

PROPUESTA DE LINEAMIENTOS PARA MITIGAR LAS ISLAS DE CALOR URBANO EN LA CIUDAD DE AMBATO (P1-PU01) CON UN ENFOQUE EN EL ESPACIO PÚBLICO, PARA MEJORAR LA CALIDAD DE VIDA.

 Universidad
Indoamérica



Trabajo de Integración Curricular, Proyecto de Investigación, Carrera de Arquitectura, Período Académico B22

Mayorga Alvarado Ana Paula





UNIVERSIDAD INDOAMÉRICA
FACULTAD DE ARQUITECTURA Y CONSTRUCCIÓN
CARRERA DE ARQUITECTURA

TEMA:

PROPUESTA DE LINEAMIENTOS PARA MITIGAR LAS ISLAS DE CALOR URBANO EN LA CIUDAD DE AMBATO (P1-PU01) CON UN ENFOQUE EN EL ESPACIO PÚBLICO, PARA MEJORAR LA CALIDAD DE VIDA.

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

Autor (a):

Mayorga Alvarado Ana Paula.

Tutor (a):

Buitrago Diego

AMBATO - ECUADOR

2023

CRÉDITOS

Trabajo de Integración Curricular
Carrera de Arquitectura
Periodo académico B22

Autor:
Mayorga Alvarado Ana Paula

Correo: amayorga5@indoamerica.edu.ec

Fecha de Publicación:

Equipo de Soporte:

BUITRAGO RICAURTE DIEGO HERNÁN
Docente Tutor,
correo: dbuitrago@indoamerica.edu.ec

LLACAS VICUÑA LUIS DELIBERTO
Docente Unidad de Integración Curricular,
correo: luisllacas@indoamerica.edu.ec

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

Facultad de Arquitectura y Construcción
Universidad Tecnológica Indoamérica
Agradecemos la apertura de las siguientes instituciones
por su aporte en este documento:
GAD Municipal Ambato.
PUGS 2033 GAD municipalidad de Ambato.

AUTORIZACIÓN

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

Yo, MAYORGA ALVARADO ANA PAULA, declaro ser autor del Trabajo de Titulación con el nombre **“PROPUESTA DE LINEAMIENTOS PARA MITIGAR LAS ISLAS DE CALOR URBANO EN LA CIUDAD DE AMBATO (P1-PU01) CON UN ENFOQUE EN EL ESPACIO PÚBLICO, PARA MEJORAR LA CALIDAD DE VIDA.”**, como requisito para optar al grado de Arquitecto 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 10 días del mes de febrero de 2023, firmo conforme:



ANA PAULA MAYORGA ALVARADO
CI: 1805285721
amayorga5@indoamerica.edu.ec
+593 961641186

APROBACIÓN DEL TUTOR

En mi calidad de Tutora del Trabajo de Titulación “PROPUESTA DE LINEAMIENTOS PARA MITIGAR LAS ISLAS DE CALOR URBANO EN LA CIUDAD DE AMBATO (P1-PU01) CON UN ENFOQUE EN EL ESPACIO PÚBLICO, PARA MEJORAR LA CALIDAD DE VIDA” presentado por Ana Paula Mayorga Alvarado, para optar por el Título Arquitecto.

CERTIFICO

Que dicho trabajo de Titulación 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, 10 de febrero de 2023



Firmado electrónicamente por:
**DIEGO HERNAN
BUITRAGO RICAURTE**

ARQ. DIEGO HERNAN BUITRAGO RICAURTE

TUTOR INDIVIDUAL

DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD

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

Ambato, 10 de febrero de 2023



ANA PAULA MAYORGA ALVARADO
CI: 1805285721

APROBACIÓN TRIBUNAL

El trabajo de Titulación, ha sido revisado, aprobado y autorizada su impresión y empastado, sobre el Tema: **“PROPUESTA DE LINEAMIENTOS PARA MITIGAR LAS ISLAS DE CALOR URBANO EN LA CIUDAD DE AMBATO (P1-PU01) CON UN ENFOQUE EN EL ESPACIO PÚBLICO, PARA MEJORAR LA CALIDAD DE VIDA”** previo a la obtención del **Título de Arquitecta**, 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 2023

PAOLA
CRISTINA
VELASCO
ESPIN

Digitally signed by PAOLA CRISTINA
VELASCO ESPIN
DN: cn=PAOLA CRISTINA VELASCO
ESPIN, c=EC, o=SECURITY DATA
S.A., 2 ou=ENTIDAD DE
CERTIFICACION DE INFORMACION
Reason: I attest to the accuracy and
integrity of this document
Location:
Date: 2023-03-28 11:21-05:00

ARQ. PAOLA VELASCO
LECTOR

JAVIER
JACINTO
CARDET
GARCIA

Firmado
digitalmente por
JAVIER JACINTO
CARDET GARCIA
Fecha:
2023.03.28
12:00:25 -05'00'

ARQ. JAVIER CARDET
LECTOR

DEDICATORIA

El presente trabajo de fin de carrera se lo dedico primero a Dios por darme la sabiduria y fortaleza para realizar este proyecto final de carrera.

A mis padres, Carmen Alvarado y Omar Mayorga, quienes con su amor y sacrificio supieron guiarme y apoyarme para lograr mis objetivos en la carrera confiando siempre en mi. A mis hermanos por ser ese apoyo y motivación durante todo este tiempo.

A toda mi familia por estar para mi dandomé su apoyo y cariño.

AGRADECIMIENTO

Quiero agradecer a Dios, por saberme guiar durante todo este tiempo y camino que recorrí, dandome salud y fortaleza para conseguir mi meta.

A mis padres un profundo agradecimiento por estar junto a mí dandome todo su apoyo, amor y cariño.

A mis docentes de la carrera de manera especial a mis tutores Arq. Diego Buitrago y Arq. Luis Llacas por su apoyo.

A los amigos que conocí en esta etapa en especial, Kendra y Adriel por hacer de esta una de las mejores.

ÍNDICE DE CONTENIDOS, TABLAS, FIGURAS

ÍNDICE DE CONTENIDOS

Introducción.....	20
Contextualización del problema.....	21
Árbol de problemas.....	23
Justificación.....	24
Preguntas de investigación.....	24
Objetivos.....	24
Objetivo general.....	24
Objetivos específicos.....	24
Fundamento teórico y conceptual.....	26
Fundamento conceptual.....	26
Fundamento teórico.....	28
Estado del Arte.....	31
Materiales y métodos.....	37
Línea de investigación.....	37
Diseño Metodológico.....	37

Enfoque de Investigación.....	37
Nivel de Investigación.....	37
Tipo de Investigación.....	37
Población y Muestra.....	38
Técnicas de Recolección de Datos.....	38
Técnicas para el procesamiento e interpretación de datos.....	39
Procedimiento Metodológico.....	39
Aplicación Metodológica.....	40
Delimitación espacial, temporal o social.....	40
Análisis del contexto físico.....	40
Condiciones climáticas.....	40
Estructura geográfica.....	41
Análisis del contexto urbano.....	41
Desarrollo de Objetivos.....	43
Desarrollo Objetivo Especifico 1.....	43
Desarrollo Objetivo Especifico 2.....	53
Desarrollo Objetivo Especifico 3.....	65
Conclusiones parciales.....	70
Resultados.....	71

Conclusiones y recomendaciones.....	75
Referencias.....	76
Anexos.....	78

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Tabla resumen estado del arte.....	36
Tabla 2. Tabla de resumen fichas de observación calles.....	73

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Árbol de problemas.....	23
Figura 2. Importancia de los procesos frente al impacto de las islas de calor.....	29
Figura 3. Propuestas y estrategias para el tratamiento de las ICU en la ciudad.....	31
Figura 4. Clasificación Local Climate Zone – Ciudad de Quito.....	36
Figura 5. Datos históricos de temperatura en el Ambato en 2022	40
Figura 6. Recorrido de los vientos predominantes en Ambato.....	40
Figura 7. Probabilidad diaria de precipitación en Ambato.....	40
Figura 8. Horas de luz natural.....	41
Figura 9. Delimitación de la zona.....	41
Figura 10. Análisis de vías.....	42
Figura 11. Equipamientos urbanos.....	42
Figura 12. Polígono zona de estudio P1-PU01.....	43
Figura 13. Mapa de Distribución de temperatura superficial de la P1PU01.....	43
Figura 14. Mapa de selección de calles de estudio.....	44
Figura 15. Ficha de Recolección de datos Calle 1.....	45
Figura 16. Ficha de Recolección de datos Calle 2.....	46
Figura 17. Ficha de Recolección de datos Calle 3.....	47

Figura 18. Ficha de Entrevista de la Calle 1.....	48
Figura 19. Ficha de Entrevista de la Calle 2.....	49
Figura 20. Ficha de Entrevista de la Calle 3.....	50
Figura 21. Rango de sensación térmica PMV de ENVI-met.....	51
Figura 22. Modelado en 3D Calle 1 en el software ENVI-met.....	51
Figura 23. Mapa de los resultados de la simulación Calle 1 ENVI-met 5.1.1, proporcionados por Leonardo. Índice PMV.....	51
Figura 24. Modelado en 3D Calle 2 en el software ENVI-met.....	52
Figura 25. Mapa de los resultados de la simulación Calle 2 ENVI-met 5.1.1, proporcionados por Leonardo. Índice PMV.....	52
Figura 26. Modelado en 3D Calle 3 en el software ENVI-met.....	53
Figura 27. Mapa de los resultados de la simulación Calle 3 ENVI-met 5.1.1, proporcionados por Leonardo. Índice PMV.....	53
Figura 28. Clasificación Zonas Climáticas Locales.....	54
Figura 29. Clasificación de Zonas Climáticas Locales en la P1-PU01.....	55
Figura 30. LCZ 1 Compacto en altura.....	57
Figura 31. LCZ 2 Compacto a media altura.....	58
Figura 32. LCZ A Arbolado denso Y LCZ B Arboles dispersos.....	59
Figura 33. LCZ E Rocas o pavimento.....	60
Figura 34. Distribución de zonas climáticas en la P1-PU01.....	61

Figura 35. Distribución en 3D de zonas climáticas en la P1-PU01.....	62
Figura 36. Comportamiento térmico de la LCZ1,2,A y B en la P1-PU01.....	63
Figura 37. Comportamiento térmico de la LCZE en la P1-PU01.....	64
Figura 38. Modelado en 3D Calle 1 antes, en el software ENVI-met.....	65
Figura 39. Mapa de los resultados de la simulación en ENVI-met 4.4.6, proporcionados por Leonardo. Temperatura Superficial.....	65
Figura 40. Modelado en 3D Calle 1 después, en el software ENVI-met.....	66
Figura 41. Mapa de los resultados de la simulación en ENVI-met 4.4.6, proporcionados por Leonardo. Temperatura Superficial	66
Figura 42. Infografía sobre los lineamientos para la mitigación de la isla de calor urbano.....	68
Figura 43. Gráfico en barras de los resultados obtenidos.....	73
Figura 44. Gráfico en barras de los resultados obtenidos.....	73
Figura 45. Gráfico en barras de los resultados obtenidos.....	74
Figura 46. Gráfico en barras de los resultados obtenidos.....	74
Figura 47. Gráfico en barras de los resultados obtenidos.....	74
Figura 48. Gráfico en barras de los resultados obtenidos.....	74
Figura 49. Gráfico en barras de los resultados obtenidos.....	75
Figura 50. Gráfico en barras de los resultados obtenidos.....	75
Figura 51. Gráfico en barras de los resultados obtenidos.....	75
Figura 52. Gráfico en barras de los resultados obtenidos.....	75

Figura 52. Gráfico en barras de los resultados obtenidos.....	75
Figura 53. Gráfico en barras de los resultados obtenidos.....	73
Figura 54. Gráfico en barras de los resultados obtenidos.....	76
Figura 55. Gráfico en barras de los resultados obtenidos.....	76
Figura 56. Gráfico en barras de los resultados obtenidos.....	76
Figura 57. Gráfico en barras de los resultados obtenidos.....	76
Figura 58. Gráfico en barras de los resultados obtenidos.....	77
Figura 59. Gráfico en barras de los resultados obtenidos.....	77
Figura 60. Gráfico en barras de los resultados obtenidos.....	77
Figura 61. Gráfico en barras de los resultados obtenidos.....	77
Figura 62. Gráfico en barras de los resultados obtenidos.....	78
Figura 63. Gráfico en barras de los resultados obtenidos.....	78
Figura 64. Gráfico en barras de los resultados obtenidos.....	78
Figura 65. Gráfico en barras de los resultados obtenidos.....	78
Figura 66. Gráfico en barras de los resultados obtenidos.....	79
Figura 67. Gráfico en barras de los resultados obtenidos.....	79
Figura 68. Gráfico en barras de los resultados obtenidos.....	79
Figura 69. Gráfico en barras de los resultados obtenidos.....	79
Figura 70. Gráfico en barras de los resultados obtenidos.....	80

Figura 71. Gráfico en barras de los resultados obtenidos.....	80
Figura 72. Gráfico en barras de los resultados obtenidos.....	80
Figura 73. Gráfico en barras de los resultados obtenidos.....	80
Figura 74. Gráfico en barras de los resultados obtenidos.....	81
Figura 75. Gráfico en barras de los resultados obtenidos.....	81
Figura 76. Gráfico en barras de los resultados obtenidos.....	81
Figura 77. Gráfico en barras de los resultados obtenidos.....	81
Figura 78. Gráfico en barras de los resultados obtenidos.....	82
Figura 79. Gráfico en barras de comparación de los resultados obtenidos.....	82
Figura 81. Gráfico en barras de comparación de los resultados obtenidos.....	82
Figura 82. Gráfico en barras de comparación de los resultados obtenidos.....	82
Figura 83. Gráfico en barras de comparación de los resultados obtenidos.....	83
Figura 84. Gráfico en barras de comparación de los resultados obtenidos.....	83
Figura 85. Gráfico en barras de comparación de los resultados obtenidos.....	83
Figura 86. Gráfico en barras de comparación de los resultados obtenidos.....	83
Figura 87. Gráfico en barras de comparación de los resultados obtenidos.....	84
Figura 88. Aplicación de lineamientos en la P1-PU01.....	88

RESUMEN

Esta investigación abordó las Islas de Calor Urbano y sus efectos en el espacio público de la P1-PU01 en la ciudad de Ambato, en el cual el objetivo fue proponer lineamientos para la mitigación de este fenómeno, teniendo un enfoque en el confort térmico, para mejorar la calidad de vida de las personas. El enfoque en esta investigación es mixto (cualitativo y cuantitativo), mediante la información del estado actual de la zona y valores de temperaturas superficiales en el espacio público respectivamente. Posteriormente se analizaron 3 calles con temperaturas superficiales mayores a 28 °C, utilizando el software ENVI-met, se realizó modelados del estado actual de las calles de estudio de la P1-PU01 en base a su materialidad y vegetación, para obtener resultados climatológicos por medio de simulaciones termoenergéticas en el horario de las 12 p.m., que permitió analizar variantes como temperatura superficial e índice PMV, para la valoración del confort térmico en el espacio público, posteriormente se procedió a realizar la clasificación de las Zonas Climáticas Locales LCZ, con el uso de imágenes satelitales se encasilló cada zona mediante polígonos en el área de estudio correspondiente a la P1-PU01, para poder comprender como se relaciona la temperatura superficial con los tipos de edificaciones y tipo de coberturas, realizando a su vez un 3D del área para una mejor comprensión de la distribución de las LCZ. Finalmente, con todos los análisis generados se plantearon los lineamientos para la mitigación del fenómeno de las Islas de Calor Urbano haciendo énfasis en la implementación de la infraestructura verde, para futuras intervenciones en el espacio público de la ciudad de Ambato.

Palabras Clave: Espacio público, Isla de Calor Urbano, Temperatura superficial, Vegetación, Zonas climáticas locales

ABSTRACT

This research addressed the Urban Heat Islands and their effects in the public space of P1-PU01 in Ambato city, whose main objective was the propose of guidelines in order to mitigate this phenomenon, having a thermal confort approach, to improve the quality of life of the people. The research approach of this investigation was qualitative and quantitative by means of the information of the current state of the public space and the respectively and values of the surface temperature respectively. Subsequently the three streets with the surfaces temperatures greather than 28 °C were analized, using the ENVI-met software, the current states of the streets in the study area was modeled by using the materiality and vegetation information, to obtain climatological results through thermo-energetic simulations, this allowed to analyze differents variants like surface temperature and PMV index of thermal confort in public spaces, subsequently by using saltellite images proceeded to classify the Local Climate Zones, each zone was pigeonholed by polygons in the area of study corresponding to P1-PU01 in order to understand how the surface temperature is related to the types of buildings and type of coverage, and to have a better understanding of the distribution of the LCZ doing a 3D of the area the study. Finally, with all the analyzes generated, the guidelines for the mitigation of the phenomenon of Urban Heat Islands were proposed, making a emphasis on the green infrastructure, for future interventions in the public space of the city of Ambato.

Keywords: Local climate zones, Public Space, Surface temperature, Vegetation, Urban Heat Islands.

INTRODUCCIÓN

El presente proyecto de investigación se fundamenta en base a las Islas de Calor Urbanas que es un fenómeno micro climático que ocurre dentro de las ciudades enfocándonos en el estudio de las mismas en la ciudad de Ambato (P1-PU01), este fenómeno surge por las pocas zonas permeables existentes en un lugar, falta de arborización, áreas de sombra, materiales que tienden a absorber la radiación solar produciéndose mayoritariamente en ciudades que se encuentran con un grado alto de urbanización.

El constante crecimiento de una ciudad y la generación de sus actividades urbanas, llegan a ocasionar un incremento de los efectos térmicos en conjunto con la creación de microclimas urbanos, la disminución de la biodiversidad, elevados consumos de energías en sistemas de refrigeración, presencia de problemas de salud producidas por las Islas de Calor Urbana, gracias a estos efectos negativos las ciudades se convierten con más frecuencia en lugares inconfortables.

Para abordar el estudio, es necesario analizar las causas de la problemática. Una de ellas es la falta de planificación enfocada hacia el crecimiento urbanístico, lo que genera un desarrollo discontinuo en las periferias de la ciudad surgiendo un crecimiento radial de la mancha urbana. A su vez la disminución de zonas verdes que según la OMS (Organización Mundial de la Salud) es recomendable que exista al menos 9m² por cada habitante, aunque lo óptimo sería entre 10 y 15m², siendo el caso de estudio la ciudad de Ambato que presenta el 9,2m²

por habitante. Este valor no evidencia la realidad de la zona central ya que el verde urbano se presenta en pocos parques y arbolado en ciertas calles

Posteriormente, las alteraciones en las Islas de Calor Urbano que se presentan mediante la creciente pérdida del entorno vegetal modificándolo hacia la aparición de superficies impermeables como el asfalto, concreto, hormigón, ladrillo, y demás materiales de construcción que alteran el balance hídrico y radiativo superficial, que trae como problemas el incremento de temperaturas en las zonas urbanas.

El análisis de esta problemática social se crea por el interés de conocer cómo se generan Las Islas de Calor Urbanas en la Ciudad de Ambato (P1-PU01) y la forma en que estas afectan al espacio público donde se presentan, a su vez un interés académico, con el propósito de beneficiar a la comunidad mediante el análisis urbano para llegar a implementar lineamientos que aporten al desarrollo de la ciudad.

La finalidad de esta investigación se basa en proponer lineamientos que ayuden a la mitigación de las Islas de Calor Urbanas con el objetivo del mejoramiento sostenible de la ciudad.

CONTEXTUALIZACIÓN DEL PROBLEMA A ESCALA MACRO, MESO, MICRO

Los cambios radicales en el paisaje que genera el desarrollo de los centros urbanos, como el reemplazo de los espacios abiertos y la vegetación por edificios, calles e infraestructura urbana, implican la sustitución de superficies permeables y húmedas por asfalto y cemento. Este proceso conduce a la formación de lo que se conoce como isla de calor urbana. (RONCANCIO, 2011).

Son varios los factores que influyen en la formación de las islas de Calor Urbano, pero uno de los más importantes es la escasa vegetación, las ciudades se han visto en un crecimiento continuo sin tener en cuenta una planificación adecuada y dejando a un lado la incorporación de infraestructura verde, generando un desequilibrio entre zonas verdes y zonas edificadas, la vegetación urbana ayuda no solo a dar una buena imagen a la ciudad, a su vez también ayuda a la mitigación de los efectos por el cambio climático.

Las elevadas temperaturas de la Isla de Calor Urbana pueden llegar a alterar la calidad ambiental de una ciudad como también la habitabilidad de la misma, la metodología de imágenes satelitales es empleada para comprender la división de los climas al interior del núcleo urbano mostrando la temperatura del suelo.

Es así como a nivel Internacional se tiene como ejemplo la ciudad de Buenos Aires (Argentina) la cual presenta efectos de islas de calor por varios problemas, como son su rápido crecimiento edilicio en conjunto con la insuficiencia de su planificación, sucede que cada vez son más numerosas

las superficies secas e impermeables, que absorben e irradian grandes cantidades de calor.

Para reestablecer el balance del ecosistema urbano, la ciudad debe encontrar formas de controlar la temperatura, aumentar la permeabilidad de sus superficies, fomentar la biodiversidad y mejorar la salud humana. (Planeamiento, 2009)

Para crear soluciones que ayuden a la mitigación de los efectos de las ICU se plantea un Programa “Haciendo Verde Buenos Aires” donde el Ministerio de Desarrollo Urbano de la ciudad se encarga de investigar estrategias que ayuden a conseguir su objetivo, las cuales consisten en incorporar 33 hectáreas de áreas verdes con las ya 1600 que se encuentran en la ciudad, también tienen en cuenta la colocación de cubiertas verdes ya que tienen un gran impacto en ayudar a mitigar las ICU, incrementar en un 20% el arbolado en conjunto con la planificación de su mantenimiento, entre otras.

A nivel nacional existen estudios realizados sobre islas de calor en ciudades cálidas como Manta, Esmeraldas y Guayaquil, pues se han visto afectadas por el cambio climático ya que la temperatura y las precipitaciones han mostrado un aumento en sus valores. Al igual que en otras localidades, el problema de las islas de calor de estas ciudades, se debe al proceso de densificación, ausencia de vegetación y al bloqueo de la brisa por las altas edificaciones en la costa. (Guillen-Mena & Orellana-Valdez, 2017).

Quito no se escapa de esta problemática global de expansión urbana, de hecho, es una ciudad cuyo modelo de crecimiento responde a la dispersión

y a las bajas densidades. La urbanización ha traído diversidad en la geometría urbana (cañón urbano), cambio en la cobertura de superficie permeable (vegetación baja, arborización y suelos descubiertos) a impermeable (pavimento), se suma los materiales de construcción (vidrio, concreto, metal, etc.) en las edificaciones y la gran concentración de estas características han modifican el microclima urbano de la Ciudad de Quito, como es la temperatura de superficie, temperatura del aire, albedo (reflectancia), calor antropogénico, absorción del calor, humedad, vientos, entre otros. (Maigua López, Diana, 2020).

El rol termorregulador de la vegetación urbana generalmente está atribuida a dos mecanismos distintos: la sombra y la evapotranspiración, el primero ocurre a través de la intercepción de la radiación solar por el dosel arbóreo reduciendo la ganancia de calor, el almacenamiento y la emisión de radiación de onda larga; el segundo mecanismo surge de la conversión del calor sensible en calor latente a través de la combinación de pérdida de agua de las hojas por transpiración y la pérdida de agua del suelo por evaporación enfriando el aire dentro y alrededor del dosel. (Maigua López, Diana, 2020).

Con este estudio de la ciudad de Quito se busca realizar la identificación de distintas zonas con elevadas temperaturas superficiales entre los años 2010 y 2015 de manera general y con un enfoque más específico para el año 2019, también busca evaluar los comportamientos de estas temperaturas en base a análisis estadísticos, todo esto con el fin de proporcionar datos precisos sobre zonas con altas temperaturas superficiales en la ciudad de Quito y sus alrededores, que permitan la implementación de estrategias de planificación orientadas a mitigar la exposición de las personas

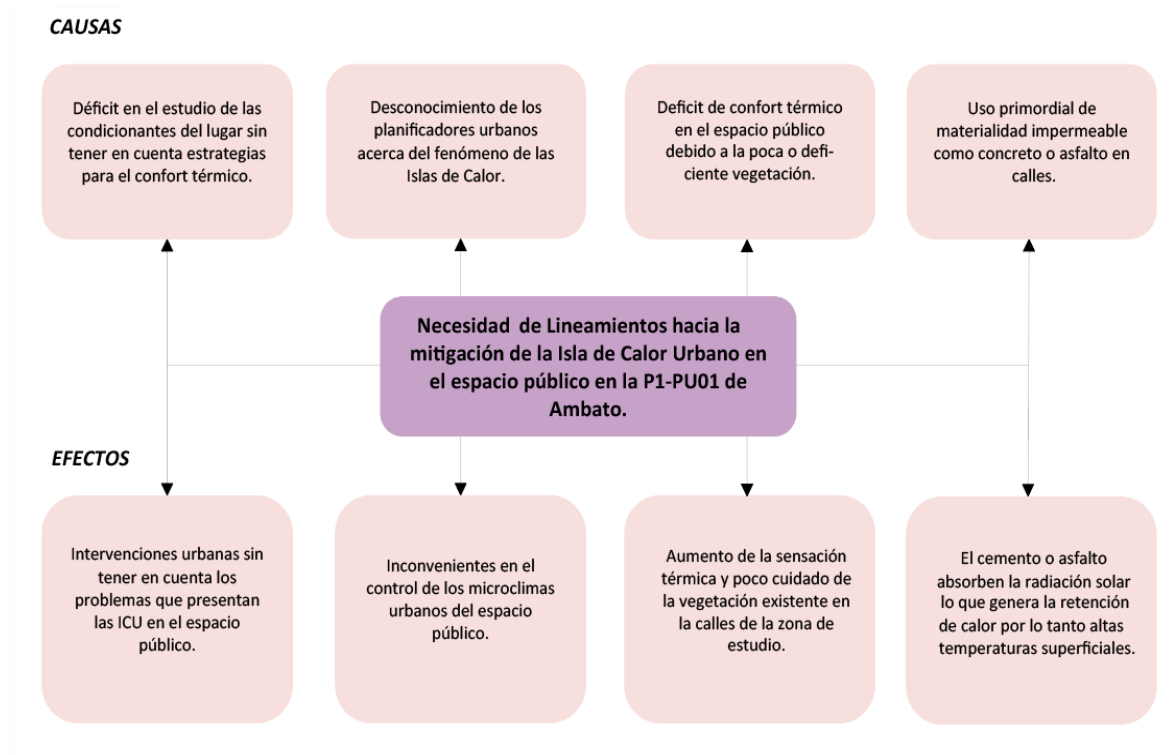
a este fenómeno (ICU), mejorando así su calidad de vida y protección al medio ambiente. (Maigua López, Diana, 2020).

