

DIAGNÓSTICO Y MITIGACIÓN DE PUENTES TÉRMICOS EN RESIDENCIAS DE LA ZONA URBANA DE AMBATO, CON UN ENFOQUE EN CUBIERTAS Y SU CORRECTA APLICACIÓN

Trabajo de Integración Curricular Carrera de Arquitectura Periodo académico B21







UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA INDOAMÉRICA
FACULTAD DE ARQUITECTURA ARTES Y DISEÑO
CARRERA DE ARQUITECTURA

TEMA:

DIAGNÓSTICO Y MITIGACIÓN DE PUENTES TÉRMICOS EN
RESIDENCIAS DE LA ZONA URBANA DE AMBATO, CON UN
ENFOQUE EN CUBIERTAS Y SU CORRECTA APLICACIÓN.

Trabajo de titulación previo a la obtención del título de Arquitecto.

Autor (a):

Llerena Paredes Freddy Alexander

Tutor (a):

Msc. Pazmiño Viteri Lucía Cristina

AMBATO - ECUADOR

2022

CRÉDITOS

Trabajo de Integración Curricular
Carrera de Arquitectura
Periodo académico B21

Autor:
Llerena Paredes Freddy Alexander

Correo: freddyllerena1008@gmail.com

Fecha de Publicación: Marzo 2022

Equipo de Soporte:

PAZMIÑO VITERI LUCÍA CRISTINA
Docente Tutor,
correo: lpazmino10@indoamerica.edu.ec

MAIGUA LÓPEZ DIANA PAOLA
Docente Unidad de Integración Curricular,
correo: pmaigua@indoamerica.edu.ec

NAVAS ALARCÓN EDUARDO
Docente apoyo diagramación
correo eduardonavasa@indoamerica.edu.ec

Facultad de Arquitectura, Artes y Diseño,
Universidad tecnológica Indoamérica
Agradecemos la apertura de las siguientes instituciones
por su aporte en este documento:
GAD Municipal Ambato.
Dirección de Cultura y Turismo

AUTORIZACIÓN POR PARTE DEL AUTOR PARA LA CONSULTA, REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL, Y PUBLICACIÓN ELECTRÓNICA DEL TRABAJO DE TÍTULACIÓN

Yo, FREDDY ALEXANDER LLERENA PAREDES, declaro ser autor del Trabajo de Titulación con el nombre “DIAGNÓSTICO Y MITIGACIÓN DE PUENTES TÉRMICOS EN RESIDENCIAS DE LA ZONA URBANA DE AMBATO, CON UN ENFOQUE EN CUBIERTAS Y SU CORRECTA APLICACIÓN.”, como requisito para optar al grado de Arquitecto Urbanista y autorizo al Sistema de Bibliotecas de la Universidad Tecnológica Indoamérica, para que con fines netamente académicos divulgue esta obra a través del Repositorio Digital Institucional (RDI-UTI).

Los usuarios del RDI-UTI podrán consultar el contenido de este trabajo en las redes de información del país y del exterior, con las cuales la Universidad tenga convenios. La Universidad Tecnológica Indoamérica no se hace responsable por el plagio o copia del contenido parcial o total de este trabajo.

Del mismo modo, acepto que los Derechos de Autor, Morales y Patrimoniales, sobre esta obra, serán compartidos entre mi persona y la Universidad Tecnológica Indoamérica, y que no tramitaré la publicación de esta obra en ningún otro medio, sin autorización expresa de la misma. En caso de que exista el potencial de generación de beneficios económicos o patentes, producto de este trabajo, acepto que se deberán firmar convenios específicos adicionales, donde se acuerden los términos de adjudicación de dichos beneficios.

Para constancia de esta autorización, en la ciudad de Ambato, a los 20 días del mes de Febrero del 2022, firmo conforme:



LLERENA PAREDES FREDDY ALEXANDER
C.I. 1805254875
Dirección: Tungurahua, Pelileo, Barrio El Tambo
Correo Electrónico: fllerena5@indoamerica.edu.ec

APROBACIÓN DEL TUTOR

En mi calidad de Tutor del Trabajo de Titulación “DIAGNÓSTICO Y MITIGACIÓN DE PUENTES TÉRMICOS EN RESIDENCIAS DE LA ZONA URBANA DE AMBATO, CON UN ENFOQUE EN CUBIERTAS Y SU CORRECTA APLICACIÓN.” presentado por FREDDY ALEXANDER LLERENA PAREDES, para optar por el Título de, Arquitecto Urbanista.

CERTIFICO que dicho trabajo de investigación ha sido revisado en todas sus partes y considero que reúne los requisitos y méritos suficientes para ser sometido a la presentación pública y evaluación por parte del Tribunal Examinador que se designe.

Ambato, 20 de Febrero de 2022

Msc. Arq. LUCIA CRISTINA PAZMIÑO VITERI

DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD

Quien suscribe, declaro que los contenidos y los resultados obtenidos en el presente trabajo de investigación, como requerimiento previo para la obtención del Título de Arquitecto Urbanista, son absolutamente originales, auténticos y personales y de exclusiva responsabilidad legal y académica del autor.

Ambato, 20 de Febrero de 2022



LERENA PAREDES FREDDY ALEXANDER
C.I. 1805254875

APROBACIÓN DE LECTORES

El trabajo de Titulación, ha sido revisado, aprobado y autorizada su impresión y empastado, sobre el Tema: “DIAGNÓSTICO Y MITIGACIÓN DE PUENTES TÉRMICOS EN RESIDENCIAS DE LA ZONA URBANA DE AMBATO, CON UN ENFOQUE EN CUBIERTAS Y SU CORRECTA APLICACIÓN” previo a la obtención del Título de Arquitecta Urbanista, reúne los requisitos de fondo y forma para que el estudiante pueda presentarse a la sustentación del trabajo de titulación.

Ambato, 28 de Marzo de 2022

Arq. Ma. AUGUSTA ROJAS
Lectora

Ing. PATRICIO PEÑAHERRERA
Lector

DEDICATORIA

Con infinito amor, este trabajo está dedicado a las personas más importantes de mi vida, a mis padres y a mi hermanita, quienes día a día me han brindado su apoyo y motivación para no desistir en el camino, quienes durante este tiempo han confiado en cada decisión y paso que he tomado.

AGRADECIMIENTO

Agradezco primeramente a Dios por permitirme tener una familia unida, la cual me apoya en cada paso que doy, quienes me han sabido guiar y motivar en cada instante, impulsándome a lograr todo lo que me propongo. Les agradezco por los sacrificios que han hecho todo este tiempo, dándome la satisfacción de entregarles este logro como muestra de gratitud hacia todo su esfuerzo y cariño.

3. RESULTADOS

DELIMITACIÓN.....	40
CONTEXTO FÍSICO.....	41
CONTEXTO URBANO.....	45
CONTEXTO SOCIAL.....	49
ANÁLISIS DE DIAGNÓSTICO GRÁFICO.....	50
ANÁLISIS DE ENTREVISTAS.....	61
ENTREVISTA A USUARIO.....	61
INTERPRETACIÓN ENTREVISTA A EXPERTOS.....	62
ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE DATOS.....	64
RESULTADOS ACTUAL - PROPUESTA.....	66
RESUMEN COMPARATIVO.....	75
RESUMEN PROCESO METODOLÓGICO.....	79
CONCLUSIONES PARCIALES.....	84
RESPUESTAS A LAS PREGUNTAS DE INVESTIGACIÓN.....	84

4. REFLEXIONES FINALES Y RECOMENDACIONES

REFLEXIONES FINALES.....	86
RECOMENDACIONES.....	86

5. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	88
---------------------------------	----

6. ANEXOS

FICHAS DE OBSERVACIÓN.....	92
PLANOS DE LAS RESIDENCIAS.....	95
ANEXOS DE LAS ENTREVISTAS.....	105

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Mapa de las Zonas Climáticas del Ecuador.....	22
Figura 2. Eficiencia Energética.....	23
Figura 3. Esquema de problematización.....	23
Figura 4. Ejemplos de Termografías.....	24
Figura 5. Los principios básicos de una casa pasiva.....	26
Figura 6. Parámetros de confort en una vivienda.....	27
Figura 7. Confort Higrotérmico.....	28
Figura 8. Temperatura radiante media.....	28
Figura 9. Velocidad del aire.....	28
Figura 10. Humedad relativa del aire.....	29
Figura 11. Asoleamiento en una vivienda.....	29
Figura 12. Detalle de cubierta losa de hormigón.....	30
Figura 13. Detalle de cubierta inclinada de teja.....	30
Figura 14. Aislante en losa de hormigón.....	30
Figura 15. Porcentajes de pérdida de energía por puentes térmicos.....	32
Figura 16. Delimitación espacial.....	45
Figura 17. Topografía y relieve topográfico de Ambato.....	46
Figura 18. Corte del relieve topográfico de Ambato.....	46
Figura 19. Análisis de precipitaciones y temperaturas.....	46
Figura 20. Tabla climática.....	47
Figura 21. Horas de sol en Ambato.....	47
Figura 22. Recorrido solar.....	47
Figura 23. Carta solar.....	48
Figura 24. Carta psicrométrica.....	48
Figura 25. Dirección del viento.....	49
Figura 26. Rosa de los vientos Ambato.....	49
Figura 27. Áreas verdes urbanas.....	50
Figura 28. Zonificación de distritos de la ciudad.....	51
Figura 29. Barrio Ingahurco-Delimitación.....	52
Figura 30. Mapa de las redes viales.....	53
Figura 31. Mapa de vanos y llenos.....	54
Figura 32. Mapa de altura de las edificaciones.....	54
Figura 33. Mapa de los tipos de edificaciones.....	54
Figura 34. Cuadro de barras comparativa temperaturas en la cubierta inclinada.....	55
Figura 35. Cuadro de barras comparativa temperaturas en la cubierta plana.....	56
Figura 36. Cuadro de barras comparativa temperaturas en la cubierta de policarbonato.....	57
Figura 37. Gráfico de barras de temperaturas de elementos.....	58
Figura 38. Barras comparativas de la conductividad térmica.....	58
Figura 39. Porcentaje de los materiales en residencia.....	59
Figura 40. Porcentaje de los materiales en residencia.....	60
Figura 41. Porcentaje de los tipos de cubierta de la residencia.....	60
Figura 42. Gráfico de porcentajes primera planta.....	61
Figura 43. Gráfico de porcentaje segunda planta.....	61
Figura 44. Barras de temperatura fachada frontal.....	63
Figura 45. Barras de temperatura fachada frontal sin voladizo.....	63
Figura 46. Gráfico de barras de temperaturas fachada lateral izquierda.....	63
Figura 47. Gráfico de barras temperaturas - Fachada posterior.....	63
Figura 48. Gráfico comparativo de temperatura ambiente.....	64

Figura 49. Barras de temperatura ambiente residencia 2.....	64	Figura 71. DT 3 - Detalle constructivo cubierta de policarbonato.....	77
Figura 50. Barras de temperaturas latentes en fachada frontal.....	65	Figura 72. Detalle constructivo de materiales en la cubierta de policarbonato.....	77
Figura 51. Barras de temperaturas latentes en la fachada lateral izquierda.....	65	Figura 73. Análisis térmico de la cubierta de policarbonato.....	78
Figura 52. Barras de temperaturas latentes en la fachada posterior.....	65	Figura 74. Análisis térmico de la propuesta de lana de roca en cubierta de policarbonato.....	78
Figura 53. Representación del sol en la residencia 1.....	70	Figura 75. DT 4 - Detalle constructivo de la cubierta de policarbonato con la estructura de madera.....	79
Figura 54. Detalle 3D del análisis de temperatura actual de la residencia 1.....	70	Figura 76. Detalle constructivo de la propuesta de materiales en la cubierta de policarbonato con estructura de madera.....	79
Figura 55. Detalle lateral izquierdo residencia 1.....	70	Figura 77. Análisis térmico de policarbonato con estructura de madera.....	80
Figura 56. Detalle lateral derecho residencia 1.....	70	Figura 78. Análisis térmico de la propuesta de lana de roca en cubierta de policarbonato.....	80
Figura 57. Detalle térmico del piso residencia 1.....	70	Figura 79. Selección de las dos residencias analizadas.....	85
Figura 58. Representación del sol en la residencia 2.....	71	Figura 80. Levantamiento 3D R1.....	86
Figura 59. Detalle 3D del análisis de temperatura actual de la residencia 2.....	71	Figura 81. Levantamiento 3D R2.....	87
Figura 60. Detalle lateral izquierdo residencia 2.....	71	Figura 82. Ejemplo de los detalles constructivos analizados.....	87
Figura 61. Detalle lateral derecho residencia 2.....	71	Figura 83. Ejemplo de simulación de therm aplicada.....	88
Figura 62. Detalle térmico del piso residencia 2.....	71	Figura 84. Paso 1 uso de software therm.....	88
Figura 63. DT 1 - Detalle constructivo cubierta inclinada de teja.....	72	Figura 85. Paso 2 uso de software therm.....	88
Figura 64. Detalle constructivo de la propuesta de materiales en la cubierta inclinada de teja.....	72	Figura 86. Paso 3 uso de software therm.....	88
Figura 65. Análisis térmico de la cubierta inclinada de teja.....	73	Figura 87. Paso 4 uso de software therm.....	89
Figura 66. Análisis térmico de la propuesta de corcho proyectado en cubierta de teja.....	73	Figura 88. Paso 5 uso de software therm.....	89
Figura 67. DT 2 - Detalle constructivo cubierta plana de hormigón.....	75	Figura 89. Paso 6 uso de software therm.....	89
Figura 68. Detale constructivo de la propuesta de materiales en la cubierta plana de hormigón.....	75	Figura 90. Paso 7 uso de software therm.....	89
Figura 69. Análisis térmico de la cubierta plana actual.....	76		
Figura 70. Análisis térmico de la propuesta de ripio y poliestireno en cubierta plana.....	76		

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Tabla resumen referentes del Estado del Arte.....	37
Tabla 2. Datos de la población de estudio.....	40
Tabla 3. Ficha específica para recolección de información de las cubiertas.....	41
Tabla 4: Modelo para Entrevista.....	41
Tabla 5. Ficha específica 1 de recolección de datos.....	55
Tabla 6. Ficha específica 2 de recolección de datos.....	56
Tabla 7. Ficha específica 3 de recolección de datos.....	57
Tabla 8. Tabla comparativa de las temperaturas de elementos de cubierta.....	58
Tabla 9. Cuadro de conductividad térmica de los materiales.....	58
Tabla 10. Propiedades de los materiales de las cubiertas.....	59
Tabla 11. Propiedades de los materiales de las cubiertas.....	59
Tabla 12. Tabla de las propiedades físicas de los materiales.....	59
Tabla 13. Cuadro de áreas residencia 1.....	59
Tabla 14. Cuadro de áreas residencia 2.....	60
Tabla 15. Cuadro de áreas de las cubiertas.....	60
Tabla 16. Cuadro de porcentajes de la planta baja.....	61
Tabla 17. Cuadro de áreas y porcentajes de la segunda planta.....	61
Tabla 18. Tabla de temperaturas de la residencia 1.....	62
Tabla 19. Cuadro de temperaturas ambiente.....	64
Tabla 20. Cuadro de temperaturas ambiente de la residencia 2.....	64
Tabla 21. Tabla de temperaturas de la residencia 2.....	65
Tabla 22. Entrevista a usuario de la residencia 1.....	66
Tabla 23. Entrevista a usuario de la residencia 2.....	67
Tabla 24. Propiedades de los materiales en la cubierta de teja.....	73
Tabla 25. Datos de las condiciones de límite en la cubierta con teja.....	73
Tabla 26. Propiedades de los materiales en la cubierta plana.....	76
Tabla 27. Datos de las condiciones de límite en la cubierta plana.....	76
Tabla 28. Propiedades de los materiales en la cubierta de policarbonato.....	78
Tabla 29. Datos de las condiciones de límite en la cubierta con policarbonato simple.....	78
Tabla 30. Propiedades de los materiales en la cubierta con policarbonato sobre estructura de madera.....	80
Tabla 31. Datos de las condiciones de límite en la cubierta con policarbonato.....	80
Tabla 32. Comparativa DT 1 de simulaciones y materiales.....	81
Tabla 33. Comparativa DT 2 de simulaciones y materiales.....	82
Tabla 34. Comparativa DT 3 de simulaciones y materiales.....	83
Tabla 35. Comparativa DT 4 de simulaciones y materiales.....	84

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1. Ficha 1 de observación de las viviendas.....	98
Anexo 2. Ficha 2 de observación de las viviendas.....	98
Anexo 3. Ficha 3 de observación de las viviendas.....	98
Anexo 4. Ficha 4 de observación de las viviendas.....	98
Anexo 5. Ficha 5 de observación de las viviendas.....	99
Anexo 6. Ficha 6 de observación de las viviendas.....	99
Anexo 7. Ficha 7 de observación de las viviendas.....	99
Anexo 8. Ficha 8 de observación de las viviendas.....	99
Anexo 9. Ficha 9 de observación de las viviendas.....	100
Anexo 10. Ficha 10 de observación de las viviendas.....	100
Anexo 11. Plano arquitectónico residencia 1.....	101
Anexo 12. Corte A-A Residencia 1.....	102
Anexo 13. Corte B-B Residencia 1.....	102
Anexo 14. Corte C-C Residencia 1.....	103
Anexo 15. Fachada frontal residencia 1.....	103
Anexo 16. Fachada lateral izquierda residencia 1.....	104
Anexo 17. Fachada posterior residencia 1.....	104
Anexo 18. Plano arquitectónico planta baja residencia 2.....	105
Anexo 19. Plano arquitectónico segunda planta residencia 2.....	106
Anexo 20. Plano arquitectónico tercera planta residencia 2.....	107
Anexo 21. Fachada frontal residencia 2.....	107
Anexo 22. Fachada lateral izquierda residencia 2.....	108
Anexo 23. Fachada posterior residencia 2.....	108
Anexo 24. Corte A-A residencia 2.....	109
Anexo 25. Corte B-B residencia 2.....	109
Anexo 26. Corte C-C residencia 2.....	110
Anexo de las entrevistas.....	111

RESUMEN EJECUTIVO

Ambato es una ciudad con una ubicación geográfica privilegiada, de tal manera que sus condiciones climáticas permiten un desarrollo urbano adecuado, no obstante, las residencias urbanas de la ciudad deben cumplir con parámetros de confort que aseguren el desarrollo de los usuarios. El objetivo fue identificar, diagnosticar y proponer soluciones para la mitigación de puentes térmicos existentes en las cubiertas de las residencias, siendo una de las causas que afecta a la eficiencia energética de las edificaciones y el confort térmico de los espacios. El estudio partió del análisis de referencias bibliográficas sobre arquitectura sostenible y puentes térmicos en residencias, entendiendo este problema en varios casos a escala macro, meso y micro, siendo la falta de uso de materiales aislantes los causantes de estos problemas de desconfort. De esta manera en la investigación se aplicaron técnicas de recolección y evaluación de datos de las edificaciones analizadas, obteniendo la información necesaria y concreta, y de esa forma generando las propuestas adecuadas al problema estudiado. Es así, que el resultado fue una serie de simulaciones térmicas de forma gráfica del estado actual de las residencias y de las propuestas para cada una de ellas con la implementación de materiales aislantes que mejoran el confort térmico de los espacios. Se obtuvieron finalmente técnicas de mejora constructiva claras para la mitigación de puentes térmicos en las residencias urbanas, además de un resultado teórico y gráfico que sirvan de sustento del tema para usos académicos.

DESCRIPTORES: Aislantes, confort, eficiencia energética, puentes térmicos, residencias urbanas.

ABSTRACT

Ambato is a city with a privileged geographical location, so that its climatic conditions allow an adequate urban development. However, urban residences of the city must comply with comfort parameters to ensure the development of users. The objective was to identify, diagnose and propose solutions for the mitigation of existing thermal bridges in residential roofs, being one of the causes that affect the energy efficiency of buildings and the thermal comfort of the spaces. The study was based on the analysis of bibliographic references on sustainable architecture and thermal bridges in residences, understanding this problem in several cases at macro, meso and micro scale, being the lack of use of insulating materials the cause of these discomfort problems. In this way, the research applied techniques of data collection and evaluation of the analyzed buildings, obtaining the necessary and concrete information, and thus generating the appropriate proposals to the studied problem. Thus, the result was a series of thermal simulations in graphic form of the current state of the residences and the proposals for each one of them with the implementation of insulating materials that improve the thermal comfort of the spaces. Finally, clear construction improvement techniques were obtained for the mitigation of thermal bridges in urban residences. In addition the theoretical and graphic results will serve to support academic uses.

KEYWORDS: Comfort, energy efficiency, insulation, thermal bridges.

1

INTRODUCCIÓN

1. INTRODUCCIÓN

El presente proyecto de investigación está enfocado al tema del Diagnóstico y mitigación de puentes térmicos en residencias de la zona urbana de Ambato, con un enfoque específico a las cubiertas de estas construcciones. Para lo cual se tiene como un problema generalizado el Discomfort térmico en los espacios y la ineficiencia energética que presentan estas residencias.

Para el análisis de dicho problema será necesario mencionar las causas, entre ellas se puede resaltar la incorrecta aplicación de las técnicas constructivas en la zona de estudio, se puede entender a esta causa como el bajo interés por cumplir con los estándares adecuados de construcción y el poco estudio del caso para las propuestas de construcción basándose únicamente en técnicas tradicionales o la mala elección de materialidad como parte de la aplicación de aislantes.

El estudio de esta problemática parte con el interés de analizar el confort de las residencias de la ciudad de Ambato y la búsqueda de soluciones a la eficiencia energética, partiendo que el discomfort térmico incide mucho en los espacios debido a los puntos de pérdida o ganancia de calor que las mismas pueden llegar a presentar. Por lo cual genera un interés de diagnosticar estas edificaciones y proponer soluciones teóricas y prácticas para ayudar a la mitigación de dichos problemas, aportando de esa manera un conocimiento a nivel académico y una solución o alternativas a nivel profesional.

Para ello se dispone el diagnosticar los puentes térmicos en las cubiertas de las residencias mediante un proceso

de observación y recopilación de datos, para generar soluciones eficientes al caso de estudio.

En el capítulo 1 se ha realizado la contextualización del problema donde se detalla o enmarca al discomfort térmico y la ineficiencia energética como uno de los causantes de espacios poco habitables y un consumo de energía excesivo, y no solo en la ciudad de Ambato.

En el capítulo 2 se verá el estado del arte y como está el mismo problema en otras ciudades del mundo, conociendo de esa manera las situaciones similares de ellas y que es lo que piensan los diversos actores respecto a este tema, conociendo de igual manera el tema de sostenibilidad como materia y fundamento teórico del tema. Esta presente el estudio de la arquitectura sostenible y como la misma debe considerarse como una manera de construir y remplazar a la arquitectura tradicional, además del estudio bioclimático que permita la propuesta de estrategias bajo principios de sostenibilidad para la aplicación y mitigación de los factores climáticos.

En el capítulo 3 el estudio se centra específicamente a la ciudad de Ambato conociendo historia y antecedentes de la misma, delimitando el sector de estudio bajo consideraciones específicas y de normativa, pero bajo su respectiva justificación del sector y barrio de la ciudad, en otras palabras, un diagnóstico de los aspectos de la zona. Se hará uso de lo observado y analizado en los capítulos anteriores, toda la información recopilada y fichas levantadas, con todo este material el capítulo desarrollará las ideas de anteproyecto o innovadoras, para seguidamente ponerlas en práctica en las simulaciones correspondientes y poder obtener los resultados respectivos de la investigación aplicada.

1.1. CONTEXTUALIZACIÓN

El crecimiento acelerado de las urbanizaciones dentro de las últimas décadas a escala global ha generado de cierta manera el origen de alteraciones en el sistema de cada una de las ciudades y de su funcionamiento.

Estas alteraciones se ven reflejadas en países con un nivel elevado de población los cuales en la última década han experimentado incrementos considerables en su consumo energético, esto ligado a conseguir confort y ambientes idóneos dentro de las viviendas. Pues es de saber que el ser humano actualmente pasa la mayor parte de su tiempo en ambientes interiores por ello su consumo energético es mucho más elevado. (Sánchez & Reyes, 2015)

A nivel mundial las edificaciones constituyen el 40% del uso de la energía, dentro de estas premisas se concluye que el confort térmico está validado como una de las variables que afecta en gran medida el confort de cada uno de los espacios interiores, lamentablemente en la actualidad en América Latina la búsqueda del confort térmico no ha sido uno de los principales aspectos al momento de la construcción; pues el factor socio-económico ha jugado un rol importante dentro de estas decisiones.

Es así que observamos que esté disconfort térmico e ineficiencia energética se da a nivel global tomando en consideración a España como uno de los puntos de análisis en nuestra escala Macro. En este estudio basa su análisis a los puentes térmicos de los edificios residenciales de Valencia en la actualidad, donde busca determinar las tipologías constructivas y que afectaciones en el confort tienen cada una de ellas y que posibles soluciones podrían tener.

En América Latina también se habla de un disconfort térmico y de una búsqueda de iniciativas, las mismas que corresponden a un 80% en evaluar el rendimiento de las edificaciones a partir de la demanda energética y el cumplimiento de ciertos indicadores de la misma, y un 20% en evaluar el rendimiento de dichas edificaciones según el consumo energético

A escala meso en América Latina tenemos el caso como en Argentina específicamente en Mendoza, donde un estudio centra su interés en la calidad térmico – energética de las viviendas sociales de Mendoza, las mismas analizadas en condiciones de uso real, buscando las sensaciones térmicas que presenta las viviendas, además de demostrar el déficit en el rendimiento energético de las mismas y cuáles son las razones que producen dicho problema. Con unas mejoras en la envolvente se estima que la eficiencia en el ahorro energético de estas viviendas sube un 35%.

Con el pasar de los años, toda edificación sea residencial o de uso público se deteriora por distintos factores externos a la misma, los cuales en muchos casos son afectados a mayor escala por la mal aplicación de sistemas constructivos al momento de su construcción.

Este deterioro afecta fuertemente a la eficiencia energética de la edificación pues significara mayor gasto para los propietarios del inmueble al tener que buscar la manera de reducir estas molestias, esto sin olvidar los ambientes que se crean en la edificación los mismos que producen a corto o largo plazo problemas en la salud de sus habitantes.

Dichas afirmaciones se pueden observar en viviendas de todo el Ecuador hablando directamente de nuestro país, pues estamos conscientes que no todas las construcciones

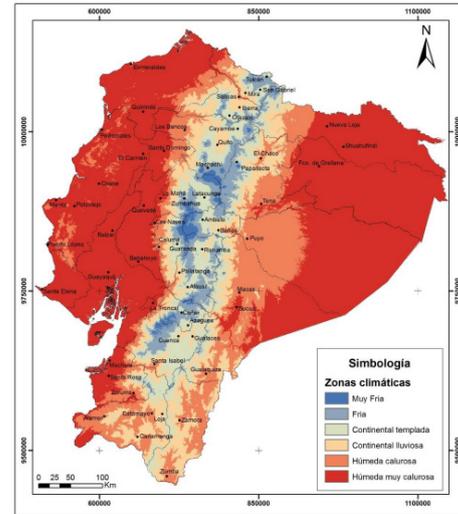
han sido concebidas adecuadamente, el país contiene zonas climáticas en su mayor parte húmedas y zonas frías lo que corresponde a la sierra ecuatoriana por lo cual cada zona del país tiene ciertas consideraciones en su manera de construir.

Para el caso a escala micro se analiza un estudio realizado en Cuenca, Ecuador, donde parte a raíz del consumo energético elevado de los últimos años por el crecimiento en el sector residencial. Los residentes catalogan sus viviendas como frías y oscuras, premisas que dan paso a un estudio de la parte formal de las edificaciones, ya que el desempeño energético se ve afectado en gran parte por el diseño formal de estas residencias.

El disconfort térmico y la deficiencia energética en las viviendas de distintos lugares del mundo, proponen el centrar el estudio en la provincia de Tungurahua específicamente en la ciudad de Ambato la misma que al estar en la zona centro del país contiene un clima continental templada, realmente privilegiado por su temperatura y condiciones físicas, ya que no cambian de manera drástica a lo largo del año.

A pesar de ello no está libre del deterioro por el tiempo o por distintos factores, inclusive por la mala praxis en el sistema constructivo con el que pueden llegar a ser diseñadas las edificaciones en caso de no regirse al código técnico de la edificación, por ello en el caso de estudio de titulación se busca identificar aquellos puentes térmicos y su afectación en las residencias urbanas de la ciudad y buscar dar solución a las mismas, para evitar dicha disconformidad térmica de las edificaciones.

Figura 1.
Mapa de las Zonas Climáticas del Ecuador.



Nota: Tomado de Registro meteorológico INAMHI.

De manera que será importante conocer que “los puentes térmicos pueden tener un gran impacto en la demanda energética de un edificio” por lo tanto estos puentes térmicos no solo generaran mayor gasto en la calefacción de los espacios, sino muchos más problemas de salud y seguridad.

En el Ecuador dentro de la Norma Ecuatoriana de la Construcción (NEC) contiene sus capítulos referentes a la EFICIENCIA ENERGÉTICA en Edificaciones Residenciales (EE), en su contenido menciona que:

“Esta alineado al eje de habitabilidad y salud con el fin de definir criterios y requisitos mínimos que se consideran al momento de diseñar y construir

residencias a nivel nacional, para poder optimizar el consumo energético, pero asegurando el confort térmico de las personas según el clima del sector. Además, busca cumplir los objetivos del plan nacional de desarrollo con calidad y seguridad.” (vivienda, 2018)

Basados en estos apartados y en observaciones en la ciudad de Ambato el área urbana ha crecido considerablemente en los últimos años lo mismo que ha llevado a una alza en el consumo energético para conseguir espacios confortables en las viviendas que para muchos de sus usuarios son frías y oscuras, de no corregir este tipo de problemas llegara un punto de inhabitabilidad de ciertas viviendas dentro de unos años, pues el cambio climático se está haciendo presente en todo el mundo y nuestro país no está exento de esta realidad, no es de sorprender que en unos años tengamos estaciones marcadas y veremos lo importante que es la eficiencia en nuestras viviendas y la corrección de estos puentes de entradas o perdidas de calor que puede tener las edificaciones.

Figura 2.

Eficiencia Energética



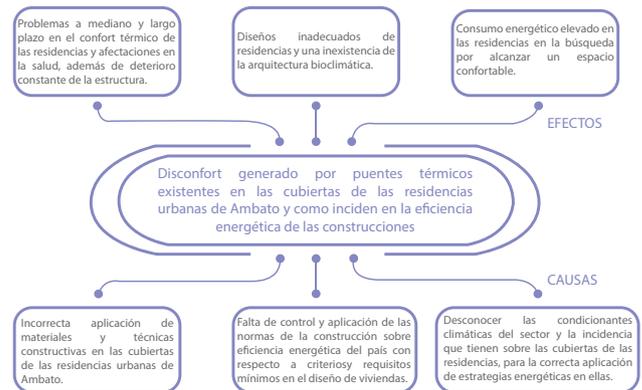
Nota: Se demuestra un diagrama de lo que es la eficiencia energética y como la misma se cumple. Tomado de Garperenergy

1.2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Cuál es el disconfort generado por puentes térmicos existentes en las cubiertas de las residencias urbanas de Ambato y la eficiencia energética de las construcciones.

Figura 3.

Esquema de problematización



Nota: Definición de causas y efectos del problema. Elaboración propia.

1.3. PREGUNTAS DE INVESTIGACIÓN

¿Existe disconfort térmico dentro de las residencias urbanas de la ciudad de Ambato?

¿Los sistemas constructivos empleados en las cubiertas de las residencias de la ciudad de Ambato, en el Barrio Ingahurco, influyen en el confort térmico de los espacios?

¿Es posible solucionar problemas de confort y eficiencia energética en residencias urbanas existentes del barrio Ingahurco, de la ciudad de Ambato, mediante el empleo de estrategias en las cubiertas que mitiguen los puentes térmicos?

1.4. JUSTIFICACIÓN

Resulta pertinente el estudio del confort térmico en las viviendas de las ciudades latinoamericanas, es por ello del presente trabajo de titulación el mismo que tiene como objetivo central generar el análisis del disconfort térmico dentro de las residencias en la zona urbana, en el caso específico de la ciudad de Ambato y de la eficiencia energética que estas poseen en base a sus factores físicos y sociales en donde se encuentra.

La ciudad de Ambato como muchas otras ciudades de la Sierra ecuatoriana debido a su crecimiento urbano a reflejado un consumo energético elevado debido a la demanda de energía que necesita cada uno de los espacios para ser confortables en las viviendas.

