

La vivienda vernácula en madera en el páramo de la cordillera central de los andes colombianos y
la sensación térmica de sus ocupantes

Yesid Aurelio Bonilla Marín, ✉ ybonilla@ut.edu.co

Proyecto de investigación presentado para optar el título de Magister en Bioclimática

Asesores: Alejandro Naranjo Gaviria, Magister en Arquitectura y Urbanismo
German de Jesús Jaramillo, Doctor en Arte



Universidad de San Buenaventura Colombia

Facultad de Artes Integradas

Maestría en Bioclimática

Medellín, Colombia

2019

Citar/How to cite	(Bonilla, 2019)
Referencia/Reference	Bonilla Marín, Y. A. (2019). <i>La vivienda vernácula en madera en el páramo de la cordillera central de los andes colombianos y la sensación térmica de sus ocupantes</i> . (Maestría en Bioclimática). Universidad de San Buenaventura Colombia, Facultad de artes integradas Medellín, Colombia
Estilo/Style: APA 6th ed. (2010)	



Maestría en bioclimática, cohorte 2

Bibliotecas Universidad de San Buenaventura



Biblioteca Digital (Repositorio)
<http://bibliotecadigital.usb.edu.co>

- Biblioteca Fray Alberto Montealegre OFM - Bogotá.
- Biblioteca Fray Arturo Calle Restrepo OFM - Medellín, Bello, Armenia, Ibagué.
- Departamento de Biblioteca - Cali.
- Biblioteca Central Fray Antonio de Marchena – Cartagena.

Universidad de San Buenaventura Colombia

Universidad de San Buenaventura Colombia - <http://www.usb.edu.co/>

Bogotá - <http://www.usbbog.edu.co>

Medellín - <http://www.usbmed.edu.co>

Cali - <http://www.usbcali.edu.co>

Cartagena - <http://www.usbctg.edu.co>

Editorial Bonaventuriana - <http://www.editorialbonaventuriana.usb.edu.co/>

Revistas - <http://revistas.usb.edu.co/>

Tabla de Contenido

Resumen	8
Abstract	9
Introducción	10
1 Planteamiento del problema	12
1.1 Antecedentes	13
2 Justificación	16
3 Objetivos	19
3.1 Objetivo general	19
3.2 Objetivos específicos	19
4 Problema de investigación	20
5 Hipótesis	21
6 Marco teórico	22
6.1 Marco histórico	32
7 Metodología	52
7.1 Fase I: Selección Del Área De Trabajo	54
7.1.1 Caracterización de las viviendas seleccionadas.	57
7.2 Fase II: Recolección Y Procesamiento De La Información	65
7.2.1 Instalación de sensores en las habitaciones.	65
7.2.2 Desarrollo de entrevistas semiestructuradas.	66
7.2.3 Caracterización de las costumbres de los habitantes.	67
7.2.4 Recolección de datos climáticos de los sensores instalados.	67
7.3 Procesamiento de la información	68
7.3.1 Consumos energéticos y Tasa Metabólica Basal.	68
7.3.2 Cartas psicrométricas.	68
7.3.3 Análisis del comportamiento térmico y su relación con la zona de confort.	69
7.4 Fase III: Relación De Variables.....	70

7.4.1 Relacionar el comportamiento térmico de los espacios con la sensación térmica de los ocupantes.....70

8 Resultados Y Discusión72

9 Conclusiones101

Referencias103

Anexos.....105

Lista de Tablas

Tabla 1. Valores de b y m para la construcción de modelos de confort térmico.	25
Tabla 2. Parámetros de necesidades calóricas.....	49
Tabla 3. Cuadro comparativo de las tres habitaciones.	65
Tabla 4. Alimentos consumidos habitualmente por la población.	85
Tabla 5. Cantidad de calorías por porción de alimento en el desayuno.	85
Tabla 6. Cantidad de calorías por porción de alimento en el almuerzo.	86
Tabla 7. Cantidad de calorías por porción de alimento en la cena.	86
Tabla 8. Promedio de consumo de calorías por ración.	87
Tabla 9. Tasa Metabólica Basal de cada ocupante de las habitaciones.....	87
Tabla 10. Gasto Energético Total de los ocupantes de las habitaciones.	88
Tabla 11. Relación de prendas de vestir que habitualmente usan durante el día.	89
Tabla 12. Relación de prendas de vestir que habitualmente usan en la noche.....	91
Tabla 13. Energía producida por actividad.	91
Tabla 14. Lencería de cama usada habitualmente.....	92
Tabla 15. Caracterización de los habitantes de las casas de madera.	115
Tabla 16. Caracterización de los habitantes de las casas de material.	116

Lista de figuras

Figura 1. Mapa clasificación climática de Colombia. IDEAM.....	29
Figura 2. Mapa Índice de Confort Térmico 1971 – 2000. IDEAM.	30
Figura 3. Mapa urbano del municipio de Murillo, Tolima. (EOT, 2002).	34
Figura 4. Esquema de ubicación de durmientes de las viviendas en madera.	36
Figura 5. Durmientes perforados de las viviendas en madera.....	36
Figura 6. Ensamble en caja.	37
Figura 7. Ensamble en rayo.....	37
Figura 8. Ensamble en inglete.	38
Figura 9. Ensamble en espigo.	38
Figura 10. Localización de viviendas a estudiar.	40
Figura 11. Fachada general de la vivienda.....	42
Figura 12. Fachada de la Casa Uno.....	43
Figura 13. Fachada de la Casa Dos.	44
Figura 14. Fachada de la Casa Tres.....	45
Figura 15. Área seleccionada para el estudio.....	56
Figura 16. Volumen general de la casona.	58
Figura 17. Disposición de los locales comerciales.....	59
Figura 18. Corte transversal de la casa Uno.....	60
Figura 19. Distribución arquitectónica de la casa Uno.	60
Figura 20. Distribución arquitectónica de la casa Dos.....	61
Figura 21. Corte transversal de la casa Dos.	62
Figura 22. Distribución arquitectónica de la casa Tres.	63
Figura 23. Corte transversal de la casa Tres.....	64
Figura 24. Fachada principal de la edificación objeto de estudio.	64
Figura 25. Datos comparativos de temperatura media anual durante los últimos 30 años.	73
Figura 26. Promedio de temperatura durante el trimestre en las tres viviendas.....	74
Figura 27. Comportamiento térmico trimestre agosto – octubre de 2018.....	76
Figura 28. Promedio de temperatura trimestre Agosto-Octubre de las tres viviendas.....	77
Figura 29. Promedio de temperatura mes de enero de las tres viviendas.....	78

Figura 30. Comportamiento térmico trimestre de las tres viviendas.....	79
Figura 31. Relación Zona de Confort Térmico vs Temperaturas Promedio del Municipio de Murillo (Tolima).	80
Figura 32. Relación Temperatura vs Humedad Relativa trimestre Agosto - Octubre.	81
Figura 33. Relación Temperatura vs Humedad Relativa.	82
Figura 34. Comportamiento de Humedad Relativa Anual. Fuente: Bioclimarq2016.	83
Figura 35. Radiación incidente sobre las viviendas. Fuente: Bioclimarq 2016.	84
Figura 36. Forma habitual de vestir durante el día ocupantes de la Casa Uno.	89
Figura 37. Forma habitual de vestir durante el día ocupante de la Casa Dos.	90
Figura 38. Forma habitual de vestir durante el día ocupante de la Casa Tres.....	90
Figura 39. Población por género entrevistada.	93
Figura 40. Rango de edad de la población entrevistada.	93
Figura 41. Relación de sensación térmica de cada vivienda durante el periodo de lluvias.	94
Figura 42. Relación de sensación térmica de cada vivienda durante el periodo de sequía.	95
Figura 43. Carta Psicrométrica de Givoni.	96
Figura 44. Carta Psicrométrica de Olgyay.	97
Figura 45. Carta Psicrométrica de habitación Casa Uno Trimestre Agosto - Octubre.	98
Figura 46. Carta Psicrométrica de habitación Casa Dos Trimestre Agosto - Octubre.....	98
Figura 47. Carta Psicrométrica de habitación Casa Uno Trimestre Enero - Marzo.....	99
Figura 48. Carta Psicrométrica de habitación Casa Tres Trimestre Agosto - Octubre.	99
Figura 49. Carta Psicrométrica de habitación Casa Tres Trimestre Enero - Marzo.....	100
Figura 50. Carta Psicrométrica de habitación Casa Dos Trimestre Enero - Marzo.	100

Resumen

El paso del ser humano por la faz de la tierra, ha dejado un sinnúmero de enseñanzas acerca de la forma de ocupar el territorio y de habitar el espacio; es allí, en donde la ciencia debe enfocar el estudio de las múltiples migraciones de los pueblos para identificar las costumbres, hábitos y estilos de vida que afectaron la forma de construir las ciudades y particularmente sus viviendas.

Conforme a lo anterior, este documento busca analizar el comportamiento térmico de tres viviendas construidas con madera en conjunto con la sensación térmica y las costumbres de sus habitantes en dos épocas del año a saber: temporada seca y temporada de lluvias. Para ello, se desarrolló una investigación descriptiva en donde se describen los hábitos característicos de la población de Murillo (Tolima) mediante la aplicación del método de observación científica, en donde se consideró la sensación térmica percibida por los habitantes de las viviendas objeto de estudio y las distintas variables que afectaron la comodidad térmica dentro de los espacios.

Finalmente, se define que la comodidad térmica percibida por los habitantes corresponde al uso de la madera como elemento constructivo, que guarda estrecha relación con las prendas de vestir que usan cotidianamente y el tipo de alimentación que consumen en la zona de paramo de la Cordillera Central de los Andes colombianos.

Palabras clave: Comportamiento térmico, Sensación térmica, Costumbres, Prendas de vestir, Zona de páramo, Murillo (Tolima).

Abstract

The path of humankind through the face of the earth has left countless teachings about how they occupy the territory and inhabits the space, and it is there, where science should focus the study of the peoples multiple migrations, in order to identify the customs, habits and lifestyles that affected the way of building cities and particularly their homes.

According to the above, this document seeks to analyze the thermal behavior of three houses built with wood, its thermal sensation, and the customs of its inhabitants in two seasons of the year mainly: dry season and rainy season. For this, a descriptive investigation was carried out where the characteristic habits of the population of Murillo (Tolima) are described through the application of the method of scientific observation, where the thermal sensation perceived by the inhabitants of the homes under study were considered, and the different variables that affected thermal comfort within the spaces.

Finally, it is defined that the thermal comfort perceived by the inhabitants corresponds to the use of wood as a constructive element, which is closely related to the garments they wear every day and the type of food they consume in the Moorland area of the Cordillera Central of the Colombian Andes.

Keywords: Thermal behavior, Thermal sensation, Customs, Garments, Moorland area, Murillo (Tolima).

Introducción

La ocupación de un territorio por parte de colonos para fundar un pueblo, hace que el nuevo asentamiento se desarrolle con materiales locales, debido a la cercanía en la recolección, confección y transporte; a través de la historia, se ha evidenciado que el hombre ha utilizado tres elementos naturales para la construcción de sus templos, viviendas y edificios institucionales a saber: la madera, piedra y la tierra. Estos materiales han sufrido unos procesos de confección básicos para convertirlos en materiales idóneos al momento de ser utilizados en la obra, tal es el caso de la piedra que después de extraída se adecuaba en forma y tamaño para ser instalada en el sitio, igualmente, la madera sufría el proceso de corte y desvareje para acomodar el material en las proporciones ideales para la construcción; a su vez, la tierra es extraída del suelo siendo mezclada con otros elementos estabilizantes para alcanzar la consistencia necesaria para su correcta aplicación.

El proceso de colonización en el Norte del Tolima se da mediante las migraciones de pueblos antioqueños que buscaron de manera incansable nuevas tierras con el propósito de extender su dominio, fundar ciudades y ampliar su economía, fundamentada principalmente en la agricultura. Este hecho cultural, social y económico los llevó a cruzar la Cordillera Central de los Andes, donde las condiciones climáticas y topográficas fueron difíciles para los primeros colonos encabezados por Ramón María Arana, Clemente Cifuentes y Rafael Parra.

El municipio de Murillo se ubica en el extremo norte del Departamento del Tolima, en las estribaciones del Nevado del Ruiz, se encuentra a una altitud de 3.050 msnm y cuenta con una temperatura promedio de 12°C, de vocación netamente agropecuaria con producción intensiva de papa, cebolla, tomate de árbol, mora, fresas, ganadería, leche y sus derivados, entre muchos otros productos propios de las zonas de páramo. Este municipio nace en 1860 a partir de un caserío llamado Lepanto, siendo fundado y ocupado por colonos antioqueños que llegaron a dominar esas frías tierras constituyendo un conjunto de casas en madera; hacia el año de 1872, sus pobladores decidieron trasladar el caserío a una zona más plana y que llevaría el nombre de Murillo en honor al expresidente de Colombia Manuel Murillo Toro nacido en el departamento del Tolima.

La característica principal en el desarrollo edilicio del municipio fue la construcción de sus edificaciones en madera debido a la abundancia de este material en la zona, por lo que era común

este tipo de construcción ya que la tierra con características adecuadas para el uso en técnicas constructivas como bahareque o tapia pisada, se encontraba lejos del sector dificultando la construcción de edificaciones y el desarrollo urbano de la aldea. Inicialmente, a su construcción se le denominaba en madera pero con la popularización de la técnica constructiva se le fue conociendo como “Tabla Parada” debido a la característica morfológica del material siendo una superficie de cara ancha y larga, y muy delgada en su espesor. Estas construcciones presentan un valor patrimonial importante debido a la técnica constructiva utilizada en donde se evidencian uniones sin remaches ni puntillas, siendo estos ensambles, realizados con el ajuste propio de los cortes en caja, rayo, espiga e inglete. Así mismo, el uso rústico de la madera demuestra que los colonos no contaban con conocimientos o las herramientas necesarias para el tratamiento del material, igualmente, la experiencia les indicaba presumiblemente que la madera en su estado natural les ofrecía un mayor cobijo.

Se hace importante anotar, que la normativa y legislación colombiana frente a la construcción sostenible no profundiza en temas relacionados con el comportamiento térmico y características de los materiales de construcción utilizados en los diferentes pisos térmicos con que cuenta nuestro territorio. Así pues, será de gran utilidad conocer datos reales acerca de las propiedades de la madera con el propósito de brindar información a los arquitectos e ingenieros colombianos en el uso de materiales alternativos y su relación con la comodidad térmica de sus habitantes. Este documento buscará minimizar la necesidad de recurrir a las medidas activas de climatización que permita ralentizar el deterioro del medio ambiente.

El presente trabajo, busca analizar el comportamiento térmico de tres viviendas construidas con madera en conjunto con la sensación térmica y las costumbres de sus habitantes en dos épocas del año a saber: temporada seca y temporada de lluvias. Para ello, se desarrolló una investigación descriptiva en donde se describen los hábitos característicos de la población de Murillo mediante la aplicación del método de observación científica, en donde se consideró la sensación térmica percibida por los habitantes de las viviendas objeto de estudio y las distintas variables que afectaron la comodidad térmica dentro de los espacios.

1 Planteamiento del problema

Es evidente que la sensación térmica de las personas varíe conforme a las condiciones ambientales del lugar que ocupa y que ello, generalmente, esté asociado a la cantidad de calor irradiado por el sol, lo que conlleva al calentamiento de la superficie terrestre, del aire y de todos aquellos objetos que allí se encuentren. A su vez, la presencia del agua en el ambiente se reconoce como humedad relativa en donde conforme a ese porcentaje existente en el aire, se perciben sensaciones térmicas de comodidad o incomodidad.

Así mismo, el cambio climático ha alterado las condiciones ambientales de los periodos de lluvias o sequía como producto del acelerado impulso industrial de las naciones desarrolladas. Es evidente que la afectación del cambio climático en el planeta derivada de las emisiones de gases efecto invernadero (GEI), ha generado alteraciones en la temperatura global, en donde Colombia es el responsable del 0.46% de las emisiones GEI a nivel global según datos de 2010 del Fondo Mundial para la Naturaleza (WWF); este fenómeno, obliga a la nación a plantear estrategias para la adaptación al cambio climático con el objeto de reducir los riesgos que se puedan generar en los sistemas sociales, naturales y económicos ya establecidos. Teniendo en cuenta lo anterior, se debe considerar en el campo de la construcción, los desarrollos urbanísticos y arquitectónicos tradicionales con el propósito de entender las maneras de organizar el espacio y los materiales utilizados de acuerdo a las condiciones geográficas en donde se encuentre ubicada la ciudad.

En este trabajo, se han tomado como referencia de estudio las viviendas construidas en madera que se encuentran ubicadas en zonas de páramo de la Cordillera de los Andes Colombianos debido al amplio uso de este material. Es así, que se ha escogido como lugar de trabajo al municipio de Murillo – Tolima que se encuentra a una altitud de 3050 msnm, en la Cordillera Central de los Andes Colombianos, en donde se seleccionaron tres viviendas de características similares cuya construcción sea en madera y que se denomina comúnmente como Tabla Parada. La tradición oral cuenta que las viviendas seleccionadas datan de 140 años de erigidas, convirtiéndolas en un patrimonio arquitectónico y cultural inconmensurable debido a que fueron las primeras edificaciones construidas por los colonos antioqueños dejando a su paso una huella de tradición constructiva y de modos de habitar un territorio caracterizado por sus gélidas temperaturas.

Por lo tanto, este trabajo intentará hallar la relación entre los hábitos de vida de los habitantes de Murillo, el comportamiento térmico de las viviendas en madera y la sensación térmica

de confort al interior de los espacios, en razón a que no existe un criterio claro del uso de este material en la construcción de las viviendas vernáculas y su correspondencia con la comodidad térmica de sus ocupantes. De igual manera, se espera confirmar si la comodidad térmica percibida por los habitantes corresponde al uso de la madera como elemento constructivo o si por el contrario se percibe un efecto placebo en sus ocupantes, como también, se analizarán las prendas de vestir que usan cotidianamente y el tipo de alimentación que consumen en la zona de paramo de la Cordillera Central de los Andes colombianos.

¿Cuáles son los elementos que influyen en la sensación térmica de los habitantes de las viviendas construidas en madera en el municipio de Murillo – Tolima ubicado en la zona de páramo de la Cordillera de los Andes Colombianos?

1.1 Antecedentes

El cambio en las condiciones climáticas del planeta, ha propiciado que organismos multilaterales se preocupen por desacelerar este fenómeno mediante la reducción de las emisiones de gases, producto de los procesos industriales que han afectado sensiblemente al medio ambiente. En Colombia, estos efectos han sido notorios en la arritmia de los periodos de lluvias como también en las intensidades, a su vez, los periodos secos son muy prolongados y severos; conforme a ello, el gobierno nacional y asociaciones gremiales relacionadas con el sector de la construcción, han definido unas políticas en materia de vivienda que permitan aminorar los impactos en los consumos de agua y energía con el propósito de amortiguar en alguna medida los impactos negativos sobre el medio ambiente, logrando de alguna manera la preservación de la flora y la fauna de nuestros bosques.

La atención mundial se ha centrado en los últimos 40 años en realizar un seguimiento al comportamiento climático del planeta como consecuencia de las bruscas variaciones de las temperaturas que conllevaron a periodos e intensidad de lluvias atípicos, deshielos de glaciares y nevados, como también, de los ciclos atmosféricos en razón al aumento desmesurado en la emisión de gases y líquidos contaminantes provenientes de la producción industrial desenfrenada que se desarrolla principalmente en los países industrializados. Estas primeras expresiones de preocupación se dieron a través de organismos multilaterales que lograron reunir a buena parte de los gobiernos para dialogar sobre nuestro hogar, la tierra; sin embargo, mientras los estados

tomaban conciencia y acciones en el asunto la población mundial no veía con buenos ojos estas intenciones debido a que no se aplicaron acciones inmediatas sino que por el contrario se empezaron a notar algunos cambios 30 años después de esta primera reunión.

Es entonces, que a partir de los movimientos sociales que buscaron reivindicar la dignidad del ser humano y todas aquellas expresiones que trajo consigo la contracultura sucedidos en Norteamérica y Europa principalmente, que la Organización de las Naciones Unidas convocó a los representantes de los estados miembros de la ONU a una Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Medio Ambiente conocida posteriormente como la Cumbre de la Tierra realizada en el año de 1972, siendo ésta, la primera conferencia en tratar temas ambientales del orden mundial. Es importante resaltar, que producto de esta cumbre a donde asistieron 117 líderes mundiales, se creó el Programa de Naciones Unidas para el Medio Ambiente UNEP siendo ésta, la máxima autoridad ambiental mundial que establece las políticas ambientales globales que promueven el desarrollo ambiental y sostenible procurando mejorar la calidad de vida de los pueblos y naciones sin comprometer las futuras generaciones (UNEnvironment, 2018). Hacia el año de 1992, se desarrolló la segunda Cumbre de la Tierra celebrada en la ciudad de Río de Janeiro contando con la asistencia de 172 gobiernos y que finalizó con la Declaración de Río que definió las políticas ambientales durante las décadas siguientes; esta cumbre, sirvió de plataforma para la constitución del Protocolo de Kyoto (1997) en donde se firmó un acuerdo internacional que controlaría las emisiones de gases efecto invernadero. Igualmente, se concluyó que en ese momento la temperatura global había aumentado 0.4°C , la generación de energía y calor incrementó en un 66%. Posteriormente se desarrollaron dos cumbres, una en el año 1997 en la ciudad de Nueva York y otra en el año 2002 en la ciudad de Johannesburgo en donde la conclusión fue que el mundo no necesitaba un nuevo debate filosófico sino más bien mayores acciones y resultados ante las catastróficas cifras de pobreza y degradación del medio ambiente (UNESCO, s.f.).

En la cumbre COP21 celebrada en la ciudad de París en el año 2015, se llegaron a importantes acuerdos como que el aumento global de la temperatura debe estar por debajo de los 2°C , a su vez, que el acuerdo es vinculante para todos los países firmantes; de igual manera, se destinarán recursos cercanos a los US\$100.000 millones para financiar programas ambientales para los países en vía de desarrollo a partir del año 2020 y finalmente, que este acuerdo será revisado cada cinco años con el objeto de conocer avances y metas alcanzadas. Igualmente, la Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura UNESCO ha adoptado 17

objetivos de desarrollo sostenible entre los que se destacan ciudades y comunidades sostenibles, acción por el clima, vida submarina y vida de ecosistemas terrestres con el propósito de preservar los recursos naturales, permitiendo un desarrollo sostenible de las ciudades garantizando el suministro de agua potable y afrontado el cambio climático con programas especiales que permitan cambiar la cultura de los pueblos mediante la educación de las generaciones actuales y futuras. En la pasada COP22, realizada en Marrakech – Marruecos, la UNESCO presentó una serie de debates en torno a que los conocimientos de los pueblos indígenas pueden contribuir con la solución al cambio climático debido a que sus conocimientos ancestrales se adaptan a los contextos de cambio en el planeta.

En el plano local, se hace imperante hablar de la arquitectura tradicional en el páramo de la Cordillera Central de los Andes colombianos, en donde la madera toma un valor significativo ya que es un material ampliamente utilizado para la construcción de edificaciones durante el periodo republicano de nuestra nación; particularmente, durante el proceso de colonización antioqueña ocurrida a mediados del siglo XIX en el Norte del departamento del Tolima. Aunque no se conoce puntualmente el origen de este estilo arquitectónico, se sabe que se deriva de una mezcla de la herencia hispánica y africana que fue adaptada a las condiciones geográficas de la región.

La arquitectura en madera del páramo, es una construcción que se caracteriza por su sencillez y robustez más no por su belleza plástica ni ornamental. En general, estas edificaciones fueron una extensión del campo en la ciudad, que servían de bodegas para el almacenamiento de las herramientas de trabajo y de los frutos cosechados, debido a su vocación netamente agrícola que corresponde con la manera de entender la vida siendo consagrada al trabajo, mientras que la vida social no era prioridad. En cuanto a las formas de habitar el espacio, el casco urbano del municipio se encuentra vinculado con la geografía y las tradiciones culturales de los moradores, es así, que las primeras construcciones en madera fueron implantadas en una pequeña meseta desde donde se vigilaba todo el territorio conquistado y cultivado por los colonos, de igual manera, la técnica constructiva se adaptó a las difíciles condiciones topográficas del lugar.

Por lo anterior, el material que mejor se acomodaba a dichas condiciones fue la madera, no solo porque se conseguía fácilmente en la zona sino por la versatilidad en el manejo del material y en las trabas que sirven para encajar los listones que sirven de estructura. Por su parte, los colonos conservaron la pauta urbanística de los españoles en donde la traza urbana se inicia desde el parque

principal distribuyéndose la ciudad alrededor de esta mediante solares, hoy denominados manzanas.

La herencia cultural trae consigo las formas de apropiación del territorio, que se encuentra asociado a su forma de construir, es por ello, que se debe conservar y transmitir esos saberes ancestrales que permitan conciliar con los procesos de aculturación cada vez más agresivos, viéndose reflejados en la manera actual de construir y habitar el espacio, propiciando un espacio de reflexión en torno a la manera de cómo conservar homogéneas las tradiciones culturales y arquitectónicas frente a la llegada de nuevas ideas que vienen acompañadas con el paso del tiempo para que no pierda su identidad popular el municipio de Murillo - Tolima.

2 Justificación

El presente trabajo, tomará como lugar de estudio la vivienda urbana en la zona de páramo de la Cordillera Central de Los Andes, particularmente el municipio de Murillo – Departamento del Tolima; en donde el espacio objeto de estudio será la habitación, debido a que es el lugar de estar o permanecer por más tiempo en el interior de la vivienda durante el día ya que es el sitio dedicado a dormir ocho (8) horas continuas en promedio. Siendo este el lugar del descanso, la actividad física que allí se desarrolla es mínima, por lo tanto, no influye en la generación excesiva de calor producida por el cuerpo humano por lo que las consideraciones térmicas derivadas por la materialidad de la construcción o por las condiciones climáticas son fundamentales para encontrar la comodidad ideal para el descanso de sus ocupantes. De igual manera, se tendrá en cuenta la ubicación de la edificación en el entorno urbano y de la habitación en el interior de la vivienda con el propósito de establecer su relación con la incidencia solar, la dirección y velocidad del viento.

No se encuentra información detallada de la relación del confort térmico de sus pobladores y el modo de vestir en época de invierno o verano, por lo que mediante la realización de encuestas y de observación en campo acerca de las costumbres alimenticias y de vestuario, se pretenderá conocer más acerca de los detalles espaciales de la habitación, la sensación térmica y el modo de vestir de sus ocupantes en la zona de páramo de la Cordillera Central de los Andes colombianos. Conociendo las condiciones dadas en el comportamiento térmico de la tabla parada como material vernáculo utilizado en las primeras viviendas urbanas, se establecerá una relación con la sensación térmica de sus ocupantes.

Ya que en nuestro país no existen estudios que aborden el tema del comportamiento térmico de edificaciones, especialmente con uso residencial, en donde se involucre al individuo dentro de ese espacio que ocupa de manera temporal o permanente, se hace necesario establecer una relación entre la materialidad, el espacio y el individuo con el propósito de definir unos parámetros que regulen el uso de ciertos materiales conforme al piso térmico en donde se desarrolle la construcción de la vivienda. La literatura disponible se enfoca en las pruebas de laboratorio realizadas para determinar las maneras cómo se transfiere el calor en los diversos materiales que se utilizan en la construcción; encontrándose que, las variaciones en los análisis térmicos están relacionadas con las propiedades físicas y químicas que posean los materiales analizados tales como la masa, densidad, porosidad, volumen y aire.

Los resultados de este estudio aportarán conocimiento sobre el confort térmico en climas de zonas de páramo de la Cordillera Central de los Andes Colombianos motivando a los

diseñadores arquitectónicos y planificadores urbanos a incluir las consideraciones climáticas en la construcción de edificaciones y en el desarrollo urbano para mejorar la calidad del ambiente térmico.

Finalmente, se pretende rescatar las tradiciones ancestrales en la construcción de viviendas en tabla parada y bahareque debido a que responden al contexto geográfico, dándole significado al lugar que ocupan en el país, convirtiéndola así en una arquitectura autóctona en donde los maestros y carpinteros demostraron sus grandes habilidades en el manejo de la madera y la tierra, configurando una expresión particular de la arquitectura colombiana.

En Colombia se han realizado acciones legales de gran valor para el sector de la construcción en beneficio del medio ambiente, sin embargo, hace falta mayor contundencia en el control de la aplicación de esta nueva normativa por parte de los entes reguladores del aparato estatal. De igual manera, hace falta ahondar en temas como el estudio de los materiales tradicionales utilizados en la construcción y su comportamiento térmico en los diferentes pisos térmicos conforme a mediciones en sitio y su relación con el confort térmico de los ocupantes de las edificaciones.

3 Objetivos

3.1 Objetivo general

Analizar la relación que existe entre la sensación térmica y el comportamiento térmico de viviendas construidas en madera ubicadas en la zona de páramo de las Cordillera Central de Los Andes Colombianos.

3.2 Objetivos específicos

- Caracterizar el comportamiento térmico de las viviendas seleccionadas en madera.
- Establecer relaciones entre las costumbres de los ocupantes y sensación térmica al interior de las viviendas.
- Demostrar que el comportamiento térmico de los espacios determina la percepción sensorial de sus ocupantes.

4 Problema de investigación

¿Cuáles son los elementos que influyen en la sensación térmica de los habitantes de las viviendas construidas en madera en el municipio de Murillo – Tolima ubicado en la zona de páramo de la Cordillera de los Andes Colombianos?

5 Hipótesis

Los abuelos habitantes del municipio, consideran que el uso en la construcción de las viviendas con especies de maderas específicas, se debe a que generan mayor resistencia al enfriamiento del espacio interior propiciando un ambiente cómodo para el permanecer; sin embargo, se desconoce el motivo por el cual estas maderas permiten estos ambientes confortables. De la misma forma, se tiene la creencia que la cantidad de vestuario que utiliza una persona es suficiente para mantener una temperatura de confort ideal, aunque se desconocen las características metabólicas de las personas que permita considerar si la temperatura de confort ideal se alcanza con el uso del vestuario adecuado o si más bien se debe a la cantidad de energía que produce el cuerpo humano.

Por lo anterior, existe una relación intrínseca entre las características de los materiales que sirven de envolvente de las edificaciones y la percepción de comodidad térmica en el interior de los espacios que varía de acuerdo a la naturaleza como propiedades físicas y químicas, espesor, densidad, textura, entre otros. De este modo, además de los anteriores, se propone establecer cuáles son los elementos que influyen en la percepción de comodidad térmica de los habitantes de las viviendas construidas con madera y la energía producida por el cuerpo humano mediante el proceso de metabolismo conforme a la actividad que desarrolla habitualmente el individuo.