En la ciudad de estudio Ambato se presenta un crecimiento discontinuo ya que tiene un modelo centralizado donde su desarrollo se da en las periferias generando un crecimiento radial de la mancha urbana y se observa su consolidación en el área urbano específicamente en la zona central.

El índice de vulnerabilidad al cambio climático de la ciudad, especialmente en las dimensiones de exposición y sensibilidad es superior al promedio nacional. Eso resulta un riesgo altamente significativo para la urbe. El cambio climático genera varias amenazas cuyo enfrentamiento depende de la vulnerabilidad sobre todo social en los ciudadanos.

ÁRBOL DEL PROBLEMA

Figura 1
Árbol de problema



JUSTIFICACIÓN

La presente investigación es de gran importancia debido a que analiza un problema perteneciente a una línea de investigación de la carrera de Arquitectura de la Universidad Tecnológica Indoamérica que corresponde a la línea 1 - Sistemas Territoriales (EUT Estudios Urbanos Territoriales), con el fin de determinar los problemas que presentan las Islas de Calor Urbano en la Pieza Urbana 01(PU-P101) y estudiar el discomfort térmico que se genera en la zona urbana, con esto se busca mejorar la calidad de vida de las personas ,para que los transeúntes tengan un espacio público cómodo para estar.

El impacto de esta investigación es poder generar análisis funcionales para mejorar el confort térmico de la urbe de esa forma poder contribuir con una indagación que cuente con información valiosa y real, en base al estudio de, zonas verdes, superficies impermeables, para que de esta manera sirva como una guía en nuevos proyectos a nivel urbano.

La investigación será de gran utilidad en la parte teórica ya que se busca mostrar información del espacio público de la ciudad de Ambato, como materialidad, temperatura superficial, percepción térmica y la aplicación de lineamientos sostenibles que podrían ser aplicados en el espacio público y en futuras intervenciones.

El aporte de la presente investigación se enfoca en el diseño de lineamientos para la mitigación de las Islas de Calor Urbanas en la P1-PU01 de la ciudad de Ambato, con el fin de proporcionar normas innovadoras para futuras intervenciones en la zona urbana

teniendo un enfoque en el ámbito sostenible, de esta manera beneficiar al espacio público, identificando cuales son los problemas que se presenta en la zona de estudio, tratando así de mejorar la habitabilidad urbana, beneficiando así l calidad de vida en la personas que se encuentren en la Pieza Urbana 01 mediante la mejora del confort térmico en el espacio público.

La investigación tiene gran viabilidad y es factible su ejecución ya que primeramente al encontrarse en una zona consolidada la toma y recolección de datos para el levantamiento de información es de fácil acceso, para el desarrollo de dicha investigación son imágenes satelitales, fotografías, softwares los que ayuden a realizar simulaciones termoenergéticas , para la parte teórica se puede obtener la información de diversos tipos de fuentes bibliográficas, como artículos de revistas enfocados hacia el tema, libros de biblioteca, videos explicativos, facilitando así el estudio en conjunto con el apoyo de la Universidad Tecnológica Indoamérica.

PREGUNTAS DE INVESTIGACIÓN

1. ¿Cuál es el estado actual de los materiales e infraestructura verde en las calles de la P1-PU01 de Ambato?
2. ¿De qué manera se van a clasificar las Zonas Climáticas Locas en la zona de estudio?
3. ¿Como se establecerán estrategias que ayuden a la mitigación de la Isla de Calor Urbano en la P1-PU01?

OBJETIVOS

Objetivo General

Generar lineamientos sostenibles, para la mitigación de las Islas de Calor Urbana, mediante una investigación mixta, para que ayude a la mejora de confort térmico en el espacio público, para las personas en la P1-PU01 de Ambato.

Objetivos Específicos

1. Analizar el estado actual de los materiales e infraestructura verde en las calles de la zona de estudio mediante fichas de observación y simulaciones que ayuden a conocer la percepción de sensación térmica de las personas, para generar estrategias de intervención en el lugar.
2. Clasificar la P1-PU01 de la ciudad de Ambato mediante el modelo LCZ (Local Climate Zone) para analizar la morfología y cobertura del área urbana de estudio.
3. Establecer estrategias de mitigación frente al fenómeno de las Islas de Calor Urbano mediante el estudio previo realizado para generar cambios en la zona de estudio.

FUNDAMENTO TEÓRICO Y CONCEPTUAL

Fundamento Conceptual

Isla De Calor Urbano

La isla de calor urbana es un fenómeno que se produce en las áreas urbanas y suburbanas como consecuencia de la utilización de materiales con una alta capacidad de absorción y retención del calor solar (albedo), muy superiores a las de los materiales naturales o de las áreas rurales menos desarrolladas. (Gartland, 2008)

Confort Térmico

Confort térmico es la manifestación subjetiva de conformidad o satisfacción con el ambiente térmico existente. Se puede decir que existe confort térmico o sensación neutra respecto al ambiente térmico, cuando las personas no experimentan sensación de calor ni frío; es decir, cuando las condiciones de temperatura, humedad y movimiento del aire son favorables a la actividad que desarrollan. (García, 2014)

Microclima Urbano

La palabra “microclima” se define como un conjunto de condiciones, radiación solar y terrestre, viento, temperatura y humedad del aire y precipitación, presentes en el espacio externo a pequeña escala que se ven afectadas por las condiciones del clima y la estación del año. La forma urbana tiene un gran impacto en el microclima urbano: los efectos de la orientación de la calle, la altura de los edificios, los materiales de construcción y la existencia de arborización tienen una influencia considerable en las condiciones de microclima. (Nieto, Rodríguez, Mouthon, & Manjarres, 2019)

Se conoce como microclimas urbanos a aquellos que, como su propio nombre indica, posee unas características que difieren del resto de zonas que lo rodean. Aunque este fenómeno se puede producir de forma natural a causa de factores como la topografía, la latitud o la cobertura vegetal; también existen microclimas artificiales, que se crean principalmente en las áreas urbanas. (Dpto. de Marketing de Isopan Ibérica, 2021)

Infraestructura verde

Se define a la Infraestructura Verde como una red interconectada de espacios verdes que conserva las funciones y valores de ecosistemas naturales, ofreciendo beneficios a la población humana. Plantean la Infraestructura Verde como un nuevo marco ecológico que ofrece un enfoque estratégico para la conservación de la naturaleza necesario para la sustentabilidad ambiental, social y económica de un territorio. Bajo este marco se considera la conservación de la naturaleza en relación al desarrollo de la tierra, la gestión del crecimiento de las ciudades y la planificación de la infraestructura construida en los territorios.

La Comunicación de la Comisión Europea sobre la Infraestructura verde define esta última como una herramienta de eficacia probada que aporta beneficios ecológicos, económicos y sociales mediante soluciones naturales y que nos ayuda a comprender el valor de los beneficios que la naturaleza proporciona a la sociedad humana y a movilizar inversiones para sostenerlos y reforzarlos. Dicho de otro modo, es una red de zonas naturales y seminaturales y de otros elementos ambientales, que presta una extensa gama de servicios ecosistémicos.

Espacio Público

Los espacios públicos son aptos para la satisfacción colectiva de las necesidades urbanas, caracterizados por condiciones de libre acceso para los ciudadanos. Las buenas prácticas de gestión son necesarias para que los espacios públicos sean sostenibles desde una perspectiva económica, social y ambiental. Esto puede incluir niveles de exclusión pagando por derechos de uso o limitando la responsabilidad a las personas. Puede ser de propiedad pública o privada siempre que conserve las bases que la definen.

Calle

Las calles son los espacios más o menos estrechos, lineales, enmarcados por construcciones que se encuentran en todo tipo de asentamientos y son usados para la circulación y otras actividades, desde un punto de vista antropológico y sociológico podríamos decir que es un espacio social significativo y el lugar donde se estructura una multiplicidad de interacciones sociales cotidianas. (Amos Rapport, 1985).

Mitigación

Conjunto de acciones y medidas, estructurales o no estructurales, dirigidas a “reducir” las condiciones de vulnerabilidad o la exposición a las amenazas de las comunidades y su infraestructura, existen medidas de mitigación no-estructurales como la reforestación, el uso de códigos de construcción, rotación de cultivos, barreras vegetativas de conservación y retención de suelo, etc (Riesgos, 2017).

Materialidad

Se definiría la materialidad como la cualidad física asociada a un espacio para el enaltecimiento y concreción de su carácter y de la respuesta provocada en los sentidos. Textura, brillo, formato, material... todos ellos aspectos de la materia que definirán la condición del espacio que envuelven y crearán una reacción al habitarlos. (Alvarez, 2011)

Infraestructura verde en la red vial

La infraestructura verde es una red de zonas de vegetación que da beneficios hacia los habitantes, todo esto en conjunto con el desarrollo de las ciudades, el planeamiento de la infraestructura de la región y la dirección del crecimiento de las ciudades.

La infraestructura verde urbana es una estrategia que permite la conservación de la naturaleza de un territorio lo que aporta a la sustentabilidad ambiental, social y económica del mismo. Esta estrategia difiere de “otras estrategias de planificación de los espacios abiertos al considerar la conservación de la naturaleza en relación al desarrollo del territorio, la gestión del crecimiento de las ciudades y la planificación de la infraestructura construida”.

La infraestructura verde vial es el desarrollo de obras viales que desde su planeación estratégica sectorial y durante su diseño, construcción, operación, intervención o desmantelamiento, integran consideraciones ambientales, sociales, tecnológicas y de ingeniería, con el propósito de evitar, prevenir, mitigar y corregir los potenciales impactos ambientales negativos que genera este tipo de proyectos, logrando un balance ambiental positivo. (Sostenible, 2021)

Calor

Es un tipo de transferencia de energía. Una vez que hablamos de “calor” o energía térmica, tiene relación con la proporción de energía que se suma o se resta de la energía interna total de un objeto, gracias a la diferencia de temperatura. (Carballo, 2011).

Lineamientos

Los lineamientos son los que se emiten cuando se requiere particularizar o detallar acciones que derivan de un ordenamiento de mayor jerarquía como una ley, un código, un reglamento, un decreto, entre otros, describen las etapas, fases, pautas y formatos necesarios para desarrollar actividades o tareas específicas. (Garguño, 2009)

Lineamientos Sostenibles

Según CAST (2011) “los lineamientos sostenibles permiten generar objetivos sin perjudicar el ecosistema de esta manera teniendo en cuenta la protección del patrimonio natural y cultural.”

Calidad de vida Urbana

Si se toma en cuenta el concepto de calidad de vida según la OMS, dice que es la percepción que un individuo tiene de su lugar en la existencia en el contexto de la cultura y del sistema de valores en los que vive y en relación con sus objetivos, sus expectativas, normas y sus inquietudes.

Definiendo calidad de vida urbana como el conjunto de las condiciones presentes en el medio urbano que garantizan el confort biológico y el soporte funcional para el desarrollo de los individuos y sus actividades en condiciones equitativas y dignas dentro de una ciudad. (González Roodríguez, 2020)

Fundamento Teórico

Isla de Calor Urbana en el espacio público

Se tiene en cuenta que el fenómeno de la Isla de Calor Urbana se genera en su mayoría en áreas urbanas y suburbanas en comparación con zonas rurales, existen distintos factores como la estructura urbana, topografía, las superficies del suelo, áreas verdes, entre otros que pueden llegar a cambiar el clima en el espacio urbano.

Según Pozo (2017) “Este fenómeno no es una consecuencia directa del cambio climático, pero este acentúa más este fenómeno en las ciudades, amenazando la salud y calidad de vida de las personas debido a las temperaturas extremas sobre todo en verano.” Las islas de calor es un efecto invernadero local, pues los gases se encierran en un solo lugar provocando una cápsula que absorbe calor del sol. Los materiales que forman la ciudad absorben la radiación solar de onda corta y la emiten posteriormente con una longitud de onda más larga, frecuencia que resulta retenida por partículas en suspensión y gases de combustión. (Pozo Navas, 2017)

Se distinguen dos tipos de isla de calor, la superficial (horizontal) y la atmosférica (vertical). La primera se genera cuando las superficies de suelos, techos y fachadas registran una temperatura superior a la del aire y se producen en el día como en la noche, por otro lado, la isla de calor atmosférica se establece por la diferencia de temperatura del aire entre los espacios urbanos y rurales. Este tipo de islas se clasifican en dos tipos: 1) a nivel de suelo, se encuentra en la capa de aire que afecta directamente a los habitantes desde el suelo hasta el nivel superior de los techos o

árboles; 2) va desde donde empiezan los techos o árboles y se extiende a una altura aproximadamente 1.5 km desde el suelo y se presenta en el atardecer y es más importante por la noche que por el día y en invierno. (Hernández Godínez, 2017).

La isla de calor urbano también es el resultado de dos procesos diferentes pero asociados; el primero y más importante, la modificación en la cobertura del suelo como resultado del proceso de urbanización que transforma las superficies con materiales impermeables como el asfalto y el concreto. La segunda, hace referencia a las actividades en la ciudad principalmente el transporte y la industria debido a las emisiones térmicas que contribuyen al calentamiento urbano. (Villanueva-Solis, Ranfla, & Quintanilla-Montoya, 2012)

Acciones de mitigación

Figura 2

Importancia de los procesos frente al impacto de las islas de calor



Nota: Hernández Godínez, (2017). Cuadro de la importancia de los procesos frente al impacto de las islas de calor.

Según Hernández Godínez (2017) “La mitigación es una forma de solucionar los problemas relacionados con las islas de calor considerando que son las acciones que resolverán el problema.”

El investigador Victor Barradas (2013) expone que “ Las propuestas hacia la mitigación de las Islas de Calor Urbano, siendo la más apropiada la colocación en puntos estratégicos arreglos de vegetación urbana.”

Confort térmico en el espacio público

Es probable que usted haya percibido en algún momento un aumento de la temperatura del aire cuando ingresa desde una zona rural hacia una zona urbana o desde una zona poco urbanizada hacia una zona con mayor cantidad de casas o edificios. Esta percepción responde al hecho de que las ciudades generan calor, lo que provoca una diferencia térmica con relación a las zonas rurales. Este fenómeno es conocido como isla de calor urbana (ICU). (Flores, 2020)

El confort térmico, para las personas que se encuentran en espacios abiertos, es uno de los factores que influye en las actividades al aire libre en calles, plazas, parques infantiles, parques urbanos, etc. La cantidad e intensidad de esas actividades se ve afectada por el nivel de incomodidad experimentado por los usuarios cuando se exponen a las condiciones climáticas de esos espacios abiertos. El hombre considera cómodo el ambiente si no existe ningún tipo de incomodidad térmica. (Guzman & Ochoa, 2014)

El objetivo del estudio del confort térmico es cuantificar las sensaciones térmicas para establecer escalas que permitan determinar la respuesta de las personas frente a las condiciones climáticas, estos

resultados se expresan mediante zonas de confort o índices.

Estos índices de confort térmico se llegan dividir en tres casos:

1. Directos: medición directa de variables ambientales como temperatura, humedad, velocidad del aire, entre otros.
2. Empíricos: Están basados en combinaciones de variables meteorológicas (tensión subjetiva y objetiva)
3. Racionales: Basados en el balance energético humano, mediante la interrelación entre las actividades metabólicas, vestimenta, los parámetros ambientales como la temperatura del aire, la temperatura radiante media, la velocidad del viento, la humedad relativa y la radiación solar y la percepción térmica de las personas. (Baquero, 2021)

Clasificación Local Climate Zone

La teoría LCZ sugiere clasificar las ciudades en 10 prototipos de geometría urbana y 7 prototipos de cobertura de superficie, cada prototipo posee características únicas que influyen en la formación de ICU. (Maigua López, Diana, 2020)

Esta clasificación LCZ indica, “La agrupación de características comunes influyen en la temperatura de la estructura de la superficie (altura y espaciado de los edificios y los árboles) y la cobertura de la superficie (permeable o impermeable).” (Maigua López, Diana, 2020)

Lineamientos hacia la mitigación de las Islas de Calor Urbano

La Alcaldía de Palmira, (2020) plantea El Plan de Desarrollo 2020-2023 “Palmira Pa’Lante”, para el tratamiento de las ICU establece algunos lineamientos y estrategias, donde se plasman como uno de los principios rectores, la Sostenibilidad y Resiliencia, donde el desarrollo de la ciudad vaya de la mano con el cuidado del medio ambiente.

A partir del conocimiento de fenómenos ambientales urbanos como las islas de calor, se pueden realizar lecturas objetivas de los impactos climáticos y así mismo idear estrategias que permitan mitigar tales impactos, estas acciones enfocadas principalmente a la restitución de la calidad ambiental, permitiendo una relación entre el factor natural y el artificial. (Palmira, 2020)

Las estrategias seleccionadas del Plan de Desarrollo se clasifican principalmente en tres componentes que involucran procesos de mejoramiento de la calidad ambiental, de la vivienda y del ordenamiento territorial, y que, con base en los resultados obtenidos en el análisis de las ICUs de la ciudad, corresponden a los principales componentes que intervienen y caracterizan la aparición de estos microclimas. (Palmira, 2020)

Se puede observar varias de las estrategias planteadas en el plan de desarrollo (Figura 3) y cual es el objetivo principal de estas estrategias.

Figura 3
Propuestas y estrategias para el tratamiento de las ICU en la ciudad.

Línea Estratégica	Sector	Objetivo	Estrategias
Palmira, Territorio Resiliente y Sostenible	Ambiente y Desarrollo Sostenible	Incrementar la conservación en áreas de importancia estratégica como acciones para la mitigación del cambio climático y promover el uso sostenible de los ecosistemas para garantizar la oferta del recurso hídrico y demás servicios ecosistémicos.	<ul style="list-style-type: none"> • Diseñar e implementar programas de reforestación urbana y de centros poblados. • Implementar la Política Municipal de Educación Ambiental. • Realizar acompañamiento e incentivar la implementación de fuentes de energías alternativas. • Operativizar el Sistema de Gestión Ambiental Municipal – SIGAM.

Nota: Palmira, (2020). Tabla de Propuestas y estrategias para el tratamiento de las ICU en la ciudad.

Normativa internacional de confort térmico:

La Norma ISO 7730 define el confort térmico como “Esa condición mental en la que se expresa la satisfacción con el ambiente térmico” (INEN, Norma INEN - ISO 7730, 2005)

Lineamientos de infraestructura verde:

Los lineamientos de Infraestructura verde vial buscan orientar los planes, programas y proyectos de infraestructura vial, desde las etapas iniciales de **diseño** y planificación, para que su desarrollo no genere daños ambientales, ni sociales. Por esto los lineamientos están pensados para aplicarse desde el momento en que se proyecta la ubicación de una carretera, su trazado, la manera en que se va a construir y luego, la forma en que va a funcionar cuando esté en operación. (Sostenible, 2021)

Estado del Arte

Para el Estado del Arte se desarrolla un análisis de varios artículos científicos, tesis, trabajos de investigación, que ayuden como un aporte a la presente investigación, teniendo en cuenta aspectos que tengan en común directamente temporalidad.

Todas las publicaciones tienen temas en común con la Isla de calor y se hace uso de estas investigaciones para poder analizar la metodología utilizada al momento de desarrollarla, sirviendo como un aporte en el desarrollo de los objetivos.

EVALUACIÓN DE UN INDICADOR DE CONFORT TÉRMICO, PARA ADAPTARLO A LAS CARACTERÍSTICAS CLIMÁTICAS Y CONFIGURACIÓN URBANA DE LA CIUDAD DE QUITO, CASO DE ESTUDIO CALLES JUAN RODRÍGUEZ Y LIZARDO GARCÍA, BARRIO LA MARISCAL.

Actualmente en las ciudades, los espacios públicos en condiciones confortables son una necesidad invaluable frente a los fenómenos de la isla de calor, y la demanda de estos espacios se incrementa constantemente por el crecimiento demográfico; estas condiciones promueven nuevas y diversas actividades comerciales, así como recreacionales, incentivando la convivencia de los habitantes. De lo enunciado es importante puntualizar que en el Ecuador el análisis sobre el espacio público, las herramientas de evaluación, sus efectos térmicos y de confort han sido limitados. (Pozo Navas, 2017)

En la investigación de Pozo (2017) se estudia los niveles de confort térmico en el espacio público específicamente en las calles Juan Rodríguez y Lizardo García de la ciudad de Quito ya que son espacios claves para lograr comprender los indicadores de confort

que se proponen.

Para esta investigación se usa una metodología para evaluar el indicador de confort térmico que ya está desarrollada por parte de la Agencia de Ecología Urbana de Barcelona la cual estudia por métodos cuantitativos y cualitativos el comportamiento de la estructura urbana.

El software ENVI_met, analiza los microclimas urbanos en forma holística (múltiples interacciones en el mismo modelo), permitiendo analizar los efectos de todos los elementos que influyen en los casos de estudio, sin embargo, para investigaciones futuras se deben analizar los procesos físicos del suelo (humedad y temperatura superficial), los estereológicos (generación de turbulencias en el ambiente), la química atmosférica (dispersión de contaminantes urbanos) y además botánica (transpiración de las plantas), que pueden determinar resultados más precisos en el análisis de las ciudades mediante simulaciones. (Pozo Navas, 2017)

La metodología utilizada y la herramienta de modelación representan una nueva estrategia de estudio y análisis de las condiciones térmicas del espacio públicos, y los resultados se pueden ser determinantes para definir políticas de intervención más austeras en las vías o calles públicas con índices extremos de sensación térmica.

Con esta tesis doctoral se obtiene información de como funciona el software ENVI-met, para poder aplicarlo en la presente investigación para realizar simulaciones que ayuden a conocer información climática de la zona de estudio

INFRAESTRUCTURA VERDE EN LA RED VIAL URBANA DE LAS CIUDADES: ADAPTACIÓN AL CAMBIO CLIMÁTICO EN LA CIUDAD DE AMBATO, ECUADOR

En la investigación de Fiallos (2020) se tiene en cuenta la perspectiva urbana en las ciudades donde el principal enfoque sea la naturaleza y la vinculación que esta tiene con el espacio social y lo construido, se busca evaluar el potencial de expansión de infraestructura verde en la red vial de casco central de Ambato-Ecuador.

La metodología de esta investigación, se describe por procesos metodológicos con una base para estructurar el estudio presente, esta estructura parte de tres niveles conceptuales que son: Paradigmático, teorías generales, teorías sustantivas, la metodología técnica es cuantitativa y cualitativa (mixta).

Los resultados muestran que en la red vial del casco central de Ambato existe un bajo potencial para incorporar infraestructura verde. Sin embargo, se han identificado componentes urbanos y nuevas alternativas como el uso de edificaciones para la creación de fachadas y terrazas verdes, del mismo modo que la incorporación de vegetación en el mobiliario urbano como paradas de buses, quioscos, baterías sanitarias, postes, entre otros. Todo esto con el fin de tomar acciones inmediatas que permitan una innovación en los modelos de planificación compatible con el clima, mediante la promoción de una dialéctica entre el entorno natural y construido. (Fiallos Celi, 2020)

Consecuentemente, los datos cualitativos en el desarrollo de la investigación revelan que es necesario implementar procesos de concienciación ciudadana sobre el cambio climático y educación ambiental.

Al mismo tiempo, es necesario implementar campañas de apropiación del espacio público que a su vez fomenten la corresponsabilidad y el empoderamiento ciudadano, para que la evolución constante hacia una ciudad sostenible no solo sea una acción técnica que llegue desde la Municipalidad y dependiente de la autoridad de turno, sino sea un proceso de construcción ciudadana que se preserve en el tiempo. (Fiallos Celi, 2020)

Dentro de las conclusiones más relevantes de esta investigación se presenta la perspectiva ciudadana, con evidente necesidad de formular normativas e implementar planes de desarrollo sostenible en la ciudad. Esta visión expone la necesidad de insertar infraestructura verde en los procesos de planificación urbana del casco central de Ambato que, además contemple la aplicación de alternativas para la adaptación al cambio climático. (Fiallos Celi, 2020)

El aporte de esta tesis es con información de como se comporta la infraestructura verde y la ayuda que esta da a que el espacio público pueda climatizarse mejorando la sensación de confort térmico.

CARACTERIZACIÓN DE LOS EFECTOS DE LA ISLA DE CALOR EN LA DELEGACIÓN VENUSTIANO CARRANZA, CIUDAD DE MÉXICO

La pertinente investigación de (Hernández Godínez, 2017) tiene con fin conocer los aspectos del fenómeno conocido como Isla de Calor en la Ciudad de México, existiendo ya estudios previos de los efectos de este fenómeno como es el incremento de la temperatura en la mañana y a su vez en la noche, lluvias descontroladas, o sequías, estas variables climáticas han conseguido cambiar las zonas verdes por edificios, asfalto teniendo un decrecimiento de la evaporación y haciendo que el aire sea seco en la ciudad.

Para realizar esta investigación se ocupó una metodología de multimétodos tanto cualitativos como cuantitativos por medio de valores estadísticos como por entrevistas, estos métodos se emplearon para poder medir u observar las condiciones y las diferentes fases de un desarrollo.