El problema de esto no solo radica en cómo ha ido creciendo la zona urbana de la ciudad, sino el problema va más allá de ello, es en cómo se ha ido edificando cada una de las viviendas es decir; cómo han sido construidas, qué tipo de materiales se han utilizado, puesto que varias de estas razones son responsables de que muchas estrategias bioclimáticas no han sido explotadas al 100% dentro de nuestro país, abusando de cierta manera que estamos en un país privilegiado sobre todo en la zona centro del mismo, de manera que mantenemos un clima muy regular durante el año.

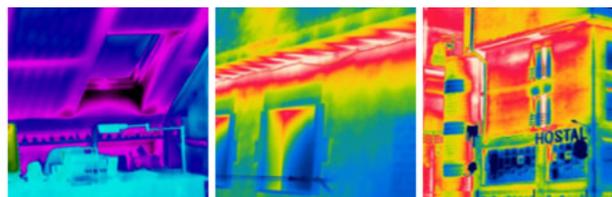
Pero debido a esa confianza y poco interés por la eficiencia energética durante la pandemia pudimos observar las deficiencias que tenía cada uno de nuestros hogares o lugares de residencias. Por ello la importancia científica de la siguiente investigación ya que busca generar el impacto social necesario para crear conciencia en los habitantes.

La investigación busca dar soluciones prácticas a residencias ya construidas que presentan este tipo de problemas en su confort y eficiencia, pues el plantear estrategias y soluciones a las viviendas de la ciudad generará un beneficio importante para aquellos habitantes que han sentido el disconfort mostrando una forma distinta de percibir sus espacios y el desarrollo pleno de sus actividades, además de entregar un aporte teórico para futuras investigaciones y construcciones dentro de la ciudad de Ambato y beneficiando a más ciudades que presenten condiciones similares.

Para la eficacia del documento de investigación se parte con una metodología de observación y recopilación de datos, argumentos, vivencias, testimonios y estudios teóricos previos de distintos artículos.

Como constancia de la veracidad de la información proporcionada a lo largo del documento, se desarrollará con la guía de documentos científicos, pruebas en sitio, cálculos correspondientes y sustentándonos en programas de análisis y simulaciones.

Figura 4.
Ejemplos de termografías.



Nota: Se muestran como son los estudios de termografías en una vivienda, ejemplos. Tomado de Terma Graf SL.

1.5. OBJETIVOS

Objetivo General

Proponer una solución de puentes térmicos en las cubiertas de las residencias urbanas de Ambato, mediante el análisis y simulación de materiales en el programa Therm que mejoren el confort térmico y la eficiencia energética para la estandarización de técnicas de mejora constructiva.

Objetivos específicos

- Identificar las patologías en las cubiertas que inciden en el confort de las residencias urbanas de la Ciudad de Ambato.
- Diagnosticar los puentes térmicos que generan disconfort a través de las cubiertas de los casos de estudio.
- Proponer soluciones para las cubiertas de las residencias urbanas analizadas de la ciudad de Ambato de manera que incidan positivamente en el confort y eficiencia energética.

1.6. FUNDAMENTO TEÓRICO - CONCEPTUAL

1.6.1. FUNDAMENTO CONCEPTUAL

Para la comprensión de la presente investigación, resulta necesario inquirir sobre varios de los temas de los cuales está conformado el trabajo, con la finalidad de entender a profundidad la terminología empleada en el desarrollo de conceptos y definiciones a lo largo de la investigación.

El eje de investigación con el que está orientado el estudio es la arquitectura sostenible, por ello todo el desarrollo de hipótesis, variables y resultados estarán analizados por un enfoque científico, con el apoyo de artículos científicos, referencias bibliográficas, etc.

Empezamos abordando el tema desde el confort ideal en las residencias y lo eficientes que deben ser las mismas dependiendo en donde se encuentren o bajo qué condiciones, resulta importante el conocer que aspectos influyen en específico y qué importancia tiene el manejo adecuado de estrategias sostenibles contra cambios climáticos y afectaciones en las residencias. De esta manera se parte a conocer ciertos aspectos del fundamento que contiene esta investigación.

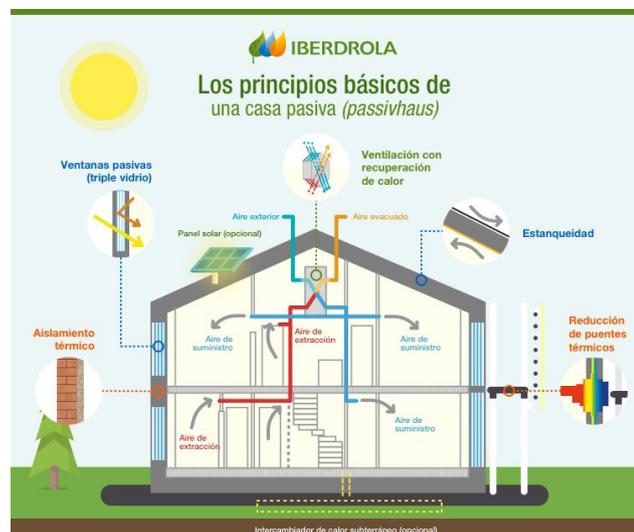
Arquitectura Bioclimática

La arquitectura bioclimática es denominada novedosa, (Piñeiro, 2015) menciona que la bioclimática controla desde los aspectos físicos como luz, espacio y color, hasta las emociones, sensaciones y comportamientos en los usuarios de los espacios arquitectónicos, se trata además de un control de parámetros de temperatura, con el fin de poder aplicar medidas pasivas que le den la autonomía

al edificio de alcanzar el confort térmico adecuado por sí mismo, es decir, que el mismo se ventile, caliente y enfríe por su cuenta sin necesidad de aplicación de dispositivos extra.

Figura 5.

Los principios básicos de una casa pasiva



Nota: Se observan los principios que debe tener una casa para cumplir una arquitectura bioclimática. Tomada de Passivhaus Institut.

Ubicación geográfica

Este trabajo investigativo se lo realizó en la zona centro del territorio ecuatoriano, donde se encuentra la provincia de Tungurahua y específicamente en el caso de estudio el cantón Ambato, donde se delimitará un polígono específico para el caso concreto de tesis. “El cantón Ambato posee una superficie de 999.1 km² la cual está limitada al noroccidente con las provincias de Cotopaxi y Bolívar; al Este con Mocha, Tisaleo y Cevallos. Al Sur está limitando con Chimborazo”. (Hidalgo, 1997)

Ambato por ser la capital de la provincia se vuelve la más importante y una de las más prosperas del Ecuador, mediante el último censo realizado en el 2010 el Instituto Nacional Estadístico y Censos de Ecuador contabilizo un total poblacional en Ambato de 329.856 habitantes de los cuales 159.830 son hombres y 170.026 son mujeres.” (INEC, 2010)

Condiciones climatológicas

En Ambato se tiene registro de condiciones climatológicas variables debido a los vientos provenientes del sureste “los pisos altitudinales presentan cambios de temperatura de abril a septiembre con presencia de lluvias, fríos, nubosidad y de octubre a marzo vientos del sur a norte; el ascenso de temperatura hace que Ambato tenga una media de 18° C”. (Barragán, Salman, Virginia, & Córdova, 2003)

Confort térmico

Es la sensación neutra de las personas con respecto al ambiente térmico. Según la norma ISO 7730 “es una condición mental en la que se expresa la satisfacción con el ambiente térmico”. Para ello el confort térmico depende de algunos parámetros externos, como temperatura del aire, humedad relativa, velocidad del aire, además de otros aspectos como cantidad de ropa o el metabolismo de cada individuo.

Parámetros de confort

Para medir estos parámetros, comenzamos por conocer las condiciones de confort térmico, existen dos condiciones que se deben cumplir para mantener el confort térmico en el espacio como se indica:

“La combinación instantánea de temperatura cutánea y temperatura corporal basal da como

resultado una sensación térmicamente neutra. Se debe respetar el equilibrio térmico (el calor generado por el proceso de metabolismo debe ser igual al calor perdido por el cuerpo).” (Torres, 2010)

Para ello entendamos que la (ISO 7730, 2005) define al confort térmico como la condición mental en la que se expresa la satisfacción con el ambiente térmico.

A sabiendas de ello se definen 4 parámetros ambientales del confort térmico según (Parsons, 2010), estos son Temperatura del aire, temperatura media radiante, humedad relativa y velocidad del viento.

Empecemos hablando por la temperatura del aire en los espacios también denominada “temperatura adecuada” que se considera para las personas lo más importante en las viviendas, para tener una zona de confort térmico adecuada se debe mantener una temperatura entre los 16° C y 30 °C.

“La temperatura media radiante es aquella temperatura constante que tiene un espacio imaginario donde las transferencias de calor del cuerpo humano son igual al del espacio no uniforme real.” (Parsons, 2010)

La humedad relativa se refiere a la humedad que tiene una masa de aire sin sobrepasar el máximo para que llegue a condensarse.

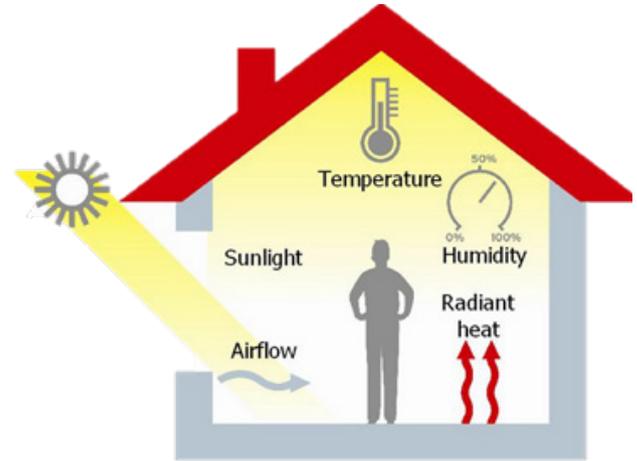
Velocidad del viento se toma en cuenta al momento de realizar los cálculos de sensación térmica medidos con anemómetros.

Para conseguir un confort satisfactorio la NEC-11 en su capítulo 13 (Vivienda, NEC-11, Capítulo 13: Eficiencia energética en la construcción en Ecuador, 2011), menciona que estos aspectos deben tener un equilibrio como:

- Temperatura del aire ambiente: entre 18 y 26 °C.
- Temperatura radiante media: entre 18 y 26 °C
- Velocidad del aire: entre 0,05 y 0,15 m/s
- Humedad relativa: entre el 40 y el 65 %

Figura 6.

Parámetros de confort en una vivienda.



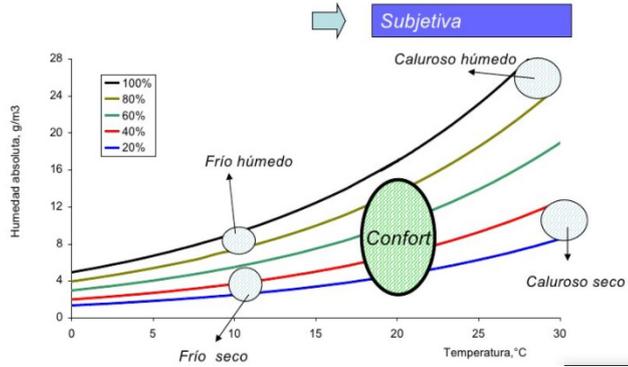
Nota: Se observan los parámetros que debería cumplir en los espacios. Tomado de hildebrandt Gruppe

Confort Higrotérmico

El confort higrotérmico o comodidad higrotérmica, consiste en la ausencia de malestar térmico, de manera que los mecanismos de regulación del calor del cuerpo, como el metabolismo, la sudoración y otros mecanismos, no se activan durante la actividad sedentaria y el uso de ropa ligera. Para las personas vestidas con ropa ligera, la comodidad se logra con calor húmedo con una temperatura de 21 ° C a 25 ° C y una humedad relativa de 20% a 75%.

Figura 7.

Confort Higrotérmico



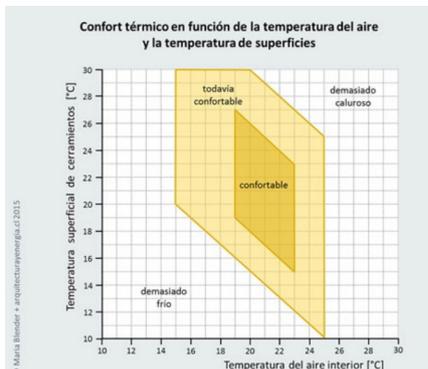
Nota: Se muestra la zona de confort adecuado en medio del equilibrio de todos los parámetros. Tomado de slideshare Factores de confort.

Temperatura radiante media

Es el total de la temperatura de mobiliarios o la suma de los mismos, como son paredes (envolvente), techo y suelo.

Figura 8.

Temperatura radiante media



Nota: Se ubica la zona de temperatura radiante adecuada. Tomado de (Blender, 2015)

Temperatura del Aire

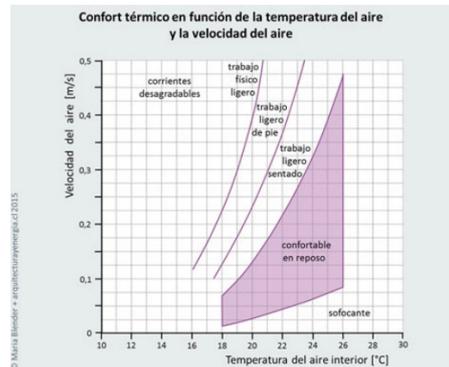
Es importante mantener una temperatura en el aire de 20 °C en temporada de invierno y de 25 °C durante el verano. A esto (Blender, 2015) menciona que la temperatura del aire puede determinar la cantidad de calor que un cuerpo pierde hacia el aire, esto por convección.

Velocidad del aire

En este aspecto las personas no pueden determinar la velocidad del aire, pero si sentir la pérdida de calor por el contacto con el mismo, este efecto por convección, dependerá mucho del nivel de actividad o movimiento del aire y de la temperatura del lugar, pues sobre los 37 °C el aire ya no enfría el cuerpo humano sino por el contrario el aire en movimiento calienta la piel. Las brisas más agradables serán aquellas que se muevan a 1,0 m/s. y en frecuencias menores a 2Hz.

Figura 9.

Velocidad del aire



Nota: Se nota donde se ubica el movimiento confortable de aire en reposo. Fuente: (Blender, 2015) Humedad relativa

Humedad relativa

(Blender, 2015) hace mención que la humedad en la piel llega a evaporarse por contacto del aire seco que absorbe la humedad y con ello enfría el cuerpo respectivamente. Además, la temperatura adecuada para el ser humano debe estar entre 30% y 70%, como se muestra en la figura adjunta.

Figura 10.

Humedad relativa del aire



Nota: Se observa donde se encuentra la humedad relativa adecuada del aire en los espacios. Fuente: (Blender, 2015)

Temperatura operativa

Se refiere a la temperatura que se percibe al interior de una edificación, esta se obtiene de la relación entre la temperatura seca del aire y la temperatura radiante de la envolvente del lugar, se la representa de la siguiente manera:

$$Top = (Ta + Tr) / 2$$

Top: Temperatura operativa °C

Ta: Temperatura de aire seco °C

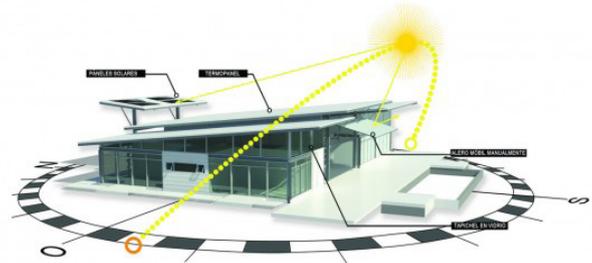
Tr: Temperatura radiante de las superficies °C

Asoleamiento

El asoleamiento resulta ser dentro de la arquitectura el estudio de la forma y ubicación del edificio, mediante esto se regula la cantidad de energía radiante percibida por la edificación, esto con la orientación de las fachadas y la extensión generado en cubiertas, de manera que se mitigue la captación de radiación solar.

Figura 11.

Asoleamiento en una vivienda



Nota: Obtenido de Grupo DaSoft

Eficiencia energética

La eficiencia energética está ligada en su totalidad con la unión de todos los aspectos anteriormente mencionados, de cumplirse los mismo el edificio o construcción se volverá eficiente, además esta eficiencia se vincula al confort térmico generado por dichos aspectos y donde la humedad del aire en los espacios sea el adecuado, por ello (Blender, 2015) menciona que es conveniente limitar la humedad del aire en estación fría a un máximo de 50% a 60%.

Materialidad y propiedades en cubiertas

Considerando la zona de estudio en la que se centra la investigación, al ser una zona residencial la tipología de las viviendas se basa en el uso de materialidad de alta resistencia, por ello se nota que en los tipos de cubiertas son en su mayoría planas y una variación en la aplicación de cubiertas inclinadas.

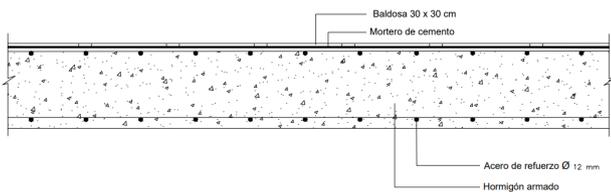
Es importante el aislamiento adecuado según el tipo de cubierta para lograr un ahorro de energía y mejorar el confort térmico de los espacios; para techos fríos o planos “Se recomienda que el aislante se coloque sobre la losa para mantener la inercia térmica del hormigón armado”. (Guevara Garrido , 2015)

Para las cubiertas inclinadas dependerá del material utilizado y un aislante adicional horizontal que reduzca la ganancia o pérdida de calor, con el uso de cámaras de ventilación, cubiertas ajardinadas e inclusive la implementación de aparatos de captación energía solar.

En el Ecuador el acabado superficial de las cubiertas de losa de hormigón son generalmente la superficie misma del hormigón, sin ningún tipo de impermeabilización o aislante que cubra las propiedades del material.

Figura 12.

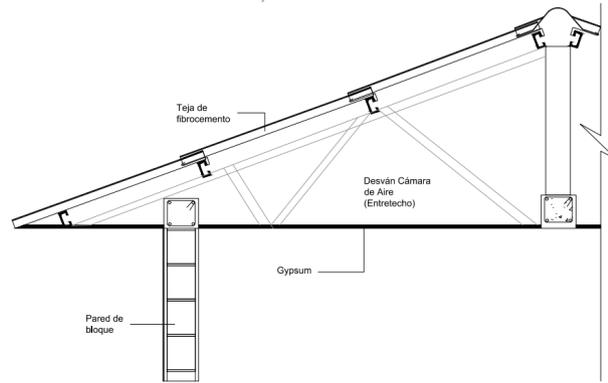
Detalle de cubierta de losa de hormigón.



Nota: Se observa el detalle constructivo de una cubierta de hormigón. Elaboración propia.

Figura 13.

Detalle de cubierta inclinada de teja.

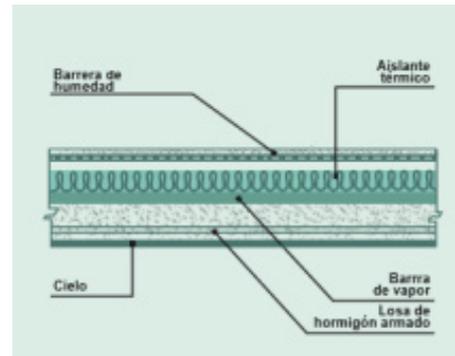


Nota: Elaboración propia

Lo recomendable es crear un tipo de impermeabilización y aislante en las cubiertas lo que brinde un mejor confort de las edificaciones.

Figura 14.

Aislante en losa de hormigón



Nota: Detalle de una losa plana con aislante. Tomado de Manual de Recondicionamiento térmico de viviendas en uso, CDT, 2010.

Aislamiento térmico

Según la (NEC 11 capítulo 13, 2011) menciona que el aislamiento térmico es la capacidad que tienen los materiales para oponerse al paso del calor por conducción, esto se evalúa mediante la resistencia térmica que tienen. La resistencia térmica es expresada en el sistema internacional de unidades en $w2k/W$, metro cuadrado por kelvin sobre vatio.

A un material se lo considera aislante térmico cuando tiene un coeficiente de conductividad térmica (λ) inferior a $0.085 \text{ kcal/m}^2\text{°C}$ medido a 20°C o a su vez $0.10 \text{ W/m}^2\text{k}$. Teniendo en cuenta que la resistencia térmica es inversamente proporcional a la conductividad térmica.

Considerando estas afirmaciones algunos aislantes térmicos eficientes se pueden mencionar a las lanas minerales como la lana de roca y lana de vidrio, las espumas plásticas en ellas están el poliestireno expandido, polietileno expandido, EPS, poliuretano expandido, EPS. Pero también se pueden encontrar aislantes en los materiales reciclados como papel usado, paja, virutas de madera, entre otros.

Conductividad térmica (w/mk)

A la conductividad térmica se la define como “la capacidad de un material para transmitir calor, mientras más baja es esta mayor la capacidad del material de aislar”. (Redondo, 2013)

Inercia térmica

La inercia térmica es la capacidad para conservar la energía térmica liberándola paulatinamente, de manera que no se requiera el uso de climatización. (Redondo, 2013)

Transmitancia Térmica U (w/m^2k)

Se la define como la cantidad de calor que se transmite por un elemento en unidades de superficie y tiempo, esto medida en w/m^2k , se relaciona a la conductividad con el espesor del material. (Redondo, 2013)

Puentes térmicos

En el Código Técnico de la Edificación define como puente térmico a “El área de la envolvente térmica del edificio, donde hay un cambio en la uniformidad estructural, al cambiar el espesor del cerramiento o los materiales utilizados, por la penetración total o parcial de elementos del edificio de diferente conductividad, debido a la diferencia entre el exterior y áreas internas del elemento, lo que resulta en una menor resistencia térmica en comparación con el resto de la envolvente”. (Secretaría de Estado de Infraestructuras, 2014)

De manera que se define como puente térmico a la parte del cerramiento donde la resistencia térmica cambia considerablemente debido a varias razones:

- Inserción de materiales con diferente conductividad térmica en el cerramiento de la edificación.
- Cambio de espesores.
- La diferencia entre juntas de paredes, suelos o techos.

Estos puentes térmicos pueden llegar a la formación de mohos por la condensación en las superficies lo que deteriora la edificación.

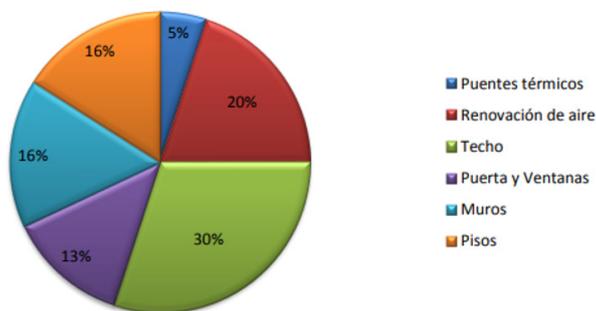
Dentro del código técnico se establece una clasificación de las tipologías de puentes térmicos, mencionando los siguientes:

- Puentes térmicos integrados en cerramientos:
 - o Pilares integrados en los cerramientos de fachadas
 - o Contorno de huecos y lucernarios
 - o Cajas de persianas
- Puentes térmicos formados por encuentro de cerramientos.
 - o Frentes de forjado en fachadas.
 - o Uniones de cubierta en fachada.
 - o Cubierta con/sin pretil.
 - o Unión de fachada con la losa.
- Encuentros de voladizos con fachadas.
- Encuentros de tabiquería interior con cerramientos exteriores.

En la imagen adjunta se puede observar el porcentaje correspondiente a las pérdidas dentro de una edificación mediante sus superficies y directamente de los puentes térmicos, esto teniendo en cuenta que se habla de edificaciones no aisladas.

Figura 15.

Porcentajes de pérdida de energía por puentes térmicos



Nota: ISOVER: sustainable insulation solutions. (s/f). Isover.Com. Recuperado de <http://www.isover.com>

1.6.2. FUNDAMENTO TEÓRICO

La arquitectura sostenible se define como una forma de mejorar los recursos naturales y crear sistemas para que los edificios reduzcan el impacto ambiental de los edificios en el medio ambiente.

Este tipo de arquitectura trata de mejorar la eficiencia energética para que los edificios consuman la menor cantidad de energía posible, utilicen los mismos recursos del entorno para la aplicación en los sistemas y no generen ningún impacto en el medio ambiente.

En la documentación específica sobre eficiencia energética se menciona dos normas, la NEC 11 capítulo 13 y la NTE INEN 2 506:2009, las mismas que tienen vigencia desde el 2011 promoviendo la sostenibilidad y eficiencia de diseños y construcciones, con el fin de reducir el consumo de recursos no renovables y de combustibles fósiles.

En la NEC 11 capítulo 13 de la eficiencia energética señala que las edificaciones contarán con una envolvente que permita limitar la demanda energética de manera que permitan tener un confort térmico adecuado, de acuerdo al clima del lugar y el uso para el que está destinada la edificación.

“La envolvente de edificio, está compuesta por todos los cerramientos que limitan espacios habitables con el medio en donde se implanta y por todas las divisiones interiores que limitan estos con los espacios no habitables que a su vez estén en contacto con el ambiente exterior.” (NEC 11 capítulo 13, 2011)

Según Strongman en una publicación titulada “Una casa sostenible”, afirma: “Una casa sostenible es una casa que tiene un impacto ambiental significativamente menor que la construcción convencional. Se deben adoptar dos estrategias principales: reducir la cantidad de energía necesaria para construir el construyendo y reduciendo su dependencia de la energía cuando está terminado y ocupado”. (Strongman, 2009)

De manera que asociándose a la idea que esta arquitectura busca la reducción del consumo desmesurado de energía, se tiene que la eficiencia energética es un concepto directo de lo mencionado por Lawrence Berkeley National Laboratory: “utilizar menos energía en la prestación de igual servicio”. (Sanchez Cortez, 2020)

Además, acerca del ahorro energético y la eficiencia energética el Instituto Tecnológico de Canarias (2008) señala que:

“El ahorro y la eficiencia energética se definen como “gasto energético inferior al normal”, es decir, incluye la reducción del consumo energético mediante acciones específicas, manteniendo el mismo nivel de consumo energético, nivel de comodidad. El ahorro de energía conduce a cambios en los hábitos de consumo; A veces es suficiente para deshacerse del hábito de desperdiciar energía. Los ahorros de energía incluyen, por ejemplo, apagar las luces al salir de la habitación; Dejar la luz en una habitación vacía es inútil y no consume energía. La eficiencia energética significa reducir la cantidad de energía necesaria para satisfacer la demanda sin afectar su calidad; Implica reemplazar un dispositivo por otro

que tenga las mismas características y consuma menos electricidad. Por tanto, no significa cambios en los hábitos de consumo (el comportamiento del usuario sigue siendo el mismo), sino un menor consumo de energía porque el consumo de energía para realizar el mismo servicio es menor.” (Sanchez Cortez, 2020)

De tal manera que tener una eficiencia energética y la reducción de consumo no implica una pérdida del confort de los habitantes, pues para ello las estrategias aplicadas son las que buscan compensar ese menor consumo de energía, pero manteniendo el confort de los espacios para el desarrollo adecuado de las actividades.

Así el confort térmico según Gómez, a.G. et al. (2007) “Desde un punto de vista cualitativo, el confort térmico se ve como un estado de ánimo que incluye variables subjetivas y no es meramente un resultado objetivo del equilibrio energético entre el cuerpo humano y su entorno.” (Gómez, Bojórquez, & Ruiz, 2007)

Se puede decir que el confort térmico es un estado mental que expresa satisfacción con el ambiente térmico en el que vive un individuo., muchas veces esta percepción será diferente para cada persona, pero esto se puede considerar según los factores que inciden en el lugar como la luz, calidad del aire, nivel de ruido, temperatura, entre otros lo que permite ser un ambiente satisfactorio para las personas para su vida cotidiana o un ambiente de trabajo.

1.7. ESTADO DEL ARTE

Como parte del sustento del presente trabajo investigativo sobre el diagnóstico y mitigación de puentes térmicos en residencias urbanas de Ambato con el enfoque en cubiertas, resulta indispensable la revisión bibliográfica de estudios referentes al tema, como confort, eficiencia energética y puentes térmicos, de manera que orienten al desarrollo de propuestas de mitigación al problema presentado y un sustento teórico de lo expuesto.

En un artículo realizado en la ciudad de Mendoza, Argentina por María Victoria Mercado, 2010 con el tema: “Comportamiento térmico-energético de una vivienda social de la ciudad de Mendoza, Argentina”, el mismo hace mención a un estudio de las condiciones de confort y sensaciones térmicas que presentan estas viviendas, demostrando que mediante mejoras en la envolvente térmica implica un ahorro de energía de un 35.6% en los espacios interiores.

Pues bien, la envolvente, que forma parte del sistema, juega un papel importante en la adquisición y pérdida de calor, creando un “filtro selectivo” para crear microclimas internos que brindan comodidad al usuario. (Mercado, 2010)

Para llegar a conocer el funcionamiento térmico – energético en las viviendas los autores realizaron evaluaciones cuantitativas, además de encuestas para una valoración cualitativa de los factores sociales. Esto fue indispensable para el complemento de la información y los resultados fue la simulación que realizaron con el programa SIMEDIF (Flores et al., 2000) con el fin de evaluar las posibles mejoras que puedan ser aplicadas en la vivienda sin la necesidad de desperdiciar recursos.

De esta manera los resultados y conclusiones del mencionado artículo generan un aporte positivo que beneficia a la presente investigación, puesto que maneja el mismo contexto a investigar en las viviendas urbanas de Ambato, ya que busca un análisis del confort térmico y eficiencia energética para conseguir una solución a la misma.

A esto se suma una declaración por (Holmes y Hacker, 2007) en una revista de hábitat sustentable sobre la Optimización de la eficiencia energética, en el cual “valida al confort térmico como una de las variables que mayormente afectan al confort en espacios interiores y a la afectación energética de los edificios”. (Oswaldo, 2018)

Estas afirmaciones brindan a la presente investigación una perspectiva clara de lo que el confort térmico llega afectar a la eficiencia energética de las construcciones, con estas consideraciones poder determinar cuáles son los factores que generan ese disconfort térmico en las viviendas, causantes y efectos específicos.

En una investigación realizada por el Ing. Odón de Buen R. sobre “Eficiencia energética en el confort térmico en viviendas de México”, menciona la relación entre confort y salud humana, destacando en ella la evolución del consumo energético y como la misma ha jugado un rol importante para compensar el confort térmico necesario en las residencias, habla que el confort térmico es un servicio energético el cual se logra de dos formas, mediante equipos que usan energía y con la aplicación de sistemas constructivos que controlen y mejoren el confort de los espacios interiores.

A esto hace mención que la eficiencia energética es el uso mínimo de energía convencional, ahorrando energía, pero manteniendo el mismo confort y servicios en el interior. (Buen R., 2020)

En la tesis realizada por las Arquitectas Vanessa Guillén y Ximena Cordero referida al estudio de Criterios Bioclimáticos para el Diseño de Viviendas Unifamiliares; destaca el estudio de referentes internacionales y locales, condiciones de habitabilidad en relación al confort higrotérmico, acústico y lumínico en la ciudad de Cuenca, el clima y su incidencia sobre las mismas. (Mena & Ordóñez, 2012)

Según este estudio, las viviendas unifamiliares propuestas apoyan criterios bioclimáticos de confort térmico, calidad espacial y habitabilidad. Poniendo énfasis en las condiciones de habitabilidad que proporcionan los espacios, lo cual da un apoyo al interés de la presente investigación al estar relacionado con el estudio cualitativo del confort de los usuarios y la calidad espacial de sus residencias.

Posteriormente, en un estudio realizado por los arquitectos Fausto Arévalo y Wilmer Novillo para un trabajo de tesis acerca de “la incidencia de los aspectos formales de diseño en el desempeño energético de viviendas unifamiliares en el área urbana del cantón Cuenca”, mencionan la importancia de conocer ciertos aspectos como la forma y diseño de las viviendas, ya que pueden mejorar el consumo energético y la eficiencia de las mismas, con tan solo una correcta orientación y forma de la edificación, muy aparte de la materialidad de la envolvente. (Oswaldo, 2018)

Dentro del libro publicado por la arquitecta Beatriz Garzón, está la manera en la que concibe a la arquitectura como un trabajo social, donde la arquitectura bioclimática tiene tres principios: mejorar la calidad de vida de los usuarios desde el punto de vista del confort higrotérmico, integración del objeto arquitectónico al contexto inmediato, reducción en el impacto de la energía convencional y el aprovechamiento de recursos energéticos naturales. (Garzón, 2007)

De esta manera la arquitecta dentro de su investigación destaca que la arquitectura bioclimática es aquella que en todo momento tiene en cuenta el clima y condiciones del entorno con el fin de generar un confort de los espacios utilizando recursos naturales propios del sitio en el que se encuentre, de manera que habla del diseño de elementos arquitectónicos que se inserten e integren al contexto pero siempre resolviendo las necesidades de los usuarios.

