatura interior menos la temperatura exterior							

Fuente y elaboración: Ávila O, Clavijo M

GRÁFICO N° 2.16

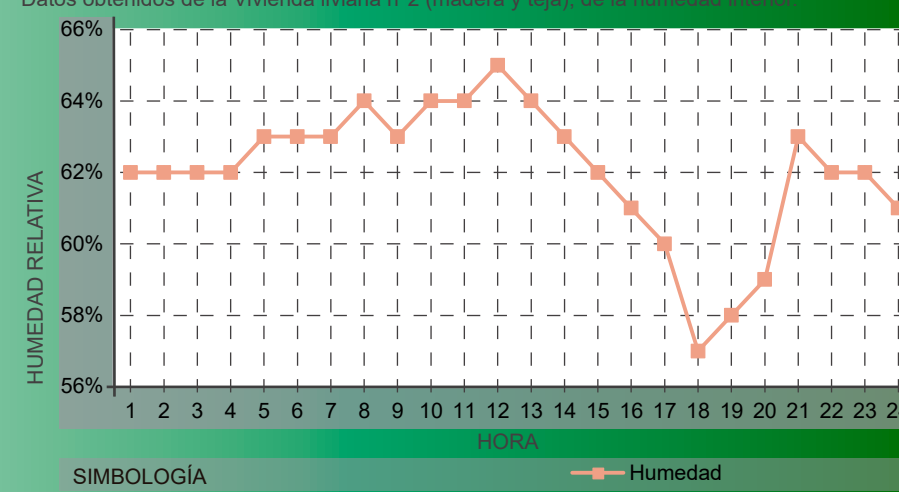
Datos obtenidos de la Vivienda liviana n°2 (madera y teja), de la temperatura interior y exterior.



Fuente: Ávila O, Clavijo M.
Elaboración: Ávila O.

GRÁFICO N° 2.17

Datos obtenidos de la Vivienda liviana n°2 (madera y teja), de la humedad interior.



Fuente: Ávila O, Clavijo M.
Elaboración: Ávila O.



TABLA N° 2.9

Escala de sensación térmica tomada durante el día en la Vivienda liviana n°3 (caña guadua y palma).

Sensación térmica	Valor
Frío	-3
Fresco	-2
Ligeramente frío	-1
Neutral normal	0
Ligeramente caliente	+1
Cálido	+2
Caliente	+3

Fuente:

- Ávila O.
- Changqing, T. (2015). *Investigación sobre el sistema de calefacción de alta eficiencia para las viviendas residenciales ubicadas en la zona alta de la sierra ecuatoriana*. Cuenca, Ecuador: [s.n]

Elaboración:

- Ávila O

TABLA N° 2.10

Escala de sensación térmica tomada durante la noche en la Vivienda liviana n°3 (caña guadua y palma).

Sensación térmica	Valor
Frío	-3
Fresco	-2
Ligeramente frío	-1
Neutral normal	0
Ligeramente caliente	+1
Cálido	+2
Caliente	+3

Fuente:

- Ávila O.
- Changqing, T. (2015). *Investigación sobre el sistema de calefacción de alta eficiencia para las viviendas residenciales ubicadas en la zona alta de la sierra ecuatoriana*. Cuenca, Ecuador: [s.n]

Elaboración:

- Ávila O

C) Vivienda liviana n°3 (caña guadua y palma)

a) Sensación térmica.-

La respuesta de aceptación, de parte de los usuarios de la vivienda, tanto al clima del día y noche, al resultar ser neutral normal. (Ver tablas n° 2.9 y 2.10).

b) Temperatura.-

La temperatura interna menor se da a las 7 am, y una hora antes en el exterior a las 6 am; mientras que, la temperatura interna superior a las 4 pm y a la 1 pm en el exterior. (Ver tablas n° 2.11).

En la tabla n° 2.12, se muestra una máxima diferencia entre la temperatura interior menos la exterior a la 7 pm, y una mínima negativa a las 10 am.

Solo existe un registro, en el cual la temperatura externa es superior a la interna, a las 10 am; y en el transcurso del día, el ambiente interno es más caluroso que el exterior. (Ver gráficos n°2.18).

c) Humedad.-

Se tiene altos valores de humedad de 8 a 9 am de 81%, y la mínima de 58% a las 4 pm. (Ver tablas n° 2.11).

En el gráfico n° 2.18, se observa, que la humedad relativa comienza a descender a partir de las 9 am hasta las 4 pm; para luego ascender nuevamente.



TABLA N° 2.11

Tabla de datos obtenidos de la Vivienda liviana n°3 (caña guadua y palma), de la temperatura interior, exterior y humedad interior.

Hora	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
Temperatura interior (°C)	24	23,8	23,8	23,6	23,6	23,6	23,6	23,6	24,1	24,8	25,7	26,5	28,2	27,6	28,6	28,8	27,4	27,6	26	25,5	25	24,6	24,6	24,3
Temperatura exterior (°C)	20,8	20,8	20,6	20,6	20,8	20,3	21,1	21,6	22,5	24,9	24,4	25,4	27,3	26,3	27,6	27,2	25,6	24,7	22,6	22,4	21,9	21,8	22	21,5
Humedad interior (%)	76	78	79	79	79	79	80	81	81	77	74	71	65	63	65	58	64	65	68	71	73	74	75	76
SIMBOLOGÍA	Temperatura interior mínima				Temperatura exterior mínima				Temperatura interior máxima				Temperatura exterior máxima				Humedad interior mínima				Humedad interior máxima			

Fuente y elaboración: Ávila O, Clavijo M

TABLA N° 2.12

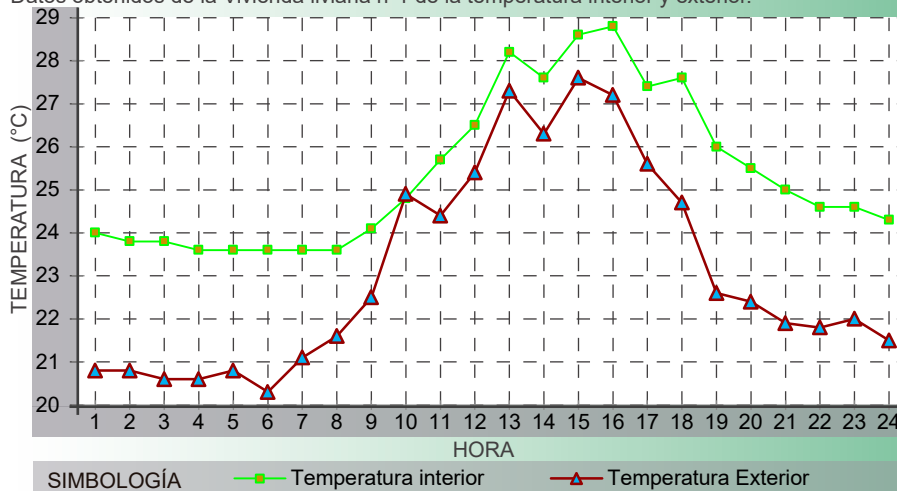
Temperatura interior menos la exterior, de la Vivienda liviana n°3 (caña guadua y palma).

Hora	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
Temperatura interior menos exterior	3,2	3	3,2	3	2,8	3,3	2,5	2	1,6	-0,1	1,3	1,1	0,9	1,3	1	1,6	1,8	2,9	3,4	3,1	3,1	2,8	2,6	2,8
SIMBOLOGÍA	Mínima diferencia de temperatura interior menos la temperatura exterior												Máxima diferencia de temperatura interior menos la temperatura exterior											

Fuente y elaboración: Ávila O, Clavijo M

GRÁFICO N° 2.18

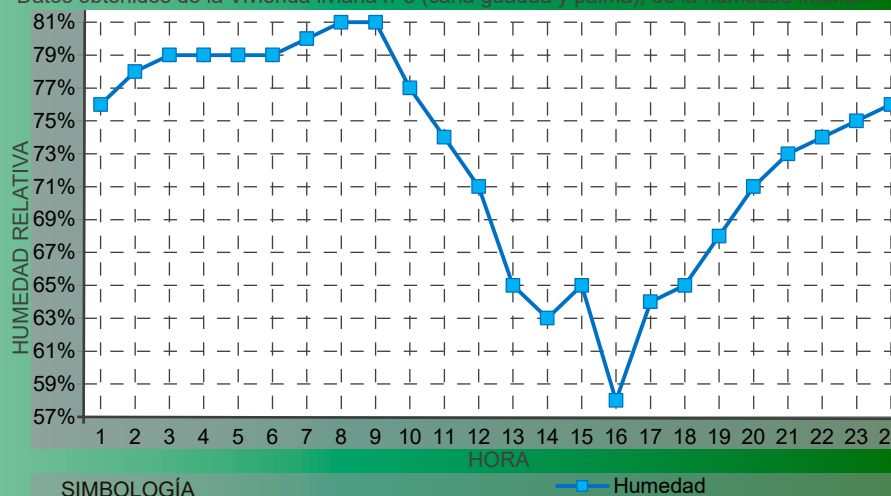
Datos obtenidos de la Vivienda liviana n°1 de la temperatura interior y exterior.



Fuente: Ávila O, Clavijo M.
Elaboración: Ávila O.

GRÁFICO N° 2.19

Datos obtenidos de la Vivienda liviana n°3 (caña guadua y palma), de la humedad interior.



Fuente: Ávila O, Clavijo M.
Elaboración: Ávila O.



TABLA N° 2.13

Escala de sensación térmica tomada durante el día en la Vivienda liviana n°4 (madera y palma).

Sensación térmica	Valor
Frío	-3
Fresco	-2
Ligeramente frío	-1
Neutral normal	0
Ligeramente caliente	+1
Cálido	+2
Caliente	+3

Fuente: - Ávila O.

- Changqing, T. (2015). *Investigación sobre el sistema de calefacción de alta eficiencia para las viviendas residenciales ubicadas en la zona alta de la sierra ecuatoriana*. Cuenca, Ecuador: [s.n]

Elaboración:

- Ávila O

TABLA N° 2.14

Escala de sensación térmica tomada durante la noche en la Vivienda liviana n°4 (madera y palma).

Sensación térmica	Valor
Frío	-3
Fresco	-2
Ligeramente frío	-1
Neutral normal	0
Ligeramente caliente	+1
Cálido	+2
Caliente	+3

Fuente:

- Ávila O.

- Changqing, T. (2015). *Investigación sobre el sistema de calefacción de alta eficiencia para las viviendas residenciales ubicadas en la zona alta de la sierra ecuatoriana*. Cuenca, Ecuador: [s.n]

Elaboración:

- Ávila O

D) Vivienda liviana n°4 (madera y palma)

a) Sensación térmica.-

Según los propietarios del inmueble, durante el día es neutral y en la noche es ligeramente frío, además de manifestar que la construcción en cuanto a clima, es cómoda. (Ver tablas n° 2.13 y 2.14).

b) Temperatura.-

Esta vivienda tiene temperaturas internas, muy cercanas a las exteriores; la temperatura más cálida se da a las 3 pm en el interior y exterior, con la misma temperatura de 28 °C; y el menor valor térmico en la vivienda se da a las 10 pm, y en el exterior de 1 a 2 am. (Ver tabla n° 2.15).

En la tabla n° 2.15, se observa que las diferencias de temperaturas internas menos las externas, de 9 am a 3 pm, se acercan a 0; esto se evidencia en el gráfico n° 2.20, además de un solo valor, en donde la temperatura interna es menor a la externa, registrado a la 1 pm.

c) Humedad.-

La mínima percibida a la misma hora, de alcance de las máximas temperaturas interna y externa, a las 3 pm; y la mayor humedad captada a las 8 am. (Ver tabla n° 2.16).

En el gráfico n° 2.21, se aprecia que la humedad comienza a descender de 8 am hasta las 3 pm, y de 3 pm empieza a ascender.



TABLA N° 2.15

Tabla de datos obtenidos de la Vivienda liviana n°4 (madera y palma), de la temperatura interior, exterior y humedad interior.

Hora	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
Temperatura interior (°C)	21,5	21,5	21,5	21,6	21,6	21,8	22	22	22,8	23,3	23,8	24,8	25,9	26,2	28	24,6	24,3	23,8	23	21,5	21,6	21,3	21,6	21,7
Temperatura exterior (°C)	19,5	19,5	19,8	20,1	19,6	20	19,9	20,8	22,6	22,8	23,6	24	26,5	26,2	28	23,2	23,2	21,8	21	20	19,8	19,8	19,8	19,9
Humedad interior (%)	85	85	85	85	86	86	85	87	85	80	79	74	74	72	64	75	78	78	80	83	84	84	86	84
SIMBOLOGÍA	Temperatura interior mínima				Temperatura exterior mínima				Temperatura interior máxima				Temperatura exterior máxima				Humedad interior mínima				Humedad interior máxima			

Fuente y elaboración: Ávila O, Clavijo M

TABLA N° 2.16

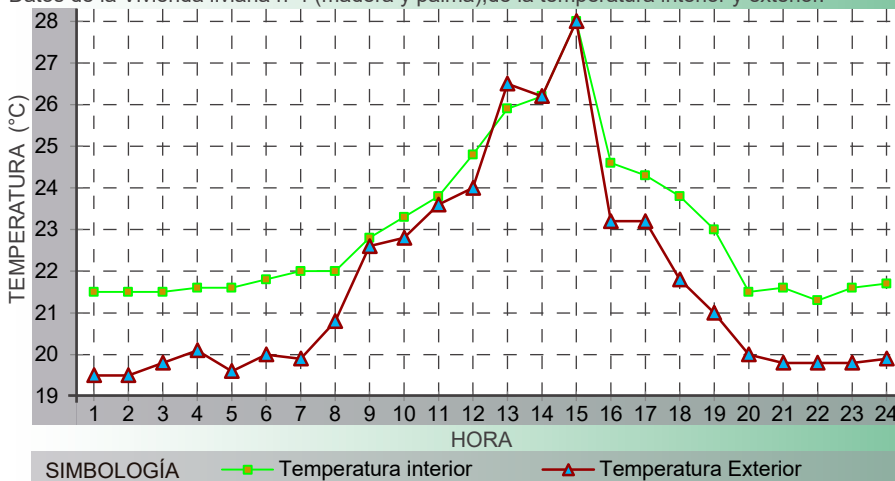
Temperatura interior menos la exterior, de la Vivienda liviana n°4 (madera y palma).

Hora	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
Temperatura interior menos exterior	2	2	1,7	1,5	2	1,8	2,1	1,2	0,2	0,5	0,2	0,8	-0,6	0	0	1,4	1,1	2	2	1,5	1,8	1,5	1,8	1,8
SIMBOLOGÍA	Mínima diferencia positiva de temperatura interior menos la temperatura exterior								Máxima diferencia negativa de temperatura interior menos la temperatura exterior								Máxima diferencia positiva de temperatura interior menos la temperatura exterior							

Fuente y elaboración: Ávila O, Clavijo M

GRÁFICO N° 2.20

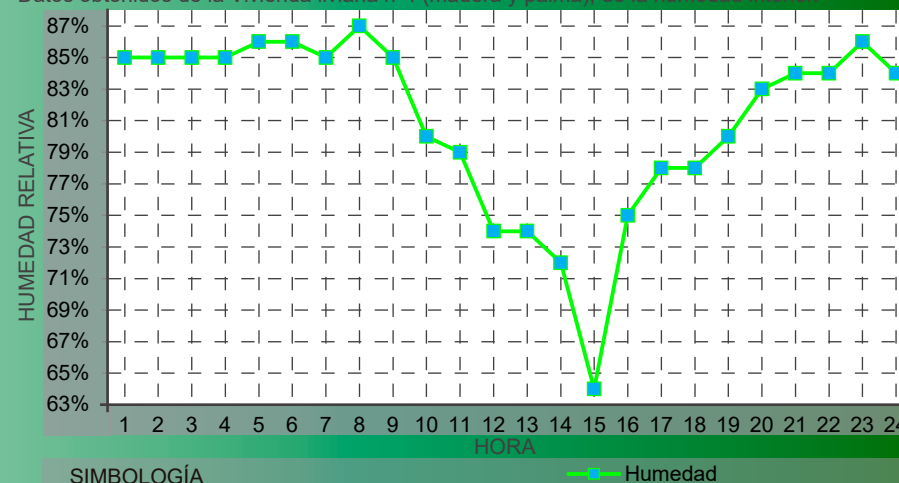
Datos de la Vivienda liviana n°4 (madera y palma), de la temperatura interior y exterior.



Fuente: Ávila O, Clavijo M.
Elaboración: Ávila O.

GRÁFICO N° 2.21

Datos obtenidos de la Vivienda liviana n°4 (madera y palma), de la humedad interior.



Fuente: Ávila O, Clavijo M.
Elaboración: Ávila O.



TABLA N° 2.17

Escala de sensación térmica tomada durante el día en la Vivienda mixta n°1 (bloque y fibrocemento).

Sensación térmica	Valor
Frío	-3
Fresco	-2
Ligeramente frío	-1
Neutral normal	0
Ligeramente caliente	+1
Cálido	+2
Caliente	+3

Fuente: - Ávila O.

- Changqing, T. (2015). *Investigación sobre el sistema de calefacción de alta eficiencia para las viviendas residenciales ubicadas en la zona alta de la sierra ecuatoriana*. Cuenca, Ecuador: [s.n]

Elaboración:

- Ávila O

TABLA N° 2.18

Escala de sensación térmica tomada durante la noche en la Vivienda mixta n°1 (bloque y fibrocemento).

Sensación térmica	Valor
Frío	-3
Fresco	-2
Ligeramente frío	-1
Neutral normal	0
Ligeramente caliente	+1
Cálido	+2
Caliente	+3

Fuente:

- Ávila O.

- Changqing, T. (2015). *Investigación sobre el sistema de calefacción de alta eficiencia para las viviendas residenciales ubicadas en la zona alta de la sierra ecuatoriana*. Cuenca, Ecuador: [s.n]

Elaboración:

- Ávila O

2.2.2 RESULTADOS DE TIPOLOGÍAS DE VIVIENDAS MIXTAS

En la presente etapa, se muestran los resultados de: monitoreos realizados y encuestas, en las ocho viviendas del modelo mixto.

A) Vivienda bloque n°1 (bloque y fibrocemento)

a) Sensación térmica.- En la mañana es cálida, por tanto no hay confort térmico en el día; y en la noche es fresco, muy adecuado en una zona climática como Huambi; a pesar, que en la noche la temperatura interna es más caliente que la externa, los propietarios demuestran conformidad. (Ver tablas n° 2.17 y 2.18).

b) Temperatura.- La hora más fresca en el interior, es a las 7 am y en el exterior a las 5 am; el horario más cálido en el interior, a las 4 pm y a la 1 pm en el exterior. (Ver tablas n° 2.19).

Al observar la tabla n° 2.20, se aprecia que, la mayor diferencia de temperaturas se da a las 5 pm, y la mínima a las 2 pm; además de manifestar durante las 24 horas del día, una temperatura interna superior. (Ver gráfico n° 2.22).

c) Humedad.- La más baja humedad se da a la misma hora que, el ambiente interno alcanza la máxima temperatura, a las 4 pm; y la mayor humedad a las 7 am, 7 pm y 8 pm. (Ver tabla n° 2.19 y gráfico n° 2.23).



TABLA N° 2.19

Tabla de datos obtenidos de la Vivienda mixta n°1 (bloque y fibrocemento); de la temperatura interior, exterior y humedad interior.

Hora	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
Temperatura interior (°C)	23,1	22,8	22,7	22,7	22,6	22,5	22,2	22,6	23,3	23,3	24	23,8	25,5	24,1	25,2	25,7	25	24,8	23,6	23,8	23,3	23,6	23,3	23,3
Temperatura exterior (°C)	19	18,8	18,8	18,6	18,3	18,6	19	19,8	19,8	20,6	20,5	21,3	22,8	22	21,6	21,1	20,3	20,4	20	19,3	19,5	19,1	18,9	18,7
Humedad interior (%)	72	71	73	73	73	73	74	72	71	71	69	68	65	73	65	64	69	70	74	74	73	72	71	71
SIMBOLOGÍA	Temperatura interior mínima				Temperatura exterior mínima				Temperatura interior máxima				Temperatura exterior máxima				Humedad interior mínima				Humedad interior máxima			

Fuente y elaboración: Ávila O, Clavijo M

TABLA N° 2.20

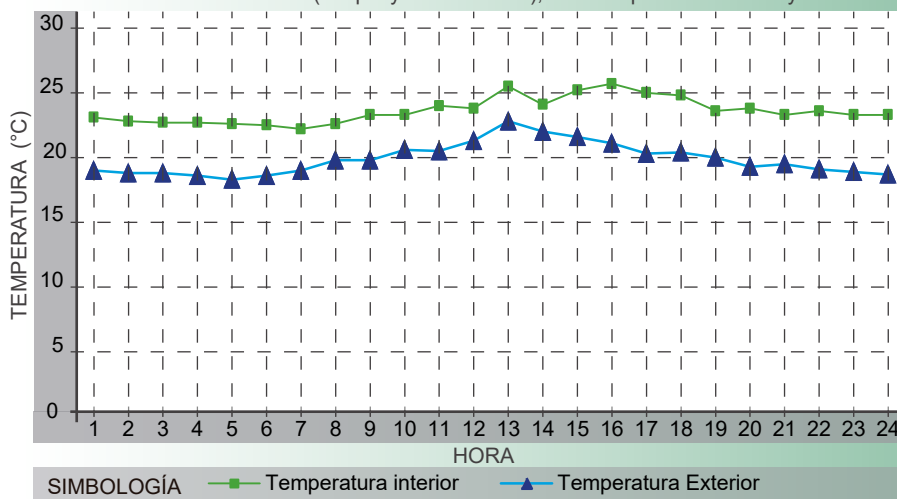
Temperatura interior menos la exterior, de la Vivienda mixta n°1 (bloque y fibrocemento).

Hora	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
Temperatura interior menos exterior	4,1	4	3,9	4,1	4,3	3,9	3,2	2,8	3,5	2,7	3,5	2,5	2,7	2,1	3,6	4,6	4,7	4,4	3,6	4,5	3,8	4,5	4,4	4,6
SIMBOLOGÍA	Mínima diferencia de temperatura interior menos la temperatura exterior												Máxima diferencia de temperatura interior menos la temperatura exterior											

Fuente y elaboración: Ávila O, Clavijo M

GRÁFICO N° 2.22

Datos de la Vivienda mixta n°1 (bloque y fibrocemento), de la temperatura interior y exterior.

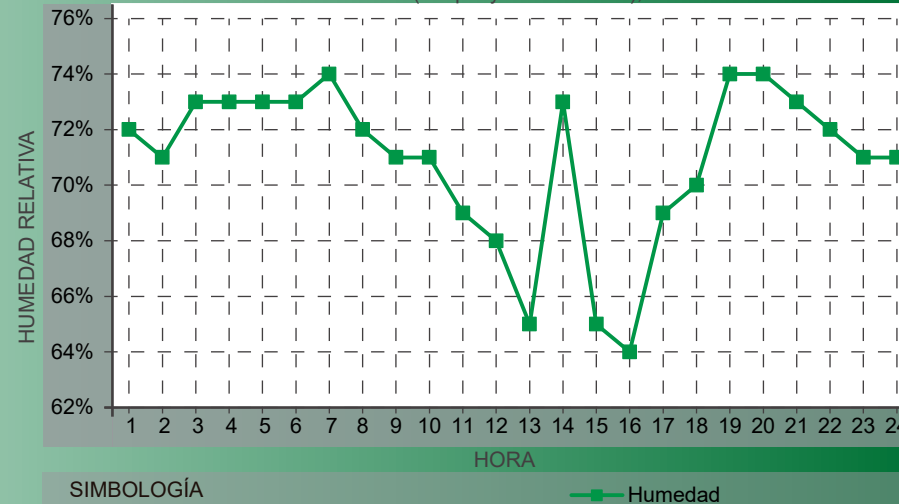


Fuente: Ávila O, Clavijo M.

Elaboración: Ávila O.

GRÁFICO N° 2.23

Datos obtenidos de la Vivienda mixta n°1 (bloque y fibrocemento), de la humedad interior.



Fuente: Ávila O, Clavijo M.

Elaboración: Ávila O.



TABLA N° 2.21

Escala de sensación térmica tomada durante el día en la Vivienda mixta n°2 (ladrillo tochana y palma).

Sensación térmica	Valor
Frío	-3
Fresco	-2
Ligeramente frío	-1
Neutral normal	0
Ligeramente caliente	+1
Cálido	+2
Caliente	+3

Fuente: - Ávila O.

- Changqing, T. (2015). *Investigación sobre el sistema de calefacción de alta eficiencia para las viviendas residenciales ubicadas en la zona alta de la sierra ecuatoriana*. Cuenca, Ecuador: [s.n]

Elaboración:

- Ávila O

TABLA N° 2.22

Escala de sensación térmica tomada durante la noche en la Vivienda mixta n°2 (ladrillo tochana y palma).

Sensación térmica	Valor
Frío	-3
Fresco	-2
Ligeramente frío	-1
Neutral normal	0
Ligeramente caliente	+1
Cálido	+2
Caliente	+3

Fuente:

- Ávila O.

- Changqing, T. (2015). *Investigación sobre el sistema de calefacción de alta eficiencia para las viviendas residenciales ubicadas en la zona alta de la sierra ecuatoriana*. Cuenca, Ecuador: [s.n]

Elaboración:

- Ávila O

B) Vivienda mixta n°2 (ladrillo tochana y palma)

a) Sensación térmica.-

Dicha vivienda luce en el horario diurno una atmósfera normal , y en la noche es fresca; los propietarios están conformes con el ambiente generado, por la combinación de estos materiales en la envolvente arquitectónica. (Ver tablas n° 2.21 y 2.22).

b) Temperatura.-

La hora más sofocante se muestra a las 2 pm interiormente, y exteriormente a la 1 pm; mientras que, la hora más fría en el interior del inmueble, a las 2 am y 1 am en el exterior. (Ver tabla n° 2.23).

En la tabla n° 2.24, se manifiesta la mayor diferencia positiva en tres momentos: a las 7 pm, 8 pm y 10 pm; mientras que, la mayor diferencia negativa, se da en un solo instante a la 1 pm, única hora en donde el clima interno es más fresco que el externo. (Ver gráfico n° 2.24).

c) Humedad.-

En la hora más cálida en el interior de la construcción, a las 2 pm se obtiene la humedad más baja; y la máxima se da a las 8 am. (Ver tabla n° 2.23).

Los valores de humedad internos son variables, en la tarde los rangos de humedad descienden significativamente. (Ver gráfico n° 2.25).



TABLA N° 2.23

Tabla de datos obtenidos de la Vivienda mixta n°2 (ladrillo tochana y palma), de la temperatura interior, exterior y humedad interior.

Hora	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
Temperatura interior (°C)	22,8	22,7	23,1	22,8	23	23,1	23	23,1	24,3	25,1	25,5	25,5	25,7	26,8	25,3	24,4	25	25,5	24,6	23,9	23,6	23,2	23,2	23,1
Temperatura exterior (°C)	19,6	20,2	20,1	20,1	20,5	20,1	20,5	21,2	23	23,2	23,8	24,7	26	24,6	22	23,9	24,8	22,6	21,1	20,4	20,4	19,7	19,9	20,2
Humedad interior (%)	81	81	81	82	83	82	83	84	81	78	78	75	75	74	76	79	78	76	76	77	79	80	80	80
SIMBOLOGÍA	Temperatura interior mínima				Temperatura exterior mínima				Temperatura interior máxima				Temperatura exterior máxima				Humedad interior mínima				Humedad interior máxima			

Fuente y elaboración: Ávila O, Clavijo M

TABLA N° 2.24

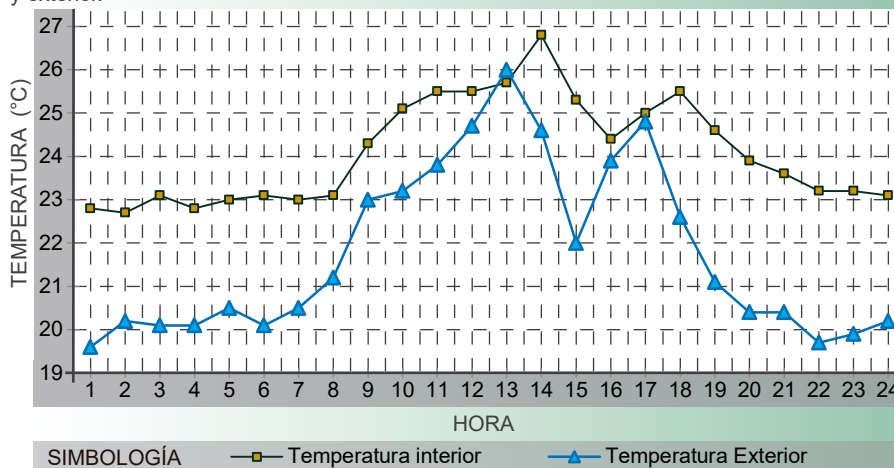
Temperatura interior menos la exterior, de la Vivienda mixta n°2 (ladrillo tochana y palma).

Hora	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
Temperatura interior menos exterior	3,2	2,5	3	2,7	2,5	3	2,5	1,9	1,3	1,9	1,7	0,8	-0,3	2,2	3,3	0,5	0,2	2,9	3,5	3,5	3,2	3,5	3,3	2,9
SIMBOLOGÍA	Mínima diferencia positiva de temperatura interior menos la temperatura exterior								Máxima diferencia negativa de temperatura interior menos la temperatura exterior								Máxima diferencia positiva de temperatura interior menos la temperatura exterior							

Fuente y elaboración: Ávila O, Clavijo M

GRÁFICO N° 2.24

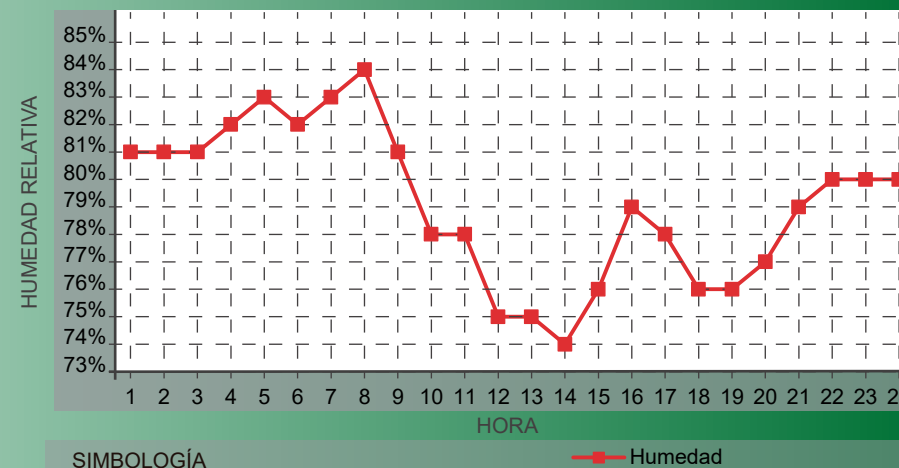
Datos obtenidos de la Vivienda mixta n°2 (ladrillo tochana y palma), de la temperatura interior y exterior.



Fuente: Ávila O, Clavijo M.
Elaboración: Ávila O.

GRÁFICO N° 2.25

Datos obtenidos de la Vivienda mixta n°2 (ladrillo tochana y palma), de la humedad interior.



Fuente: Ávila O, Clavijo M.
Elaboración: Ávila O.



TABLA N° 2.25

Escala de sensación térmica tomada durante el día en la Vivienda mixta n°3 (ladrillo panelón y galvalume).

Sensación térmica	Valor
Frío	-3
Fresco	-2
Ligeramente frío	-1
Neutral normal	0
Ligeramente caliente	+1
Cálido	+2
Caliente	+3

Fuente: - Ávila O.

- Changqing, T. (2015). *Investigación sobre el sistema de calefacción de alta eficiencia para las viviendas residenciales ubicadas en la zona alta de la sierra ecuatoriana*. Cuenca, Ecuador: [s.n]

Elaboración:

- Ávila O

TABLA N° 2.26

Escala de sensación térmica tomada durante la noche en la Vivienda mixta n°3 (ladrillo panelón y galvalume).

Sensación térmica	Valor
Frío	-3
Fresco	-2
Ligeramente frío	-1
Neutral normal	0
Ligeramente caliente	+1
Cálido	+2
Caliente	+3

Fuente:

- Ávila O.

- Changqing, T. (2015). *Investigación sobre el sistema de calefacción de alta eficiencia para las viviendas residenciales ubicadas en la zona alta de la sierra ecuatoriana*. Cuenca, Ecuador: [s.n]

Elaboración:

- Ávila O

C) Vivienda mixta n°3 (ladrillo panelón y galvalume)

a) Sensación térmica.-

Según los encuestados, en la mañana el entorno interno es normal, y en la noche pasa a ser fresco; lo que genera un hábitat mejor en la noche, en relación al día. (Ver tablas n° 2.25 y 2.26).

b) Temperatura.-

Las horas más calurosas, son de 4 a 5 pm en el interior, y 3 pm en el exterior; las mínimas temperaturas dadas a la misma hora, tanto interior como exterior, a las 6 am. (Ver tabla n° 2.27).

Se observa una diferencia mínima entre temperaturas internas y externas, de 1 pm a 5 pm; de 5 am a 6 am, la temperatura interna es mayor que la externa; de 4pm a 5 pm las temperaturas son iguales; la máxima diferencia negativa es a la 1 pm, donde la temperatura interna es menor que la externa de 1 pm a 3 pm. (Ver tabla n° 2.28).

c) Humedad.-

La mínima de humedad relativa se da a las 5 pm, misma hora en que, la temperatura interna alcanza un nivel mayor; y una máxima humedad relativa de 8 am a 9 am. (Ver tabla n° 2.27).

La gráfica n° 2.27, muestra una continuidad en valores en la noche y madrugada, y en la tarde se aprecia una significativa reducción de la humedad.



TABLA N° 2.27

Tabla de datos obtenidos de la Vivienda mixta n°3 (ladrillo panelón y galvalume), de la temperatura interior, exterior y humedad interior.

Hora	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
Temperatura interior (°C)	23,8	23,6	23,4	22,8	22,7	22,2	22,3	22,4	22,8	23,3	24,3	24,6	26	27,9	28,2	28,6	28,6	28,5	27,3	26,7	25,9	25,5	24,8	24,6
Temperatura exterior (°C)	21,1	20,8	20,4	19,8	19,3	18,8	19,1	20,2	21,4	22,3	22,7	23,4	26,8	28,2	28,9	28,6	28,6	26,9	25,3	24,3	23,5	22,8	22,2	21,8
Humedad interior (%)	71	71	72	72	73	73	74	75	75	74	72	72	70	57	53	51	47	51	57	61	65	67	69	70
SIMBOLOGÍA	Temperatura interior mínima				Temperatura exterior mínima				Temperatura interior máxima				Temperatura exterior máxima				Humedad interior mínima				Humedad interior máxima			

Fuente y elaboración: Ávila O, Clavijo M

TABLA N° 2.28

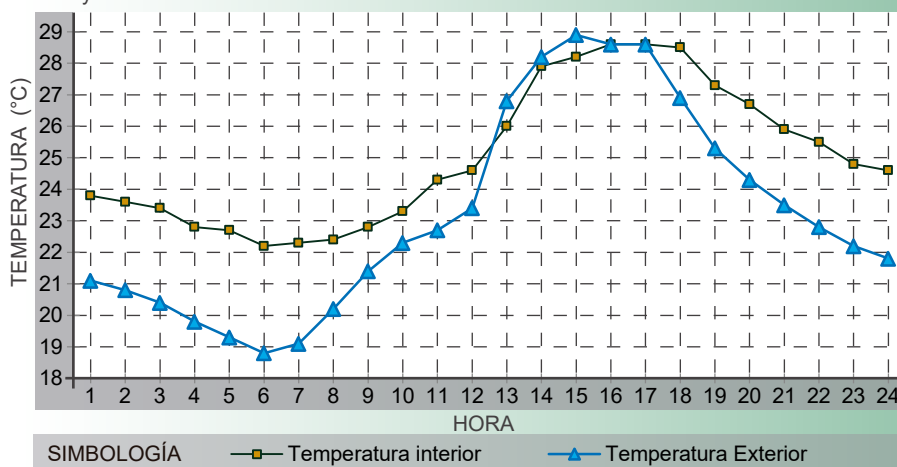
Temperatura interior menos la exterior, de la Vivienda mixta n°3 (ladrillo panelón y galvalume).

Hora	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
Temperatura interior menos exterior	2,7	2,8	3	3	3,4	3,4	3,2	2,2	1,4	1	1,6	1,2	-0,8	-0,3	-0,7	0	0	1,6	2	2,4	2,4	2,7	2,6	2,8
SIMBOLOGÍA	Mínima diferencia positiva de temperatura interior menos la temperatura exterior								Máxima diferencia negativa de temperatura interior menos la temperatura exterior								Máxima diferencia positiva de temperatura interior menos la temperatura exterior							

Fuente y elaboración: Ávila O, Clavijo M

GRÁFICO N° 2.26

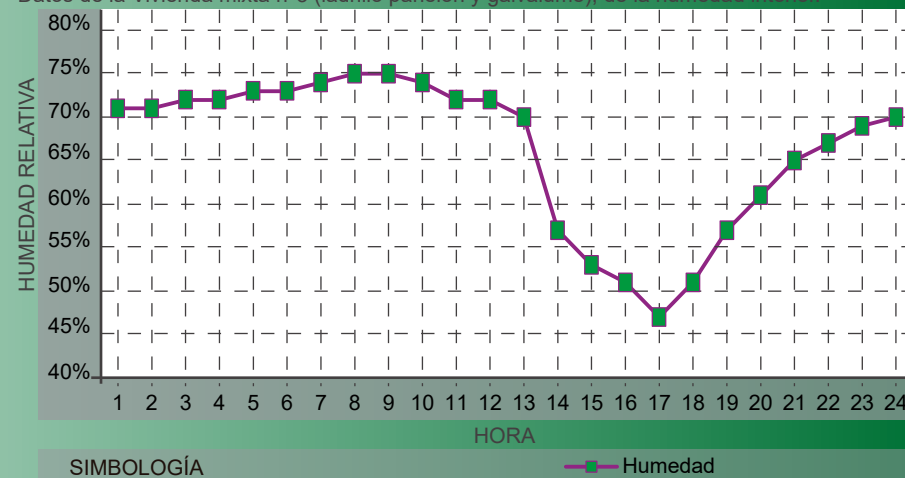
Datos obtenidos de la Vivienda mixta n°3 (ladrillo panelón y galvalume), de la temperatura interior y exterior.



Fuente: Ávila O, Clavijo M.
Elaboración: Ávila O.

GRÁFICO N° 2.27

Datos de la Vivienda mixta n°3 (ladrillo panelón y galvalume), de la humedad interior.



Fuente: Ávila O, Clavijo M.
Elaboración: Ávila O.



TABLA N° 2.29

Escala de sensación térmica tomada durante el día en la Vivienda mixta n°4 (bloque y galvalume).

Sensación térmica	Valor
Frío	-3
Fresco	-2
Ligeramente frío	-1
Neutral normal	0
Ligeramente caliente	+1
Cálido	+2
Caliente	+3

Fuente: - Ávila O.

- Changqing, T. (2015). *Investigación sobre el sistema de calefacción de alta eficiencia para las viviendas residenciales ubicadas en la zona alta de la sierra ecuatoriana*. Cuenca, Ecuador: [s.n]

Elaboración:

- Ávila O

TABLA N° 2.30

Escala de sensación térmica tomada durante la noche en la Vivienda mixta n°4 (bloque y galvalume).

Sensación térmica	Valor
Frío	-3
Fresco	-2
Ligeramente frío	-1
Neutral normal	0
Ligeramente caliente	+1
Cálido	+2
Caliente	+3

Fuente:

- Ávila O.

- Changqing, T. (2015). *Investigación sobre el sistema de calefacción de alta eficiencia para las viviendas residenciales ubicadas en la zona alta de la sierra ecuatoriana*. Cuenca, Ecuador: [s.n]

Elaboración:

- Ávila O

D) Vivienda mixta n°4 (bloque y galvalume)

a) Sensación térmica.-

En las encuestas, resulta que el ambiente percibido es normal, una mayor conformidad térmica; mientras que en la noche tiende a ser fresco, los usuarios recalcaron que en la noche es muy cómodo para descansar. (Ver tablas n° 2.29 y 2.30).

b) Temperatura.-

Las máximas temperaturas se dan, a las 2 pm en el interior y a la 1pm en el exterior; las mínimas interna y externa, a las 7 am y 4 am respectivamente. (Ver tabla n° 2.31).

La superior diferencia positiva entre temperaturas se da, a las 2 pm, y una mayor negativa a las 12 pm; y a la 1 pm, una mínima diferencia de 0,3 °C. (Ver tabla n°2.32).

En el gráfico n° 2.28, se puede verificar que, de 10 am a 1 pm los valores son muy similares; y de 10 am a 12 pm, la temperatura interior es menor a la externa.

c) Humedad.-

En la tabla n° 2.31, se presenta una mínima de humedad relativa, a las 3 pm, y una máxima a las 7 am; además en el gráfico n° 2.29, se observa que en la tarde la humedad descende, y en el horario nocturno se mantiene muy constante.



TABLA N° 2.31

Tabla de datos obtenidos de la Vivienda mixta n°4 (bloque y galvalume), de la temperatura interior - exterior y humedad interior.

Hora	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
Temperatura interior (°C)	24,9	24,9	24,8	24,3	24	23,9	23,8	24,3	24,6	25,8	27,9	29,1	30,1	31,9	30,1	28,6	28,6	28,2	27,1	26,6	26	25,5	25	25
Temperatura exterior (°C)	22,5	22,5	22,2	22	21,8	21,6	21,6	22,5	23	26,3	28,9	29,5	29,8	29,1	29,1	27,3	27,6	26,6	25,4	24,1	23,8	23,1	22,9	22,9
Humedad interior (%)	70	71	71	71	72	72	73	72	72	71	66	62	59	57	53	59	60	61	64	65	67	68	68	69
SIMBOLOGÍA	Temperatura interior mínima				Temperatura exterior mínima				Temperatura interior máxima				Temperatura exterior máxima				Humedad interior mínima				Humedad interior máxima			

Fuente y elaboración: Ávila O, Clavijo M

TABLA N° 2.32

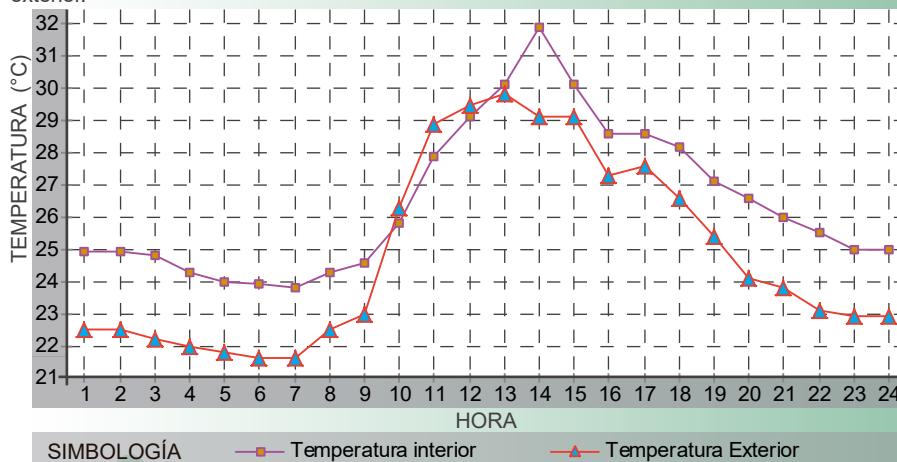
Temperatura interior menos la exterior, de la Vivienda mixta n°4 (bloque y galvalume).