6 Marco teórico

Desde el año de 1980, se han desarrollado una cantidad considerable de investigaciones en diversos lugares del mundo, llegando a determinar diferentes métodos para el cálculo teórico de la Resistencia Térmica (R) de los materiales, especialmente en los revestimientos de fachada. Los modelos reconocidos en los diversos estudios se clasifican en Lineales y No Lineales, siendo los modelos Lineales más vinculados a la física mientras que los No Lineales están más relacionados con la estadística, sin embargo, la elección del enfoque depende del propósito del estudio, la existencia de conocimiento físico, los datos y las herramientas estadísticas disponibles (Jiménez M.J, 2008). Por su parte, existen cuatro métodos estandarizados que se describen ampliamente bajo normas internacionales en donde se establecen los procedimientos adecuados para el análisis de la Resistencia Térmica bajo el Método del Flujo de Calor teniendo en cuenta el uso y calibración de equipos, procedimientos de medición, análisis de resultados, precisión y reporte (ASTM1155, 1995), (ISO9869, 2014).

Por su parte, Cesaratto en su campaña de medición y comparación de valores de conductancia térmica específica en edificios reales con los datos de referencia calculados, empleó diferentes métodos y herramientas de análisis para la estimación de la resistencia térmica de una gran cantidad de muros, encontrando que los resultados de cada muro variaban significativamente (alrededor del 30%) dependiendo de la herramienta de análisis. Entre las 44 mediciones llevadas a cabo durante cuatro años, solo 29 elementos se seleccionaron por su grado de precisión en el proceso de medición; se encontró que, los métodos de análisis considerados podrían dar importantes diferencias en los resultados para el mismo caso. Esto depende en muchos factores, como la sensibilidad a las condiciones dinámicas en los datos de entrada o campo térmico inicial dentro del elemento para todos los métodos de procesamiento (Cesaratto, 2013). Laurenti (Laurenti, 2004) mediante el método de Análisis Dinámico del Flujo de Calor y de Temperatura de la Superficie y siguiendo los procedimientos propuestos por la European Standard 12494-1996, realizó mediciones en diversos muros describiéndolos como livianos, medios y pesados encontrando un porcentaje de desviación entre las resistencias térmicas verdadera y la calculada muy bajo para el muro liviano (generalmente $\pm 0.10\%$ o menos). Los errores más altos se obtienen, en cambio, para el muro pesado ($\pm 0.1\%$ a aproximadamente $\pm 3.5\%$). Los valores más altos se refieren generalmente a los períodos de medición caracterizados por menores diferencias de

temperatura interior/exterior, teniendo en cuenta, que las pruebas fueron realizadas en las estaciones de invierno y verano únicamente.

Igualmente, la diferencia de resultados entre los datos teóricos de la transmitancia térmica de materiales y los datos obtenidos con la medición en campo son significativamente diferentes debido a diversos factores como las condiciones ambientales, equipos utilizados, calibración de equipos, entre otros. Sin embargo, cuando se comparan el Método Estadístico y el Método Dinámico se encuentran diferencias en los resultados de $\pm 4\%$; finalmente, se debe considerar el tamaño óptimo de los conjuntos de datos tales como la duración de las pruebas y la frecuencia en la toma de datos para obtener un valor U medido que se ajuste correctamente al valor U teórico y minimice la complejidad del cálculo (Gaspar, 2016).

De la misma forma, la comodidad térmica en el ser humano ha sido cuestionada cuando se habla de sensación térmica neutral ya que cada individuo posee características diversas que hacen que su temperatura óptima sea diferente a las que se establecen en la zona de confort de los estándares internacionales, ejemplo ASHRAE 55, sugiriéndose que el término preciso que deba utilizarse para este caso sea comodidad (Shahzad Sally, 2018). Igualmente, se establece que los ocupantes de las edificaciones necesitan de diferentes sensaciones térmicas en diferentes momentos del día en el interior de los espacios para percibir la sensación de comodidad. A este fenómeno que produce la sensación en el ser humano se conoce como Alliesthesia, siendo esta, la percepción térmica de caliente o frío que contribuye a la termorregulación homeostática que significa la regulación de una condición estable.

Al mismo tiempo, muchos autores han planteado métodos para la medición del confort térmico en el cuerpo humano estableciendo dos métodos a saber: Estático o Cuantitativo y el Adaptativo o Cualitativo. El método cuantitativo presenta a Fanger (1970) como el autor más reconocido el cual plantea

El valor de la temperatura de confort térmico puede definirse en términos del estado físico de las personas, y no en términos de las condiciones del ambiente térmico. En consecuencia ese valor puede derivarse de una ecuación de balance térmico humano para una persona dada a un nivel de actividad dado, donde la condición es que su temperatura media de la piel y su secreción de sudor conserven valores dentro de límites estrechos (Gómez, Bojórquez, & Ruiz, 2007, p. 4).

La ecuación de confort de Fanger (1) se expresa de la siguiente manera:

$$Lo = H - Ed - Esw - Ere - L - R - C \quad (1)$$

Lo = Acumulación de calor en el cuerpo.

H = Producción interna de calor.

Ed = Pérdidas de calor por la difusión de vapor de agua por la piel.

Esw = Pérdidas de calor debidas a la sudoración.

Ere = Pérdidas de calor latente debidas a la respiración.

L = Pérdidas de calor por respiración seca.

R = Pérdidas de calor por radiación de la superficie del cuerpo vestido.

C = Pérdidas de calor por convección de la superficie del cuerpo vestido.

La ecuación de Fanger (2), que convierte la carga térmica acumulada en el cuerpo a un valor posible de voto, configuró uno de los índices más usados para la determinación de confort térmico, denominado Voto Medio Previsto (Predicted Mean Vote PMV):

$$PMV = (0.303e^{-0.036M} + 0.025)Lo \quad (2)$$

PMV = Voto medio previsto.

Lo= Acumulación de calor en el cuerpo.

M= Tasa metabólica.

Igualmente, en la ecuación (3) se determinó el índice del Porcentaje Previsto de Personas Insatisfechas (Predicted Percentage Dissatisfied PPD) complementando el resultado que cuando el PMV se aleja del valor neutral, el PPD se incrementa.

$$PPD = 100 - 95e^{-(0.03353PMV^4 + 0.2179PMV^2)} \quad (3)$$

PPD = Porcentaje previsto de personas insatisfechas.

PMV = Voto medio previsto.

De la misma forma, el método adaptativo presenta a Humphreys (1978) como el autor más relevante de este enfoque cualitativo puesto que planteó la temperatura de confort como un resultado de la interacción entre los sujetos y su ambiente térmico (Gómez, Bojórquez, & Ruiz, 2007), es así, que este modelo ha desarrollado una ecuación que se obtiene a partir de procesos de regresión lineal:

$$T_n = b + m (T_{em}) \quad (4)$$

T_n = Temperatura de neutralidad o confort.

b = Punto donde la recta de regresión corta el eje de las ordenadas.

m = Pendiente de la recta de regresión.

Tem = Temperatura exterior promedio.

En la siguiente tabla, se presentan los valores para b y m como resultado de la aplicación de los modelos generalizados por varios autores, basados en la temperatura operativa de confort como función de la temperatura exterior promedio.

Tabla 1.

Valores de b y m para la construcción de modelos de confort térmico.

Autor	b	M
Humphreys (1976)	11.9	1
Auliciems (1981)	176	0,31
Griffiths (1990)	12.1	0,534
Nicol et al. (1993)	17.0	0,38
Brager - De Dear (1998)	17.8	0,31
Humphreys - Nicol (2000)	13.5	0,54

Nota (Gómez, Bojórquez, & Ruiz, 2007)

A su vez, ASHRAE STANDARD 55-2010 que tiene por objeto especificar la combinación de factores del ambiente térmico al interior de los espacios y los factores personales que producen las condiciones aceptables para la mayoría de los ocupantes de los espacios interiores, relaciona la temperatura del aire, temperatura radiante media, humedad y velocidad del aire con los factores

humanos tales como el metabolismo y vestuario. De igual forma, se hace necesario precisar que esta normativa reconoce el método adaptativo como un criterio acertado de relación entre el ambiente térmico en los espacios interiores y la reacción de los usuarios ante estos estímulos. Es importante resaltar, que este estándar internacional registra parámetros de aceptación térmica normalizados en adultos saludables que habitan en zonas con una presión atmosférica equivalente hasta los 3000msnm. Igualmente, establece el método para determinar las condiciones térmicas aceptables en los espacios ocupados (55-2010, 2010).

En el año 1937, André Missenard colaborador de Le Corbusier, realizó los primeros planteamientos acerca de la relación entre el clima y la salud, confort ambiental y temperatura efectiva (Missenard, 1937). Para ello, expresó en una ecuación, la temperatura efectiva teniendo en cuenta la velocidad del viento a una altura de 1.50mts sobre el suelo:

$$TE=37- \frac{37-Ts}{0.68 - 0.0014h - \frac{1}{1.76+1.4V}} -0.29Ts (1-h/100) \cdot 0.75$$

En donde:

Ts = Temperatura del aire en grados celsius (°C).

h = Humedad Relativa.

v = Velocidad del viento a una altura de 1.50mts sobre el suelo (m/s).

En Bélgica, se realizó un estudio de evaluación del confort térmico en 99 pacientes hospitalarios mediante unas mediciones objetivas y subjetivas de su confort térmico en diferentes salas de atención médica. Este estudio buscaba formular los requisitos para el diseño arquitectónico y control de sistemas de construcción, como también, establecer lineamientos en el uso de ropa en pacientes y ropa de cama. Como resultado de este estudio, se estableció el porcentaje del área de cubrimiento del cuerpo cuando se está acostado, dejando en claro que un valor de 23.3% se interpreta que la persona no usa ninguna prenda de cama para cubrirse el cuerpo; un valor de 59.1% se deduce que la persona usa una prenda de cama cubriéndose su cuerpo hasta la cintura y un valor de 94.1% es en donde la persona usa una prenda de cama para cubrir su cuerpo hasta el cuello. De igual manera, se establecieron unos valores para el índice de resistencia térmica de la lencería de cama que aumentan de acuerdo a la cantidad de mantas que use el paciente (Verheyen, Theys, Allonsius, & Descamps, 2011).

En la India, se realizó un estudio del confort térmico adaptativo en edificios residenciales ubicados en el Noreste del país, en donde el objetivo de la investigación fue estudiar el efecto de la diferencia en la elevación, siendo un factor importante para la variación de la temperatura en terrenos montañosos y en la comodidad térmica de los residentes, llevándose a cabo una encuesta de campo en 6 edificios residenciales ubicados en dos elevaciones diferentes en la región del Himalaya en la ciudad de Darjeeling estado de Bengala Occidental. Este estudio reveló que los sujetos que habitan la región de mayor elevación fueron mucho más adaptados a la condición de frío que los habitantes de la baja región (Thapa, Bansal, & Panda, 2018).

En Colombia, el IDEAM aplicó en el año 1998 una metodología para el cálculo del confort climático a partir de la temperatura, humedad relativa y el viento en donde se pudo establecer la situación media del confort en el país (ver figura 1). Sin embargo, esta metodología permite conocer la sensación térmica del ambiente en general, pero no está aplicada para conocer la sensación térmica al interior de las construcciones (González, 1998). A su vez, Villadiego desarrolló un estudio del confort térmico de los habitantes de una zona cálida y húmeda tomando como caso la ciudad de Barranquilla; para el desarrollo del estudio aplicó unas encuestas para incrementar el conocimiento acerca de la sensación térmica de los encuestados. Estas encuestas estaban ajustadas a la escala sensorial ASHRAE a saber: +3 caliente, +2 tibio, +1 ligeramente tibio, 0 Neutral, -1 ligeramente frío, -2 Frío y -3 Helado. Encontrando al final del estudio, que los habitantes de la ciudad de Barranquilla tienen una gran tolerancia a las altas temperaturas y a la humedad relativa, en donde la temperatura del aire, radiación solar y la velocidad del viento son los parámetros de mayor influencia en su sensación térmica (Villadiego & Velay-Dabat, 2014).

Nuestro país cuenta con 36 zonas de páramo identificadas, 30 de ellas delimitadas con una extensión superior a los dos millones de hectáreas, contando así con el 50% de los páramos existentes en el mundo. La delimitación de las zonas de páramo busca proteger la biodiversidad, al igual que los nacedores de agua prohibiendo así que allí se realicen actividades mineras o de agricultura. Las zonas de páramo colombiano se extienden por 12 departamentos y se ubican en su área de influencia 138 municipios (Semana, 2018). El departamento del Tolima está localizado entre las cordilleras Central y Oriental, sobre el valle del Río Magdalena, en una extensión de 24.016,23 km². La superficie departamental limita por el Norte con el departamento de Caldas, en una extensión de 125 km, desde la desembocadura del Río Guarinó en el río Magdalena hasta el pico central en el Nevado de Santa Isabel. El departamento del Tolima presenta todos los niveles

térmicos de montaña, con cumbres nevadas a más de 5.000 metros de altitud con las temperaturas bajo cero como el Nevado del Huila, Nevado del Ruiz, Nevado del Tolima, Nevado de Santa Isabel y el Nevado El Cisne, que hacen parte de los Parques Naturales Nacionales Las Hermosas, Nevado del Huila y Los Nevados, y las zonas bajas en amplios valles por debajo de los 400 mts de altitud que alcanzan valores térmicos superiores a 40°C.

En la zona Norte del departamento, se encuentra el municipio de Murillo que cuenta con un área de 41.777,47 Has con una población total de 5.032 habitantes según cifras del Departamento Administrativo Nacional de Estadística DANE 2014, distribuidos en 1.501 en la cabecera urbana y 3.531 en la zona rural. Según la clasificación climática de Holdridge, el municipio de Murillo está ubicado en la zona de vida Bosque muy Húmedo Montano (bmh-M) en donde se identifican por ser de páramo, en alturas mayores a 2.900 metros sobre el nivel del mar, se caracteriza por presentar temperaturas entre 6 y 12°C, precipitaciones entre los 1000 y 2000 mm y un clima muy frío y húmedo; por su parte, la clasificación climática Caldas-Lang ubica al municipio de Murillo en la zona Páramo Bajo Húmedo (PBH), caracterizándose por presentar alturas entre los 3.200 y 3.700 msnm, temperatura entre los 7 y 12°C y una relación precipitación/temperatura (P/T) entre los 100 y 160 (ver Figura 2). Las características son muy similares a las de Páramo Alto, con la diferencia de que en dichas zonas existe ya una actividad económica de cultivos de papa y ganadería; en esta provincia se encuentran especies arbóreas como la palma de cera, siete cueros y encenillo, y exóticas como el pino y eucalipto (Cortolima, 2014). Teniendo en cuenta el contexto geográfico del municipio, se hace necesario precisar que su casco urbano, se encuentra a una altitud de 3050msnm, ocupando un área de 1km².

Así pues, con base en la información geográfica del municipio de Murillo, se hace necesario un estudio en el comportamiento de la madera con la que se construyeron las viviendas que se encuentran localizadas en el casco urbano y relacionarlos con la sensación térmica de sus ocupantes con el objeto de encontrar el vínculo de la materialidad de las edificaciones, el volumen de las habitaciones, los rasgos físicos, ocupación y modos de vestir de sus habitantes.

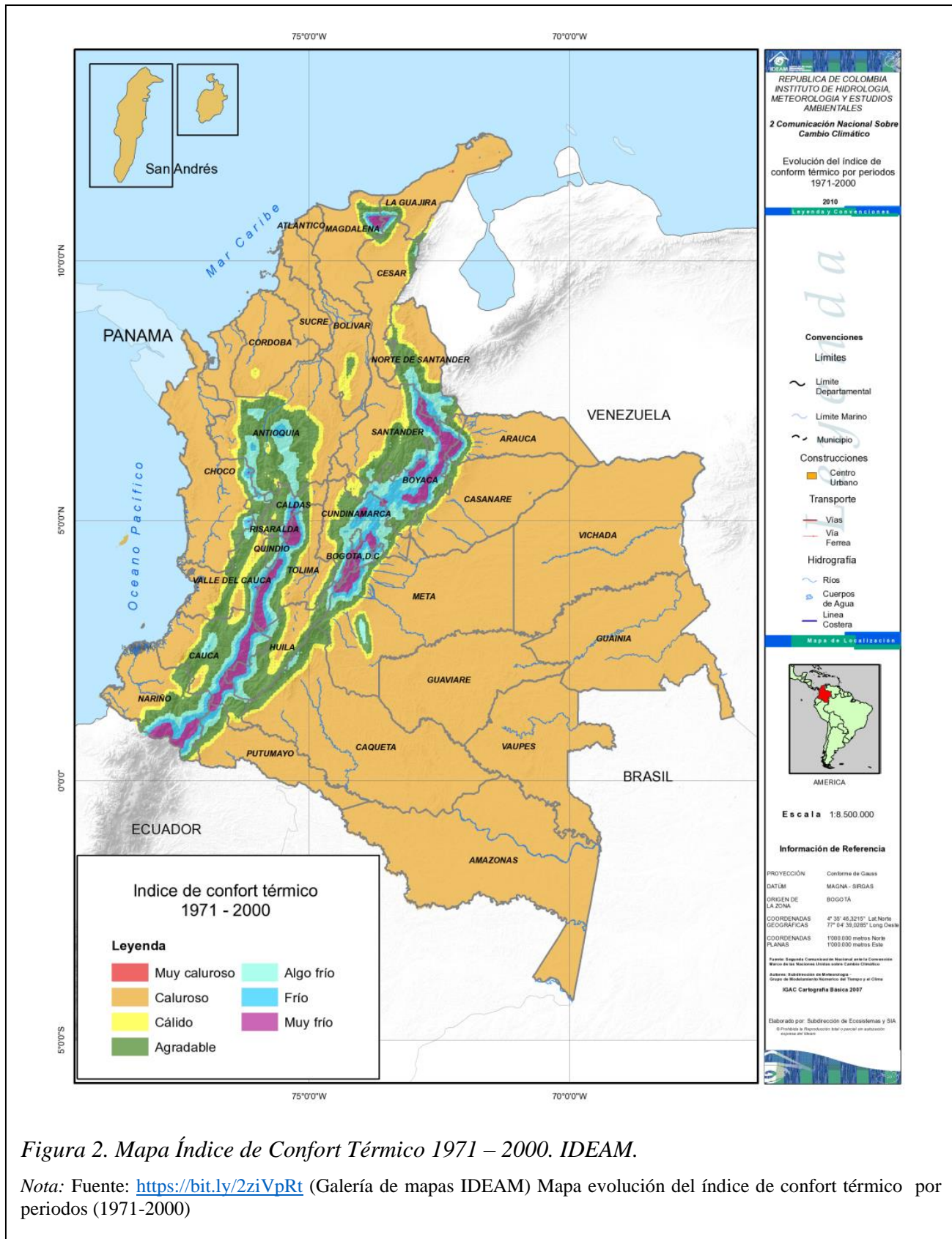


Figura 2. Mapa Índice de Confort Térmico 1971 – 2000. IDEAM.

Nota: Fuente: <https://bit.ly/2ziVpRt> (Galería de mapas IDEAM) Mapa evolución del índice de confort térmico por periodos (1971-2000)

Por su parte, el Plan Nacional de Desarrollo 2010-2014 (PND), propone una estrategia denominada Vivienda y Ciudades Amables en donde no aparece ningún lineamiento respecto a la construcción sostenible, refiriéndose en pocas palabras a programas de desarrollo de vivienda de interés social prioritario, renovación urbana y cobertura para créditos de vivienda fundamentalmente. Igualmente sucede, con el PND 2014-2018 ratificado mediante la Ley 1753 de 2015 en donde no aparece ningún lineamiento o esbozo sobre política en construcción sostenible limitándose a ampliar en su articulado la Ley 388 de 1997 en cuanto al ordenamiento del territorio y vivienda de interés social y prioritario particularmente.

A partir del año 2011, mediante el Decreto Ley 3571, se comienza a esbozar una directriz acerca del urbanismo y construcción de vivienda sostenible dentro de las funciones que tiene el nascente Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio pero no define en ninguna parte cómo hacerlo. Así mismo, el Decreto 1285 de 2015 por medio del cual se establece la modificación al Decreto Ley 3571, adicionando el Título 7 denominado Urbanización y Construcción Sostenible con un Capítulo único titulado “Construcción Sostenible” en donde se establecen lineamientos de construcción sostenible para edificaciones, encaminados al mejoramiento de la calidad de vida de los habitantes y al ejercicio de actuaciones con responsabilidad ambiental y social. De manera tímida, la Resolución 0549 de 2015 expedida por el Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio busca establecer unos parámetros nacionales que permitan el ahorro en el consumo de agua y energía según la zona climática clasificada por el Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (IDEAM). Esta resolución viene acompañada de un anexo titulado: “Guía de construcción sostenible para el ahorro de agua y energía en edificaciones” en donde se establecen unas de estrategias de construcción sostenible mediante la aplicación de medidas pasivas y activas según sea el caso, igualmente, define el significado de la transmitancia de los materiales conforme a la referencia American Society of Heating, Refrigerating and Air Conditioning Engineers 90.1-2004 (ASHRAE).

Ya en el año 2018, el gobierno nacional establece la política nacional de desarrollo sostenible aprobado por el Consejo Nacional de Política Económica y Social siendo denominado como CONPES 3919. Esta política nace como producto de los compromisos adquiridos por el estado en el Acuerdo de París COP 21, los Objetivos de Desarrollo Sostenible y con la Nueva Agenda Urbana NAU principalmente, debido a que el sector de la construcción genera el mayor impacto ambiental por su alto consumo de agua potable y de energía facilitando una falta en el

control de la mitigación ambiental entendiendo que a mayor urbanización mayor la necesidad social sobre el consumo de materiales. Así mismo, busca que la industria de la construcción esté enmarcada con un enfoque de economía circular en donde se utilicen y optimicen los materiales, la energía, el agua y los residuos con el objeto de generar eficiencia en el uso de los recursos teniendo en cuenta el ciclo de vida de las edificaciones. Finalmente, esta política pretende impulsar criterios de sostenibilidad en el ejercicio de la construcción con un espacio de tiempo a 2025 como visión de la Estrategia Nacional de Crecimiento Verde que permita avanzar en el crecimiento bajo en carbono, asegurando el uso sostenible del capital natural, reduciendo la vulnerabilidad frente a los riesgos de desastres naturales y al cambio climático.

6.1 Marco histórico

El municipio de Murillo ubicado al noroccidente del departamento del Tolima, tiene su origen a partir de los procesos de expansión territorial que tuvieron los arrieros antioqueños en su interés por descubrir nuevas tierras para luego convertirlos en territorios productivos. Este fenómeno migratorio se conoció como la colonización antioqueña, en donde familias enteras emprendieron desde Medellín campañas conquistadoras caracterizadas por largas travesías abriendo caminos a punta de machete, picas y palas por todos los puntos cardinales de la geografía antioqueña de mediados del siglo XIX, así mismo, tomaron la decisión de abrir caminos que los condujera al Río Magdalena con el propósito de tener comunicación directa con Europa ya que era el camino más expedito para llegar al Océano Atlántico y desde las costas colombianas embarcarse hacia el viejo mundo.

En relatos magistrales acerca de estas hazañas comenta:

Contaban los abuelos que en una luminosa mañana de 1864 salió de la pequeña aldea de Manizales una tropilla de hombres y mujeres, unos a pie, otros a caballo, rumbo al nevado del Ruiz y que luego, vertiente abajo, se internaron en territorios del antiguo Estado Soberano del Tolima. Iban ellos en pos de tierras y de minas sin dueño, buscando baldíos a fin de hacerlos suyos por los títulos del esfuerzo colectivo y del trabajo sin desfallecimientos. Tenían sed de aventura, deseos de riqueza, fiebre de luchar contra obstáculos superiores a ellos mismos y buscaban la tierra, la tierra

buena y sin dueño, donde arrojar la semilla y ver crecer la esperanza. Las mejores tierras de Manizales y de las comarcas vecinas ya habían sido ocupadas por migraciones anteriores. Pero allá, tras el nevado, en la otra vertiente de la cordillera central, había un país selvático y misterioso del cual muy poco se sabía en los nuevos poblados que la incontenible corriente migratoria venía edificando y del cual apenas si hablaban vagamente aventureros codiciosos, arrieros trotamundos y buscadores de oro y de ganado cimarrón (Santa, 1997, p. 48).

Por su parte (Jiménez, 1980), oriundo de Murillo, describe en las siguientes líneas como sucedió la fundación de este pintoresco pueblo:

.....MURILLO... fue fundado, hacia el año de 1873, merced a los esfuerzos del Dr. Ramón Arana, quien hizo el primer trazado del caserío, y de Clemente Cifuentes y de Rafael Parra, este último hermano del general Isidro Parra. Naturalmente cuando del Dr. Arana realiza este primer trazado ya existen algunas pocas casas propiedad de colonos. Pero fueron estos eminentes ciudadanos los que le dieron conformación urbana. El Congreso de Colombia, por medio de la Ley 12 del 14 de marzo del mismo año, había dispuesto la adjudicación de doce mil (12.000) hectáreas de tierras baldías a cada una de las poblaciones de Murillo, Santo Domingo y Soledad. Sobre esa tierra nació la población actual. El nombre fue dado en memoria de don Manuel Murillo Toro, justo reconocimiento a un gran hijo del Tolima y a uno de los más ilustres gobernantes y estadistas de Colombia. Los primeros pobladores fueron en su totalidad antioqueños pero, desde principios de este siglo, se operaron fuertes inmigraciones de cundinamarqueses, boyacenses y santandereanos (Jiménez, 1980, p. 15).

Las primeras casitas construidas en madera de aquel poblado, fueron el lenguaje más pintoresco del pequeño caserío en sus primeros años; fue así, como los primeros pobladores vieron las primeras casas de la nueva aldea en el año de 1870. De forma similar a todos los pueblos de la colonización antioqueña, el trazado urbano de Murillo, sigue la tradición española en donde la plaza es el lugar principal que servirá como punto central para el desarrollo de los eventos

comunitarios y el mercado, a su vez, serviría de referencia para distribuir las calles y solares; igualmente, alrededor de la plaza se encuentran las edificaciones más importantes de la comunidad como la iglesia, el cabildo, el escaso comercio (herrería, aserrío y la tienda) y las viviendas de los primeros pobladores. A medida que fue creciendo la aldea, sus habitantes se fueron localizando en las calles cercanas a la plaza siguiendo la cuadrícula trazada inicialmente, contribuyendo a que en la actualidad no sea claramente visible una segregación urbana debido a que aún se conservan las características iniciales de organización urbana. A pesar del paso del tiempo y de los cambios en las dinámicas sociales, la plaza no ha perdido su importancia ya que allí se siguen realizando las principales actividades municipales tales como el Festival y Reinado de la Cosecha y el Retorno que se celebra en el mes de agosto, discursos políticos, diversos eventos de la alcaldía, entre otras actividades de interés comunitario. En la Figura 3 se observa el plano urbano del municipio de Murillo, Tolima.

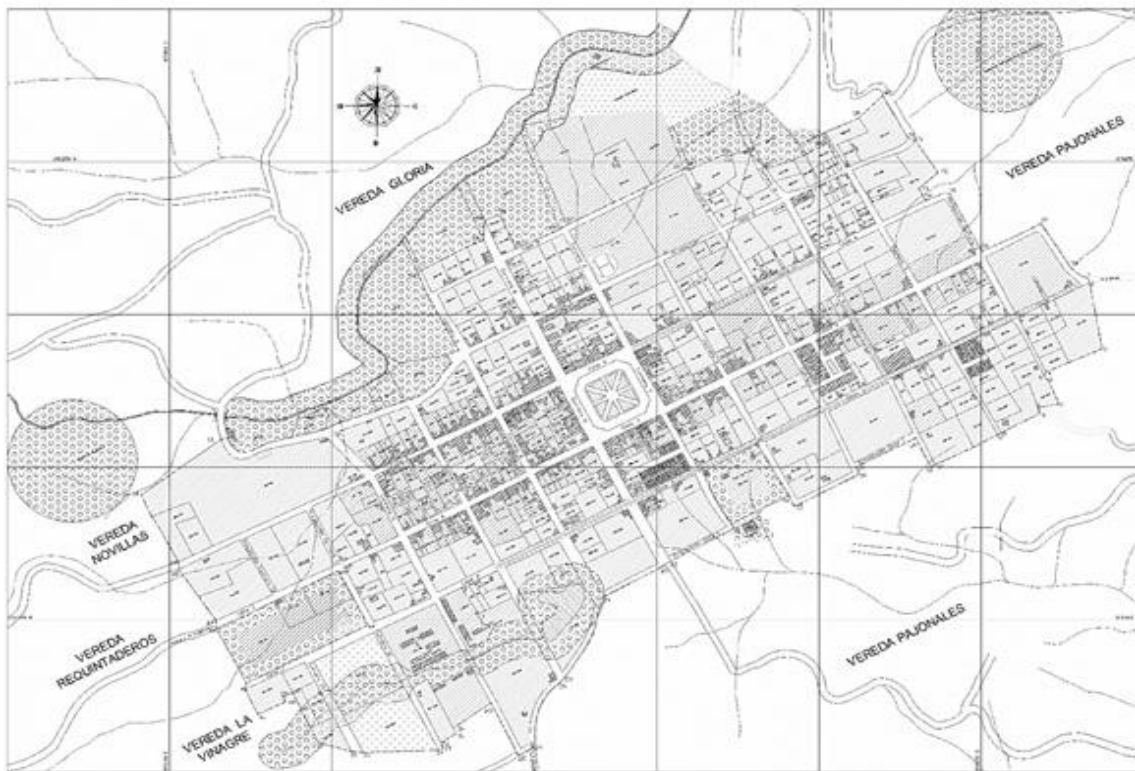


Figura 3. Mapa urbano del municipio de Murillo, Tolima. (EOT, 2002).

Nota: Fotografía de Yesid Bonilla. Murillo Tolima. 2019. Plano físico del municipio de Murillo Tolima. Esquema de Ordenamiento Territorial (2002)

Desafortunadamente, el paisaje urbano del municipio de Murillo se ha ido transformando con la llegada de la modernidad en donde la mayoría de las viviendas construidas en madera fueron demolidas, en su remplazo, fueron construidas edificaciones en ladrillo y cemento rompiendo de tajo con la historia y la armonía urbana que la conformaban las coloridas viviendas tradicionales que enaltecieron el orgullo de sus habitantes. Hacia la entrada del pueblo llegando por El Líbano y en el barrio La Paz aparecen nuevas tendencias arquitectónicas que responden a la política nacional de Vivienda de Interés Social y que no ocupa mayor área dentro del casco urbano. Es importante resaltar para este trabajo de investigación, que no hay arborización en el espacio público con excepción de la plaza, debido a que las viviendas tienen sus fachadas construidas sobre el andén.