En un trabajo de investigación realizado por Marta Briones Fontcuberta con el tema “La arquitectura Sostenible” también hace mención a principios que cumple la arquitectura sustentable, pero antes detalla que la arquitectura sostenible se puede concebir como un diseño arquitectónico que busca optimizar recursos naturales y minimizar el impacto ambiental de las edificaciones, de esta manera en los principios se encuentra: considerar las condiciones climáticas del entorno, eficacia del uso de materiales, optimización energética y el cumplimiento de requisitos referentes al confort. (Briones, 2014)

En la investigación menciona que un diseño que optimice recursos y mantenga el menor impacto al medio ambiente se puede considerar que fue concebido mediante la arquitectura sostenible y que la misma debe seguir principios, que para nuestra investigación también serán importantes para marcar los parámetros que vamos aplicar para mitigar los problemas de confort en la vivienda y cumpliendo la sostenibilidad deseada.

En una publicación denominada “Arquitectura Eficiente” por Pedro Hernández menciona que un edificio sostenible es un acumulador de energía. En esta publicación hace referencia a los materiales que acumulan más energía por sus propiedades físicas como piedras, cerámicas, tierras y metales; de manera que se optimicen de la mejor manera para espacios interiores y mantengan un confort térmico adecuado de acuerdo al sitio donde se encuentre. (Hernández, 1)

De manera que una construcción sostenible debe estar consciente del suelo donde se ubica, el uso de materiales del entorno, la optimización de energía utilizada, el uso de recursos y los desechos que puedan producirse en el proceso, y saber usar de manera adecuada la inercia de los materiales para la acumulación de energía y la creación de espacios con un confort adecuado o en otras palabras higrotérmico.

En un trabajo de tesis realizado por la Arquitecta María José Matute Oleas con el tema “Tecnología Sostenible y eficiencia Energética en viviendas”, menciona que la arquitectura bioclimática se trata de la innovación combinando el diseño con la tecnología donde se busca la implementación de estrategias de confort y habitabilidad, en su investigación recaba información sobre materiales, nuevas tecnologías y sistemas constructivos, dándole como resultado una propuesta de vivienda que mantiene el confort en su interior y un equilibrio en el entorno. (Oleas, 2014)

La tesis investigativa mencionada al referirse a una vivienda sostenible dentro del Ecuador se rige por la NEC o Norma Ecuatoriana de la Construcción en los apartados sobre sostenibilidad y eficiencia energética, los cuales regulan el cumplimiento de estrategias para la construcción sostenible y esta tesis genera una guía para el trabajo de investigación presente, pues hace mención a las estrategias de confort y eficiencia mediante el uso de materiales y sistemas constructivos, lo que dan pasos claros a lo que se quiere conseguir en las residencias urbanas de Ambato.

Complementando a estas investigaciones mencionadas para la construcción sostenible, en un trabajo para fin del Máster desarrollado por Javier Moreno Domingo,

denominado “Evaluación energética de los puentes térmicos en edificaciones”, hace referencia a un análisis actual de un edificio y que propuestas pueden ser aplicadas y como las mismas consiguen mejorar la eficiencia del mismo, en ella menciona un tema específicamente a cubiertas y suelos que es sobre lo que tratamos en la presente tesis para fin de carrera, Javier en su trabajo analiza un edificio con cubierta plana con un espesor de 6 cm y a la misma al aumentarle la propuesta de un espesor de 8 cm demuestra que la transmitancia térmica cambia considerablemente de 0,41 w/m²K a 0,33 W/m²K. En su estudio demuestra que la aplicación de propuestas hacia mitigación de puentes térmicos mejora de un 33% al 21%. (Moreno , 2011)

En su trabajo hace mención que el espesor y la calidad de aislante que se emplee en las propuestas, solo serán efectivas si la capa de aislamiento tiene una continuidad total en donde vaya a ser colocada.

Para la investigación sobre diagnóstico y mitigación de puentes térmicos, resulta ser una fuente de gran información pues su objetivo resulta ser el mismo, que es proponer una solución que reduzca las afectaciones de los mencionados puentes térmicos en las viviendas de manera que se mejore con estrategias bioclimáticas pasivas el confort de las residencias de la ciudad, sobre todo de las residencias seleccionadas para el estudio y comprobación de propuestas.

Estas conclusiones resaltan la importancia de los diseños de vivienda enfocados al confort y eficiencia, pero sin la generación de mayores costos para sus propietarios, aportando a la investigación un sentido de conciencia energética y la búsqueda de soluciones sustentables para la mejora del confort térmico en el interior de las residencias.

1.8. CONCLUSIONES PARCIALES

Tabla 1.

Tabla resumen referentes del Estado del Arte.

TABLA RESUMEN			
AUTOR	TEMA / TÍTULO	AÑO	APORTE
Mercado V.	Comportamiento térmico-energético de una vivienda social de la ciudad de Mendoza, Argentina	2010	Estudio de condiciones de confort y sensaciones térmicas en viviendas, demuestra que mediante mejoras en la envolvente térmica implica un ahorro de energía de un 35,6% en espacios interiores. Estudio por simulaciones.
Oswaldo	La incidencia de los aspectos formales de diseño en el desempeño energético de viviendas unifamiliares en el área urbana del cantón Cuenca	2018	Resalta la importancia de aspectos de forma y diseño de las viviendas, para un mejor consumo energético y eficiencia, donde la disposición y forma de la vivienda son las estrategias que pueden usarse para la mejora del confort de las residencias.
Holmes	Hábitat sustentable sobre la Optimización de la eficiencia energética	2007	Afirma que el confort térmico es aquella variable que afecta el rendimiento energético de los edificios y por ende al confort de sus espacios interiores.
Buen R.	Eficiencia energética en el confort térmico en viviendas de México	2020	Habla de la relación entre confort y salud humana, menciona que el confort se logra de dos maneras por medio de equipos de uso energético o de sistemas constructivos para el control de espacios.
Mena & Ordóñez	Criterios Bioclimáticos para el Diseño de Viviendas Unifamiliares	2012	Estudio de referentes y condiciones de habitabilidad para el confort higrotérmico, acústico y lumínico en Cuenca. En el cual estudia cualitativamente a los usuarios y la calidad espacial de los residentes.
Garzón	Publicación libro sobre la Arquitectura Bioclimática	2007	Principios de la arquitectura bioclimática: mejora de calidad de vida mediante confort higrotérmico, integración del objeto arquitectónico al contexto y aprovechamiento de recursos naturales.
Briones	La arquitectura Sostenible	2014	Principios para la arquitectura sostenible como: considerar condiciones del entorno, eficacia del uso de materiales, optimización de energía y cumplimiento de requisitos de confort.
Hernández	Arquitectura Eficiente	2014	El edificio como acumulador de energía dependiendo el material a emplearse y su ganancia de calor por las propiedades de los mismos.
Oleas	Tecnología Sostenible y eficiencia Energética en viviendas	2014	Trata a la arquitectura bioclimática como innovación de diseño y tecnología para la implementación de estrategias de confort.
Moreno	Evaluación energética de los puentes térmicos en edificaciones	2011	Menciona la eficiencia de un edificio con un cambio en el espesor de sus materiales, de manera que se reduce la transmitancia térmica.

Nota: Síntesis de lo expuesto por los distintos autores analizados. Elaboración propia.

- El contextualizar el tema, permitió conocer acerca del problema no solo a nivel local sino a escalas mucho mayores, partiendo de un referente a nivel macro, meso y micro, que permitan saber como estos temas similares fueron tratados e investigados, de manera que den un paso a encontrar la solución y orientación al tema en desarrollo.
- El desarrollo de la investigación de la terminología, jugó un papel importante al momento de expresarse a lo largo de la investigación y de entender ciertas partes de lo que es la arquitectura sostenible, parámetros de confort y como son los puentes térmicos.
- El estado del arte dio un enfoque más amplio y un sustento más fuerte de lo que esta por desarrollarse en las propuestas de esta investigación.

2

MATERIALES Y MÉTODOS

2.1. DISEÑO METODOLÓGICO

Línea y Sublínea de Investigación

Línea 2: Diseño, técnica y sostenibilidad (DITES)

Sublínea:

- Estudio y producción del hábitat humano, análisis, innovación, planificación, diseño y construcción.
- Estrategias de diseño para la mitigación del cambio climático y regeneración sostenible del hábitat humano.
- Proceso proyectual arquitectónico y de comunicación visual.
- Estructuras, sistemas y tecnologías de la construcción, innovación, optimización de materiales y de procesos.

Esta línea de investigación tiene como objetivo dar respuesta a cuestiones relacionadas con: vivienda social, sistemas y materiales de construcción, materiales locales, arquitectura bioclimática, edificaciones antisísmicas, patrimonio, infraestructura, equipamiento urbano y equipamiento social.

Enfoque de investigación

En presente estudio, tiene el objetivo de comprobar la satisfacción de las personas en función del confort en sus residencias, y proponer soluciones concretas que mitiguen el problema de disconfort, al igual que el nivel de eficiencia que presentan las residencias para un correcto uso energético, por ello el estudio se desarrolla bajo un enfoque mixto o cuali-cuantitativo, pues según (Aguilar, 2016) se define este método como los procesos sistemáticos, críticos y empíricos

de investigación para la recolección y análisis de datos tanto cualitativos como cuantitativos, con el fin de tener una comprensión completa basado en un estudio.

De manera que se aplicara una metodología de investigación de campo de recolección de datos, realizando levantamiento de fichas de las residencias y mediante entrevistas a los usuarios de las residencias seleccionadas para el estudio, además del análisis de documentos y revisiones bibliográficas referentes al tema, que ayuden al desarrollo de estrategias y soluciones en temas de sostenibilidad.

Nivel de Investigación

Se plantea desarrollar en un nivel Exploratorio – Predictivo, puesto que se empezará con el nivel exploratorio para el estudio del enfoque cualitativo donde se interpretará los datos de las residencias, materiales aplicados, estrategias ambientales y estudiar los criterios empleados en los diseños de las residencias.

Seguidamente se llegará al nivel predictivo para el estudio del enfoque cuantitativo donde se tendrá la posibilidad de proponer estrategias para la mitigación de puentes térmicos que inciden en las cubiertas de las residencias.

Tipo de Investigación

- En función de su propósito: Teórica.
- Por su nivel de profundidad: Predictiva.
- Por la naturaleza de los datos y la información: Mixta (Cuali- Cuantitativa).
- Por los medios para obtener los datos: de campo y documental.
- Por la mayor o menor manipulación de variables: Cua-si-experimental.

Población y Muestra

La muestra de la investigación está conformada por la selección de dos tipos de residencias predominantes en zona, las mismas que tienen características específicas y que llegan a abarcar o representar al resto de residencias; de dichas residencias se realizaron las respectivas entrevistas a sus propietarios o residentes para poder ampliar la información respecto a la comprensión del problema dentro de los espacios.

Tabla 2.

Datos de la población de estudio.

Sexo	Casos
Masculino	4594
Femenino	5071
Total	9665

Nota: Estadística de la población del Barrio Ingahurco. Obtenido de INEC 2010.

Elaboración propia.

Fórmula de muestreo para población finita

$$n_0 = \frac{Nz^2pq}{(N-1)E^2 + z^2pq}$$

En donde:

N: Población

Z²: Nivel de confianza 95% - 1.96

E: Error de estimación 0.05

p: Porción éxitos - 0.5

Aplicación de la fórmula:

$$n = \frac{9665(1.96)^2(0.5)(0.5)}{(9665-1)(0.005)^2 + (1.96)^2(0.5)(0.5)} = 369 \text{ Habitantes del Sector Ingahurco}$$

Técnicas de recolección de datos

Como primer paso al método investigativo, se basa en un artículo desarrollado por Alvarado & Gonzales (2014), sobre "Condiciones de forma y desempeño energético de

viviendas unifamiliares en el centro-sur de Chile", en el cual se tomó en cuenta el método que aplico en su estudio, el mismo que consta en los 4 aspectos siguientes:

1. Características de las viviendas unifamiliares del sector.
2. Estudio de variaciones formales energéticas.
3. Análisis de resultados de demanda energética.
4. Identificación del factor de regulación.

En base a las mencionadas características en el presente trabajo de investigación se aplican parte de este método de estudio para ajustarlo a la ciudad de Ambato y su zona urbana.

Para ello se detalla a continuación técnicas y procesos metodológicos que se establece para esta investigación:

- Recopilación y análisis documental.
- Observación
- Fichas
- Entrevistas

Fichas de Observación de las residencias

Las fichas de observación son una herramienta de investigación, evaluación y recolección de datos, que indica un objetivo específico en el que se identifican variables o características específicas. Se utilizan para registrar datos con el fin de realizar las recomendaciones de mejora correspondientes.

Se generó dos tipos de fichas de observación, siendo las primeras fichas generales para identificar varios tipos de viviendas de manera más generalizada, y la segunda ficha realizada es una más específica enfocada a la observación del elemento que se está estudiando (cubiertas), materialidad, espesores, accesibilidad, tipo de cubierta.

Tabla 3.

Ficha específica para recolección de información de las cubiertas.

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA INDOAMÉRICA			
REGIÓN	SIERRA		
PROVINCIA	TUNGURAHUA		
PARROQUIA	INGAHURCO		
FICHA TÉCNICA DE OBSERVACIÓN (ESPECIFICACIÓN EN VENTANA)			
VIVIENDA 2 - 2			
1. Informe General		Ficha N°	
2. Ubicación			
3. Coordenadas de ubicación		Latitud	Longitud
3. Tipo de vivienda			
4. Singularidad de la vivienda	Retiro	Adosada	Estacionamiento
7. Tipo de Cubierta	Inclinada	Plana accesible	Plana no accesible
6. Tipo del Material	Teja	Hormigón	Policarbonato
5. Características del material	Espesor del material	Recubrimiento/Aislante	Area m2
8. Patologías	Grietas / Filtraciones	Humedad	Desgaste
9. Captación de sombra	Directa	Indirecta	Ninguna
10. Captación del sol	Directa	Indirecta	Mixta
11. Estado de conservación del material	Buena	Regular	Mala
	Porque:		
12. Años de construcción de la vivienda	De 10 a 20 años	De 20 a 40 años	De 40 a 60 años
13. Percepción ambiental	Cálida	Templada	Fría
14. Temperatura identificada °C	Temperatura latente externa °C	Temperatura latente interna °C	Temperatura ambiente interna °C
	8:00 a.m.	12:00 p.m.	4:00 p.m.
15. Recorrido Solar	Imagen de referencia		Punto de análisis de la presencia del puente térmico
16. Imágenes de la vivienda			
Elaborado por: Freddy Alexander Llerena Paredes		Aprobado por: Arq. Lucía Pazmiño	

Nota: Modelo para la recolección de datos de las dos viviendas específicas con el enfoque en las cubiertas. Elaboración propia.

Entrevistas

Es la herramienta que permite obtener información preliminar y directa, dirigida a los habitantes de las residencias seleccionadas, con preguntas respecto a su percepción del confort, comodidad y datos generales sobre el consumo energético en sus residencias. A continuación, se adjunta el modelo de entrevista.

Tabla 4.

Modelo para entrevista a usuario..

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA INDOAMÉRICA		
REGIÓN	SIERRA	DIRECCIÓN
PROVINCIA	TUNGURAHUA	IMAGEN DE VIVIENDA
PARROQUIA	INGAHURCO	
FICHA DE ENTREVISTA		
Objetivo	Consiguir la percepción de los residentes de la vivienda	
DATOS INFORMATIVOS		
Nombre del entrevistado:		
Edad:	Sexo:	
Estado Civil:	Años de hab.:	
ASPECTOS Y PERSPECTIVA DE LA COMUNIDAD		
1. Pregunta: ¿Considera que la temperatura en su residencia es el adecuado para el desarrollo de sus actividades cotidianas?	CONCLUSIONES FINALES	
2. Pregunta: ¿Tiene conocimiento si su residencia cuenta con los aislantes térmicos necesarios en la mampostería, cubierta y ventanas, como son capas impermeabilizantes, aditivos o algún otro?		
3. Pregunta: ¿Cómo describiría la temperatura en el interior de su residencia en un día cálido?		
4. Pregunta: ¿Cómo describiría la temperatura en el interior de su residencia en un día frío?		
5. Pregunta: ¿En qué espacios del interior de su residencia considera que mantiene un ambiente más confortable?		
6. Pregunta: ¿En qué espacios del interior de su residencia considera que no mantiene un ambiente más confortable?		
7. Pregunta: ¿Cuenta usted con algún aparato electrónico (calefactor, ventilador) que ayuden con el acondicionamiento de sus espacios?		
Elabora por:	Freddy Llerena	

Nota: Elaboración propia.

2.2. TÉCNICA PARA EL PROCESAMIENTO Y RECOLECCIÓN DE DATOS

Se debe hacer uso de las técnicas pertinentes para que la investigación sea factible, estas fichas con la intención de recolectar información y procesar los datos que permitan el desarrollo del contenido. Para este proceso inicial luego de la observación, análisis y procesamiento de datos recopilados por las fichas técnicas, se elaborará un cuadro respectivo de comparación de las residencias, señalando aspectos como materialidad, forma y tipo de cubierta. Seleccionando de esa manera las residencias adecuadas para el estudio y sobre las cuales se va aplicar las simulaciones para la mejora del confort y resultados de la tesis.

Las entrevistas serán la manera de obtener los datos concretos de la perspectiva de los usuarios de manera que se tendrá el aporte cualitativo para la investigación, lo cual generará un registro teórico de cómo están las viviendas y definir las ideas de lo que se tiene que mejorar y cómo hacerlo posible. En las entrevistas a expertos por su lado darán la perspectiva en base a experiencias y conocimientos, ampliando la idea del tema tratado y las posibles soluciones a ser empleadas.

2.3. PROCESO PARA EL DESARROLLO DE OBJETIVOS

1. Identificar las patologías en las cubiertas que inciden en el confort de las residencias urbanas de la Ciudad de Ambato.

- Realizar una visita del sector y observar las viviendas predominantes.
- Levantar los datos característicos sobre la materialidad y tipo de las viviendas de la zona mediante el apoyo de fichas técnicas.

- Seleccionar 2 viviendas tipo que predominen en el sector para realizar el estudio correspondiente en las mismas.

2. Diagnosticar los puentes térmicos que generan disconfort a través de las cubiertas de los casos de estudio.

- Definir los espacios con disconfort térmico generados por los puentes térmicos presentes en las cubiertas.
- Examinar la materialidad empleada en cubiertas y los posibles puentes térmicos en ellas.
- Realizar las entrevistas a los residentes de las viviendas.
- Realizar la revisión bibliográfica del tema.
- Buscar soluciones en base a lo analizado en las viviendas tipo mediante el sustento bibliográfico.

3. Proponer soluciones para las cubiertas de las residencias urbanas analizadas de la ciudad de Ambato en el barrio Ingahurco, de manera que incidan positivamente en el confort y eficiencia energética.

- Realizar el levantamiento volumétrico de las 2 viviendas seleccionadas para realizar el análisis.
- Definir los datos climatológicos de la ciudad de Ambato mediante el programa climate consultant.
- Diseñar el detalle constructivo de las cubiertas para aplicar las simulaciones y propuestas.
- Generar el análisis de materialidades en cubiertas de las viviendas en el programa therm.
- Obtener los resultados de las simulaciones para generar el sustento teórico de la investigación.

2.4. CONCLUSIONES PARCIALES

- El diseño metodológico aplicado y desarrollado da cabida a la recolección de datos pertinentes para la investigación, contando con varias herramientas que facilitan cada proceso, hecho que se pudo obtener datos tanto cualitativos como cuantitativos.
- Con la aplicación de las fichas se corrobora la necesidad de implementar estrategias bioclimáticas en residencias de la ciudad.
- El manejo de la información recopilada dará paso a un eficiente análisis y propuestas de mejora al confort y eficiencia energética de las viviendas que se este por analizar.
- Resulta importante la elaboración del proceso que se va aplicar para el cumplimiento de objetivos, una serie de pasos permiten que el desarrollo de la investigación sea mas organizada y eficiente, se puede concluir como una muy buena técnica para ser aplicada en el trabajo.

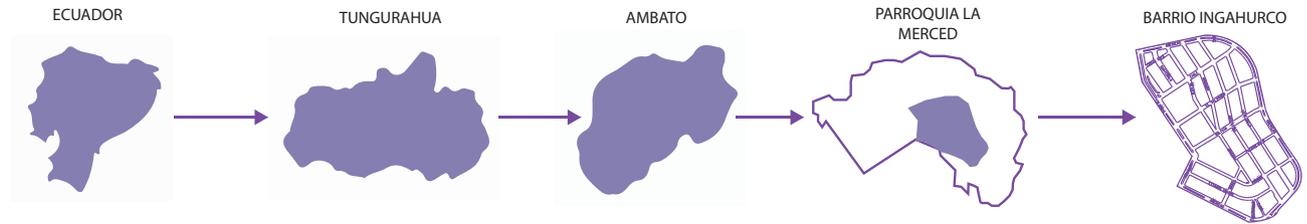
3

RESULTADOS

3.1. DELIMITACIÓN ESPACIAL-TEMPORAL-SOCIAL

Figura 16.

Delimitación espacial



Nota: Elaboración propia

Límites

Norte: Provincia de Cotopaxi.
Sur: Provincia de Chimborazo.
Este: Cantón Pelileo y Pillaro.
Oeste: Provincia de Bolívar.

Para conocer el espacio de estudio del problema estudiado, se puede empezar señalando que el confort térmico y eficiencia energética son factores que influyen a gran escala en toda edificación, por ello estos dos aspectos son evaluados con parámetros nacionales e internacionales, esto aplica a nuevas construcciones como para rehabilitaciones o remodelaciones. En Ecuador tenemos la norma INEN con resoluciones referente a eficiencia energética como son NTE INEN-ISO 13790, NTEINEN 2506, NTE INEN 2567, NTE INEN-ISO 25745-1 Y NTE 2495, los mismos que consideran el aislamiento, confort térmico, eficiencia y el uso de energías renovables.

Ingahurco

Latitud: -1.2372° o $1^{\circ} 14' 13.9''$ sur
Longitud: -78.6122° o $78^{\circ} 36' 43.8''$ oeste

A la provincia de Tungurahua se la considera la más pequeña en superficie territorial pues su extensión corresponde a un 1.24% (3.334 km²) de todo el país, pero está ubicada estratégicamente en la zona centro teniendo una circulación y conexión privilegiada que le permite conectarse con varias zonas del Ecuador. Se encuentra a una altitud de 2557 m.s.n.m.

Con estas premisas el área de estudio está delimitada en la plataforma baja de Ambato, específicamente en el Barrio Ingahurco, siendo la misma una zona residencial y de interés para la presente investigación pues a partir del plan regulador luego del terremoto de 1949, esta zona se destinó a residencias de tipo E y D, que corresponden a uní y bifamiliares.

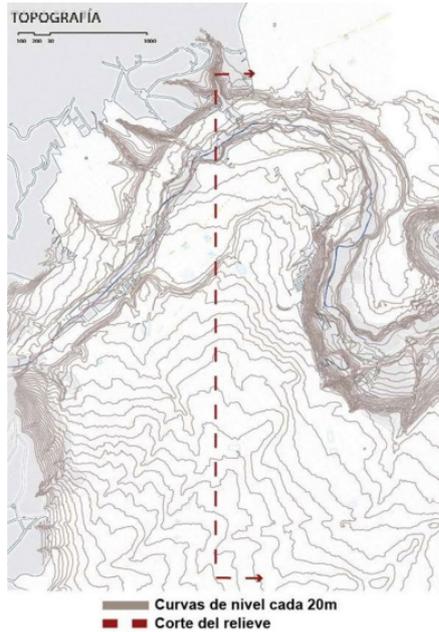
Contexto Físico

Según (Navarrete, 2019) menciona que “La Ciudad de Ambato desde su emplazamiento inicial ha estado condicionada por una intrincada orografía territorial; el cauce del río, las quebradas, los taludes y hondonadas configuran y delimitan varias planicies relativamente regulares cuyas características han posibilitado el desarrollo urbano”.

Demostrando de esa manera los asentamientos producidos en esta ciudad y su configuración, condicionada por la topografía existente.

Figura 17.

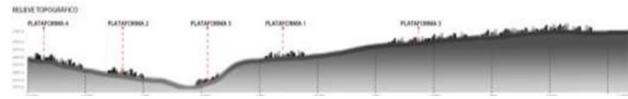
Topografía y relieve topográfico de Ambato.



Nota: Tomada de (Navarrete, 2019)

Figura 18.

Corte del relieve topográfico de Ambato.



Nota: Se marca la ubicación de cada plataforma de la ciudad. Tomada de (Navarrete, 2019)

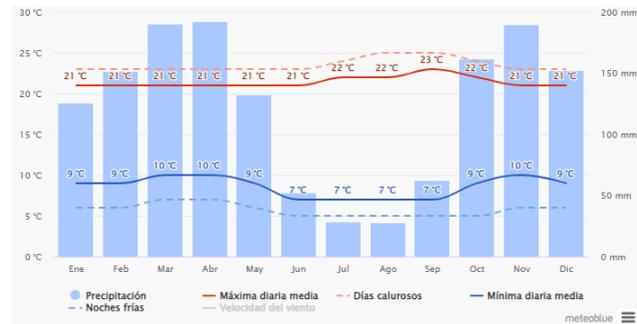
Estructura Climática

Precipitaciones

En Ambato la menor cantidad de lluvia ocurre en agosto y el promedio en este mes es 26 mm, y la menor cantidad de precipitación ocurre en marzo, y su promedio es de 207 mm.

Figura 19.

Análisis de precipitaciones y temperaturas.



Nota: KGG. (2022, enero 21). Clima Ambato. Recuperado el 30 de enero de 2022, de meteoblue website: https://www.meteoblue.com/es/tiempo/historyclimate/climatemodelled/ambato_ecuador_3660689

Temperatura – Humedad

“La variación en las temperaturas durante todo el año es 2.2 °C. La humedad relativa más alta se mide en junio (86.75%), el más bajo en septiembre (80.73%).” (CLIMATE-DATA.ORG, 2019)

En Ambato el mes de diciembre es el más cálido del año, por ello la investigación y toma de datos se realizó en este mes, puesto que la temperatura templada tiene una duración de 2 a 3 meses, empezando el 16 de octubre hasta el 28 de diciembre, conociendo que la temperatura máxima promedio diaria es más de 20 °C y el mínimo de 10 °C.

Figura 20.

Tabla climática.

	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
Temperatura media (°C)	12	12.1	12	11.9	11.6	10.6	10.2	10.5	11.3	12	12.4	12.1
Temperatura mín. (°C)	8.7	8.9	8.8	8.7	8.4	7.4	6.7	6.6	7.2	8.3	8.9	8.9
Temperatura máx. (°C)	16.4	16.5	16.4	16.2	16	15.1	14.9	15.6	16.6	16.8	16.9	16.5
Precipitación (mm)	149	161	207	165	89	50	38	26	42	124	178	173
Humedad(%)	84%	85%	86%	87%	86%	87%	86%	83%	81%	82%	83%	85%
Días lluviosos (días)	15	15	19	17	13	10	7	5	7	14	16	15
Horas de sol (horas)	4.4	4.1	4.1	4.2	4.3	4.2	4.4	5.0	5.7	5.0	4.6	4.4

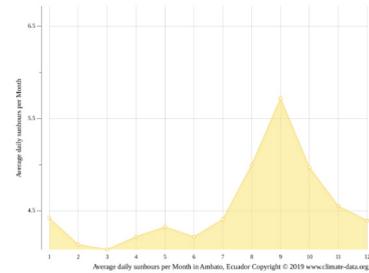
Nota: Cuadro comparativo de la climática. Tomado de (CLIMATE-DATA.ORG, 2019)

Radiación solar

En Ambato septiembre es el mes donde más horas de sol se tiene, con una media de 5.72 horas de sol al día, de manera que a lo largo del mes se contabiliza un total de 171.58 horas. En cambio en enero es donde se tiene la menor presencia solar con un total de 136.25 horas.

Figura 21.

Horas de sol en Ambato.



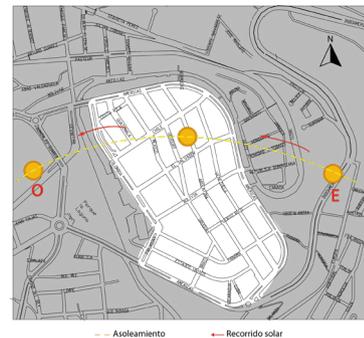
Nota: Análisis de las horas de sol que recibe la ciudad de Ambato durante el año. Tomada de (CLIMATE-DATA.ORG, 2019)

Asoleamiento

En Ambato el sol sale entre las 6 y las 6:30 am, llegando a su punto más alto a las 12 pm y cae aproximadamente a las 6:30 pm.

Figura 22.

Recorrido solar.

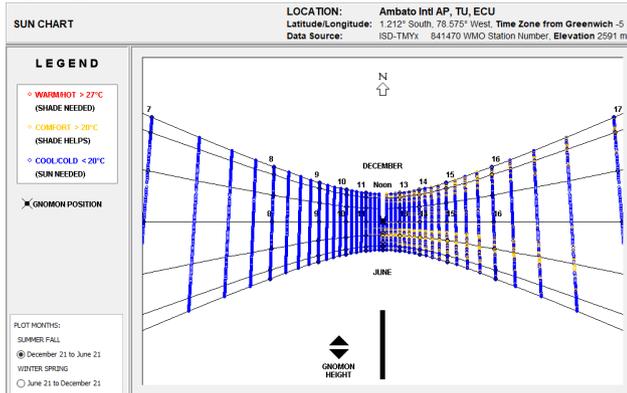


Nota: Dirección del sol sobre el polígono de estudio. Elaboración propia.

Carta Solar

Figura 23.

Carta Solar



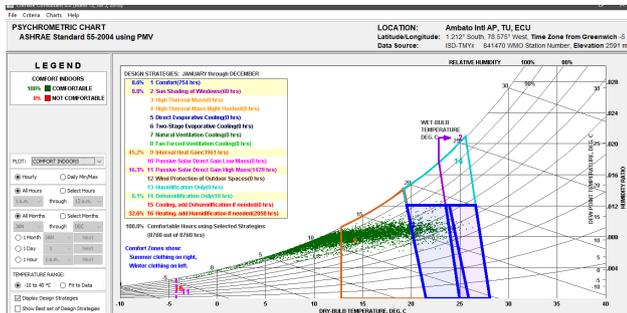
Nota: Tomado de Climate Consultant 6.0

La carta solar revela el predominio de unas temperaturas menores a 20 °C, teniendo una variación entre los 9°C aumentando hasta un 20°C.

Carta psicrométrica de Ambato

Figura 24.

Carta Psicrométrica



Nota: Se puede visualizar la carta psicrométrica con el análisis de los niveles de confort para la ciudad de Ambato, abarcando en ella la zona del barrio Ingahurco que se está estudiando. Tomado de Climate Consultant 6.0

Dentro de la metodología para las estrategias a ser aplicadas en la mitigación de puentes térmicos y el mejoramiento del confort de las residencias, se hace uso de la carta psicrométrica, analizando la temperatura y humedad relativa máxima y mínima de la ciudad de Ambato, esto mediante el programa Climate Consultant, en el cual se establece un confort estándar llamado “Adaptative Confort Model in ASHARE Standart 55-2010”. Mediante la carta psicrométrica revela los datos climáticos de la ciudad donde la temperatura mínima es de 9 °C y una máxima de 20 °C, y muy rara vez bajando hasta los 6 °C, de igual manera la humedad relativa se mantiene entre 60 a 94%.

A la carta psicrométrica se la denomina como un instrumento de medición del contenido de humedad del aire, que entrega datos para las estrategias de ganancia térmica, ventilación y diseño bioclimático.

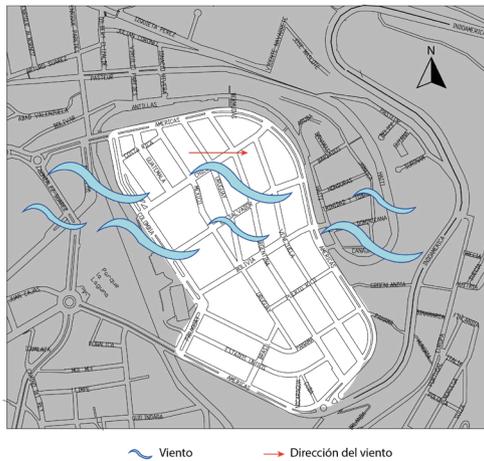
Las estrategias que se piensan aplicar en las residencias, partirán del estudio de la carta psicrométrica de la ciudad para que las mismas sean desarrolladas correctamente. Como se puede observar en el gráfico de las estrategias climáticas, apenas el 8,6% cae dentro de la zona denominada como confort, de manera que el 91,6% faltante para conseguir un confort del 100%, deberá conseguirse aplicando las estrategias que se encuentran como sugerencias en el programa, en nuestro caso buscando aplicar una estrategia en cubiertas para determinar una mejora en el confort de los espacios, dentro de estas mejoras se requiere una estrategia de calefacción en un 31,6% considerando las variaciones durante el año.