Hora	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
Temperatura interior menos exterior	2,4	2,4	2,6	2,3	2,2	2,3	2,2	1,8	1,6	-0,5	-1	-0,4	0,3	2,8	1	1,3	1	1,6	1,7	2,5	2,2	2,4	2,1	-2,1
SIMBOLOGÍA	Mínima diferencia positiva de temperatura interior menos la temperatura exterior								Máxima diferencia negativa de temperatura interior menos la temperatura exterior								Máxima diferencia positiva de temperatura interior menos la temperatura exterior							

Fuente y elaboración: Ávila O, Clavijo M

GRÁFICO N° 2.28

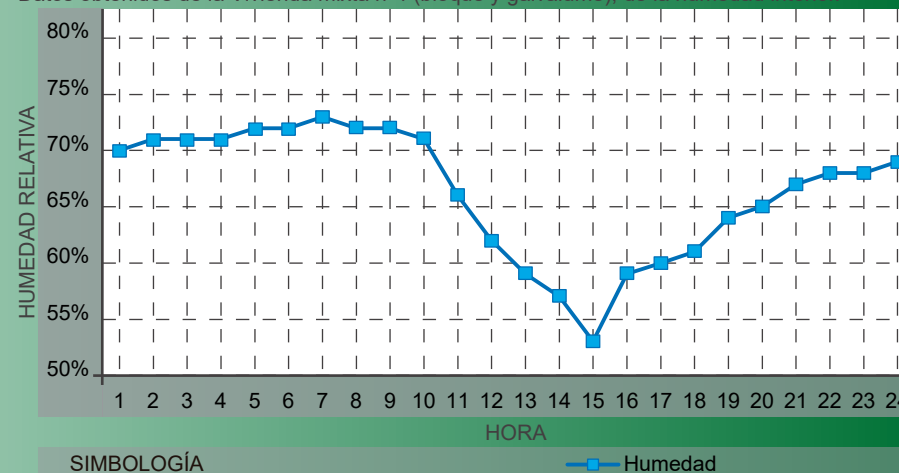
Datos obtenidos de la Vivienda mixta n°4 (bloque y galvalume), de la temperatura interior y exterior.



Fuente: Ávila O, Clavijo M.
Elaboración: Ávila O.

GRÁFICO N° 2.29

Datos obtenidos de la Vivienda mixta n°4 (bloque y galvalume), de la humedad interior



Fuente: Ávila O, Clavijo M.
Elaboración: Ávila O.



TABLA N° 2.33

Escala de sensación térmica tomada durante el día en la Vivienda mixta n°5 (bloque y teja).

Sensación térmica	Valor
Frío	-3
Fresco	-2
Ligeramente frío	-1
Neutral normal	0
Ligeramente caliente	+1
Cálido	+2
Caliente	+3

Fuente:

- Ávila O.
- Changqing, T. (2015). *Investigación sobre el sistema de calefacción de alta eficiencia para las viviendas residenciales ubicadas en la zona alta de la sierra ecuatoriana*. Cuenca, Ecuador: [s.n]

Elaboración:

- Ávila O

TABLA N° 2.34

Escala de sensación térmica tomada durante la noche en la Vivienda mixta n°5 (bloque y teja).

Sensación térmica	Valor
Frío	-3
Fresco	-2
Ligeramente frío	-1
Neutral normal	0
Ligeramente caliente	+1
Cálido	+2
Caliente	+3

Fuente:

- Ávila O.
- Changqing, T. (2015). *Investigación sobre el sistema de calefacción de alta eficiencia para las viviendas residenciales ubicadas en la zona alta de la sierra ecuatoriana*. Cuenca, Ecuador: [s.n]

Elaboración:

- Ávila O

E) Vivienda mixta n°5 (bloque y teja)

a) Sensación termica.-

Del producto de las encuestas, en la mañana el impacto térmico es de conformidad, y en la noche un estado de frío. (Ver tablas n° 2.33 y 2.34).

b) Temperatura.-

La temperatura interna máxima se da, a la 1 pm y la mínima a las 7 am; la máxima temperatura externa, a las 5 pm, y la mínima a las 4 am y 6 am. (Ver tabla n° 2.35).

A las 10 pm la temperatura interna, supera con un máximo de 3,3 °C a la temperatura externa; y a las 5 pm la temperatura externa, es mayor a la interna, con 2,6 °C; a las 3 pm, las temperaturas son muy parecidas, con un intervalo de 0,3 °C. (Ver tabla n° 2.36).

En el gráfico n° 2.30, se distingue que, desde las 9 am hasta las 3 pm las temperaturas son muy cercanas; y a la 1 pm, 4 p m y 5 pm, la temperatura interna es inferior a la exterior. (Ver gráfico n°2.30).

c) Humedad.-

En la tabla n° 2.35, se nota una humedad relativa mínima, a las 6 pm y una máxima, de 8 am a 9 am; en el gráfico n° 2.31, se manifiesta una humedad relativa más alta en el horario nocturno, y las mínimas encontradas en la tarde.



TABLA N° 2.35

Tabla de datos obtenidos de la Vivienda mixta n°5 (bloque y teja), de la temperatura interior, exterior y humedad interior.

Hora	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
Temperatura interior (°C)	23,8	23,6	23,6	23,4	23,5	23,1	23,2	23,3	23,8	26,6	26,2	26,7	27,4	26	25,3	25,9	27,1	27,1	26	25,3	25	24,8	24,6	24,3
Temperatura exterior (°C)	20,8	21	21	20,6	21	20,6	21	22	23,6	25,2	25,4	26,1	28	25,3	25	27,7	29,7	24,3	22,8	22,4	21,9	21,5	21,5	21,3
Humedad interior (%)	75	75	76	76	76	77	78	79	79	67	70	70	67	71	74	71	68	66	69	71	72	72	72	73
SIMBOLOGÍA	Temperatura interior mínima				Temperatura exterior mínima				Temperatura interior máxima				Temperatura exterior máxima				Humedad interior mínima				Humedad interior máxima			

Fuente y elaboración: Ávila O, Clavijo M

TABLA N° 2.36

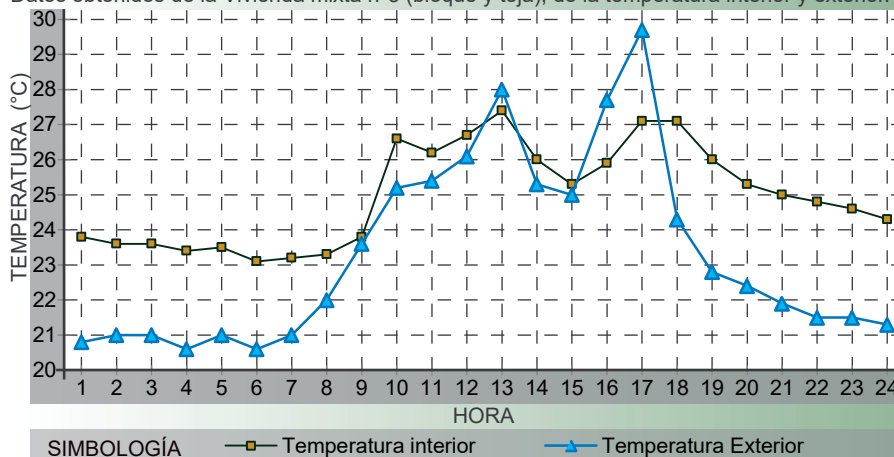
Temperatura interior menos la exterior, de la Vivienda mixta n°5 (bloque y teja).

Hora	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
Temperatura interior menos exterior	3	2,6	2,6	2,8	2,5	2,5	2,2	1,3	0,2	1,4	0,8	0,6	-0,6	0,7	0,3	-1,8	-2,6	2,8	3,2	2,9	3,1	3,3	3,1	3
SIMBOLOGÍA	Mínima diferencia positiva de temperatura interior menos la temperatura exterior										Máxima diferencia negativa de temperatura interior menos la temperatura exterior						Máxima diferencia positiva de temperatura interior menos la temperatura exterior							

Fuente y elaboración: Ávila O, Clavijo M

GRÁFICO N° 2.30

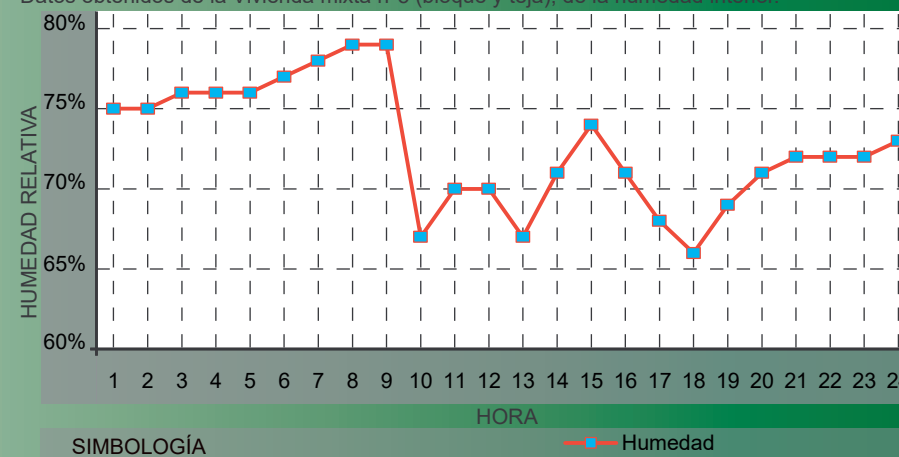
Datos obtenidos de la Vivienda mixta n°5 (bloque y teja), de la temperatura interior y exterior.



Fuente: Ávila O, Clavijo M.
Elaboración: Ávila O.

GRÁFICO N° 2.31

Datos obtenidos de la Vivienda mixta n°5 (bloque y teja), de la humedad interior.



Fuente: Ávila O, Clavijo M.
Elaboración: Ávila O.



TABLA N° 2.37

Escala de sensación térmica tomada durante el día en la Vivienda mixta n°6 (ladrillo tochana y teja).

Sensación térmica	Valor
Frío	-3
Fresco	-2
Ligeramente frío	-1
Neutral normal	0
Ligeramente caliente	+1
Cálido	+2
Caliente	+3

Fuente: - Ávila O.

- Changqing, T. (2015). *Investigación sobre el sistema de calefacción de alta eficiencia para las viviendas residenciales ubicadas en la zona alta de la sierra ecuatoriana*. Cuenca, Ecuador: [s.n]

Elaboración:

- Ávila O

TABLA N° 2.38

Escala de sensación térmica tomada durante la noche en la Vivienda mixta n°6 (ladrillo tochana y teja).

Sensación térmica	Valor
Frío	-3
Fresco	-2
Ligeramente frío	-1
Neutral normal	0
Ligeramente caliente	+1
Cálido	+2
Caliente	+3

Fuente:

- Ávila O.

- Changqing, T. (2015). *Investigación sobre el sistema de calefacción de alta eficiencia para las viviendas residenciales ubicadas en la zona alta de la sierra ecuatoriana*. Cuenca, Ecuador: [s.n]

Elaboración:

- Ávila O

F) Vivienda mixta n°6 (ladrillo tochana y teja)

a) Sensación térmica.- En el horario diurno, la sensación térmica de los usuarios, es de conformidad con el ambiente percibido; y en la noche es ligeramente caliente e incómodo. (Ver tablas n°2.37 y 2.38).

b) Temperatura.- Las temperaturas mayores se dan, a las 4 pm en el interior, y en el exterior a las 2 pm; y la menor externa a las 4 am, e interna a las 6 am, 7 am y 9 am. (Ver tabla n° 2.39).

A las 4 am la temperatura interna es muy alta, en comparación con la exterior; y a las 2 pm, la temperatura interna es mucha más fresca que la externa. (Ver tabla n° 2.40).

Se observa en el gráfico n° 2.32, temperaturas internas muy altas en relación con las exteriores, sobretodo desde las 7 pm a 8 am, mientras se descansa; y temperaturas internas menores a las externas, de 11 am a 3 pm.

c) Humedad.- En la tabla n° 2.39, se muestran los resultados de la humedad relativa interna; la mínima se da, mientras la temperatura interior es la máxima, a las 4 pm; y a las: 11 am, 12 am, 1 pm, 2 pm, 3 pm, 8 pm, 9 pm y 10 pm, se mantiene una constante superior de 64%. (Ver tabla n° 2.39).

En el gráfico n° 2.33, se muestra que los rangos de humedad son muy contantes, a excepción del cambio brusco de 3 pm a 4 pm.



TABLA N° 2.39

Tabla de datos obtenidos de la Vivienda mixta n°6 (ladrillo tochana y teja); de la temperatura interior, exterior y humedad interior.

Hora	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
Temperatura interior (°C)	25,5	25,3	25,1	24,8	24,6	24,3	24,3	24,4	24,3	24,6	24,8	25,3	25,7	25,9	26,5	31,3	28	27,6	27,4	26,9	26,9	26,3	26,1	25,8
Temperatura exterior (°C)	18,3	18,2	17,6	17	17,8	17,6	18,3	19,2	20	22,3	25,6	26,5	27,5	29,5	28,6	27,6	26,7	24	21,7	21,1	20	19,3	19,6	18,6
Humedad interior (%)	63	62	62	61	61	61	62	62	63	63	64	64	64	64	64	47	59	62	63	64	64	64	63	63
SIMBOLOGÍA	Temperatura interior mínima				Temperatura exterior mínima				Temperatura interior máxima				Temperatura exterior máxima				Humedad interior mínima				Humedad interior máxima			

Fuente y elaboración: Ávila O, Clavijo M

TABLA N° 2.40

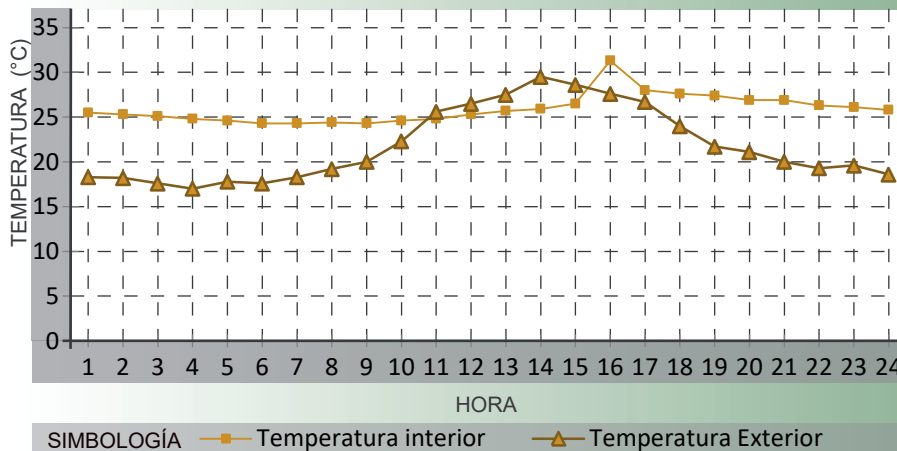
Temperatura interior menos la exterior, de la Vivienda mixta n°6 (ladrillo tochana y teja).

Hora	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
Temperatura interior menos exterior	7,2	7,1	7,5	7,8	6,8	6,7	6	5,2	4,3	2,3	-0,8	-1,2	-1,8	-3,6	-2,1	3,7	1,3	3,6	5,7	5,8	6,9	7	6,5	7,2
SIMBOLOGÍA	Mínima diferencia positiva de temperatura interior menos la temperatura exterior										Máxima diferencia negativa de temperatura interior menos la temperatura exterior						Máxima diferencia positiva de temperatura interior menos la temperatura exterior							

Fuente y elaboración: Ávila O, Clavijo M

GRÁFICO N° 2.32

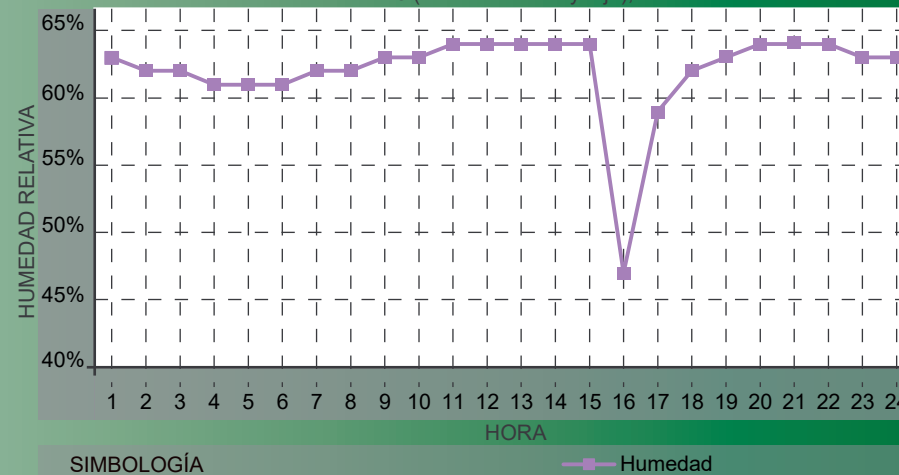
Datos obtenidos de la Vivienda mixta n°6 (ladrillo tochana y teja), de la temperatura interior y exterior.



Fuente: Ávila O, Clavijo M.
Elaboración: Ávila O.

GRÁFICO N° 2.33

Datos obtenidos de la Vivienda mixta n°6 (ladrillo tochana y teja), de la humedad interior.



Fuente: Ávila O, Clavijo M.
Elaboración: Ávila O.



TABLA N° 2.41

Escala de sensación térmica tomada durante el día en la Vivienda mixta n°7 (ladrillo tochana y zinc).

Sensación térmica	Valor
Frío	-3
Fresco	-2
Ligeramente frío	-1
Neutral normal	0
Ligeramente caliente	+1
Cálido	+2
Caliente	+3

Fuente: - Ávila O.

- Changqing, T. (2015). *Investigación sobre el sistema de calefacción de alta eficiencia para las viviendas residenciales ubicadas en la zona alta de la sierra ecuatoriana*. Cuenca, Ecuador: [s.n]

Elaboración:

- Ávila O

TABLA N° 2.42

Escala de sensación térmica tomada durante la noche en la Vivienda mixta n°7 (ladrillo tochana y zinc).

Sensación térmica	Valor
Frío	-3
Fresco	-2
Ligeramente frío	-1
Neutral normal	0
Ligeramente caliente	+1
Cálido	+2
Caliente	+3

Fuente:

- Ávila O.

- Changqing, T. (2015). *Investigación sobre el sistema de calefacción de alta eficiencia para las viviendas residenciales ubicadas en la zona alta de la sierra ecuatoriana*. Cuenca, Ecuador: [s.n]

Elaboración:

- Ávila O

G) Vivienda mixta n°7 (ladrillo tochana y zinc)

a) Sensación térmica.-

Según la sensación térmica del ocupante, en el día es cálido y en la noche pasa a ser fresco. (Changqing T; 2015). (Ver tablas n° 2.41 y 2.42).

b) Temperatura.-

Las mínimas registradas, a las 6 am y 7 am en el interior, y 6 am en el exterior; la máximas temperaturas, interna a las 6 pm, y externa a las 5 pm. (Ver tabla n° 2.43).

Como se observa en la tabla n° 2.44, existen diferencias de temperaturas, cercanas a 0; la mínima diferencia se da, de 4 a 5 pm; a las 10 pm, la diferencia de temperaturas es muy alta. (Ver tablas n° 2.44).

Como se observa en el gráfico n° 2.34, en ningún momento la temperatura interna es inferior a la externa; pero de 9 am a 5 pm, las temperaturas captadas por el sensor, son similares.

c) Humedad.-

Se manifiestan los resultados en la tabla n° 2.43; de 5 am a 9 am, se mantiene una común máxima; y de 3 pm a 7 pm, una mínima igual; en el gráfico n° 2.35, se aprecia la significativa reducción de la humedad en la tarde.



TABLA N° 2.43

Tabla de datos obtenidos de la Vivienda liviana n°7 (ladrillo tochana y zinc), de la temperatura interior, exterior y humedad interior.

Hora	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
Temperatura interior (°C)	24,3	24,1	24,1	24,1	23,8	23,6	23,6	24	24,8	25,3	25,7	26,5	26,7	27,4	27,6	27,9	28,1	28,2	27,4	26,5	26,2	25,7	24,8	24,6
Temperatura exterior (°C)	19,1	19,5	19,5	19,4	19,3	18,8	20,1	21	24	24,9	25	25,6	25,3	27	27	27,6	27,8	26,6	22,3	21,1	20,5	19,8	19,3	18,9
Humedad interior (%)	66	66	67	67	68	68	68	68	68	67	66	66	64	63	62	62	62	62	62	64	64	65	65	65
SIMBOLOGÍA	Temperatura interior mínima				Temperatura exterior mínima				Temperatura interior máxima				Temperatura exterior máxima				Humedad interior mínima				Humedad interior máxima			

Fuente y elaboración: Ávila O, Clavijo M

TABLA N° 2.44

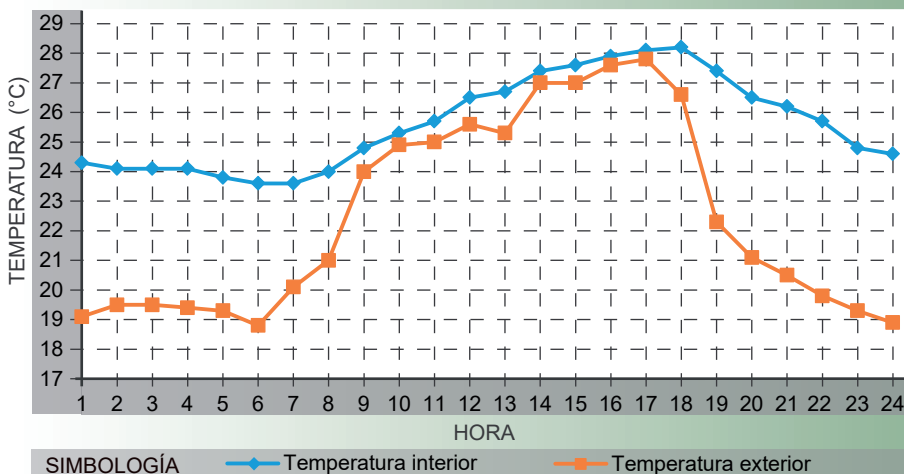
Temperatura interior menos la exterior, de la Vivienda liviana n°7 (ladrillo tochana y zinc).

Hora	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
Temperatura interior menos exterior	5,2	4,6	4,6	4,7	4,5	4,8	3,5	3	0,8	0,4	0,7	0,9	1,4	0,4	0,6	0,3	0,3	1,6	5,1	5,4	5,7	5,9	5,5	5,7
SIMBOLOGÍA	Mínima diferencia de temperatura interior menos la temperatura exterior												Máxima diferencia de temperatura interior menos la temperatura exterior											

Fuente y elaboración: Ávila O, Clavijo M

GRÁFICO N° 2.34

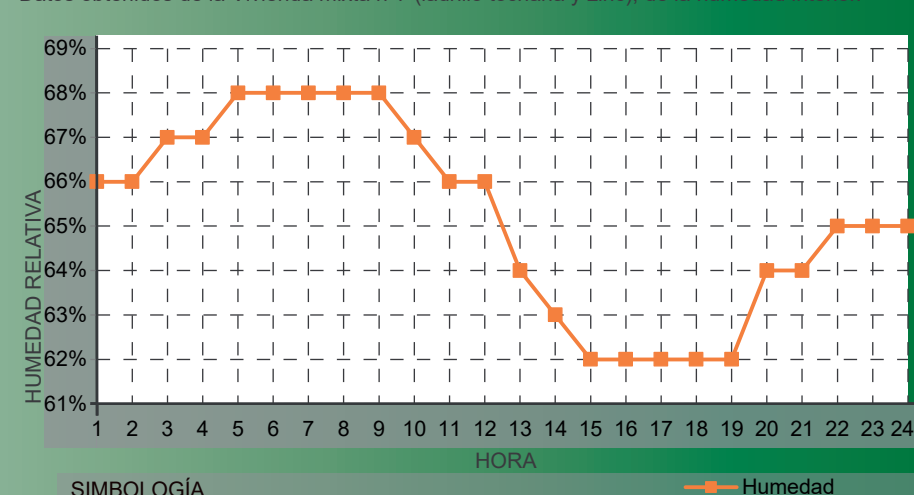
Datos obtenidos de la Vivienda mixta n°7 (ladrillo tochana y zinc), de la temperatura interior y exterior.



Fuente: Ávila O, Clavijo M.
Elaboración: Ávila O.

GRÁFICO N° 2.35

Datos obtenidos de la Vivienda mixta n°7 (ladrillo tochana y zinc), de la humedad interior.



Fuente: Ávila O, Clavijo M.
Elaboración: Ávila O.



TABLA N° 2.45

Escala de sensación térmica tomada durante el día en la Vivienda mixta n°8 (ladrillo panelón y fibrocemento).

Sensación térmica	Valor
Frío	-3
Fresco	-2
Ligeramente frío	-1
Neutral normal	0
Ligeramente caliente	+1
Cálido	+2
Caliente	+3

Fuente: - Ávila O.

- Changqing, T. (2015). *Investigación sobre el sistema de calefacción de alta eficiencia para las viviendas residenciales ubicadas en la zona alta de la sierra ecuatoriana*. Cuenca, Ecuador: [s.n]

Elaboración:

- Ávila O

TABLA N° 2.46

Escala de sensación térmica tomada durante la noche en la Vivienda mixta n°8 (ladrillo panelón y fibrocemento).

Sensación térmica	Valor
Frío	-3
Fresco	-2
Ligeramente frío	-1
Neutral normal	0
Ligeramente caliente	+1
Cálido	+2
Caliente	+3

Fuente:

- Ávila O.

- Changqing, T. (2015). *Investigación sobre el sistema de calefacción de alta eficiencia para las viviendas residenciales ubicadas en la zona alta de la sierra ecuatoriana*. Cuenca, Ecuador: [s.n]

Elaboración:

- Ávila O

H) Vivienda mixta n°8 (ladrillo panelón y fibrocemento)

a) Sensación térmica.-

Según la encuesta realizada a los ocupantes de la vivienda, en la mañana es cálido, y en la noche fresco. (Ver tablas n° 2.45 y 2.46).

b) Temperatura.-

Las temperaturas mínimas se propician, de 6 am a 8 am en el interior, y de 4 a 5 am en el exterior; mientras que, las máximas interior y exterior, a las 5 pm. (Ver tabla n° 2.47).

Como se expone en la tabla n° 2.48, la mayor parte del tiempo el interior es más cálido, en particular a las 2 am y 4 am; aunque de 1 pm a 5 pm la temperatura externa es superior, y la mayor desigualdad negativa se da, a las 4 pm.

Las temperaturas internas gestionan un gráfico muy rectilíneo, también se exhibe una temperatura interna inferior a la externa, de 1 pm a 5 pm. (Ver gráfico n° 2.36).

c) Humedad.-

En la tabla n° 2.47, a las 8 am y 10 am, se presenta la máxima humedad relativa; y la mínima humedad interna, reconocida en el mismo momento que se muestran, las máximas temperaturas del interior y exterior, a las 5 pm; en el gráfico n° 2.37, se expone los rangos variante de humedad.



TABLA N° 2.47

Tabla de datos obtenidos de la Vivienda mixta n°8 (ladrillo panelón y fibrocemento); de la temperatura interior, exterior y humedad interior.

Hora	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
Temperatura interior (°C)	27,4	27,1	26,9	26,9	26,6	26,3	26,3	26,3	26,9	26,6	26,9	26,5	26,8	27,5	28	28,5	29,2	27,7	27	28,3	27,4	27,7	27,7	27,4
Temperatura exterior (°C)	21,5	21,1	21,1	20,9	20,9	21	21	22,9	23,6	24,4	25	25,4	27	28,5	30	30,6	30,8	26,5	24,5	23,2	22	22	21,8	21,5
Humedad interior (%)	62	63	64	64	64	64	65	70	69	70	69	68	69	69	67	64	58	64	68	64	63	63	62	62
SIMBOLOGÍA	Temperatura interior mínima				Temperatura exterior mínima				Temperatura interior máxima				Temperatura exterior máxima				Humedad interior mínima				Humedad interior máxima			

Fuente y elaboración: Ávila O, Clavijo M

TABLA N° 2.48

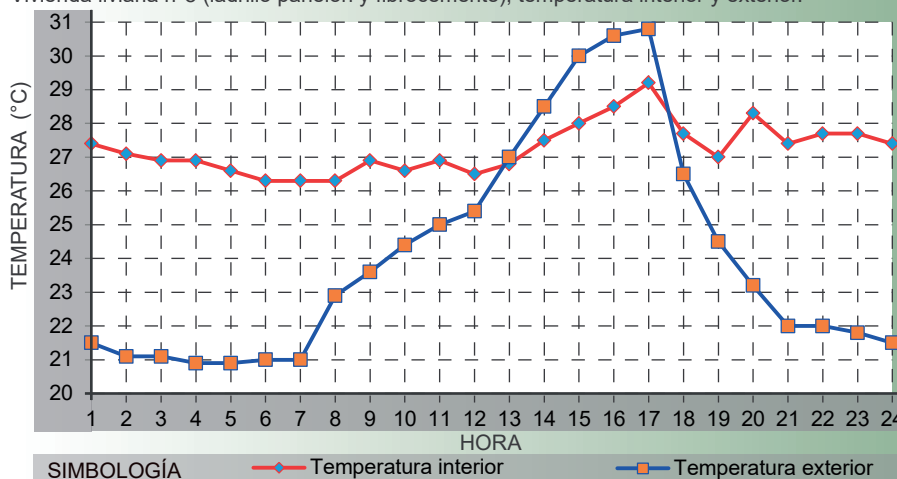
Temperatura interior menos la exterior, de la Vivienda mixta n°8 (ladrillo panelón y fibrocemento).

Hora	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
Temperatura interior menos exterior	5,9	6,0	5,8	6,0	5,7	5,3	5,3	3,4	3,3	2,2	1,9	1,1	-0,2	-1,0	-2,0	-2,1	-1,6	1,2	2,5	5,1	5,4	5,7	5,9	5,9
SIMBOLOGÍA	Mínima diferencia positiva de temperatura interior menos la temperatura exterior										Máxima diferencia negativa de temperatura interior menos la temperatura exterior										Máxima diferencia positiva de temperatura interior menos la temperatura exterior			

Fuente y elaboración: Ávila O, Clavijo M

GRÁFICO N° 2.36

Vivienda liviana n°8 (ladrillo panelón y fibrocemento), temperatura interior y exterior.

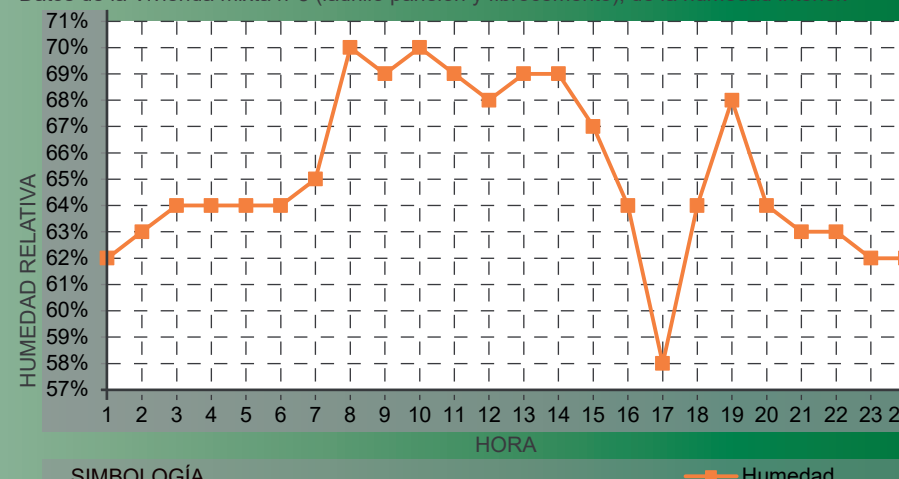


Fuente: Ávila O, Clavijo M.

Elaboración: Ávila O.

GRÁFICO N° 2.37

Datos de la Vivienda mixta n°8 (ladrillo panelón y fibrocemento), de la humedad interior.



Fuente: Ávila O, Clavijo M.

Elaboración: Ávila O.



TABLA N° 2.49

Escala de sensación térmica tomada durante el día en la Vivienda pesada n°1 (bloque y losa).

Sensación térmica	Valor
Frío	-3
Fresco	-2
Ligeramente frío	-1
Neutral normal	0
Ligeramente caliente	+1
Cálido	+2
Caliente	+3

Fuente:

- Ávila O.
- Changqing, T. (2015). *Investigación sobre el sistema de calefacción de alta eficiencia para las viviendas residenciales ubicadas en la zona alta de la sierra ecuatoriana*. Cuenca, Ecuador: [s.n]

Elaboración:

- Ávila O

TABLA N° 2.50

Escala de sensación térmica tomada durante la noche en la Vivienda pesada n°1 (bloque y losa de hormigón).

Sensación térmica	Valor
Frío	-3
Fresco	-2
Ligeramente frío	-1
Neutral normal	0
Ligeramente caliente	+1
Cálido	+2
Caliente	+3

Fuente:

- Ávila O.
- Changqing, T. (2015). *Investigación sobre el sistema de calefacción de alta eficiencia para las viviendas residenciales ubicadas en la zona alta de la sierra ecuatoriana*. Cuenca, Ecuador: [s.n]

Elaboración:

- Ávila O

2.2.3 RESULTADOS DE TIPOLOGÍA DE VIVIENDA PESADA

La única vivienda del tipo pesada encontrada en la zona; se realizó el mismo procedimiento que las viviendas anteriores, del cual se desprenden los siguientes resultados.

A) Vivienda pesada n°1 (bloque y losa de hormigón)

a) Sensación térmica.-

Los dueños de la vivienda expresaron, en el día un ambiente térmico normal y cómodo; en la noche uno caliente, muy incómodo a la hora de dormir. (Ver tablas n° 2.49 y 2.50).

b) Temperatura.-

La vivienda presenta mínimas temperaturas, en el interior a las 7 am, y en el exterior a las 5 am; las mayores temperaturas, a las 5 pm en el interior y 1 pm en el exterior. (Ver tabla n° 2.51).

La mayor parte del tiempo, la temperatura interna es superior a la exterior, con un intervalo máximo a las 11 pm; y una mínima a la 1 pm, único instante en el cual, la temperatura interna es inferior a la exterior. (Ver tabla n° 2.52 y gráfico n°2.38).

c) Humedad.-

Al revizar los datos de la tabla n° 2.51, la humedad mínima se da a las 2 pm, y la máxima de 6 am a 7 am; en el gráfico n° 2.39, se muestran rangos menores de humedad en la tarde.



TABLA N° 2.51

Tabla de datos obtenidos de la Vivienda pesada n°1 (bloque y losa de hormigón); de la temperatura interior, exterior y humedad interior.

Hora	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
Temperatura interior (°C)	23,8	23,6	22,8	22,6	22,7	22,5	22,3	23,8	23,6	24,3	25	25,5	26	26,2	26,2	26,2	26,5	26,2	25,7	25,3	25,2	25	25	24,6
Temperatura exterior (°C)	18,8	19,2	18,8	18,8	18,2	18,6	18,4	19,1	20,3	22,5	23,4	25,2	26,2	25,1	24,1	23,5	23,5	22	20,9	21	20,6	19,8	19,6	19,5
Humedad interior (%)	65	66	66	68	68	69	69	65	66	65	64	64	63	60	61	63	64	65	66	64	64	63	64	63
SIMBOLOGÍA	Temperatura interior mínima				Temperatura exterior mínima				Temperatura interior máxima				Temperatura exterior máxima				Humedad interior mínima				Humedad interior máxima			

Fuente y elaboración: Ávila O, Clavijo M

TABLA N° 2.52

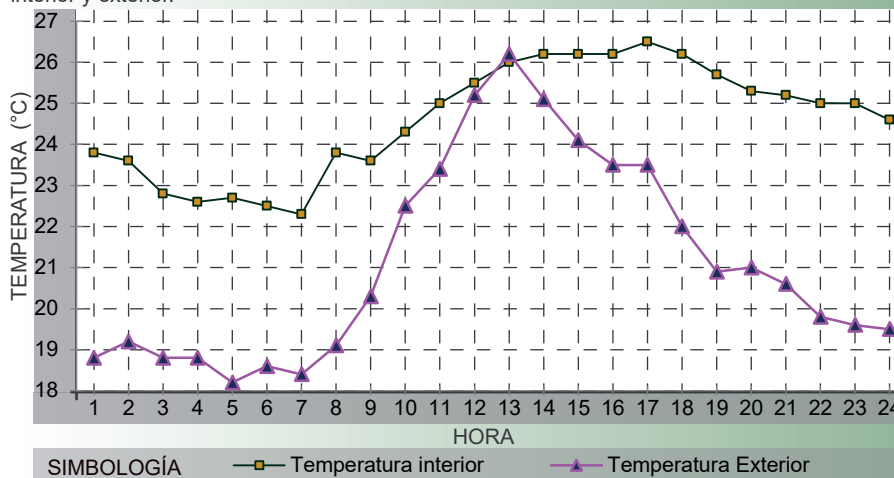
Temperatura interior menos la exterior, de la Vivienda pesada n°1 (bloque y losa de hormigón).

Hora	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
Temperatura interior menos exterior	5	4,4	4	3,8	4,5	3,9	3,9	4,7	3,3	1,8	1,6	0,3	-0,2	1,1	2,1	2,7	3	4,2	4,8	4,3	4,6	5,2	5,4	5,1
SIMBOLOGÍA	Mínima diferencia de temperatura interior menos la temperatura exterior												Máxima diferencia de temperatura interior menos la temperatura exterior											

Fuente y elaboración: Ávila O, Clavijo M

GRÁFICO N° 2.38

Datos obtenidos de la Vivienda pesada n°1 (bloque y losa de hormigón), de la temperatura interior y exterior.

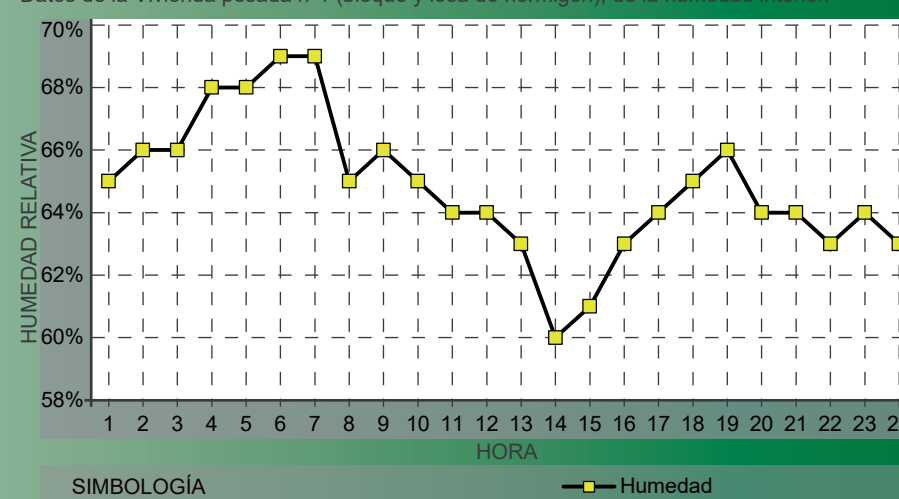


Fuente: Ávila O, Clavijo M.

Elaboración: Ávila O.

GRÁFICO N° 2.39

Datos de la Vivienda pesada n°1 (bloque y losa de hormigón), de la humedad interior.



Fuente: Ávila O, Clavijo M.

Elaboración: Ávila O.



UNIVERSIDAD
CATÓLICA DE CUENCA

COMUNIDAD EDUCATIVA AL SERVICIO DEL PUEBLO

ANÁLISIS COMPARATIVO DE ENVOLVENTES EN LAS TRES
TIPOLOGÍAS DE VIVIENDAS UNIFAMILIARES REFERENTE A CONFORT
TÉRMICO, EN LA PARROQUIA RURAL HUAMBI
(CANTÓN SUCÚA-PROVINCIA DE MORONA SANTIAGO)

CAPÍTULO III. ANÁLISIS COMPARATIVO



3.1 ANÁLISIS DE LA SITUACIÓN

Las viviendas se analizarán, desde el enfoque normativo y documentación adicional, mencionados en el capítulo uno, de la presente investigación; los cuales no establecen directamente, si las viviendas están en conformidad térmica, pero es necesario comprender que existen otros aspectos, que modifican el ambiente.

Sin dejar de lado que, la principal ganancia de calor es por la materialidad en la envolvente, expuesta a la radiación solar, expresada a través de la diferencia de temperatura interior y exterior, registrada en cada una de las construcciones.

“El Ecuador, al estar atravesado por la Línea Equinoccial, tiene poca variación en la posición del sol, durante todo el año, en promedio hay doce horas de sol en el día. La variación del zenit es de +/- 23,5°, unos 47° en el año entre el solsticio de verano (21 de junio) y el solsticio de invierno (21 de diciembre)”. (“NEC - Eficiencia energética en la construcción en Ecuador”, 2011).

A) Efecto del calor en las personas

Además de afectar el rendimiento, es necesario entender lo que llamamos termoregulación o homeostasis, como la capacidad del cuerpo humano de controlar su temperatura, entre los 35,5 a 37 °C. A continuación se mencionan los ocho efectos más comunes del calor.

- | | |
|--------------------------------|--|
| a) Cuadros de confusión. | f) El golpe de calor. |
| b) Fatiga e insomnio. | g) Daño muscular y circulatorio. |
| c) Aumento de cefaleas. | h) Disminución de la memoria por deshidratación. |
| d) Problemas respiratorios. | |
| e) Cambios de estado de ánimo. | |

También es necesaria la comprensión de los síntomas de:

AGOTAMIENTO POR CALOR

-Fatiga, dolor de cabeza, sed intensa, debilidad muscular y calambres, sudoración excesiva, disminuye ritmo cardíaco, confusión, ansiedad y mareo.

