

**FACULTAD DE INGENIERÍA**

Escuela Académico Profesional de Ingeniería Civil

Tesis

**Evaluación comparativa de la incidencia de  
pavimentos flexibles y pavimentos rígidos en el  
Fenómeno de Islas de Calor, Huancayo 2024**

Aldair Augusto Ortega Ortega  
Kleber Jusepe Ortega Ortega

Para optar el Título Profesional de  
Ingeniero Civil

Huancayo, 2025

Repositorio Institucional Continental  
Tesis digital



Esta obra está bajo una Licencia "Creative Commons Atribución 4.0 Internacional" .

## **INFORME DE CONFORMIDAD DE ORIGINALIDAD DE TRABAJO DE INVESTIGACIÓN**

**A** : Decano de la Facultad de Ingeniería  
**DE** : Mg. Alex Paliza Morales  
Asesor de trabajo de investigación  
**ASUNTO** : Remito resultado de evaluación de originalidad de trabajo de investigación  
**FECHA** : 19 de Junio de 2025

Con sumo agrado me dirijo a vuestro despacho para informar que, en mi condición de asesor del trabajo de investigación:

**Título:**

Evaluación comparativa de la incidencia de pavimentos flexibles y pavimentos rígidos en el Fenómeno de Islas de Calor, Huancayo 2024

**Autores:**

1. Aldair Augusto Ortega Ortega – EAP. Ingeniería Civil
2. Kleber Jusepe Ortega Ortega – EAP. Ingeniería Civil

Se procedió con la carga del documento a la plataforma "Turnitin" y se realizó la verificación completa de las coincidencias resaltadas por el software dando por resultado 19 % de similitud sin encontrarse hallazgos relacionados a plagio. Se utilizaron los siguientes filtros:

- Filtro de exclusión de bibliografía SI  NO
- Filtro de exclusión de grupos de palabras menores  
Nº de palabras excluidas (**en caso de elegir "SI"**): SI  NO
- Exclusión de fuente por trabajo anterior del mismo estudiante SI  NO

En consecuencia, se determina que el trabajo de investigación constituye un documento original al presentar similitud de otros autores (citas) por debajo del porcentaje establecido por la Universidad Continental.

Recae toda responsabilidad del contenido del trabajo de investigación sobre el autor y asesor, en concordancia a los principios expresados en el Reglamento del Registro Nacional de Trabajos conducentes a Grados y Títulos – RENATI y en la normativa de la Universidad Continental.

Atentamente,

**La firma del asesor obra en el archivo original**  
**(No se muestra en este documento por estar expuesto a publicación)**

## **Agradecimientos**

Agradecemos a la Universidad Continental, Facultad de Ingeniería, por permitirnos obtener nuestro grado de ingenieros, así como a su rector, docentes y personal administrativo en pleno.

Agradecemos también, a la Modalidad de sustentación de tesis de la Universidad Continental, representado por su Coordinador, cuerpo de docentes, asesores, y personal administrativo que nos acompañaron en el proceso de revisión, inscripción, evaluación, sustentación y obtención de nuestro grado académico.

Agradecemos a nuestro asesor Ing. Alex Paliza Morales, quien, con su apoyo, instrucción, y evaluación, permitieron terminar este trabajo de investigación.

Agradecemos también, a la población y la ciudad de Huancayo, de la región Junín, por permitirnos obtener los datos de temperatura, planos, fotografías, y otros, que forman parte de este trabajo de investigación.

Agradecemos al Econ. Mario V. Guzmán por apoyarnos y aconsejarnos en la redacción, planteamiento y cálculos estadísticos, que permitieron probar las hipótesis de esta tesis.

Con todo nuestro cariño y gratitud, queremos agradecer profundamente a nuestros padres, Lic. Augusto Adolfo Ortega Gallegos y Lic. Lidia Gradys Ortega Franco, quienes, con su ejemplo, sabiduría, y su amor incondicional, sembrando en nosotros los valores del esfuerzo, la disciplina y la perseverancia.