Por su parte, las viviendas construidas en madera, son producto del ingenio de los colonos para superar los obstáculos del clima y de cobijo para permanecer en el lugar conquistado. De igual manera, estas edificaciones responden a un modo de ocupar el espacio, en donde lo importante es el dominio del territorio, por lo que se acudía a seleccionar los materiales más versátiles que se encontraran en las inmediaciones del lugar para la construcción rápida de edificaciones de uso mixto. Los usos predominantes de las primeras edificaciones, al inicio del establecimiento del poblado, estaban destinados para el almacenamiento de herramientas de trabajo agrícola o almacenamiento de víveres y alimentos cosechados del campo en el primer piso. Con el tiempo, ese primer piso fue teniendo otros usos como el de herrería, en donde un experto en el manejo de forjas metálicas ocupaba un espacio para prestar sus servicios de herrero a toda la comunidad que se dedicaba a las cuestiones agrarias, así mismo, el aserrío en donde se maquilaba toda clase de madera para los diferentes usos y la tienda, en donde se instalaba un comerciante a vender productos que no se encontraban en la zona.

Las maderas que utilizaron para levantar la estructura, muros y cubierta fueron el cedro rosado, encenillo, comino y chaquiro; estos materiales, fueron extraídos en aquel entonces de la maraña de bosques existentes en el páramo, lo que les permitió construir casas fuertes y elevadas del suelo. Esta última característica se destaca por tres condiciones que resultan ser lógicas, la primera se debe al manejo de la humedad ya que el viento pasa por debajo del entramado de madera de la vivienda, haciendo que la humedad sea evacuada por el aire evitando así el deterioro de la madera en la estructura de contrapiso, la segunda es proteger esta estructura de la presencia de insectos y roedores que pudieran resguardarse del frío y terminen carcomiendo la madera y la tercera es buscar la nivelación de la edificación debido a lo inclinado del terreno de montaña (ver

figura 4). En otros casos, cuando las viviendas son medianeras, la estructura de contrapiso en madera se elevaba del suelo por lo que no hay manera de ventilar el vacío existente, por lo que se recurría a perforar los durmientes con el objeto de que por allí circulara la ventilación natural para así brindar la protección necesaria al material natural (ver figura 5).

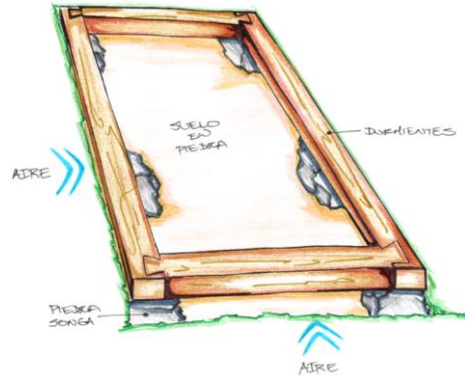


Figura 4. Esquema de ubicación de durmientes de las viviendas en madera.

Nota: Elaboración y fotografía de Yesid Bonilla. Murillo Tolima. 2019.



Figura 5. Durmientes perforados de las viviendas en madera.

Nota: Fotografía de Yesid Bonilla. Murillo Tolima. 2019

Conforme a ello, se inicia un análisis del proceso constructivo de las edificaciones siendo notorias las uniones en la estructura. Dichas uniones, fueron realizadas por ensambles en donde no se utilizaron clavos, puntillas o alambres.

Existen variedad de ensambles que son conocidos como en caja (ver figura 6), en rayo (ver figura 7), en espigo (ver figura 8) y en inglete (ver figura 9).



Figura 6. Ensamble en caja.

Nota: Fotografías de Yesid Bonilla. Murillo Tolima. 2019



Figura 7. Ensamble en rayo.

Nota: Fotografías de Yesid Bonilla. Murillo Tolima. 2019



Figura 9. Ensamble en espigo.

Nota: Fotografías de Yesid Bonilla. Murillo Tolima. 2019



Figura 8. Ensamble en inglete.

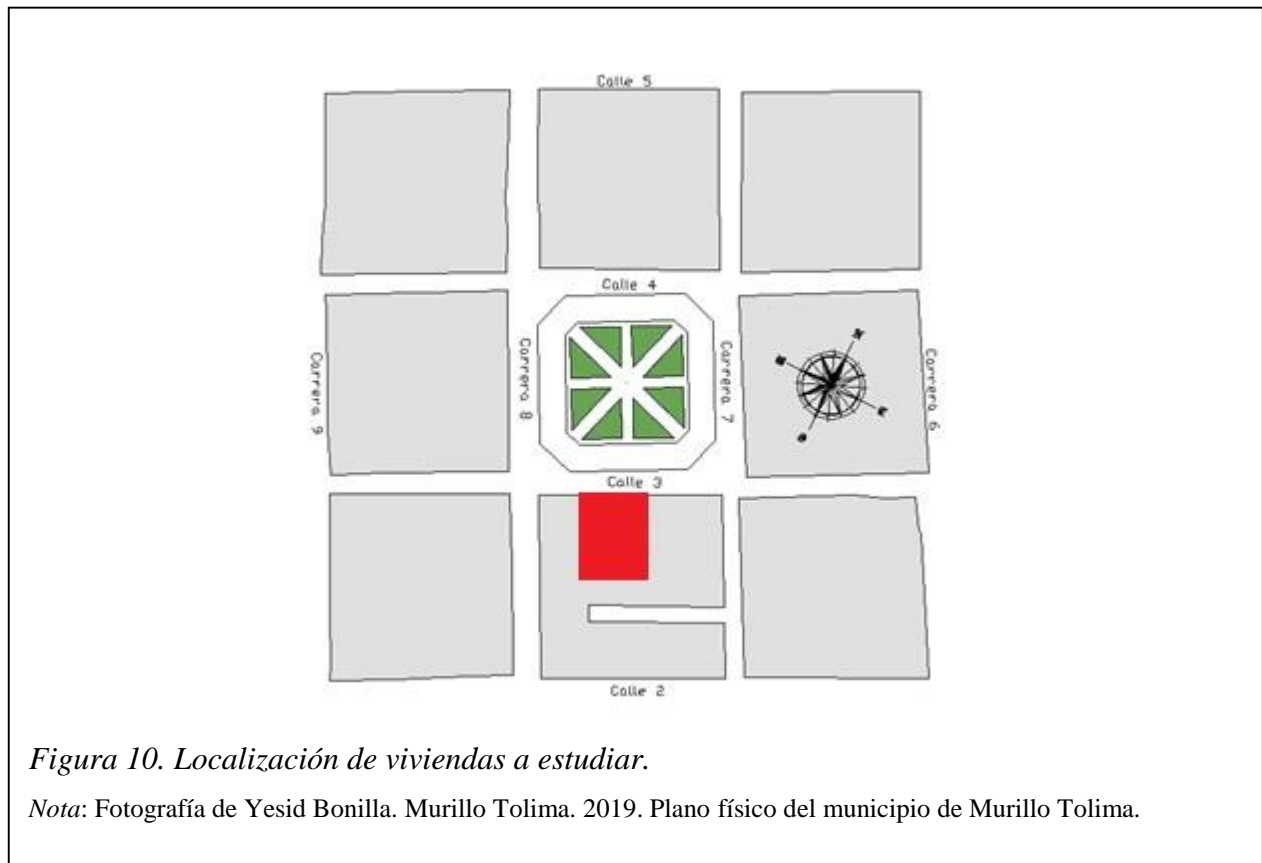
Nota: Fotografías de Yesid Bonilla. Murillo Tolima. 2019

De acuerdo con las características de las viviendas en madera, se ha considerado trabajar con este tipo de edificaciones debido al carácter patrimonial que revisten, puesto que son un legado de la arquitectura tradicional de la región antioqueña teniendo sus orígenes en la herencia española de la colonización y que llegó allí mediante el proceso de poblamiento de la zona norte del departamento del Tolima iniciado a mediados del siglo XIX denominado “colonización antioqueña”. Esta emancipación colonizadora, no solo dejó la madera como material primordial para la construcción de las viviendas sino también el modelo de vivienda sencilla, de recorrido lineal a través de los corredores, habitaciones alineadas y comunicadas entre sí, sin mucho trabajo estético ni ornamental. Por su parte, la propuesta estructural ha sido magnífica ya que la madera permite que la edificación tenga un comportamiento flexible ante los movimientos telúricos, facilitado también por la variedad de ensambles entre los listones que permiten asegurarlos.

Otro factor de gran relevancia, es la sistematización en la producción de las construcciones en madera haciendo que los maestros hayan alcanzado dicho título mediante la práctica diaria sin un mayor aporte teórico. Estos aspectos se constituyen en elementos esenciales para la conservación arquitectónica de dichas edificaciones, puesto que son una respuesta creativa a las necesidades de los colonos, de igual forma, a las complejas condiciones climáticas y topográficas de la región.

Las edificaciones escogidas para el presente trabajo fueron en algún momento una sola vivienda ocupada por una familia, con la muerte de los primeros propietarios, sus descendientes tomaron la decisión de subdividir el predio resultando cinco viviendas para igual número de familias (ver figura 10). Es conveniente precisar, que la vivienda inicialmente se configuraba en un semi-claustro, es decir distribuida en L, que contaba en el primer piso sobre la fachada principal con un gran salón destinado a comercio, tres salones adicionales pequeños destinados al almacenamiento de víveres y herramientas de trabajo con una altura de entrepiso equivalente a 3.00mts. En su fachada se puede observar la existencia de un acceso principal a la vivienda y otros accesos auxiliares que permitían el ingreso directamente al patio interior; en la parte posterior de la vivienda se encontraba la cocina y el comedor (ver figura 11). Todos estos espacios estaban comunicados por un corredor que se encontraba limitado entre los muros de los salones y la baranda perimetral que enmarcaba el patio central; en este corredor, que servía de circulación, también cumplía la función de un lugar de descanso y meditación, a su vez, de zona social porque allí se realizaban las tertulias familiares y reuniones con amigos ya que estas viviendas no contaban con

sala. Es importante destacar, que la existencia del patio interior les permitía obtener el ingreso de la radiación solar hacia el interior de la vivienda, igualmente, era el lugar adecuado para las reuniones de los dueños con los trabajadores, arreglo y resguardo de las bestias, organización y distribución de los productos recolectados en el campo.



En el segundo piso, se encontraban seis habitaciones con una altura libre de entrepiso equivalente a 2.47mts destinadas a actividades relacionadas con el descanso, siendo comunicadas en su interior por un vano simulando una puerta que tenía como función el control por parte de los padres sobre sus hijos, particularmente, sobre el comportamiento sexual especialmente sobre sus hijas puesto que debían conservar su virginidad hasta el matrimonio dado que este sacramento era inculcado a las mujeres desde su infancia, cumpliendo la sexualidad como un fin netamente reproductivo (Gutierrez, 1968). En cada habitación está ubicado un balcón con un tamaño que correspondía a la jerarquía de sus ocupantes, es decir, el balcón más grande para los dueños de casa y los más pequeños para los hijos.

Todas las habitaciones se encontraban conectadas por una balconada de uso exclusivo de la familia orientada hacia el patio interior, que al igual que el corredor, se encontraba limitada entre el muro de las habitaciones y la baranda de madera, siguiendo el paramento planteado desde el primer piso hasta el cielorraso, que además de servir como espacio de circulación, tenía la función de espacio de recreación pasiva en donde sus moradores solían tomar un descanso, leer o contemplar el imponente paisaje que desde allí se observaba.

Por lo anterior, las habitaciones se ubicaban en el segundo piso debido a sus actividades de colonización que iban acompañadas de las agrarias, desde donde tenían la posibilidad de vigilar no sólo sus pertenencias sino también el territorio.

De igual forma, la habitación viste un ámbito, pero la habitación coincide con el hábito, en cuanto conviene al estado de cada uno y su oficio, a la vez que los representa y significa. Otra acepción de hábito indica que es un modo de comportamiento: una pauta de conducta. Y es a esa vida pautada, habitual, a la que responde con sus recintos, varios y bien aderezados, la habitación humana (Arnau, 2000, citado por Sarquis, 2007, p. 16).

En cuanto a la cubierta, era totalmente en madera pero llegando los años 80, con los albores de la modernidad y de acabar con lo “viejo”, los habitantes del pueblo optaron por cambiar las cubiertas originales de madera por tejas de zinc ondulada puesto que ellas le daban una mejor apariencia a las viviendas desconociendo que con ello acabaron con una historia de sueños y conquista, y de paso con un patrimonio arquitectónico-cultural incalculable.



Figura 11. Fachada general de la vivienda.

Nota: Fotografías de Yesid Bonilla. Murillo Tolima. 2019

La primera casa seleccionada, que de ahora en adelante se denominará la Casa Uno se encuentra en el extremo Noreste de la edificación (ver figura 12) en donde se tomará como espacio de estudio la habitación principal, siendo habitada por dos adultos mayores cuyas edades se encuentra en los 77 y 63 años respectivamente. El espacio seleccionado se encuentra en el segundo piso encontrándose alinderada al Norte con la fachada principal, al Sur con el hall de acceso, al Oriente con el muro culata expuesta al aire, al Occidente con la Casa Dos, al cenit con el cielorraso en madera y al nadir se encuentra una cafetería que funciona en horario diurno y el acceso principal a la vivienda. Esta habitación cuenta con la particularidad que se encuentra expuesta a la radiación solar en horas de la mañana por el muro culata oriental y al impacto permanente del viento sobre la fachada principal cuya dirección frecuente proviene del Nororiente, a su vez, en su interior existen dos puertas con una altura equivalente a 2.00 mts, una que sirve de acceso desde el pequeño hall estando compuesta por dos hojas de madera totalmente cerrada y otra que conduce al balcón siendo dos hojas que contienen postigos con el propósito de controlar el paso de la luz natural y de ventilación al interior de la habitación.



Figura 12. Fachada de la Casa Uno.

Nota: Fotografías de Yesid Bonilla. Murillo Tolima. 2019

La segunda vivienda seleccionada, que de ahora en adelante se denominará Casa Dos, colinda con la Casa Uno al oriente. Al igual que en la Casa Uno, el espacio seleccionado fue la habitación que se encuentra ubicada sobre la fachada principal siendo ocupada por un joven de 16 años de edad. La habitación se delimita por el Norte con la fachada principal, al Sur con el hall de acceso, al Oriente con la Casa Uno, al Occidente con una vivienda sin ocupantes, al cenit con el cielorraso en madera y al nadir con un local comercial de ropa y el acceso principal a la vivienda (ver figura 13).



Figura 13. Fachada de la Casa Dos.

Nota: Fotografías de Yesid Bonilla. Murillo Tolima. 2019

La tercera vivienda se encuentra en el otro extremo de la edificación, que de ahora en adelante se denominará Casa Tres, el espacio seleccionado fue la habitación que se encuentra ubicada sobre la fachada principal siendo ocupada por una mujer de 25 años. Esta habitación se delimita por el Norte con la fachada principal, al Sur con una habitación que es ocupada por un niño de 2 años, al Oriente con la vivienda sin ocupantes, al Occidente con el muro culata expuesta al exterior, al cenit con el cielorraso en madera y al nadir con un local comercial que funciona como panadería; el ingreso a la vivienda se realiza por el interior de este local comercial (ver figura 14). Es importante anotar, que las habitaciones seleccionadas como objeto de estudio cumplen con

similares criterios de ubicación, no obstante, las edades de sus ocupantes difieren. Así mismo, el área de la superficie de la envolvente expuesta al exterior varía entre los tres espacios seleccionados, siendo que las habitaciones de la casa Uno y Tres son las más expuestas y la Dos la



Figura 14. Fachada de la Casa Tres.

Nota: Fotografías de Yesid Bonilla. Murillo Tolima. 2019.

menos expuesta.

Conforme a los testimonios de los habitantes del municipio, se dice que la edificación cuenta con aproximadamente 140 años de existencia siendo la segunda vivienda más antigua del casco urbano del municipio de Murillo. Como se ha descrito a lo largo de este documento, la edificación se encuentra construida totalmente en madera utilizando el cedro rosado, encenillo, comino y chaquiro principalmente en donde no ha sido posible identificar el tipo de madera que fue utilizada en la estructura de la vivienda. Por su parte, las maderas son clasificadas de acuerdo a su uso, nombre científico, familia y nombre común; estableciéndose, que las maderas trabajadas

en la construcción de esta vivienda, se encuentran clasificadas dentro de las 27 familias utilizadas en el campo de la construcción y el diseño de estructuras.

La madera conocida comúnmente como Cedro Rosado pertenece a la familia Meliaceae, medianamente dura y pesada debido a su densidad seca al aire de 0.46g/cm^3 y densidad anhidrica de 0.42g/cm^3 , con una porosidad escasa que varía entre 12 a 30 poros por 10mm^2 ; siendo usada extensamente para construcción en general, carpintería y apropiada para muchos otros propósitos debido a sus buenas cualidades, aromática y resistente al ataque de insectos pero por su baja densidad básica, no clasifica como madera estructural. Por otro lado el Roble pertenece a la familia Fagaceae, muy dura y pesada debido a su densidad seca al aire de 0.99g/cm^3 y densidad anhidrica de 0.97g/cm^3 , con una porosidad moderadamente escasa que varía entre 30 a 65 poros por 10mm^2 ; siendo una madera de gran resistencia y durabilidad natural, usada en construcciones como madera estructural correspondiendo al grupo de maderas estructurales.

Ahora bien, el Encenillo pertenece a la familia Cunoniaceae, medianamente dura y pesada debido a su densidad seca al aire de 0.65g/cm^3 y densidad anhidrica de 0.59g/cm^3 , con una porosidad numerosa que supera los 250 poros por 10mm^2 ; siendo usada principalmente para vigas, muebles, gabinetes, elementos torneados, chapas decorativas y contrachapados correspondiendo al grupo de maderas estructurales. En cuanto al Comino, pertenece a la familia Lauraceae, moderadamente dura y pesada debido a su densidad seca al aire de 0.63g/cm^3 y densidad anhidrica de 0.59g/cm^3 , con una porosidad moderadamente numerosa que varía entre 65 a 125 poros por 10mm^2 ; siendo utilizada en construcción de interiores y exteriores, pisos (listón machihembrado), ebanistería y carpintería correspondiendo al grupo de maderas estructurales. Por su parte, el Chaquiro pertenece a la familia Celastraceae, medianamente dura y pesada debido a su densidad seca al aire de 0.82g/cm^3 y densidad anhidrica de 0.79g/cm^3 , con una porosidad numerosa que varía entre 125 a 250 poros por 10mm^2 ; siendo utilizada en construcciones pesadas como vigas, viguetas, columnas, armaduras y pisos perteneciendo al grupo de maderas estructurales (Arévalo & Londoño, 2005).

Es preciso aclarar, que en la construcción de estas viviendas se utilizaron únicamente estas especies arbóreas quizás por tradición cultural de los colonos antioqueños y que más de un siglo después, aún se mantienen en pie e intactas.

Entre tanto, el Reglamento Colombiano de Construcción Sismo Resistente NSR 10, en su título G que corresponde a Estructuras de Madera y Estructuras de Guadua, establece los requisitos

de diseño estructural para edificaciones de madera con el propósito de alcanzar un nivel de seguridad comparable a los de las edificaciones de otros materiales que cumplan con los requerimientos del Reglamento. Es de anotar que en este reglamento aparecen las maderas clasificadas por grupos de acuerdo a su resistencia, en donde oscilan entre el grupo ES1 hasta el ES6, siendo el grupo ES1 el más resistente y el ES6 el menos resistente; en esta clasificación, aparecen dos especies de maderas como el Roble y el Chaquiro dentro de los grupos de madera estructural aptas para la construcción de estructuras. El chaquiro se encuentra clasificado en el grupo ES3 siendo un nivel medio de resistencia a esfuerzos de flexión, tensión, compresión y cortante, mientras que el roble, se encuentra clasificado en el grupo ES5 siendo un nivel bajo de resistencia a esfuerzos de flexión, tensión, compresión y cortante (Minvivienda, 2010).

De igual manera, el Título G de la NSR 10 se complementa con la Norma Técnica Colombiana NTC2500 que se refiere al Uso de la Madera en la Construcción teniendo como objeto optimizar el empleo de la madera y sus productos derivados en la construcción y el mantenimiento de las edificaciones de la misma, siendo aplicable a construcciones hechas totalmente de madera y a elementos componentes de madera (Icontec, 1997). Sin embargo, en estas normativas no aparecen valores relacionados con las propiedades térmicas de las maderas.

Por otra parte, el cuerpo humano está constituido por un conjunto de órganos y estructuras que se denominan sistemas que permiten las funciones fisiológicas de los seres vivos.

Dentro de estos sistemas, se encuentra El sistema nervioso de una persona adulta, normal, es en realidad un vasto y complejo sistema de mensajes, y transporta corrientes eléctricas en forma de ondas o impulsos de muy variada forma y frecuencia. Se trata pues de un complicadísimo conjunto de circuitos bioeléctricos y cibernéticos a través de los cuales se transmiten las órdenes voluntarias de acciones y movimientos, se reciben los estímulos externos, y se producen los comandos de ciertas funciones automáticas (movimientos del corazón, de los pulmones, peristálticos, etc.) (Vinardi, 1987, p. 42).

La tensión o potencial eléctrico que alimenta a todo el sistema nervioso es sumamente pequeña: 0,1 voltio (la décima parte de un voltio). Para tener una idea comparativa, una pila AAA

común produce 1,5 voltios, es decir, 15 veces más en potencial que la tensión eléctrica que alimenta la red humana

Así mismo, se hace necesario comprender que el cuerpo humano es un conjunto de sistemas que funcionan mediante una serie de procesos internos, brindándole de esta manera una característica de termorregulación denominada homeotermia, que permite mantener estable la temperatura interna siendo establecida en 37°C con el fin de proteger sus órganos vitales. Esta temperatura corporal es el resultado de un proceso de transformación energética a través de los alimentos que se denomina Metabolismo, siendo necesario precisar, que el metabolismo es un proceso natural del cuerpo humano que depende de factores como el tipo de alimentación, raza, estatura y peso principalmente. Para este caso, se abordará la Tasa de Metabolismo Basal (TMB) siendo la energía necesaria para que el cuerpo realice sus funciones básicas como respirar, funcionamiento de órganos, sintetizar hormonas, filtrar la sangre, entre otros. Para calcular la TMB se aplica la fórmula establecida por Harris – Benedict en 1918 y revisadas por Mifflin – St Jeor en 1990 en donde se estima una composición corporal normal con una relación media entre la masa muscular y la masa grasa (Mifflin & StJeor, 1990), resultando la siguiente ecuación:

Tasa Metabólica para Hombres:

$$\mathbf{TMB} = 66.4730 + 13.7516 \times \mathbf{P} + 5.0033 \times \mathbf{T} - 6.7759 \times \mathbf{E}$$

Tasa Metabólica para Mujeres:

$$\mathbf{TMB} = 665.0955 + 9.5634 \times \mathbf{P} + 1.8496 \times \mathbf{T} - 4.6756 \times \mathbf{E}$$

$$\mathbf{P} = \text{Peso en Kgs.} \quad \mathbf{T} = \text{Talla en cms} \quad \mathbf{E} = \text{Edad en años}$$

Sin embargo, las ecuaciones anteriores están calculadas para un estado basal en donde el consumo energético es el mínimo, es decir, es la cantidad de energía que requiere el cuerpo para funcionar en estado de reposo. De la misma manera, los niveles del gasto energético representan la energía que el organismo consume que está constituido por la suma de la tasa metabólica basal, la termogénesis endógena y la actividad física (Vargas, Lancheros, & Barrera, 2011). Por lo tanto, de acuerdo a la actividad física que realizan las personas se establecen unos parámetros de necesidades calóricas que se requieren y que se relacionan a continuación:

Tabla 2.
Parámetros de necesidades calóricas.

<i>Género</i>	<i>Actividad Leve</i>	<i>Actividad Moderada</i>	<i>Actividad Pesada</i>
Hombre	1.55	1.76	2.10
Mujer	1.56	1.64	1.82

Nota: Parámetros de acuerdo al género y a la actividad realizada.

En cuanto al vestuario, se entiende que la sensación de confort térmico en el ser humano está condicionada en parte por la resistencia que se genera entre el cuerpo humano y el ambiente exterior para la transferencia de calor por convección. Se hace necesario anotar, “que el aislamiento térmico “I”, se define como la resistencia a la pérdida de calor seco entre dos superficies, expresada en metros cuadrados Kelvin por vatio ($m^2 \cdot K/W$). La unidad en que suele expresarse el aislamiento térmico es el CLO del inglés Clothes” (Norma International Organization for Standardization [ISO] 9920:2009, (2008). siendo:

$$1 \text{ CLO} = 0,155 (m^2 \cdot K/W)$$

Así mismo, en la norma ASHRAE 55 – 2010 Apéndice B, se define que el aislamiento de la ropa es el aumento de la resistencia a la transferencia de calor sensible obtenida al agregar una prenda sobre el cuerpo desnudo siendo expresada en unidades de Clo. Por lo anterior, es evidente que las personas utilizan el vestuario acorde con las condiciones climáticas del lugar, que se deberán tener en cuenta en cualquier análisis de sensación térmica dentro de los espacios arquitectónicos.

En cuanto a las condiciones climáticas del lugar, las cartas de psicrometrías planteadas por Givony y Olgyay permiten tener una aproximación general a estas condiciones, con el objeto de evaluar la sensación térmica y de confort de las personas que habitan un lugar. Al mismo tiempo la normativa ASHRAE 55 establece que el Confort Térmico es aquella condición de la mente que expresa satisfacción con el ambiente térmico siendo valorado por una evaluación subjetiva, así mismo, es entendido como la capacidad que tiene el cuerpo humano de intercambiar el calor

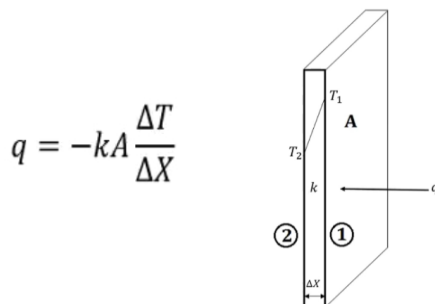
generado por el organismo con el ambiente. Ahora bien, se puede inferir, que la temperatura neutral es aquella en donde no se experimenta calor ni frío.

Por lo anterior, la normativa ASHRAE 55 establece una fórmula para calcular la temperatura neutral y la zona de confort térmico basado en los estudios del método de confort térmico adaptativo de Brager – De Dear (1998)

$$\mathbf{T_{neutral}} = 17.8 + (0.31 * T_{ext})$$

$$\mathbf{ZC} = T_n - 2.5^{\circ}\text{C} / T_n + 2.5^{\circ}\text{C}$$

De otro lado, el calor es una forma de energía que se transfiere debido a una diferencia de temperatura (de mayor a menor temperatura), así mismo, la transferencia de calor es la energía en tránsito debido a una diferencia de temperaturas. Es posible cuantificar los procesos de transferencia de calor en términos de las ecuaciones o modelos apropiados. Estas ecuaciones sirven para calcular la cantidad de energía que se transfiere por unidad de tiempo, para la conducción de calor, la ecuación se conoce como la Ley de Fourier (Incropera & Dewitt, 1999).



q = Flujo de calor

k = Constante de proporcionalidad

A = Área de la superficie

T = Temperatura

x = Espesor del Material

El flujo de calor o transferencia de calor por unidad de área (W/m^2) es la velocidad con la que se transfiere el calor en la dirección x por área unitaria perpendicular a la dirección de transferencia y es proporcional al gradiente de temperatura $\Delta T/\Delta X$ en

esta dirección. La constante de proporcionalidad k , es una propiedad de transporte conocida como conductividad térmica (W/mk) y es una característica del material del elemento constructivo. El signo menos por su parte, es una consecuencia del hecho que el calor se transfiere en la dirección de la temperatura decreciente (Incropera & Dewitt, 1999, p. 4).

7 Metodología

Este capítulo se propone presentar la metodología aplicada en este proyecto de investigación que se denomina “Método de la Observación Científica”, siendo estructurada en cinco fases. El Método de la Observación Científica, consiste en la apreciación directa del objeto de investigación y de los fenómenos que lo afectan. Así mismo, el investigador debe tener la capacidad de entender y clasificar aquellas variables que son susceptibles a ser observados y que aportan elementos fundamentales para darle validez a las hipótesis planteadas; de igual manera, la observación científica debe ser planeada cuidadosamente en donde se tienen en cuenta las condiciones y propiedades del objeto de estudio, el contexto natural y artificial que ocupa, entre otros.

En este caso, se ha tomado como objeto de estudio la habitación de tres viviendas en madera y las personas que allí habitan, para establecer una relación entre las propiedades del espacio y la sensación de comodidad térmica de sus habitantes. Los espacios fueron caracterizadas de acuerdo a su materialidad ya que en el imaginario colectivo, existe la creencia que las viviendas construidas en madera calientan más, igualmente, el tiempo de existencia de las viviendas fue otra consideración a tener en cuenta puesto que son de las primeras viviendas que se construyeron en el municipio y que aún conservan las maderas originales.

Por su parte, los habitantes de las viviendas objeto de estudio han contribuido en el desarrollo de este trabajo puesto que permitieron el acceso a sus domicilios para la instalación de equipo de medición durante seis meses, así mismo, aportaron datos significativos relacionados con sus hábitos y costumbres cotidianas al responder entrevistas semiestructuradas que aportan elementos que permiten alcanzar el objetivo principal de este proyecto.

Selección del área de trabajo

Reconocimiento del lugar e identificación de las viviendas:

- Socialización a autoridades locales.
- Inspección al casco urbano.

Caracterización de las viviendas:

- Definir el área de trabajo y viviendas.

Relación de variables

Relacionar el comportamiento térmico de los espacios con la sensación térmica de los ocupantes.

Relacionar las propiedades físicas de la madera con el comportamiento térmico de los espacios.

Recolección y procesamiento de la información

Recolección información secundaria.

Recolección de información primaria:

- Dos periodos de análisis: T1 y T2.
- Instalación de sensores en habitaciones.
- Desarrollar encuestas a los habitantes.
- Caracterizar las costumbres.
- Recolección de datos climáticos de sensores instalados.

Procesamiento de la información:

- Consumos energéticos y Tasa Metabólica Basal.
- Cartas Psicrométricas.
- Análisis del comportamiento térmico y su relación con la zona de confort.



7.1 Fase I: Selección Del Área De Trabajo

Reconocimiento del lugar e identificación de las viviendas. Inicialmente, se estableció un acercamiento con las autoridades municipales como la Alcaldía Municipal, Secretaría de Planeación Municipal y Policía Nacional con el objeto de socializar la propuesta del proyecto de investigación, explicando la importancia del trabajo y el porqué de la escogencia de Murillo como municipio piloto para el análisis de la comodidad térmica de las personas que habitan las viviendas en madera. Así mismo, se precisó la duración y actividades a desarrollar en el área urbana para así obtener el correspondiente aval de las autoridades locales e iniciar trabajo de recolección de información primaria tales como captura de datos climáticos, registros fotográficos de las viviendas, entrevistas a los habitantes del casco urbano del municipio, entre otras actividades relacionadas con los objetivos del presente trabajo.

Agotada esta instancia, se procede a la recolección de información secundaria que permita conocer en detalle las particularidades de lugar a trabajar mediante la revisión de literatura relacionada con la historia del municipio, características de los materiales de construcción usados con mayor frecuencia en el casco urbano, como también, se adelantó la revisión y análisis de la información documental relacionada con las características ambientales de la zona, mapas cartográficos y climáticos publicados por el Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC), Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (IDEAM) y la Corporación Autónoma Regional del Tolima (CORTOLIMA).