GOLPE DE CALOR

-Fatiga, dolor de cabeza, confusión, mareo o desmayo, respiración sofocada, decrece la sudoración, piel caliente y seca, orina escasa.

El estado de temperatura de preferencia, es de 25°C, el cual mantiene una regulación vascular, según Mayorga E (2011).

3.1.1 VIVIENDAS DE TIPOLOGÍA LIVIANA

El registro y análisis de las cuatro viviendas, que se establecen de tipología liviana, a partir de la información obtenida.

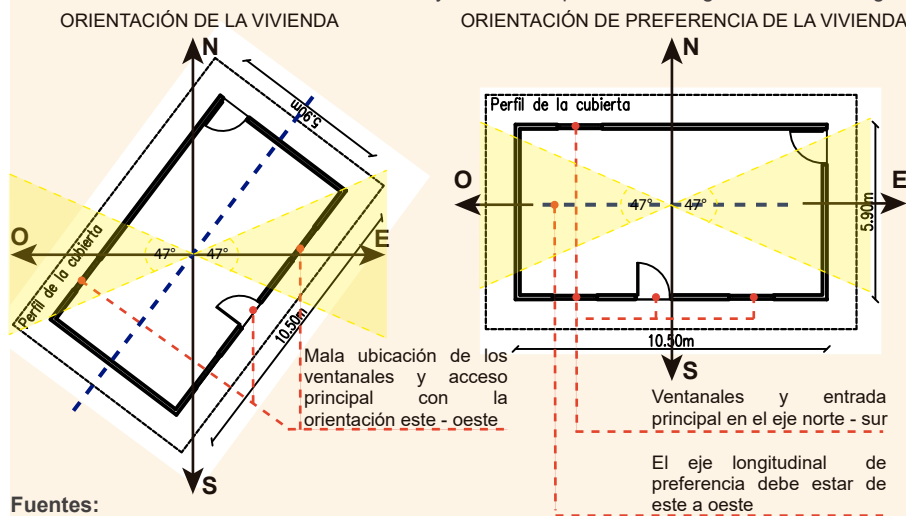
3.1.1.1 PARÁMETROS INTERNACIONALES DE CONFORMIDAD TÉRMICA EN VIVIENDAS LIVIANAS

Para dicho punto, se debe de revisar los datos de los monitoreos que se muestran en el capítulo dos.



GRÁFICO N° 3.1

Orientación actual de la vivienda liviana n° 1 y orientación preferencial según el clima del lugar.



Fuentes:

- Ávila O, Clavijo M.
- Guimarães M. (2008). *Confort Térmico y Tipología Arquitectónica en Clima Cálido-Húmedo, Análisis térmico de la cubierta ventilada*. Tesis de maestría no publicada. Universidad Politécnica de Cataluña. Barcelona, España
- Comité ejecutivo de la norma ecuatoriana de la construcción (2011), *Eficiencia energética en la construcción en Ecuador. En Normativa ecuatoriana de la construcción NEC -2011* (cap 13). Recuperado el 3 de febrero del 2017, de <https://inmobiliariadja.com/nec-2011/>.

Elaboración: Ávila O, Clavijo M.

FOTOGRAFÍA N° 3.1

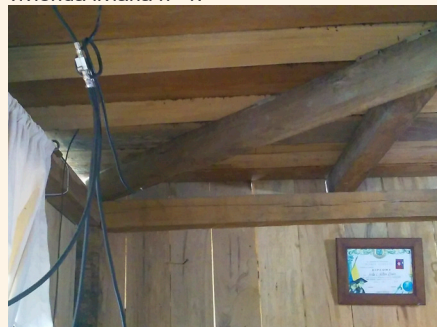
Abertura inferior y superior en la cubierta, vivienda liviana n° 1



Fuentes: Ávila O, Clavijo M.

FOTOGRAFÍA N° 3.2

Dos capas y la cámara de aire en la cubierta, vivienda liviana n° 1.



Fuentes: Ávila O, Clavijo M.

A) Vivienda liviana n° 1 (madera y zinc)

a) Inercia y masa térmica

Los valores muestran, que la temperatura interior supera a la exterior durante las 24 horas; ya que sus materiales, la madera y el zinc, absorben en demasía el calor durante el día y en la noche no es capaz de restituir el calor con rapidez. Al ser materiales con muy poco espesor, absorben y transmiten en exceso las ondas de calor.

b) Orientación de la vivienda

No es la adecuada, su eje longitudinal debería estar de este a oeste, con los ventanales y entrada principal de norte a sur o viceversa; al tener la fachada principal hacia el este, durante el día recibirá la mayor cantidad de calor directamente, en especial al medio día, y más aún durante la tarde por la existencia de un ventanal hacia el oeste. (Ver gráfico n° 3.1).

c) Elementos constructivos

Cubierta: Tiene aberturas para el enfriamiento de la vivienda através del aire. La rugosidad del zinc colabora, ya que la superficie de emisividad es mayor. (Ver fotografía n° 3.1 y 3.2).

Paredes exteriores: Protegidas de la radiación mediante la cubierta; al ser una superficie plana, su capacidad de disipar el calor es menor. La reflexión del color celeste es de 65% al ser un color claro.



TABLA N° 3.1

Datos de la velocidad del viento del Cantón Sucúa, del 24 a 25 de Julio estación meteorológica - Aeropuerto de Macas.

Hora	6	7	8	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
Velocidad del viento (Km/h)	4	4	4	2	3,7	3,7	3,7	3,7	1,9	3,7	7,4	7,4	5,6	7,4	11	7,4	5,6
Velocidad del viento mínima (Km/h)	1,9																
Velocidad del viento máxima (Km/h)	11,1																
Promedio (Km/h)	5,1																

Fuentes:

- Estación Meteorológica Aeropuerto Coronel Edmundo Carvajal. (2017), Histórico del clima en Sucúa. Recuperado el 20 de Agosto del 2017, de: https://www.meteored.mx/clima_Sucua-America+Sur-Ecuador-Morona+Santiago--1-20200.html?d=historico
- Estación Meteorológica Aeropuerto Coronel Edmundo Carvajal. (2017), Sucúa - Historial meteorológico diario. Recuperado el 20 de Agosto del 2017, de: <http://freemeteo.ec/eltiempo/sucua/historia/historial-diario/?gid=3650956&station=23069&date=2017-07-25&language=spanish&country=ecuador>

Elaboración: Ávila O.

TABLA N° 3.2

Condiciones térmicas de la vivienda liviana n° 1 y rangos de confort según varios autores.

Temperatura y humedad interior	Rango de confort	Autor (normativa)
Temperatura máxima 25,6 °C Temperatura promedio 23,8 °C Temperatura mínima 22,8 °C	20°C < T confort < 28°C.	Francia, Gandemer J (2015).
	Temperatura de 18 a 21 °C; velocidad del viento <0,15 m/s; humedad relativa de 30 a 60%.	España, UNE-EN ISO 7730: 2006, Pedro J (2014).
Humedad máxima 74% Humedad promedio 69,6% Humedad mínima 60%	Temperatura de 19 a 21 °C; velocidad del viento 0,15 m/s; humedad relativa de 40 a 60%.	España, NTP 242 INHST, Soto A.

Fuentes:

- Ávila O, Clavijo M.
- Pedro J, (2014). *Confort térmico*. Recuperado el 21 de marzo de 2017, de: <https://pedrojherandez.com/2014/03/08/confort-termico/>
- Soto, A. (s.f). *Procedimiento de Evaluación de Riesgos Ergonómicos y Psicosociales*. Recuperado el 21 de marzo de 2017, de: http://www.uhu.es/servicio.prevencion/menueservicio/info/ergonomia/eva_riesgos_ergonomicos.pdf

Elaboración: Ávila O.

d) Normativa aplicada

- Acción del viento.-

El promedio de la velocidad del viento presentado durante el monitoreo, es de 5,1 km/h; con una buena ventilación natural, la temperatura reduciría a los rangos de: 17,8 °C a 20,6 °C. (Ver tabla n° 3.1). (Gandemer, 2015).

- Acción de la vegetación.-

La reducción de 3 °C, al estar protegidas mediante árboles, lo cual genera una sensación térmica de: 19,8 a 22,6 °C. (Guimarães, 2008).

- Según Mayorga E (2011).-

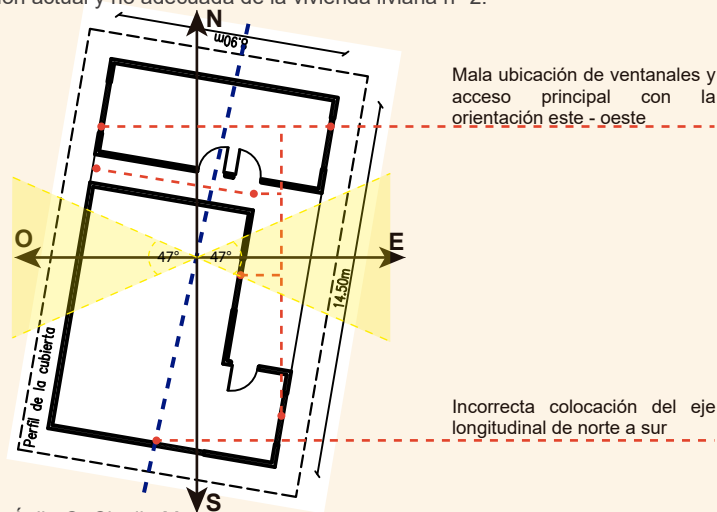
Con una temperatura de 25°C, se logra una sensación térmica neutral y cómoda, el promedio de las temperaturas internas captadas, es de 23,8 °C, una sensación térmica cómoda y ligeramente incómoda; al reducir de 7 a 8 °C, la sensación térmica pasa a ser, frío y ligeramente fresco.

- Norma Francesa y Española.- La norma francesa, muestra valores que se encuentran entre los valores presentados por la vivienda; y la normativa española no aplica a los rangos presentados, pero con la reducción de la temperatura sentida, mediante la velocidad del viento y la vegetación, se cumple los parámetros españoles en cuanto a temperatura sentida. (Ver tabla n° 3.2).



GRÁFICO N° 3.2

Orientación actual y no adecuada de la vivienda liviana n° 2.

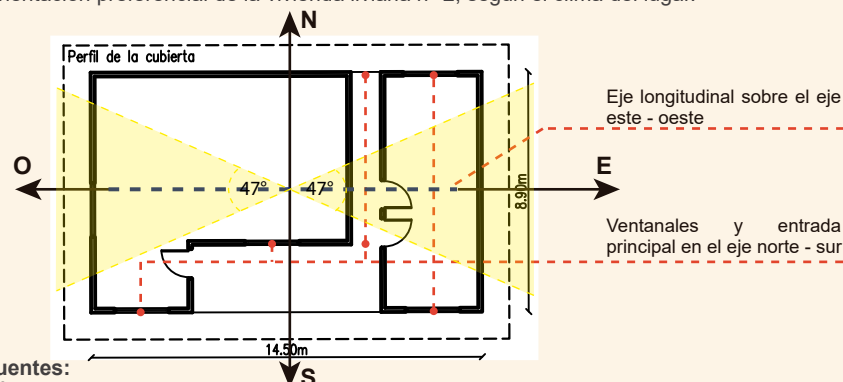


Fuentes: Ávila O, Clavijo M.

Elaboración: Ávila O, Clavijo M.

GRÁFICO N° 3.3

Orientación preferencial de la vivienda liviana n° 2, según el clima del lugar.



Fuentes:

- Ávila O, Clavijo M.

- Guimarães M. (2008). *Confort Térmico y Tipología Arquitectónica en Clima Cálido-Húmedo, Análisis térmico de la cubierta ventilada*. Tesis de maestría no Publicada. Universidad Politécnica de Cataluña. Barcelona, España

- Comité ejecutivo de la norma ecuatoriana de la construcción (2011), Eficiencia energética en la construcción en Ecuador. En *Normativa ecuatoriana de la construcción NEC -2011* (cap 13). Recuperado el 3 de febrero del 2017, de <https://inmobiliariadja.com/nec-2011/>.

Elaboración: Ávila O, Clavijo M.

B) Vivienda liviana n° 2 (madera y teja)

a) Inercia térmica

Solo en el transcurso de seis horas en el día, la temperatura interior es menor a la exterior, ya que el material de la cubierta y paredes (madera y teja), aportan mayor absorción de radiación solar, pero la liberación del calor excesivo no funciona correctamente.

b) Masa Térmica

Transmiten el calor en forma amplia; las dos terceras partes del día, la temperatura interna es superior a la exterior, y así disminuya la temperatura exterior, la temperatura interna continúa con altos valores.

c) Orientación de la vivienda

Su eje longitudinal se halla en el sentido norte sur, expuesta la vivienda, a mayores cargas de calor; el portal, protege el pasillo y entrada principal; además del elemento de zinc que sobresale de la cubierta, para la protección de la fachada principal durante la mañana; lo cual es todo lo contrario en la fachada posterior que está exhibida ante los rayos de sol durante la tarde, sin protección arquitectónica como de la fachada frontal. (Ver gráfico n° 3.2).

En el gráfico n° 3.3, se muestra la orientación preferencial de la vivienda.



TABLA N° 3.3

Datos de la velocidad del viento del Cantón Sucúa, del 24 a 25 de Julio estación meteorológica - Aeropuerto de Macas.

Hora	6	7	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
Velocidad del viento (km/h)	4	4	6	7	7	7	4	13	7	11	4	7	13	7,4	11	5,6	7,4
Velocidad del viento mínima	4 km/h																
Velocidad del viento máxima	13 km/h																
Promedio	7,4 km/h																

Fuentes:

- Estación Meteorológica Aeropuerto Coronel Edmundo Carvajal. (2017), Histórico del clima en Sucúa. Recuperado el 20 de Agosto del 2017, de: https://www.meteored.mx/clima_Sucua-America+Sur-Ecuador-Morona+Santiago--1-20200.html?d=historico

- Estación Meteorológica Aeropuerto Coronel Edmundo Carvajal. (2017), Sucúa - Historial meteorológico diario. Recuperado el 20 de Agosto del 2017, de: <http://freemeteo.ec/eltiempo/sucua/historia/historial-diario/?gid=3650956&station=23069&date=2017-07-25&language=spanish&country=ecuador>

Elaboración: Ávila O.

TABLA N° 3.4

Actores en la modificación de la temperatura sentida, vivienda liviana n° 2.

Temperatura interior de 21,2 a 33,3 °C.	Temperatura interior sentida según la velocidad del viento.	De 17,2 a 29,3 °C.
	Temperatura interior sentida según el uso de la vegetación.	De 18,2 a 30,3 °C.
	Temperatura interior sentida según la velocidad del viento y vegetación.	De 14,2 a 26,3 °C.

Fuentes:

- Gandemer, J. (2015). La ventilación natural en la práctica: Llamado sobre la ventilación. Francia: IAT editorial on line.

- Guimarães M. (2008). *Confort Térmico y Tipología Arquitectónica en Clima Cálido-Húmedo, Análisis térmico de la cubierta ventilada*. Tesis de maestría no publicada. Universidad Politécnica de Cataluña. Barcelona, España.

Elaboración: Ávila O.

TABLA N° 3.5

Condicionantes térmicas de la vivienda liviana n° 2 y rangos de confort según varios autores.

Temperatura y humedad	Rango de confort	Autor (normativa)
Temperatura máxima 33,3 °C	20°C < T confort < 28°C.	Francia, Gandemer J (2015).
Temperatura promedio 26 °C	Temperatura de 18 a 21 °C,	España, UNE-EN ISO 7730: 2006, Pedro J (2014).
Temperatura mínima 21,2 °C	velocidad del viento <0,15 m/s, humedad relativa de 30 a 60%.	
Humedad máxima 65 %	Temperatura de 19 a 21 °C,	España, NTP 242 INHST, Soto A.
Humedad promedio 62 %	velocidad del viento 0,15 m/s,	
Humedad mínima 57 %	humedad relativa de 40 a 60%.	

Fuentes:

- Pedro J. (2014). *Confort térmico*. Recuperado el 21 de marzo de 2017, de: <https://pedrojhernandez.com/2014/03/08/confort-termico/>

- Soto, A. (s.f). *Procedimiento de Evaluación de Riesgos Ergonómicos y Psicosociales*. Recuperado el 21 de marzo de 2017, de: http://www.uhu.es/servicio.prevencion/me-nuservicio/info/ergonomia/eva_riesgos_ergonomicos.pdf

Elaboración: Ávila O.

d) Normativa aplicada

- Según Mayorga E (2011).-

El ambiente de la vivienda tiende a ser: ligeramente fresco y caliente, de ligeramente incómodo hacia la mayor inconformidad.

- Vegetación y velocidad del viento.-

La velocidad promedio registrada en el transcurso del monitoreo, es de 7,4 km/h; al aprovechar velocidades del viento, entre el 1,8 al 5,4 km/h, la sensación térmica cambia significativamente. (Ver tablas n° 3.3 y 3.4).(Gandemer, 2015; Estación Meteorológica Aeropuerto Coronel Edmundo Carvajal, 2017).

En la tabla n° 3.4, se manifiesta la reducción de la sensación térmica, ante la acción de la vegetación, mediante la sombra proyectada sobre la vivienda. (Ver tabla n° 3.4). (Guimarães, 2008).

- Normativa francesa y española.-

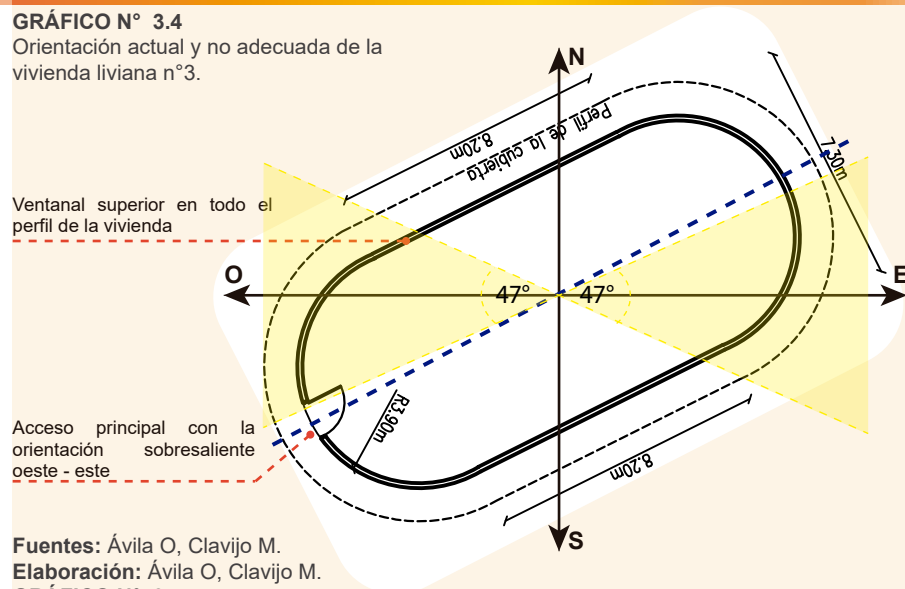
Los resultados no cumplen la normativa española, para el alcance del confort térmico; mientras la norma francesa, se adapta a los valores de temperatura interior. (Ver tabla n° 3.5).

Al considerar al viento y sombra vegetal, como se muestra en la tabla n° 3.4; que permite el alcance del confort térmico según la norma española, en cuanto a temperatura; de gran ayuda al restar la sensación de disconformidad térmica. (Ver tabla n° 3.5).



GRÁFICO N° 3.4

Orientación actual y no adecuada de la vivienda liviana n°3.

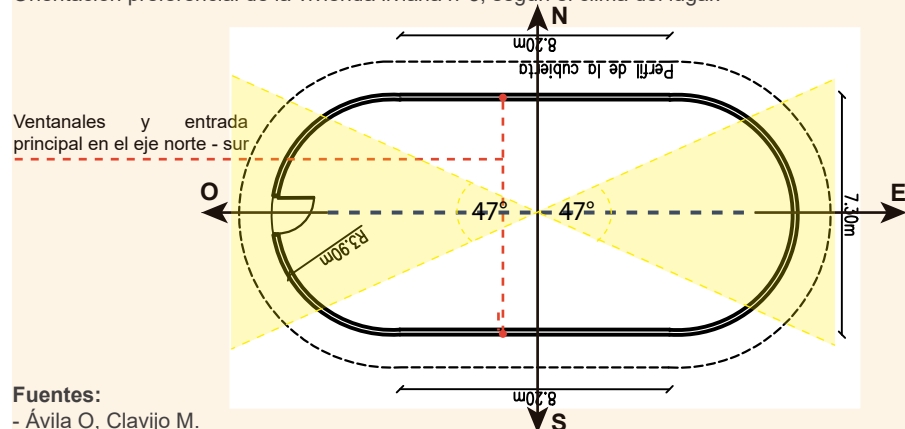


Fuentes: Ávila O, Clavijo M.

Elaboración: Ávila O, Clavijo M.

GRÁFICO N° 3.5

Orientación preferencial de la vivienda liviana n°3, según el clima del lugar.



Fuentes:

- Ávila O, Clavijo M.

- Guimarães M. (2008). *Confort Térmico y Tipología Arquitectónica en Clima Cálido-Húmedo, Análisis térmico de la cubierta ventilada*. Tesis de maestría no publicada. Universidad Politécnica de Cataluña. Barcelona, España

- Comité ejecutivo de la norma ecuatoriana de la construcción (2011), Eficiencia energética en la construcción en Ecuador. En *Normativa ecuatoriana de la construcción NEC -2011* (cap 13). Recuperado el 3 de febrero del 2017, de <https://inmobiliariadja.com/nec-2011/>.

Elaboración: Ávila O, Clavijo M.

C) Vivienda liviana n° 3 (caña guadua y palma)

a) Inercia térmica

Durante el transcurso del estudio, en la vivienda tradicional shuar, la temperatura interior es superior a la exterior, pero con muy poca diferencia; la caña guadua y la palma dejan pasar con facilidad los rayos de sol, lo que aporta a que interiormente sea más caliente, de la misma manera como toma el calor lo expulsa al exterior, por ser materiales con poca o nula capacidad de retención de calor en su estructura interna.

b) Masa Térmica

Al ser elementos de muy poca masa y espesor, contribuyen a que pase en exceso el calor; de la misma manera en la noche se enfría con facilidad, al ser un ambiente con ventilación natural constante.

c) Orientación de la vivienda

Su eje longitudinal se encuentra prácticamente a 45° NE, existe una abertura en todo el perímetro de la vivienda, a una altura considerable que no permite el ingreso directo de los rayos solares, protegidos además por la cubierta. (Ver gráfico n° 3.4).

En el gráfico n° 3.5 se muestra la orientación adecuada, con la correcta ubicación de los ventanales y acceso principal, para evitar en lo posible la captación en demasía de calor.



TABLA N° 3.6

Datos de la velocidad del viento del Cantón Sucúa, del 24 a 25 de Julio estación meteorológica - Aeropuerto de Macas.

Hora	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
Velocidad del viento (km/h)	4	4	4	4	6	7	9	10	10,5	11,1	11,1	6	9	9	9	9	7
Velocidad del viento mínima	3,7 km/h																
Velocidad del viento máxima	11,1 km/h																
Promedio	7,6 km/h																

Fuentes:

- Estación Meteorológica Aeropuerto Coronel Edmundo Carvajal. (2017). Recuperado el 20 de Agosto del 2017, de: https://www.wunderground.com/history/wmo/84217/2017/8/7/DailyHistory.html?req_city=Sucua&req_state=S&req_statename=Ecuador&reqdb.zip=00000&reqdb.magic=104&reqdb.wmo=84217&MR=1

- Estación Meteorológica Aeropuerto Coronel Edmundo Carvajal. (2017), Histórico del clima en Sucúa. Recuperado el 20 de Agosto del 2017, de: https://www.meteored.mx/clima_Sucua-America+Sur-Ecuador-Morona+Santiago--1-20200.html?d=historico

Elaboración: Ávila O.

TABLA N° 3.7

Actores en la modificación de la temperatura sentida, vivienda liviana n° 3.

Temperatura interior de 23,6 a 28,8 °C.	Temperatura interior sentida según la velocidad del viento.	De 19,6 a 24,8 °C.
	Temperatura interior sentida según el uso de la vegetación.	De 20,6 a 25,8 °C.
	Temperatura interior sentida según la velocidad del viento y vegetación.	De 16,6 a 21,8 °C.

Fuentes:

- Gandemer, J. (2015). La ventilación natural en la práctica: Llamado sobre la ventilación. Francia: IAT editorial on line.

- Guimarães M. (2008). *Confort Térmico y Tipología Arquitectónica en Clima Cálido-Húmedo, Análisis térmico de la cubierta ventilada*. Tesis de maestría no publicada. Universidad Politécnica de Cataluña. Barcelona, España.

Elaboración: Ávila O.

TABLA N° 3.8

Condicionantes térmicas de la vivienda liviana n° 3 y rangos de confort según varios autores.

Temperatura y humedad	Rango de confort	Autor (normativa)
Temperatura máxima 28,8 °C	20°C < T confort < 28°C.	Francia, Gandemer J (2015).
Temperatura promedio 25,4 °C	Temperatura de 18 a 21 °C,	España, UNE-EN ISO 7730:
Temperatura mínima 23,6 °C	velocidad del viento <0,15 m/s,	2006, Pedro J (2014).
	humedad relativa de 30 a 60%.	
Humedad máxima 81 %	Temperatura de 19 a 21 °C,	España, NTP 242 INHST, Soto
Humedad promedio 73 %	velocidad del viento 0,15 m/s,	A.
Humedad mínima 58 %	humedad relativa de 40 a 60%.	

Fuentes:

- Pedro J. (2014). *Confort térmico*. Recuperado el 21 de marzo de 2017, de: <https://pedrojhernandez.com/2014/03/08/confort-termico/>

- Soto, A. (s.f). *Procedimiento de Evaluación de Riesgos Ergonómicos y Psicosociales*. Recuperado el 21 de marzo de 2017, de: http://www.uhu.es/servicio.prevencion/me nuservicio/info/ergonomia/eva_riesgos_ergonomicos.pdf

Elaboración: Ávila O.

d) Normativa aplicada

- Mayorga E (2011).- La temperatura promedio presentada, genera ambientes térmicos normales (cómodos) y templados.

- Vegetación y velocidad del viento.-

El promedio de la velocidad del viento, en el día de estudio, es de 7,6 km/h; al aprovechar velocidades de 1,8 a 5,4 km/h, se logra una reducción de la percepción térmica. (Ver tablas n° 3.6, 3,7). (Gandemer, 2015).

En la tabla n° 3.7, se muestran los valores reales de temperatura y la sensación térmica percibida, con el efecto de la sombra vegetal. (Guimarães, 2008).

Al juntar los dos elementos: viento y sombra vegetal, la sensación térmica de los usuarios cambia a frío (incómodo) y ligeramente frío (ligeramente incómodo). (Ver tabla n° 3,7). (Mayorga E, 2011).

- Normativa española y francesa.-

Los resultados no cumplen, con las exigentes normativas españolas, pero sí los regimientos franceses; al considerar la vegetación y velocidad del viento, se logra la sensación de temperatura requerida por la normativa española. (Ver tabla n° 3.7 y 3.8). (Guimarães, 2008; UNE-EN ISO 7730, 2006; NTP 242 INHST, sf). UNE-EN ISO 7730, 2006; NTP 242 INHST, sf; Gandemer, 2015).



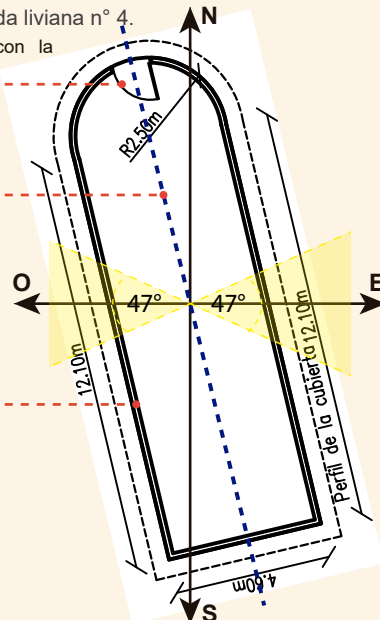
GRÁFICO N° 3.6

Orientación actual y no adecuada de la vivienda liviana n° 4.

Correcta ubicación del acceso principal con la orientación de mayor influencia de norte - sur

Eje longitudinal, sobresale su ubicación sobre el eje norte - sur

Ventanal superior en todo el perfil de la vivienda



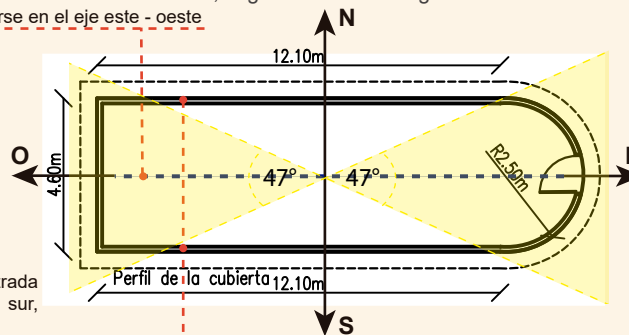
Fuentes: Ávila O, Clavijo M.

Elaboración: Ávila O, Clavijo M.

GRÁFICO N° 3.7

Orientación preferencial de la vivienda liviana n°4, según el clima del lugar.

El eje longitudinal debe colocarse en el eje este - oeste



Ubicar ventanales y entrada principal en el eje norte - sur, evitarlos de este - oeste.

Fuentes:

- Ávila O, Clavijo M.

- Guimarães M. (2008). *Confort Térmico y Tipología Arquitectónica en Clima Cálido-Húmedo, Análisis térmico de la cubierta ventilada*. Tesis de maestría no publicada. Universidad Politécnica de Cataluña. Barcelona, España

- Comité ejecutivo de la norma ecuatoriana de la construcción (2011), Eficiencia energética en la construcción en Ecuador. En *Normativa ecuatoriana de la construcción NEC -2011* (cap 13). Recuperado el 3 de febrero del 2017, de <https://inmobiliariadja.com/nec-2011/>.

Elaboración: Ávila O, Clavijo M.

C) Vivienda liviana n° 4 (madera y palma)

a) Inercia térmica

Los materiales empleados, son capaces de mantener una temperatura interior superior a la exterior durante las 24 horas del día monitoreado; reteniendo en su estructura interna ondas de calor que en la noche se propagan hacia el interior.

b) Masa Térmica

Tanto la paja como la madera, son materiales de muy poca masa, en donde la primera se coloca capa tras capa, que originan un material, un tanto más pesado.

c) Orientación de la vivienda

La construcción se encuentra totalmente mal emplazada, con el eje longitudinal de norte a sur; los ventanales rodean todo el perímetro, al estar a una altura considerable y protegidas por la cubierta, no ocasionan un problema real; mientras que el acceso principal está correctamente ubicado, aunque al ver en conjunto pierde su efecto positivo. (Ver gráfico n° 3.6).

En el gráfico n° 3.7 se muestra como debería estar emplazada la vivienda, con los ejes longitudinales de este a oeste, ventanales y puerta principal de norte a sur, más no como se observa en el gráfico que respeta la ubicación real.



TABLA N° 3.9

Datos de la velocidad del viento del Cantón Sucúa, del 24 a 25 de Julio estación meteorológica - Aeropuerto de Macas.

Hora	6	7	8	9	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
Velocidad del viento (km/h)	9	4	4	2	6	6	6	9	3,7	3,7	7,4	3,7	7,4	11	11	7,4	13
Velocidad del viento mínima	2 km/h																
Velocidad del viento máxima	13 km/h																
Promedio	6,7 km/h																

Fuentes:

- Estación Meteorológica Aeropuerto Coronel Edmundo Carvajal. (2017). Recuperado el 20 de Agosto del 2017, de: https://www.wunderground.com/history/wmo/84217/2017/8/7/DailyHistory.html?req_city=Sucua&req_state=S&req_statename=Ecuador&reqdb.zip=00000&reqdb.magic=104&reqdb.wmo=84217&MR=1

- Estación Meteorológica Aeropuerto Coronel Edmundo Carvajal. (2017), Histórico del clima en Sucúa. Recuperado el 20 de Agosto del 2017, de: https://www.meteored.mx/clima_Sucua-America+Sur-Ecuador-Morona+Santiago--1-20200.html?d=historico

Elaboración: Ávila O.

TABLA N° 3.10

Actores en la modificación de la temperatura sentida, vivienda liviana n° 4.

Temperatura interior de 21,3 a 28 °C.	Temperatura interior sentida según la velocidad del viento.	De 17,3 a 24 °C.
	Temperatura interior sentida según el uso de la vegetación.	De 18,3 a 25 °C.
	Temperatura interior sentida según la velocidad del viento y vegetación.	De 14,3 a 21 °C.

Fuentes:

- Gandemer, J. (2015). La ventilación natural en la práctica: Llamado sobre la ventilación. Francia: IAT editorial on line.

- Guimarães M. (2008). *Confort Térmico y Tipología Arquitectónica en Clima Cálido-Húmedo, Análisis térmico de la cubierta ventilada*. Tesis de maestría no publicada. Universidad Politécnica de Cataluña. Barcelona, España.

Elaboración: Ávila O.

TABLA N° 3.11

Condicionantes térmicas de la vivienda liviana n° 4 y rangos de confort según varios autores.

Temperatura y humedad	Rango de confort	Autor (normativa)
Temperatura máxima 28 °C	20°C < T confort < 28°C.	Francia, Gandemer J (2015).
Temperatura promedio 23 °C	Temperatura de 18 a 21 °C,	España, UNE-EN ISO 7730:
Temperatura mínima 21,3 °C	velocidad del viento <0,15 m/s,	2006, Pedro J (2014).
	humedad relativa de 30 a 60%.	
Humedad máxima 87 %	Temperatura de 19 a 21 °C,	España, NTP 242 INHST, Soto
Humedad promedio 81 %	velocidad del viento 0,15 m/s,	A.
Humedad mínima 64 %	humedad relativa de 40 a 60%.	

Fuentes:

- Pedro J. (2014). *Confort térmico*. Recuperado el 21 de marzo de 2017, de: <https://pedrojhernandez.com/2014/03/08/confort-termico/>

- Soto, A. (s.f). *Procedimiento de Evaluación de Riesgos Ergonómicos y Psicosociales*. Recuperado el 21 de marzo de 2017, de: http://www.uhu.es/servicio.prevencion/menuservicio/info/ergonomia/eva_riesgos_ergonomicos.pdf

Elaboración: Ávila O.

d) Análisis de normativa internacional

- Nicaragua Mayorga E (2011).-

El microclima generado, es ligeramente fresco (ligeramente incómodo) y neutral (cómodo).

- La vegetación y velocidad del viento.-

El promedio de la velocidad del viento, es de 6,7 km/h; al aprovechar la velocidad del viento de 1,8 a 5,4 km/h, se merma de 3 a 4°C; en la tabla n° 3.10, se muestran los cambios en la temperatura sentida, con la acción del viento y vegetación. (Guimarães, 2008; Gandemer, 2015).

Al juntar los dos elementos: sombra vegetal y viento, la sensación de los usuarios cambia a, frío (incómodo) y ligeramente frío (ligeramente incómodo). (Ver tabla n° 3,10). (Guimarães, 2008; Gandemer, 2015; Mayorga E, 2011)

- Normativa francesa y española.-

No cumple con las exigentes normativas españolas, pero sí las condicionantes francesas. (Ver tabla n° 3.11).

Con el efecto vegetal y viento, se cumple la condición de temperatura planteada por la normativa española. (Ver tabla n° 3,10 y 3.11). (Guimarães, 2008; Gandemer, 2015; UNE-EN ISO 7730, 2006; NTP 242 INHST, sf).

TABLA N° 3.12
Valores por tipología de vivienda liviana y Normativa Ecuatoriana de la Construcción - 2011.

NEC (2011)	Tipología de vivienda	Temperatura interior (°C)	Velocidad del viento (km/h)	Humedad relativa (%)
Temperatura de 18 a 26 °C	Vivienda liviana n°1 (madera - zinc)	Máxima 25,6 Promedio 23,8 Mínima 22,8	Máxima 11,1 Promedio 5,1 Mínima 1,9	Máxima 74 Promedio 69,6 Mínima 60
Velocidad del viento de 0,05 a 0,15 m/s (0,18 a 0,54 km/h).	Vivienda liviana n°2 (madera - cubierta teja)	Máxima 33,3 Promedio 26 Mínima 21,2	Máxima 13 Promedio 7,4 Mínima 4	Máxima 65 Promedio 62 Mínima 57
	Vivienda liviana n°3 (caña guadua - palma).	Máxima 28,8 Promedio 25,4 Mínima 23,6	Máxima 11,1 Promedio 7,6 Mínima 3,7	Máxima 81 Promedio 73 Mínima 58
Humedad relativa de 40 a 65%.	Vivienda liviana n°4 (madera - palma)	Máxima 28 Promedio 23 Mínima 21,3	Máxima 13 Promedio 6,7 Mínima 2	Máxima 87 Promedio 81 Mínima 64

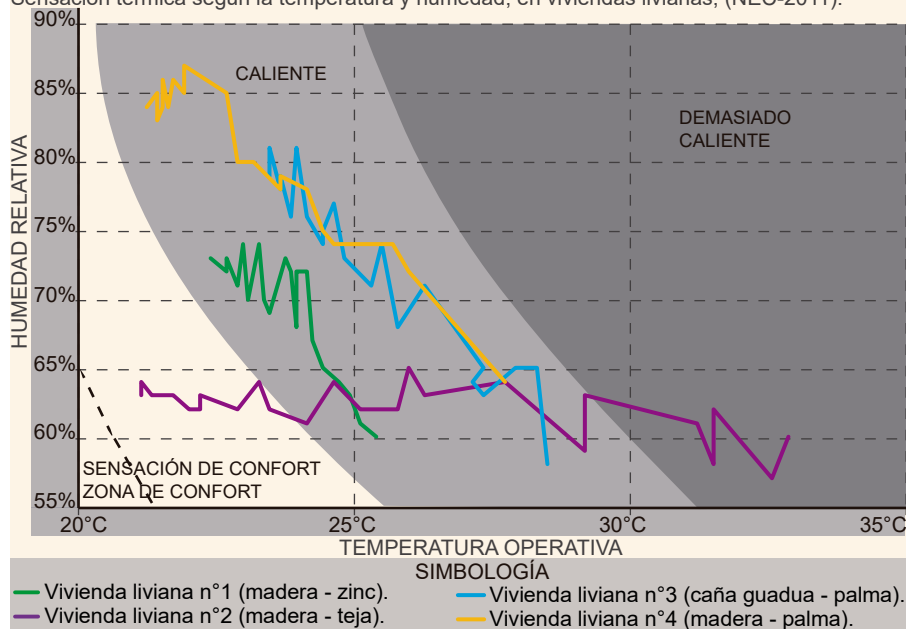
Fuentes: - Ávila O. Clavijo M.

- Comité ejecutivo de la norma ecuatoriana de la construcción (2011), Eficiencia energética en la construcción en Ecuador. En *Normativa ecuatoriana de la construcción NEC -2011* (cap 13). Recuperado el 3 de febrero del 2017, de <https://inmobiliariadja.com/nec-2011/>

Elaboración: Ávila O.

GRÁFICO N° 3.8

Sensación térmica según la temperatura y humedad, en viviendas livianas, (NEC-2011).



Fuentes: - Ávila O, Clavijo M.

- Comité ejecutivo de la norma ecuatoriana de la construcción (2011), Eficiencia energética en la construcción en Ecuador. En *Normativa ecuatoriana de la construcción NEC -2011* (cap 13). Recuperado el 3 de febrero del 2017, de <https://inmobiliariadja.com/nec-2011/>

Elaboración: Ávila O.

3.1.1.2 PARÁMETROS NACIONALES DE CONFORMIDAD TÉRMICA EN VIVIENDAS LIVIANAS

Según la Norma Ecuatoriana de la Construcción (2011), el rango establecido para la existencia de conformidad térmica, se da cuando existe una relación entre la temperatura, humedad relativa y velocidad del viento; a continuación se analiza las cuatro viviendas que se clasifican como viviendas livianas. (Ver tabla n° 3.12).

A) Análisis del comportamiento térmico

El orden de las vivienda, desde la más óptima a desfavorable es: vivienda liviana n° 1, Vivienda liviana n° 4, vivienda liviana n° 3 y finalmente vivienda liviana n° 2. (Ver gráfico n° 3.8 y tabla 3.12).

La menos favorable, es la vivienda de madera y teja, que va del estado de confort, hacia el caliente y demasiado caliente.

Los tres tipos de construcción de madera - zinc, madera - palma, caña guadua - palma, se concentran en un estado caliente; en donde la de madera y zinc, es la de mejor comportamiento térmico, lo que se evidencia en el gráfico n° 3.8; las dos tipologías restantes alcanzan rangos de temperatura más amplios, en donde la vivienda n° 3 alcanza mayores valores de temperatura que la vivienda n° 4. Además que con el solo aprovechar un mínimo de la velocidad del viento, se logra el alcance de esta exigencia térmica.



3.1.2 VIVIENDAS DE TIPOLOGÍA MIXTA

Se reconocen ocho tipologías de viviendas de características mixtas, en la parroquia Huambi; para la búsqueda de cualidades térmicas y extracción de conclusiones, a través del enfoque normativo, aplicado en cada una de las viviendas.

El producto de los monitoreos, confrontados desde un punto internacional y nacional; para más tarde examinar la de mayor relevancia, el proceso planteado por La Roche y Machado (1999); con ello identificar las aproximaciones, para lograr el confort o su lejanía para alcanzarlo.

Para comprender este punto, se debe de repasar las cifras dadas por los monitoreos, mostrados en el capítulo dos, de la presente investigación.

3.1.2.1 PARÁMETROS INTERNACIONALES DE CONFORMIDAD TÉRMICA EN VIVIENDAS MIXTAS

La normativa francesa, española y la de Nicaragua; donde las dos últimas presentan similitudes, a excepción de la francesa que está proyectada para zonas cálidas y húmedas.

La intención es dominar, aplicar y comprender las exigencias y el efecto de emplear las demandas planteadas por los diversos regimientos.

A) Vivienda mixta n° 1 (bloque y fibrocemento)

a) Inercia y masa térmica

Durante las 24 horas, la temperatura interior es superior a la exterior, lo que simboliza que la capacidad de absorber el calor es alta, por el material de poco espesor usado en la cubierta, y la alta masa del material aplicado en las paredes exteriores.

En la noche la temperatura interna es mayor, debido a la cantidad de calor absorbido durante las horas de sol.

Las superficies de emisividad que aportan o ayudan a disipar el calor, y la cubierta ondulada, posee cierta capacidad de perderlo, mientras que, las paredes al ser lisas, absorben un poco más de energía.