Este logro no es solo nuestro, sino también de ustedes, que nos sostuvieron con amor y confianza cuando más lo necesitábamos.

Kleber y Aldair

## **Dedicatoria**

A la memoria de mi padre, Augusto Ortega Gallegos, quien ya descansa en paz, pero cuyo recuerdo y ejemplo siguen vivos en mi corazón. Su esfuerzo y enseñanzas han sido faro en mi camino, y esta meta alcanzada también le pertenece.

A mi madre, Gladys Ortega Franco, por su amor incondicional, su guía constante y su fe inquebrantable en mí. Gracias por sostenerme en los momentos difíciles, por ser mi refugio y mi impulso.

A mis hermanos Hendrik y Kleber, por su valioso apoyo técnico, sus consejos y su disposición para acompañarme en cada etapa del proceso. Su ayuda fue fundamental.

A toda mi familia: tíos, primos y seres queridos, gracias por cada palabra de aliento, cada gesto de ánimo y cada consejo sincero que me motivó a seguir adelante, Este logro también es suyo.

Con profundo cariño y gratitud.

**Aldair Ortega**

A mis padres, en especial a mi difunto padre Augusto Ortega, mi madre Gladys que me apoyaron y aconsejaron en culminar este logro profesional.

A mi esposa María Chicata, mis hijos Antonio y Adriel, por su apoyo y comprensión, en las amanecidas, por culminar este trabajo de investigación.

**Kleber Ortega**

## INDICE DE CONTENIDO

<b>Informe de conformidad de originalidad de tesis .....</b>	<b>ii</b>
<b>Agradecimientos.....</b>	<b>iii</b>
<b>Dedicatoria .....</b>	<b>iv</b>
<b>INDICE DE CONTENIDO .....</b>	<b>v</b>
<b>ÍNDICE DE TABLAS .....</b>	<b>viii</b>
<b>ÍNDICE DE FIGURAS .....</b>	<b>x</b>
<b>RESUMEN .....</b>	<b>xiv</b>
<b>ABSTRACT.....</b>	<b>xv</b>
<b>INTRODUCCION .....</b>	<b>xvi</b>
<b>CAPITULO I: PLANTEAMIENTO DEL ESTUDIO .....</b>	<b>1</b>
1.1 Planteamiento y formulación del problema .....	1
1.1.1. Planteamiento del problema.....	1
1.1.2. Formulación del problema .....	3
1.2 Determinación de Objetivos.....	4
1.2.1. Objetivo General .....	4
1.2.2. Objetivos Específicos.....	4
1.3 Justificación e importancia del estudio .....	4
1.3.1. Justificación teórica.....	4
1.3.2. Justificación practica.....	4
1.3.3. Justificación social .....	5
1.4 Delimitación del proyecto .....	5
1.4.1. Delimitación Temporal .....	5
1.4.2. Delimitación Geográfica .....	5
1.4.3. Delimitación Estacionaria .....	6
1.5 Hipótesis y variables .....	7
1.5.1. Hipótesis.....	7

1.5.2.	Variables .....	7
1.5.3.	Tabla de operacionalización de variables.....	8
<b>CAPITULO II: MARCO TEÓRICO.....</b>		<b>9</b>
2.1.	Antecedentes del problema .....	9
2.1.1.	Internacional.....	9
2.1.2.	Nacional .....	12
2.1.3.	Local.....	15
2.2.	Bases teóricas .....	16
2.2.1.	Pavimentos .....	16
2.2.2.	Isla de Calor Urbano .....	33
2.3.	Definición de Términos Básicos .....	50
<b>CAPITULO III: METODOLOGIA.....</b>		<b>52</b>
3.1.	Métodos y alcances de la investigación .....	52
3.1.1.	Enfoque .....	52
3.1.2.	Tipo de investigación .....	52
3.1.3.	Nivel de investigación.....	53
3.2.	Diseño de investigación .....	53
3.3.	Población y muestra .....	54
3.3.1.	Población.....	54
3.3.2.	Muestra.....	55
3.3.3.	Tipo de Muestreo .....	63
3.4.	Metodología de desarrollo.....	64
3.5.	Técnicas e Instrumentos de recolección de datos.....	64
3.5.1.	Técnica .....	64
3.5.2.	Instrumentos.....	64
3.6.	Procedimiento de análisis de Datos.....	66
3.6.1.	Estadística descriptiva.....	66
3.6.2.	Estadística inferencial .....	66
3.7.	Procedimiento .....	66

