



**Análisis del confort higrotérmico en las viviendas con envolventes en caña guadúa,
caso de estudio: Parroquia Chirijos del cantón Portoviejo.**

Bermello Moreira Nicole Stefania y Cobeña Macías David Alejandro

Carrera de Arquitectura, Universidad San Gregorio de Portoviejo

Análisis de Caso previo a la obtención del título de Arquitectos

MSc. Arq. Danny Emir Alcívar Vélez

Septiembre, 2023

Certificación del Tutor del Análisis de Caso

En mi calidad de Tutor/a del Análisis de Caso titulado: **Análisis del confort higrotérmico en las viviendas con envolventes en caña guadúa, caso de estudio: Parroquia Chirijos del cantón Portoviejo**, realizado por los estudiantes **BERMELLO MOREIRA NICOLE STEFANIA** y **COBEÑA MACIAS DAVID ALEJANDRO**, me permito certificar que este trabajo de investigación se ajusta a los requerimientos académicos y metodológicos establecidos en la normativa vigente sobre el proceso de Titulación de la Universidad San Gregorio de Portoviejo, por lo tanto, autorizo su presentación.

Arq. Danny Alcívar Vélez

Nombre y apellido del tutor/a

Certificación del Tutor del Análisis de Caso

En mi calidad de Cotutor/a del Análisis de Caso titulado: **Análisis del confort higrotérmico en las viviendas con envolventes en caña guadúa, caso de estudio: Parroquia Chirijos del cantón Portoviejo**, realizado por los estudiantes **BERMELLO MOREIRA NICOLE STEFANIA** y **COBEÑA MACIAS DAVID ALEJANDRO**, me permito certificar que este trabajo de investigación se ajusta a los requerimientos académicos y metodológicos establecidos en la normativa vigente sobre el proceso de Titulación de la Universidad San Gregorio de Portoviejo, por lo tanto, autorizo su presentación.

Arq. David Cobeña Loor

Nombre y apellido del cotutor/a

Certificado del Tribunal

Los suscritos, miembros del Tribunal de revisión y sustentación de este Análisis de Caso, certificamos que este trabajo de investigación ha sido realizado y presentado por los estudiantes **BERMELLO MOREIRA NICOLE STEFANIA** y **COBEÑA MACIAS DAVID ALEJANDRO**, dando cumplimiento a las exigencias académicas y a lo establecido en la normativa vigente sobre el proceso de Titulación de la Universidad San Gregorio de Portoviejo.

Arq. Juan García

Nombre y apellido

Presidente del tribunal

Arq. Javier Chonillo

Nombre y Apellido

Miembro del tribunal

Arq. Jhon Mendoza

Nombre y Apellido

Miembro del tribunal

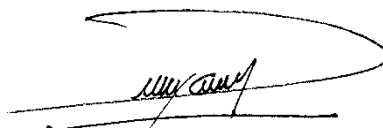
Declaración de Autenticidad y Responsabilidad

Los autores de este Análisis de Caso declaramos bajo juramento que todo el contenido de este documento es auténtico y original. En este sentido, asumimos las responsabilidades correspondientes ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión de la información obtenida en el proceso de investigación, por lo cual, nos sometemos a lo dispuesto en las normas académicas de la Universidad.

Al mismo tiempo, concedemos los derechos de autoría de este Análisis de Caso, a la Universidad San Gregorio de Portoviejo por ser la institución que nos acogió en todo el proceso de formación para poder obtener el título de Arquitectos de la República del Ecuador.



Nicole Stefania Bermello Moreira



David Alejandro Cobeña Macias

Dedicatoria

En primer lugar, le dedico este proceso de culminación de carrera a Dios, a mi mamá Rossana Moreira, a mi papá Fabian Bermello quienes me han acompañado con vigor y amor desde el inicio hasta el final de mi formación personal, a mis abuelos maternos Isabel Terán y Nemesio Moreira, por ayudarme a cumplir mis objetivos y brindarme todo su apoyo incondicional a través de estos 5 años de preparación, a mis hermanas/os y familia por acompañarme en toda esta etapa de crecimiento y brindarme su apoyo.

A mi novio y compañero de tesis David Cobeña por formar un gran equipo de trabajo conmigo, brindarme su amor incondicional en todo momento y acompañarme durante todo este proceso de aprendizaje.

Bermello Moreira Nicole Stefania

Dedicatoria

La dedicatoria de este proyecto final que simboliza el esfuerzo de 5 años duros de trabajo va especialmente a mi Padre, Walter David Cobeña Loor, por estar presente ante cualquier adversidad, por educarme en valores y conocimientos que son esenciales para la vida de un joven y poder formar un carácter propio. A mi Madre, Mónica Casandra Macias Vera, por ser pilar fundamental de mi crecimiento personal ya que está en cada paso que doy, apoyándome en las decisiones que tomo sin opacar mis anhelos, lo cual ha sido clave esencial para lograr todos mis objetivos, lo que me ha llevado a ser la persona que soy.

A mi novia y compañera de tesis Nicole Bermello, quien ha estado acompañándome durante mucho tiempo, compartiendo conmigo sus conocimientos complementándome no solo educativamente, sino también con valores como paciencia y amor, gracias al esfuerzo de ella atribuyo académicamente quien soy.

Cobeña Macias David Alejandro

Agradecimiento

Agradecemos en primer lugar a Dios por hacer posible todas las bendiciones que han transcurrido en estos 5 años de preparación. A nuestros padres, abuelos y familia por habernos acompañado en cada momento de nuestro desarrollo personal y ser un pilar fundamental en la creación de este proyecto.

Agradecemos a los docentes de la Universidad San Gregorio de Portoviejo por impartirnos sus conocimientos y orientarnos con vigor en cada fase estudiantil. A nuestro tutor de este análisis de caso el Arquitecto Danny Alcívar y al Arquitecto David Cobeña Loor por acompañarnos en el transcurso de la preparación de este presente trabajo.

Bermello Moreira Nicole Stefania

Cobeña Macias David Alejandro

Resumen

El presente análisis de caso tiene como objetivo conocer las bondades de la caña guadúa con respecto a la satisfacción del confort higrotérmico dentro de las viviendas rurales de la parroquia Chirijos. Para poder llevar a cabo este análisis, se implementaron varias técnicas de investigación las mismas que se constituyeron en la base colectora de los criterios de información para el análisis de las viviendas ubicadas en un importante sector rural del cantón Portoviejo, cuya tipología presenta características especiales. Para el desarrollo y análisis de este caso de estudio se procedió primeramente a estudiar las viviendas y el entorno en el cual se implanta el objeto de estudio, verificando condiciones, costumbres, formas de vida y la materialidad con sus procesos constructivos a través de visita en sitio, encuestas, fichas de observación, para de esta manera identificar las características y condiciones de la población, así como evidenciar las condiciones de temperaturas internas que poseen los habitantes de las viviendas del sector de la parroquia Chirijos. Corroborando con todo ello los diversos factores intervinientes en el ambiente térmico de las viviendas desde la materialidad, ubicación, localización, distribución funcional, características formales y por consiguiente el efecto de la incidencia de la luz natural y la presencia de la ventilación a través de los diferentes vanos de cada una de las edificaciones.

Este análisis y estudio experimental se lo desarrolló con la ayuda de instrumentos de medición tales como el aerómetro y el Termo detector TD1 con los que se hizo la recolección de datos de la velocidad del viento y de la temperatura externa e interna, así como de la humedad relativa; en cinco viviendas que se presentan con diferentes tipologías constructivas, las mismas que nos permiten obtener un enriquecido banco de datos con los cuales se puede interpretar y comparar los resultados higrotérmicos que proporcionan las diversas tipologías de viviendas con su distinta materialidad utilizada.

.Palabras claves: Confort higrotérmico, Envoltente, Caña Guadúa, Materialidad.

Abstract

The objective of this case analysis is to know the benefits of bamboo cane with respect to the satisfaction of hygrothermal comfort within the rural dwellings of the Chirijos parish. In order to carry out this analysis, several research techniques were implemented, the same ones that were constituted in the collection base of the information criteria for the analysis of the houses located in an important rural sector of the Portoviejo canton, whose typology presents special characteristics. For the development and analysis of this case study, we first proceeded to study the houses and the environment in which the object of study is implanted, verifying conditions, customs, ways of life and materiality with their construction processes through visits to site, surveys, observation sheets, in order to identify the characteristics and conditions of the population, as well as to demonstrate the internal temperature conditions that the inhabitants of the houses in the sector of the Chirijos parish have. Corroborating with all this the various factors involved in the thermal environment of the houses from the materiality, location, location, functional distribution, formal characteristics and consequently the effect of the incidence of natural light and the presence of ventilation through the different openings of each of the buildings.

This analysis and experimental study was carried out with the help of measuring instruments such as the aerometer and the Thermodetector TD1 with which data was collected on wind speed and external and internal temperature, as well as the RH; in five houses that are presented with different construction typologies, the same ones that allow us to obtain an enriched data bank with which the hygrothermal results provided by the different types of houses with their different materiality used can be interpreted and compared.

Key words: Hygrothermal comfort, Surrounding, Guadúa Cane, Materiality.

Índice

| | |
|---|-----------|
| Resumen | 9 |
| Abstract | 10 |
| Introducción | 15 |
| CAPÍTULO I | 23 |
| El problema | 23 |
| Justificación..... | 26 |
| Objetivos | 27 |
| Objetivo general | 27 |
| Objetivos específicos | 27 |
| CAPÍTULO II | 28 |
| Marco Teórico | 28 |
| Antecedentes | 28 |
| Carabanchel Housing, municipio de Madrid, España | 28 |
| Casa Convento, cantón Chone, República del Ecuador | 31 |
| Casa de los 3 espacios, cantón Portoviejo, República del Ecuador..... | 34 |
| Marco Conceptual | 37 |
| Sensación térmica recibida..... | 37 |
| Metabolismo | 38 |
| Termorregulación humana..... | 39 |
| Balance térmico | 40 |
| Ambiente térmico..... | 41 |
| Factores del confort | 43 |
| Confort higrotérmico | 43 |
| Confort térmico | 45 |
| Bases teóricas del confort térmico..... | 47 |
| Balance térmico Povl Ole Fanger (1934-2006) | 47 |
| Enfoque adaptativo Brager & Dear (1998) | 48 |
| Enfoque de predicción | 49 |

| | |
|--|-----------|
| | 12 |
| Vivienda | 50 |
| Arquitectura bioclimática..... | 51 |
| Envolvente térmica | 51 |
| La materialidad y su relación con el confort higrotérmico..... | 53 |
| Materiales de construcción confortables | 54 |
| La caña guadúa como envolvente..... | 55 |
| Caña Guadúa | 56 |
| Propiedades de la Caña Guadúa Angustifolia..... | 57 |
| Estructura de la Caña Guadúa | 57 |
| Marco Legal | 58 |
| Hábitat y vivienda (Constitución de la República del Ecuador, 2008) | 59 |
| Ambiente sano (Constitución de la República del Ecuador, 2008)..... | 59 |
| Derechos de libertad (Artículo 66 [TÍTULO II], 2008)..... | 59 |
| ISO 7730:2005..... | 59 |
| ANSI/ASHRAE 55:2004..... | 63 |
| ISO 10551:1995..... | 63 |
| CAPÍTULO III..... | 65 |
| Marco Metodológico | 65 |
| Nivel de investigación..... | 65 |
| Investigación exploratoria | 66 |
| Investigación Descriptiva | 67 |
| Investigación Correlacional..... | 67 |
| Enfoque mixto..... | 67 |
| Diseño de la investigación..... | 68 |
| Fase1 | 69 |
| Investigación bibliográfica..... | 69 |
| Fase 2..... | 69 |
| Investigación de campo | 69 |
| Etapa 1: Analizar y evaluar la percepción del confort térmico de los usuarios..... | 70 |

| | |
|--|------------|
| Población y muestra | 70 |
| Formato de encuesta..... | 72 |
| Formato de entrevista a profesionales | 74 |
| Etapa 2: Identificar los materiales implementados en las viviendas..... | 75 |
| Formato de ficha de observación #1 – identificación de materialidad de viviendas | 76 |
| Etapa 3: Determinar técnicas de mediciones térmicas en las viviendas seleccionadas | 77 |
| Diseño experimental | 79 |
| CAPÍTULO IV | 80 |
| Resultados y Discusión | 80 |
| Resultados de la encuesta | 82 |
| Resultados de la entrevista a profesionales..... | 99 |
| Análisis de datos de viviendas seleccionadas | 102 |
| Resultados comparativos de factores climáticos..... | 133 |
| Resultados de mediciones térmicas | 134 |
| CAPÍTULO V | 135 |
| Conclusiones y Recomendaciones..... | 135 |
| Conclusiones..... | 135 |
| Recomendaciones..... | 136 |
| Capítulo VI | 137 |
| Propuesta | 137 |
| Delimitación de la propuesta | 137 |
| Lineamientos arquitectónicos..... | 140 |
| Envolvente de caña picada..... | 142 |
| Estructura de envolvente de caña picada plegable | 144 |
| Modulación de la envolvente de caña guadúa | 145 |
| Tumbado falso | 145 |
| Estándares de diseño bioclimática | 146 |
| Circulación de vientos..... | 147 |
| Vegetación..... | 147 |

| | |
|--|------------|
| Planta arquitectónica propuesta | 148 |
| Fundamentos del diseño arquitectónico propuesto | 149 |
| Aspectos formales de la propuesta | 150 |
| Renders de la propuesta | 151 |
| Presupuesto de obra | 153 |
| Análisis de radiación solar de la propuesta vivienda N° 5 | 154 |
| Análisis de presión de los vientos de la propuesta en la vivienda N° 5 | 156 |
| Análisis de velocidad de los vientos de la propuesta en la vivienda N° 5 | 157 |
| Resultantes del análisis de confort térmico de la vivienda intervenida | 157 |
| Resultante del confort térmico del PMV en la escala de ASHRAE | 158 |
| Resultados comparativos | 159 |
| Referencias Bibliográficas | 160 |

Índice de figuras

| | |
|--|----|
| Figura 1. Visualización climática de la región costera del Ecuador..... | 24 |
| Figura 2. Ubicación del área de estudio en Ecuador | 25 |
| Figura 3. Delimitación del área de trabajo de la parroquia Chirijos..... | 25 |
| Figura 4. Ubicación edificio Carabanchel, España..... | 29 |
| Figura 5. Viviendas sociales en Carabanchel | 29 |
| Figura 6. Envolvente de caña guadúa en el edificio Carabanchel | 30 |
| Figura 7. Axonometría y Alzado del envolvente de caña guadúa | 31 |
| Figura 8. Implantación de Casa Convento, Chone. | 31 |
| Figura 9. Bosque de guaduales transformada a elemento. | 32 |
| Figura 10. Relación con el entorno y visuales. | 33 |
| Figura 11. Vivienda “Casa Convento” | 33 |
| Figura 12. Vivienda de “Los tres espacios” | 34 |
| Figura 13. Verificación de datos de la vivienda de “Los Tres Espacios”..... | 35 |
| Figura 14. Variables del proceso de percepción de la sensación térmica | 38 |
| Figura 15. Temperaturas aproximadas del cuerpo humano bajo calor y frío..... | 40 |
| Figura 16. Ganancias y Pérdidas de calor del Cuerpo Humano..... | 41 |
| Figura 17. Diferentes tipos de transmisión del calor en el cuerpo humano. | 44 |
| Figura 18. Factores del intercambio térmico del cuerpo con el entorno. | 45 |
| Figura 19. Parámetros que determinan el confort térmico..... | 46 |
| Figura 20. Diferencias básicas entre enfoques del confort térmico humano. | 47 |
| Figura 21. Esquema de funcionamiento del proceso adaptativo. | 49 |
| Figura 22. Variables meteorológicas. | 50 |
| Figura 23. Esquemas del funcionamiento climático de edificios..... | 51 |
| Figura 24. Esquema de envolvente térmica de un edificio. | 52 |
| Figura 25. La materialidad en la arquitectura. | 53 |
| Figura 26. Envolvente de caña guadúa en edificio Carabanchel Housing..... | 55 |
| Figura 27. Distribución geográfica de caña guadúa. | 56 |
| Figura 28. Caña Guadúa Angustifolia en estado natural. | 56 |
| Figura 29. Estructura interna de la Caña Guadúa Angustifolia..... | 58 |
| Figura 30. PPD en función de PMV..... | 62 |
| Figura 31. Tabla de evaluación subjetiva de estrés térmico | 64 |
| Figura 32. Niveles de investigación y tipos de estudios asociados. | 66 |
| Figura 33. Proceso de metodología llevada a cabo..... | 68 |

| | | |
|------------|--|-----|
| Figura 34. | Población actual de la parroquia Chirijos..... | 71 |
| Figura 35. | Delimitación del área de trabajo de la parroquia Chirijos..... | 75 |
| Figura 36. | Delimitación de las cinco viviendas seleccionadas..... | 75 |
| Figura 37. | Elementos de medición térmica..... | 77 |
| Figura 38. | Mediciones térmicas dentro de las viviendas seleccionadas..... | 77 |
| Figura 39. | Software para obtener simulaciones de datos térmicos. | 79 |
| Figura 40. | Ubicación del área de estudio | 80 |
| Figura 41. | Bosque de guaduales en la parroquia Chirijos | 81 |
| Figura 42. | Resultados del género de personas encuestadas..... | 82 |
| Figura 43. | Resultados de la edad de personas encuestadas | 83 |
| Figura 44. | Resultados de edades de personas encuestadas | 84 |
| Figura 45. | Resultados de ocupación de personas encuestadas | 85 |
| Figura 46. | Resultados porcentuales de la pregunta N° 1 | 86 |
| Figura 47. | Resultados porcentuales de la pregunta N° 2 | 87 |
| Figura 48. | Resultados porcentuales la pregunta N° 3 | 88 |
| Figura 49. | Resultados porcentuales de la pregunta N° 4 | 89 |
| Figura 50. | Resultados porcentuales de la pregunta N° 5 | 90 |
| Figura 51. | Resultados porcentuales de la pregunta N° 6 | 91 |
| Figura 52. | Resultados porcentuales de la pregunta N° 7 | 92 |
| Figura 53. | Resultados porcentuales de la pregunta N° 8. | 93 |
| Figura 54. | Resultados porcentuales de la pregunta N° 9 | 94 |
| Figura 55. | Resultados porcentuales de la pregunta N° 10 | 95 |
| Figura 56. | Resultados porcentuales de la pregunta N° 11 | 96 |
| Figura 57. | Resultados porcentuales de la pregunta N° 12 | 97 |
| Figura 58. | Resultados porcentuales de la pregunta N° 13 | 98 |
| Figura 59. | Simulación 1 de insolación 7:00 am a 10:00 am | 105 |
| Figura 60. | Simulación 1 de insolación 12:00 pm a 15:00 pm | 105 |
| Figura 61. | Simulación 1 de insolación 15:00 pm a 19:00 pm | 105 |
| Figura 62. | Representación 1 de insolación 12:00 pm a 15:00 pm..... | 106 |
| Figura 63. | Análisis de los vientos predominantes 1..... | 106 |
| Figura 64. | Análisis de simulación de la velocidad de los vientos 1..... | 107 |
| Figura 65. | Análisis de simulación de la presión del viento 1..... | 107 |
| Figura 66. | Análisis arquitectónico de vivienda N° 1..... | 108 |
| Figura 67. | Simulación 2 de insolación de 7:00 am a 10:00 am | 112 |

| | | |
|-------------|---|-----|
| Figura 68. | Simulación 2 de insolación de 12:00 am a 15:00 am | 112 |
| Figura 69. | Simulación 2 de insolación de 16:00 am a 19:00 am | 112 |
| Figura 70. | Representación 2 de insolación de 12:00 pm a 15:00 pm | 113 |
| Figura 71. | Análisis de los vientos predominantes 2..... | 113 |
| Figura 72. | Análisis de simulación de la velocidad de los vientos 2..... | 114 |
| Figura 73. | Análisis de simulación de la presión del viento 2..... | 114 |
| Figura 74. | Simulación 3 de insolación de 7:00 am a 10:00 am | 118 |
| Figura 75. | Simulación 3 de insolación de 12:00 am a 15:00 am | 118 |
| Figura 76. | Simulación 3 de insolación de 16:00 am a 19:00 am | 118 |
| Figura 77. | Representación 3 de insolación de 12:00 pm a 15:00 pm..... | 119 |
| Figura 78. | Análisis de los vientos predominantes 2..... | 119 |
| Figura 79. | Análisis de simulación de la velocidad de los vientos 2..... | 120 |
| Figura 80. | Análisis de simulación de la presión del viento 2..... | 120 |
| Figura 81. | Simulación 4 de insolación de 7:00 am a 10:00 am | 124 |
| Figura 82. | Simulación 4 de insolación de 16:00 am a 19:00 am | 124 |
| Figura 83. | Simulación 4 de insolación de 12:00 am a 15:00 am | 124 |
| Figura 84. | Representación 4 de insolación de 12:00 pm a 15:00 pm..... | 125 |
| Figura 85. | Análisis 4 de los vientos predominantes..... | 125 |
| Figura 86. | Análisis de simulación de la velocidad de los vientos 4..... | 126 |
| Figura 87. | Análisis de simulación de la presión del viento 4..... | 126 |
| Figura 88. | Simulación 5 de insolación de 7:00 am a 10:00 am | 130 |
| Figura 89. | Simulación 5 de insolación de 12:00 am a 15:00 am | 130 |
| Figura 90. | Simulación 5 de insolación de 16:00 am a 19:00 am | 130 |
| Figura 91. | Representación 5 de insolación de 12:00 pm a 15:00 pm..... | 131 |
| Figura 92. | Análisis 5 de los vientos predominantes..... | 131 |
| Figura 93. | Análisis 5 de simulación de la velocidad de los vientos..... | 132 |
| Figura 94. | Análisis 5 de simulación de la presión del viento..... | 132 |
| Figura 95. | Resultados de las mediciones térmicas por vivienda | 133 |
| Figura 96. | Resultado total de las mediciones térmicas por vivienda. | 134 |
| Figura 97. | Análisis solar y de vientos de la vivienda N° 5 a intervenir..... | 138 |
| Figura 98. | Estado actual de los espacios internos de la vivienda N° 5..... | 139 |
| Figura 99. | Estado actual de la fachada frontal vivienda N° 5. | 139 |
| Figura 100. | Propuesta arquitectónica y bioclimática en la vivienda N° 5 | 140 |
| Figura 101. | Estado actual de la planta arquitectónica de la vivienda N° 5. | 141 |

| | | |
|-------------|--|-----|
| Figura 102. | Planta de cubierta de la vivienda N° 5..... | 142 |
| Figura 103. | Módulo de intervención de la envolvente de la vivienda N° 5. | 143 |
| Figura 104. | Vista en planta de módulo de la envolvente de la vivienda N° 5. | 143 |
| Figura 105. | Estructura de la envolvente plegable de caña picada propuesta | 144 |
| Figura 106. | Modulación de abertura de la envolvente de caña guadúa. | 145 |
| Figura 107. | Propuesta de tumbado falso en caña guadúa picada. | 145 |
| Figura 108. | Implementación de diseño bioclimático en la vivienda N° 5. | 146 |
| Figura 109. | Vista isométrica de circulación de vientos en la vivienda N°5. | 147 |
| Figura 110. | Vista isométrica de ventilación cruzada en la vivienda N° 5..... | 147 |
| Figura 111. | Vegetación existente en la vivienda N° 5. | 148 |
| Figura 112. | Propuesta de intervención en planta de la vivienda N° 5. | 148 |
| Figura 113. | Vista isométrica de la envolvente de la fachada lateral izquierda. ... | 149 |
| Figura 114. | Vista isométrica de la envolvente de la fachada frontal..... | 149 |
| Figura 115. | Propuesta formal de la vivienda N° 5. | 150 |
| Figura 116. | Fotomontaje de la vivienda N° 5..... | 150 |
| Figura 117. | Render de vista fachada frontal vivienda N° 5. | 151 |
| Figura 118. | Render de vista isométrica lateral izquierda vivienda N° 5..... | 151 |
| Figura 119. | Render de vista axonométrica exterior vivienda N° 5..... | 152 |
| Figura 120. | Render de vista isométrica lateral derecha vivienda N° 5. | 152 |
| Figura 121. | Presupuesto de obra en la intervención de la vivienda N° 5. | 153 |
| Figura 122. | Análisis de reducción de radiación solar del 39% | 154 |
| Figura 123. | Simulación de insolación de 7:00 am a 10:00 am | 155 |
| Figura 124. | Simulación de insolación de 12:00 pm a 15:00 pm | 155 |
| Figura 125. | Simulación de insolación de 16:00 pm a 19:00 pm | 156 |
| Figura 126. | Simulación de la presión de los vientos de la propuesta..... | 156 |
| Figura 127. | Simulación de la velocidad de los vientos de la propuesta. | 157 |
| Figura 128. | Análisis de confort térmico de la temperatura..... | 157 |
| Figura 130. | Análisis de confort térmico de la humedad interna y externa. | 158 |
| Figura 129. | Análisis de confort térmico de la temperatura radiante | 158 |
| Figura 131. | Cumplimiento de la Norma ASHRAE 55. | 158 |

Índice de tablas

| | | |
|------------------|--|-----|
| Tabla 1. | Materialidad de construcción que mantiene la vivienda García Intriago..... | 35 |
| Tabla 2. | Temperatura Radiante de vivienda de los “Tres Espacios” | 36 |
| Tabla 3. | Velocidad del viento en la vivienda de los “Tres Espacios” García Intriago. | 36 |
| Tabla 4. | Energía requerida por nivel de actividad | 39 |
| Tabla 5. | Definiciones de variables que intervienen en el ambiente térmico | 42 |
| Tabla 6. | Escala de sensación térmica de siete niveles. | 61 |
| Tabla 7. | Distribución de la sensación térmica para diferentes valores de voto medio | 62 |
| Tabla 8. | Parámetros de confort higrotérmico en viviendas de caña guadúa..... | 65 |
| Tabla 9. | Simbología de fórmula de población y muestro para la población Chirijos..... | 71 |
| Tabla 10. | Tamaño de muestra de grupos, individuos y viviendas seleccionadas..... | 72 |
| Tabla 11. | Datos de los encuestados | 82 |
| Tabla 12. | Edad de los encuestados | 83 |
| Tabla 13. | Nivel de educación de los encuestados | 84 |
| Tabla 14. | Ocupación del encuestado | 85 |
| Tabla 15. | Pregunta N° 1..... | 86 |
| Tabla 16. | Pregunta N° 2..... | 87 |
| Tabla 17. | Pregunta N° 3..... | 88 |
| Tabla 18. | Pregunta N° 4..... | 89 |
| Tabla 19. | Pregunta N° 5..... | 90 |
| Tabla 20. | Pregunta N° 6..... | 91 |
| Tabla 21. | Pregunta N° 7..... | 92 |
| Tabla 22. | Pregunta N° 8..... | 93 |
| Tabla 23. | Pregunta N° 9..... | 94 |
| Tabla 24. | Pregunta N° 10..... | 95 |
| Tabla 25. | Pregunta N° 11..... | 97 |
| Tabla 26. | Pregunta N° 12..... | 98 |
| Tabla 27. | Descripción de los materiales constructivos de la vivienda N° 1 | 104 |

| | | |
|------------------|--|-----|
| Tabla 28. | Mediciones térmicas de la vivienda N° 1..... | 104 |
| Tabla 29. | Descripción de los materiales constructivos de la vivienda N° 2..... | 111 |
| Tabla 30. | Mediciones térmicas de la vivienda N° 2..... | 111 |
| Tabla 31. | Descripción de los materiales constructivos de la vivienda N° 3..... | 117 |
| Tabla 32. | Mediciones térmicas de la vivienda N° 3..... | 117 |
| Tabla 33. | Descripción de los materiales constructivos de la vivienda N° 4..... | 123 |
| Tabla 34. | Mediciones térmicas de vivienda N° 4. | 123 |
| Tabla 35. | Descripción de los materiales constructivos de la vivienda N° 5..... | 129 |
| Tabla 36. | Mediciones térmicas de la vivienda N° 5..... | 129 |
| Tabla 37. | Resultado comparativo..... | 133 |
| Tabla 38. | Mediciones térmicas comparativas de la vivienda N° 5. | 138 |
| Tabla 39. | Comparativa de resultados de intervención. | 159 |

Introducción

Dentro de los procesos constructivos, uno de los aspectos que deben considerarse de manera relevante es la salud que propicia el espacio arquitectónico a diseñarse y entre los cuales el confort higrotérmico ocupa un importante espacio dentro de la planificación y funcionalidad de la vivienda. Para lograr este equilibrio de confort existen siete parámetros que se relacionan entre ellos, como lo manifiesta (Vasquez G. , 2017) tres de estos tienen que ver con la percepción del confort ambiental del ser humano y son: el metabolismo y la temperatura de la piel. Los otros cuatro tienen que ver más con el medio ambiente del entorno que lo rodea y son: la temperatura del aire, la humedad relativa, la temperatura superficial de los elementos y la velocidad del aire.

Los materiales con los cuales son construidas las viviendas se constituyen en determinantes que propiciarán ventajas o desventajas en el confort interno de las viviendas según sea su modo de empleo, disposición y dimensionamiento; así como la sostenibilidad que se puede obtener al emplear los recursos materiales naturales del medio que constituyan al proyecto de habitabilidad más aprehensivos.

En la parroquia Chirijos del cantón Portoviejo, provincia de Manabí del Ecuador, existen diversas tipologías de viviendas rurales que han sido construidas con la finalidad de proporcionarse un albergue en el que se sientan seguros, pero descuidando factores importantes como el bienestar que propicia una adecuada ventilación e iluminación de sus ambientes internos que propician a su vez el confort higrotérmico requerido.

La gran mayoría de las construcciones son realizadas con estructuras de madera, caña guadúa, ladrillo, hormigón y cubiertas de zinc. La caña guadúa, es un material propio del lugar, por lo que es muy rentable económicamente para las personas del sector, el cual, al ser utilizado de forma correcta, funciona como material termorregulador natural. Las personas del sector saben que es un material muy bueno, pero no todos conocen de sus bondades y al mismo tiempo no se aprovecha el recurso de esta materialidad para propiciar

ambientes internos de la vivienda con la temperatura idónea que la caña guadúa puede otorgar con un correcto empleo.

Es por esto que haciendo referencia a lo manifestado por (Velez, 2003) se puede definir el empleo de caña guadúa como: *“La guadua, la madera de los pobres, el más común, ordinario y extraordinario de nuestros materiales de construcción, a quien le interese la demagogia ambiental, no encontrara un material más carismático que el de la guadúa”*

Por ello el presente estudio de este análisis de caso, busca identificar en este importante sector de la provincia de Manabí los materiales más adecuados que deben primar en la envolvente de las viviendas como principal condición constructiva para obtener la mejor comodidad higrotérmica (CH), es por esto que (Hernandez, 2022) plantea que la materialidad de las viviendas se debe plantear teniendo en cuenta las condiciones climáticas de su ubicación, y aprovechando los recursos disponibles como sol, vegetación, lluvia y vientos; todo ello, para disminuir el impacto negativo del confort térmico, pensando siempre de forma que las viviendas en este sitio de estudio mantengan criterios bioclimáticos que se integran en el lugar en el que están ubicados, adaptándose física y climáticamente a su entorno.

Las diferentes estrategias metodológicas a emplearse en el desarrollo de este análisis, se basan en una investigación exploratoria, descriptiva y correlacional-experimental, acompañada de una exhaustiva revisión bibliográfica, que permiten identificar el estado actual de la respuesta higrotérmica de un grupo de viviendas para a partir de ello determinar las mejores condiciones del uso de sus materiales, así como la verificación de aquello que pueda ser mejorable.

CAPÍTULO I

El problema

Planteamiento del problema

La vivienda ha estado presente desde el inicio de la existencia humana, su principal función es brindar refugio, habitación y protección de las condiciones climáticas. “El hombre necesita recobrar energía por la noche a través del reposo, del sueño; para lograrlo requiere dormir recostado en un lecho dentro de un ambiente que le proporcione protección y tranquilidad” (Peñaherrera, 2013).

La forma de habitar se ha ido transformando a través de los años, esto de acuerdo a los avances tecnológicos que se ha realizado en la industria de la construcción y arquitectura, sin embargo, en esta transformación ha existido una escasez de preocupación por realizar un hábitat en el que el hombre además de usar la vivienda para protegerse de la intemperie, este pueda percibir un buen índice de confort higrotérmico dentro de la vivienda como serían las condicionantes de temperatura, ventilación natural, iluminación natural y la humedad.

Es por esto que la disciplina de la arquitectura según lo descrito por (Espinosa & Cortés Fuentes, 2015) es la que debe brindar las condiciones adecuadas para el habitante y su relación con el entorno, por lo que debe ser capaz de apropiarse del territorio, incorporar factores climáticos y trabajar con ellos para lograr el confort ambiental para el hábitat de las personas. De los diferentes espacios habitables que podemos construir, "la vivienda debe ser el principal instrumento que nos permita satisfacer las exigencias de confort adecuadas".

A nivel internacional el confort térmico de las viviendas ha mantenido un gran impacto dentro de las políticas de habitabilidad que propician los diversos gobiernos de cada país, la misma que se ve reflejada en la aplicación de la Norma internacional (Organización Internacional de Normalización [ISO], 2005) la cual demuestra que las viviendas deben ser confortables, siendo manifestado que:

“Es una condición mental en la que se expresa la satisfacción con el ambiente térmico”.

Sin embargo, en Ecuador a pesar de encontrarse dentro del (Instituto Ecuatoriano de Normalización [INEN], 2014), existen un déficit de concientización de la importancia del confort higrotérmico dentro de las viviendas, sobre todo en las zonas rurales del Ecuador que cuentan con problemáticas como el desconocimiento y las dificultades económicas.

En Ecuador, existen diversas viviendas que no han tomado en cuenta los factores climáticos al momento de diseñar y construir sus viviendas, con el objetivo de edificarlas en el menor tiempo posible, ahorrando costos en materiales, sin considerar la orientación y aprovechamiento de los vientos, y en algunos casos no se reflexiona en el porcentaje establecido por las ordenanzas municipales determinadas para urbanizar (Toala, Vanga, Muñoz, & Zambrano, 2021).

En la ciudad de Portoviejo una de las mayores problemáticas es el clima que este mantiene, ya que por lo general la temperatura suele variar según (Weather, 2016) entre los 21°C a 30 °C y la sensación térmica oscila entre los 25 °C a 36 °C, es así que la mayoría del tiempo el factor climático suele generar un impacto negativo en el confort térmico dentro las viviendas que no cumplen con los diferentes estándares de diseño bioclimático y de materiales de construcción no aptos al clima caluroso de la zona.

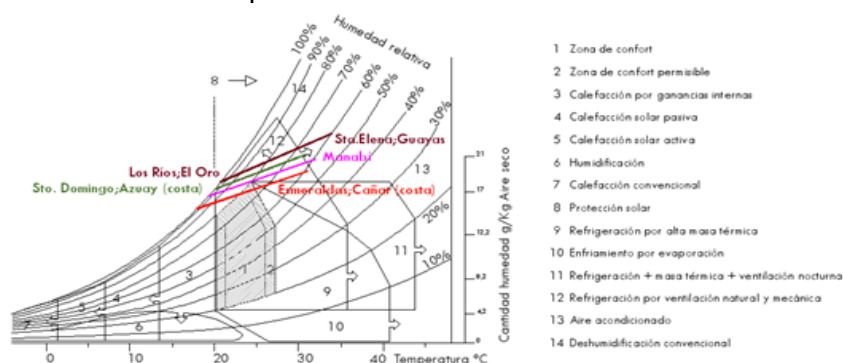


Figura 1. Visualización climática de la región costera de la República del Ecuador.

Fuente: Tomada de (Roldan, Goyos, Freire, & Ibarra, 2015)

En la Figura N° 1 podemos evidenciar que la principal problemática del confort higrotérmico que mantiene el cantón de Portoviejo, es el factor climático ya que, al mantener temperaturas radiantes elevadas los niveles de incomodidad son altas.

Es por esto que se encontró que en la parroquia rural de Chirijos del cantón Portoviejo a raíz del covid-19 y a su forzada estadía de confinamiento provocó que se evidenciaran en los diferentes espacios dentro de las viviendas factores higrotérmicos que estaban provocando malestar dentro de las mismas, es decir, no se encontraban cumpliendo lo que las normas estipulan, es así que de esta forma se conoció que una de las zonas más afectadas por la falta de concientización del confort higrotérmico dentro de las viviendas fue la comunidad Jesús María, la cual es la que cuenta con un mayor índice de desconocimiento de diseño bioclimático y una afectación socio-económica por parte de la comunidad, en la cual por ahorrar costos en las construcciones de sus viviendas no han realizado una vivienda acorde a los factores climáticos de la zona.

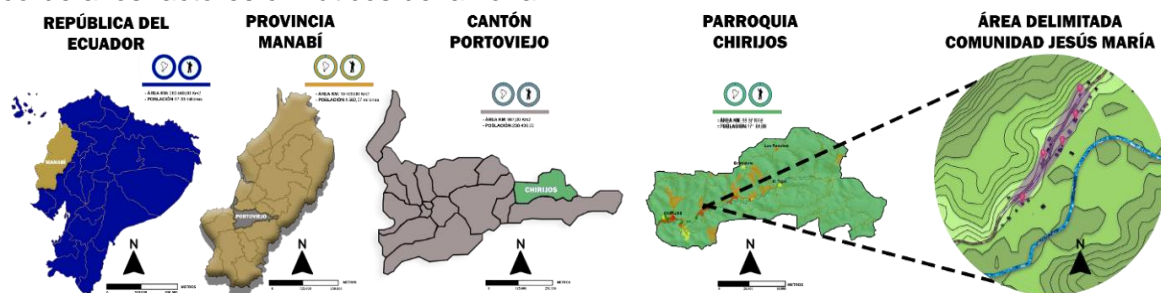


Figura 2. Ubicación del área de estudio en Ecuador de la provincia de Manabí, cantón de Portoviejo en la parroquia Chirijos de la comunidad Jesús María.

Fuente: Elaborado por los autores de este análisis de caso.

Dentro de la parroquia Chirijos se identificó cuáles fueron los usuarios con mayor afectación de confort higrotérmico dentro de sus viviendas y para esto se ubicaron cinco viviendas, en las cuales su ubicación se delimita por una extensión de 2.00 km a través de la vía principal en ambos sentidos de la comunidad Jesús María.



Figura 3. Delimitación del área de trabajo de la parroquia Chirijos.

Nota. Vivienda N° 1= (-1.0296952, -80.2271260), Vivienda N° 2= (-1.026663, -80.224456), Vivienda N° 3= (-1.026283, -80.224413), Vivienda N° 4= (-1.026353, -80.224582), Vivienda N° 5= (-1.0296952, -80.2271260). Elaborada por los autores de este análisis de caso.

Justificación

Los seres humanos necesitamos habitar en un espacio que nos pueda brindar confort y una calidad de vida acoplada a nuestro estándar de satisfacción, es por esto que crear un ambiente térmicamente agradable debe ser considerado como uno de los principales requisitos a la hora de construir y diseñar viviendas, es así que de esta manera podemos entender que el confort térmico se define a través de la (Norma ISO 7730, 2005) como:

"Esa condición de mente en la que se expresa la satisfacción con el ambiente térmico".

Para esto debemos entender que los parámetros del confort higrotérmico de la (Norma ISO 7730, 2005) ha sido desarrollada de la mano de la (American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers [ASHRAE 55], 2020) en la cual se establece que la temperatura ideal debe oscilar en un rango medio entre 22 y 24°C con $\pm 3,5^{\circ}\text{C}$ de variación, y también podemos encontrar rangos establecidos de temperatura en las que oscilan entre 17 y 22°C con $\pm 3,5^{\circ}\text{C}$, es de esta manera que se debe procurar implementar la gran necesidad del buen vivir "Sumak Kawsay" descrita en la (Constitución de la República del Ecuador, 2008), ejecutada por la norma ecuatoriana en 2008, el cual establece:

"El derecho de la población a vivir en un ambiente sano y ecológicamente equilibrado, que garantice la sostenibilidad y el buen vivir".

Actualmente existen varios estudios como (Toala, Cobeña, Vinuesa, & Quimis, 2021) en el cuál detallan que el consumo de energía desmedido de las edificaciones, suelen utilizar diferentes tipos de sistemas mecánicos y eléctricos para mejorar su calidad de vida con respecto al confort higrotérmico. Por tales motivos es fundamental que se encuentre una solución a la problemática de muchas personas que no miden los niveles de confort higrotérmico que pueden recibir a lo largo del día y la noche con un correcto diseño y construcción de la envolvente de las viviendas. El análisis establecerá problemáticas de forma que se puedan rectificar para que pueda contribuir de manera positiva al área de estudio que

fue delimitado por la notaria falta de confort de viviendas en la parroquia Chirijos del cantón de Portoviejo.

La adopción de técnicas de diseño bioclimático con la adopción de materiales naturales como es la caña guadúa, es un método muy importante que se debe considerar en la construcción, ya que este material natural mantiene características que ayudan a proporcionar temperaturas termo-reguladoras. Mediante técnicas aplicadas a la correcta utilización de envolventes con caña guadúa, podremos mejorar el nivel de satisfacción y confort higrotérmico de usuarios que desconocen las bondades de este material.

Objetivos

Objetivo general

Analizar el confort higrotérmico en las viviendas con envolventes en caña guadúa ubicadas en la parroquia Chirijos de la ciudad de Portoviejo, mediante técnicas de investigación de campo y mediciones térmicas para determinar la pertinencia del uso de esta materialidad como recurso termo regulador.

Objetivos específicos

- Identificar la materialidad con la cual se encuentran construidas las viviendas del área de estudio para determinar el predominio de los recursos empleados en la construcción de sus envolventes.
- Determinar los efectos higrotérmicos generados por las envolventes fabricadas en caña guadúa mediante técnicas de mediciones internas de las viviendas de la parroquia Chirijos para identificar las bondades de este material.
- Evaluar la percepción del confort higrotérmico de los usuarios que habitan las viviendas con envolventes con diversa materialidad, aplicando la escala de sensación de ASHRAE y la respectiva medición higrotérmica mediante equipos de control.

CAPÍTULO II

Marco Teórico

Antecedentes

Es indispensable establecer de manera obligatoria que el cuerpo humano pueda recibir un confort higrotérmico adecuado dentro de un espacio, ya que (Toala, Cobeña, Vinueza, & Quimis, 2021) manifiesta que para poder salvaguardar la salud y calidad de vida de las personas que van a habitar en un espacio determinado, este deberá generarles el mayor confort percibido de acuerdo con los distintos parámetros que se encuentran en el entorno natural. Estos logrando influir en los distintos tipos de confort, afectando las sensaciones térmicas, lumínicas, visuales y/o acústicas de una persona y, por consiguiente, su estudio resulta de vital importancia en viviendas para mejorar la calidad de vida de los usuarios (Toala, Cobeña, Vinueza, & Quimis, 2021).

Por lo tanto, el confort higrotérmico es un criterio o condición importante para que el usuario pueda percibir su comodidad dentro de un espacio interior o exterior dentro de una edificación, por ello es fundamental basarse en estudios correlacionales tanto internacionales como nacionales para aportar a la aplicación de un análisis investigativo de los beneficios de las envolventes en caña guadúa para obtener referencias de cómo intervenir en una correcta termorregulación del confort climático dentro de un espacio, adaptándose al clima y a la materialidad que se desea emplear para obtener un ambiente confortable para los usuarios.

Carabanchel Housing, municipio de Madrid, España

El edificio Carabanchel, ha recibido uno de los premios a la excelencia en arquitectura que concede cada año el Royal Institute of British Architects (RIBA). El jurado valoró el edificio, diseñado por el arquitecto Alejandro Zaera, por "la fuerza de sus conceptos y la crudeza de su ejecución". El (RIBA) destacó, además, que la EMVS desarrolla uno de los mayores programas experimentales de vivienda pública que existen actualmente en el mundo

(Ayuntamiento de Madrid, 2008). El edificio de viviendas sociales en Carabanchel, el municipio de Madrid, país de España, fue realizada por el estudio de arquitectos Foreign Office Architects (FOA) en el año 2007, este mantiene un área de 11.384m² según lo describe (Saieh, 2008).



Figura 4. Ubicación edificio Carabanchel, España.

Fuente: Elaboración propia.

El edificio, cuyas llaves fueron entregadas en agosto de 2007 a sus adjudicatarios, alberga 88 viviendas con zonas comunes, de juegos y de vegetación. Todas las viviendas, dotadas de amplias terrazas y de una doble orientación Este-Oeste, se asoman hacia dos zonas verdes de distinta configuración. (Ayuntamiento de Madrid, 2008)



Figura 5. Viviendas sociales en Carabanchel.

Fuente: Tomada de (Saieh, 2008).

El solar que se implementó para la envolvente del edificio es un paralelogramo de 100 metros x 45 metros orientado de norte a sur. La propuesta fue compactar el volumen dentro

de la altura dada para que cada unidad tenga doble orientación Este-Oeste. Para ello, las unidades se convierten en una especie de "tubos" de 13.40 metros de longitud que conectan ambas fachadas. Por lo tanto, las unidades residenciales se abren a dos jardines diferentes en cada orientación y están totalmente acristaladas en las fachadas. Cada lado del edificio cuenta con una terraza de 1.5 metros de ancho a lo largo de toda la fachada que posibilitará un uso semi-exterior durante determinadas temporadas. Estas terrazas están cerradas con persianas de bambú montadas en marcos plegables que aportan la protección necesaria contra la fuerte exposición al sol Este-Oeste, brindan seguridad a las viviendas y se abren completamente a los jardines laterales. (Saieh, 2008)

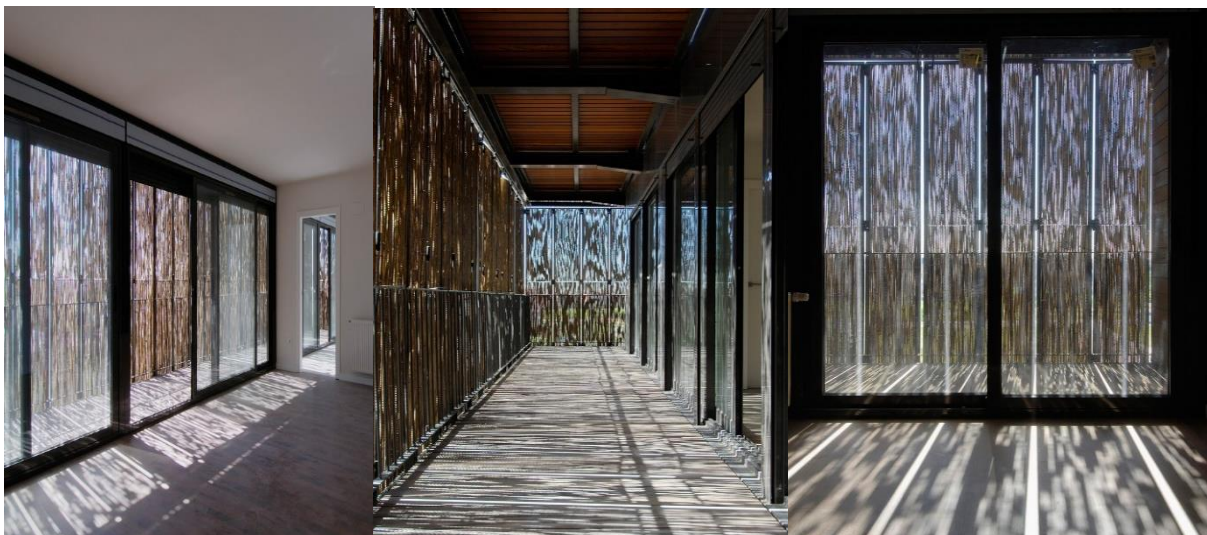


Figura 6. Envoltente de caña guadúa o bambú aplicado en el edificio Carabanchel.

Fuente: (Saieh, 2008).

El sentido práctico de la protección permite la adaptación a diferentes orientaciones del sol y vistas abiertas a los jardines circundantes, lo que dota al espacio de gran calidez de la atmósfera como resultado del filtro de bambú. También permite la ventilación incluso cuando está cerrada, permitiendo no sólo el enfriamiento del espacio intermedio, sino también el enfriamiento del elemento de protección, que reduce la radiación al espacio intermedio (Soler, 2017). El edificio Carabanchel según lo manifiesta (Polo & Moussavi, 2008):

“A demás de proporcionar al paisaje urbano una imagen diferente, permite el aislamiento acústico, térmico y visual”

La incidencia del sol es regulada por el envoltorio de bambú o caña guadúa, que al mismo tiempo regula el ingreso de luz creando una sensación de confort tanto térmico como lumínico. El bambú a parte de los beneficios económicos, estructurales y estético conocidos, en este tipo de proyectos se convierte en un valor simbólico de prestigio social que incrementa su valor de cambio ante la ciudad (Giordano & Cabrera, 2008).

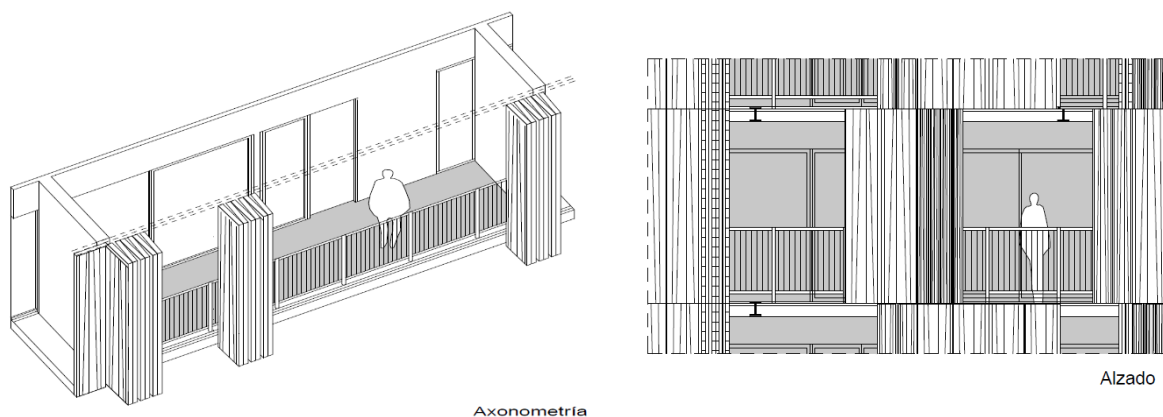


Figura 7. Axonometría y Alzado de detalle de envoltorio de caña guadúa o bambú en el edificio Carabanchel.

Fuente: Tomado de (Giordano & Cabrera, 2008).

Se ha seleccionado este repertorio internacional como punto de inspiración e influencia, ya que por sus características similares que van de la mano con nuestro caso de estudio, en este se puede reflejar las bondades que la caña guadúa puede ofrecer como un material termorregulador dentro de una edificación a través de un envoltorio.

Casa Convento, cantón Chone, República del Ecuador

La vivienda está ubicada en la Parroquia Convento (Chone), un área rural en la costa ecuatoriana, en un entorno natural abrumador donde la presencia de grandes extensiones de bambú, una pequeña quebrada que corre frente al terreno y dos montañas de bosque húmedo (Aguilar, 2014)

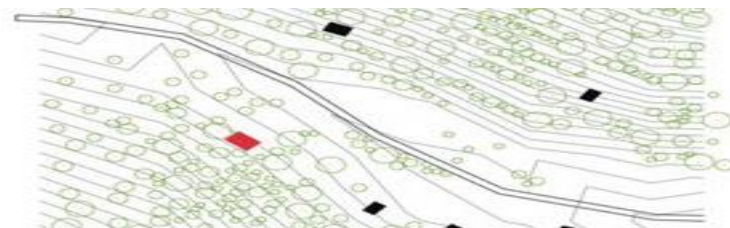


Figura 8. Implantación de Casa Convento, Chone.

Fuente: Tomada de (Aguilar, 2014)

El objetivo del arquitecto conjuntamente con los propietarios de la vivienda según lo manifiesta (Vacas, 2016), fue seleccionar un área en uno de los guaduales de la finca para implantar la casa. El principal requerimiento solicitado por los propietarios de la vivienda al arquitecto, fue que se generé el vínculo con el paisaje, aprovechar las visuales del sitio, para observar una pequeña quebrada que corre frente al terreno y dos montañas de bosque húmedo que lo rodean. Los guaduales representan el material en su estado natural, la casa muestra como el uso de la caña guadua con la aplicación de técnicas constructivas, causan una fusión dando como resultado un espacio de cobijo y de conexión visual con su entorno y sensorial con el factor climático.

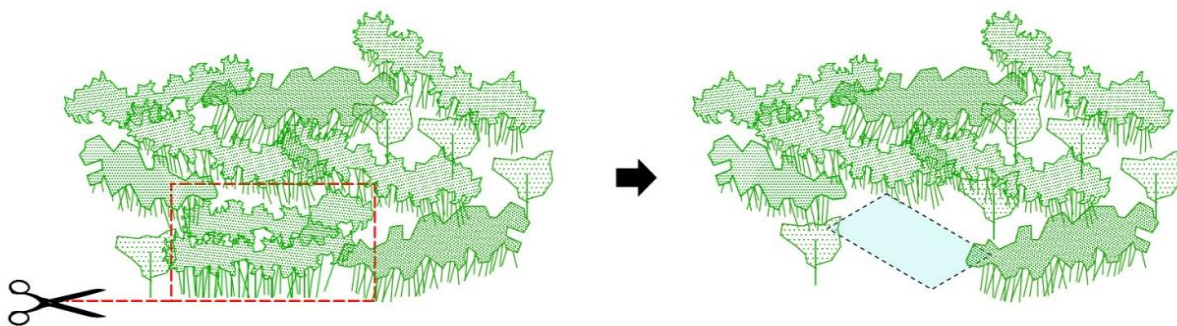


Figura 9. Bosque de guaduales transformada a elemento.

Fuente: Tomada de (Vacas, 2016)

Para la ejecución de la vivienda según lo da a conocer (Mora, 2014) se utilizaron aproximadamente 900 bambús y 8 troncos de árboles de laurel para la estructura secundaria y paredes de recubrimiento, extraídos de la finca donde se localiza el proyecto. La casa Convento, incorpora elementos tradicionales de las construcciones de la costa ecuatoriana, para establecer un diálogo entre la arquitectura vernácula y la contemporánea. La vivienda se separa del suelo para permitir la circulación del aire y en caso de inundaciones no verse afectada.

Es un programa sencillo que consta de 3 habitaciones, área social y de servicio (comedor + cocina + sala + baño) ambas áreas conectadas a través de un espacio intermedio social que se abre completamente al entorno, permitiendo que la vegetación se introduzca y atraviese la casa. Finalmente, se realizó un sistema de ventanas y puertas abatibles, que permiten diversas configuraciones de abertura dependiendo del nivel de privacidad, uso, hora

y nivel de relación interior – exterior que los usuarios de la vivienda requieran, generando un espacio cambiante y dinámico. (Mora, 2014)

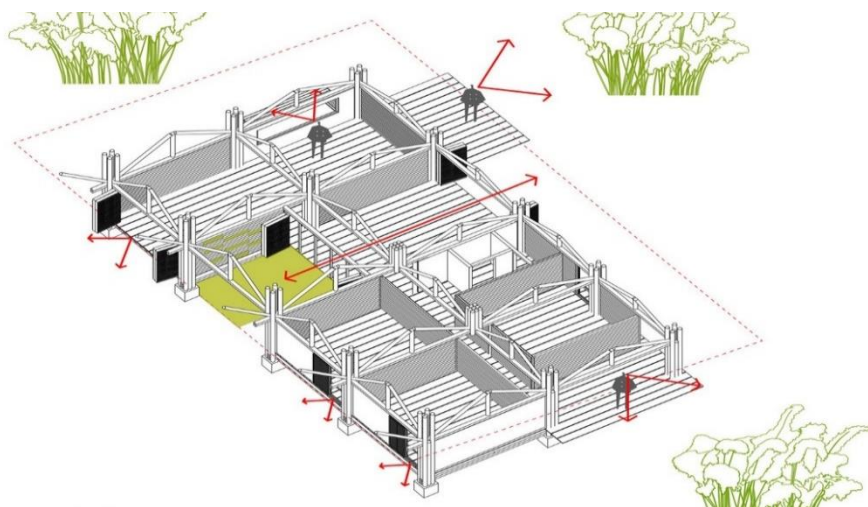


Figura 10. Relación con el entorno y visuales.

Fuente: (Aguilar, 2014).

La construcción de la “Casa Convento” nos refleja la conexión del medio natural con el espacio de la vivienda que el arquitecto Enrique Mora ha implementado en el diseño de la construcción, es por esto que es fundamental reconocer que se ha dado la oportunidad de generar un proyecto sostenible que les permita a los usuarios obtener una vivienda de costos bajo si no también una vivienda en el cual obtengan los beneficios de sentir confort higrotérmico dentro de todos los espacios, de esta manera podemos apreciar que (Vacas, 2016) manifiesta que se debe aprovechar al máximo los recursos naturales para elevar el nivel de confort, y a la vez, refleja las características intrínsecas a cada cultura.



Figura 11. Vivienda “Casa Convento” realizada con materiales del medio natural.

Fuente: Tomada de (Mora, 2014).