Por su parte, para entender la idiosincrasia del municipio, se realizó una serie de recorridos urbanos durante tres semanas con el propósito de entender la dinámica social y económica en la actualidad. En estos recorridos, se observaron el modo de vestir de las personas conforme al día de la semana y a la edad, siendo el parque principal el punto de observación desde donde se verificó desde las 6:00am hasta las 10:00pm las distintas rutinas y actividades que desarrollan a diario según su condición social, el nivel socio-económico de la población; toda la información recolectada fue consignada en una tabla que luego servirá de contraste con las entrevistas que se realizará a los habitantes. En cuanto a los hábitos alimenticios, se realizaron visitas de consumo y observación a diversos restaurantes en los diferentes tiempos de comida (desayuno, almuerzo y cena) con el objeto de verificar el tipo de alimentos que se consumen diariamente, de igual manera, en el transcurso de la mañana y tarde se visitaron diferentes cafeterías con el objeto de observar qué tipo

de productos consumen en la merienda. Toda la información observada fue consignada en una tabla que servirá como contraste con las respuestas que se obtendrán de la entrevista estructurada.

Así mismo, durante la observación de las rutinas y costumbres, se tuvo en cuenta los desplazamientos que realizan los habitantes conforme a la ubicación de su casa de habitación con relación al parque y los modelos de vivienda que pudieran servir para el desarrollo del presente trabajo. Junto a esta actividad, se realizó la revisión de planos urbanos del municipio con el fin de identificar sus características principales tales como la topografía en donde se asienta, forma y emplazamiento en el territorio. Este análisis planimétrico, permitió seleccionar el área de trabajo y las posibles viviendas a seleccionar de acuerdo a los criterios de ubicación dentro del casco urbano y orientación con respecto a la asoleación y dirección de vientos frecuentes.

Conforme a lo anterior, se realizó un registro fotográfico de las edificaciones ubicadas dentro de las áreas de trabajo previamente seleccionadas y en donde su materialidad tuvieran rasgos particulares de montaña tales como madera, adobe y bahareque encementado; así mismo, se consignó en una ficha de reconocimiento predial los datos tipológicos de las viviendas siendo acompañadas de su respectiva localización gráfica, dirección y fotografía. Este ejercicio, permitió establecer un criterio adicional de escogencia de las edificaciones a estudiar ya que facilitó entender las condiciones patológicas y morfológicas en las que se encontraban las viviendas.

Luego, al confrontar la información suministrada en la planimetría con las fichas de reconocimiento predial, se decidió trabajar en la zona centro del casco urbano en inmediaciones del parque principal (ver figura 15), puesto que este parque tiene una gran relevancia en el imaginario colectivo de los habitantes del municipio debido a que se reconoce como el lugar de origen de la aldea y en donde se inició la construcción de edificaciones en madera de los colonos. Igualmente, se decidió seleccionar tres viviendas construidas en madera debido a la tradición constructiva de la “tabla parada” debido al buen estado de conservación en el que se encuentran, como también, la similitud de condiciones tales como orientación, dirección del viento, trayectoria solar y ubicación de la habitación dentro de la vivienda.

Se hace necesario precisar, que se decidió no tomar una mayor cantidad de viviendas para realizar el estudio debido a que algunas de las variables mencionadas anteriormente eran diferentes, por lo tanto, los resultados que se obtendrían no serían comparables.

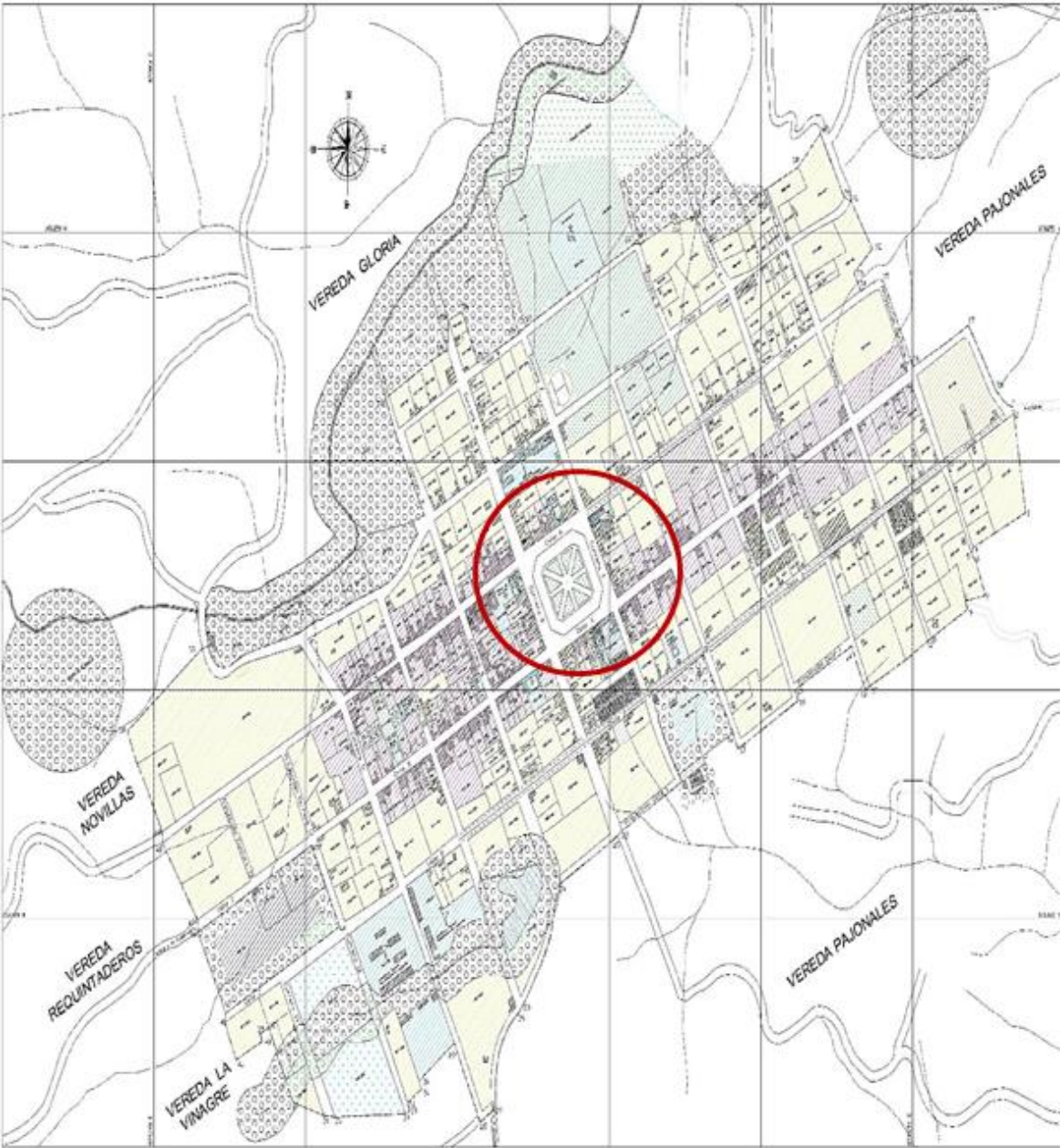


Figura 15. Área seleccionada para el estudio.

Nota: Fotografía de Yesid Bonilla. Murillo Tolima. 2019. Plano físico del municipio de Murillo Tolima. Área seleccionada para el estudio.

7.1.1 Caracterización de las viviendas seleccionadas.

Después de confrontar la información anterior, se decide tomar la casona como objeto de estudio que se encuentra ubicada en el costado suroriental de plaza debido a sus características particulares como la materialidad y antigüedad de la edificación, así mismo, por considerarse su construcción en madera como referente del patrimonio arquitectónico y cultural del municipio de Murillo. Agotada esta instancia, se realiza el acercamiento con los habitantes de las viviendas que constituyen la casona con el propósito de explicar claramente en un lenguaje sencillo la importancia del trabajo de investigación y de los objetivos que persigue, así mismo, se solicita la autorización de realizar el levantamiento arquitectónico de sus viviendas y de la instalación de los sensores Hobo en las habitaciones que se utilizarán como modelo de estudio. Este acercamiento mutuo, que generó un compromiso de confianza entre las partes, fue ratificado mediante la firma de un consentimiento informado en donde se expresa que las personas habitantes de estos predios son conscientes del aval otorgado, siendo concededores de las actividades que se desarrollarán en el interior de sus viviendas.

A continuación, se procede a aplicar un enfoque metodológico cuantitativo debido a que se desarrolla dentro de un marco sistemático, apoyándose en la información primaria recolectada en sitio mediante el levantamiento arquitectónico de las tres viviendas seleccionadas con el propósito de conocer en detalle las características propias de la vivienda como lo son la distribución, proporción, materialidad y número de habitantes. Acto seguido, se procedió a la digitalización de los levantamientos arquitectónicos en sistemas CAD y Photoshop para tener así la información gráfica organizada. Se estableció mediante conversación informal con los habitantes de las tres viviendas seleccionadas, que la casa inicialmente era una gran casona (ver figura 16) que con el paso del tiempo fue subdividida en cuatro viviendas independientes a las que se le han hecho adaptaciones conforme a las necesidades de cada propietario (ver figura 17). Es así que con dichas adaptaciones desaparecieron el corredor que estaba ubicado en el primer piso y la balconada ubicada en el segundo piso respectivamente. En su lugar se optó por ampliar la vivienda agregando una habitación en cada piso aprovechando el amplio patio; en cambio, en una vivienda se adaptó una escalera de acceso al segundo piso y se cubrió gran parte del patio con una cubierta de teja de zinc con el objeto de guardar los productos que se cosechan en la finca y las herramientas de trabajo.

Se hace necesario precisar, que el levantamiento de la planta arquitectónica se muestra como un solo elemento edilicio con el fin de entender el desarrollo original de la vivienda en los dos niveles.

Es importante comentar, que en el primer piso de las tres viviendas se encuentran espacios destinados al comercio con diferentes usos, que para el caso de estudio, se tuvo en cuenta para determinar si dicha actividad comercial influía en la temperatura interior debido a que dichos locales comerciales se encuentran en el nadir de las habitaciones (ver figura 16). Así mismo, se destaca que el espacio a estudiar en las tres viviendas fue una habitación que tuviera características similares de forma, volumen y ubicación; es así, que se tomó como espacio de análisis una habitación que se encuentra sobre la fachada principal con balcón hacia la calle, puerta y postigo, cumpliendo así con las condiciones de similitud (ver figura 17).

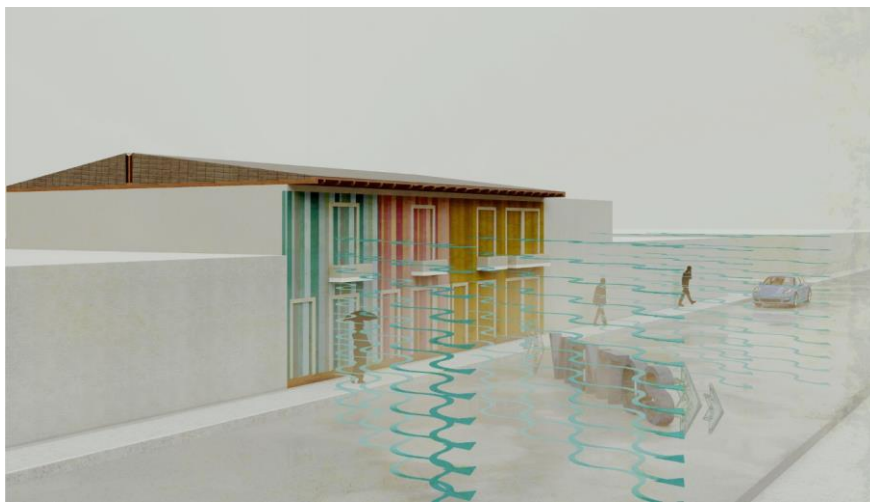


Figura 16. Volumen general de la casona.

Nota: Elaboración de Yesid Bonilla. Murillo Tolima. 2019.



Figura 17. Disposición de los locales comerciales.

Nota: Elaboración de Yesid Bonilla. Murillo Tolima. 2019.

La primera vivienda que se revisó fue la Casa Uno (ver figura 18), en donde se evidencia la presencia del local comercial en el primer piso y el acceso a la vivienda mediante un zaguán ubicado en el costado oriental que llega a la escalera de acceso al segundo nivel y a un patio que se encuentra cubierto. En el segundo nivel, se observa que el acceso a las habitaciones se realiza por medio de una escalera en madera ubicada en el lado suroriental de la edificación. La habitación que se seleccionó para el análisis se encuentra ubicada en la zona norte de la vivienda teniendo como linderos los que se describen a continuación: al Oriente, el muro culata expuesto a la intemperie; al Occidente, muro divisorio compartido con la casa Dos; al Sur, habitación dos y pasillo de acceso; al Norte, muro de fachada principal expuesta a la intemperie. De igual manera, se realizó un corte transversal con el fin de apreciar de mejor manera la proporción espacial de cada edificación (ver figura 19).

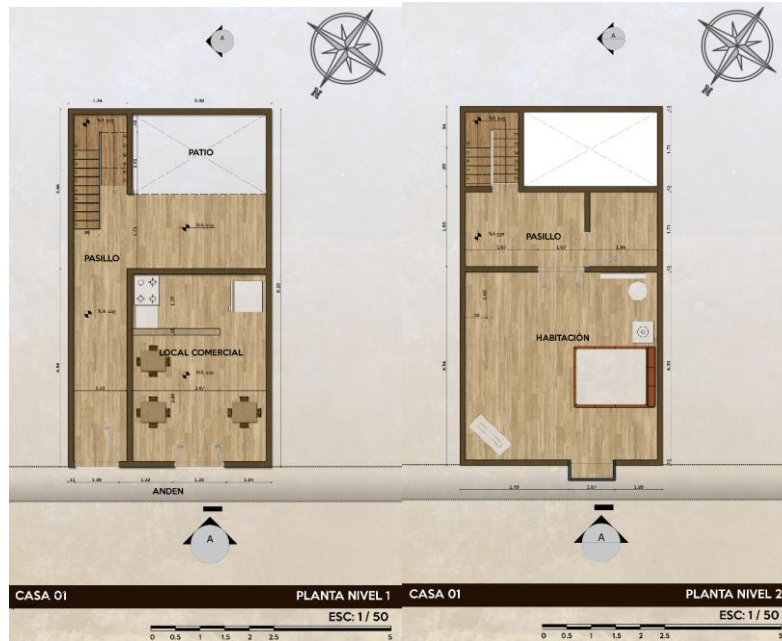


Figura 19. Distribución arquitectónica de la casa Uno.

Nota: Elaboración de Yesid Bonilla. Murillo Tolima. 2019.



Figura 18. Corte transversal de la casa Uno.

Nota: Elaboración de Yesid Bonilla. Murillo Tolima. 2019.

La segunda vivienda que se verificó fue la Casa Dos (ver figura 20), en donde se evidencia la presencia del local comercial en el primer piso y el acceso a la vivienda mediante un zaguán ubicado en el costado occidental de la edificación que comunica con la escalera de acceso al segundo nivel. En el segundo nivel, se observa que el acceso a la habitación se realiza por medio de una escalera en madera ubicada en el lado suroriental de la edificación. La habitación que se seleccionó para el análisis se encuentra ubicada en la zona norte de la vivienda teniendo como linderos los que se describen a continuación: al Oriente, el muro divisorio compartido con la casa Dos; al Occidente, muro divisorio compartido con la casa vecina; al Sur, habitación dos y pasillo de acceso; al Norte, muro de fachada principal expuesta a la intemperie. De igual manera, se realizó un corte transversal con el fin de apreciar de mejor manera la proporción espacial de cada edificación (ver figura 21).

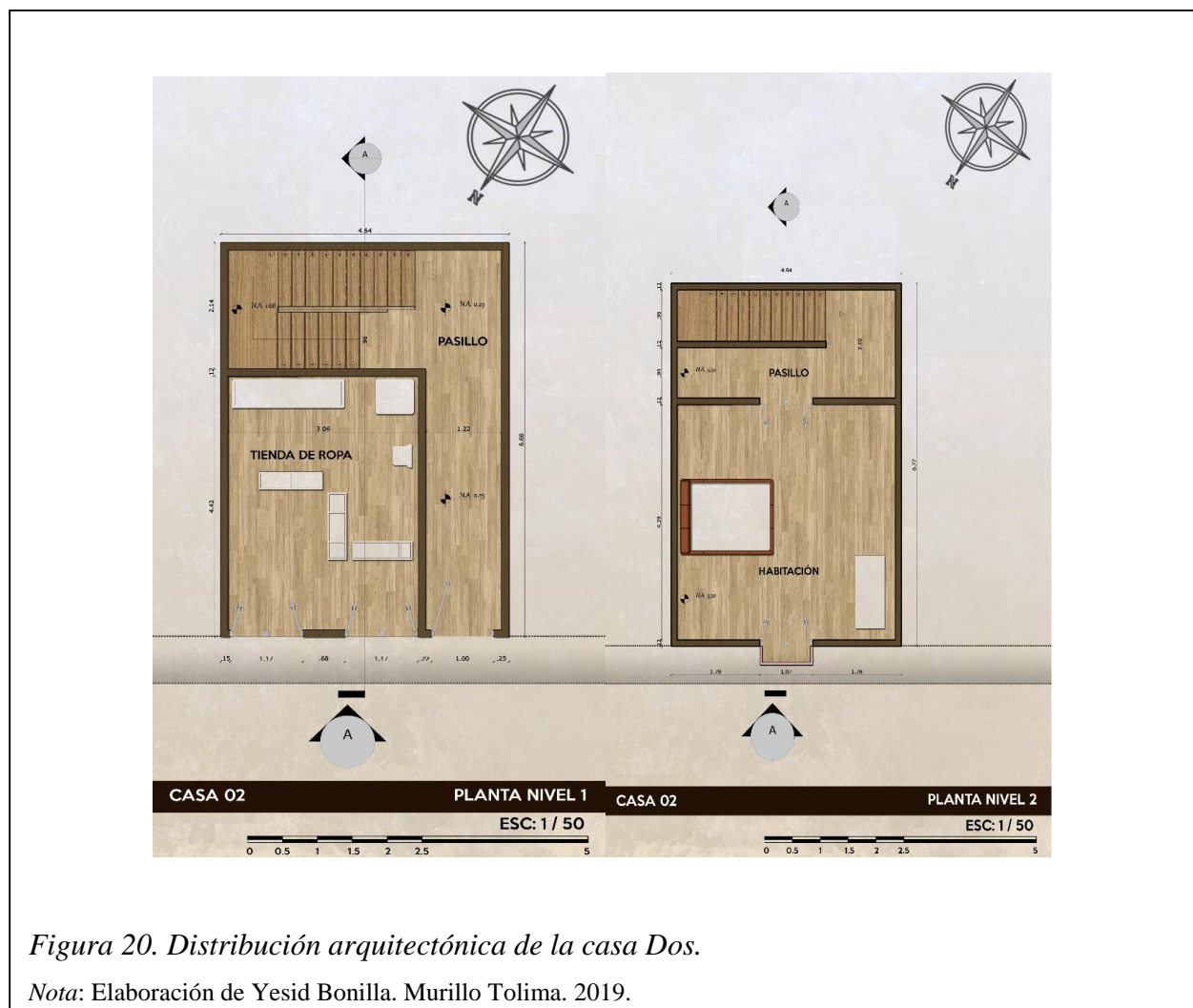


Figura 20. Distribución arquitectónica de la casa Dos.

Nota: Elaboración de Yesid Bonilla. Murillo Tolima. 2019.

La tercera vivienda que se identificó fue la Casa Tres (ver figura 22), en donde se evidencia la presencia del local comercial en el primer piso y el acceso a la vivienda se hace atravesando el local comercial. En el segundo nivel, se observa que el acceso a la habitación se realiza por medio de una escalera en madera ubicada en el lado suroriental de la edificación. La habitación que se seleccionó para el análisis se encuentra ubicada en la zona norte de la vivienda teniendo como linderos los que se describen a continuación: al Oriente, el muro divisorio compartido con la casa Dos; al Occidente, muro divisorio compartido con la casa vecina; al Sur, habitación dos y pasillo de acceso; al Norte, muro de fachada principal expuesta a la intemperie. De igual manera, se realizó un corte transversal con el fin de apreciar de mejor manera la proporción espacial de cada edificación (ver figura 23).

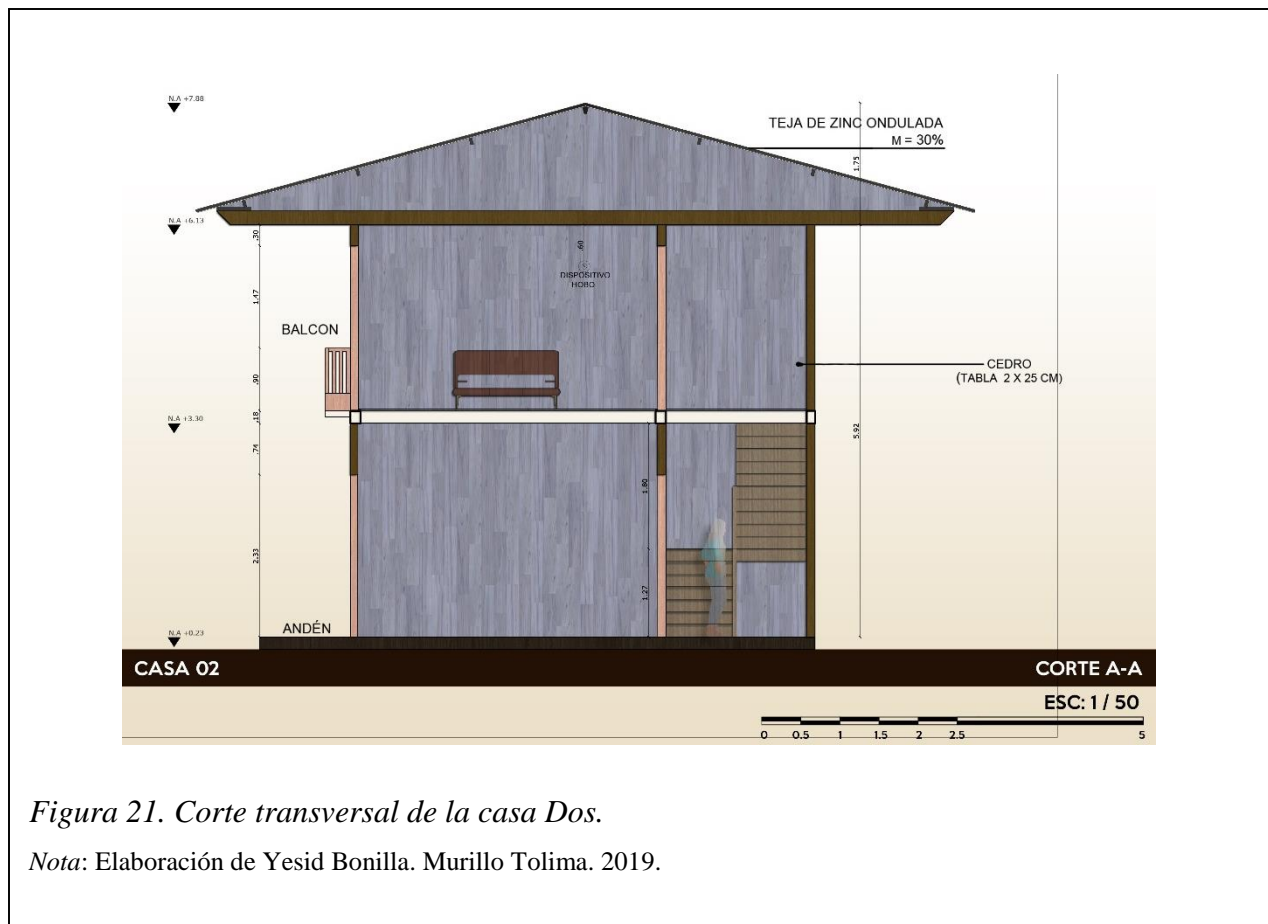




Figura 22. Distribución arquitectónica de la casa Tres.

Nota: Elaboración de Yesid Bonilla. Murillo Tolima. 2019.

Así mismo, se realizó el levantamiento arquitectónico de la fachada general de la casona con el objeto de comprender mejor su dimensión y características de la vivienda (ver figura 24).



Figura 23. Corte transversal de la casa Tres.

Nota: Elaboración de Yesid Bonilla. Murillo Tolima. 2019.



Figura 24. Fachada principal de la edificación objeto de estudio.

Nota: Elaboración de Yesid Bonilla. Murillo Tolima. 2019.

La tabla 2 muestra una comparación entre las tres habitaciones permitiendo establecer las diferencias y similitudes en cuanto a su volumetría, área de exposición a la intemperie y cantidad de ocupantes.

Tabla 3.
Cuadro comparativo de las tres habitaciones.

	<i>CASA UNO</i>	<i>CASA DOS</i>	<i>CASA TRES</i>
Área (m ²)	20.07	18.91	17.24
Altura de entrepiso (ml)	2.65	2.65	2.65
Volumen (m ³)	53.19	50.11	45.69
Área de envolvente expuesta al exterior (m ²)	23.74	11.28	22.03
Cantidad de ocupantes	2	1	1

Nota: Establece las diferencias y similitudes entre la casa 1,2 y 3

7.2 Fase II: Recolección Y Procesamiento De La Información

7.2.1 Instalación de sensores en las habitaciones.

Antes de iniciar el proceso de instalación de equipos, se realizó el análisis climático de la zona tomándose la decisión de tomar registros climáticos durante los periodos de lluvias (agosto a octubre) y sequía (enero a marzo), siendo estos, los periodos más críticos en la sensación térmica de los habitantes del municipio. Teniendo claro este criterio, esta fase continua con la instalación de sensores Dataloggers marca HOBO Part# U12-012 en el interior de la habitación siendo ubicados en lugares similares conservando la distancia hacia los muros cercanos y desde el suelo hasta el sensor. Para el actual estudio, no se tomó como referencia el centro del cielorraso de la habitación debido a que allí se encontraba instalado un bombillo que ilumina el espacio interior, la presencia de este artículo eléctrico podría alterar la información que fuera captada por los sensores principalmente en horas nocturnas; de este modo, se procedió su instalación en un lugar en donde no interfiera con las actividades cotidianas de los habitantes ni tampoco que las condiciones ambientales naturales o artificiales influyan en los datos que se registren y que puedan alterar los resultados que se esperan, por lo tanto, estos equipos de medición fueron instalados en el cielorraso

de la habitación con una cuerda tipo nylon garantizando una altura libre de 1.90mts a partir de la superficie del suelo, de 0.63mts a partir del muro oriental y de 0.85mts a partir del muro sur.

Estos sensores, fueron programados para la toma de registros cada 10 minutos con el fin de tener la mayor cantidad de información posible que permita dar resultados confiables para el estudio. Así mismo, la Facultad de Ingeniería Agronómica de la Universidad del Tolima, ha facilitado información acerca de las condiciones climáticas del municipio de Murillo gracias a la instalación de estaciones meteorológicas en la zona rural del municipio como parte de un proyecto de investigación del cultivo de papa. Estas estaciones, se encuentran enlazadas con las estaciones cercanas instaladas por el IDEAM en los municipios de Villahermosa y Santa Isabel distantes en línea recta a 18 y 20 kms respectivamente. Estos datos climáticos tienen un registro de 32 años atrás, iniciando la recolección de información desde el 1 de enero de 1985 hasta la fecha, sin embargo, hay fechas en donde no se registró información alguna debido a daños en los equipos principalmente como consecuencia de pérdidas de señal, descarga de baterías o desconfiguración de los medidores. Para efectos del análisis en el comportamiento climático de la zona, se tomaron los datos climáticos promedio que se registraron durante una ventana de tiempo de 30 años (1987 a 2017) con el propósito de obtener información estable en el comportamiento climático de la zona.

7.2.2 Desarrollo de entrevistas semiestructuradas.

Simultáneamente, se realizan 40 entrevistas semiestructuradas a ocupantes de casas en madera con el propósito de conocer en detalle la información personal de los ocupantes de las habitaciones como edad, peso, talla, actividad física, ocupación, hábitos alimenticios y de vestuario para así establecer una relación entre las costumbres y su sensación térmica y poder verificar las variaciones en el MET y el CLO. Así mismo, en la entrevista se relaciona la escala sensorial ASHRAE 55 con el objeto de tener un referente de análisis y comparación de resultados. De la misma forma, se realizan entrevistas estructuradas a cuarenta personas habitantes del municipio de Murillo que habitan en viviendas construidas con diferentes materiales y de variada localización con el fin de obtener información global del contexto general del municipio acerca de la sensación térmica percibida en sus viviendas en las épocas de lluvias y sequía. De igual manera, se desarrollaron el mismo número de entrevistas a ocupantes de viviendas construidas en material (ladrillo, revoque y pintura) que permita establecer una comparación en la sensación térmica percibida durante los dos periodos del año analizados.

7.2.3 Caracterización de las costumbres de los habitantes.

Durante la etapa de reconocimiento de campo, se pudo establecer mediante la observación, cuales son las principales características en el modo de vestir de acuerdo a sus rutinas, como también, los alimentos que consumen con frecuencia en los distintos tiempos de comida. Para ello, durante quince días continuos de cada periodo estudiado, se realizaron observaciones de las actividades de rutina que realizan los pobladores del municipio en diferentes momentos del día (7:00, 13:00, 18:00 y 20:00 horas) con el objeto de identificar los rasgos particulares de los individuos en su diario quehacer, como también, su forma de vestir. Así mismo, se visitaron diferentes restaurantes del municipio con el objeto de reconocer el tipo predominante de alimentos que consumen los habitantes de Murillo.

Con los resultados de las entrevistas realizadas, se procede a comparar con la información obtenida en la etapa de reconocimiento de campo para así establecer cuáles son los rasgos costumbristas predominantes. Es preciso anotar, que la entrevista contiene una pregunta relacionada con la forma de dormir que se enfoca en definir la hora de dormir, el tipo de ropa que usan en horario nocturno, con cuantas personas comparte su cama, como también, el tipo de colchón y cantidad de cobijas con las cuales se protege del frío mientras duerme. Para contrastar esta información, se decidió solamente verificar la hora de dormir con el propósito de no atentar contra la intimidad de las personas; de este modo, se realizaron observaciones nocturnas a las 19:00 y 22:00 horas desde el exterior de las viviendas, durante quince días continuos por cada periodo estudiado, para contrastar la información suministrada a través de las entrevistas.

7.2.4 Recolección de datos climáticos de los sensores instalados.

Al finalizar cada trimestre, se procede a la recolección de los datos climáticos registrados durante ese periodo de tiempo contenida en los sensores ubicados en cada una de las habitaciones. Descargada la información al software, se debe exportar los archivos climáticos a la extensión .CSV y desde allí a la extensión .XLS con el objeto de manipular y procesar dicha información en el software Excel y proceder a analizar las variables a cruzar y elaborar las gráficas necesarias para la interpretación de las situaciones térmicas que allí suceden.