3.7.1.	Ubicación desarrollo .....	67
3.7.2.	Selección de Áreas de Estudio .....	67
3.7.3.	Trazado de Ruta Estratégica.....	70
3.7.4.	Toma de Muestras .....	73
4.1.2.	Desarrollo.....	76
<b>CAPITULO IV: RESULTADOS .....</b>		<b>87</b>
4.1.	Presentación de resultados .....	87
4.1.1.	Temperatura en los Puntos de Verificación (4 Horarios).....	105
4.1.2.	Del Objetivo General: .....	113
4.1.3.	Del Objetivo específico 01 .....	125
4.1.4.	Del Objetivo específico 02.....	129
4.2.	Discusión de resultados.....	135
<b>CAPITULO V: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....</b>		<b>138</b>
5.1.	Conclusiones .....	138
5.2.	Recomendaciones.....	140
<b>Referencias bibliográficas .....</b>		<b>141</b>
<b>Anexos .....</b>		<b>145</b>

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. <i>Operacionalización de variables</i> .....	8
Tabla 2. Frecuencia porcentual de áreas por tipo de elemento en 7,853.98 m <sup>2</sup> .....	87
Tabla 3. <i>Frecuencia Porcentual de Pavimento RIGIDO</i> .....	89
Tabla 4. <i>Frecuencia Porcentual de Pavimento FLEXIBLE</i> .....	90
Tabla 5. Frecuencia porcentual de ÁREA VERDE por punto de verificación .....	91
Tabla 6. Frecuencia porcentual de áreas con TIPOLOGÍA URBANA por punto de verificación .....	93
Tabla 7. <i>Frecuencia de Tránsito en tres (3) días Zona 1- Cercado Huancayo</i> .....	95
Tabla 8. <i>Frecuencia de Tránsito en tres (3) días Zona 2 – La Ribera</i> .....	96
Tabla 9. <i>Frecuencia de Clima en tres (3) días en la zona 1 - Cercado de Huancayo</i> .....	97
Tabla 10. <i>Frecuencia de Clima en tres (3) días en la zona 2 La Ribera</i> .....	98
Tabla 11. <i>Puntos de verificación con temperatura del Pavimento Flexible, Rígido y Área verde en la zona 1 – Cercado Huancayo</i> .....	100
Tabla 12. <i>Puntos de verificación con temperatura del Pavimento Flexible, Rígido y Área verde en la zona 2 – La Ribera</i> .....	102
Tabla 13. <i>Frecuencia de Tipo de Área Verde</i> .....	104
Tabla 14. <i>Participación porcentual de Áreas del pavimento rígido, flexible y área verde</i> .....	114
Tabla 15. <i>Baremo de valoración por tamaño de área, según pavimento rígido, flexible y área verde</i> .....	114
Tabla 16. <i>Baremo de valoración por cantidad de aforo vehicular en 30 minutos, según punto de verificación por día y horario de evaluación</i> .....	115
Tabla 17. <i>Codificación de tránsito por punto de verificación</i> .....	115
Tabla 18. <i>Baremo de valoración por “octas” de visión en el cielo</i> .....	116
Tabla 19. <i>Codificación de Clima por punto de verificación</i> .....	116
Tabla 20. <i>VARIABLE PAVIMENTOS: Pavimentos Rígido y Flexible afectado por factores de diseño</i> .....	117
Tabla 21. <i>Baremo de temperaturas del pavimento flexible y rígido</i> .....	118
Tabla 22. <i>Baremo temperatura del área verde</i> .....	118
Tabla 23. <i>Baremo tipo de área verde</i> .....	118
Tabla 24. <i>Baremo participación porcentual del área verde</i> .....	118
Tabla 25. <i>Baremo de tipología urbana mediana y baja</i> .....	119
Tabla 26. <i>VARIABLE ISLAS DE CALOR: Temperaturas de pavimentos rígido, flexible y área verde, afectado por tipo de área, participación porcentual y tipología urbana mediana o baja</i> .....	119
Tabla 27. <i>Dimensiones: Clasificación y Factores de Diseño y la Variable Pavimentos</i> .....	120