Casa de los 3 espacios, cantón Portoviejo, República del Ecuador

La vivienda de “Los tres espacios” de la familia García Intriago la podemos encontrar en la parroquia Abdón calderón comunidad el Jobo, ubicada aproximadamente a 10km del centro de la parroquia, esta vivienda es considerada como la casa de los tres espacios ya que investigando en el artículo de (Hidalgo, Pérez, & Milanés, 2021) este manifiesta que, es una tipología de vivienda tradicional de la provincia de Manabí, encontrando muchas en la ciudad de Portoviejo considerada esta como patrimonio cultural de las comunidades rurales manabitas, es así de tal manera que podemos citar que:

En cuanto a los requerimientos espaciales de la vivienda vernáculas de “Los tres espacios,” es menester mencionar que las características de la vivienda rural de la costa ecuatoriana se han mantenido sin mayores variaciones a través del tiempo, siendo determinante en este aspecto el clima de la región, las condiciones socioeconómicas de los habitantes y el respeto a las tradiciones familiares. Los materiales utilizados son del entorno o los que son accesibles de ser adquiridos, en el área rural se usa la madera, la caña guadúa, el cade y la paja toquilla. En la distribución de los tres espacios se considera el ambiente del área de servicios, el área social y el vínculo entre ellos que es el corredor (Hidalgo, Pérez, & Milanés, 2021).



Figura 12. Vivienda de “Los tres espacios”, parroquia Calderón, cantón Portoviejo.

Fuente: Elaborada y Tomada por el autor del análisis de caso.

La alta durabilidad de las construcciones está relacionada directamente a los materiales utilizados en su edificación, lo cual permite considerar que la vivienda vernácula de los “Tres Espacios” elaboradas con materiales renovables sí tienen una duración adecuada para el medio en que se construyen por lo tanto deben ser consideradas como una alternativa de solución habitacional sostenible (Hidalgo, Pérez, & Milanés, 2021).

El confort higrotérmico dentro de esta vivienda se puede deducir con la observación y análisis de los materiales constructivos usados en esta vivienda como sería el uso de la caña guadúa para envolventes (paredes, ventanas, cielo raso adherido a la cubierta), madera en el piso y estructural (columnas, escalera) y cubierta de zinc recubierta con paja en la parte superior, es por esto que se realizó una verificación in-situ para corroborar el nivel de confort higrotérmico que mantiene la vivienda de los tres espacios.

| MATERIALES DE LA VIVIENDA “LOS TRES ESPACIOS” GARCÍA INTRIAGO | |
|--|--------------------------|
| ESTRUCTURA | Madera y cemento |
| PISO | Madera |
| PAREDES | Caña Guadúa |
| CUBIERTA | Zinc, Paja y caña guadúa |
| VENTANAS | Caña Guadúa |
| PUERTAS | Madera |

Tabla 1. Materialidad de construcción que mantiene la vivienda García Intriago.



Figura 13. Verificación y recolección de datos in-situ de la vivienda de “Los Tres Espacios” de la familia García Intriago.

Fuente: Tomada por los autores de este análisis de caso.

| TEMPERATURA RADIANTE - 04 DE JUNIO DEL 2023 – HORA 13:00 p.m. | | | | |
|--|----------------|-------------|-----------------|-----------------|
| ESPACIOS | Paredes | Piso | Cubierta | TOTAL |
| Sala | 23,30 °C | 23,40 °C | 23,60 °C | 23,40 °C |
| Comedor | 23,30 °C | 23,40 °C | 23,70 °C | 23,46 °C |
| Cocina | 23,20 °C | 23,60 °C | 23,80 °C | 23,53 °C |
| Dormitorio 1 | 23,20 °C | 23,40 °C | 23,50 °C | 23,36 °C |
| Dormitorio 2 | 23,20 °C | 23,30 °C | 23,50 °C | 23,33 °C |
| Baño general | 23,30 °C | 23,30 °C | 23,40 °C | 23,33 °C |
| Temperatura promedio °C | | | | 23.40 °C |

Tabla 2. Temperatura Radiante de vivienda de los “Tres Espacios”.

| VELOCIDAD DEL VIENTO -04 DE JUNIO DEL 2023 – HORA 13:00 p.m. | | |
|---|----------------|---------------------|
| ESPACIOS | (m/seg) | TOTAL |
| Sala | 1.80 | 1.80 |
| Comedor | 1.70 | 1.70 |
| Cocina | 1.70 | 1.70 |
| Dormitorio 1 | 1.80 | 1.80 |
| Dormitorio 2 | 1.80 | 1.80 |
| Baño general | 1.60 | 1.60 |
| Temperatura promedio (m/seg) | | 1.73 (m/seg) |

Tabla 3. Velocidad del viento generada en los diferentes ambientes de la vivienda de los “Tres Espacios” García Intriago.

Para verificar el análisis in-situ se realizaron dos mediciones esenciales para determinar el confort dentro de la vivienda como fueron las temperaturas radiantes y la velocidad del viento en el interior de la vivienda. Para esto se determinó un total de 23,40 °C equivalente a la suma de todas las temperaturas obtenidas en cada espacio de la vivienda, y un equivalente de velocidad del viento de 1.73 (m/seg). Estos valores nos demuestran según la escala de (STANDARD ASHRAE 55, 2020) que se encuentran dentro de lo permitido para obtener un confort higrotérmico dentro de una vivienda o una edificación.

Marco Conceptual

Es imprescindible que para llevar a cabo esta investigación de análisis de caso se planteen diversas bases teóricas correspondientes al estudio del confort higrotérmico, tomando en cuenta la capacidad de aclarar los puntos principales de la percepción y sensación térmica de los seres humanos dentro su vivienda, con respecto a las normativas y reglamentos que son delegadas para la aplicación de este caso de estudio.

Se determinaron las bases teóricas más importantes para el entendimiento del análisis del confort higrotérmico con relación a la capacidad de percepción del cuerpo humano, es por esto que se consideraron diferentes modelos de niveles de confort térmico para espacios internos de una vivienda como serían la temperatura, temperatura radiante, humedad relativa, radiación solar y la velocidad del aire.

Así mismo se determinó e investigo las diferentes aplicaciones y beneficios de materiales constructivos para ayudar al confort higrotérmico y regular la sensación térmica dentro de una vivienda, este material encontrándose dentro del medio natural como es la caña guadúa, se establecen las diferentes aplicaciones termo-reguladoras que proporciona este material dentro de edificaciones a través de envolventes en las viviendas, por lo cual se señalan pautas mínimas que se deben de considerar para este estudio de análisis de caso.

Sensación térmica recibida

Para conocer que es la sensación térmica recibida (López & Peña, 2006) manifiesta que la percepción térmica es el proceso que incluye la sensación, la preferencia, la expectativa y la tolerancia a determinadas condiciones de intercambio de energía calorífica entre el cuerpo humano y su entorno inmediato.

En este proceso contribuyen cuatro factores externos relacionados a la sensación térmica reciba como serían: la temperatura del aire, la temperatura radiante del entorno, la velocidad del aire y la humedad relativa y dos internos factores internos como serían: el nivel de arropamiento y metabolismo.

No obstante, las variables que influyen en el proceso de percepción de la sensación térmica, de acuerdo (Bojórquez, 2010), son el metabolismo, la termorregulación humana, el balance térmico, el ambiente térmico y la adaptación térmica humana.

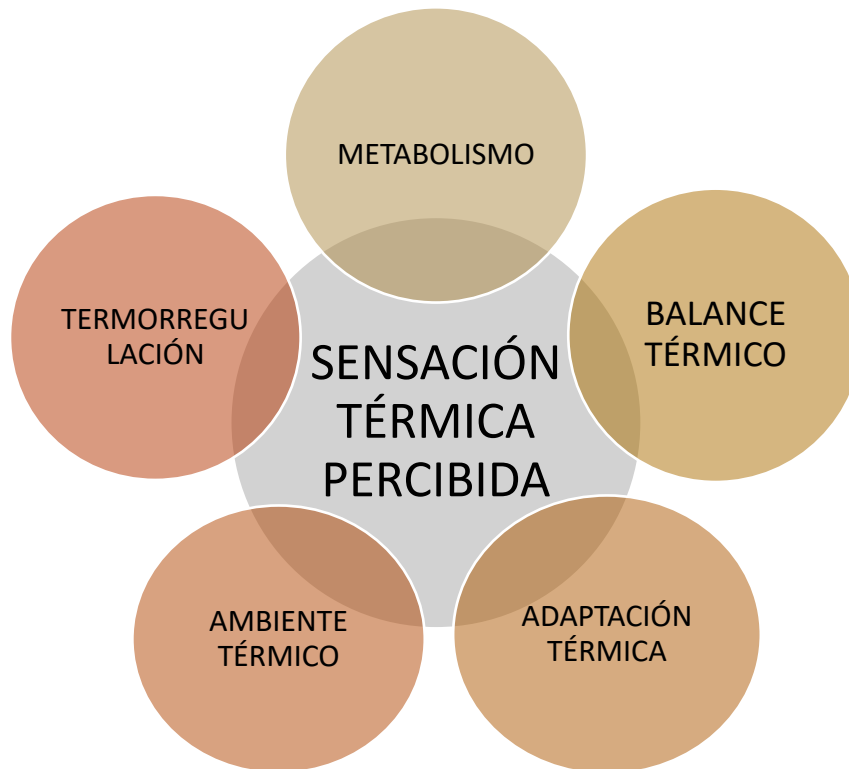


Figura 14. Variables que influyen en el proceso de percepción de la sensación térmica.
Nota: Elaborada por autores de este análisis de caso.

Fuente: En base a (Bojórquez, 2010).

Metabolismo

El metabolismo es el valor mínimo de energía que la célula necesita para subsistir, hablamos de Tasa metabólica basal como la cantidad mínima de energía que una persona necesita, en estado de reposo, para llevar a cabo aquellas funciones vitales necesarias para el correcto funcionamiento del organismo, así como por ejemplo el latir del corazón, la respiración o la regulación de la temperatura corporal (ERGODINÁMICA , 2022).

Con esto podemos definir al metabolismo “*como la suma de las reacciones químicas que se producen en todas las células del organismo*” (Fanger, 1970). La actividad fisiológica básica que requiere un ser humano para mantenerse vivo, está dada por el límite mínimo del metabolismo, el mismo que recibe el nombre de metabolismo basal, este varía dependiendo de la edad, el sexo, el peso y otras circunstancias de origen psicofisiológico.

| Nivel de actividad | Sedentaria (Pasiva) | Media (Moderada) | Alta (Intensa) |
|---|---------------------|------------------|----------------|
| Demanda energética (W/m²) | 58,0 – 87,0 | 87,0 – 145,0 | 145,0 – 232,0 |

Tabla 4. Energía requerida por nivel de actividad. **Fuente:** (Fanger, 1970).

Termorregulación humana

La termorregulación es la capacidad del cuerpo para regular su temperatura, condiciones fisiológicas normales mantiene una temperatura corporal constante y dentro de unos límites muy estrechos, entre 36,6 °C +/- 0,38°C, a pesar de las amplias oscilaciones de la temperatura ambiental. Esta constante biológica se mantiene gracias a un equilibrio existente entre la producción de calor y las pérdidas del mismo y no tiene una cifra exacta (Berdúo, s.f.).

Existen variaciones individuales y puede experimentar cambio en relación al sexo, su actividad reciente, el consumo de alimentos y líquidos, la hora del día y, en las mujeres, de la fase del ciclo menstrual en la que se encuentren. La temperatura corporal normal, de acuerdo con la (American Medical Association [AMS], 2015), puede oscilar entre 36,5 y 37,5 °C.

En tanto que las situaciones de temperaturas altas son más riesgosas que las de condiciones frías, ya que es más fácil protegerse del frío que del calor; es por tal razón que con los cambios de temperatura ambiente y los diferentes niveles de actividad, el ser humano prevé cambios en su temperatura interna, para evitar la sensación de malestar térmico y tratar de mantener una temperatura estable de 37°C con la activación de mecanismos de adaptación ya sean estos conscientes o inconscientes.

A la vez que El sistema de termorregulación del cuerpo humano está relacionado directamente con la edad y el sexo del individuo, es decir a menor edad la respuesta de disipación o de retención del calor es más rápida, además de estar influenciado por el tipo de vestimenta del individuo (Mondelo, 1999).

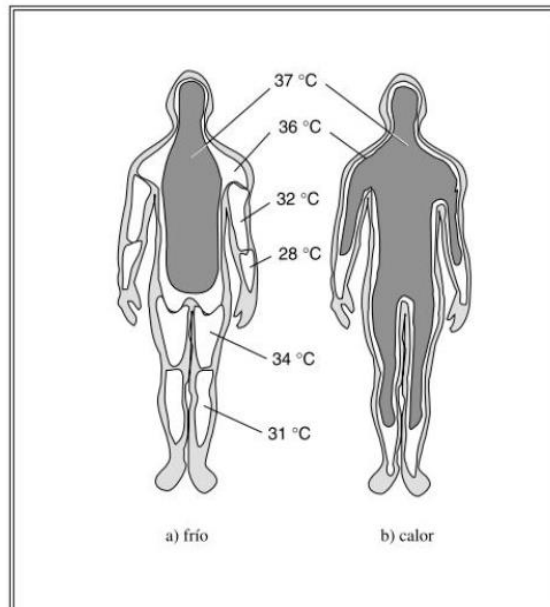


Figura 15. Temperaturas aproximadas del cuerpo humano bajo calor y frío.

Fuente: (Mondelo, 1999).

Balance térmico

Con respecto a lo manifestado por (Critchfield, 1974), podemos describir que el balance térmico es el proceso por medio del cual se origina un intercambio de energía (pérdida o ganancia) entre el cuerpo humano y el espacio, a partir del proceso químico del metabolismo y el proceso fisiológico de la termorregulación, en respuesta a los elementos externos del clima inmediato; este proceso permite estimar la sensación térmica percibida de acuerdo con diferentes variables propuestas en modelos biofísicos basados en las leyes de la termodinámica. En este sentido, desde el punto de vista fisiológico, el confort térmico podría definirse como el estado de equilibrio que expresa balance térmico.

Al igual de como el cuerpo humano es capaz de ganar calor, es también capaz de perder dicho calor por las siguientes vías: a) radiación de calor (R), calor que emite hacia el entorno; b) convección (C), al liberar calor al aire que está en contacto directo; c) respiración (Res), al espirar aire mediante al respiración y el jadeo; d) trabajo extremo (W), cuando se realiza una actividad extrema positiva; e) evaporación del sudor (E), por medio de la generación de sudor para que este se evapore; f) conducción (Cd), cuando se entrega de manera directa el calor a los cuerpos que lo rodean (Mondelo, 1999).

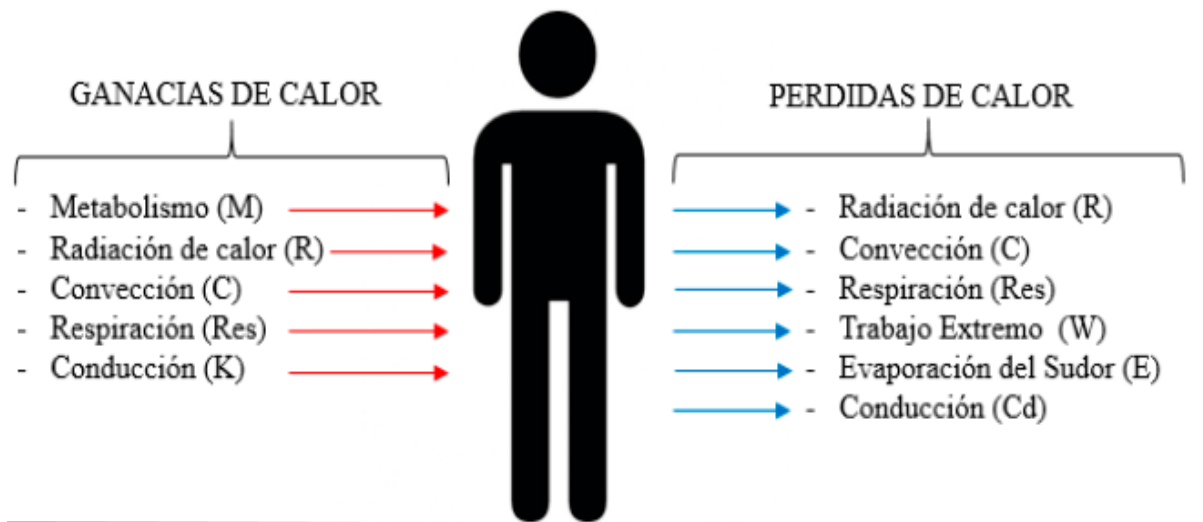


Figura 16. Ganancias y Pérdidas de calor del Cuerpo Humano.

Fuente: Tomada de (Vasquez G. , 2017) basado en (Mondelo, 1999).

Ambiente térmico

El ambiente térmico está caracterizado por cuatro variables físicas y dos de tipo personal, las cuales componen y caracterizan el ambiente térmico; las variables físicas que fueron definidas por McPherson en 1963 (Godoy, 2012) son: temperatura del aire ($^{\circ}\text{C}$), velocidad del aire (m/s), humedad relativa (%) y temperatura media radiante ($^{\circ}\text{C}$). A su vez las variables personales son: nivel de arropamiento (clo) y el nivel de actividad (met). Así mismo (Vasquez G. , 2017) manifiesta que dichas variables son tomadas en cuenta por las normas internacionales para realizar sus estudios como lo es (ISO 7730, 2006) y la (STANDARD ASHRAE 55, 2020).

Es de esta manera que se definen varios conceptos partiendo de lo expuesto en la norma (STANDARD ASHRAE 55, 2020), que es el conjunto de variables que conforma un ambiente térmico dentro de un espacio abierto o cerrado, de esta manera se exponen las siguientes definiciones en la siguiente tabla:

| | |
|-----------------------------|---|
| Temperatura del aire | La temperatura del aire es la temperatura del aire que rodea al ocupante. |
| Temperatura radiante | Es la temperatura del interior de un local cerrado. |

| | |
|--|---|
| Temperatura media radiante | Es la temperatura uniforme superficial de un recinto negro imaginario, en el que un ocupante intercambia la misma cantidad de calor radiante que el del espacio uniforme imaginario. Es el promedio de todas las temperaturas superficiales relacionadas con sus áreas. |
| Velocidad del aire | Es la tasa de movimiento de aire en un punto sin importar la dirección |
| Humedad relativa | Es la relación de la presión parcial (o densidad) del vapor de agua en el aire, con relación a la presión de saturación (o densidad) del vapor de agua a la misma temperatura y a la misma presión total |
| Humedad absoluta | Es la cantidad de agua que contiene una masa de aire. Se mide en gramos de agua/kg de aire seco. |
| Humedad absoluta de aire saturado | Es la cantidad máxima de agua en estado de vapor que es capaz de contener un kg. De aire a determinada temperatura. |
| Punto de rocío | Es la temperatura en que el aire llega a la saturación. |
| Nivel de arropamiento | Entendido como la cantidad de vestimenta usada por un individuo promedio con una cantidad de 1,80m ² de superficie de piel |
| Nivel de actividad | Entendido como las diferentes actividades humanas relacionadas con la energía metabólica. En donde 1met (58 w/m ²). |

Tabla 5. Definiciones de variables que intervienen en el ambiente térmico.

Fuente: Basado en (Vasquez G. , 2017), (Moyano, 2022) y la norma (American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers [ASHRAE 55], 2020).

Factores del confort

Los factores del confort son aquellas variables que intervienen en el campo de estudio que la conforma, siendo así de esta forma las características de los usuarios en un determinado espacio, es así que (Moyano, 2022) lo expone de la siguiente manera:

- Biológico-fisiológicas (Edad, sexo, herencia, etc.)
- Sociológicas (Tipo de actividad, educación, ambiente familiar, moda, tipo de alimentación, aclimatación cultural)
- Psicológicas (Depende individualmente de cada usuario)

ambientales y de confort dentro de un determinado espacio ya sea interior o exterior.

Confort higrotérmico

El confort higrotérmico o comodidad higrotérmica consiste en la ausencia de malestar térmico, de tal manera que en una actividad sedentaria y con una ropa ligera, no tienen que activarse los mecanismos de termorregulación del cuerpo, como el metabolismo, la sudoración y otros para una persona sentada y con ropa liviana, el confort higrotérmico se alcanza con una temperatura entre 23.4 y 25.4 y una humedad relativa entre 26.7 y 85.7. El confort higrotérmico o comodidad higrotérmica es, dicho en muy pocas palabras, la ausencia de cualquier incomodidad o malestar térmico, por lo que no deben activarse los diversos mecanismos de termorregulación de que dispone el cuerpo humano, como el metabolismo y la sudoración, entre otros (Vasquez N. , 2016).

Aunque el cuerpo humano está preparado para reaccionar ante los cambios climáticos, la sensación de comodidad higrotérmica se da cuando se evita la reacción del cuerpo ante un microclima adverso, de tal manera que no se activa la termorregulación natural. En términos de fisiología, se puede decir que el confort higrotérmico existe cuando el cuerpo humano, completamente vestido, pero no con ropa demasiado abrigada, y en estado sedentario, se encuentra en una temperatura ambiente en la que no tiene necesidad de activar sus sistemas de termorregulación.

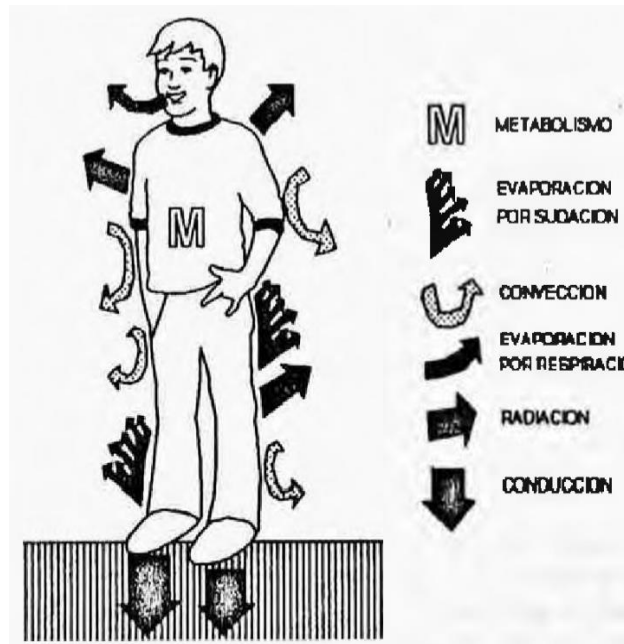


Figura 17. Diferentes tipos de transmisión del calor en el cuerpo humano.

Fuente: Tomada de (Czajkowski, 1992).

Con respecto a la acción metabólica del cuerpo este atraviesa diferentes tipos de mecanismos para poder disipar, equilibrar o tener el calor o el frío esto a través de estas variables según lo manifiesta (Vasquez N. , 2016):

- Evaporación: El organismo transmite el exceso de calor hacia el medioambiente a través de la evaporación. Esta puede ser cutánea o respiratoria.
- Radiación: Consiste en transmitir el calor al medio ambiente por radiación en el infrarrojo.
- Convección: Transmisión del calor mediante un fluido, por ejemplo, el aire.
- Conducción: Transmisión del calor hacia elementos de contacto.

El intercambio de calor entre el cuerpo y el entorno inmediato, se produce con el aire ambiente y las superficies envolventes por convección y por radiación. También el cuerpo disipa el calor por la evaporación de la transpiración y por el agua contenida en los pulmones. Se puede determinar el intercambio térmico entre el cuerpo y su entorno a partir de:

$$M \pm R \pm C \pm Cv - E = Q$$

M es el metabolismo, R, C, Cv, y E son respectivamente los intercambios de calor por radiación, conducción, convección y evaporación y Q es la modificación de contenido calórico del cuerpo, que indica las variaciones de la temperatura media del cuerpo. R, C, Cv, y E dependen de factores externos como, la temperatura, la velocidad y la tensión de vapor del aire y la temperatura media radiante y además de la temperatura y de la tensión de vapor de la piel.

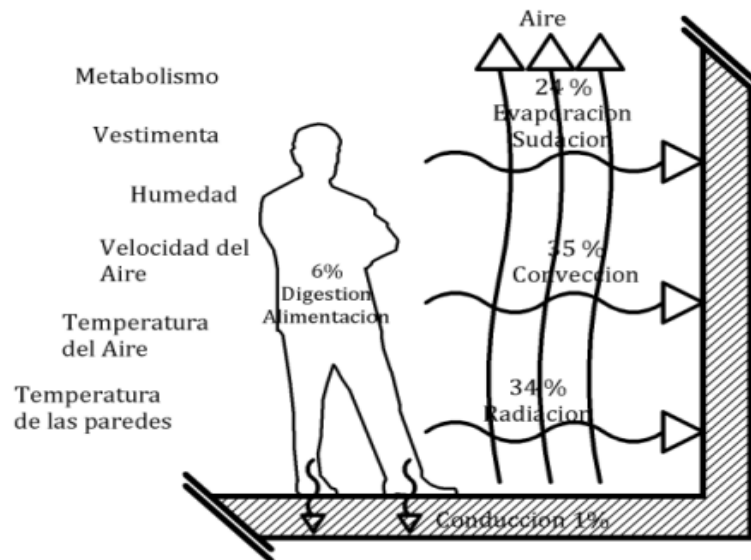


Figura 18. Factores del intercambio térmico del cuerpo humano con el entorno.

Fuente: Tomada de (Maristany & Angiolini, 2017).

Es de esta manera que el confort higrotérmico es el que se encarga de que un usuario dentro de un ambiente interior no se sienta incomodo dentro de ese espacio, si no que este le provoque confort térmico.

Confort térmico

El confort térmico según lo define (Nikolopoulou, 2004) como “la satisfacción psicofisiológica del humano con respecto al ambiente térmico”, donde intervienen los aspectos psicológico y fisiológico del ser humano (Rincón, 2019).

Dentro del marco normativo mundial se han podido conocer diversas normas o decretos sobre el confort térmico, es así que podemos encontrar bases teóricas dentro de la (ISO 7730, 2006) la cual la aplican en diferentes países a nivel internacional, y ha sido

desarrollada en paralelo con la norma (STANDARD ASHRAE 55, 2020), en la que define al confort térmico como: “La sensación térmica experimentada por un ser humano está relacionada, principalmente, con el equilibrio térmico global de su cuerpo. Tal equilibrio depende de la actividad física y de la vestimenta del sujeto, así como de los parámetros ambientales: temperatura del aire, temperatura radiante media, velocidad del aire y humedad del aire.” Otro concepto con el que (Hernandez Prezzi, 2007) también manifestó la definición del confort térmico es: “Una sensación de bienestar en lo que refiere a la temperatura, se basa en conseguir el equilibrio entre el calor producido por el cuerpo y su disipación en el ambiente”.

Para lograr este equilibrio existen siete parámetros que se relacionan entre ellos, tres de estos tienen que ver con el ser humano y son: el metabolismo, tipo de vestimenta y la temperatura de la piel. Los otros cuatro que tienen que ver más con el medio ambiente que lo rodea y son: la temperatura del aire, la humedad relativa, la temperatura superficial de los elementos y la velocidad del aire. (Vasquez G. , 2017) Estos siete parámetros son aplicables de forma general, aunque se debe tomar en cuenta las condiciones específicas de la localidad donde se realice el estudio, como son el ingreso del sol por las ventanas, capacidad de adaptación de las personas, el peso y otro tipo de factores subjetivos que van a cambiar la percepción de confort (Hernandez Prezzi, 2007).

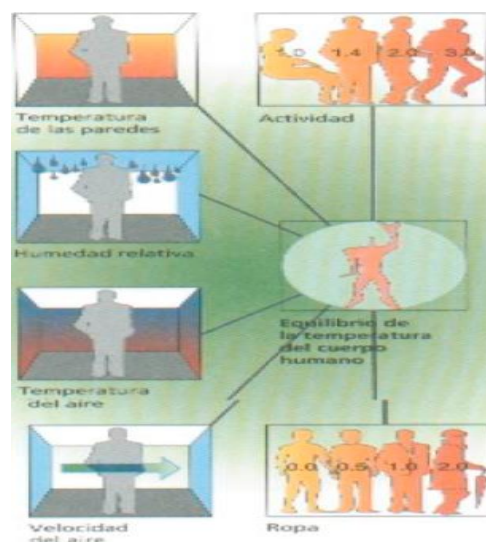


Figura 19. Parámetros que determinan el confort térmico.

Fuente: Tomada de (Hernandez Prezzi, 2007).

Bases teóricas del confort térmico

Actualmente el confort térmico mantiene muchos estudios y bases teóricas en las cuales se ha dado a conocer a lo largo de los años, es por esto que se debe plantear de manera clara cuales son estas metodologías usadas para descubrir el confort térmico del cuerpo humano dentro de un espacio interior y exterior.

Para definir el confort térmico en la actualidad existen dos teorías diferentes, estas son la teoría del balance térmico y la teoría adaptativa. La teoría del balance térmico (Fanger, 1970) se basa en estudios dentro de cámaras climáticas, y la teoría adaptativa propuesta por los psicológicos (Brager & Dear, 1998), basadas en estudios de campo (Godoy, 2012).

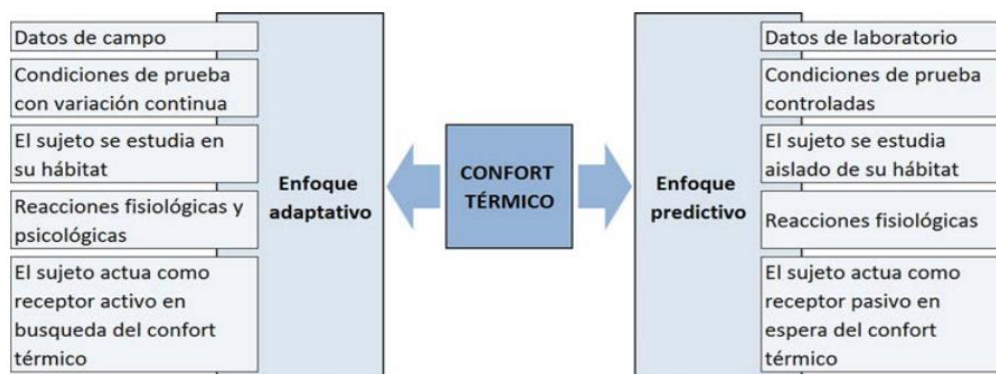


Figura 20. Diferencias básicas entre enfoques de estudios del confort térmico humano.

Fuente: Tomada de (Rincón, 2019).

Balance térmico Povl Ole Fanger (1934-2006)

Fue el creador de lo que se denomina el modelo de balance térmico, el cual va unido a los indicadores PMV/PPD. En 1973 Fanger publica los primeros trabajos sobre la influencia de las condiciones climáticas en interiores de edificios sobre el ser humano. Se definen por primera vez los parámetros que influyen en el confort y dos métodos para cuantificar este, PMV (Predictive mean vote) voto medio previsto y PPD (predictive percentage dissatisfied) porcentaje previsto de insatisfechos (Fanger, 1970).

Con respecto a lo expuesto (Godoy, 2012) manifiesta que dichas relaciones han sido la base para los modelos de confort propuestos por Fanger, el mismo que incorpora los seis factores de confort mencionados por McPherson en 1962 que los divide en variables físicas:

temperatura del aire (°c), velocidad del aire (m/s), humedad relativa (%) y temperatura media radiante (°c); y las variables personales: nivel de arropamiento (clo) y nivel de actividad (met) (Fanger, 1970).

Enfoque adaptativo Brager & Dear (1998)

En el modelo adaptativo las personas juegan un papel instrumental creando sus propias preferencias térmicas a través del modo en el que ellos interactúan con el ambiente, modifican su propio comportamiento o gradualmente adaptan sus expectativas en función del ambiente térmico en el que se encuentren (Brager & Dear, 1998). Una definición genérica del término adaptación podría ser una disminución gradual de la respuesta del organismo a una estimulación repetida del ambiente.

A partir de esta definición general es posible distinguir claramente tres categorías de adaptación térmica (Brager & Dear, 1998):

- **Ajuste de comportamiento:** Se trata de ajustes de actividad, poner y quitar ropa, regular aire acondicionado, dormir una siesta en día de calor, etc.
- **fisiológicos:** Una definición podría ser los cambios en la respuesta psicológica como resultado de la exposición a factores térmicos del medioambiente. Esto puede conducir a una disminución gradual de la tensión producida por esta exposición. Sin embargo, estos procesos se dan con exposiciones prolongadas a condiciones extremas. Por lo tanto, su influencia en la edificación no es muy significativa.
- **Psicológicos:** Se refiere a la percepción alterada y la posterior reacción a la información sensorial debido a experiencias pasadas y a las expectativas. Las consignas de confort personal están muy lejos de ser un termostato.

A continuación, se podrá observar un esquema de cómo funciona el proceso y desarrollo de adaptación del confort térmico en ambientes interiores de las edificaciones, por lo tanto, se verá reflejado en el siguiente gráfico según lo que manifiesta la teoría de (Djongyang, Tchindac, & Njomo, 2010):

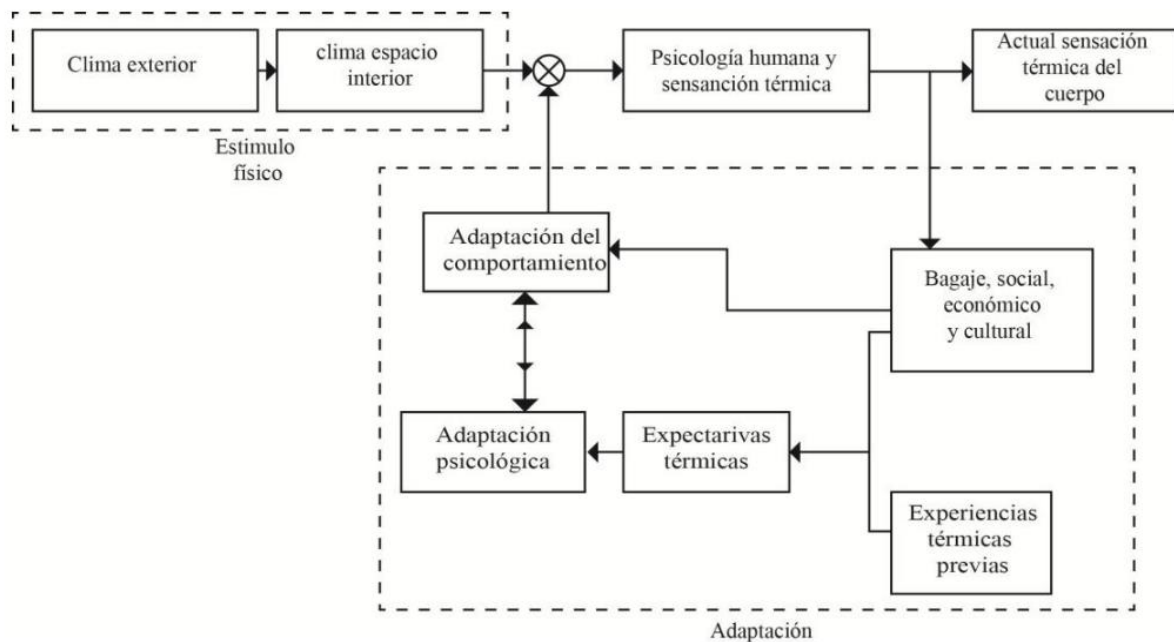


Figura 21. Esquema de funcionamiento del proceso adaptativo.

Fuente: Tomada de (Djongyang, Tchindac, & Njomo, 2010).

Enfoque de predicción

El modelo conceptual del enfoque de predicción de confort térmico establece que la explicación operativa del confort se reduzca a un estado de equilibrio resultante del balance de las cargas térmicas operativas del confort, por lo que se reduce a un estado de equilibrio resultante del balance de las cargas térmicas que se intercambian entre el cuerpo humano y su ambiente inmediato, debido al proceso químico del metabolismo y al proceso fisiológico de termorregulación en respuesta a los elementos externos del clima como son: La radiación solar, temperatura de bulbo seco, humedad relativa y velocidad del viento, como elementos principales (Critchfield, 1974).

Los elementos del clima son importantes en el proceso de la sensación térmica fisiológica, ya que de estos depende las temperaturas periférica y central, cabe mencionar que aun cuando la mayoría de los modelos de confort térmico de predicción son para interiores y se considera sólo la radiación emitida por el ambiente térmico, existen modelos para exteriores donde se considera el valor de la radiación solar directa e infrarroja. El enfoque considera a todos los seres humanos iguales, tanto desde el punto de vista biológico

como físico-químico, por lo que equipara los mecanismos de sensación de confort de todos los individuos, y por lo tanto sus parámetros, independientemente de las condiciones del ambiente térmico en que se desenvuelven (Bojórquez, 2010).

Los intercambios de calor por radiación, por convección natural, por convección respiratoria y por conducción, pueden aumentar o disminuir la sensación térmica fisiológica de calor a frío. Por otro lado, las pérdidas por evaporación respiratoria, por difusión del vapor, o por sudor, así como el efecto aislante de la ropa, afectan las decisiones del sistema de termorregulación (Bojórquez, 2010).

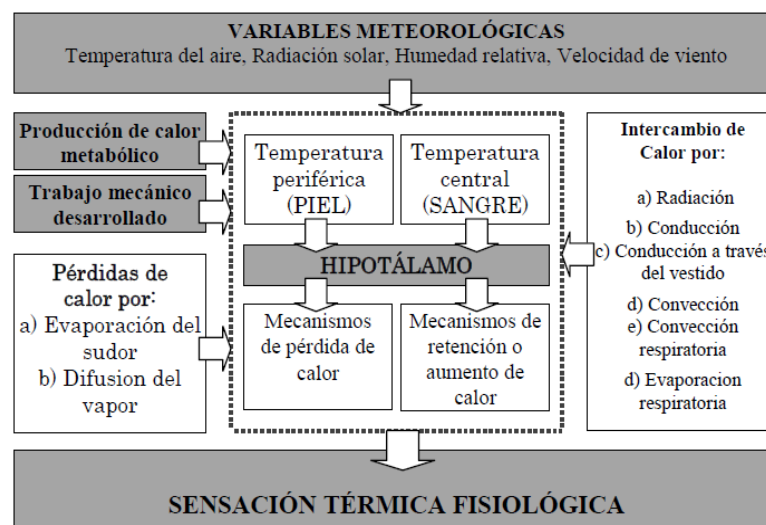


Figura 22. Variables meteorológicas.

Fuente: Tomada de (Bojórquez, 2010) basada en (Fanger, 1970).

Vivienda

Se entiende la vivienda como el hábitat básico para las sociedades humanas en el sentido de: disponer de un lugar privado, espacio suficiente, accesibilidad física, seguridad adecuada, seguridad de tenencia, estabilidad y durabilidad estructurales, iluminación, calefacción y ventilación suficientes, una infraestructura básica adecuada que incluya servicios de abastecimiento de agua, saneamiento y eliminación de desechos, factores apropiados de calidad del medio ambiente y relacionados con la salud, y un emplazamiento adecuado y con acceso al trabajo y a los servicios básicos, todo ello a un costo razonable (Organizaicón de las Naciones Unidas [ONU] , 2006).

Arquitectura bioclimática

Para que pueda existir un confort higrotérmico adecuado dentro de los espacios de una vivienda, la arquitectura bioclimática es la que debe estar estrechamente vinculada a la construcción de una edificación.

El concepto de arquitectura bioclimática según lo manifiesta (Piñeiro, 2015) es relativamente novedoso e implica que, además de controlar la luz, el espacio y el color en la actividad proyectual, así como las emociones, sensaciones y comportamientos que éstos provocan en sus ocupantes, el arquitecto llegue a prever también el comportamiento higrotérmico o, lo que es lo mismo, los parámetros de temperatura y humedad en el interior del edificio, de tal forma que mediante el uso de medidas pasivas se consiga que el edificio se caliente, enfríe y ventile por sí mismo para alcanzar el confort térmico.

Estas medidas guardan relación con la orientación, tipología y estructura formal del edificio, así como con la disposición y colocación de los diferentes componentes arquitectónicos en el mismo, con lo que se podría llegar a prescindir, dependiendo de la severidad del clima, de medidas activas para su climatización, pudiéndose incluso reducir el coste final del edificio y su huella ecológica (Piñeiro, 2015).

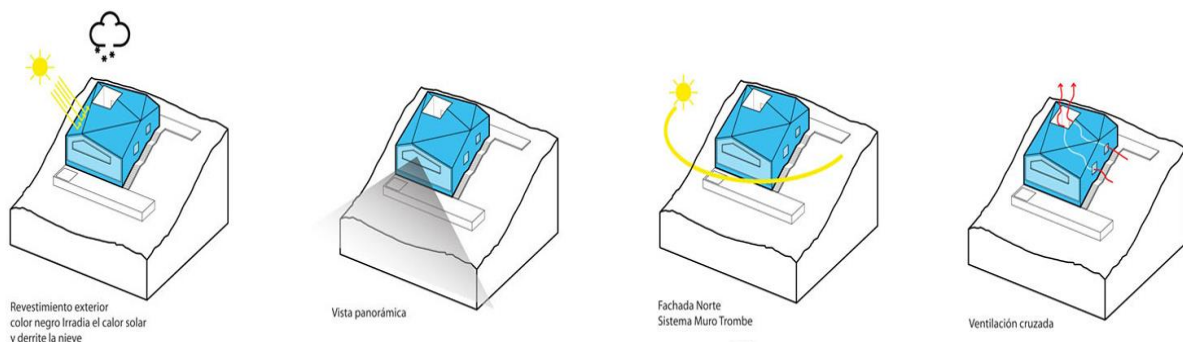


Figura 23. Esquemas del funcionamiento climático de edificios.

Fuente: Tomada de (Piñeiro, 2015).

Envolvente térmica

La envolvente térmica según manifiesta (Flores, González, & Ferraro, 2018) de un edificio es el conjunto de cerramientos (suelos, cubiertas, fachadas, etc.) que separan los espacios habitables con el exterior (terreno, aire y otros edificios) y las particiones interiores

que separan los espacios habitables de los no habitables que a su vez están en contacto con el exterior. Su finalidad es proteger a los habitantes del clima exterior, logrando el bienestar interior, soportando distintas condiciones ambientales.

Con respecto a las características iniciales y elementales que debe mantener la envolvente de una vivienda según lo expresa (Maristany & Angiolini, 2017) es simplemente a partir del comportamiento del material o elemento constructivo seleccionado para el cerramiento, como una piel ininterrumpida, sin solución de continuidad, en la cual aparentemente se mantienen las condiciones y su comportamiento frente a la transferencia de energía entre el interior y el exterior.

Las envolventes (muros, ventanas, techos) son los que realizan el intercambio energético frente al clima donde se insertan. Son las envolventes el límite entre un medio que pretende estar controlado y otro que no lo está. Las características básicas de las envolventes determinan su comportamiento frente a los flujos de calor, de aire, de humedad, de luz, y de sonidos o ruidos, de la misma manera existen los aspectos configuradores de la envolvente influyen en el comportamiento higrotérmico: la transferencia de calor y el control de la humedad (Maristany & Angiolini, 2017).

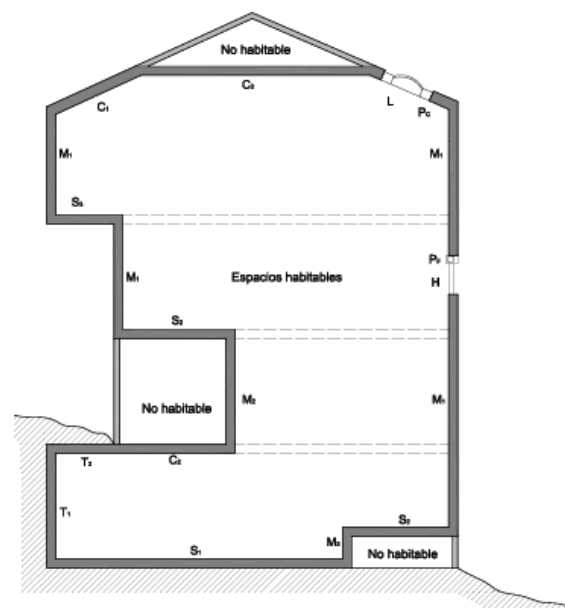


Figura 24. Esquema de envolvente térmica de un edificio.

Fuente: Tomada de (AHORRO DE ENERGÍA [HE]).

La materialidad y su relación con el confort higrotérmico

Para conocer el aporte de la materialidad al confort higrotérmico dentro de una edificación es indispensable comprender la base teórica, por lo tanto para (Mendoza, 2016) la materialidad se entiende como el proceso a través del cual la idea o concepto arquitectónico se hace materia, o elemento tangible, de modo que pueda ser identificable a través de la forma y las características físicas del hecho arquitectónico.

En principio, la materialidad implicará el manejo del material como elemento base para hacer realidad la idea arquitectónica, aplicada a la superficie de la propia arquitectura, donde la elección del material ha sido pensada para fomentar experiencias espaciales a través del estímulo sensorial y manejo de características acústicas por parte del usuario (Hegger, Drexler, & Zeumer, 2010).

Existen tres tipos de materialidad: materialidad visible, materialidad interna y materialidad asociativa. Para Hegger, Drexler y Zeumer, la materialidad visible se percibe por los sentidos, transmite sensación de una presencia física y evidencia el dominio del material; la materialidad interna, está referida a la misma estructura del objeto arquitectónico; la materialidad asociativa al aspecto simbólico al que se asocian los materiales empleados en la construcción (Mendoza, 2016).



Figura 25. La materialidad en la arquitectura.

Fuente: Tomada de (Hegger, Drexler, & Zeumer, 2010).

En la arquitectura es fundamental la importancia de la materialidad para la expresión de una arquitectura que debe transmitir sensaciones como una experiencia única, personal e íntima, por lo cual (Pesantes, Tarma, La Rosa, Boneff, & Zulueta, 2022) manifiesta que se logra con una relación entre el individuo y la obra arquitectónica, por lo tanto, la arquitectura

debe guiar todos los sentidos al mismo tiempo y fusionar la imagen de nosotros con nuestra experiencia del mundo. Es de esta manera que se puede describir a la materialidad según lo manifiesta (Pallasma, 2017) como:

“La arquitectura que expresa la experiencia de la vida en el mundo y realza nuestro sentido de la realidad y de uno mismo, no nos hace vivir en un mundo de pura fantasía e invención.”

Teniendo en cuenta que el enfoque de la materialidad en la arquitectura sensorial nos lleva hacia el mejoramiento de la calidad de vida de los ciudadanos. Para ello es necesario que se investigue sobre las condiciones actuales de nuestro entorno y de esta manera pueda ser mejorado, afín de diseñar un espacio comfortable para los habitantes.

Materiales de construcción confortables

Los materiales de construcción confortables son aquellos que presentan características las cuales puedan ayudar a regular el confort térmico dentro de una vivienda, considerando el clima de donde está ubicada la vivienda, es por esto que (Delgado, 2017) manifiesta que en el sector de la construcción entran en escena una serie de materiales con distintos procesos tecnológicos y productivos que afectan al medio de forma considerable y que, generalmente, son de desconocimiento social. La vivienda y sus edificaciones forman parte de nuestras necesidades primarias para la humanidad. Dentro de la arquitectura sustentable es importante marcar un objetivo central, siendo esta el uso de materiales renovables hace referencia a que puedan volver a reconstituirse en un tiempo determinado.

Partiendo de esta conceptualización según (Delgado, 2017) establece como material sustentable con propiedades confortables a la caña guadúa, desde la visión de la sustentabilidad, está enfocada en el eco-diseño. En este sentido, este material proyecta acciones que lo seleccionan como material de bajo impacto ambiental, ya que aplican a procesos alternativos, optimizan recursos constructivos y una mejora o diferenciación clara de otros de tal manera que se evidencie un desarrollo innovador y creativo.

La caña guadúa como envolvente

El bambú o caña guadua es, indiscutiblemente, según lo manifiesta (Matute, 2016) uno de los materiales sostenibles que el ser humano posee en la actualidad y constituye una alternativa importante para el sector de la construcción y en específico, a la respuesta constructiva que necesita la vivienda.

Tiene muchas aplicaciones, que pueden ser utilizado desde las vigas, panelería, tejas, cañerías, envolventes y paneles exteriores; la flexibilidad prestada lo convierte en un material antisísmico y además trabaja como aislante de frío, calor y del ruido por las cámaras de aire que forman los troncos de caña guadua (Uribe, 2012).

La caña guadúa presenta características termo reguladoras ya que mantienen conductividades bajas y alta densidades según lo manifiesta (Shah, Bock, Mulligan, & Ramage, 2015) es por esto que es de gran interés para la aplicación de envolventes dentro del medio constructivo, ya que ayuda a bajar el consumo energético. Esto siendo evidenciado en el marco referencial internacional de la casa Carabanchel Housing, ya antes expuesto en esta investigación, en la que (Giordano & Cabrera, 2008) manifiesta que:

“La incidencia del sol es regulada por el envolvente de bambú o caña guadúa, y al mismo tiempo regula el ingreso de luz creando una sensación de confort térmico y lumínico”

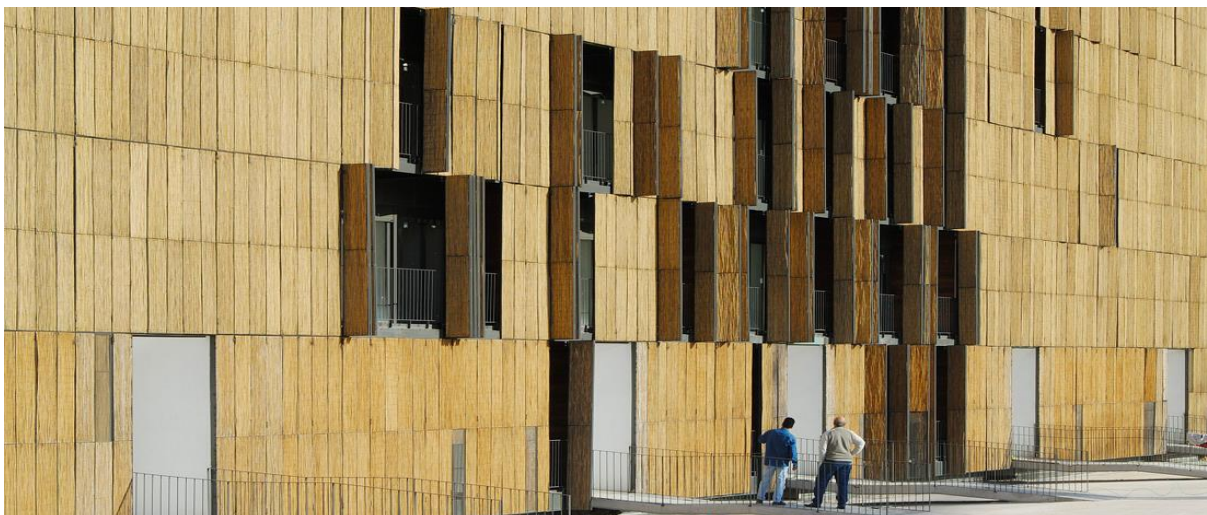


Figura 26. Envolvente de caña guadúa en edificio Carabanchel Housing.

Fuente: Tomada de (Saieh, 2008).

Caña Guadúa

Constituye una de las familias botánicas más extensas e importantes para el hombre, con miles de usos y aplicaciones descritos en diferentes culturas. Son el único grupo de plantas herbáceas¹ que presentan una gran amplitud ecológica, adaptadas para crear bosques y demuestran una enorme adaptabilidad a diferentes suelos y ambientes. Están presentes de manera natural en una amplia distribución geográfica que abarca principalmente tres grandes regiones; gran parte de América, en África y una zona de Asia (Vacas, 2016).



Figura 27. Distribución geográfica de caña guadúa.

Fuente: Tomada de (Vacas, 2016).

La caña guadúa angustifolia, según (Vacas, 2016) lo manifiesta suele ser reconocible por la banda blanca alrededor del nudo y sus espinas en las ramas, es originaria de América, pero solo en Ecuador, Colombia y parte de Venezuela existe la especie conocida por los científicos como "Guadua Angustifolia". Científicos de otros países han catalogado a esta guadua como uno de los 'mejores bambúes del mundo', por sus características físicas, mecánicas y botánicas.



Figura 28. Caña Guadúa Angustifolia en estado natural.

Fuente: Tomada de (Vizcarra, 2021).

El arquitecto Simón Vélez, según lo manifiesta (Salas Delgado, 2008) es uno de los principales arquitectos que se ha destacado por obras emblemáticas con caña guadúa, él logra en sus obras “interpretar” nuestra arquitectura más “primitiva”, apoyado en la memoria colectiva, dándole una solución contemporánea a cada uno de sus proyectos, consiguiendo así que su obra tenga siempre una lectura de eso que denominamos “pasado”. Estos rasgos tipológicos que permanecen presentes, unidos con el compromiso ambiental de su obra, hacen que ésta sea un “símbolo y una búsqueda hacia lo primitivo y originario.” Un de los textos que podemos destacar de este arquitecto es: “Asumiré los materiales de la caña guadúa disponibles en el sitio mismo e incorporará la tradición constructiva regional asimilando sus beneficios, los aspectos ambientales climáticos, etc.” (Velez, 2003).

Propiedades de la Caña Guadúa Angustifolia

La guadua se caracteriza por una gran resistencia, durabilidad y fácil manejo, según lo manifiesta (Vacas, 2016) por lo tanto, lo ha llevó a denominarla el acero vegetal. Este siendo, un recurso sostenible y renovable, que se auto multiplica vegetativamente, sin necesidad de semillas para reproducirse. La especie Guadúa angustifolia sobresale dentro del género por sus propiedades físico mecánicas y por el tamaño de sus culmos que alcanzan hasta 30 metros de altura y 25 centímetros de diámetro (Vizcarra, 2021).

Estructura de la Caña Guadúa

La caña guadúa Angustifolia según lo que da a conocer (Soler, 2017) posee una estructura de ejes vegetativos segmentados por nudos o nodos, que crecen verticales. Su estructura celular es lignificada, es decir, los depósitos de lignina de las paredes celulares hacen que el material se haga progresivamente más leñoso, como ocurre con la madera.

A diferencia de los árboles, el tallo de la caña guadúa (denominado caña o culmo) suele ser hueco y está dividido por varios tabiques. Además, la superficie de la caña guadúa es muy dura, mientras que el interior es blando. Los elementos de la estructura principal de las plantas de la caña guadúa se delimitan por tres variables como es el rizoma, el tronco o culmo y las ramas u hojas.

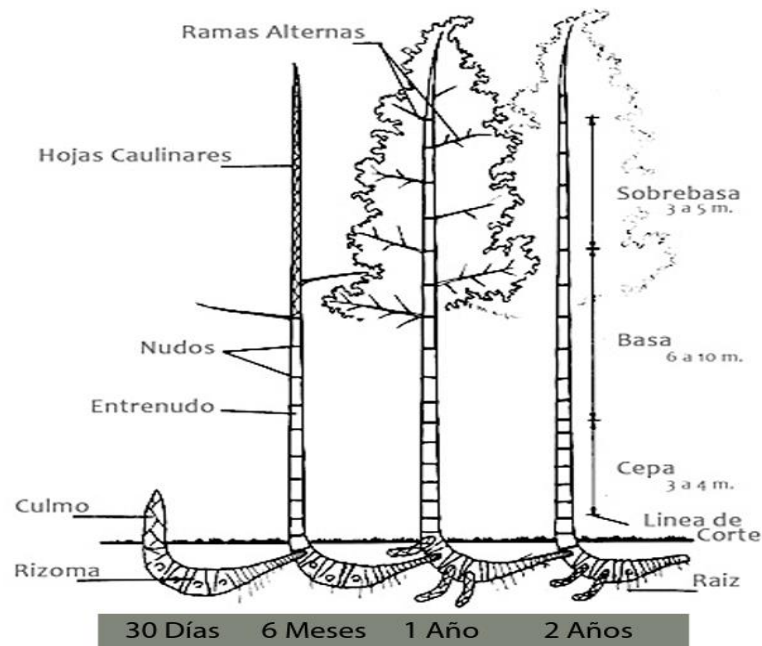


Figura 29. Estructura interna de la Caña Guadúa Angustifolia.

Fuente: Tomada de (Bambusa.es, 2018).

Marco Legal

Se determinaron diferentes tipos de normativas que son importantes para el entendimiento y la aportación de este caso de estudio, ya que son las que han determinado las normativas y decretos vigentes no solo a nivel nacional sino también a nivel internacional con respecto al confort higrotérmico aplicadas dentro del campo de la arquitectura y su relación entre las variables ambientales y la sensación térmica del cuerpo humano.

El análisis de la normatividad vigente en los estudios de confort térmico es importante, ya que permite identificar los alcances y limitaciones de las normas en lo que se respecta a los usuarios, las condiciones de desarrollo de los modelos de confort térmico en que se basan, las consideraciones de tipo fisiológicas y psicológico que presentan, los niveles de arropamiento y actividad, además de los tipos de espacios arquitectónicos a los que van dirigidos (Bojórquez, 2010).

Analizando la (Constitución de la República del Ecuador, 2008) nos establece los siguientes artículos que son fundamentales para conocer nuestros derechos dentro del país en donde está ubicado el análisis de caso.

Hábitat y vivienda (Constitución de la República del Ecuador, 2008)

Art. 30.- las personas tienen derecho a un hábitat seguro y saludable, y a una vivienda adecuada y digna, con independencia de su situación social y económica. (p.18)

Ambiente sano (Constitución de la República del Ecuador, 2008)

Art. 14.- Se reconoce el derecho de la población a vivir en un ambiente sano y ecológicamente equilibrado, que garantice la sostenibilidad y el buen vivir. (p.14)

Derechos de libertad (Artículo 66 [TÍTULO II], 2008)

Art. 66.- Se reconoce y garantizará a las personas:

27.- El derecho a vivir en un ambiente sano, ecológicamente equilibrado, libre de contaminación y en armonía con la naturaleza. (p. 32)

ISO 7730:2005

Ergonomía del ambiente térmico, determinación analítica e interpretación del bienestar térmico mediante el cálculo de los índices PMV y PPD y criterios de bienestar térmico local.