La reflexión energética es alta, al ser los colores usados claros; el celeste en paredes, con capacidad de reflexión de 65%, y el gris claro de 45 a 50%; ambos superiores al 40%, lo cual es recomendable en climas cálidos, como Huambi. (Cortés, 2007; "NEC - Eficiencia energética en la construcción en Ecuador", 2011).

La cubierta se encuentra asentada directamente sobre las paredes, no existe aberturas inferiores que ayuden a ventilar el lugar, ni la formación de cámaras de aire alternas, que ayuden a enfriar el lugar. (Guimarães M; 2008).



GRÁFICO N° 3.9

Orientación actual y no adecuada de la vivienda mixta n°1.

Eje longitudinal en su defecto emplazado sobre el eje norte - sur.

Puertas indebidamente ubicadas, cargas de calor mayores.

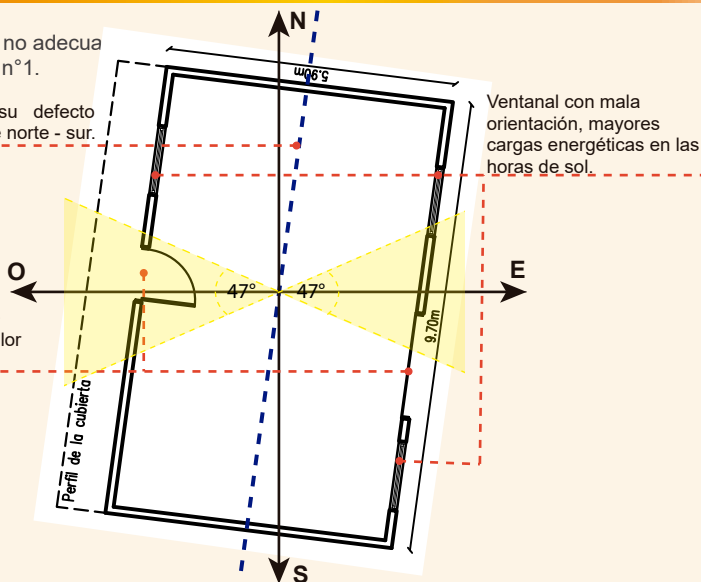
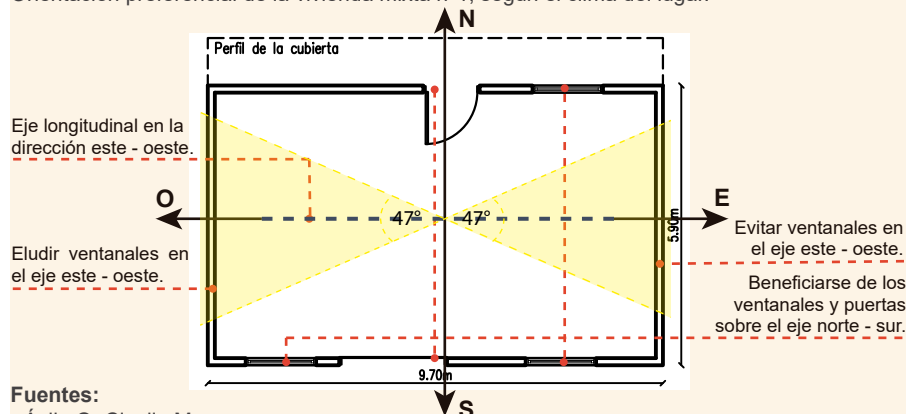


GRÁFICO N° 3.10

Orientación preferencial de la vivienda mixta n°1, según el clima del lugar.



Fuentes:

- Ávila O, Clavijo M.
- Guimarães M. (2008). *Confort Térmico y Tipología Arquitectónica en Clima Cálido-Húmedo, Análisis térmico de la cubierta ventilada*. Tesis de maestría no publicada. Universidad Politécnica de Cataluña. Barcelona, España
- Comité ejecutivo de la norma ecuatoriana de la construcción (2011), Eficiencia energética en la construcción en Ecuador. En *Normativa ecuatoriana de la construcción NEC -2011* (cap 13). Recuperado el 3 de febrero del 2017, de <https://inmobiliariadja.com/nec-2011/>.

Elaboración: Ávila O, Clavijo M.

FOTOGRAFÍA N° 3.3

Fachada principal, sin protección arquitectónica, vivienda mixta n° 1.



Fuentes: Ávila O, Clavijo M.

FOTOGRAFÍA N° 3.4

Fachada posterior, con protección arquitectónica (alero), vivienda mixta n° 1).



Fuentes: Ávila O, Clavijo M.

b) Orientación de la vivienda

La vivienda se encuentra totalmente mal alineada, el eje longitudinal se acomoda de norte a sur; lo que ocasiona que acoja la mayor afluencia de calor de 1 a 6 de la tarde, en especial a las 4, hora que obtiene la mayor temperatura interna. (Ver gráfico n° 3.9).

La fachada principal no tiene ningún elemento arquitectónico, que proteja la entrada directa de radiación solar de la mañana, y en la tarde la fachada posterior está protegida solo por el alero. (Ver fotografías n° 3.3 y 3.4).

El recomendable emplazamiento, es de este a oeste, eludir ventanales y puertas de norte a sur, para evitar que entre en demasía el calor; procurar su colocación con miras hacia el norte o sur, que evitan el ingreso directo de los rayos solares. (Ver gráfico n° 3.10). ("NEC - Eficiencia energética en la construcción en Ecuador", 2011; Guimarães M; 2008).



TABLA N° 3.13

Datos de la velocidad del viento del Cantón Sucúa, del 28 a 29 de Julio estación meteorológica - Aeropuerto de Macas.

Hora	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
Velocidad del viento (km/h)	5,6	5	4,3	3,7	6,2	8,6	11,1	19	5,6	14,8	14,8	9,3	5,6	7,4	11	13	17
Velocidad del viento mínima	19 km/h																
Velocidad del viento máxima	17 km/h																
Promedio	8,5 km/h																

Fuentes:

- Estación Meteorológica Aeropuerto Coronel Edmundo Carvajal. (2017). Recuperado el 20 de Agosto del 2017, de: https://www.wunderground.com/history/wmo/84217/2017/8/7/DailyHistory.html?req_city=Sucua&req_state=S&req_statename=Ecuador&reqdb.zip=00000&reqdb.magic=104&reqdb.wmo=84217&MR=1

- Estación Meteorológica Aeropuerto Coronel Edmundo Carvajal. (2017), Histórico del clima en Sucúa. Recuperado el 20 de Agosto del 2017, de: https://www.meteored.mx/clima_Sucua-America+Sur-Ecuador-Morona+Santiago--1-20200.html?d=historico

Elaboración: Ávila O.

TABLA N° 3.14

Actores en la modificación de la temperatura sentida, (vivienda mixta n° 1).

Temperatura interior de 22,2 a 25,7 °C.	Temperatura interior sentida según la velocidad del viento.	De 18,2 a 21,7 °C.
	Temperatura interior sentida según el uso de la vegetación.	De 19,2 a 22,7 °C.
	Temperatura interior sentida según la velocidad del viento y vegetación.	De 15,2 a 18,7 °C.

Fuentes:

- Gandemer, J. (2015). La ventilación natural en la práctica: Llamado sobre la ventilación. Francia: IAT editorial on line.

- Guimarães M. (2008). *Confort Térmico y Tipología Arquitectónica en Clima Cálido-Húmedo, Análisis térmico de la cubierta ventilada*. Tesis de maestría no publicada. Universidad Politécnica de Cataluña. Barcelona, España.

Elaboración: Ávila O.

TABLA N° 3.15

Condicionantes térmicas de la vivienda mixta n° 1 y rangos de confort según varios autores.

Temperatura y humedad	Rango de confort	Autor (normativa)
Temperatura máxima 25,7 °C	20°C < T confort < 28°C.	Francia, Gandemer J (2015).
Temperatura promedio 23,6 °C	Temperatura de 18 a 21 °C,	España, UNE-EN ISO 7730:
Temperatura mínima 22,2 °C	velocidad del viento <0,15 m/s,	2006, Pedro J (2014).
	humedad relativa de 30 a 60%.	
Humedad máxima 74 %	Temperatura de 19 a 21 °C,	España, NTP 242 INHST, Soto
Humedad promedio 71 %	velocidad del viento 0,15 m/s,	A.
Humedad mínima 64 %	humedad relativa de 40 a 60%.	

Fuentes:

- Pedro J. (2014). *Confort térmico*. Recuperado el 21 de marzo de 2017, de: <https://pedrojhernandez.com/2014/03/08/confort-termico/>

- Soto, A. (s.f). *Procedimiento de Evaluación de Riesgos Ergonómicos y Psicosociales*. Recuperado el 21 de marzo de 2017, de: http://www.uhu.es/servicio.prevencion/me nuservicio/info/ergonomia/eva_riesgos_ergonomicos.pdf

Elaboración: Ávila O.

c) Análisis de normativa internacional

En la tabla n° 3.13, se muestra la velocidad del viento en el Cantón Sucúa, durante la recolección de información térmica, con un promedio de 8,5 km/h; al aprovechar la ventilación natural, el rango de temperatura reduce al mostrado en la tabla n° 3.14. (Estación Meteorológica Aeropuerto Coronel Edmundo Carvajal, 2017).

El rango de temperatura interior obtenido, es de confort térmico, según el francés Gandemer J (2015); adicionalmente acorta la percepción térmica como se muestra en la tabla n° 3.14, con la variable velocidad del viento. Se puede verificar en la tabla n° 3.15, que la vivienda cumple la normativa española, en cuanto a temperatura, y velocidad del viento con un aprovechamiento mínimo. (UNE-EN ISO 7730, 2006; NTP 242 INHST, sf).

Según el autor de Nicaragua Mayorga E (2011), la sensación termica real de la vivienda, es neutral (cómodo) y ligeramente fresco (ligeramente cómodo); con los determinantes viento y vegetación, el promedio de la temperatura es de 16.6 °C, que representa un estado frío y ligeramente fresco; que está por debajo del rango de confort de las normativas mostradas. (Ver tabla n° 3.14 y 3.15). (Gandemer J, 2015; Guimarães M, 2008; UNE-EN ISO 7730, 2006; NTP 242 INHST, sf).



FOTOGRAFÍA N° 3.5

Fachada lateral, vista del pórtico y ventanales perimetrales, (vivienda mixta n°2).



Fuentes: Ávila O, Clavijo M.

FOTOGRAFÍA N° 3.6

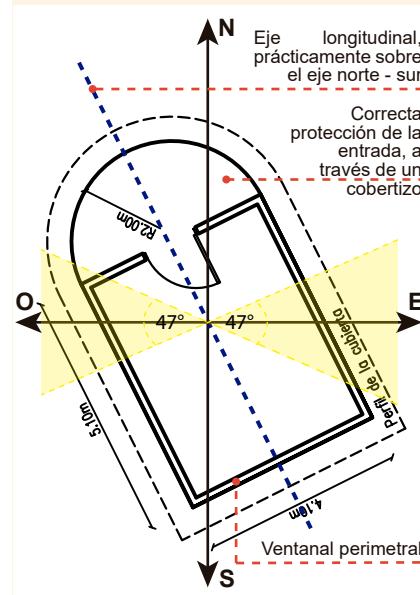
Pendiente de la cubierta pronunciada, (vivienda mixta n°2).



Fuentes: Ávila O, Clavijo M.

GRÁFICO N° 3.11

Orientación actual y no adecuada de la vivienda mixta n°2



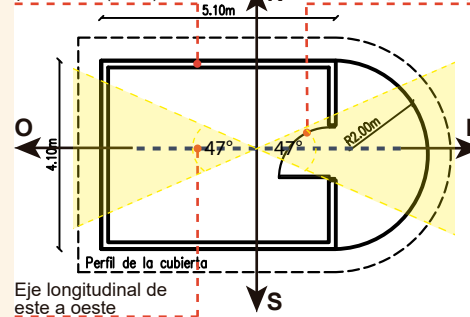
Fuentes: Ávila O, Clavijo M.

Elaboración: Ávila O, Clavijo M.

GRÁFICO N° 3.12

Orientación aconsejable de vivienda mixta n°2

Desfavorable ventanal perimetral (alero) Mala colocación de la puerta (cobertizo)



Fuentes: - Ávila O, Clavijo M.

- Guimarães M. (2008). *Confort Térmico y Tipología Arquitectónica en Clima Cálido - Húmedo, Análisis térmico de la cubierta ventilada*. Tesis de maestría no publicada. Universidad Politécnica de Cataluña. Barcelona, España

- Comité ejecutivo de la norma ecuatoriana de la construcción (2011), *Eficiencia energética en la construcción en Ecuador. En Normativa ecuatoriana de la construcción NEC -2011* (cap 13). Recuperado el 3 de febrero del 2017, de <https://inmobiliariadja.com/nec-2011/>.

Elaboración: Ávila O, Clavijo M.

B) Vivienda mixta n° 2 (ladrillo tochana y palma)

a) Inercia y Masa Térmica

La temperatura interior es superior a la exterior durante el estudio, con una diferencia mínima, y la existencia de cuatro registros muy semejantes y cercanos a cero; el ladrillo tochana tiene una notable masa, mientras que la palma es delgada, pero en conjunto dejan orificios que permiten la fluidez del aire en una cubierta pronunciada; la superficie de reflexión del ladrillo de 18%, y la palma con un color oscuro que absorben calor y lo refleja en cantidades mínimas. (Ver fotografía n° 3.5 y 3.6). (Cortés, 2007; "NEC - Eficiencia energética en la construcción en Ecuador", 2011; Guimarães M, 2008).

b) Orientación de la vivienda

En el gráfico n° 3.11, se muestra la alineación de la vivienda con sus aberturas perimetrales, por donde entra el calor de manera indirecta, por su altura considerable y protección con el alero; la puerta está orientada hasta el oeste, expuesta en la tarde, pero protegida por la cubierta que sobresale en la fachada principal. (Ver fotografía n°3.5). El gráfico n° 3.12, evidencia su ideal ubicación, con la puerta principal hacia el este, protegida por un elemento construido que disipa la entrada de calor. ("NEC - Eficiencia energética en la construcción en Ecuador", 2011; Guimarães M; 2008).



TABLA N° 3.16

Datos de la velocidad del viento del Cantón Sucúa, del 5 a 6 de Agosto estación meteorológica - Aeropuerto de Macas.

Hora	6	7	8	9	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
Velocidad del viento (km/h)	9	4	4	2	6	6	6	3,7	3,7	3,7	7,4	3,7	7,4	11,1	11,1	7,4	13
Velocidad del viento mínima	2 km/h																
Velocidad del viento máxima	13 km/h																
Promedio	6 km/h																

Fuentes:

- Estación Meteorológica Aeropuerto Coronel Edmundo Carvajal. (2017). Recuperado el 20 de Agosto del 2017, de: https://www.wunderground.com/history/wmo/84217/2017/8/7/DailyHistory.html?req_city=Sucua&req_state=S&req_statename=Ecuador&reqdb.zip=00000&reqdb.magic=104&reqdb.wmo=84217&MR=1

- Estación Meteorológica Aeropuerto Coronel Edmundo Carvajal. (2017), Histórico del clima en Sucúa. Recuperado el 20 de Agosto del 2017, de: https://www.meteored.mx/clima_Sucua-America+Sur-Ecuador-Morona+Santiago--1-20200.html?d=historico

Elaboración: Ávila O.

TABLA N° 3.17

Actores en la modificación de la temperatura sentida, vivienda mixta n° 2.

Temperatura interior de 22,7 a 26,8 °C.	Temperatura interior sentida según la velocidad del viento.	De 18,7 a 22,8°C.
	Temperatura interior sentida según el uso de la vegetación.	De 19,7 a 23,8 °C.
	Temperatura interior sentida según la velocidad del viento y vegetación.	De 15,7 a 19,8 °C.

Fuentes:

- Gandemer, J. (2015). La ventilación natural en la práctica: Llamado sobre la ventilación. Francia: IAT editorial on line.

- Guimarães M. (2008). *Confort Térmico y Tipología Arquitectónica en Clima Cálido-Húmedo, Análisis térmico de la cubierta ventilada*. Tesis de maestría no publicada. Universidad Politécnica de Cataluña. Barcelona, España.

Elaboración: Ávila O.

TABLA N° 3.18

Condicionantes térmicas de la vivienda mixta n° 2 y rangos de confort según varios autores.

Temperatura y humedad	Rango de confort	Autor (normativa)
Temperatura máxima 26,8 °C	20°C < T confort < 28°C.	Francia, Gandemer J (2015).
Temperatura promedio 24,1 °C	Temperatura de 18 a 21 °C,	España, UNE-EN ISO 7730:
Temperatura mínima 22,7 °C	velocidad del viento <0,15 m/s,	2006, Pedro J (2014).
	humedad relativa de 30 a 60%.	
Humedad máxima 84 %	Temperatura de 19 a 21 °C,	España, NTP 242 INHST, Soto
Humedad promedio 79 %	velocidad del viento 0,15 m/s,	A.
Humedad mínima 74 %	humedad relativa de 40 a 60%.	

Fuentes:

- Pedro J. (2014). *Confort térmico*. Recuperado el 21 de marzo de 2017, de: <https://pedrojhernandez.com/2014/03/08/confort-termico/>

- Soto, A. (s.f). *Procedimiento de Evaluación de Riesgos Ergonómicos y Psicosociales*. Recuperado el 21 de marzo de 2017, de: http://www.uhu.es/servicio.prevencion/menueservicio/info/ergonomia/eva_riesgos_ergonomicos.pdf

Elaboración: Ávila O.

c) Análisis de normativa internacional

La temperatura registrada en el interior de la vivienda, está entre cómodo y ligeramente fresco; con la acción de la velocidad del viento y vegetación, se encuentra entre ligeramente incómodo y la máxima disconformidad; considerable efecto, ya que la velocidad del viento promedio es de 6 km/h, lo cual está dentro de la categoría establecida por el autor Gandemer J (2015). (Ver tabla n° 3.16 y 3.17). (Mayorga E, 2011; Estación Meteorológica Aeropuerto Coronel Edmundo Carvajal, 2017; Guimarães M, 2008).

La temperatura promedio baja a 20,1 °C, con la el efecto viento; con lo cual, cumple la normativa francesa y española, además que se tiene que tomar en cuenta que la humedad alcanzada es muy superior a la que plantea la norma española. (Ver tabla n° 3.17 y 3.18). (Guimarães M, 2008; UNE-EN ISO 7730, 2006; NTP 242 INHST, sf).

Sin consideraciones alternas, los resultados obtenidos cumplen la norma francesa, consentidos por separado aún cumplen dicho regimiento, pero en su conjunto la temperatura es demasiado inferior a dicho rango en cuestión de temperatura. (Ver tabla n° 3.17 y 3.18). (Gandemer, 2015; Guimarães M, 2008; UNE-EN ISO 7730, 2006; NTP 242 INHST, sf).

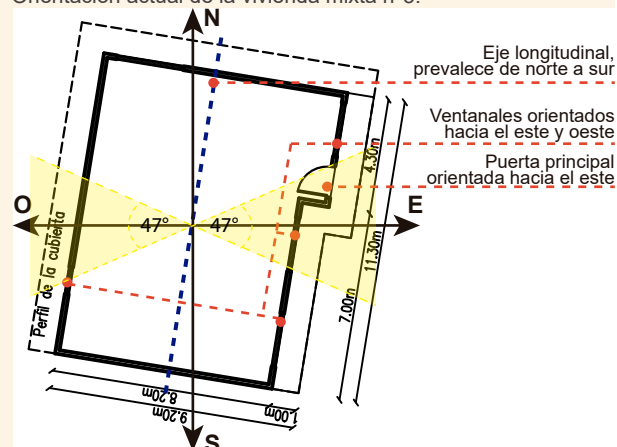


FOTOGRAFÍA N° 3.7
Abertura inferior en la
cubierta, (vivienda mixta n°3)



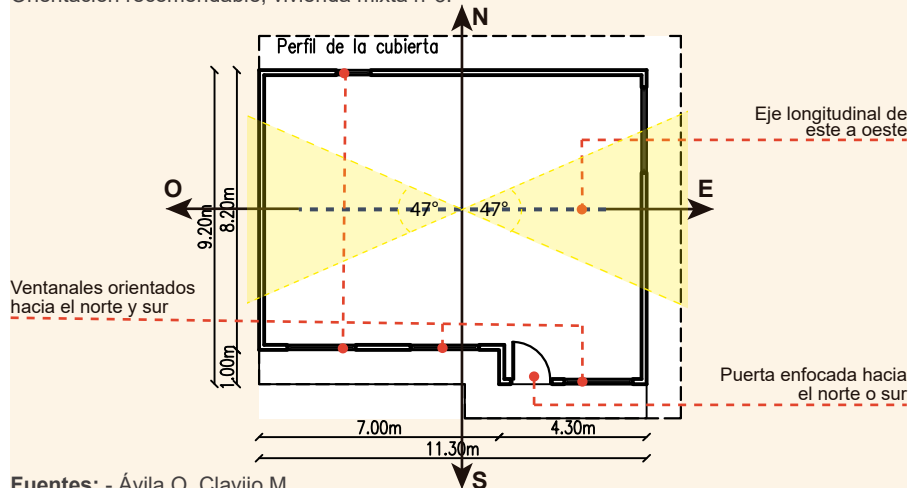
Fuentes: Ávila O, Clavijo M.

GRÁFICO N° 3.13
Orientación actual de la vivienda mixta n°3.



Fuentes: Ávila O, Clavijo M.

GRÁFICO N° 3.14
Orientación recomendable, vivienda mixta n°3.



Fuentes: - Ávila O, Clavijo M.

- Guimarães M. (2008). *Confort Térmico y Tipología Arquitectónica en Clima Cálido - Húmedo, Análisis térmico de la cubierta ventilada*. Tesis de maestría no publicada. Universidad Politécnica de Cataluña. Barcelona, España
- Comité ejecutivo de la norma ecuatoriana de la construcción (2011), *Eficiencia energética en la construcción en Ecuador. En Normativa ecuatoriana de la construcción NEC -2011* (cap 13). Recuperado el 3 de febrero del 2017, de <https://inmobiliariadja.com/nec-2011/>.

Elaboración: Ávila O, Clavijo M.

C) Vivienda mixta n° 3 (ladrillo panelón y galvalume)

a) Inercia y Masa Térmica

Desde las 6pm hasta el mediodía del siguiente día, la temperatura interna es superior; de 1 pm a 3 pm la temperatura interna es inferior a la externa, y de 4 a 5 pm las temperaturas interna y externa son las mismas; lo que demuestra que el ladrillo panelón conserva en su interior ondas de calor, el mismo que es transmitido al interior; el ladrillo con un nivel de reflexión de 18% (retiene más calor del que refleja), y el gris claro de una cubierta poco inclinada de 45 a 50%, con una abertura inferior que refresca el lugar. (Ver fotografía n° 3.7). (Cortés, 2007; "NEC - Eficiencia energética en la construcción en Ecuador", 2011; Guimarães M, 2008; "Envolturas arquitectónicas: Fachadas", s.f.).

b) Orientación de la vivienda

La ubicación actual expone la fachada principal al calor de la mañana, y la posterior también expuesta en la tarde pero se minimiza por una superficie mínima del ventanal. (Ver fotografía n°3.5).

El recomendable emplazamiento se muestra en el gráfico n° 3.14, evitar los ventanales hacia el este u oeste, y procurar la entrada principal hacia el norte o sur. ("NEC - Eficiencia energética en la construcción en Ecuador", 2011; Guimarães M; 2008).



TABLA N° 3.19

Datos de la velocidad del viento del Cantón Sucúa, del 30 a 31 de Julio estación meteorológica - Aeropuerto de Macas.

Hora	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
Velocidad del viento (km/h)	19	2,5	3,1	3,7	3,7	3,7	3,7	3,7	3,7	9,3	5,6	9,3	3,7	5,6	9,3	9,3	5,6
Velocidad del viento mínima	19 km/h																
Velocidad del viento máxima	9,3 km/h																
Promedio	5 km/h																

Fuentes:

- Estación Meteorológica Aeropuerto Coronel Edmundo Carvajal. (2017). Recuperado el 20 de Agosto del 2017, de: https://www.wunderground.com/history/wmo/84217/2017/8/7/DailyHistory.html?req_city=Sucua&req_state=S&req_statename=Ecuador&reqdb.zip=00000&reqdb.magic=104&reqdb.wmo=84217&MR=1

- Estación Meteorológica Aeropuerto Coronel Edmundo Carvajal. (2017). Histórico del clima en Sucúa. Recuperado el 20 de Agosto del 2017, de: https://www.meteored.mx/clima_Sucua-America+Sur-Ecuador-Morona+Santiago--1-20200.html?d=historico

Elaboración: Ávila O.

TABLA N° 3.20

Actores en la modificación de la temperatura sentida, vivienda mixta n° 3.

Temperatura interior de 22,2 a 28,6 °C.	Temperatura interior sentida según la velocidad del viento.	De 18,2 a 24,6 °C.
	Temperatura interior sentida según el uso de la vegetación.	De 19,2 a 25,6 °C.
	Temperatura interior sentida según la velocidad del viento y vegetación.	De 15,2 a 21,6 °C.

Fuentes:

- Gandemer, J. (2015). La ventilación natural en la práctica: Llamado sobre la ventilación. Francia: IAT editorial on line.

- Guimarães M. (2008). *Confort Térmico y Tipología Arquitectónica en Clima Cálido-Húmedo, Análisis térmico de la cubierta ventilada*. Tesis de maestría no publicada. Universidad Politécnica de Cataluña. Barcelona, España.

Elaboración: Ávila O.

TABLA N° 3.21

Condicionantes térmicas de la vivienda mixta n° 3 y rangos de confort según varios autores.

Temperatura y humedad	Rango de confort	Autor (normativa)
Temperatura máxima 28,6 °C	20°C < T confort < 28°C.	Francia, Gandemer J (2015).
Temperatura promedio 25 °C	Temperatura de 18 a 21 °C,	España, UNE-EN ISO 7730:
Temperatura mínima 22,2 °C	velocidad del viento <0,15 m/s,	2006, Pedro J (2014).
	humedad relativa de 30 a 60%.	
Humedad máxima 75 %	Temperatura de 19 a 21 °C,	España, NTP 242 INHST, Soto
Humedad promedio 66 %	velocidad del viento 0,15 m/s,	A.
Humedad mínima 47 %	humedad relativa de 40 a 60%.	

Fuentes:

- Pedro J. (2014). *Confort térmico*. Recuperado el 21 de marzo de 2017, de: <https://pedrojhernandez.com/2014/03/08/confort-termico/>

- Soto, A. (s.f). *Procedimiento de Evaluación de Riesgos Ergonómicos y Psicosociales*. Recuperado el 21 de marzo de 2017, de: http://www.uhu.es/servicio.prevencion/menuservicio/info/ergonomia/eva_riesgos_ergonomicos.pdf

Elaboración: Ávila O.

c) Análisis de normativa internacional

La velocidad del viento está dentro de los parámetros de Gandemer J (2015) para la reducción de 4 a 5°C, con este efecto se cumple las exigencias en su totalidad (temperatura, velocidad del viento), según la norma francesa presentada para zonas cálidas y húmedas; y cumple parcialmente la norma española en lo que se refiere a temperatura. (Ver tabla n° 3.16; 3.17 y 3.18). (Estación Meteorológica Aeropuerto Coronel Edmundo Carvajal, 2017; UNE-EN ISO 7730, 2006; NTP 242 INHST, sf).

Al adaptar los menos 7 a 8 °C, desenlace del apoyo del viento y sombra vegetal; con ello cumple las normas españolas en cuanto a temperatura, más no la francesa que disminuye demasiado la sensación de la temperatura percibida; y la humedad es superior a la pedida por las leyes españolas. (Ver tabla n° 3.20 y 3.21). (Gandemer J, 2015; Guimarães M, 2008, UNE-EN ISO 7730, 2006; NTP 242 INHST, sf).

El promedio de la temperatura registrada es de 25°C, el cual según Mayorga E (2011) el estado térmico de la vivienda es de confort; con los menos 4°C y 3°C por separado, está entre neutral (cómodo) y ligeramente fresco; al tomarlas juntas se encuentra entre frío (incómodo) y ligeramente fresco.



FOTOGRAFÍA N° 3.8

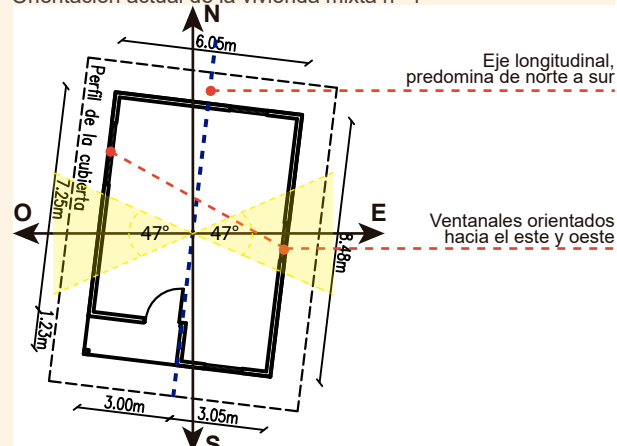
Cubierta cerrada, (vivienda mixta n° 4)



Fuentes: Ávila O, Clavijo M.

GRÁFICO N° 3.15

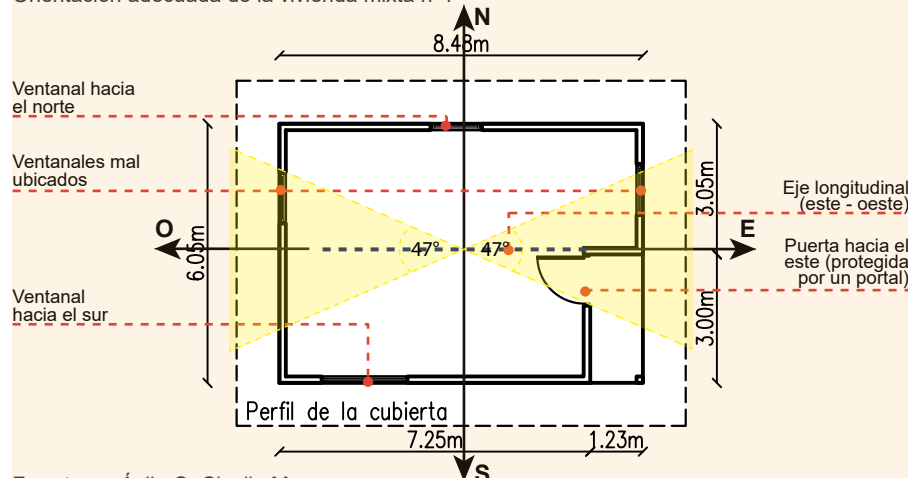
Orientación actual de la vivienda mixta n° 4



Fuentes: Ávila O, Clavijo M.

GRÁFICO N° 3.16

Orientación adecuada de la vivienda mixta n° 4



Fuentes: - Ávila O, Clavijo M.

- Guimarães M. (2008). *Confort Térmico y Tipología Arquitectónica en Clima Cálido - Húmedo, Análisis térmico de la cubierta ventilada*. Tesis de maestría no publicada. Universidad Politécnica de Cataluña. Barcelona, España
- Comité ejecutivo de la norma ecuatoriana de la construcción (2011), *Eficiencia energética en la construcción en Ecuador. En Normativa ecuatoriana de la construcción NEC -2011* (cap 13). Recuperado el 3 de febrero del 2017, de <https://inmobiliariadja.com/nec-2011/>.

Elaboración: Ávila O, Clavijo M.

D) Vivienda mixta n° 4 (bloque y galvalume)

a) Inercia y masa térmica

Las temperaturas son parecidas e inclusive algunas diferencias semejantes a cero; en alrededor de tres horas, la temperatura exterior es mayor a la interior, y en las próximas la energía guardada en la masa del bloque y sin aberturas en la cubierta pronunciada, mantienen una temperatura interna mayor; por lo contrario, para la disipación del calor, el uso de colores claros en la envolvente que reflejan el calor más del que recibe, y la superficie de emisividad mínima al tener superficies casi lisas. (Ver fotografía n° 3.8). (Cortés, 2007; "NEC - Eficiencia energética en la construcción en Ecuador", 2011; Guimarães M, 2008; "Envolventes arquitectónicas: Fachadas", s.f.).

b) Orientación de la vivienda

La vivienda tiene dos ventanales hacia el este y oeste, recibiendo cargas directas de calor en especial en la tarde, de 12 am a 6 pm y a las 2pm que alcanza la mayor temperatura. (Ver gráfico n° 3.15).

La entrada principal esta hacia el este, el porche la protege en la mañana, y ventanales expuestos y muy poco protegidos por el alero. (Ver gráfico n° 3.16). ("NEC - Eficiencia energética en la construcción en Ecuador", 2011; Guimarães M; 2008).



TABLA N° 3.22

Datos de la velocidad del viento del Cantón Sucúa, del 15 al 16 de Agosto estación meteorológica - Aeropuerto de Macas.

Hora	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
Velocidad del viento (km/h)	3,7	3,7	3,7	3,7	3,7	3,7	7,4	5,6	3,7	7,4	7,4	7,4	17	9,3	13	3,7	5,6
Velocidad del viento mínima	3,7 km/h																
Velocidad del viento máxima	17 km/h																
Promedio	6 km/h																

Fuentes:

- Estación Meteorológica Aeropuerto Coronel Edmundo Carvajal. (2017). Recuperado el 20 de Agosto del 2017, de: https://www.wunderground.com/history/wmo/84217/2017/8/7/DailyHistory.html?req_city=Sucua&req_state=S&req_statename=Ecuador&reqdb.zip=00000&reqdb.magic=104&reqdb.wmo=84217&MR=1

- Estación Meteorológica Aeropuerto Coronel Edmundo Carvajal. (2017). Histórico del clima en Sucúa. Recuperado el 20 de Agosto del 2017, de: https://www.meteored.mx/clima_Sucua-America+Sur-Ecuador-Morona+Santiago--1-20200.html?d=historico

Elaboración: Ávila O.

TABLA N° 3.23

Actores en la modificación de la temperatura sentida, vivienda mixta n° 4.

Temperatura interior de 23,8 a 31,9 °C.	Temperatura interior sentida según la velocidad del viento.	De 19,8 a 27,9 °C.
	Temperatura interior sentida según el uso de la vegetación.	De 20,8 a 28,9 °C.
	Temperatura interior sentida según la velocidad del viento y vegetación.	De 16,8 a 24,9 °C.

Fuentes:

- Gandemer, J. (2015). La ventilación natural en la práctica: Llamado sobre la ventilación. Francia: IAT editorial on line.

- Guimarães M. (2008). *Confort Térmico y Tipología Arquitectónica en Clima Cálido-Húmedo, Análisis térmico de la cubierta ventilada*. Tesis de maestría no publicada. Universidad Politécnica de Cataluña. Barcelona, España.

Elaboración: Ávila O.

TABLA N° 3.24

Condicionantes térmicas de la vivienda mixta n° 4 y rangos de confort según varios autores.

Temperatura y humedad	Rango de confort	Autor (normativa)
Temperatura máxima 31,9 °C	20°C < T confort < 28°C.	Francia, Gandemer J (2015).
Temperatura promedio 26,4 °C	Temperatura de 18 a 21 °C,	España, UNE-EN ISO 7730:
Temperatura mínima 23,8 °C	velocidad del viento <0,15 m/s,	2006, Pedro J (2014).
	humedad relativa de 30 a 60%.	
Humedad máxima 73 %	Temperatura de 19 a 21 °C,	España, NTP 242 INHST, Soto
Humedad promedio 66,4 %	velocidad del viento 0,15 m/s,	A.
Humedad mínima 53 %	humedad relativa de 40 a 60%.	

Fuentes:

- Pedro J. (2014). *Confort térmico*. Recuperado el 21 de marzo de 2017, de: <https://pedrojhernandez.com/2014/03/08/confort-termico/>

- Soto, A. (s.f). *Procedimiento de Evaluación de Riesgos Ergonómicos y Psicosociales*. Recuperado el 21 de marzo de 2017, de: http://www.uhu.es/servicio.prevencion/me nuservicio/info/ergonomia/eva_riesgos_ergonomicos.pdf

Elaboración: Ávila O.

c) Análisis de normativa internacional

La velocidad promedio de Sucúa en el tiempo de observación de la vivienda es de 6 km/h, el cual está entre 1,8 a 5,4 km/h según el autor Gandemer J (2015), en lo consecuente la sensación térmica reduce; teniendo en cuenta que el promedio de la temperatura resultante es de 26,4 °C, no cumple las normativas españolas que exigen una temperatura máxima de 21 °C; por lo contrario el promedio se encuentra entre el rango francés de 20 a 28 °C. (Ver tabla n° 3.22; 3.23 y 3.24). (Estación Meteorológica Aeropuerto Coronel Edmundo Carvajal, 2017; UNE-EN ISO 7730, 2006; NTP 242 INHST, sf).

Con la ventilación natural y la existencia de componente vegetal que coopera a que la sensación térmica merme su promedio a 19,4 °C, el cual está por debajo de la norma francesa pero muy próximo; con esta consideración cumple la norma española que exige temperaturas de 18 a 21 °C. (Ver tabla n° 3.23 y 3.24). (Gandemer J, 2015; Guimarães M, 2008, UNE-EN ISO 7730, 2006; NTP 242 INHST, sf).

Sin ninguna consideración alterna, la temperatura es de neutral a templado, y según los autores Gandemer J (2015) y Guimarães M (2008) es neutral y ligeramente fresco; en conjunto el ambiente interno tiende a ser ligeramente fresco. (Mayorga E, 2011).

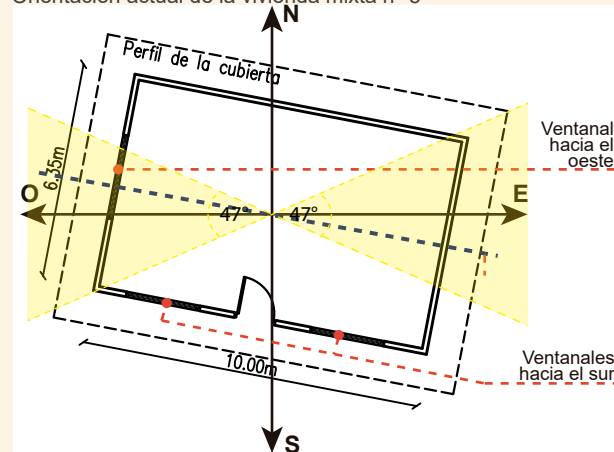


FOTOGRAFÍA N° 3.9
Abertura inferior en la
cubierta, (vivienda mixta n° 5)



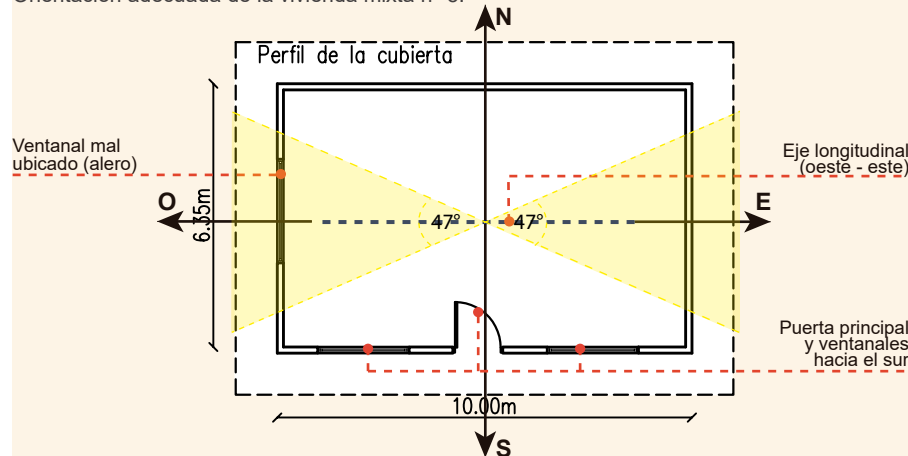
Fuentes: Ávila O, Clavijo M.

GRÁFICO N° 3.17
Orientación actual de la vivienda mixta n° 5



Fuentes: Ávila O, Clavijo M.

GRÁFICO N° 3.18
Orientación adecuada de la vivienda mixta n° 5.



Fuentes: - Ávila O, Clavijo M.

- Guimarães M. (2008). *Confort Térmico y Tipología Arquitectónica en Clima Cálido - Húmedo, Análisis térmico de la cubierta ventilada*. Tesis de maestría no publicada. Universidad Politécnica de Cataluña. Barcelona, España
- Comité ejecutivo de la norma ecuatoriana de la construcción (2011), *Eficiencia energética en la construcción en Ecuador. En Normativa ecuatoriana de la construcción NEC -2011* (cap 13). Recuperado el 3 de febrero del 2017, de <https://inmobiliariadja.com/nec-2011/>.

Elaboración: Ávila O, Clavijo M.

E) Vivienda mixta n° 5 (bloque y teja)

a) Inercia y Masa Térmica

En dos terceras partes del día, el clima dentro del inmueble es superior, lo que manifiesta una conservación energética en horas de sol, dentro de la envoltura de la vivienda y su liberación hacia los espacios habitables, con una capacidad baja de eliminar el exceso, donde el sol se oculta y no disminuye adecuadamente; aun por la existencia de principios que socorren a enfriar el lugar, como las aberturas en la cubierta, colores claros que reflejan el calor (paredes) y la cubierta con menor competencia de reflexión pero emisividad mayor. (Ver fotografía n° 3.9). (Cortés, 2007; "NEC - Eficiencia energética en la construcción en Ecuador", 2011; Guimarães M, 2008; "Envolturas arquitectónicas: Fachadas", s.f.).

b) Orientación de la vivienda

La vivienda prácticamente se encuentra bien emplazada, pero lo sugerible es su posición como se muestra en el gráfico n° 3.18, con la dirección oeste - este, esquivar el ventanal que se abre hacia el oeste y el cual está comprometido al calor de la tarde; y es una destreza los orificios que se abren hacia el sur. (Ver gráfico n° 3.18). ("NEC - Eficiencia energética en la construcción en Ecuador", 2011; Guimarães M; 2008).



TABLA N° 3.25

Datos de la velocidad del viento del Cantón Sucúa, del 3 a 4 de Agosto estación meteorológica - Aeropuerto de Macas.

Hora	7	8	9	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
Velocidad del viento (km/h)	3,7	3,7	3,7	5,6	3,7	5,6	0	5,6	5,6	9,3	0	24,1	24,1	20,4	16,7	14,8
Velocidad del viento mínima	0 km/h															
Velocidad del viento máxima	24,1km/h															
Promedio	9 km/h															

Fuentes:

- Estación Meteorológica Aeropuerto Coronel Edmundo Carvajal. (2017). Recuperado el 20 de Agosto del 2017, de: https://www.wunderground.com/history/wmo/84217/2017/8/7/DailyHistory.html?req_city=Sucua&req_state=S&req_statename=Ecuador&reqdb.zip=00000&reqdb.magic=104&reqdb.wmo=84217&MR=1

- Estación Meteorológica Aeropuerto Coronel Edmundo Carvajal. (2017). Histórico del clima en Sucúa. Recuperado el 20 de Agosto del 2017, de: https://www.meteored.mx/clima_Sucua-America+Sur-Ecuador-Morona+Santiago--1-20200.html?d=historico

Elaboración: Ávila O.