Como resultados cualitativos por medio del análisis de entrevistas de la población es claro que para ellos es fundamental tener áreas verdes por todos los beneficios que trae consigo como el de frescor, sombra, disminución de ruido y limpiadores de la contaminación, también consideran que hace falta áreas verdes para disminuir no solo la temperatura sino también otros problemas ambientales que hay en la ciudad como por ejemplo la contaminación del aire. (Hernández Godínez, 2017)

Las personas relacionan áreas verdes con árboles, asimismo, se convierte en el principal protagonista, por ello, a falta de árboles o al ser talado las personas lo ejemplifican con la pérdida de lo natural y con ello un pensamiento de los incrementos de los problemas ambientales. (Hernández Godínez, 2017)

En resultados cuantitativos se emplearon fuentes oficiales implementadas por instituciones como INEGI, PAOT, aquí se desglosan como está distribuida la población territorialmente, las condiciones de las viviendas y las extensiones de áreas verdes por delegación. (Hernández Godínez, 2017)

Como conclusión del trabajo de investigación de Hernández Godínez, (2017) tenemos que Los asentamientos urbanos a gran escala y el desarrollo industrial han provocado cambios en el clima, debido al cambio de uso de suelo que reduce los recursos naturales y los convierte en zonas citadinas con mayor área asfáltica y de edificios, modificando el clima y aumentando temperatura con respecto a la zona periférica que posee más vegetación. Por lo tanto, las islas de

tienen particularmente dos afectaciones, el aumento de consumos de energía y la generación de gases contaminantes que se asocian a enfermedades respiratorias graves para la población y un cambio en el clima global.

El aporte de esta investigación es para conocer como la Isla de Calor Urbana afecta directamente al espacio urbano de la ciudad y como se hace uso de la vegetación como arboles o arbustos teniendo en cuenta cuales son los más óptimos para usarlos en el espacio público.

PROPUESTA DE REDUCCIÓN DEL EFECTO ISLA DE CALOR URBANO SUPERFICIAL (ICUS) EN LA CIUDAD DE CURICÓ

En la investigación de Moya, (2020) se plantea evaluar el potencial para un modelo de simulación climática para así crear simulaciones de escenarios de resiliencia climática en zonas urbanas. Por otra parte, la investigación de la Tesis de Moya, (2020) busca desarrollar lineamientos en base a la planificación con sensibilidad al clima para que sirva como Instrumentos de Planificación Territorial (IPT)'S.

Para realizar la investigación se utiliza una metodología mixta con enfoques cuantitativos y cualitativos, en su primer y segundo objetivo, tiene un enfoque cuantitativo ya que se describió el comportamiento climático de la ciudad de Curicó a través de gráficos y cálculos matemáticos, mientras que en su tercer objetivo es de enfoque cuantitativo-cualitativo, puesto que se describieron las características de las islas de calor urbano en Curicó a través de propuestas de simulación climática. (Moya, 2020).

Como resultados del análisis que se realizó se obtuvo que en la ciudad de Curicó las Islas de Calor Urbano están elevadamente relacionadas con la cobertura de suelo, se comprobó que las temperaturas más

elevadas se encontraban en zonas con suelo desnudo, teniendo temperaturas de 33°C hasta los 38 °C.

Estas intensidades de las islas de calor fueron explicadas con los factores geográficos que más influyen en su comportamiento, lo que dio como resultado que las distancias urbanas a cuerpos de agua son el factor más relevante en las diferencias de temperatura en la ciudad. (Moya, 2020).

Otro de los resultados de la investigación donde de la propuesta de los escenarios de reducción del efecto isla de calor se realizó en base al Objetivo N°2, donde se indico que el aumento de la vegetación influye en la baja de temperatura. Por otro lado, esta propuesta es la más viable de realizar, ya que los demás factores urbano-geográficos son muy difíciles de modificar. En este sentido, estas acciones de mitigación o reducción de la isla de calor urbana pueden extenderse a escala de ciudad. (Moya, 2020)

El aporte de este artículo científico es conocer como funciona el software ENVI'met y cual es la metodología para poder ejecutar esta aplicación con el fin de desarrollar simulaciones.

ANÁLISIS DE LA DISTRIBUCIÓN ESPACIAL DE LA TEMPERATURA SUPERFICIAL Y LA VALORACIÓN DE CRITERIOS QUE INFLUYEN EN LA ISLA DE CALOR URBANO (ICU) EN EL DISTRITO METROPOLITANO DE QUITO

En la investigación de Maigua López, Diana, (2020) se estudia la presencia del fenomenos de islas de calor en la Ciudad de Quito, el presente estudio partio a atraves de tres fases como parte de su metodología:

En la Fase I se realiza un análisis multitemporal de las parroquias de Quito en el mes de septiembre de los años 2010, 2015 y 2019 identificando las áreas que tengan una superior acumulación de temperatura superficial.

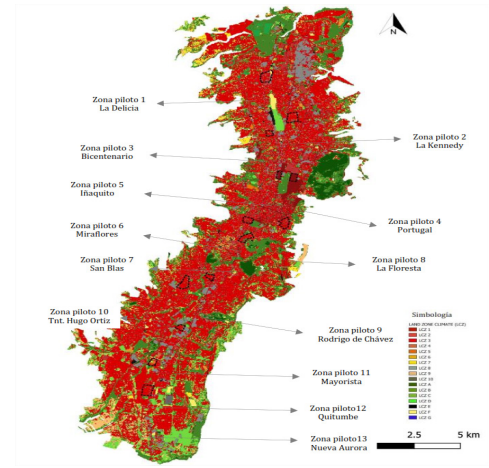
En la Fase II se busca conocer como la vegetación sirve para disminuir el efecto de la isla de calor urbana, con esto se procedió a tomar medidas térmicas en varios tramos de la capital generando una comparación en donde exista y no exista vegetación.

En la Fase III se realiza la clasificación Local Climate Zone (LCZ) de Stewart & Oke (2012), la valoración de las propiedades de geometría urbana, cobertura de superficie y propiedades térmicas en 13 zonas piloto, para conocer como aportan en la formación de los efectos de la isla de calor urbano (ICU) en la Ciudad de Quito. (Cubillo, Orellana, & Maigua, 2020)

En los resultados de la Fase III tenemos la Clasificación Local Climate Zone donde se tiene que se conoce que en la Ciudad de Quito predomina la clasificación LCZ 3, B, D, 2, 8, los cuerpos de agua con la que se identifica LCZ G son casi nulos, en la figura 9 se identifica que LCZ 3 tiene el 46% de presencia seguido de LCZ B con 18%, LCZ D 10%, LCZ 2 7% y LCZ 8 6%.

En la zona 3 (Bicentenario) se puede evidenciar el prototipo LCZ 2 que es Compacto de mediana altura con un porcentaje del 30.63%, sus características son: mezcla densa de edificaciones de baja altura (3 a 9 pisos), pocos o ningún árbol, cobertura de superficie pavimentada, materiales de construcción, hormigón, piedra, ladrillo, baldosas. En el presente estudio este prototipo tiene mediana presencia.

Figura 4
Clasificación Local Climate Zone – Ciudad de Quito



Nota: Maigua López, Diana. (2020).

Las local climate zone son prototipos que indican el comportamiento de los efectos de la isla de calor urbano en la Ciudad de Quito, con esta información se puede implementar rehabilitaciones urbanas con un enfoque de sustentabilidad con la finalidad de disminuir los efectos de la isla de calor urbano y mejorar las condiciones de confort térmico urbano de sus habitantes. (Maigua López, Diana, 2020)

El aporte de esta investigación es en la metodología para obtener información de como funciona el modelo Local Climate Zone y poder clasificar la P1'PU01 con el mismo.

Tabla 1

Tabla resumen del estado del arte

TABLA RESUMEN - ESTADO DEL ARTE			
AUTOR	TEMA/TÍTULO	AÑO	APORTE
Santiago Javier Pozo Navas	Evaluación de un indicador de confort térmico, para adaptarlo a las características climáticas y configuración urbana de la ciudad de Quito, caso de estudio calles Juan Rodríguez y Lizardo García, Barrio La Mariscal	2017	Aporta la metodología aplicada en el trabajo de investigación para evaluar la calidad del confort térmico ya que parte de resultados por simulaciones en ENVIMET.
Diana Elizabeth Fiallos Celi	Infraestructura verde en la red vial urbana de las ciudades: adaptación al cambio climático en la ciudad de Ambato, Ecuador	2020	Importancia de como la vegetación aporta a la climatización de los espacios públicos como son las calles mejorando el confort térmico.
Tania Yanet Hernández Godínez	Caracterización de los efectos de la isla de calor en la Delegación Venustiano Carranza, Ciudad de México	2017	Permite conocer como la Isla de Calor afecta a la ciudad y la vegetación es utilizada como estrategia para poder mitigarla
Daniel Moya Castillo	Propuesta de reducción del efecto Isla De Calor Urbano superficial (ICUS) en la ciudad de Curicó.	2020	Permite conocer como funciona el software ENVI-met y como se usa a la vegetación como influye a reducir la temperatura.
Paulina Cubillo B. Diana Orellana Paola Maigua	Análisis de la distribución espacial de la temperatura superficial y la valoración de criterios que influyen en la isla de calor urbano (icu) en el distrito metropolitano de quito	2020	Aporta a la metodología de la investigación para implementar la teoría de Local Climate Zone (LCZ) que ayuda a conocer los comportamientos de la isla de calor urbana

MATERIALES Y MÉTODOS

Metodología de la investigación

Línea de investigación

La presente investigación “Propuesta de lineamientos para mitigar las islas de calor urbano en la ciudad de Ambato (Parroquia La Matriz) con un enfoque en el espacio público para mejorar la calidad de vida”, corresponde a la línea 1 “Sistemas Territoriales (EUT Estudios Urbano Territoriales)” y sub línea; “Planificación, manejo y gestión de territorios rurales y urbanos”.

Diseño metodológico

Enfoque de la investigación

La presente investigación tiene un enfoque mixto, es decir, **cuantitativo** y **cualitativo**, este enfoque ayuda a lograr comprender de una mejor manera el problema de la investigación.

El Método Mixto se está consolidando en el mundo, se lo reconoce como un enfoque que presenta varias perspectivas para ser utilizado. El Método Mixto es la integración sistemática de los métodos cuantitativo y cualitativo en un solo estudio con el fin de obtener una investigación más completa del fenómeno.

En base al enfoque cuantitativo se tiene la medición del confort térmico en el espacio público con un enfoque en las calles mediante variables climáticas, que ayuden a sustentar la investigación, de manera cualitativa se obtienen resultados a través de fichas de observación para conocer el estado actual de las calles de la zona de estudio y entrevistas para recopilar información acerca de la percepción de confort térmico de las personas.

Nivel de investigación

El nivel de la presente investigación es descriptivo y explicativo ya que describe el estado actual de las vías en conjunto con simulaciones climatológicas en el software ENVIMET.

La investigación con nivel **descriptivo** tiene como objetivo describir algunas características fundamentales de conjuntos homogéneos de fenómenos, utilizando criterios sistemáticos que permiten establecer la estructura o el comportamiento de los fenómenos en estudio, proporcionando información sistemática y comparable con la de otras fuentes.

Explicativo porque se busca demostrar las variaciones en el confort térmico que se generan por el fenómeno de la ICU de las calles y así generar lineamientos para mejorar la habitabilidad urbana.

La investigación **explicativa** es aquella que tiene relación causal, no sólo persigue describir o acercarse a un problema, sino que intenta precisar las causas del mismo. Puede valerse de diseños experimentales y no experimentales. La investigación experimental se centra en controlar el fenómeno a estudiar, emplea el razonamiento hipotético-deductivo. Emplea muestras representativas, diseño experimental como estrategia de control y metodología cuantitativa para analizar los datos.

Tipo de investigación

El tipo de investigación es **básica**, y de **campo**, básica ya que los datos climatológicos se plantean obtener por el uso de fichas y aplicación de software, campo porque se enfoca en comprender una realidad en base a las condiciones físicas de las vías. Se denomina investigación básica a la investigación pura, teórica o dogmática, se caracteriza por su

originalidad en el marco teórico y permanece en él, el objetivo es incrementar los conocimientos científicos, pero sin contrastarlos con ningún aspecto práctico

La investigación de campo es la información que se deriva de la simple observación del fenómeno a investigar, este tipo puede estar apoyada de informes o documentos sobre el tema objeto de investigación.

Población y muestra

La muestra puede ser definida como un SUBGRUPO DE LA POBLACIÓN o universo. Para seleccionar la muestra, primero deben delimitarse las características de la población.

Para poder realizar las entrevistas para conocer la percepción del confort térmico por parte de las personas en la P1-P01, se procedió a identificar cual es la población de la P1-PU01, la cual es de 1069 habitantes según el INEC 2010, esto se determina por medio de la fórmula de la población finita.

Formula de muestreo para población finita

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

Z= nivel de confianza 1.64
p= proporción de éxito 0.9
N= Población 1069
e= error de estimación 0.5
q= proporción de fracaso 0.1

$$n = \frac{1069(1.64)^2(0.9)(0.1)}{(1069 - 1)(0.05)^2 + (1.64)^2(0.9)(0.1)} =$$

$$n = 88 \text{ muestras}$$

Se redondea a 90 muestras para poder realizar las entrevistas en la zona de estudio

Técnicas de recolección de datos

La recolección de datos que se emplean en este trabajo parte de diferentes técnicas como:

Entrevista: La entrevista es una de las técnicas eficaces en el método cualitativo que sirve para la recopilación de datos, es una herramienta que se toma mediante el dialogo coloquial.

Entrevistas a usuarios: Estas se realizaron a personas aleatorias que sean comerciantes, transiten o permanezcan en la calle, para recopilar datos informativos acerca de la percepción térmica de las personas, también si es que poseen conocimiento de los problemas que traen las altas temperaturas en la calle a la salud y si colocarían arbolado en la vía.

Fichas de observación: Se lo realiza acudiendo al lugar de estudio que es en la p1-pu01, observando el estado actual de las vías, su materialidad, vegetación que existe para así poder comprender el origen de microclimas en el sitio.

Técnicas para el procesamiento e interpretación de datos

Para procesar los datos de la investigación de las entrevistas realizadas, se lo hizo a través de **gráficos en barras** para facilitar el entendimiento de los resultados obtenidos y también barras comparativas, para el procesamiento de datos de la ficha de observación se lo realizó mediante una **tabla resumen** para indicar las observaciones que existen en cuanto a materialidad y vegetación de las calles de estudio.

PROCEDIMIENTO METODOLÓGICO

Objetivo 1

Analizar el estado actual de la zona de estudio mediante fichas de observación y simulaciones que ayuden a conocer la percepción de sensación térmica de las personas para generar estrategias de intervención en el lugar.

1. Delimitar las calles en las que se va a realizar el análisis de la investigación.
2. Levantamiento de información del lugar como materialidad, arbolado, medidas de calzada vehicular y peatonal para poder realizar posteriormente 3DS que ayuden a demostrar el estado actual en comparación con las mejoras.
3. Indicar la sensación de confort térmico que presenta las calles de estudio mediante entrevistas a los usuarios de la misma.

4. Indicar la sensación de confort térmico que presenta las calles de estudio mediante simulaciones en el software envimet.

Objetivo 2

Clasificar la P1-PU01 de la ciudad de Ambato mediante el modelo LCZ (Local Climate Zone) para analizar la morfología y cobertura del área urbana de estudio.

1. Investigar acerca de cómo funciona el modelo de Local Climate Zone y su clasificación para poder realizarla en la zona de estudio.
2. Realizar mapeos del sitio de estudio mediante el uso de imágenes satelitales.
3. Encasillar los polígonos a que Local Climate Zone pertenece cada uno en la zona de estudio.

Objetivo 3

Establecer estrategias de mitigación frente al fenómeno de las Islas de Calor Urbano mediante el estudio previo realizado para generar cambios en la zona de estudio.

1. Analizar la información del estudio realizado para poder implementar estrategias que ayuden a la mitigación de las Islas de Calor Urbano.
2. Comparar las mejores estrategias que se puedan realizar a nivel urbano
3. Indicar los lineamientos que se plantearan para mitigar las Islas de Calor Urbano en la P1-PU01.

APLICACIÓN METODOLÓGICA

Delimitación espacial, temporal o social

Análisis del Contexto Físico

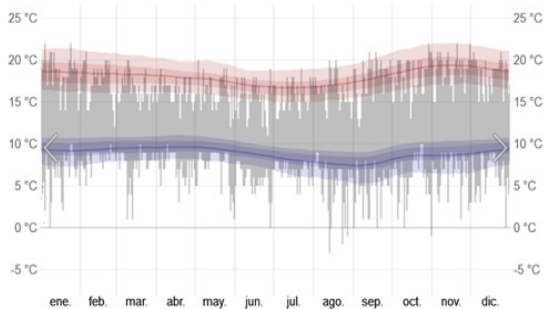
Condiciones climáticas:

Temperatura

La temperatura del cantón Ambato varía dependiendo del mes como se puede observar en el siguiente gráfico teniendo un máximo de 22 °C, dependiendo del tipo de materialidad se puede tener una variación de la temperatura en una zona específica.

Figura 5

Datos históricos de temperatura en el Ambato en 2022.



Nota: Weather Spark, (2022).

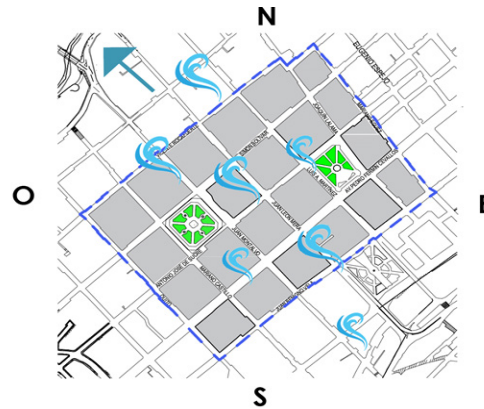
Se puede identificar los intervalos de las temperaturas diarias mediante las barras de color gris, identificando las más elevadas las de color rojo y las más bajas de azul (Figura 5)

Vientos

Los vientos predominantes de Ambato tienen una dirección Sur Este (SE) a Nor Oeste (NO) con una velocidad que oscila de entre los 21 a 28 km/h como se puede observar en la Figura 6.

Figura 6

Recorrido de los vientos predominantes en Ambato



Precipitación Pluvial

El mes con más días con solo lluvia en Ambato es abril, con un promedio de 21,5 días. En base a esta categorización, el tipo más común de precipitación durante el año es solo lluvia, con una probabilidad máxima del 74 % el 1 de abril (Figura 7)

Figura 7

Probabilidad diaria de precipitación en Ambato



Nota: Weather Spark, (2022).

Asoleamiento

La salida del sol mas pronta en Ambato es a las 5:53 am en el mes de noviembre y la mas tardía se presenta con 31 minutos mas tarde a las 6:24 am el día 15 de febrero. La puesta de sol mas pronta en la ciudad se da a las 18:02 el día 30 de octubre y su puesta mas tardía es 31 minutos después a las 18:33 el 8 de febrero (Figura 8).

Figura 8
Horas de luz natural



Nota: Weather Spark, (2022).

Estructura Geográfica

Aspectos de localización

Ubicación del terreno

El área de análisis se ubica en la P1-PU01, el cual se encuentra en el núcleo central de la ciudad de Ambato, provincia de Tungurahua, Ecuador. El cantón Ambato está ubicado en el centro del país, hacia el norte se encuentra las provincias de Cotopaxi y Napo, al sur colinda con las provincias de Chimborazo y Morona Santiago, al este con Pastaza, y al Oeste nos queda Bolívar.

Localización geográfica

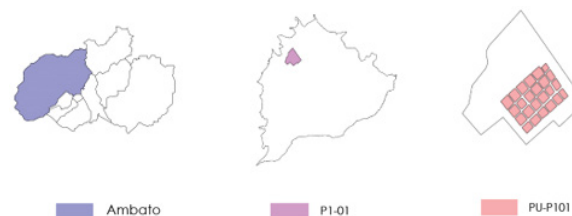
Latitud 1°14'32.02" sur; Longitud 78°37'45.65" O oeste.

Modalidad geográfica

La Pieza Urbana 01 se encuentra en un área con planicie, con cercanía a la cuenca del Río Ambato.

La delimitación a escala micro, meso y macro se la puede observar en la Figura 9.

Figura 9
Delimitación de la zona



Nota: PUGS 2033, (2021).

Análisis del Contexto Urbano

Redes de Infraestructura

Vialidades

En la pieza urbana 01 la movilidad es alta ya que al encontrarse en el núcleo central de la ciudad el flujo vehicular es alto a comparación con otras zonas, de igual manera el tráfico vehicular es notable en horarios de la mañana y tarde,

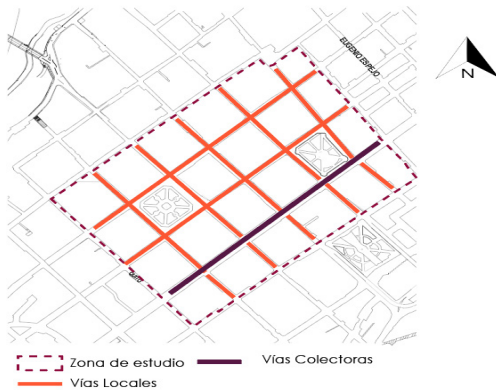
Vías de comunicación

Se puede notar que las calles con más afluencia de personas como de transportes, es en la Av. Cevallos ya que es la calle principal que conectan con las demás de la ciudad, las otras vías muestran una afluencia media ya que estas son más transitadas por personas que viven en esta zona o trabajan.

Vías colectoras y vías locales

En la pieza urbana 01 existen dos tipos de vías que son locales y colectoras, teniendo un mayor porcentaje de locales y una colectoras que pertenece a la Avenida Cevallos.

Figura 10
Análisis de vías

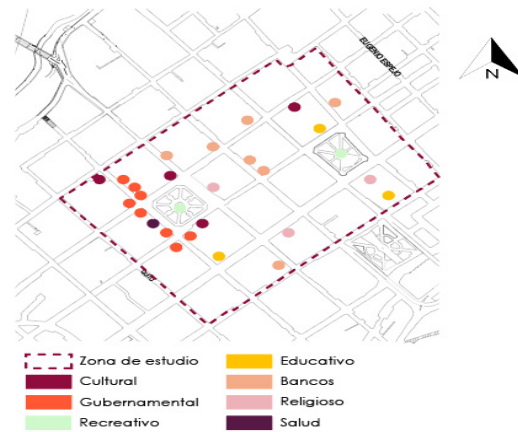


En la figura se puede observar cada tipo de vía en la P1-PU01.

Equipamiento

La zona de estudio esta abastecida de diferentes equipamientos tanto públicos como privados , entre ellos religiosos, gubernamentales, culturales, educativos, recreativos, entre otros.

Figura 11
Equipamientos urbanos



DESARROLLO DE LOS OBJETIVOS

Para poder realizar los objetivos planteados se tomo en cuenta la utilización de varios instrumentos y herramientas para lograr obtener datos y resultados correctos

Desarrollo Objetivo Específico 1

En el objetivo específico 1 “Analizar el estado actual de la zona de estudio mediante fichas de observación y simulaciones que ayuden a conocer la percepción de sensación térmica de las personas para generar estrategias de intervención en el lugar.” se partió por realizar el análisis de la zona de estudio, realizando la selección de las calles para generar análisis, donde se procedió a delimitar en primer lugar la zona de estudio (Figura 12), que se encuentra en la Pieza Urbana 01 en la Plataforma 1 de la ciudad de Ambato.

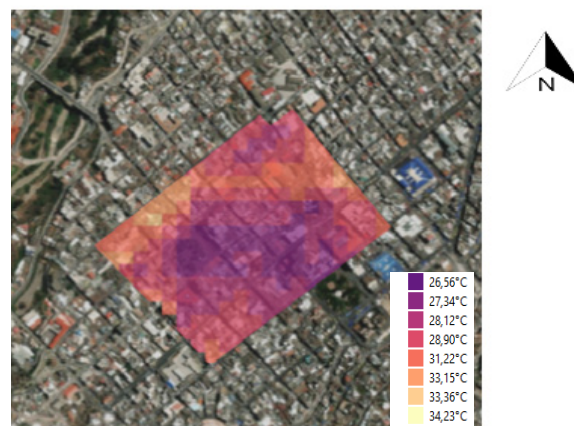
Figura 12

Polígono zona de estudio P1-PU01.



Figura 13

Mapa de Distribución de temperatura superficial de la P1-PU01.



Para la obtención del mapa de distribución de temperatura superficial (Figura 13), se utilizó el software QGIS y el raster generado por Landsat 9.

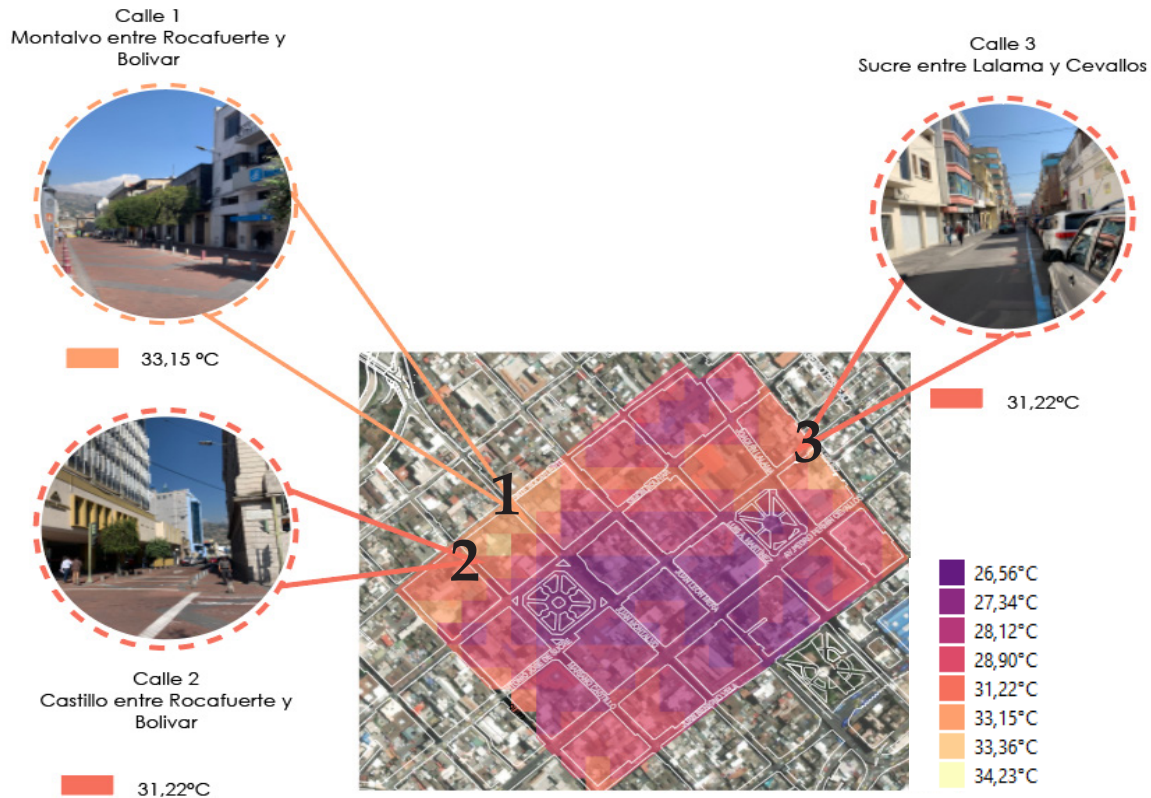
Se puede observar que las zonas amarillas representan las zonas con temperaturas más elevadas la cual la más alta es de 34,23 °C y la menor de 26,56°C, estos niveles presentan inconvenientes en cuanto al confort térmico ya que la norma NTE INEN-ISO 7730 indica que las temperaturas de suelo aceptable son entre 19°C a 28 °C, por lo que indica un incremento en la formación de la Isla de Calor en la zona urbana de la P1-PU01.