Esta norma internacional, que aborda la evaluación de los ambientes térmicos moderados, ha sido desarrollada en paralelo con la revisión de la norma 55 de ASHRAE, y forma parte de una de una serie de documentos que especifican métodos para la medida y evaluación de los ambientes térmicos moderados y extremos a los que los seres humanos están expuestos (International Organization for Standardization [ISO 7730], 2006).

Esta norma internacional la cual tiene como finalidad la evaluación de los ambientes térmicos moderados, tiene como su base de análisis la sensación térmica que es experimentada por un ser humano dentro de un espacio definido, la cual es expresada mediante el cálculo del Voto Medio Pronosticado (PMV), adicional esta norma incorpora dentro de sus parámetros la predicción del Porcentaje estimado de insatisfechos (PPD), el cual es obtenido después del cálculo del PMV. Dentro de esta norma también se incluye los efectos causados por el movimiento del aire, radiación asimétrica y la temperatura operativa dentro de los espacios de estudio que se analiza (ISO 7730, 2006).

Esta norma internacional toma como base de estudio a un usuario definido, que es aquel que mantiene una actividad de tipo pasiva y ligera, con un tipo de vestimenta de color claro o con tonos de color claro, con actividades dentro de oficinas o similares. Así mismo el nivel de arropamiento de los usuarios es propio del nivel de actividad, es decir propio de una oficina, sin embargo, esta norma puede ser ocupada con diferentes combinaciones de la tasa metabólica, el aislamiento por el nivel de arropamiento, temperatura del aire, humedad relativa, velocidad del viento y la temperatura media radiante (ISO 7730, 2006).

La limitación que presenta esta norma es que no se considera niveles de actividad diferente al analizado, como son actividades de tipo moderadas, o intensas como dentro de un gimnasio, así mismo no se considera diferentes tipologías de espacios. Se indica dentro de la norma que la permanencia de un usuario para poder determinar la lectura correcta del ambiente térmico es de una permanencia de no menos de 30 minutos (ISO 7730, 2006).

Se preestablecen condiciones límites para su aplicación, dando rangos tanto para la temperatura de bulbo seco como para la humedad relativa; es así que para verano las condiciones propuestas son: $23 \pm 3^{\circ}\text{C}$ a $24.5 \pm 1^{\circ}\text{C}$, con un 60% de humedad relativa; y a la vez los rangos preestablecidos para inviernos son: $19 \pm 4^{\circ}\text{C}$ a $22 \pm 1^{\circ}\text{C}$, con el 40% de humedad. Es importante mencionar que dentro de la norma no se hace referencia del método por el cual se proponen estos rangos; en lo referente a la velocidad del viento se considera por estar en ambientes interiores una velocidad de $< 0.1\text{m/s}$. (ISO 7730, 2006).

Voto medio estimado. PMV (Predicted mean vote)

De acuerdo a esta normativa, la definición para el PMV es: “un índice que refleja el valor medio de los votos emitidos por un grupo numeroso de personas respecto de una escala de sensación térmica de siete niveles (Ver Tabla 6), basado en el equilibrio térmico del cuerpo humano. El equilibrio térmico se obtiene cuando la producción interna de calor del cuerpo es igual a su pérdida hacia el ambiente. En un ambiente moderado, el sistema termorregulador

tratará de modificar automáticamente la temperatura de la piel y la secreción de sudor para mantener el equilibrio térmico” (ISO 7730, 2006).

| | |
|----|----------------------|
| +3 | Muy caluroso |
| +2 | Caluroso |
| +1 | Ligeramente caluroso |
| 0 | Neutro |
| -1 | Ligeramente fresco |
| -2 | Fresco |
| -3 | Frío |

Tabla 6. Escala de sensación térmica de siete niveles.

Fuente: Elaborado por los autores basada en (ISO 7730, 2006).

El PMV puede ser calculado por medio de ecuaciones en donde intervienen diferentes tipos de variables, así mismo se puede determinar el PMV por medio de tablas ya propuestas en la norma ISO 7730:2006 (ISO 7730, 2006).

Porcentaje estimado de insatisfechos PPD (predicted percentage dissatisfied)

Con respecto a la norma ISO 7730:2006, este describe que el PPD es: “el valor medio de los votos sobre la sensación térmica que emitiría un grupo numeroso de personas sometidas al mismo ambiente. No obstante, los votos individuales están dispersos alrededor del valor medio, siendo útil el poder estimar el número de personas que, probablemente, sentirán incomodidad debido al calor o al frío” (ISO 7730, 2006).

Adicional se establece que el PPD es un índice de una predicción cuantitativa sobre un porcentaje de individuos que se sienten insatisfechos por sentir demasiado frío o demasiado calor. Este porcentaje según (Vasquez G. , 2017) se marca dentro de las personas que votarían por muy caluroso, fresco o frío, en base a la escala de siete niveles del PMV esta descrita en la Tabla N° 6.

En la Figura N° 30 se indican los resultados obtenidos por Fanger, que se expresan como porcentaje de personas que se sienten insatisfechas para cada valor del índice PMV. Se demuestra que el mejor resultado posible comporta la insatisfacción del 5% del grupo, por sofisticado que sea el sistema de acondicionamiento térmico del local (ASEPEYO, 2005).

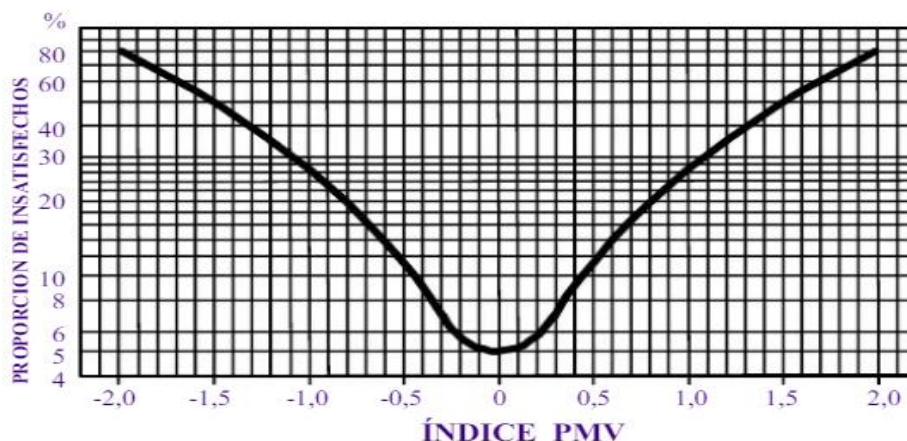


Figura 30. PPD en función de PMV.

Fuente: Tomada de (ASEPEYO, 2005).

De esta forma (Vasquez G. , 2017) expone que el PPD determina, dentro de un numeroso grupo de individuos, la cantidad de individuos térmicamente insatisfechos, entendiéndose que el resto de individuos se sentirán térmicamente neutrales, ligeramente calurosos o ligeramente frescos. Esto se observa de mejor forma la distribución estimada de votos con relación al PMV en la Tabla N° 7.

| PMV | PPD | Personas que se estiman que voten % | | |
|------|-----|-------------------------------------|------------|--------------------|
| | | 0 | -1, 0 o +1 | -2, -1, 0, +1 o +2 |
| +2 | 75 | 5 | 25 | 70 |
| +1 | 25 | 30 | 75 | 95 |
| +0,5 | 10 | 55 | 90 | 98 |
| 0 | 5 | 60 | 95 | 100 |
| -0,5 | 10 | 55 | 90 | 98 |
| -1 | 25 | 30 | 75 | 95 |
| -2 | 75 | 5 | 25 | 70 |

Basado en experimentos con 1300 sujetos

Tabla 7. Distribución de la sensación térmica para diferentes valores de voto medio.

Fuente: Elaborado por autores basada en (ISO 7730, 2006).

ANSI/ASHRAE 55:2004*Condiciones del ambiente térmico para ocupación humana*

En el 2004 el (American National Standards Institute [ANSI]), publicó la versión actualizada de la ANSI/ASHRAE 55:1992, esta norma especifica las condiciones del ambiente térmico dentro de las cuales un porcentaje determinado de los usuarios se encuentra en un ambiente térmico aceptable. Se incluyen cálculos para determinar el PMV y el PPD incluyendo el concepto de adaptación y su aplicación se da para el diseño y pruebas de edificios, como también en otros espacios donde se posee aire acondicionado, además de la evaluación de los ambientes térmicos con ventilación natural (Vasquez G. , 2017).

Para la aplicación de esta norma (Vasquez G. , 2017) expone que se considera: temperatura del aire, radiación térmica, humedad y velocidad del aire. Dentro de la norma no se consideran los aspectos de tipo metabólico, aislamiento por vestimenta, nivel de actividad o una temperatura preestablecida para confort, al no considerar dichos aspectos se contradice en la parte del estándar que apoya el efecto por adaptación; sin embargo, establece parámetros de ajuste cuando la situación de caso de análisis sea lo suficientemente distinta a los valores estándar propuestos en esta norma (STANDARD ASHRAE 55, 2020).

A pesar de que esta norma analiza las actividades de tipo pasivo en espacios de oficinas, pueden ser realizados ajustes para análisis con actividades moderadas o intensas. Dicha norma está diseñada para adultos en condiciones de salud sanas y dentro de una presión atmosférica equivalente o superior a altitudes sobre 3000 m.s.n.m. con un período de estancia no menor a 15 minutos (Vasquez G. , 2017).

ISO 10551:1995*Ergonomía del ambiente térmico. Escalas de juicio subjetivo*

La (International Standardization Organization [ISO 10551], 1995) a diferencia de otros estándares sobre confort térmico, este utiliza un enfoque de adaptación, basado en respuestas de tipo cerrado a preguntas en un cuestionario, que recolectan la información

sobre la sensación térmica percibida de los individuos expuesto a distintos ambientes térmicos (Bojórquez, 2010).

La norma está diseñada con base en las condiciones térmicas del cuerpo, para actividades de tipo pasivo (menores o iguales a 70 W/m²), con vestimenta de 0.5 a 1.2 clo y una permanencia mínima de 30 minutos en el ambiente térmico a evaluar. Con (ISO 10551, 1995), es posible evaluar el proceso de adaptación de los sujetos mediante la aplicación de cuestionarios cada 30 minutos y ver una posible variación temporal en la sensación térmica percibida, cabe mencionar que este procedimiento puede generar sesgos en la información obtenida debido a la repetición inconsciente de respuesta de los sujetos de estudio. Los rangos de edad son de 12 a 65 años; (ISO 10551, 1995) establece que su aplicación es sólo para personas sanas, no considera la variabilidad de metabolismo por edad, complexión física y peso (Bojórquez, 2010).

Cabe mencionar que como complemento a esta norma se utilizan instrumentos de medición de variables meteorológicas como: temperatura de bulbo seco, humedad relativa, velocidad de viento, radiación solar y temperatura de globo negro. Con los datos registrados se hacen correlaciones con las respuestas de juicio subjetivo y es posible establecer valores de confort térmico para las variables mencionadas (Bojórquez, 2010).

| TIPO DE JUICIO | Perceptual | Evaluación afectiva | Preferencia térmica | Aceptación personal | Tolerancia personal |
|------------------|---|--|--|--|---|
| OBJETO DE JUICIO | <i>Sensación térmica personal</i> | | | <i>Ambiente térmico</i> | |
| Pregunta base | <i>¿Cómo se siente usted en este preciso momento?</i> | <i>¿Cómo se encuentra usted en este momento?</i> | <i>¿Cómo preferiría usted sentirse en este momento?</i> | <i>¿Cómo considera el ambiente (clima local) en lo personal?</i> | <i>¿Qué tan tolerable le parecen las condiciones del ambiente en este momento?</i> |
| Niveles | 7 o 9 | 4 o 5 | 7 o 3 | 2 | 5 |
| Escalas | <i>a. Extremadamente frío</i> 1. Mucho frío 2. Frío 3. Algo de frío 4. Ni calor, ni frío 5. Algo de calor 6. Calor 7. Mucho calor <i>b. Extremadamente caliente</i> | 1. Confortable 2. Ligeramente inconfortable 3. Inconfortable <i>4. Muy inconfortable</i> 5. Extremadamente inconfortable | <i>a. Mucho más fresco</i> <i>b. Más fresco</i> 1. Un poco más fresco 2. Sin cambio 3. Con un poco más de calor <i>c. Con más calor</i> <i>d. Mucho más caluroso</i> | 1. Generalmente aceptable 2. Generalmente inaceptable | 1. Perfectamente tolerable 2. Tolerable 3. Ligeramente intolerable 4. Intolerable 5. Extremadamente intolerable |

Figura 31. Tabla de evaluación subjetiva de estrés térmico.

Fuente: Tomada de (ISO 10551, 1995).

CAPÍTULO III

Marco Metodológico

Nivel de investigación

En el siguiente capítulo metodológico se desarrollaron diferentes procesos de investigación para orientar el estudio, según lo manifiesta (Moreno, 2005), es así que se centra básicamente en un estudio aplicado, teniendo como propósito primordial la resolución de problemas inmediatos.

Con el propósito de transformar las condiciones de calidad de vida de las personas se tomó en consideración los niveles de investigación que se realizarán para el caso de estudio, según (Eadic, 2008) este manifiesta que existen parámetros de investigación que influyen en el confort higrotérmico de los humanos, estos se consideran a nivel arquitectónico, ambiental y personal. El nivel arquitectónico se encuentra ligado a la adaptabilidad del espacio, el ambiental influye la temperatura ambiental, humedad relativa, velocidad del aire, temperatura radiante y radiación solar y por último el personal el cual es el que determina la sensación térmica, tiempo de permanencia, género y edad.

| Parámetro de investigación | Factores |
|----------------------------|---------------------------|
| Arquitectónico | Adaptabilidad del espacio |
| Ambiental | Temperatura del aire |
| | Humedad relativa |
| | Velocidad del aire |
| | Temperatura radiante |
| | Radiación solar |
| Personales | Sensación térmica |
| | Tiempo de permanencia |
| | Género, Edad |

Tabla 8. Parámetros de confort higrotérmico en viviendas de caña guadúa.

Fuente: Elaboración de los autores de este análisis de caso basada en (Eadic, 2008).

Para poder llevar a cabo el desarrollo de este capítulo se plantearon varios aspectos de investigación como el análisis, la identificación del problema y la descripción del mismo, es por esto que se tomó una investigación mixta en la que según (Cauas, 2015) tenemos los siguientes tipos de investigación:

| <i>Nivel</i> | <i>Tipo de estudio</i> | |
|--------------------------|---|---------------------------------------|
| I: Exploratorio | Estudios sin instrumentos de recolección para medición de variables, solo para identificación de variables. | |
| II: Descriptivo | Estudio con encuesta Estudio de casos Investigación histórica Estudios de evolución o desarrollo | |
| III: Correlacional | Estudios de correlación simple Estudios comparativos | |
| IV: Correlacional causal | Control mínimo | Postest Pretest – postest |
| | Control riguroso | Pretest, postest con grupo de control |

Figura 32. Niveles de investigación y tipos de estudios asociados.

Fuente: Tomado de (Cauas, 2015).

Para el desarrollo de la metodología se tomó en cuenta tres fases, donde se consideró como primera fase la investigación exploratoria, como segunda fase la investigación descriptiva y como tercera fase la investigación correlacional, para poder entender la finalidad de cada fase es necesario conocer las bases teóricas y la finalidad de cada una.

Investigación exploratoria

Para (Morales N. , 2015) la investigación exploratoria consiste en aportar una referencia de la temática que no es muy conocida, esta se respalda con investigaciones previas a través de expertos ya que es una forma más directa de obtener información debido a que estas personas se especializan en ciertas áreas, conocer sus opiniones y puntos de vista es de gran ayuda para todo investigador.

Podemos decir entonces, que al no haber mucha información sobre un tema que necesitamos investigar, tenemos la libertad de explorar y tratar de descubrir con previas referencias las características y dudas sobre nuestro tema de investigación, lo cual servirá de aporte a futuras investigaciones.

Investigación Descriptiva

El objetivo de la investigación descriptiva consiste en llegar a conocer las situaciones, costumbres y actitudes predominantes a través de la descripción exacta de las actividades, objetos, procesos y personas. Su meta no se limita a la recolección de datos, sino a la predicción e identificación de las relaciones que existen entre dos o más variables. Los investigadores no son meros tabuladores, sino que recogen los datos sobre la base de una hipótesis o teoría, exponen y resumen la información de manera cuidadosa y luego analizan minuciosamente los resultados, a fin de extraer generalizaciones significativas que contribuyan al conocimiento (Morales F. , 2012).

Investigación Correlacional

La investigación correlacional para (Morales F. , 2012) Se utilizan para determinar la medida en que dos variables se correlacionan entre sí, es decir el grado en que las variaciones que sufre un factor se corresponden con las que experimenta el otro. Las variables pueden hallarse estrecha o parcialmente relacionadas entre sí, pero también es posible que no exista entre ellas relación alguna. Puede decirse, en general, que la magnitud de una correlación depende de la medida en que los valores de dos variables aumenten o disminuyan en la misma o en diferente dirección.

Enfoque mixto

La presente investigación se encuentra utilizando un enfoque cualitativo y cuantitativo: un “enfoque de carácter mixto”, es un modelo de dos etapas; el cual recolecta, analiza y vincula datos cuantitativos y cualitativos en un mismo estudio, en una serie de investigaciones para responder a un planteamiento del problema, o para responder a preguntas de investigación de un planteamiento del problema. Este enfoque se fundamenta en la

triangulación de métodos. Representa el más alto grado de integración o combinación entre los enfoques cualitativo y cuantitativo (Villela, 2012).

El enfoque cualitativo permite desenvolver preguntas e hipótesis antes o después de recolectar y analizar los datos que abarcan el objeto de estudio, en este existe una amplia gama de interpretaciones que cuentan con un factor común, el cual es que las personas ven y entienden las situaciones dependiendo la experiencia que hayan tenido y de lo que le transmitan otras personas, por esto la finalidad de este tipo de enfoque es entender y explicar este factor común, mientras que para desarrollar un enfoque cuantitativo se debe primero recolectar datos de manera numérica (Hernández, Fernández, & Baptista, 2004).

Diseño de la investigación

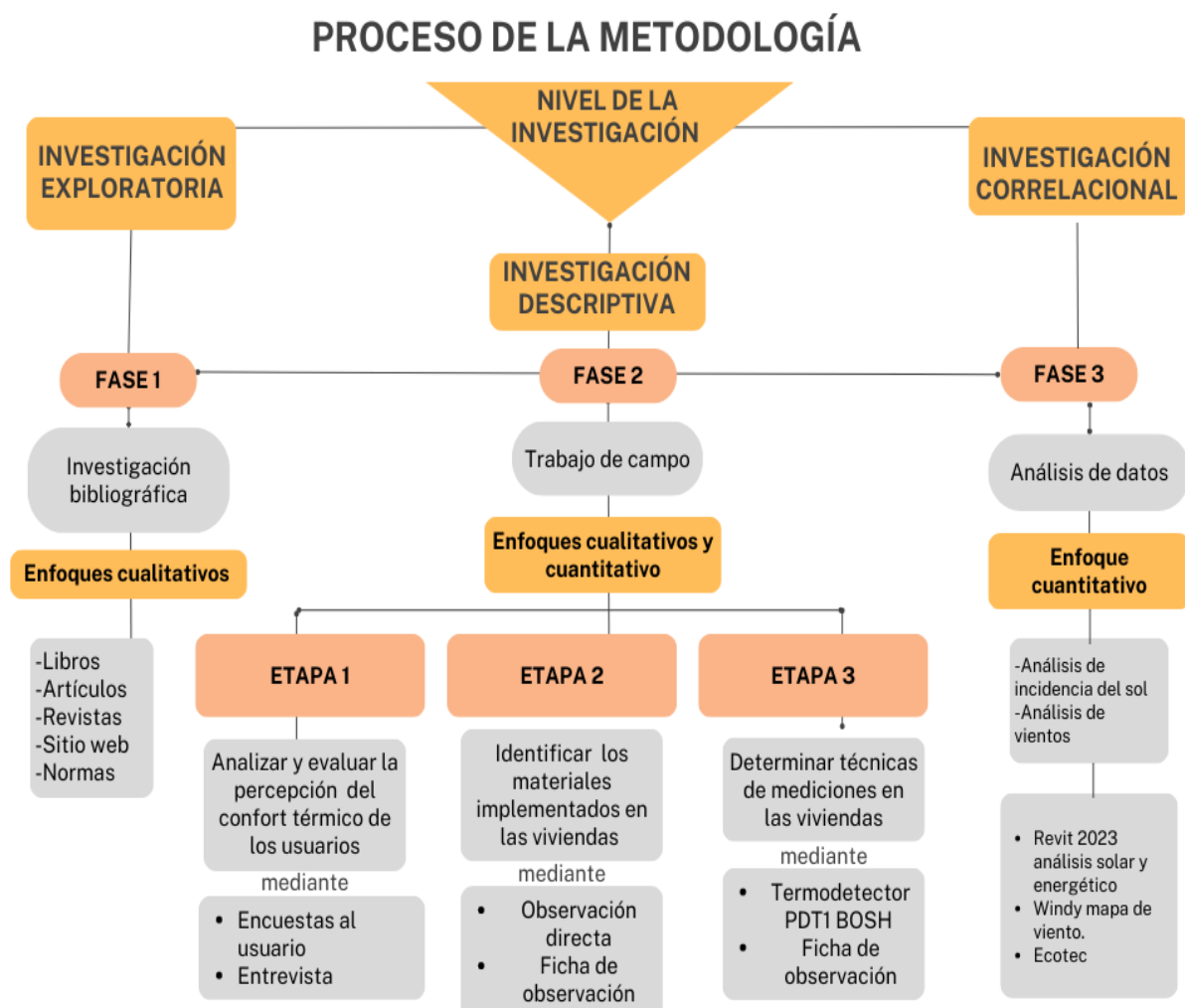


Figura 33. Proceso de metodología llevada a cabo.

Fuente: Elaborada por autores del análisis de caso.

En base a los niveles de investigación ya descritos, se determinó un diagrama de fases y etapas de la metodología implementada en este caso de estudio, en el cual demuestra el proceso que se ha desarrollado.

Fase1

Investigación bibliográfica

El trabajo de la investigación bibliográfica consiste en una etapa importante del avance del proyecto de investigación y este debe implementar la obtención de la información más relevante en el campo de estudio, de un universo de documentos que puede ser muy extenso, en esta fase se realizará la obtención de bases teóricas que ayuden al desarrollo de la problemática del caso de estudio.

La revisión bibliográfica o estado del arte corresponde a la descripción detallada de cierto tema o tecnología, pero no incluye la identificación de tendencias que puedan plantear diferentes escenarios sobre el desarrollo de la tecnología en cuestión y que permitan tomar decisiones estratégicas (Gómez y Navas, 2015).

Fase 2

Investigación de campo

La investigación de campo o trabajo de campo según (Cajal, 2015) es la recopilación de información fuera de un laboratorio o lugar de trabajo. Es decir, los datos que se necesitan para hacer la investigación se toman en ambientes reales no controlados.

Para (Tamayo, 2003) el trabajo de campo consiste en el desplazamiento del investigador al sitio de estudio, el examen y registro de los fenómenos sociales y culturales de su interés mediante la observación y participación directa en la vida social del lugar; y la utilización de un marco teórico que da significación y relevancia a los datos sociales.

En el diseño de investigación de este análisis de caso se usaron instrumentos como la encuesta, la entrevista, la observación directa in-situ en la parroquia Chirijos, la ficha de

observación para identificar las tipologías de materiales constructivos de las viviendas y fichas de observaciones para la toma de mediciones de las viviendas seleccionadas.

Etapa 1: Analizar y evaluar la percepción del confort térmico de los usuarios

Para el desarrollo de esta etapa se desarrolló en grupo de personas relativamente amplio en la parroquia Chirijos, en la que se determinó que los usuarios debían mantener viviendas con diferentes tipologías de viviendas alrededor de toda la parroquia, esto realizándolo de manera estratégica para poder encontrar diferentes tipos de resultados.

El uso de instrumentos como la encuesta y la entrevista guarda una estrecha relación con el paradigma sobre el cual se enmarca la investigación por cuanto, estas se utilizan para describir situaciones reales a partir de variables eminentemente de carácter cuantitativo, susceptibles de ser medidas y descritas objetivamente. El uso de estos instrumentos infiere a que se debe acercar más al investigador a la realidad de los sujetos; es decir, aportar la mayor posibilidad a la representación fiel de las variables a estudiar (Villela, 2012).

Población y muestra

El “muestreo” es una herramienta de la investigación científica. Cuya función básica es determinar que parte de una realidad en estudio (población o universo) debe de examinarse con la finalidad de hacer inferencias sobre dicha población. El error que se comete debido a hecho que se obtienen conclusiones sobre cierta realidad a partir de la observación de sólo una parte de ella, se denomina error de muestreo. Obtener una muestra adecuada significa lograr una versión simplificada de la población, que reproduzca de algún modo sus rasgos básicos (Villela, 2012).

Para que la muestra en la investigación sea representativa según lo manifiesta (Villela, 2012), es necesario cumplir con dos principios fundamentales:

“Todos Los elementos del universo (población) deben tener probabilidad de ser incluidos en la muestra y la probabilidad de cada elemento de ser incluido en la muestra debe ser conocida”.

| Nombre del Cantón | Nombre de la Parroquia | Sexo | | |
|-------------------|-------------------------|---------|---------|---------|
| | | Hombre | Mujer | Total |
| PORTOVIEJO | | Hombre | Mujer | Total |
| | ABDON CALDERON | 7.204 | 6.960 | 14.164 |
| | ALHAJUELA (BAJO GRANDE) | 1.844 | 1.910 | 3.754 |
| | CHIRIJOS | 1.204 | 1.158 | 2.362 |
| | CRUCITA | 7.184 | 6.866 | 14.050 |
| | PORTOVIEJO | 108.878 | 114.208 | 223.086 |
| | PUEBLO NUEVO | 1.645 | 1.524 | 3.169 |
| | RIOCHICO (RIO CHICO) | 6.155 | 5.602 | 11.757 |
| | SAN PLACIDO | 3.855 | 3.832 | 7.687 |
| Total | 137.969 | 142.060 | 280.029 | |

Figura 34. Población actual de la parroquia Chirijos.

Fuente: Tomada del (Instituto Nacional de Estadística y Censos [INEC], 2010).

La población para efectuar el trabajo de campo corresponde a 2362 habitantes que según datos proyectados por él (Instituto Nacional de Estadística y Censos [INEC], 2010), en la parroquia Chirijos del cantón Portoviejo. Se aplicó una fórmula poblacional de donde se obtuvo la muestra para encuestar, quedando de la siguiente manera.

Dónde:

| | |
|-----------|--|
| n= | Tamaño de la muestra/ usuarios |
| Z= | Nivel de confianza del 95%/1.96 |
| p= | Variabilidad positiva (%)/porcentaje de aceptación |
| q= | Variabilidad negativa (%)/porcentaje de rechazo |
| N= | Tamaño de la población/ dato conocido |
| e= | Precisión o error/ 1%-9% |

Tabla 9. Simbología de fórmula de población y muestro para la población Chirijos.

Fuente: Elaborada por los autores de este análisis de caso.

$$n = \frac{1,96^2 \times 2362 \times 0,90 \times 0,10}{0,05^2(2362 - 1) + 1,96^2 \times 0,90 \times 0,10}$$

$$n = 130 \text{ usuarios}$$

El tamaño de muestra poblacional comprendido es de 130 usuarios de la parroquia Chirijos.


| Grupos/ Individuos/ Viviendas seleccionadas | Tamaño de muestra |
|---|-------------------|
| Población de la parroquia Chirijos a encuestar: | 130 usuarios |
| Profesionales de la arquitectura: | 2 profesionales |
| Viviendas seleccionadas | 5 viviendas |

Tabla 10. Tamaño de muestra de grupos, individuos y viviendas seleccionadas.

Fuente: Elaborada por los autores de este análisis de caso.

Formato de encuesta

La encuesta realizada se basó en conocer criterios fundamentales a cerca de la normativa (STANDARD ASHRAE 55, 2020) en los cuales aborda una evaluación de los ambientes térmicos moderados y extremos a los que los seres humanos están expuestos considerando: temperatura del aire, radiación térmica, humedad y velocidad del aire, además se desea conocer si es necesario para el usuario el uso de aparatos electrónicos para mantener su percepción de confort dentro de su vivienda.

| | | | | | | | |
|---|---|---------|------------------|------------|----------------------|--|----------------------|
|  | “UNIVERSIDAD SAN GREGORIO DE PORTOVIEJO” | | | | | | |
| | CARRERA DE ARQUITECTURA | | | | | | |
| | Análisis del confort higrotérmico en las viviendas con envolventes en caña guadúa | | | | | | |
| RESPONSABLES: | Nicole Stefania Bermello Moreira, David Alejandro Cobeña Macías | | | | | | |
| DATOS DEL ENCUESTADO | | | | | | | |
| Género: | Femenino: | | | Masculino: | | | |
| Edad: | De 18 a 25 años: | | De 25 a 40 años: | | De 40 a 50 años: | | Mayores de 50 años: |
| Nivel de educación: | Primaria: | | Secundaria: | | Título de 3er nivel: | | Título de 4to nivel: |
| Ocupación: | Desempleado: | | Estudiante: | | Empleado: | | Profesión: |
| 1. ¿QUÉ TIPO DE MATERIALES HA EMPLEADO EN LA CONSTRUCCIÓN DE LAS PAREDES DE SU VIVIENDA? | | | | | | | |
| Hormigón armado: | | Zinc: | Caña: | | Madera: | | Mixta: |
| Ladrillo: | | Bloque: | | Otros: | | | |
| 2. ¿QUÉ TIPO DE MATERIALES HA EMPLEADO EN LA CONSTRUCCIÓN DEL PISO DE SU VIVIENDA? | | | | | | | |

| | | | | | | | | | |
|--|--|----------------------------------|-----------|-------------------------|-------------------------------|-----------------------------|---------|-----------------------------------|------------|
| Tierra | | Madera | | Caña | | Hormigón con revestimiento: | | Hormigón: | |
| 3. ¿QUÉ TIPO DE MATERIALES HA EMPLEADO EN LA CONSTRUCCIÓN DE LA CUBIERTA DE SU VIVIENDA? | | | | | | | | | |
| Cade con madera: | | Dipanel con estructura metálica: | | | | Hormigón armado: | | Dipanel con estructura de madera: | |
| Zinc con estructura de madera: | | | | | Zinc con estructura de metal: | | | | |
| 4. ¿LOS ESPACIOS DENTRO DE SU VIVIENDA CUENTAN CON SUFICIENTE VENTILACIÓN NATURAL? | | | | | | | | | |
| Mucho | | | | Poco | | | | Nada | |
| 5. ¿LOS ESPACIOS DENTRO DE SU VIVIENDA CUENTAN CON SUFICIENTE ILUMINACIÓN NATURAL? | | | | | | | | | |
| Mucho | | | | Poco | | | | Nada | |
| 6. ¿CONSIDERA USTED QUE LA ALTURA DE SU VIVIENDA ES LA ADECUADA PARA QUE PROPICIE UN MEJOR CONFORT TÉRMICO DENTRO DE LOS ESPACIOS ? | | | | | | | | | |
| Muy adecuada | | | | Poco adecuada | | | | Nada adecuada | |
| 3.51m – 4.00m | | | | 3.01m – 3.50m | | | | 2.50 m – 3.00m | |
| 7. ¿USA USTED VENTILADORES DENTRO DE SU VIVIENDA PARA MEJORAR SU TEMPERATURA INTERNA? | | | | | | | | | |
| Si: | | | | | No: | | | | |
| 8. ¿USTED TIENE ACONDICIONADORES DE AIRE DENTRO DE SU VIVIENDA PARA MEJORAR SU TEMPERATURA INTERNA? | | | | | | | | | |
| Si: | | | | | No: | | | | |
| 9. ¿LOS RAYOS SOLARES LOGRAN ENTRAR AL INTERIOR DE SU VIVIENDA EN: | | | | | | | | | |
| Sala | | | Comedor | | | Dormitorio | | | Cocina |
| Baño | | | Lavandero | | | | Ninguno | | |
| 10. ¿EN QUE HORARIOS USTED SIENTE MAS CALOR DENTRO DE SU VIVIENDA? | | | | | | | | | |
| 7:00 a.m. – 10:00 a.m. | | | | 11:00 a.m. – 15:00 p.m. | | | | 16:00 p.m. – 19:00 p.m. | |
| 11. ¿EN QUE ESPACIO DE SU VIVIENDA USTED SIENTE MAS CALOR? | | | | | | | | | |
| Cocina | | | Sala | | | Comedor | | | Dormitorio |
| Baños | | | Patio | | | Otros | | | Ninguno |
| 12. ¿EN QUE ESPACIO DE SU VIVIENDA USTED SE SIENTE MAS CONFORTABLE? | | | | | | | | | |
| Cocina | | | Sala | | | Comedor | | | Dormitorio |
| Baños | | | Patio | | | Otros | | | Ninguno |
| 13. ¿UTILIZARÍA USTED LA CAÑA GUADÚA PARA RECUBRIR (ENVOLVENTES) CIERTAS FACHADAS DE SU VIVIENDA Y MEJORAR ASÍ LA TEMPERATURA INTERNA DE SU VIVIENDA? | | | | | | | | | |
| Si | | | | Quizás | | | | No sé | |
| Observaciones: | | | | | | | | | |

Formato de entrevista a profesionales

La entrevista está direccionada a profesionales de la arquitectura especializados en temas tanto del confort higrotérmico y de la construcción de edificaciones en caña guadúa, en el cual nos puedan aportar su conocimiento y criterio acerca del análisis de caso.

| | | |
|--|---|--|
|  | “UNIVERSIDAD SAN GREGORIO DE PORTOVIEJO” | |
| | CARRERA DE ARQUITECTURA | |
| | Análisis del confort higrotérmico en las viviendas con envolventes en caña guadúa | |
| RESPONSABLES: | Nicole Stefania Bermello Moreira, David Alejandro Cobeña Macias | |
| DATOS DEL ENTREVISTADO | | |
| Nombre del entrevistado | | |
| Lugar de entrevista: | | |
| Fecha de entrevista: | | |
| ENTREVISTA A PROFESIONALES | | |
| 1. ¿QUE CONDICIONANTES SE DEBERÍAN APLICAR EN EL DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UNA VIVIENDA PARA MANTENER UN CONFORT HIGROTÉRMICO ADECUADO? | | |
| 2. ¿QUÉ CARACTERISTICAS DEBE TENER LA MATERIALIDAD DE UNA VIVIENDA PARA MANTENER UN CONFORT TÉRMICO ADECUADO? | | |
| 3. ¿CREE USTED QUE LAS VIVIENDAS EN LA CIUDAD DE PORTOVIEJO MANTIENEN UN ADECUADO USO DE LAS CONDICIONANTES CLIMÁTICAS PARA OBTENER CONFORT? | | |
| 4. ¿QUÉ SISTEMAS O ELEMENTOS AISLANTES USTED CONSIDERARÍA PARA MEJORAR LAS FACHADAS MAS AFECTADAS CLIMÁTICAMENTE EN UNA VIVIENDA? | | |
| 5. ¿USTED CREE QUE LA CAÑA GUADÚA ES UN MATERIAL CONSTRUCTIVO QUE AYUDE A PROPICIAR UN ADECUADO CONFORT HIGROTÉRMICO EN LAS VIVIENDAS? | | |
| 6. ¿QUÉ BENEFICIOS CONSIDERA USTED QUE PROPORCIONA LA CAÑA GUADÚA COMO ENVOLVENTE DE LAS VIVIENDAS? | | |
| 7. ¿USTED CONOCE QUE TAN ACCESIBLE ES EL USO DE CAÑA GUADÚA CON RESPECTO A COSTO, DURABILIDAD Y CONFORT DENTRO DE NUESTRO ENTORNO? | | |
| OBSERVACIONES: | | |

Etapa 2: Identificar los materiales implementados en las viviendas

Para la identificación de los materiales de construcción que usan en las viviendas de la parroquia Chirijos, se realizó una observación in-situ desde el centro de la parroquia en la vía Jesús María con dirección al balneario de “El Tigre” cubriendo una extensión de 1.00 kilómetro, en donde fueron seleccionadas conforme a la diversidad de la materialidad empleada cinco viviendas que se constituyeron en las representativas de las características constructivas del sector; con el predominio del uso de la caña guadúa, la madera, hormigón armado, ladrillo, bloque y mixtas.



Figura 35. Delimitación del área de trabajo de la parroquia Chirijos.

Nota. Vivienda #1= (-1.0296952, -80.2271260), Vivienda #2= (-1.026353, -80.224582), Vivienda #3= (-1.026283, -80.224413), Vivienda #4= (-1.026663, -80.224456), Vivienda #5= (-1.0296952, -80.2271260). Elaborada por los autores de este análisis de caso.




Figura 36. Delimitación de las cinco viviendas seleccionadas para el análisis de caso.

Fuente: Elaborada por los autores de este análisis de caso.

Formato de ficha de observación #1 – identificación de materialidad de viviendas

La intención de esta ficha de observación #1, fue la recolección de datos de la materialidad y el estado en la que se encuentran las viviendas seleccionadas.

| | | | | | | | | |
|---|---|----------------|----------------------------------|----------|--------------------------------|----------|------------|---------|
|  | “UNIVERSIDAD SAN GREGORIO DE PORTOVIEJO” | | | | | | | |
| | CARRERA DE ARQUITECTURA | | | | | | | |
| | Análisis del confort higrotérmico en las viviendas con envolventes en caña guadúa | | | | | | | |
| RESPONSABLES: | Nicole Stefania Bermello Moreira, David Alejandro Cobeña Macias | | | | | | | |
| DATOS DE LA VIVIENDA # | | | | | | | | |
| Dirección: | | | | | | | | |
| Tipo de vivienda | | # Pisos | 1 | 2 | 3 | 4 | | |
| Ubicación de la vivienda | | | Fotografía de la vivienda | | | | | |
| COORDENADAS: | | | | | | | | |
| ESTRUCTURA DE LA VIVIENDA | | | | | ESTADO DE LA ESTRUCTURA | | | |
| Estructura | Hormigón Armado | Acero | Caña | Madera | Otros: | Buena(%) | Regular(%) | Mala(%) |
| | | | | | | | | |
| Cubierta | Losa | Zinc | Caña | Madera | Otros: | Buena(%) | Regular(%) | Mala(%) |
| | | | | | | | | |
| Piso | Hormigón Simple | Caña | Hormigón | Madera | Otros: | Buena(%) | Regular(%) | Mala(%) |
| | | | | | | | | |
| Paredes | Ladrillo | Bloque | Caña | Madera | Otros: | Buena(%) | Regular(%) | Mala(%) |
| | | | | | | | | |
| Recubrimiento de pisos | Porcelanato | Pintura | Cerámica / Baldosa | Hormigón | Otros: | Buena(%) | Regular(%) | Mala(%) |
| | | | | | | | | |
| Recubrimiento de paredes | Cerámica | Pintura | Enlucidos | Caña | Otros: | Buena(%) | Regular(%) | Mala(%) |
| | | | | | | | | |
| Escaleras | Metálicas | Caña | Hormigón Armado | Madera | Otros: | Buena(%) | Regular(%) | Mala(%) |
| | | | | | | | | |
| Observaciones: | | | | | | | | |

Etapa 3: Determinar técnicas de mediciones térmicas en las viviendas seleccionadas

En base al desarrollo de esta etapa se realizó mediante la ayuda dos elementos de medición térmica, como es el medidor de velocidad de viento “Handheld Wind Meter” y el Termo detector PDT1 BOSCH, (BOSCH, 2020) el cual mide e interpreta automáticamente temperaturas de superficies y habitaciones y niveles de humedad relativa para localizar insegura puentes térmicos y riesgos de moho, además se puede elegir entre 3 modos de medición para unos resultados más precisos según el material y cambia de modo individual a continuo para mediciones puntuales o escáneres de objetos, también ayuda con la medición de temperaturas de calentadores y suelos radiantes o controla el aislamiento detectando pérdidas de energía en puertas y ventanas de una edificación.



Figura 37. Elementos de medición térmica

Fuente: Tomadas de (BOSCH, 2020) y (KRESTRELMETERS, 2023).


Es importante que la recolección de datos se basará en la norma (STANDARD ASHRAE 55, 2020) estableciendo como objetivo las condiciones térmicas de las viviendas seleccionadas, de acuerdo con un conjunto de factores asociados al ambiente interior: temperatura, radiación térmica, humedad y velocidad del aire.



Figura 38. Mediciones térmicas dentro de las viviendas seleccionadas.

Fuente: Elaborada por autores de este análisis de caso

Formato de ficha de observación #2 – Datos térmicos de las viviendas seleccionadas

| | | | | | | | | | |
|---|---|----------------|-------------------------------|---|-------------------------------|---|-------------------------------|--|-------------------------------|
|  | “UNIVERSIDAD SAN GREGORIO DE PORTOVIEJO” | | | | | | | | |
| | CARRERA DE ARQUITECTURA | | | | | | | | |
| | Análisis del confort higrotérmico en las viviendas con envolventes en caña guadúa | | | | | | | | |
| RESPONSABLES: | Nicole Stefania Bermello Moreira, David Alejandro Cobeña Macias | | | | | | | | |
| DATOS DE LA VIVIENDA # | | | | | | | | | |
| Dirección: | | | | | | | | | |
| Tipo de vivienda | | # Pisos | 1 | 2 | 3 | 4 | | | |
| Ubicación de la vivienda | Fotografía de la vivienda | | | | | | | | |
| COORDENADAS: | | | | | | | | | |
| CONDICIONES AMBIENTALES DEL INTERIOR DE LA VIVIENDA | | | | | | | | | |
| Área de vivienda: | | | | | Horario de visita: | | | | |
| ESPACIOS: | SALA | | COMEDOR | | COCINA | | DORMITORIO | | BAÑOS |
| ILUMINACIÓN | Buena | | Buena | | Buena | | Buena | | Buena |
| | Regular | | Regular | | Regular | | Regular | | Regular |
| | Baja | | Baja | | Baja | | Baja | | Baja |
| | Inexistente | | Inexistente | | Inexistente | | Inexistente | | Inexistente |
| | Natural | | Natural | | Natural | | Natural | | Natural |
| | Artificial | | Artificial | | Artificial | | Artificial | | Artificial |
| VENTILACIÓN | Buena | | Buena | | Buena | | Buena | | Buena |
| | Regular | | Regular | | Regular | | Regular | | Regular |
| | Baja | | Baja | | Baja | | Baja | | Baja |
| | Inexistente | | Inexistente | | Inexistente | | Inexistente | | Inexistente |
| | Natural | | Natural | | Natural | | Natural | | Natural |
| | Artificial | | Artificial | | Artificial | | Artificial | | Artificial |
| TEMPERATURA | Alta (35 - 27°C) | | Alta (35 - 27°C) | | Alta (35 - 27°C) | | Alta (35 - 27°C) | | Alta (35 - 27°C) |
| | Media (26 - 18°C) | | Media (26 - 18°C) | | Media (26 - 18°C) | | Media (26 - 18°C) | | Media (26 - 18°C) |
| | Baja (17 - 15°C) | | Baja (17 - 15°C) | | Baja (17 - 15°C) | | Baja (17 - 15°C) | | Baja (17 - 15°C) |
| HUMEDAD | Humedad Alta (+ 61%) | | Humedad Alta (+ 61%) | | Humedad Alta (+ 61%) | | Humedad Alta (+ 61%) | | Humedad Alta (+ 61%) |
| | Humedad Normal (60% - 40%) | | Humedad Normal (60% - 40%) | | Humedad Normal (60% - 40%) | | Humedad Normal (60% - 40%) | | Humedad Normal (60% - 40%) |
| | Humedad Baja (- 39%) | | Humedad Baja (- 39%) | | Humedad Baja (- 39%) | | Humedad Baja (- 39%) | | Humedad Baja (- 39%) |
| OBSERVACIONES: | | | | | | | | | |

Fase 3

Diseño experimental

El diseño de investigación experimental para (Martínez, 2020) es comúnmente utilizado en investigaciones cuantitativas, el propósito de realizar el experimento es determinar y demostrar causa y efecto de las relaciones estudiadas. Para el desarrollo de esta fase se planteó mediante el análisis de software tales como Revit 2023, Revit Analysis in Insight, Windfinder y Ecotec, ya que se busca realiza un análisis de estudio general de las diferentes condiciones térmicas y climáticas de las viviendas seleccionadas, estas siendo temperatura del aire, temperatura radiante, radiación solar, carta solar, sombras, velocidad de los vientos y presión de los vientos.

Para empezar con este proceso de simulaciones térmicas a través de software, se realizó el modelado en 3D de cada de las viviendas en el programa Revit 2023, posterior a esto a través de este software se configuro la ubicación en coordenadas, la fecha y la hora en tiempo real que se necesitara usar por cada vivienda, usando de esta manera tres horarios diferentes, 8.00 am, 12.00 p.m., 18:00 p.m., esto con el objetivo de comparar los resultados de la condición térmica e identificar la mayor incidencia térmica en el día.

Posterior a esto se realizó a través de Revit Analysis in Insight el análisis de radiación solar, la carta solar y las sombras generadas en estos tres horarios ya establecidos, seguido a esto se realizó la exportación de los volúmenes en 3D al software Ecotec, una vez el volumen exportado se realizó la exportación de información a través del sitio Windy, de la ubicación de cada vivienda para de esta manera obtener los resultados de la velocidad de vientos y presión de vientos de cada vivienda.

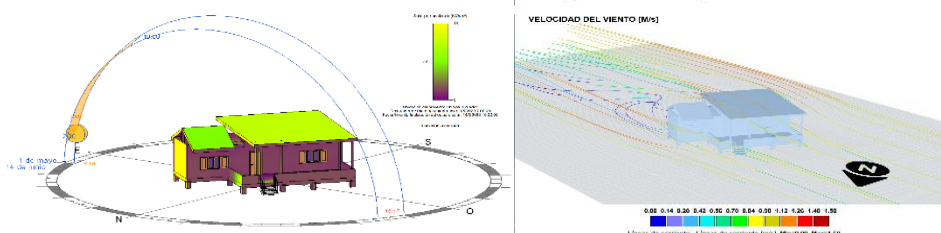


Figura 39. Utilización de software para obtener simulaciones de datos térmicos.

Fuente: Elaborada por autores del análisis de caso.

CAPÍTULO IV

Resultados y Discusión

En el presente capítulo se demuestran los resultados aplicados a través de la metodología de las tres fases de investigación exploratoria, descriptiva y correlacional, planteando anteriormente correspondientes a cada uno de los objetivos específicos.

El área de estudio del análisis de caso se encuentra ubicada en la parroquia Chirijos del cantón Portoviejo, provincia de Manabí, encontrándose a una altitud de 90 m.s.n.m, y con unas coordenadas de latitud -1,0303 y longitud de -80,2419 a 39.00 k.m. de la ciudad de Portoviejo, la parroquia Chirijos se encuentra atravesada por el Río Chamotete y consta de 7 comunidades en una extensión de 11.25 k.m. lineales.

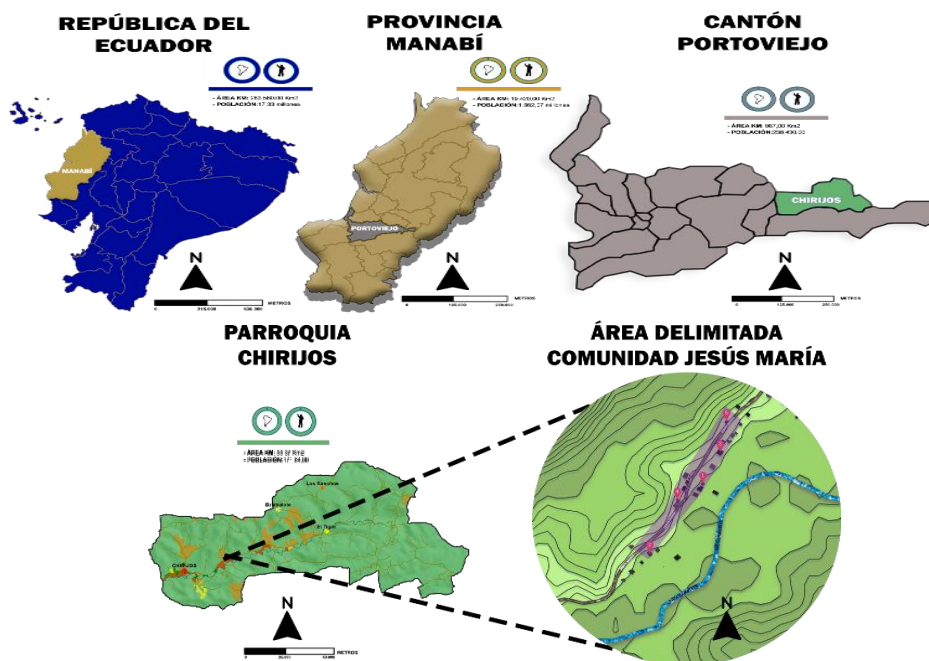


Figura 40. Ubicación del área de estudio en Ecuador de la provincia de Manabí, cantón de Portoviejo en la parroquia Chirijos de la comunidad Jesús María.

Fuente: Elaborado por los autores de este análisis de caso.

El área delimitada de estudio en la parroquia Chirijos fue seleccionada en la comunidad Jesús María, cuenta con una extensión de 2.50 Km. en la vía principal de la comunidad, está contando con varias tipologías de viviendas tanto en caña guadúa, bloque, ladrillo, hormigón armado, madera y mixtas.

Entre los resultados obtenidos en el presente caso de estudio, se tiene que a pesar de que la parroquia Chirijos es uno de los sectores de Manabí y Portoviejo más ricos y abundantes en la producción de caña guadúa, los moradores prefieren construir con ladrillo y bloque sin apreciar o conocer los diferentes beneficios que trae consigo este material constructivo que se encuentra dentro de su medio natural.

No obstante, dentro de la zona también se suelen encontrar viviendas con envolventes de materiales en caña guadúa y mixtas (caña guadúa y hormigón), sin embargo, los constructores informales mantienen faltas de criterios bioclimáticos en el diseño de las construcciones debido a la falta de conocimiento, lo que provoca una vivienda que a pesar de que mantiene en su construcción un material termo-regulador como lo es la caña guadúa, no mantiene las técnicas correctas de construcción, es así que este recurso natural no es explotado de la forma ideal y no puede alcanzar a brindar el confort de condiciones térmicas como la temperatura del ambiente, temperatura radiante, viento y humedad.

De esta manera el presente análisis de caso permite obtener resultados basados en análisis comparativos del confort higrotérmico que se genera con envolventes en caña guadúa en comparación a los que propicia las envolventes con mampostería de ladrillo, bloque, cemento y uso mixto de esta materialidad en las diferentes viviendas seleccionadas en este estudio de caso. Demostrando las diferentes condiciones de confort que se pueden obtener con los diversos recursos de materiales empleados.



Figura 41. Bosque de guaduales dentro de la parroquia Chirijos del cantón de Portoviejo.

Fuente: Tomada por autores de este análisis de caso.

Resultados de la encuesta

Mediante la utilización de la fórmula de toma muestra poblacional se determinó la cifra de encuestas a 130 personas de la parroquia Chirijos, realizándoles de esta manera a personas mayores de 18 años en adelante de las comunidades Jesús María, Cañales, El Vidal, Roncón y la Tablada del Tigre divididas en 13 personas por comunidad.

Datos del encuestado

| GÉNERO DE ENCUESTADOS | | |
|-----------------------|-----|------|
| DESCRIPCIÓN | N° | % |
| Masculino | 67 | 52% |
| Femenino | 63 | 48% |
| Total | 130 | 100% |

Tabla 11. Datos de los encuestados. **Fuente:** Elaboración propia.

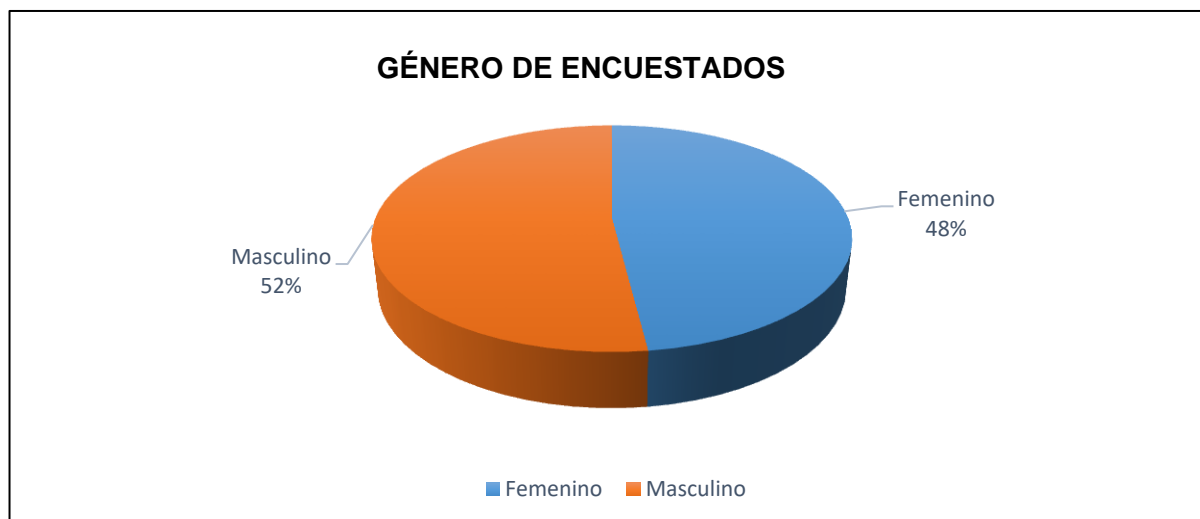


Figura 42. Resultados porcentuales del género de personas encuestadas. Encuestas realizadas en la parroquia Chirijos del cantón Portoviejo, provincia de Manabí, República del Ecuador. **Fuente:** Elaboración propia.

Con respecto al número de encuestados por género se tomó como premisa los datos que proporciona el (Instituto Nacional de Estadística y Censos [INEC], 2010) en el que se registra que una mayor cantidad de personas que habitan en la parroquia corresponde a 1.204 habitantes del género masculino mientras que con una menor cantidad corresponde a 1.158 habitantes del género femenino, es por esto que de acuerdo a la fórmula de encuestados se determinó un porcentaje del 52% para el género masculino y el 48% para el género femenino.

Edad del encuestado

| EDAD DE ENCUESTADOS | | |
|---------------------|------------|-------------|
| DESCRIPCIÓN | N° | % |
| 18 a 25 años | 29 | 23% |
| 26 a 39 años | 18 | 14% |
| 40 a 49 años | 46 | 35% |
| Mayores a 50 años | 37 | 28% |
| TOTAL | 130 | 100% |

Tabla 12. Edad de los encuestados. **Fuente:** Elaboración propia.

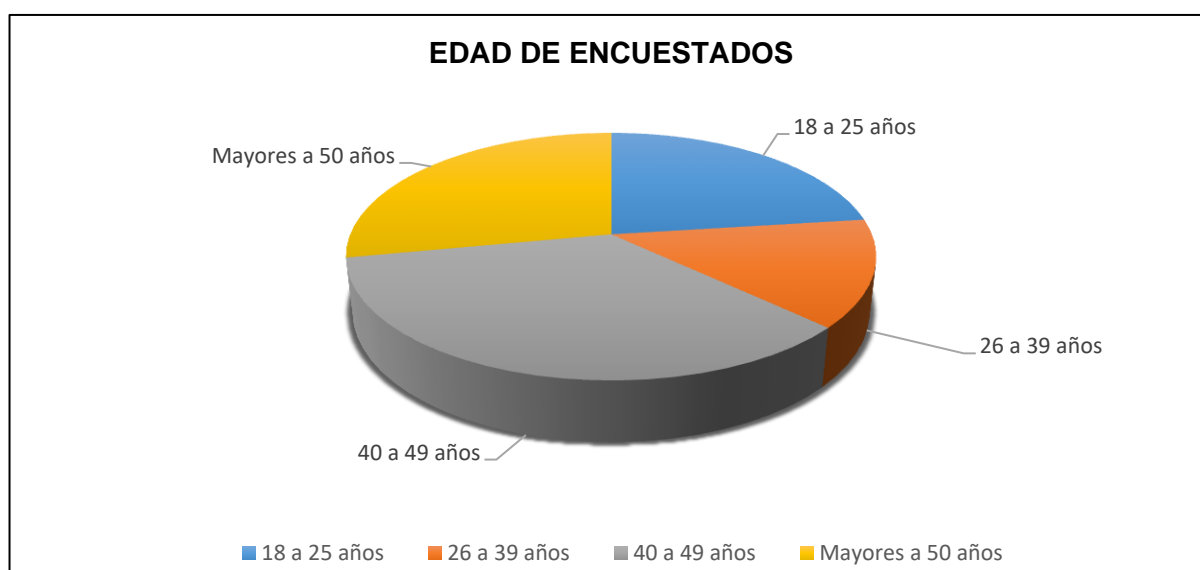


Figura 43. Resultados porcentuales de la edad de personas encuestadas. Encuestas realizadas en la parroquia Chirijos del cantón Portoviejo, provincia de Manabí, República del Ecuador. **Fuente:** Elaboración propia

Con respecto al número de encuestados por edad se tomó como premisa los datos que proporciona el (Instituto Nacional de Estadística y Censos [INEC], 2010) en la sección de cifras de edades por parroquias, por lo que registra que existe una mayor cantidad de habitantes con edades que predominan entre los 40 a 49 años y mayores a 50 años, mientras que existe una menor cantidad en habitantes de edades entre los 26 a 39 años, es por esto que del 100% de personas encuestadas se tomó que las personas entre 40 y 49 años mantendrían un porcentaje del 35% y a las personas mayores a 50 años con un porcentaje del 28%, mientras que con una menor cantidad se determinó un porcentaje del 14% a personas que oscilan en edades entre los 26 a 39 años.