TABLA N° 3.26

Actores en la modificación de la temperatura sentida, vivienda mixta n° 5.

Temperatura interior de 23,2 a 27,4 °C.	Temperatura interior sentida según la velocidad del viento.	De 19,2 a 23,4 °C.
	Temperatura interior sentida según el uso de la vegetación.	De 20,2 a 24,4 °C.
	Temperatura interior sentida según la velocidad del viento y vegetación.	De 16,2 a 20,4 °C.

Fuentes:

- Gandemer, J. (2015). La ventilación natural en la práctica: Llamado sobre la ventilación. Francia: IAT editorial on line.

- Guimarães M. (2008). *Confort Térmico y Tipología Arquitectónica en Clima Cálido-Húmedo, Análisis térmico de la cubierta ventilada*. Tesis de maestría no publicada. Universidad Politécnica de Cataluña. Barcelona, España.

Elaboración: Ávila O.

TABLA N° 3.27

Condicionantes térmicas de la vivienda mixta n° 5 y rangos de confort según varios autores.

Temperatura y humedad	Rango de confort	Autor (normativa)
Temperatura máxima 27,4 °C	20°C < T confort < 28°C.	Francia, Gandemer J (2015).
Temperatura promedio 25 °C	Temperatura de 18 a 21 °C,	España, UNE-EN ISO 7730:
Temperatura mínima 23,2 °C	velocidad del viento <0,15 m/s,	2006, Pedro J (2014).
	humedad relativa de 30 a 60%.	
Humedad máxima 79 %	Temperatura de 19 a 21 °C,	España, NTP 242 INHST, Soto
Humedad promedio 72,7 %	velocidad del viento 0,15 m/s,	A.
Humedad mínima 66 %	humedad relativa de 40 a 60%.	

Fuentes:

- Pedro J. (2014). *Confort térmico*. Recuperado el 21 de marzo de 2017, de: <https://pedrojhernandez.com/2014/03/08/confort-termico/>

- Soto, A. (s.f). *Procedimiento de Evaluación de Riesgos Ergonómicos y Psicosociales*. Recuperado el 21 de marzo de 2017, de: http://www.uhu.es/servicio.prevencion/me nuservicio/info/ergonomia/eva_riesgos_ergonomicos.pdf

Elaboración: Ávila O.

c) Análisis de normativa internacional

La asociación del viento en esta tipología de vivienda, contribuye a la restricción de un promedio de 25°C a 21°C, según Gandemer J (2015), al presentar un valor medio de la velocidad del viento de 9 km/h; en donde al comparar el producto de los sensores de temperatura con la norma española y francesa, cumplen las dos normativas citadas. (Ver tabla n° 3.25; 3.26 y 3.27). (Estación Meteorológica Aeropuerto Coronel Edmundo Carvajal, 2017; UNE-EN ISO 7730, 2006; NTP 242 INHST, sf).

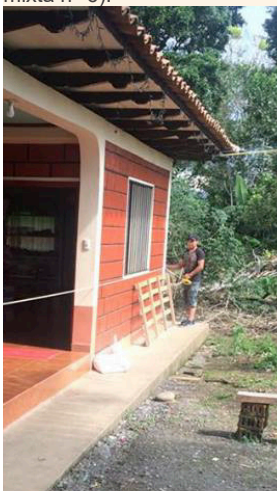
Los participantes en la sensación térmica, tanto viento como vegetación, limitan la temperatura a un promedio de 18 °C; este valor cumple las normas españolas, y por lo contrario la francesa con un valor inferior a los 20°C. (Ver tabla n° 3.26 y 3.27). (Gandemer J, 2015; Guimarães M, 2008, UNE-EN ISO 7730, 2006; NTP 242 INHST, sf).

Actualmente el estado térmico de la vivienda es bueno, ya que la temperatura media alcanzada es de 25 °C, que mantiene el ámbito de la construcción en un estado de neutral y de confort; con la reducción de 7 a 8 °C se encuentra entre frío y ligeramente fresco, y por separado la consecuencia del viento y sombra vegetal de cómodo hacia ligeramente fresco. (Mayorga E, 2011). (Ver tabla n° 3.26).



FOTOGRAFÍA N° 3.10

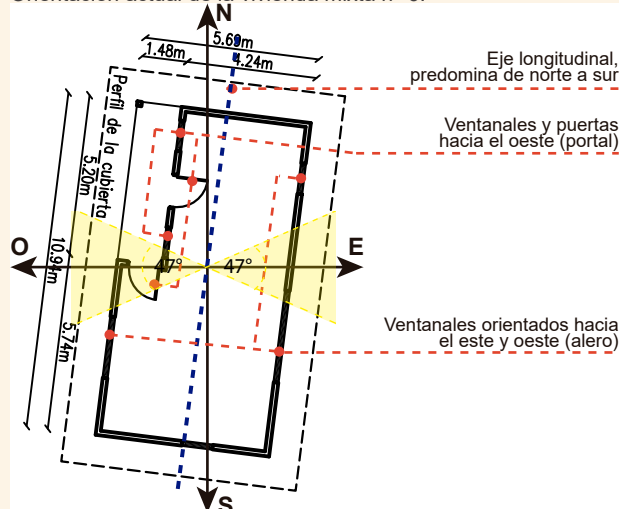
Cubierta cerrada, (vivienda mixta n° 6).



Fuentes: Ávila O, Clavijo M.

GRÁFICO N° 3.19

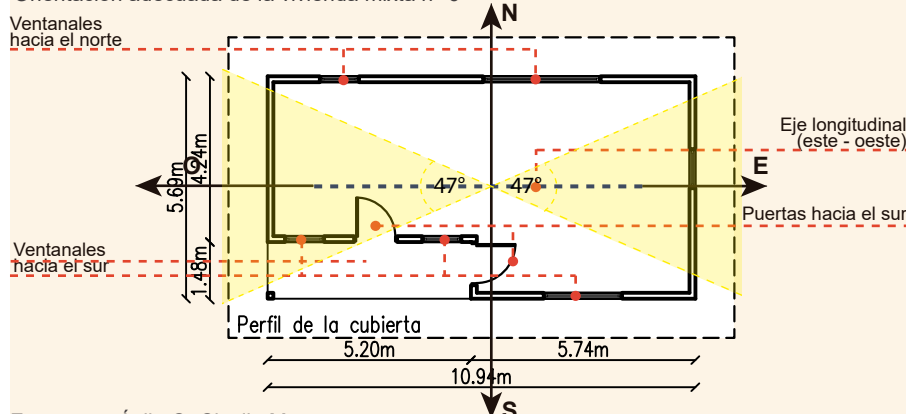
Orientación actual de la vivienda mixta n° 6.



Fuentes: Ávila O, Clavijo M.

GRÁFICO N° 3.20

Orientación adecuada de la vivienda mixta n° 6



Fuentes: - Ávila O, Clavijo M.

- Guimarães M. (2008). *Confort Térmico y Tipología Arquitectónica en Clima Cálido - Húmedo, Análisis térmico de la cubierta ventilada*. Tesis de maestría no publicada. Universidad Politécnica de Cataluña. Barcelona, España

- Comité ejecutivo de la norma ecuatoriana de la construcción (2011), *Eficiencia energética en la construcción en Ecuador. En Normativa ecuatoriana de la construcción NEC -2011* (cap 13). Recuperado el 3 de febrero del 2017, de <https://inmobiliariadja.com/nec-2011/>.

Elaboración: Ávila O, Clavijo M.

F) Vivienda mixta n° 6 (ladrillo tochana y teja)

a) Inercia y Masa Térmica

En la mañana acumula en la masa de la envolvente el calor y es transmitido con lentitud al interior, por ello en las horas más calurosas la temperatura interna es inferior; y su capacidad de restituirlo es baja, por la falta de aberturas en la cubierta que evita que el aire sea renovado, aunque su emisividad sea alta por el relieve generado, otro factor es la poca reflectancia de los materiales con solo un 18%. (Ver fotografía n° 3.10). (Cortés, 2007; "NEC - Eficiencia energética en la construcción en Ecuador", 2011; Guimarães M, 2008; "Envolventes arquitectónicas: Fachadas", s.f.).

b) Orientación de la vivienda

La fachada posterior exhibida en la mañana y la frontal en la tarde, un acierto es la cubierta que sobresale y evita la entrada directa de los rayos de sol. (Ver fotografía n° 3.10 y gráfico n° 3.19). ("NEC - Eficiencia energética en la construcción en Ecuador", 2011).

La adecuada ubicación de la vivienda se muestra en el gráfico n° 3.20, donde el lado más pronunciado de la vivienda está de oeste a este, con las puertas principales hacia el sur o norte. ("NEC - Eficiencia energética en la construcción en Ecuador", 2011; Guimarães M; 2008).



TABLA N° 3.28

Datos de la velocidad del viento del Cantón Sucúa, del 31 de Julio a 1 de Agosto estación meteorológica - Aeropuerto de Macas.

Hora	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
Velocidad del viento (km/h)	3,7	4,6	5,6	6,5	7,4	8,4	9,3	9,9	11	5,6	13	11	9,3	7,4	3,7	5,6	5,6
Velocidad del viento mínima	3,7 km/h																
Velocidad del viento máxima	13 km/h																
Promedio	7 km/h																

Fuentes:

- Estación Meteorológica Aeropuerto Coronel Edmundo Carvajal. (2017). Recuperado el 20 de Agosto del 2017, de: https://www.wunderground.com/history/wmo/84217/2017/8/7/DailyHistory.html?req_city=Sucua&req_state=S&req_statename=Ecuador&reqdb.zip=00000&reqdb.magic=104&reqdb.wmo=84217&MR=1

- Estación Meteorológica Aeropuerto Coronel Edmundo Carvajal. (2017). Histórico del clima en Sucúa. Recuperado el 20 de Agosto del 2017, de: https://www.meteored.mx/clima_Sucua-America+Sur-Ecuador-Morona+Santiago--1-20200.html?d=historico

Elaboración: Ávila O.

TABLA N° 3.29

Actores en la modificación de la temperatura sentida, vivienda mixta n° 6.

Temperatura interior de 24,3 a 31,3 °C.	Temperatura interior sentida según la velocidad del viento.	De 20,3 a 27,3 °C.
	Temperatura interior sentida según el uso de la vegetación.	De 21,3 a 28,3 °C.
	Temperatura interior sentida según la velocidad del viento y vegetación.	De 17,3 a 24,3 °C.

Fuentes:

- Gandemer, J. (2015). La ventilación natural en la práctica: Llamado sobre la ventilación. Francia: IAT editorial on line.

- Guimarães M. (2008). *Confort Térmico y Tipología Arquitectónica en Clima Cálido-Húmedo, Análisis térmico de la cubierta ventilada*. Tesis de maestría no publicada. Universidad Politécnica de Cataluña. Barcelona, España.

Elaboración: Ávila O.

TABLA N° 3.30

Condicionantes térmicas de la vivienda mixta n° 6 y rangos de confort según varios autores.

Temperatura y humedad	Rango de confort	Autor (normativa)
Temperatura máxima 31,3 °C	20°C < T confort < 28°C.	Francia, Gandemer J (2015).
Temperatura promedio 25,9 °C	Temperatura de 18 a 21 °C,	España, UNE-EN ISO 7730:
Temperatura mínima 24,3 °C	velocidad del viento <0,15 m/s,	2006, Pedro J (2014).
	humedad relativa de 30 a 60%.	
Humedad máxima 64 %	Temperatura de 19 a 21 °C,	España, NTP 242 INHST, Soto
Humedad promedio 62 %	velocidad del viento 0,15 m/s,	A.
Humedad mínima 47 %	humedad relativa de 40 a 60%.	

Fuentes:

- Pedro J. (2014). *Confort térmico*. Recuperado el 21 de marzo de 2017, de: <https://pedrojhernandez.com/2014/03/08/confort-termico/>

- Soto, A. (s.f). *Procedimiento de Evaluación de Riesgos Ergonómicos y Psicosociales*. Recuperado el 21 de marzo de 2017, de: http://www.uhu.es/servicio.prevencion/menuservicio/info/ergonomia/eva_riesgos_ergonomicos.pdf

Elaboración: Ávila O.

c) Análisis de normativa internacional

La temperatura media real de la vivienda es de 25,9 °C, con lo planteado por Gandemer J (2015), al estar dentro de la escala de interés es de 21,9 °C; lo cual no cumple las leyes españolas pero sí la francesa en cuanto a temperatura, a velocidades de viento entre 1,8 a 5,4 km/h, y al ser propia de zonas húmedas. (Ver tabla n° 3.28; 3.29 y 3.30). (Estación Meteorológica Aeropuerto Coronel Edmundo Carvajal, 2017; UNE-EN ISO 7730, 2006; NTP 242 INHST, sf).

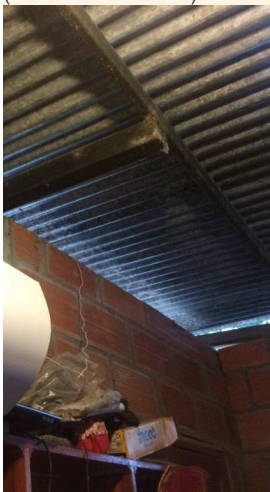
Con el actuar del aire y arboleda, el cociente mengua a 18,9 °C; por tanto cumple con la temperatura exigida por las normas españolas, más no la francesa que permite valores mínimos de 20° C para lograr el confort térmico; la conveniencia de denotar que la humedad es superior a la exigida por la norma española, al igual que la velocidad del viento que es superior en el lugar. (Ver tabla n° 3.29 y 3.30). (Gandemer J, 2015; Guimarães M, 2008, UNE-EN ISO 7730, 2006; NTP 242 INHST, sf).

Con los 25,9 °C el lugar está entre neutral (cómodo) y templado; con los dos agentes es de 18,9 °C adjudicando al lugar un estado entre incómodo y ligeramente incómodo; y tomados en cuenta independientemente logran un microclima neutral y ligeramente fresco. (Mayorga E, 2011).



FOTOGRAFÍA N° 3.11

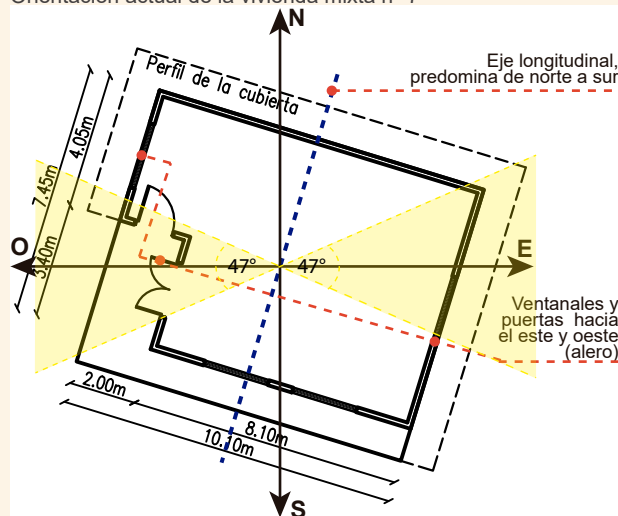
Cubierta ventilada,
(vivienda mixta n° 7).



Fuentes: Ávila O, Clavijo M.

GRÁFICO N° 3.21

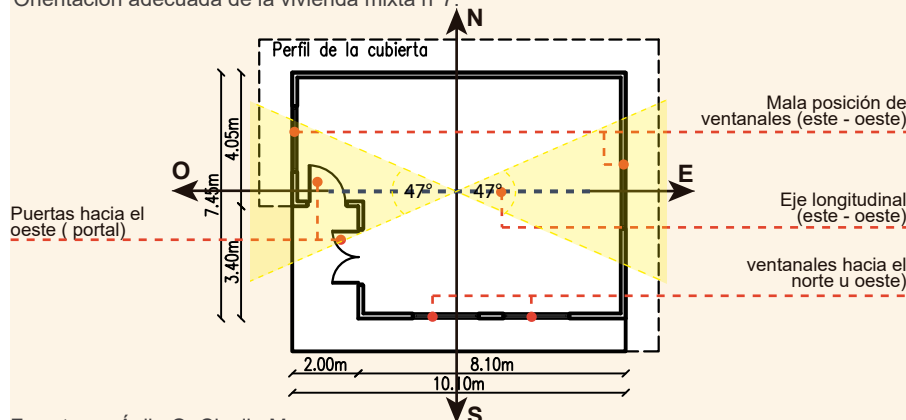
Orientación actual de la vivienda mixta n° 7



Fuentes: Ávila O, Clavijo M.

GRÁFICO N° 3.22

Orientación adecuada de la vivienda mixta n° 7.



Fuentes: - Ávila O, Clavijo M.

- Guimarães M. (2008). *Confort Térmico y Tipología Arquitectónica en Clima Cálido - Húmedo, Análisis térmico de la cubierta ventilada*. Tesis de maestría no publicada. Universidad Politécnica de Cataluña. Barcelona, España
- Comité ejecutivo de la norma ecuatoriana de la construcción (2011), *Eficiencia energética en la construcción en Ecuador. En Normativa ecuatoriana de la construcción NEC -2011* (cap 13). Recuperado el 3 de febrero del 2017, de <https://inmobiliariadja.com/nec-2011/>.

Elaboración: Ávila O, Clavijo M.

G) Vivienda mixta n° 7 (ladrillo tochana y zinc)

a) Inercia y Masa Térmica

La inercia térmica es amplia, en la mañana atrae energía en el espesor del ladrillo, que en la tarde es trasladado al interior y sigue captando calor, por lo cual alcanza mayores temperaturas; la capacidad de desvanecerlos es alto, ya sea por la poca masa del zinc, y por el deterioro de la temperatura en horas en el que el sol se oculta; además que la cubierta con poca inclinación presenta orificios que enfrían el lugar. (Ver fotografía n° 3.11). ("NEC - Eficiencia energética en la construcción en Ecuador", 2011; Guimarães M, 2008; "Envolventes arquitectónicas: Fachadas",s.f.).

b) Orientación de la vivienda

Tanto las entradas y ventanales están comprometidas a percibir cargas de energía en la mañana y tarde, aunque es una destreza el proteger las puertas con un cobertizo, lo adecuado sería que se instalen hacia el sur; el eje sobre el que se fija está prácticamente de oeste a este, lo recomendable es su disposición como se muestra en el gráfico n° 3.24, y evitar los ventanales que se abren hacia el oeste y este que aportan mayores cargas energéticas. (Ver gráfico n° 3.21 y 3.22). ("NEC - Eficiencia energética en la construcción en Ecuador", 2011; Guimarães M; 2008).



TABLA N° 3.31

Datos de la velocidad del viento del Cantón Sucúa, del 25 al 26 de Agosto estación meteorológica - Aeropuerto de Macas.

Hora	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
Velocidad del viento (km/h)	3,7	4	4,3	4,7	5	5,3	5,6	7,4	9,3	11,1	3,7	14,8	7,4	0	9,3	0	5,6
Velocidad del viento mínima	0 km/h																
Velocidad del viento máxima	14,8 km/h																
Promedio	6 km/h																

Fuentes:

- Estación Meteorológica Aeropuerto Coronel Edmundo Carvajal. (2017). Recuperado el 20 de Agosto del 2017, de: https://www.wunderground.com/history/wmo/84217/2017/8/7/DailyHistory.html?req_city=Sucua&req_state=S&req_statename=Ecuador&reqdb.zip=00000&reqdb.magic=104&reqdb.wmo=84217&MR=1

- Estación Meteorológica Aeropuerto Coronel Edmundo Carvajal. (2017). Histórico del clima en Sucúa. Recuperado el 20 de Agosto del 2017, de: https://www.meteored.mx/clima_Sucua-America+Sur-Ecuador-Morona+Santiago--1-20200.html?d=historico

Elaboración: Ávila O.

TABLA N° 3.32

Actores en la modificación de la temperatura sentida, vivienda mixta n° 7.

Temperatura interior de 23,6 a 28,2 °C.	Temperatura interior sentida según la velocidad del viento.	De 19,6 a 24,2 °C.
	Temperatura interior sentida según el uso de la vegetación.	De 20,6 a 25,2 °C.
	Temperatura interior sentida según la velocidad del viento y vegetación.	De 16,6 a 21,2 °C.

Fuentes:

- Gandemer, J. (2015). La ventilación natural en la práctica: Llamado sobre la ventilación. Francia: IAT editorial on line.

- Guimarães M. (2008). *Confort Térmico y Tipología Arquitectónica en Clima Cálido-Húmedo, Análisis térmico de la cubierta ventilada*. Tesis de maestría no publicada. Universidad Politécnica de Cataluña. Barcelona, España.

Elaboración: Ávila O.

TABLA N° 3.33

Condicionantes térmicas de la vivienda mixta n° 7 y rangos de confort según varios autores.

Temperatura y humedad	Rango de confort	Autor (normativa)
Temperatura máxima 28,2 °C	20°C < T confort < 28°C.	Francia, Gandemer J (2015).
Temperatura promedio 25,6 °C	Temperatura de 18 a 21 °C,	España, UNE-EN ISO 7730:
Temperatura mínima 23,6 °C	velocidad del viento <0,15 m/s,	2006, Pedro J (2014).
	humedad relativa de 30 a 60%.	
Humedad máxima 68 %	Temperatura de 19 a 21 °C,	España, NTP 242 INHST, Soto
Humedad promedio 65,2 %	velocidad del viento 0,15 m/s,	A.
Humedad mínima 62 %	humedad relativa de 40 a 60%.	

Fuentes:

- Pedro J. (2014). *Confort térmico*. Recuperado el 21 de marzo de 2017, de: <https://pedrojhernandez.com/2014/03/08/confort-termico/>

- Soto, A. (s.f). *Procedimiento de Evaluación de Riesgos Ergonómicos y Psicosociales*. Recuperado el 21 de marzo de 2017, de: http://www.uhu.es/servicio.prevencion/me nuservicio/info/ergonomia/eva_riesgos_ergonomicos.pdf

Elaboración: Ávila O.

c) Análisis de normativa internacional

La media de temperatura es de 25,6 °C, la normativa francesa establece velocidades del viento, entre el cual está el promedio de 6 km/h del Cantón Sucúa durante las horas de monitoreo, donde según Gandemer J (2015) reflejan una temperatura menor de 21,6 °C; el cual cumple la norma francesa en cuanto a humedad, temperatura y velocidad del viento; mientras que es todo lo contrario con los regimientos españoles que exigen menores temperaturas, menores velocidades del viento y humedades inferiores a las registradas en la vivienda. (Ver tabla n° 3.31; 3.32 y 3.33). (Estación Meteorológica Aeropuerto Coronel Edmundo Carvajal, 2017; UNE-EN ISO 7730, 2006; NTP 242 INHST, sf).

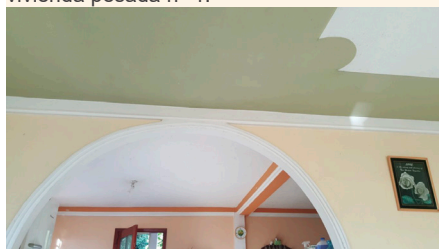
Las sombras vegetales y viento, logran temperaturas en los ambientes internos, sobre los que actúan de 18,6 °C; una temperatura entre los regimientos españoles y por debajo de la francesa. (Ver tabla n° 3.32 y 3.33). (Gandemer J, 2015; Guimarães M, 2008; UNE-EN ISO 7730, 2006; NTP 242 INHST, sf).

Los 25,6 °C, generan ambientes neutrales y templados; con los dos causantes es de neutral y ligeramente fresco, mientras que en conjunto es de incómodo a ligeramente incómodo. (Gandemer J, 2015; Guimarães M, 2008; Mayorga E, 2011).



FOTOGRAFÍA N° 3.12

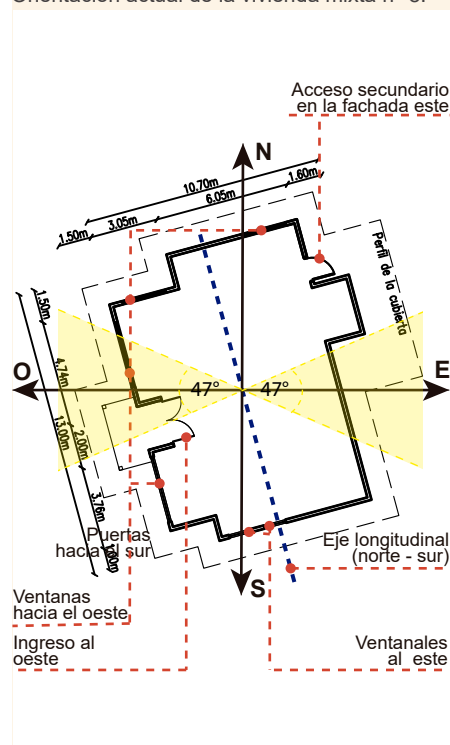
Portal que protege la fachada principal,
vivienda pesada n° 1.



Fuentes: Ávila O, Clavijo M.

GRÁFICO N° 3.23

Orientación actual de la vivienda mixta n° 8.

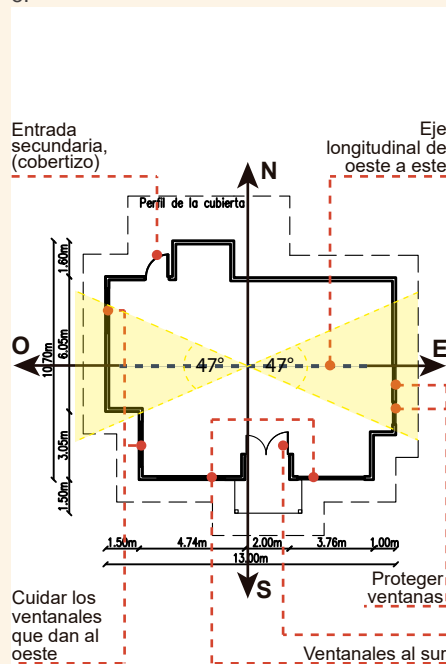


Fuente y elaboración:

-Ávila O, Clavijo M.

GRÁFICO N° 3.24

Orientación recomendable, vivienda mixta n° 8.



Fuentes:

- Ávila O, Clavijo M.
- Guimarães M. (2008). *Confort Térmico y Tipología Arquitectónica en Clima Cálido - Húmedo, Análisis térmico de la cubierta ventilada*. Tesis de maestría no publicada. Universidad Politécnica de Cataluña. Barcelona, España
- Comité ejecutivo de la norma ecuatoriana de la construcción (2011), *Eficiencia energética en la construcción en Ecuador. En Normativa ecuatoriana de la construcción NEC -2011* (cap 13). Recuperado el 3 de febrero del 2017, de <https://inmobiliariadja.com/nec-2011/>.

Elaboración:

- Ávila O, Clavijo M.

H) Vivienda mixta n° 3 (ladrillo panelón y fibrocemento)

a) Inercia y Masa Térmica

La cubierta está compuesta por dos partes delgadas (planchas de yeso y fibrocemento), y una cámara de aire cerrada que no permite que se ventile y enfríe; la reflexión del calor a través del color usado, el blanco es alto y el color del ladrillo muy bajo; además de la textura del fibrocemento con mayor emisividad que una área plana; todo participa en la mayor concentración interna de aire caliente. (Ver fotografía n° 3.12). (Cortés, 2007; "NEC - Eficiencia energética en la construcción en Ecuador", 2011; Guimarães M, 2008; "Envolturas arquitectónicas: Fachadas", s.f.).

b) Orientación de la vivienda

Sin duda la mala posición de la vivienda, permite que la fachada frontal y posterior reciban en mayor cuantía los rayos de sol, en especial por los espacios huecos en paredes. (Ver gráfico n° 3.23).

Lo adecuado se muestra en el gráfico n° 3.24; con ventanales al norte y sur, en donde se debería proteger de alguna manera los que se abren en la dirección opuesta; aunque se protege el portón principal, en general no es lo recomendable el emplazamiento actual de la vivienda. ("NEC - Eficiencia energética en la construcción en Ecuador", 2011; Guimarães M; 2008).



TABLA N° 3.34

Datos de la velocidad del viento del Cantón Sucúa, del 5 a 6 de Agosto estación meteorológica - Aeropuerto de Macas.

Hora	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
Velocidad del viento (km/h)	3,7	3,7	3,7	3,7	3,7	3,7	3,7	4,9	6,2	7,4	3,7	0	24,1	24	20,4	16,7	14,8
Velocidad del viento mínima	0 km/h																
Velocidad del viento máxima	24,1km/h																
Promedio	9 km/h																

Fuentes:

- Estación Meteorológica Aeropuerto Coronel Edmundo Carvajal. (2017). Recuperado el 20 de Agosto del 2017, de: https://www.wunderground.com/history/wmo/84217/2017/8/7/DailyHistory.html?req_city=Sucua&req_state=S&req_statename=Ecuador&reqdb.zip=00000&reqdb.magic=104&reqdb.wmo=84217&MR=1

- Estación Meteorológica Aeropuerto Coronel Edmundo Carvajal. (2017), Histórico del clima en Sucúa. Recuperado el 20 de Agosto del 2017, de: https://www.meteored.mx/clima_Sucua-America+Sur-Ecuador-Morona+Santiago--1-20200.html?d=historico

Elaboración: Ávila O.

TABLA N° 3.35

Actores en la modificación de la temperatura sentida, vivienda pesada n° 1.

Temperatura interior de 26,3 a 29,2 °C.	Temperatura interior sentida según la velocidad del viento.	De 22,3 a 25,2°C.
	Temperatura interior sentida según el uso de la vegetación.	De 23,3 a 26,2 °C.
	Temperatura interior sentida según la velocidad del viento y vegetación.	De 19,3 a 22,2 °C.

Fuentes:

- Gandemer, J. (2015). La ventilación natural en la práctica: Llamado sobre la ventilación. Francia: IAT editorial on line.

- Guimarães M. (2008). *Confort Térmico y Tipología Arquitectónica en Clima Cálido-Húmedo, Análisis térmico de la cubierta ventilada*. Tesis de maestría no publicada. Universidad Politécnica de Cataluña. Barcelona, España.

Elaboración: Ávila O.

TABLA N° 3.36

Condicionantes térmicas de la vivienda pesada n° 1 y rangos de confort según varios autores.

Temperatura y humedad	Rango de confort	Autor (normativa)
Temperatura máxima 29,2 °C	20°C < T confort < 28°C.	Francia, Gandemer J (2015).
Temperatura promedio 27,2 °C	Temperatura de 18 a 21 °C,	España, UNE-EN ISO 7730:
Temperatura mínima 26,3 °C	velocidad del viento <0,15 m/s,	2006, Pedro J (2014).
	humedad relativa de 30 a 60%.	
Humedad máxima 70 %	Temperatura de 19 a 21 °C,	España, NTP 242 INHST, Soto
Humedad promedio 65 %	velocidad del viento 0,15 m/s,	A.
Humedad mínima 58 %	humedad relativa de 40 a 60%.	

Fuentes:

- Pedro J. (2014). *Confort térmico*. Recuperado el 21 de marzo de 2017, de: <https://pedrojhernandez.com/2014/03/08/confort-termico/>

- Soto, A. (s.f). *Procedimiento de Evaluación de Riesgos Ergonómicos y Psicosociales*. Recuperado el 21 de marzo de 2017, de: http://www.uhu.es/servicio.prevencion/menuservicio/info/ergonomia/eva_riesgos_ergonomicos.pdf

Elaboración: Ávila O.

c) Análisis de normativa internacional

La media de temperatura indica que el estado térmico en este tipo de viviendas es de neutral (cómodo) y templado; además de lo suscitado sobre la velocidad del viento y espacios verdes de Gandemer J (2015), por separado varía a neutral cómodo y ligeramente fresco, y unidos tiende a ser ligeramente fresco; concientes de que la velocidad del viento promedio de Sucúa en dicho día es de 9 km/h, que pese a ser superior a lo requerido el aprovechamiento puede acercarse. (Ver tabla n° 3.34 y 3.35). (Mayorga E, 2011; Estación Meteorológica Aeropuerto Coronel Edmundo Carvajal, 2017; Guimarães M, 2008).

El promedio es de 27, 2 °C, el cual cumple la norma francesa más no la española, al igual que, con el desempeño del viento y vegetación, estas figuras en cúmulo logran llegar a los códigos españoles de temperatura más no de velocidad de viento y humedad. (Ver tabla n° 3.35 y 3.36). (Guimarães M, 2008; UNE-EN ISO 7730, 2006; NTP 242 INHST, sf).

En efecto el valor obtenido de temperatura, solo cumple los parámetros franceses de temperatura, velocidad de viento en una zona húmeda. (Ver tabla n° 3.36). (Gandemer, 2015; Guimarães M, 2008; UNE-EN ISO 7730, 2006; NTP 242 INHST, sf).



TABLA N° 3.37

Valores por tipologías de viviendas mixtas y Normativa Ecuatoriana de la Construcción - 2011.

NEC (2011)	Tipología de vivienda	Temperatura interior (°C)	Velocidad del viento (km/h)	Humedad relativa (%)
Temperatura de 18 a 26 °C.	Vivienda mixta n°1 (bloque - fibrocemento)	Máxima 25,7 Promedio 23,6 Mínima 22,2	Máxima 17 Promedio 8,5 Mínima 1,9	Máxima 74 Promedio 71 Mínima 64
	Vivienda mixta n°2 (ladrillo tochana - palma)	Máxima 26,8 Promedio 24,1 Mínima 22,7	Máxima 13 Promedio 6 Mínima 2	Máxima 84 Promedio 79 Mínima 74
	Vivienda mixta n°3 (ladrillo panelón - galvalume).	Máxima 28,6 Promedio 25 Mínima 22,2	Máxima 9,3 Promedio 5 Mínima 1,9	Máxima 75 Promedio 66 Mínima 47
Velocidad del viento de 0,05 a 0,15 m/s (0,18 a 0,54 km/h).	Vivienda liviana n°4 (bloque - galvalume)	Máxima 31,9 Promedio 26,4 Mínima 23,8	Máxima 17 Promedio 6 Mínima 3,7	Máxima 73 Promedio 66,4 Mínima 64
	Vivienda mixta n°5 (bloque - teja)	Máxima 27,4 Promedio 25 Mínima 23,2	Máxima 17 Promedio 8,5 Mínima 1,9	Máxima 79 Promedio 72,7 Mínima 66
	Vivienda mixta n°6 (ladrillo tochana - teja)	Máxima 31,3 Promedio 25,9 Mínima 24,3	Máxima 13 Promedio 6 Mínima 2	Máxima 64 Promedio 62 Mínima 47
Humedad relativa de 40 a 65%.	Vivienda mixta n°7 (ladrillo tochana - zinc).	Máxima 28,2 Promedio 25,6 Mínima 23,6	Máxima 9,3 Promedio 5 Mínima 1,9	Máxima 68 Promedio 65,2 Mínima 62
	Vivienda mixta n°8 (ladrillo panelón - fibrocemento).	Máxima 29,2 Promedio 27,3 Mínima 26,3	Máxima 24,1 Promedio 9 Mínima 0	Máxima 70 Promedio 65 Mínima 58

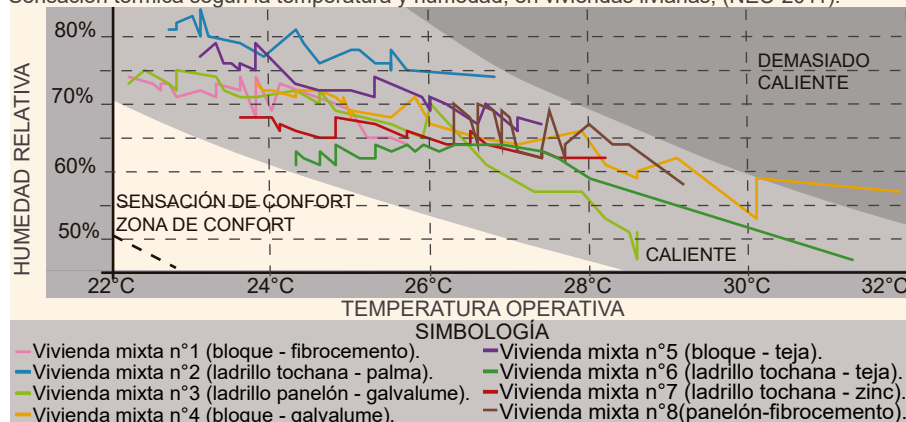
Fuentes: - Ávila O, Clavijo M.

- Comité ejecutivo de la norma ecuatoriana de la construcción (2011), Eficiencia energética en la construcción en Ecuador. En *Normativa ecuatoriana de la construcción NEC -2011* (cap 13). Recuperado el 3 de febrero del 2017, de <https://inmobiliariadja.com/nec-2011/>

Elaboración: Ávila O.

GRÁFICO N° 3.25

Sensación térmica según la temperatura y humedad, en viviendas livianas, (NEC-2011).



Fuentes: - Ávila O, Clavijo M.

- Comité ejecutivo de la norma ecuatoriana de la construcción (2011), Eficiencia energética en la construcción en Ecuador. En *Normativa ecuatoriana de la construcción NEC -2011* (cap 13). Recuperado el 3 de febrero del 2017, de <https://inmobiliariadja.com/nec-2011/>

Elaboración: Ávila O.

3.1.2.2 PARÁMETROS NACIONALES DE CONFORMIDAD TÉRMICA EN VIVIENDAS MIXTAS

Las siete viviendas del prototipo mixto, se hallaron en la localidad, en dicho punto se establece la cercanía o la similitud con los parámetros dados por la Norma Ecuatoriana, sobre conformidad térmica.

Las leyes nacionales procuran una relación entre la temperatura y humedad; asimismo una variable de velocidad del viento; de los cuales se observó lo siguiente.

A) Análisis del comportamiento térmico

Ninguna de las viviendas están en confort con su ambiente interno ya sea por la temperatura, humedad y velocidad del viento; evidenciado en la tabla n° 3.37 y gráfico n° 3.25. ("NEC - Eficiencia energética en la construcción en Ecuador", 2011).

Se puede establecer un orden de peor a mejor aptitud, según los resultados obtenidos, cuando se acercan a demasiado caliente presentan un cuadro desfavorable, del cual se deriva el siguiente orden: vivienda mixta n°4, vivienda mixta n°6, vivienda mixta n°8, vivienda mixta n°3, vivienda mixta n°7, vivienda mixta n°5 y vivienda mixta n° 2, y la de mejor aptitud la vivienda mixta n° 1. (tabla n° 3.37 y gráfico n° 3.25). ("NEC - Eficiencia energética en la construcción en Ecuador", 2011).



3.1.3 VIVIENDAS DE TIPOLOGÍA PESADA

La existencia de un hogar que se relaciona con la tipología pesada, por la materialidad usada en la envolvente; las viviendas de éstas cualidades son las de menor presencia, y se hallan en la comunidad Huambeña, con el imponente uso del bloque y losas de hormigón.

Para comprender lo que se mencionará en este apartado, es necesario revisar los resultados de los monitoreos, que se muestran en el capítulo dos; ya que de ellos depende la observación desde diferentes puntos internacionales y nacionales, para lograr microclimas agradables con sus habitantes.

3.1.3.1 PARÁMETROS INTERNACIONALES DE CONFORMIDAD TÉRMICA EN VIVIENDAS PESADAS

Al igual que las viviendas de tipología livianas y mixtas, las pesadas se enfocan desde el punto de vista normativo español y francés, conformados por piezas influyentes; como la masa e inercia del material, aberturas y protección de las fachadas por elementos contruidos o por la orientación en relación ancho, largo y orificios; espacios huecos en la cubierta que la ventilan y el número de capas que la conforman; y agentes externos como la rugosidad generada en el terreno a través de arbustos y brisas que actúan sobre el ambiente percibido.

A) Vivienda pesada n° 1 (bloque y losa de hormigón)

a) Inercia y masa térmica

Al revisar los datos del monitoreo, presentados en el capítulo anterior de la vivienda con paredes de bloque y losa de hormigón armado; se observa que la temperatura interna es superior durante todo el periodo de estudio; por tanto, la energía que llega a la residencia es cedida al interior y una parte es retenida en la masa de las paredes y cubierta de bloque; donde el inmueble no es capaz de regenerarse inmediatamente, y no desecha con rapidez lo atraído hacia el exterior; el uso de colores claros, como el blanco, utilizado en la construcción, contribuyen para reflejar en lo posible el calor, pero la falta de aberturas, rugosidad en los materiales empleados, cámaras de ventilación e inclinación en la cubierta, hacen que la vivienda sea aún más calurosa; observando también la inexistencia de aleros que protejan las fachadas, ventanales y puertas del sol, permitiendo la máxima transmisión energética; todo lo mencionado contribuye a la transmisión del calor y sobrecalentamiento del lugar, lo que permite que la vivienda sea la mayor parte del tiempo cálida. (Ver fotografía n° 3.17 y 3.19). (Cortés, 2007; "NEC - Eficiencia energética en la construcción en Ecuador", 2011; Guimarães M; 2008; "Envolventes arquitectónicas: Fachadas", s.f.).



FOTOGRAFÍA N° 3.13

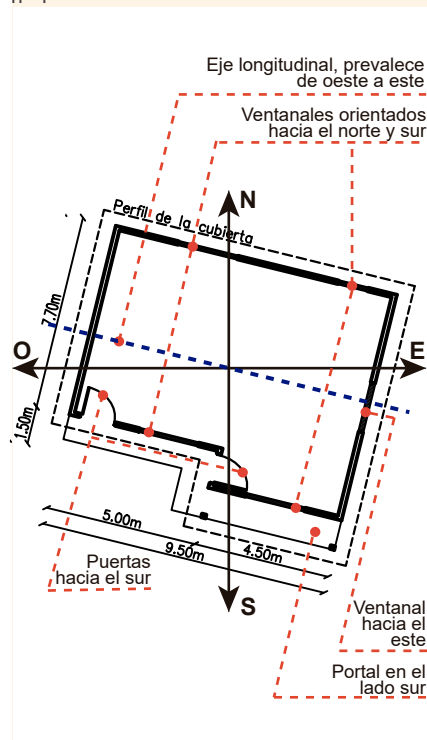
Portal que protege la fachada principal, vivienda pesada n° 1.



Fuentes: Ávila O, Clavijo M.