Tabla 28. <i>Dimensiones Temperatura, Áreas verdes, Tipología urbana y la variable Islas de Calor</i> .....	122
Tabla 29. <i>Valores del Coeficiente de Correlación de Pearson</i> .....	123
Tabla 30. <i>Datos de la Variable Pavimentos y la Variable Islas de Calor</i> .....	123
Tabla 31. <i>Correlación Pavimentos – Islas de Calor</i> .....	124
Tabla 32. <i>Datos de la Dimensión Clasificación de Pavimentos y la variable Islas de Calor</i> ...	126
Tabla 34. <i>Valores de Correlación</i> .....	127
Tabla 35. <i>Correlación Clasificación Pavimentos (Rígidos – Flexibles) – Islas de Calor</i> .....	127
Tabla 36. <i>Datos de la Dimensión Factores de afectación de los pavimentos y la variable Islas de Calor</i> . .....	130
Tabla 38. <i>Valores de Correlación</i> .....	132
Tabla 39. <i>Correlación Factores de Diseño – Islas de Calor</i> .....	132

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Zona de estudio muestral.....	6
Figura 2. Esquema estructural de pavimento de asfalto .....	19
Figura 3. Tipos de pavimentos .....	19
Figura 4. Estructura de pavimento flexible .....	20
Figura 5. Modelo estructural de Pavimento.....	22
Figura 6. Diseño de Pavimento Flexible .....	24
Figura 7. Imprimación Asfáltica .....	24
Figura 8. Carpeta Asfáltica .....	26
Figura 9. Pavimento rígido .....	26
Figura 10. Estructura de Pavimento rígido.....	27
Figura 11. Diseño de Pavimento rígido .....	28
Figura 12. Diseño de Pavimento Urbanos .....	30
Figura 13. Construcción de Pavimento Urbanos .....	31
Figura 14. Mantenimiento de Pavimento Urbanos .....	32
Figura 15. Perfil de Isla de Calor Urbano .....	33
Figura 16. Parámetros Ciudad “Cool” .....	34
Figura 17. Impactos de Isla de Calor Urbano .....	35
Figura 18. Anemómetro .....	37
Figura 19. Piranómetro .....	38
Figura 20. Piranómetro.....	39
Figura 21. Impactos del cambio climático en las carreteras .....	40
Figura 22. El clima y los pavimentos .....	41
Figura 23. Humedad y los pavimentos .....	42
Figura 24. Radiación solar y los pavimentos .....	42
Figura 25. Viento y los pavimentos .....	43
Figura 26. Funciones de las áreas Verdes .....	44
Figura 27. Interacción entre pavimento e Isla de Calor Urbano.....	45
Figura 28. Diseño de Áreas de verdes.....	45
Figura 29. Tipología de Compacta- Gan, mediana y baja altura .....	47
Figura 30. Tipología de Abierta - Gan, mediana y baja altura .....	47
Figura 31. Tipología de variada.....	48
Figura 32. Plano de la ciudad de Huancayo al 2024.....	54
Figura 33. Muestra de las zonas de estudio .....	56
Figura 34. Plano de Sector 01 Huancayo – Centro .....	57
Figura 35. Plano de Sector 02 La Ribera.....	57
Figura 36. Selección del área del Punto de verificación, por elemento de análisis. ....	58