Nivel de educación

| NIVEL DE EDUCACIÓN DE ENCUESTADOS | | |
|-----------------------------------|------------|-------------|
| DESCRIPCIÓN | N° | % |
| Primaria | 53 | 41% |
| Secundaria | 73 | 55% |
| Título de tercer nivel | 4 | 3,25% |
| Título de cuarto nivel | 0 | 0,75% |
| TOTAL | 130 | 100% |

Tabla 13. Nivel de educación de los encuestados. **Fuente:** Elaboración propia.

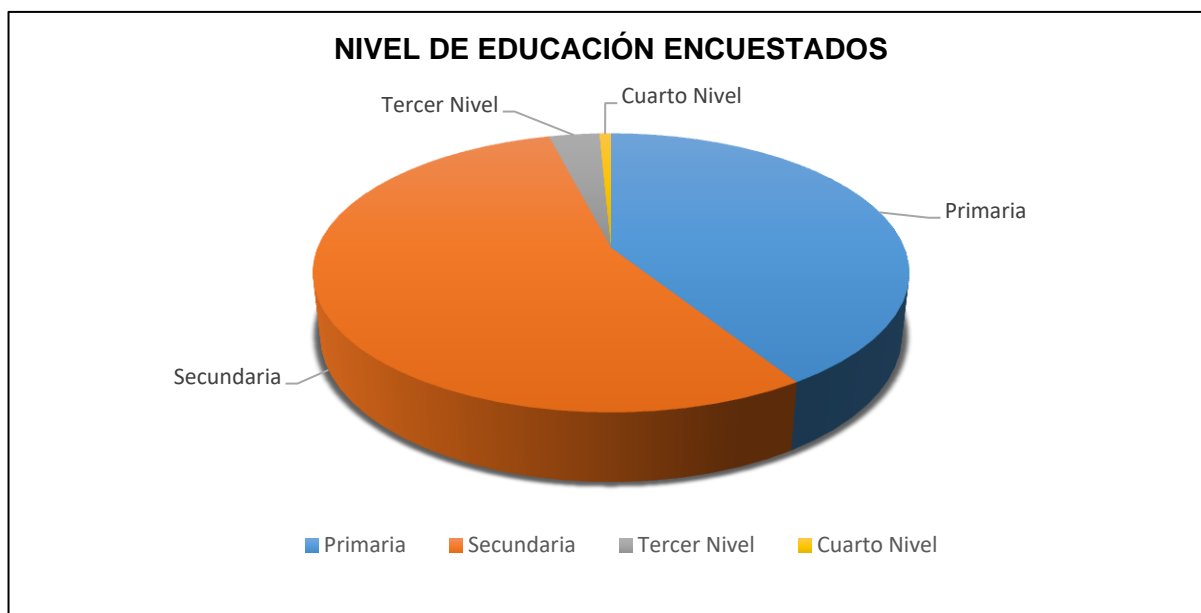


Figura 44. Resultados porcentuales de edades de personas encuestadas. Encuestas realizadas en la parroquia Chirijos del cantón Portoviejo, provincia de Manabí, República del Ecuador. **Fuente:** Elaboración propia.

Con respecto al (Instituto Nacional de Estadística y Censos [INEC], 2010) en la parroquia Chirijos existe un déficit de educación, por lo tanto se tomaron en cuenta estos datos para realizar la encuesta, y de esta manera los resultados de la encuesta reflejan que existe un predominio del nivel de educación de los encuestados de personas que apenas han culminado sus estudios secundarios, mientras que con un escaso porcentaje se encuentran las personas con un nivel de educación de tercer nivel, mientras que con un nivel de estudio del cuarto nivel encontramos un porcentaje nulo.

Ocupación del encuestado

| OCUPACIÓN DEL ENCUESTADO | | |
|--------------------------|------------|-------------|
| DESCRIPCIÓN | N° | % |
| Estudiante | 22 | 17% |
| Desempleado | 31 | 24% |
| Empleado / comerciante | 75 | 58% |
| Profesión | 2 | 1% |
| TOTAL | 130 | 100% |

Tabla 14. Ocupación del encuestado. Fuente: Elaboración propia.

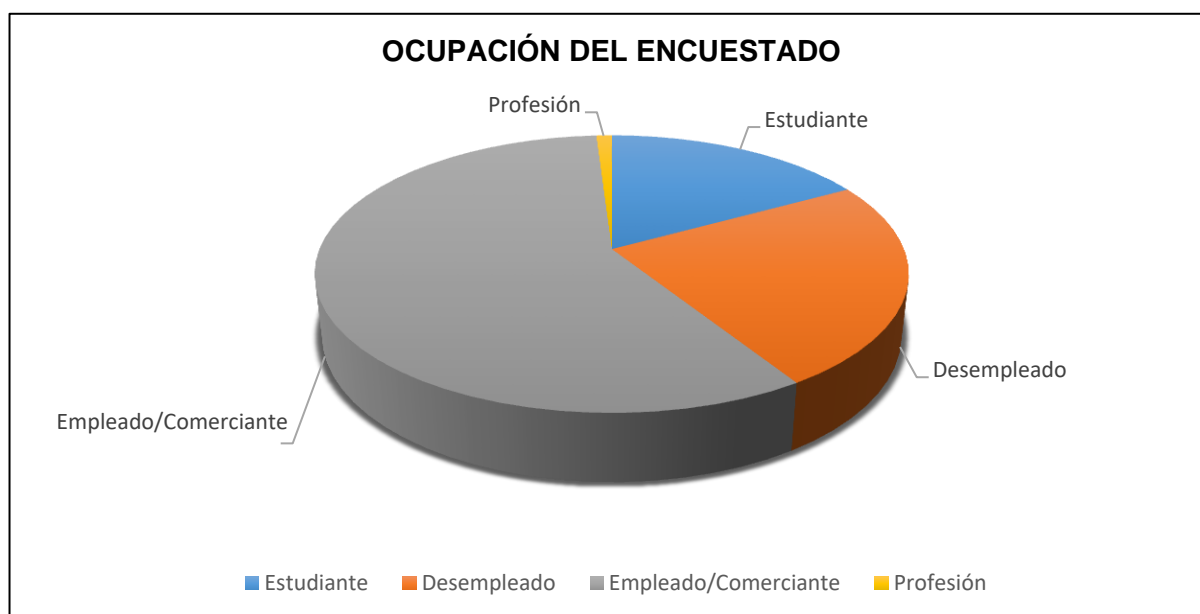


Figura 45. Resultados porcentuales de ocupación de personas encuestadas. Encuestas realizadas en la parroquia Chirijos del cantón Portoviejo, provincia de Manabí, República del Ecuador. Fuente: Elaboración propia.

De acuerdo al (Instituto Nacional de Estadística y Censos [INEC], 2010) existe un mayor número de empleados / comerciantes a nivel del cantón Portoviejo, es por esto que con referencia a esta información se realizaron las encuestas con respecto a la ocupación del usuario, y de esta manera se determinó que existe un mayor porcentaje de personas que se ocupan a realizar la labor de empleados y también al comercio con respecto al área de la agricultura y ganadería, de esta forma correspondiendo a un porcentaje del 58% de los resultados, sin embargo, en un mínimo porcentaje podemos encontrar a personas que ejercen su profesión y de esta manera se determina un resultado del 1%.

Encuesta

Pregunta N° 1

| 1. ¿QUÉ TIPO DE MATERIALES HA EMPLEADO EN LA CONSTRUCCIÓN DE LAS PAREDES DE SU VIVIENDA? | | |
|--|------------|-------------|
| DESCRIPCIÓN | N° | % |
| Hormigón armado | 17 | 25% |
| Zinc | 3 | 2,75% |
| Caña | 20 | 13% |
| Madera | 32 | 15% |
| Ladrillo | 11 | 8% |
| Bloque | 5 | 4% |
| Mixta | 38 | 29% |
| Otros | 4 | 3,25% |
| TOTAL | 130 | 100% |

Tabla 15. Pregunta N° 1. Fuente: Elaboración propia.

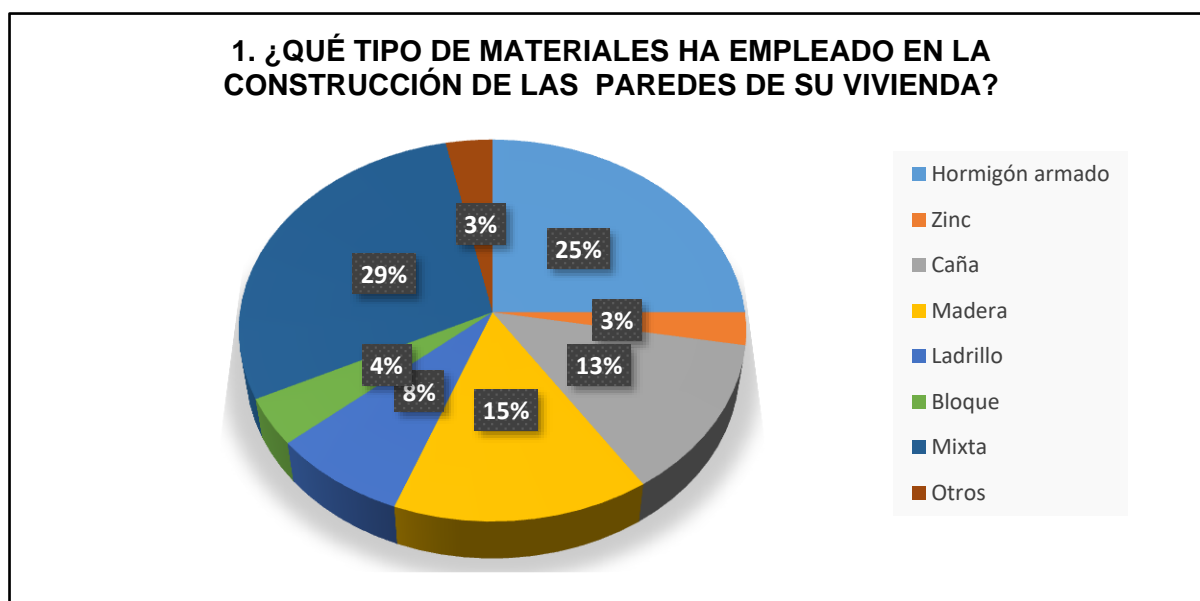


Figura 46. Resultados porcentuales de la pregunta N° 1. Encuestas realizadas en la parroquia Chirijos del cantón Portoviejo, provincia de Manabí, República del Ecuador. Fuente: Elaboración propia.

Con respecto a la materialidad más empleada en el proceso constructivo de la mampostería de las viviendas se obtiene que existe un predominio de la utilización del ladrillo, es decir que en muchas viviendas buscan priorizar los factores estéticos y no en lograr un confort térmico interno.

Pregunta N° 2

| 2. ¿QUÉ TIPO DE MATERIALES HA EMPLEADO EN LA CONSTRUCCIÓN DEL PISO DE SU VIVIENDA? | | |
|--|------------|-------------|
| DESCRIPCIÓN | N° | % |
| Tierra | 24 | 17% |
| Madera | 38 | 27% |
| Caña | 29 | 22% |
| Hormigón con revestimiento | 13 | 9% |
| Hormigón | 36 | 25% |
| TOTAL | 130 | 100% |

Tabla 16. Pregunta N° 2. Fuente: Elaboración propia.

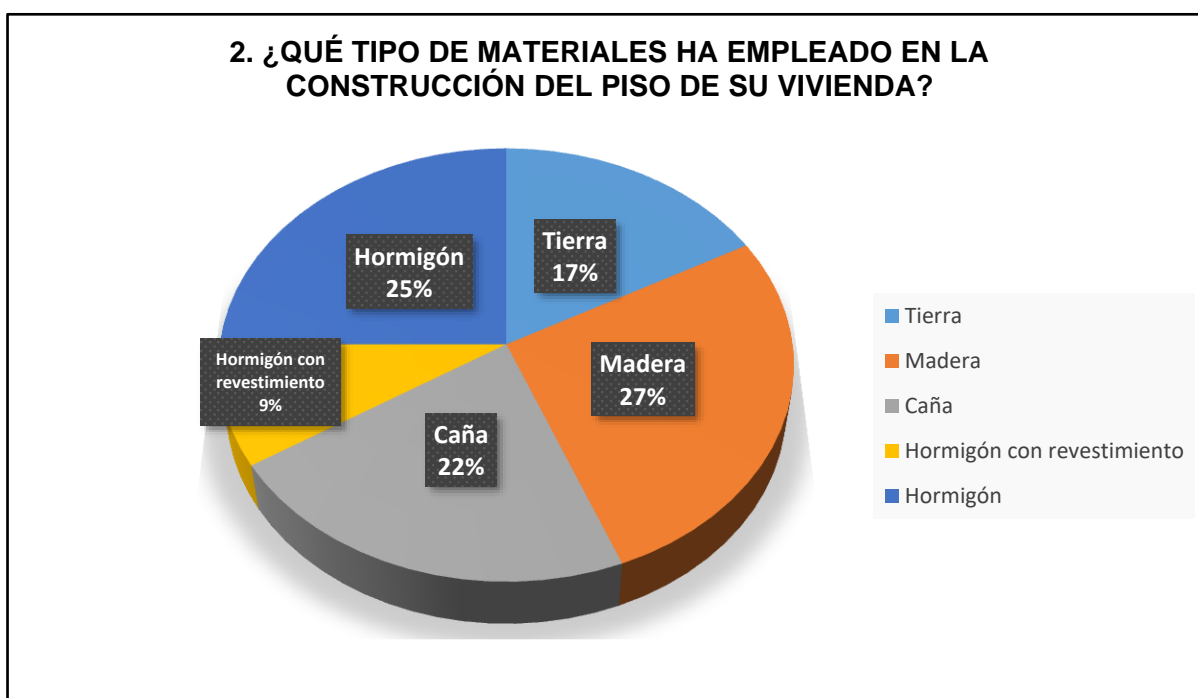


Figura 47. Resultados porcentuales de la pregunta N° 2. Encuestas realizadas en la parroquia Chirijos del cantón Portoviejo, provincia de Manabí, República del Ecuador. Fuente: Elaboración propia.

Con respecto a los materiales que se ha empleado en la construcción del piso de la vivienda existe un predominio del empleo de la madera que corresponde a un 27% y un mínimo porcentaje del hormigón con revestimiento del 9%, ya que al existir un déficit económico en las viviendas de los usuarios encuestados, optan por usar materiales con costos bajos como sería la madera, y de esta manera el hormigón con revestimiento al ser más costoso existe un porcentaje bajo de uso en las viviendas de la parroquia Chirijos.

Pregunta #3

| 3. ¿QUÉ TIPO DE MATERIALES HA EMPLEADO EN LA CONSTRUCCIÓN DE LA CUBIERTA DE SU VIVIENDA? | | |
|--|------------|-------------|
| DESCRIPCIÓN | N° | % |
| Zinc con estructura de metal | 19 | 14% |
| Dipanel con estructura metálica | 15 | 12% |
| Dipanel con estructura de madera | 26 | 20% |
| Cade con madera | 8 | 6% |
| Zinc con estructura de madera | 35 | 27% |
| Hormigón armado | 27 | 21% |
| TOTAL | 130 | 100% |

Tabla 17. Pregunta N° 3. Fuente: Elaboración propia.

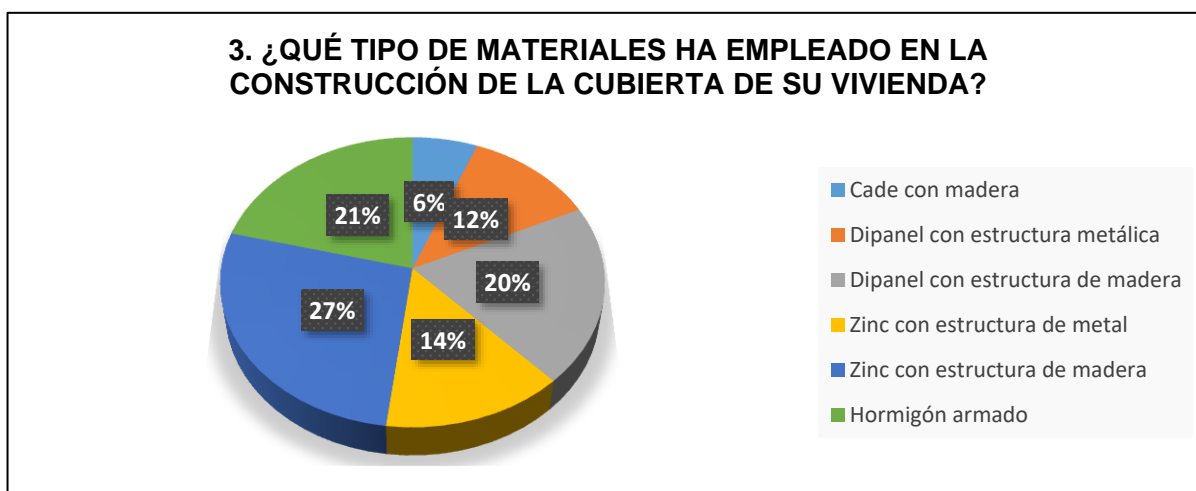


Figura 48. Resultados porcentuales la pregunta N° 3. Encuestas realizadas en la parroquia Chirijos del cantón Portoviejo, provincia de Manabí, República del Ecuador. Fuente: Elaboración propia.

Con respecto a la materialidad más empleada en el proceso constructivo de las cubiertas de las viviendas se obtiene que existe un predominio de la utilización del zinc con estructura de madera en un 27%, mientras que en la utilización de la cubierta de cade con madera se determina en un valor mínimo del 6%, es decir que en muchas viviendas se busca priorizar el factor económico empezando desde el mantenimiento hasta el proceso constructivo, de forma que usan el Zinc con estructura de madera como material principal, afectando de forma negativa al confort de la vivienda, ya que este suele ser un material caluroso si no se lo usa en lugar y forma correcta.

Pregunta N° 4

| 4. ¿LOS ESPACIOS DENTRO DE SU VIVIENDA CUENTAN CON SUFICIENTE VENTILACIÓN NATURAL? | | |
|--|------------|-------------|
| DESCRIPCIÓN | N° | % |
| Mucho | 21 | 16% |
| Poco | 61 | 47% |
| Nada | 48 | 37% |
| TOTAL | 130 | 100% |

Tabla 18. Pregunta N° 4. **Fuente:** Elaboración propia.

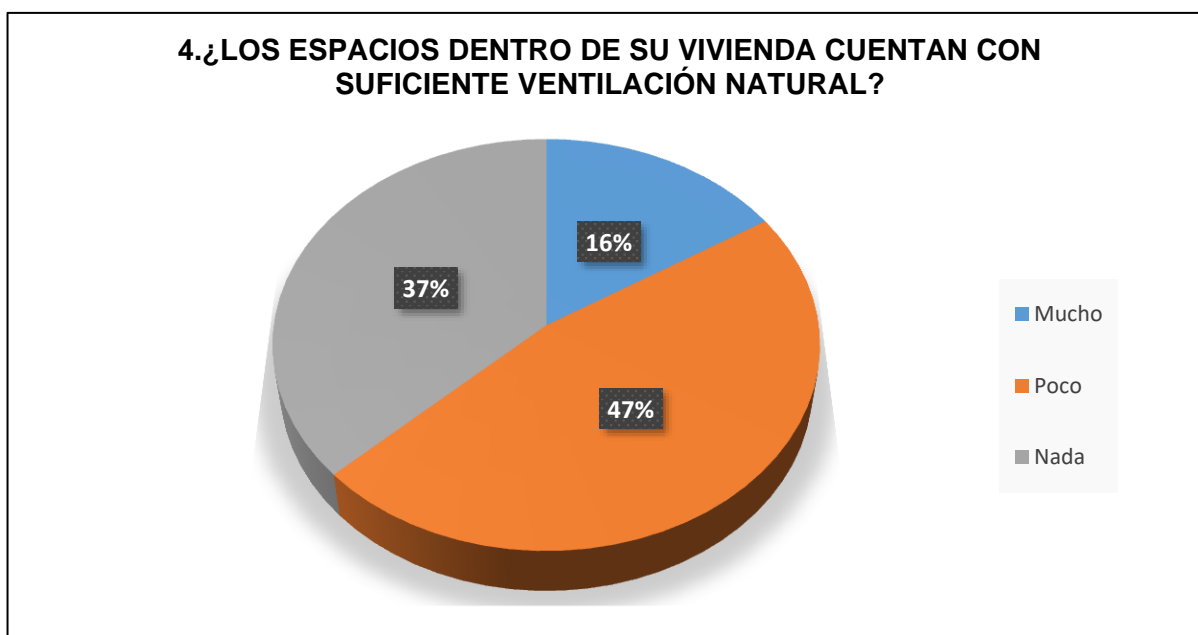


Figura 49. Resultados porcentuales de la pregunta N° 4. Encuestas realizadas en la parroquia Chirijos del cantón Portoviejo, provincia de Manabí, República del Ecuador. **Fuente:** Elaboración propia.

Además de obtener la información con fuente de los encuestados, se puede constatar que en el sitio un porcentaje de la opción poco es del 47% junto a un porcentaje de nada del 37%. El 84% no posee suficiente ventilación natural, por lo cual se puede evidenciar un resultado del 84%, el cual demuestra un gran porcentaje que mantiene poca preocupación por obtener un confort térmico en el interior de las viviendas, además al mantener un diálogo con los encuestados estos manifestaban que por lo general no les gusta el uso de ventanas o espacios abiertos en sus viviendas ya que al momento del descanso por las noches en su vivienda prefieren un lugar cerrado.

Pregunta N° 5

| 5. ¿LOS ESPACIOS DENTRO DE SU VIVIENDA CUENTAN CON SUFICIENTE ILUMINACIÓN NATURAL? | | |
|--|------------|-------------|
| DESCRIPCIÓN | N° | % |
| Mucho | 44 | 18% |
| Poco | 51 | 57% |
| Nada | 35 | 25% |
| TOTAL | 130 | 100% |

Tabla 19. Pregunta N° 5. Fuente: Elaboración propia.

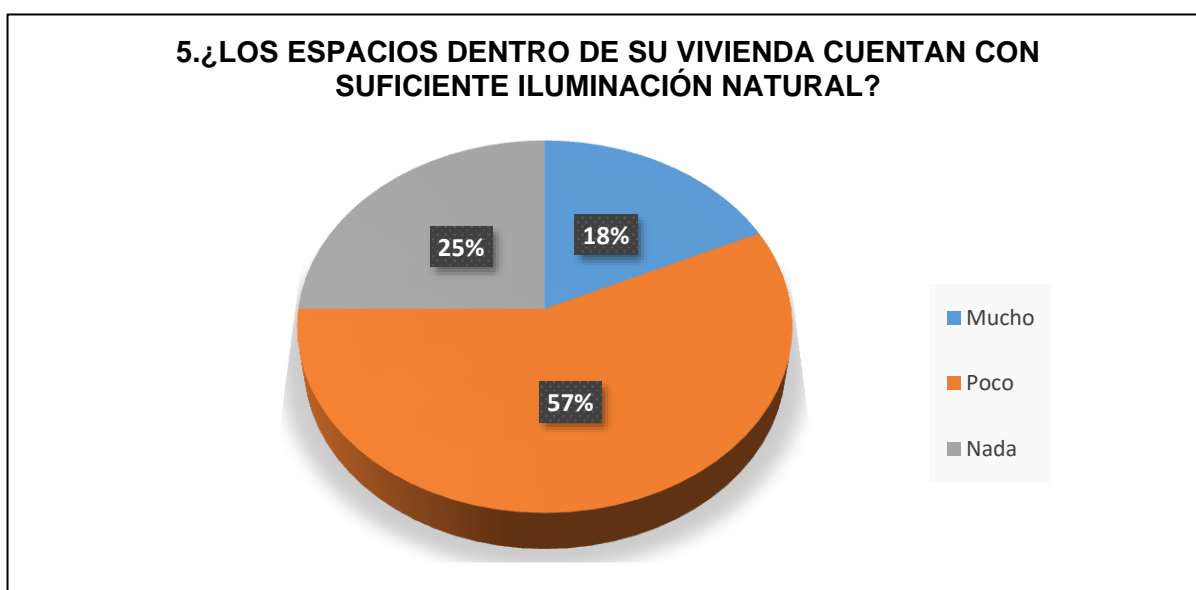


Figura 50. Resultados porcentuales de la pregunta N° 5. Encuestas realizadas en la parroquia Chirijos del cantón Portoviejo, provincia de Manabí, República del Ecuador. Fuente: Elaboración propia.

Se pudo constatar en el sitio que las personas dentro de su vivienda no poseen dentro de los diseños de sus viviendas una iluminación natural adecuada es así que como resultado obtenemos un porcentaje de nada del 25% y un porcentaje de poco en 57%, esto sumado da un 82% reflejando de esta manera la falta de preocupación de parte de los encuestados por mantener un diseño y confort adecuado dentro de su vivienda, ya que los mismos manifestaron previo a un diálogo, que prefieren que sus viviendas no mantengan ventanales o espacios abiertos en los que ingresen los rayos solares ya que por las noches desean mantener un espacio cerrado, esto afectando de manera significativa al confort térmico de la vivienda en las horas de la mañana y tarde.

Pregunta N° 6

| 6. ¿CONSIDERA USTED QUE LA ALTURA DE SU VIVIENDA ES LA ADECUADA PARA QUE PROPICIE UN MEJOR CONFORT TÉRMICO DENTRO DE LOS ESPACIOS ? | | |
|---|------------|-------------|
| DESCRIPCIÓN | N° | % |
| Muy adecuada | 45 | 35% |
| Poco adecuada | 51 | 39% |
| Nada adecuada | 34 | 26% |
| TOTAL | 130 | 100% |

Tabla 20. Pregunta N° 6. Fuente: Elaboración propia.

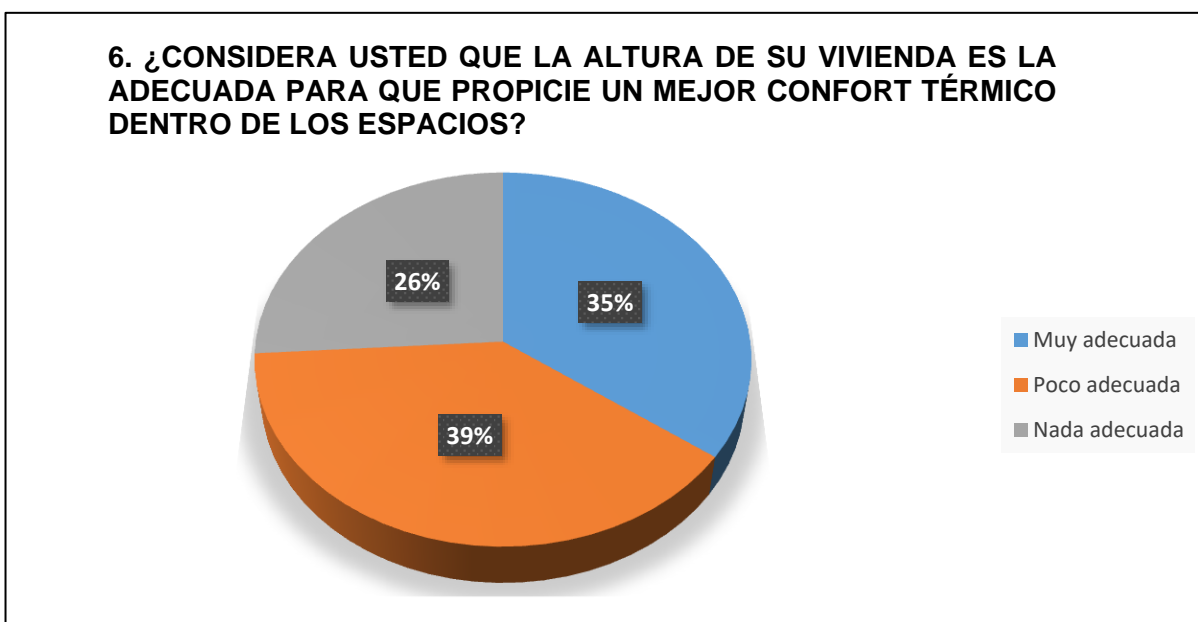


Figura 51. Resultados porcentuales de la pregunta N° 6. Encuestas realizadas en la parroquia Chirijos del cantón Portoviejo, provincia de Manabí, República del Ecuador. Fuente: Elaboración propia.

De acuerdo a la constatación en el sitio, existe un 39% poco adecuada y un 26% nada adecuada en el que se refleja un resultado negativo del 65%, en la que se considera que en ese 62% de viviendas existe una falta de preocupación por el diseño de las viviendas, ya que al encontrarse en una zona costera del país se debe realizar con un mínimo de altura de 2.80 m, sin embargo las viviendas de los usuarios encuestados en mayor porcentaje mantenían alturas de 2.50 m, por lo que existe una problemática en cuanto a desconocimiento por parte de la población de la parroquia Chirijos y también manifestaban que lo realizaban de esta forma para poder ahorrar costos en la construcción de las viviendas.

Pregunta N° 7

| 7. ¿USTED TIENE VENTILADORES DENTRO DE SU VIVIENDA PARA MEJORAR SU TEMPERATURA INTERNA? | | |
|---|-----|------|
| DESCRIPCIÓN | N° | % |
| SI | 86 | 76% |
| NO | 44 | 24% |
| TOTAL | 130 | 100% |

Tabla 21. Pregunta N° 7. Fuente: Elaboración propia.

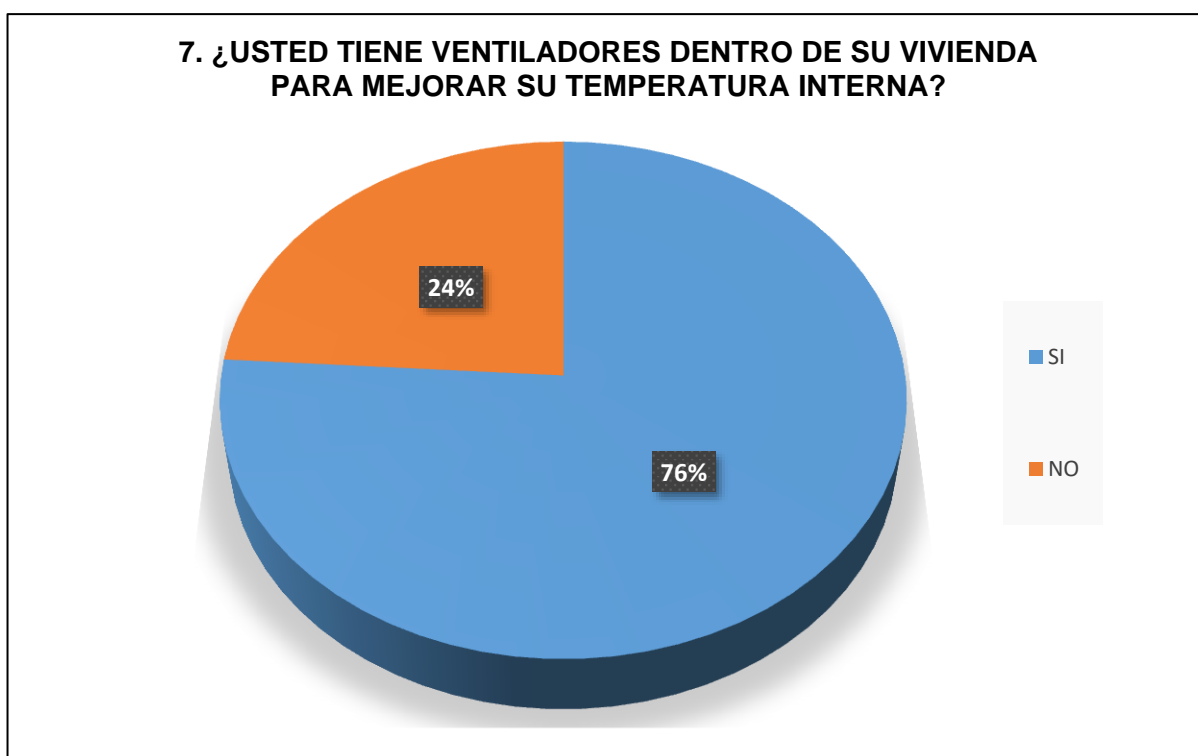


Figura 52. Resultados porcentuales de la pregunta N° 7. Encuestas realizadas en la parroquia Chirijos del cantón Portoviejo, provincia de Manabí, República del Ecuador. Fuente: Elaboración propia.

Otra de las preguntas que se realizó dentro de la encuesta era verificar si poseen artefactos que traten propiciar una mejor temperatura interna y se determinó que el 66% si utiliza artefactos como los ventiladores, esto debido a la falta de ventanas y espacios abiertos dentro de los diseños de las viviendas de los usuarios encuestados por lo que nos manifestaban que para solventar esta problemática de confort térmico acuden al uso de artefactos eléctricos como los ventiladores.

Pregunta N° 8

| 8. ¿USTED TIENE ACONDICIONADORES DE AIRE DENTRO DE SU VIVIENDA PARA MEJORAR SU TEMPERATURA INTERNA? | | |
|---|-----|------|
| DESCRIPCIÓN | N° | % |
| SI | 23 | 18% |
| NO | 107 | 82% |
| TOTAL | 130 | 100% |

Tabla 22. Pregunta N° 8. Fuente: Elaboración propia.

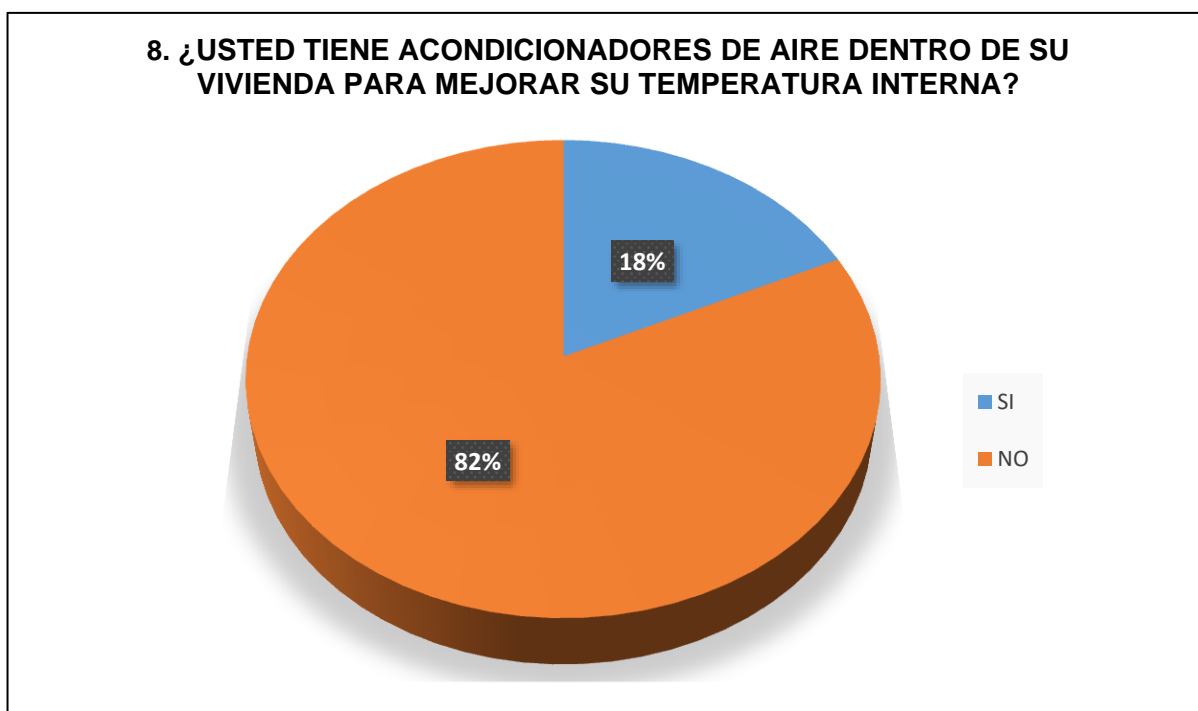


Figura 53. Resultados porcentuales de la pregunta N° 8. Encuestas realizadas en la parroquia Chirijos del cantón Portoviejo, provincia de Manabí, República del Ecuador. Fuente: Elaboración propia.

Otra de las preguntas que se realizó dentro de la encuesta era verificar si poseen artefactos que traten propiciar una mejor temperatura interior y se determinó que el 66% si utiliza artefactos como los acondicionadores de aire, esto debido a la falta de ventanas y espacios abiertos dentro de los diseños de las viviendas de los usuarios encuestados por lo que nos manifestaban que para solventar esta problemática de confort térmico acuden al uso de artefactos como los acondicionadores de aires.

Pregunta N° 9

| 9. ¿LOS RAYOS SOLARES LOGRAN ENTRAR AL INTERIOR DE SU VIVIENDA EN QUE ESPACIOS? | | |
|---|------------|-------------|
| DESCRIPCIÓN | N° | % |
| Sala | 32 | 24% |
| Comedor | 24 | 18% |
| Dormitorio | 18 | 13% |
| Cocina | 37 | 28% |
| Lavandero | 2 | 2% |
| Baño | 10 | 8% |
| Ninguno | 7 | 7% |
| TOTAL | 130 | 100% |

Tabla 23. Pregunta N° 9. Fuente: Elaboración propia.

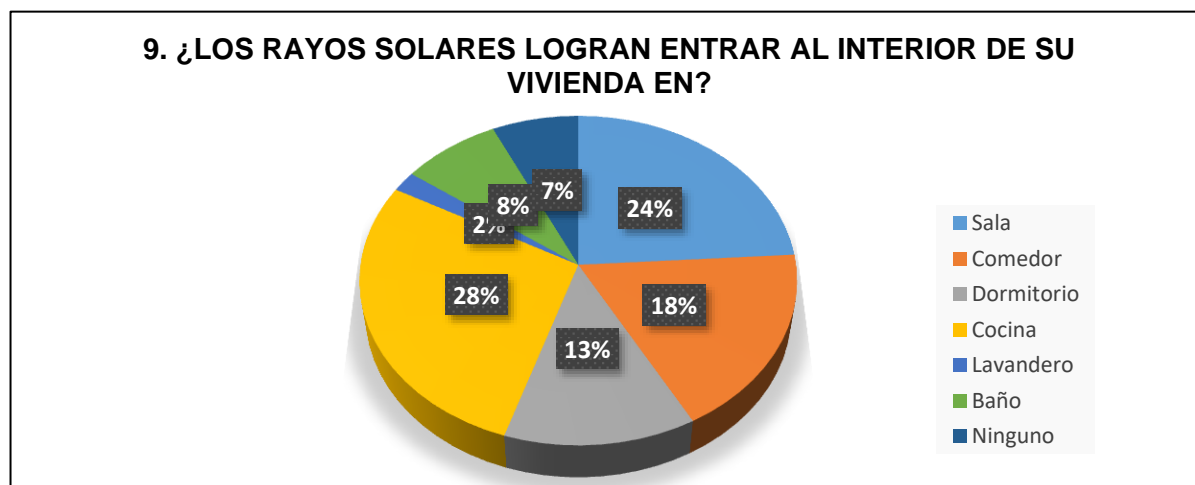


Figura 54. Resultados porcentuales de la pregunta N° 9. Encuestas realizadas en la parroquia Chirijos del cantón Portoviejo, provincia de Manabí, República del Ecuador. Fuente: Elaboración propia.

Otra de las interrogantes que se logró plantear para identificar la higrotermia en el interior de los espacios de las viviendas fue la incidencia que poseen los rayos solares en el interior de los diferentes espacios de la vivienda y se determinó que logran entrar con mayor predominio en la cocina con un 28% y con bajos porcentajes en ninguno, esto debido a que no se ha tomado en cuenta un diseño adecuado para el ingreso de iluminación natural, ya que se ha priorizado los espacios cerrados para el descanso por las noches y no el ingreso de iluminación natural por el transcurso del día, de esta manera provocando el uso de iluminación artificial durante el día.

Pregunta N° 10

| 10. ¿EN QUE HORARIOS USTED SIENTE MAS CALOR DENTRO DE SU VIVIENDA? | | |
|--|------------|-------------|
| DESCRIPCIÓN | N° | % |
| 7:00 a.m. – 10:00 a.m. | 21 | 16% |
| 11:00 a.m. – 15:00 p.m. | 67 | 51% |
| 16:00 p.m. – 19:00 p.m. | 42 | 33% |
| TOTAL | 130 | 100% |

Tabla 24. Pregunta N° 10. Fuente: Elaboración propia.

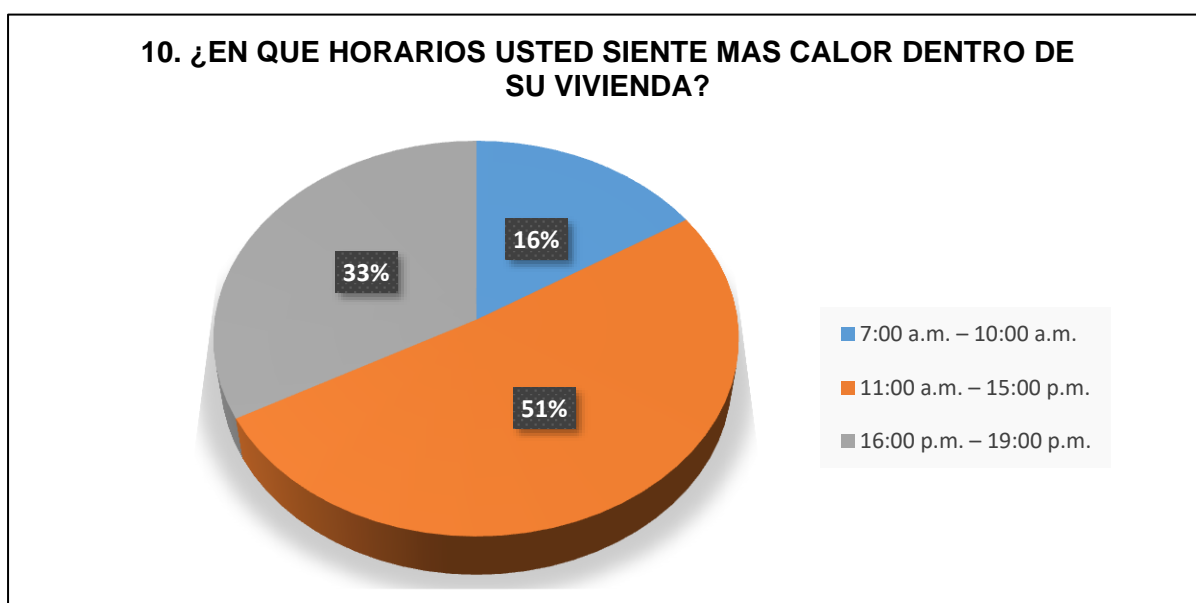


Figura 55. Resultados porcentuales de la pregunta N° 10. Encuestas realizadas en la parroquia Chirijos del cantón Portoviejo, provincia de Manabí, República del Ecuador. Fuente: Elaboración propia.

Se identificó mediante la presente pregunta que el horario en donde las personas perciben y sienten más calor dentro de su vivienda es de 11am a 15pm en un total de 51%, ya que debido a la falta de diseño bioclimático en las viviendas no se ha tomado en cuenta la orientación del ingreso de los vientos y la falta de mitigación de incidencia solar en las fachadas, además que el factor de ventilación natural otorgada por ventanas es nula ya que la mayoría de viviendas no cuentan con las mismas.

Pregunta N° 11

| 11. ¿EN QUE ESPACIO DE SU VIVIENDA USTED SIENTE MAS CALOR? | | |
|--|------------|-------------|
| DESCRIPCIÓN | N° | % |
| Sala | 32 | 24% |
| Comedor | 28 | 22% |
| Cocina | 41 | 32% |
| Dormitorio | 21 | 16% |
| Baños | 7 | 4% |
| Patio/Lavadero | 1 | 2% |
| Otros | 0 | 0% |
| Ninguno | 0 | 0% |
| TOTAL | 130 | 100% |

Tabla 26. Pregunta N° 11. Fuente: Elaboración propia.

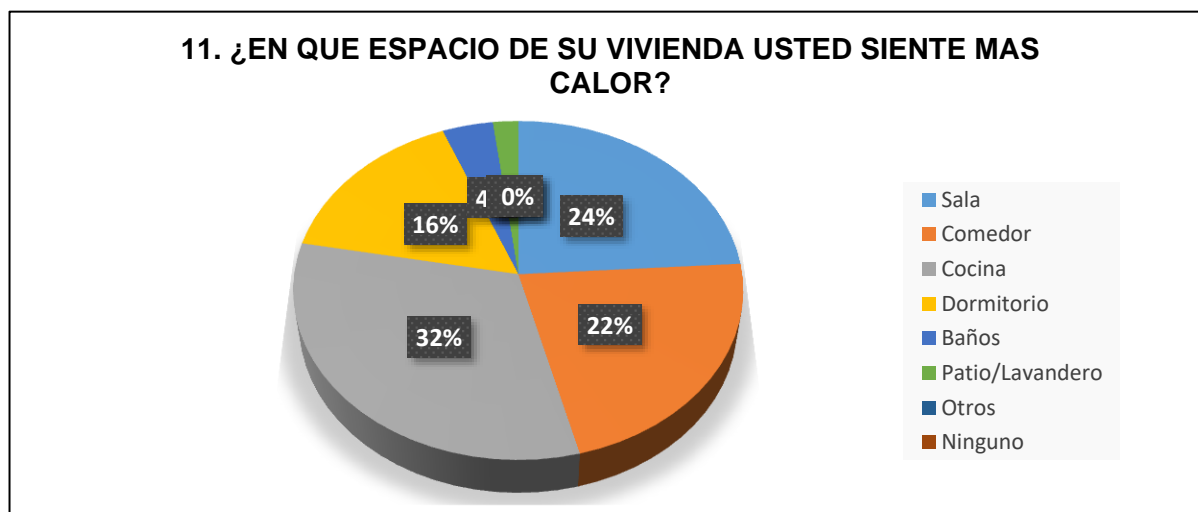


Figura 56. Resultados porcentuales de la pregunta N° 11. Encuestas realizadas en la parroquia Chirijos del cantón Portoviejo, provincia de Manabí, República del Ecuador. Fuente: Elaboración propia.

Se identificó que en los espacios de las viviendas que se siente más calor son en la cocina con un 32% y con menos cantidad de calor sería el lavadero por encontrarse en las partes externas de las viviendas, de esta manera los usuarios encuestados manifestaron que la cocina es el lugar en el que perciben más calor ya que a pesar de que varios mantienen espacios abiertos, las cubiertas por lo general son de materiales que absorben el calor como el Zinc y no suele existir ningún sistema de flujo de aire caliente, y de esta manera estas temperaturas suelen mantenerse en el transcurso de todo el día.

Pregunta N° 12

| 12. ¿EN QUE ESPACIO DE SU VIVIENDA USTED SE SIENTE MAS CONFORTABLE? | | |
|---|------------|-------------|
| DESCRIPCIÓN | N° | % |
| Sala | 13 | 10% |
| Comedor | 11 | 8% |
| Cocina | 8 | 6% |
| Dormitorio | 23 | 17% |
| Baños | 6 | 5% |
| Patio/Lavadero | 46 | 35% |
| Otros | 19 | 14% |
| Ninguno | 4 | 3% |
| TOTAL | 130 | 100% |

Tabla 25. Pregunta N° 12. Fuente: Elaboración propia.

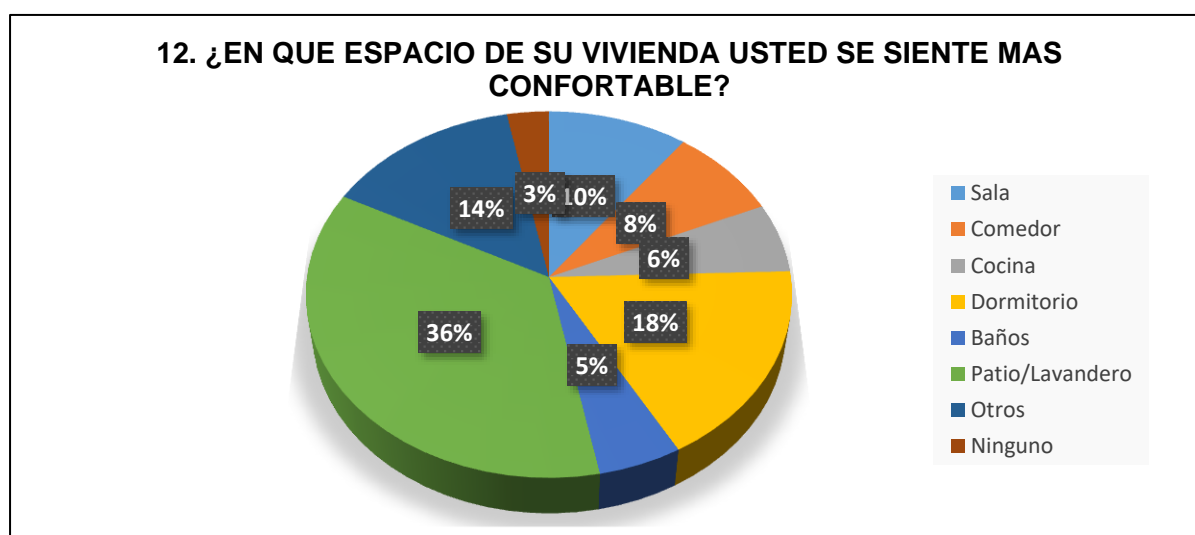


Figura 57. Resultados porcentuales de la pregunta N° 12. Encuestas realizadas en la parroquia Chirijos del cantón Portoviejo, provincia de Manabí, República del Ecuador. Fuente: Elaboración propia.

Las personas que fueron objeto de esta encuesta manifestaron que los espacios en los que más se siente confortable son en una mayor cantidad en la parte externa de la vivienda que sería en el lavadero y el patio en el cual realizan sus actividades cotidianas y seguidamente en horarios de la noche se sienten más confortable en el dormitorio ya que manifestaron que lo acoplan a un espacio cerrado con escasas o pequeñas ventanas para poder conciliar el descanso por las noches.

Pregunta N° 13

| 13. ¿UTILIZARÍA USTED LA CAÑA GUADÚA PARA RECUBRIR (ENVOLVENTES) CIERTAS FACHADAS DE SU VIVIENDA Y MEJORAR ASÍ LA TEMPERATURA INTERNA DE SU VIVIENDA? | | |
|---|------------|-------------|
| DESCRIPCIÓN | N° | % |
| Si | 68 | 52% |
| Quizás | 49 | 38% |
| No sé | 13 | 10% |
| TOTAL | 130 | 100% |

Tabla 26. Pregunta N° 13. **Fuente:** Elaboración propia.

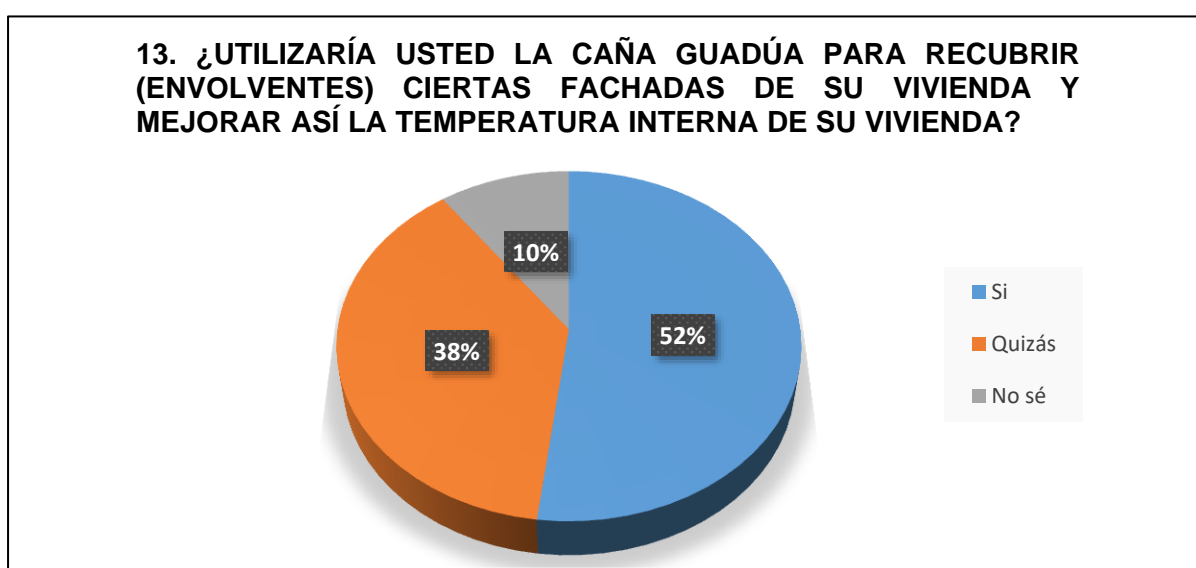



Figura 58. Resultados porcentuales de la pregunta N° 13. Encuestas realizadas en la parroquia Chirijos del cantón Portoviejo, provincia de Manabí, República del Ecuador. **Fuente:** Elaboración propia.

Las personas que respondieron a esta encuesta socializaron previamente criterios conceptuales sobre los beneficios y los usos de la caña guadúa en su medio con los encuestadores en los que se le exponía de manifiesto el empleo y el uso de la caña guadúa, es por esto que la mayoría optó por un sí, cuando le preguntaban si usaría la caña guadúa para recubrir sus envolventes de las viviendas, ya que reconocían que era un material que además de ser propio de la zona y económico, aportaría a un confort dentro de sus viviendas. Un porcentaje del 38% manifestó aún su duda sin embargo existe un porcentaje menor que respondió que no sabe por desconocer todavía los beneficios que le puedo proporcionar la caña guadúa.

Resultados de la entrevista a profesionales


| | | |
|---|---|--|
|  | “UNIVERSIDAD SAN GREGORIO DE PORTOVIEJO” | |
| | CARRERA DE ARQUITECTURA | |
| | Análisis del confort higrotérmico en las viviendas con envolventes en caña guadúa | |
| RESPONSABLES: | Nicole Stefania Bermello Moreira, David Alejandro Cobeña Macias | |
| DATOS DEL ENTREVISTADO | | |
| Nombre del entrevistado | Arq. Williams Palma | |
| Lugar de entrevista: | Domicilio del Arquitecto | |
| Fecha de entrevista: | 23/06/2023 | |
| ENTREVISTA A PROFESIONALES | | |
| 1. ¿QUE CONDICIONANTES SE DEBERÍAN APLICAR EN EL DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UNA VIVIENDA PARA MANTENER UN CONFORT HIGROTÉRMICO ADECUADO? | | |
| La selección de materiales, la orientación, la disposición de los vientos, el entorno y el contexto alrededor de nuestro proyecto. | | |
| 2. ¿QUÉ CARACTERÍSTICAS DEBE TENER LA MATERIALIDAD DE UNA VIVIENDA PARA MANTENER UN CONFORT TÉRMICO ADECUADO? | | |
| Utilizar materiales que permitan la protección y ambientación interior sin tener que recurrir a recursos mecánicos, en el entorno manabita, es necesario utilizar alturas adecuadas, para permitir el intercambio de aire del exterior al interior y utilizar materiales que permitan mejorar las condiciones de aislamiento térmico. | | |
| 3. ¿CREE USTED QUE LAS VIVIENDAS EN LA CIUDAD DE PORTOVIEJO MANTIENEN UN ADECUADO USO DE LAS CONDICIONANTES CLIMÁTICAS PARA OBTENER CONFORT? | | |
| En Portoviejo se ha perdido la tradición por crear arquitectura bioclimática, como lo son patios internos, dobles alturas en donde las soluciones ahora son solucionar espacios con recursos mecánicos. | | |
| 4. ¿QUÉ SISTEMAS O ELEMENTOS AISLANTES USTED CONSIDERARÍA PARA MEJORAR LAS FACHADAS MAS AFECTADAS CLIMÁTICAMENTE EN UNA VIVIENDA? | | |
| Crear envolventes de caña guadua con cámaras internas en las zonas más afectadas, de esta forma se regular de manera natural las temperaturas internas. | | |
| 5. ¿USTED CREE QUE LA CAÑA GUADÚA ES UN MATERIAL CONSTRUCTIVO QUE AYUDE A PROPOCIAR UN ADECUADO CONFORT HIGROTÉRMICO EN LAS VIVIENDAS? | | |
| La versatilidad del material, la disponibilidad y la capacidad de adaptarse al medio lo hace un material accesible con ciertos acondicionamientos técnicos nos dan soluciones como regular temperaturas ambientes. | | |
| 6. ¿QUÉ BENEFICIOS CONSIDERA USTED QUE PROPORCIONA LA CAÑA GUADÚA COMO ENVOLVENTE DE LAS VIVIENDAS? | | |
| Proporciona múltiples beneficios como lo son funcionales y formales, debido a su liviandad se puede adaptar fácilmente como capas en paredes, se puede usar aleros que permitan climatizar el aislamiento interior. | | |

7. ¿USTED CONOCE QUE TAN ACCESIBLE ES EL USO DE CAÑA GUADÚA CON RESPECTO A COSTO, DURABILIDAD Y CONFORT DENTRO DE NUESTRO ENTORNO?