Con la observación de las temperaturas superficiales se seleccionó 3 calles de estudio (Figura 14), para poder recopilar datos que ayuden a conocer el estado actual, estas corresponden a las temperaturas más altas de la Pieza Urbana 01.

Las calles seleccionadas son Montalvo entre Rocafuerte y Bolívar, Castillo entre Rocafuerte y Bolívar, Sucre entre Lalama y Cevallos.

Figura 14

Mapa de selección de calles de estudio.



Con las calles previamente seleccionadas se realizó el levantamiento de información acerca de diferentes variables como materialidad, vegetación, edificaciones, todo esto para posteriormente poder realizar 3Ds

Figura 15

Ficha de Observación Calle 1.

Ficha de Observación del espacio público (calles) PU-P101							
Fecha de recolección de datos				28/12/2022			Fotografía
Tipología	Espacio Público			Tipo	Calles		
Ubicación				Montalvo entre Rocafuerte y Bolívar			
Coordenadas				1°14'28.85"S - 78°37'46.33"O			
Área de superficie total				Dimensiones de la calle	Lado	Dimensión	
1267,75 m ²					A	92,20m	
Área de veredas					B	91,74m	
737,66 m ²					C	13,55m	
Área de calzada vehicular					D	12,98m	
530,15 m ²							
Materialidad veredas				Materialidad de calzada de vehicular			
Adoquin	x			Asfalto			
				Concreto	x		
Concreto				Adoquin	x		
	x			Tierra			
Estado de material	Bueno	Malo	Regular	Estado del Material	Bueno	Malo	Regular
			x				x
Vegetación							
Existencia de vegetación							
Si	x			No			
Planta				Cantidad			
Alamo Blanco	Populus alba			2			
Calistemos	Callistemon			2			
Árbol trueno	Ligustrum lucidum			1			
Elaborado por: Ana Paula Mayorga Alvarado							



Figura 16

Ficha de Observación Calle 2.







Ficha de Observación del espacio público (calles) P1-PU01									
Fecha de recolección de datos				28/12/2022				Fotografía	
Tipología		Espacio Público		Tipo		Calles			
Ubicación				Castillo entre Rocafuerte y Bolívar					
Coordenadas				1°14'30.54"S - 78°37'48.63"O					
Área de superficie total				Dimensiones de la calle		Lado		Dimensión	
659,35 m ²						A		93,12m	
Área de veredas						B		92,7m	
638,8m ²						C		12,23m	
Área de calzada vehicular				D		11,33m			
457,21m ²									
Materialidad veredas				Materialidad de calzada de vehicular					
Adoquin		x		Asfalto					
				Concreto		x			
Concreto		x		Adoquin		x			
				Tierra					
Estado de material		Bueno	Malo	Regular	Estado del Material		Bueno	Malo	Regular
				x					x
Vegetación									
Existencia de vegetación									
Si		x		No					
Planta				Cantidad					
Álamo plateado		Populus alba		1					
Calistemo		Callistemon		1					
									
Elaborado por: Ana Paula Mayorga Alvarado									

Figura 17
Ficha de Observación Calle 3.

Ficha de Observación del espacio público (calles) PU-P101										
Fecha de recolección de datos				28/12/2022			Fotografía			
Tipología		Espacio Público		Tipo		Calles				
Ubicación				Sucre entre Lalama y Cevallos						
Coordenadas				1°14'25.94"S - 78°37'35.66"O						
Área de superficie total				Dimensiones de la calle	Lado		Dimensión			
587,44 m2					A		55,63m			
Área de veredas					B		54,42m			
267,03m2					C		5,76m			
Área de calzada vehicular				D		6,13m				
320,42m2										
Materialidad veredas				Materialidad de calzada de vehicular						
Adoquin				Asfalto		x				
				Concreto		x				
Concreto		x		Adoquin						
				Tierra						
Estado de material		Bueno	Malo	Regular	Estado del Material			Bueno	Malo	Regular
				x						x
Vegetación										
Existencia de vegetación										
Si					No		X			
Planta					Cantidad					
_____					_____					
Elaborado por: Ana Paula Mayorga Alvarado										

Mediante la aplicación de entrevistas estructuradas se realizaron una serie de preguntas en total 6, para conocer como las personas perciben la sensación de

confort térmico en las calles y a su vez saber si las personas colocarían arbolado en estas calles.

Figura 18

Ficha de Entrevista de la Calle 1.


FICHA DE ENTREVISTA A USUARIOS DE LA CALLE 2			
DATOS INFORMATIVOS			
Nombre del entrevistado: Hector Valle		Fecha: 06-01-2023	
Edad:	58	Sexo:	Masculino
Estado Civil:	Casado	Hora:	15:25 pm
DIRECCIÓN	Montalvo entre Rocafuerte y Bolívar		
Descripción de la calle	Calle de un solo carril, de materialidad mixta entre hormigón y adoquín, existe presencia de vegetación (5 árboles) y edificaciones de 1 a 6 pisos de altura.		
ASPECTOS Y PERSPECTIVA DE LA COMUNIDAD			
1. ¿Usted es comerciante, transeúnte o residente por esta calle?			
R: Soy transeúnte			
2. ¿Considera que la temperatura en la calle es el adecuado para el desarrollo de sus actividades cotidianas?			
R: Mi actividad diaria es caminar al trabajo en la cooperativa, y últimamente he sentido que el calor especialmente en las mañanas es sofocante entonces pienso que no es la adecuada			
3. ¿Tiene conocimiento acerca de los problemas que trae las altas temperaturas que presenta el espacio público (calles)?			
R: No tengo conocimiento			
4. ¿Puede usted percibir que en esta calle hace más calor que a diferencia de otra?			
R: Si, hay lugares donde paso y me siento fresco, pero cuando ya llego al trabajo tengo calor			
5. ¿Considera que al hacer uso del espacio público (calles) se encuentra en un espacio seguro y cómodo para poder estar?			
R: Tal vez si no fuera por el sol que si molesta un poco al caminar sí.			
6. ¿Considera usted que es necesario colocar arbolado en las aceras, si es así donde lo colocaría?			
R: Estaría mejor que si se pusieran árboles que den un poco más de sombra a los que pasamos por acá y los pondría en la parte de arriba.			
Elabora por:	ANA PAULA MAYORGA ALVARADO		

Figura 19

Ficha de Entrevista de la Calle 2.



FICHA DE ENTREVISTA A USUARIOS DE LA CALLE 1			
DATOS INFORMATIVOS			
Nombre del entrevistado: Mark Goyes		Fecha: 14-01-2023	
Edad:	44	Sexo:	Masculino
Estado Civil:	Casado	Hora:	10:01 am
DIRECCIÓN	Castillo entre Rocafuerte y Bolívar		
Descripción de la calle	Calle de un solo carril, de materialidad mixta entre hormigón y adoquín, existe presencia de vegetación (4 árboles) y edificaciones de 1 a 11 pisos de altura.		
ASPECTOS Y PERSPECTIVA DE LA COMUNIDAD			
1. ¿Usted es comerciante, transeúnte o residente por esta calle?			
R: Comerciante informal			
2. ¿Considera que la temperatura en la calle es el adecuado para el desarrollo de sus actividades cotidianas?			
R: Me dedico a la venta ambulante desde hace 3 años y en estas épocas siento que la temperatura ya no es como antes me siento mas acalorado por lo que me dificulta estar vendiendo.			
3. ¿Tiene conocimiento acerca de los problemas que trae las altas temperaturas que presenta el espacio público (calles)?			
R: No he escuchado del tema.			
4. ¿Puede usted percibir que en esta calle hace más calor que a diferencia de otra?			
R: En la avenida Cevallos se siente el frio clarito a diferencia de aquí en mi percepción.			
5. ¿Considera que al hacer uso del espacio público (calles) se encuentra en un espacio seguro y cómodo para poder estar?			
R: Cómodo no lo considero para poder trabajar es muy cansando bajo el sol.			
6. ¿Considera usted que es necesario colocar arbolado en las aceras, si es así donde lo colocaría?			
R: Pienso que si porque se vería masa bonita en la calle llena de árboles.			
Elabora por:		ANA PAULA MAYORGA ALVARADO	

Figura 20

Ficha de Entrevista de la Calle 3.

FICHA DE ENTREVISTA A USUARIOS DE LA CALLE			
DATOS INFORMATIVOS			
Nombre del entrevistado: Anthony Supe		Fecha: 07-01-2023	
Edad:	41	Sexo:	Masculino
Estado Civil:	Viudo	Hora:	12:05 pm
DIRECCIÓN	Sucre entre Lalama y Cevallos		
Descripción de la calle	Calle de una sola vía, de materialidad de hormigón, no existe presencia de vegetación y edificaciones de 1 a 4 pisos de altura.		
ASPECTOS Y PERSPECTIVA DE LA COMUNIDAD			
1. ¿Usted es comerciante, transeúnte o residente por esta calle?			
R: Comerciante ambulante de frutas			
2. ¿Considera que la temperatura en la calle es el adecuado para el desarrollo de sus actividades cotidianas?			
R: Mientras estoy realizando mis ventas que es mi actividad diaria hay veces que el sol me corre de la calle, entonces no la considero.			
3. ¿Tiene conocimiento acerca de los problemas que trae las altas temperaturas que presenta el espacio público (calles)?			
R: No la verdad			
4. ¿Puede usted percibir que en esta calle hace más calor que a diferencia de otra?			
R: Si hay veces que me coloco en la Avenida Cevallos por lo mismo de que siento que a ciertas horas allá estoy mejor			
5. ¿Considera que al hacer uso del espacio público (calles) se encuentra en un espacio cómodo para poder estar?			
R: Creo que depende de la hora, por ejemplo, en la tarde siento que es más fresco entonces más cómodo.			
6. ¿Considera usted que es necesario colocar arbolado en las aceras, si es así donde lo colocaría?			
R: No se si sea necesario, pero si pusiera porque mas que sea me da sombra y me protege del sol y en esta calle no hay ni uno.			
Elabora por:		ANA PAULA MAYORGA ALVARADO	

Teniendo en cuenta la percepción del confort térmico por medio de las personas entrevistadas, se continua con la investigación de datos por medio del software ENVI-met, que posee una malla de trabajo de 50x50x40m, se coloca una imagen satelital de nuestra área de estudio que sirve como guía para poder colocar información previamente recolectada mediante las fichas de observación como la materialidad de las vías y aceras, vegetación existente de la zona y sus edificaciones, datos importantes para una correcta simulación, para la obtención de estos resultados se coloco la fecha 28 de Noviembre del 2019, obtenida por medio de la Estación Meteorológica Aeropuerto

Figura 21

Rango de sensación térmica PMV de ENVI-met

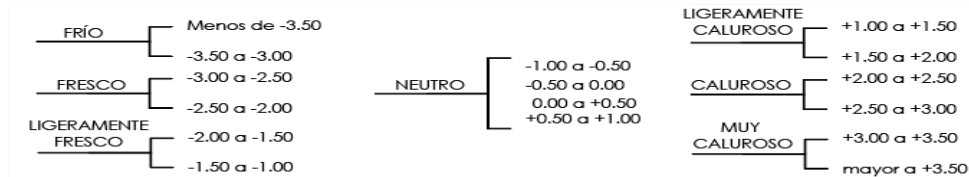


Figura 22

Modelado en 3D Calle 1 en el software ENVI-met.

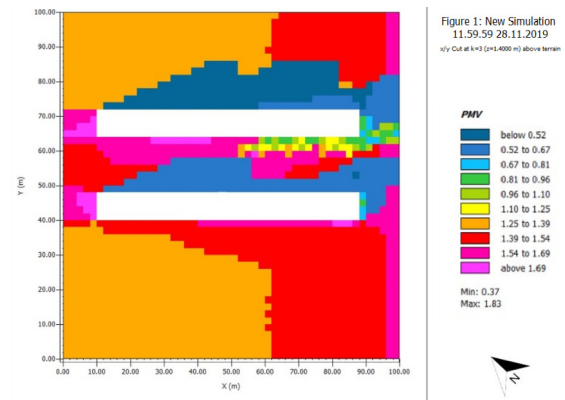


de Ambato, donde indica esta fecha como la más calurosa, siendo este dato el mas actual hasta la fecha.

Con la herramienta Leonardo perteneciente al software ENVI-met, se pudo analizar la variable de temperatura superficial, posteriormente la herramienta BioMet genero análisis en cuanto al análisis PMV (Predicted Mean Vote), esta ayuda a predecir valores medio acerca del confort térmico en una escala de siete puntos, el software toma como datos a un hombre de 35 años, peso de 75 kg y altura de 1,75 m, los resultados se basan en los parámetros de esta persona y como los percibe.

Figura 23

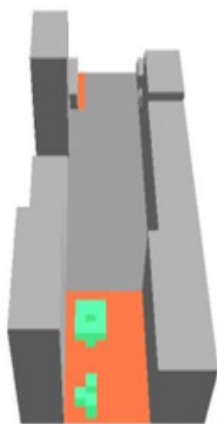
Mapa de los resultados de la simulación Calle 1 ENVI-met 5.1.1, proporcionados por Leonardo. Índice PMV.



Se realizó el modelado de la calle 1 (Figura 22) teniendo en cuenta la información como materialidad, y vegetación en las fichas de observación, teniendo 2 álamos plateados, 1 calistemo y un árbol trueno, con materialidad de adoquin y concreto tanto en calzada

Figura 24

Modelado en 3D Calle 2 en el software ENVI-met.



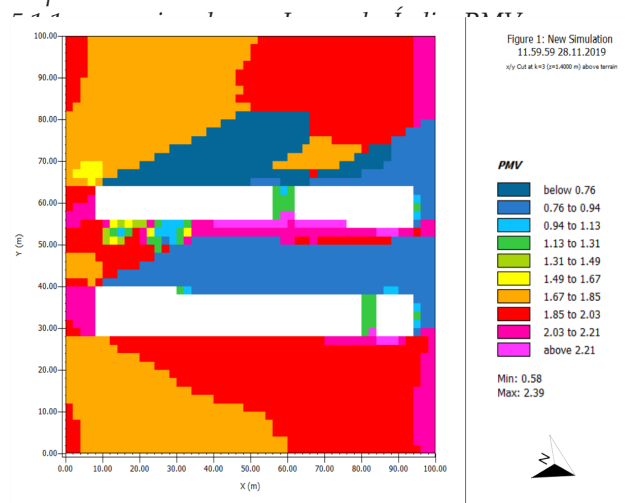
Se realizó el modelado de la calle 2 teniendo en cuenta la información como materialidad, y vegetación en las fichas de observación, teniendo 1 álamo plateado y 1 calistemo, con materialidad de adoquin y concreto tanto en calzada vehicular como en las veredas.

vehicular como en las veredas.

Se puede observar los niveles de confort térmico (Figura 23) en la escala de la simulación donde existen niveles mínimos de 0.37 a 1.83, donde los puntos neutros los encontramos donde existe vegetación.

Figura 25

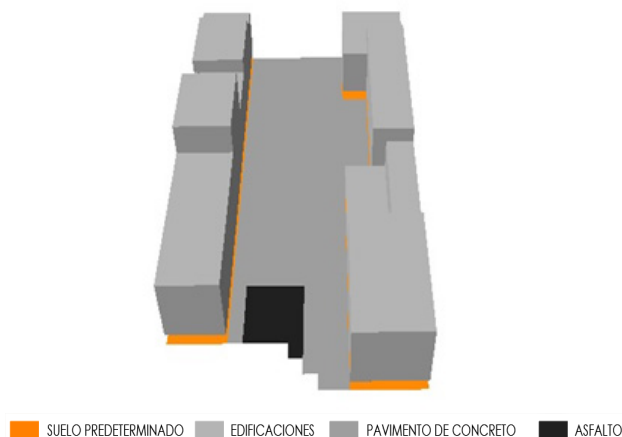
Mapa de los resultados de la simulación Calle 2 ENVI-met



En esta calle se puede evidenciar la existencia de confort térmico por medio de la zombra proyectada por las edificaciones y la vegetación existente en las veredas teniendo valores de 0.58 como el mas bajo que sería una sensación de confort neutro y 2.21 con una sensación de caluroso.

Figura 26

Modelado en 3D Calle 3 en el software ENVI-met.



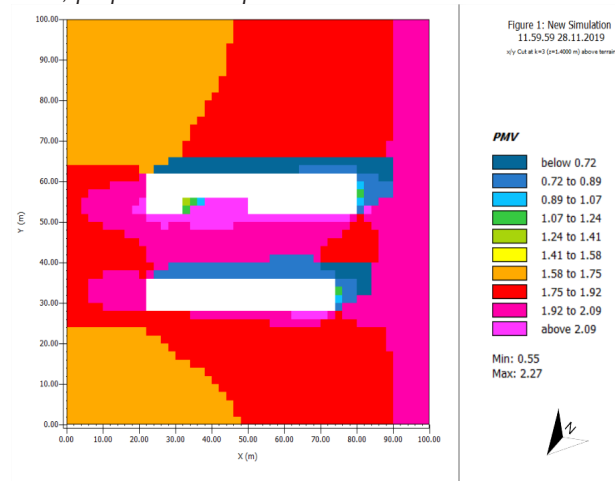
Se modeló en 3D la calle 3 (Figura 26) donde se tuvo en cuenta la información recolectada por medio de las fichas de observación donde no hay existencia de vegetación y la calzada vehicular es de asfalto y concreto, con veredas de concreto.

Desarrollo Objetivo Específico 2

En el objetivo específico 2 “Clasificar la P1-PU01 de la ciudad de Ambato mediante el modelo LCZ (Local Climate Zone) para analizar la morfología y cobertura del área urbana de estudio.”, partió por investigar acerca de cómo funciona este modelo el cual fue desarrollado por Stewart y Oke (2012) que se lo conoce como Local Climate Zones (Zonas Climáticas Locales), es un modelo que abarca 17 tipos de clasificación, de los cuales 10 son en base a las formas de construcción y 7 las coberturas de

Figura 27





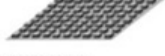







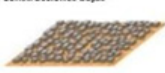



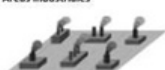
Mapa de los resultados de la simulación Calle 3 ENVI-met 5.1.1, proporcionados por Leonardo. Índice PMV.



En la simulación de confort térmico (Figura 27), se observa que aquí la existencia de confort térmico se presenta por la presencia de sombra proyectada por las edificaciones, con índices del más bajo 0.55 considerado como neutro y 2.48 como el más alto que sería caluroso.

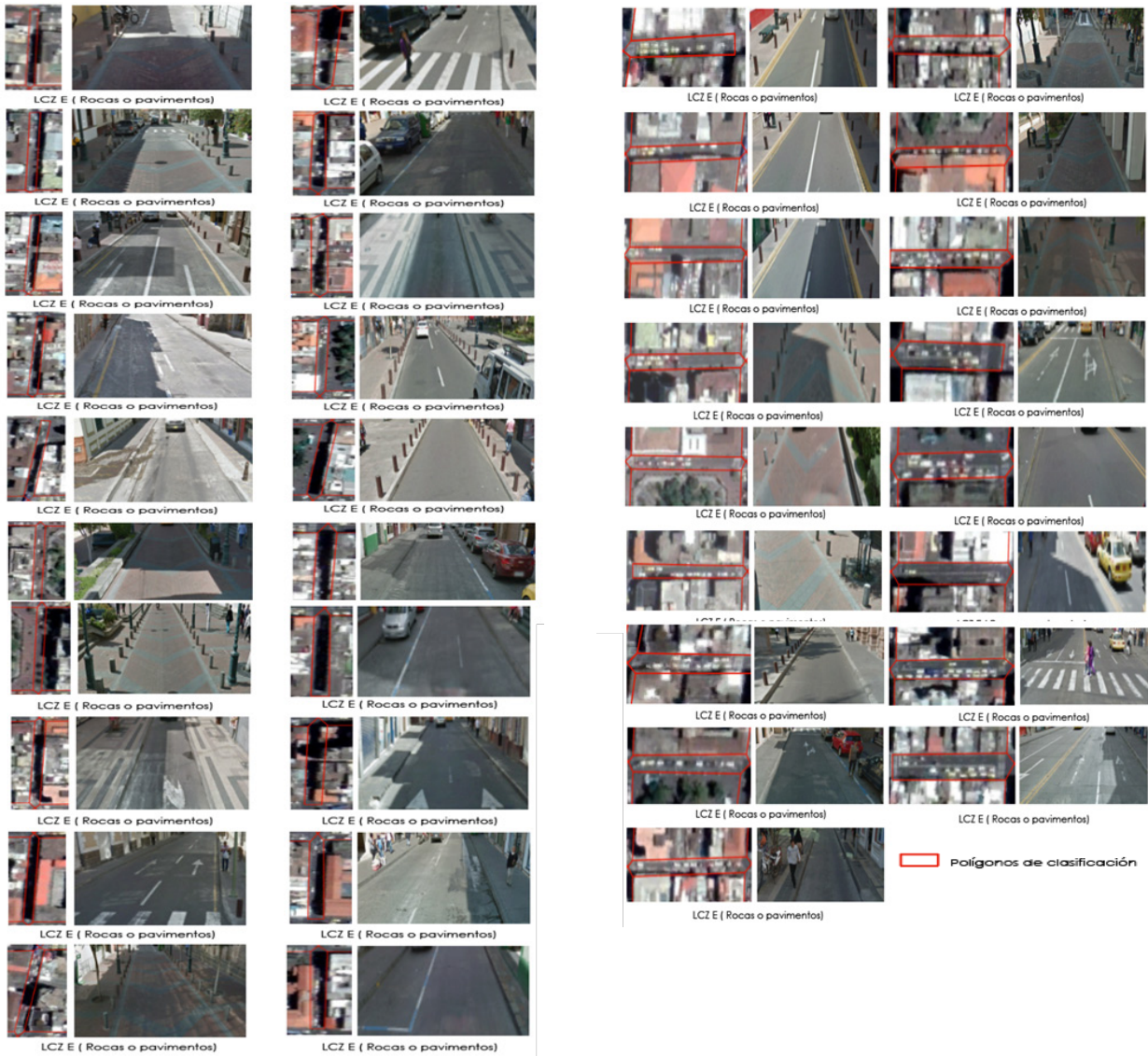
suelo, el mismo ya se ha visto aplicado en diferentes casos a nivel. Este sistema ayuda a investigaciones sobre las islas de calor urbano donde utilizar la clasificación de LCZ ofrece la ventaja de analizar la modificación del clima local a través de las distintas características de la estructura urbana, el esquema de clasificación tiene en cuenta las propiedades geométricas, de cobertura de superficie, térmicas, radiativas y metabólicas, que hacen que cada tipo de LCZ sea único entre los demás.

Figura 28
Clasificación Zonas Climáticas Locales

TIPOS DE EDIFICACIÓN	DEFINICIÓN	TIPOS DE COBERTURA	DEFINICIÓN
<p>1. Compacto en altura</p> 	<p>Edificación densa de edificios de más de 10 pisos. Pocos árboles. Pavimento. Materiales de construcción: concreto, hierro, roca y vidrio.</p>	<p>A. Bosque / Arbolado Denso</p> 	<p>Densamente arbolado por especies perennes o caducifolias. Coberturas previas en su mayoría (plantas bajas). Zonas de bosques, actividad forestal o parques urbanos.</p>
<p>2. Compacto de media altura</p> 	<p>Edificación densa de mediana altura (3 a 9 pisos). Pocos árboles. Pavimento. Materiales de construcción: concreto, ladrillos, roca y cerámica.</p>	<p>B. Árboles dispersos</p> 	<p>Arbolado disperso de especies caducifolias o perennes. Coberturas previas en su mayoría (plantas bajas). Zonas de bosques, actividad forestal o parques urbanos.</p>
<p>3. Compacto de baja altura</p> 	<p>Edificación densa de baja altura (1 a 3 pisos). Pocos árboles. Pavimento. Materiales de construcción: concreto, ladrillos, roca y cerámica.</p>	<p>C. Arbustos</p> 	<p>Arbustos, matas y árboles leñosos bajos dispersos. Coberturas previas en su mayoría (suelos desnudos o arena). Zonas de matorrales o agricultura.</p>
<p>4. Abierto en altura</p> 	<p>Edificios de más de 10 pisos separados. Abundancia de coberturas previas (plantas bajas y algunos árboles). Materiales de construcción: concreto, hierro, roca y vidrio.</p>	<p>D. Plantas Bajas</p> 	<p>Paisajes dominados por cultivos, plantas bajas y/o césped. Pocos árboles. Zonas de parques urbanos o de actividad agrícola.</p>
<p>5. Abierto de media altura</p> 	<p>Edificios de mediana altura (3 a 9 pisos) separados. Abundancia de coberturas previas (plantas bajas y algunos árboles). Materiales de construcción: concreto, hierro, roca y vidrio.</p>	<p>E. Rocas o pavimento</p> 	<p>Paisajes de rocas o zonas pavimentadas. Pocos árboles. Zonas de rocosas o playas de estacionamiento.</p>
<p>6. Abierto de baja altura</p> 	<p>Edificios de baja altura (1 a 3 pisos) separados. Abundancia de coberturas previas (plantas bajas y algunos árboles). Materiales de construcción: madera, concreto, ladrillos, roca y cerámica.</p>	<p>F. Suelo descubierto o arena</p> 	<p>Áreas de cobertura con arena o suelo descubierto. Poca cobertura vegetal. Zonas de desiertos o de agricultura (luego de la cosecha)</p>
<p>7. Construcciones bajas</p> 	<p>Densa edificación de un piso. Pocos árboles. Tierra compactada. Materiales de construcción livianos: madera, metal corrugado y paja.</p>	<p>G. Agua</p> 	<p>Grandes cuerpos de agua libres como lagos o mares. O pequeñas áreas como ríos, reservorios y lagunas.</p>
<p>8. Grandes Construcciones bajas</p> 	<p>Grandes edificaciones bajas (1 a 3 pisos) separadas. Pocos árboles. Pavimento. Materiales de construcción: hierro, concreto, metal y roca.</p>	<p>VARIACIONES EN LAS PROPIEDADES DE LA COBERTURA</p> <p><i>Variaciones que sufren las propiedades de la cobertura según prácticas agrícolas, condiciones climáticas y/o ciclos estacionales.</i></p>	
<p>9. Construcciones dispersas</p> 	<p>Construcciones pequeñas o medianas dispersas en áreas naturales. Abundancia de las coberturas previas (plantas bajas, árboles dispersos)</p>	<p>b. Árboles desnudos</p>	<p>Árboles caducifolios (invierno). Incrementan la visión del cielo. Reducen el albedo.</p>
<p>10. Áreas Industriales</p> 	<p>Edificios industriales de baja y media altura (chimeneas y tanques). Pocos árboles, Pavimento o tierra compactada. Materiales de construcción: metal, hierro y concreto.</p>	<p>s. Cubierta de nieve</p>	<p>Más de 10 cm de nieve. Aumenta el albedo. Disminuye el ingreso de energía.</p>
		<p>d. Suelo seco</p>	<p>Suelo seco. Disminuye el ingreso de energía. Aumenta el albedo. Gran ratio de Bowen.</p>
		<p>w. Suelo húmedo</p>	<p>Suelo muy húmedo. Aumenta el ingreso de energía. Disminuye el albedo. Bajo ratio de Bowen.</p>

Nota: Stewart & Oke, (2012).