Vientos

La velocidad de los vientos en la ciudad varía de tal manera que los vientos con mayor velocidad superan los 19 km/h y los vientos más leves tienen una velocidad de 1 km/h. Estos vientos recorren la ciudad de Oeste a Este respectivamente.

Figura 25.

Dirección del viento



Nota: Se observa la dirección del viento a 10 metros del suelo en la zona. Elaboración propia.

Rosa de los Vientos

Los vientos predominantes que señala la rosa de los vientos en un esquema técnico van de Este (E) hacia Oeste (O), con una velocidad máxima mayor a los 19 km/h.

Figura 26.

Rosa de los Vientos Ambato.



Nota: Rosa de los vientos Ambato. (s/f). Recuperado el 30 de enero de 2022, de meteoblue website: https://www.meteoblue.com/es/tiempo/archive/windrose/ambato_ecuador_3660689

Estructura Ecológica

Las zonas verdes en el área de estudio son muy escasas, pues la misma mantiene solo la arborización colocada en el centro de las vías principales y en algunos tramos de las aceras al interior del barrio.

Figura 27.

Áreas verdes urbanas



Nota: Elaboración propia.

Contexto Urbano - Justificación del Barrio

Ambato tiene una historia que data de hace 373 años, la misma que inicialmente nos menciona que su zona urbana estuvo conformada por 20 cuadras. A esta historia se le suma una tragedia que golpeo fuertemente a la provincia de Tungurahua en general, dicho acontecimiento fue el terremoto del 5 de agosto de 1949. Para ese entonces la ciudad de Ambato capital de la provincia mantenía su zona urbana consolidada en un barrio llamado La Merced en el cual se vivieron esos momentos de desesperación y momentos de dolor.

La restauración y reconstrucción de la ciudad eran un trabajo elemental para ayudar a levantar la actividad de la ciudad, es así que entro en juego el trabajo de 3 profesionales como Wilson Garces Pachano, Sixto Duran-Ballén y

Leopoldo Moreno Loor; quienes realizaron los estudios necesarios de planificación para ciudades y pueblos de la provincia, es así que plantean un Plan Regulador que ayude al progreso de la población, estructurando zonas de manera organizada que garanticen seguridad y una vida en paz de todos los ciudadanos.

Para entender cómo se planifico a raíz de la misma, generaron un estudio de las condiciones topográficas donde se menciona: “La topografía de la ciudad y de sus alrededores es desfavorable para un crecimiento integrado”. (Pachano, Sixto Duran-Ballén, & Loor, 1951)

Pero esto no fue un impedimento para que la ciudad creciera y se establezca, es así que resulta interesante saber mediante relatos que paso luego del terremoto. El sacerdote Luis Aníbal Navas quien ha sido párroco del barrio Ingahurco por más de 41 años, menciona que la gente se vio obligada a desplazarse hacia esa zona pues temían que otro movimiento sísmico provoque la caída de las viviendas que aún se mantenían en pie y puedan llegar a causar más daños.

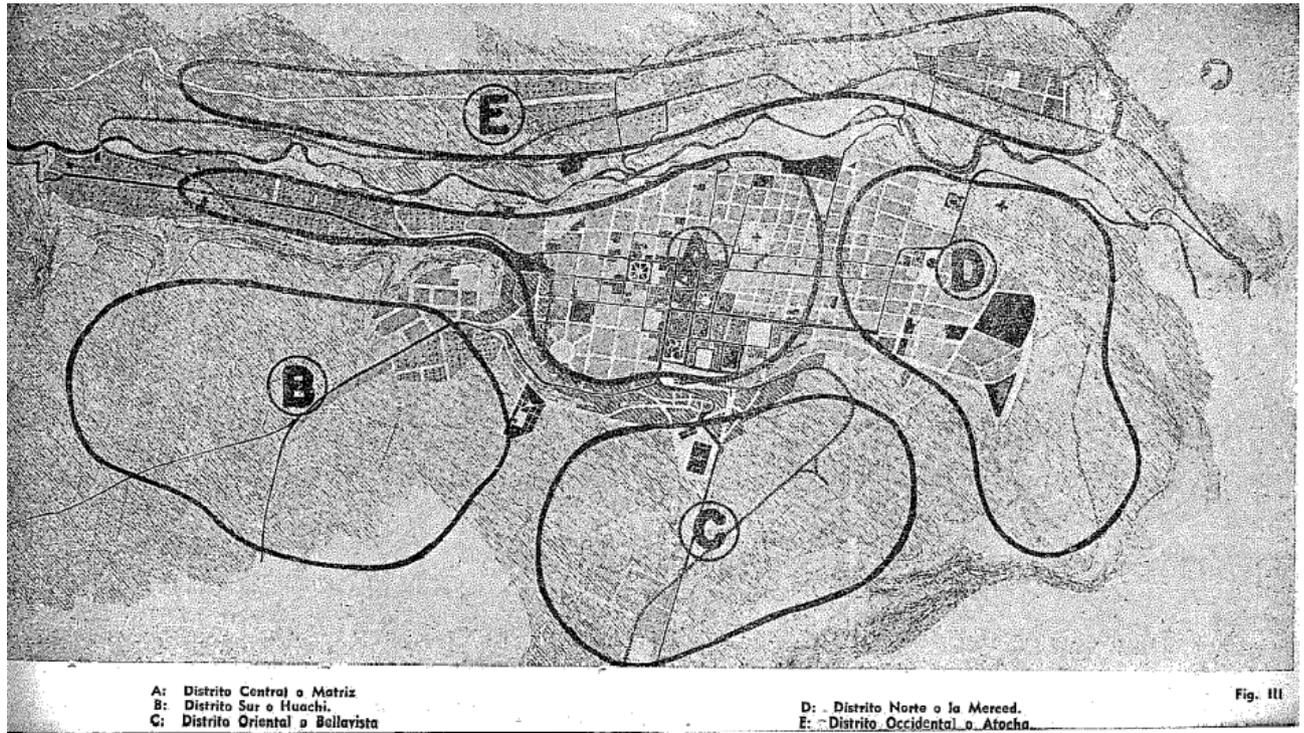
Ambato tenía al Cementerio municipal como su límite norte pero luego del terremoto la expansión lleo hasta los huertos frutales, las construcciones que realizaron fueron viviendas bajas y simples por el mismo hecho que temían otra tragedia como la que vivieron, los habitantes de este nuevo sector lo bautizaron como barrio Las Esteras porque en el sitio se encontraba la estación del ferrocarril, tiempo después pasa a nombrarse barrio Ingahurco.

Dentro de la organización de la ciudad según el plan Regulador, se la organizo mediante distritos los cuales eran:

- A) Distrito central o matriz,
- B) Distrito Sur o Huachi,
- C) Distrito Oriental o Bellavista,
- D) Distrito Norte o la Merced,
- E) Distrito Occidental o Atocha.

Figura 28.

Zonificación de distritos de la Ciudad de Ambato.



Nota: Tomado del libro - Memoria del proyecto de Plan Regulador de Ambato.

Nuestro estudio se basa en el Distrito Norte o la Merced, donde se encuentra comercio, Industria y transporte, dicho distrito posee 3 barrios:

- a) Barrio Ingahurco
- b) Barrio el Socavón
- c) Barrio de la Merced

El enfoque del trabajo será en el barrio Ingahurco donde se establecieron viviendas unifamiliares y que hasta el día de hoy en su mayor parte predomina la zona residencial, tal y como menciona en el plan de regulación pues es una zona que comprende “Residencia media de tipo E y D” es decir viviendas tipo E siendo casas unifamiliares con jardín y las viviendas tipo D que son casas uní y bifamiliares, pues los dos tipos tienen

condiciones parecidas y enfocadas a un grupo de personas con un estado económico moderado.

Basados en estas consideraciones se decide realizar el estudio del confort térmico que tienen las residencias de este barrio ya que está ubicado en la plataforma 1 de la zona urbana (según el POT) por dos razones importantes, la primera el valor histórico que ha venido guardando durante años dentro de la ciudad y la segunda por el tipo de edificaciones que podemos encontrar en dicha zona, ya que nuestro estudio está enfocado en residencias y esta zona se caracteriza en su mayor parte por edificaciones de este tipo lo que nos da la apertura adecuada a su estudio, además de estar comprendida por residencias tipo que se pueden encontrar en distintas ciudades del país con similares condiciones físicas, lo cual permitirá que el estudio realizado en este sector y las propuestas que se realicen, puedan ser utilizadas y beneficiosas para otros sitios del país, en son de mejorar la calidad de vida de las personas.

Considerando además que el sector de estudio se encuentra en una de las zonas bajas de la ciudad, con una cercanía al río Ambato lo que genera un clima más cálido que en las zonas altas de la ciudad. A esto se le suma que la temperatura promedio es de 17°C, donde predomina el clima templado seco, y con una precipitación anual no mayor a los 500 milímetros. Refiriéndonos en términos de pisos climáticos, Ambato se ubica en el Piso Templado Subandino, lo permite un ambiente habitable para los residentes de la ciudad, a sabiendas que el microclima urbano juega un rol importante en el consumo energético de las edificaciones.

Figura 29.

Barrio Ingahurco - Delimitación



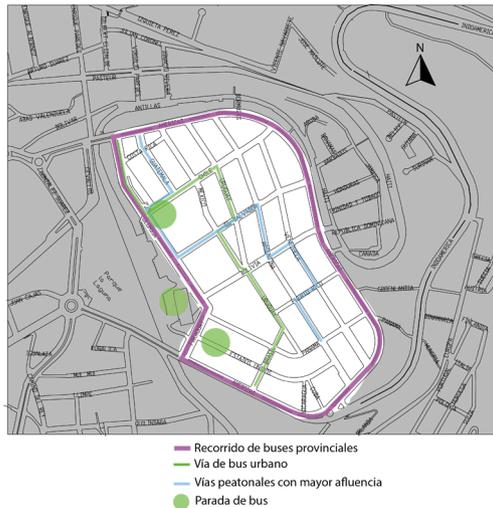
Nota: Tomado de gesturbanos - Thomas López.

Redes de Infraestructura.

Dentro del límite correspondiente al barrio Ingahurco, su red de conexión entre infraestructuras es muy simple por el hecho que sus tres equipamientos más importantes se encuentran en la misma vía principal del sector, dicho esto se encuentran el resto de vías de conexión que dan el flujo del sector. De tal manera que se visualiza los servicios municipales en la zona como es su movilidad, energía eléctrica, tecnología, educación y vías de comunicación.

Figura 30.

Mapa de las redes viales de la zona.



Nota: Elaboración propia.

La infraestructura de la zona se relaciona de cierta manera con el nivel socioeconómico agregado que se presenta en gran parte del sector. Se ubica en el nivel C+, en el mismo que se ubica vivienda, educación, tecnología, bienes, economía.

Características de las residencias

- El promedio de las residencias cuenta con un cuarto de baño con ducha de uso exclusivo para el hogar.
- Dentro de las residencias el piso lleva como material predominante a la cerámica o baldosa.

Bienes

- 83% de las residencias cuentan con teléfono convencional.
- Casi todas las residencias cuentan con dos televisores a color.
- El 67% de los hogares cuentan con lavadora, equipo de sonido y cocina con horno.
- El 96% de las residencias cuenta con refrigeradora.

Dotación de equipamiento

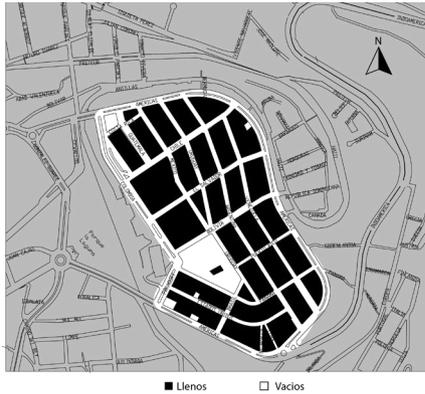
En el sector se encuentran varios equipamientos que le dan valor y calidad de vida al sector, entre ellos se encuentran planteles educativos desde primarios hasta de estudios superiores, lo cual genera un flujo considerable de estudiantes y afluencia de personas durante la semana, con ello de igual manera ayuda al crecimiento del comercio del barrio. Existe la seguridad en el sector al tener un control policial constante en sus calles, y el sector mismo transmite esa sensación de seguridad al transitarlo.

Ingahurco como ya se ha mencionado con anterioridad cuenta con la mayoría de sus edificaciones de carácter residencial, además de ello cuenta con algunos espacios religiosos para acoger aquellos creyentes cada fin de semana.

En el Barrio se puede encontrar dispensarios médicos los mismo que brindan la ayuda y respaldo necesario a los moradores, pues se considera importante contar con un centro médico cerca en casos de emergencias.

Como todo sector bien equipado no podían faltar sus puntos de comercio como es el caso de la plaza de zapatos, al igual que en el tema de movilidad se encuentra el terminal terrestre de Ambato y algunos patios de automóviles.

Figura 31.
Mapa de vanos y llenos.



Nota: Espacios vacíos y llenos en el sector delimitado para el estudio. Elaboración propia.

Figura 32.
Mapa de altura de las edificaciones.



Nota: Identificación de las alturas de las edificaciones en el barrio Ingahurco. Elaboración propia.

Figura 33.
Mapa de los tipos de edificaciones.



Nota: Identificación de los equipamientos dentro del barrio para conocer el uso de su suelo y su predominancia. Elaboración propia.

Contexto Social

Se conoce que los primeros usuarios o habitantes del barrio lo bautizaron como Barrio Las Esteras, tenía una gran acogida por parte de turistas pues en esta zona se ubicaba la estación de ferrocarril. Dicho flujo de personas fue lo que generó la apertura de salones en las casas y demás fuentes de comercio, para conseguir unos ingresos económicos beneficiados por la zona.

Dentro del sector se mantiene un orden espacial, una jerarquía y una linealidad, demostrando que las calles principales han sido producto del comercio y los equipamientos, empezando por el terminal terrestre de Ambato, la universidad técnica de Ambato, el centro comercial del calzado y las unidades educativas presentes, en cambio para las calles secundarias se encuentra la zona residencial.

3.2. ANÁLISIS DE DIAGNÓSTICO GRÁFICO

Fichas específicas

Tabla 5.

Ficha específica de recolección de datos.

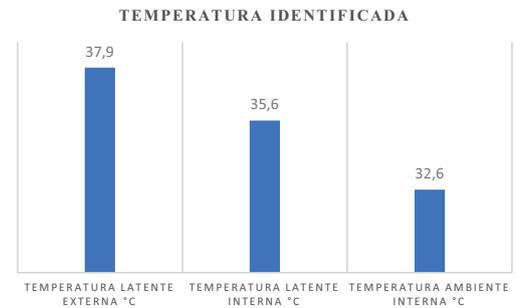
UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA INDOAMÉRICA			
REGIÓN	SIERRA		
PROVINCIA	TUNGURAHUA		
PARROQUIA	INGAHURCO		
FICHA TÉCNICA DE OBSERVACIÓN (ESPECIFICACIÓN EN VENTANA)			
VIVIENDA 1 - 3 Usuarios			
1. Informe General	N° Ficha	1	
2. Ubicación	Calle Chile 190 y Argentina		
3. Coordenadas de ubicación		Latitud	Longitud
		1° 14' 13.9" sur	78° 36' 43.8" oeste
3. Tipo de vivienda	Vivienda unifamiliar baja de un piso, con cubierta		
4. Singularidad de la vivienda	Retiros	Adosada	Estacionamiento
	SI	SI	SI
7. Tipo de Cubierta	Inclinada	Plana accesible	Plana no accesible
6. Tipo del Material	Teja	Hormigón	Polícarbonato
	X		
5. Características del material	Espesor del material	Recubrimiento/Aislante	Área m ²
	5 mm	Capa impermeabilizante	62,00 m ²
8. Patologías	Grietas / Filtraciones	Humedad	Desgaste
	NO	NO	NO
9. Captación de sombras	Directa	Indirecta	Ninguna
		X	
10. Captación del sol	Directa	Indirecta	Mixta
	X		
11. Estado de conservación del material	Bueno	Regular	Malo
	Porque:	Se puede notar el material en buen estado por el impermeabilizante utilizado en la parte exterior del mismo.	
12. Años de construcción de la vivienda	De 10 a 20 años	De 20 a 40 años	De 40 a 60 años
	X		
13. Percepción ambiental	Cálido	Templado	Frio
		X	
14. Temperatura identificada °C	Temperatura latente externa °C	Temperatura latente interna °C	Temperatura ambiente interna °C
	37,9 8:00 a.m.	35,6 12:00 p.m.	32,6 4:00 p.m.
15. Recorrido Solar			



Nota: Ficha de la residencia con cubierta inclinada. Elaboración propia.

Figura 34.

Cuadro de barras comparativa de temperaturas en la cubierta.



Nota: Elaboración propia.

Conclusión

En la ficha se analiza la residencia con un techo inclinado de teja de fibrocemento ETERNIT, con un techo falso de yeso, el mismo que ayuda de cierta manera al confort térmico de la residencia, ya que la conductividad térmica de la teja es un poco elevada y en temperaturas elevadas genera una ganancia de calor considerable en los espacios. El material en esta cubierta está muy bien conservado gracias a la impermeabilización utilizada para conservar y proteger a la teja. Se pudo evidenciar una temperatura cálida en un día soleado en los espacios sociales, pero esto por la ventilación obtenida por medio de la ventilación. La incidencia solar es directa a la residencia puesto que la misma no tiene una sombra de alguna edificación aledaña lo que la expone constantemente al sol.

Tabla 6.

Ficha específica de recolección de datos.

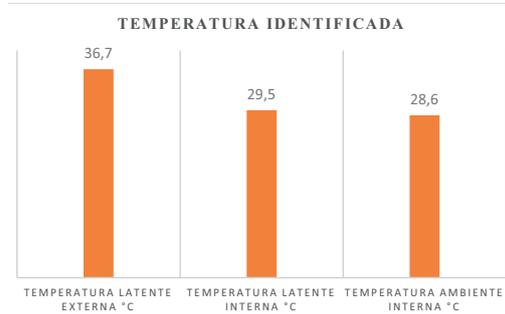
UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA INDOAMÉRICA			
REGIÓN	SIERRA		
PROVINCIA	TUNGURAHUA		
PARROQUIA	INGAHURCO		
FICHA TÉCNICA DE OBSERVACIÓN (ESPECIFICACIÓN EN VENTANA)			
VIVIENDA 2 - 2 Usuarios			
1. Informe General	N° Ficha	2	
2. Ubicación	Calle Chile 190 y Argentina		
3. Coordenadas de ubicación		Latitud	Longitud
		1° 14' 13.9" sur	78° 36' 43.8" oeste
3. Tipo de vivienda	Vivienda residencial en altura.		
4. Singularidad de la vivienda	Retiros	Adosada	Estacionamiento
	SI	SI	NO
7. Tipo de Cubierta	Inclinada	Plana accesible	Plana no accesible
		X	
6. Tipo del Material	Teja	Hormigón	Polícarbonato
		X	
5. Características del material	Espesor del material	Recubrimiento/Aislante	Área m2
	20 cm	Baldosa en la parte superior	18,01 m2
8. Patologías	Grietas / Filtraciones	Humedad	Desgaste
	NO	NO	NO
9. Captación de sombra	Directa	Indirecta	Ninguna
		X	
10. Captación del sol	Directa	Indirecta	Mixta
	X		
11. Estado de conservación del material	Bueno	Regular	Malo
	X		
	Porque:	Se nota una estructura de la cubierta en buen estado a pesar de los años, sin presencia de humedad o algún agrietamiento.	
12. Años de construcción de la vivienda	De 10 a 20 años	De 20 a 40 años	De 40 a 60 años
			X
13. Percepción ambiental	Cálido	Templado	Frío
	X		
14. Temperatura identificada °C	Temperatura latente externa °C	Temperatura latente interna °C	Temperatura ambiente interna °C
	36,7 8:00 a.m.	29,5 12:00 p.m.	28,6 4:00 p.m.
15. Recorrido Solar			

	Imagen de referencia	Punto de análisis de la presencia del puente térmico
16. Imágenes de la vivienda		
Elaborado por: Freddy Alexander Llerena Paredes	Aprobado por:	Arq. Lucía Pazmiño

Nota: Ficha de la cubierta plana. Elaboración propia.

Figura 35.

Cuadro de barras comparativa de temperaturas en la cubierta plana.



Nota: Elaboración propia

Conclusión

En el caso de la residencia 2 que posee una cubierta plana accesible de hormigón, genera una ganancia de calor por la incidencia directa del sol, esto como un problema para el espacio que está cubriendo la misma, pues debajo de ella se encuentran habitaciones las mismas que por la ganancia de calor de la losa provoca que el cuarto en horas del mediodía su temperatura aumente considerablemente de 28,6°C, generando un disconfort térmico para su usuario, se puede ver acotar que la cubierta se encuentra en buen estado pero le hace falta una forma de mitigar la incidencia directa del sol, pues el puente térmico se está haciendo presente con esa ganancia excesiva de calor analizado.

Tabla 7.

Ficha específica de recolección de datos.

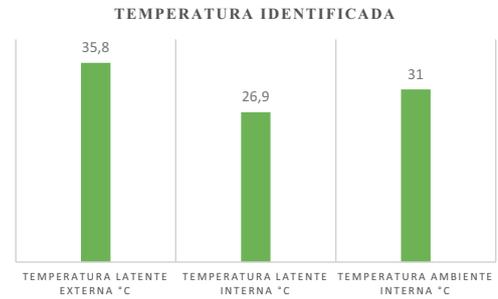
UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA INDOAMÉRICA			
REGIÓN	SIERRA		
PROVINCIA	TUNGURAHUA		
PARROQUIA	INGAHURCO		
FICHA TÉCNICA DE OBSERVACIÓN (ESPECIFICACIÓN EN VENTANA)			
VIVIENDA 2 - 2 Usuarios			
1. Informe General	Nº Ficha	3	
2. Ubicación	Calle Chile 190 y Argentina		
3. Coordenadas de ubicación		Latitud	Longitud
		1° 14' 13.9" sur	78° 36' 43.8" oeste
3. Tipo de vivienda	Vivienda residencial en altura.		
4. Singularidad de la vivienda	Retiros	Adosada	Estacionamiento
	SI	NO	NO
7. Tipo de Cubierta	Inclinada	Plana accesible	Plana no accesible
		X	
6. Tipo del Material	Taja	Hormigón	Policarbonato
			X
5. Características del material	Espesor del material	Recubrimiento/Aislante	Área m ²
	8 mm	NO	30.62 m ²
8. Patologías	Grietas / Filtraciones	Humedad	Degaste
	NO	NO	Un poco
9. Captación de sombra	Directa	Indirecta	Ninguna
			X
10. Captación del sol	Directa	Indirecta	Mixta
	X		
11. Estado de conservación del material		Bueno	Regular
			X
Porque:	Al ser un material con cierta transparencia suele mancharse y cambiar su tonalidad al no tener un mantenimiento cada cierto tiempo por ello se nota un poco descuidado inclusive en la estructura en la que esta montada.		
12. Años de construcción de la vivienda	De 10 a 20 años	De 20 a 40 años	De 40 a 60 años
			X
13. Percepción ambiental	Cálido	Templado	Frío
	X		
14. Temperatura identificada °C	Temperatura latente externa °C	Temperatura latente interna °C	Temperatura ambiente interna °C
	35,8	26,9	31
	8:00 a.m.	12:00 p.m.	4:00 p.m.
15. Recorrido Solar			



Nota: Ficha de la residencia con cubierta de policarbonato. Elaboración propia.

Figura 36.

Cuadro de barras comparativa de temperaturas en la cubierta de policarbonato.



Nota: Elaboración propia

Conclusión

La cubierta de policarbonato también recibe una incidencia solar directa lo que hace que su ganancia de calor sea mayor y al ser un material traslucido y de menor grosor permite el paso del sol a los espacios de manera más directa, pero de igual manera su pérdida de calor es más rápida en comparación a materiales con mayor densidad, se puede apreciar una temperatura de 30°C en horas del mediodía en este espacio lo que causa un disconfort a los usuarios y esto por la falta de un aislamiento adecuado que evite este puente térmico identidad, de manera que se pueda tener una temperatura adecuada en el interior sea que haga calor o frío en el exterior.

Tabla 8.

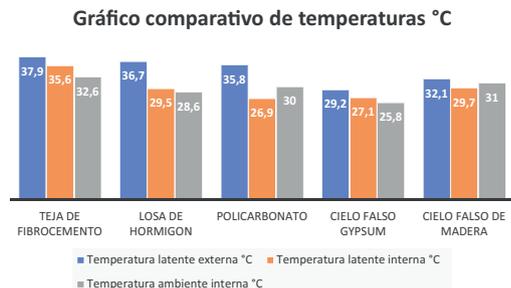
Tabla comparativa de las temperaturas de elementos de cubierta

MATERIALES	TEMPERATURA LATENTE EXTERNA °C	TEMPERATURA LATENTE INTERNA °C	TEMPERATURA AMBIENTE INTERNA °C
TEJA DE FIBROCEMENTO	37,9	35,6	32,6
LOSA DE HORMIGON	36,7	29,5	28,6
POLICARBONATO	35,8	26,9	30
CIELO FALSO GYPSUM	29,2	27,1	25,8
CIELO FALSO DE MADERA	32,1	29,7	31

Nota: Elaboración propia.

Figura 37.

Gráfico de barras de temperaturas de elementos.



Nota: Comparativa de temperaturas de los tres elementos en cubiertas. Elaboración propia.

Conclusión de fichas comparativas

La cubierta con teja de fibrocemento parece ser que trabaja mejor en la residencia puesto que la misma cuenta con un techo falso que ayuda a repeler de cierta manera el calor excesivo que pueda ingresar a la residencia, pero de no ser así su calor sería aún mayor que la residencia que cuenta con la cubierta plana de hormigón. En la tabla se nota la diferencia de la temperatura ambiente que genera cada una de estas cubiertas y por su tipo de material, y que a las mismas les hace falta una intervención que mejore su confort y mitigue el puente térmico existente.

Cuadros del coeficiente de conductividad térmica

Tabla 9.

Cuadro de conductividad térmica de los materiales.

MATERIALIDAD	ESPESOR cm.	DENSIDAD kg/m3	CONDUCTIVIDAD TÉRMICA W/mk	FACTOR U. W/m2k
Teja de fibrocemento	0,5	1120	1	3,1
Losa de hormigón	20	2400	2,3	4,7
Cubierta de policarbonato	0,6	1200	0,22	3,9

Nota: Elaboración propia en base a la información de conductividad térmica tomados de MIDUVI

Figura 38.

Barras comparativas de la conductividad térmica.



Nota: Conductividad térmica de los materiales empleados en las tres cubiertas analizadas. Elaboración propia.

Tabla 10.

Propiedades de los materiales de las cubiertas.

Teja de fibrocemento	Hormigón	Policarbonato	Aluminio
Inoxidables	Docilidad	Alta resistencia al impacto	Resistente a la corrosión
Aislamiento térmico y acústico	Homogeneidad	Fácil instalación y trabajabilidad	Ligero y resistente
Resistentes a la humedad	Resistencia mecánica	Con filtro UV	Larga duración
Fácil montaje e instalación	Permeabilidad	Alta resistencia al fuego	Buen conductor de la electricidad
Incombustible	Durabilidad	Capacidad para curvar en frío	Reciclable
Silenciosa	Alta tolerancia de la tensión de tracción		Impermeable e inodoro

Nota: Elaboración propia.

Tabla 11.

Propiedades de los materiales de las cubiertas.

Gypsum	Madera triplex	Baldosa	Mortero
Resistente a la humedad y al moho	Resistencia a la flexión	Resistencia al agua	Alta adherencia
Incombustible	Resistencia a la humedad	Resistente al fuego	Resistencia a la compresión
Impermeable	Aislamiento acústico	Durabilidad	Durabilidad en el ciclo de congelamiento y deshielo
Reduce la transmisión acústica y térmica	Densidad igual o superior a 450 kg/m ³	Facilidad de aplicación	Cohesividad
Fácil y rápida instalación	Superficie homogenea	Fácil limpieza	
Resistencia al impacto			

Nota: Elaboración propia.

Tabla 12.

Tabla de las propiedades físicas de los materiales.

MATERIALIDAD	ESPESOR cm.	DENSIDAD kg/m ³	CONDUCTIVIDAD TÉRMICA W/mk	FACTOR U. W/m ² k
Teja de fibrocemento	0,5	1120	1	3,1
Losa de hormigón	20	2400	2,3	4,7
Cubierta de policarbonato	0,6	1200	0,22	3,9
Panel de Gypsum	2	900	0,3	1,45
Panel de triplex	0,6	525	0,12	1,52
Mortero	0,3	2000	1,4	0,07
Aluminio	0,7	130	205	3,2
Baldosa	0,8	800	0,81	4,29

Nota: Elaboración propia.

Análisis de áreas y porcentajes de materiales

Residencia 1

Tabla 13.

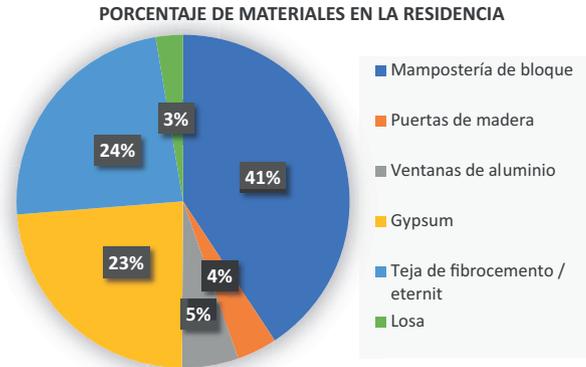
Cuadro de áreas residencia 1

TIPO DE ENVOLVENTE	PORCENTAJE	METRAJE (m ²)
Mampostería de bloque	40,69%	158,75 m ²
Puertas de madera	3,90%	15,55 m ²
Ventanas de aluminio	5,48%	21,40 m ²
Gypsum	23,60%	92,08 m ²
Teja de fibrocemento / eternit	23,60%	92,08 m ²
Losa	2,64%	10,32 m ²
TOTAL	100,00%	390,18 m²

Nota: Elaborado por equipo de trabajo - Freddy Llerena, Gabriela Cornejo, Emily de la Torre.

Figura 39.

Porcentaje de los materiales de la residencia



Nota: Elaborado por equipo de trabajo - Freddy Llerena, Gabriela Cornejo, Emily de la Torre.

Residencia 2

Tabla 14.

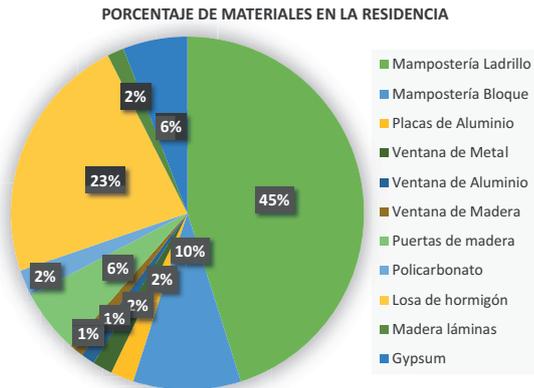
Cuadro de áreas residencia 2

TIPO DE ENVOLVENTE	PORCENTAJE	METRAJE (m2)
Mampostería Ladrillo	45,10%	220,28 m2
Mampostería Bloque	9,87%	48,13 m2
Placas de Aluminio	2,12%	10,32 m2
Ventana de Metal	1,82%	8,91 m2
Ventana de Aluminio	1,25%	6,12 m2
Ventana de Madera	1,30%	6,36 m2
Puertas	5,88%	28,74 m2
Policarbonato	2,39%	11,66 m2
Losa de hormigón	22,84%	111,54 m2
Madera láminas	1,52%	7,45 m2
Gypsum	5,91%	28,91 m2
TOTAL	100,00%	488,42 m2

Nota: Elaborado por equipo de trabajo - Freddy Llerena, Gabriela Cornejo, Emily de la Torre.

Figura 40.

Porcentaje de los materiales de la residencia.



Nota: Elaborado por equipo de trabajo - Freddy Llerena, Gabriela Cornejo, Emily de la Torre.