Actualmente estamos en una etapa de adaptación cultural ya que históricamente se ha creído que este material se asocia a la pobreza y que tiene limitaciones. Pero se ha estado revalorizando el uso de este material ya que las opciones que se están dando con la caña actualmente, se las puede usar por más de 40 años dándole los cuidados necesarios, y es considerado un material sostenible, mismo resistente que puede ofrecer una nueva era en materiales alternativos. Se pueden abaratar costos hasta en un 30% con respecto a una construcción tradicional.

ANEXO:



| | | |
|---|---|--|
|  | “UNIVERSIDAD SAN GREGORIO DE PORTOVIEJO” | |
| | CARRERA DE ARQUITECTURA | |
| | Análisis del confort higrotérmico en las viviendas con envolventes en caña guadúa | |
| RESPONSABLES: | Nicole Stefania Bermello Moreira, David Alejandro Cobeña Macias | |
| DATOS DEL ENTREVISTADO | | |
| Nombre del entrevistado | Jean Paul Demera | |
| Lugar de entrevista: | Domicilio del Arquitecto | |
| Fecha de entrevista: | 23/06/2023 | |
| ENTREVISTA A PROFESIONALES | | |
| 1. ¿QUE CONDICIONANTES SE DEBERÍAN APLICAR EN EL DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UNA VIVIENDA PARA MANTENER UN CONFORT HIGROTÉRMICO ADECUADO? | | |
| La trayectoria de los vientos, la orientación, los aleros y persianas que nos protegen del sol, es fundamental para poder adquirir ese confort térmico deseado. | | |

2. ¿QUÉ CARACTERÍSTICAS DEBE TENER LA MATERIALIDAD DE UNA VIVIENDA PARA MANTENER UN CONFORT TÉRMICO ADECUADO?

Las características de los materiales deben ser las adecuadas para poder evitar el uso de mecanismos de ventilación artificial, trabajar con materiales que no transmitan el calor es clave fundamental.

3. ¿CREE USTED QUE LAS VIVIENDAS EN LA CIUDAD DE PORTOVIEJO MANTIENEN UN ADECUADO USO DE LAS CONDICIONANTES CLIMÁTICAS PARA OBTENER CONFORT?

El uso masivo del suelo urbano, no permite una correcta ventilación cruzada, esto evidencia un malestar en las viviendas al no percibir esa corriente de viento que, si existe, pero por encima de las viviendas.

4. ¿QUÉ SISTEMAS O ELEMENTOS AISLANTES USTED CONSIDERARÍA PARA MEJORAR LAS FACHADAS MAS AFECTADAS CLIMÁTICAMENTE EN UNA VIVIENDA?

Utilizar sistemas como quiebra soles, aleros y elementos verticales que protejan, siempre serán las mejores soluciones, elementos que provoquen auto sombreado.

5. ¿USTED CREE QUE LA CAÑA GUADÚA ES UN MATERIAL CONSTRUCTIVO QUE AYUDE A PROPOCIAR UN ADECUADO CONFORT HIGROTÉRMICO EN LAS VIVIENDAS?

El comportamiento de la temperatura de la caña es muy distinto al de una vivienda tradicional de hormigón, pero esto siempre va de la mano con una correcta ventilación.

6. ¿QUÉ BENEFICIOS CONSIDERA USTED QUE PROPORCIONA LA CAÑA GUADÚA COMO ENVOLVENTE DE LAS VIVIENDAS?

La caña guadua, es un material que no solo es bueno como envolvente, sino para todo lo que se pueda utilizar en la construcción ya sea funcional o formal, recalcando que es un material que al ser utilizado de la forma correcta y

7. ¿USTED CONOCE QUE TAN ACCESIBLE ES EL USO DE CAÑA GUADÚA CON RESPECTO A COSTO, DURABILIDAD Y CONFORT DENTRO DE NUESTRO ENTORNO?

El gran problema es que la caña se asocia con pobreza, pero esto sucede por la falta de conocimientos, porque hablan sin conocer. La caña es un material excelente de alta durabilidad y de muy bajo impacto ambiental, con una reposición de corto plazo. Al usarlo de manera correcta los costos empleados en la construcción son menores que una construcción tradicional.




ANEXO:



Análisis de datos de viviendas seleccionadas

En este apartado se mostrarán los resultados y los análisis comparativo de las viviendas seleccionadas con el cual se realizó este estudio de caso.

Vivienda N° 1

| | | | | | | | | |
|--|---|----------------|----------------------|--|--------|--------------------------------|------------|---------|
|  | “UNIVERSIDAD SAN GREGORIO DE PORTOVIEJO” | | | | | | | |
| | CARRERA DE ARQUITECTURA | | | | | | | |
| | Análisis del confort higrotérmico en las viviendas con envolventes en caña guadúa | | | | | | | |
| RESPONSABLES: | Nicole Stefania Bermello Moreira, David Alejandro Cobeña Macias | | | | | | | |
| DATOS DE LA VIVIENDA N°1 | | | | | | | | |
| Dirección: | Comunidad Jesús María | | | | | | | |
| Tipo de vivienda | Vernácula | # Pisos | 1 | 2 | 3 | 4 | | |
| Ubicación de la vivienda | | | | Fotografía de la vivienda | | | | |
|  <p>COORDENADAS: (-1.0296952, -80.2271260)</p> | | | |  | | | | |
| ESTRUCTURA DE LA VIVIENDA | | | | | | ESTADO DE LA ESTRUCTURA | | |
| Estructura | Hormigón Armado | Acero | Caña | Madera | Otros: | Buena(%) | Regular(%) | Mala(%) |
| | | | | | | | | |
| Cubierta | Losa | Zinc | Caña | Madera | Otros: | Buena(%) | Regular(%) | Mala(%) |
| | | | | | Cade | | | |
| Piso | Hormigón Simple | Caña | Hormigón | Madera | Otros: | Buena(%) | Regular(%) | Mala(%) |
| | | | | | | | | |
| Paredes | Ladrillo | Bloque | Caña | Madera | Otros: | Buena(%) | Regular(%) | Mala(%) |
| | | | | | | | | |
| | Porcelanato | Pintura | Cerámica/ Baldosa | Hormigón | Otros: | Buena(%) | Regular(%) | Mala(%) |

| | | | | | | | | |
|---------------------------------|-----------|---------|-----------------|--------|---------|----------|------------|---------|
| Recubrimiento de pisos | | | | | Linóleo | | | |
| Recubrimiento de paredes | Cerámica | Pintura | Enlucidos | Caña | Otros: | Buena(%) | Regular(%) | Mala(%) |
| | ---- | ---- | ---- | ---- | ---- | ---- | ---- | ---- |
| Escaleras | Metálicas | Caña | Hormigón Armado | Madera | Otros: | Buena(%) | Regular(%) | Mala(%) |
| | | | | | | | | |

CONDICIONES AMBIENTALES DEL INTERIOR DE LA VIVIENDA

| | | | | | | | | | | |
|--------------------------|-------------------------------|--|-------------------------------|--|-------------------------------|---------|-------------------------------|--|-------------------------------|--|
| Área de vivienda: | 120 m ² | | | | Horario de visita: | 12 p.m. | | | | |
| ESPACIOS: | SALA | | COMEDOR | | COCINA | | DORMITORIO | | BAÑOS | |
| ILUMINACIÓN | Buena | | Buena | | Buena | | Buena | | Buena | |
| | Regular | | Regular | | Regular | | Regular | | Regular | |
| | Baja | | Baja | | Baja | | Baja | | Baja | |
| | Inexistente | | Inexistente | | Inexistente | | Inexistente | | Inexistente | |
| | Natural | | Natural | | Natural | | Natural | | Natural | |
| | Artificial | | Artificial | | Artificial | | Artificial | | Artificial | |
| VENTILACIÓN | Buena | | Buena | | Buena | | Buena | | Buena | |
| | Regular | | Regular | | Regular | | Regular | | Regular | |
| | Baja | | Baja | | Baja | | Baja | | Baja | |
| | Inexistente | | Inexistente | | Inexistente | | Inexistente | | Inexistente | |
| | Natural | | Natural | | Natural | | Natural | | Natural | |
| | Artificial | | Artificial | | Artificial | | Artificial | | Artificial | |
| TEMPERATURA | Alta (35 - 27°C) | | Alta (35 - 27°C) | | Alta (35 - 27°C) | | Alta (35 - 27°C) | | Alta (35 - 27°C) | |
| | Media (27 - 18°C) | | Media (26 - 18°C) | | Media (26 - 18°C) | | Media (26 - 18°C) | | Media (26 - 18°C) | |
| | Baja (17 - 15°C) | | Baja (17 - 15°C) | | Baja (17 - 15°C) | | Baja (17 - 15°C) | | Baja (17 - 15°C) | |
| HUMEDAD | Humedad Alta (+ 61%) | | Humedad Alta (+ 61%) | | Humedad Alta (+ 61%) | | Humedad Alta (+ 61%) | | Humedad Alta (+ 61%) | |
| | Humedad Normal (60% - 40%) | | Humedad Normal (60% - 40%) | | Humedad Normal (60% - 40%) | | Humedad Normal (60% - 40%) | | Humedad Normal (60% - 40%) | |
| | Humedad Baja (- 39%) | | Humedad Baja (- 39%) | | Humedad Baja (- 39%) | | Humedad Baja (- 39%) | | Humedad Baja (- 39%) | |

OBSERVACIONES: La humedad dentro de la vivienda se encuentra en un 85% ya que las envolventes de caña se encontraban en un estado deteriorado, ya que no le han mantenido una curación adecuada en la caña guadúa y existe la presencia de hongos.

Toma de factores climáticos vivienda N° 1

| VIVIENDA N° 1 | |
|---------------------------|--------------------------------------|
| DESCRIPCIÓN DE MATERIALES | |
| Estructura | Hormigón armado y madera |
| Cubierta | Zinc y cade con estructura de madera |
| Piso | Madera |
| Paredes | Caña y madera |
| Recubrimiento de pisos | Linóleo |
| Recubrimiento de paredes | No mantiene |
| Escaleras | Madera |

Tabla 27. Descripción de los materiales constructivos de la vivienda #1.

Fuente: Elaboración propia

En la siguiente tabla, se detalla la toma de mediciones térmicas in-situ de la vivienda N1, con una variación de tres horarios diferentes realizado en tres días diferentes entre el mes de mayo y junio, esto con la intención de verificar la variación de resultados existentes.

| MES DE MAYO - JUNIO | | | | | | | | | |
|------------------------------|----------|-------|-------|--------|----------|-------|-------|--------|--------|
| TEMPERATURA °C | | | | | | | | | |
| ESPACIO | EXTERIOR | | | | INTERIOR | | | | TOTAL |
| DÍAS | 8:00 | 13:00 | 18:00 | TOTAL | 8:00 | 13:00 | 18:00 | TOTAL | 25.01 |
| 15/05/2023 | 24.6 | 24.8 | 24.7 | 24.70 | 24.9 | 25.1 | 25.03 | 25.01 | |
| 04/06/2023 | 24.1 | 25.2 | 24.9 | 24.73 | 24.5 | 25.4 | 25.0 | 24.96 | |
| 15/06/2023 | 25.4 | 25.5 | 25.2 | 25.36 | 25.12 | 25.2 | 25.6 | 25.30 | |
| TOTAL | 24.93 | | | | 25.09 | | | | |
| TEMPERATURA RADIANTE °C | | | | | | | | | |
| ESPACIO | EXTERIOR | | | | INTERIOR | | | | TOTAL |
| DÍAS | 8:00 | 13:00 | 18:00 | TOTAL | 8:00 | 13:00 | 18:00 | TOTAL | 25.30 |
| 15/05/2023 | 24.7 | 24.8 | 24.7 | 24.73 | 24.8 | 24.9 | 24.8 | 24.8 | |
| 04/06/2023 | 24.2 | 25.3 | 25.0 | 24.83 | 24.6 | 25.6 | 25.2 | 25.13 | |
| 15/06/2023 | 26.0 | 26.1 | 25.9 | 26.0 | 26.3 | 26.6 | 26.2 | 26.36 | |
| TOTAL | 25.18 | | | | 25.43 | | | | |
| HUMEDAD RELATIVA % | | | | | | | | | |
| ESPACIO | EXTERIOR | | | | INTERIOR | | | | TOTAL |
| DÍAS | 8:00 | 13:00 | 18:00 | TOTAL | 8:00 | 13:00 | 18:00 | TOTAL | 83.10% |
| 15/05/2023 | 82% | 83% | 84% | 83.00% | 84% | 83% | 83% | 83.33% | |
| 04/06/2023 | 82% | 83% | 82% | 82.33% | 82% | 83% | 83% | 82.66% | |
| 15/06/2023 | 83% | 84% | 84% | 83.66% | 84% | 83% | 84% | 83.66% | |
| TOTAL | 82.99% | | | | 83.21% | | | | |
| VELOCIDAD DEL VIENTO (m/seg) | | | | | | | | | |
| ESPACIO | EXTERIOR | | | | INTERIOR | | | | TOTAL |
| DÍAS | 8:00 | 13:00 | 18:00 | TOTAL | 8:00 | 13:00 | 18:00 | TOTAL | 1.30 |
| 15/05/2023 | 1.35 | 1.20 | 1.40 | 1.32 | 1.30 | 1.05 | 1.38 | 1.24 | |
| 04/06/2023 | 1.30 | 1.15 | 1.35 | 1.28 | 1.28 | 1.10 | 1.32 | 1.23 | |
| 15/06/2023 | 1.25 | 1.20 | 1.38 | 1.28 | 1.20 | 1.12 | 1.35 | 1.22 | |
| TOTAL | 1.30 | | | | 1.23 | | | | |

Tabla 28. Mediciones térmicas de la vivienda N° 1. Fuente: Elaboración propia.

Nota: Se puede observar en los resultados una problemática con la humedad relativa.

Simulación térmica – vivienda N° 1

Simulación de radiación solar

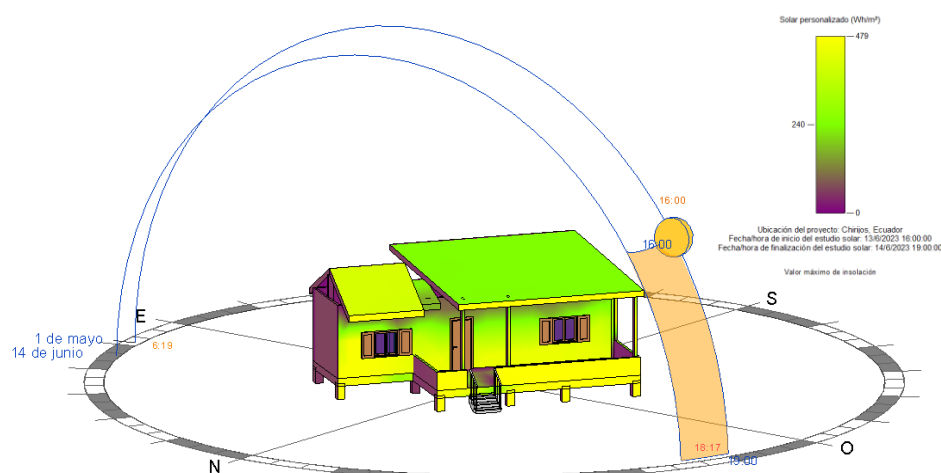


Figura 59. Simulación de insulación acumulada desde las 7:00 am a 10:00 am en la cual podemos apreciar que la incidencia solar cae sobre la fachada posterior de la vivienda con un valor máximo de 604 (Wh/m²). **Fuente:** Elaboración propia.

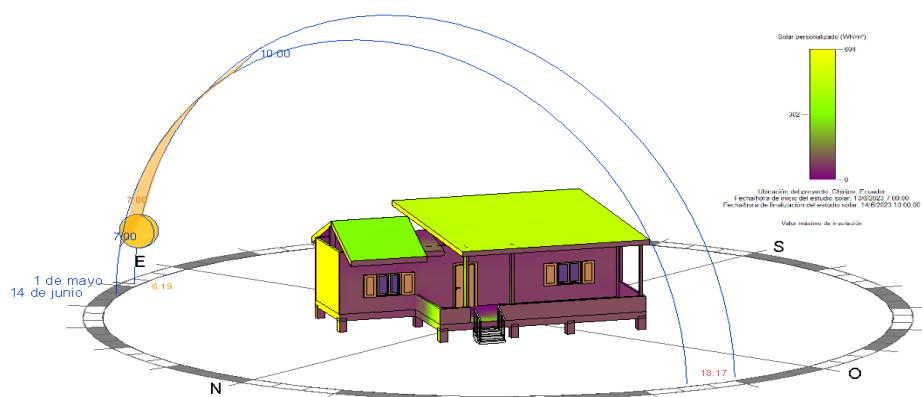


Figura 60. Simulación de insulación acumulada desde las 12:00 pm a 15:00 pm en la cual podemos apreciar que la incidencia solar recae sobre la cubierta, dándonos un valor máximo de insulación de 816 (Wh/m²). **Fuente:** Elaboración propia.

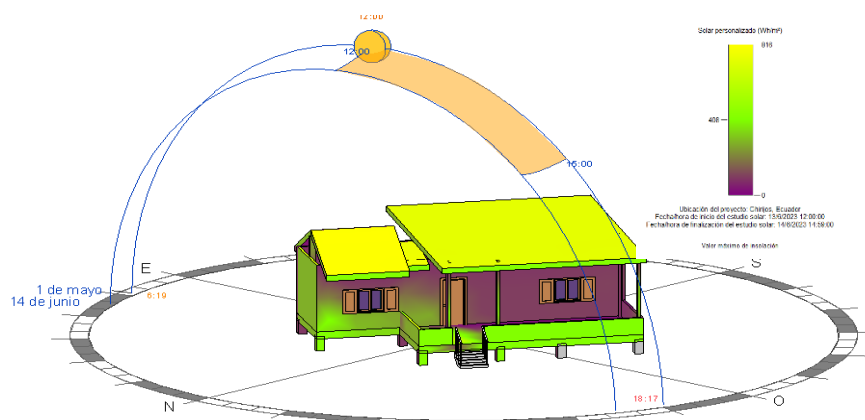


Figura 61. Simulación de insulación acumulada desde las 15:00 pm a 19:00 pm en la cual podemos apreciar que la incidencia solar recae sobre la fachada frontal de la vivienda, dándonos un valor máximo de insulación de 479 (Wh/m²). **Fuente:** Elaboración propia.

Simulación de radiación solar vista en planta vivienda N° 1

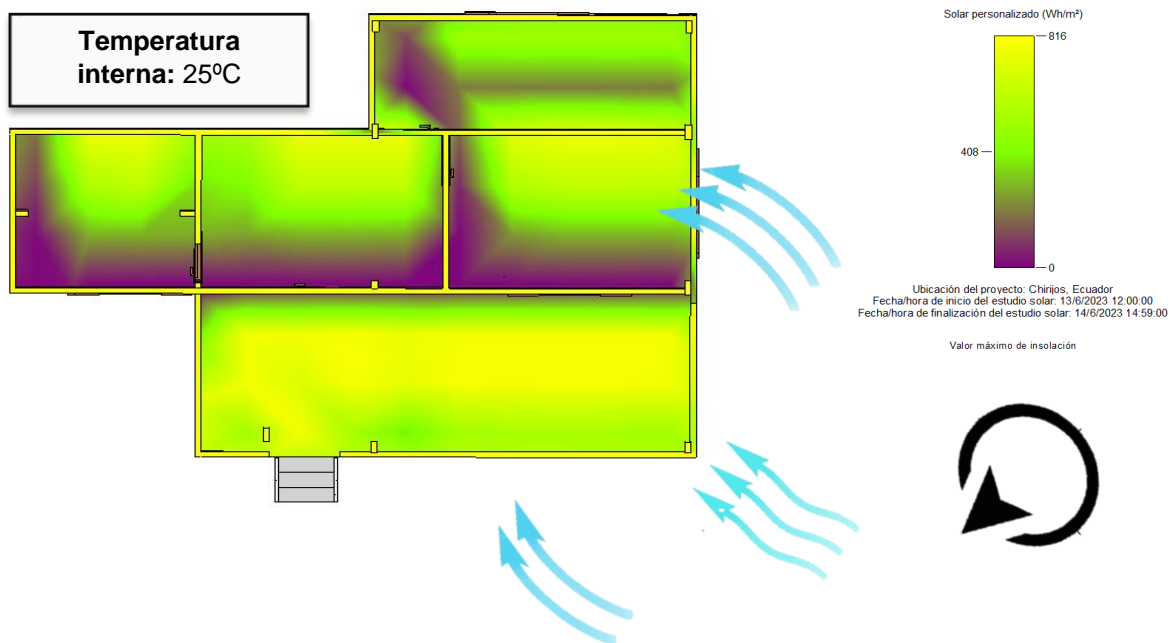


Figura 62. Representación insolación acumulada de 12:00 pm a 15:00 pm vista en planta, dándonos un valor máximo de insolación de 816 (Wh/m2). **Fuente:** Elaboración propia.

Vientos predominantes vivienda N° 1

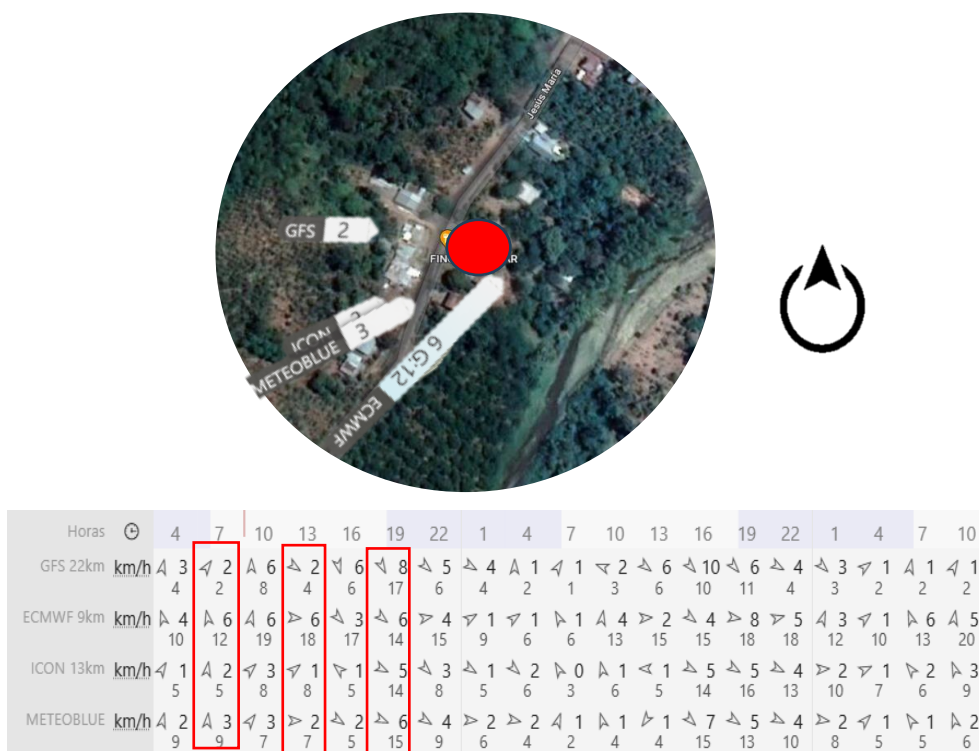


Figura 63. Con la aplicación (windy.com, 2023) se realizó el análisis de los vientos predominantes en los horarios establecidos en nuestro análisis. Vientos predominantes en tres horarios diferentes dando como resultado 6km/h, 9km/h y 13km/h, provenientes del Oeste hacia el Este. **Fuente:** Elaboración propia.

Simulación de vientos predominantes vivienda N° 1

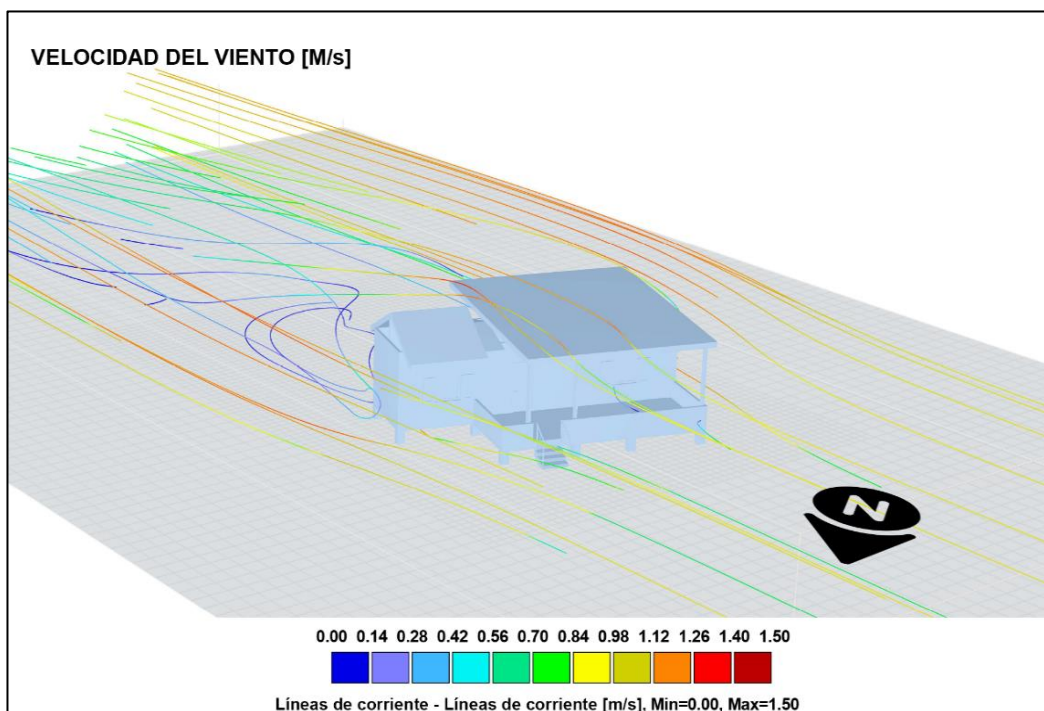


Figura 64. Análisis de simulación de la velocidad de los vientos. Se puede observar cómo los vientos predominantes se dirigen con mayor predominancia del Oeste hacia el Este.
Fuente: Elaboración propia.

Simulación de presión del viento vivienda N° 1

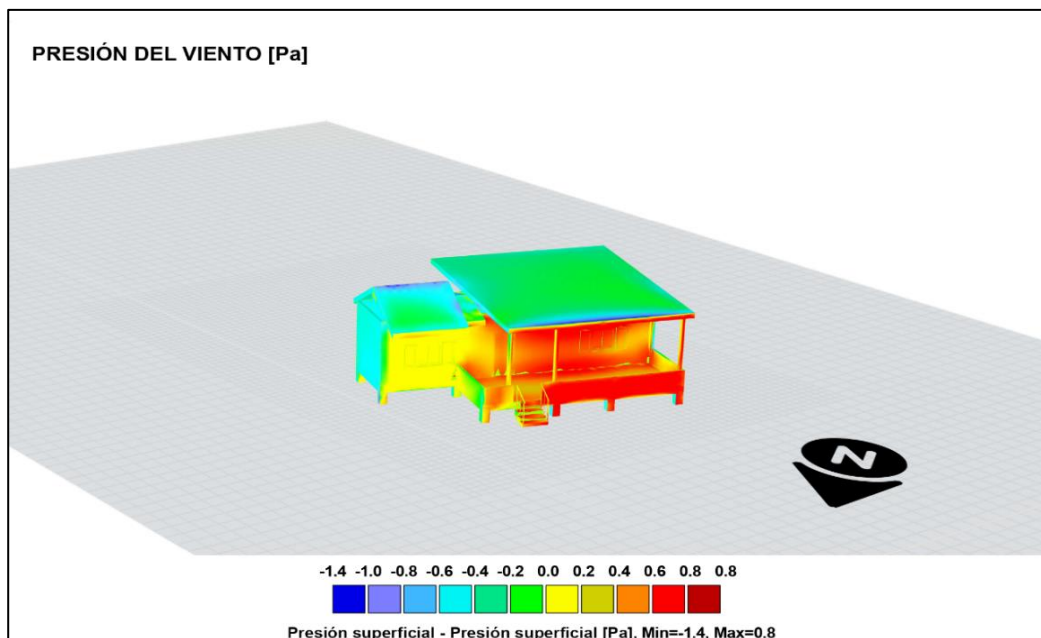


Figura 65. Análisis de simulación de la presión del viento. Se puede observar cómo la fachada frontal de la vivienda es la que recibe la mayor cantidad de presión del viento.
Fuente: Elaboración propia.




Se puede observar que la vivienda N° 1, mantiene una tipología de construcción vernácula en la cual han implementado el uso de la caña guadúa con mayor predominio, con respecto a la madera y el hormigón. La vivienda ha implementado técnicas de construcción para mejorar el confort higrotérmico dentro de su vivienda, ya que como podemos observar en el Gráfico 58 imagen izquierda han usado una técnica de envolvente en la cubierta de zinc para ayudar a termorregular la temperatura de la misma, así mismo en la imagen derecha podemos observar cómo utilizan técnicas de arquitectura bioclimática aprovechando la cámara de aire que se genera entre la altura de la cubierta y la pared para la circulación de vientos cruzados en la cocina.



Figura 66. Análisis arquitectónico de vivienda N° 1.

Fuente: Tomadas por autores este análisis de caso.

Vivienda N° 2

| | | | | | | | | |
|---|---|----------------|------------------|----------|---|--------------------------------|------------|---------|
|  | “UNIVERSIDAD SAN GREGORIO DE PORTOVIEJO” | | | | | | | |
| | CARRERA DE ARQUITECTURA | | | | | | | |
| | Análisis del confort higrotérmico en las viviendas con envolventes en caña guadúa | | | | | | | |
| RESPONSABLES: | Nicole Stefania Bermello Moreira, David Alejandro Cobeña Macias | | | | | | | |
| DATOS DE LA VIVIENDA N° 2 | | | | | | | | |
| Dirección: | Comunidad Jesús María | | | | | | | |
| Tipo de vivienda | Vernácula | # Pisos | 1 | 2 | 3 | 4 | | |
| Ubicación de la vivienda | | | | | Fotografía de la vivienda | | | |
|  <p>COORDENADAS: (-1.026663, -80.224456)</p> | | | | |  | | | |
| ESTRUCTURA DE LA VIVIENDA | | | | | | ESTADO DE LA ESTRUCTURA | | |
| Estructura | Hormigón Armado | Acero | Caña | Madera | Otros: | Buena(%) | Regular(%) | Mala(%) |
| | | | | | | | | |
| Cubierta | Losa | Zinc | Caña | Madera | Otros: | Buena(%) | Regular(%) | Mala(%) |
| | | | | | Cade | | | |
| Piso | Hormigón Simple | Caña | Hormigón | Madera | Otros: | Buena(%) | Regular(%) | Mala(%) |
| | | | | | | | | |
| Paredes | Ladrillo | Bloque | Caña | Madera | Otros: | Buena(%) | Regular(%) | Mala(%) |
| | | | | | | | | |
| Recubrimiento de pisos | Porcelanato | Pintura | Cerámica/Baldosa | Hormigón | Otros: | Buena(%) | Regular(%) | Mala(%) |
| | | | | | Linóleo | | | |

| | | | | | | | | |
|--------------------------|-----------|---------|-----------------|--------|--------|----------|------------|---------|
| Recubrimiento de paredes | Cerámica | Pintura | Enlucidos | Caña | Otros: | Buena(%) | Regular(%) | Mala(%) |
| | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Escaleras | Metálicas | Caña | Hormigón Armado | Madera | Otros: | Buena(%) | Regular(%) | Mala(%) |
| | | | | | | | | |

CONDICIONES AMBIENTALES DEL INTERIOR DE LA VIVIENDA

| | | | | | | | | | | |
|-------------------|-------------------------------|--|-------------------------------|--|-------------------------------|------------|-------------------------------|--|-------------------------------|--|
| Área de vivienda: | 63 m ² | | | | Horario de visita: | 12:00 p.m. | | | | |
| ESPACIOS: | SALA | | COMEDOR | | COCINA | | DORMITORIO | | BAÑOS | |
| ILUMINACIÓN | Buena | | Buena | | Buena | | Buena | | Buena | |
| | Regular | | Regular | | Regular | | Regular | | Regular | |
| | Baja | | Baja | | Baja | | Baja | | Baja | |
| | Inexistente | | Inexistente | | Inexistente | | Inexistente | | Inexistente | |
| | Natural | | Natural | | Natural | | Natural | | Natural | |
| | Artificial | | Artificial | | Artificial | | Artificial | | Artificial | |
| VENTILACIÓN | Buena | | Buena | | Buena | | Buena | | Buena | |
| | Regular | | Regular | | Regular | | Regular | | Regular | |
| | Baja | | Baja | | Baja | | Baja | | Baja | |
| | Inexistente | | Inexistente | | Inexistente | | Inexistente | | Inexistente | |
| | Natural | | Natural | | Natural | | Natural | | Natural | |
| | Artificial | | Artificial | | Artificial | | Artificial | | Artificial | |
| TEMPERATURA | Alta (35 - 27°C) | | Alta (35 - 27°C) | | Alta (35 - 27°C) | | Alta (35 - 27°C) | | Alta (35 - 27°C) | |
| | Media (27 - 18°C) | | Media (26 - 18°C) | | Media (26 - 18°C) | | Media (26 - 18°C) | | Media (26 - 18°C) | |
| | Baja (17 - 15°C) | | Baja (17 - 15°C) | | Baja (17 - 15°C) | | Baja (17 - 15°C) | | Baja (17 - 15°C) | |
| HUMEDAD | Humedad Alta (+ 61%) | | Humedad Alta (+ 61%) | | Humedad Alta (+ 61%) | | Humedad Alta (+ 61%) | | Humedad Alta (+ 61%) | |
| | Humedad Normal (60% - 40%) | | Humedad Normal (60% - 40%) | | Humedad Normal (60% - 40%) | | Humedad Normal (60% - 40%) | | Humedad Normal (60% - 40%) | |
| | Humedad Baja (- 39%) | | Humedad Baja (- 39%) | | Humedad Baja (- 39%) | | Humedad Baja (- 39%) | | Humedad Baja (- 39%) | |

OBSERVACIONES: La ventilación natural en ciertos espacios es regular ya que no cuenta con suficientes ventanas y tampoco existe ninguna técnica de ventilación cruzada dentro de la vivienda, por lo que en algunos lugares se queda el aire caliente atrapado en el espacio.

Toma de factores climáticos vivienda N° 2

| VIVIENDA N° 2 | |
|---------------------------|-------------------------------|
| DESCRIPCIÓN DE MATERIALES | |
| Estructura | Caña y madera |
| Cubierta | Zinc con estructura de madera |
| Piso | Madera |
| Paredes | Caña |
| Recubrimiento de pisos | Linóleo |
| Recubrimiento de paredes | No mantiene |
| Escaleras | Madera |

Tabla 29. Descripción de los materiales constructivos de la vivienda N° 2.

Fuente: Elaboración propia

| MES DE MAYO - JUNIO | | | | | | | | | |
|------------------------------|---------------|-------|-------|--------|---------------|-------|-------|--------|--------|
| TEMPERATURA °C | | | | | | | | | |
| ESPACIO | EXTERIOR | | | | INTERIOR | | | | TOTAL |
| DÍAS | 8:00 | 13:00 | 18:00 | TOTAL | 8:00 | 13:00 | 18:00 | TOTAL | 28.14 |
| 15/05/2023 | 27.80 | 28.40 | 28.10 | 28.10 | 27.85 | 28.60 | 28.20 | 28.21 | |
| 04/06/2023 | 27.60 | 28.20 | 28.15 | 27.98 | 27.70 | 28.30 | 28.20 | 28.06 | |
| 15/06/2023 | 27.20 | 28.90 | 28.60 | 28.23 | 27.30 | 29.00 | 28.70 | 28.33 | |
| TOTAL | 28.10 | | | | 28.19 | | | | |
| TEMPERATURA RADIANTE °C | | | | | | | | | |
| ESPACIO | EXTERIOR | | | | INTERIOR | | | | TOTAL |
| DÍAS | 8:00 | 13:00 | 18:00 | TOTAL | 8:00 | 13:00 | 18:00 | TOTAL | 28.27 |
| 15/05/2023 | 28.00 | 28.50 | 28.20 | 28.23 | 28.10 | 28.70 | 28.30 | 28.36 | |
| 04/06/2023 | 27.70 | 28.30 | 28.25 | 28.08 | 27.80 | 28.40 | 28.35 | 28.18 | |
| 15/06/2023 | 27.30 | 29.00 | 28.70 | 28.33 | 27.40 | 29.10 | 28.80 | 28.43 | |
| TOTAL | 28.21 | | | | 28.32 | | | | |
| HUMEDAD RELATIVA % | | | | | | | | | |
| ESPACIO | EXTERIOR | | | | INTERIOR | | | | TOTAL |
| DÍAS | 8:00 | 13:00 | 18:00 | TOTAL | 8:00 | 13:00 | 18:00 | TOTAL | 61.82% |
| 15/05/2023 | 62% | 62% | 61% | 61.66% | 61% | 62% | 62% | 61.66% | |
| 04/06/2023 | 61% | 62% | 62% | 61.66% | 62% | 63% | 62% | 62.33% | |
| 15/06/2023 | 62% | 62% | 61% | 61.66% | 62% | 63% | 61% | 62.00% | |
| TOTAL | 61.66% | | | | 61.99% | | | | |
| VELOCIDAD DEL VIENTO (m/seg) | | | | | | | | | |
| ESPACIO | EXTERIOR | | | | INTERIOR | | | | TOTAL |
| DÍAS | 8:00 | 13:00 | 18:00 | TOTAL | 8:00 | 13:00 | 18:00 | TOTAL | 1.27 |
| 15/05/2023 | 1.40 | 1.20 | 1.60 | 1.40 | 1.30 | 1.10 | 1.50 | 1.30 | |
| 04/06/2023 | 1.35 | 1.30 | 1.40 | 1.35 | 1.30 | 1.25 | 1.30 | 1.28 | |
| 15/06/2023 | 1.30 | 1.10 | 1.56 | 1.32 | 1.02 | 1.09 | 1.40 | 1.17 | |
| TOTAL | 1.35 | | | | 1.25 | | | | |

Tabla 30. Mediciones térmicas de la vivienda N° 2.

Fuente: Elaboración propia

A pesar de que la vivienda mantiene temperaturas más bajas que las viviendas N° 1, se analiza que podrían implementarse técnicas de arquitectura bioclimática para ayudar a aprovechar al máximo el material.

Simulación térmica – vivienda N° 2

Simulación de radiación solar

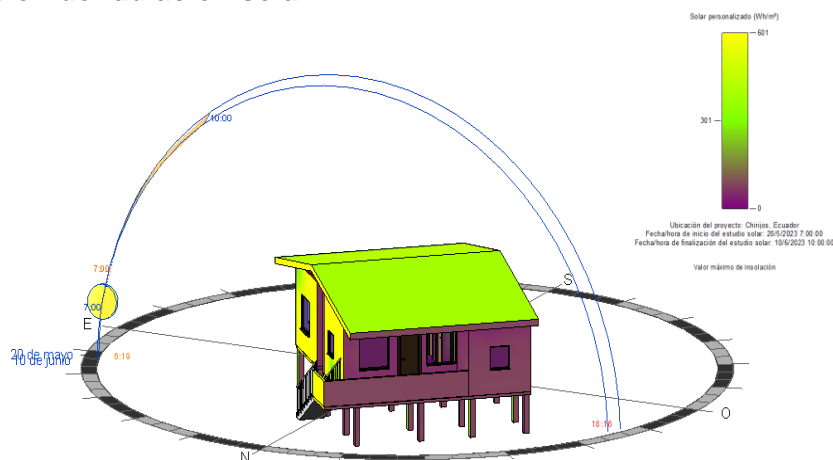


Figura 67. Simulación de insulación acumulada de 7:00 am a 10:00 am en la cual podemos apreciar que la incidencia solar recae sobre la fachada posterior de la vivienda, dándonos un valor máximo de insulación de 601 (Wh/m²). **Fuente:** Elaboración propia.

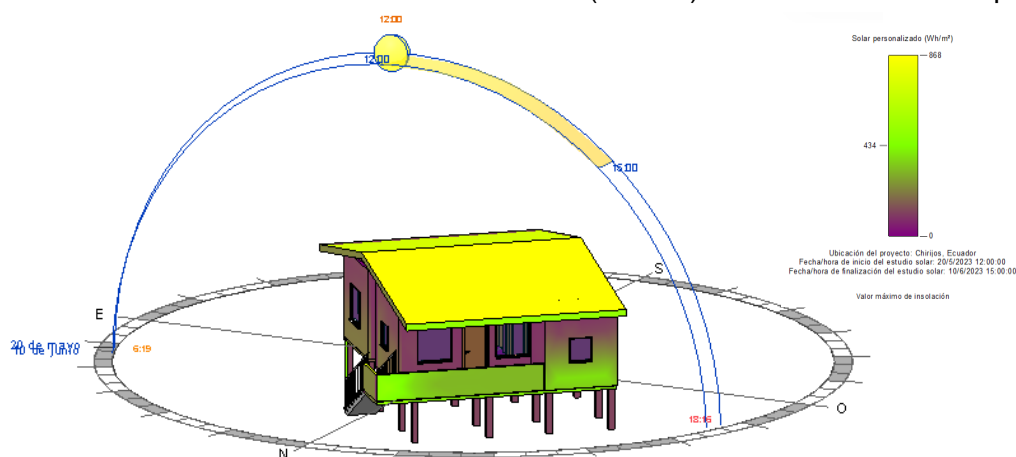


Figura 68. Simulación de insulación acumulada de 12:00 am a 15:00 am en la cual podemos apreciar que la incidencia solar recae sobre la fachada y la cubierta, dándonos un valor máximo de insulación de 868 (Wh/m²). **Fuente:** Elaboración propia.

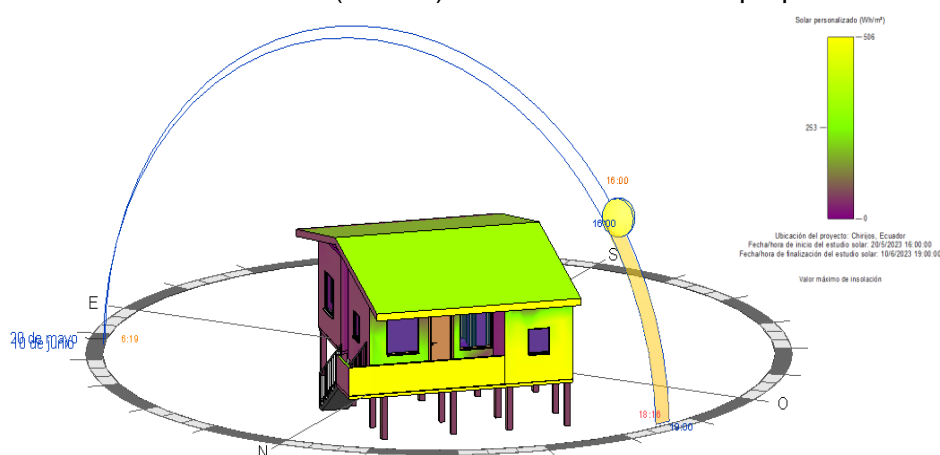


Figura 69. Simulación de Insulación acumulada de 16:00 am a 19:00 am en la cual podemos apreciar que la incidencia solar recae sobre la fachada frontal, dándonos un valor máximo de insulación de 506 (Wh/m²). **Fuente:** Elaboración propia.

Simulación de radiación solar vista en planta vivienda N° 2

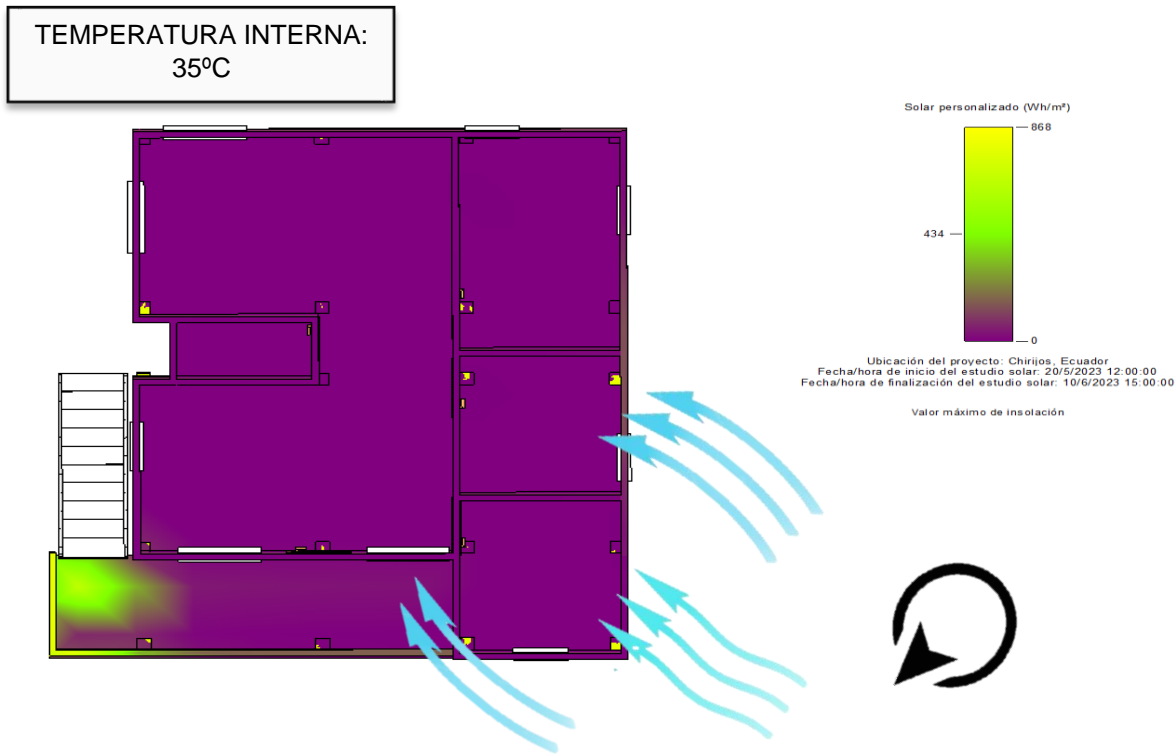


Figura 70. Representación insolación acumulada de 12:00 pm a 15:00 pm vista en planta, dándonos un valor máximo de insolación de 868 (Wh/m²). **Fuente:** Elaboración propia.

Vientos predominantes vivienda N° 2



Figura 71. Con la aplicación (windy.com, 2023) se realizó el análisis de los vientos predominantes en los horarios establecidos en nuestro análisis. Vientos predominantes en tres horarios diferentes dando como resultado 6km/h, 6km/h y 15km/h, provenientes del Oeste hacia el Este. **Fuente:** Elaboración propia.

Simulación de vientos predominantes vivienda N° 2

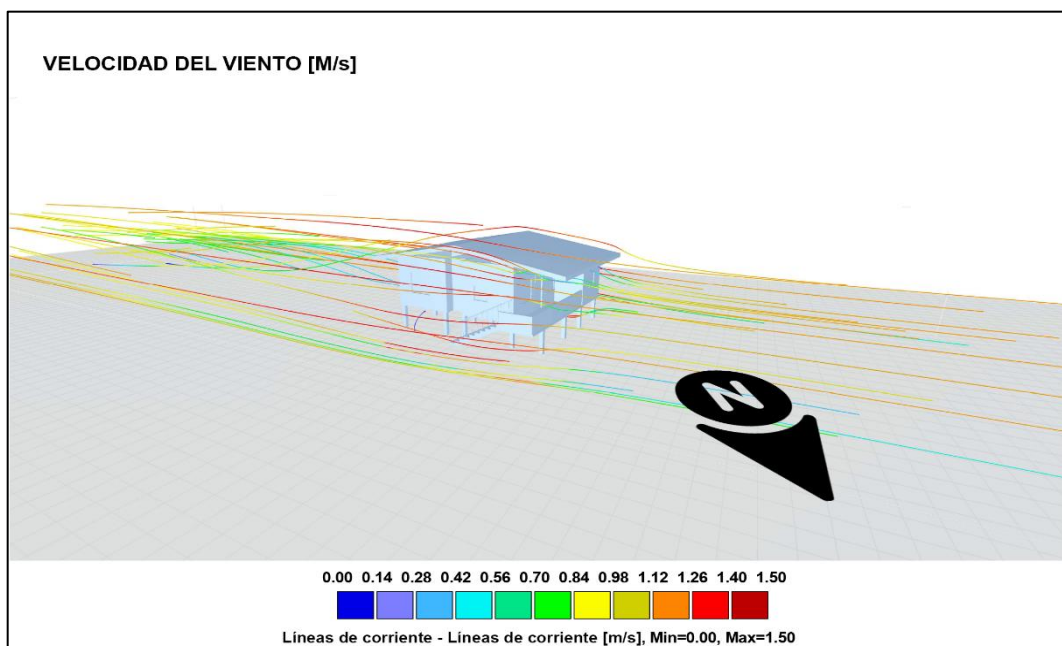


Figura 72. Análisis de simulación de la velocidad de los vientos. Se puede observar cómo los vientos predominantes se dirigen con mayor predominancia del Oeste hacia el Este.
Fuente: Elaboración propia.

Simulación de presión del viento vivienda N° 2

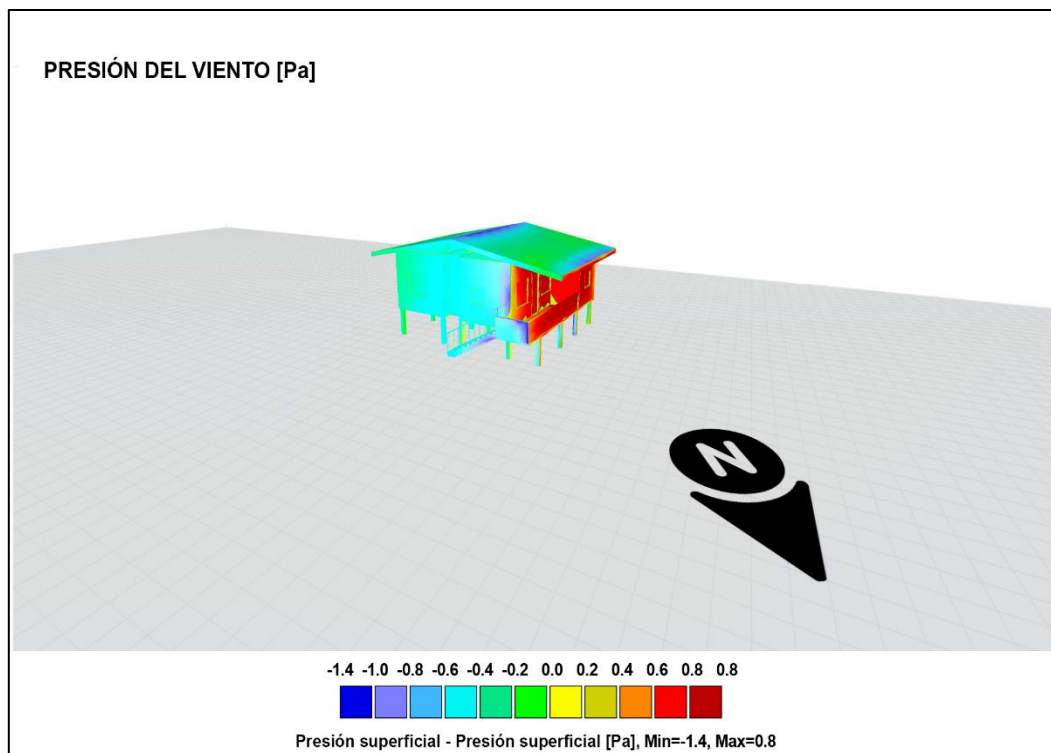





Figura 73. Análisis de simulación de la presión del viento. Se puede observar cómo la fachada frontal de la vivienda es la que recibe la mayor cantidad de presión del viento.
Fuente: Elaboración propia.

Vivienda N° 3

| | | | | | | | | |
|---|---|----------------|------------------|---|---------|--------------------------------|------------|---------|
|  | “UNIVERSIDAD SAN GREGORIO DE PORTOVIEJO” | | | | | | | |
| | CARRERA DE ARQUITECTURA | | | | | | | |
| | Análisis del confort higrotérmico en las viviendas con envolventes en caña guadúa | | | | | | | |
| RESPONSABLES: | Nicole Stefania Bermello Moreira, David Alejandro Cobeña Macias | | | | | | | |
| DATOS DE LA VIVIENDA N° 3 | | | | | | | | |
| Dirección: | Comunidad Jesús María | | | | | | | |
| Tipo de vivienda | Mixta | # Pisos | 1 | 2 | 3 | 4 | | |
| Ubicación de la vivienda | | | | Fotografía de la vivienda | | | | |
|  <p>COORDENADAS: (-1.026283, -80.224413)</p> | | | |  | | | | |
| ESTRUCTURA DE LA VIVIENDA | | | | | | ESTADO DE LA ESTRUCTURA | | |
| Estructura | Hormigón Armado | Acero | Caña | Madera | Otros: | Buena(%) | Regular(%) | Mala(%) |
| | | | | | | | | |
| Cubierta | Losa | Zinc | Caña | Madera | Otros: | Buena(%) | Regular(%) | Mala(%) |
| | | | | | | | | |
| Piso | Hormigón Simple | Caña | Hormigón | Madera | Otros: | Buena(%) | Regular(%) | Mala(%) |
| | | | | | | | | |
| Paredes | Ladrillo | Bloque | Caña | Madera | Otros: | Buena(%) | Regular(%) | Mala(%) |
| | | | | | | | | |
| Recubrimiento de pisos | Porcelanato | Pintura | Cerámica/Baldosa | Hormigón | Otros: | Buena(%) | Regular(%) | Mala(%) |
| | | | | | Baldosa | | | |

| | | | | | | | | |
|--------------------------|-----------|---------|-----------------|--------|--------|----------|------------|---------|
| Recubrimiento de paredes | Cerámica | Pintura | Enlucidos | Caña | Otros: | Buena(%) | Regular(%) | Mala(%) |
| | | | | | | | | |
| Escaleras | Metálicas | Caña | Hormigón Armado | Madera | Otros: | Buena(%) | Regular(%) | Mala(%) |
| | | | | | | | | |

CONDICIONES AMBIENTALES DEL INTERIOR DE LA VIVIENDA

| | | | | | | | | | | |
|-------------------|-------------------------------|--|-------------------------------|--|-------------------------------|------------|-------------------------------|--|-------------------------------|--|
| Área de vivienda: | 72 m ² | | | | Horario de visita: | 12.00 p.m. | | | | |
| ESPACIOS: | SALA | | COMEDOR | | COCINA | | DORMITORIO | | BAÑOS | |
| ILUMINACIÓN | Buena | | Buena | | Buena | | Buena | | Buena | |
| | Regular | | Regular | | Regular | | Regular | | Regular | |
| | Baja | | Baja | | Baja | | Baja | | Baja | |
| | Inexistente | | Inexistente | | Inexistente | | Inexistente | | Inexistente | |
| | Natural | | Natural | | Natural | | Natural | | Natural | |
| | Artificial | | Artificial | | Artificial | | Artificial | | Artificial | |
| VENTILACIÓN | Buena | | Buena | | Buena | | Buena | | Buena | |
| | Regular | | Regular | | Regular | | Regular | | Regular | |
| | Baja | | Baja | | Baja | | Baja | | Baja | |
| | Inexistente | | Inexistente | | Inexistente | | Inexistente | | Inexistente | |
| | Natural | | Natural | | Natural | | Natural | | Natural | |
| | Artificial | | Artificial | | Artificial | | Artificial | | Artificial | |
| TEMPERATURA | Alta (35 - 27°C) | | Alta (35 - 27°C) | | Alta (35 - 27°C) | | Alta (35 - 27°C) | | Alta (35 - 27°C) | |
| | Media (27 - 18°C) | | Media (26 - 18°C) | | Media (26 - 18°C) | | Media (26 - 18°C) | | Media (26 - 18°C) | |
| | Baja (17 - 15°C) | | Baja (17 - 15°C) | | Baja (17 - 15°C) | | Baja (17 - 15°C) | | Baja (17 - 15°C) | |
| HUMEDAD | Humedad Alta (+ 61%) | | Humedad Alta (+ 61%) | | Humedad Alta (+ 61%) | | Humedad Alta (+ 61%) | | Humedad Alta (+ 61%) | |
| | Humedad Normal (60% - 40%) | | Humedad Normal (60% - 40%) | | Humedad Normal (60% - 40%) | | Humedad Normal (60% - 40%) | | Humedad Normal (60% - 40%) | |
| | Humedad Baja (- 39%) | | Humedad Baja (- 39%) | | Humedad Baja (- 39%) | | Humedad Baja (- 39%) | | Humedad Baja (- 39%) | |

OBSERVACIONES: La humedad dentro de la vivienda se encuentra en un 64% ya que las envolventes de las paredes de caña no han mantenido una curación adecuada y existe la presencia de hongos también en las paredes de ladrillo.