PROPUESTA DE LINEAMIENTOS PARA MITIGAR LAS ISLAS DE CALOR URBANO EN LA CIUDAD DE AMBATO (P1-PU01) CON UN ENFOQUE EN EL ESPACIO PÚBLICO, PARA MEJORAR LA CALIDAD DE VIDA



Una vez realizada la clasificación por medio de los polígonos, se continua a encasillar a que zonas

climáticas pertenece cada polígono dentro de la zona de estudio.

Figura 30

LCZ 1 Compacto en altura.



■ LCZ 1 Compacto en altura

--- Zona de estudio



Hotel Mary Carmen

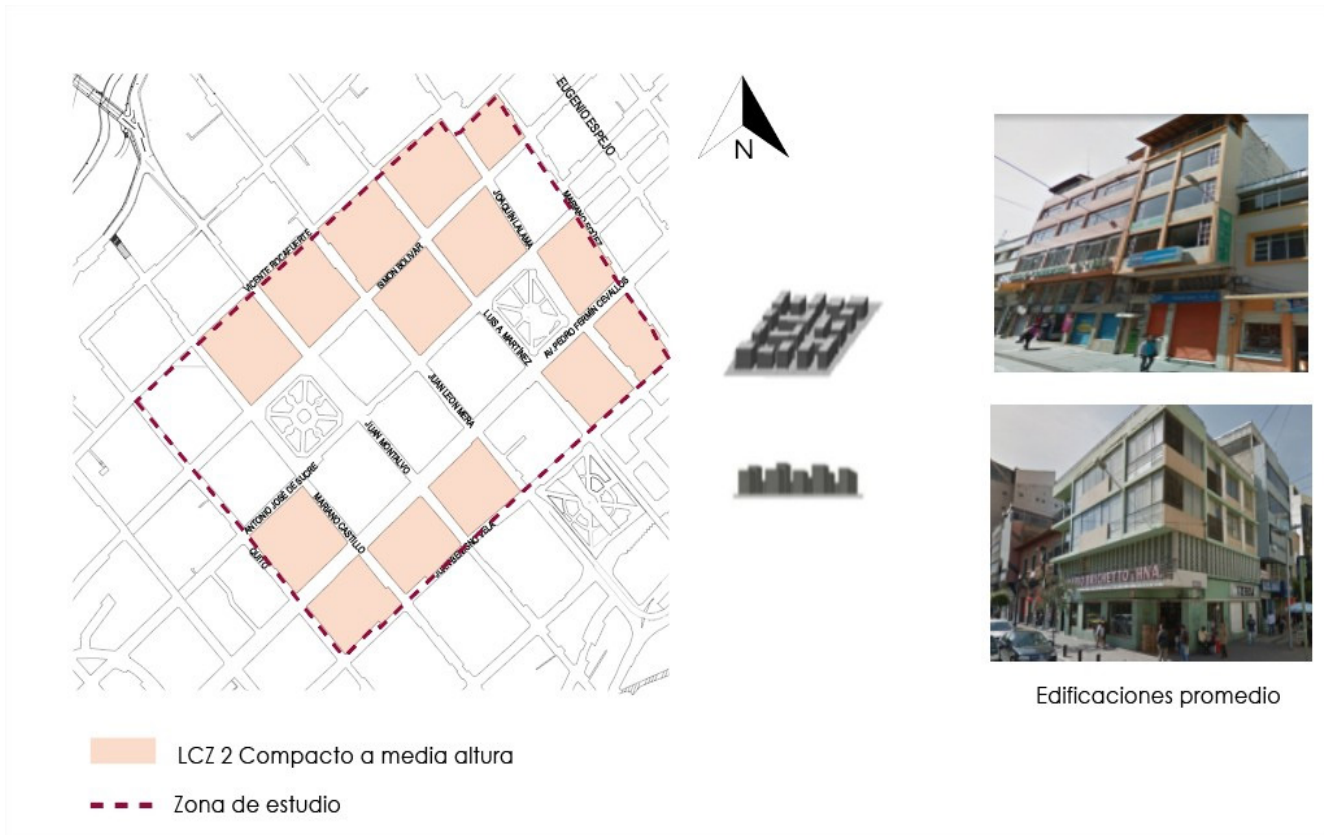


Cooperativa Oscus

Se puede observar que la primera zona climática de categoría constructivo es la LCZ 1 (Figura 30), en la misma se encuentran edificios de uso mixto los cuales son de 10 pisos en adelante, presentan variaciones en altura con vías amplias y angostas, de uno y dos carriles, se encuentran este tipo de edificios 1 por cada polígono junto a edificios con

menor altura, escasa presencia de infraestructura verde, suelo de materialidad mixta entre pavimento, adoquín y concreto, materialidad pesada en edificios como vidrio, concreto, ladrillo baldosa, acero.

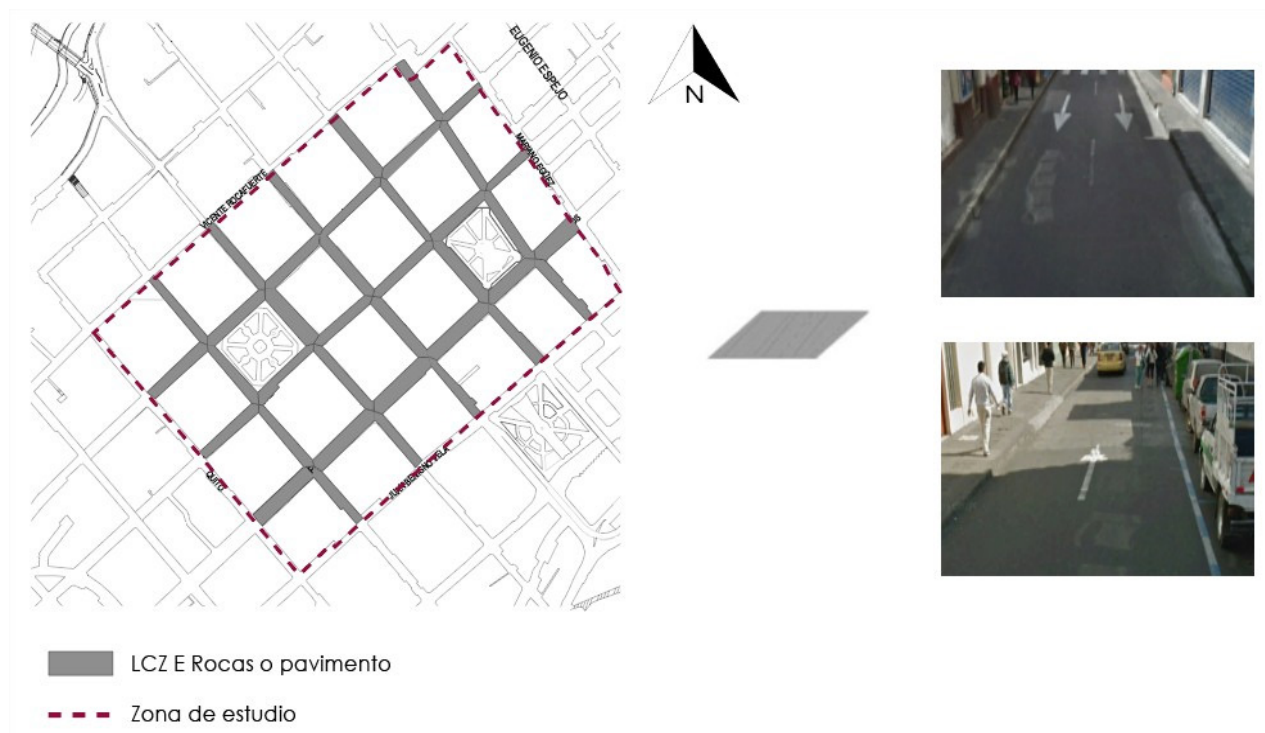
Figura 31
LCZ 2 Compacto a media altura.



La segunda zona climática que se observa es la LCZ 2 (Figura 31), la cual es el mayor porcentaje que se presenta comparación de las demás LCZ, se encuentra de igual forma en conjunto con edificios de uso mixto de entre a 9 pisos, este polígono se encuentra densamente construido y dos carriles, tiene

suelo asfaltado pero también de hormigón, se encuentran materiales de construcción como piedra, ladrillo, hormigón, cerámica, vidrio, igual esta zona presenta escasas de árboles y el tráfico vehicular es alto al encontrarse en el núcleo central.

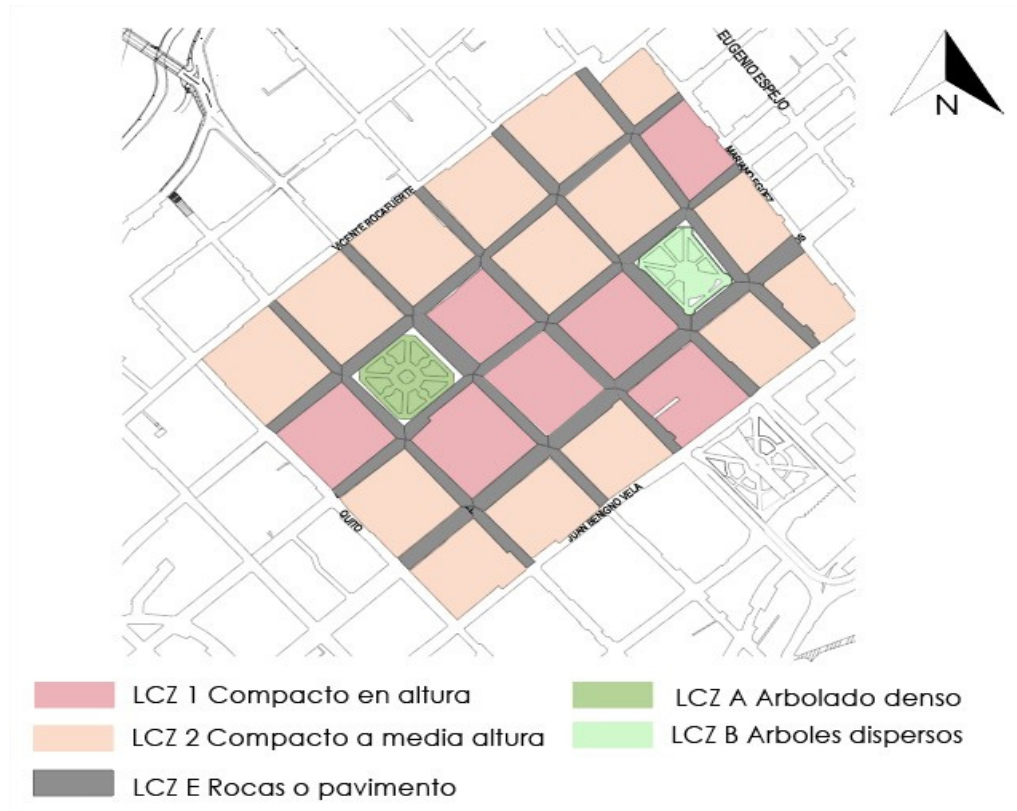
Figura 33
LCZ E Rocas o pavimento



En la LCZ E (Figura 33) podemos encontrar pavimentos de hormgón, adoquín y asfalto, esta zona pertenece a las vías existentes en la P1-PU01,

Figura 34

Distribución de zonas climáticas en la P1-PU01



Los resultados de la clasificación de zonas climáticas se pueden observar en el siguiente mapa (imagen 12), se notan la distribución de las LCZ donde

predomina la numero 2, se pudieron identificar la presencia de 5 zonas en el área de estudio tanto en edificación como en cobertura de suelo.

Figura 35

Distribución en 3D de zonas climáticas en la P1-PU01



Se realizó un levantamiento en 3D de la zona de estudio (Figura 35), para tener un mejor entendimiento de como se presentan las Zonas Climáticas Locales a nivel urbano.

Posteriormente se realiza una comparación en cuanto a los polígonos de las zonas climáticas locales ya clasificados en conjunto con las temperaturas superficiales ya obtenidas en el objetivo 1

(Figura 36), para generar una comparación del comportamiento de la temperatura superficial con las zonas climáticas locales.

Figura 36
Comportamiento térmico de la LCZ1,2,A y B en la P1-PU01

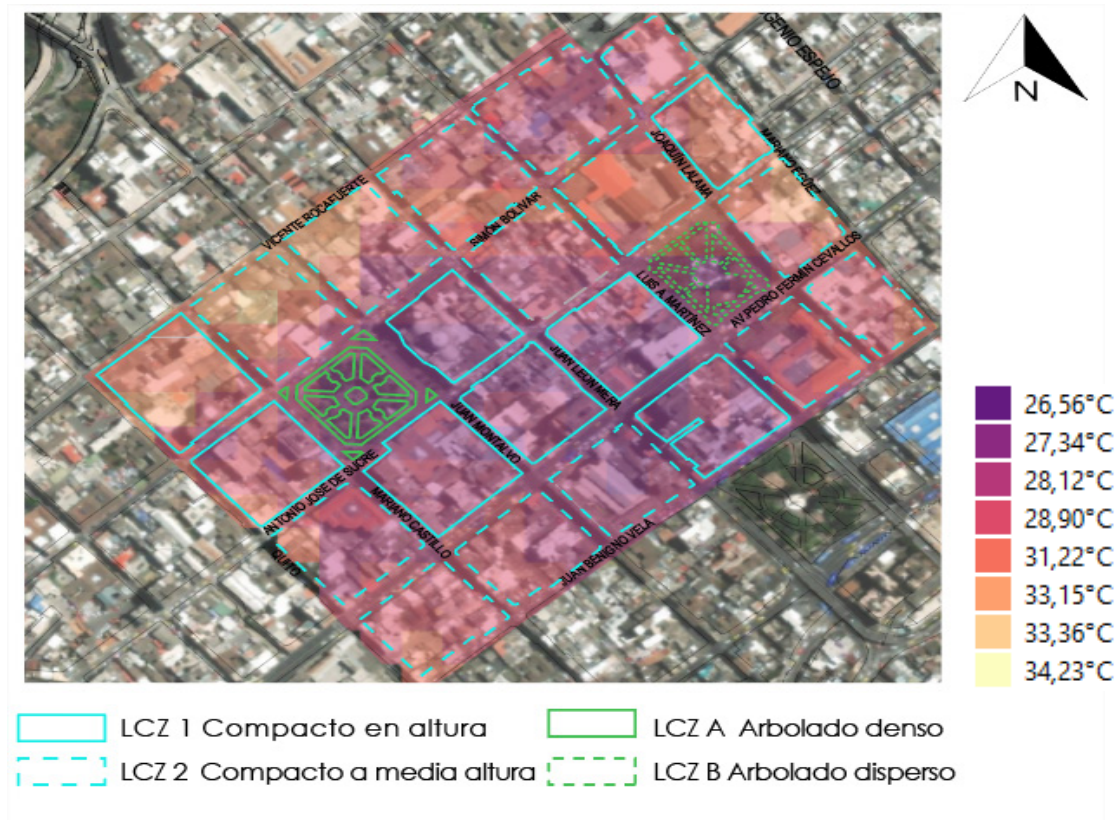
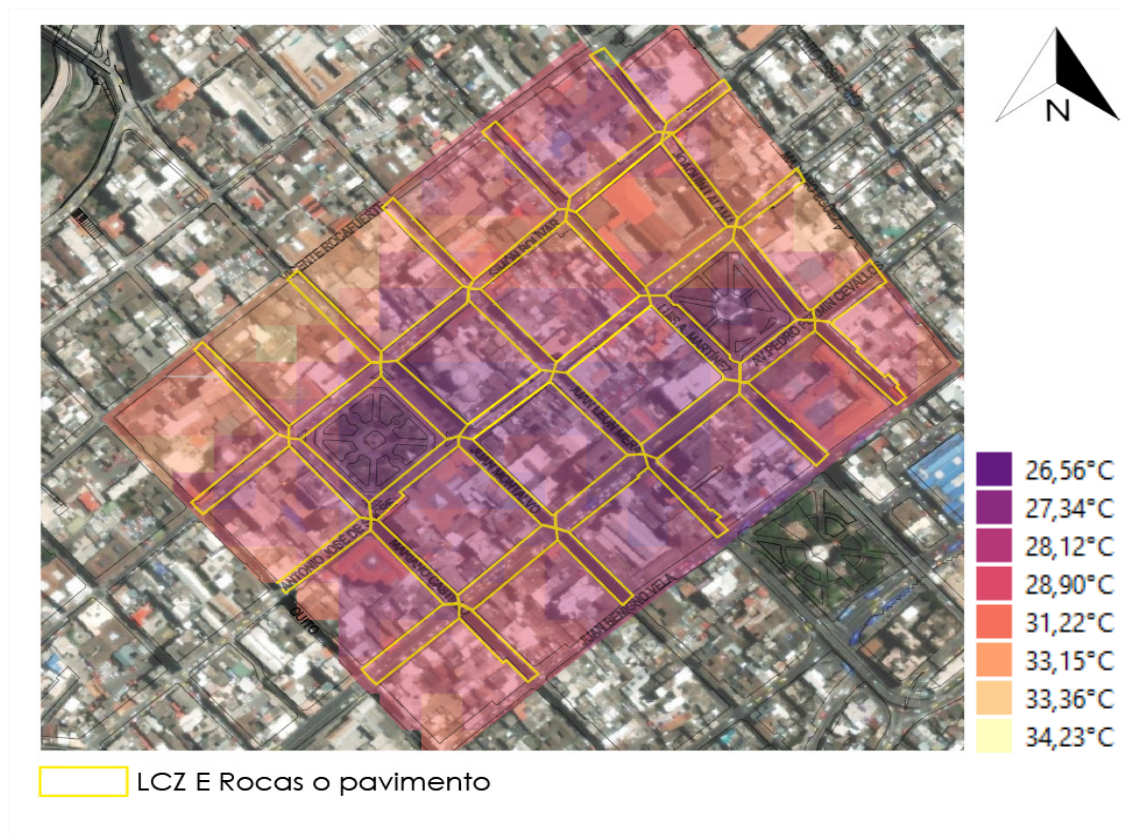


Figura 37

Comportamiento térmico de la LCZE en la P1-PU01



Se incorporó los polígonos de la LCZ E en el mapa de temperatura superficial, para conocer cual es el comportamiento con la temperatura superficial y la zona climática.

Desarrollo Objetivo Específico 3

En el objetivo específico 3 “Establecer estrategias de mitigación frente al fenómeno de las Islas de Calor Urbano mediante el estudio previo realizado para generar cambios en la zona de estudio.”, se procedió a analizar la información del estudio realizado.

Se puede observar como en la zona de estudio P1-PU01, la vegetación sirve como aspecto termorregulador de la temperatura superficial, se tiene en cuenta que las temperaturas más bajas son en los parques de la ciudad ya que la sombra ayuda a que los rayos de sol no penetren directamente en

la superficie, de igual forma se observa las temperaturas más elevadas en las calles, donde existen altas y densas edificaciones como por ejemplo en la calle Castillo entre Rocafuerte y Bolívar.

Se realizaron simulaciones termoenergéticas, para comparar escenarios con variables climáticas como la temperatura del suelo, esto con el fin de observar el comportamiento de la infraestructura verde en el espacio público para el plantamiento de lineamientos con un enfoque en la vegetación.

Figura 38

Modelado en 3D Calle 1 antes, en el software ENVI-met.

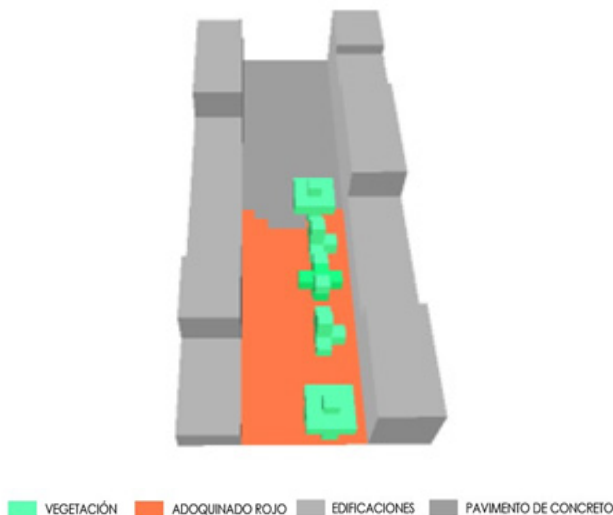


Figura 39

Mapa de los resultados de la simulación en ENVI-met 4.4.6, proporcionados por Leonardo. Temperatura Superficial

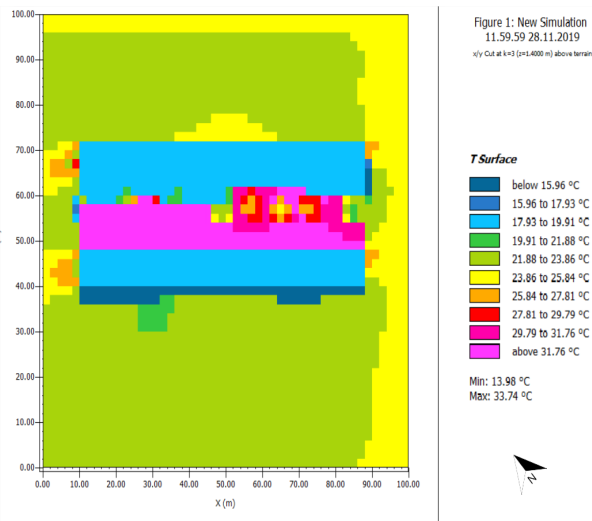
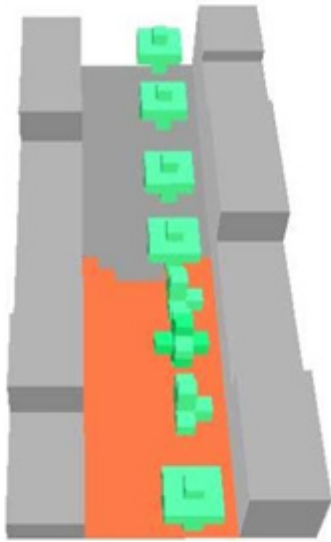


Figura 40

Modelado en 3D Calle 1 después, en el software ENVI-met.

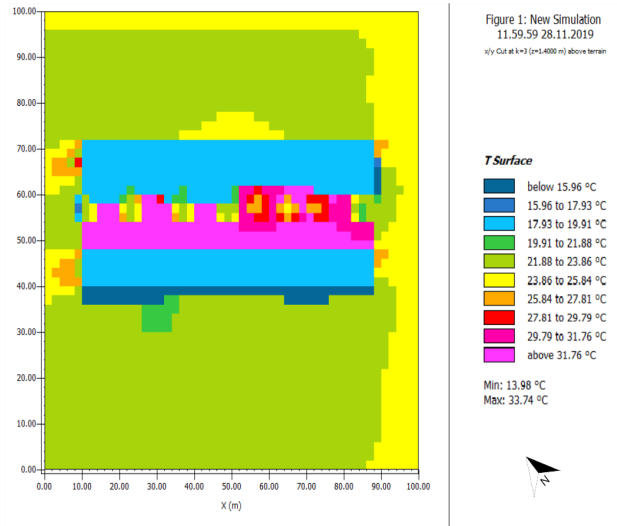


VEGETACIÓN ADOQUINADO ROJO EDIFICACIONES PAVIMENTO DE CONCRETO

Se puede evidenciar que al incorporar el tipo de árbol álamo plateado la temperatura superficial tiene una mayor reducción ya que en la anterior simulación se noto que genera una mayor sombra la copa del árbol, por eso se decidió incorporar este de

Figura 41

Mapa de los resultados de la simulación en ENVI-met 4.4.6, proporcionados por Leonardo. Temperatura Superficial



vegetación el cual es parte de los árboles permitidos según el PDOT 2050 en vías locales como es la Calle 1, haciendo notar que la vegetación ayuda a reducir la temperatura superficial en el espacio público.

Con toda la recopilación de la investigación se analizó como la vegetación ayuda a disminuir la temperatura superficial, por eso se tomó en cuenta el uso de esta al momento de plantear los lineamientos, estos se dividen en tres ejes, intervenciones urbanas, económicas y técnicas, todos fueron pensados y diseñados con el fin de ayudar a la reducción de las islas de calor en la P1-PU01.