Cuadro de áreas en cubiertas

Tabla 15.

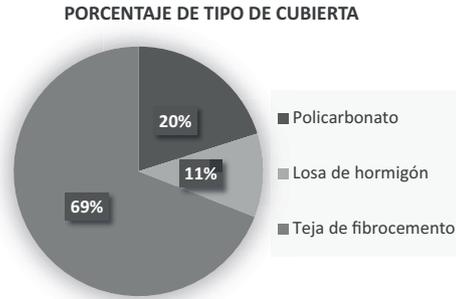
Cuadro de áreas de las cubiertas.

TIPO DE ENVOLVENTE	PORCENTAJE	METRAJE (m2)
Policarbonato	20,10%	30,45 m2
Losa de hormigón	10,85%	16,46 m2
Teja de fibrocemento	69,05%	104,70 m2
TOTAL	100,00%	151,61 m2

Nota: Elaboración propia.

Figura 41.

Porcentaje de los tipos de cubierta en las residencias.



Nota: Elaboración propia.

Conclusión de áreas analizadas

Las cubiertas son el elemento con mayor superficie expuesta a los cambios o variaciones en el clima, se dice que el 70% de la pérdida de energía de una residencia se da en las cubiertas y en estas dos residencias se nota dicha afirmación.

Cuadro de áreas primera planta

Tabla 16.

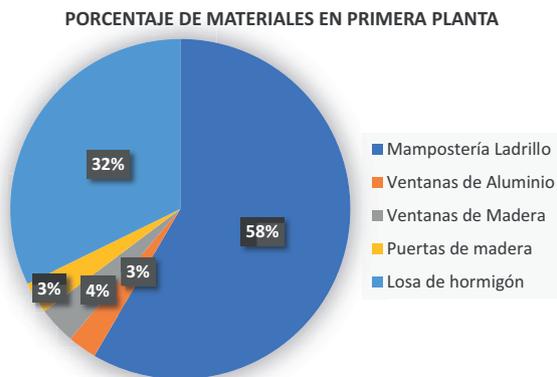
Cuadro de porcentajes de la primera planta de la residencia

TIPO DE ENVOLVENTE	PORCENTAJE	METRAJE (m2)
Mampostería Ladrillo	58,43%	104,52 m2
Ventanas de Aluminio	2,75%	4,92 m2
Ventanas de Madera	3,55%	6,36 m2
Puertas de madera	3,03%	5,40 m2
Losa de hormigón	32,24%	57,68 m2
TOTAL	100,00%	178,88 m2

Nota: Elaborado por equipo de trabajo - Freddy Llerena, Gabriela Cornejo, Emily de la Torre.

Figura 42.

Gráfico de porcentajes de la primera planta.



Nota: Elaborado por equipo de trabajo - Freddy Llerena, Gabriela Cornejo, Emily de la Torre.

Cuadro de áreas segunda planta

Tabla 17.

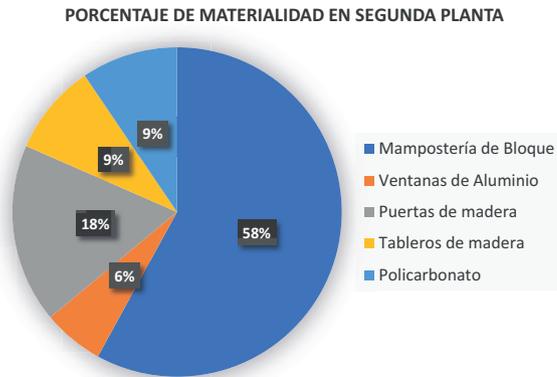
Cuadro de áreas y porcentajes de la segunda planta.

TIPO DE ENVOLVENTE	PORCENTAJE	METRAJE (m2)
Mampostería de Bloque	57,98%	48,13 m2
Ventanas de Aluminio	5,98%	4,97 m2
Puertas de madera	17,60%	14,62 m2
Tableros de madera	8,97%	7,45 m2
Policarbonato	9,47%	7,87 m2
TOTAL	100,00%	83,04 m2

Nota: Elaborado por equipo de trabajo - Freddy Llerena, Gabriela Cornejo, Emily de la Torre.

Figura 43.

Gráfico de porcentajes de la segunda planta.



Nota: Elaborado por equipo de trabajo - Freddy Llerena, Gabriela Cornejo, Emily de la Torre.

Análisis de temperaturas registradas

Residencia 1

Tabla 18.

Tabla de temperaturas de la residencia 1.

UBICACIÓN	MATERIALIDAD	ELEMENTO	TEMPERATURA LATENTE INTERNA °C	TEMPERATURA LATENTE EXTERNA °C
FACHADA FRONTAL	BLOQUE	MAMPOSTERÍA	22	34,2
	ALUMINIO	VIDRIO	26,1	27,2
		MARCO	25	25,8
	TEJA DE FIBROCEMENTO / ETERNIT	CUBIERTA	28	30
FACHADA FRONTAL SIN VOLADIZO	BLOQUE	MAMPOSTERÍA	24,2	33,4
	ALUMINIO	VIDRIO	27,1	39,1
		MARCO	28,4	35,7
	TEJA DE FIBROCEMENTO / ETERNIT	CUBIERTA	47	47,7
FACHADA LATERAL IZQUIERDA	BLOQUE	MAMPOSTERÍA	22,5	25,2
	ALUMINIO	VIDRIO	25,7	27,1
		MARCO	24,1	26,7
	TEJA DE FIBROCEMENTO / ETERNIT	CUBIERTA	26,9	28,4
FACHADA POSTERIOR	BLOQUE	MAMPOSTERÍA	24,2	24,9
	ALUMINIO	VIDRIO	26,1	28,1
		MARCO	25,2	25,5
	TEJA DE FIBROCEMENTO / ETERNIT	CUBIERTA	27,1	26,9

Nota: Elaborado por equipo de trabajo - Freddy Llerena, Gabriela Cornejo, Emily de la Torre.

Figura 44.

Barras de temperaturas fachada frontal



Nota: Elaborado por equipo de trabajo - Freddy Llerena, Gabriela Cornejo, Emily de la Torre.

Figura 45.

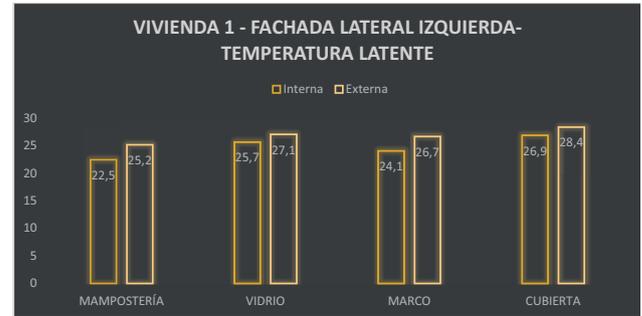
Barras de temperaturas de la fachada frontal sin voladizo.



Nota: Elaborado por equipo de trabajo - Freddy Llerena, Gabriela Cornejo, Emily de la Torre.

Figura 46.

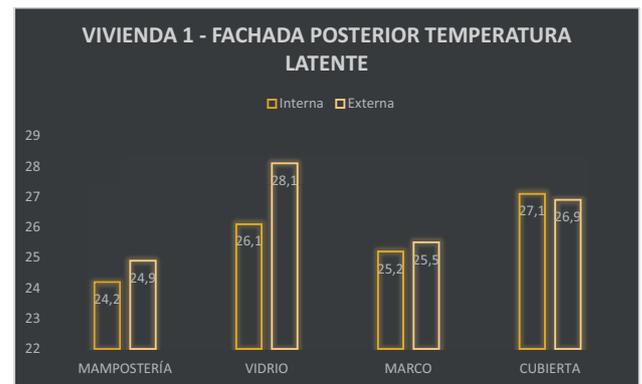
Gráfico de barras de temperaturas. fachada lateral izquierda



Nota: Elaborado por equipo de trabajo - Freddy Llerena, Gabriela Cornejo, Emily de la Torre.

Figura 47.

Gráfico de barras temperaturas-Fachada posterior.



Nota: Elaborado por equipo de trabajo - Freddy Llerena, Gabriela Cornejo, Emily de la Torre.

Temperatura ambiente residencias

Tabla 19.

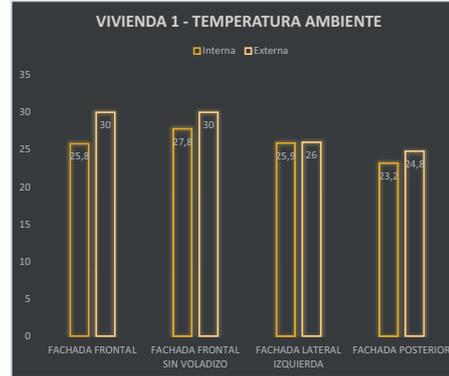
Cuadro de temperaturas ambiente.

UBICACIÓN	TEMPERATURA AMBIENTE INTERNA °C	TEMPERATURA AMBIENTE EXTERNA °C
FACHADA FRONTAL	25,8	30
FACHADA FRONTAL SIN VOLADIZO	27,8	30
FACHADA LATERAL IZQUIERDA	25,9	26
FACHADA POSTERIOR	23,2	24,8

Nota: Elaborado por equipo de trabajo - Freddy Llerena, Gabriela Cornejo, Emily de la Torre.

Figura 48.

Gráfico comparativo de temperatura ambiente



Nota: Elaborado por equipo de trabajo - Freddy Llerena, Gabriela Cornejo, Emily de la Torre.

Tabla 20.

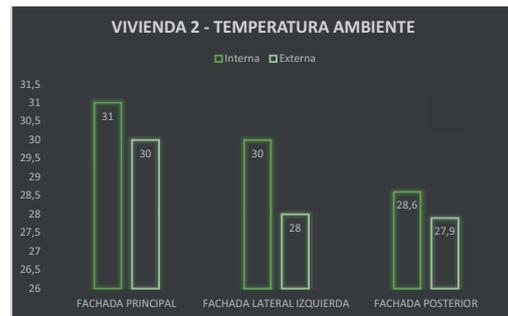
Cuadro de temperaturas ambiente de la residencia 2

UBICACIÓN	TEMPERATURA AMBIENTE INTERNA °C	TEMPERATURA AMBIENTE EXTERNA °C
FACHADA PRINCIPAL	31	30
FACHADA LATERAL IZQUIERDA	30	28
FACHADA POSTERIOR	28,6	27,9

Nota: Elaborado por equipo de trabajo - Freddy Llerena, Gabriela Cornejo, Emily de la Torre.

Figura 49.

Barras de temperatura ambiente de la residencia 2



Nota: Elaborado por equipo de trabajo - Freddy Llerena, Gabriela Cornejo, Emily de la Torre.

Residencia 2

Tabla 21.

Tabla de temperaturas de la residencia 2

UBICACIÓN	MATERIALIDAD	ELEMENTO	TEMPERATURA LATENTE INTERNA °C	TEMPERATURA LATENTE EXTERNA °C
FACHADA FRONTAL	LADRILLO	MAMPOSTERÍA	25,8	36,7
	MADERA	VIDRIO	30,4	25,8
		MARCO	35,8	27,4
FACHADA LATERAL IZQUIERDA	GYPSUM	CUBIERTA	27,1	24,5
	LADRILLO	MAMPOSTERÍA	27,8	35,1
		BLOQUE		25,4
	MADERA	VIDRIO	30	37,9
		MARCO	36,7	37,9
	MADERA Y POLICARBONATO	CUBIERTA	26,9	35,8
FACHADA POSTERIOR	ALUMINIO	MAMPOSTERÍA	27,5	28,1
	ALUMINIO	VIDRIO	27,5	27
		MARCO	27	28,1
	HORMIGÓN	CUBIERTA	28,9	29,5

Nota: Elaborado por equipo de trabajo - Freddy Llerena, Gabriela Cornejo, Emily de la Torre.

Figura 50.

Barras de temperaturas latentes en la fachada frontal.



Figura 51.

Barras de temperaturas latentes en la fachada lateral izquierda.

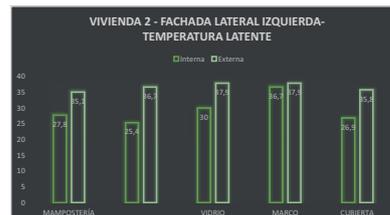


Figura 52.

Barras de temperaturas latentes en la fachada posterior.



Nota: Elaborado por equipo de trabajo - Freddy Llerena, Gabriela Cornejo, Emily de la Torre.

3.3. ANÁLISIS DE ENTREVISTAS

Entrevista a usuario

Tabla 22.

Entrevista a usuario de la residencia 1

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA INDOAMÉRICA				
REGION	SIERRA	DIRECCION	Chile y Argentina	
PROVINCIA	TUNGURAHUA	IMAGEN DE VIVIENDA		
PARROQUIA	INGAHURCO			
FICHA DE ENTREVISTA				
Objetivo	Conseguir la percepción de los residentes de la vivienda			
DATOS INFORMATIVOS				
Nombre del entrevistado:	Rosa Mercedes Viterri Arroyo			
Edad:	65 años	Sexo:	Femenino	
Estado Civil:		Años de hab.:	10 años	
ASPECTOS Y PERSPECTIVA DE LA COMUNIDAD				
1. Pregunta: ¿Considera que la temperatura en su residencia es el adecuado para el desarrollo de sus actividades cotidianas?		CONCLUSIONES FINALES		
Que, si está bien, y cuando hace calor solo ventila la casa mediante la apertura de ventanas.		La residencia para sus usuarios es considerada agradable, a pesar de tener espacios fríos en horas de la noche y que requieran calefacción extra para mantener el confort en los mismos, esto debido a la pérdida de calor y la baja absorción térmica que se mantiene en el espacio.		
2. Pregunta: ¿Tiene conocimiento si su residencia cuenta con los aislantes térmicos necesarios en la mampostería, cubierta y ventanas, como son capas impermeabilizantes, aditivos o algún otro?				
No tiene conocimiento al respecto.				
3. Pregunta: ¿Cómo describiría la temperatura en el interior de su residencia en un día cálido?				
Es abrigado pero fresco.				
4. Pregunta: ¿Cómo describiría la temperatura en el interior de su residencia en un día frío?				
Se mantiene una temperatura adecuada.				
5. Pregunta: ¿En qué espacios del interior de su residencia considera que mantiene un ambiente más confortable?				
El dormitorio considera un ambiente agradable.				
6. Pregunta: ¿En qué espacios del interior de su residencia considera que no mantiene un ambiente más confortable?				
La sala y el estudio.				
7. Pregunta: ¿Cuenta usted con algún aparato electrónico (calefactor, ventilador) que ayuden con el acondicionamiento de sus espacios?				
En temporada de frío en la parte del estudio coloca un calentador cuando trabajan por la noche.				
Elabora por:	Freddy Llerena			

Nota: Elaboración propia.

Entrevista a usuario

Tabla 23.

Entrevista a usuario de la residencia 2

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA INDOAMÉRICA			
REGION	SIERRA	DIRECCION	Chile y Argentina
PROVINCIA	TUNGURAHUA	IMAGEN DE VIVIENDA	
PARROQUIA	INGAHURCO		
FICHA DE ENTREVISTA			
Objetivo	Conseguir la percepción de los residentes de la vivienda		
DATOS INFORMATIVOS			
Nombre del entrevistado:	Rosa Elena Pazmino Viteri		
Edad:	40 años	Sexo:	Femenino
Estado Civil:		Años de hab.:	11 años
ASPECTOS Y PERSPECTIVA DE LA COMUNIDAD			
1. Pregunta: ¿Considera que la temperatura en su residencia es el adecuado para el desarrollo de sus actividades cotidianas?			CONCLUSIONES FINALES La residencia presenta dos de sus tres pisos en disconfort térmico, en este caso sobre todo por el calor y no contar con ningún tipo de aislante. Se necesitan intervenir sobre todo el caso de la cubierta plana al tener dormitorios en el espacio interior y que son espacios de importancia en el desarrollo de los usuarios.
Al ser una residencia de 3 pisos si existen unos espacios que se sienten bien, pero otros que no, sobre todo por el calor que acumulan.			
2. Pregunta: ¿Tiene conocimiento si su residencia cuenta con los aislantes térmicos necesarios en la mampostería, cubierta y ventanas, como son capas impermeabilizantes, aditivos o algún otro?			
No cuenta con ningún aislante específico.			
3. Pregunta: ¿Cómo describiría la temperatura en el interior de su residencia en un día cálido?			
Demasiado caliente sobre todo en los dormitorios.			
4. Pregunta: ¿Cómo describiría la temperatura en el interior de su residencia en un día frío?			
Una temperatura un poco agradable.			
5. Pregunta: ¿En qué espacios del interior de su residencia considera que mantiene un ambiente más confortable?			
En el primer piso pues no se acumula mucho calor y es más fresco el ambiente.			
6. Pregunta: ¿En qué espacios del interior de su residencia considera que no mantiene un ambiente más confortable?			
En las habitaciones y en la bodega del tercer piso.			
7. Pregunta: ¿Cuenta usted con algún aparato electrónico (calefactor, ventilador) que ayuden con el acondicionamiento de sus espacios?			
No, pero si he pensado comprar un aire acondicionado para reducir el calor de los dormitorios en los días de sol.			
Elabora por:	Freddy Llerena		

Nota: Elaboración propia.

Entrevista a Expertos

PREGUNTAS PLANTEADAS

1. ¿Como definiría usted a un puente térmico, y como lo identificaría dentro de una construcción?
2. ¿Cómo afectan los puentes térmicos a la eficiencia energética de las residencias?
3. ¿Cuáles son los parámetros de confort que se deberían ejecutar al momento de diseñar una residencia en la zona centro del país, hablando en un clima cálido - templado?
4. ¿Cuáles son las estrategias bioclimáticas que se pueden aplicar a residencias construidas que presenten problemas de confort térmico?
5. ¿En qué elemento estructural de las residencias según su experiencia considera que se presentan con mayor fuerza los puentes térmicos?
6. ¿Como se puede catalogar a las residencias del Ecuador refiriéndonos al ámbito bioclimático o una arquitectura sostenible?

EXPERTOS PARTICIPANTES

- Arq. María José Brito (Arquitecta urbanista - Master en vivienda colectiva y ciudad / Especialista LEED)
- Ing. Juan Fernando Vásconez (Ingeniero ambiental - Maestría tecnologías urbano sostenibles, especializado en la sostenibilidad y cambio climático y urbano)
- Arq. Doménika Baquero (arquitecta senior, colaboradora en el estudio Bernardo Bustamante.)
- Ing. Sebastián Dávalos Sánchez (Ingeniero geógrafo - Gestión Ambiental y Urbanismo)

INTERPRETACIÓN DE LAS ENTREVISTAS (Resumen)

Entrevista 1 - Arq. Brito

Por medio de la interpretación de la entrevista a la arquitecta María José Brito, se puede interpretar de cierta manera que también considera que no se ha puesto la atención necesaria a los parámetros de confort en las residencias de la ciudad de Ambato, pues considera que aún no se ha aplicado la arquitectura sustentable correspondiente ya que en nuestra geolocalización las estaciones no son muy marcadas lo que da espacio al descuido de una correcta elección de materiales que garanticen la mejor eficiencia energética en las edificaciones.

Su observación resulta interesante al considerar como una solución o estrategia el cambio de material en aquellos elementos divisorios para la captación de calor y la trasmisión del mismo a los distintos espacios.

Considera además que los puentes térmicos se encuentran generalmente en los elementos horizontales, puesto que los mismos son los más expuestos a la incidencia solar. Se concluye además que para proponer una estrategia será necesaria una observación y análisis a mayor detalle de los espacios con mayor afectación por cambios de temperatura.

Entrevista 2 - Ing. Vásconez

Se entiende en base a lo explicado por el Ingeniero Juan Fernando Vásconez que un problema del desconfort en las viviendas si son los puentes térmicos por la elección incorrecta de materiales, esto se ve reflejado como resultado de un interés socio económico o costo beneficio,

donde el usuario prefiere el costo más que la comodidad; algo que no debería ser así. Esto además se debe en parte al desconocimiento por parte de las personas sobre la arquitectura bioclimática y el beneficio que trae la misma, prefiriendo la construcción tradicional. En base a su experiencia considera que existen materiales que se pueden aplicar a las residencias construidas que presentan un disconfort térmico y que dichas intervenciones no siempre resultan ser costosas.

Para el experto los techos o cubiertas son el lugar donde se comete la mayor cantidad de errores en el diseño al momento de evitar los puentes térmicos, pues en estos se está acostumbrados a no impermeabilizar de manera correcta y que se repela adecuadamente la incidencia climática en la misma. Bajo dichas afirmaciones se puede concluir que la intervención en cubiertas es necesaria ya que las mismas generan el mayor disconfort en los espacios y que hace falta dar un conocimiento más ampliado de lo que se puede hacer para mejorar la conductividad térmica que tienen los materiales de las mismas.

Entrevista 3 - Ing. Dávalos

En la entrevista realizada al ingeniero Sebastián Dávalos, nos permitió ampliar un conocimiento sobre arquitectura sostenible a nivel urbano, los microclimas en las ciudades dependen mucho del ambiente, humedad, dirección de viento, inclinación y factores relacionados a los barrios, esto va de la mano de las áreas verdes en los espacios urbanos y como las mismas afectan al clima de cada sector. Con esta entrevista nos dio a entender que la arquitectura sostenible del espacio urbano si influye en el ambiente de las residencias o como lo llegan a percibir las mismas.

Entrevista 3 - Arq. Baquero

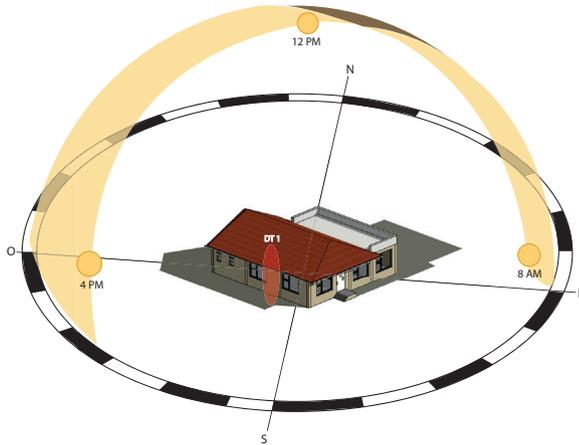
La entrevista con la arquitecta Doménika Baquero, amplía un conocimiento de las estrategias que se pueden implementar en los casos de residencias en un contexto similar, pues su experiencia explica que las estrategias varían mucho del entorno y de las condicionantes existentes en la zona. Las cubiertas y entresijos son las zonas que se deben analizar a mayor detalle pues en las mismas donde la presencia de puentes térmicos es mucho más visible. Se debe tener un cuidado con la aplicación de materiales según su temperatura pues los mismos determinan el ambiente que tendrán los espacios.

3.4. ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE DATOS

Análisis 3D en residencia 1

Figura 53.

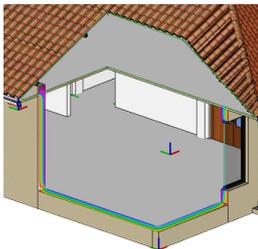
Representación del sol en la residencia 1



Nota: Representación del sol y la sombra proyectada en la residencia, ubicación del detalle constructivo estudiado. Elaboración propia.

Figura 54.

Detalle 3D del análisis de temperatura actual de la residencia 1



Nota: Análisis térmico en un corte 3D de la residencia. Elaborado por equipo de trabajo - Freddy Llerena, Gabriela Cornejo, Emily de la Torre.

Figura 55.

Detalle lateral izquierdo residencia 1

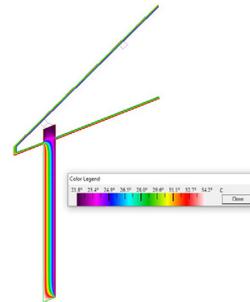


Figura 56.

Detalle lateral derecho residencia 1

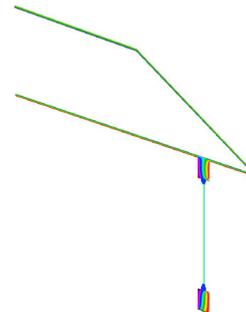
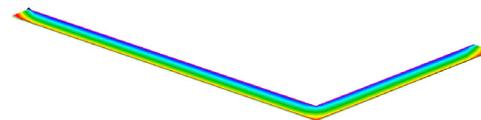


Figura 57.

Detalle térmico del piso residencia 1.

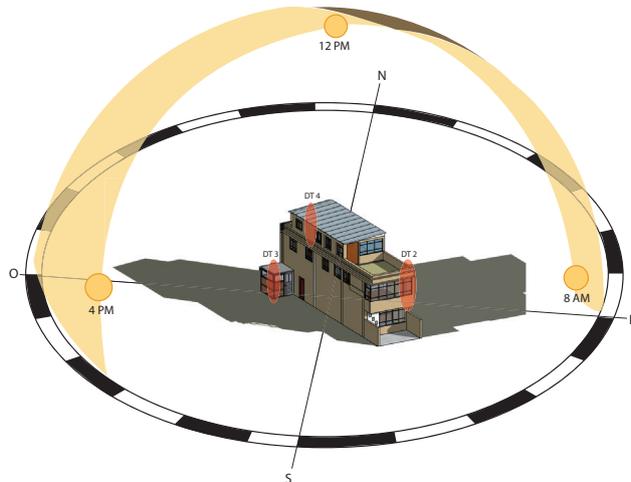


Nota: Análisis térmico realizado a la base de la residencia. Elaborado por equipo de trabajo - Freddy Llerena, Gabriela Cornejo, Emily de la Torre.

Análisis 3D en residencia 2

Figura 58.

Representación del sol en la residencia 2



Nota: Representación del sol y la sombra proyectada en la residencia, ubicación del detalle constructivo estudiado. Elaboración propia.

Figura 59.

Detalle 3D del análisis de temperatura residencia 2.



Nota: Análisis térmico en un corte 3D de la residencia. Elaborado por equipo de trabajo - Freddy Llerena, Gabriela Cornejo, Emily de la Torre.

Figura 60.

Detalle análisis térmico lateral izquierda residencia 2

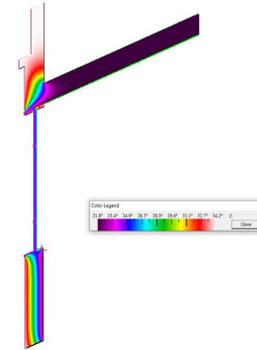


Figura 61.

Detalle análisis térmico lateral derecho residencia 2

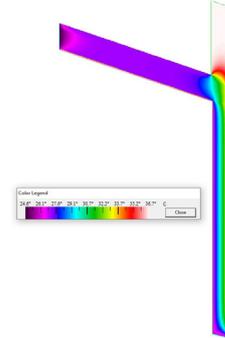
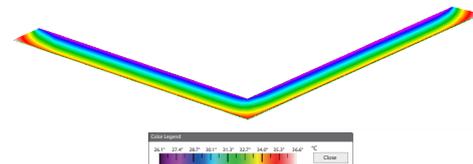


Figura 62.

Detalle térmico del piso residencia 2



Nota: Análisis térmico realizado a la base de la residencia. Elaborado por equipo de trabajo - Freddy Llerena, Gabriela Cornejo, Emily de la Torre.

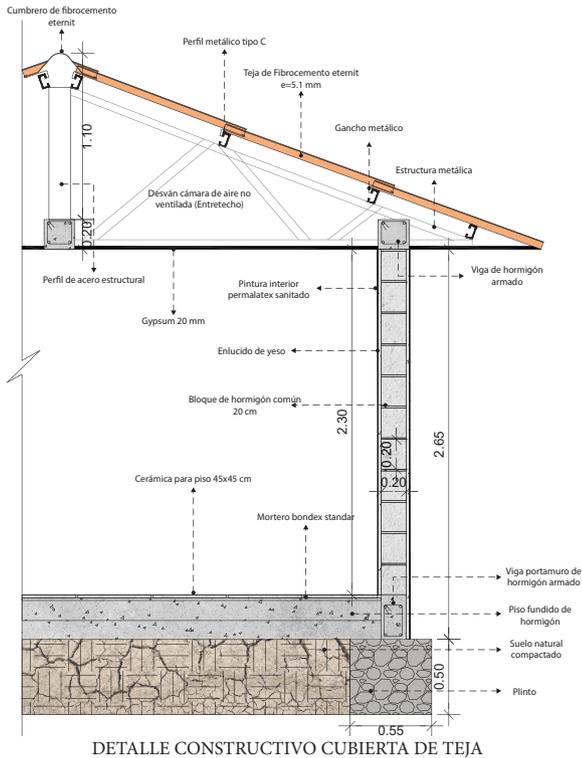
3.5. RESULTADOS ACTUAL - PROPUESTA

ANÁLISIS ACTUAL

Cubierta tipo 1

Figura 63.

DT 1 - Detalle constructivo cubierta inclinada de teja.



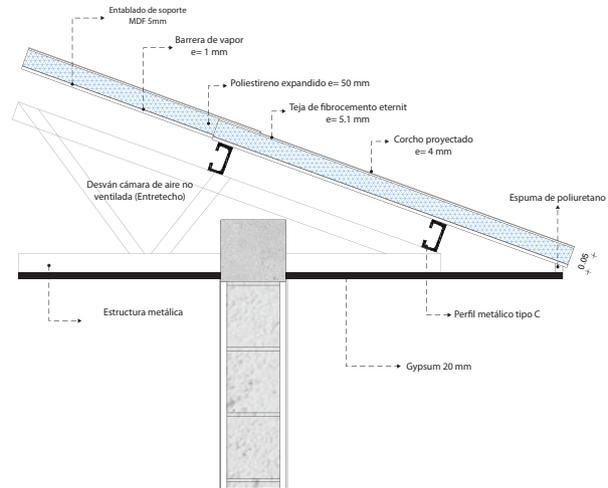
Esc: 1:75

Nota: Elaboración propia.

ANÁLISIS DE PROPUESTA

Figura 64.

Detalle constructivo de la propuesta de materiales en la cubierta de teja

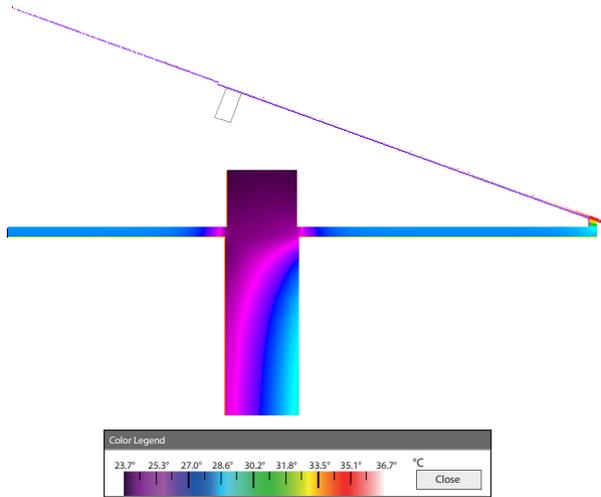


Esc: 1:50

Nota: Detalle constructivo con la implementación de materiales aislantes, con corcho proyectado y poliestireno expandido. Se le agrega únicamente los dos materiales sin retirar los existentes. Elaboración por el autor.

Figura 65.

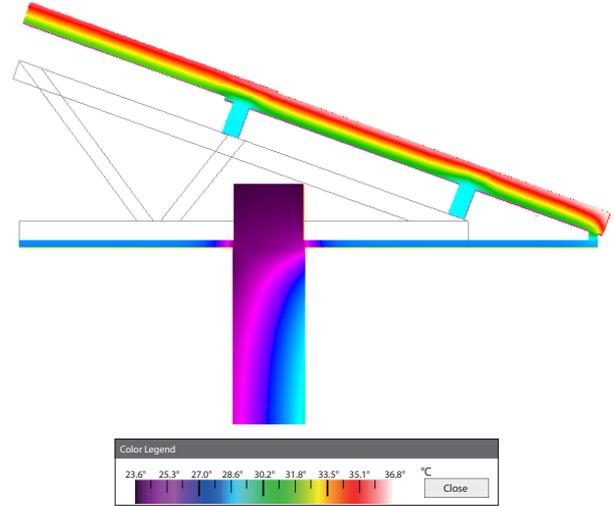
Análisis térmico de la cubierta inclinada de teja.



Nota: Simulación térmica de la cubierta de teja en su estado actual. Elaboración propia realizado con el programa THERM 7.5

Figura 66.

Análisis térmico de la propuesta de corcho proyectado en cubierta de teja



Nota: Simulación térmica de la propuesta de materiales de corcho proyectado y poliestireno expandido en la cubierta de teja. Elaboración propia realizado con el programa THERM 7.5

Datos usados en las simulaciones

Tabla 24.