GRÁFICO N° 3.26

Orientación actual de la vivienda pesada n° 1

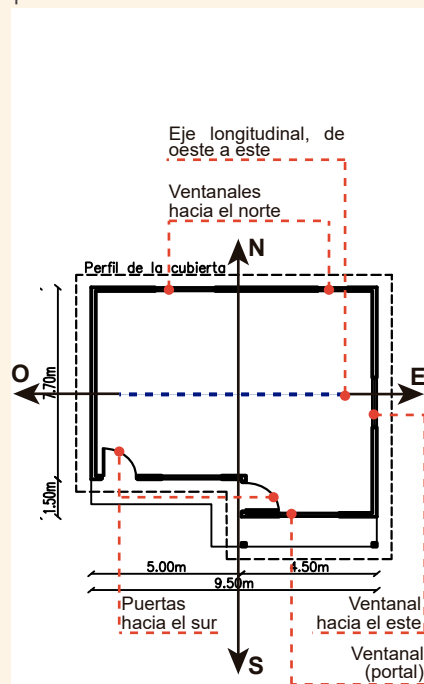


Fuente y elaboración:

-Ávila O, Clavijo M.

GRÁFICO N° 3.27

Orientación recomendable, vivienda pesada n° 1.



Fuentes:

- Ávila O, Clavijo M.
- Guimarães M. (2008). *Confort Térmico y Tipología Arquitectónica en Clima Cálido - Húmedo, Análisis térmico de la cubierta ventilada*. Tesis de maestría no publicada. Universidad Politécnica de Cataluña. Barcelona, España
- Comité ejecutivo de la norma ecuatoriana de la construcción (2011), *Eficiencia energética en la construcción en Ecuador*. En *Normativa ecuatoriana de la construcción NEC -2011* (cap 13). Recuperado el 3 de febrero del 2017, de <https://inmobiliariadja.com/nec-2011/>.

Elaboración:

- Ávila O, Clavijo M.

b) Orientación de la vivienda

El costado de mayor amplitud está considerablemente de oeste a este, aunque casi es acertado exponer las puertas de la fachada frontal al sol de la tarde y las del lado posterior al sol de la mañana, además del vano al margen este. (Ver gráfico n° 3.26).

Lo adecuado se refiere en el gráfico n° 3.27, con el borde superior de oeste a este; con los dos ingresos y cuatro ventanales en el lado sur y norte, lo aconsejable sería defender el ventanal del lado este que desde un principio se debió eliminar; la relevancia de los elementos contruidos para cuidar las fachadas y evitar que los rayos de sol den directamente en la envolvente, para impedir en lo posible el exceso de recaudación de calor, lo cual es bastante notorio, ya que la falta de un alero pronunciado que realmente proteja las paredes exteriores, el beneficio de la vivienda es que está rodeada de vegetación, como se aprecia en la fotografía n° 3.13 que controla el paso del sol; además la falta de mantos que estructuren la cubierta con una cámara de aire, que ayude a enfriar el lugar, en donde el ambiente interno pasa a ser dicho elemento que no posee aberturas y recalienta la vivienda. ("NEC - Eficiencia energética en la construcción en Ecuador", 2011; Guimarães M; 2008; Cortés, 2007; "Envoltentes arquitectónicas: Fachadas",s.f.).



TABLA N° 3.38

Datos de la velocidad del viento del Cantón Sucúa, del 27 al 28 de Julio estación meteorológica - Aeropuerto de Macas.

Hora	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
Velocidad del viento (km/h)	0	3,1	6,2	9,3	9	8,6	8,3	8	7,7	7,4	7,4	9,3	7,4	9,3	7,4	7,4	11
Velocidad del viento mínima	0 km/h																
Velocidad del viento máxima	11km/h																
Promedio	7 km/h																

Fuentes:

- Estación Meteorológica Aeropuerto Coronel Edmundo Carvajal. (2017). Recuperado el 20 de Agosto del 2017, de: https://www.wunderground.com/history/wmo/84217/2017/8/7/DailyHistory.html?req_city=Sucua&req_state=S&req_statename=Ecuador&reqdb.zip=00000&reqdb.magic=104&reqdb.wmo=84217&MR=1

- Estación Meteorológica Aeropuerto Coronel Edmundo Carvajal. (2017), Histórico del clima en Sucúa. Recuperado el 20 de Agosto del 2017, de: https://www.meteored.mx/clima_Sucua-America+Sur-Ecuador-Morona+Santiago--1-20200.html?d=historico

Elaboración: Ávila O.

TABLA N° 3.39

Actores en la modificación de la temperatura sentida, vivienda pesada n° 1.

Temperatura interior de 22,3 a 26,5 °C.	Temperatura interior sentida según la velocidad del viento.	De 18,3 a 22,5°C.
	Temperatura interior sentida según el uso de la vegetación.	De 19,3 a 23,5 °C.
	Temperatura interior sentida según la velocidad del viento y vegetación.	De 15,3 a 19,5 °C.

Fuentes:

- Gandemer, J. (2015). La ventilación natural en la práctica: Llamado sobre la ventilación. Francia: IAT editorial on line.

- Guimarães M. (2008). *Confort Térmico y Tipología Arquitectónica en Clima Cálido-Húmedo, Análisis térmico de la cubierta ventilada*. Tesis de maestría no publicada. Universidad Politécnica de Cataluña. Barcelona, España.

Elaboración: Ávila O.

TABLA N° 3.40

Condicionantes térmicas de la vivienda pesada n° 1 y rangos de confort según varios autores.

Temperatura y humedad	Rango de confort	Autor (normativa)
Temperatura máxima 26,5 °C	20°C < T confort < 28°C.	Francia, Gandemer J (2015).
Temperatura promedio 24,6 °C	Temperatura de 18 a 21 °C,	España, UNE-EN ISO 7730:
Temperatura mínima 22,3 °C	velocidad del viento <0,15 m/s,	2006, Pedro J (2014).
	humedad relativa de 30 a 60%.	
Humedad máxima 69 %	Temperatura de 19 a 21 °C,	España, NTP 242 INHST, Soto
Humedad promedio 65 %	velocidad del viento 0,15 m/s,	A.
Humedad mínima 60 %	humedad relativa de 40 a 60%.	

Fuentes:

- Pedro J. (2014). *Confort térmico*. Recuperado el 21 de marzo de 2017, de: <https://pedrojherandez.com/2014/03/08/confort-termico/>

- Soto, A. (s.f). *Procedimiento de Evaluación de Riesgos Ergonómicos y Psicosociales*. Recuperado el 21 de marzo de 2017, de: http://www.uhu.es/servicio.prevencion/me nuservicio/info/ergonomia/eva_riesgos_ergonomicos.pdf

Elaboración: Ávila O.

c) Análisis de normativa internacional

La temperatura del espacio interno se halla entre ligeramente fresco y neutral (cómodo); el promedio está dentro la categoría exigida para la reducción de 4 a 5 °C según Gandemer J (2015), y su consecuencia es una temperatura próxima a ligeramente fresco al igual que, con la presencia de sombra generada sobre la vivienda con menos 3 °C según Guimarães M (2008), y con ambos elementos pasa a ser fría y ligeramente fresca. (Ver tabla n° 3.38 y 3.39). (Mayorga E, 2011; Estación Meteorológica Aeropuerto Coronel Edmundo Carvajal, 2017; Guimarães M, 2008).

La media de temperatura es de 24,6 °C, lo cual está fuera del alcance de la normativa española y entre los rangos franceses de temperatura, velocidad del viento y humedad. (Ver tabla n° 3.39 y 3.40). (Guimarães M, 2008; UNE-EN ISO 7730, 2006; NTP 242 INHST, sf).

El efecto del viento coloca a la media de temperatura entre los rangos españoles con 20,6 °C, más no con el efecto de los árboles con 21,6 °C, y al actuar las partes simultáneamente están por debajo con 17,6 °C pero es cercano al mínimo referido de 18 °C. (Ver tabla n° 3.39 y 3.40). (Gandemer, 2015; Guimarães M, 2008; UNE-EN ISO 7730, 2006; NTP 242 INHST, sf).



TABLA N° 3.41

Valores por tipologías de viviendas mixtas y Normativa Ecuatoriana de la Construcción - 2011.

NEC (2011)	Tipología de vivienda	Temperatura interior (°C)	Velocidad del viento (km/h)	Humedad relativa (%)
- Temperatura de 18 a 26 °C.				
-Velocidad del viento de 0,05 a 0,15 m/s (0,18 a 0,54 km/h).	Vivienda pesada n°1 (bloque - losa de hormigón)	Máxima 26,5 Promedio 24,6 Mínima 22,3	Máxima 11 Promedio 7 Mínima 0	Máxima 69 Promedio 65 Mínima 60
-Humedad relativa de 40 a 65%.				

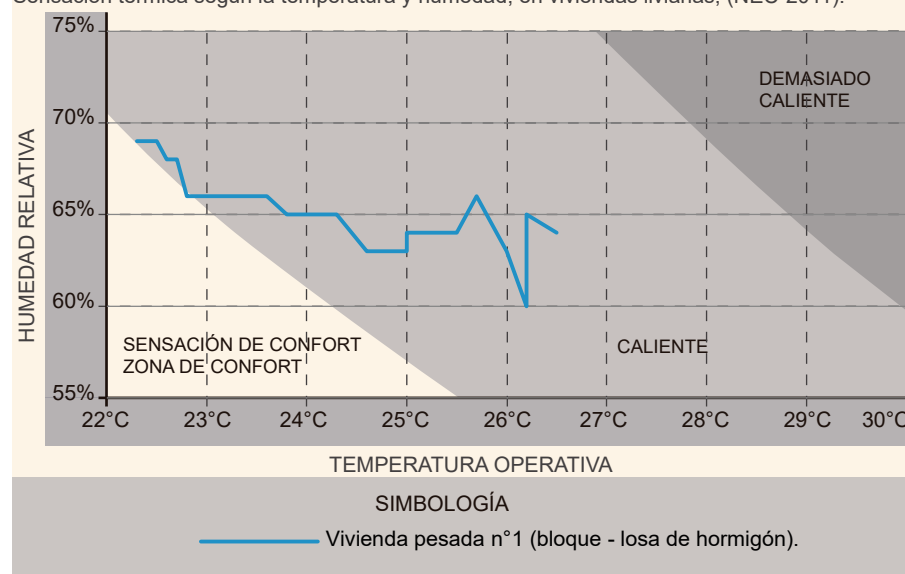
Fuentes: - Ávila O, Clavijo M.

- Comité ejecutivo de la norma ecuatoriana de la construcción (2011), Eficiencia energética en la construcción en Ecuador. En *Normativa ecuatoriana de la construcción NEC -2011* (cap 13). Recuperado el 3 de febrero del 2017, de <https://inmobiliariadja.com/nec-2011/>

Elaboración: Ávila O.

GRÁFICO N° 3.28

Sensación térmica según la temperatura y humedad, en viviendas livianas, (NEC-2011).



Fuentes:

- Ávila O, Clavijo M.

- Comité ejecutivo de la norma ecuatoriana de la construcción (2011), Eficiencia energética en la construcción en Ecuador. En *Normativa ecuatoriana de la construcción NEC -2011* (cap 13). Recuperado el 3 de febrero del 2017, de <https://inmobiliariadja.com/nec-2011/>

Elaboración:

-Ávila O.

3.1.3.2 PARÁMETROS NACIONALES DE CONFORMIDAD TÉRMICA EN VIVIENDAS PESADAS

En la localidad se frecuentan esta tipología de vivienda, menos común, pero que igualmente cumplen un rol en la parroquia de Huambi, con el uso de bloque, tanto en paredes como en la cubierta plana; a continuación se analiza los resultados con la norma vigente ecuatoriana.

A) Análisis del comportamiento térmico

Con su presencia única como tipología pesada, la vivienda no cumple la normativa para lograr la conformidad térmica, que tiende a generar ambientes internos calientes; al tomar en cuenta las medias de los resultados obtenidos, la temperatura cumple, la humedad también y no se puede decir lo mismo con la velocidad del viento, que es muy inferior al registrado en el Cantón Sucúa, el cual se tomó como referencia. (Ver tabla n° 3.41 y gráfico n° 3.28). ("NEC - Eficiencia energética en la construcción en Ecuador", 2011).



3.1.4 OBSERVACIÓN DESDE LA PERSPECTIVA NACIONAL E INTERNACIONAL

La finalidad de este apartado, es relacionar la normativa nacional con la documentación sobre el tema; para comparar los resultados de los monitoreos, con las leyes de temperatura y humedad presentes en la Normativa ecuatoriana de la construcción - Eficiencia energética en la construcción en Ecuador (2011). A continuación se pondrán en evidencia todas las viviendas frente a diferentes variables que determinan su estado de confort.

A) Resultados generales frente a la normativa ecuatoriana

En el gráfico n° 3.29, se observa que la única vivienda que consigue el confort térmico, durante cierto tiempo, es la vivienda de madera y teja, pero así como está en confort, también se acerca a la máxima disconformidad (demasiado caluroso); las demás viviendas se conservan en un estado caliente, a excepción de la vivienda de bloque y galvalume, que es calurosa y demasiado calurosa; la leyenda muestra el orden desde la menos favorable hasta la más óptima, en el cual destaca la vivienda liviana de madera y zinc. (NEC - Eficiencia energética en la construcción en Ecuador", 2011).

B) Sensación térmica con el componente vegetal frente a la normativa ecuatoriana

Con esta disposición las viviendas: liviana n° 1 (madera - zinc) y mixta n°1 (bloque - fibrocemento), crean ambientes confortables; y las viviendas: pesada n°1 (bloque - losa de hormigón) y mixta n°3 (ladrillo panelón - galvalume), están en conformidad y se inclinan al caliente. (Ver gráfico n° 3.30). ("NEC - Eficiencia energética en la construcción en Ecuador", 2011; Guimarães M; 2008).

B) Sensación térmica con el componente velocidad del viento frente a la normativa ecuatoriana

La sensación térmica preferencial en las cinco viviendas: liviana n°1 (madera - zinc), mixta n°1 (bloque - fibrocemento), pesada n°1 (bloque - losa de hormigón), mixta n°3 (ladrillo panelón - galvalume) y finalmente la mixta n°6 (ladrillo tochana - teja); con la derivación de las brisas de viento. (Ver gráfico n° 3.31). ("NEC - Eficiencia energética en la construcción en Ecuador", 2011; Gandemer, 2015).

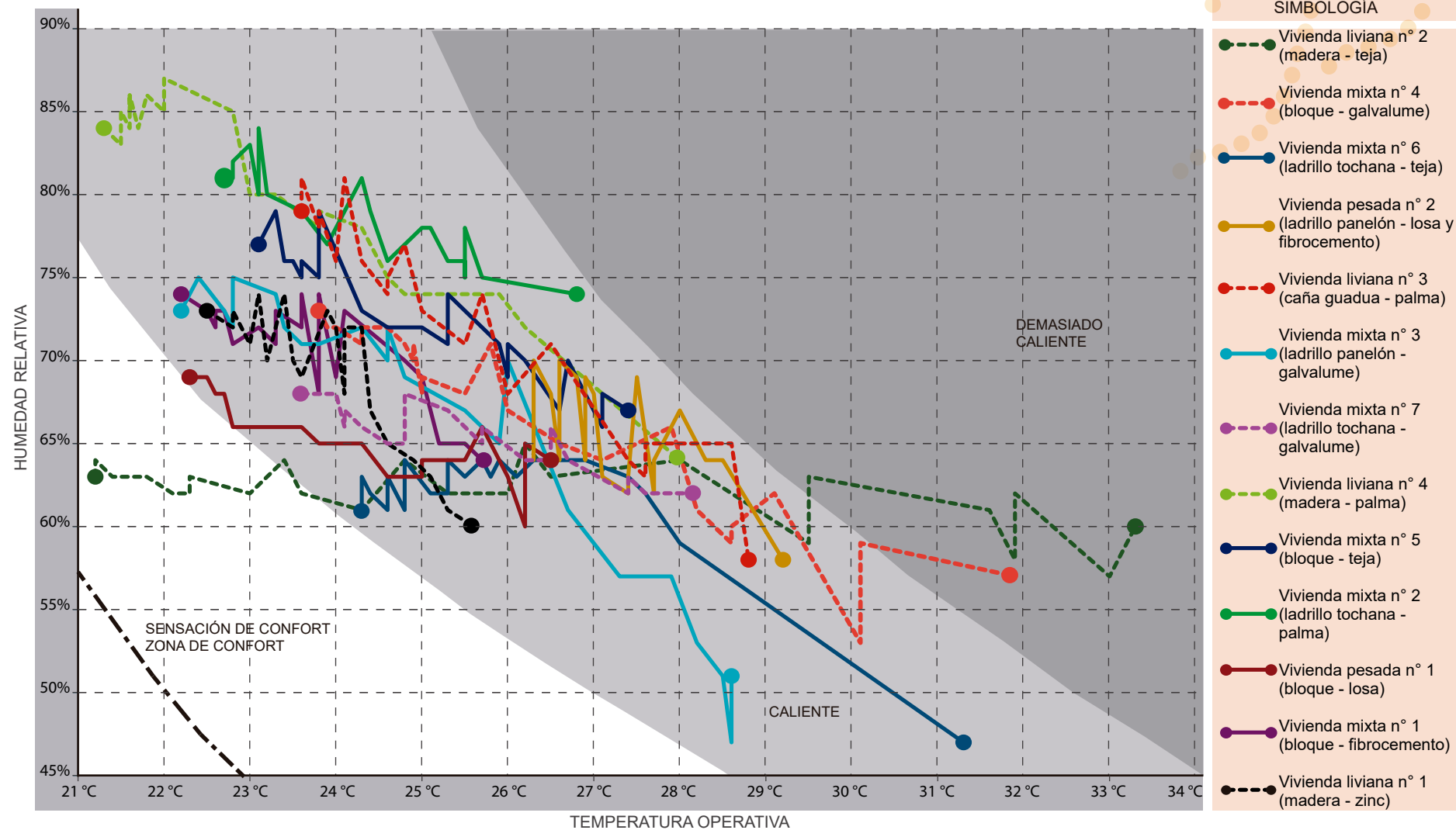
C) Sensación térmica, componente velocidad del viento y vegetación frente a la normativa ecuatoriana

La única vivienda que no se encontraría en conformidad térmica, sería la vivienda liviana n°2 (madera - teja); al aprovechar la ventilación natural y las sombras sobre las viviendas. (Ver gráfico n° 3.32). ("NEC - Eficiencia energética en la construcción en Ecuador", 2011; Gandemer, 2015; Guimarães M; 2008).



GRÁFICO N° 3.29

Valores térmicos de las diferentes tipologías de viviendas frente a la Normativa Ecuatoriana de la Construcción - 2011.



Fuentes: - Ávila O, Clavijo M.

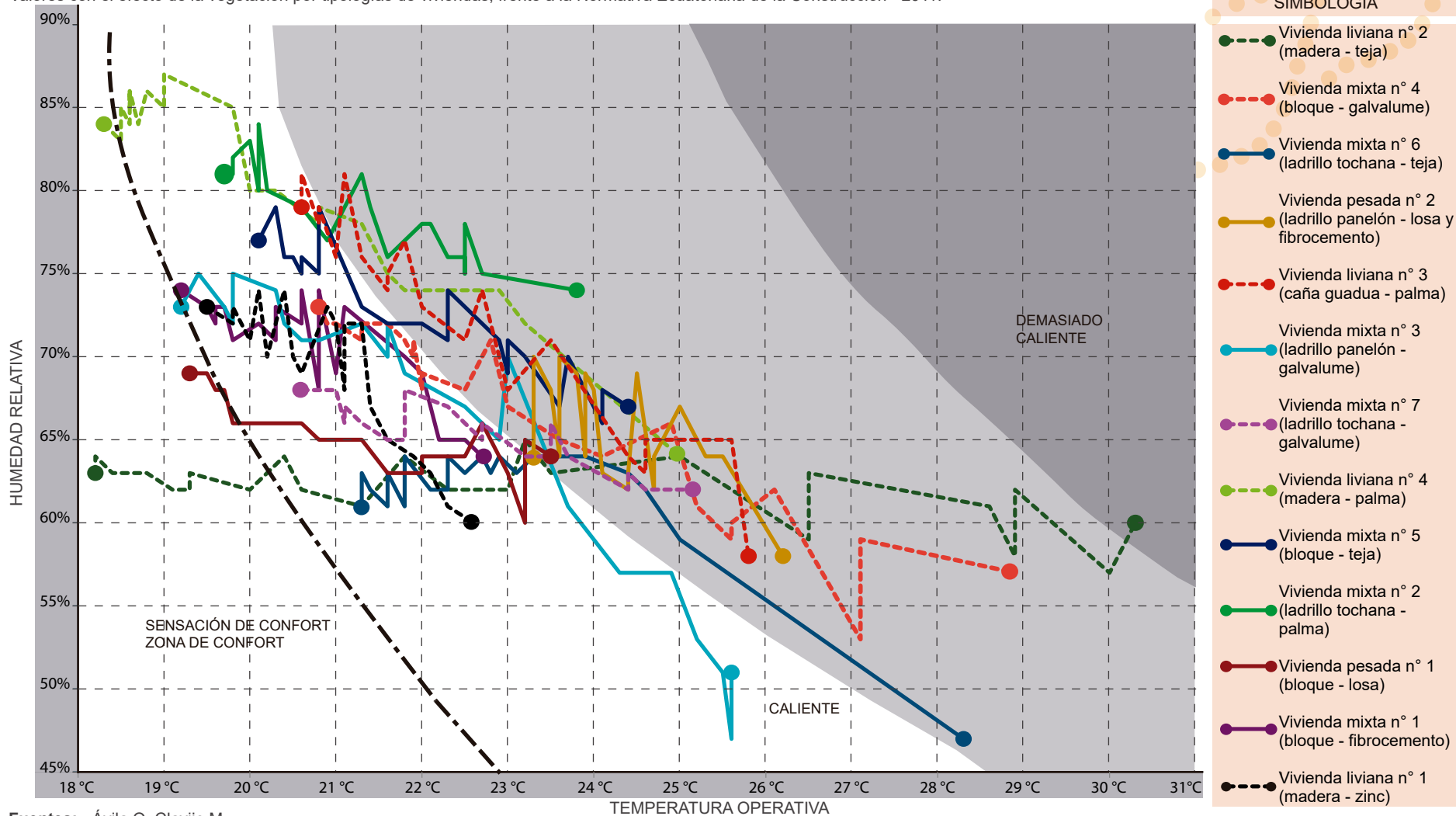
- Comité ejecutivo de la norma ecuatoriana de la construcción (2011), Eficiencia energética en la construcción en Ecuador. En *Normativa ecuatoriana de la construcción NEC -2011* (cap 13). Recuperado el 3 de febrero del 2017, de <https://inmobiliariadja.com/nec-2011/>

Elaboración: -Ávila O.



GRÁFICO N° 3.30

Valores con el efecto de la vegetación por tipologías de viviendas, frente a la Normativa Ecuatoriana de la Construcción - 2011.



Fuentes: - Ávila O, Clavijo M.

- Comité ejecutivo de la norma ecuatoriana de la construcción (2011), Eficiencia energética en la construcción en Ecuador. En *Normativa ecuatoriana de la construcción NEC -2011* (cap 13).

Recuperado el 3 de febrero del 2017, de <https://inmobiliariadja.com/nec-2011/>

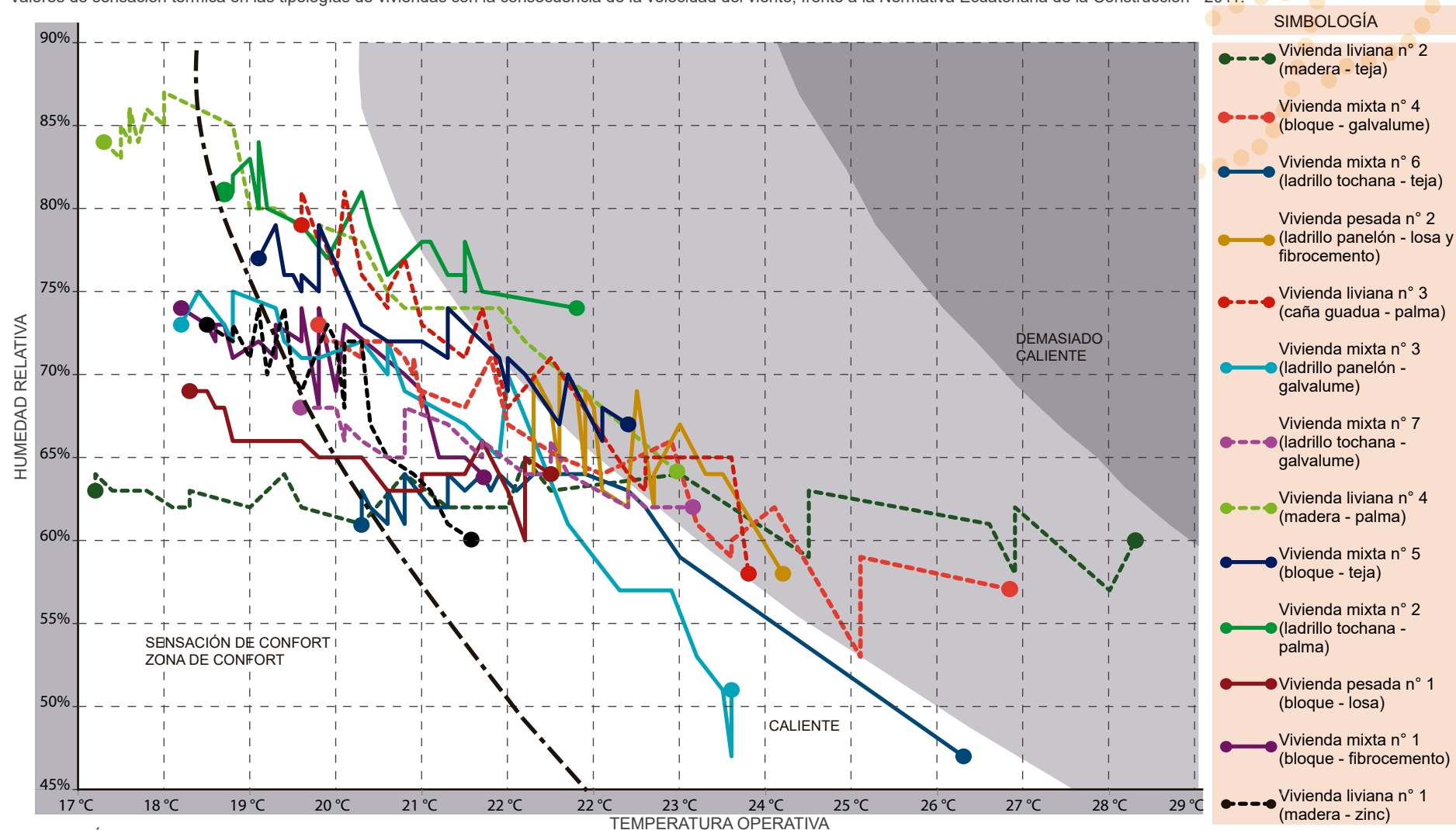
- Guimarães M. (2008). *Confort Térmico y Tipología Arquitectónica en Clima Cálido-Húmedo, Análisis térmico de la cubierta ventilada*. Tesis de maestría no publicada. Universidad Politécnica de Cataluña. Barcelona, España.

Elaboración: -Ávila O.



GRÁFICO N° 3.31

Valores de sensación térmica en las tipologías de viviendas con la consecuencia de la velocidad del viento, frente a la Normativa Ecuatoriana de la Construcción - 2011.



Fuentes: - Ávila O, Clavijo M.

- Comité ejecutivo de la norma ecuatoriana de la construcción (2011). Eficiencia energética en la construcción en Ecuador. En *Normativa ecuatoriana de la construcción NEC -2011* (cap 13). Recuperado el 3 de febrero del 2017, de <https://inmobiliariadja.com/nec-2011/>

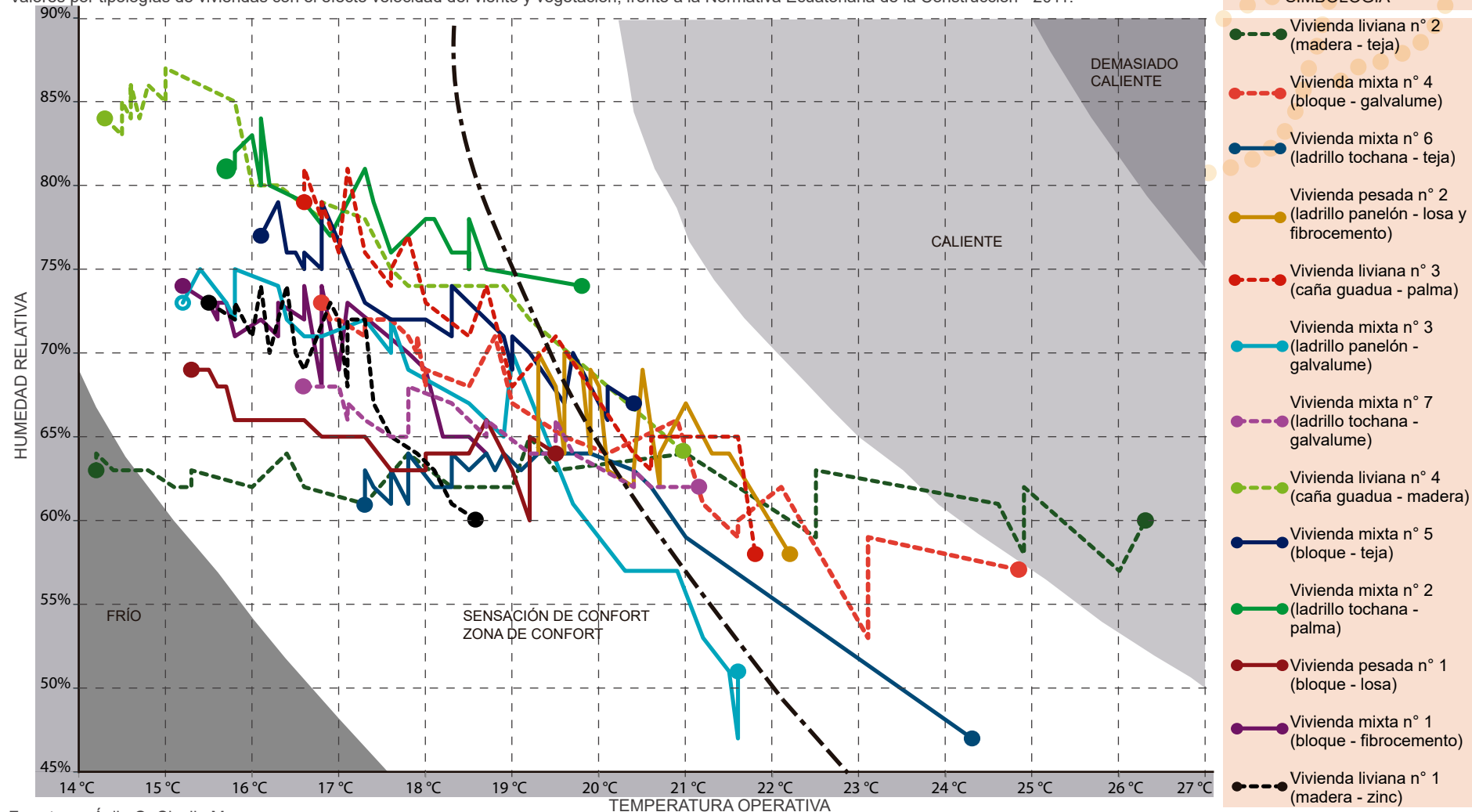
- Gandemer, J. (2015). La ventilación natural en la práctica: Llamado sobre la ventilación. Francia: IAT editorial on line.

Elaboración: -Ávila O.



GRÁFICO N° 3.32

Valores por tipologías de viviendas con el efecto velocidad del viento y vegetación, frente a la Normativa Ecuatoriana de la Construcción - 2011.



Fuentes: - Ávila O, Clavijo M.

- Comité ejecutivo de la norma ecuatoriana de la construcción (2011), Eficiencia energética en la construcción en Ecuador. En *Normativa ecuatoriana de la construcción NEC -2011* (cap 13).

Recuperado el 3 de febrero del 2017, de <https://inmobiliariadja.com/nec-2011/>

- Gandemer, J. (2015). La ventilación natural en la práctica: Llamado sobre la ventilación. Francia: IAT editorial on line.

- Guimarães M. (2008). *Confort Térmico y Tipología Arquitectónica en Clima Cálido-Húmedo, Análisis térmico de la cubierta ventilada*. Tesis de maestría no publicada. Universidad Politécnica de Cataluña. Barcelona, España.

Elaboración: -Ávila O.



TABLA N° 3.42

Escala de Ashrae (sensación térmica en la mañana), en las varias tipologías de viviendas.

	Frío (-3)	Fresco (-2)	Ligeramente fresco (-1)	Neutral Normal (0)	Ligeramente caliente (+1)	Cálido (+2)	Caliente (+3)
Vivienda liviana n° 3 (caña guadua-palma)				0			
Vivienda liviana n° 4 (madera-palma)				0			
Vivienda mixta n° 2 (ladrillo tochana -palma)				0			
Vivienda mixta n° 4 (bloque - galvalume)				0			
Vivienda mixta n° 5 (bloque - teja)				0			
Vivienda mixta n° 6 (ladrillo tochana - teja)				0			
Vivienda pesada n° 1 (bloque - losa de hormigón)				0			
Vivienda mixta n° 3 (ladrillo panelón - galvalume)					+1		
Vivienda liviana n° 1 (madera - zinc)						+2	
Vivienda mixta n° 1 (bloque - fibrocemento)						+2	
Vivienda mixta n° 7 (ladrillo tochana - zinc)						+2	
Vivienda mixta n° 8 (ladrillo panelón - fibrocemento)						+2	
Vivienda liviana n° 2 (madera - teja)							+3

Fuente:

- Ávila O, Clavijo M.

- Changqing, T. (2015). *Investigación sobre el sistema de calefacción de alta eficiencia para las viviendas residenciales ubicadas en la zona alta de la sierra ecuatoriana*. Cuenca, Ecuador: [s.n]

Elaboración:

-Ávila O

3.2 SENSACIÓN TÉRMICA SEGÚN LA ESCALA DE ASHRAE

La sensación térmica varía conforme el usuario encuestado, pero da una noción del comportamiento térmico de la vivienda; donde la misma varía según el horario, sea en la mañana o noche, por lo que se subdivide para establecer un orden del comportamiento en estas dos fases.

3.2.1 SENSACIÓN TÉRMICA DURANTE LA OCUPACIÓN DIURNA DE LAS VIVIENDAS

En la tabla n° 3.42 se muestra el orden de las viviendas, desde la más favorable hasta la de mayor disconformidad; basada en la Escala de Ashrae, que se manifiesta como mejor, según se acerque a neutral; en el cual siete viviendas están en conformidad de sus habitantes, en las horas diurnas de ocupación de los espacios; las viviendas son: liviana n° 3 (caña guadua - palma), liviana n° 4 (madera - palma), mixta n° 2 (ladrillo tochana - palma), mixta n° 4 (bloque - galvalume), mixta n° 5 (bloque - teja), mixta n°6 (ladrillo tochana - teja) y pesada n° 1 (bloque - losa de hormigón); y la máxima disconformidad presente en la vivienda liviana n° 2 (madera - teja), los resultados de las encuestas son independientes del tipo de viviendas sean livianas, mixtas o pesadas. (Changqing T, 2015).



TABLA N° 3.43

Escala de Ashrae (sensación térmica en la noche), en las varias tipologías de viviendas.

	Frío (-3)	Fresco (-2)	Ligeramente fresco (-1)	Neutral Normal (0)	Ligeramente caliente (+1)	Cálido (+2)	Caliente (+3)
Vivienda liviana n° 2 (madera - teja)				0			
Vivienda liviana n° 3 (caña guadua-palma)				0			
Vivienda liviana n° 1 (madera - zinc)			-1				
Vivienda liviana n° 4 (madera-palma)			-1				
Vivienda mixta n° 6 (ladrillo tochana - teja)					+2		
Vivienda mixta n° 1 (bloque - fibrocemento)		-2					
Vivienda mixta n° 2 (ladrillo tochana - palma)		-2					
Vivienda mixta n° 3 (ladrilla panelón - galvalume)		-2					
Vivienda mixta n° 4 (bloque - galvalume)		-2					
Vivienda mixta n° 7 (ladrillo tochana - zinc)		-2					
Vivienda mixta n° 8 (ladrillo panelón - fibrocemento)		-2					
Vivienda mixta n° 5 (bloque - teja)	-3						
Vivienda pesada n° 1 (bloque - losa de hormigón)							+3

Fuente:

- Ávila O, Clavijo M.
- Changqing, T. (2015). *Investigación sobre el sistema de calefacción de alta eficiencia para las viviendas residenciales ubicadas en la zona alta de la sierra ecuatoriana*. Cuenca, Ecuador: [s.n]

Elaboración:

-Ávila O

3.2.2 SENSACIÓN TÉRMICA DURANTE LA OCUPACIÓN NOCTURNA DE LAS VIVIENDAS

Las dos viviendas de tipología liviana, son las únicas en las que los habitantes están conformes con el clima interno mientras descansan u ocupan, la vivienda liviana n° 2 (madera - teja) y vivienda liviana n° 3 (caña guadua - palma); luego las viviendas: liviana n° 1 (madera - zinc) y la liviana n° 4 (madera - palma), con una respuesta de sensación térmica ligeramente fresca; por tanto las viviendas de tipología liviana son las que mejor conformidad dan a sus usuarios mientras descansan; y la de peor comportamiento térmico es la vivienda pesada n° 1 (bloque - losa de hormigón) la cual manifiesta ser caliente según sus propietarios. (Ver tabla n° 3.43). (Changqing T, 2015).

3.2.3 SENSACIÓN TÉRMICA EN GENERAL DE LAS VIVIENDAS

Se presenta una vivienda de tipología liviana, en la cual sus usuarios expresan un estado neutral durante las 24 horas del día, la liviana n° 3 (caña guadua - palma); mientras que las viviendas livianas n°1 (madera - zinc) y liviana n°2 (madera - teja), producen microclimas diurnos buenos y en la noche todo lo contrario. (Ver tablas n° 3.42 y 3.43). (Changqing T, 2015).



3.3 CONFORMIDAD TÉRMICA SEGÚN LA ROCHE Y MACHADO (1999)

El método aplicado por los autores, es de gran influencia en cuanto a confort térmico; el estudio realizado se enfocó, en una ciudad de características muy similares a la parroquia Huambi, ambos sectores, tanto la ciudad de Maracaibo Venezuela y el lugar de estudio actual, son lugares cálidos y húmedos.

Situación climática en el lugar por La Roche y Machado (1999)

La temperatura promedio de bulbo seco es de 27,7 °C, máximo promedio y absoluto de 32,9 °C y 38,7 °C respectivamente, mínimo absoluto y promedio de 18°C y 24,7 °C; viento predominante desde el noreste; y humedad máxima promedio de 92 %, promedio de 76% y mínimo promedio de 54%. (p. 244).

Mientras que los resultados obtenidos, más información secundaria de la parroquia son: temperatura promedio de 22,5 °C, temperatura máxima y mínima de 35,6 y 17 °C; los vientos que soplan en la dirección norte - este; humedad relativa promedio de 69%, máxima de 87% y mínima de 47% ; registrados en el periodo de monitoreo de las viviendas, los cuales son muy similares a las condiciones climáticas de Maracaibo. (PDOT GAD Sucúa, 2015).

“Al poner en evidencia los valores internos y externos, donde los valores positivos indican un peor comportamiento (temperatura interior > temperatura exterior) y los valores negativos (temperatura interior < temperatura exterior) indican un mejor comportamiento”. (La Roche P y Machado M, 1999, p. 246).

Más adelante se presentan los resultados para entender lo que sucede en cada una de las viviendas.

3.3.1 RESULTADOS DE VIVIENDAS LIVIANAS ANTE LO PLANTEADO POR LA ROCHE Y MACHADO (1999)

El uso de materiales livianos en la cubierta, la madera, caña guadua, palma y teja; el zinc cubre un 75%, la teja un 15% y apenas un 3% con palma; en las paredes un 63,35% con madera y el 0,60% con caña guadua. (Instituto nacional de estadísticas y censos, 2010).

Según Valencio R, Montúfar R, Navarrete H y Balslev H (2013):

Las palmas usadas por pueblos amazónicos para cubrir los techos: hojas de chaapi (Attalea butyracea), uksha o cufaje (Geonoma macrostachys), kampanak o palma de wayuri (pholidostachys synanthera) y shishije o yarina (Phytelephas tenuicaulis); la palma de fibra (Aphandra natalia), pambil (Iriarte deltoidea) y tagua (phytelephas aequatorialis). (p. 20). (Ver fotografías n°3.14; 3.15; 3.16 y 3.17).



FOTOGRAFÍA N° 3.14
Palma de wayuri o kambanak



Fuente: Valencia, R; Montúfar, R; Navarrete, H y Balslev, H. (2013). *Palmas ecuatorianas: biología y uso sostenible*. (1 ra. ed.). Quito, Ecuador: Imprenta Mariscal.

FOTOGRAFÍA N° 3.15
Arbusto de palma de tagua o fibra.



Fuente: *La tagua - El marfil vegetal*. (2010). Recuperado el 18 de noviembre de 2017, de: http://bera-arte.blogspot.com/2010/06/blog-post_18.html

FOTOGRAFÍA N° 3.16
Palma de pambil.



Fuente: *Iriartea Gigantea 3 nasiona*. (s.f). Recuperado el 18 de noviembre de 2017, de: <http://www.oleander.pl/nasiona-palmy-paprocie/837-iriartea-gigantea-nasiona.html>

FOTOGRAFÍA N° 3.17
Paja toquilla.



Fuente: *Una fiesta especial que une a la Amazonía de Ecuador*. (2015). Recuperado el 18 de noviembre de 2017, de: <https://lahora.com.ec/noticia/1101866807/una-fiesta-especial--que-une-a-la-amazonc3ada-de-ecuador>

La información de la temperatura del aire externo mientras se monitoreaban las cuatro viviendas de tipología liviana varía en demasía, como se observa en el gráfico n° 3.33; el día de mayor temperatura fue mientras se estudiaba la vivienda de madera y teja que alcanza una temperatura máxima de 35,6 °C y una mínima de 17,6 °C; después por la vivienda de madera y palma con una temperatura mayor y menor de 28 y 19,5 °C; seguida por la vivienda tradicional shuar de caña guadua y palma, con una máxima y mínima de 27,6 °C y 20,3 °C; y finalmente la máxima y mínima del día de monitoreo de la vivienda de madera y zinc de 22,7 °C y 19,5 °C.