En cuanto a la manipulación de datos en Excel, se debe aclarar, que el sensor suministra los datos relacionados con la fecha, hora, temperatura, humedad relativa e iluminancia del espacio en un tiempo y periodo establecidos. Sin embargo, dichos archivos al ser descargados del sensor y

almacenados en otra extensión sus unidades de medición se expresan en miles, igualmente, sucede con la humedad relativa. Por lo tanto, hay que ajustar cada uno de los datos climáticos en las unidades de medición adecuadas.

Luego de manipular la información en la unidad de medición correcta, se procede a organizar los datos creando columnas que contengan la hora, teniendo en cuenta que se estudiarán franjas horarias de una hora iniciando desde las cero (0) hasta las veintitrés (23) horas por día. Después, se crea una columna que contenga la temperatura promedio registrada en cada franja horaria; a continuación se crean dos columnas que contengan en cada una la temperatura máxima y la temperatura mínima registrada en esa franja horaria. Así mismo, se procede con la humedad relativa creando tres columnas que contengan en cada una los valores de humedad relativa promedio, máxima y mínima en la franja horaria apropiada.

7.3 Procesamiento de la información

7.3.1 Consumos energéticos y Tasa Metabólica Basal.

Con la información obtenida de los hábitos alimenticios, talla, peso y edad de cada ocupante de las habitaciones objeto de estudio, se procede a realizar los cálculos respectivos de los consumos energéticos que faciliten determinar la tasa metabólica basal de cada uno de ellos con el propósito de identificar la carga calórica que genera cada individuo y que sirva de punto de partida para el análisis del comportamiento térmico del espacio interior. De igual manera, se identifica la cantidad de calor producido por las personas según la actividad física que desarrollen conforme a estándares internacionales.

7.3.2 Cartas psicrométricas.

Por su parte, se hace una revisión de las condiciones ambientales del lugar durante un periodo de tiempo mediante la elaboración de una gráfica que muestra las características atmosféricas de un lugar específico en el planeta siendo denominada como la Carta Psicrométrica; esta carta, permite entender las condiciones ambientales del lugar como temperatura, humedad relativa, entre otros, que faciliten establecer las condiciones ideales de bienestar de las personas que ocupan los espacios arquitectónicos aprovechando las condiciones naturales como radiación solar y vientos. Estas condiciones de bienestar establecidas en un rango de temperatura y humedad relativa se le denomina Zona de Confort Térmico.

Estas cartas fueron elaboradas utilizando la hoja de cálculo de Excel titulada “Bioclimarq 2016” diseñada por el profesor Luis Gabriel Gómez Azpeitia de la Universidad de Colima (México), en donde además de brindar la posibilidad de construir las cartas psicrométricas de varios autores, permite establecer los hábitos de vestimenta mes a mes, uso de la ventilación natural mes a mes, isotermas, isohigras, entre otros datos muy útiles para el diseño bioclimático.

Para este estudio, se elaboró la carta Psicrométrica del municipio de Murillo para los dos trimestres analizados con los datos climáticos establecidos en la ventana de tiempo de 30 años, de igual manera, se elaboró una carta para cada habitación por cada trimestre con los datos registrados en los sensores Hobo instalados en cada espacio; al elaborar estas cartas, se puede determinar la zona de confort tanto exterior e interior y se pueden establecer las estrategias pasivas o activas para mejorar las condiciones de bienestar en el lugar.

7.3.3 Análisis del comportamiento térmico y su relación con la zona de confort.

Conforme a toda la información primaria y secundaria recolectada en campo proveniente de la caracterización de las costumbres alimenticias, formas de vestir, modos de dormir y el calor producido por los ocupantes de las habitaciones, se procede a realizar el análisis comparativo entre la temperatura exterior e interior frente a la humedad relativa sucedida por hora en cada trimestre. De allí resulta información importante en el comportamiento térmico debido a que se muestran diferencias de acuerdo a la época del año estudiada, así mismo, se contrastan estos resultados con la zona de confort térmico calculado para el municipio de Murillo.

Por su parte, al conocer en general el comportamiento térmico de los espacios durante el día, en especial en los diferentes momentos (mañana, tarde, noche, madrugada), y entendiendo su dinámica conforme a la ubicación geográfica de la vivienda, se continúa con el análisis del consumo energético que realizan los ocupantes de las habitaciones mediante la ingesta de alimentos habitual en los diferentes tiempos de comida. De igual manera, se analiza su tasa metabólica basal con el propósito de establecer la cantidad de energía producida para que funcione su organismo y su correspondiente cantidad de calor producida para así determinar relaciones con los datos obtenidos en campo.

Finalmente, obteniendo toda esta información se procede a analizar el vestuario que usan habitualmente en las noches, como también, la lencería de cama que utilizan para protegerse del

frío con el fin de establecer la cantidad de resistencia térmica que le genera los ropajes y así relacionarlos con todos los datos anteriormente relacionados.

7.4 Fase III: Relación De Variables

7.4.1 Relacionar el comportamiento térmico de los espacios con la sensación térmica de los ocupantes.

Los datos climáticos registrados en los sensores HOBO durante los dos periodos de tiempo analizados, arrojaron valores del comportamiento térmico del espacio con variación de acuerdo al momento del día. Para cumplir con el objeto del estudio se analizan dos momentos puntuales como son la noche y la madrugada, puesto que en esos momentos, los ocupantes de las habitaciones permanecen en su interior en una actividad constante como es en este caso dormir. Se hace necesario entender, que la noche es el momento que inicia desde la puesta del sol siendo las dieciocho horas (18) hasta la media noche siendo las veinticuatro (24) horas, mientras que la madrugada, inicia desde las veinticuatro (24) horas hasta las seis (6) horas.

Por consiguiente, se establece el comportamiento térmico promedio trimestral por hora de las habitaciones durante los dos periodos de tiempo analizados, con el objeto de tener dicha información consolidada y contrastarlos con la sensación térmica de sus ocupantes de acuerdo a su modo de alimentarse, vestir y a la lencería de cama utilizada durante los dos momentos de ausencia de radiación solar en el día. Finalmente, se realiza el cálculo de la cantidad de calor total de las personas que ocupan las diferentes habitaciones. Se decidió promediar los resultados para los ocupantes de la habitación Uno debido a que allí permanecen dos personas, mientras que, en las otras dos habitaciones son ocupadas por una sola persona. Por lo tanto, se decidió mantener un (1) ocupante por habitación con el propósito de obtener resultados comparables entre sí.

Con base en dicha consideración, se revisaron las actividades que desarrollan los ocupantes de las habitaciones durante su permanencia en dicho espacio en horas nocturnas, definiendo que las actividades esenciales son: leer, orar y dormir. En cuanto a la lectura y oración, los ocupantes comentaron que diariamente ocupan en promedio una hora para realizar esta actividad, mientras que para dormir, utilizan el resto del tiempo. Así mismo, se revisaron los estándares de las cargas térmicas sensible y latente por actividad establecidos en normas internacionales tales como 1985

Fundamentals Ashrae Handbook & Product Directory para determinar los valores con los cuales se calculan dichos datos.

8 Resultados Y Discusión

El municipio de Murillo (Tolima) fue el lugar escogido para el desarrollo del presente trabajo de investigación como un referente nacional debido a que se encuentra ubicado en la zona de páramo de la Cordillera Central de los Andes Colombianos. Se busca que los resultados de este proyecto tengan impacto sobre los 137 municipios colombianos que se ubican en este piso térmico con el propósito de que las comunidades allí asentadas conozcan el origen de la sensación térmica de comodidad y puedan confrontar esta tesis.

Por su parte, como resultado del trabajo de campo, se evidenció que la dinámica económica del municipio de Murillo (Tolima) aún gira entorno a la agricultura, derivado de su vocación tradicional. Sin embargo, en los últimos años se ha presentado una fuerte incursión del turismo ecológico debido a su cercanía al Parque Nacional Natural de Los Nevados, en donde turistas particulares o agrupados por medio de empresas de turismo del orden nacional, visitan la región en busca de actividades turísticas experienciales tales como aventura, avistamiento de aves, senderismo, entre otros. Este nuevo sector de la economía ha lastimado sensiblemente la conservación ambiental del páramo, debido a que los turistas ciudadanos desconocen de la función de los ecosistemas naturales y de su biodiversidad, como también, desconocen el manejo de sus propios residuos en ambientes naturales.

En el tema climático, al analizar los datos climáticos de temperatura media registrada durante los últimos 30 años en el municipio de Murillo, se encuentra una preocupante diferencia derivada del cambio climático por la emisión de gases efecto invernadero. La figura 25 presenta el comportamiento de la temperatura del municipio de Murillo en los meses de agosto, septiembre y octubre, evidenciándose, que la temperatura media se ha elevado cuatro grados durante los últimos 30 años haciendo que el ambiente sea más cálido afectando sensiblemente la biodiversidad de la zona. Así mismo, el aumento en la temperatura afecta el organismo y costumbres de los habitantes del municipio confirmando la creencia colectiva que en el municipio el clima antes era más frío.

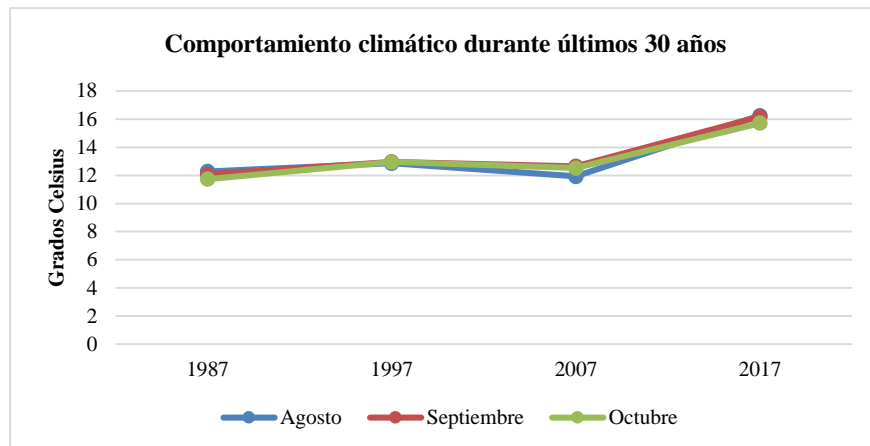
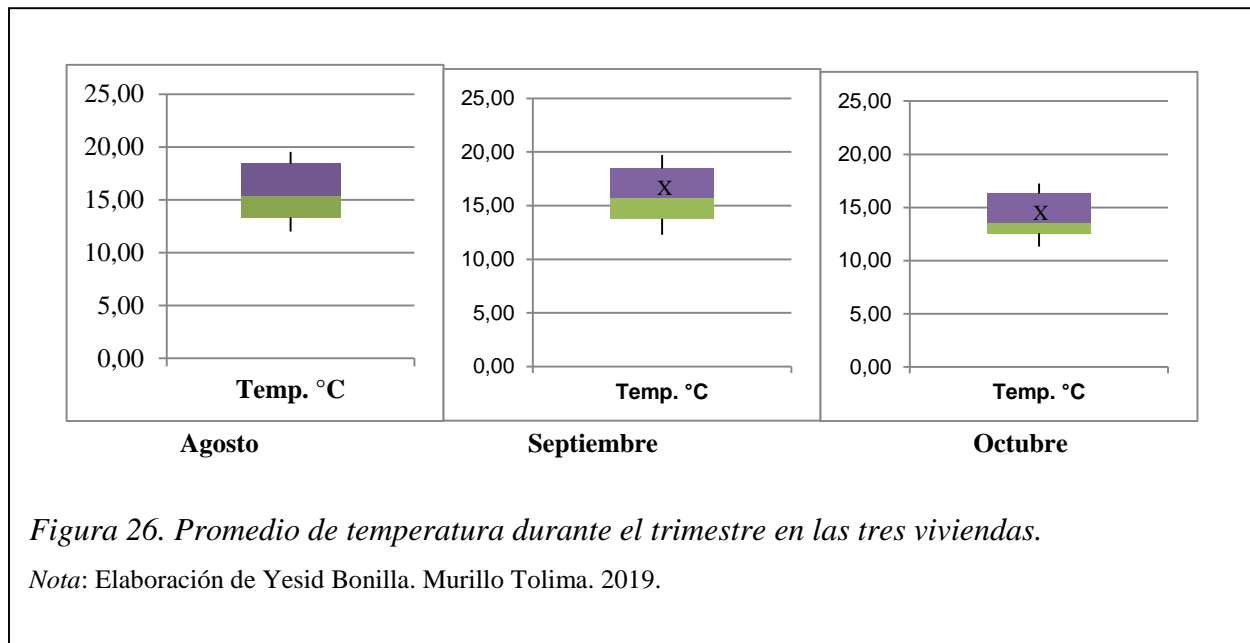


Figura 25. Datos comparativos de temperatura media anual durante los últimos 30 años.

Nota: Elaboración de Yesid Bonilla. Murillo Tolima. 2019.

Ahora bien, los datos registrados en los sensores instalados en las habitaciones de las tres viviendas fueron promediados, con el objeto de revisar el comportamiento general de la temperatura mostrando mes a mes una variación en los cuartiles, sin embargo, la mayoría de datos se encuentran por encima de la mediana. La media muestra un valor promedio de las temperaturas registradas considerándose un valor confiable.



En la figura 26, se muestra el comportamiento promedio del trimestre en estudio de las tres habitaciones, manifestando que en el mes de agosto se encontraron en el tercer cuartil la mayoría de datos en el rango comprendido entre los 15.3°C y 18.4°C. A su vez, se muestra que en el mes de septiembre se encontraron en el tercer cuartil la mayoría de datos en el rango comprendido entre los 15.7°C y 18.4°C. Comparando estas dos figuras, se observa que no hay alteración alguna en el comportamiento de la temperatura. Sin embargo, en el mes de octubre se encontraron en el tercer cuartil la mayoría de datos en el rango comprendido entre los 13.5°C y 16.3°C. En esta figura, se observa que existe una alteración significativa en el comportamiento de la temperatura debido a alguna condición ambiental.

Ahora bien, con los datos climáticos promedio por hora recolectados durante el trimestre agosto a octubre en el interior de las habitaciones y al compararlos con la amplitud térmica determinada entre las temperaturas mínima y máxima registradas en el ambiente exterior del municipio de Murillo (ver Figura 27) se establece el comportamiento térmico de los espacios interiores frente al ambiente exterior. En esta gráfica, al cruzar la información, se observa que la habitación Tres tiene un mejor comportamiento térmico alcanzando una temperatura interna máxima de 20°C a las 14:00, mientras que la habitación Uno tiene un rápido aumento de su temperatura en las primeras horas del día alcanzando su temperatura máxima de 19°C a las 11:00; así mismo, la habitación Dos tiene un aumento ralentizado durante el día, alcanzando su temperatura máxima de 17°C a las 15:00. En cuanto a la temperatura mínima, se puede establecer

que la habitación que sufrió un mayor descenso es la Uno alcanzando los 11°C a las 6:00am, mientras que, la habitación Dos alcanzó los 12°C a las 6:00 y la habitación Tres alcanzó los 12°C a las 5:00; de este modo, se concluye que la habitación de la casa Tres fue la más cálida y la más fría fue la habitación de la casa Dos durante el trimestre agosto – octubre de 2018.

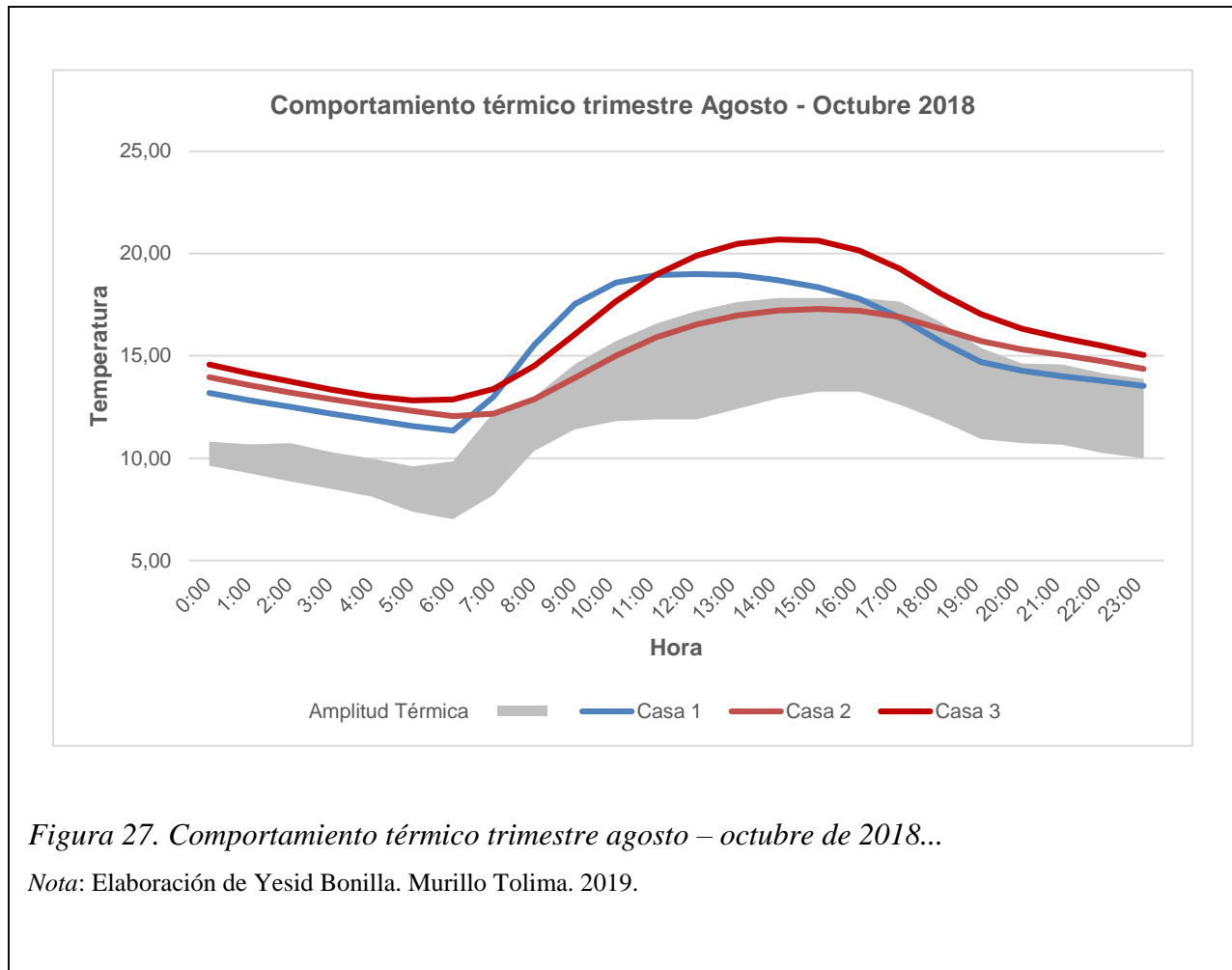
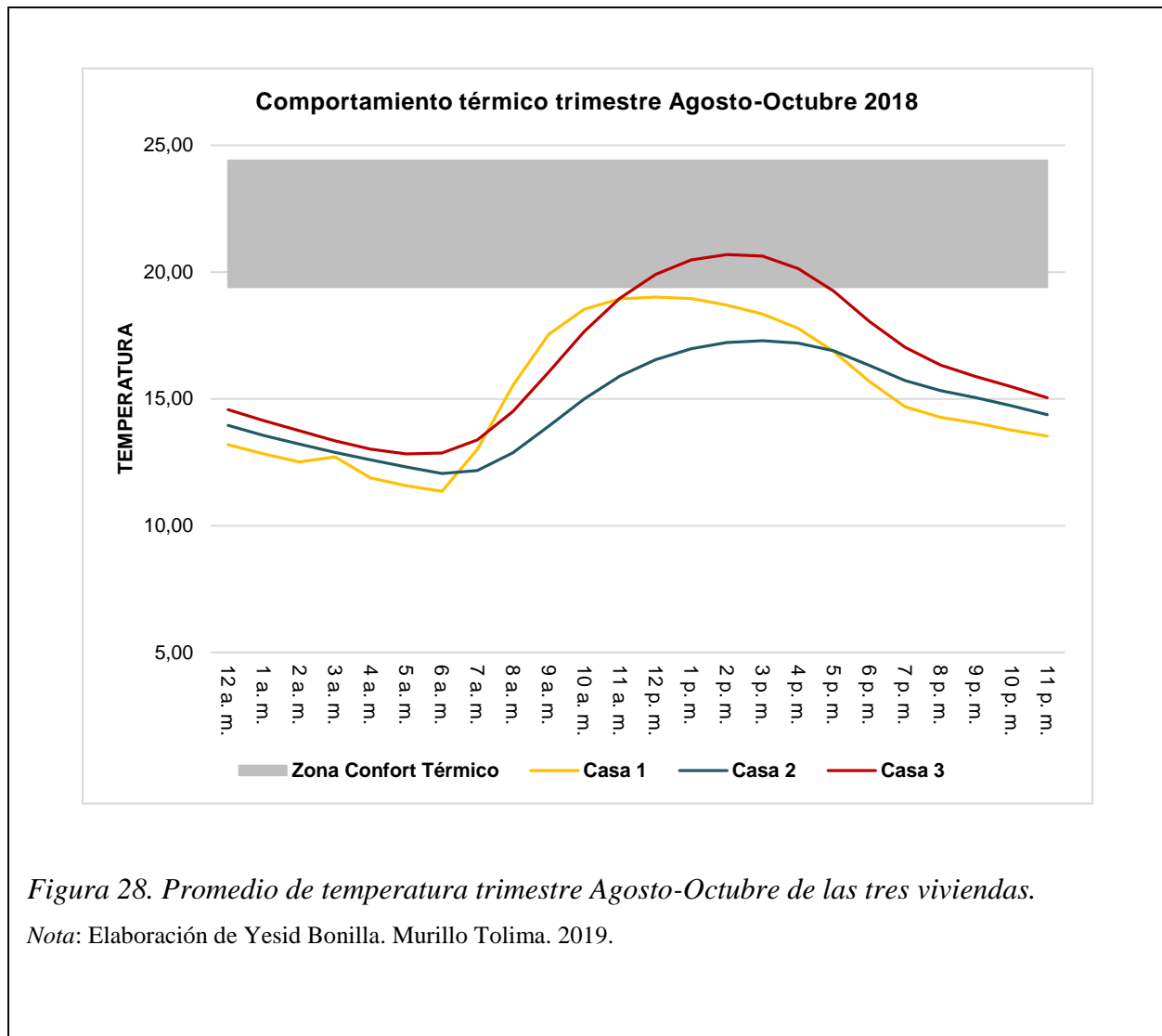


Figura 27. Comportamiento térmico trimestre agosto – octubre de 2018...

Nota: Elaboración de Yesid Bonilla. Murillo Tolima. 2019.

El cálculo de la zona de confort térmico para el municipio de Murillo, arrojó que se encuentra en el rango de 19,4°C y 24,4°C. En la figura 28, se confrontó la zona de confort térmico con el comportamiento térmico de cada habitación, arrojando como resultado que la casa Tres alcanza la zona de confort térmico en horas del día entre las 11:00 y 17:00 horas, el resto de tiempo se encuentra por fuera de la zona de confort. Así mismo, se establece que las habitaciones de las casas Uno y Dos en ningún momento del día alcanzan la zona de confort térmico.



En la figura 29, se muestra el comportamiento promedio del trimestre enero - marzo de las tres habitaciones, interpretándose que en el mes de enero la mayoría de datos se ubicaron en el tercer cuartil encontrándose en el rango comprendido entre los 14.5°C y 16.4°C. Así mismo, durante el mes de febrero de las tres habitaciones, interpretándose que en el tercer cuartil se encontraron la mayoría de datos en el rango comprendido entre los 15°C y 17.8°C. Comparando estos dos meses, se observa que existe un aumento en el comportamiento de la temperatura. Durante el mes de marzo, en el tercer cuartil, se encontraron la mayoría de datos en el rango comprendido entre los 14.5°C y 16.3°C. En este punto, se observa que existe disminución en el comportamiento de la temperatura con respecto al mes anterior.

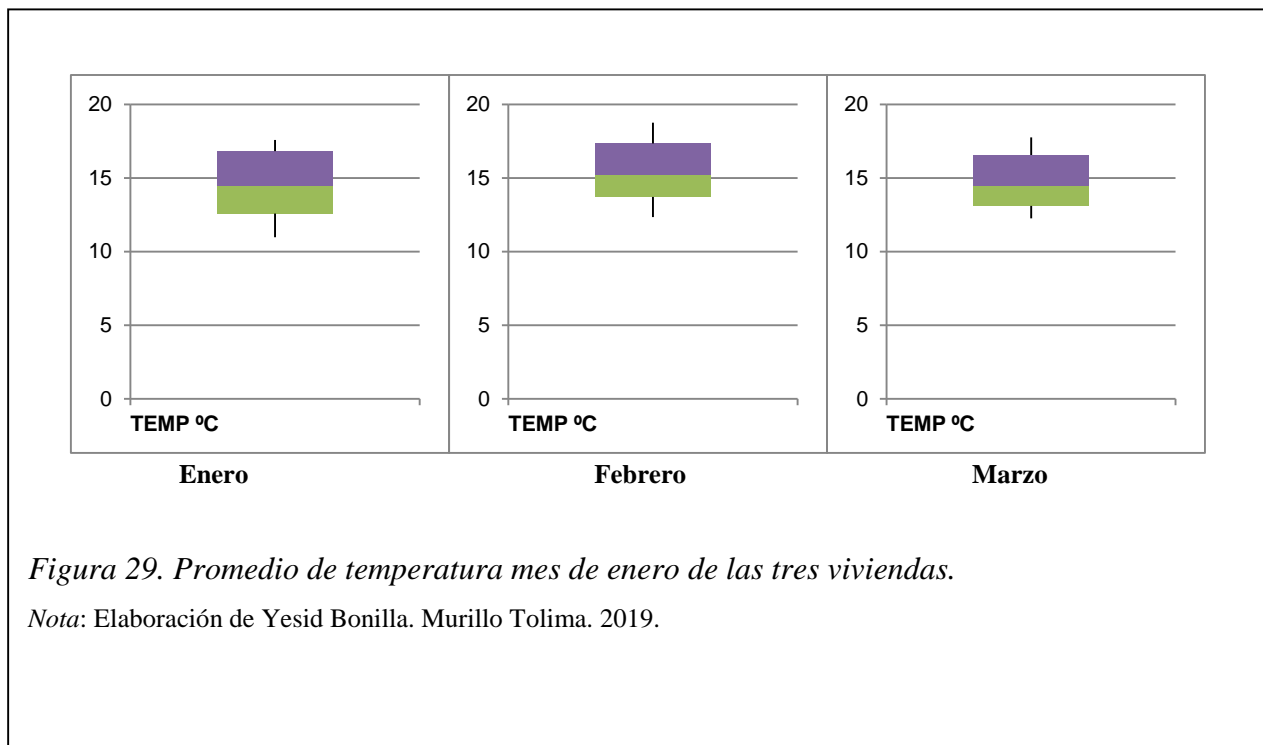


Figura 29. Promedio de temperatura mes de enero de las tres viviendas.

Nota: Elaboración de Yesid Bonilla. Murillo Tolima. 2019.

Para el trimestre Enero - Marzo, al confrontar la zona de confort térmico con el comportamiento térmico de cada habitación, arrojó como resultado que ninguna de las tres casas alcanza la zona de confort térmico a ninguna hora del día (ver figura 30). Sin embargo, se aprecia que la casa Tres es la más cálida, mientras que, la casa Dos entre las 7:00 y 17:00 horas es la más fría. De igual manera, se aprecia que la casa Uno es la más fría en horas de la noche entre 19:00 y 6:00 horas.

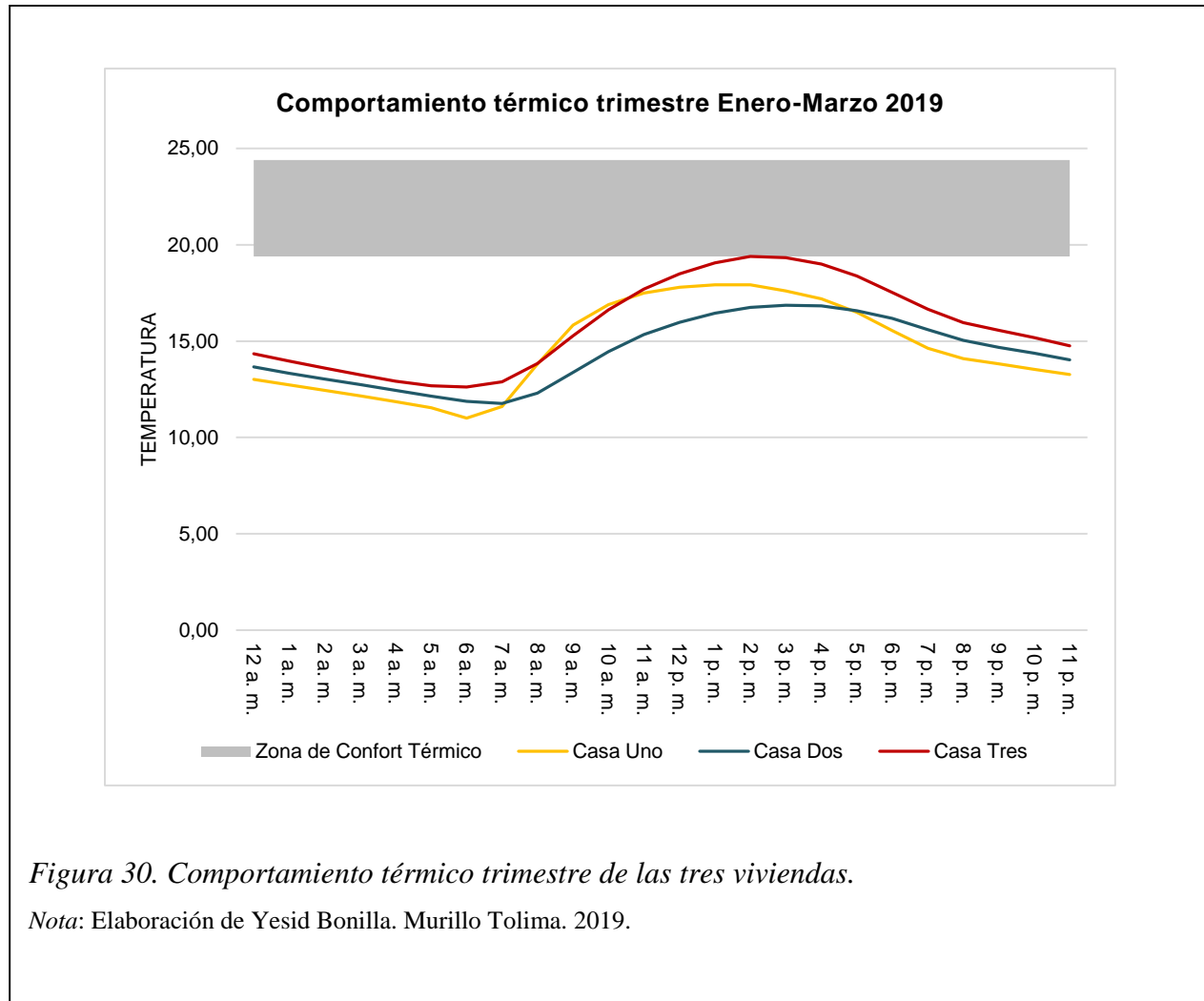


Figura 30. Comportamiento térmico trimestre de las tres viviendas.