Toma de factores climáticos vivienda N° 3

| VIVIENDA N° 3 | |
|---------------------------|--------------------------------|
| DESCRIPCIÓN DE MATERIALES | |
| Estructura | Hormigón armado, madera y caña |
| Cubierta | Zinc con estructura de madera |
| Piso | Hormigón simple y madera |
| Paredes | Ladrillo y caña guadúa |
| Recubrimiento de pisos | No mantiene |
| Recubrimiento de paredes | Enlucido y pintura |
| Escaleras | Madera |

Tabla 31. Descripción de los materiales constructivos de la vivienda N° 3.

Fuente: Elaboración propia

| MES DE MAYO - JUNIO | | | | | | | | | |
|------------------------------|----------|-------|-------|---------------|----------|-------|-------|---------------|--------|
| TEMPERATURA °C | | | | | | | | | |
| ESPACIO | EXTERIOR | | | | INTERIOR | | | | TOTAL |
| DÍAS | 8:00 | 13:00 | 18:00 | TOTAL | 8:00 | 13:00 | 18:00 | TOTAL | |
| 15/05/2023 | 30.70 | 34.40 | 32.90 | 32.66 | 30.20 | 35.80 | 33.10 | 32.63 | 33.10 |
| 04/06/2023 | 30.80 | 34.60 | 33.00 | 32.80 | 31.00 | 34.90 | 33.00 | 32.96 | |
| 15/06/2023 | 29.90 | 37.50 | 33.40 | 33.26 | 31.10 | 38.60 | 33.20 | 34.35 | |
| TOTAL | | | | 32.90 | | | | 33.31 | |
| TEMPERATURA RADIANTE °C | | | | | | | | | |
| ESPACIO | EXTERIOR | | | | INTERIOR | | | | TOTAL |
| DÍAS | 8:00 | 13:00 | 18:00 | TOTAL | 8:00 | 13:00 | 18:00 | TOTAL | |
| 15/05/2023 | 30.80 | 34.50 | 33.00 | 32.76 | 30.90 | 34.70 | 33.30 | 32.96 | 33.45 |
| 04/06/2023 | 30.90 | 34.90 | 33.40 | 33.06 | 31.95 | 35.00 | 33.60 | 33.52 | |
| 15/06/2023 | 30.10 | 37.60 | 33.50 | 33.73 | 31.500 | 39.00 | 33.60 | 34.70 | |
| TOTAL | | | | 33.18 | | | | 33.72 | |
| HUMEDAD RELATIVA % | | | | | | | | | |
| ESPACIO | EXTERIOR | | | | INTERIOR | | | | TOTAL |
| DÍAS | 8:00 | 13:00 | 18:00 | TOTAL | 8:00 | 13:00 | 18:00 | TOTAL | |
| 15/05/2023 | 62% | 63% | 64% | 63.00% | 64% | 63% | 63% | 63.33% | 63.16% |
| 04/06/2023 | 62% | 63% | 62% | 62.33% | 63% | 63% | 63% | 63.00% | |
| 15/06/2023 | 63% | 64% | 64% | 63.66% | 64% | 63% | 64% | 63.66% | |
| TOTAL | | | | 62.99% | | | | 63.33% | |
| VELOCIDAD DEL VIENTO (m/seg) | | | | | | | | | |
| ESPACIO | EXTERIOR | | | | INTERIOR | | | | TOTAL |
| DÍAS | 8:00 | 13:00 | 18:00 | TOTAL | 8:00 | 13:00 | 18:00 | TOTAL | |
| 15/05/2023 | 1.10 | 0.87 | 1.31 | 1.09 | 1.09 | 0.84 | 1.29 | 1.07 | 1.08 |
| 04/06/2023 | 1.15 | 1.01 | 1.25 | 1.13 | 1.10 | 0.92 | 1.18 | 1.06 | |
| 15/06/2023 | 1.05 | 0.95 | 1.26 | 1.08 | 1.01 | 0.92 | 1.24 | 1.05 | |
| TOTAL | | | | 1.10 | | | | 1.06 | |

Tabla 32. Mediciones térmicas de la vivienda N° 3.

Fuente: Elaboración propia

La vivienda mantiene temperaturas muy elevadas, no existe un buen confort térmico dentro de la vivienda ya que esta mantiene técnicas de construcción que no son adecuadas.

Simulación térmica – vivienda N° 3

Simulación de radiación solar

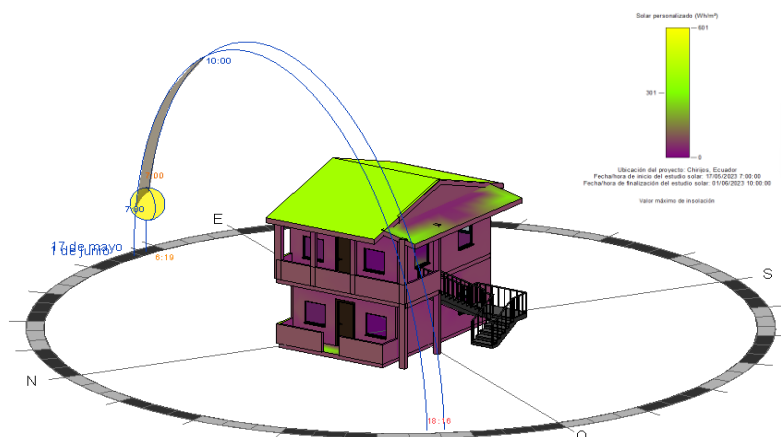


Figura 74. Simulación de insolación acumulada de 7:00 am a 10:00 am en la cual podemos apreciar que la incidencia solar recae sobre la fachada posterior de la vivienda, dándonos un valor máximo de insolación de 601 (Wh/m²). **Fuente:** Elaboración propia.

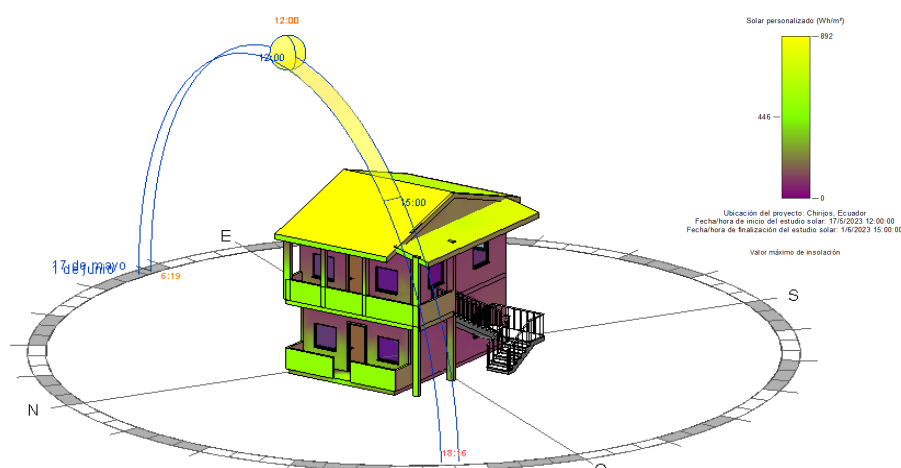


Figura 75. Simulación de Insolación acumulada de 12:00 am a 15:00 am en la cual podemos apreciar que la incidencia solar recae sobre la cubierta, dándonos un valor máximo de insolación de 892 (Wh/m²). **Fuente:** Elaboración propia.

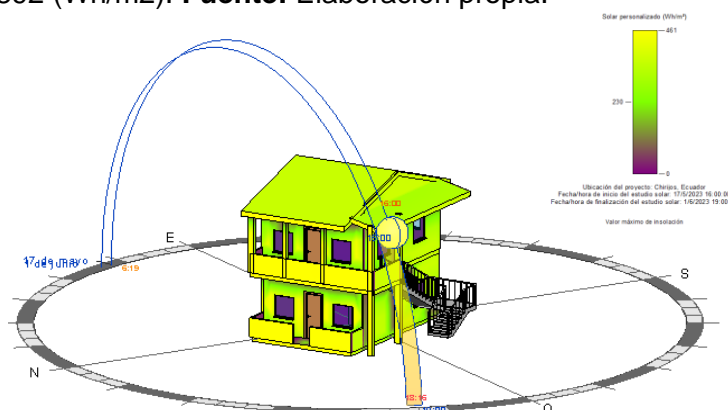


Figura 76. Simulación de insolación acumulada de 16:00 am a 19:00 am en la cual podemos apreciar que la incidencia solar recae sobre la fachada frontal, dándonos un valor máximo de insolación de 461 (Wh/m²). **Fuente:** Elaboración propia.

Simulación de radiación solar vista en planta vivienda N° 3

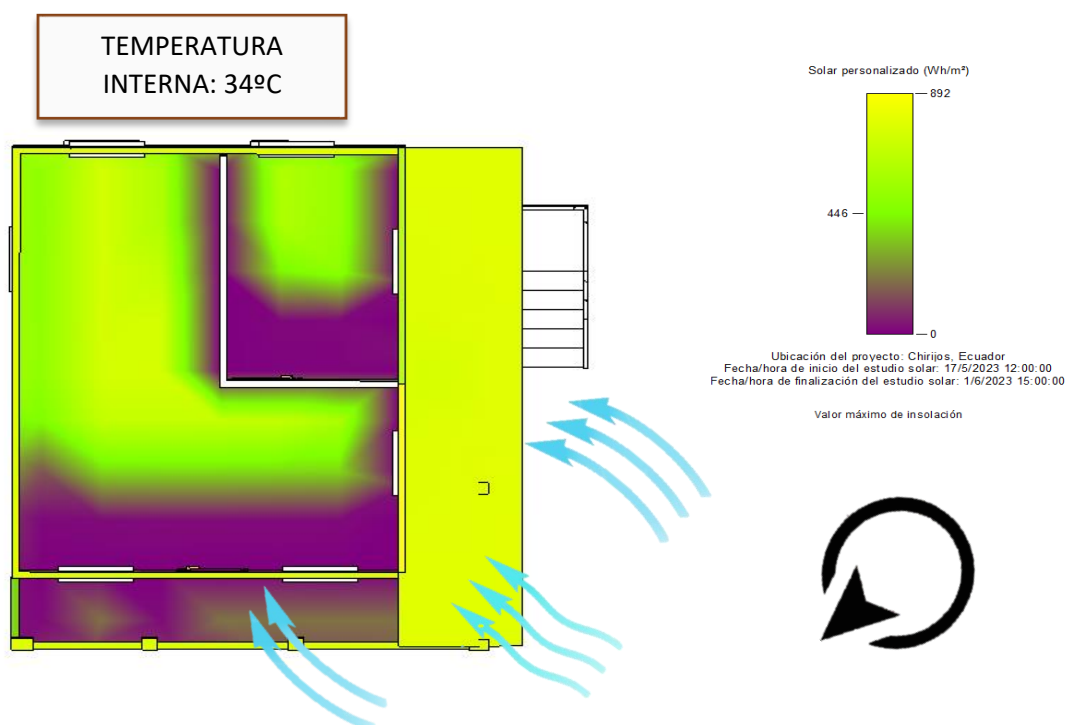
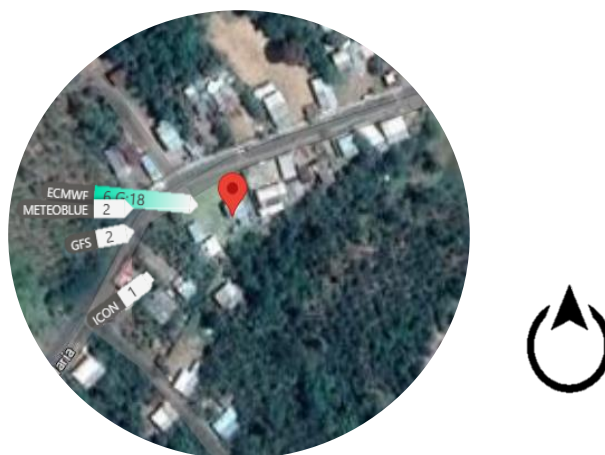


Figura 77. Representación insulación acumulada de 12:00 pm a 15:00 pm vista en planta, dándonos un valor máximo de insulación de 892 (Wh/m²). **Fuente:** Elaboración propia.

Vientos predominantes vivienda N° 3



| Horas | 22 | 1 | 4 | 7 | 10 | 13 | 16 | 19 | 22 | 1 | 4 | 7 | 10 | 13 | 16 | 19 | 22 | |
|-----------|--------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|------|-----|-----|
| GFS 22km | km/h 4 | ↖ 2 | ↖ 2 | ↖ 2 | ↖ 3 | ↖ 4 | ↖ 4 | ↖ 7 | ↖ 5 | ↖ 5 | ↖ 4 | ↖ 2 | ↖ 2 | ↖ 1 | ↖ 6 | ↖ 11 | ↖ 6 | ↖ 4 |
| | 5 | 3 | 3 | 3 | 4 | 4 | 6 | 5 | 5 | 5 | 2 | 2 | 2 | 2 | 5 | 10 | 6 | 4 |
| ECMWF 9km | km/h 7 | ↗ 5 | ↗ 4 | ↗ 5 | ↗ 6 | ↗ 6 | ↗ 4 | ↗ 7 | ↗ 4 | ↗ 2 | ↗ 2 | ↗ 4 | ↗ 5 | ↗ 3 | ↗ 3 | ↗ 6 | ↗ 4 | |
| | 21 | 17 | 13 | 10 | 18 | 20 | 18 | 15 | 18 | 10 | 8 | 10 | 16 | 17 | 15 | 17 | 16 | |
| ICON 13km | km/h 3 | ↘ 2 | ↘ 1 | ↘ 1 | ↘ 3 | ↘ 2 | ↘ 4 | ↘ 5 | ↘ 3 | ↘ 2 | ↘ 2 | ↘ 4 | ↘ 1 | ↘ 1 | ↘ 5 | ↘ 6 | ↘ 4 | |
| | 10 | 6 | 4 | 5 | 9 | 9 | 12 | 16 | 8 | 5 | 5 | 4 | 6 | 7 | 17 | 18 | 12 | |
| METEOBLUE | km/h 5 | ↘ 2 | ↘ 2 | ↘ 1 | ↘ 2 | ↘ 2 | ↘ 6 | ↘ 6 | ↘ 4 | ↘ 3 | ↘ 2 | ↘ 2 | ↘ 1 | ↘ 0 | ↘ 8 | ↘ 7 | ↘ 4 | |
| | 15 | 8 | 6 | 6 | 7 | 6 | 11 | 15 | 8 | 6 | 4 | 5 | 6 | 6 | 17 | 15 | 9 | |

Figura 78. Con la aplicación (windy.com, 2023) se realizó el análisis de los vientos predominantes en los horarios establecidos en nuestro análisis. Vientos predominantes en tres horarios diferentes dando como resultado 7km/h, 6km/h y 15km/h, provenientes del Oeste hacia el Este. **Fuente:** Elaboración propia.

Simulación de vientos predominantes vivienda N° 3

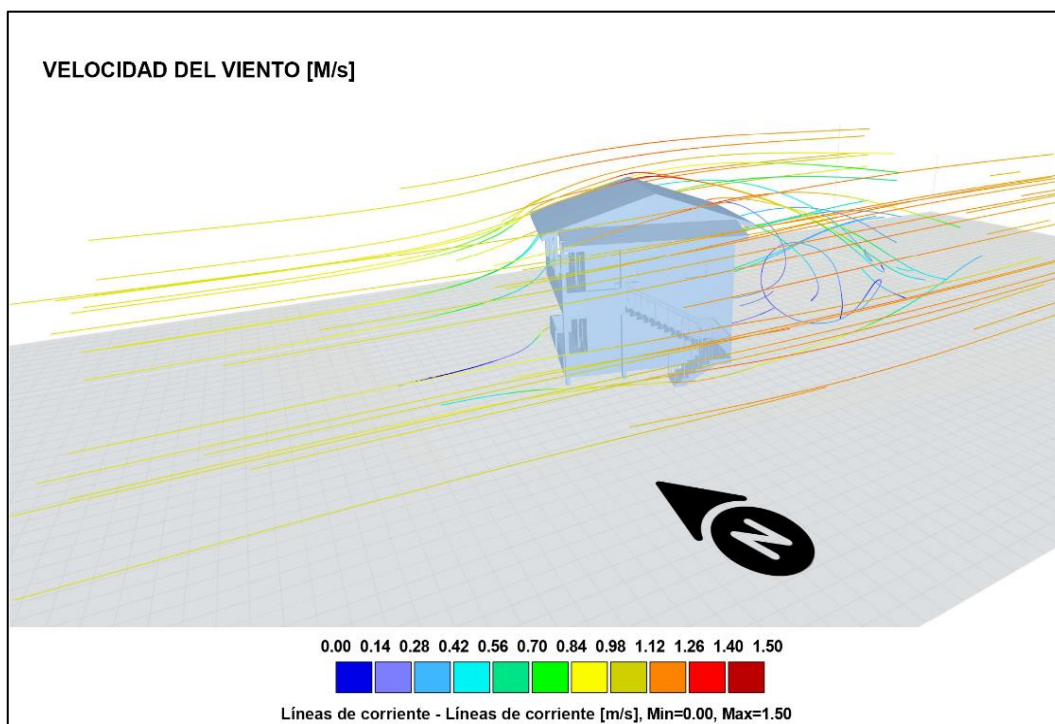


Figura 79. Análisis de simulación de la velocidad de los vientos. Se puede observar cómo los vientos predominantes se dirigen con mayor predominancia del Oeste hacia el Este.
Fuente: Elaboración propia.

Simulación de presión del viento vivienda N° 3

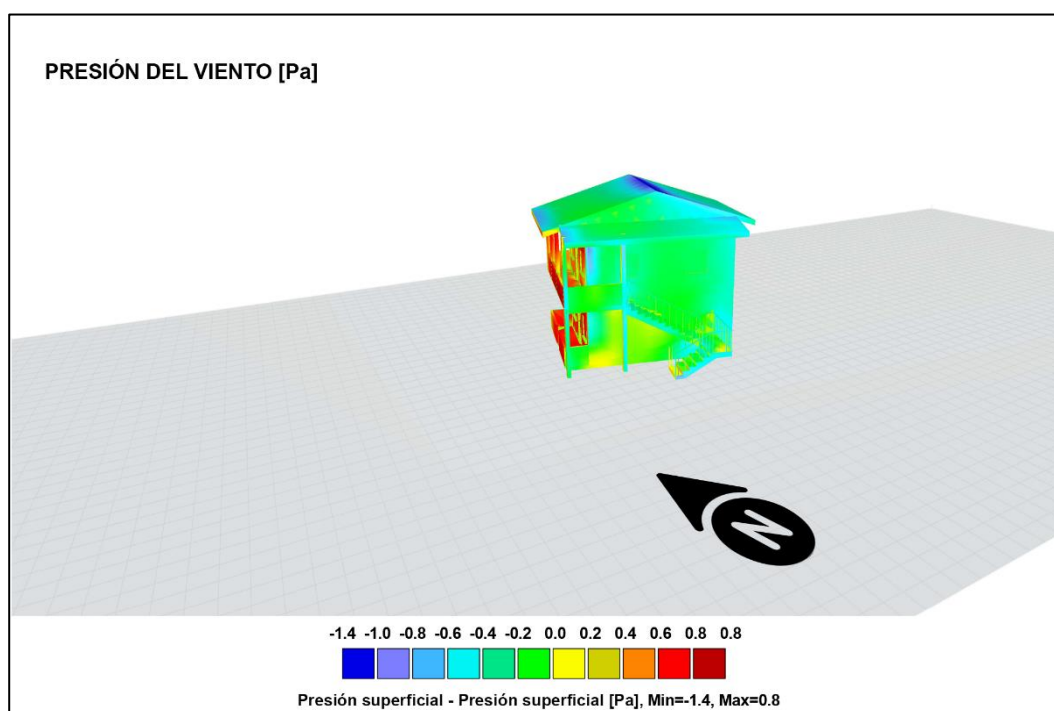


Figura 80. Análisis de simulación de la presión del viento. Se puede observar cómo la fachada frontal de la vivienda es la que recibe la mayor cantidad de presión del viento.
Fuente: Elaboración propia.

| | | | | | | | | |
|--------------------------|-----------|---------|-----------------|--------|--------|----------|------------|---------|
| Recubrimiento de paredes | Cerámica | Pintura | Enlucidos | Caña | Otros: | Buena(%) | Regular(%) | Mala(%) |
| | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Escaleras | Metálicas | Caña | Hormigón Armado | Madera | Otros: | Buena(%) | Regular(%) | Mala(%) |
| | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |

CONDICIONES AMBIENTALES DEL INTERIOR DE LA VIVIENDA

| | | | | | | | | | | |
|-------------------|-------------------------------|--|-------------------------------|--|-------------------------------|----------|-------------------------------|--|-------------------------------|--|
| Área de vivienda: | 50 m ² | | | | Horario de visita: | 12:00 pm | | | | |
| ESPACIOS: | SALA | | COMEDOR | | COCINA | | DORMITORIO | | BAÑOS | |
| ILUMINACIÓN | Buena | | Buena | | Buena | | Buena | | Buena | |
| | Regular | | Regular | | Regular | | Regular | | Regular | |
| | Baja | | Baja | | Baja | | Baja | | Baja | |
| | Inexistente | | Inexistente | | Inexistente | | Inexistente | | Inexistente | |
| | Natural | | Natural | | Natural | | Natural | | Natural | |
| | Artificial | | Artificial | | Artificial | | Artificial | | Artificial | |
| VENTILACIÓN | Buena | | Buena | | Buena | | Buena | | Buena | |
| | Regular | | Regular | | Regular | | Regular | | Regular | |
| | Baja | | Baja | | Baja | | Baja | | Baja | |
| | Inexistente | | Inexistente | | Inexistente | | Inexistente | | Inexistente | |
| | Natural | | Natural | | Natural | | Natural | | Natural | |
| | Artificial | | Artificial | | Artificial | | Artificial | | Artificial | |
| TEMPERATURA | Alta (35 - 27°C) | | Alta (35 - 27°C) | | Alta (35 - 27°C) | | Alta (35 - 27°C) | | Alta (35 - 27°C) | |
| | Media (27 - 18°C) | | Media (26 - 18°C) | | Media (26 - 18°C) | | Media (26 - 18°C) | | Media (26 - 18°C) | |
| | Baja (17 - 15°C) | | Baja (17 - 15°C) | | Baja (17 - 15°C) | | Baja (17 - 15°C) | | Baja (17 - 15°C) | |
| HUMEDAD | Humedad Alta (+ 61%) | | Humedad Alta (+ 61%) | | Humedad Alta (+ 61%) | | Humedad Alta (+ 61%) | | Humedad Alta (+ 61%) | |
| | Humedad Normal (60% - 40%) | | Humedad Normal (60% - 40%) | | Humedad Normal (60% - 40%) | | Humedad Normal (60% - 40%) | | Humedad Normal (60% - 40%) | |
| | Humedad Baja (- 39%) | | Humedad Baja (- 39%) | | Humedad Baja (- 39%) | | Humedad Baja (- 39%) | | Humedad Baja (- 39%) | |

OBSERVACIONES: En la vivienda se puede constatar que existe una preocupación con respecto a la humedad relativa encontrándose en un 63%, ya que el ladrillo mantiene humedad y hongos.

Toma de análisis de factores climáticos vivienda N° 4

| VIVIENDA N° 4 | |
|---------------------------|-----------------------------|
| DESCRIPCIÓN DE MATERIALES | |
| Estructura | Hormigón armado |
| Cubierta | Zinc con estructura de caña |
| Piso | Hormigón Simple |
| Paredes | Ladrillo |
| Recubrimiento de pisos | No mantiene |
| Recubrimiento de paredes | No mantiene |
| Escaleras | No mantiene |

Tabla 33. Descripción de los materiales constructivos de la vivienda N° 4.

Fuente: Elaboración propia

| MES DE MAYO - JUNIO | | | | | | | | | |
|------------------------------|----------|-------|-------|---------------|----------|-------|-------|---------------|--------|
| TEMPERATURA RADIANTE °C | | | | | | | | | |
| ESPACIO | EXTERIOR | | | | INTERIOR | | | | TOTAL |
| DÍAS | 8:00 | 13:00 | 18:00 | TOTAL | 8:00 | 13:00 | 18:00 | TOTAL | |
| 15/05/2023 | 30.30 | 36.70 | 33.40 | 33.46 | 30.70 | 36.80 | 33.90 | 33.80 | 33.98 |
| 04/06/2023 | 30.50 | 36.80 | 33.60 | 33.63 | 30.60 | 36.90 | 33.70 | 33.73 | |
| 15/06/2023 | 30.80 | 38.10 | 34.20 | 34.36 | 31.20 | 38.90 | 34.80 | 34.96 | |
| TOTAL | | | | 33.81 | | | | 34.16 | |
| TEMPERATURA °C | | | | | | | | | |
| ESPACIO | EXTERIOR | | | | INTERIOR | | | | TOTAL |
| DÍAS | 8:00 | 13:00 | 18:00 | TOTAL | 8:00 | 13:00 | 18:00 | TOTAL | |
| 15/05/2023 | 30.40 | 34.10 | 33.50 | 32.76 | 30.90 | 35.30 | 33.90 | 33.36 | 33.91 |
| 04/06/2023 | 30.70 | 37.00 | 33.80 | 33.83 | 30.80 | 36.95 | 33.82 | 33.85 | |
| 15/06/2023 | 30.90 | 38.40 | 34.40 | 34.56 | 31.50 | 39.0 | 34.90 | 35.13 | |
| TOTAL | | | | 33.71 | | | | 34.11 | |
| HUMEDAD RELATIVA % | | | | | | | | | |
| ESPACIO | EXTERIOR | | | | INTERIOR | | | | TOTAL |
| DÍAS | 8:00 | 13:00 | 18:00 | TOTAL | 8:00 | 13:00 | 18:00 | TOTAL | |
| 15/05/2023 | 61% | 62% | 62% | 61.66% | 62% | 63% | 62% | 62.33% | 62.60% |
| 04/06/2023 | 62% | 63% | 63% | 62.66% | 63% | 64% | 64% | 63.66% | |
| 15/06/2023 | 63% | 63% | 62% | 62.66% | 62% | 63% | 63% | 62.66% | |
| TOTAL | | | | 62.32% | | | | 62.88% | |
| VELOCIDAD DEL VIENTO (m/seg) | | | | | | | | | |
| ESPACIO | EXTERIOR | | | | INTERIOR | | | | TOTAL |
| DÍAS | 8:00 | 13:00 | 18:00 | TOTAL | 8:00 | 13:00 | 18:00 | TOTAL | |
| 15/05/2023 | 1.09 | 0.88 | 1.32 | 1.09 | 1.05 | 0.86 | 1.28 | 1.06 | 1.07 |
| 04/06/2023 | 1.10 | 1.05 | 1.28 | 1.14 | 1.08 | 0.96 | 1.12 | 1.05 | |
| 15/06/2023 | 1.02 | 0.97 | 1.27 | 1.08 | 1.04 | 0.85 | 1.25 | 1.04 | |
| TOTAL | | | | 1.10 | | | | 1.05 | |

Tabla 34. Mediciones térmicas de vivienda N° 4.

Fuente: Elaboración propia

En la vivienda N° 4 se puede observar y analizar que mantiene problemas a nivel de confort térmico, ya que sus temperaturas internas se encuentran por encima de los 30 °C, además la vivienda no mantiene un buen flujo de aire en el interior, esto así provocando incomodidad para los usuarios que habitan esos espacios.

Simulación térmica – vivienda N° 4

Simulación de radiación solar

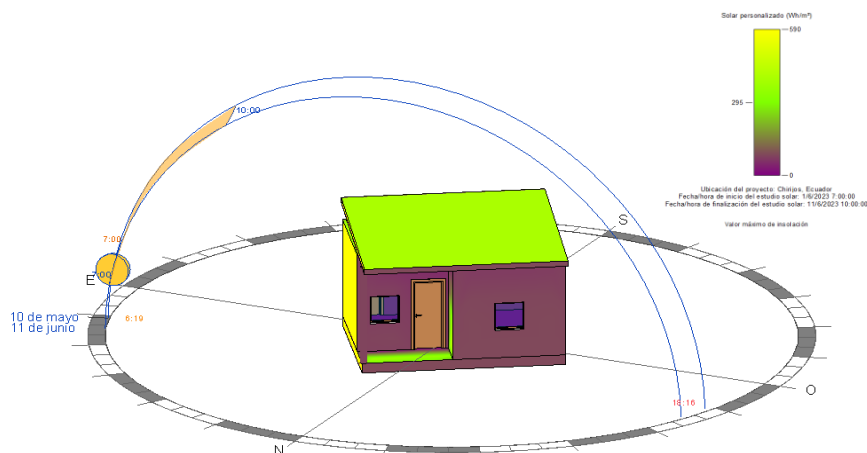


Figura 81. Simulación de insolación acumulada de 7:00 am a 10:00 am en la cual podemos apreciar que la incidencia solar recae sobre la fachada posterior de la vivienda, dándonos un valor máximo de insolación de 690 (Wh/m²). **Fuente:** Elaboración propia.

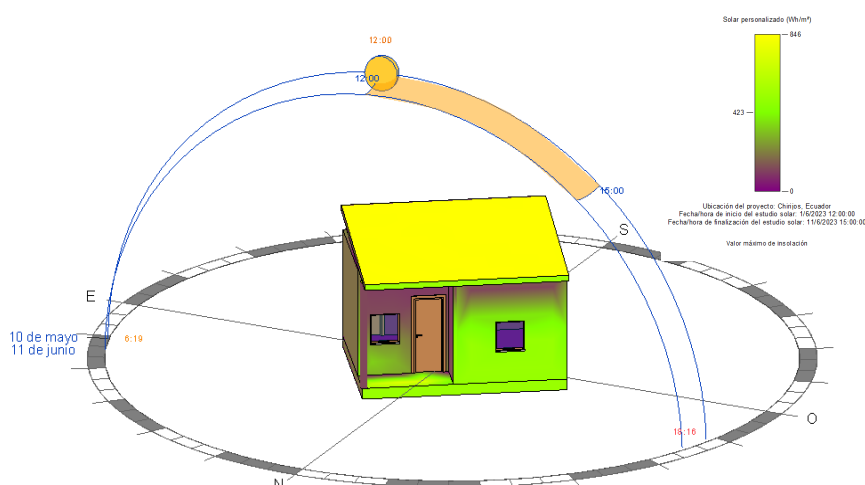


Figura 83. Simulación de insolación acumulada de 12:00 am a 15:00 am en la cual podemos apreciar que la incidencia solar recae sobre la cubierta y la fachada frontal, dándonos un valor máximo de insolación de 846 (Wh/m²). **Fuente:** Elaboración propia.

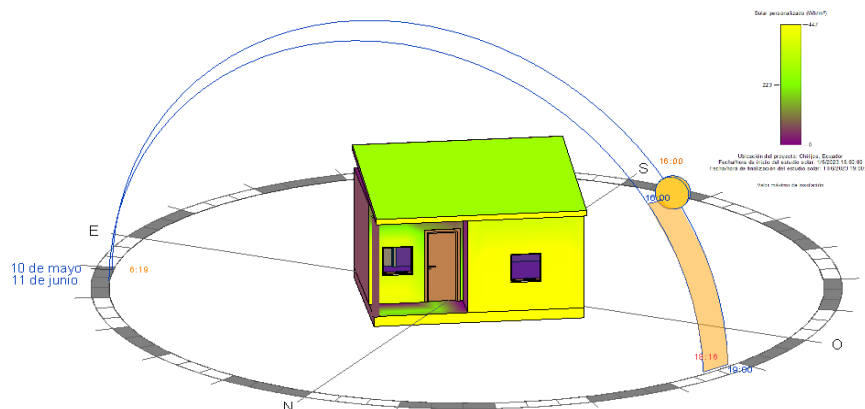


Figura 82. Simulación de Insolación acumulada de 16:00 am a 19:00 am en la cual podemos apreciar que la incidencia solar recae sobre la fachada frontal, dándonos un valor máximo de insolación de 447 (Wh/m²). **Fuente:** Elaboración propia.

Simulación de radiación solar vista en planta vivienda N° 4

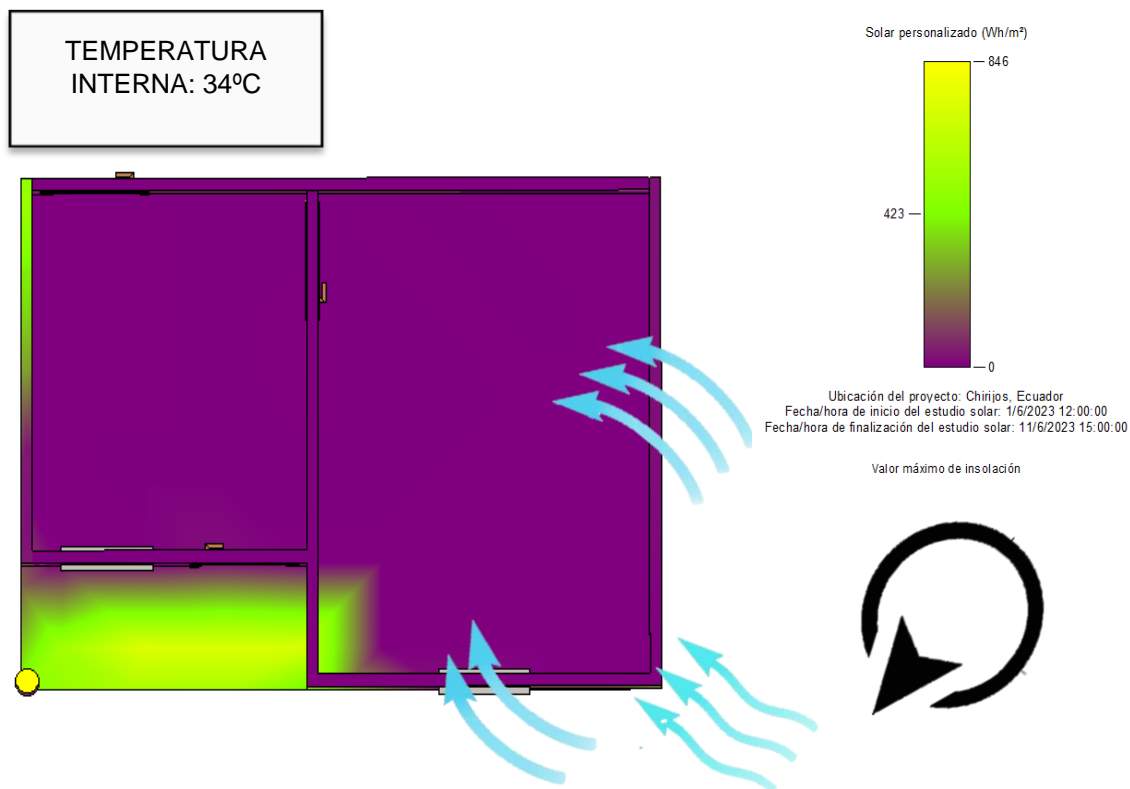


Figura 84. Representación insolación acumulada de 12:00 pm a 15:00 pm vista en planta, dándonos un valor máximo de insolación de 846 (Wh/m²). **Fuente:** Elaboración propia.

Vientos predominantes vivienda N° 4



Figura 85. Con la aplicación (windy.com, 2023) se realizó el análisis de los vientos predominantes en los horarios establecidos en nuestro análisis. Vientos predominantes en tres horarios diferentes dando como resultado 6km/h, 6km/h y 15km/h, provenientes del Oeste hacia el Este. **Fuente:** Elaboración propia.

Simulación de vientos predominantes vivienda N° 4

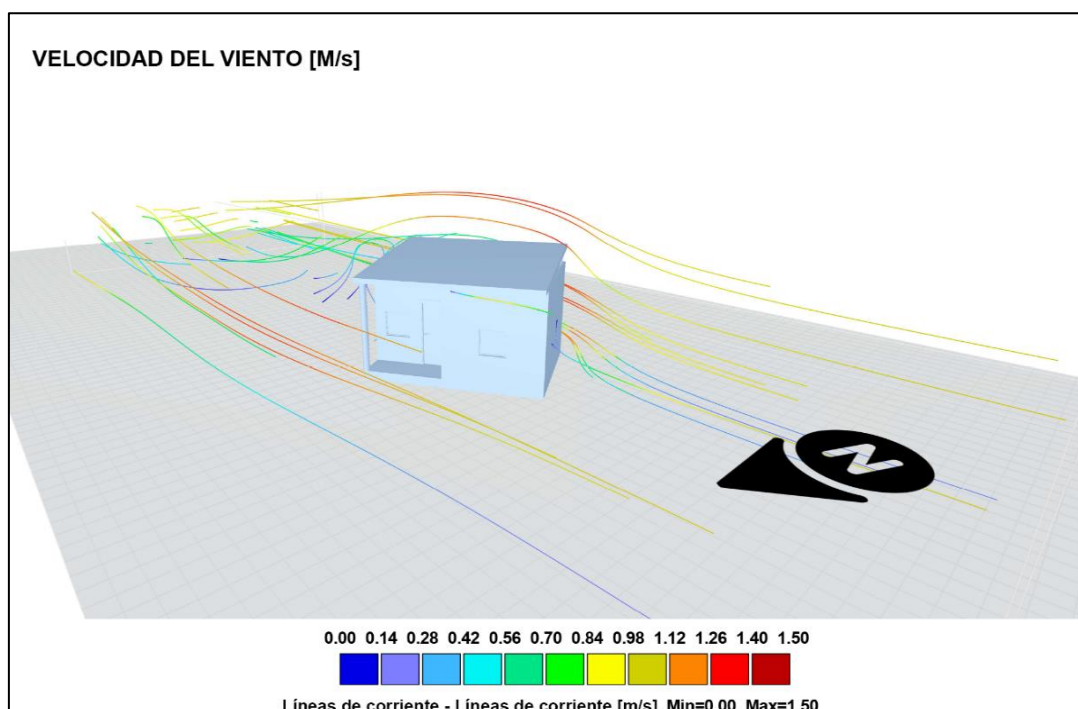


Figura 86. Análisis de simulación de la velocidad de los vientos. Se puede observar cómo los vientos predominantes se dirigen con mayor predominancia del Oeste hacia el Este.
Fuente: Elaboración propia.

Simulación de presión del viento vivienda N° 4

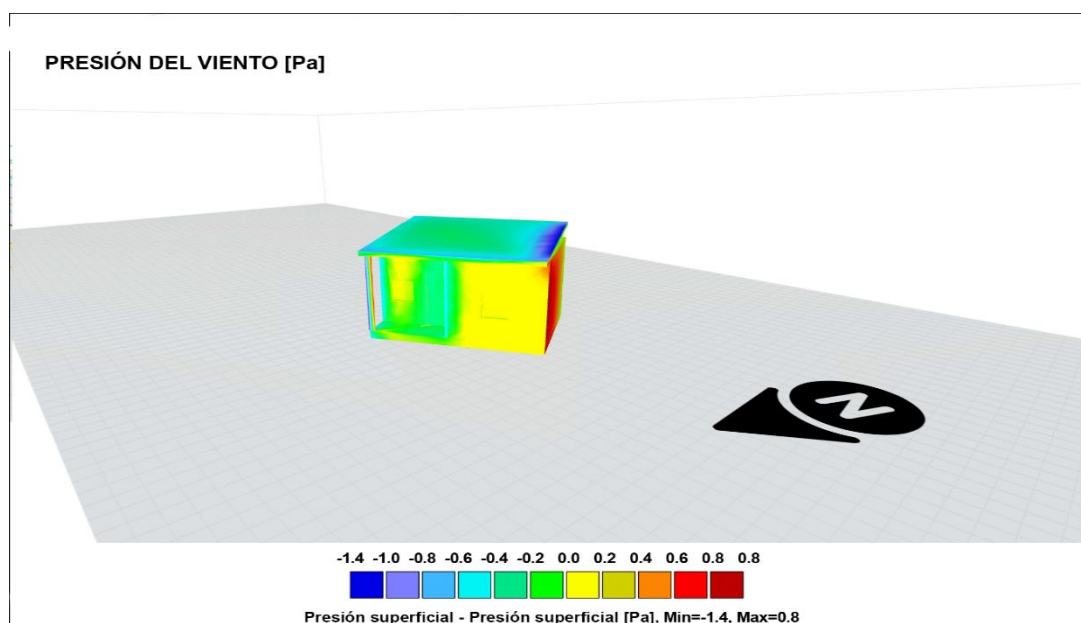


Figura 87. Análisis de simulación de la presión del viento. Se puede observar cómo la fachada lateral izquierda de la vivienda es la que recibe la mayor cantidad de presión del viento, sin embargo, no existe ninguna ventana ni espacio para que pueda ingresar el viento.
Fuente: Elaboración propia.

| | | | | | | | | |
|--------------------------|-----------|---------|-----------------|--------|--------|----------|------------|---------|
| Recubrimiento de paredes | Cerámica | Pintura | Enlucidos | Caña | Otros: | Buena(%) | Regular(%) | Mala(%) |
| | | | | | | | | |
| Escaleras | Metálicas | Caña | Hormigón Armado | Madera | Otros: | Buena(%) | Regular(%) | Mala(%) |
| | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |

CONDICIONES AMBIENTALES DEL INTERIOR DE LA VIVIENDA

| | | | | | | | | | |
|-------------------|-------------------------------|--|-------------------------------|--|-------------------------------|------------|-------------------------------|--|-------------------------------|
| Área de vivienda: | 165 m ² | | | | Horario de visita: | 12:00 p.m. | | | |
| ESPACIOS: | SALA | | COMEDOR | | COCINA | | DORMITORIO | | BAÑOS |
| ILUMINACIÓN | Buena | | Buena | | Buena | | Buena | | |
| | Regular | | Regular | | Regular | | Regular | | |
| | Baja | | Baja | | Baja | | Baja | | |
| | Inexistente | | Inexistente | | Inexistente | | Inexistente | | |
| | Natural | | Natural | | Natural | | Natural | | |
| | Artificial | | Artificial | | Artificial | | Artificial | | |
| VENTILACIÓN | Buena | | Buena | | Buena | | Buena | | |
| | Regular | | Regular | | Regular | | Regular | | |
| | Baja | | Baja | | Baja | | Baja | | |
| | Inexistente | | Inexistente | | Inexistente | | Inexistente | | |
| | Natural | | Natural | | Natural | | Natural | | |
| | Artificial | | Artificial | | Artificial | | Artificial | | |
| TEMPERATURA | Alta (35 - 27°C) | | Alta (35 - 27°C) | | Alta (35 - 27°C) | | Alta (35 - 27°C) | | Alta (35 - 27°C) |
| | Media (27 - 18°C) | | Media (26 - 18°C) | | Media (26 - 18°C) | | Media (26 - 18°C) | | Media (26 - 18°C) |
| | Baja (17 - 15°C) | | Baja (17 - 15°C) | | Baja (17 - 15°C) | | Baja (17 - 15°C) | | Baja (17 - 15°C) |
| HUMEDAD | Humedad Alta (+ 61%) | | Humedad Alta (+ 61%) | | Humedad Alta (+ 61%) | | Humedad Alta (+ 61%) | | Humedad Alta (+ 61%) |
| | Humedad Normal (60% - 40%) | | Humedad Normal (60% - 40%) | | Humedad Normal (60% - 40%) | | Humedad Normal (60% - 40%) | | Humedad Normal (60% - 40%) |
| | Humedad Baja (- 39%) | | Humedad Baja (- 39%) | | Humedad Baja (- 39%) | | Humedad Baja (- 39%) | | Humedad Baja (- 39%) |

OBSERVACIONES: La vivienda solamente mantiene una sola ventana por lo que no ingresa ni la iluminación natural ni la ventilación natural, de forma que la radiación solar se vuelve muy alta dentro de la vivienda.

Toma de factores climáticos vivienda N° 5

| VIVIENDA N° 5 | |
|---------------------------|-------------------------------|
| DESCRIPCIÓN DE MATERIALES | |
| Estructura | Hormigón armado y madera |
| Cubierta | Zinc con estructura de madera |
| Piso | Hormigón simple |
| Paredes | Bloque |
| Recubrimiento de pisos | No mantiene |
| Recubrimiento de paredes | Enlucido y pintura |
| Escaleras | No mantiene |

Tabla 35. Descripción de los materiales constructivos de la vivienda N° 5.

Fuente: Elaboración propia

| MES DE MAYO - JUNIO | | | | | | | | | |
|------------------------------|---------------|-------|-------|--------|---------------|-------|-------|--------|--------|
| TEMPERATURA °C | | | | | | | | | |
| ESPACIO | EXTERIOR | | | | INTERIOR | | | | TOTAL |
| DÍAS | 8:00 | 13:00 | 18:00 | TOTAL | 8:00 | 13:00 | 18:00 | TOTAL | 35.51 |
| 15/05/2023 | 33.70 | 38.40 | 33.90 | 35.33 | 33.80 | 39.50 | 33.90 | 35.73 | |
| 04/06/2023 | 33.70 | 38.30 | 33.90 | 35.30 | 33.80 | 38.40 | 33.98 | 35.39 | |
| 15/06/2023 | 33.60 | 39.20 | 34.10 | 35.63 | 33.70 | 39.30 | 34.10 | 35.71 | |
| TOTAL | 35.42 | | | | 35.61 | | | | |
| TEMPERATURA RADIANTE °C | | | | | | | | | |
| ESPACIO | EXTERIOR | | | | INTERIOR | | | | TOTAL |
| DÍAS | 8:00 | 13:00 | 18:00 | TOTAL | 8:00 | 13:00 | 18:00 | TOTAL | 35.62 |
| 15/05/2023 | 33.80 | 38.50 | 34.00 | 35.43 | 33.90 | 39.70 | 34.00 | 35.86 | |
| 04/06/2023 | 33.80 | 38.50 | 33.98 | 35.43 | 33.90 | 38.60 | 34.00 | 35.50 | |
| 15/06/2023 | 33.10 | 39.60 | 34.30 | 35.66 | 33.80 | 39.40 | 34.30 | 35.83 | |
| TOTAL | 35.51 | | | | 35.73 | | | | |
| HUMEDAD RELATIVA % | | | | | | | | | |
| ESPACIO | EXTERIOR | | | | INTERIOR | | | | TOTAL |
| DÍAS | 8:00 | 13:00 | 18:00 | TOTAL | 8:00 | 13:00 | 18:00 | TOTAL | 78.44% |
| 15/05/2023 | 79% | 79% | 78% | 78.66% | 78% | 78% | 79% | 78.33% | |
| 04/06/2023 | 78% | 79% | 79% | 78.66% | 78% | 79% | 79% | 78.66% | |
| 15/06/2023 | 78% | 79% | 77% | 78.00% | 78% | 79% | 78% | 78.33% | |
| TOTAL | 78.44% | | | | 78.44% | | | | |
| VELOCIDAD DEL VIENTO (m/seg) | | | | | | | | | |
| ESPACIO | EXTERIOR | | | | INTERIOR | | | | TOTAL |
| DÍAS | 8:00 | 13:00 | 18:00 | TOTAL | 8:00 | 13:00 | 18:00 | TOTAL | 1.02 |
| 15/05/2023 | 1.20 | 0.84 | 1.21 | 1.08 | 0.98 | 0.81 | 1.14 | 0.97 | |
| 04/06/2023 | 1.15 | 1.00 | 1.20 | 1.11 | 1.05 | 0.95 | 1.15 | 1.05 | |
| 15/06/2023 | 1.01 | 0.85 | 1.16 | 1.00 | 0.91 | 0.80 | 1.11 | 0.94 | |
| TOTAL | 1.06 | | | | 0.98 | | | | |

Tabla 36. Mediciones térmicas de la vivienda N° 5.

Fuente: Elaboración propia

La vivienda #5 mantiene el confort térmico más bajo entre las viviendas seleccionadas, ya que no mantiene ningún criterio de arquitectura bioclimática dentro de la vivienda, ha existido una falta de preocupación para la obtención de ventilación e iluminación natural ya que nomás cuenta con una sola ventana, esto causando que los habitantes de esta vivienda sientan un nivel de inconfort muy alto.

Simulación térmica – vivienda N° 5

Simulación de radiación solar

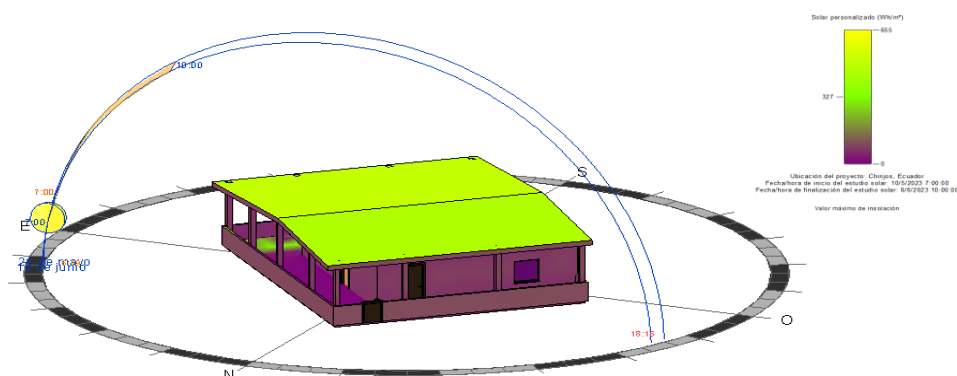


Figura 88. Simulación de insolación acumulada de 7:00 am a 10:00 am en la cual podemos apreciar que la incidencia solar recae sobre la fachada posterior de la vivienda, dándonos un valor máximo de insolación de 655 (Wh/m²). **Fuente:** Elaboración propia.

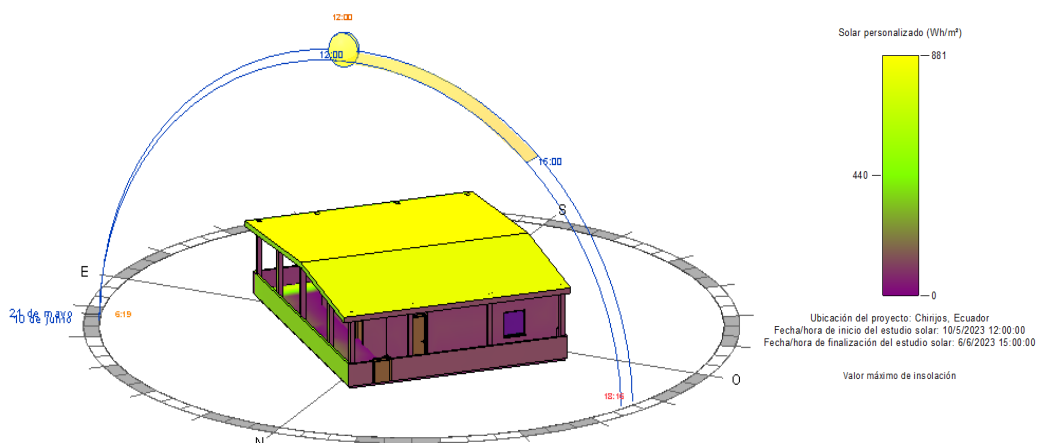


Figura 89. Simulación de insolación acumulada de 12:00 am a 15:00 am en la cual podemos apreciar que la incidencia solar recae sobre la cubierta, dándonos un valor máximo de insolación de 881 (Wh/m²). **Fuente:** Elaboración propia.

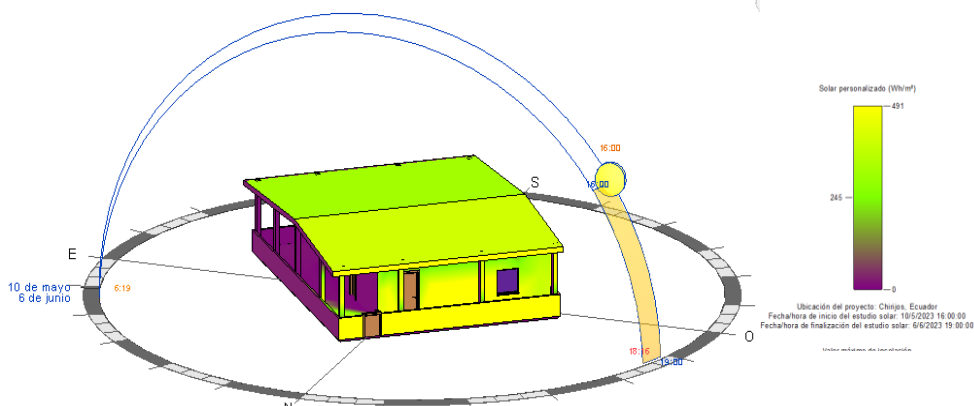


Figura 90. Simulación de Insolación acumulada de 16:00 am a 19:00 am en la cual podemos apreciar que la incidencia solar recae sobre la fachada frontal, dándonos un valor máximo de insolación de 401 (Wh/m²). **Fuente:** Elaboración propia.

Simulación de radiación solar vista en planta vivienda N° 5

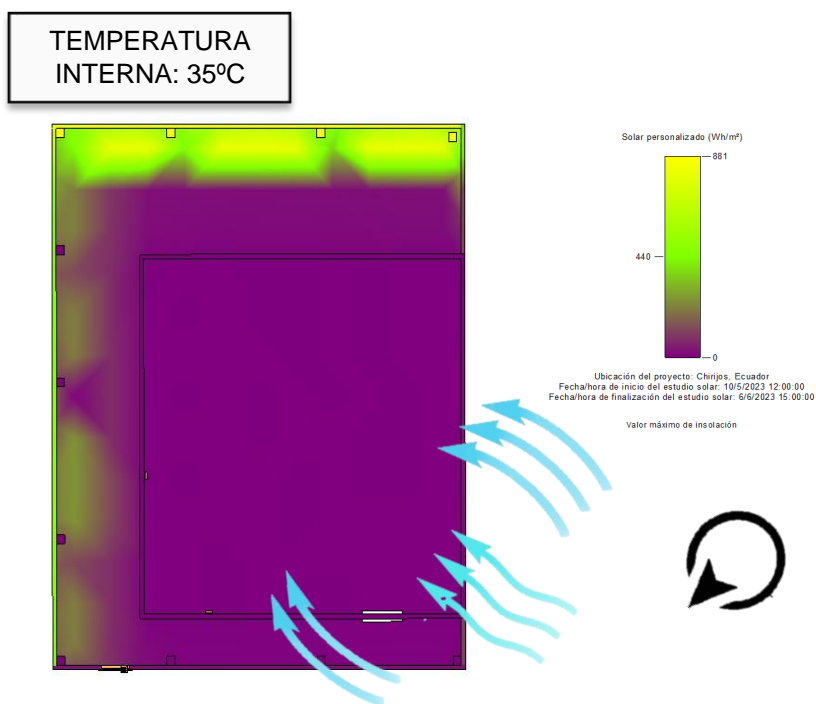
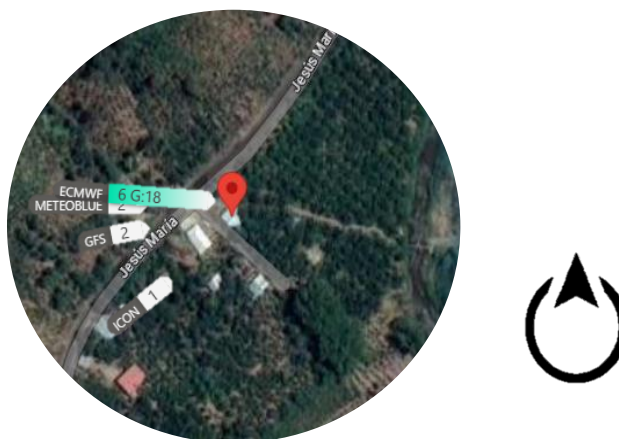


Figura 91. Representación insolación acumulada de 12:00 pm a 15:00 pm vista en planta, dándonos un valor máximo de insolación de 881 (Wh/m²). **Fuente:** Elaboración propia.

Vientos predominantes vivienda N° 5



| Horas | 22 | 1 | 4 | 7 | 10 | 13 | 16 | 19 | 22 | 1 | 4 | 7 | 10 | 13 | 16 | 19 | 22 | |
|-----------|----|---|---|---|----|----|----|----|----|---|---|---|----|----|----|----|----|---|
| GFS 22km | 4 | 2 | 2 | 3 | 4 | 4 | 7 | 5 | 5 | 4 | 2 | 2 | 2 | 1 | 6 | 11 | 6 | 4 |
| ECMWF 9km | 7 | 5 | 4 | 5 | 6 | 6 | 4 | 7 | 4 | 2 | 2 | 4 | 5 | 3 | 3 | 6 | 4 | |
| ICON 13km | 3 | 2 | 1 | 1 | 3 | 2 | 4 | 5 | 3 | 2 | 2 | 4 | 1 | 1 | 1 | 5 | 6 | 4 |
| METEOBLUE | 5 | 2 | 2 | 1 | 2 | 2 | 6 | 6 | 4 | 3 | 2 | 2 | 1 | 0 | 8 | 7 | 4 | |
| | 15 | 8 | 6 | 6 | 7 | 6 | 11 | 15 | 8 | 6 | 4 | 5 | 6 | 6 | 17 | 15 | 9 | |

Figura 92. Con la aplicación (windy.com, 2023) se realizó el análisis de los vientos predominantes en los horarios establecidos en nuestro análisis. Vientos predominantes en tres horarios diferentes dando como resultado 7km/h, 7km/h y 15km/h, provenientes del Oeste hacia el Este. **Fuente:** Elaboración propia.