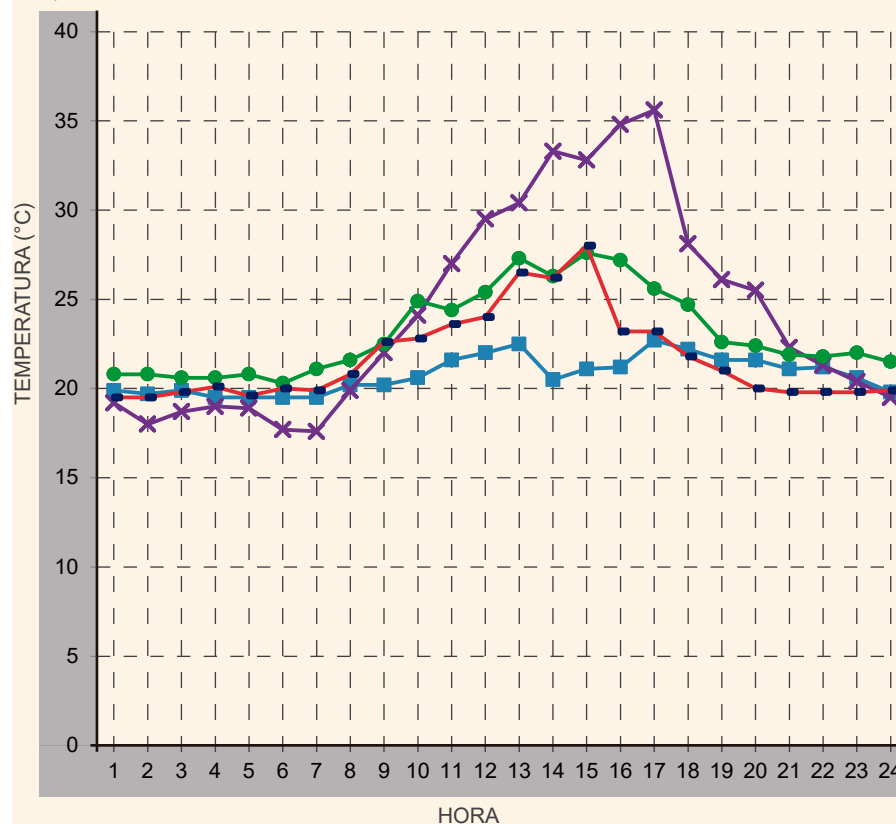
El orden de las temperaturas internas alcanzadas varía de la siguiente manera, la vivienda de madera y teja con una máxima y mínima de 33,3 °C y 21,2 °C; luego la de caña guadua y palma con 28,8 y 23,6 °C; después la vivienda de madera y zinc con 25,6 y 22,8 °C; por último y con mejores temperaturas máxima y mínima de 20,8 y 19,5 °C. (Ver gráfico n° 3.34).

Por lo cual se analiza la diferencia, ya que el resultado es independiente del día en que se realice el monitoreo, el cual sea más cálido o menos, mientras que la capacidad de la vivienda de restituir el calor no varíe; e inclusive teniendo temperaturas interiores con mucha diferencia respecto a la exterior.



GRÁFICO N° 3.33

Temperatura interior durante el monitoreo de las viviendas livianas.



SIMBOLOGÍA

- Vivienda liviana n° 1 (madera - zinc) Temperatura exterior
- ×— Vivienda liviana n° 2 (madera - teja) Temperatura exterior
- Vivienda liviana n° 3 (caña guadua - palma) Temperatura exterior
- Vivienda liviana n° 4 (madera - palma) Temperatura exterior

Fuente:

- Ávila O, Clavijo M.

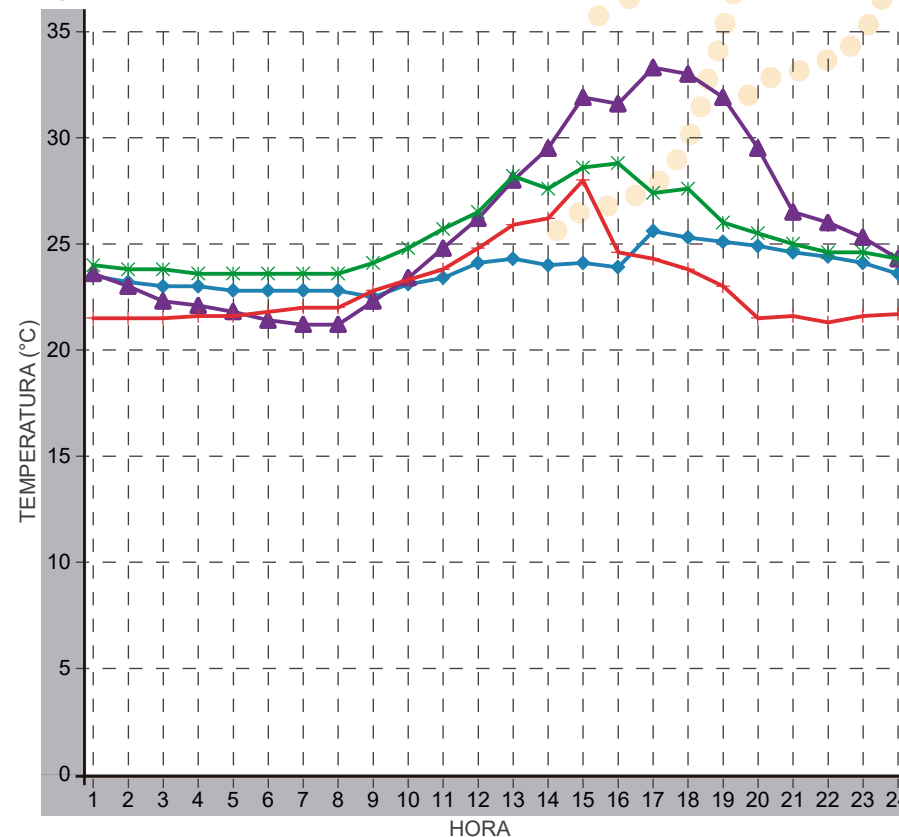
- La Roche P, Machado M (1999). Materiales de construcción adecuados para regiones de clima cálido. *Información tecnológica*, 10 (1), 243-250.

Elaboración:

-Ávila O

GRÁFICO N° 3.34

Temperatura exterior durante el monitoreo de las viviendas livianas.



SIMBOLOGÍA

- ◆— Vivienda liviana n° 1 (madera - zinc) Temperatura interior
- ▲— Vivienda liviana n° 2 (madera - teja) Temperatura interior
- *— Vivienda liviana n° 3 (caña guadua - palma) Temperatura interior
- +— Vivienda liviana n° 4 (madera - palma) Temperatura interior

Fuente:

- Ávila O, Clavijo M.

- La Roche P, Machado M (1999). Materiales de construcción adecuados para regiones de clima cálido. *Información tecnológica*, 10 (1), 243-250.

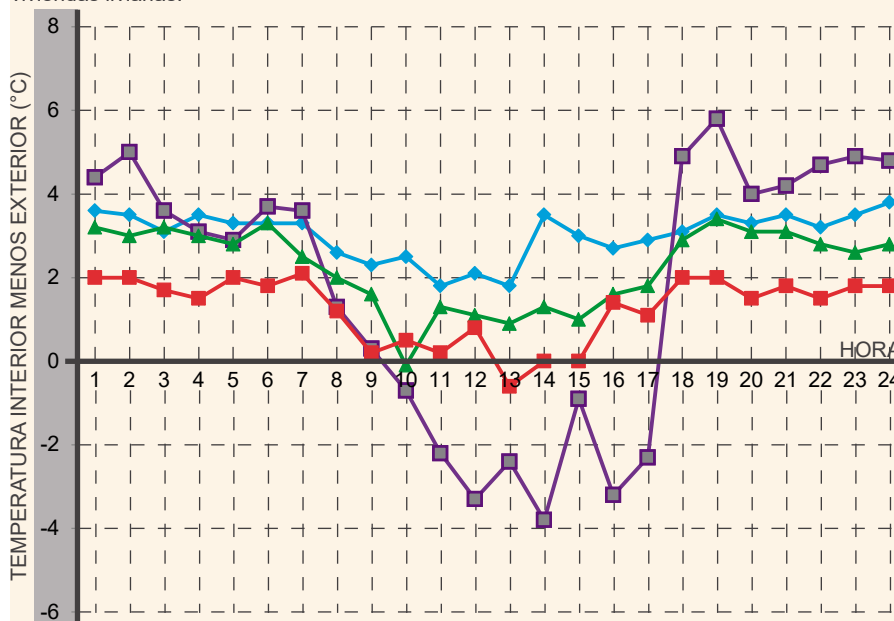
Elaboración:

-Ávila O



GRÁFICO N° 3.35

Diferencia de temperaturas interiores menos las exteriores durante el monitoreo de las viviendas livianas.



SIMBOLOGÍA

- Vivienda liviana n° 1 (madera - zinc)
- Vivienda liviana n° 2 (madera - teja)
- ▲— Vivienda liviana n° 3 (caña guadua - palma)
- Vivienda liviana n° 4 (madera - palma)

ORDEN DE MEJOR A PEOR COMPORTAMIENTO TÉRMICO

Vivienda liviana n° 4 (madera - palma)	2,1 °C
Vivienda liviana n° 3 (caña guadua - palma)	3,4 °C
Vivienda liviana n° 1 (madera - zinc)	3,8 °C
Vivienda liviana n° 2 (madera - teja)	5,8 °C

Fuente:

- Ávila O, Clavijo M.

- La Roche P, Machado M (1999). Materiales de construcción adecuados para regiones de clima cálido. *Información tecnológica*, 10 (1), 243-250.

Elaboración:

-Ávila O

A) Enfoque general

Las máximas temperaturas en las viviendas se registraron a las 5 pm tanto en la vivienda liviana n° 1 y 2, a las 4 pm en la vivienda n°3 y a las 3 pm en la vivienda liviana n°4; al juntar las diferencias entre las temperaturas internas menos las externas, de la cuatro tipologías livianas, resulta que la vivienda liviana n° 2, logra una mayor diferencia, tanto positiva como negativa, con 5,8 °C y -3,8 °C, resultando ser la vivienda con peor y mejor comportamiento térmico. (Ver gráfico n° 3.35). (La Roche P y Machado M, 1999).

En segundo lugar con un proceder inapropiado, la vivienda liviana n° 1 con 3,8°C, donde es la única de esta tipología que no alcanza valores negativos; en el tercer puesto negativo como positivo la liviana n°3 con 3,4 °C y una negativa de -0,1 °C a las 10 am. (Ver gráfico n° 3.35). (La Roche P y Machado M, 1999).

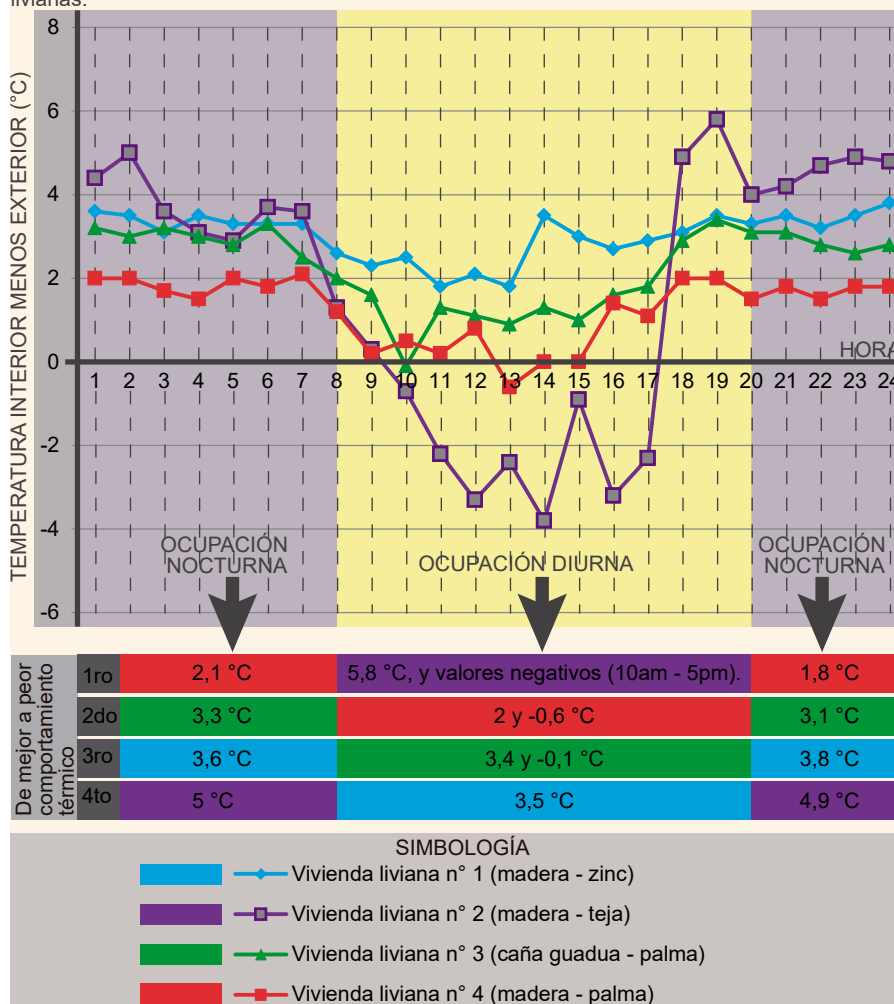
El primer lugar con una bondadosa función, la liviana n°4 con una positiva y negativa máxima de 2,1 °C muy constante, y -0,6 °C a la 1 pm. (Ver gráfico n° 3.35). (La Roche P y Machado M, 1999).

Ya que por horarios las temperaturas internas son buenas y otras muy malas en una misma vivienda, se analiza los resultados según el uso diurno y nocturno, para notar que tan apto es construir todos los espacios de la misma tipología. (La Roche P y Machado M, 1999).



GRÁFICA N° 3.36

Diferencias de temperaturas internas menos externas ante horas de ocupación en viviendas livianas.



Fuente:

- Ávila O, Clavijo M.

- La Roche P, Machado M (1999). Materiales de construcción adecuados para regiones de clima cálido. *Información tecnológica*, 10 (1), 243-250.

Elaboración:

-Ávila O

B) Enfoque diurno y nocturno

El diurno de 8 am a 8 pm; y el nocturno desde las 8 pm a 8 am, que usualmente son las horas de descanso. (Ver gráfico n° 3.36).

La notable diferencia de la conducta térmica de la vivienda liviana n°2, con un pésimo comportamiento en la noche, pero lo contrario en el día, de 8 am a 5 pm, inclusive la temperatura interna es inferior a la externa, con ocho valores negativos y una máxima de -3,8 °C, a partir de las 5 pm se nota el cambio brusco y una alza significativa de un valor negativo a un positivo de -2,3 a 4,9 °C a las 6 pm, y una máxima diferencia a las 7 pm con 5,8 °C; lo que demuestra que este tipo de vivienda es adecuada solo para el uso diurno. (Ver gráfico n° 3.36).

En la noche la vivienda liviana n°4 de madera y palma, es la más recomendable con una máxima diferencia de 2,1 °C; se adapta tanto al día como a la noche, no se notan esos cambios severos, sino que las diferencias de temperaturas son similares; los valores tanto externos como internos son muy similares desde las 9 am a 3 pm, y de 2 a 3 pm la diferencia es de 0 °C. (Ver gráfico n° 3.36).

Después de la vivienda liviana n°4 está la liviana n°3, la vivienda tradicional shuar; en la tarde la diferencia es menor que en la noche; y al final la vivienda de madera y zinc, presenta una semejanza alta en las diferencias de las 24 horas. (Ver gráfico n° 3.36).



3.3.2 RESULTADOS DE VIVIENDAS MIXTAS ANTE LO PLANTEADO POR LA ROCHE Y MACHADO (1999)

Los monitoreos se realizaron en días de sol, pero existe una diferencia prominente entre las temperaturas alcanzadas; la temperatura máxima exterior registrada, mientras se investigaba la vivienda mixta n°4 de bloque y galvalume con 29,8 °C a la 1pm, y muy semejantes las temperaturas externas de las viviendas mixtas n° 5 y 6 con temperaturas externas de 29,7 °C a las 5 pm y 29,5 °C a las 2 pm en el mismo orden. (Ver gráfico n° 3.37).

Luego de estos tres días calurosos, se encuentran las grabadas por las viviendas mixtas n° 3, 7 y 8; con temperaturas externas máximas de 28,9 °C a las 3 pm; 27,8 a las 5 pm y 27,6 a las 3pm respectivamente. (Ver gráfico n° 3.37).

Los días más frescos, con temperaturas mayores externas apuntadas a la 1 pm por el sensor en las viviendas mixtas n° 2 y 1, con 26 °C y 22,8 °C; con una diferencia entre máximas temperaturas, entre el día más caluroso y más fresco de 7 °C; por ello al igual que las viviendas livianas, se examina la diferencia entre las temperaturas internas menos las exteriores, independientemente de que el día de monitoreo sea éste más caluroso o no, para conocer que vivienda manipula mejor los flujos de calor. (Ver gráfico n° 3.37).

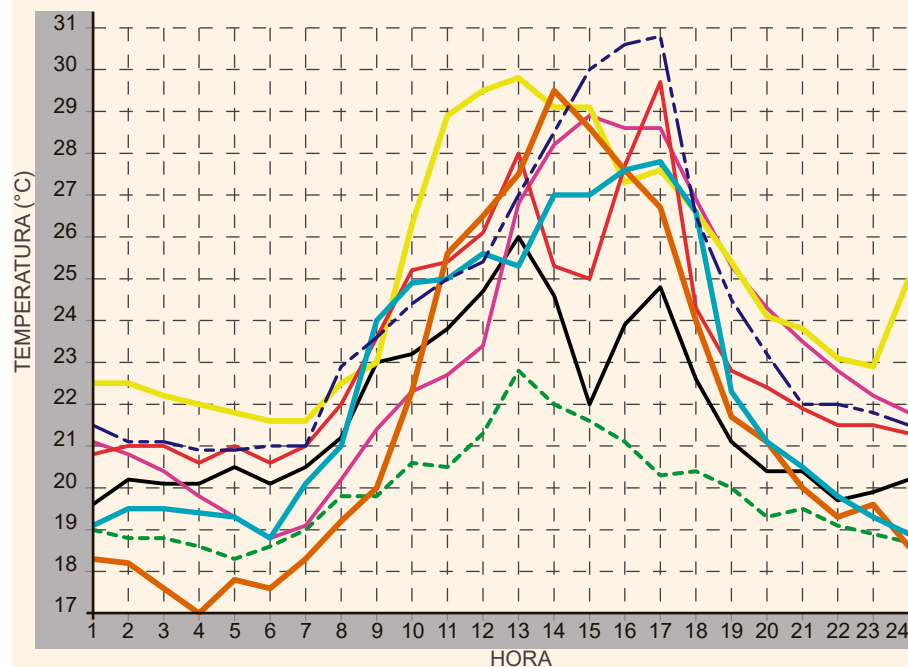
La vivienda más cálida, es la vivienda mixta n°4 de bloque y galvalume, con una máxima de temperatura interna de 31,9 °C a las 2 pm, una hora más tarde de la detectada afuera; la segunda más calurosa es la vivienda mixta n°6 de ladrillo tochana y teja con 31,3 °C a las 4 pm, a dos horas de la mayor extrínseca; en tercer lugar la vivienda mixta n° 8 de ladrillo panelón y fibrocemento con 28,8 °C a las 4pm, a una hora de la mayor temperatura del aire externo; en cuarto puesto está la vivienda mixta n° 3 de panelón y galvalume a las 4 y 5 pm se muestra una máxima de temperatura de 28,6 °C una hora más tarde de la mayor detectada fuera de la construcción; en quinto y sexto lugar las viviendas mixtas n° 7 (ladrillo tochana y zinc) y la mixta n° 5 (bloque y teja), con máximas registradas a las 6 pm y 1 pm, la primera una hora después y la segunda cuatro horas antes de la máxima del ambiente externo. (Ver gráfico n° 3.48).

Las viviendas mixtas que muestran menos valor en temperaturas internas son: la vivienda de ladrillo tochana y palma, la vivienda mixta n° 2 a las 2pm llega a una máxima de temperatura de 26,8 °C, una hora más tarde de la máxima externa; y la vivienda más fresca entre las de tipología mixta la de bloque y fibrocemento, con una temperatura a las 4 pm de 25,7 °C, tres horas más tarde de la máxima exógena. (Ver gráfico n° 3.48).



GRÁFICO N° 3.37

Temperatura exterior durante el monitoreo de las viviendas mixtas.



- SIMBOLOGÍA
- Vivienda mixta n° 1 (bloque y fibrocemento)
 - Vivienda mixta n° 2 (ladrillo tochana - palma)
 - Vivienda mixta n° 3 (ladrillo panelón - galvalume)
 - Vivienda mixta n° 4 (bloque - galvalume)
 - Vivienda mixta n° 5 (bloque - teja)
 - Vivienda mixta n° 6 (ladrillo tochana - teja)
 - Vivienda mixta n° 7 (ladrillo tochana - zinc)
 - - - Vivienda mixta n° 8 (ladrillo panelón - fibrocemento)

Fuente:

- Ávila O, Clavijo M.

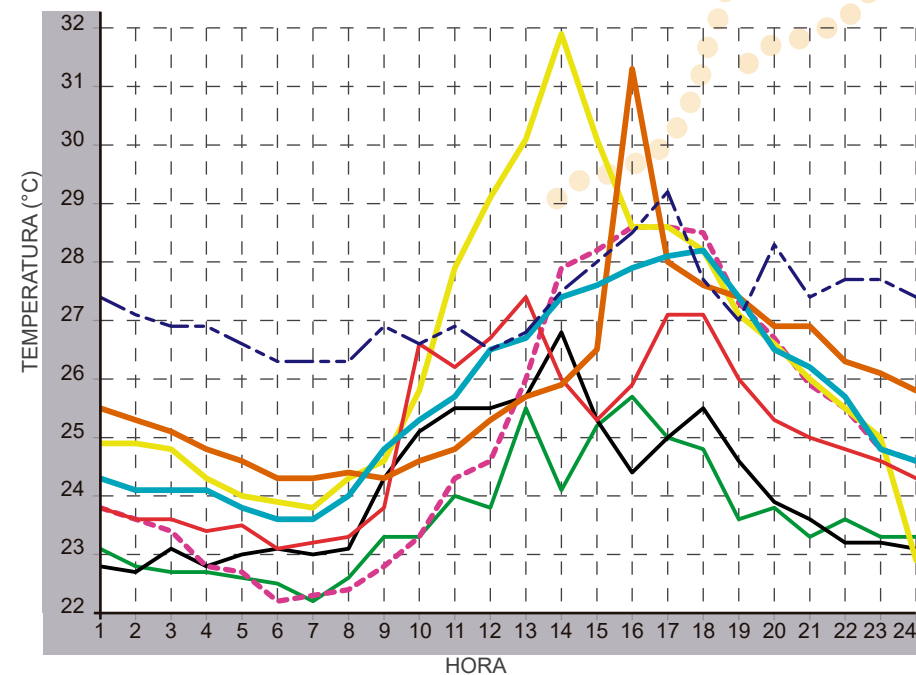
- La Roche P, Machado M (1999). Materiales de construcción adecuados para regiones de clima cálido. *Información tecnológica*, 10 (1), 243-250.

Elaboración:

-Ávila O

GRÁFICO N° 3.38

Temperatura interior durante el monitoreo de las viviendas mixtas.



- SIMBOLOGÍA
- Vivienda mixta n° 1 (bloque y fibrocemento)
 - Vivienda mixta n° 2 (ladrillo tochana - palma)
 - - - Vivienda mixta n° 3 (ladrillo panelón - galvalume)
 - Vivienda mixta n° 4 (bloque - galvalume)
 - Vivienda mixta n° 5 (bloque - teja)
 - Vivienda mixta n° 6 (ladrillo tochana - teja)
 - Vivienda mixta n° 7 (ladrillo tochana - zinc)
 - - - Vivienda mixta n° 8 (ladrillo panelón - fibrocemento)

Fuente:

- Ávila O, Clavijo M.

- La Roche P, Machado M (1999). Materiales de construcción adecuados para regiones de clima cálido. *Información tecnológica*, 10 (1), 243-250.

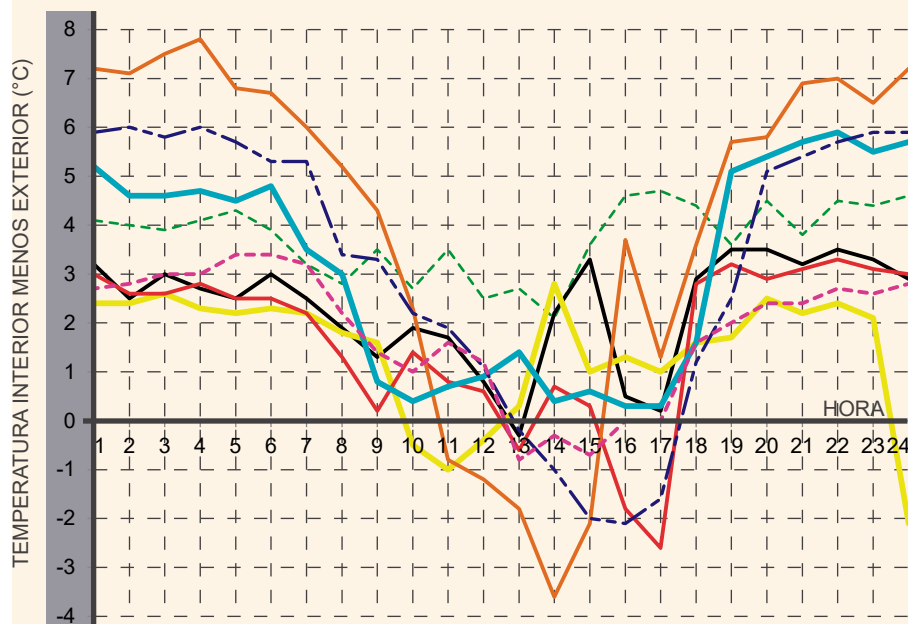
Elaboración:

-Ávila O



GRÁFICO N° 3.39

Diferencia de temperaturas internas menos externas, en viviendas mixtas.



SIMBOLOGÍA Y ORDEN DE MEJOR A PEOR COMPORTAMIENTO TÉRMICO

Vivienda mixta n° 4 (bloque - galvalume)	2,8 °C
Vivienda mixta n° 3 (ladrillo panelón - galvalume)	3,4 °C
Vivienda mixta n° 5 (bloque - teja)	3,3 °C
Vivienda mixta n° 2 (ladrillo tochara - palma)	3,5 °C
Vivienda mixta n° 1 (bloque y fibrocemento)	4,7 °C
Vivienda mixta n° 7 (ladrillo tochara - zinc)	5,9 °C
Vivienda mixta n° 8 (ladrillo panelón - fibrocemento)	6 °C
Vivienda mixta n° 6 (ladrillo tochara - teja)	7,8 °C

Fuente:

- Ávila O, Clavijo M.

- La Roche P, Machado M (1999). Materiales de construcción adecuados para regiones de clima cálido. *Información tecnológica*, 10 (1), 243-250.

Elaboración:

-Ávila O

A) Enfoque general

En el gráfico n° 3.39 se muestra el orden de mejor a peor comportamiento térmico; la vivienda que mejor se acomoda a las circunstancias es la mixta n°4 de bloque y galvalume; la superior diferencia de temperatura interna menos la externa es de 2,8 °C a las 2 pm, y 4 medidas negativas a las 10 am, 11 am, 12 am y 12 pm.

Con una diferencia de 7,8 °C, la vivienda mixta n°6 es la menos indicada, el microclima generado en los ambientes de la vivienda pasan a ser insoportables durante horas; a las 2 pm la temperatura tiene una máxima negativa de -3,6 °C y se mantiene negativa de 11 am a 3 pm; la mayor parte del tiempo, la vivienda produce inconformidad en quienes la habitan. (Ver gráfico n° 3.39).

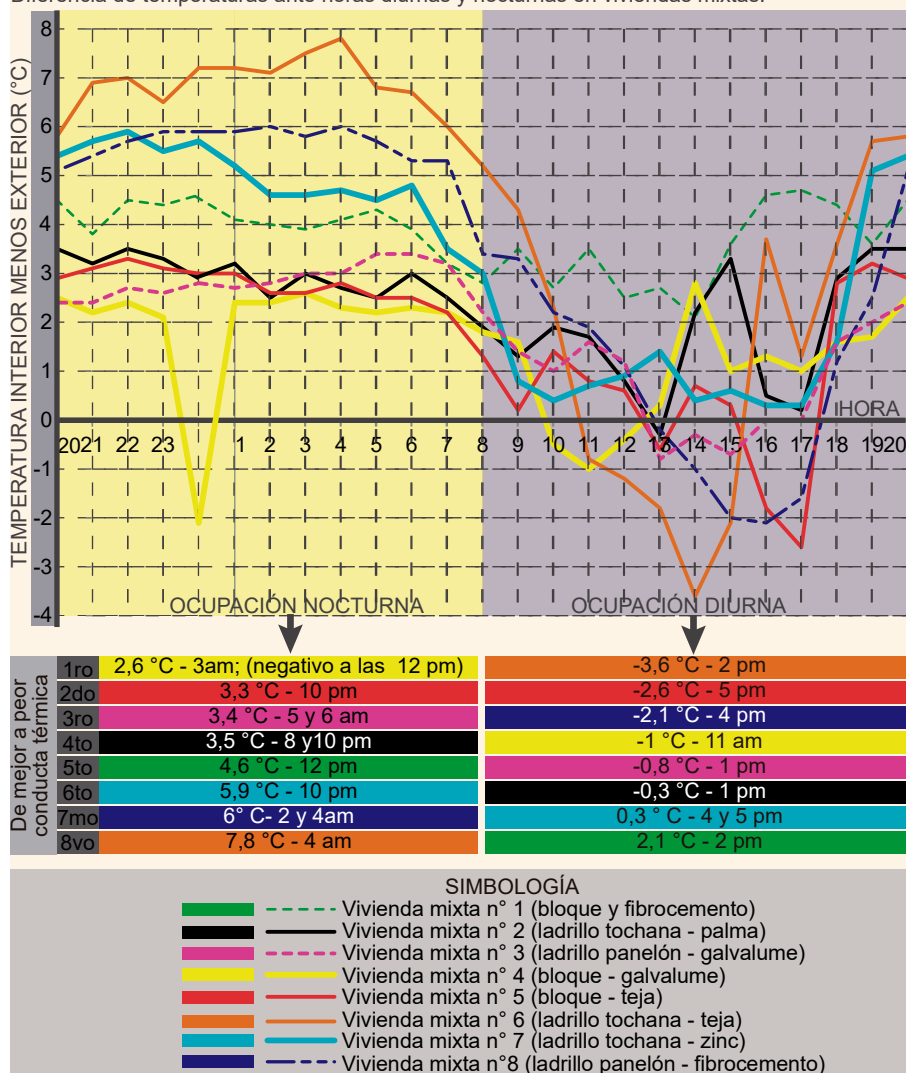
Las viviendas del tipo mixtas, a excepción de la mixta n°1, en lapsos cortos las diferencias son negativas en la tarde; en la mixta n° 6 y 8 en 5 registros de 11 am a 3 pm, y de 1 pm a 5 pm, respectivamente; la mixta n°3 y 1, de 1 pm a 3 pm y la segunda de 10 a 12 am. (Ver gráfico n° 3.39).

A diferencia de las viviendas livianas, las diferencias son más altas en la madrugada y en la noche; donde solo la mixta n°1 y 4 alcanzan mayores temperaturas en la tarde; a continuación se desglosa los datos según horas de uso diurno y nocturno. (Ver gráfico n° 3.39).



GRÁFICO N° 3.40

Diferencia de temperaturas ante horas diurnas y nocturnas en viviendas mixtas.



Fuente: - Ávila O, Clavijo M.

- La Roche P, Machado M (1999). Materiales de construcción adecuados para regiones de clima cálido. *Información tecnológica*, 10 (1), 243-250.

Elaboración: -Ávila O

B) Enfoque diurno y nocturno

La rudeza de las diferencias de temperaturas, de muy altas positivas a una negativa de 7,8 °C a -3,6 °C en la vivienda mixtas n°6 de ladrillo tochana y teja; esta tipología no es recomendable para el uso diurno pero si para el nocturno. (Ver gráfico n° 3.40).

En el gráfico n° 3.40, se aprecia la formación de las viviendas de la más aceptable a menos, diurno y nocturno; donde a medida que suben las diferencias en el día, peor es su comportamiento, y en la noche mientras mayor sea el valor negativo mejor comportamiento; por ello la vivienda mixta n°4 es apta para el día y la mixta n°6 para la noche. (Ver gráfico n° 3.40). (La Roche y Machado, 1999).

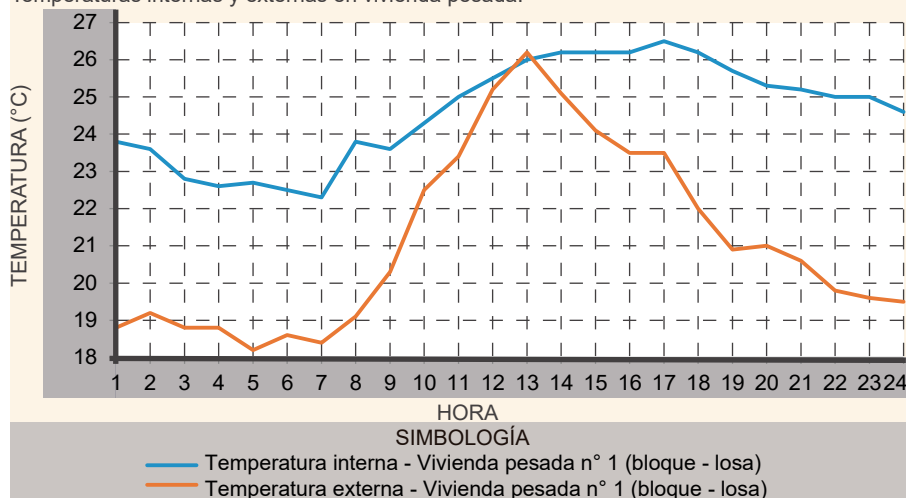
La vivienda mixta n°5, preserva el segundo puesto adecuado en el periodo completo de su estudio; la vivienda mixta n°1 pasa de ocupar del quinto puesto en el día al último en la noche con la mínima de 2,1 °C, la única que defiende una temperatura interna superior a la externa las 24 horas. (Ver gráfico n° 3.40).

Conforme los resultados, ésta tipología no es la preferible para la zona; las estadísticas del uso de los materiales en la envolvente es, en la cubierta: zinc 75%, teja 15%, fibrocemento 4%, palma 3%; y en paredes: bloque y ladrillo un 25,49%; donde sobresale la vivienda de bloque y zinc. (Instituto Nacional de Estadísticas y Censos, 2010).



GRÁFICO N° 3.41

Temperaturas internas y externas en vivienda pesada.

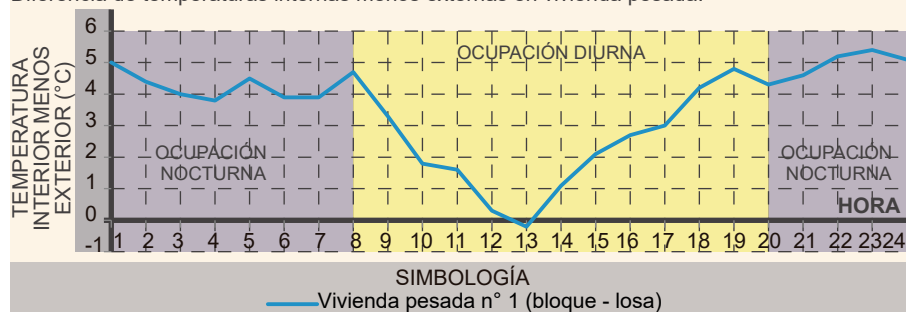


Fuente: - Ávila O, Clavijo M.

Elaboración: -Ávila O

GRÁFICO N° 3.42

Diferencia de temperaturas internas menos externas en vivienda pesada.



Valor máximo general

5,4 °C - 11 pm

Valor máximo diurno

4,8 °C - 7 pm; -0,2 °C - 1pm

Valor máximo nocturno

5,4 °C - 11 pm

Fuente: - Ávila O, Clavijo M.

- La Roche P, Machado M (1999). Materiales de construcción adecuados para regiones de clima cálido. *Información tecnológica*, 10 (1), 243-250.

Elaboración: -Ávila O

3.3.3 RESULTADO DE VIVIENDA PESADA ANTE LO PLANTADO POR LA ROCHE Y MACHADO (1999)

La máxima temperatura de la inspección del ambiente externo de la vivienda es de 26,1 °C a la 1pm, y la máxima interna de 26,5 °C a las 5 pm; con espacio entre las máximas de apenas 0,4 °C y la mayor interna registrada después de cuatro horas de la superior externa. (Ver gráfico n°3.41).

En general la máxima reconocida de las temperaturas internas menos las externas es de 5,4 a las 11 pm; un valor que denota que en las horas de descanso es cuando la vivienda llega a ser más calurosa. (Ver gráfico n°3.42).

En el día, la vivienda se enfría e incluso a la 1 pm llega a tener un valor negativo de -0,2 °C y una máxima de 4,8 °C a las 7 pm; mientras que, en el uso nocturno la temperatura es constantemente cálida con la máxima de 5,4 °C. (Ver gráfico n°3.42).

Esta tipología de vivienda, según el Instituto Nacional de Estadísticas y Censos (2010) es la menos común, con el uso de losas en las cubiertas de apenas el 3 %, en la parroquia de Huambi y el 25,49% repartido entre paredes de bloque y ladrillo.

A continuación se exhiben todas las tipologías para dominar y conocer las consecuencias térmicas de cada tipología.



3.3.4 RESULTADOS DE TODAS LAS TIPOLOGÍAS DE VIVIENDAS ANTE LO PLANTEADO POR LA ROCHE Y MACHADO (1999)

Al tratarse de una población en una zona muy cálida y altos rangos de humedad, lo preferencial es evitar el uso de materiales en la envolvente arquitectónica, que en su combinación con paredes exteriores y cubierta, generen una inercia térmica no conveniente y microclimas de inconformidad; en efecto, esto se puede verificar con los resultados obtenidos y se nota que, depende de la tipología de construcción, y el horario.

A) Enfoque general

Las dos viviendas de tipología liviana n°1 y 4, con diferencias más rectilíneas que los otros modelos, que pasan de un superior positivo a un máximo negativo; en la liviana n° 3 es un poco más pronunciada y en la n°4 es severa la curva diferencial. (Ver gráfico n° 3.43).

La vivienda mixta n°1 forma una gráfica que tiende a ser rectilínea, y es la única de su tipo, en ningún momento la temperatura interna se asemeja a la externa, en las demás existe una elocuente diferencia, de máxima positiva a una significativa negativa, en la cual también se incluye la vivienda de tipología pesada de bloque y losa. (Ver gráfico n° 3.43).

Al revisar las gráficas, la vivienda más conveniente es la liviana n°4 de madera y palma, la gracia de sus materiales, una cubierta que permite la fluidez del aire y la regeneración del aire interno por aire fresco; mientras que la vivienda mixta n°6 de ladrillo tochana y teja es tremendamente calurosa, al superar a la temperatura externa con 7,8 °C y una diferencia de la temperatura máxima y mínima en la temperatura interior de 7°C. (Ver gráfico n°3.43).

Cabe recalcar, que según los usuarios de la tipología de vivienda n°4, éste tipo de vivienda es muy confortable, respondiendo que en la mañana están en confort y en la noche se acercan mucho a un estado predilecto.

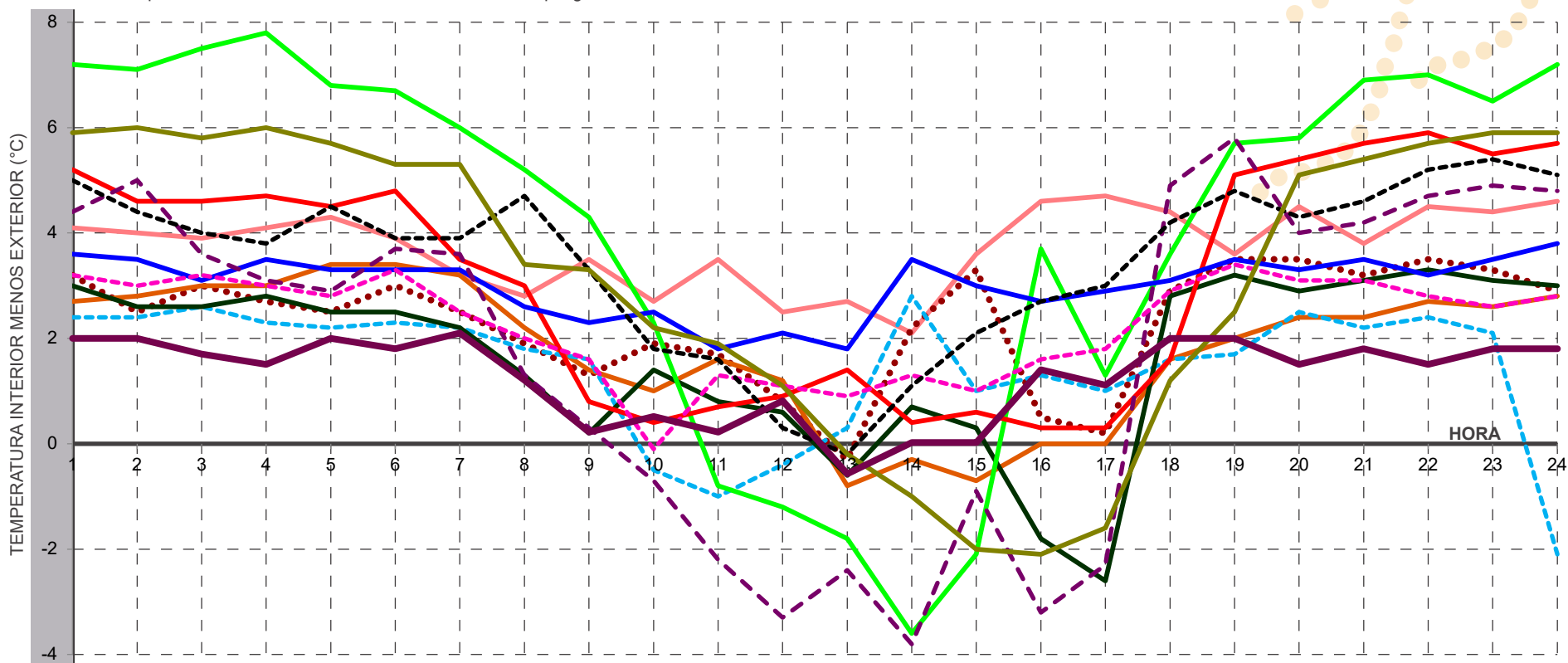
Las cuatro viviendas menos favorables, con altas diferenciales que las hacen las peores para la zona, si el inmueble es de un solo tipo y son; vivienda liviana n°2 de madera y teja, vivienda mixta n°7 de ladrillo tochana y zinc, vivienda mixta n°8 de ladrillo tochana y fibrocemento y finalmente la vivienda mixta n°6 de ladrillo tochana y teja. (Ver gráfico n°3.43).