Nota: Elaboración de Yesid Bonilla. Murillo Tolima. 2019.

En la figura 31, se confronta la zona de confort térmico calculada y el comportamiento de la temperatura exterior del municipio de Murillo durante el trimestre Enero – Marzo de 2019. Este ejercicio presentó que ninguna de las temperaturas promedio del municipio registradas en ese trimestre alcanzó la zona de confort calculada, por lo tanto, sugiere que la sensación térmica de frío es evidente.

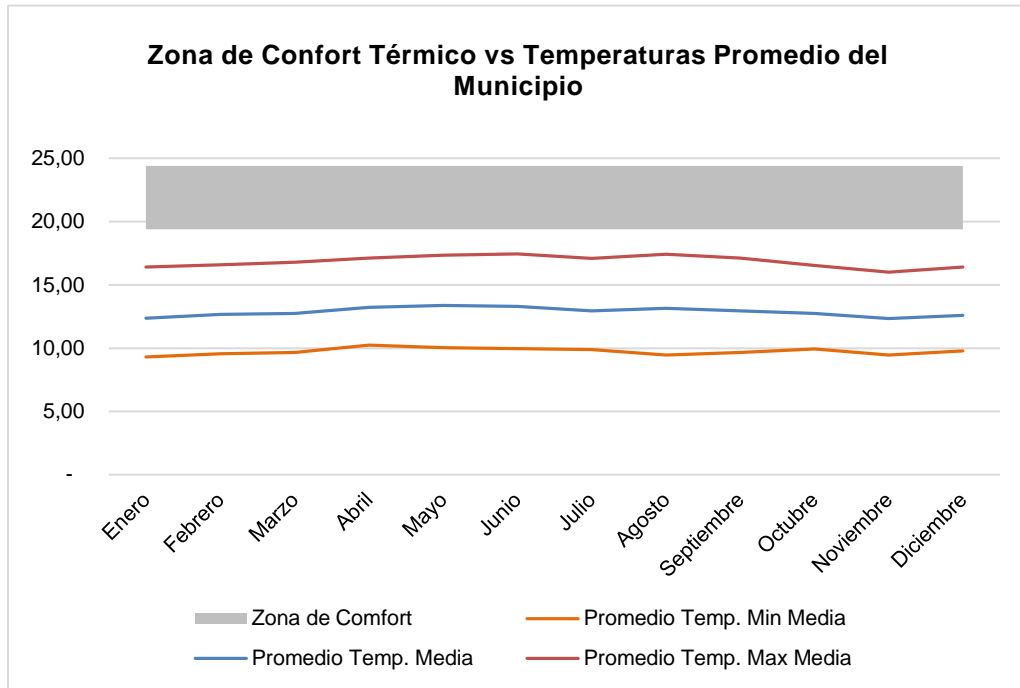


Figura 31. Relación Zona de Confort Térmico vs Temperaturas Promedio del Municipio de Murillo (Tolima).

Nota: Elaboración de Yesid Bonilla. Murillo Tolima. 2019.

La zona de confort térmico fue calculada con el promedio de temperatura exterior registrada durante los últimos 30 años (13.34°C), resultando así, un rango de comodidad térmica de 5°C. Los resultados en el despeje de la ecuación es el siguiente:

$$\text{Temp. Prom} = 13.34^{\circ}\text{C}$$

$$T_{\text{neutral}} = 17.8 + (0.31 \times 13.34^{\circ}\text{C})$$

$$T_{\text{neutral}} = 21.94^{\circ}\text{C}$$

$$\text{ZC} = T_{\text{neutral}} \pm 2.5^{\circ}\text{C}$$

$$\text{ZC} = 21.94^{\circ}\text{C} + 2.5^{\circ}\text{C}$$

$$\text{ZC} = 24.44^{\circ}\text{C}$$

$$\text{ZC} = 21.94^{\circ}\text{C} - 2.5^{\circ}\text{C}$$

$$\text{ZC} = 19.44^{\circ}\text{C}$$

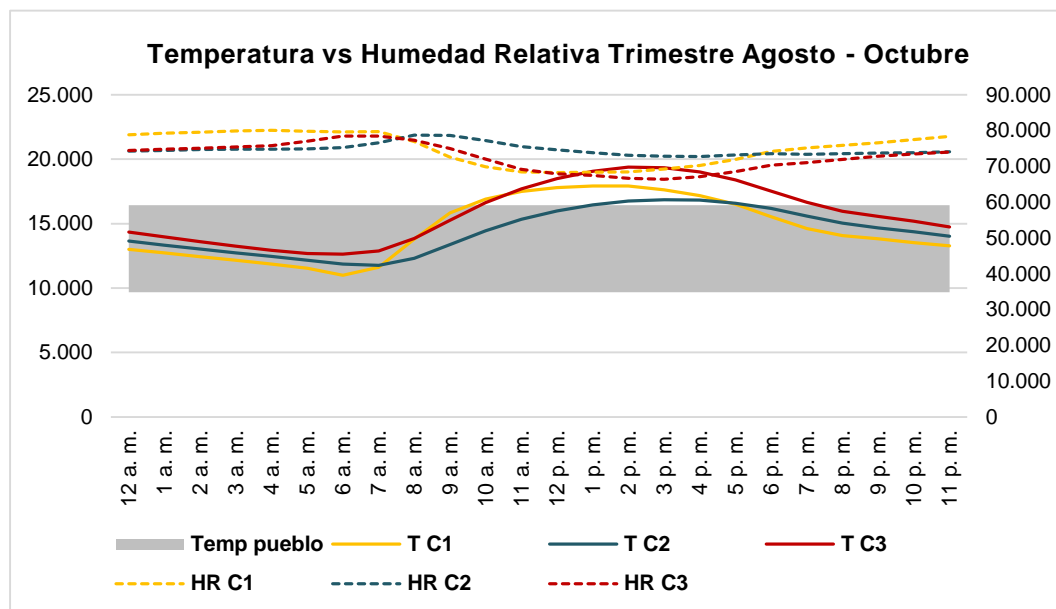


Figura 32. Relación Temperatura vs Humedad Relativa trimestre Agosto - Octubre.

Nota: Elaboración de Yesid Bonilla. Murillo Tolima. 2019.

Al confrontar la temperatura interior de las habitaciones estudiadas frente a la humedad relativa registradas por hora durante el trimestre Agosto – Octubre de 2018, refleja que mientras la temperatura desciende la humedad relativa tiende a aumentar, siendo la franja horaria crítica por frío identificada entre las cinco (5) y las siete (7) horas, por lo que se deduce que la sensación de frío es altamente perceptible. De igual manera, cuando la temperatura aumenta, la humedad relativa desciende presentando la franja horaria crítica por calor comprendida entre las doce (12) y las dieciséis (16) horas, deduciendo que la sensación de calor es perceptible. Así mismo, se muestra el rango de amplitud térmica sucedido en el municipio durante el trimestre con el propósito de compararlo con el comportamiento térmico de las habitaciones (ver figura 32).

Así mismo, al confrontar las mismas variables durante el trimestre Enero – Marzo de 2019, muestra una tendencia similar al resultado anterior en donde al descender la temperatura, la humedad relativa aumenta. Muestra a su vez que, la franja horaria crítica por frío se registra entre las seis (6) y las siete (7) horas, por lo que también se deduce que la sensación de frío es altamente perceptible. Por consiguiente, cuando la temperatura aumenta, la humedad relativa desciende

presentando la franja horaria crítica por calor entre las once (11) y las diecisiete (17) horas, deduciendo que la sensación de calor es perceptible (ver figura 33).

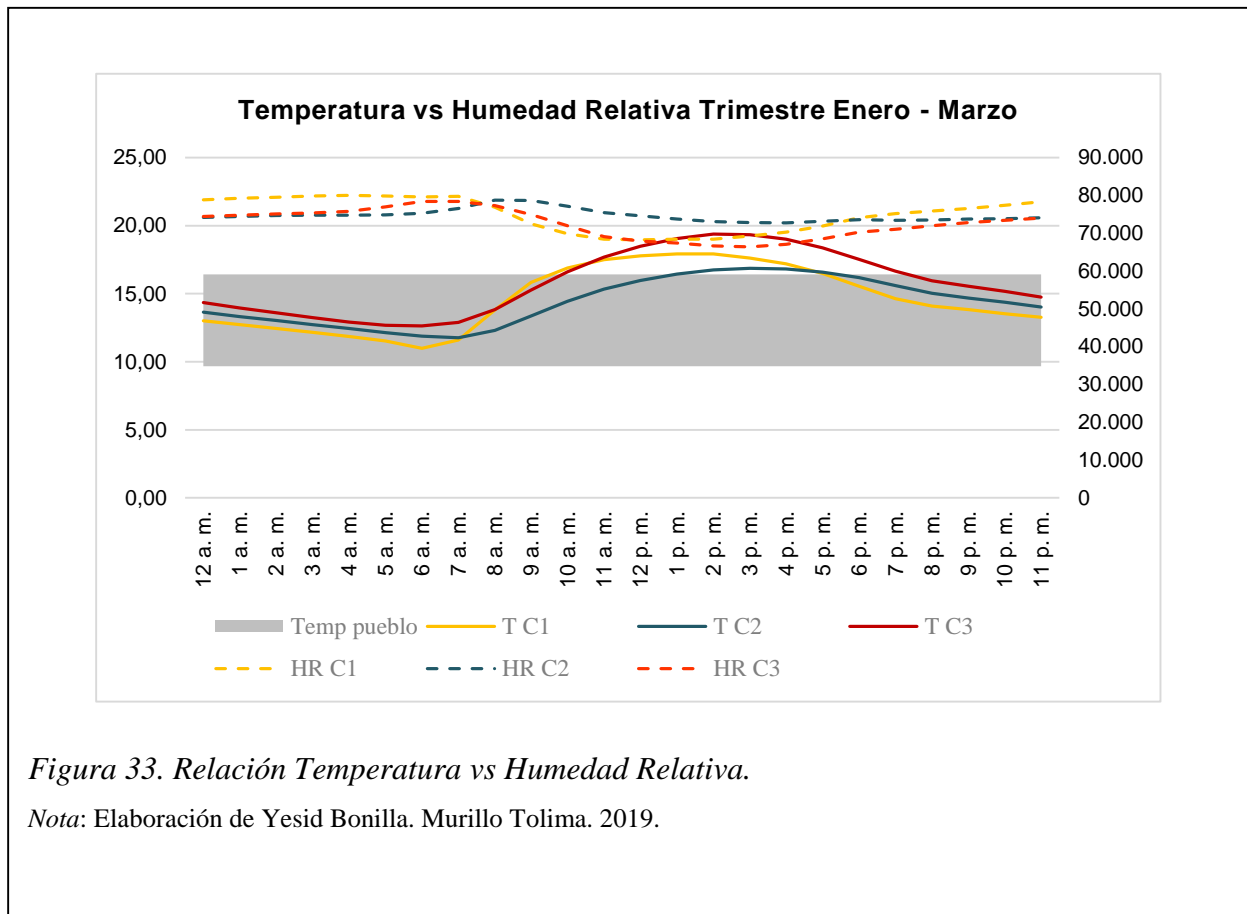


Figura 33. Relación Temperatura vs Humedad Relativa.

Nota: Elaboración de Yesid Bonilla. Murillo Tolima. 2019.

Por su parte, en la figura 36 se aprecia que en el comportamiento de la humedad relativa anual en el municipio de Murillo, aumenta en horas de la noche debido a la ausencia de radiación solar, como también, a la presencia de los vientos que recorren la zona. Así mismo, se refleja que entre las 12:00 y 14:00 horas la humedad relativa es más baja en los meses de marzo y abril manteniéndose en un rango comprendido entre los 40% y 50% siendo relacionado con el aumento de la temperatura operativa por la acción de la radiación solar, la temporada de sequía y a la velocidad de los vientos que cruzan el municipio.

De igual manera, se muestra que la humedad relativa se mantiene estable durante el trimestre Agosto - Octubre en el rango comprendido entre los 60% y 70% en la franja horaria que inicia a las once (11) y termina a las quince (15) horas debido presumiblemente a la disminución

de la temperatura y a la aparición de las lluvias que ocurren en esta temporada del año. Mientras que, en el trimestre Enero – Marzo la humedad relativa tiene un comportamiento estable en un rango comprendido entre los 50% y 60% en la franja horaria que inicia a las once (11) y las dieciséis (16) horas siendo relacionado con la temporada de sequía que se registra durante este periodo del año.

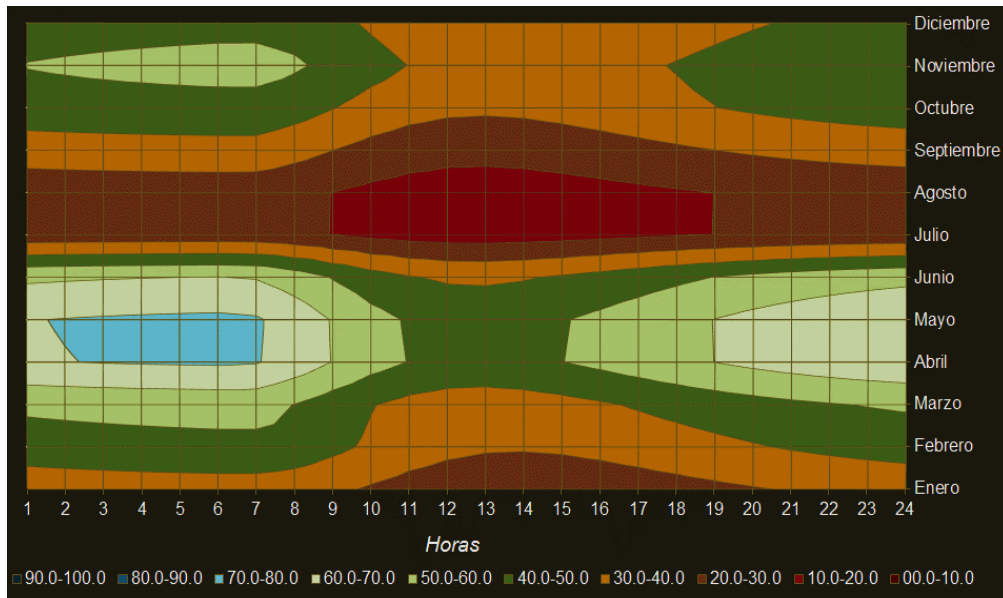


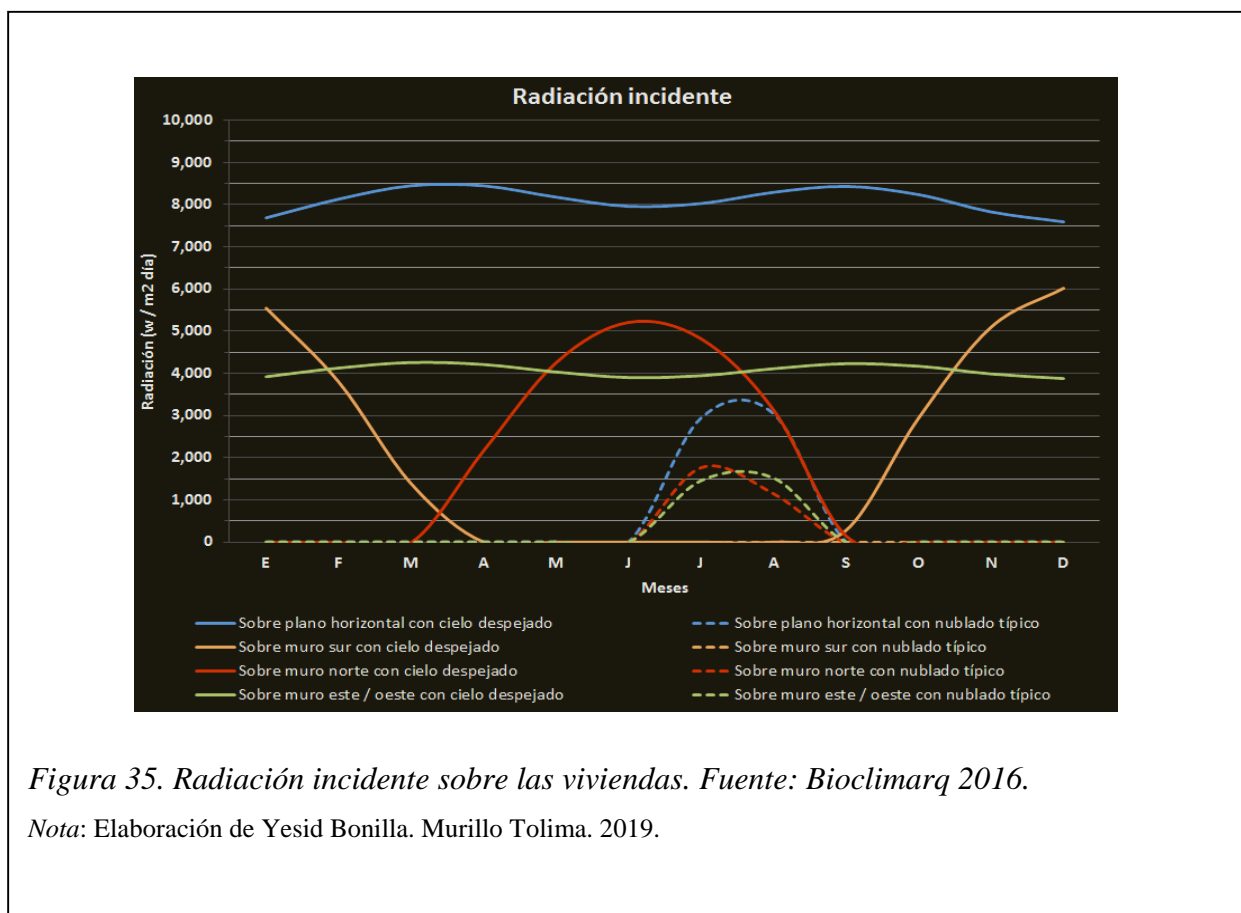
Figura 34. Comportamiento de Humedad Relativa Anual. Fuente: Bioclimarq2016.

Nota: Elaboración de Yesid Bonilla. Murillo Tolima. 2019.

Por su parte, en la figura 37 se presenta la radiación incidente sobre las viviendas durante el año 2018, mostrando que durante seis meses del año 2018 (marzo a septiembre) la radiación incidente tuvo influencia sobre el costado norte que coincide con la fachada principal de la vivienda, alcanzando en condiciones de cielo despejado los 5400w/m^2 acumulado en todo el día durante el mes de junio. Así mismo, la radiación incidente en condiciones de cielo nublado se presenta entre los meses de julio a septiembre en donde alcanza los 1900w/m^2 en el mes de Julio. Mientras que los otros seis meses (octubre a marzo), la radiación incidente tuvo influencia sobre el

costado sur alcanzando $6000\text{w}/\text{m}^2$ en el mes de diciembre siendo mayor bajo condiciones de cielo despejado.

De igual manera, se aprecia que durante todo el año la radiación incidente se presenta sobre la cubierta alcanzando los $8500\text{w}/\text{m}^2$ bajo condiciones de cielo despejado en los meses de marzo y septiembre, coincidiendo estas fechas con los equinoccios en donde la radiación solar es perpendicular a la superficie terrestre sobre la línea ecuatorial. A su vez, la radiación incidente en condiciones de cielo nublado se presenta entre los meses de junio a septiembre alcanzando los $3500\text{w}/\text{m}^2$.



Ahora bien, al caracterizar los alimentos que consumen diariamente los ocupantes de las habitaciones y de la población en general, se establece que la dieta se basa principalmente en alimentos ricos en carbohidratos ya que son una fuente importante en la generación de energía para el cuerpo toda vez que le permite generar su propio calor para alcanzar el grado de comodidad

térmica dentro de los espacios ocupados. Convirtiéndose este hábito alimenticio cundiboyacense en una característica de los pueblos ubicados en la alta montaña. Los alimentos que consumen a diario en cada momento de comida son relacionados en la tabla 4.

Tabla 4.
Alimentos consumidos habitualmente por la población.

<i>Desayuno</i>	<i>Almuerzo</i>	<i>Cena</i>
Caldo	Sopa	Café con leche
Huevos	Arroz	Chocolate
Plátano	Papa	Huevos
Arepa	Ensalada	Arepa
Pan	Carne	Pan
Queso	Jugo de frutas	Café
Chocolate	Aguade panela	-
-	Café	-

Nota: Hábito alimenticio cundiboyacense de los pueblos ubicados en la alta montaña.

Conforme a lo anterior, se procede a la revisión de literatura relacionada con la nutrición humana para establecer la cantidad de calorías que se generan por ración consumida por las personas y que son presentadas en las tablas 5, 6 y 7.

Tabla 5.
Cantidad de calorías por porción de alimento en el desayuno.

<i>Desayuno</i>	<i>Ración</i>	<i>Calorías (Kcal)</i>	<i>Kilojulios (Kj)</i>
Caldo de papa	235g	12	49
Caldo de menudencias o costilla	240g	7	31
Huevos	100g	97	407
Plátano	100g	122	512
Arepa	100g	365	1533
Pan	100g	238	1000
Queso	100g	290	1218
Chocolate	100ml	89	374

Nota: Se presenta un alto consumo de calorías.

Tabla 6.

Cantidad de calorías por porción de alimento en el almuerzo.

<i>Almuerzo</i>	<i>Ración</i>	<i>Calorías (Kcal)</i>	<i>Kilojulios (Kj)</i>
Sopa de verduras	100g	28	118
Sopa de carne	100g	34	143
Arroz	100g	388	1630
Papa	100g	77	323
Ensalada (Lechuga, Tomate, Cebolla cabezona, Limón)	100g	84	107
Fríjol	100g	97	407
Lenteja	100g	353	1483
Garbanzo	100g	364	1529
Carne de Res	100g	194	815
Carne de Cerdo	100g	196	823
Carne de Pollo	100g	172	722
Jugo de frutas	100ml	261	1096
Agua de panela	100ml	62	260
Café	100ml	1	4

Nota: Se presenta un alto consumo de calorías.

Tabla 7.

Cantidad de calorías por porción de alimento en la cena.

<i>Cena</i>	<i>Ración</i>	<i>Calorías (Kcal)</i>	<i>Kilojulios (Kj)</i>
Huevos	100g	97	407
Arepa	100g	365	1533
Pan	100g	238	1000
Café con leche	100ml	57	239
Chocolate	100ml	89	374
Café	100ml	1	4

Nota: Ingieren gran cantidad de calorías que permite generar su propio calor para alcanzar el grado de comodidad térmica.

En la tabla 7 y 8 se presenta el promedio diario de consumo de calorías de las personas entrevistadas, tomando como base los alimentos de consumo habitual.

Tabla 8.
Promedio de consumo de calorías por ración.

<i>Promedios de consumo por ración</i>			
Comida	Calorías (Kcal)	Kilojulios (Kj)	Kilovatios (Kw)
Desayuno	1213	5093	1.41
Almuerzo	1135	4496	1.32
Cena	789	3314	0.92
Total	3137	12903	3.65

Nota: Basado en los alimentos de consumo habitual.

Entre tanto, la tabla 9 muestra el resultado de calcular la TMB en estado basal, es decir, en reposo conforme a la ecuación ajustada por Mifflin & St Jeor (Vargas, Lancheros, & Barrera, 2011).

Tabla 9.
Tasa Metabólica Basal de cada ocupante de las habitaciones.

	<i>HABITACIÓN UNO</i>		<i>HABITACIÓN DOS</i>		<i>HABITACIÓN TRES</i>	
	Hombre	Mujer	Hombre	Mujer	Hombre	Mujer
Peso	72Kg	58	58Kg	65Kg	65Kg	65Kg
Talla	151cm	150	170cm	160cm	160cm	160cm
Edad	75	63	16	30	30	30
TMB	1303,90 Kcal/Día (5455,52Kj/Día) (1.52 Kw)	1202,65 Kcal/día (5031,89Kj/Día) (1.4 Kw)	1606,21 Kcal/día (6720,38Kj/Día) (1.87 Kw)	1442,39 Kcal/día (6034,96Kj/Día) (1.68 Kw)	1442,39 Kcal/día (6034,96Kj/Día) (1.68 Kw)	1442,39 Kcal/día (6034,96Kj/Día) (1.68 Kw)

Nota: Mifflin & St Jeor (Vargas, Lancheros, & Barrera, 2011).

De igual manera, al calcular los niveles de actividad física y la tasa metabólica basal dan como resultado el gasto energético total diario por cada ocupante de las habitaciones siendo relacionados en la tabla 10.

Tabla 10.

Gasto Energético Total de los ocupantes de las habitaciones.

	HABITACIÓN UNO		HABITACIÓN DOS	HABITACIÓN TRES
	Hombre	Mujer	Hombre	Mujer
TMB	1303,90 Kcal/Día (5455,52Kj)	1202,65 Kcal/día (5031,89Kj)	1606,21 Kcal/día (6720,38Kj)	1442,39 Kcal/día (6034,96Kj)
Actividad Diaria	Leve 1.55	Leve 1.56	Moderada 1.76	Moderada 1.64
GET	2021.05Kcal/día (8456,07Kj/Día) (2.35 Kw)	1876.13 Kcal/día (7849,73Kj/Día) (2.18 Kw)	2826.93 Kcal/día (11827,88Kj/Día) (3.29 Kw)	2365,52Kcal/día (9897,34Kj/Día) (2.75 Kw)

Nota: Resultado de calcular los niveles de actividad física y la tasa metabólica basal

Teniendo claro el consumo energético, se caracterizó el vestuario que normalmente usan los ocupantes de las habitaciones y que a su vez coincide con los modos de vestir de los pobladores del municipio. El vestuario influye en la manera de disipar el calor generado por el cuerpo al ambiente exterior, debido a que este se retiene entre la superficie corporal y la ropa, retardando el proceso de transferencia de calor generando la sensación de comodidad térmica. Por lo anterior, se hace necesario relacionar el apéndice B de aislamiento de la ropa establecida en las Condiciones Ambientales y Térmicas en la Ocupación Humana de la norma ASHRAE 55 – 2010.

La tabla 11 relaciona las prendas de vestir que usan los ocupantes de las habitaciones durante el día.

Tabla 11.

Relación de prendas de vestir que habitualmente usan durante el día.

<i>HABITACIÓN UNO</i>		<i>HABITACIÓN DOS</i>	<i>HABITACIÓN TRES</i>
Hombre	Mujer	Hombre	Mujer
Medias delgadas	Medias delgadas	Medias delgadas	Medias delgadas
Calzoncillos	Panty	Calzoncillos	Panty
Camiseta interior	Brasier	Camiseta interior	Brasier
Pantalón	Pantalón	Pantalón	Pantalón
Camisa manga larga	Sudadera	Camisa manga larga	Sudadera
Saco	Blusa manga larga	Saco	Blusa manga larga
Chaqueta	Saco	Chaqueta	Saco
Ruana	Chaqueta	Ruana	Chaqueta
Gorro	Ruana	Gorro	Ruana
Sombrero	Bufanda	Sombrero	Bufanda
Zapatos	Guantes	Tenis	Guantes
Botas pantaneras	Gorro	Botas media caña	Gorro
-	Zapatos cerrados	-	Zapatos cerrados
-	-	-	Botas media caña

Nota: Vestimenta tano de hombres como mujeres.



Figura 36. Forma habitual de vestir durante el día ocupantes de la Casa Uno.

Nota: Fotografía de Yesid Bonilla. Murillo Tolima. 2019.



Figura 37. Forma habitual de vestir durante el día ocupante de la Casa Dos.

Nota: Fotografía de Yesid Bonilla. Murillo Tolima. 2019.



Figura 38. Forma habitual de vestir durante el día ocupante de la Casa Tres.

Nota: Fotografía de Yesid Bonilla. Murillo Tolima. 2019.

Tabla 12.

Relación de prendas de vestir que habitualmente usan en la noche.

<i>HABITACIÓN UNO</i>				<i>HABITACIÓN DOS</i>		<i>HABITACIÓN TRES</i>	
Hombre	I_{clo}	Mujer	I_{clo}	Hombre	I_{clo}	Mujer	I_{clo}
Medias gruesas	0.03	Medias gruesas	0.03	Medias gruesas	0.03	Medias gruesas	0.03
Calzoncillos	0.04	Panty	0.03	Calzoncillos	0.04	Panty	0.03
Camiseta interior	0.08	Brasier	0.01	Camiseta interior	0.08	Pantalón (Pijama)	0.24
Pantalón (Pijama)	0.24	Bata pies a cabeza (Sin botones ni cremallera)	0.69	Pantalón (Pijama)	0.24	Camisa manga larga (Pijama)	0.24
Camisa manga larga (Pijama)	0.25	Saco	0.36	Camisa manga larga (Pijama)	0.25	Chanclas	0.02
Saco	0.36	Gorro	0.02	Saco	0.36	-	-
Chanclas	0.02	Chanclas	0.02	Chanclas	0.02	-	-
Total	1.02	Total	1.16	Total	1.02	Total	0.56

Nota: Vestimenta tano de hombres como mujeres

Por su parte, como el momento de análisis en el comportamiento térmico de las habitaciones se realizó en la noche, se estimó que el dormir es la actividad principal que se desarrolla en dichos espacios, por lo tanto, se asumen los valores de energía producida establecidos en la norma ASHRAE 55 Apéndice A descritos en la tabla 13.

Tabla 13.

Energía producida por actividad.

<i>Actividad</i>	<i>Met Units</i>	<i>W/m²</i>	<i>Btu/h-ft²</i>
Dormir	0.7	40	13

Nota: Norma ASHRAE 55 Apéndice A.

De igual manera, se tuvo en cuenta la lencería de cama usada para abrigarse del ambiente frío mientras duermen. Es así, que se identificaron los tipos de cobertores que utilizan los ocupantes de las habitaciones durante las noches, siendo estos descritos en la tabla 14. Sin embargo, se asumen los valores máximos para la cobertura del cuerpo y para el índice de resistencia térmica (I_{clo}) de las piezas de lencería de cama que resulta de un estudio realizado en Bélgica en el confort térmico de pacientes en un hospital; como los ocupantes de las habitaciones no se cubren la cabeza para dormir se estableció un valor de 94.1% de cobertura del cuerpo y como índice de resistencia térmica de la lencería de cama se estableció un valor de 4.56 debido a que no existe información puntual de cada prenda de cama.