INTERVENCIONES URBANAS

1. Proponer arbolado que ayude a prevenir el ingreso de luz solar a las zonas con temperaturas superficiales altas, los árboles deberán superar la altura promedio al ser humano.
2. Colocar arbolado o jardineras en la quinta fachada de las edificaciones, balcones y espacios donde la altura de los edificios sea superior a 10 m.
3. Emplear pergolados no invasivos en fachadas de edificaciones donde no exista el espacio óptimo para colocar arbolado en la vía pública.
4. Realizar intervenciones urbanas colocando arbolado donde las aceras cumplan con la distancia mínima y las vías sea de concreto o asfalto para generar puntos frescos que ayuden a la reducción de los efectos de altas temperaturas en estos materiales.
5. Conservación y mantenimiento de la infraestructura verde para incrementar su calidad óptima en el espacio público.

FINANCIEROS

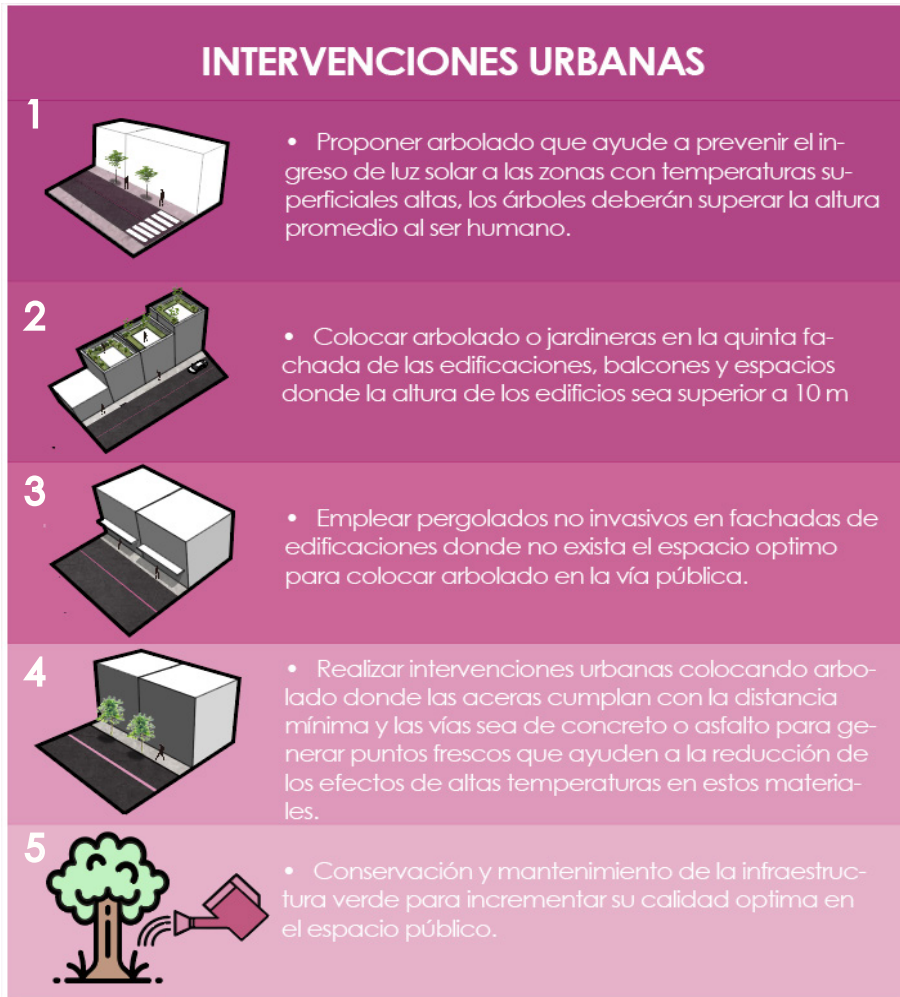
6. Crear convenios económicos, financieros, hacia la restauración de las áreas verdes y su correcto diseño en el espacio público.

TÉCNICAS

7. Integrar en planes complementarios de desarrollo urbano, normas para la mitigación de la Isla de Calor Urbano.
8. Crear elementos de difusión de información para dar a conocer los efectos dañinos a la salud por el fenómeno de la Isla de Calor Urbano en el espacio público.
9. Proponer investigaciones acerca de los efectos producidos por la Isla de Calor Urbano en la ciudad de Ambato, para tener en cuenta dichos efectos en futuras intervenciones.
10. Crear, diseñar, propuestas que busquen el incremento de la infraestructura verde por medio del aprovechamiento de techos, fachadas, vías, terrazas, como nuevas áreas verdes en la ciudad.

Figura 42

Infografía sobre los lineamientos para la mitigación de la isla de calor urbano



FINANCIERAS

6



- Crear convenios económicos, financieros, hacia la restauración de las áreas verdes y su correcto diseño en el espacio público.

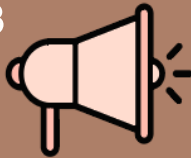
TÉCNICAS

7



- Integrar en planes complementarios de desarrollo urbano, normas para la mitigación de la Isla de Calor Urbano.

8



- Crear elementos de difusión de información para dar a conocer los efectos dañinos a la salud por el fenómeno de la Isla de Calor Urbano en el espacio público.

9



- Proponer investigaciones acerca de los efectos producidos por la Isla de Calor Urbano en la ciudad de Ambato, para tener en cuenta dichos efectos en futuras intervenciones.

10



- Crear, diseñar, propuestas que busquen el incremento de la infraestructura verde por medio del aprovechamiento de techos, fachadas, vías, terrazas, como nuevas áreas verdes en la ciudad.

CONCLUSIONES PARCIALES

Se concluye que la Isla de Calor Urbano es un fenómeno que se genera en su mayoría a nivel urbano donde se tienen en cuenta distintos factores que hacen que esta aumente como son los tipos de edificación, la cobertura vegetal, la superficie de suelo, entre otras, el uso de materiales permeables de igual manera ayuda a la aparición de este fenómeno en especial las superficies de asfalto o concreto.

Es importante realizar el análisis de la Isla de Calor Urbana en el espacio público, para así poder controlarla, y reducir los efectos negativos que esta produce en el desbalance del confort térmico en las personas.

Un adecuado confort térmico para una persona es cuando se logra tener una sensación neutra, es decir ni frío ni calor, este se determina por medio de distintas variables ambientales en un espacio.

Para realizar el diseño del espacio público, se debe de determinar los diferentes factores climáticos, así como tener en cuenta la correcta colocación de materialidad y vegetación.

Los lineamientos que fueron planteados también buscan la idea de ser replicados en otro tipo de piezas urbanas donde existan las Islas de Calor Urbano.

En la actualidad existen varios softwares que permiten realizar simulaciones termoenergéticas para comprender el comportamiento de factores ambientales a nivel urbano que permiten determinar cuáles son los mejores escenarios a aplicar al momento de diseñar intervenciones urbanas.

Para evitar estos efectos generados por este fenómeno se implementa la incorporación de infraestructura verde en vías o techos de la ciudad, generando así puntos frescos que logran reducir los niveles de la temperatura.

RESULTADOS

En el primer objetivo de la presente investigación se obtuvo la delimitación de tres calles con las temperaturas más elevadas las cuales son Calle 1 Montalvo entre Rocafuerte y Bolívar con 33.15 °C, Calle 2 Castillo entre Rocafuerte y Bolívar con 31.22 °C y la Calle 3 Sucre entre Lalama y Cevallos con 31.22 °C.

En los resultados de las fichas de observación se puede analizar lo siguiente:

Tabla 2

Tabla de resumen de fichas de observación.

Tabla de Resumen Fichas de Observación de calles		
N.º	CALLE	CONCLUSIÓN
1	Montalvo entre Rocafuerte y Bolívar	En la primera calle de estudio existe la presencia de materialidad de concreto y adoquín tanto en calzada vehicular como en las veredas, también existe vegetación en total 5 arboles 2 callistemos, 2 álamos plateados y 1 árbol trueno.
2	Castillo entre Rocafuerte y Bolívar	En la segunda calle de estudio encontramos el mismo tipo de materialidad como concreto y adoquín en su calzada vehicular como en veredas, y vegetación con dos tipos de árboles.
3	Sucre entre Lalama y Cevallos	En la tercera calle de estudio encontramos materialidades como asfalto y concreto en la calzada vehicular y solo concreto en veredas, en esta calle no se evidencia la presencia de vegetación.

A continuación, se realizaron entrevistas para poder conocer la sensación térmica percibida por las personas en la P1-PU01, mediante la tabulación de información, se dividió la información en género y edad.

Formulario de la entrevista realizada a mujeres de 15 a 30 años (19 mujeres)

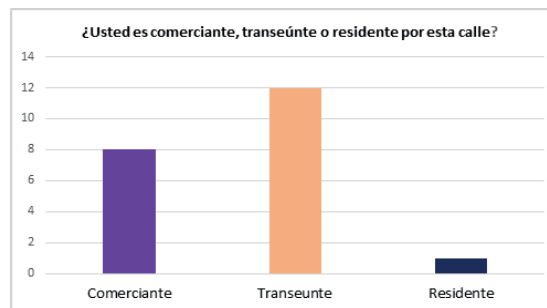
1. ¿Usted es comerciante, transeúnte o residente por esta calle?

Comerciante 8

Transeúnte 12

Figura 43

Gráfico en barras de los resultados obtenidos



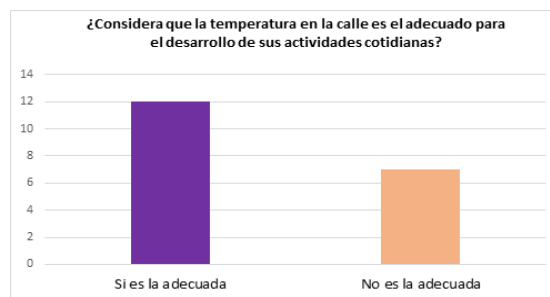
2. ¿Considera que la temperatura en la calle es el adecuado para el desarrollo de sus actividades cotidianas?

Si es la adecuada 12

No es la adecuada 7

Figura 44

Gráfico en barras de los resultados obtenidos



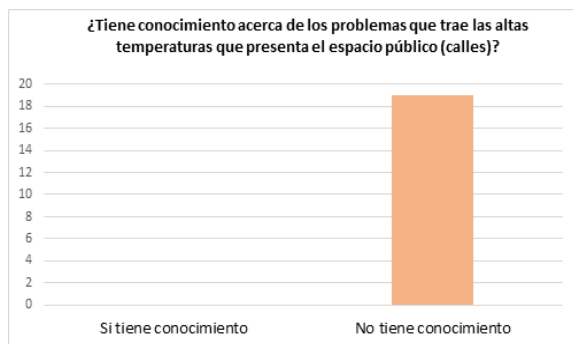
3. ¿Tiene conocimiento acerca de los problemas que trae las altas temperaturas que presenta el espacio público (calles)?

Si tiene conocimiento 0

No tiene conocimiento 19

Figura 45

Gráfico en barras de los resultados obtenidos



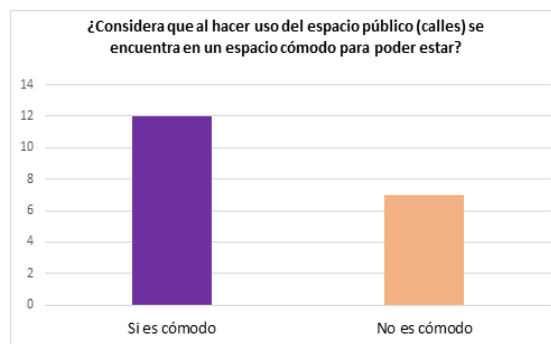
5. ¿Considera que al hacer uso del espacio público (calles) se encuentra en un espacio cómodo para poder estar?

Si es cómodo 12

No es cómodo 7

Figura 47

Gráfico en barras de los resultados obtenidos



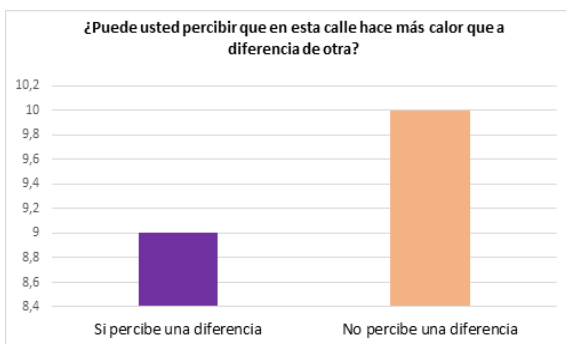
4. ¿Puede usted percibir que en esta calle hace más calor que a diferencia de otra?

Si percibe una diferencia 9

No percibe una diferencia 10

Figura 46

Gráfico en barras de los resultados obtenidos



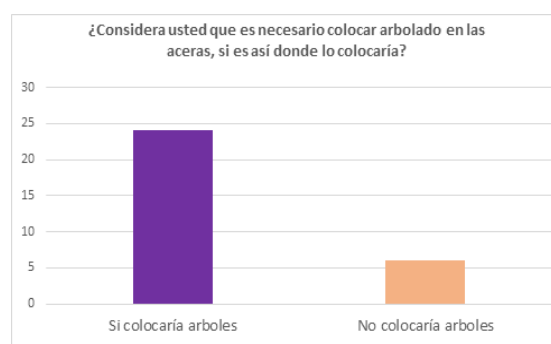
6. ¿Considera usted que es necesario colocar arbolado en las aceras, si es así donde lo colocaría?

Si colocaría árboles 24

No colocaría árboles 6

Figura 48

Gráfico en barras de los resultados obtenidos



Formulario de la entrevista realizada a mujeres de 30 a 45 años (14 mujeres)

1. ¿Usted es comerciante, transeúnte o residente por esta calle?

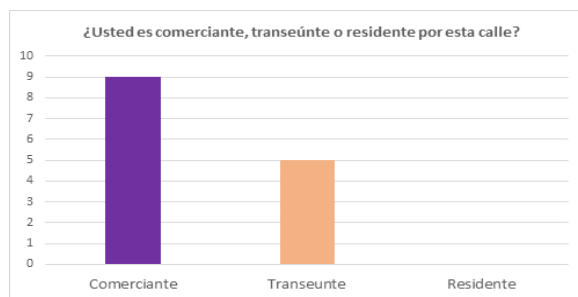
Comerciante 9

Transeúnte 5

Residente 0

Figura 49

Gráfico en barras de los resultados obtenidos



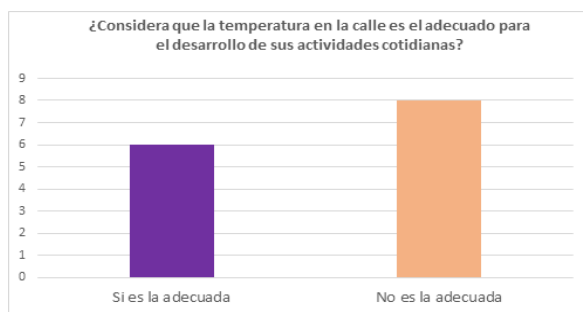
2. ¿Considera que la temperatura en la calle es el adecuado para el desarrollo de sus actividades cotidianas?

Si es la adecuada 6

No es la adecuada 8

Figura 50

Gráfico en barras de los resultados obtenidos



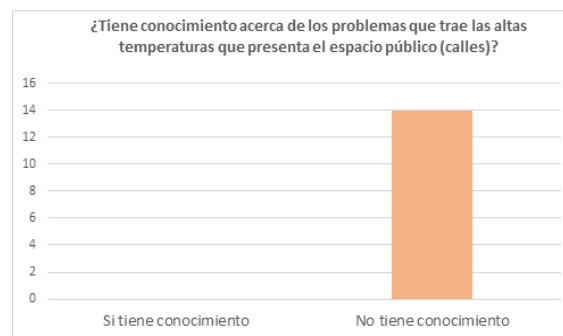
3. ¿Tiene conocimiento acerca de los problemas que trae las altas temperaturas que presenta el espacio público (calles)?

Si tiene conocimiento

No tiene conocimiento 14

Figura 51

Gráfico en barras de los resultados obtenidos



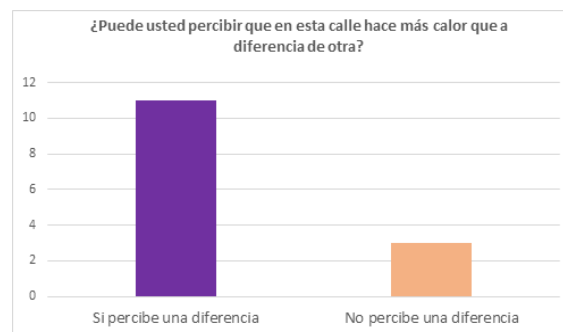
4. ¿Puede usted percibir que en esta calle hace más calor que a diferencia de otra?

Si percibe una diferencia 11

No percibe una diferencia 3

Figura 52

Gráfico en barras de los resultados obtenidos



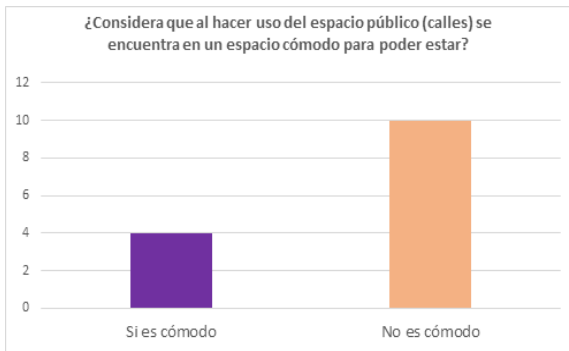
5. ¿Considera que al hacer uso del espacio público (calles) se encuentra en un espacio cómodo para poder estar?

Si es cómodo 4

No es cómodo 10

Figura 53

Gráfico en barras de los resultados obtenidos



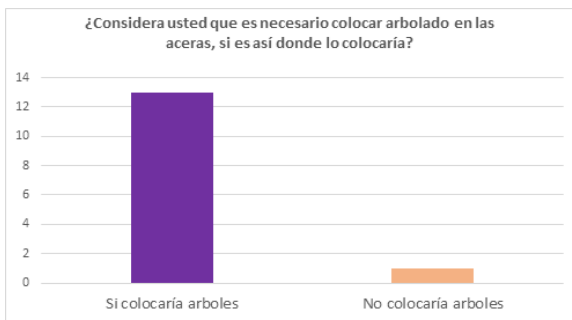
6. ¿Considera usted que es necesario colocar arbolado en las aceras, si es así donde lo colocaría?

Si colocaría árboles 13

No colocaría árboles 1

Figura 54

Gráfico en barras de los resultados obtenidos



Formulario de la entrevista realizada a mujeres de 45 a 60 años (8 mujeres)

1. ¿Usted es comerciante, transeúnte o residente por esta calle?

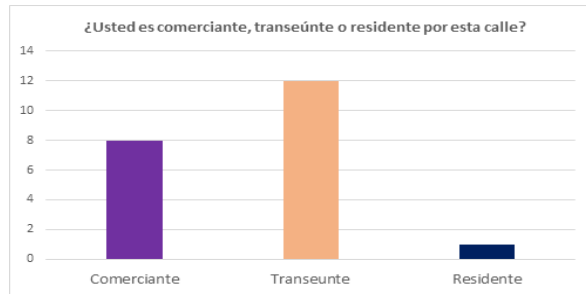
Comerciante 2

Transeúnte 4

Residente 2

Figura 55

Gráfico en barras de los resultados obtenidos



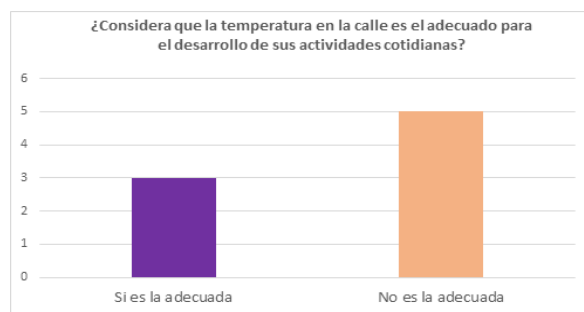
2. ¿Considera que la temperatura en la calle es el adecuado para el desarrollo de sus actividades cotidianas?

Si es la adecuada 3

No es la adecuada 5

Figura 56

Gráfico en barras de los resultados obtenidos



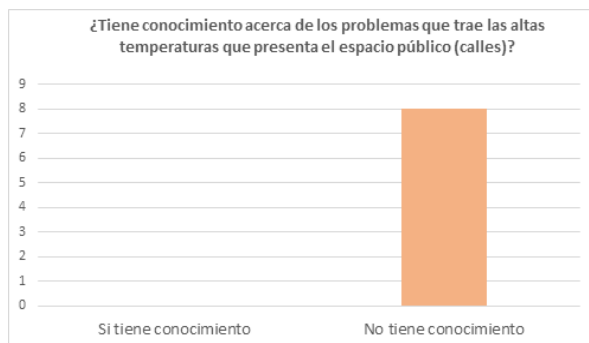
3. ¿Tiene conocimiento acerca de los problemas que trae las altas temperaturas que presenta el espacio público (calles)?

Si tiene conocimiento 0

No tiene conocimiento 8

Figura 57

Gráfico en barras de los resultados obtenidos



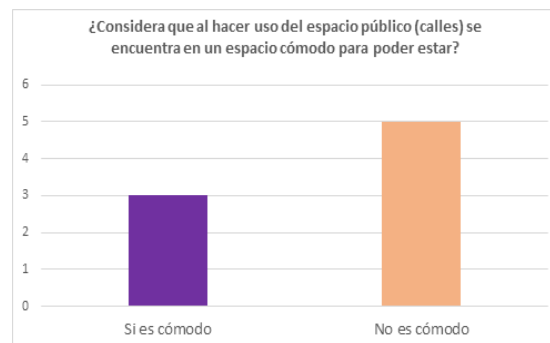
5. ¿Considera que al hacer uso del espacio público (calles) se encuentra en un espacio cómodo para poder estar?

Si es cómodo 4

No es cómodo 4

Figura 59

Gráfico en barras de los resultados obtenidos



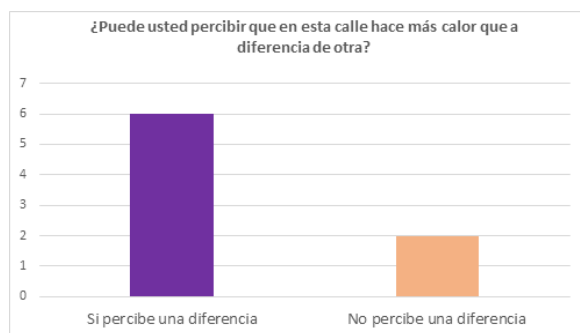
4. ¿Puede usted percibir que en esta calle hace más calor que a diferencia de otra?

Si percibe una diferencia 6

No percibe una diferencia 2

Figura 58

Gráfico en barras de los resultados obtenidos



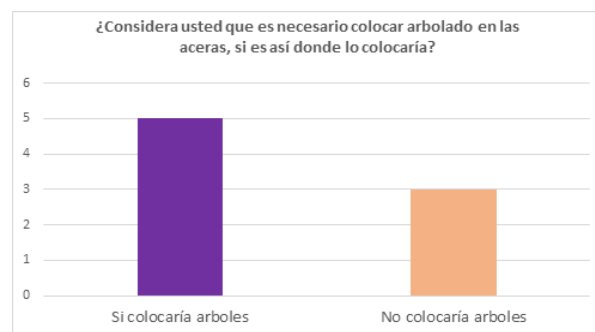
6. ¿Considera usted que es necesario colocar arbolado en las aceras, si es así donde lo colocaría?

Si colocaría árboles 5

No colocaría árboles 3

Figura 60

Gráfico en barras de los resultados obtenidos



Formulario de la entrevista realizada a hombres de 15 a 30 años (24 hombres)

1. ¿Usted es comerciante, transeúnte o residente por esta calle?

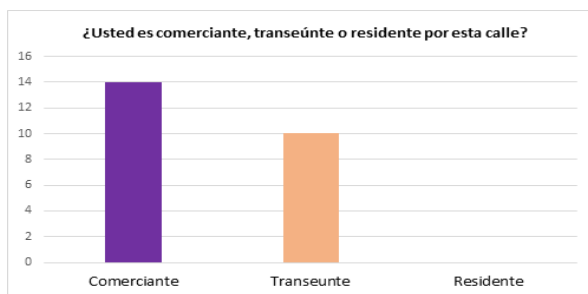
Comerciante 14

Transeúnte 10

Residente 0

Figura 61

Gráfico en barras de los resultados obtenidos



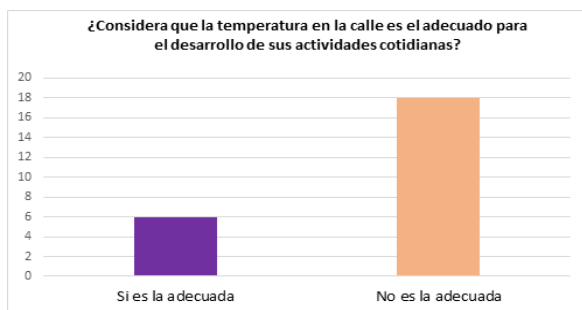
2. ¿Considera que la temperatura en la calle es el adecuado para el desarrollo de sus actividades cotidianas?

Si es la adecuada 6

No es la adecuada 18

Figura 62

Gráfico en barras de los resultados obtenidos



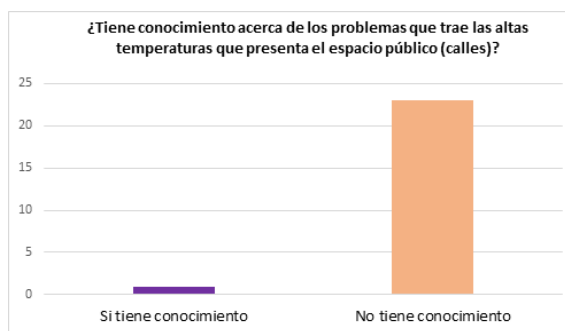
3. ¿Tiene conocimiento acerca de los problemas que trae las altas temperaturas que presenta el espacio público (calles)?