La mayoría de las viviendas de tipo liviana alcanzan sus máximas temperaturas en la tarde, las mixtas y pesada en la noche, lo cual implica pensar en el hecho de la construcción mixta, es decir, una combinación de las tipologías según los espacios y su horario de uso.



GRÁFICO N° 3.43

Diferencia de temperaturas internas menos externas desde un enfoque general



SIMBOLOGÍA Y CLASIFICACIÓN DE VIVIENDA MÁS ADECUADA A PEOR PARA EL CLIMA DE HUAMBI

1ro	vivienda liviana n° 4 (madera - palma)	2,1 °C - 7 am	8vo	Vivienda mixta n° 1 (bloque y fibrocemento)	4,7 °C - 5 pm
2do	Vivienda mixta n° 4 (bloque - galvalume)	2,8 °C - 2 pm	9no	Vivienda pesada n° 1 (bloque - losa)	5,4 °C - 11 pm
3ro	Vivienda mixta n° 5 (bloque - teja)	3,3 °C - 10 pm	10mo	Vivienda liviana n° 2 (madera - teja)	5,8 °C - 7 pm
4to	Vivienda liviana n° 3 (caña guadua - palma)	3,4 °C - 7 pm	11vo	Vivienda mixta n° 7 (ladrillo tochana - zinc)	5,9 °C - 10 pm
5to	Vivienda mixta n° 3 (ladrillo panelón - galvalume)	3,4 °C - 5 y 6 am	12vo	Vivienda mixta n° 8 (ladrillo panelón y fibrocemento)	6 °C - 2 am y 4 am
6to	Vivienda mixta n° 2 (ladrillo tochana - palma)	3,5 °C - 7 pm, 8 pm y 10 pm	13vo	Vivienda mixta n° 6 (ladrillo tochana - teja)	7,8 °C - 4 am
7mo	Vivienda liviana n° 1 (madera - zinc)	3,8 °C - 12 pm			

Fuente: - Ávila O, Clavijo M.

- La Roche P, Machado M (1999). Materiales de construcción adecuados para regiones de clima cálido. *Información tecnológica*, 10 (1), 243-250.

Elaboración: -Ávila O



B) Enfoque nocturno

En el gráfico n° 3.44, se encuadran los valores de temperatura interna menos la externa, para comprender su reacción a las inclemencias climáticas de la parroquia de Huambi en el horario nocturno.

Solo la vivienda mixta n°4, logra temperaturas internas inferiores a las externas, en un corto tiempo; todas las demás presentan temperaturas superiores a las del ambiente exterior.

En este caso se establece que, mientras menor sea el valor máximo de temperatura interior mejor comportamiento térmico, por ello la vivienda liviana n°4 de madera y palma, es la que sobresale; y luego la vivienda mixta n°4 de bloque y galvalume. (Ver gráfico n° 3.44).

Luego se ubican las cuatro viviendas que se comportan con similitud, las cuales son: mixta n°5 de bloque y teja con 3,3 °C, liviana n°3 la tradicional shuar con 3,4 °C al igual que mixta n°3 de ladrillo panelón y galvalume, y la mixta n° 2 de ladrillo tochana y palma; y una quinta con muy poca diferencia con 3,8 °C. (Ver gráfico n° 3.44).

Las viviendas con una pésima actitud térmica en la noche son: la mixta n°6 de ladrillo tochana y teja; después la de ladrillo panelón y fibrocemento, la mixta n°8; y la de ladrillo tochana y zinc, la mixta n°7; como las menos aplicables en la noche; además de la vivienda liviana n°2 de madera y teja. (Ver gráfico n° 3.44).

C) Enfoque diurno

En el gráfico n°3.45, se muestran las viviendas de la más apta a la menos apta en el horario diurno; el éxito en este horario, es que las temperaturas internas sean semejantes a las externas, y mientras mayor sea el valor negativo producto de sus diferencias, mejor se comporta en un ambiente cálido y húmedo, como el de la parroquia de Huambi. (La Roche y Machado, 1999).

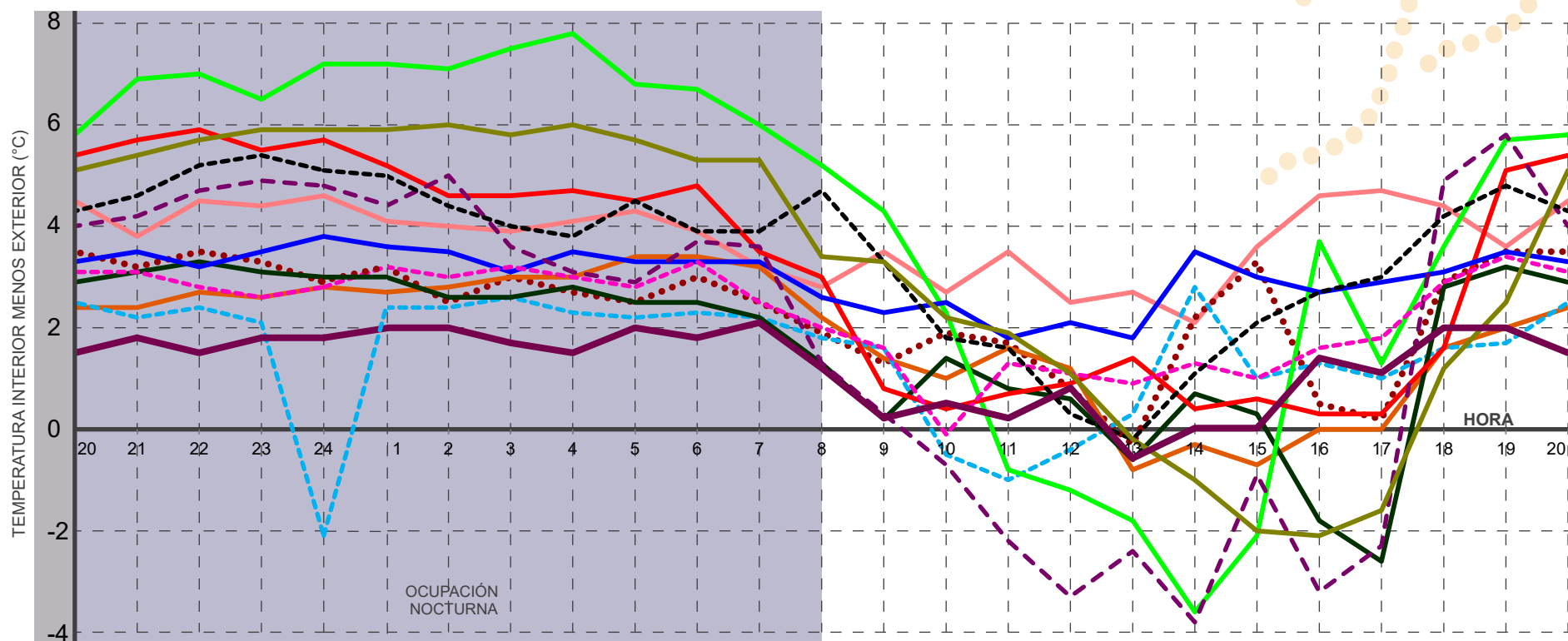
La vivienda con un mejor comportamiento durante el día, es la liviana n°2 de madera y teja, con una temperatura más fresca, en comparación con las otras de 10 am a 5 pm, por un periodo más amplio; luego la mixta n°6 de ladrillo tochana y teja con una mejor temperatura de 11 am a 3 pm; y en tercer lugar como aptas para el día, la mixta n°5 de bloque y teja, y el cuarto la mixta n°8 de ladrillo panelón y fibrocemento con una temperatura más ligera de 1pm a 5pm. (Ver gráfico n° 3.45).

Siguiéndole se encuentra, la vivienda mixta n°3 de ladrillo panelón y galvalume, con temperaturas internas muy cercanas de las exteriores; y la liviana n°4 de madera y palma, con valores de temperaturas internas y externas muy similares e iguales de 2 a 3 pm; la menos apta para el día es la mixta n°1 de bloque y fibrocemento, con una mínima diferencia de 2,1 °C. (Ver gráfico n° 3.45).



GRÁFICO N° 3.44

Diferencias de temperaturas internas menos externas, en un enfoque desde el uso diurno de las viviendas en la parroquia de Huambi



SIMBOLOGÍA Y CLASIFICACIÓN DE LAS VIVIENDA, DE LA MÁS ADECUADA A MENOS FAVORABLE, EN EL HORARIO NOCTURNO

1ro	— vivienda liviana n° 4 (madera - palma)	2,1 °C - 7 am	8vo	— Vivienda mixta n° 1 (bloque y fibrocemento)	4,6°C - 12 pm; 4,7 °C - 5 pm
2do	- - - Vivienda mixta n° 4 (bloque - galvalume)	2,6 °C - 3 am y 2,8 °C - 2 pm	9no	- - - Vivienda liviana n° 2 (madera - teja)	5 °C - 2 am; 5,8 °C - 7 pm
3ro	- - - Vivienda liviana n° 3 (caña guadua - palma)	3,3 °C - 6 am y 3,4 °C - 7 pm	10mo	- - - Vivienda pesada n° 1 (bloque - losa)	5,4 °C - 11 pm
4to	— Vivienda mixta n° 5 (bloque - teja)	3,3 °C - 10 pm	11vo	— Vivienda mixta n° 7 (ladrillo tochana - zinc)	5,9 °C - 10 pm
5to	— Vivienda mixta n° 3 (ladrillo panelón - galvalume)	3,4 °C - 5 y 6 am	12vo	— Vivienda mixta n° 8 (ladrillo panelón y fibrocemento)	6 °C - 2 am y 4 am
6to	• • • • • Vivienda mixta n° 2 (ladrillo tochana - palma)	3,5 °C - 7 pm, 8 pm y 10 pm	13vo	— Vivienda mixta n° 6 (ladrillo tochana - teja)	7,8 °C - 4 am
7mo	— Vivienda liviana n° 1 (madera - zinc)	3,8 °C - 12 pm			

Fuente: - Ávila O, Clavijo M.

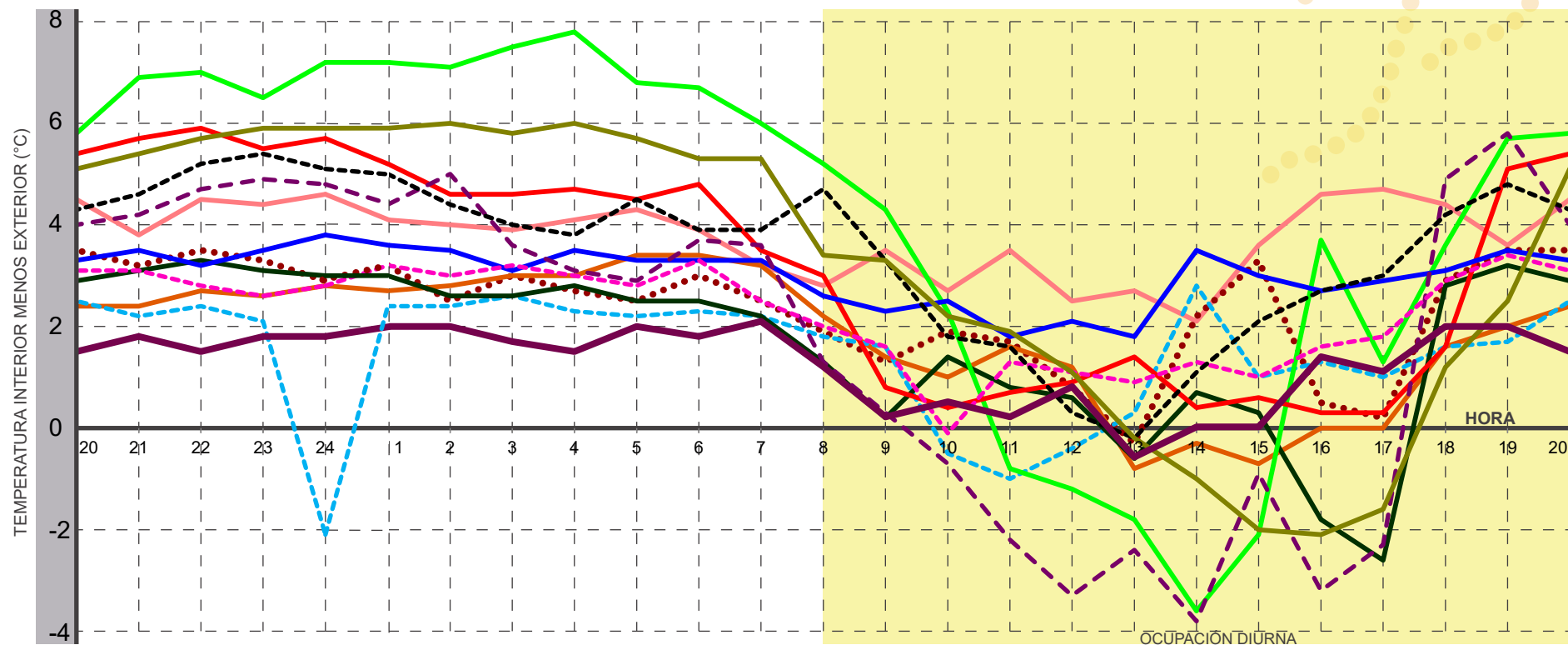
- La Roche P, Machado M (1999). Materiales de construcción adecuados para regiones de clima cálido. *Información tecnológica*, 10 (1), 243-250.

Elaboración: -Ávila O



GRÁFICO N° 3.45

Diferencias de temperaturas internas menos externas, en un enfoque desde el uso nocturno de las viviendas en la parroquia de Huambi



SIMBOLOGÍA Y CLASIFICACIÓN DE LAS VIVIENDA, DE LA MÁS ADECUADA A MENOS FAVORABLE, EN EL HORARIO DIURNO

1ro	--- Vivienda liviana n° 2 (madera - teja)	-3,8 °C - 2 pm	8vo	 Vivienda mixta n° 2 (ladrillo tochara - palma)	-0,3 °C - 1 pm
2do	--- Vivienda mixta n° 6 (ladrillo tochara - teja)	-3,6 °C - 2 pm	9no	--- Vivienda pesada n° 1 (bloque - losa)	-0,2 °C - 1 pm
3ro	--- Vivienda mixta n° 5 (bloque - teja)	-2,6 °C - 5 pm	10mo	--- Vivienda liviana n° 3 (caña guadua - palma)	-0,1 °C - 10 am
4to	--- Vivienda mixta n° 8 (ladrillo panelón y fibrocemento)	-2,1 °C - 4 pm	11vo	--- Vivienda mixta n° 7 (ladrillo tochara - zinc)	0,3 °C - 4 y 5 pm
5to	--- Vivienda mixta n° 4 (bloque - galvalume)	-1 °C - 11 am	12vo	--- Vivienda liviana n° 1 (madera - zinc)	1,8 °C - 10 am y 1 pm
6to	--- Vivienda mixta n° 3 (ladrillo panelón - galvalume)	-0,8 °C - 1 pm	13vo	--- Vivienda mixta n° 1 (bloque y fibrocemento)	2,1 °C - 2 pm
7mo	--- Vivienda liviana n° 4 (madera - palma)	-0,6 °C - 1 pm			

Fuente: - Ávila O, Clavijo M.

- La Roche P, Machado M (1999). Materiales de construcción adecuados para regiones de clima cálido. *Información tecnológica*, 10 (1), 243-250.

Elaboración: -Ávila O



CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

A) Conclusiones

- La principal ganancia de calor en una vivienda, se debe a la combinación de materiales en la envolvente térmica, paredes exteriores y cubierta.
- Ninguna de las viviendas cumple la normativa Ecuatoriana y Española, de conformidad térmica; mientras que los regimientos Franceses, resultan ser confortables en todas las viviendas, pero al comparar con los resultados de monitoreos y encuestas, no es así.
- La acción de la sombra vegetal y un mínimo aprovechamiento de la velocidad del viento, reduce la sensación térmica de 7 a 8 °C.
- Concluyendo el estudio se reafirma que, al mantener la identidad del lugar através de los materiales constructivos como, la palma y madera se logra el confort térmico con mayor facilidad.
- El uso de la palma actúa de manera diferente en cuanto a otras viviendas, que se clasifican como similares por su espesor y masa.
- La vivienda de paredes de bloque y cubierta de galvalume, ocupa el segundo puesto de conformidad, a partir del monitoreo realizado; y según sus usuarios, en el día es confortable y en la noche fresca.
- Las viviendas que en su combinación tienen teja, se comportan adecuadamente durante la ocupación diurna.

B) Recomendaciones

- Por la existencia de viviendas que se comportan de distinta manera, conforme las horas del día, lo aconsejable es la construcción de una vivienda que mezcle las tipologías, por horarios diurnos y nocturnos.
- Lo recomendable en cuanto a comportamiento térmico, es un espacio construido de madera y teja, para los espacios que se habitan en el día; y una construcción adyacente para el uso nocturno y de descanso, edificado de madera y palma.
- Por la complicación de la obtención de la palma, se puede variar la combinación para el uso nocturno, por bloque y galvalume.
- Para el día los acoplamientos aconsejables son: madera y teja; ladrillo tochana y teja; ladrillo panelón y fibrocemento, bloque y teja, en donde destacan las viviendas de tipología mixta.
- Para los espacios de uso nocturno, las más óptimas son: madera y palma; bloque y galvalume; una liviana y la segunda mixta.
- Las de un solo modelo, que se deben de evitar son: ladrillo tochana y teja; ladrillo panelón y fibrocemento; ladrillo tochana y zinc; bloque y losa; madera y teja; y la de bloque y fibrocemento, que se comportan inadecuadamente en la noche, y la mayoría son mixtas.
- Ante los agentes externos (murciélagos, moscos, etc), se recomienda la protección mediante elementos constructivos.



BIBLIOGRAFÍA

- Mogrovejo, N. (2012). *Plan de desarrollo y ordenamiento territorial del cantón Logroño*. Logroño, Morona Santiago, Ecuador.: GAD del cantón Logroño.
- GAD del cantón Sucúa. (2015). *Plan de desarrollo y ordenamiento territorial del cantón Sucúa*. Sucúa, Morona Santiago, Ecuador.: Autor.
- Lara, C. Valdez, F. (2008). *División cantonal de la provincia de Morona Santiago*. Recuperado el 15 de febrero, de: <http://arqueologia-diplomacia-ecuador.blogspot.com/2011/02/nuevos-aportes-y-perspectivas-en-la.html>
- Departamento de planificación- GAD Provincial de Morona Santiago. (2008). *División político-administrativo cantonal de la Provincia de Morona Santiago*. Recuperado el 15 de febrero, de: http://chankuap.org/wp-content/uploads/2014/02/mapa_accion_Chankuap.jpg
- GAD del cantón Sucúa. (s.f). *Territorio y población del cantón Sucúa*. Recuperado el 15 de febrero del 2017, de: <http://www.sucua.gob.ec/ciudad/territorio-y-poblacion>
- Inec. (s.f.). [Mapa de Huambi, Sucúa, Ecuador en Inec]. Recuperado el 24 de Enero, 2017, de:

<http://www.ecuadorencifras.gob.ec/cartografia-digital-2010/>

- Instituto nacional de estadísticas y censos-INEC. (2011). *Provincias por Parroquias*. Recuperado el 16 de febrero del 2017, de: http://www.inec.gob.ec/estadisticas/?option=com_content&view=article&id=303
- Instituto nacional de meteorología e hidrología – INAMHI. (2008). *Representación de las temperaturas medias*. Recuperado el 16 de febrero del 2017, de: <http://sni.gob.ec/coberturas>
- Instituto de Tecnologías Educativas. (s.f). *Lección 2. FLUJOS DE ENERGÍA ENTRE EL SOL Y LA TIERRA*. Recuperado el 12 de julio de 2017, de: <https://fjferreer.webs.ull.es/Apuntes3/Leccion02/index.html>
- Instituto nacional de meteorología e hidrología – INAMHI. (2008). *Representación de las precipitaciones medias*. Recuperado el 16 de febrero del 2017, de: <http://sni.gob.ec/coberturas>
- García, C. Bojórquez, G. Ruiz , P.(2011). Sensación térmica percibida en vivienda económica y auto-producida, en periodo cálido, para clima cálido húmedo. *Ambiente Construido*, 11 (4), 99-111.
- Ugarde, J. Guía de arquitectura bioclimática: construir en países cálidos. San José, Costa Rica: Instituto de arquitectura tropical.



- Envoltentes arquitectónicas: Fachadas. (s.f.). Recuperado el 27 de Enero de 2017, de: http://sied.conalep.edu.mx/bv3/Biblioteca/Area/Carrera/Modulo/Recurso/585/MD5_EnvoltentesFachadas.pdf
- La Roche P, Machado M (1999). Materiales de construcción adecuados para regiones de clima cálido. Información tecnológica, 10 (1), 243-250.
- Guimarães M. (2008). *Confort Térmico y Tipología Arquitectónica en Clima Cálido-Húmedo, Análisis térmico de la cubierta ventilada*. Tesis de maestría no publicada. Universidad Politécnica de Cataluña. Barcelona, España.
- Instituto nacional de estadísticas y censos. (2010). - VII Censo de Población y VI de Vivienda - 2010. Recuperado el 24 de Enero de 2017, de <http://redatam.inec.gob.ec/cgibin/RpWebEngine.exe/PortalAction?&MODE=MAIN&BASE=CPV2010&MAIN=WebServerMain.inl>
- Gandemer, J. (2015). La ventilación natural en la práctica: Llamado sobre la ventilación. Francia: IAT editorial on line.
- Changqing, T. (2015). *Investigación sobre el sistema de calefacción de alta eficiencia para las viviendas residenciales ubicadas en la zona alta de la sierra ecuatoriana*. Cuenca, Ecuador: [s.n]
- Saiz, S. (2010). *Herramientas de Diseño y Evaluación del Confort en espacios*. Recuperado el 21 de marzo de 2017, de:

- https://es.slideshare.net/TECNALIA/herramientas-diseo-evaluacin?qi d=a450bbba-24ed-499f-9c6d-292b81147fde&v=&b=&from_search=2
- Mayorga, E. (2011). *Bienestar térmico humano* [Diapositiva]. Managua, Nicaragua: Universidad Nacional de Ingeniería (UNI).
 - Pedro J, (2014). *Confort térmico*. Recuperado el 21 de marzo de 2017, de: <https://pedrojhernandez.com/2014/03/08/confort-termico/>
 - Soto, A. (s.f). *Procedimiento de Evaluación de Riesgos Ergonómicos y Psicosociales*. Recuperado el 21 de marzo de 2017, de: http://www.uhu.es/servicio.prevencion/menuservicio/info/ergonomia/eva_riesgos_ergonomicos.pdf
 - Comité ejecutivo de la norma ecuatoriana de la construcción (2011), *Eficiencia energética en la construcción en Ecuador. En Normativa ecuatoriana de la construcción NEC -2011* (cap 13). Recuperado el 3 de febrero del 2017, de <https://inmobiliariadja.com/nec-2011/>
 - *La Casa Econológica*. (2014). Recuperado el 30 de julio del 2017, de: <http://lacasaekonologica.es/climatizacion/laminas-de-ventana-para-mejorar-la-eficiencia-energetica/>
 - Cooling & waterproofing. (s.f.). *Revestimiento impermeabilizante altamente reflejante*. Recuperado el 30 de julio de 2017, de: <http://cool-r.es/wp-content/uploads/sites/2/2016/06/3.-Cat%C3%A1l>



go-T%C3%A9cnico.pdf

- Pro'sKit NT-312 Digital 3.9" LCD Temperature Humidity Tester (1x AAA). (s.f). Recuperado el 5 de febrero de 2017, de: http://www.dx.com/p/pro-skit-nt-312-digital-3-9-lcd-temperature-humidity-tester-green-grey-1-x-aaa-388424#.WO0aXNI1_IV
- Prokit's Industries Co.,LTD. (2014). *Pro'sKit nt-311/nt-312 Instrucción del medidor digital de humedad y temperatura*.
- Ministerio de trabajo y asuntos sociales España; INSHT. (s.f). NTP 322: *Valoración del riesgo de estrés térmico: Índice WBGT*. Recuperado el 31 de marzo de 2017, de: http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/FichasTecnicas/NTP/Ficheros/301a400/ntp_322.pdf
- ESPRL- Escuela Superior de Prevención de Riesgos Laborales. (2011). *Ambiente Termohigrométrico*. Recuperado el 23 de marzo de 2017, de: <https://es.scribd.com/doc/50817348/8-Ambiente-termohigrometrico>
- Castro, E. (2008). *Manual de Procedimientos para las Estaciones Meteorológicas*. Recuperado el 11 de abril de 2017, de: <http://www.ots.ac.cr/meteoro/files/manual.pdf?pestacion=1>
- Estación Meteorológica Aeropuerto Coronel Edmundo Carvajal. (2017), *Histórico del clima en Sucúa*. Recuperado el 20 de Agosto

del 2017, de: https://www.meteored.mx/clima_Sucua-America+Sur-Ecuador-Morona+Santiago--1-20200.html?d=historico

- Estación Meteorológica Aeropuerto Coronel Edmundo Carvajal. (2017), *Sucúa - Historial Meteorológico diario*. Recuperado el 20 de Agosto del 2017, de: <http://freemeteo.ec/eltiempo/sucua/historia/historial-diario/?gid=3650956&station=23069&date=2017-07-25&language=spanish&country=ecuador>
- Valencia, R; Montúfar, R; Navarrete, H y Balslev, H. (2013). *Palmas ecuatorianas: biología y uso sostenible*. (1 ra. ed.). Quito, Ecuador: Imprenta



**UNIVERSIDAD
CATÓLICA DE CUENCA**

COMUNIDAD EDUCATIVA AL SERVICIO DEL PUEBLO

ANÁLISIS COMPARATIVO DE ENVOLVENTES EN LAS TRES
TIPOLOGÍAS DE VIVIENDAS UNIFAMILIARES REFERENTE A CONFORT
TÉRMICO, EN LA PARROQUIA RURAL HUAMBI
(CANTÓN SUCÚA-PROVINCIA DE MORONA SANTIAGO)

ANEXOS



ANEXO A. FOTOGRAFÍAS DURANTE LA COLOCACIÓN DE LOS EQUIPOS, ENCUESTAS Y MEDICIONES

Colocación del equipo de medición en la vivienda de paredes de bloque y techo de teja



Fuentes: Ávila O, Clavijo M.

Encuesta a la propietaria de la vivienda de paredes de bloque y techo de fibrocemento.



Fuentes: Ávila O, Clavijo M.

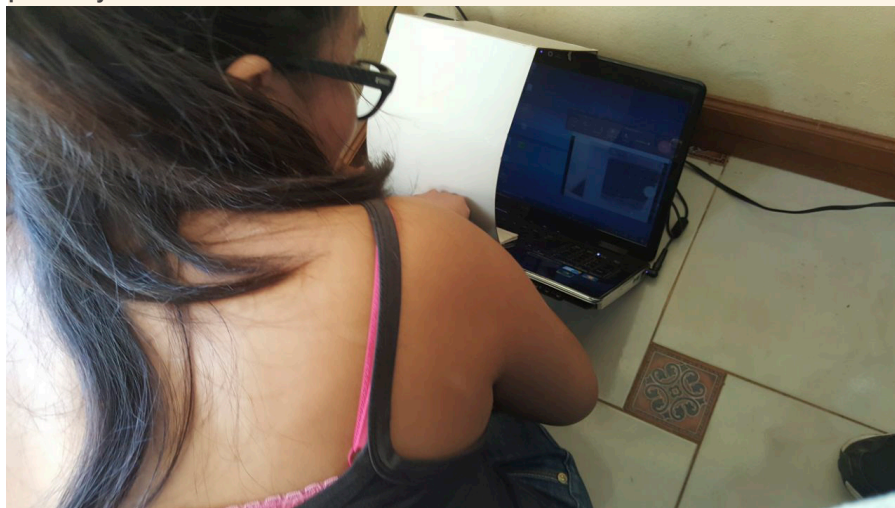
Colocación del equipo de medición en la vivienda de paredes de madera y techo de palma.



Fuentes: Ávila O, Clavijo M.

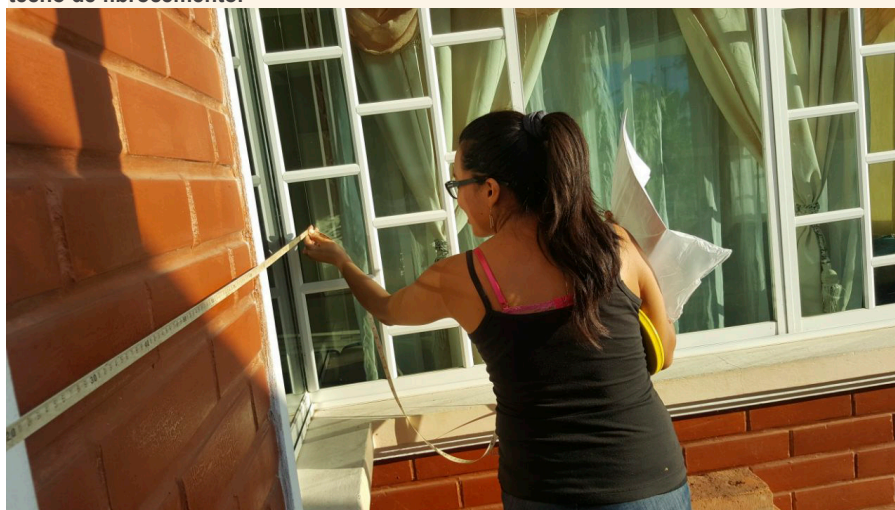


Colocación del equipo de medición en la vivienda de paredes de ladrillo panelón y techo de fibrocemento.



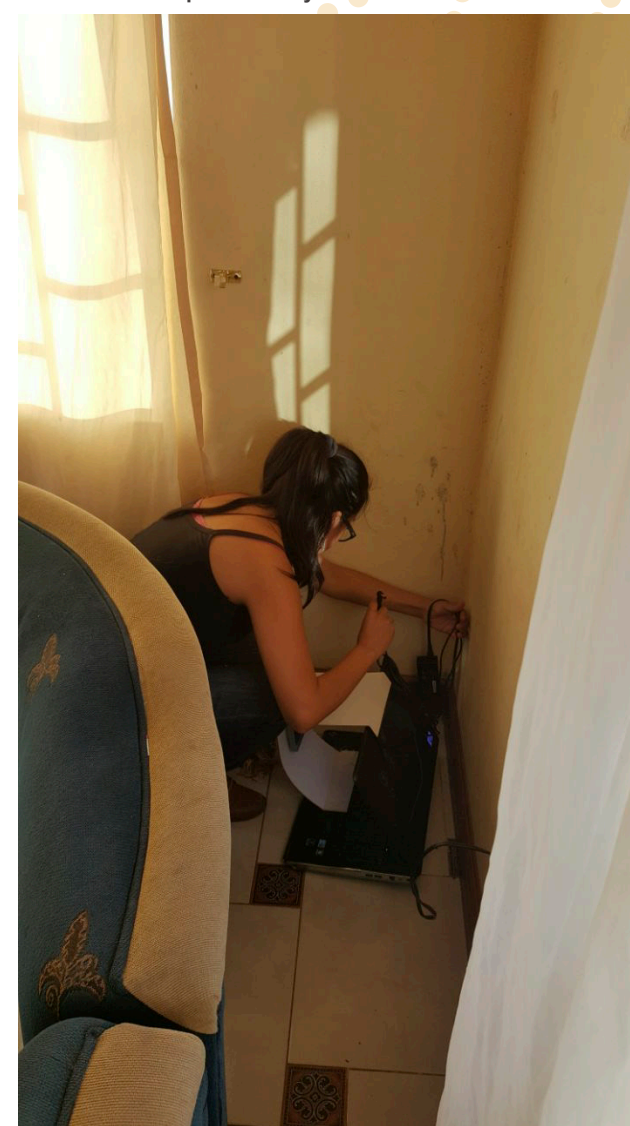
Fuentes: Ávila O, Clavijo M.

Levantamiento planimétrico de la vivienda con paredes de ladrillo panelón y techo de fibrocemento.



Fuentes: Ávila O, Clavijo M.

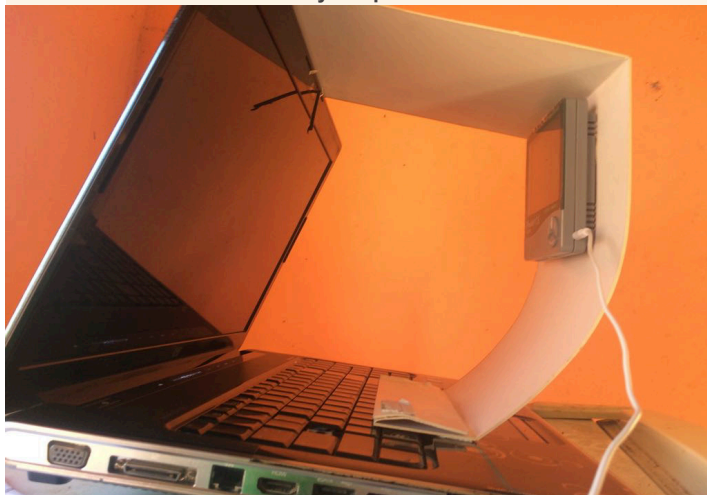
Colocación del equipo de medición en la vivienda de paredes de ladrillo panelón y techo de fibrocemento.



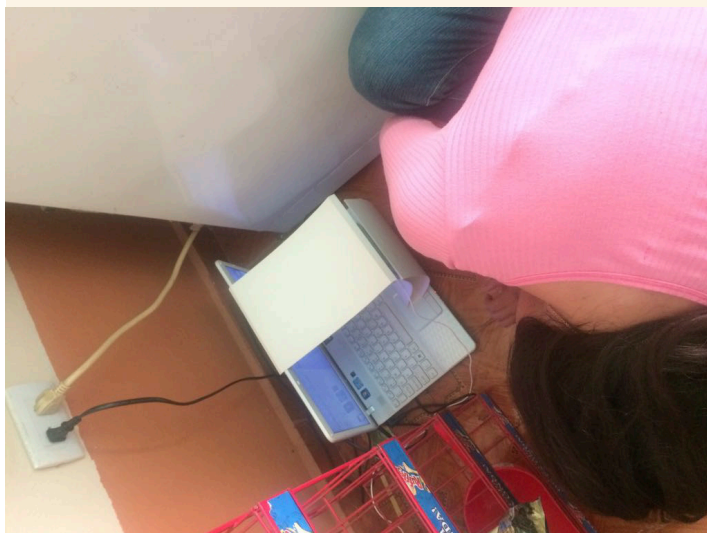
Fuentes: Ávila O, Clavijo M.



Equipo de medición, y computadora que captura los valores que ofrece el monitor de humedad y temperatura.



Fuentes: Ávila O, Clavijo M.



Fuentes: Ávila O, Clavijo M.

Prolongación del sensor, para medir la temperatura externa



Fuentes: Ávila O, Clavijo M.

Colocación del equipo de medición en la vivienda de paredes de bloque y cubierta de teja.



Fuentes: Ávila O, Clavijo M.



Colocación del equipo de medición en la vivienda de paredes de bloque y techo de galvalume.



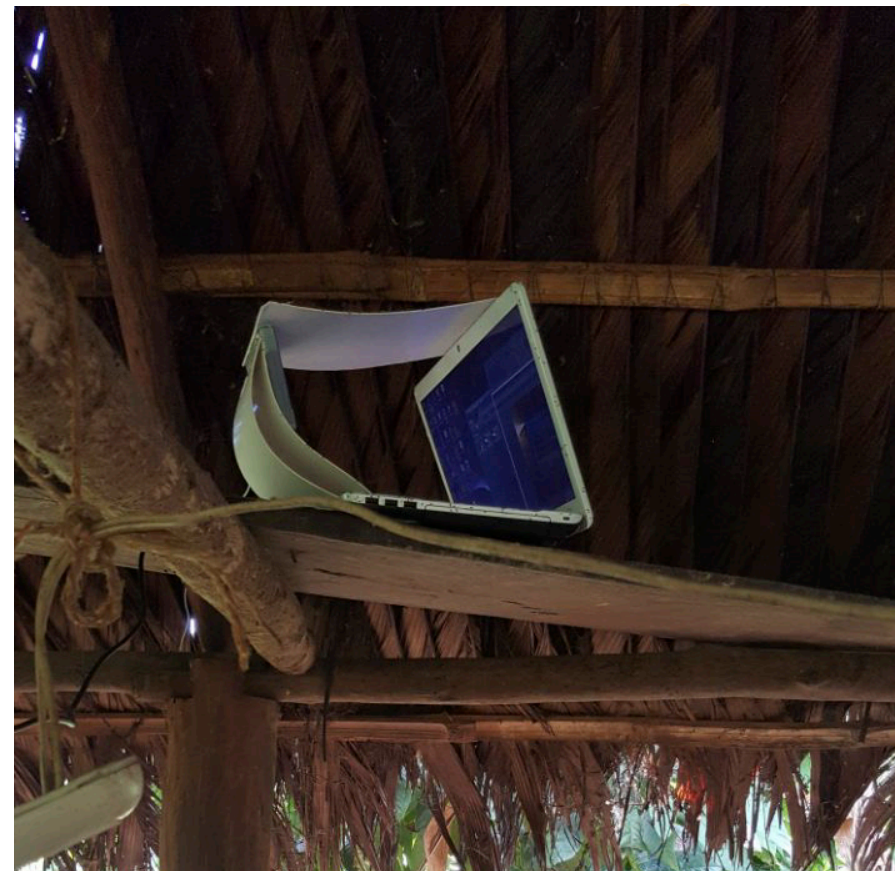
Fuentes: Ávila O, Clavijo M.

Propietaria de la vivienda de paredes de bloque y techo de fibrocemento.



Fuentes: Ávila O, Clavijo M.

Colocación del equipo de medición en la vivienda de paredes de madera y techo de palma.



Fuentes: Ávila O, Clavijo M.

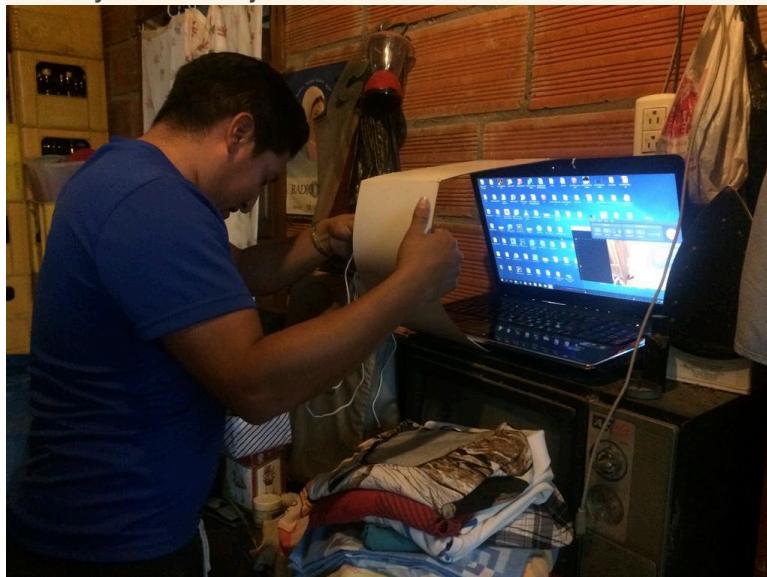


Colocación del equipo de medición en la vivienda de paredes de bloque y techo de fibrocemento.



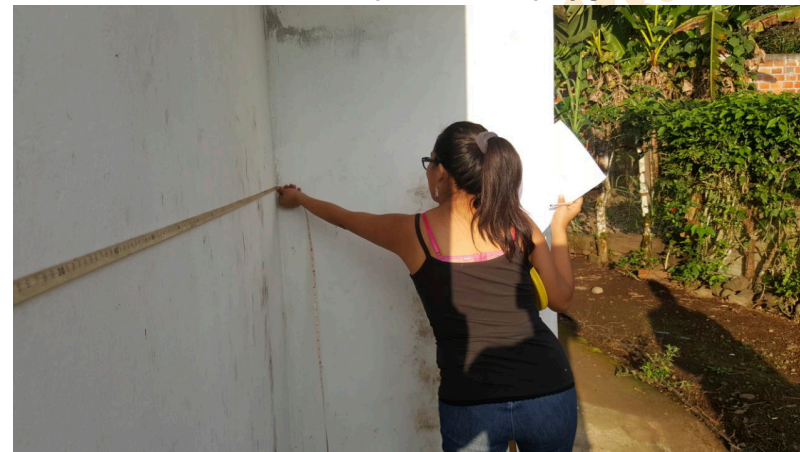
Fuentes: Ávila O, Clavijo M.

Colocación del equipo de medición en la vivienda de paredes de ladrillo tochana y cubierta de teja.



Fuentes: Ávila O, Clavijo M.

Toma de medidas de la vivienda de paredes de bloque y galvalume.



Fuentes: Ávila O, Clavijo M.

Colocación del equipo de medición en la vivienda de paredes de ladrillo tochana y cubierta de zinc.



Fuentes: Ávila O, Clavijo M.

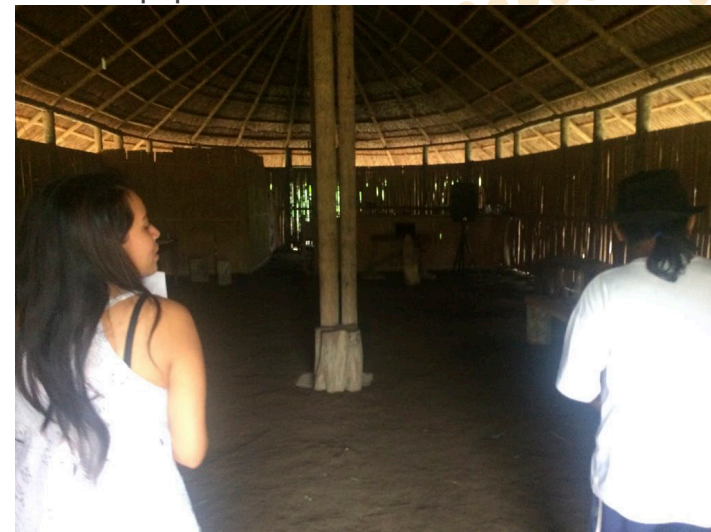


**Colocación del equipo de medición en la vivienda
de paredes de guadua y techo de palma.**



Fuentes: Ávila O, Clavijo M.

Encuesta al propietaria de la vivienda tradicional shuar.



Fuentes: Ávila O, Clavijo M.

Vivienda tradicional shuar.



Fuentes: Ávila O, Clavijo M.