Simulación de vientos predominantes vivienda N° 5

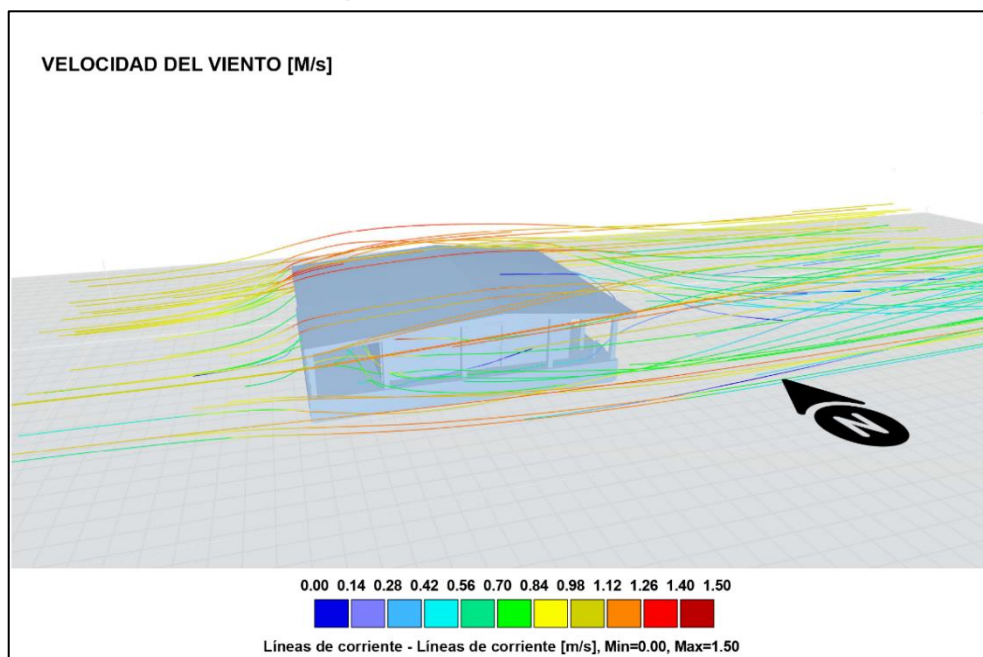


Figura 93. Análisis de simulación de la velocidad de los vientos. Se puede observar cómo los vientos predominantes se dirigen con mayor predominancia del Oeste hacia el Este. **Fuente:** Elaboración propia.

Simulación de presión del viento vivienda N° 5

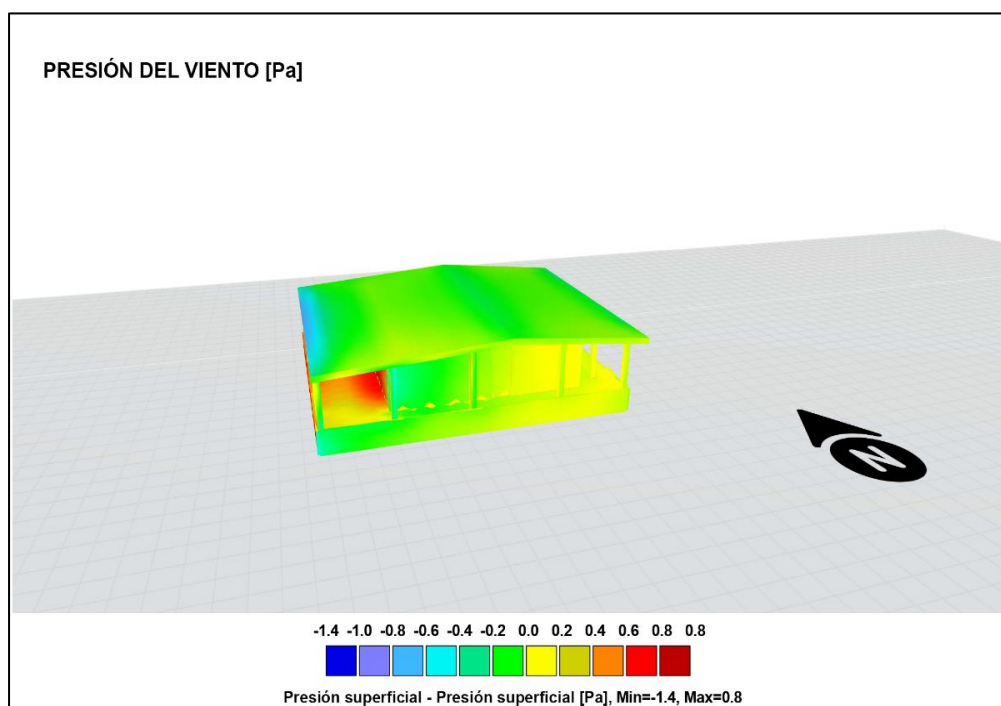


Figura 94. Análisis de simulación de la presión del viento. Se puede observar cómo la fachada lateral izquierda de la vivienda es la que recibe la mayor cantidad de presión del viento. **Fuente:** Elaboración propia.

Resultados comparativos de factores climáticos

| TABLA DE RESULTADOS ANÁLISIS MES DE 15 MAYO – 15 JUNIO DEL 2023 | | | | |
|---|-------------|----------------------|------------------|----------------------|
| VIVIENDA | TEMPERATURA | TEMPERATURA RADIANTE | HUMEDAD REALTIVA | VELOCIDAD DEL VIENTO |
| VIVIENDA #1 | 25.01 | 25.30 | 83.10% | 1.30 |
| VIVIENDA #2 | 33.91 | 33.98 | 62.60% | 1.27 |
| VIVIENDA #3 | 33.10 | 33.45 | 63.16% | 1.10 |
| VIVIENDA #4 | 28.14 | 28.27 | 61.82% | 1.07 |
| VIVIENDA #5 | 35.51 | 35.62 | 78.44% | 1.02 |

Tabla 37. Resultado comparativo.

Fuente: Elaboración propia

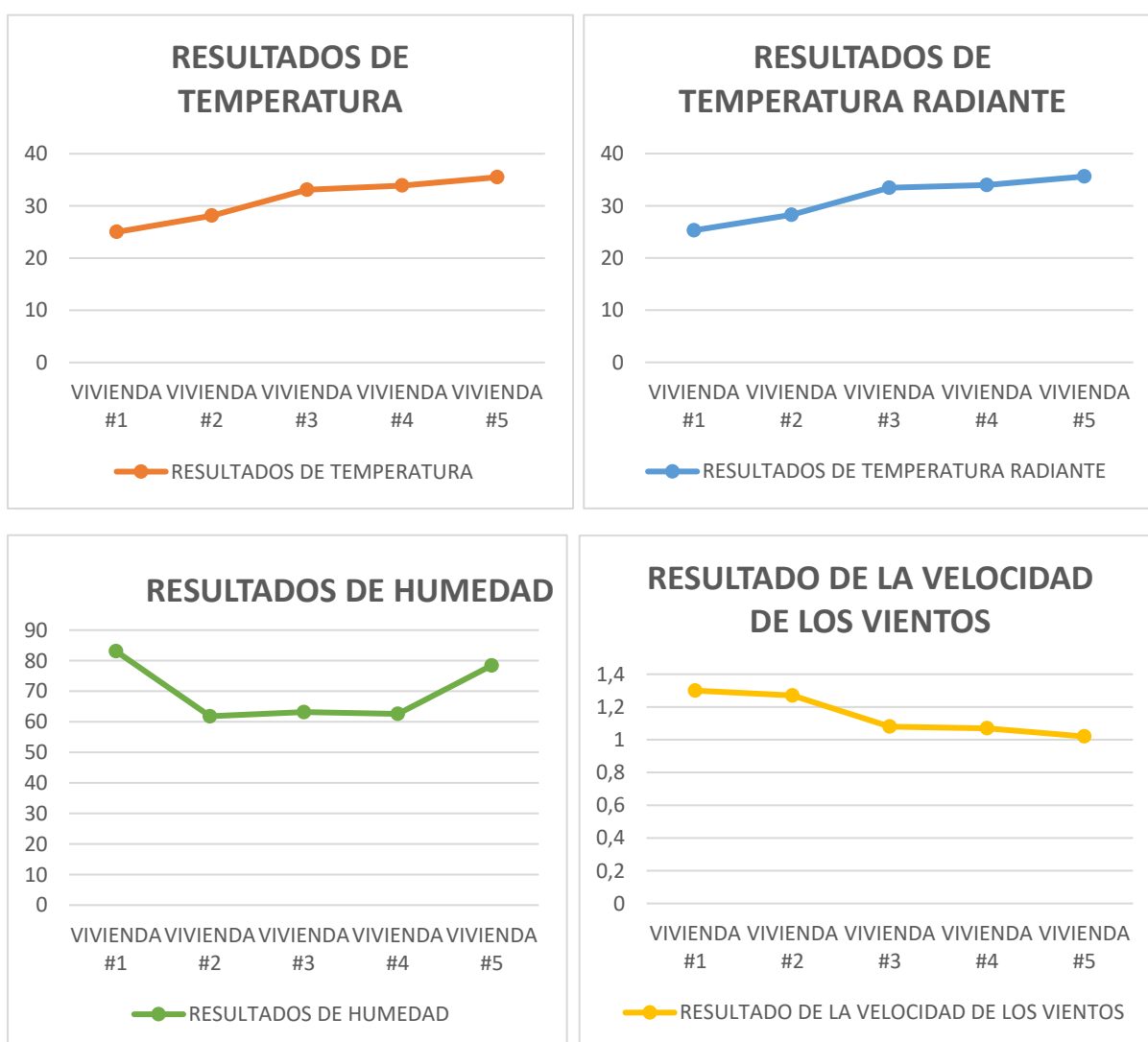


Figura 95. Resultados generales de las mediciones térmicas por clasificación de viviendas. Fuente: Elaboración propia.

Luego de abordar el análisis comparativo entre cinco tipologías de viviendas con materiales constructivos diferentes, se determinó que la vivienda N° 1 y la vivienda N° 4 son

las que mejores condiciones térmicas mantienen, sin embargo, la vivienda N° 5 no ha aprovechado en su totalidad los beneficios de la materialidad. La vivienda con mayor déficit de condiciones térmicas es la vivienda N° 5 ya que, a comparación de las otras viviendas, esta no mantiene un diseño arquitectónico para el ingreso de ventilación o ingreso de luz natural dentro de su vivienda como son las ventanas o aberturas en la edificación.

Resultados de mediciones térmicas

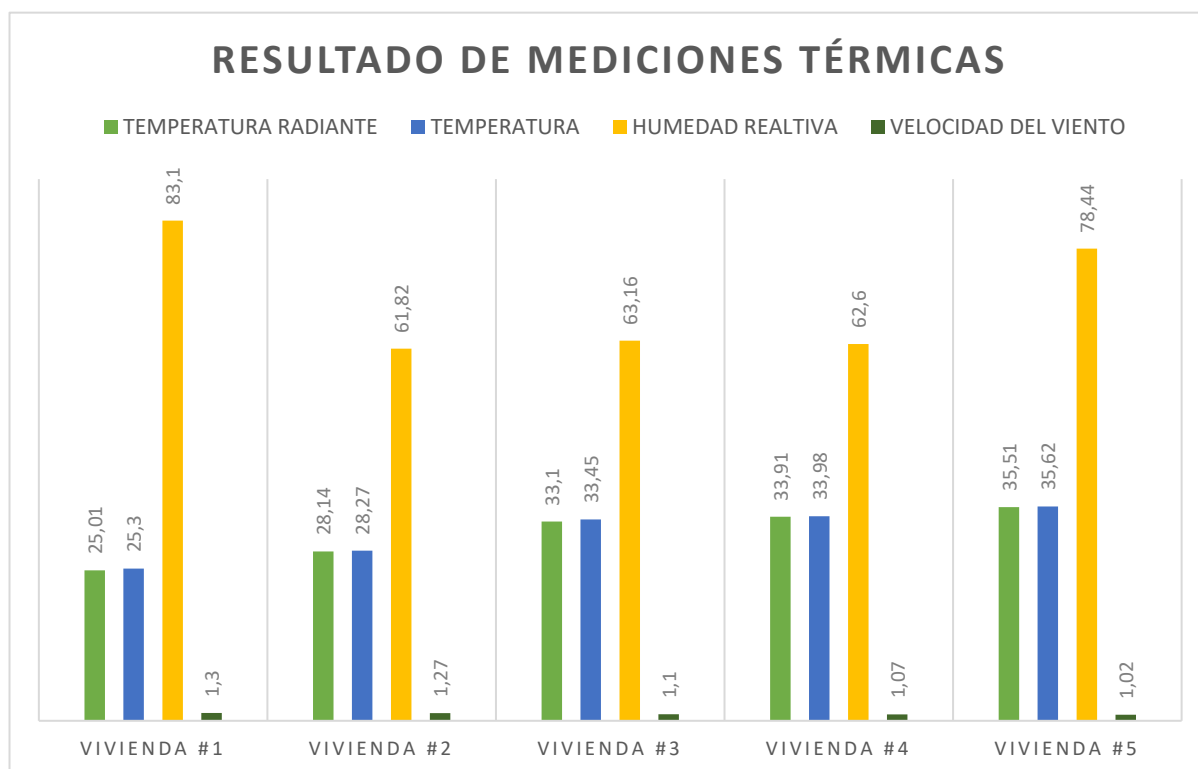


Figura 96. Resultado total de las mediciones térmicas por clasificación de viviendas.

Fuente: Elaboración propia.

Como demuestra el gráfico de resultados generales, la vivienda N° 5 es la que se encuentra más afectada, por lo tanto, es indispensable fomentar metodologías y técnicas de diseño bioclimático a través de las diversas metodologías de envolventes naturales para mitigar la incidencia solar y poder mantener la temperatura de la vivienda estable.

CAPÍTULO V

Conclusiones y Recomendaciones

Conclusiones

La gran mayoría de las casas encontradas en la parroquia Chirijos del cantón Portoviejo, han sido construidas con materiales mixtos, en la cual implementan en la planta baja, base de hormigón con columnas de madera y paredes de ladrillo, y en la planta alta su estructura es de madera con paredes de caña, su cubierta es de estructura de madera y techo zinc. Esto muestra una deficiencia en la calidad de construcción que lleva consigo varios errores como la falta de iluminación natural al no contar con suficientes ventanas que provoquen la ventilación cruzada, y por consiguiente no tener la ventilación requerida, provocando la retención del calor en el interior de sus espacios y en algunos casos agravados con la falta de altura para poder disipar el calor retenido.

Se pudo evidenciar que aquellas viviendas que mantienen envolventes con caña guadúa presentan al interior de sus espacios mejores condiciones de confort higrotérmico que aquellas construidas con ladrillo, bloque u otros materiales; debido a esa incorporación que la caña guadúa picada permite tener desde el exterior circundante con el interior de los espacios habitables a través de sus hendiduras naturales propias de su materialidad que propician la entrada natural de la ventilación con el permanente intercambio del aire entre sus espacios interiores.

La mayor parte de los encuestados utilizan ventiladoras para mejorar su confort térmico dentro de las viviendas, los espacios donde más logran entrar los rayos solares son dentro de la cocina; de la misma forma, es el lugar donde más aseguran tener calor, ya que, al usar carbón y leña para preparar sus alimentos, éste mantiene su calor por mucho tiempo.

Al presentarse percepciones de temperaturas elevadas en la mayoría de los espacios de las viviendas, sus ocupantes optan en la mayoría de casos en propiciarse estados de

mejor confort térmico en el exterior de sus viviendas, en sus patios, en las áreas de lavanderías o en espacios con coberturas o sombras naturales.

Recomendaciones

El presente análisis permite sugerir y recomendar el uso y el empleo de técnicas constructivas con la caña guadúa como recurso de la envolvente de la vivienda para propiciar un confort higrotérmico que brinde salud, bienestar y funcionalidad a sus ocupantes. Esto es fomentar con ello el uso de una materialidad que además de encontrarla en el sector de manera natural, se constituye en la conservación histórica de un elemento material que por obvias razones de sus bondades ya especificadas deban tener un empleo recurrente.

Además de la sugerencia de emplear la caña guadúa como recurso de envolvente deben adoptarse técnicas constructivas que coadyuven con el confort que se espera tener del uso de esta materialidad, acompañada de la implementación de espacios de corredores o galerías que circunden a la vivienda y que sirvan de antecámaras a los espacios habitables para poder tener las condiciones de confort higrotérmico deseadas.

Se recomienda que los departamentos de planificación de la junta parroquial de Chirijos establezca campañas de difusión de la correcta utilización de la caña guadúa con sus diferentes estrategias y metodologías constructivas para beneficiar la salud de sus ocupantes y las condiciones térmicas de los espacios conformantes de las viviendas rurales de la parroquia Chirijos. Lo cual se constituiría en el mejor incentivo del empleo de la caña guadúa para ser utilizada de manera recurrente como material propio de la zona y otorgar a los diversos espacios una temperatura regulada por este material y con todo ello ofrecer soluciones higrotérmicas que tanto se requieren dentro de la vivienda.

Capítulo VI

Propuesta

En el siguiente capítulo se plantea una solución en base a la problemática identificada en la fase de investigación metodológica y diagnóstico, con respecto a las demandas de confort higrotérmico en una vivienda unifamiliar. En el transcurso de la fase de investigación se aplicaron diversas técnicas tanto teóricas como de campo, tales como encuestas, entrevistas, fichas de observación en campo y fichas de mediciones térmicas; estas fases metodológicas fueron de gran importancia para conocer los resultados arrojados en la fase de diagnóstico.

Delimitación de la propuesta

Basada en una investigación previa del análisis del sitio se determinó que la ciudad de Portoviejo en la parroquia Chirijos suele mantener un clima con temperaturas que suelen variar según (Weather, 2016) entre los 21°C a 30 °C y la sensación térmica oscila entre los 25 °C a 36 °C, es así que la mayoría del tiempo el factor climático suele generar un impacto negativo en el confort térmico dentro las viviendas.

Referente a esta problemática se genera la escasez de cumplimiento de normativas designadas para la construcción de viviendas que brinden confort higrotérmico adecuado a los usuarios, de esta manera se realizó un análisis dentro de la parroquia rural Chirijos de la ciudad de Portoviejo, por ser uno de los sectores en donde se encuentra en mayor predominio la caña guadúa formando bosques naturales y con los que sus pobladores hasta ahora no les ha prestado la atención en lo que concierne a su utilidad constructiva y los múltiples beneficios que esta gramínea proporciona en lo que al confort se refiere.

En este sector importante del cantón Portoviejo se escogieron cinco viviendas unifamiliares de acuerdo a las diferentes tipologías de viviendas que existen dentro del área de estudio y en las que a través de mediciones térmicas y la aplicación de un estudio comparativo mediante tablas gráficas, se realizó un análisis de los factores higrotérmicos de

las diferentes vivienda, arrojando como resultado la elección de la vivienda número cinco, siendo ésta la más afectada por el incumplimiento de la normativa de condicionantes de temperaturas promedios y estándares de diseño bioclimático no aptos al clima de la zona; de esta manera se puede demostrar los niveles de afectación a través de una tabla comparativa de mediciones térmicas ya realizada en la fase de diagnóstico:

| TABLA DE RESULTADOS ANÁLISIS COMPARATIVOS | | | | |
|---|-------------|----------------------|------------------|----------------------|
| VIVIENDA | TEMPERATURA | TEMPERATURA RADIANTE | HUMEDAD REALTIVA | VELOCIDAD DEL VIENTO |
| VIVIENDA N° 1 | 25.01 | 25.30 | 83.10% | 1.30 |
| VIVIENDA N° 2 | 33.91 | 33.98 | 62.60% | 1.27 |
| VIVIENDA N° 3 | 33.10 | 33.45 | 63.16% | 1.10 |
| VIVIENDA N° 4 | 28.14 | 28.27 | 61.82% | 1.07 |
| VIVIENDA N° 5 | 35.51 | 35.62 | 78.44% | 1.02 |

Tabla 38. Mediciones térmicas comparativas de la vivienda N° 5.

Fuente: Elaboración propia

Análisis del terreno de la propuesta

En base a un análisis del terreno se determinó que la mayor parte de la incidencia solar en la mañana se genera en la fachada lateral izquierda, mientras que la incidencia solar de la tarde se genera en la fachada frontal. Lo vientos predominantes de la vivienda se encuentran en una dirección del Norte - Oeste hacia el Sur - Este

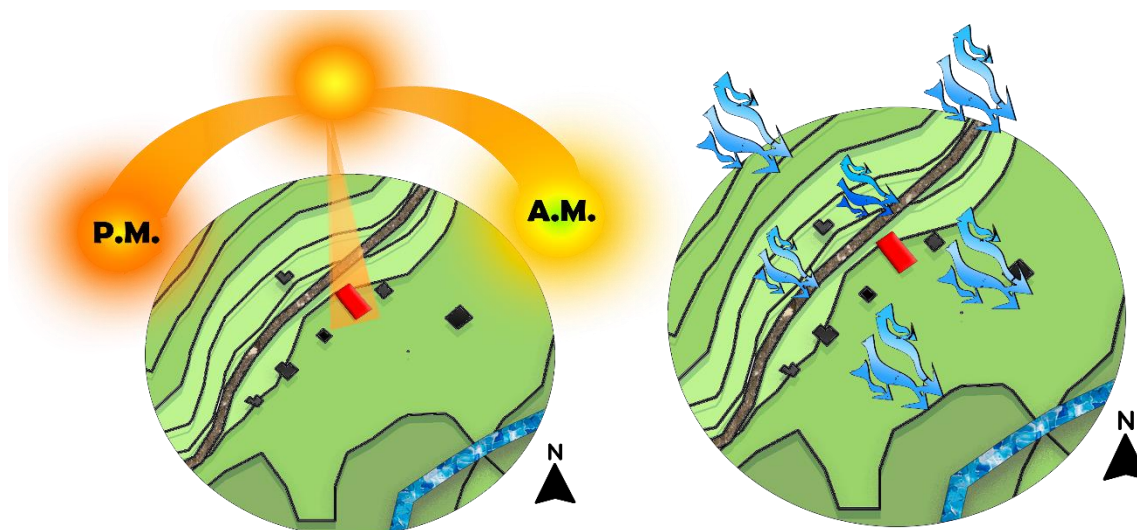


Figura 97. Análisis solar y de vientos predominantes de la vivienda N° 5 a intervenir.

Fuente: Elaboración propia.

En base al análisis del terreno en sitio se determinó que la vivienda número cinco no cumple con los estándares de diseño bioclimático que una vivienda unifamiliar debe brindar en cuanto a confort y bienestar térmico se refiere; por cuanto esta vivienda no cuenta con materiales de construcción acoplados al clima de la zona, provocando que los espacios internos de sus espacios sean muy calurosos, además solo se podrá encontrar una ventana ubicada en la fachada frontal, la cual no mantiene la capacidad de generar la entrada y salida de aire de una manera propicia para la recirculación del mismo dentro de sus diferentes áreas. Además de ello no se encuentra orientada de manera adecuada puesto que los rayos solares inciden sobre sus fachadas provocando calentamientos excesivos hacia el interior de la vivienda y su iluminación natural se vuelve muy escasa al contar tan solo con una ventana que no aporta a la captación de la luz ni a la requerida ventilación.



Figura 99. Estado actual de la fachada frontal vivienda N° 5.

Fuente: Elaboración propia.



Figura 98. Estado actual de los espacios internos de la vivienda N° 5.

Fuente: Elaboración propia.

En base a estos análisis se determinaron las problemáticas de la vivienda número cinco, es por esto que a continuación se presentan los diferentes lineamientos arquitectónicos como alternativa de solución para mejorar el confort higrotérmico dentro de la vivienda.

Diagrama de propuesta arquitectónicas y estrategias de diseño bioclimático.

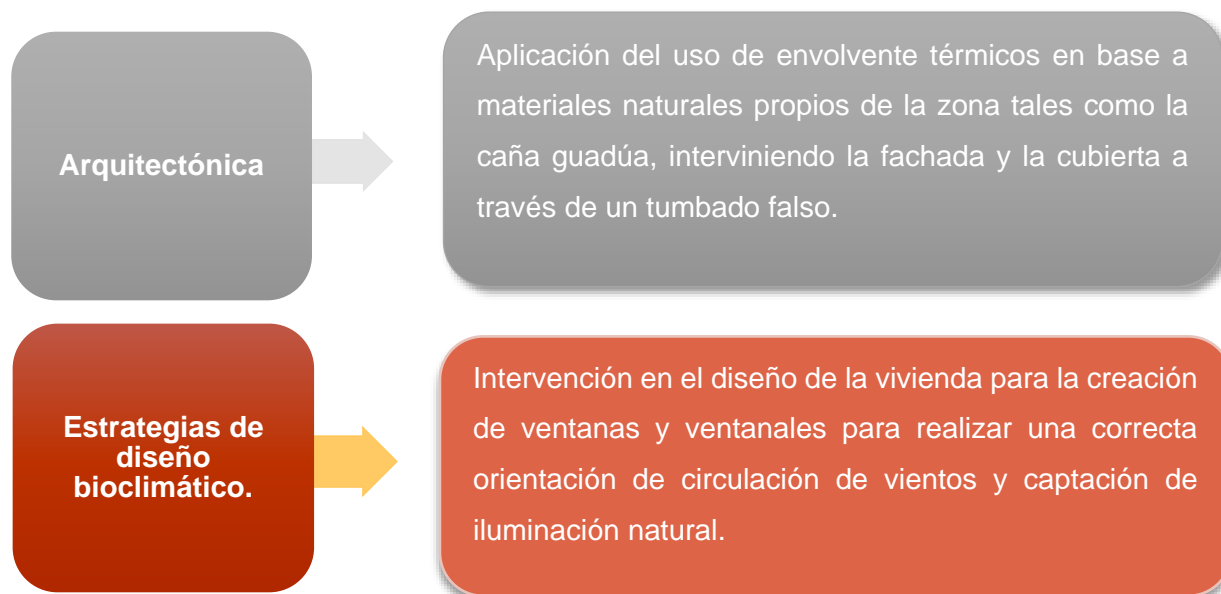


Figura 100. Diagrama de propuesta arquitectónica y de diseño bioclimático en la vivienda N° 5. **Fuente:** Elaboración propia.

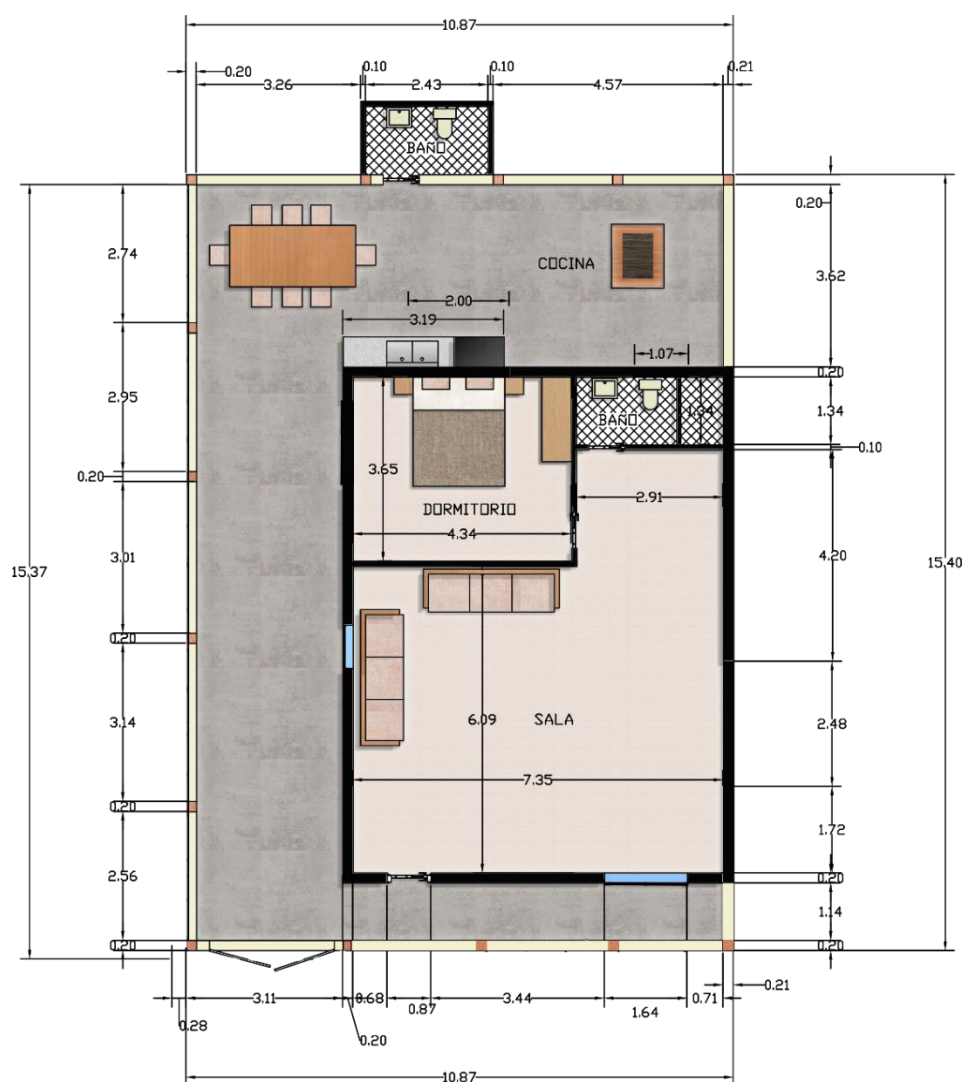
Lineamientos arquitectónicos

Con referencia al diagrama se propone lineamientos de solución a la problemática, tomando en cuenta que a partir de los resultados se puede contemplar que la fachada lateral izquierda de la vivienda es la que recibe mayor incidencia solar por las mañanas y la fachada frontal recibe mayor incidencia en horas de la tarde, es por esto que con el objetivo de mitigar el calor producido por la incidencia de los rayos solares se realizó una envolvente termo reguladora con la utilización de la caña guadúa en las fachadas frontal y lateral izquierda. Además, se propone el uso de un tumbado falso empleando la caña guadúa picada para que se constituya en un colchón térmico que frene el calor irradiado por la cubierta de zinc y que a si mismo disipe a través de sus nervaduras de la caña picada un aire con una temperatura distinta, que sea capaz de brindar confort dentro de los espacios internos.

Para la obtención de un adecuado confort higrotérmico con resultados más favorables es necesario la implementación de estrategias bioclimática, es por ello que se propone el diseño de ventanas altas y ventanales en lugares estratégicos para lograr alcanzar una buena circulación de aire dentro de la vivienda y la captación de iluminación natural en los espacios internos, mediante una orientación correcta adecuada a la ubicación de la vivienda.

No obstante, para la aplicación de los lineamientos arquitectónicos se realizó el levantamiento correspondiente de las dimensiones de la vivienda a intervenir.

Planta arquitectónica

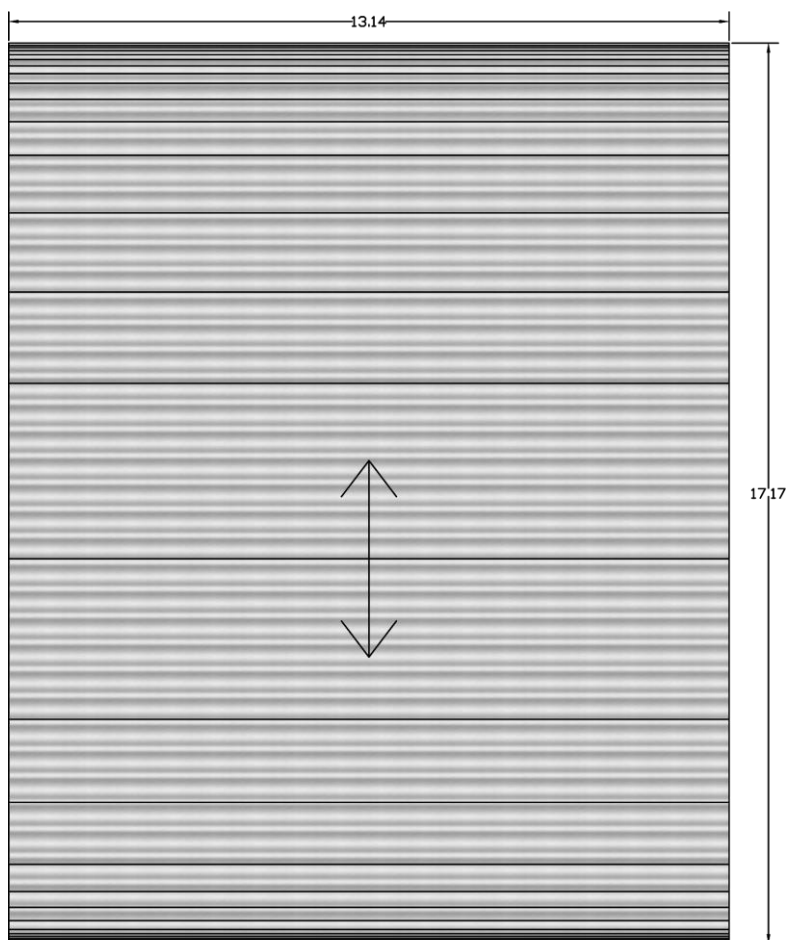


PLANTA ARQUITECTÓNICA

ESC 1:100

Figura 101. Estado actual de la planta arquitectónica de la vivienda N° 5.

Fuente: Elaboración propia.



PLANTA DE CUBIERTA
ESC 1:100

Figura 102. Planta de cubierta de la vivienda N° 5.

Fuente: Elaboración propia.

Envolvente de caña picada

Basados en el repertorio de la casa Carabanchel ubicada en Madrid, la presente propuesta toma como modelo la alternativa de emplear la caña guadúa como envolventes plegables, de tal manera que permite el paso disipado de la luz, permitiendo la recirculación del aire y cuando se desea o cuando la incidencia solar lo permite se apertura, los diversos pliegues de la envolvente que se anteponen a la fachada.

Por ello se deben conocer las características básicas que la envolvente determina su comportamiento frente a los flujos de calor, de aire, de humedad, de luz, y de sonidos. Existen

aspectos configuradores de la envolvente que influyen en el comportamiento higrotérmico: la transferencia de calor y el control de la humedad (Maristany & Angiolini, 2017).

Con la finalidad de establecer ese espacio de colchón térmico, la envolvente en caña guadúa se la ubica de manera muy similar al repertorio antes citado (Casa Carabanchel), en el que se ha respetado un pasillo de lado de la fachada frontal 1.14 metros y de la fachada lateral izquierda 3.01 metros, a partir de cuyas medidas y sobre las dimensiones del balcón que posee la vivienda se han elaborado con estructura de madera y paneles de caña guadúa picada la envolvente que pliega emulando con detalles propios de nuestra arquitectura.

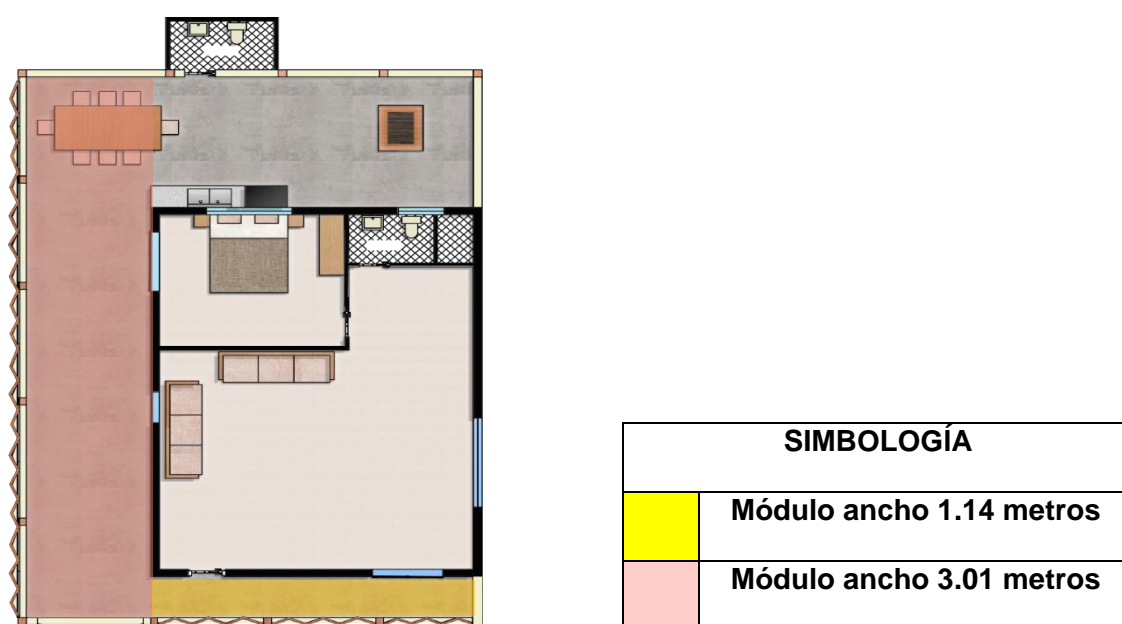


Figura 103. Módulo de intervención de la envolvente plegable de la vivienda N° 5.

Fuente: Elaboración propia.

La envolvente plegable de la fachada frontal cuenta con tres módulos separados por 4 columnas de madera, mientras que la fachada lateral izquierda cuenta con seis módulos separados por 6 columnas.

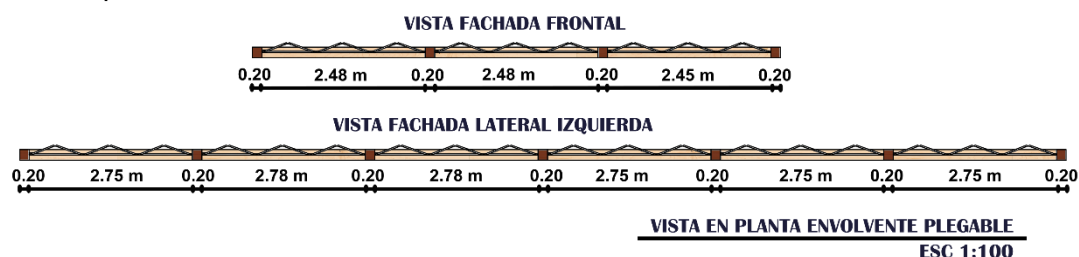


Figura 104. Vista en planta de módulo de la envolvente plegable de la vivienda N° 5.

Fuente: Elaboración propia.

Estructura de envolvente de caña picada plegable

El módulo de la envolvente fue diseñado en base a paneles de caña picada los cuales cuentan con un soporte de marco de cuartón de madera dura, y con una base del del mismo material. La envolvente mantiene un propósito de diseño bioclimático y arquitectónico, el cual permite que este pueda lograr plegarse a través del soporte de cuartón de madera con la finalidad de que el usuario pueda configurar la envolvente de acuerdo a la incidencia climatológica captada en el transcurso del día, es por esto que mantiene un perfil de aluminio en su soporte con ruedas de riel, el cual permite que este sea corrediza, además que cada panel mantiene una unión con bisagra para permitir el pliegue de los paneles de caña picada.

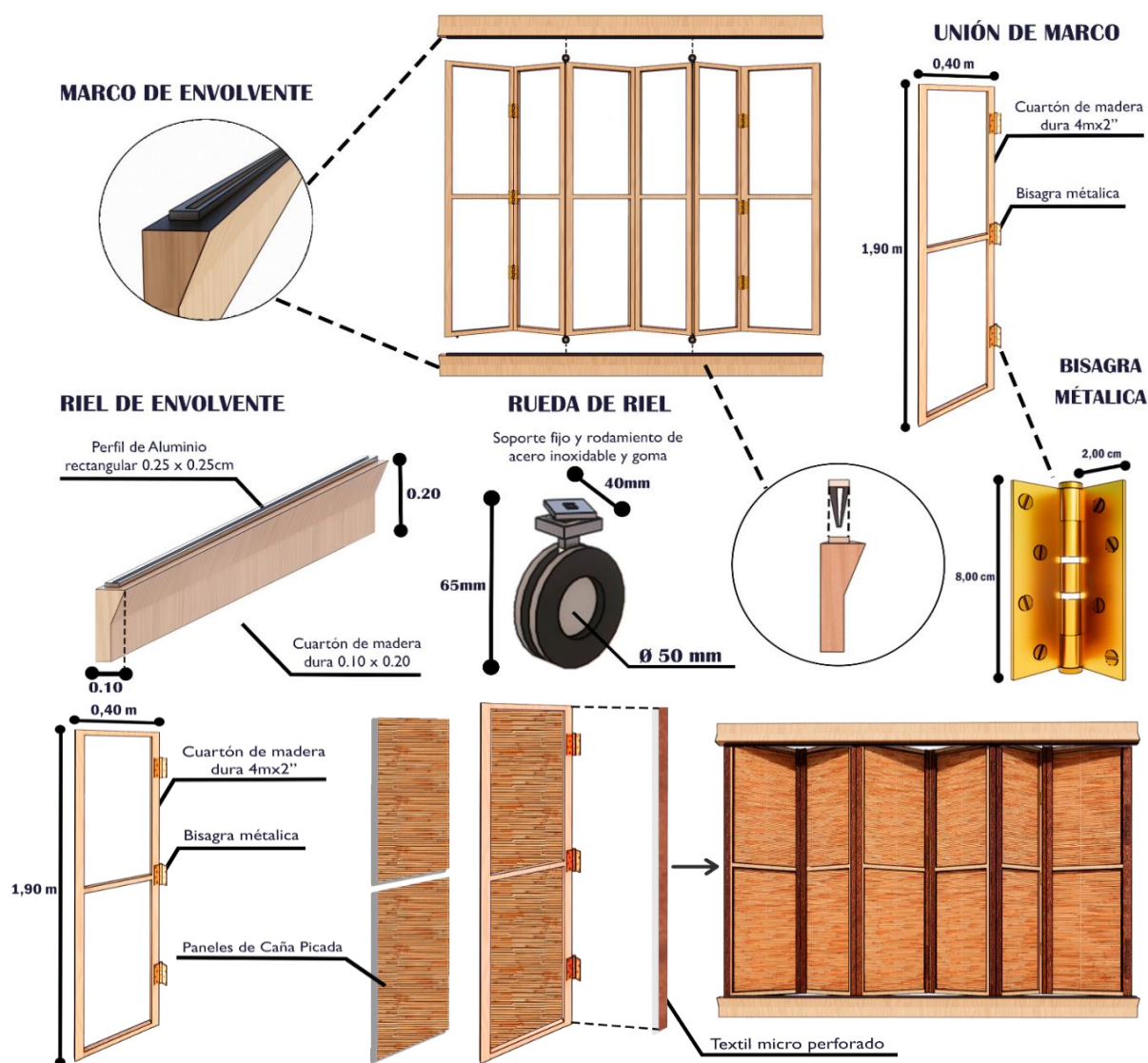


Figura 105. Estructura de la envolvente plegable de caña picada propuesta.

Fuente: Elaboración propia.

Modulación de la envolvente de caña guadúa

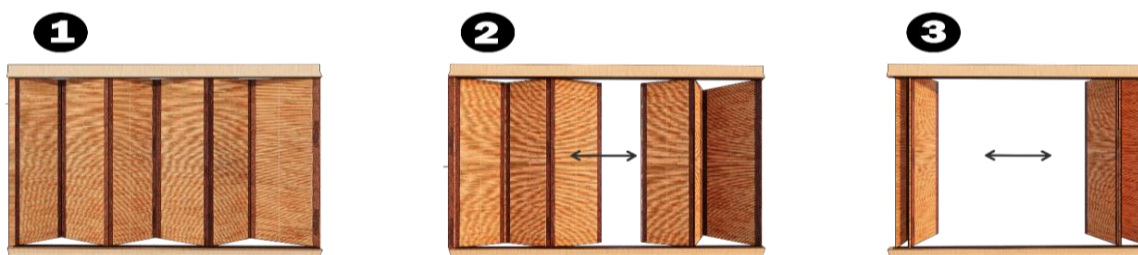


Figura 106. Modulación de abertura de la envolvente de caña guadúa.

Fuente: Elaboración propia.

En el gráfico se puede apreciar las diferentes formas que puede adquirir los pliegues de la envolvente según sean los requerimientos de regulación térmica al interior de la vivienda y así mismo de acuerdo a lo que la incidencia solar en las diferentes horas del día.

Tumbado falso

Se puede apreciar en la gráfica la incorporación de un tumbado falso elaborado en caña guadúa picada y separado de la cubierta treinta y cinco centímetros para propiciar el colchón térmico y el espacio de acumulación del aire caliente que se irradia a través de la cubierta, el mismo que será disipado por la recirculación del aire, provocado con las aperturas que se diseñan a cada lado de la cubierta.

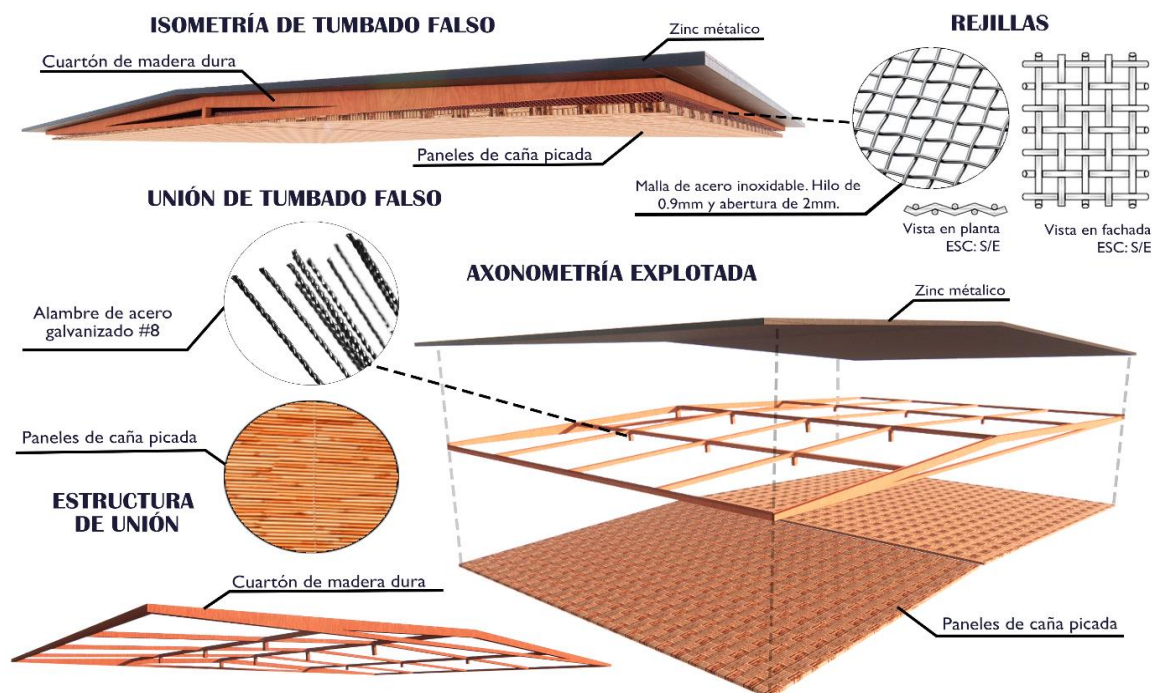


Figura 107. Propuesta de tumbado falso en caña guadúa picada.

Fuente: Elaboración propia.

Estándares de diseño bioclimática

Para poder lograr un eficaz confort higrotérmico se debe apoyar en base a estándares de diseño bioclimático, es por esto que se realizó la adaptación de ventanas y ventanales por las cuales la vivienda pueda realizar la circulación del aire a través de una estratégica ventilación cruzada.

En el presente plano mostrado, se pueden identificar las propuestas de ubicación de ventanearías que tienen la exclusiva finalidad de propiciar la entrada de luz y de la ventilación requerida en el interior de la vivienda. Es importante indicar que se acondicionaran salidas del aire caliente acumuladas entre la cubierta y el tumbado falso para mantener la altura de los espacios habitados con la temperatura idónea para quienes la habitan.

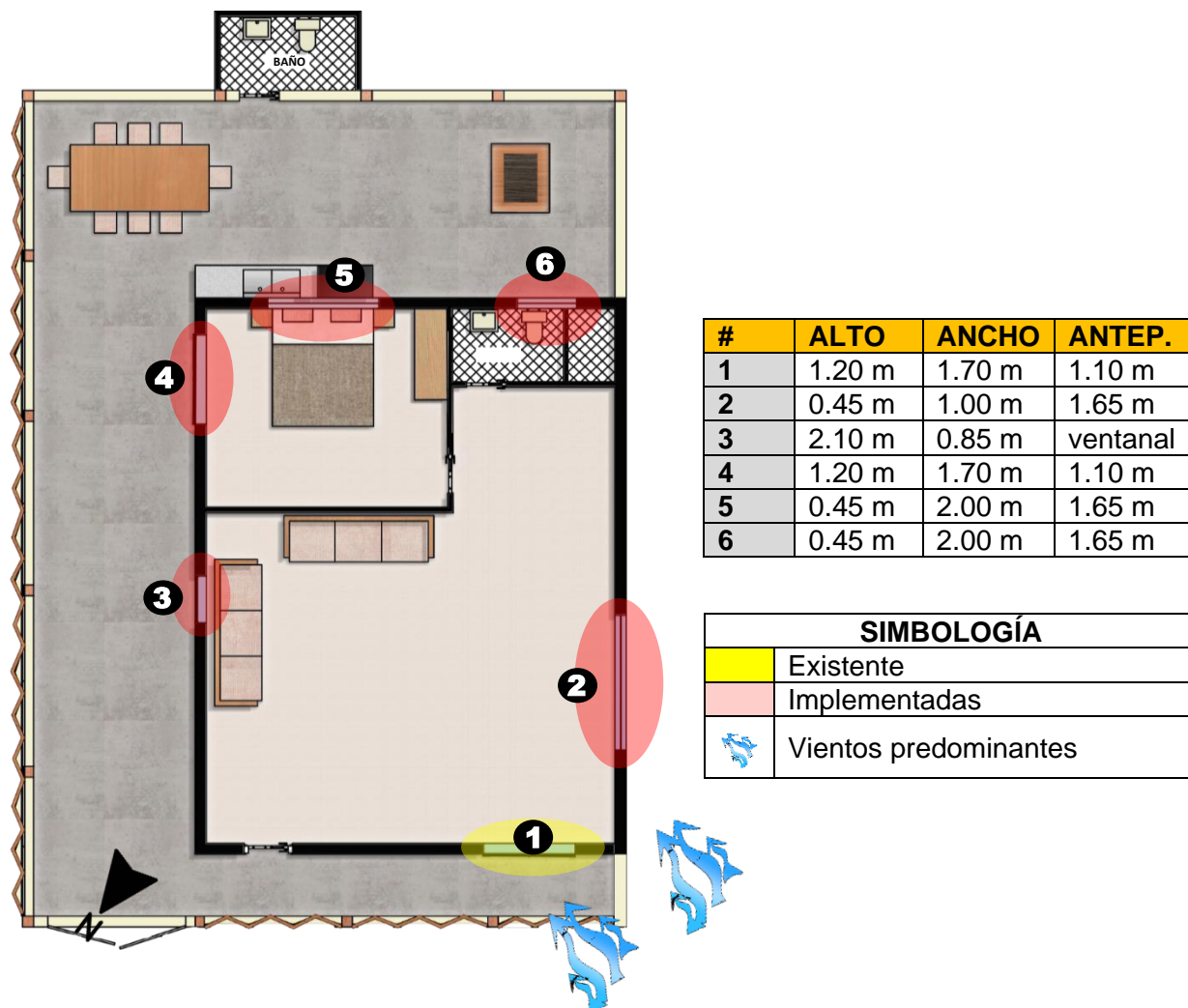


Figura 108. Implementación de diseño bioclimático en la vivienda N° 5.

Fuente: Elaboración propia.

Circulación de vientos

A través de los gráficos se logra apreciar el conjunto de la envolvente de caña picada propuesta en la vivienda con sus diversos pliegues en caña guadúa y el tumbado falso con una abertura de treinta y cinco centímetros, que permiten a través de su estructura natural el paso del aire y de la luz, provocando la regulación térmica deseada al interior de la vivienda.



Figura 109. Vista isométrica de circulación de vientos en la envolvente de la vivienda N°5.

Fuente: Elaboración propia.

Se visualiza en este corte la recirculación del aire interna lograda con la fabricación de ventanas, apertura de boquetes y la importante presencia de la envolvente en caña guadúa picada a través de sus hendiduras.



Figura 110. Vista isométrica de ventilación cruzada en el interior de la vivienda N° 5.

Fuente: Elaboración propia.

Vegetación

Se mantuvo la vegetación del sitio para generar una ventilación cruzada en la vivienda a través de los árboles y arbustos existente, además de la generación de sombras naturales altas, medianas y bajas que le otorga a la vivienda.



| SIMBOLOGÍA | |
|------------|----------------------|
| | Vegetación existente |

Figura 111. Vegetación existente en la vivienda N° 5.

Fuente: Elaboración propia.

Planta arquitectónica propuesta

Con referencia en la intervención de propuesta la planta arquitectónica mantiene variabilidad en el diseño gráfico de la misma.

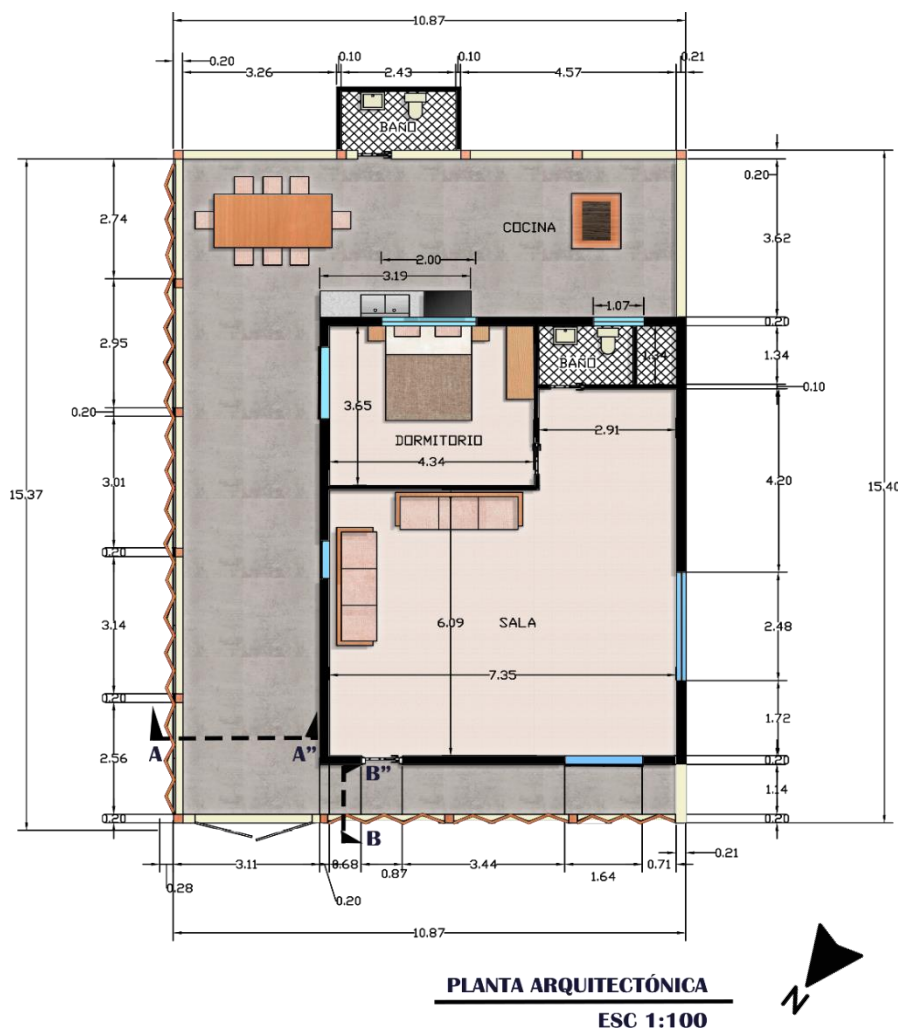


Figura 112. Propuesta de intervención en planta arquitectónica de la vivienda N° 5.

Fuente: Elaboración propia.

Fundamentos del diseño arquitectónico propuesto

En base al gráfico se plantea un detalle isométrico del corte A – A” en el que podemos observar como la fachada lateral izquierda, la envolvente de caña guadúa mantiene un rol importante de diseño bioclimático y arquitectónico, ya que este se encarga de proteger la fachada de la incidencia solar de la mañana mitigando las temperaturas altas en los espacios internos, provocando un confort higrotérmico en la vivienda.

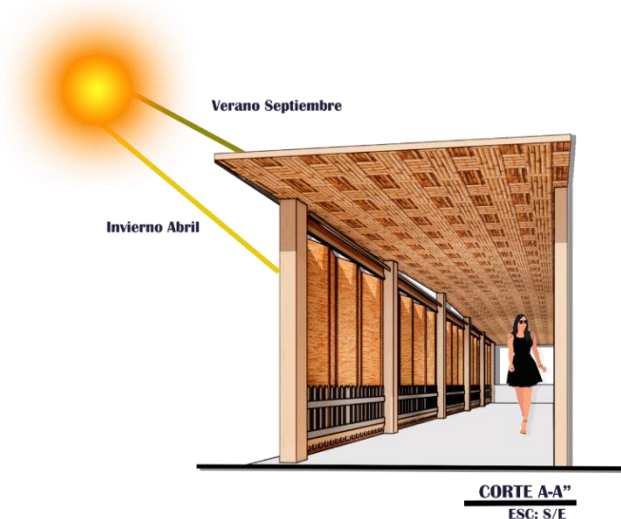


Figura 113. Vista isométrica de la envolvente de la fachada lateral izquierda.