Si tiene conocimiento 1

No tiene conocimiento 23

Figura 63

Gráfico en barras de los resultados obtenidos



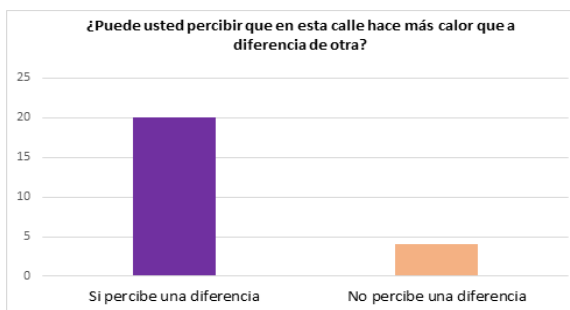
4. ¿Puede usted percibir que en esta calle hace más calor que a diferencia de otra?

Si percibe una diferencia 20

No percibe una diferencia 4

Figura 64

Gráfico en barras de los resultados obtenidos

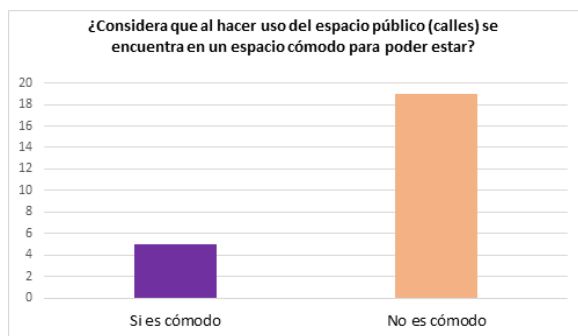


5. ¿Considera que al hacer uso del espacio público (calles) se encuentra en un espacio cómodo para poder estar?

Si es cómodo 5
No es cómodo 19

Figura 65

Gráfico en barras de los resultados obtenidos

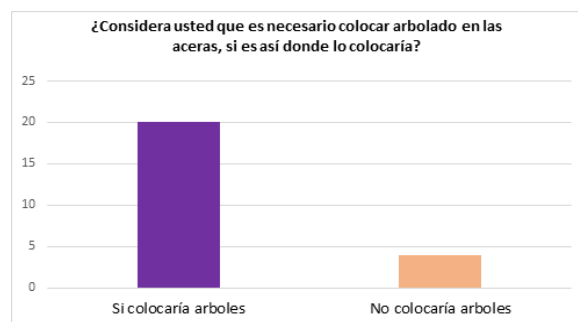


6. ¿Considera usted que es necesario colocar arbolado en las aceras, si es así donde lo colocaría?

Si colocaría árboles 20
No colocaría árboles 4

Figura 66

Gráfico en barras de los resultados obtenidos



Formulario de la entrevista realizada a hombres de 30 a 45 años (18 hombres)

1. ¿Usted es comerciante, transeúnte o residente por esta calle?

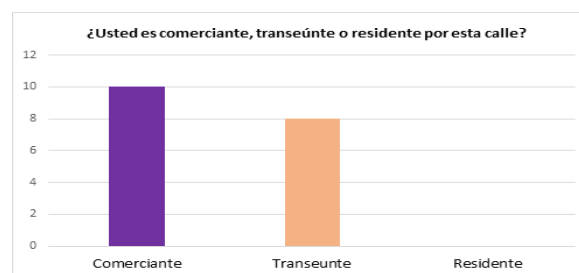
Comerciante 10

Transeúnte 8

Residente 0

Figura 67

Gráfico en barras de los resultados obtenidos



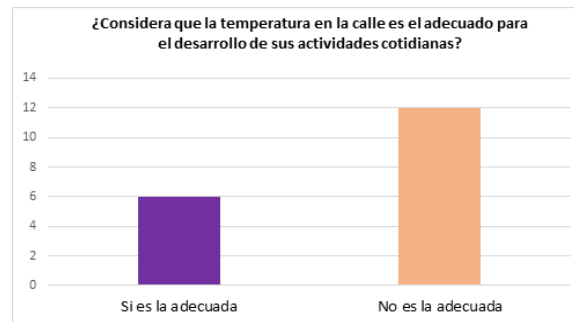
2. ¿Considera que la temperatura en la calle es el adecuado para el desarrollo de sus actividades cotidianas?

Si es la adecuada 6

No es la adecuada 12

Figura 68

Gráfico en barras de los resultados obtenidos

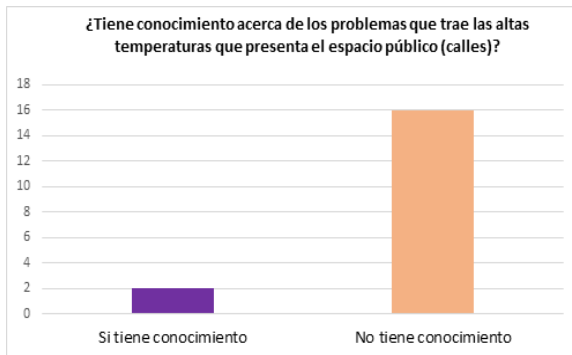


3. ¿Tiene conocimiento acerca de los problemas que trae las altas temperaturas que presenta el espacio público (calles)?

Si tiene conocimiento 2
No tiene conocimiento 16

Figura 69

Gráfico en barras de los resultados obtenidos

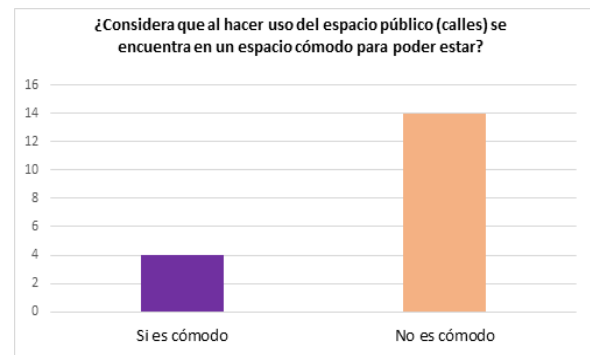


5. ¿Considera que al hacer uso del espacio público (calles) se encuentra en un espacio cómodo para poder estar?

Si es cómodo 4
No es cómodo 14

Figura 71

Gráfico en barras de los resultados obtenidos

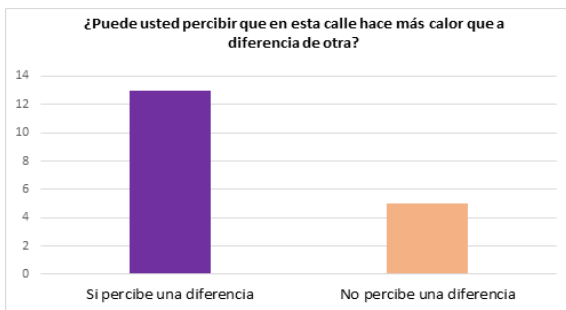


4. ¿Puede usted percibir que en esta calle hace más calor que a diferencia de otra?

Si percibe una diferencia 13
No percibe una diferencia 5

Figura 70

Gráfico en barras de los resultados obtenidos

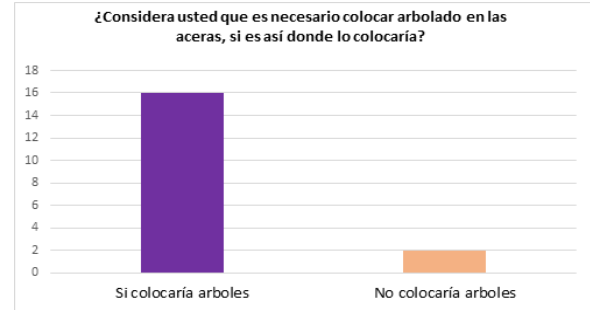


6. ¿Considera usted que es necesario colocar arbolado en las aceras, si es así donde lo colocaría?

Si colocaría árboles 16
No colocaría árboles 2

Figura 72

Gráfico en barras de los resultados obtenidos



Formulario de la entrevista realizada a hombres de 45 a 60 años (7 hombres)

1. ¿Usted es comerciante, transeúnte o residente por esta calle?

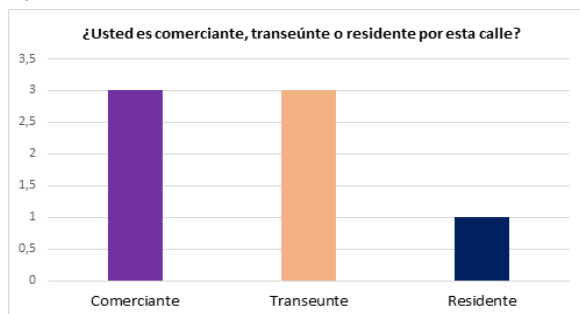
Comerciante 3

Transeúnte 3

Residente 1

Figura 73

Gráfico en barras de los resultados obtenidos



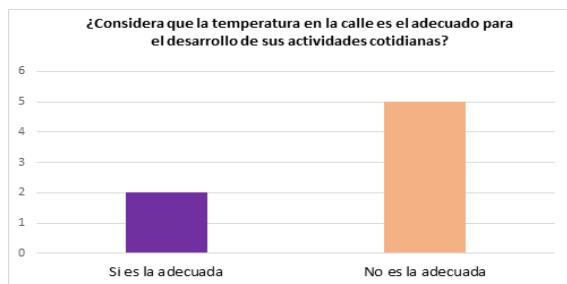
2. ¿Considera que la temperatura en la calle es el adecuado para el desarrollo de sus actividades cotidianas?

Si es la adecuada 2

No es la adecuada 5

Figura 74

Gráfico en barras de los resultados obtenidos



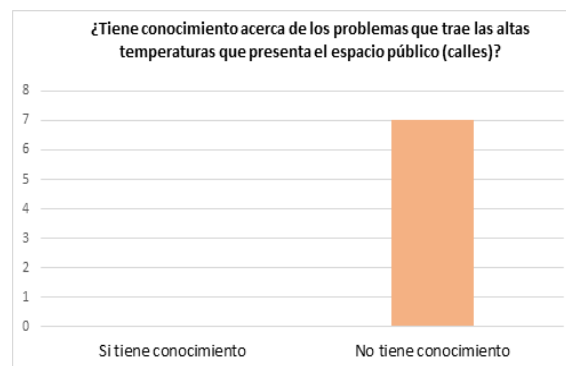
3. ¿Tiene conocimiento acerca de los problemas que trae las altas temperaturas que presenta el espacio público (calles)?

Si tiene conocimiento 0

No tiene conocimiento 7

Figura 75

Gráfico en barras de los resultados obtenidos



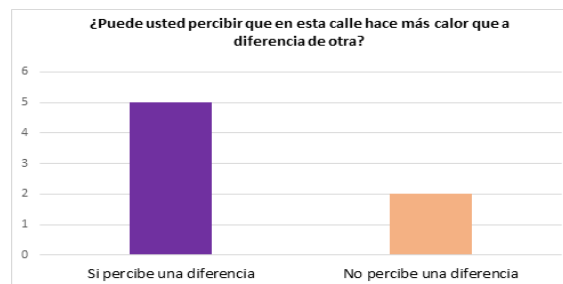
4. ¿Puede usted percibir que en esta calle hace más calor que a diferencia de otra?

Si percibe una diferencia 5

No percibe una diferencia 2

Figura 76

Gráfico en barras de los resultados obtenidos



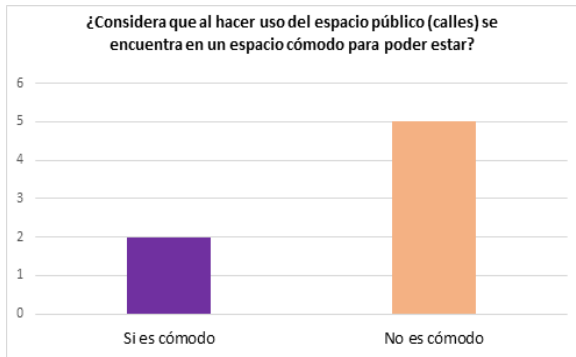
5. ¿Considera que al hacer uso del espacio público (calles) se encuentra en un espacio cómodo para poder estar?

Si es cómodo 2

No es cómodo 5

Figura 77

Gráfico en barras de los resultados obtenidos



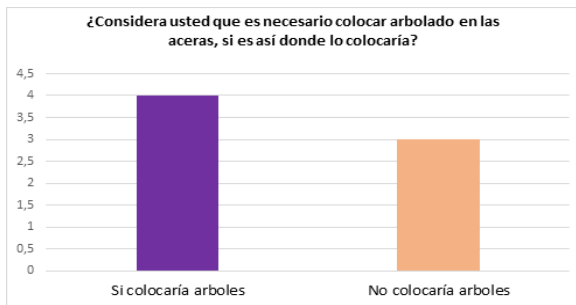
6. ¿Considera usted que es necesario colocar arbolado en las aceras, si es así donde lo colocaría?

Si colocaría árboles 4

No colocaría árboles 3

Figura 78

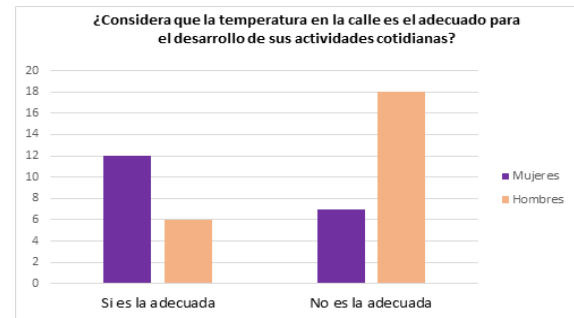
Gráfico en barras de los resultados obtenidos



Como conclusiones de entrevistas del primer grupo de edades de **15 a 30 años**, se puede evidenciar que la mayor parte de mujeres perciben que la temperatura es la adecuada para realizar sus actividades a diferencia del grupo de los hombres donde la mayoría de ellos no considera que la temperatura sea la adecuada.

Figura 79

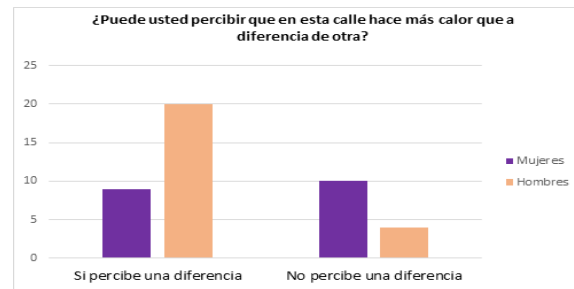
Gráfico en barras comparación de los resultados obtenidos



En cuanto a la percepción de diferencia de temperatura entre una calle y la otra la mayoría de mujeres no percibió que exista una diferencia al contrario de los hombres donde la mayor parte de ellos si logran percibir una diferencia

Figura 80

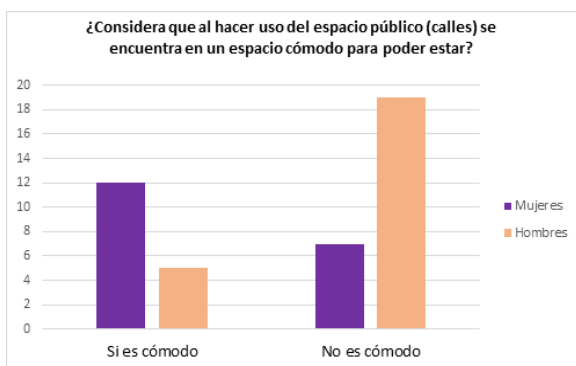
Gráfico en barras comparación de los resultados obtenidos



En este mismo grupo de edades las mujeres en su mayoría afirmaron que la calle si es un lugar cómodo para estar, en el caso de los hombres el porcentaje más elevado dijo que no lo consideraría cómodo.

Figura 81

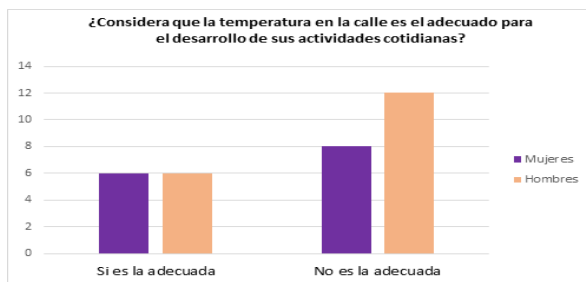
Gráfico en barras comparación de los resultados obtenidos



En el segundo grupo de edades de entre 30 a 45 años, se tiene que la mayoría de los dos géneros tanto hombres como mujeres no consideran que la temperatura sea la adecuada para realizar sus actividades cotidianas.

Figura 82

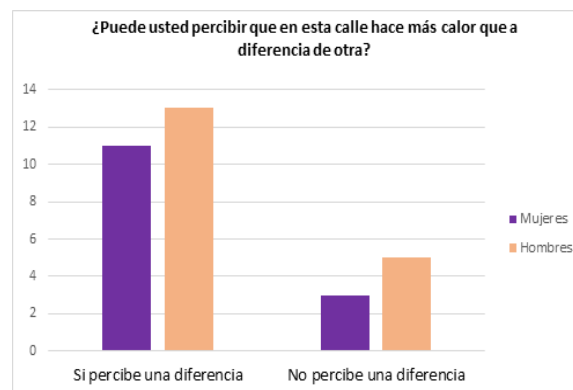
Gráfico en barras comparación de los resultados obtenidos



De igual forma en esta pregunta de percepción, del segundo grupo, se puede evidenciar que ambos géneros en mayor porcentaje perciben una diferencia en cuanto la temperatura de una calle con otra.

Figura 83

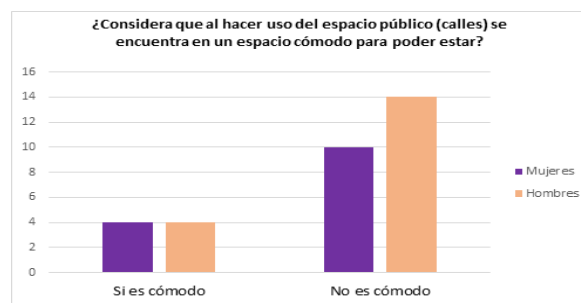
Gráfico en barras comparación de los resultados obtenidos



En el mismo grupo se indica que tanto hombres como mujeres en su mayoría sienten que la calle no es un lugar cómodo para estar.

Figura 84

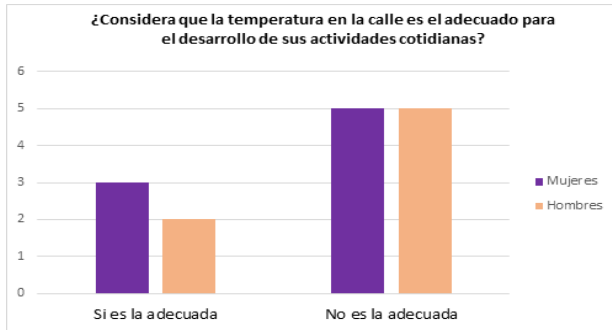
Gráfico en barras comparación de los resultados obtenidos



En el tercer grupo de edades entre **45 a 60 años** se puede observar que en ambos géneros en su mayoría no consideran que la temperatura sea la adecuada para realizar sus actividades cotidianas.

Figura 85

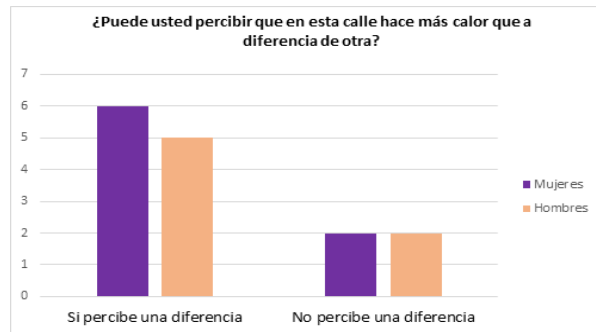
Gráfico en barras comparación de los resultados obtenidos



De igual forma en esta pregunta ambos géneros en su mayor porcentaje concuerdan en que perciben una diferencia de temperatura entre una calle y otras.

Figura 86

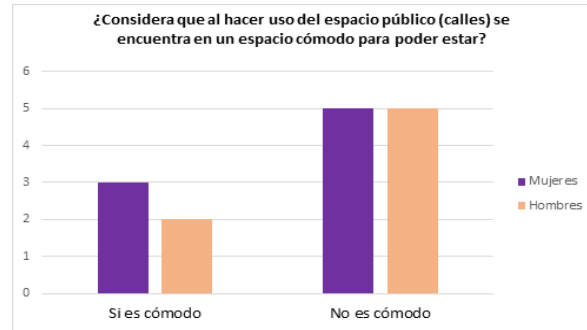
Gráfico en barras comparación de los resultados obtenidos



Finalmente en el tercer grupo se evidencia que tanto hombres como mujeres, en su mayoría, coinciden en que la calle no es un lugar cómodo para estar.

Figura 87

Gráfico en barras comparación de los resultados obtenidos



Para continuar investigando acerca de la percepción de sensación térmica se utiliza el software ENVI-MET para realizar el modelado de las 3 calles de estudio, en conjunto con la herramienta BioMet que permite generar datos para el análisis de la sensación térmica PMV donde se observa como las aceras con arbolado llegan a la sensación neutra con índices de 0,81 a 0,94 donde si existiría una sensación confort térmico neutro, ya que no se siente ni frio ni calor, mientras que en espacios donde no existe arbolado los índices van desde 1,69 considerado ligeramente caluroso y 2,31 que es caluroso, indicado la existencia de una sensación de desconfort térmico en la calle.

Posteriormente en el segundo objetivo se procedió a clasificar la zona de estudio P1-PU01 con el modelo de Zonas Climáticas Locales donde se obtuvo 5 tipos, 3 de cobertura y 2 de edificaciones, en conjunto con el mapa de temperatura superficial obtenido anteriormente se compararon las zonas climáticas con el comportamiento de la temperatura superficial.

LCZ 1 Compacto en altura

Se observa que el comportamiento de la temperatura superficial en este tipo de zona climática tiene datos desde los a 27.34 °C a 33.36 °C, los polígonos clasificados con esos rangos de temperatura tienen en su mayoría un uso de suelo comercial que están compuestas por edificios mixtos entre oficinas, comercios o vivienda.

LCZ 2 Compacto de media altura

La zona climática 2 es la que muestra una mayor variación térmica, donde los niveles de temperatura van desde 27.34 °C a 34.23 °C donde los 28,50 °C es la que predomina, en esta zona existen edificaciones de uso de suelo residencial, comercio, educación, con mayores porcentajes en comercio.

LCZ A Arbolado denso

Esta se conforma por el Parque Montalvo en el centro de la ciudad de Ambato, el comportamiento térmico de esta zona se puede observar el rango más bajo donde existe la presencia de vegetación como árboles, arbustos y jardineras.

LCZ B Arboles dispersos

Esta zona se presenta en el Parque Cevallos de la ciudad de Ambato, contiene un menor porcentaje de áreas verdes a comparación de la LCZ A, con rangos de temperatura entre 27,34 °C y 28.12 °C.

LCZ E Rocas o pavimento



Zona en la que existen las vialidades de la ciudad que cuentan con un tipo de pavimento donde la temperatura superficial va desde los 27.34 °C a 33.36 °C.

Finalmente, en el desarrollo del objetivo 3, teniendo en cuenta los análisis realizados se pudo plantear lineamientos que ayuden a mitigar la Isla de Calor Urbana y se procedió a aplicarlas en las zonas climáticas del área de estudio que necesiten de estos lineamientos.

Los siguientes lineamientos ayudaran a que a nivel de las edificaciones se puedan reducir los niveles de las Islas de Calor Urbano mediante el uso de vegetación en fachadas, balcones y el uso de pergolado en fachadas.


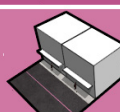

LCZ 1 Compacto en altura

Para esta zona climática se seleccionaron 3 lineamientos que pudieran ser implementados, tiene dos ejes uno de intervención urbana y otro de técnicas, mismos que ayudaran a la mitigación de la isla de calor Urbana.

-  Colocar arbolado o jardineras en la quinta fachada de las edificaciones, balcones y espacios donde la altura de los edificios sea superior a 10 m
-  Emplear pergolados no invasivos en fachadas de edificaciones donde no exista el espacio óptimo para colocar arbolado en la vía pública.
-  Crear, diseñar, propuestas que busquen el incremento de la infraestructura verde por medio del aprovechamiento de techos, fachadas, vías, terrazas, como nuevas áreas verdes en la ciudad.

LCZ 2 Compacto de media altura

Se seleccionaron 3 lineamientos para esta zona de ejes en intervención urbana y técnicas que ayudaran a la mitigación de la isla de calor urbano.

-  Colocar arbolado o jardineras en la quinta fachada de las edificaciones, balcones y espacios donde la altura de los edificios sea superior a 10 m
-  Emplear pergolados no invasivos en fachadas de edificaciones donde no exista el espacio óptimo para colocar arbolado en la vía pública.
-  Crear, diseñar, propuestas que busquen el incremento de la infraestructura verde por medio del aprovechamiento de techos, fachadas, vías, terrazas, como nuevas áreas verdes en la ciudad.

LCZ A Arbolado denso

Esta zona a encontrarse en el espacio público como es el parque Montalvo se seleccionaron tres lineamientos con tres ejes que son de intervención urbana, técnicas y económicas.

-  Conservación y mantenimiento de la infraestructura verde para incrementar su calidad óptima en el espacio público.
-  Crear elementos de difusión de información para dar a conocer los efectos dañinos a la salud por el fenómeno de la Isla de Calor Urbano en el espacio público.
-  Crear convenios económicos, financieros, hacia la restauración de las áreas verdes y su correcto diseño en el espacio público.

LCZ B Árboles dispersos

Esta zona climática pertenece al parque Cevallos donde también se seleccionaron tres ejes que ayudaran a la mitigación de la isla de calor median la aplicación de los lineamientos en tres ejes intervención urbana, técnicas y económicas.

-  Conservación y mantenimiento de la infraestructura verde para incrementar su calidad óptima en el espacio público.
-  Crear elementos de difusión de información para dar a conocer los efectos dañinos a la salud por el fenómeno de la Isla de Calor Urbano en el espacio público.
-  Crear convenios económicos, financieros, hacia la restauración de las áreas verdes y su correcto diseño en el espacio público.