Tabla 14.
Lencería de cama usada habitualmente.

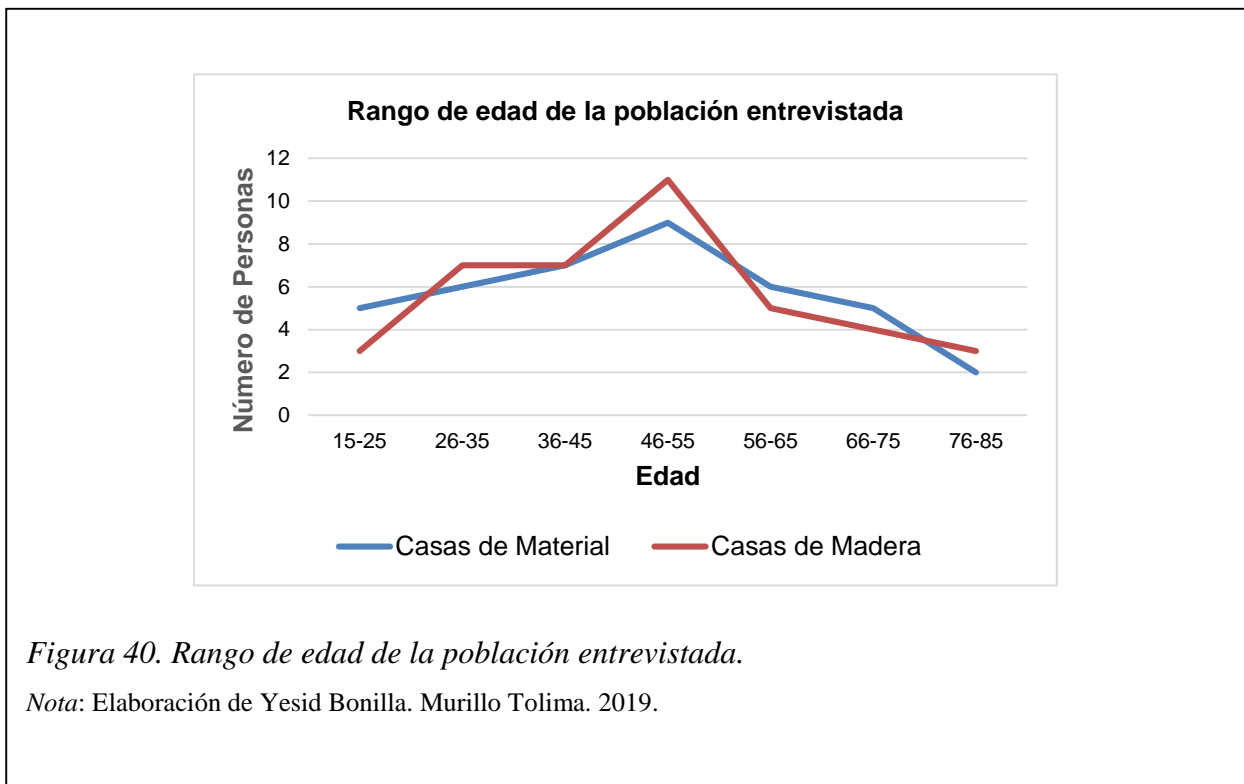
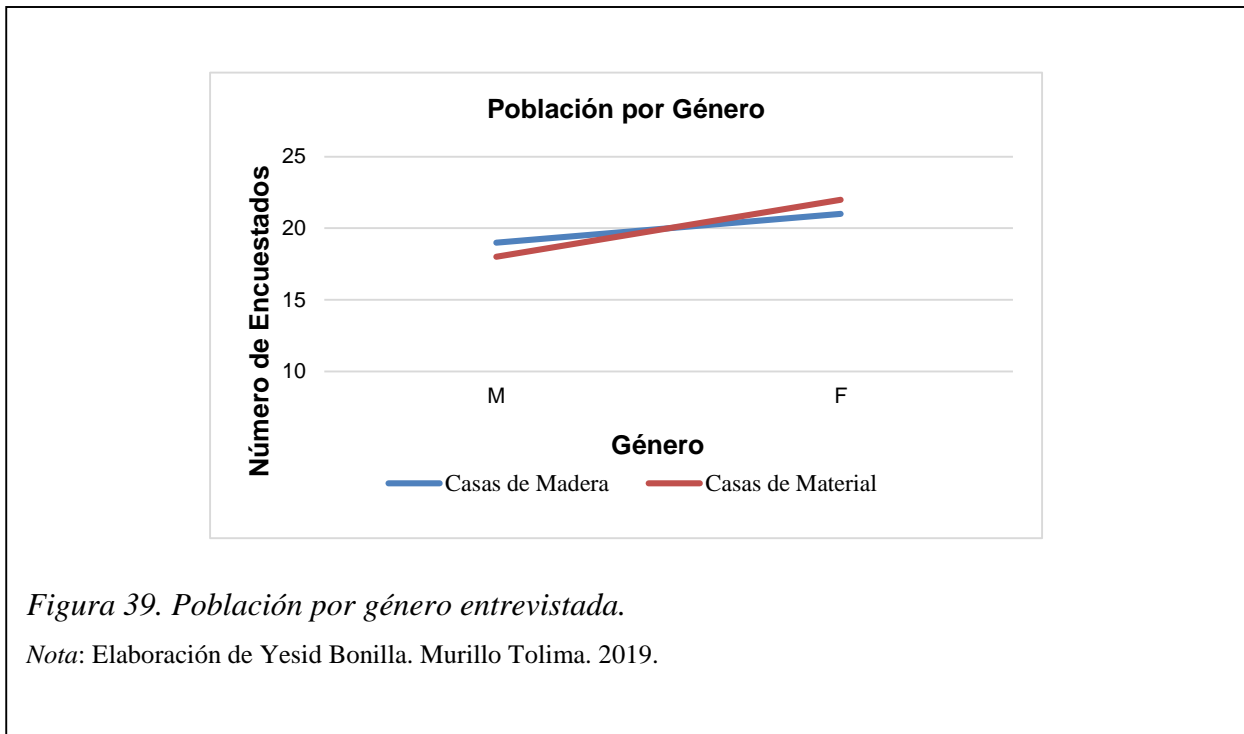
<i>HABITACIÓN UNO</i>					<i>HABITACIÓN DOS</i>			<i>HABITACIÓN TRES</i>		
Cant	Hombre	I_{clo}	Mujer	I_{clo}	Cant	Hombre	I_{clo}	Cant	Mujer	I_{clo}
1	Sábana	-	Sábana	-	1	Sábana	-	1	Sábana	-
2	Cobija de lana de ovejo	-	Cobija de lana de ovejo	-	2	Cobijas térmicas	-	2	Cobijas térmicas	-
1	Tendido de cama	-	Tendido de Cama	-	1	Tendido de Cama	-	1	Tendido de Cama	-
Total		4.56	Total	4.56	Total	4.56	Total	4.56	Total	4.56

Nota: Valores máximos para la cobertura del cuerpo y para el índice de resistencia térmica (I_{clo}) de las piezas de lencería de cama.

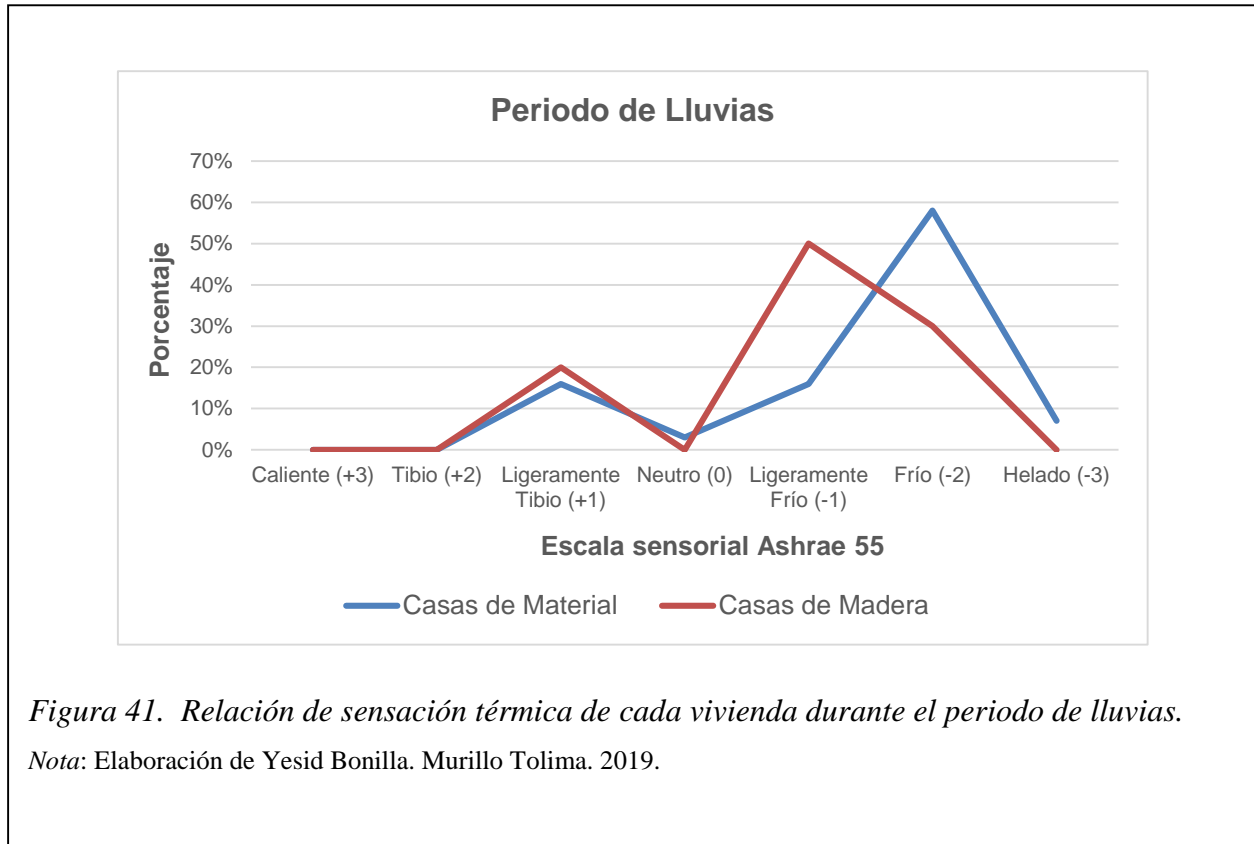
En cuanto a la sensación térmica percibida por los usuarios de las viviendas entrevistadas, se elaboraron dos tablas comparativas en donde se caracterizan el género, rango de edad, y la sensación térmica percibida en los periodos de lluvia y sequía conforme a la escala sensorial de Ashrae 55. Las Tabla 15 y 16 ubicada en los anexos muestran los resultados obtenidos en las casas de madera y de material.

En la figura 39, se muestra la población entrevistada discriminada por género en donde la mayoría fueron mujeres que al momento del registro de la información se encontraban en sus viviendas realizando labores relacionadas con el hogar. De igual manera, en la figura 40, se

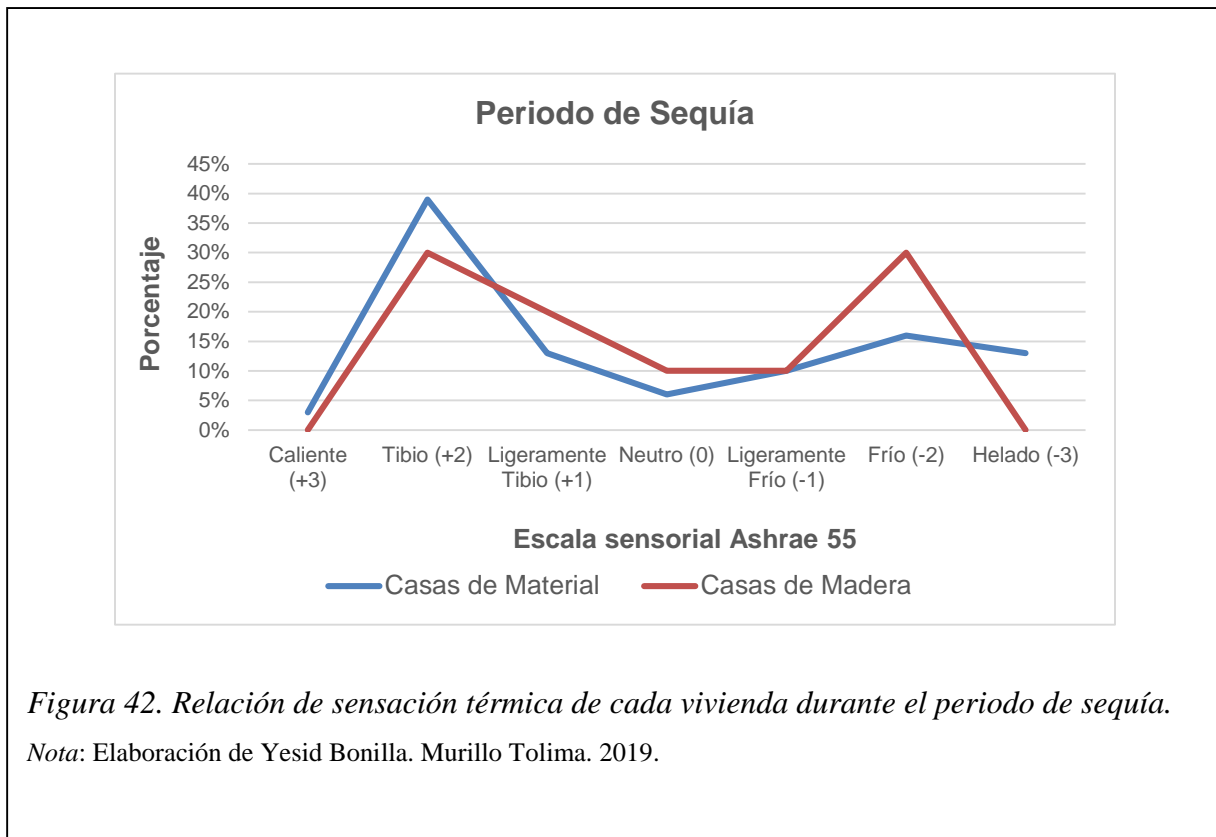
presenta el rango de edad de dicha población en donde en su gran mayoría son personas que se encuentran con edad que oscilan entre los 46 y 55 años de edad.



En la figura 41, se presentan los resultados de la sensación térmica percibida por los ocupantes de las casas entrevistadas durante el periodo de lluvias. Conforme a los resultados obtenidos, se evidencia que las casas de material (ladrillo, revoque y pintura) generan en sus ocupantes una sensación térmica de frío, presentando un nivel de insatisfacción.



En la figura 42, se comparó la sensación térmica percibida en ambos tipos de construcciones durante el periodo de sequía. Se encontró, que la sensación térmica percibida por los usuarios de las viviendas construidas en madera son más frescas frente a las viviendas construidas con material.



De igual manera, fueron elaboradas las cartas psicrométricas planteadas bajo los criterios de Olgyay y Givoni correspondientes para el municipio de Murillo (Tolima) con los datos climáticos promedio registrados durante los últimos 30 años con el fin de conocer las condiciones ambientales del lugar. Los resultados arrojados por Bioclimarq 2016 se presentan en las cartas psicrométricas de Givoni (Figura 43) y Olgyay (Figura 44) en donde se evidencian similitudes, tal es el caso de la figura 38, en donde se muestra que la zona de confort térmico se encuentra en el rango comprendido entre los 18°C y 25°C, mientras que la humedad relativa se encuentra dentro del rango del 20% al 80%. De igual manera, se muestra que ningún mes del año se encuentra en la zona de confort, por lo que sugiere, aplicar estrategias para el manejo del estrés térmico por frío.

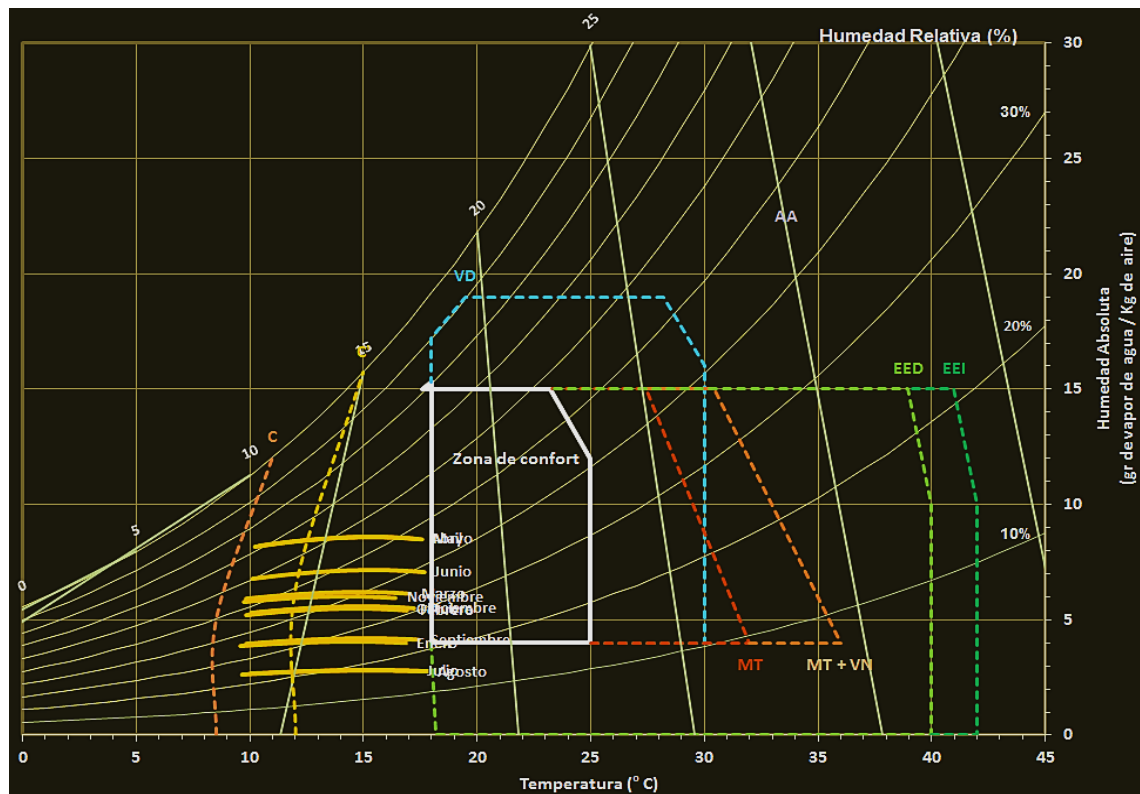


Figura 43. Carta Psicrométrica de Givoni.

Nota: Elaboración de Yesid Bonilla. Murillo Tolima. 2019.

A su vez, en la figura 46 se muestra que la zona de confort térmico se encuentra en el rango comprendido entre los 19°C y 24°C, mientras que la humedad relativa se encuentra en un margen de 17% a 78%. Al igual que la carta de Givoni, se muestra que ninguno de los meses del año se encuentra en la zona de confort, por lo que también sugiere, aplicar estrategias para el manejo del estrés térmico por frío.

De acuerdo a los resultados de los cálculos de la zona de confort térmico para el municipio de Murillo realizados en este documento, se establece que coincide con la carta Psicrométrica de Olgyay elaborada en la hoja electrónica Bioclimarq 2016. Así mismo, se encuentra coincidencia en la comparación entre las gráficas de la zona de confort del municipio y las temperaturas registradas al interior de las habitaciones durante los dos trimestres analizados, con la zona de

confort del municipio y la temperatura exterior promedio en los últimos 30 años en donde tampoco se alcanza la zona de confort.

Este análisis sugiere que las viviendas analizadas deben contar con la aplicación de estrategias de control térmico para el manejo del estrés por frío debido a las condiciones climáticas derivadas de las bajas temperaturas que se registran en el lugar.

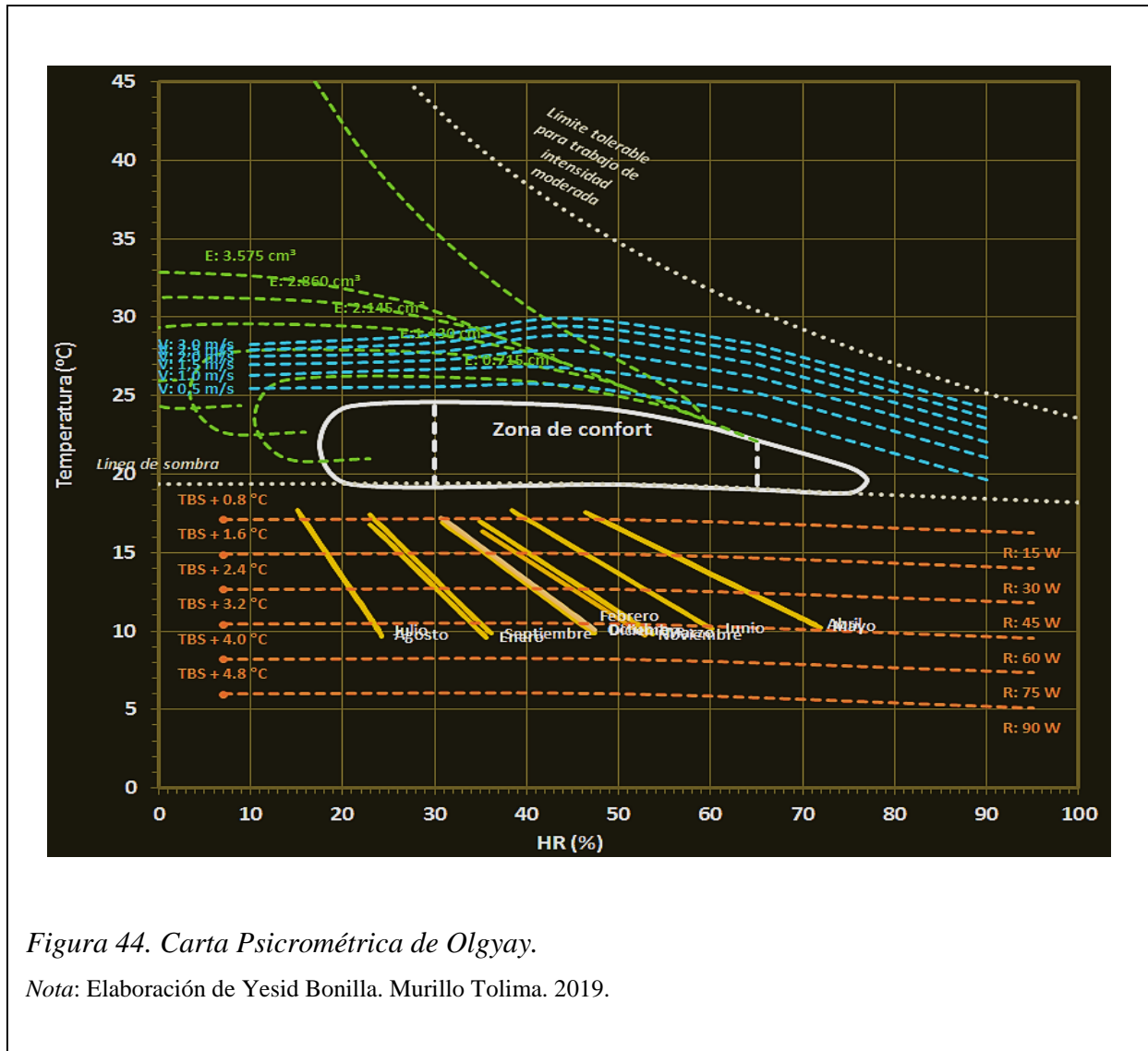


Figura 44. Carta Psicrométrica de Olgyay.

Nota: Elaboración de Yesid Bonilla. Murillo Tolima. 2019.

De manera simultánea, con los datos registrados en los sensores que fueron instalados al interior de cada casa durante los dos trimestres analizados, se elaboró la carta psicrométrica por cada habitación (ver figuras 45 a 50) reflejando que ninguna de las habitaciones alcanza la zona de confort térmico y que se hace necesario de la aplicación de estrategias para controlar el estrés

térmico por frío. Sin embargo, se evidencia que a pesar de que las tres habitaciones permanecen en condiciones de baja temperatura, la Casa Tres es la más cálida.

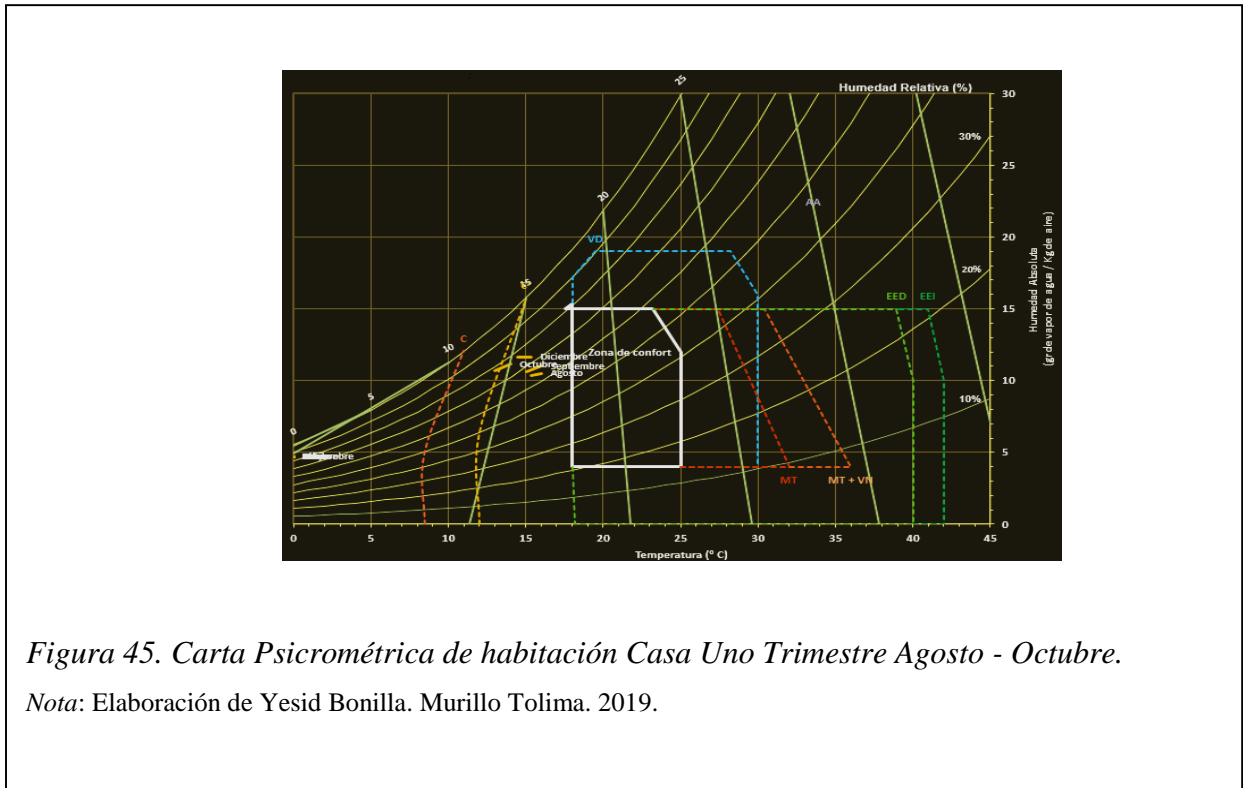


Figura 45. Carta Psicrométrica de habitación Casa Uno Trimestre Agosto - Octubre.

Nota: Elaboración de Yesid Bonilla. Murillo Tolima. 2019.

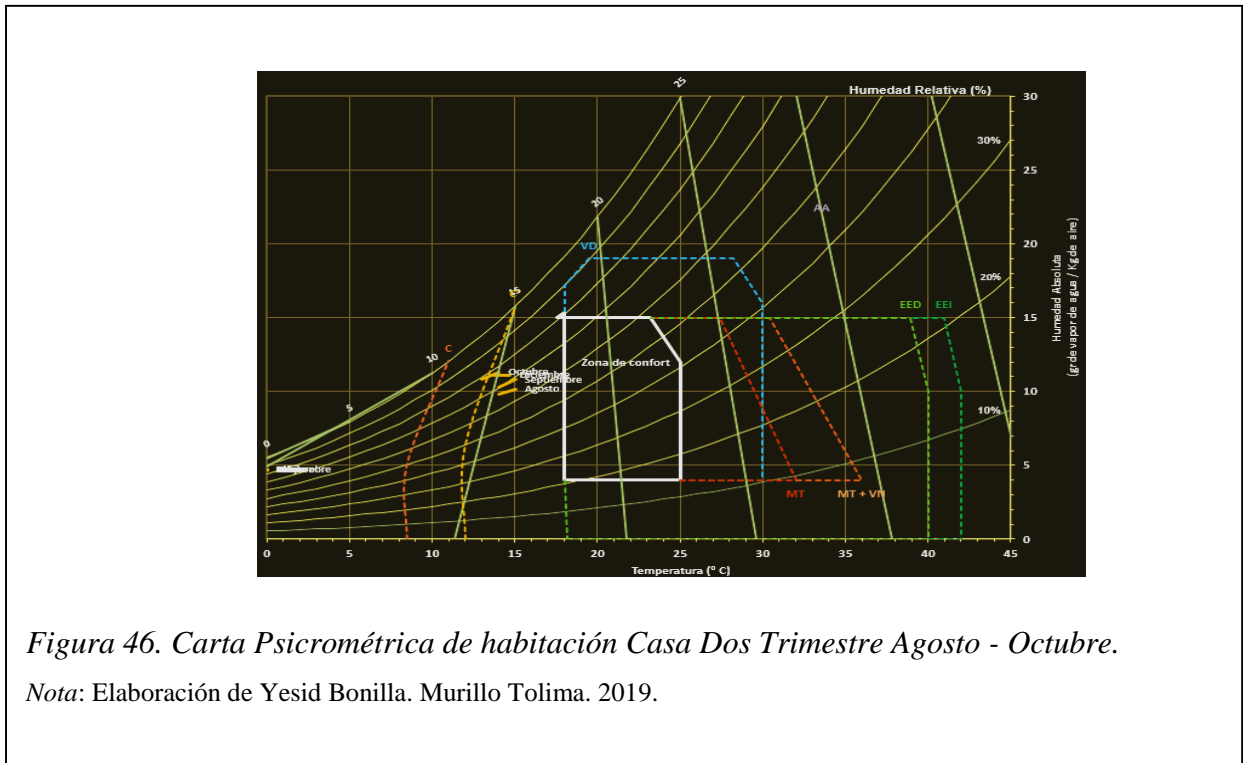


Figura 46. Carta Psicrométrica de habitación Casa Dos Trimestre Agosto - Octubre.

Nota: Elaboración de Yesid Bonilla. Murillo Tolima. 2019.