Figura 37. <i>Evaluación de tránsito de vehículos en 30 minutos, en un cruce vehicular, como punto de verificación.</i> .....	58
Figura 38. <i>Estimación de la cobertura de nube, según R. Del Campo H. (40)</i> .....	59
Figura 39. <i>Fotos R. Del Campo H. (40)</i> .....	60
Figura 40. <i>Lectura de temperatura con termómetro digital sobre pavimento rígido, flexible y área verde.</i> .....	61
Figura 41. <i>Tipos de áreas verdes encontradas: Grass, Arbustos y Árboles.</i> .....	62
Figura 42. <i>Tipología urbana: de gran altura, de mediana altura y de baja altura.</i> .....	63
Figura 43. <i>Diseño metodológico</i> .....	64
Figura 44. <i>Pistola de calor infrarroja marca UNI-T modelo UT-300S</i> .....	65
Figura 45. <i>Reloj digital Celular SAMSUNG modelo S-22</i> .....	65
Figura 46. <i>Dron RTK, marca DJI, modelo MAVIC ENTERPRICE</i> .....	66
Figura 47. <i>Selección de áreas de Estudio</i> .....	68
Figura 48. <i>Selección de áreas de estudio</i> .....	70
Figura 49. <i>Trazo de Ruta estratégica</i> .....	70
Figura 50. <i>Instalación de Equipos Mavic enterprice 3 RTK</i> .....	71
Figura 51. <i>Levantamiento topográfico Sector Huancayo - Centro</i> .....	71
Figura 52. <i>Levantamiento topográfico Sector La Rivera</i> .....	72
Figura 53. <i>Trabajo de Gabinete - Software Pix4Dmapper</i> .....	72
Figura 54. <i>Control de Tráfico PV-01</i> .....	73
Figura 55. <i>Control de Tráfico PV-02</i> .....	74
Figura 56. <i>Control de Tráfico PV-05</i> .....	74
Figura 57. <i>Control de Tráfico PV-07</i> .....	75
Figura 58. <i>Control de Tráfico PV-09</i> .....	75
Figura 59. <i>Toma de Muestra PV 01–Temperatura Pav. Flexible y Área verde (Hcyo-Centro)</i> .	76
Figura 60. <i>Toma de Muestra PV 02–Temperatura Pav. Flexible y Área verde (Hcyo-Centro)</i> .	77
Figura 61. <i>Toma de Muestra PV 02–Temperatura Pav. Flexible y Área verde (Hcyo-Centro)</i> .	77
Figura 62. <i>Toma de Muestra PV 03–Temperatura Pav. Rígido (Hcyo-Centro)</i> .....	77
Figura 63. <i>Toma de Muestra PV 04–Temperatura Pav. Flexible (Hcyo-Centro)</i> .....	78
Figura 64. <i>Toma de Muestra PV 04–Temperatura Área verde (Hcyo-Centro)</i> .....	78
Figura 65. <i>Toma de Muestra PV 05–Temperatura Pav. Flexible (Hcyo-Centro)</i> .....	79
Figura 66. <i>Toma de Muestra PV 10 –Temperatura Área verde (Sector La Ribera)</i> .....	79
Figura 67. <i>Toma de Muestra PV 10 –Temperatura Pavimento Flexible (Sector La Ribera)</i> .....	80
Figura 68. <i>Toma de Muestra PV 11 –Temperatura Pavimento Flexible (Sector La Ribera)</i> .....	80
Figura 69. <i>Toma de Muestra PV 11 –Temperatura Área verde (Sector La Ribera)</i> .....	81
Figura 70. <i>Toma de Muestra PV 12 –Pav. Flexible y Área verde (Sector La Ribera)</i> .....	81
Figura 71. <i>Toma de Muestra PV 12 –Temperatura Pavimento Flexible (Sector La Ribera)</i> .....	82