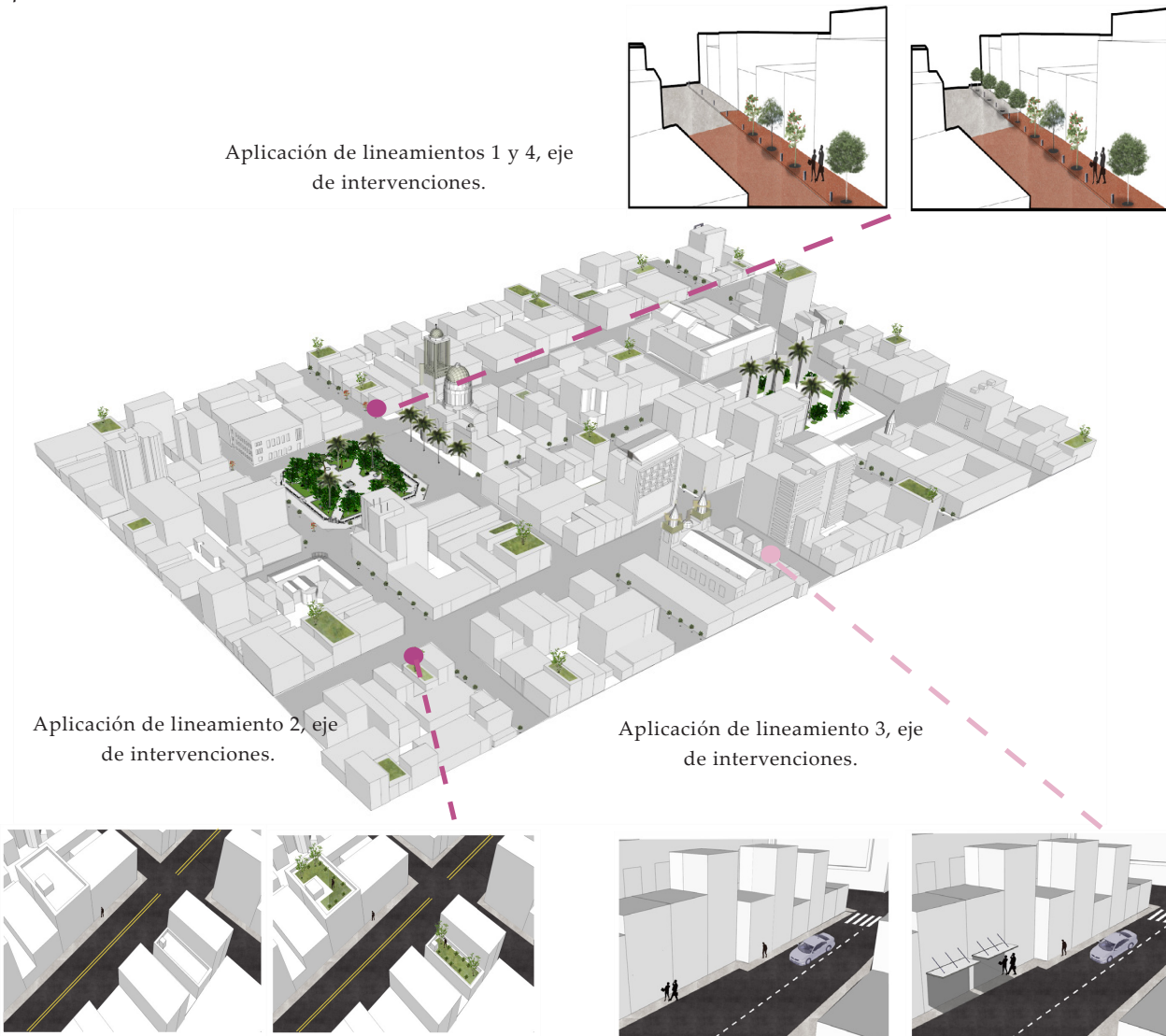
LCZ E Rocas o pavimento

La LCZ E pertenece a las calles de la P1-PU01 que cuenta con la aplicación de 7 lineamientos con diferentes ejes, intervención urbana, técnicas y económicas

	<ul style="list-style-type: none">• Proponer arbolado que ayude a prevenir el ingreso de luz solar a las zonas con temperaturas superficiales altas, los árboles deberán superar la altura promedio al ser humano.
	<ul style="list-style-type: none">• Realizar intervenciones urbanas colocando arbolado donde las aceras cumplan con la distancia mínima y las vías sea de concreto o asfalto para generar puntos frescos que ayuden a la reducción de los efectos de altas temperaturas en estos materiales.
	<ul style="list-style-type: none">• Conservación y mantenimiento de la infraestructura verde para incrementar su calidad óptima en el espacio público.
	<ul style="list-style-type: none">• Crear elementos de difusión de información para dar a conocer los efectos dañinos a la salud por el fenómeno de la Isla de Calor Urbano en el espacio público.
	<ul style="list-style-type: none">• Crear convenios económicos, financieros, hacia la restauración de las áreas verdes y su correcto diseño en el espacio público.
	<ul style="list-style-type: none">• Integrar en planes complementarios de desarrollo urbano, normas para la mitigación de la Isla de Calor Urbano.
	<ul style="list-style-type: none">• Proponer investigaciones acerca de los efectos producidos por la Isla de Calor Urbano en la ciudad de Ambato, para tener en cuenta dichos efectos en futuras intervenciones.

Figura 88

Aplicación de lineamientos en la P1-PU01



CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Finalizando con la investigación realizada acerca de la propuesta de lineamientos para la mitigación de las islas de calor urbano en la P1-PU01 se puede concluir que las personas en base a las entrevistas, perciben un discomfort térmico en las calles de estudio por diferentes razones como falta de lugares con sombra donde colocarse.

Se puede comprobar la existencia de Las Islas de Calor Urbano en la P1-PU01, como un problema latente en el espacio público por la existencia de altas temperaturas superficiales que se generan por tipo de edificaciones o cobertura del suelo, también se evidencio que la Zona Climática Local A y B al encontrarse en espacios donde existe vegetación, son las zonas donde existe la menor temperatura superficial por lo que se tiene en cuenta como la vegetación ayuda a la reducción de esta temperatura.

El espacio público como las calles debe estar diseñado tomando en cuenta todas las condiciones climáticas que ocurren en la ciudad, para que así las personas que hagan uso de éste se encuentren en un espacio cómodo para realizar sus actividades cotidianas, por ello los lineamientos que más se ven implementados en cada zona climática local son los pertenecientes al eje de intervenciones urbanas, de esta forma se ayuda a conseguir un correcto diseño en futuras intervenciones.

Al no tomarse en cuenta la variable de confort térmico en el diseño del espacio público, se recomienda implementar normativas que ayuden a tener en cuenta esta variable.

Se recomienda la correcta elección de vegetación ya que no todos los árboles tienen la misma densidad en su copa ni la misma proyección de sombra, por lo cual se sugiere el uso del álamo plateado en futuras intervenciones a nivel urbano, además de que esta entre los árboles permitidos en vías locales, como son las calles de la P1-PU01.

Por último se evidencia la inexistencia de investigaciones de la Isla de Calor Urbano en la ciudad de Ambato, por lo cual se recomienda realizar investigaciones por parte de las autoridades municipales ya que tampoco se toma en cuenta medidas para disminuir este fenómeno climático.

REFERENCIAS

- Alvarez, E. (20 de Julio de 2011). Blogspot. Obtenido de <http://embrionarquitectura.blogspot.com/2011/07/materialidad-espacio-y-sensaciones.html>
- Barradas, V. L. (Enero de 2013). La isla de calor urbana y la vegetación arbórea.
- Maigua López, Diana. (2020). Aplicación de lo Cal climate zones en la Ciudad de Quito - Ecuador. Doi: 10.13140/Rg.2.2.30973.64482
- Dpto. de Marketing de Isopan Ibérica. (2021). Los microclimas urbanos. Revista Manni Group. Fiallos Celi, D. (2020). Infraestructura verde en la red vial urbana de las ciudades: adaptación al cambio climático en. Tesis de especialización. Facultad Latinoamericana de Ciencias Sociales, Quito.
- Fiallos Celi, D. (2020). Infraestructura verde en la red vial urbana de las ciudades: adaptación al cambio climático en. Tesis de especialización. Facultad Latinoamericana de Ciencias Sociales, Quito.
- Flores, J. (8 de Abril de 2020). Plataforma digital única del Estado Peruano. Obtenido de <https://www.gob.pe/institucion/igp/noticias/112070-que-es-una-isla-de-calor-urbana>
- Garguño, T. (2009). Guía Técnica para elaborar o actualizar Lineamientos. México. González Roodriguez, A. E. (2020). Percepción de la calidad de vida Urbana en las ciudades de la Frontera norte de México. Tesis. Colegio de la Frontera Norte, Tijuana Baja California.
- Guillen-Mena, V., & Orellana-Valdez, D. (Octubre de 2017). Un acercamiento a caracterizar la isla de calor en Cuenca, Ecuador. Revista Interuniversitaria de Estudios Urbanos de Ecuador.
- Guzman, F., & Ochoa, J. (2014). Confort térmico en los espacios públicos urbanos. Clima cálido y frío semi-seco. Revista Hábitat Sustentable. Hernández Godínez, T. Y. (2017). Caracterización de los efectos de la isla de calor en la Delegación Venustiano Carranza, Ciudad de México. Tesis. Venustiano Carranza, Ciudad de México.
- Hernández Godínez, T. Y. (2017). Caracterización de los efectos de la isla de calor en la Delegación Venustiano Carranza, Ciudad de México. Tesis. Venustiano Carranza, Ciudad de México.

- .INEN. (2005). Norma INEN - ISO 7730. Trabajo de Titulación. Pontificia Universidad Católica del Ecuador, Quito.
- INEN. (2018). NTE INEN 3142, accesibilidad de las personas al medio físico. Ventanas. Requisitos. Ecuador. Riesgos, C. N. (Agosto de 2017).
- Moya, D. (2020). Propuesta de reducción del efecto isla de calor urbano superficial (ICUS) en la ciudad de Curicó. Título Profesional de Geógrafo. UNIVERSIDAD DE CHILE, Santiago de Chile. RONCANCIO, D. N. (Noviembre de 2011). Obtenido de <https://idea.manizales.unal.edu.co/>
- Nieto, K., Rodríguez, L., Mouthon, S., & Manjarres, J. (2019). Microclima y Confort Térmico Urbano1 . Salas Esparza, M. G., & Herrera Sosa, L. C. (2017). La vegetación como sistema de control para las islas de calor urbano en ciudad Juárez, chihuahua. habitat sustentable.
- Palmira, A. d. (2020). identificación de islas de calor para el área urbana (ICU) del municipio de Palmira y formulación de propuestas para el tratamiento de zonas prioritarias. Palmira. Sostenible, F. p. (2021). Lineamientos de Infraestructura Verde Vial en Colombia. Colombia: Adriana Vásquez.
- Planeamiento, D. G. (2009). Cambio Climático Plan de Acción Buenos Aires 2030. Buenos Aires: Jefatura de Prensa, Comunicación y RRII. Villanueva-Solis, J., Ranfla, A., & Quintanilla-Montoya, A. L. (2012). Isla de Calor Urbana: Modelación Dinámica y Evaluación de. Scielo.
- Pozo Navas, S. J. (2017). Evaluación de un indicador de confort térmico, para adaptarlo a las características climáticas y configuración urbana de la ciudad de Quito, caso de estudio calles Juan Rodríguez y Lizardo Gar-

ANEXOS

ANEXO 1

Ficha de observación calle 1

Ficha de Observación del espacio público (calles) PU-P101									
Fecha de recolección de datos			28/12/2022				Fotografía		
Tipología	Espacio Público		Tipo	Calles					
Ubicación			Montalvo entre Rocafuerte y Bolívar						
Coordenadas			1°14'28.85"S - 78°37'46.33"O						
Área de superficie total			Dimensiones de la calle	Lado	Dimensión				
1267,75 m ²				A	92,20m				
Área de veredas				B	91,74m				
737,66 m ²				C	13,55m				
Área de calzada vehicular				D	12,98m				
530,15 m ²									
Materialidad veredas			Materialidad de calzada de vehicular						
Adoquín	x		Asfalto						
Concreto			Concreto	x					
Concreto	x		Adoquín	x					
			Tierra						
Estado de material	Bueno	Malo	Regular	Estado del Material	Bueno	Malo	Regular		
			x						
Vegetación									
Existencia de vegetación									
Si	x		No						
Planta			Cantidad						
Alamo Blanco	Populus alba		2						
Callistemos	Callistemon		2						
Árbol trueno	Ligustrum lucidum		1						
Elaborado por: Ana Paula Mayorga Alvarado									
									




ANEXO 2

Ficha de observación calle 2

Ficha de Observación del espacio público (calles) P1-PU01							
Fecha de recolección de datos				28/12/2022			
Fecha de recolección de datos				Fotografía			
Tipología	Espacio Público			Tipo	Calles		
Ubicación				Castillo entre Rocafuerte y Bolívar			
Coordenadas				1°14'30.54"S - 78°37'48.63"O			
Área de superficie total				Dimensiones de la calle	Lado	Dimensión	
659,35 m ²					A	93,12m	
Área de veredas					B	92,7m	
638,8m ²					C	12,23m	
Área de calzada vehicular					D	11,33m	
457,21m ²							
Materialidad veredas				Materialidad de calzada de vehicular			
Adoquin	x			Asfalto			
				Concreto	x		
Concreto	x			Adoquin	x		
				Tierra			
Estado de material	Bueno	Malo	Regular	Estado del Material	Bueno	Malo	Regular
			x				x
Vegetación							
Existencia de vegetación							
Si	x			No			
Planta				Cantidad			
Álamo plateado	Populus alba			1			
Calistemo	Callistemon			1			
Elaborado por: Ana Paula Mayorga Alvarado							


ANEXO 3

Ficha de observación calle 3

Ficha de Observación del espacio público (calles) PU-P101									
Fecha de recolección de datos			28/12/2022				Fotografía		
Tipología	Espacio Público		Tipo	Calles					
Ubicación			Sucre entre Lalama y Cevallos						
Coordenadas			1°14'25.94"S - 78°37'35.66"O						
Área de superficie total			Dimensiones de la calle	Lado	Dimensión				
587,44 m ²				A	55,63m				
Área de veredas				B	54,42m				
267,03m ²				C	5,76m				
Área de calzada vehicular			D	6,13m					
320,42m ²			Materialidad de calzada de vehicular						
Adoquin			Asfalto	x					
Concreto	x		Concreto	x					
Estado de material			Estado del Material						
Bueno	Malo	Regular	Bueno	Malo	Regular				
		x			x				
Vegetación									
Existencia de vegetación									
Si				No	x				
Planta			Cantidad						
_____			_____			_____			
Elaborado por: Ana Paula Mayorga Alvarado									


ANEXO 4

Ficha de entrevista calle 3

FICHA DE ENTREVISTA A USUARIOS DE LA CALLE 3			
DATOS INFORMATIVOS			
Nombre del entrevistado: María Chicaiza		Fecha: 07-01-2023	
Edad:	52	Sexo:	Femenino
Estado Civil:	Casada	Hora:	12:37 am
DIRECCIÓN	Sucre entre Lalama y Cevallos		
Descripción de la calle	Calle de una sola vía, de materialidad de hormigón, no existe presencia de vegetación y edificaciones de 1 a 4 pisos de altura.		
ASPECTOS Y PERSPECTIVA DE LA COMUNIDAD			
1. ¿Usted es comerciante, transeúnte o residente por esta calle?			
R: Soy comerciante en la acera			
2. ¿Considera que la temperatura en la calle es el adecuado para el desarrollo de sus actividades cotidianas?			
R: Generalmente en días soleados como tengo un paraguas en mi puesto me ayuda a taparme del sol y que no me pegue tan fuerte el calor.			
3. ¿Tiene conocimiento acerca de los problemas que trae las altas temperaturas que presenta el espacio público (calles)?			
R: No tengo conocimiento.			
4. ¿Puede usted percibir que en esta calle hace más calor que a diferencia de otra?			
R: Si, cuando tengo que ir a comprar más para vender y salgo de mi puesto se nota la diferencia, creo que el sol esta más en esta zona.			
5. ¿Considera que al hacer uso del espacio público (calles) se encuentra en un espacio seguro y cómodo para poder estar?			
R: Para estar como yo paso todo el día pienso que no			
6. ¿Considera usted que es necesario colocar arbolado en las aceras, si es así donde lo colocaría?			
R: No sé si sea necesario porque se tendrían que quitar los parqueos en la vía como ya hicieron hace un tiempo y eso quita espacio.			
Elaborado por:		ANA PAULA MAYORGA ALVARADO	


ANEXO 5

Ficha de entrevista calle 3

FICHA DE ENTREVISTA A USUARIOS DE LA CALLE 3			
DATOS INFORMATIVOS			
Nombre del entrevistado: Thalía Villa		Fecha: 16-01-2023	
Edad:	23	Sexo:	Femenino
Estado Civil:	Soltera	Hora:	15:20 pm
DIRECCIÓN	Sucre entre Lalama y Cevallos		
Descripción de la calle	Calle de una sola vía, de materialidad de hormigón, no existe presencia de vegetación y edificaciones de 1 a 4 pisos de altura.		
ASPECTOS Y PERSPECTIVA DE LA COMUNIDAD			
1. ¿Usted es comerciante, transeúnte o residente por esta calle?			
R: Transeúnte.			
2. ¿Considera que la temperatura en la calle es el adecuado para el desarrollo de sus actividades cotidianas?			
R: No la considero porque tengo que estar parada todo el día entregando propaganda y me siento acalorada teniendo en cuenta que si me saco la chompa no me siento mejor.			
3. ¿Tiene conocimiento acerca de los problemas que trae las altas temperaturas que presenta el espacio público (calles)?			
R: No tengo conocimiento			
4. ¿Puede usted percibir que en esta calle hace más calor que a diferencia de otra?			
R: Si, la anterior semana trabaja en la av. 12 de noviembre y se siente la diferencia muy clara, no me sentía igual de cansada por el sol.			
5. ¿Considera que al hacer uso del espacio público (calles) se encuentra en un espacio cómodo para poder estar?			
R: Para mi no es nada cómodo porque tengo que estar parada y en esta esquina no tengo como cubrirme del sol.			
6. ¿Considera usted que es necesario colocar arbolado en las aceras, si es así donde lo colocaría?			
R: Si para que haya mas que sea un poco de sombra y lo pondría en la acera toda.			
Elaborado por:	ANA PAULA MAYORGA ALVARADO		


ANEXO 6

Ficha de entrevista calle 1

FICHA DE ENTREVISTA A USUARIOS DE LA CALLE 1		
DATOS INFORMATIVOS		
Nombre del entrevistado: Hector Valle		Fecha: 06-01-2023
Edad:	58	Sexo: Masculino
Estado Civil:	Casado	Hora: 15:25 pm
DIRECCIÓN	Montalvo entre Rocafuerte y Bolívar	
Descripción de la calle	Calle de un solo carril, de materialidad mixta entre hormigón y adoquín, existe presencia de vegetación (5 árboles) y edificaciones de 1 a 4 pisos de altura.	
ASPECTOS Y PERSPECTIVA DE LA COMUNIDAD		
1. ¿Usted es comerciante, transeúnte o residente por esta calle?		
R: Soy transeúnte		
2. ¿Considera que la temperatura en la calle es el adecuado para el desarrollo de sus actividades cotidianas?		
R: Mi actividad diaria es caminar al trabajo en la cooperativa, y últimamente he sentido que el calor especialmente en las mañanas es sofocante entonces pienso que no es la adecuada		
3. ¿Tiene conocimiento acerca de los problemas que trae las altas temperaturas que presenta el espacio público (calles)?		
R: No tengo conocimiento		
4. ¿Puede usted percibir que en esta calle hace más calor que a diferencia de otra?		
R: Si, hay lugares donde paso y me siento fresco, pero cuando ya llego al trabajo tengo calor		
5. ¿Considera que al hacer uso del espacio público (calles) se encuentra en un espacio cómodo para poder estar?		
R: Tal vez si no fuera por el sol que si molesta un poco al caminar sí.		
6. ¿Considera usted que es necesario colocar arbolado en las aceras, si es así donde lo colocaría?		
R: Estaría mejor que si se pusieran árboles que den un poco más de sombra a los que pasamos por acá y los pondría en la parte de arriba.		
Elaborado por:	ANA PAULA MAYORGA ALVARADO	

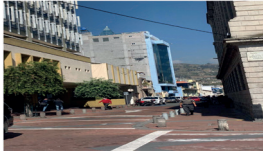
ANEXO 7

Ficha de entrevista calle 1

FICHA DE ENTREVISTA A USUARIOS DE LA CALLE 1			
DATOS INFORMATIVOS			
Nombre del entrevistado: Antonio Vargas		Fecha: 06-01-2023	
Edad:	55	Sexo:	Masculino
Estado Civil:	Divorciado	Hora:	11:17 am
DIRECCIÓN	Montalvo entre Rocafuerte y Bolívar		
Descripción de la calle	Calle de un solo carril, de materialidad mixta entre hormigón y adoquín, existe presencia de vegetación (5 árboles) y edificaciones de 1 a 4 pisos de altura.		
ASPECTOS Y PERSPECTIVA DE LA COMUNIDAD			
1. ¿Usted es comerciante, transeúnte o residente por esta calle?			
R: Transeúnte			
2. ¿Considera que la temperatura en la calle es el adecuado para el desarrollo de sus actividades cotidianas?			
R: Mi actividad cotidiana es caminar por acá para llegar al trabajo y caminar por aquí uno se cansa cuando hay mucho sol y hace calor así que no lo considero.			
3. ¿Tiene conocimiento acerca de los problemas que trae las altas temperaturas que presenta el espacio público (calles)?			
R: No se nada.			
4. ¿Puede usted percibir que en esta calle hace más calor que a diferencia de otra?			
R: Si, me siento más cómodo cuando paso por la av. cerca del parque porque hay más sombra.			
5. ¿Considera que al hacer uso del espacio público (calles) se encuentra en un espacio cómodo para poder estar?			
R: No consideraría que sea cómodo para mi que camino por aquí todos los días.			
6. ¿Considera usted que es necesario colocar arbolado en las aceras, si es así donde lo colocaría?			
R: Si para que uno este hasta mas fresco y los pondría en la parte que faltan por las cooperativas.			
Elabora por:	ANA PAULA MAYORGA ALVARADO		

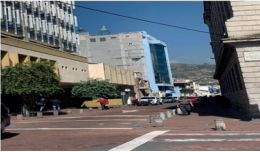
ANEXO 8

Ficha de entrevista calle 2

FICHA DE ENTREVISTA A USUARIOS DE LA CALLE 2			
DATOS INFORMATIVOS			
Nombre del entrevistado: Mark Goyes F		Fecha: 14-01-2023	
Edad:	44	Sexo:	Masculino
Estado Civil:	Casado	Hora:	10:01 am
DIRECCIÓN	Castillo entre Rocafuerte y Bolívar		
Descripción de la calle	Calle de un solo carril, de materialidad mixta entre hormigón y adoquín, existe presencia de vegetación (2 árboles) y edificaciones de 1 a 10 pisos de altura.		
ASPECTOS Y PERSPECTIVA DE LA COMUNIDAD			
1. ¿Usted es comerciante, transeúnte o residente por esta calle?			
R: Comerciante informal			
2. ¿Considera que la temperatura en la calle es el adecuado para el desarrollo de sus actividades cotidianas?			
R: Me dedico a la venta ambulante desde hace 3 años y en estas épocas siento que la temperatura ya no es como antes me siento mas acalorado por lo que me dificulta estar vendiendo.			
3. ¿Tiene conocimiento acerca de los problemas que trae las altas temperaturas que presenta el espacio público (calles)?			
R: No he escuchado del tema.			
4. ¿Puede usted percibir que en esta calle hace más calor que a diferencia de otra?			
R: En la avenida Cevallos se siente el frio clarito a diferencia de aquí en mi percepción.			
5. ¿Considera que al hacer uso del espacio público (calles) se encuentra en un espacio cómodo para poder estar?			
R: Cómodo no lo considero para poder trabajar es muy cansando bajo el sol.			
6. ¿Considera usted que es necesario colocar arbolado en las aceras, si es así donde lo colocaría?			
R: Pienso que si porque se vería más bonito en la calle llena de árboles.			
Elaborado por:		ANA PAULA MAYORGA ALVARADO	

ANEXO 9

Ficha de entrevista calle 2

FICHA DE ENTREVISTA A USUARIOS DE LA CALLE 2			
DATOS INFORMATIVOS			
Nombre del entrevistado: Mateo Criollo F		Fecha: 14-01-2023	
Edad:	35	Sexo:	Masculino
Estado Civil:	Soltero	Hora:	10:22 am
DIRECCIÓN	Castillo entre Rocafuerte y Bolívar		
Descripción de la calle	Calle de un solo carril, de materialidad mixta entre hormigón y adoquín, existe presencia de vegetación (2 árboles) y edificaciones de 1 a 10 pisos de altura.		
ASPECTOS Y PERSPECTIVA DE LA COMUNIDAD			
1. ¿Usted es comerciante, transeúnte o residente por esta calle?			
R: Comerciante ambulante			
2. ¿Considera que la temperatura en la calle es el adecuado para el desarrollo de sus actividades cotidianas?			
R: Para realizar mis ventas lo siento incomodo ya que paso todo el día y tengo que protegerme mucho para no sentirme acalorado por ejemplo sombrillas.			
3. ¿Tiene conocimiento acerca de los problemas que trae las altas temperaturas que presenta el espacio público (calles)?			
R: No tengo.			
4. ¿Puede usted percibir que en esta calle hace más calor que a diferencia de otra?			
R: Yo digo que si.			
5. ¿Considera que al hacer uso del espacio público (calles) se encuentra en un espacio cómodo para poder estar?			
R: No siento que estar en la calle sea cómodo para alguien y por lo menos para mí no lo es.			
6. ¿Considera usted que es necesario colocar arbolado en las aceras, si es así donde lo colocaría?			
R: Necesario para que de sombra en la parte de arriba de la hacer lo colocaría.			
Elaborado por:	ANA PAULA MAYORGA ALVARADO		



UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA INDOAMÉRICA

Ambato: Calle Bolívar, 20-35 y Quito

(03) 2 421713 / 2421452

Quito: Machala y Sabanilla (Cotacollao)

(02) - 3998227 / 3998238

www.uti.edu.ec