Fuente: Elaboración propia.

En el corte B – B” se logra observar como en la fachada frontal, la envolvente de caña guadúa se encarga de proteger vivienda de la incidencia solar de la tarde mitigando las temperaturas altas en las áreas internas, provocando un confort higrotérmico en la vivienda.

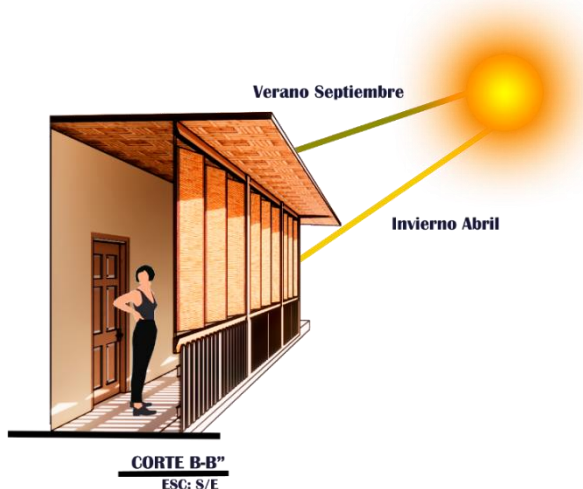


Figura 114. Vista isométrica de la envolvente de la fachada frontal.

Fuente: Elaboración propia.

Aspectos formales de la propuesta

Además de obtener una intervención para mejorar las condiciones térmicas internas de la vivienda también se ha planteado un aspecto formal estético y adaptado al entorno natural de la vivienda, por lo que se puede apreciar a través de un fotomontaje, las técnicas implementadas como la envolvente y cielo raso de caña guadúa de la vivienda número cinco.



Figura 115. Propuesta formal de la vivienda N° 5.

Fuente: Elaboración propia.

Fotomontaje de la propuesta



Figura 116. Fotomontaje de la vivienda N° 5.

Fuente: Elaboración propia.

Renders de la propuesta



Figura 117. Render de vista fachada frontal vivienda N° 5.

Fuente: Elaboración propia.



Figura 118. Render de vista isométrica fachada lateral izquierda vivienda N° 5.

Fuente: Elaboración propia.



Figura 119. Render de vista axonométrica exterior vivienda N° 5.

Fuente: Elaboración propia.



Figura 120. Render de vista isométrica fachada lateral derecha vivienda N° 5.

Fuente: Elaboración propia.

Presupuesto de obra

En base a la investigación en campo se conoció cuáles eran los precios actualizados en la ciudad de Portoviejo, con respecto a la caña guadúa y los cuartones de madera, además de realizar una investigación bibliográfica a través de (CYPE S.A.) en el cual es un buscador para la generación de precios de materiales de construcción y precios de mano de obra.

Con la generación del presupuesto de obra de intervención se identifica que existe facilidad en cuanto a la parte económica, ya que el valor de intervención total es de 1.823,00.

|  PRESUPUESTO ENVOLVENTE CAÑA GUADÚA | | | | | |
|---|-------------------------|--------|----------|-----------------|-------------------|
| UNIVERSIDAD SAN GREGORIO DE PORTOVIEJO | | | | | |
| RUBRO N° | DESCRIPCIÓN | UNIDAD | CANTIDAD | PRECIO UNITARIO | TOTAL |
| ENVOLVENTE CAÑA GUADÚA | | | | | |
| 1 | Caña guadúa picada 3mx3 | M2 | 72,00 | \$2,00 | \$144,00 |
| 2 | Cuartones de 4mtx2" | M | 91,00 | \$2,50 | \$227,50 |
| 3 | Clavos | kg | 2,00 | \$4,40 | \$8,80 |
| 4 | Riel de aluminio | M | 48,00 | \$7,00 | \$336,00 |
| 5 | Barniz | Lts | 4,00 | \$12,20 | \$48,80 |
| 6 | Bisagra | U | 75,00 | \$2,00 | \$150,00 |
| CIELO RASO EN CAÑA GUADÚA | | | | | |
| 1 | Cielo raso caña picada | M2 | 50,00 | \$2,00 | \$100,00 |
| 2 | Alambre Galv#18 | kg | 5,00 | \$2,50 | \$12,50 |
| VENTANAS | | | | | |
| 1 | Aluminio y Vidrio | M2 | 7,00 | \$55,00 | \$385,00 |
| MANO DE OBRA | | | | | |
| 1 | Maestro mayor | hora | 48,00 | \$4,50 | \$216,00 |
| 2 | Oficial | hora | 48,00 | \$4,05 | \$194,40 |
| SUB-TOTAL | | | | | \$1.823,00 |
| DESCUENTO | | | | | \$0,00 |
| TOTAL PRESUPUESTADO | | | | | \$1.823,00 |

Figura 121. Presupuesto de obra en la intervención de la vivienda N° 5.

Fuente: Elaboración propia.

Análisis de radiación solar de la propuesta vivienda N° 5

Con base a los análisis comparativos realizados podemos apreciar dos plantas arquitectónicas en la cual la primera es la vivienda sin ningún tipo de modificación, en la que se evidencia mayor concentración de radiación solar desde las doce del día hasta las cuatro de la tarde sobre sus fachadas lateral izquierda y fachada frontal con una cantidad de radiación solar máxima del 881 Wh/m². Por otro lado, en la segunda planta arquitectónica está implementado la envolvente de caña guadúa en la que se evidencia menor cantidad de radiación solar alcanzando un nivel máximo de 541 Wh/m², lo cual es un punto positivo, ya que estas se pueden replegar a conveniencia.

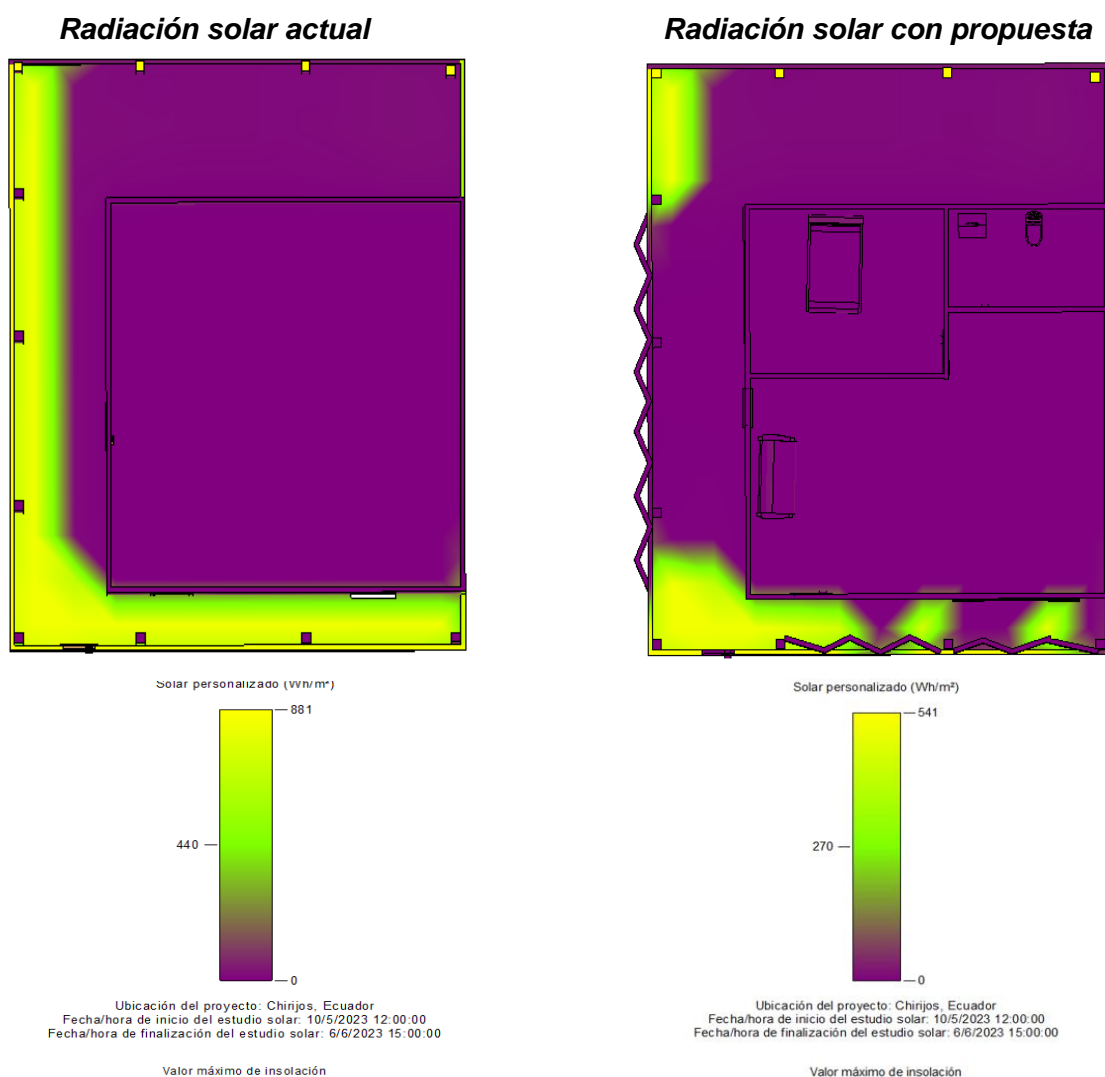


Figura 122. Análisis arrojados por Revit 2024 extensión análisis solar en los cuales se evidencia una mejora del 39% de reducción de radiación solar que afecta en los interiores de la vivienda. **Fuente:** Elaboración propia.

En base a un análisis comparativo fue aplicado en tres horarios distintos, de las siete de la mañana hasta la diez de la mañana, de las doce del día hasta las tres de la tarde y de cuatro de la tarde a siete de la noche, en la que podemos observar como la radiación solar en la vivienda que no ha sido intervenida logran pasar los rayos solares a el interior de manera desfavorable, mientras que en la propuesta se evidencia como la radiación es absorbida por la envolvente de caña guadúa evitando así que la radiación entre de manera directa.

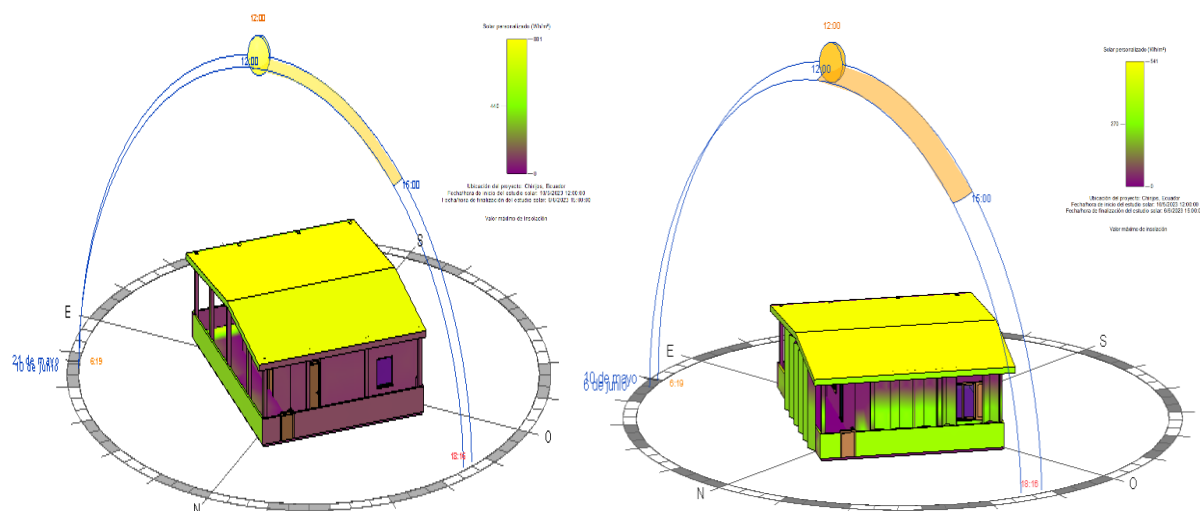


Figura 123. Simulación de insolación acumulada de 7:00 am a 10:00 am en la cual podemos apreciar que la disminución de incidencia solar en la propuesta.
Fuente: Elaboración propia.

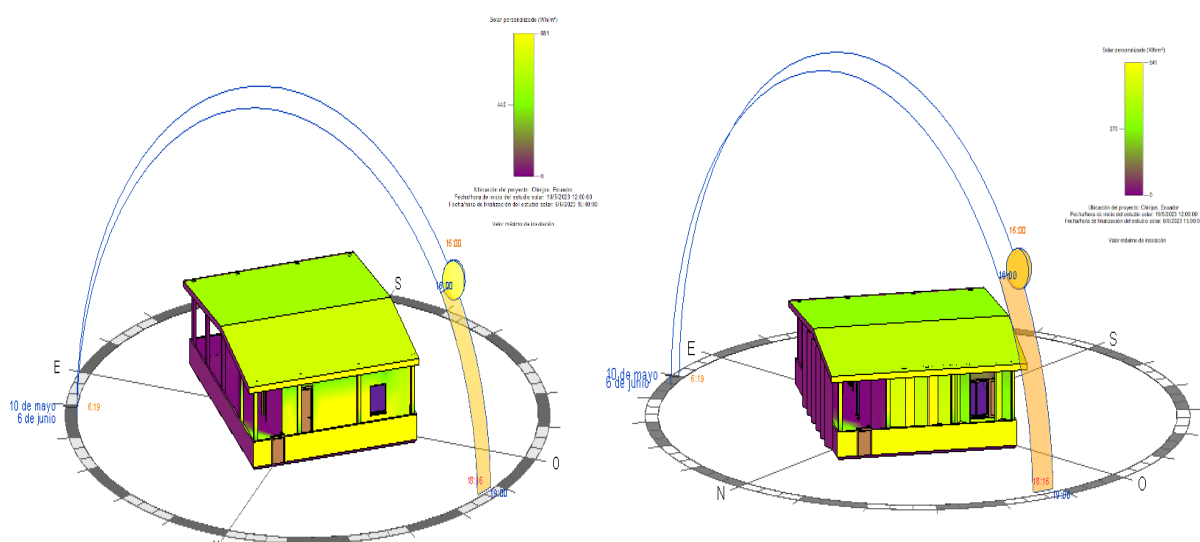


Figura 124. Simulación de insolación acumulada de 12:00 pm a 15:00 pm en la cual podemos apreciar que la disminución de incidencia solar en la propuesta.
Fuente: Elaboración propia.

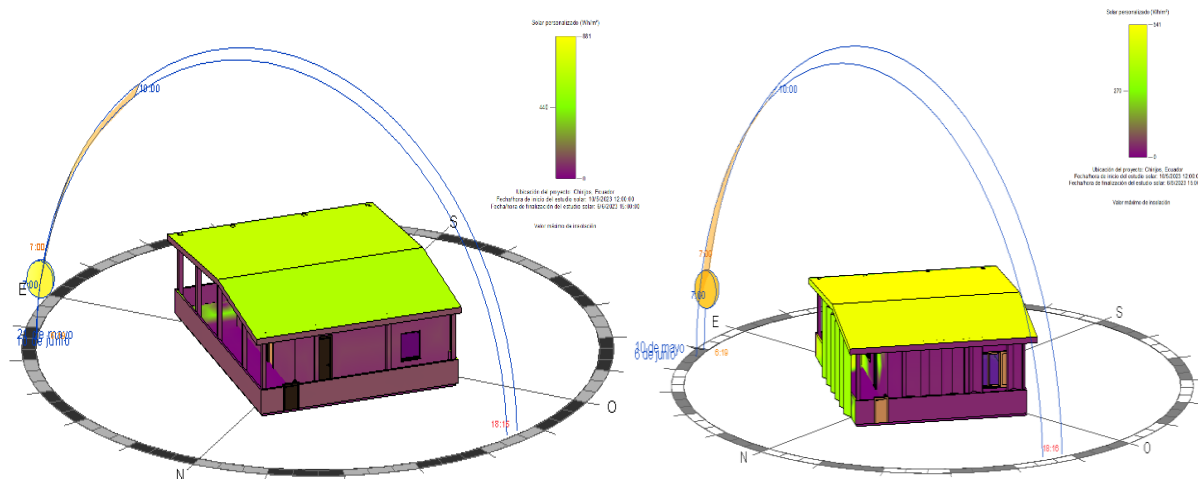


Figura 125. Simulación de insolación acumulada de 16:00 pm a 19:00 pm en la cual podemos apreciar que la disminución de incidencia solar en la propuesta.
Fuente: Elaboración propia.

Análisis de presión de los vientos de la propuesta en la vivienda N° 5

El análisis de la presión y velocidad de los vientos se realizó gracias a la utilización del software Ecotec, en la que apreciamos que la intensidad y velocidad de los vientos predominantes se ha aprovechado de manera que este pueda generar un cruce de ventilación necesario para poder obtener ese confort higrotérmico esperado en el interior de la vivienda.

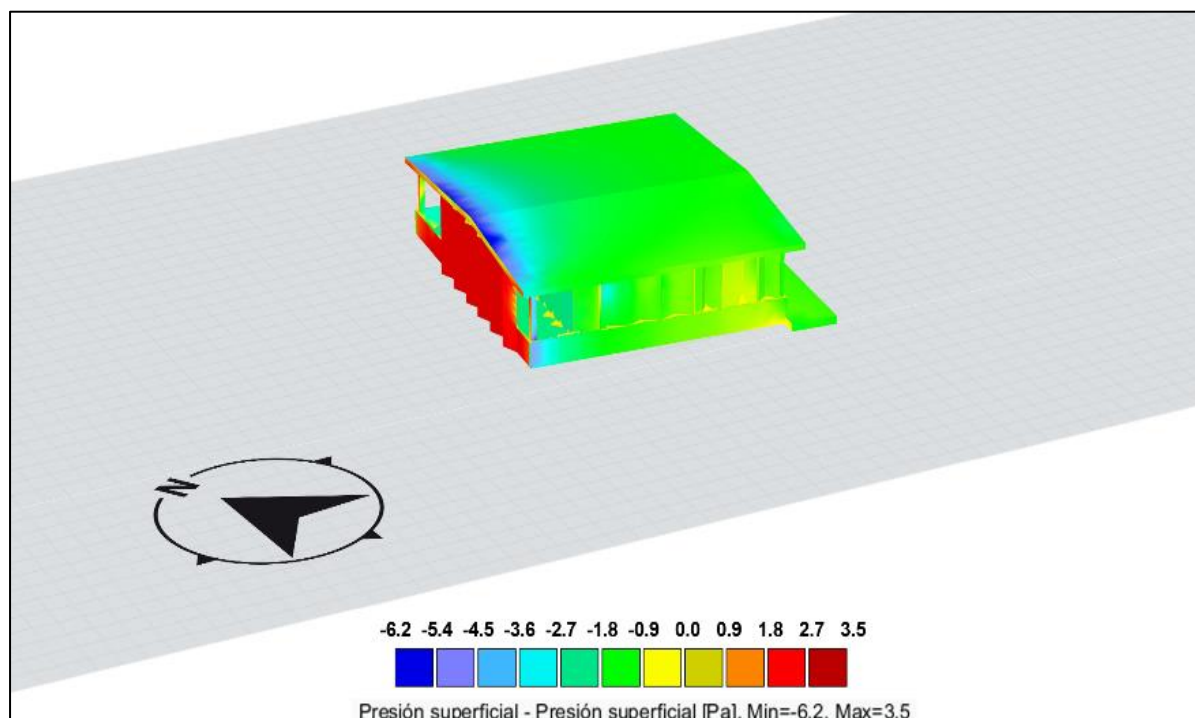


Figura 126. Simulación de la presión de los vientos de la propuesta.

Fuente: Elaboración propia.

Análisis de velocidad de los vientos de la propuesta en la vivienda N° 5

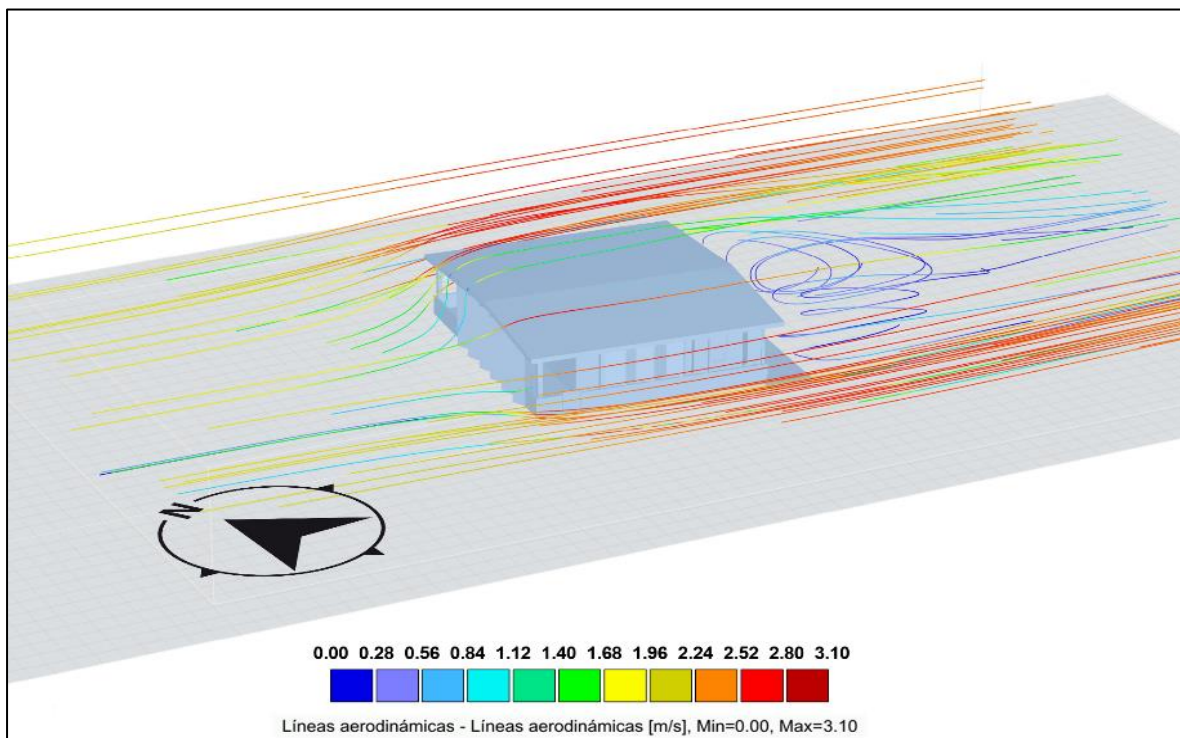


Figura 127. Simulación de la velocidad de los vientos de la propuesta.

Fuente: Elaboración propia.

Resultantes del análisis de confort térmico de la vivienda intervenida

En base al Software SIMEDIF se realizó un cálculo de cargas térmicas para determinar la frecuencia de mejoramiento que existe con la intervención de la envolvente termo reguladora en caña guadúa aplicada en la vivienda N° 5.

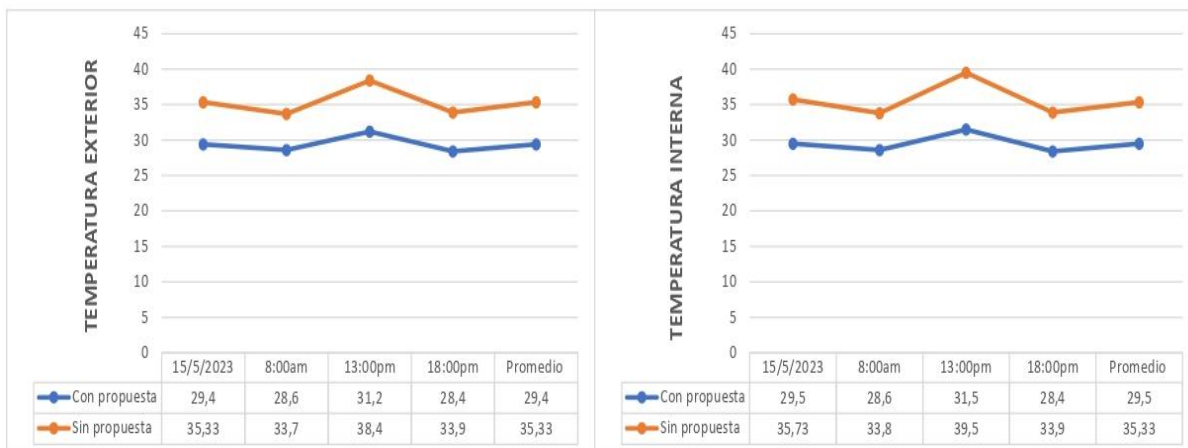


Figura 128. Análisis de confort térmico de la temperatura interna y externa de la vivienda.

Fuente: Elaboración propia.

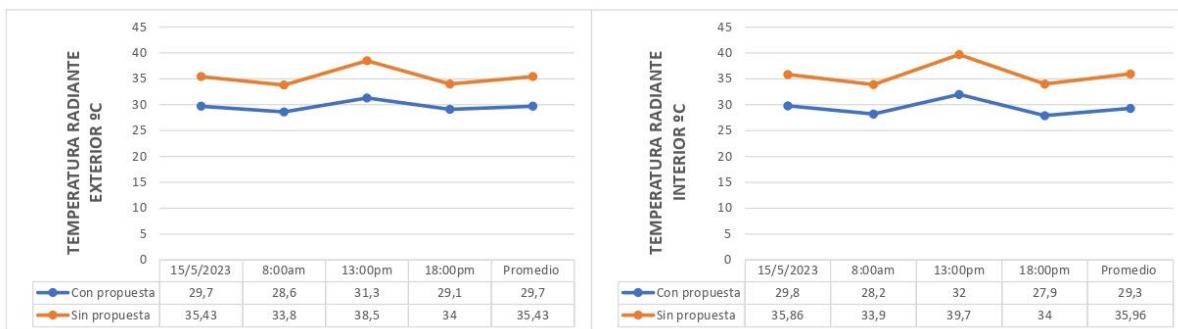


Figura 130. Análisis de confort térmico de la temperatura radiante interna y externa.

Fuente: Elaboración propia.

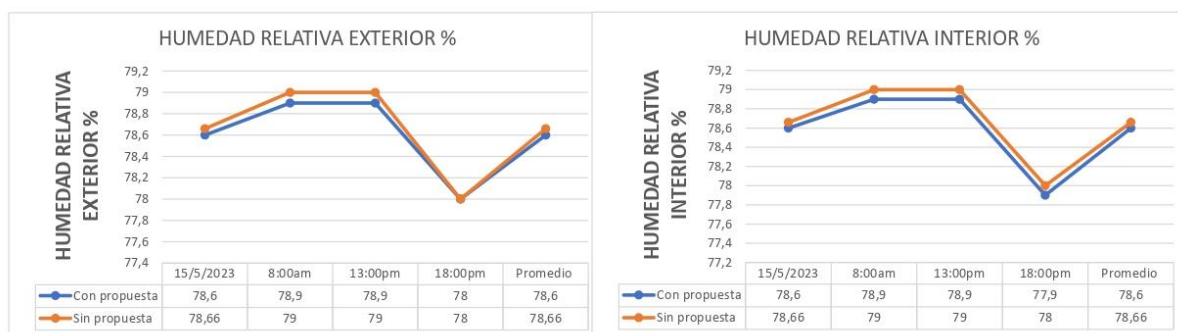


Figura 129. Análisis de confort térmico de la humedad interna y externa.

Fuente: Elaboración propia.

Resultante del confort térmico del PMV en la escala de ASHRAE

Verificación de cumplimiento de la Normativa ASHRAE 55 de acuerdo al confort proporcionado por intervención de la propuesta.

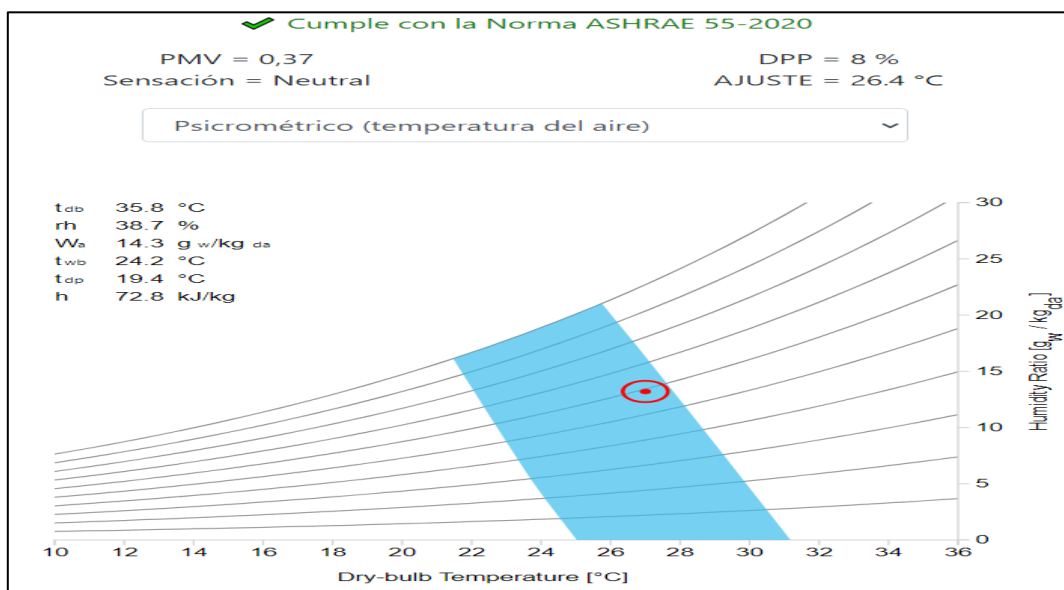


Figura 131. Cumplimiento de la Norma ASHRAE 55.

Fuente: Elaboración propia.

Resultados comparativos

El empleo de la caña guadúa como envolvente, además de propiciar una higrotermia adecuada contribuye positivamente con la estética de la vivienda. Gracias al programa Revit Insight se pudo realizar la simulación de la temperatura a obtenerse en el interior de la vivienda una vez que se desarrolló la propuesta de la envolvente y ventajosamente los resultados fueron de lo más favorables, al evidenciar la mitigación de la radiación solar hacia el interior de la vivienda, verificando que baja de 881 Vatios horas por metro cuadrados (Wh/m^2) a 541 Vatios horas por metro cuadrados (Wh/m^2), descendiendo aproximadamente un 39% la incidencia solar. Teniendo como resultado una estructura de envolvente térmico con un material que beneficia notablemente la higrotermia de los espacios conformantes de la vivienda. Un estudio y revisión de valores que resultan de los rubros de la propuesta denotan que con un bajo presupuesto se pueden obtener altos beneficios en lo que respecta a la iluminación, ventilación y el confort que las personas deben tener al interior de sus residencias.

La caña guadúa es una gran alternativa para mejorar el estándar de vida de las personas ya que contribuye significativamente al bienestar de las personas en cuanto a salud se refiere desde el punto de vista de la arquitectura, es por esto que se determina que acorde a la Norma (STANDARD ASHRAE 55, 2020), con la intervención propuesta la vivienda si cumple con los parámetros de una vivienda con un adecuado confort higrotérmico.

| VIVIENDA SIN PROPUESTA | | VIVIENDA CON PROPUESTA | |
|------------------------|--------|------------------------|-------|
| TEMPERATURA | 35.62 | TEMPERATURA | 27.00 |
| HUMEDAD RELATIVA | 78.44% | HUMEDAD RELATIVA | 75% |
| PMV | +3 | PMV | 0,37 |

Tabla 39. Comparativa de resultados de intervención.

Fuente: Elaboración propia.

Referencias Bibliográficas

Aguilar, C. (17 de Diciembre de 2014). *Casa Convento / Enrique Mora*. Obtenido de ArchDaily en Español: <https://www.archdaily.cl/cl/759184/casa-convento-enrique-mora-alvarado>

AHORRO DE ENERGÍA [HE]. (s.f.). *Caracterización y cuantificación de las exigencias* . Obtenido de Caracterización y cuantificación de las exigencias : chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/http://cte-web.iccl.es/verificador/cte/3-%20HE_1-Envolvente.pdf

Aldás, J. (2018). *LA VIVIENDA SOCIAL Y EL CONFORT HIGROTÉRMICO EN LA PARROQUIA RURAL DE HUAMBALÓ*. Obtenido de LA VIVIENDA SOCIAL Y EL CONFORT HIGROTÉRMICO EN LA PARROQUIA RURAL DE HUAMBALÓ: file:///C:/Users/Usuario/Downloads/Ald%C3%A1s%20Jessica.pdf

American Medical Association [AMS]. (2015). *Human thermoregulation* . Obtenido de <https://www.ama-assn.org/>

American National Standards Institute [ANSI]. (1992). *American National Standards Institute [ANSI]*. Obtenido de ANSI/ASHRAE 55:1992: <https://www.ashrae.org/technical-resources/standards-and-guidelines/standards-interpretations/interpretation-for-standard-55-1981-and-55-1992>

American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers [ASHRAE 55]. (2020). *STANDARD ASHRAE 55*. Obtenido de chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/https://webstore.ansi.org/preview-pages/ASHRAE/preview_ANSI+ASHRAE+55-2013+(Spanish).pdf

ASEPEYO. (mayo de 2005). *Confort Térmico*. Obtenido de Confort Térmico: <https://es.scribd.com/doc/313411104/HAF0505009-Confort-Termico-pdf>

Ayuntamiento de Madrid. (09 de 07 de 2008). *El edificio Bambú, premio RIBA de arquitectura*. Obtenido de

<https://www.madrid.es/portales/munimadrid/es/Inicio/Actualidad/Noticias/El-edificio-Bambu-premio-RIBA-de-arquitectura/?vgnnextoid=e005f08bd270b110VgnVCM2000000c205a0aRCRD&vgnnextchannel=a12149fa40ec9410VgnVCM100000171f5a0aRCRD>

Bambusa.es. (2018). *Especialistas en Diseño de Estructuras y Decoración con Bambú*. Obtenido de Especialistas en Diseño de Estructuras y Decoración con Bambú: <https://bambusa.es/>

Berdúo, O. (s.f.). *TERMORREGULACIÓN*. Obtenido de <https://www.studocu.com/gt/document/universidad-de-san-carlos-de-guatemala/semiologia/termorregulacion/5240170>

Bojórquez, G. (Junio de 2010). *CONFORT TÉRMICO EN EXTERIORES: ACTIVIDADES EN ESPACIOS RECREATIVOS, EN CLIMA CÁLIDO SECO EXTREMO*. Obtenido de CONFORT TÉRMICO EN EXTERIORES: ACTIVIDADES EN ESPACIOS RECREATIVOS, EN CLIMA CÁLIDO SECO EXTREMO: file:///C:/Users/Usuario/Desktop/ARCHIVOS%20PARA%20TESIS/BOJORQUEZ_MORALES_GONZALO.pdf

BOSCH. (2020). *TERMODETECTOR PTD 1*. Obtenido de <https://www.bosch-diy.com/es/es/p/ptd-1-0603683000>

Brager, G., & Dear, R. (1998). *Developing an Adaptive Model of Thermal Comfort and Preference*. *ASHRAE Transactions*. California Digital Library. Obtenido de <chrome-extension://efaidnbnmnibpcjpcglclefindmkaj/https://escholarship.org/content/qt4qq2p9c6/qt4qq2p9c6.pdf>

Bravo, F., & Miele, M. (2020). *Análisis patrimonial: Casa de los Abuelos, en la comunidad Río Caña de la*.

Cajal, A. (2015). *Investigación de Campo: Características, Tipos, Técnicas y Etapas*.
Obtenido de
file:///C:/Users/PC/Downloads/Investigaci%C3%B3n%20de%20Campo.pdf

Cauas, D. (2015). Definición de las variables, enfoque y tipo de investigación. Obtenido de
https://www.academia.edu/11162820/variables_de_Daniel_Cauas

Constitución de la República del Ecuador . (2008). *Artículo 66 [TÍTULO II]*. Obtenido de
Artículo 66 [TÍTULO II]: file:///C:/Users/Usuario/Downloads/Constitucion-de-la-
Republica-del-Ecuador_act_ene-2021.pdf

Constitución de la República del Ecuador. (2008). *Artículo 14 [TÍTULO II]*. Obtenido de Artículo
14 [TÍTULO II]: file:///C:/Users/Usuario/Downloads/Constitucion-de-la-Republica-del-
Ecuador_act_ene-2021.pdf

Constitución de la República del Ecuador. (2008). *Artículo 30 [TÍTULO II]*. Obtenido de Artículo
30 [TÍTULO II]: file:///C:/Users/Usuario/Downloads/Constitucion-de-la-Republica-del-
Ecuador_act_ene-2021.pdf

Constitución de la República del Ecuador. (2008). *Constitución de la República del Ecuador*.
Obtenido de Constitución de la República del Ecuador:
file:///C:/Users/Usuario/Downloads/Constitucion-de-la-Republica-del-
Ecuador_act_ene-2021.pdf

Critchfield, H. (1974). *General Climatology* (3 ed., Vol. 11). Estados Unidos de América.
Obtenido de <https://ui.adsabs.harvard.edu/abs/1975ESRv...11..184M/abstract>

CYPE S.A. (s.f.). *Generador de precios en ecuador*. Obtenido de Generador de precios en
ecuador: <http://www.ecuador.generadordeprecios.info/>

Czajkowski, J. D. (Abril de 1992). *Habitabilidad y confort higrotérmico*. Obtenido de
Habitabilidad y confort higrotérmico: chrome-

extension://efaidnbmnnnibpcajpcgclefindmkaj/http://sedici.unlp.edu.ar/bitstream/handle/10915/79445/Documento_completo.pdf-PDFA.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Delgado, G. (31 de marzo de 2017). *ECOLOGÍA Y AMBIENTE. DISEÑO Y SUSTENTABILIDAD EN CONSTRUCCIONES CON CAÑA GUADÚA*. Obtenido de ECOLOGÍA Y AMBIENTE. DISEÑO Y SUSTENTABILIDAD EN CONSTRUCCIONES CON CAÑA GUADÚA: file:///C:/Users/Usuario/Desktop/ARCHIVOS%20PARA%20TESIS/adminojs,+Gestor_a+de+la+revista,+daya_02_05.pdf

Djongyang, N., Tchindac, R., & Njomo, D. (2010). *Thermal comfort: A review paper. Renewable* (Vol. 14). Camerún. Obtenido de Thermal comfort: A review paper. Renewable: <https://doi.org/10.1016/j.rser.2010.07.040>

Eadic. (2008). *Arquitectura Bioclimática*. Obtenido de <https://eadic.com/wp-content/uploads/2013/09/Tema-3-Confort-Ambiental.pdf>

ERGODINÁMICA . (2022). *Tasa Metabólica*. Obtenido de <https://www.ergodinamica.com/especialidades/valoracion-fisica/tasa-metabolica-basal/>

Espinosa, C., & Cortés Fuentes, A. (2015). Confort higro-térmico en vivienda social y la percepción del habitante. *REVISTA INVI*, 30(85). Obtenido de Confort higro-térmico en vivienda social y la percepción del habitante.: https://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0718-83582015000300008

Fanger, P. (1970). *Thermal Comfort. Analysis and applications in environmental engineering*. Copenhagen: Danish Technical Press. Obtenido de Thermal Comfort. Analysis and applications in environmental engineering: <https://www.cabdirect.org/cabdirect/abstract/19722700268>

Flores, A., González, F., & Ferraro, F. (2018). *CÁLCULO DE LA ENVOLVENTE TÉRMICA “EDIFICIO POSTGRADO E INVESTIGACIÓN DE LA FACULTAD DE CIENCIAS” Y “EDIFICIO CIENCIAS BÁSICAS” DE LA UNIVERSIDAD CATÓLICA DE LA SANTÍSIMA CONCEPCIÓN*. Obtenido de CÁLCULO DE LA ENVOLVENTE TÉRMICA “EDIFICIO POSTGRADO E INVESTIGACIÓN DE LA FACULTAD DE CIENCIAS” Y “EDIFICIO CIENCIAS BÁSICAS” DE LA UNIVERSIDAD CATÓLICA DE LA SANTÍSIMA CONCEPCIÓN: chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/http://repositoriodigital.ucsc.cl/bitstream/handle/25022009/2745/PAPER.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Giordano, D., & Cabrera, F. (2008). *Arquitectura como sistema de relaciones espaciales y contextuales*. Obtenido de Arquitectura como sistema de relaciones espaciales y contextuales: <https://dspace.uazuay.edu.ec/handle/datos/2927>

Godoy, M. (2012). *El confort térmico adaptativo*. Obtenido de El confort térmico adaptativo: chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/https://upcommons.upc.edu/bitstream/handle/2099.1/18763/TFM_Alfonso%20Godoy%20Munoz.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Hegger, M., Drexler, H., & Zeumer, M. (2010). *Materiales*. Editorial GG. Obtenido de <https://editorialgg.com/materiales-libro.html>

Hernandez Prezzi, C. (2007). *UN VITRUVIO ECOLOGICO: PRINCIPIOS Y PRACTICA DEL PROYECTO ARQUITECTONICO SOSTENIBLE*. Barcelona, España: EDITORIAL GG. Obtenido de <https://es.scribd.com/document/515539281/Un-Vitruvio-Ecologico-Principios-y-Practica-Del-Proyecto-Arquitectonico-Sustentable-by-Carlos-Hernandez-Pezzi-Z-lib-org>

Hernandez, E. (04 de Octubre de 2022). *Condiciones Geograficas y Del Entorno para La Utilizacion de Materiales de Construccion*. Obtenido de Condiciones Geograficas y Del

Entorno para La Utilización de Materiales de Construcción:
<https://es.scribd.com/document/598369893/CONDICIONES-GEOGRAFICAS-Y-DEL-ENTORNO-PARA-LA-UTILIZACION-DE-MATERIALES-DE-CONSTRUCCION#>

Hernández, S., Fernández, R., & Baptista, C. (2004). *Metodología de la investigación*.
 Obtenido de <https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/38911499/Sampieri-libre.pdf?1443413652=&response-content-disposition=inline%3B+filename%3DSampieri.pdf&Expires=1688532433&Signature=cdmn5c0jRYziMXVmCPhoJUqf0y5o517B1SXX50C3fG03ckDW~yz0sFx5HsFi8vY-xeJXRuVnQDI8SjU2n6HIs>

Hidalgo, R., Pérez, O., & Milanés, C. (2021). La vivienda de los tres espacios de Portoviejo como patrimonio. 226-230.

Instituto Ecuatoriano de Normalización [INEN]. (2014). *NTE INEN-ISO 7730*. Obtenido de NTE INEN-ISO 7730: [chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcgglefindmkaj/https://www.normalizacion.gob.ec/buzon/normas23/nte_inen_iso_7730.pdf](https://efaidnbmnnnibpcajpcgglefindmkaj/https://www.normalizacion.gob.ec/buzon/normas23/nte_inen_iso_7730.pdf)

Instituto Nacional de Estadística y Censos [INEC]. (2010). *INEC*. Obtenido de POBLACIÓN POR SEXO, SEGÚN PROVINCIA, PARROQUIA Y CANTÓN DE EMPADRONAMIENTO:
<https://www.ecuadorencifras.gob.ec/search/POBLACION%3%93N+POR+SEXO,+SEG%3%9AN+PROVINCIA,+PARROQUIA+Y+CANT%3%93N+DE+EMPADRONAMIENTO/>

Instituto Nacional de Estadística y Censos [INEC]. (2010). *POBLACIÓN POR SEXO, SEGÚN PROVINCIA, PARROQUIA Y CANTÓN DE EMPADRONAMIENTO*. Obtenido de POBLACIÓN POR SEXO, SEGÚN PROVINCIA, PARROQUIA Y CANTÓN DE EMPADRONAMIENTO:
<https://www.ecuadorencifras.gob.ec/search/POBLACION%3%93N+POR+SEXO,+SEG>

%C3%9AN+PROVINCIA,+PARROQUIA+Y+CANT%C3%93N+DE+EMPADRONAMI
ENTO/

International Organization for Standardization [ISO 7730]. (2006). *ISO 7730*. Obtenido de UNE-
EN ISO 7730: Determinación analítica e interpretación del bienestar térmico mediante
el cálculo de los índices PMV y PPD y los criterios de bienestar térmico local. AENOR.:
file:///C:/Users/Usuario/Desktop/ARCHIVOS%20PARA%20TESIS/(EX)UNE-
EN_ISO_7730=2006.pdf

International Standardization Organization [ISO 10551]. (1995). *ISO 10551*. Obtenido de ISO
10551: <https://www.une.org/encuentra-tu-norma/busca-tu-norma/iso?c=018636>

KRESTRELMETERS. (2023). *Krestrel 1000 Wind Meter*. Obtenido de
<https://kestrelmeters.com/products/kestrel-1000-wind-meter>

López, P., & Peña, R. (2006). *Adaptación del índice Humidex para el clima de la ciudad de
Colima, México, de acuerdo con el enfoque adaptativo* (Vol. 8). (L. N. EDITORES, Ed.)
Colima, México. Obtenido de
https://www.academia.edu/1535994/Adaptaci%C3%B3n_del_%C3%ADndice_Humidex_para_el_clima_de_la_ciudad_de_Colima_M%C3%A9xico_de_acuerdo_con_el_enfoque_adaptativo

Maristany, A., & Angiolini, S. (2017). *CALOR, ENVOLVENTES Y EFICIENCIA ENERGÉTICA*.
Obtenido de CALOR, ENVOLVENTES Y EFICIENCIA ENERGÉTICA:
file:///C:/Users/Usuario/Desktop/ARCHIVOS%20PARA%20TESIS/calor,%20envolve
ntes%20y%20eficiencia%20energ%C3%A9tica.pdf

Martínez, C. (02 de 07 de 2020). *Escuela de datos*. Obtenido de Diseño de investigación,
muestreo y métodos de recolección de datos:
<https://escueladedatos.online/tutorial/disenio-de-investigacion-muestreo-y-metodos-de-recoleccion-de-datos/>

- Matute, M. (2016). *MODELO DE UNA VIVIENDA UNIFAMILIAR DE INTERES SOCIAL CON EL USO DE LA CAÑA GUADUA EN LA CIUDAD DE MACHALA*. Obtenido de chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/http://repositorio.utmachala.edu.ec/bitstream/48000/7933/1/TTUAIC_2016_IC_CD0030.pdf
- Mendoza, D. (2016). *ARQUITECTURA INTERIOR: ENTRE ESPACIO Y MATERIALIDAD*. *Universidad de Ciencias y Artes de América Latina- UCAL*, 5. Obtenido de chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/https://repositorio.ucal.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12637/180/Doraliza%20Entre%20espacio%20y%20materialidad.pdf?sequence=4&isAllowed=y#:~:text=Materialidad%20y%20forma,caracter%C3%ADsticas%20f%C3%ADs
- Mondelo, P. (1999). *Ergonomía 2 Confort y Estres Térmico*. Obtenido de Ergonomía 2 Confort y Estres Térmico: http://www.cosaslibres.com/libro/ergonomia-confort-y-estres-termico_11207.html#
- Mora, E. (2014). *Casa Convento*. Obtenido de Casa Convento: file:///C:/Users/Usuario/Downloads/casaconvento_1553244680.pdf
- Morales, F. (2012). *Conozca 3 tipos de investigación: Descriptiva, Exploratoria y Explicativa*. Obtenido de Conozca 3 tipos de investigación: Descriptiva, Exploratoria y Explicativa: <http://www.ucipfg.com>
- Morales, F. (2012). *Tipos de investigación*. Obtenido de https://view.officeapps.live.com/op/view.aspx?src=https%3A%2F%2Fwww.ucipfg.com%2FRepositorio%2FMSCG%2FPractica_independiente%2FUNIDAD1%2FTipos%2520de%2520investigaci%25C3%25B3n.docx&wdOrigin=BROWSELINK
- Morales, N. (2015). *Investigación Exploratoria: Tipos, Metodologías y ejemplos*. Obtenido de https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/64537756/Investigaci%C3%B3n_Exploratoria-libre.pdf?1601263412=&response-content-

disposition=inline%3B+filename%3DInvestigacion_Exploratoria_Tipos_Metodol.pdf&
Expires=1688448446&Signature=POi5xGU5Geat5RkfYWtX6y9MTHMVrd

Moreno, P. (2005). *Metodología de la investigación*. Obtenido de Metodología de la investigación: <http://biblioteca.udgvirtual.udg.mx/jspui/handle/123456789/3830>

Moyano, P. (2022). *CONFOR TÉRMICO EN EL ÁREA SOCIAL DE UNA VIVIENDA UNIFAMILIAR EN CUENCA-ECUADOR*. Obtenido de CONFOR TÉRMICO EN EL ÁREA SOCIAL DE UNA VIVIENDA UNIFAMILIAR EN CUENCA-ECUADOR: chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcgclefindmkaj/https://core.ac.uk/download/pdf/38647532.pdf

Nikolopoulou, M. (2004). *Designing open space in the urban environment: a bioclimatic approach*. Obtenido de Designing open space in the urban environment: a bioclimatic approach:
file:///C:/Users/Usuario/Desktop/ARCHIVOS%20PARA%20TESIS/RUROS-DGs.pdf

Organización Internacional de Normalización [ISO]. (2005). *Norma ISO 7730*. Obtenido de Norma ISO 7730: <https://www.iso.org/obp/ui/es/#iso:std:iso:7730:ed-3:v1:en>

Organización de las Naciones Unidas [ONU] . (2006). *ONU HABITAT* . Obtenido de <https://onuhabitat.org.mx/index.php/elementos-de-una-vivienda-adecuada>

Pallasma, J. (2017). *Los ojos de la piel. La arquitectura de los sentidos*. Obtenido de Los ojos de la piel. La arquitectura de los sentidos: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6408260>

Peñaherrera, G. A. (2013). *Introducción a la historia ecuatoriana y occidental de la arquitectura y el urbanismo. Tomo II*. (Primera ed.). Quito, Pichincha, Ecuador: Peñaherrera Mateus, Gonzalo Andrés. Obtenido de <https://isbn.cloud/9789942118639/introduccion-a-la-historia-ecuatoriana-y-occidental-de-la-arquitectura-y-el-urbanismo-tomo-ii/>

Pesantes, K., Tarma, C., La Rosa, D., Boneff, E., & Zulueta, C. (2022). *La materialidad en la arquitectura*. Obtenido de La materialidad en la arquitectura: file:///C:/Users/Usuario/Downloads/Dialnet-LaMaterialidadEnLaArquitectura-8854655.pdf

Piñeiro, M. (2015). *Arquitectura bioclimática*. Obtenido de Consecuencias en el lenguaje arquitectónico: chrome-extension://efaidnbnmnnibpcajpcglclefindmkaj/https://ruc.udc.es/dspace/bitstream/handle/2183/15941/Pi%C3%B1eiroLago_Marta_TFG_2015.pdf

Polo, A., & Moussavi, F. (2008). *Dialnet*. Obtenido de https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=4984050

Rincón, J. (2019). *Confort térmico en interiores: Estimación con los enfoques adaptativo y predictivo*. Baja California: UABC. Obtenido de Confort térmico en interiores: Estimación con los enfoques adaptativo y predictivo: file:///C:/Users/Usuario/Desktop/ARCHIVOS%20PARA%20TESIS/2019-Libro-UABC-Confort_termico_en_interiores-Rincon.pdf

Roldan, L., Goyos, L., Freire, L., & Ibarra, A. (2015). Potencial de aprovechamiento de la biomasa vegetal como aislamiento en climas extremos del Ecuador. *Enfoque UTE*. Obtenido de http://scielo.senescyt.gob.ec/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1390-65422015000400023

Royal Institute of British Architects. (1928). *RIBA*. Obtenido de Royal Institute of British Architects: https://www.architecture.com/

Saieh, N. (30 de 05 de 2008). *ArchDaily*. Obtenido de Carabanchel housing / foreign office architects: https://www.archdaily.com/1580/caranbachel-housing-foreign-office-architects

Salas Delgado, E. (2008). *Actualidad y futuro de la arquitectura de bambú en Colombia : Simón Velez : símbolo y búsqueda de lo primitivo*. Obtenido de <https://upcommons.upc.edu/handle/2117/93442?show=full>

Sanchez, P., Polanco, J., & Rosero, R. (2020). Tasa metabólica basal ¿una medición sin fundamento adecuado? Obtenido de <file:///C:/Users/Usuario/Desktop/ARCHIVOS%20PARA%20TESIS/endocrino2017,+Journal+manager,+5+Revisi%C3%B3n-Tasa+metab%C3%B3lica+basal.pdf>
file:///C:/Users/Usuario/Desktop/ARCHIVOS%20PARA%20TESIS/endocrino2017,+Journal+manager,+5+Revisi%C3%B3n-Tasa+metab%C3%B3lica+basal.pdf

Shah, D., Bock, M., Mulligan, H., & Ramage, M. (2015). *Thermal conductivity of engineered bamboo composites*. United Kingdom: Department of architecture, center of natural material innovation, University of Cambridge. Obtenido de Thermal conductivity of engineered bamboo composites. United Kingdom: Department of architecture, center of natural material innovation, University of Cambridge.: file:///C:/Users/Usuario/Downloads/Thermal_conductivity_of_engineered_bamboo_composit.pdf

Soler, P. (2017). *Uso del bambú en la arquitectura contemporánea*. Obtenido de Universidad Politécnica de Valencia: <https://docs.google.com/viewerng/viewer?url=https://riunet.upv.es:443/bitstream/handle/10251/106203/SOLER+-+CSA-F0111+Uso+del+bamb%C3%BA+en+la+arquitectura+contempor%C3%A1nea.pdf?sequence%3D1&isAllowed=y>

Tamayo, M. (2003). *El Proceso de la Investigación Científica* . Obtenido de https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/227860/El_proceso__de_la_investigaci_n_cient_fica_Mario_Tamayo.pdf

- Toala, L., Cobeña, D., Vinueza, G., & Quimis, J. (18 de Diciembre de 2021). *Confort higrotérmico en proyectos de viviendas unifamiliares en la ciudad de Portoviejo*. Obtenido de Confort higrotérmico en proyectos de viviendas unifamiliares en la ciudad de Portoviejo: <http://portal.amelica.org/ameli/journal/385/3852780005/html/>
- Toala, L., Vanga, M., Muñoz, J., & Zambrano, F. (15 de Agosto de 2021). Percepción del Confort Térmico en Conjuntos Residenciales y su Incidencia en la Calidad de Vida. *Percepción del Confort Térmico en Conjuntos Residenciales y su Incidencia en la Calidad de Vida*, 18(1). Obtenido de file:///C:/Users/Usuario/Downloads/Dialnet-PercepcionDelConfortTermicoEnConjuntosResidenciale-8354833.pdf
- Uribe, V. (2012). *MATERIALES Y PRÁCTICAS DE CONSTRUCCIÓN SOSTENIBLE* . Obtenido de MATERIALES Y PRÁCTICAS DE CONSTRUCCIÓN SOSTENIBLE : chrome-extension://efaidnbnmnnibpcajpcglclefindmkaj/https://repository.eafit.edu.co/bitstream/handle/10784/5594/Carolina_UribeVelez_2012.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Vacas, P. (Junio de 2016). *Casa de hierba - caña guada. Caso de estudio: Casa Convento. Chone - Ecuador*. Obtenido de Casa de hierba - caña guada. Caso de estudio: Casa Convento. Chone - Ecuador: file:///C:/Users/Usuario/Downloads/11071_PA_2015.pdf
- Vasquez, G. (2017). *ANALISIS DEL CONFORT TERMICO DENTRO DE ESPACIOS DE OFICINAS EN EDIFICIOS UBICADOS EN LA ZONA CLIMATICA 5, CASO DE ESTUDIO EDIFICIO DEL MUNICIPIO DE TULCAN*. Obtenido de ANALISIS DEL CONFORT TERMICO DENTRO DE ESPACIOS DE OFICINAS EN EDIFICIOS UBICADOS EN LA ZONA CLIMATICA 5, CASO DE ESTUDIO EDIFICIO DEL MUNICIPIO DE TULCAN: <http://repositorio.puce.edu.ec/handle/22000/15019>
- Vasquez, N. (2016). *Principio Bioclimáticos*. Obtenido de https://www.academia.edu/21080313/NELSON_EDUARDO_VAZQUEZ_DE_LOS_SANTOS

Velez, S. (2003). *Simón Velez : Mucha Caña*. Obtenido de https://www.artifexbalear.org/sim_vel.htm

Villela, H. (2012). *Diagnóstico de Comunicación Educativa*. Obtenido de Diagnóstico de Comunicación Educativa: <chrome-extension://efaidnbnmnnibpcajpcglclefindmkaj/http://tesis.uson.mx/digital/tesis/docs/21544/Capitulo3.pdf>

Vizcarra, C. (2021). *Efectos de cuatro sustratos en la propagación vegetativa de Guadua angustifolia Kunth mediante el método de chusquines*. Obtenido de Efectos de cuatro sustratos en la propagación vegetativa de Guadua angustifolia Kunth mediante el método de chusquines.: <chrome-extension://efaidnbnmnnibpcajpcglclefindmkaj/https://repositorio.unesum.edu.ec/bitstream/53000/2941/1/CRISTHIAN%20VIZCARRA.pdf>

Weather. (2016). *El tiempo en el verano en Portoviejo*. Obtenido de El tiempo en el verano en Portoviejo: <https://weather.com/es-EC/tiempo/hoy//ECXX0008:1:EC?Goto=Redirected>

windy.com. (21 de 06 de 2023). *windy.com*. Obtenido de <https://www.windy.com/-1.032/-80.228/wind?gfs,-1.033,-80.228,16>