Propiedades de los materiales en la cubierta de teja

MATERIALIDAD	ESPESOR cm.	DENSIDAD kg/m ³	CONDUCTIVIDAD TÉRMICA W/mk	FACTOR U. W/m ² k
Teja de fibrocemento	0,5	1120	1	3,1
Panel de Gypsum	2	900	0,3	1,45
Placa de poliestireno expandido	5	30	0,0413	0,95
Corcho proyectado	0,4	20	0,034	0,27
Espuma de poliuretano	5	30	0,029	1,75

Nota: Tabla de los materiales usados en la simulación de la propuesta de la cubierta de teja. Elaboración propia.

Tabla 25.

Datos de las condiciones de límite en la cubierta con teja

CONDICIONES DE LÍMITE EN CUBIERTA INCLINADA		
Contorno	Temperatura °C (In situ)	Coefficiente interior w/m ² k (NEC 11)
C. E. teja	37,9	1,47
C. I. teja	35,6	1,47
C.I. Panel de Gypsum	27,1	1,47

Nota: Tabla de datos específicos en las condicionantes exteriores de la cubierta. Elaboración propia.

Materiales aislantes empleados para la propuesta

- **Poliestireno expandido.** – es un material plástico celular y rígido, el cual es empleado como aislante térmico y acústico, es fabricada mediante el moldeado de perlas preexpandidas de poliestireno, generando una estructura cerrada con aire interior.
- **Corcho proyectado.** – es un material de revestimiento, compuesto por la mezcla de materiales y corcho triturado en polvo, disueltas en una solución celulosa, pigmentos orgánicos e inorgánicos y emulsión acrílica.

Se lo considera un material ecológico t renovable, siendo impermeable, transpirable, aislante térmico, acústico y elástico, además de ello es un material de gran resistencia y firmeza.

El corcho expandido regula la temperatura, absorbe el ruido, evita las micro fisuras, y no requiere de un mantenimiento constante.

- **Espuma de poliuretano.** – se define como una sustancia obtenida mediante una reacción química, con la combinación de poliol y del isocianato lo cual hace que sea moldeable y de fácil manejo. Es muy resistente y puede emplearse de forma sólida, líquida o en espuma. Dependiendo el caso tras aplicarse tiende en expandirse para tomar una forma sólida. Se lo emplea como aislante térmico, hidrófugo y antihumedad.

Conclusión de la simulación

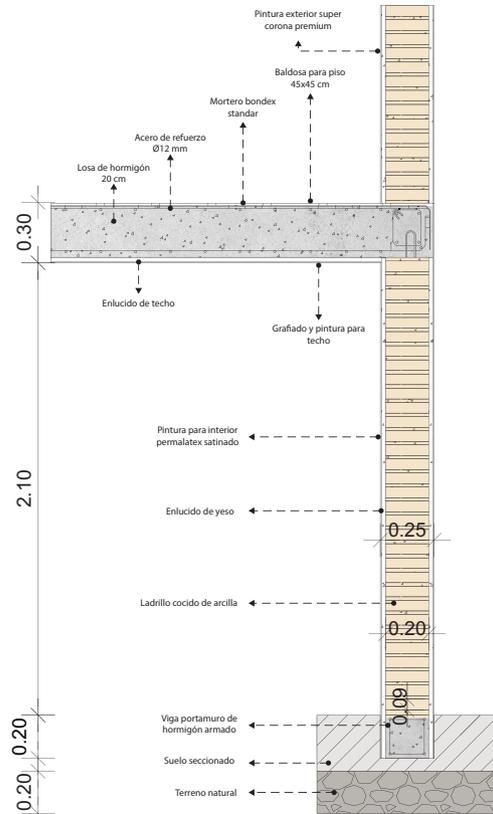
El corcho ha demostrado durante muchos años ser un buen aislante tanto acústico como térmico, al implementarse sobre la cubierta de teja, se crea un aislante y una protección del material, junto a la placa de poliestireno expandido mitigan el paso de calor al interior, se observó en la simulación una reducción de casi 5.4°C de la temperatura registrada al interior de la cubierta de teja llegando a los 30.2 °C de los 35.6 °C en el estado actual, esto generando una reducción de temperatura ambiente en la cámara de aire en el entretecho y una mejora de 1 °C en la temperatura latente del cielo falso de gypsum, logrando una mejora en su interior.

ANÁLISIS ACTUAL

Cubierta tipo 2

Figura 67.

DT 2 - Detalle constructivo cubierta plana de hormigón.



DETALLE CONSTRUCTIVO CUBIERTA PLANA DE HORMIGÓN

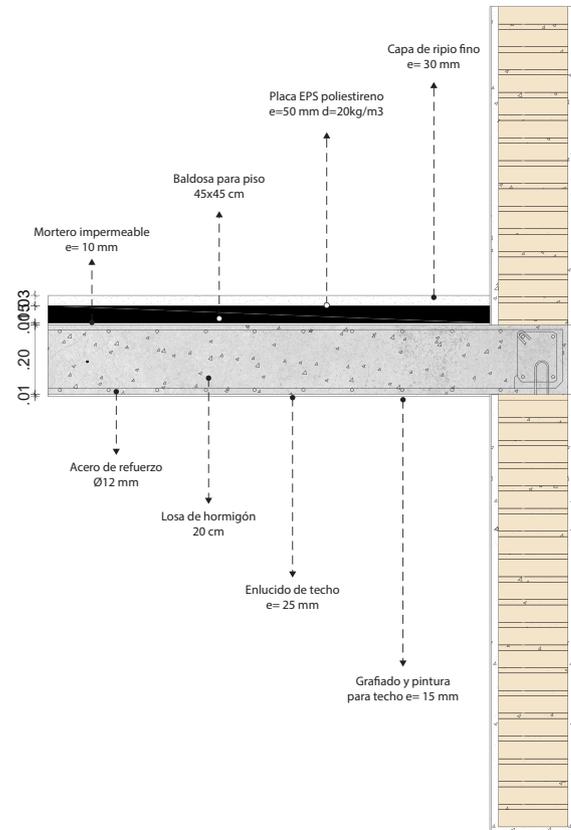
Esc: 1:50

Nota: Detalle constructivo del estado actual de la cubierta plana junto a la mampostería. Elaborado por el autor.

ANÁLISIS DE PROPUESTA

Figura 68.

Detalle constructivo de la propuesta de materiales en la cubierta plana de hormigón



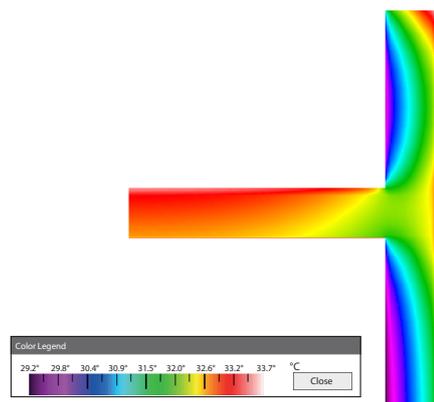
DETALLE CONSTRUCTIVO PROPUESTA EN CUBIERTA PLANA DE HORMIGÓN

Esc: 1:25

Nota: Detalle constructivo de la implementación de la placa de poliestireno expandido y la capa fina de ripio. Se coloca sobre la losa actual los materiales propuestos sin mayor modificación de la misma. Elaborado por el autor

Figura 69.

Análisis térmico de la cubierta plana actual



Nota: Simulación térmica de la cubierta de plana de hormigón en su estado actual. Elaboración propia realizado con el programa THERM 7.5

Datos usados en las simulaciones

Tabla 26.

Propiedades de los materiales en la cubierta plana

MATERIALIDAD	ESPESOR cm.	DENSIDAD kg/m ³	CONDUCTIVIDAD TÉRMICA W/mk	FACTOR U. W/m ² k
Losa de hormigón	20	2400	1,63	4,7
Mortero de cemento	1	2000	1,4	0,07
Baldosa	0,8	800	0,81	4,29
Placa EPS poliestireno	5	20	0,0413	0,95
Ripio	3	1800	0,64	1,4

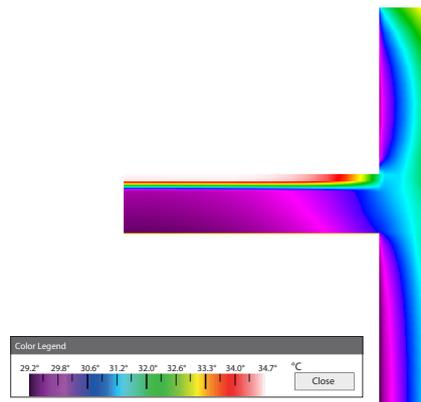
Nota: Tabla de los materiales usados en la simulación de la propuesta de la cubierta plana. Elaboración propia.

Conclusión de la simulación

Las superficies planas son generalmente aquellas que reciben el mayor impacto solar y donde los puentes térmicos son más visibles, pues en las mismas se generan agrietamientos y desgaste de los materiales, por ello se debe manejar unas capas adecuadas de aislamiento térmico que impidan este tipo de problemas, se implementa en esta cubierta plana una placa de poliestireno expandido de 50 mm y sobre ella una capa de ripio fino permitiendo de esa manera reducir 6.9 °C de 36.7°C temperatura inicial registrada como condicionante de contorno exterior.

Figura 70.

Análisis térmico de la propuesta de ripio y poliestireno en cubierta plana



Nota: Simulación térmica de la propuesta de materiales de una placa de poliestireno y una capa de ripio fina en la cubierta plana de hormigón. Elaboración propia realizado con el programa THERM 7.5

Tabla 27.

Datos de las condiciones de límite en la cubierta plana

CONDICIONES DE LÍMITE EN CUBIERTA PLANA		
Contorno	Temperatura °C (In situ)	Coefficiente interior w/m ² k (NEC 11)
C.E. Hormigón	36,7	1,47
C. I. Hormigón	29,5	1,47

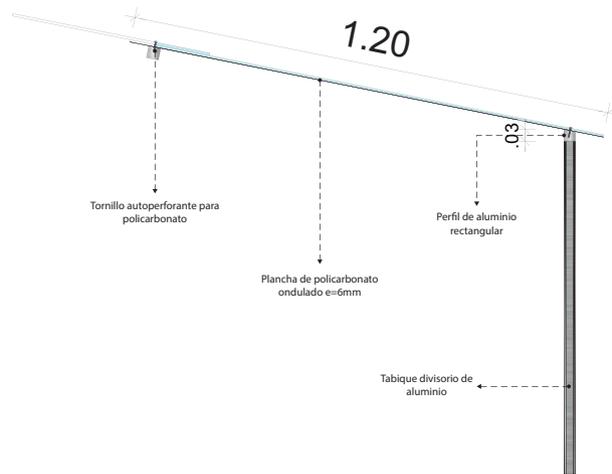
Nota: Tabla de datos específicos en las condicionantes exteriores de la cubierta plana. Elaboración propia

ANÁLISIS ACTUAL

Cubierta tipo 3

Figura 71.

DT 3 - Detalle constructivo cubierta de policarbonato.



DETALLE CONSTRUCTIVO CUBIERTA DE POLICARBONATO

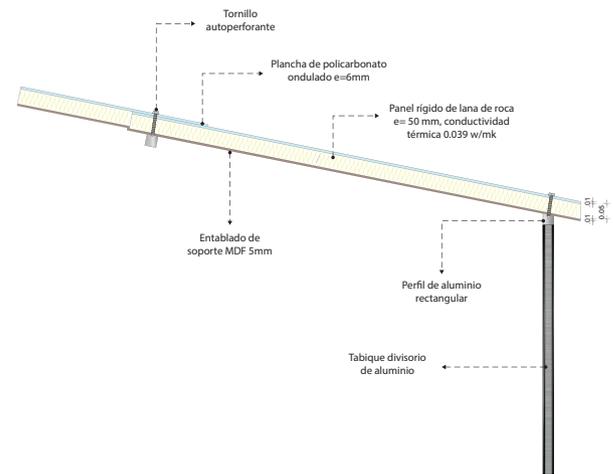
Esc: 1:25

Nota: Elaboración propia

ANÁLISIS DE PROPUESTA

Figura 72.

Detalle constructivo de la propuesta de materiales en la cubierta de policarbonato



DETALLE CONSTRUCTIVO PROPUESTA EN CUBIERTA DE POLICARBONATO

Esc: 1:25

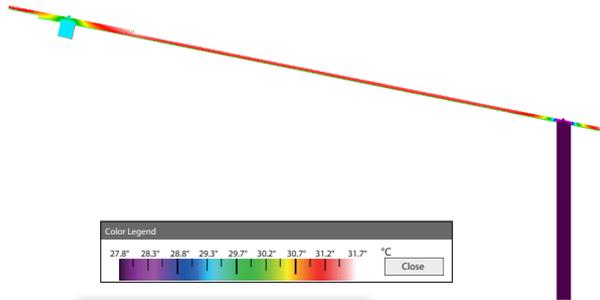
Nota: Detalle constructivo con la inserción de lana de roca bajo la cubierta de policarbonato. Se agrega únicamente la lana de roca debajo del policarbonato, creando una capa gruesa de aislamiento. Elaboración propia.

Materiales aislantes empleados para la propuesta

- **Lana de roca.** – Es un material usado como aislante térmico considerada una lana mineral creada a partir de la roca natural de tipo volcánica. Se le considera un material sostenible y reciclable. Además, su conductividad térmica es baja, siendo un aislante no hidrófilo debido a que no retiene humedad, permeable.

Figura 73.

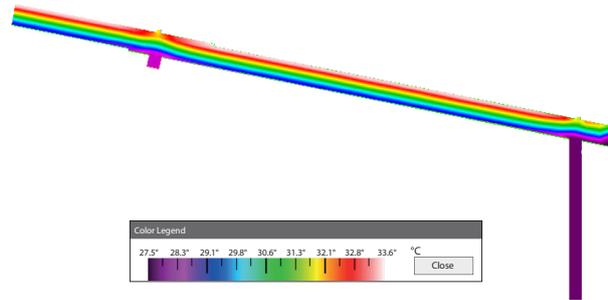
Análisis térmico de la cubierta de policarbonato



Nota: Simulación térmica de la cubierta de policarbonato en su estado actual. Elaboración propia realizado con el programa THERM 7.5

Figura 74.

Análisis térmico de la propuesta de lana de roca en cubierta de policarbonato



Nota: Simulación térmica de la propuesta de materiales de una placa de lana de roca en la cubierta de policarbonato. Elaboración propia realizado con el programa THERM 7.5

Datos usados en las simulaciones

Tabla 28.

Propiedades de los materiales en la cubierta de policarbonato

MATERIALIDAD	ESPESOR cm.	DENSIDAD kg/m ³	CONDUCTIVIDAD TÉRMICA W/mk	FACTOR U. W/m ² k
Cubierta de policarbonato	0,6	1200	0,22	3,9
Aluminio	0,7	130	205	3,2
Lana de roca	5 cm	45	0,039	1,25

Nota: Tabla de los materiales usados en la simulación de la propuesta de la cubierta de policarbonato. Elaboración propia.

Tabla 29.

Datos de las condiciones de límite en la cubierta con policarbonato simple

CONDICIONES DE LÍMITE EN CUBIERTA DE POLICARBONATO		
Contorno	Temperatura °C (In situ)	Coefficiente interior w/m ² k (NEC II)
C.E. Policarbonato	35,8	1,47
C.I. Policarbonato	29,6	1,47

Nota: Tabla de datos específicos en las condicionantes exteriores de la cubierta de policarbonato. Elaboración propia.

Conclusión de la simulación

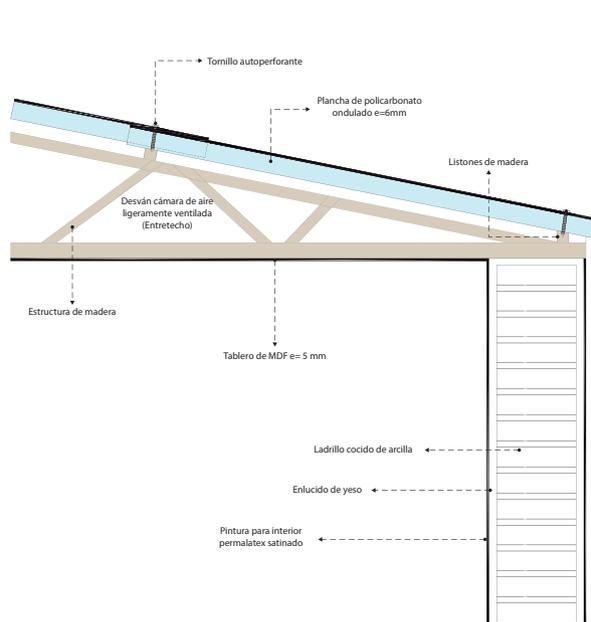
En el estado actual de esta cubierta de policarbonato, el paso de calor era evidente, lo que convierte al espacio interior en un espacio con una temperatura demasiado elevada, se implementa un panel rígido de lana de roca que impida este paso de calor por medio de este material traslucido, demostrando en la simulación que el material llega absorber una temperatura máxima de 35.8 °C, refiriéndonos al calor que en un inicio se transmitía directamente al interior. Al ser una lámina delgada se coloca el panel rígido debajo de la misma y con el mismo absorbe toda esa temperatura que se transmitía directamente, llegando a una temperatura latente interior de 29.1 °C, bajando los 6.7°C respectivamente de su temperatura inicial.

ANÁLISIS ACTUAL

Cubierta tipo 4

Figura 75.

DT 4 - Detalle constructivo de la cubierta de policarbonato con estructura de madera



DETALLE CONSTRUCTIVO CUBIERTA DE POLICARBONATO

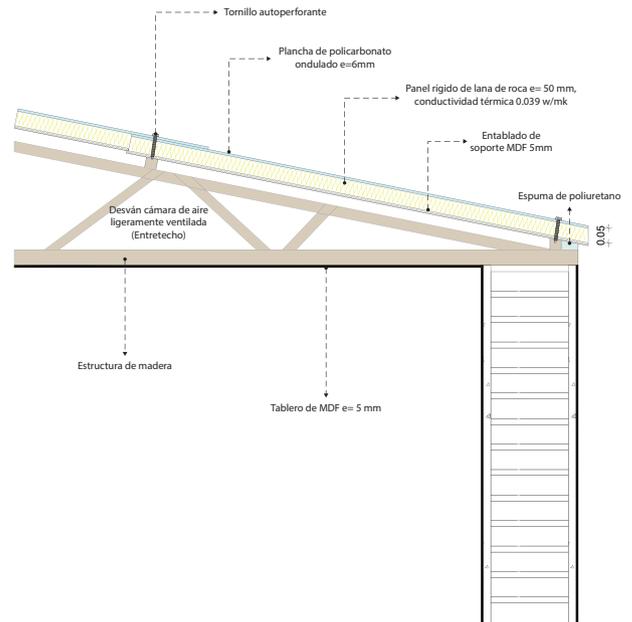
Esc: 1:50

Nota: Detalle del estado actual de la cubierta de policarbonato junto a un cielo falso de madera sobre una mampostería de ladrillo. Elaborado por el autor.

ANÁLISIS DE PROPUESTA

Figura 76.

Detalle constructivo de la propuesta de materiales en la cubierta de policarbonato con estructura de madera



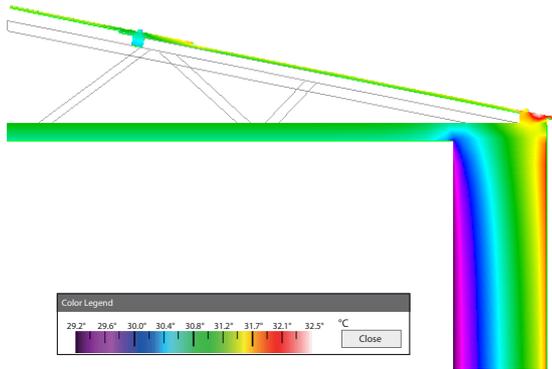
DETALLE CONSTRUCTIVO PROPUESTA CUBIERTA DE POLICARBONATO

Esc: 1:25

Nota: Detalle constructivo con la implementación de la placa de lana de roca para la mitigación del puente térmico generado en la cubierta de policarbonato. No se modifica la estructura de la cubierta solo se adapta el material bajo el policarbonato para una intervención menor. Elaboración propia.

Figura 77.

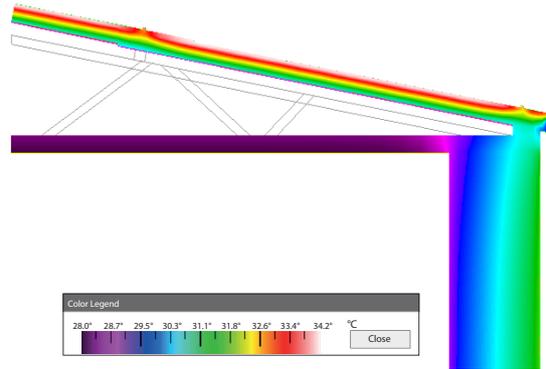
Análisis térmico del policarbonato con estructura de madera



Nota: Simulación térmica de la cubierta de policarbonato con estructura de madera en su estado actual. Elaboración propia realizado con el programa THERM 7.5

Figura 78.

Análisis térmico de la propuesta de placa de lana de roca en cubierta de policarbonato



Nota: Simulación térmica de la propuesta de materiales de una placa de lana de roca en la cubierta de policarbonato con estructura de madera. Elaboración propia realizado con el programa THERM 7.5

Datos usados en las simulaciones

Tabla 30.

Propiedades de los materiales en la cubierta con policarbonato sobre estructura de madera

MATERIALIDAD	ESPESOR cm.	DENSIDAD kg/m ³	CONDUCTIVIDAD TÉRMICA W/mk	FACTOR U. W/m ² k
Cubierta de policarbonato	0,6	1200	0,22	3,9
Tablero de MDF	0,6	525	0,12	1,52
Lana de roca	5	45	0,039	1,25
Espuma de poliuretano	5	30	0,029	1,75

Nota: Tabla de los materiales usados en la simulación de la propuesta de la cubierta de policarbonato con cámara de aire. Elaboración propia.

Tabla 31.

Datos de las condiciones de límite en la cubierta con policarbonato

CONDICIONES DE LÍMITE EN LA CUBIERTA DE POLICARBONATO CON CÁMARA DE AIRE		
Contorno	Temperatura °C (In situ)	Coefficiente interior w/m ² k (NEC 11)
C.E. Policarbonato	35,8	1,47
C.I. Policarbonato	29,6	1,47
C.I. Madera	35,8	0,96

Nota: Tabla de datos específicos en las condicionantes exteriores de la cubierta de policarbonato con cámara de aire. Elaboración propia.

Conclusión de la simulación

La simulación realizada en este espacio con cubierta de policarbonato destinada para bodega registraba inicialmente una temperatura de 35.8 °C en su condición latente del material, el implemento de un panel de lana de roca y su soporte para la instalación generaron una reducción de 7.8 °C, llegando a los 28.0 °C en el material empleado como cielo falso, con lo cual su temperatura ambiente también mejora significativamente.

RESUMEN COMPARATIVO

Tabla 32.

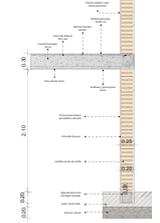
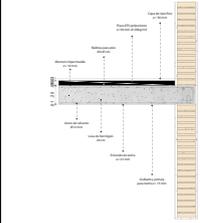
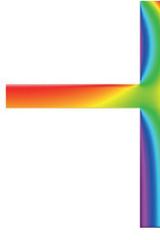
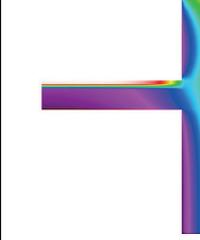
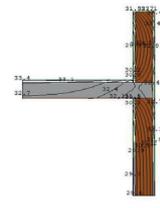
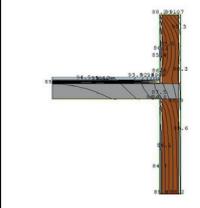
Comparativa DT 1 simulaciones y materiales

CUBIERTA INCLINADA DE TEJA DE FIBROCEMENTO		
	ESTADO ACTUAL	PROPUESTA
DETALLES CONSTRUCTIVOS		
COMPARACIÓN DE SIMULACIÓN CON INFRARROJOS DE CALOR		
LEYENDA DE TEMPERATURAS		
COMPARACIÓN DEL FLUJO DE LINEAS CONSTANTES		
MATERIALES EMPLEADOS	Teja de fibrocemento Eternit 5,1mm Perfil metálico tipo C para estructura Gypsum de 2 cm de espesor Espuma de poliuretano	Teja de fibrocemento Eternit 5,1mm Perfil metálico tipo C para estructura Gypsum de 2 cm de espesor Corcho proyectado de 4 mm Poliestireno expandido de 50 mm Barrera de vapor de 1 mm Espuma de poliuretano Soporte de MDF 5 mm
CONCLUSIÓN DE LAS SIMULACIONES	Con la implementación de los materiales para el aislamiento se nota que el corcho junto con la placa de poliestireno expandido ayudan a mitigar el impacto del calor que absorbia inicialmente la teja y así mejorar el confort térmico en la misma, inicialmente la temperatura latente al interior de la teja se registraba en 35,6 °C y al exterior de 37,9 °C, con los aislantes propuestos esta temperatura disminuyó a 30,2 °C dando una diferencia de 5,4 °C menos, esta mejora permite que la cámara de aire o entretrecho reduzca su temperatura ambiente siendo un espacio más útil y por ende la temperatura del cielo falso mejora en 1°C para el ambiente interior de la residencia.	

Nota: Comparativa de las simulaciones realizadas en el estado actual y con la implementación de los materiales aislantes. Elaboración propia.

Tabla 33.

Comparativa DT 2 simulaciones y materiales

CUBIERTA PLANA DE HORMIGÓN		
	ESTADO ACTUAL	PROPUESTA
DETALLES CONSTRUCTIVOS		
COMPARACIÓN DE SIMULACIÓN CON INFRARROJOS DE CALOR		
LEYENDA DE TEMPERATURAS		
COMPARACIÓN DEL FLUJO DE LINEAS CONSTANTES		
MATERIALES EMPLEADOS	<p>Losa de hormigón de 20 cm Mortero bondex standar Cerámica para piso de 45x45 cm Enlucido de techo Grafiado y pintura para techo</p>	<p>Losa de hormigón de 20 cm Mortero impermeable de 10 mm Placa sólida de poliestireno de 50 mm Capa de ripio fino 30 mm Enlucido de techo, grafiado y pintura</p>
CONCLUSIÓN DE LAS SIMULACIONES	<p>En esta cubierta se podía registrar una temperatura latente elevada pues su exposición es directa, al implementar dos capas extra como aislantes térmicos, su temperatura disminuyó aproximadamente 7.5 °C, pues su temperatura inicial latente estaba en 36,7 °C lo que generaba el discomfort en el espacio interior, la zona de mayor flujo de calor identificado fue en la unión de la cubierta con la mampostería lo que las capas de ripio ayudaron a disminuir el cubrir dicha zona. Se puede observar cómo cada capa aislante absorbe y retiene el calor, manteniendo el resto de la estructura con una temperatura estable.</p>	

Nota: Comparativa de las simulaciones realizadas en el estado actual y con la implementación de los materiales aislantes. Elaboración propia.

Tabla 34.

Comparativa DT 3 simulaciones y materiales

CUBIERTA DE POLICARBONATO ONDULADO		
	ESTADO ACTUAL	PROPUESTA
DETALLES CONSTRUCTIVOS		
COMPARACIÓN DE SIMULACIÓN CON INFRARROJOS DE CALOR		
LEYENDA DE TEMPERATURAS		
COMPARACIÓN DEL FLUJO DE LINEAS CONSTANTES		
MATERIALES EMPLEADOS	<p>Láminas de policarbonato ondulado 6 mm Perfil de aluminio rectangular Tornillo autopercutor para policarbonato</p>	<p>Láminas de policarbonato ondulado 6 mm Panel rígido de lana de roca 50 mm Entablado de soporte MDF 5 mm</p>
CONCLUSIÓN DE LAS SIMULACIONES	<p>Los materiales traslucidos permiten el paso de calor por lo cual el espacio analizado presenta una ganancia térmica, con la implementación del panel de lana de roca este paso de calor es mucho menor, pues el calor es mitigado en esta barrera generada, es decir el calor que en un inicio se presentaba al interior del espacio, ahora se mantiene en el panel de lana de roca, se partía con un registro de una temperatura o condición del contorno exterior medido de 35,8 °C y con la propuesta esta temperatura disminuye a 29,1 °C, siendo 6,7 °C menos que el rango con el que se inició, cumpliendo de esa manera una mitigación eficiente.</p>	

Nota: Comparativa de las simulaciones realizadas en el estado actual y con la implementación de los materiales aislantes. Elaboración propia.

Tabla 35.

Comparativa DT 4 simulaciones y materiales

CUBIERTA DE POLICARBONATO ONDULADO 6 MM		
	ESTADO ACTUAL	PROPUESTA
DETALLES CONSTRUCTIVOS		
COMPARACIÓN DE SIMULACIÓN CON INFRARROJOS DE CALOR		
LEYENDA DE TEMPERATURAS		
COMPARACIÓN DEL FLUJO DE LINEAS CONSTANTES		
MATERIALES EMPLEADOS	<p>Láminas de polycarbonato ondulado 6 mm Cielos falsos de tablero de MDF 5 mm Estructura de madera</p>	<p>Láminas de polycarbonato ondulado 6 mm Desván con cámara de aire ligeramente ventilada Cielos falsos de tablero de MDF 5 mm Panel rígido de lana de roca 50 mm Estructura de madera Entablado de soporte Espuma de poliuretano</p>
CONCLUSIÓN DE LAS SIMULACIONES	<p>En la simulación aplicada se observó que el paso del calor mediante el polycarbonato a la estructura de madera del espacio generaba un aumento de temperatura por el contacto directo al ser un traslucido, por ello se implementará la lana de roca como panel entre la estructura y la cubierta genera que ese calor no se transmita, esto además generando una cámara de aire ventilada que permite reducir el aire caliente que se genere en el entretecho, así se demuestra una reducción de 7,8 °C, a partir de la temperatura condicionante registrada de 35,8 °C, llegando a los 28,0 °C en el cielo falso de este espacio.</p>	

Nota: Comparativa de las simulaciones realizadas en el estado actual y con la implementación de los materiales aislantes. Elaboración propia.

3.6. RESUMEN DEL PROCESO METODOLÓGICO

En el presente apartado, se resume todo el proceso metodológico aplicado hasta el momento, para poder llegar a los resultados de la investigación, responder las preguntas de investigación y cumplir con los objetivos planteados para este trabajo. Por ello se planteó una serie de pasos a seguir en cada objetivo para que los mismos sean cumplidos a cabalidad y de la manera más acertada posible. Empecemos con cada uno de ellos.

OBJETIVO 1: Identificar las patologías en las cubiertas que inciden en el confort de las residencias urbanas de la Ciudad de Ambato.

- *Paso 1: Realizar una visita del sector y observar las viviendas predominantes.*

Este proceso se realizó recorriendo todas las calles del barrio Ingahurco, observando y tomando fotografías del espacio y las viviendas a fin de obtener información del entorno en el que se va a realizar la investigación y saber que tipologías de residencias se podía encontrar, se realizó en de dos formas tanto presencialmente como por medio de recorridos virtuales por Google maps pues permitía conocer el estado en el que se encontraban las viviendas desde algún tiempo atrás o como las mismas han ido cambiando.

- *Paso 2: Levantar los datos característicos sobre la materialidad y tipo de las viviendas de la zona mediante el apoyo de fichas técnicas*

Para este paso se generaron fichas de observación de 10 viviendas que se pueden observar en los **Anexos 1-10**, para a partir de las mismas poder escoger dos viviendas predominantes y características del sector.

- *Paso 3: Seleccionar 2 viviendas tipo que predominen en el sector para realizar el estudio correspondiente en las mismas.*

Se selecciono dos viviendas que en parte fue por la apertura que nos brindaron, pues por la emergencia sanitaria que se está viviendo actualmente, el conseguir la apertura de los residentes resulta complicado, por ello estas dos residencias son las que se analizan para sacarle el mejor provecho posible.

Figura 79.

Selección de las dos residencias analizadas



Nota: Imágenes tomadas por el autor.

Objetivo 2: Diagnosticar los puentes térmicos que generan disconfort a través de las cubiertas de los casos de estudio.

- *Paso 1: Definir los espacios con disconfort térmico generados por los puentes térmicos presentes en las cubiertas.*

Mediante la observación se identificó los puentes térmicos específicos en las cubiertas de las residencias, los mismos que son analizados en las fichas específicas de la casa levantando la información de todos los detalles de cada edificación.