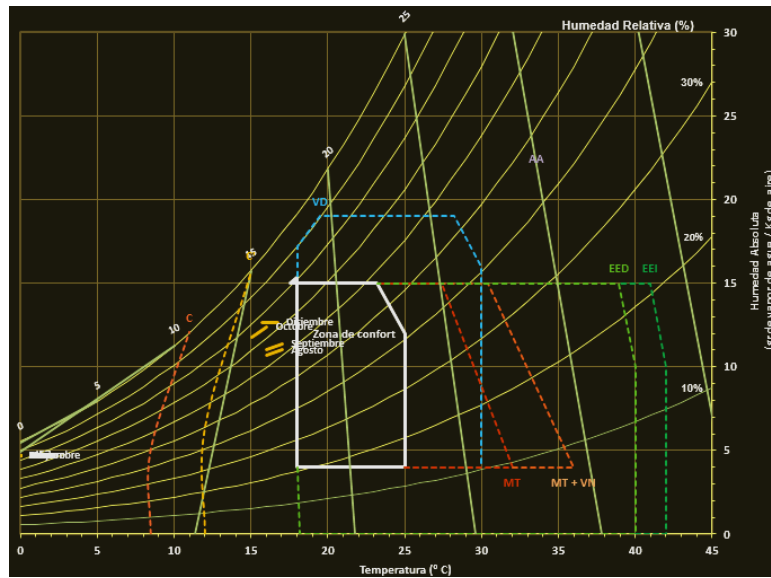


Figura 48. Carta Psicrométrica de habitación Casa Tres Trimestre Agosto - Octubre.

Nota: Elaboración de Yesid Bonilla. Murillo Tolima. 2019.

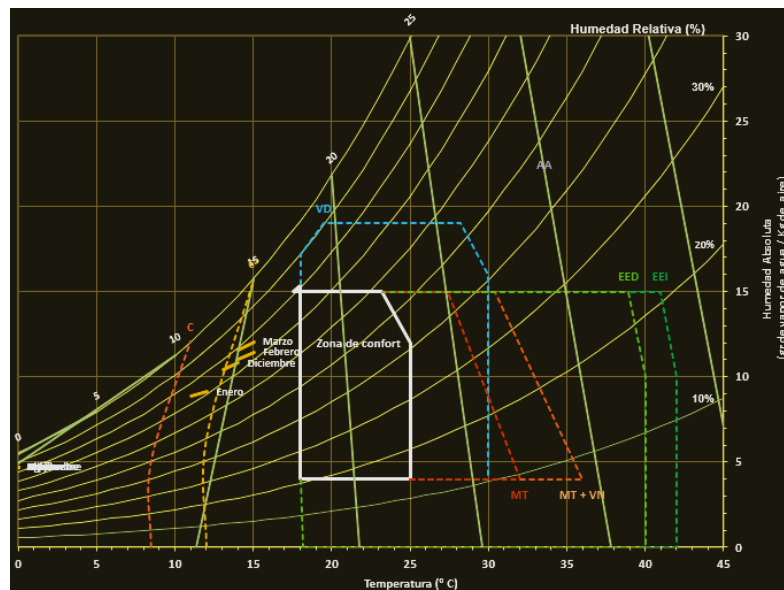


Figura 47. Carta Psicrométrica de habitación Casa Uno Trimestre Enero - Marzo.

Nota: Elaboración de Yesid Bonilla. Murillo Tolima. 2019.

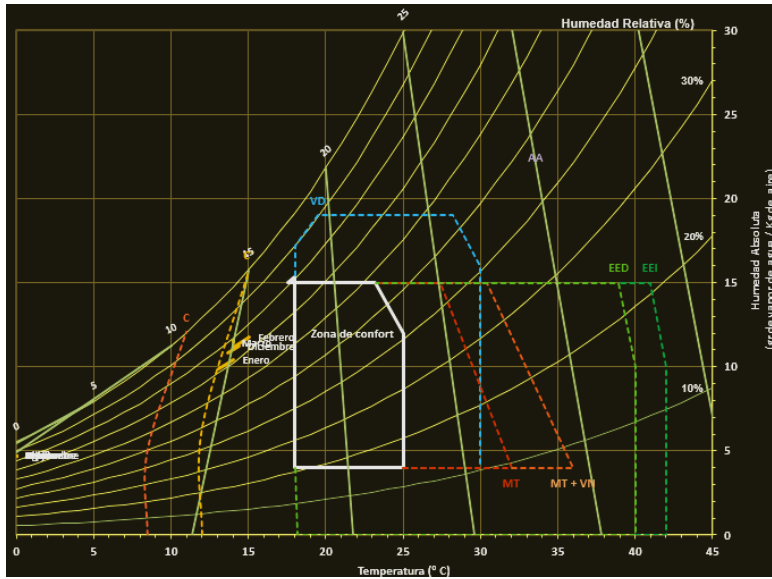


Figura 50. Carta Psicrométrica de habitación Casa Dos Trimestre Enero - Marzo.

Nota: Elaboración de Yesid Bonilla. Murillo Tolima. 2019.

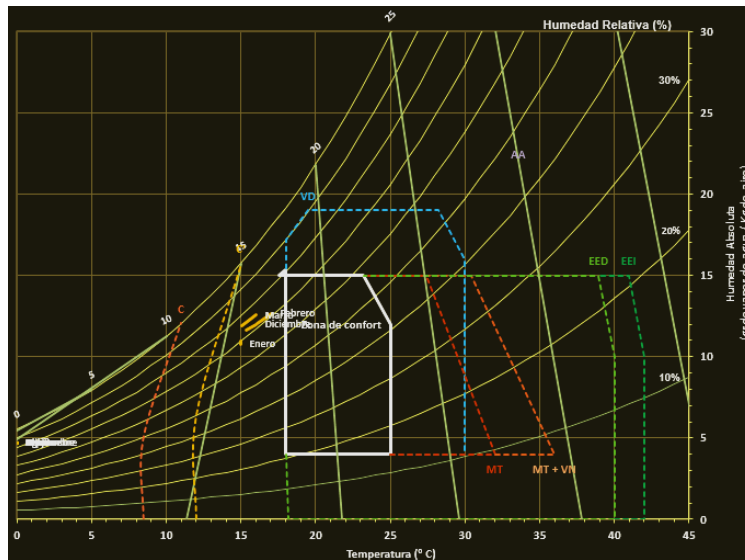


Figura 49. Carta Psicrométrica de habitación Casa Tres Trimestre Enero - Marzo.

Nota: Elaboración de Yesid Bonilla. Murillo Tolima. 2019.

9 Conclusiones

En este capítulo se presentan las conclusiones a las que se llegaron después de desarrollar todo el trabajo de oficina y de campo. Según los resultados obtenidos, se concluye que:

De manera general

La temperatura registrada en los últimos 30 años en el municipio de Murillo, ha sufrido un incremento sustancial comparando el año de 1987 con relación al año 2017, en donde el aumento registrado fue de 4°C.

El cuerpo humano es un increíble sistema de adaptación a cualquier medio, en el caso de Murillo, los ancestros y generaciones posteriores se adaptaron por necesidad a la geografía del lugar, lo que propició la acomodación de una tradición gastronómica foránea propia del altiplano cundiboyancense para ganar energía calórica en su cuerpo y enfrentar las difíciles condiciones climáticas.

Las construcciones en tabla parada son edificaciones que contienen un valor patrimonial inconmensurable puesto que es un legado histórico del proceso de poblamiento de la colonización antioqueña en zonas de alta montaña del Norte del departamento del Tolima.

De los objetivos específicos

En cuanto a la caracterización de las viviendas, se encontró que su comportamiento térmico varía de acuerdo al área total de superficies expuestas a la radiación solar, como también, varía de acuerdo a la cantidad de personas que ocupen el espacio interior. Así mismo, el espesor de los muros en madera influye en las condiciones térmicas en el interior de las habitaciones ya que la transferencia de calor es más rápida cuando los muros son delgados. Por lo tanto, si el espesor de los muros fuera mayor la capacidad de aislamiento térmico podría ser mejor.

Las tres habitaciones presentan bajas temperaturas en horas de la noche guardando mucha similitud en los dos trimestres analizados, pudiendo mejorar sus condiciones térmicas mediante la aplicación de estrategias bioclimáticas para el control de estrés por frío. Así mismo, el sol es la principal fuente de energía calórica en las tres habitaciones estudiadas, puesto que durante el día, las condiciones térmicas en su interior aumentaron considerablemente comparadas con la noche.

Según las relaciones encontradas entre las costumbres de los ocupantes y su sensación térmica al interior de las viviendas se concluye que las formas de vida condicionan la forma arquitectónica, de allí la austeridad en su diseño y ornamentación, debido a que el propósito de los colonizadores antioqueños fue el dominar nuevos territorios. Es así, que la casa se convierte en una extensión de su lugar de trabajo. De igual manera, las formas de vida también condicionan la función arquitectónica, puesto que al ser la casa una extensión de su trabajo, sus recorridos y conexiones son lineales. De otro lado, las costumbres en la forma de vestir y de alimentarse de los ocupantes de las tres habitaciones influyen en su sensación térmica ya que la ropa es el medio para retrasar la transferencia de calor entre la piel y el ambiente exterior, mientras que la alimentación rica en carbohidratos, le permite generar la energía calórica necesaria para mantener una condición de confort térmico cómoda.

Por lo tanto, las personas utilizan vestuario para protegerse de la sensación de frío al interior de las viviendas debido a la delgadez de los muros construidos en cedro. A su vez, el bajo comportamiento térmico en el interior de las habitaciones obliga a que sus ocupantes utilicen lencería de cama gruesa o en su defecto térmico con el objeto de alcanzar una temperatura cómoda para conciliar el sueño.

Finalmente, al comparar el comportamiento térmico de los espacios construidos en madera frente a los resultados de las entrevistas semiestructuradas realizadas a los habitantes de las viviendas construidas en material convencional (ladrillo y revoque), se concluye que las viviendas construidas en madera generan una sensación de comodidad térmica superior que las construidas en material convencional. Se recomienda hacer estudios de las viviendas construidas en otros materiales con el objeto de determinar cuál es el material que presenta mejor desempeño térmico en la zona de páramo de la Cordillera Central de los Andes colombianos.

Referencias

- 55-2010, A. S. (2010). Thermal Environmental Conditions for Human Occupancy. *American Society of Heating, Refrigerating, and Air-Conditioning Engineers, INC., 1*, 1-44.
- Arévalo, R., & Londoño, A. (2005). *Manual para la identificación de maderas que se comercializan en el Departamento del Tolima*. Ibagué: Impresiones Conde.
- Asociación Colombiana de Ingeniería Sísmica. (2004). *Manual de Construcción Sismoresistente de Viviendas en Bahareque Encementado*. Bogotá, Colombia: Fondo para la Reconstrucción y Desarrollo Social del Eje Cafetero-FOREC.
- ASTM1155. (1995). Standard Practice for Determining Thermal Resistance of Building Envelope Components from the In-Situ. *American Society for Testing and Materials*, 1-8.
- Battistelli, A. (2005). *Tecnología y patrimonio en tierra cruda en Colombia, el caso de Barichara-Santander*. Torino, Italia: Centro di ricerca e documentazione in Tecnologia Architettura e Città.
- Cesaratto P., D. C. (2013). A measuring campaign of thermal conductance in situ and possible impacts on net energy demand in buildings. *Energy and Buildings*, 29-36. Recuperado de <https://bit.ly/2ZlrPKU>
- Comisión Asesora Permanente para el Régimen de Construcciones Sismo Resistentes. (2010). *Reglamento Colombiano de Construcción Sismo resistente*. Bogotá-Colombia: Asociación Colombiana de Ingeniería Sísmica.
- Cortolima. (2014). *Atlas Ambiental del Tolima*. Ibagué: El Nuevo Día.
- Cuitiño Rosales Guadalupe, E. A. (s.f.). *Comportamiento mecánico de muros prefabricados de Quincha-Incihusa-Conicet-Mendoza*. Mendoza-Argentina: Instituto de Ciencias Humanas, Sociales y Ambientales - Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas.
- Gaspar Katia, C. M. (2016). A comparison of standardized calculation methods for in situ measurements of facades U-Value. *Energy and Buildings*(130), 592-599.
- Gómez, G., Bojórquez, G., & Ruiz, R. (2007). El confort térmico: dos enfoques teóricos enfrentados. *Palapa, II(I)*, 45-57.
- González Raúl, A. J. (2005). Comportamiento de estructuras tradicionales de adobe en los temblores ocurridos en el sureste mexicano. 6. Recuperado de <https://bit.ly/2ZtlPi5>
- González, O. (1998). *Metodología para el Cálculo del Confort Climático en Colombia*. Santa Fe de Bogotá D.C.: Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales - IDEAM.
- Gutiérrez, V. (1968). *La familia y cultura en Colombia*. Bogotá: Tercer Mundo Editores.
- Icontec. (1997). *Norma Técnica Colombiana NTC2500*. Bogotá: Icontec.
- IDEAM, P. M. (2015). *Nuevos Escenarios de Cambio Climático para Colombia 2011-2100 Herramientas Científicas para la Toma de Decisiones -Enfoque Nacional-Departamental*. Bogotá, Colombia: IDEAM.
- Incropera, F., & Dewitt, D. (1999). *Fundamentos de transferencia de calor*. Naucalpan de Juárez, México: Prentice Hall.
- (International Organization for Standardization [ISO] 9920, (2008), *Ergonomía del ambiente térmico. Estimación del aislamiento térmico y La resistencia a la evaporación de un conjunto de ropa*. Europa
- Ioannis Atsonios, I. M. (2017). A comparative assessment of the standardized methods for the in-situ measurement of the thermal resistance of building walls. *Energy and Buildings*, 198-206. Recuperado de <https://bit.ly/2ZjXPir>
- ISO. (2014). *USA Patente n° 9869-1*.

- ISO9869. (2014). Thermal insulation – Building elements In-situ measurement of thermal resistance and thermal transmittance: *International Organization for Standardization*, 1-8.
- Jimenez M.J, M. H. (2008). Models for describing the thermal characteristics of building components. *Building and Environment*, 43(2), 152-162.
- Jimenez, M. (1980). *Historia de Murillo*. Desconocido: Talleres CBM.
- Kattia Villadiego, M. A.-D. (2014). Outdoor thermal comfort in a hot and humid climate of Colombia: A field study in Barranquilla. *Building and Environment*, 75, 142-152.
- Krutasov, B., Molchanov, V., & Krutasova, I. (2016). Silicon-Organic Modifying Additives for Protection of Wooden Architecture Monuments of Siberia. *Procedia Engineering*(150), 1563-1566.
- Laurenti L., M. F. (2004). Determination of the thermal resistance of walls through a dynamic analysis of in-situ data. *International Journal of Thermal Sciences*, (43), 297-306.
- Maria Victoria Mercado, A. E. (2010). Comportamiento térmico-energético de una vivienda social de la ciudad de Mendoza, Argentina. *Ambiente Construido*, 10(2), 87-100.
- Massó Francesc Xavier. (2014). *La técnica constructiva en tierra*. Les Planes d'Hostoles: Departament d'Agricultura, Ramaderia, Pesca, Alimentació i Medi Natural.
- Mifflin, M., & StJeor, S. (1990). A new predictive equation for resting energy expenditure in healthy individuals. *The American Journal of Clinical Nutrition*, 51(2), 241-247.
- Ministerio de Vivienda, C. y. (10 de Julio de 2015). Resolución 0549 de 2015. *Por el cual se reglamenta el Capítulo 1 del Título 7 de la parte 2, del libro 2 del Decreto 1077 de 2015 en cuanto a los parámetros y lineamientos de construcción sostenible y se adopta la Guía para el ahorro de agua y energía en edificaciones*. Bogotá, Colombia.
- Minke, G. (2005). *Manual de Construcción en Tierra*. Kassel, Alemania: Editorial Fin de Siglo.
- Minke, G. (2005). *Manual de Construcción para Viviendas Antisísmicas de Tierra*. Kassel, Alemania: Forschungslabor für Experimentelles Bauen.
- Minvivienda. (2010). *Reglamento Colombiano de Construcción Sismo Resistente - Título G*. Bogotá: Asociación Colombiana de Ingeniería Sísmica.
- Missenard, A. (1937). *L'Homme et le climat*. París: Librairie Plon.
- Peña, G., Peña, Y., & Gomez, M. (2014). Determinación Experimental de la Conductividad Térmica Efectiva en Bloques Extinguidos de Arcilla Roja. *Revista Ciencia en Desarrollo*, 5(2), 15-20. Recuperado de <https://bit.ly/30zhvLN>
- Rey Martínez Francisco Javier, V. G. (2010). *Eficiencia Energética en Edificios*. Madrid, España: Ediciones Paraninfo.
- Samar Thapa, A. K. (2018). Adaptive thermal comfort in the residential buildings of north east India—An effect of difference in elevation. *Build Simul*(11), 245-267. Recuperado de <https://bit.ly/2ZuUEzL>
- Santa, E. (1997). *Arrieros y Fundadores*. Líbano, Tolima: Alcaldía Popular del Líbano.
- Semana, R. (20 de 01 de 2018). *Revista Semana Sostenible*. (Publicaciones Semana) Recuperado el 12 de 04 de 2018, de <https://bit.ly/2n3zw36>
- Sarquis, J. (2007). *Arquitectura y modos de habitar*. España. Nobuko.
- Shahzad Sally, B. J. (2018). Does a neutral thermal sensation determine thermal comfort? *Lighting Research & Technology*, 39(2), 183-195.
- Trigo Salas, T. (2015). *Estudio del comportamiento estructural de construcciones de tierra: La técnica constructiva Earthbag*. Barcelona, España: Institut Universitari de Recerca en Ciència i Tecnologies de la Sostenibilitat.
- UNEnvironment. (2018). *Sobre nosotros*. Recuperado de <https://www.unenvironment.org/>
- UNESCO. (s.f.). *La educación transforma vidas*. Recuperado de <https://es.unesco.org/>

Vargas, M., Lancheros, L., & Barrera, M. (2011). Gasto energético en reposo y composición corporal en adultos. *Revista de la Facultad de Medicina*, 59, 43-58.

V **RECONOCIMIENTO DE EDIFICACIONES DEL MUNICIPIO DE MURILLO - TOLIMA** FICHA **23** e of
MAESTRÍA EN BIOCLIMÁTICA
AÑO 2018

FECHA: Marzo 3	DIRECCIÓN: Calle 3, Carreras 7 y 8	MANZANA: 5	CARÁCTERÍSTICAS: Vivienda en Tabla Parada, pintura de vinilo en el interior y exterior.
-----------------------	---	-------------------	---



Foto: El autor

RECONOCIMIENTO DE EDIFICACIONES DEL MUNICIPIO DE MURILLO - TOLIMA FICHA **24**
MAESTRÍA EN BIOCLIMÁTICA
AÑO 2018

FECHA: Marzo 3	DIRECCIÓN: Calle 3, Carreras 7 y 8	MANZANA: 5	CARÁCTERÍSTICAS: Vivienda en Tabla Parada, pintura de vinilo en el interior y exterior.
-----------------------	---	-------------------	---



Foto: El autor

-
-
-
-

**RECONOCIMIENTO DE EDIFICACIONES DEL MUNICIPIO DE MURILLO - TOLIMA
MAESTRÍA EN BIOCLIMÁTICA
AÑO 2018**

FICHA 25

FECHA: Marzo 3	DIRECCIÓN: Calle 3, Carreras 7 y 8	MANZANA: 5	CARÁCTERÍSTICAS:
			Vivienda en Tabla Parada, pintura de vinilo en el interior y exterior.



Foto: El autor

**RECONOCIMIENTO DE EDIFICACIONES DEL MUNICIPIO DE MURILLO - TOLIMA
MAESTRÍA EN BIOCLIMÁTICA
AÑO 2018**

FICHA 26

FECHA: Marzo 3	DIRECCIÓN: Carrera 8, Calles 3 y 2	MANZANA: 5	CARÁCTERÍSTICAS:
			Vivienda en Tabla Parada, pintura de vinilo en el interior y exterior.

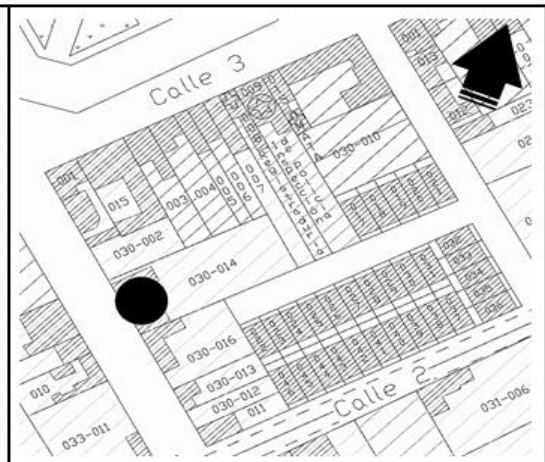


Foto: El autor

La vivienda vernácula en madera del páramo de la cordillera central de los andes colombianos y la sensación térmica de sus ocupantes.

Objetivo:

Analizar la relación que existe entre la sensación térmica y el comportamiento térmico de viviendas construidas en madera ubicadas en la zona de páramo de las Cordillera Central de Los Andes Colombianos.

¿Qué se propone en este estudio?

Se espera conocer las variaciones de temperatura existente entre las diferentes edificaciones escogidas como objeto de estudio, para así establecer el comportamiento térmico que poseen los materiales de las viviendas estudiadas que permitan mejorar las condiciones de confort al interior de los espacios, como también, poder identificar las características físicas y mecánicas de los materiales para así determinar su funcionalidad y versatilidad. Igualmente, se pretende determinar cuáles son los factores que influyen en las condiciones óptimas de sensación térmica que perciben las personas que ocupan dichos espacios.

¿Cómo se selecciona a los participantes?

Los participantes se seleccionaron conforme a la ubicación de su vivienda y al tipo de material utilizado en su construcción.

Tiempo requerido:

La investigación durará doce meses. Durante este tiempo se instalarán equipos de medición de temperatura y humedad del aire en la habitación principal de las viviendas con el objeto de tomar datos climáticos cada diez minutos y así determinar el comportamiento térmico de la edificación con ocupantes y sin ocupantes.

Riesgos y beneficios:

Durante su participación en la investigación no correrá ningún riesgo debido a que no se intervendrá de forma invasiva la edificación ni tampoco se invadirá la privacidad de los integrantes del núcleo familiar. Los beneficios que tendrá por su participación en esta investigación será que su vivienda se tomará como modelo de construcción a seguir en todos los municipios de Colombia ubicados en la zona de páramo, por lo que los registros fotográficos serán publicados en artículos científicos, revistas y libros especializados para su difusión.

Compensación:

Como compensación en la participación voluntaria y desinteresada en esta investigación, el investigador, promocionará al municipio de Murillo (Tolima), las viviendas seleccionadas y reconocerá a sus propietarios en la Universidad de San Buenaventura ubicada en la ciudad de Medellín (Antioquia), en la monografía de la tesis de grado, en eventos académicos y gremiales del orden nacional e internacional para difundir la importancia de la conservación de las viviendas, como también, del uso adecuado de los materiales de construcción.

Confidencialidad:

Este proyecto de investigación se comprometerá a no compartir los datos personales de las personas participantes conforme a lo establecido en la Ley 1581 de 2012 por medio del cual se dictan disposiciones generales para la protección de datos personales.

Participación voluntaria:

La participación de las personas en este proyecto de investigación es voluntaria. Sin embargo, el participante puede tomar la decisión de desistir después de haber firmado el consentimiento informado, en este caso, se procederá a reemplazarlo por otro habitante del municipio sin que afecte en alguna medida su desistimiento.

Derecho de retirarse del estudio:

El participante tiene derecho a retirarse del proyecto de investigación en el momento que lo considere conveniente sin que haya lugar a sanciones y todos sus derechos serán respetados.

Acerca de la metodología:



**LA VIVIENDA VERNÁCULA EN MADERA DEL PÁRAMO DE LA
CORDILLERA CENTRAL DE LOS ANDES COLOMBIANOS Y LA
SENSACIÓN TÉRMICA DE SUS OCUPANTES
UNIVERSIDAD DE SAN BUENAVENTURA – MEDELLÍN
AGOSTO DE 2018**

1. Género: _____
2. Qué edad tiene? _____
3. Cuánto pesa? _____
- 4.Cuál es su estatura? _____
- 5.Cuál es su ocupación / actividad física? _____
6. En qué tipo de vivienda vive?:

<input type="checkbox"/> Material (Ladrillo, Revoque y Pintura).	<input type="checkbox"/> Adobe.
<input type="checkbox"/> Tapia Pisada.	<input type="checkbox"/> Bahareque.
<input type="checkbox"/> Bloque de Cemento.	<input type="checkbox"/> Madera.
7. Cuantas personas ocupan la habitación? _____
8. En época de invierno, cuál es su sensación térmica dentro de la vivienda?

<input type="checkbox"/> Caliente (+3)	<input type="checkbox"/> Ligeramente frío (-1)
<input type="checkbox"/> Tibio (+2)	<input type="checkbox"/> Frío (-2)
<input type="checkbox"/> Ligeramente tibio (+1)	<input type="checkbox"/> Helado (-3)
<input type="checkbox"/> Neutro (0)	
9. Qué tipo de vestuario usa en esta época en el día?

- | | | |
|---|---|---------------------------------------|
| <input type="checkbox"/> Zapatos cerrados | <input type="checkbox"/> Medias | <input type="checkbox"/> Calzoncillos |
| <input type="checkbox"/> Camisilla Interior | <input type="checkbox"/> Panty | <input type="checkbox"/> Brasier |
| <input type="checkbox"/> Pantalón | <input type="checkbox"/> Falda | <input type="checkbox"/> Vestido |
| <input type="checkbox"/> Camisa Manga Corta | <input type="checkbox"/> Camisa Manga Larga | <input type="checkbox"/> Blusa |
| <input type="checkbox"/> Saco de Lana | <input type="checkbox"/> Chaqueta | <input type="checkbox"/> Bufanda |
| <input type="checkbox"/> Ruana | <input type="checkbox"/> Sombrero | <input type="checkbox"/> Gorra |

. Qué tipo de vestuario usa en esta época en la noche?

- | | |
|---|---|
| <input type="checkbox"/> Medias | <input type="checkbox"/> Calzoncillos |
| <input type="checkbox"/> Camisilla Interior | <input type="checkbox"/> Panty |
| <input type="checkbox"/> Brasier | <input type="checkbox"/> Pantalón de Pijama |
| <input type="checkbox"/> Camisa de Pijama Manga Corta | <input type="checkbox"/> Camisa de Pijama Manga Larga |
| <input type="checkbox"/> Vestido de Pijama | <input type="checkbox"/> Guantes |
| <input type="checkbox"/> Saco de Lana | <input type="checkbox"/> Chaqueta |
| <input type="checkbox"/> Gorro | |

10. En época de verano, cuál es su sensación térmica dentro de la vivienda?

- | | |
|---|--|
| <input type="checkbox"/> Caliente (+3) | <input type="checkbox"/> Ligeramente frío (-1) |
| <input type="checkbox"/> Tibio (+2) | <input type="checkbox"/> Frío (-2) |
| <input type="checkbox"/> Ligeramente tibio (+1) | <input type="checkbox"/> Helado (-3) |
| <input type="checkbox"/> Neutro (0) | |

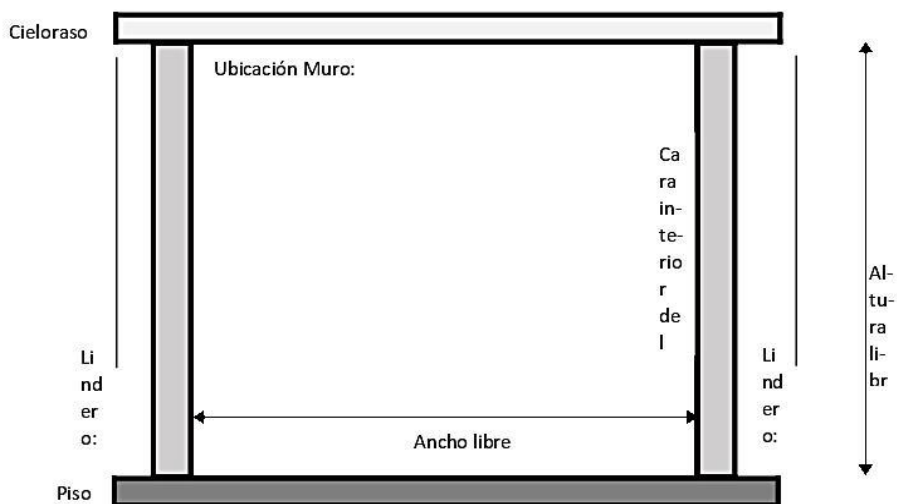
11. Qué tipo de vestuario usa en esta época en el día?

- | | | |
|---|---|---------------------------------------|
| <input type="checkbox"/> Zapatos cerrados | <input type="checkbox"/> Medias | <input type="checkbox"/> Calzoncillos |
| <input type="checkbox"/> Camisilla Interior | <input type="checkbox"/> Panty | <input type="checkbox"/> Brasier |
| <input type="checkbox"/> Pantalón | <input type="checkbox"/> Falda | <input type="checkbox"/> Vestido |
| <input type="checkbox"/> Camisa Manga Corta | <input type="checkbox"/> Camisa Manga Larga | <input type="checkbox"/> Blusa |
| <input type="checkbox"/> Saco de Lana | <input type="checkbox"/> Chaqueta | <input type="checkbox"/> Bufanda |
| <input type="checkbox"/> Ruana | <input type="checkbox"/> Sombrero | <input type="checkbox"/> Gorra |

12. Qué tipo de vestuario usa en esta época en la noche?

- | | |
|---|---|
| <input type="checkbox"/> Medias | <input type="checkbox"/> Calzoncillos |
| <input type="checkbox"/> Camisilla Interior | <input type="checkbox"/> Panty |
| <input type="checkbox"/> Brasier | <input type="checkbox"/> Pantalón de Pijama |
| <input type="checkbox"/> Camisa de Pijama Manga Corta | <input type="checkbox"/> Camisa de Pijama Manga Larga |

20. Cuáles son las dimensiones de la ventana? (Alto, Ancho y Altura antepecho)



21. El viento ingresa directamente por la ventana? SI NO

22. La luz del sol ingresa directamente por la ventana? SI NO

23. Cuenta con algún dispositivo de sombra? SI NO

Cuál? _____

24. Cuenta con algún equipo de acondicionamiento? SI NO

Cuál? _____

Tipo de Casa	Género		Rango de Edad (Años)							Temporada de Lluvias							Temporada de Sequía						
	M	F	15-25	26-35	36-45	46-55	56-65	66-75	76-85	+3	+2	+1	0	-1	-2	-3	+3	+2	+1	0	-1	-2	-3
	15																						
	16																						
	17																						
	18																						
	19																						
	20																						
	21																						
	22																						
	23																						
	24																						
	25																						
	26																						
	27																						
	28																						
	29																						
	30																						
	31																						
	32																						
	33																						
	34																						
	35																						
	36																						
	37																						
	38																						
	39																						
	40																						

Nota: Escala sensorial de Ashrae 55.