- *Paso 2: Examinar la materialidad empleada en cubiertas y los posibles puentes térmicos en ellas.*

Se realizó inicialmente en campo un análisis de temperatura con el uso de un termómetro de ambiente y uno para registrar la temperatura latente de los materiales, a medida de generar unas tablas con los datos de temperatura y materialidad de cada espacio. Ver de la [Tabla 5 - 21](#).

- *Paso 3: Realizar las entrevistas a los residentes de las viviendas*

Esto se consiguió el día del levantamiento de campo, y con la misma se pudo saber que percepción de confort tienen los usuarios en sus viviendas, esto ayudo a definir que espacios analizar y que problemas presenta cada uno. Ver en [Tabla 22 - 23](#).

- *Paso 4: Realizar la revisión bibliográfica del tema.*

Para completar este paso se recabo información, de repositorios, revistas científicas, manuales, normativas y demás investigaciones relacionadas al tema y que aporten información concreta. Este paso se puede corroborar en el [Estado del arte y en la Tabla 1](#).

- *Paso 5: Buscar soluciones en base a lo analizado en las viviendas tipo mediante el sustento bibliográfico.*

Esto se hizo relacionado a la investigación bibliográfica y a la observación del detalle junto a las imágenes tomadas de las viviendas y sus espacios a fin de determinar cuáles son los materiales más idóneos para su aplicación.

Objetivo 3: Proponer soluciones para las cubiertas de las residencias urbanas analizadas de la ciudad de Ambato en el barrio Ingahurco, de manera que incidan positivamente en el confort y eficiencia energética.

- *Paso 1: Realizar el levantamiento volumétrico de las 2 viviendas seleccionadas para realizar el análisis.*

Se hizo el levantamiento respectivo de las dos residencias, para tener un acercamiento más específico, tratando de no perder ningún detalle, además se realizó los planos arquitectónicos correspondientes, para conocer como están los espacios definidos. Ver en [Anexos 11 - 26](#).

Figura 80.
Levantamiento 3D R1



Nota: Elaboración en equipo de trabajo

Figura 81.

Levantamiento 3D R2



Nota: Elaboración en equipo de trabajo.

- Paso 2: Definir los datos climatológicos de la ciudad de Ambato mediante el programa climate consultant

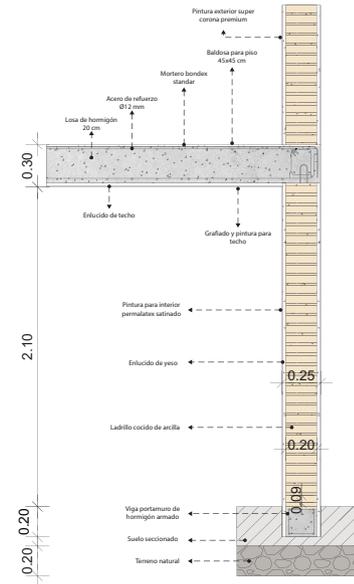
Esta información se la pudo especificar en el capítulo 3 en la parte de estructura climática dentro del contexto físico, conociendo los detalles de temperatura, precipitaciones, asoleamientos y niveles de confort en la ciudad de Ambato. Ver en Figuras 19 – 27.

- Paso 3: Diseñar el detalle constructivo de las cubiertas para aplicar las simulaciones y propuestas

Los detalles constructivos se realizaron tanto del estado actual como de las propuestas implementadas en cada una de ellas, eso con el uso de Autocad y el análisis de materiales para aplicarlos en cada uno de los espacios. Estos detalles de pueden observar en las Figuras 63-64-67-68-71-72-75-76.

Figura 82.

Ejemplo de los detalles constructivos realizados



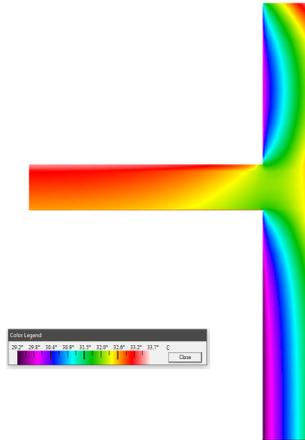
Nota: Elaborado por el autor.

- Paso 4: Generar el análisis de materialidades en cubiertas de las viviendas en el programa therm.

Se realizó el análisis de cada uno de los detalles constructivos del estado actual y de las propuestas, para conocer como funcionaban cada uno respecto a una simulación en infrarrojos de calor, definiendo donde están los puentes térmicos y si los mismos se mitigan con las propuestas aplicadas. Estos análisis se pueden ver en las Figuras 65-66-69-70-73-74-77-78.

Figura 83.

Ejemplo de una simulación de therm aplicada



Nota: Elaborada por el autor.

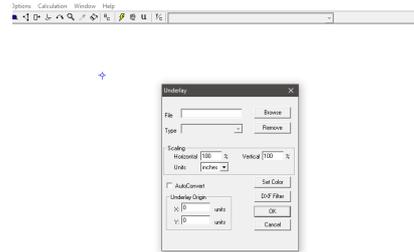
- Paso 5: Obtener los resultados de las simulaciones para generar el sustento teórico de la investigación.

Estos resultados están analizados en una tabla resumen comparativa de todas estas simulaciones con las cuales podemos llegar a las conclusiones y recomendaciones para esta investigación. Ver en [Tabla 32-33-34-35](#).

Para conseguir las simulaciones respectivas se aplicó una serie de pasos en el uso del software therm, empezando por generar el detalle constructivo en autocad para ser exportado como un documento base en líneas simples. Cumpliendo los siguientes pasos:

Figura 84.

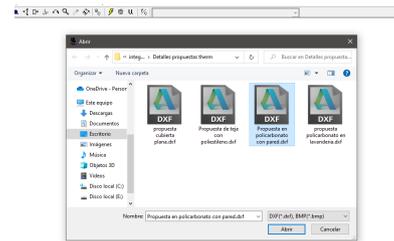
Paso 1 uso de software therm



Nota: En este paso se busca el documento ingresando en un formato de líneas para ello en la opción underlay y cambiando las unidades. Tomado del programa therm.

Figura 85.

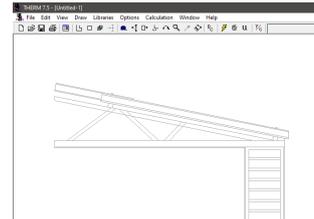
Paso 2 uso del software therm



Nota: Se carga un archivo en formato dxf previamente establecido. Tomada del software therm.

Figura 86.

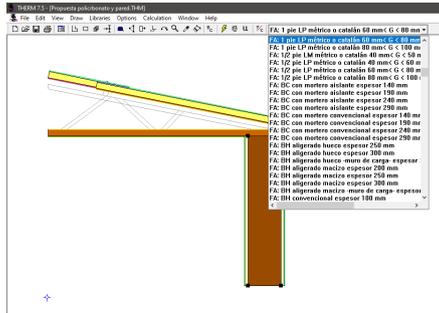
Paso 3 uso del software therm



Nota: Una vez cargado el gráfico, se redibuja el mismo dentro del programa. Tomada del software therm.

Figura 87.

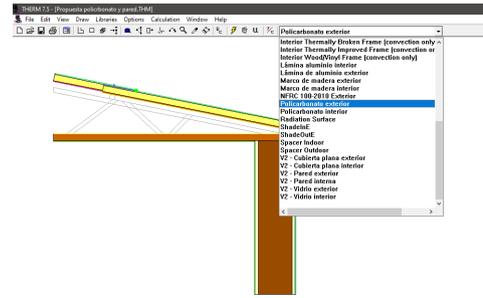
Paso 4 uso del software therm



Nota: Se designan materiales a todos los espacios del dibujo para su simulación, de acuerdo a lo que se necesite. Tomada del software therm.

Figura 89.

Paso 6 uso del software therm



Nota: Se designan las condicionantes creadas para el modelo a cada límite del dibujo. Tomada del software therm.

Figura 88.

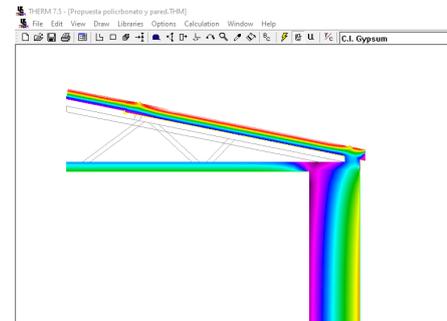
Paso 5 uso del software therm



Nota: En este paso se crean condiciones de límite o de contorno de acuerdo a los requerimientos de lo que se desea analizar. Tomada del software therm.

Figura 90.

Paso 7 uso del software therm



Nota: Se genera la simulación para la interpretación del comportamiento térmico de los materiales. Tomada del software therm.

3.7. CONCLUSIONES PARCIALES

Mediante el análisis del contexto físico se pudo determinar el clima de la ciudad de Ambato y según la carta psicrométrica el nivel de confort de las residencias de la ciudad, demostrando tener apenas un 8.6% de confort adecuado. Lo que destaca la necesidad de estrategias para mejorar dichos valores y no recurrir al consumo de energía extra en las edificaciones.

Con las entrevistas a los expertos se llegó a la conclusión que Ambato aún carece de una arquitectura sostenible, que se debe aprovechar el espacio o la ubicación geográfica en la que se encuentran y que todo problema de confort es posible mitigarlo a medida de un buen análisis tanto del elemento como de su contexto inmediato.

Las simulaciones realizadas han sido muy claras demostrando la existencia de puentes térmicos y esa acumulación de calor en varios espacios, por ellos con las propuestas aplicadas se puede decir que, si se genera una corrección de los mismos, pero en muchos de estos casos no logrando mejorar significativamente debido a su principal material aplicado y por la incidencia solar directa con la que se analizó, pero está claro que la mitigación si se dio y una mejora de la misma salto a la vista.

3.8. RESPUESTAS A LAS PREGUNTAS DE INVESTIGACIÓN

¿Existe disconfort térmico dentro de las residencias urbanas de la ciudad de Ambato?

Si existe este disconfort térmico, se lo pudo investigar mediante el software climate consultant, la bibliografía analizada y la visita de campo a las residencias de un sector de la ciudad. Esto demostró el disconfort en espacios internos.

¿Los sistemas constructivos empleados en las cubiertas de las residencias de la ciudad de Ambato, en el Barrio Ingahurco, influyen en el confort térmico de los espacios?

Si influyen en gran medida, pues muchas de ellas no son aisladas térmicamente de manera correcta, lo que produce un puente térmico evidente y espacios inhabitables para muchos de sus usuarios, esto comprobado con las simulaciones analizadas de varios tipos de cubiertas del barrio Ingahurco.

¿Es posible solucionar problemas de confort y eficiencia energética en residencias urbanas existentes del barrio Ingahurco, de la ciudad de Ambato, mediante el empleo de estrategias en las cubiertas que mitiguen los puentes térmicos?

Si es posible solucionar estos problemas de confort, solo hace falta un análisis específico del puente térmico y definir que materiales son los más idóneos para aplicarse en ese sitio, esto se comprobó en las simulaciones realizadas en el desarrollo de la investigación

4

REFLEXIONES FINALES Y RECOMENDACIONES

4.1. REFLEXIONES FINALES

La investigación realizada resalta que los puentes térmicos están presentes en todos los espacios y que toda residencia presenta cierto desconfort, sea en ambientes fríos como en ambientes calientes. Por ello la elección de los materiales correctos es lo fundamental al momento de diseñar y construir pues son los que generan una eficiencia energética a los espacios sin demandar gastos extra.

En estos casos en particular se aplicaron lo que son lana mineral como la lana de roca y algunos plásticos como el poliestireno y el poliuretano, que permiten un aislamiento térmico y acústico, se empleó además materiales como el corcho proyectado y el ripio fino sobre las cubiertas, lo cual impide el paso de calor al interior.

En las dos residencias los puentes térmicos fueron evidentes y su mitigación fue satisfactoria, sobre todo en dos de ellos pues los aislantes empleados en la propuesta generaron reducciones de más de 3 °C lo cual al espacio interior le permite tener un mejor confort y de igual manera mantener el calor cuando es necesario.

4.2. RECOMENDACIONES

Se puede mencionar que es recomendable estudiar las condicionantes climáticas del sector donde se está realizando la investigación, puesto que al tratar un tema de confort térmico la incidencia de estos factores juega unos de los roles principales para poder generar los aportes necesarios a la investigación y que la misma contenga datos actualizados y verídicos.

Es importante el saber seleccionar los materiales, conocer sus propiedades y como trabajan en cada uno de los ambientes, no solo conocerlos dentro de un estudio teórico sino inclusive ya en su aplicación, de esta manera se logra conocer que tan comfortable será cada espacio y es el mismo cumple con los niveles de confort que requiere un usuario. Entre estas propiedades se debe observar sus propiedades físicas, a la compresión, flexión, durabilidad, conductividad térmica, de esa manera su elección será más acertada.

Queda como recomendación a profesionales y futuros profesionales, el reflexionar un poco al momento de diseñar y construir, sabiendo que de nosotros depende la calidad de vida que tendrán los usuarios y el impacto ambiental que generaremos debido a nuestra obra. Pensar que podemos aportar positivamente a medio ambiente y a la comunidad en general.

5

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

REFERENCIAS

- Acosta, D. A. (s.f.). *Arquitectura y construcción sostenible*. dearquitectura 04.
- Aguilar, M. A. (14 de Octubre de 2016). Metodología de Investigación. Obtenido de <https://sites.google.com/site/metodologiadeinvestigaciontese/enfoques-mixtos>
- Barragán, R., Salman, T., Virginia, A., & Córdova, J. (2003). *Guía para la Formulación y Ejecución de Proyectos de Investigación*. La Paz.
- Blender, M. (26 de Mayo de 2015). *Arquitectura y Energía*. Obtenido de <http://www.arquitecturayenergia.cl/home/quien-invento-la-arquitectura-bioclimatica/>
- Briones, F. M. (2014). *La arquitectura sostenible, nuevas iniciativas en el uso de los materiales*. Fert Batxillerat.
- Buen R., O. (2020). *Eficiencia energética en el confort térmico en viviendas de clima cálido en México*. México: CONUEEE.
- Chávez, P. (2017). *Energías renovables y eficiencia energética*. Buenos Aires: Nobuko. Obtenido de <https://www.digitaliapublishing.com/visor/59300>
- CLIMATE-DATA.ORG. (2019). Obtenido de <https://es.climate-data.org/america-del-sur/ecuador/provincia-de-tungurahua/ambato-2957/>
- Delgado, G. C., & De Luca Zuria, A. (2015). *Adaptación y mitigación urbana del cambio climático en México*. CLACSO. Obtenido de http://biblioteca.clacso.edu.ar/Mexico/ceiich-unam/20170427054556/pdf_1300.pdf
- Garzón, A. B. (2007). *Arquitectura Bioclimática*. Argentina: nobuko.
- Gómez, A. G., Bojórquez, M. G., & Ruiz, T. R. (2007). *El confort térmico: dos enfoques teóricos enfrentados*. Palapa.
- Guevara Garrido, J. (2015). *REACONDICIONAMIENTO TÉRMICO DE VIVIENDAS: CRITERIOS DE INTERVENCIÓN INTEGRAL*. Santiago de Chile. Obtenido de <https://repositorio.uchile.cl/bitstream/handle/2250/137758/Reacondicionamiento-termico-de-viviendas-criterios-de-intervencion-integral.pdf?sequence=1>
- Hernández, P. (2014 de Marzo de 1). *Arquitectura Eficiente*. Obtenido de <https://pedrojhernandez.com/2014/03/01/antecedentes-historicos-de-la-arquitectura-bioclimatica/>
- Hidalgo, J. (1997). *Atlas de los Cantones de Tungurahua*. Quito: Centro Panamericano de Estudios e Investigaciones Geográficas (CEPEIGE).
- INEC. (2010). *Instituto Nacional de Estadísticas y Censos*. Obtenido de <https://www.ecuadorencifras.gob.ec/censo-de-poblacion-y-vivienda/>
- ISO 7730. (2005). *Ergonomía del ambiente térmico. Determinación analítica e interpretación del*. Ginebra.
- L., T. J. (2010). *Climatización considerando el ahorro de energía y confort*. Argentina.

- Mena, V. G., & Ordóñez, X. C. (2012). Criterios Bioclimáticos para el diseño de viviendas unifamiliares en la ciudad de Cuenca. Cuenca: Universidad Estatal de Cuenca. Obtenido de <http://dspace.ucuenca.edu.ec/handle/123456789/595>
- Mercado, M. V. (2010). Comportamiento termico-energético de una vivienda social de la ciudad de Mendoza, Argentina. Argentina. Obtenido de <https://www.scielo.br/j/ac/a/dqShSBRW5YHSGfZCDknJrcC/?format=pdf&lang=es>
- MIDUVI, M. d. (2018). NEC - Eficiencia energética en edificaciones residenciales. Ecuador. Obtenido de <https://www.habitatyvivienda.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2019/03/NEC-HS-EE-Final.pdf>
- Moreno , J. D. (2011). Evaluación Energética de los puentes térmicos en edificaciones. Madrid: Universidad Politécnica de Madrid.
- Navarrete,S.(13de02de2019).Repositorio UTI.Obtenido de <http://repositorio.uti.edu.ec/handle/123456789/11/simple-search?filterquery=Navarrete+Villa%2C+Victor+Santiago&filtername=author&filtertype>equals>
- NEC 11 capítulo 13, N. (2011). Eficiencia Energética en la Construcción en Ecuador. Quito: Ministerio de Desarrollo Urbano y Vivienda.
- NTE INEN 2 506:2009., N. (2009). EFICIENCIA ENERGÉTICA EN EDIFICAIONES REQUISITOS. Quito: INEN.
- Oleas, M. J. (2014). Tecnología Sostenible y Eficiencia Energética aplicada al diseño de una vivienda. Cuenca: Universidad Estatal de Cuenca. Obtenido de <http://dspace.ucuenca.edu.ec/handle/123456789/5539>
- Oswaldo, A. S. (Mayo de 2018). “INCIDENCIA DE LOS ASPECTOS FORMALES DE DISEÑO EN EL DESEMPEÑO. Obtenido de Repositorio Universidad de Cuenca.
- Pachano, W. G., Sixto Duran-Ballén, & Loor, L. M. (1951). Memoria del Poryecto del Plan Regulador de Ambato. Quito: Talleres Gráficos Nacionales.
- Parsons, K. (2010). Materials for Energy Efficiency and Thermal Comfort in Buildings, Woodhead Publishing Series in Energy. Thermal comfort in buildings, in: Hall, M.R. (Ed.).
- Piñeiro, M. (2015). Arquitectura bioclimática. En R. d. Coruña. Obtenido de https://ruc.udc.es/dspace/bitstream/handle/2183/15941/Pi%C3%B1eiroLago_Marta_TFG_2015.pdf?sequence=2&isAllowed=y
- Redondo, O. (2013). Eficiencia Energética, Manual práctico para cálculos térmicos en edificios. Madrid: Tornapunta.
- Sanchez Cortez, L. (2020). EL CONFORT TÉRMICO EN LAS VIVIENDAS RURALES ALTO ANDINAS Y LAS CONDICIONES DE SALUBRIDAD DE LAS FAMILIAS EN LOS DISTRITOS DE SAN JOSÉ DE QUERO Y YANACANCHA EN LA REGIÓN JUNÍN. Lima - Peru. Obtenido de <http://repositorio.unfv.edu.pe/bitstream/handle/UNFV/4450/SANCHEZ%20CORTEZ%20LOZANO%20PEDRO%20-%20DOCTORADO.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Sánchez, F. O. (Mayo de 2018). Repositorio Universidad de Cuenca.

Sánchez, L., & Reyes, O. (Diciembre de 2015). Medidas de adaptación y mitigación frente al cambio climático en América Latina y el Caribe. Repositorio CEPAL, 54 - 55. Obtenido de https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/39781/S1501265_es.pdf

Secretaría de Estado de Infraestructuras, T. y. (2014). Código Técnico de la Edificación - DB-HE Ahorro de energía. Obtenido de https://www.codigotecnico.org/pdf/Documentos/HE/DA-DB-HE-3_Puentes_termicos.pdf

Strongman, C. (2009). La casa sostenible. Barcelona: Océano.

Tomé, J. S. (26 de Noviembre de 2018). ARREVOL. Obtenido de <https://www.arrevol.com/blog/como-detectar-y-evitar-los-puentes-termicos>

Torres, J. (2010). Climatización considerando el ahorro de energía y confort. Argentina.

Vivienda, M. d. (2011). NEC-11, Capítulo 13: Eficiencia energética en la construcción en Ecuador. Quito. Obtenido de <https://inmobiliariadja.files.wordpress.com/2016/09/nec2011-cap-13-eficiencia-energ3a9tica-en-la-construccic3b3n-en-ecuador-021412.pdf>

vivienda, M. d. (2018). Norma Ecuatoriana de la Construcción (NEC). En Eficiencia energética en Edificaciones Residenciales. Ecuador.

6

ANEXOS

DIAGNÓSTICO Y MITIGACIÓN DE Puentes Térmicos EN RESIDENCIAS DE LA ZONA URBANA DE AMBATO, CON UN ENFOQUE EN CUBIERTAS Y SU CORRECTA APLICACIÓN

Anexo 1.

Ficha 1 de observación de las viviendas tipo en el Barrio Ingahurco.

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA INDOAMÉRICA			
REGIÓN	SIERRA		
PROVINCIA	TUNGURAHUA		
PARROQUIA	INGAHURCO		
FICHA TÉCNICA DE OBSERVACIÓN			
1. Informe General	Nº Ficha	1	
2. Denominación	Vivienda Residencial		
3. Ubicación	Calle Brasil		
4. Material:	CUBIERTA	MAMPOSTERÍA	VENTANAS
	Inclinada teja / zinc	Mixta bloque / ladrillo	Aluminio / Metal
5. Descripción	Vivienda de 3 pisos adosada solo a un lado		
6. Estado de conservación	Presencia de desgaste de material		
7. Observaciones	La parte sin adosar se encuentra sin ningún tipo de recubrimiento		
Fecha de elaboración	7 de Octubre del 2021		
Elaborado por:	Gabriela Cornejo, Freddy Llerena, Emily De la Torre		
Aprobado por:	Arq. Lucía Pazmiño		
Imagen de referencia			
			

Elaborado por: Equipo de trabajo - Freddy Llerena, Gabriela Cornejo, Emily de la Torre.

Anexo 3.

Ficha 3 de observación de las viviendas tipo en el Barrio Ingahurco.

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA INDOAMÉRICA			
REGIÓN	SIERRA		
PROVINCIA	TUNGURAHUA		
PARROQUIA	INGAHURCO		
FICHA TÉCNICA DE OBSERVACIÓN			
1. Informe General	Nº Ficha	3	
2. Denominación	Vivienda Residencial		
3. Ubicación	Calle Puerto Rico		
4. Material:	CUBIERTA	MAMPOSTERÍA	VENTANAS
	Zinc	Bloque	Aluminio
5. Descripción	Vivienda de 3 pisos adosada a ambos lados		
6. Estado de conservación	Buena conservación		
7. Observaciones	La vivienda tiene un mayor retro que la de alado		
Fecha de elaboración	7 de Octubre del 2021		
Elaborado por:	Gabriela Cornejo, Freddy Llerena, Emily De la Torre		
Aprobado por:	Arq. Lucía Pazmiño		
Imagen de referencia			
			

Elaborado por: Equipo de trabajo - Freddy Llerena, Gabriela Cornejo, Emily de la Torre.

Anexo 2.

Ficha 2 de observación de las viviendas tipo en el Barrio Ingahurco.

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA INDOAMÉRICA			
REGIÓN	SIERRA		
PROVINCIA	TUNGURAHUA		
PARROQUIA	INGAHURCO		
FICHA TÉCNICA DE OBSERVACIÓN			
1. Informe General	Nº Ficha	2	
2. Denominación	Vivienda Residencial		
3. Ubicación	Calle Brasil y Panamá		
4. Material:	CUBIERTA	MAMPOSTERÍA	VENTANAS
	Accesible	Mixta bloque	Metal con rejillas
5. Descripción	Vivienda de 2 pisos con terraza accesible		
6. Estado de conservación	Desgaste en la pintura exterior por los años		
7. Observaciones	Es una vivienda esquinera y se encuentra adosada a un costado		
Fecha de elaboración	7 de Octubre del 2021		
Elaborado por:	Gabriela Cornejo, Freddy Llerena, Emily De la Torre		
Aprobado por:	Arq. Lucía Pazmiño		
Imagen de referencia			
			

Elaborado por: Equipo de trabajo - Freddy Llerena, Gabriela Cornejo, Emily de la Torre.

Anexo 4.

Ficha 4 de observación de las viviendas tipo en el Barrio Ingahurco.

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA INDOAMÉRICA			
REGIÓN	SIERRA		
PROVINCIA	TUNGURAHUA		
PARROQUIA	INGAHURCO		
FICHA TÉCNICA DE OBSERVACIÓN			
1. Informe General	Nº Ficha	4	
2. Denominación	Vivienda Residencial		
3. Ubicación	Calle Argentina		
4. Material:	CUBIERTA	MAMPOSTERÍA	VENTANAS
	Inclinada con teja	Ladrillo	Madera
5. Descripción	Vivienda de 3 pisos adosada a ambos lados		
6. Estado de conservación	Buena conservación		
7. Observaciones	La vivienda tiene un mayor retro que la de alado		
Fecha de elaboración	7 de Octubre del 2021		
Elaborado por:	Gabriela Cornejo, Freddy Llerena, Emily De la Torre		
Aprobado por:	Arq. Lucía Pazmiño		
Imagen de referencia			
			

Elaborado por: Equipo de trabajo - Freddy Llerena, Gabriela Cornejo, Emily de la Torre.

DIAGNÓSTICO Y MITIGACIÓN DE PUENTES TÉRMICOS EN RESIDENCIAS DE LA ZONA URBANA DE AMBATO, CON UN ENFOQUE EN CUBIERTAS Y SU CORRECTA APLICACIÓN

Anexo 5.

Ficha 5 de observación de las viviendas tipo en el Barrio Ingahurco.

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA INDOAMÉRICA			
REGION	SIERRA		
PROVINCIA	TUNGURAHUA		
PARROQUIA	INGAHURCO		
FICHA TÉCNICA DE OBSERVACIÓN			
1. Informe General	Nº Ficha	5	
2. Denominación	Vivienda Residencial		
3. Ubicación	Calle Argentina		
4. Material:	CUBIERTA	MAMPOSTERÍA	VENTANAS
	Accesible	Bloque	Metal
5. Descripción	Vivienda de 2 pisos con terraza accesible y retro para áreas verdes		
6. Estado de conservación	Buena conservación		
7. Observaciones	La fachada es discontinua porque la segunda planta presenta una saliente de 1m		
Fecha de elaboración	7 de Octubre del 2021		
Elaborado por:	Gabriela Cornejo, Freddy Llerena, Emily De la Torre		
Aprobado por:	Arq. Lucia Pazmiño		
Imagen de referencia			
			

Elaborado por: Equipo de trabajo - Freddy Llerena, Gabriela Cornejo, Emily de la Torre.

Anexo 7.

Ficha 7 de observación de las viviendas tipo en el Barrio Ingahurco.

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA INDOAMÉRICA			
REGION	SIERRA		
PROVINCIA	TUNGURAHUA		
PARROQUIA	INGAHURCO		
FICHA TÉCNICA DE OBSERVACIÓN			
1. Informe General	Nº Ficha	7	
2. Denominación	Vivienda Residencial		
3. Ubicación	Calle Argentina		
4. Material:	CUBIERTA	MAMPOSTERÍA	VENTANAS
	Accesible - Cubierta plana, con una parte de cubierta inclinada con teja.	Bloque	Madera
5. Descripción	Vivienda de 2 pisos con terraza accesible y retro de 3 metros desde la acera.		
6. Estado de conservación	Buena conservación		
7. Observaciones	La fachada es discontinua, una parte de la residencia llega hasta un tercer piso y la otra		
Fecha de elaboración	7 de Octubre del 2021		
Elaborado por:	Gabriela Cornejo, Freddy Llerena, Emily De la Torre		
Aprobado por:	Arq. Lucia Pazmiño		
Imagen de referencia			
			

Elaborado por: Equipo de trabajo - Freddy Llerena, Gabriela Cornejo, Emily de la Torre.

Anexo 6.

Ficha 6 de observación de las viviendas tipo en el Barrio Ingahurco.

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA INDOAMÉRICA			
REGION	SIERRA		
PROVINCIA	TUNGURAHUA		
PARROQUIA	INGAHURCO		
FICHA TÉCNICA DE OBSERVACIÓN			
1. Informe General	Nº Ficha	6	
2. Denominación	Vivienda Residencial		
3. Ubicación	Calle Argentina		
4. Material:	CUBIERTA	MAMPOSTERÍA	VENTANAS
	Accesible - Cubierta plana	Ladrillo con recubrimiento de cerámica	Metal
5. Descripción	Vivienda de 1 piso.		
6. Estado de conservación	Buena conservación		
7. Observaciones	Presenta una fachada simple con recubrimiento de cerámica y un acceso vehicular, una		
Fecha de elaboración	7 de Octubre del 2021		
Elaborado por:	Gabriela Cornejo, Freddy Llerena, Emily De la Torre		
Aprobado por:	Arq. Lucia Pazmiño		
Imagen de referencia			
			

Elaborado por: Equipo de trabajo - Freddy Llerena, Gabriela Cornejo, Emily de la Torre.

Anexo 8.

Ficha 8 de observación de las viviendas tipo en el Barrio Ingahurco.

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA INDOAMÉRICA			
REGION	SIERRA		
PROVINCIA	TUNGURAHUA		
PARROQUIA	INGAHURCO		
FICHA TÉCNICA DE OBSERVACIÓN			
1. Informe General	Nº Ficha	8	
2. Denominación	Vivienda Residencial		
3. Ubicación	Avenida Las Américas		
4. Material:	CUBIERTA	MAMPOSTERÍA	VENTANAS
	Accesible - Cubierta plana	Bloque con recubrimiento de cerámica decorativa	Aluminio - Madera
5. Descripción	Vivienda de 2 pisos con terraza accesible y retro para áreas verdes		
6. Estado de conservación	Buena conservación		
7. Observaciones	Contiene una fachada con voladizos en cada piso y balcones en los mismos.		
Fecha de elaboración	7 de Octubre del 2021		
Elaborado por:	Gabriela Cornejo, Freddy Llerena, Emily De la Torre		
Aprobado por:	Arq. Lucia Pazmiño		
Imagen de referencia			
			

Elaborado por: Equipo de trabajo - Freddy Llerena, Gabriela Cornejo, Emily de la Torre.

Anexo 9.

Ficha 9 de observación de las viviendas tipo en el Barrio Ingahurco.

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA INDOAMÉRICA			
REGIÓN	SIERRA		
PROVINCIA	TUNGURAHUA		
PARROQUIA	INGAHURCO		
FICHA TÉCNICA DE OBSERVACIÓN			
1. Informe General	Nº Ficha	9	
2. Denominación	Vivienda Residencial		
3. Ubicación	Calle Chile		
4. Material:	CUBIERTA	MAMPOSTERÍA	VENTANAS
	Inclinada de teja	Bloque	Aluminio
5. Descripción	Vivienda de un piso esquina, con retiro de 3 metros en sus dos frentes.		
6. Estado de conservación	Buena conservación		
7. Observaciones	Fachada retraída al interior, protegida por los voladizos de las cubiertas.		
Fecha de elaboración	7 de Octubre del 2021		
Elaborado por:	Gabriela Cornejo, Freddy Llerena, Emily De la Torre		
Aprobado por:	Arq. Lucia Pazmiño		
Imagen de referencia			
			

Elaborado por: Equipo de trabajo - Freddy Llerena, Gabriela Cornejo, Emily de la Torre

Anexo 10.

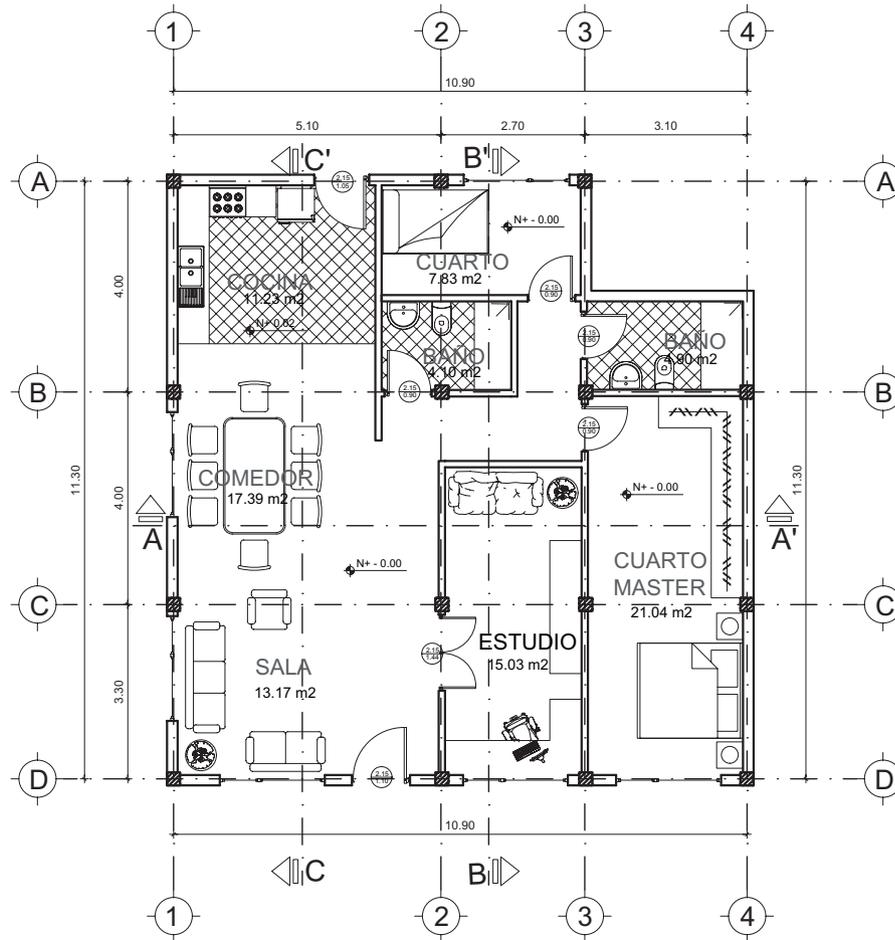
Ficha 10 de observación de las viviendas tipo en el Barrio Ingahurco.

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA INDOAMÉRICA			
REGIÓN	SIERRA		
PROVINCIA	TUNGURAHUA		
PARROQUIA	INGAHURCO		
FICHA TÉCNICA DE OBSERVACIÓN			
1. Informe General	Nº Ficha	10	
2. Denominación	Vivienda Residencial		
3. Ubicación	Calle Bolivia		
4. Material:	CUBIERTA	MAMPOSTERÍA	VENTANAS
	Accesible - Cubierta plana	Bloque Ladrillo	Aluminio
5. Descripción	Vivienda de 3 pisos con terraza accesible y retiro frontal		
6. Estado de conservación	Buena conservación		
7. Observaciones	La fachada es plana, con una modulación de vanos y llenos simple y recubrimiento con		
Fecha de elaboración	7 de Octubre del 2021		
Elaborado por:	Gabriela Cornejo, Freddy Llerena, Emily De la Torre		
Aprobado por:	Arq. Lucia Pazmiño		
Imagen de referencia			
			

Elaborado por: Equipo de trabajo - Freddy Llerena, Gabriela Cornejo, Emily de la Torre.

Anexo 11.

Plano arquitectónico residencia 1



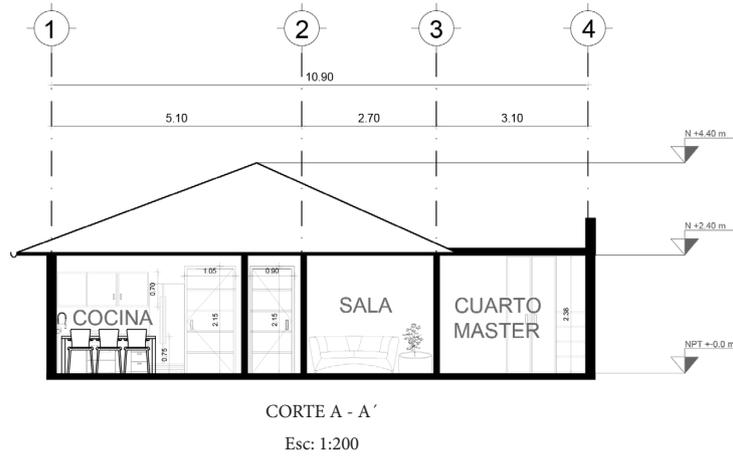
PLANTA ARQUITECTÓNICA

Esc.: 1:100

Nota: Plano arquitectónico de los espacios dentro de la residencia de estudio. Elaborado por equipo de trabajo Freddy Llerema, Gabriela Cornejo, Emily de la Torre.

Anexo 12.

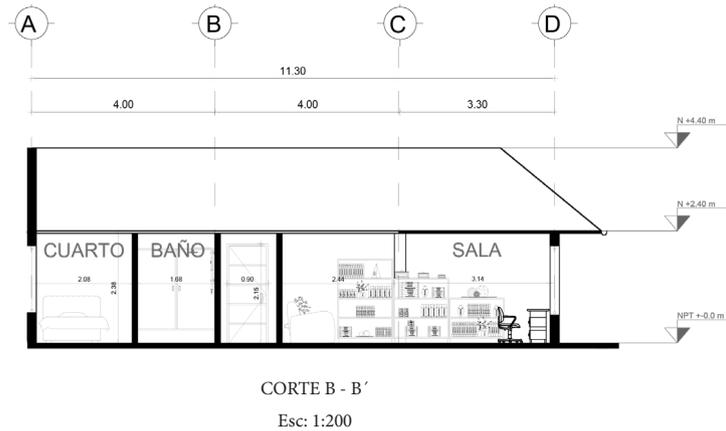
Corte A-A Residencia 1



Nota: Corte arquitectónico de la residencia. Elaborado por equipo de trabajo Freddy Llerena, Gabriela Cornejo, Emily de la Torre.

Anexo 13.

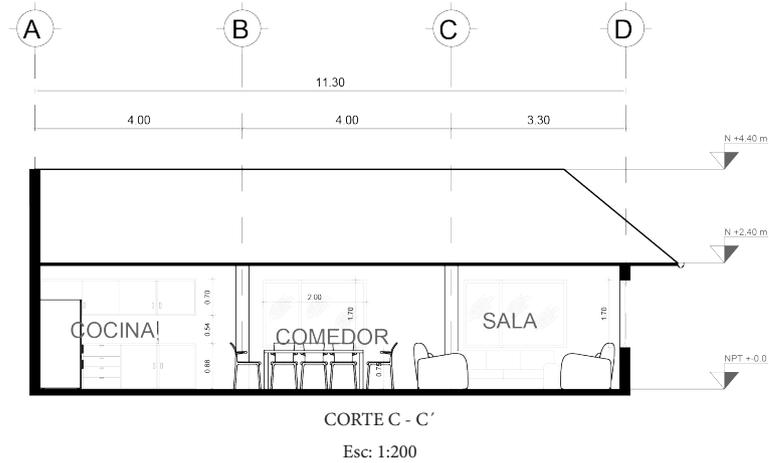
Corte B-B Residencia 1



Nota: Corte arquitectónico de la residencia. Elaborado por equipo de trabajo Freddy Llerena, Gabriela Cornejo, Emily de la Torre.

Anexo 14.

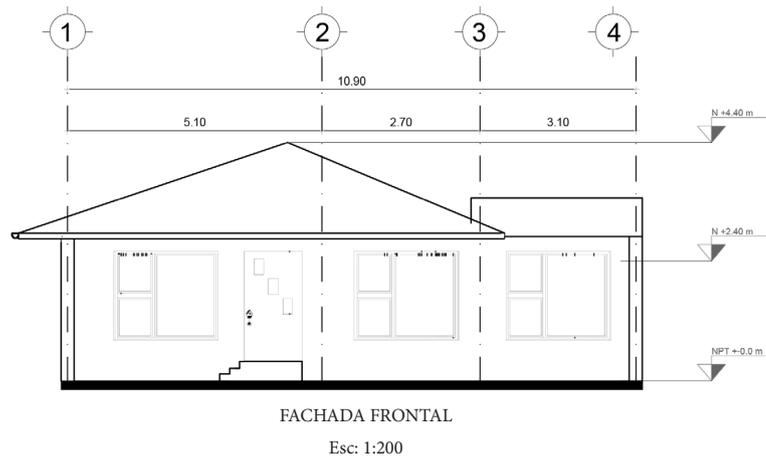
Corte C-C Residencia 1



Nota: Corte arquitectónico de la residencia. Elaborado por equipo de trabajo Freddy Llerena, Gabriela Cornejo, Emily de la Torre.

Anexo 15.

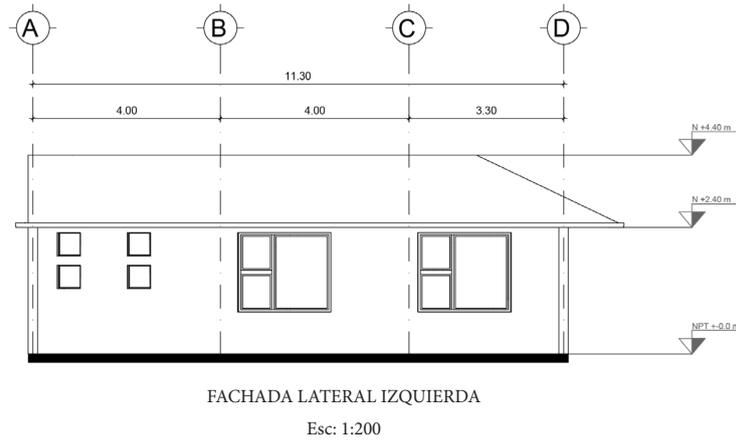
Fachada frontal residencia 1



Nota: Representación de la fachada frontal de la residencia. Elaboración por equipo de trabajo.

Anexo 16.

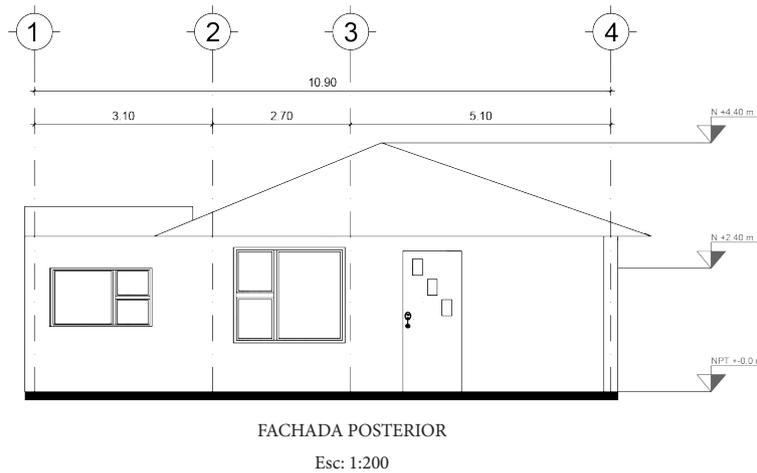
Fachada lateral izquierda residencia 1



Nota: Representación de la fachada lateral izquierda de la residencia. Elaboración por equipo de trabajo.

Anexo 17.

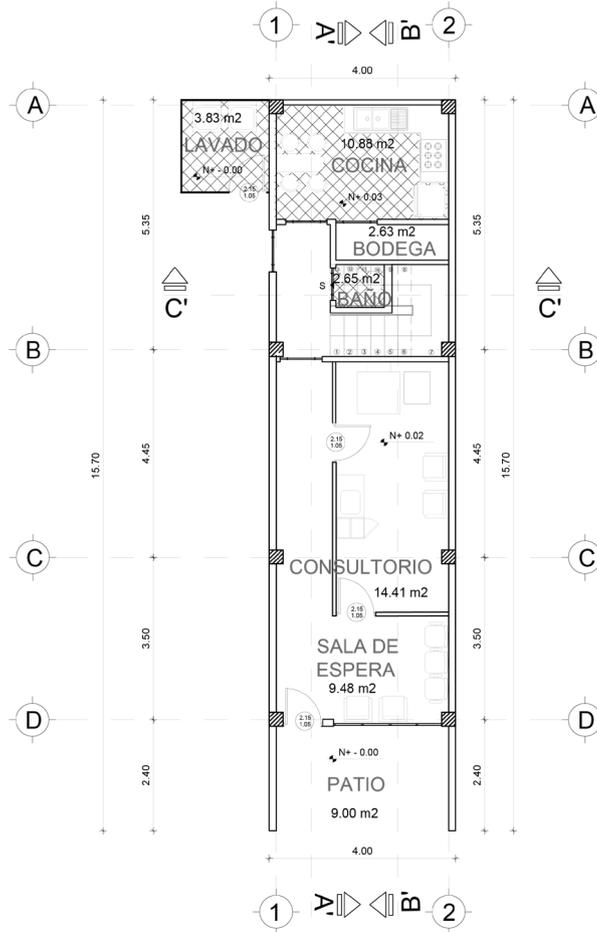
Fachada posterior residencia 1



Nota: Representación de la fachada posterior de la residencia. Elaboración por equipo de trabajo.

Anexo 18.

Plano arquitectónico planta baja residencia 2



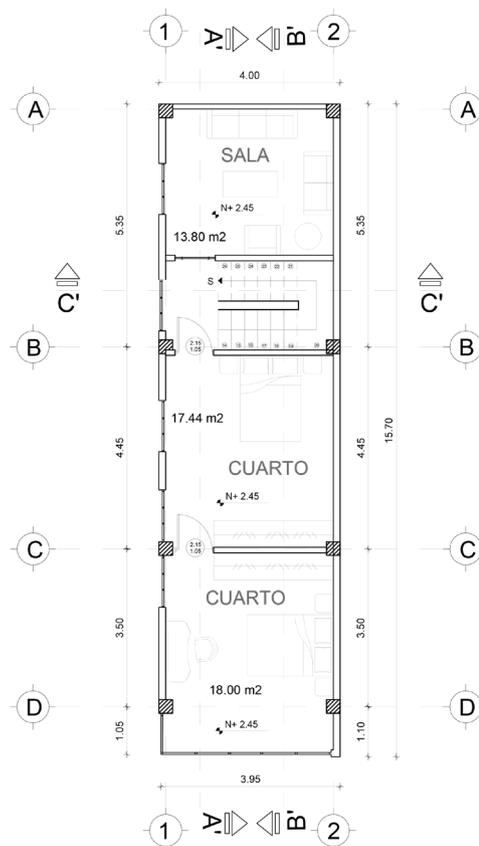
PLANTA BAJA

Esc: 1:125

Nota: Representación de la planta baja de la residencia y cada uno de sus espacios. Elaborado por equipo de trabajo.

Anexo 19.

Plano arquitectónico segunda planta residencia 2



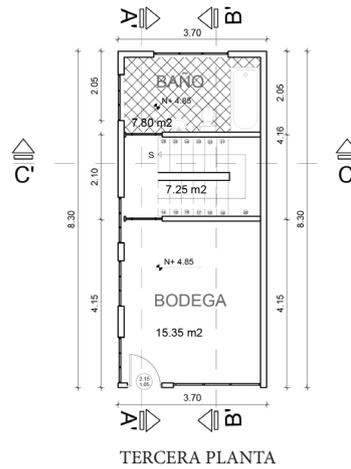
SEGUNDA PLANTA

Esc: 1:125

Nota: Representación de la segunda planta de la residencia y cada uno de sus espacios. Elaborado por equipo de trabajo.

Anexo 20.

Plano arquitectónico tercera planta residencia 2

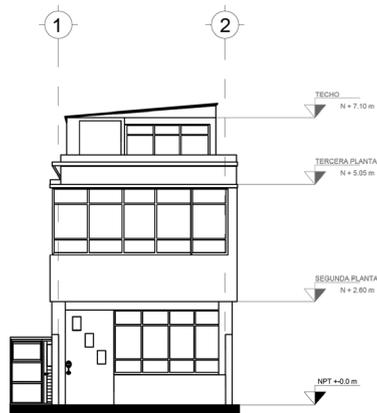


Esc: 1:200

Nota: Representación de la tercera planta de la residencia y cada uno de sus espacios. Elaborado por equipo de trabajo.

Anexo 21.

Fachada frontal residencia 2

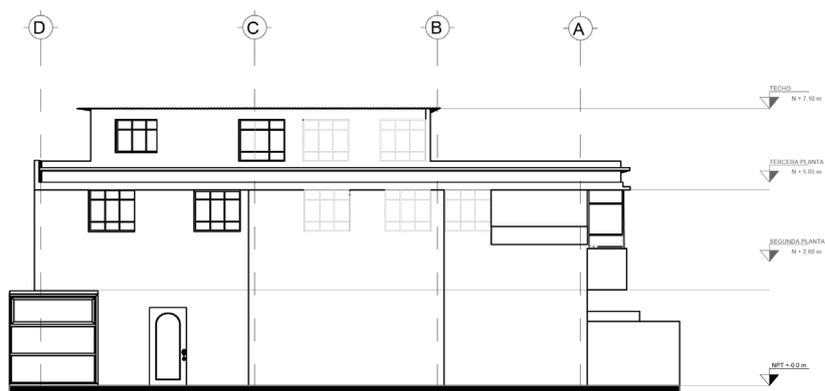


Esc: 1:200

Nota: Representación de la fachada frontal de la residencia. Elaboración por equipo de trabajo.

Anexo 22.

Fachada lateral izquierda residencia 2



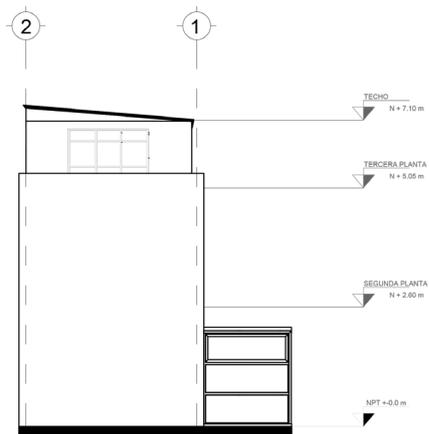
FACHADA LATERAL IZQUIERDA

Esc: 1:200

Nota: Representación de la fachada lateral izquierda de la residencia. Elaboración por equipo de trabajo.

Anexo 23.

Fachada posterior residencia 2



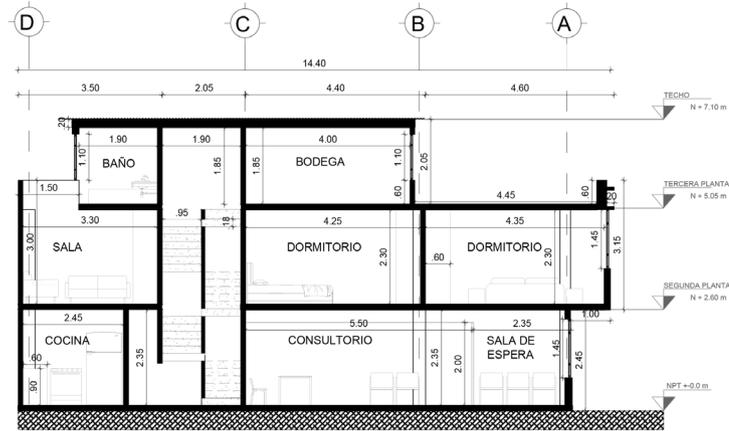
FACHADA POSTERIOR

Esc: 1:200

Nota: Representación de la fachada posterior de la residencia. Elaboración por equipo de trabajo.

Anexo 24.

Corte A-A residencia 2



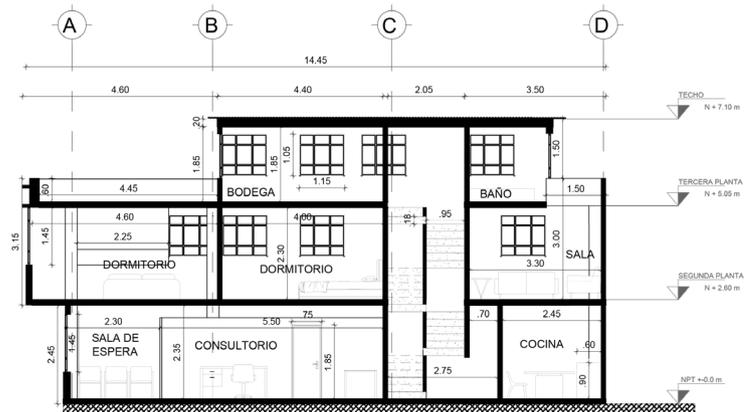
CORTE A - A'

Esc: 1:200

Nota: Corte arquitectónico de la residencia. Elaborado por equipo de trabajo Freddy Llerena, Gabriela Cornejo, Emily de la Torre.

Anexo 25.

Corte B-B residencia 2



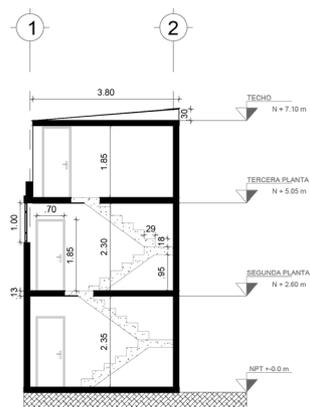
CORTE B - B'

Esc: 1:200

Nota: Corte arquitectónico de la residencia. Elaborado por equipo de trabajo Freddy Llerena, Gabriela Cornejo, Emily de la Torre.

Anexo 26.

Corte C-C residencia 2



CORTE C - C'

Esc: 1:200

Nota: Corte arquitectónico de la residencia. Elaborado por equipo de trabajo Freddy Llerena, Gabriela Cornejo, Emily de la Torre.

Información digital y respaldo fotográfico

<https://n9.cl/um1gk>

ANEXO DE LAS ENTREVISTAS

EXPERTOS PARTICIPANTES

- Arq. María José Brito (Arquitecta urbanista - Master en vivienda colectiva y ciudad / Especialista LEED)
- Ing. Juan Fernando Vásconez (Ingeniero ambiental - Maestría tecnologías urbano sostenibles, especializado en la sostenibilidad y cambio climático y urbano)
- Arq. Doménika Baquero (arquitecta senior, colaboradora en el estudio Bernardo Bustamante.)
- Ing. Sebastián Dávalos Sánchez (Ingeniero geógrafo - Gestión Ambiental y Urbanismo)

PREGUNTAS PLANTEADAS

1. ¿Cómo definiría usted a un puente térmico, y como lo identificaría dentro de una construcción?

ARQ. BRITO: Defino un puente térmico como un espacio de fuga de energía en el que debe ser claramente identificado para poder lograr mayor eficiencia energética. Se identifica principalmente cuando se revisa la unión entre distintos materiales, la unión de distintos elementos constructivos y a los diferentes niveles en la construcción.

En cuanto a los elementos constructivos, se refiere al cambio entre elementos verticales y elementos horizontales, en las uniones se dan puentes térmicos que deben ser claramente identificados, para poder eliminar esta pérdida de energía. Al igual que en las perforaciones en estos elementos, ya sean de igual manera elementos verticales u horizontales, que están en contacto con el medio exterior (ventanas, puertas, etc.).

También de un nivel a otro, cuando existen diferentes plantas o configuraciones arquitectónicas que poseen ciertos desplazamientos, ahí es donde se deben visualizar los puentes térmicos.

ING. VÁSConEZ: Espacio de ganancia o pérdida de eficiencia térmica, el identificar los puentes térmicos puede ser mediante la observación de los materiales a simple vista, y siendo más técnicos la identificación sería mediante cámaras térmicas y con estudios a distintas horas del día.

ARQ. BAQUERO: Pueden ser las pérdidas o ganancias de energía, hablando desde la experiencia en las construcciones que se realiza en los valles de Quito, el estudio y análisis de las condicionantes resultan importante. Se debe pensar en la contaminación que se puede generar incluso al momento de construir y menorar las emisiones de CO2 en el proceso.

2. ¿Cómo afectan los puentes térmicos a la eficiencia energética de las residencias?

ING. VÁSConEZ: Tomando en cuenta que Ambato tiene un clima templado con una temperatura de 12° a 20° máximo, hablamos que si en la tarde se tiene una pérdida de calor en la residencia, será notable una mayor demanda energética en la noche pues se ha visto la adquisición de calentadores por parte de las personas por estas razones. Esto por el no aislamiento térmico de las residencias.

ARQ. BAQUERO: Se debe tener en cuenta desde el diseño el control de la temperatura de las edificaciones. La aplicación de estrategias de diseño más que la materialidad ayuda a la reducción del consumo de energía, como el uso de la orientación y ventilación cruzada. Esto dependiendo de la zona climática en la que se encuentre estudiando.

3. ¿Cuáles son los parámetros de confort que se deberían ejecutar al momento de diseñar una residencia en la zona centro del país, hablando en un clima cálido - templado?

ARQ. BRITO: En nuestra geolocalización, nosotros no ponemos mucho hincapié en estos elementos energéticos, en la arquitectura sustentable o en el confort. En la construcción no se pone tanto énfasis, y yo considero que es principalmente porque no tenemos cuatro estaciones, como en otras zonas del hemisferio norte o hemisferio sur. Ese es uno de los principales problemas, por lo que en nuestra geolocalización no aplicamos las técnicas constructivas sostenibles que son requeridas.

Es muy importante saber que cualquier puente térmico o cualquier pérdida de energía significa un costo también, un costo en la practicabilidad del edificio.

Hay que tener en cuenta, que, con sólo poner énfasis en saber elegir materiales, saber elegir configuraciones arquitectónicas apropiadas, se va a ahorrar no sólo energía sino también dinero, eso dará un mejor desempeño de la edificación a lo largo del tiempo.

La residencia puede ser una de las edificaciones más comunes, pero también es quizás la menos resuelta en una forma bien hecha. Si nosotros pudiéramos desde el diseño mayor énfasis en cómo va a operar esa edificación, vamos a darnos cuenta que el ahorro va a ser increíble, tanto en energía eléctrica o en agua. Incluso si nosotros logramos obtener estrategias pasivas, en el calentamiento o enfriamiento de una edificación, se van evitar muchos elementos de apoyo como un calefactor o un ventilador, va ser un total ahorro.

ING. VÁZCONES: Para un diseño eficiente dentro de parámetros de confort entra el uso adecuado de la luz, es decir la luminosidad que se le otorga a los espacios en las residencias, además de colocar la ventilación adecuada para todos los espacios, a esto sumado la orientación de la vivienda.

ING DÁVALOS: Considerar la temperatura de la ciudad entre más templada brinda confort, presencia de espacios verdes para la regulación térmica, parámetros de espacios de sombras y protección por el calor o precipitaciones que se pueden generar.

ARQ. BAQUERO: Se debe tener el equilibrio en la temperatura, manteniendo un clima templado en los espacios, generando el confort necesario a los habitantes. Usar la ventilación cruzada ayuda mucho en el confort, además se debe tomar en cuenta la temperatura de los materiales. Las superficies expuestas al sol presentan mayores afectaciones sobre todo las losas en las cuales las fisuras se hacen presentes y el proceso de curado de las mismas es muy demorado. Para ello se aplican estrategias como capas de materiales que reduzcan el impacto directo del sol y creando una reflectancia del calor.

4. ¿Cuáles son las estrategias bioclimáticas que se pueden aplicar a residencias construidas que presenten problemas de confort térmico?

ARQ. BRITO: Si es que la edificación ya está construida, hay que hacer un análisis particularizado. Al tener ya la edificación escogida, lo primero sería analizar los elementos que brindan y como es energía es captada por la edificación. Hay que observar puntualmente la edificación y cómo está funcionando. En este caso se analizan los factores climáticos, como el sol, donde se observa que parte de la vivienda tiene una mayor o menor captación solar.

Una estrategia puede ser cambiar el material de los elementos divisorios para quizás captar todo ese calor y llevarlo a diferentes partes de la vivienda. Lo más importante es, analizar la fuente de energía, analizó a que espacio me da y que necesito aplicar. Hay que observar que espacios van a ser los más afectados, y de allí se genera una estrategia para mejorar la vivienda.

Las estrategias pueden ser materiales, cambiar la configuración de ciertos espacios para mejorarlos, no sólo espacialmente sino también en términos bioclimático, todo eso va ser el análisis que se tenga década edificación.

ING. VÁZCONES: Una de las principales estrategias sería influenciar en el color de la mampostería y en el color de los techos, hablando como estrategias de bajo costo de un tratamiento de pintura. Una estrategia ya más elaborada podrían ser los muros verdes o techos verdes para tener una mejor eficiencia térmica.

ARQ. BAQUERO: En base a la experiencia en remodelación en patrimonio, aquí se toma en cuenta el entorno. Los cambios de materiales varían dependiendo de las características específicas de cada construcción pues ninguna será igual. Si el espacio entrepiso es suficiente las cámaras de aire con lana de roca ayuda como aislante acústico y térmico.

5. ¿En qué elemento estructural de las residencias según su experiencia considera que se presentan con mayor fuerza los puentes térmicos?

ARQ. BRITO: Se puede presentar en las uniones entre elementos horizontales o verticales quedan al exterior. En el cambio de materiales es donde se va a observar una mayor cantidad de puentes térmicos.

ING. VÁZCONES: Principalmente es en los techos porque es en la zona donde más errores se comete al diseñar y por la selección incorrecta de los materiales. Esto además por no hacer el proceso de impermeabilización adecuado.

ARQ. BAQUERO: Lo que se ha visto bastante es en las construcciones patrimoniales es las fugas de calor en los entrepisos. Para el caso de ventanas no necesariamente se deben remplazar sino se pueden aplicar quiebra soles para mitigar esa absorción de calor. Las paredes son más versátiles para la intervención, lo que se debe tener en cuenta es el mantenimiento del material para que la misma sea más eficiente y en donde va a ser colocado dicho material.

6. ¿Como se puede catalogar a las residencias del Ecuador refiriéndonos al ámbito bioclimático o una arquitectura sostenible?

ING. VÁZCONES: Si se considera desde las casas patrimoniales se puede decir que son casas con confort térmico y consideraciones bioclimáticas porque la gente utilizaba el sentido común y ahora en las residencias actuales las personas buscan el costo beneficio, construir a bajo costo sin considerar un confort adecuado. Pero si existen excepciones de diseños que se están dando con tendencia y criterios de arquitectura sostenible y estrategias bioclimáticas.

Creo que existe una tendencia a la bioclimática y sostenibilidad actualmente hacia las residencias, pero el costo y el desconocimiento de las personas hacia este tipo de construcción hace que se opte por residencias convencionales sin mayor criterio de diseño.

ARQ. BAQUERO: Por las condiciones climáticas donde vivimos se puede decir que estamos en un espacio privilegiado, pues el país no presenta cambios agresivos de temperatura, lo que facilita la implementación de estrategias y el aprovechamiento al máximo de las mismas, además de hacer uso de energías renovables que brinda el país. Aquí el problema es que en las construcciones informales son las que presentan una contaminación en varios aspectos pues no aplican estrategias y hacen uso de materialidad inadecuada sin considerar los desechos que dejan detrás.

Una vivienda sustentable no siempre se relaciona a que es la más cara porque no es así, lo que pasa es que las personas tienen un desconocimiento de este tipo de arquitectura y los beneficios de la misma, y como la misma puede ser concebida.

PREGUNTAS ADICIONALES

¿Qué tipo de aislante (material) se podría aplicar a las zonas donde se presenta un puente térmico?

ARQ. BRITO: Primero depende de dónde se encuentra el puente térmico, y es un puente térmico por cambio de material, se debe intentarse sellar y hacer un tipo de aislamiento constructivo, dependiendo del material base y el material de recubrimiento adicional.

ING. VÁZCONES: Hablando desde el aislante más barato se puede mencionar el cartón, además también se usa la fibra de vidrio.

¿Cuáles son las acciones en las ciudades para solucionar problemas de confort térmico?

ING. DÁVALOS: Para la regularización del clima dentro de las ciudades, hay un proyecto ejemplo en la ciudad de Quito terrazas ecológicas con el fin de crear áreas verdes utilizando especies endémicas con el fin de recuperar la vegetación y conectividad al hábitat con la ciudad. Influyendo en el microclima de la ciudad, ayuda a regular la temperatura en zonas donde hay la presencia de islas de calor.

¿Con qué parámetros se considera a una ciudad sostenible?

ING. DÁVALOS: Ciudad sostenible se la considera por el cumplimiento de indicadores comprendiendo cuatro principales aspectos el acceso al agua y manejo de recursos hídricos, manejos de residuos, movilidad, transporte y energía.

Se involucra espacio público le compete al tema municipalidad como residencias en cuestión de aplicación de energías renovables.

¿Cuál es los efectos que presentan las residencias aledañas a ríos?

ING. DÁVALOS: Se crean los microclimas en la ciudad afectan a las ciudades ya que varían a la temperatura ambiente, humedad, dirección y velocidad del viento, inclinación hacia el sol, estos factores se relacionan a los barrios o edificaciones cercanas de ríos, esto se da principalmente por la topografía demostrado por la variación de alturas.



Facultad de
Arquitectura
Artes y
Diseño



Avenida Manuela Sáenz y Agramonte



+593 2-382-6970

2022