Figura 72. Toma de Muestra PV 13 –Temperatura Área verde (Sector La Ribera) .....	83
Figura 73. Toma de Muestra PV 13 –Temperatura Pavimento Flexible (Sector La Ribera) .....	83
Figura 74. Toma de Muestra PV 14 –Temperatura Área verde (Sector La Ribera) .....	84
Figura 75. Toma de Muestra PV 14 –Temperatura Pavimento Flexible (Sector La Ribera) .....	84
Figura 76. Toma de Muestra PV 15 –Temperatura Área verde (Sector La Ribera) .....	84
Figura 77. Toma de Muestra PV 15 –Temperatura Pavimento Flexible (Sector La Ribera) .....	85
Figura 78. Toma de Muestra PV 10 –Temperatura Área verde (Sector La Ribera) .....	85
Figura 79. Toma de Muestra PV 10 –Temperatura Pavimento rígido (Sector La Ribera).....	86
Figura 80. Toma de Muestra PV 3 – Conteo Vehicular horario 12pm (Sector Hcyo - Centro) .	86
Figura 81. Frecuencia porcentual de áreas por tipo de elemento en los Puntos de verificación.	88
Figura 82. Representación gráfica de la distribución del área, del total de puntos de verificación. .....	88
Figura 83. Porcentaje de áreas con presencia de Pavimento Rígido .....	89
Figura 84. Porcentaje de áreas con presencia de Pavimento Flexible .....	91
Figura 85. Porcentaje de área verde por punto de verificación. ....	92
Figura 86. Porcentaje de áreas con tipología urbana por punto de verificación.....	94
Figura 87. Frecuencia de Tránsito en la zona 1 por cantidad de vehículos en 30 minutos de observación. ....	96
Figura 88. Frecuencia de Tránsito en la zona 2 y Total por cantidad de vehículos en 30 minutos de observación. ....	97
Figura 89. Frecuencia de Clima en la zona 1 por “octas” de observación.....	98
Figura 90. Frecuencia de clima, en la zona 2 y Total por “octas” de observación. ....	99
Figura 91. Temperaturas promedio de mayor frecuencia del Pavimento Flexible, rígido y área verde.....	101
Figura 92. Porcentaje de Temperatura en Pavimentos Rígidos.....	103
Figura 93. Porcentaje de Tipo de Área Verde por zonas y Total .....	104
Figura 94. Temperatura en el Punto de Verificación 01 .....	105
Figura 95. Temperatura en el Punto de Verificación 02.....	106
Figura 96. Temperatura en el Punto de Verificación 03.....	106
Figura 97. Temperatura en el Punto de Verificación 04.....	107
Figura 98. Temperatura en el Punto de Verificación 05.....	107
Figura 99. Temperatura en el Punto de Verificación 06.....	108
Figura 100. Temperatura en el Punto de Verificación 07 .....	108
Figura 101. Temperatura en el Punto de Verificación 08.....	109
Figura 102. Temperatura en el Punto de Verificación 09.....	109
Figura 103. Temperatura en el Punto de Verificación 10.....	110
Figura 104. Temperatura en el Punto de Verificación 11 .....	110

Figura 105. <i>Temperatura en el Punto de Verificación 12</i> .....	111
Figura 106. <i>Temperatura en el Punto de Verificación 13</i> .....	111
Figura 107. <i>Temperatura en el Punto de Verificación 14</i> .....	112
Figura 108. <i>Temperatura en el Punto de Verificación 15</i> .....	112
Figura 109. <i>Temperatura en el Punto de Verificación 16</i> .....	113
Figura 110. <i>Correlación entre variables Pavimentos e Islas de Calor</i> .....	125
Figura 111. <i>Correlación entre Clasificación de los Pavimentos Rígidos - Flexibles y las Islas de Calor</i> .....	127
Figura 112. <i>Afectación Factor Clasificación por Áreas en la Temperaturas de los pavimentos zona 1</i> .....	128
Figura 113. <i>Afectación Factor Clasificación en la temperatura de los pavimentos zona 2</i> . ....	129
Figura 114. <i>Correlación entre Factores de Afectación del pavimento y las Islas de Calor</i> .....	131
Figura 115. <i>Afectación del Factor Clima en octas en la temperatura del pavimento flexible, zona 1</i> .....	133
Figura 116. <i>Afectación del Factor Tránsito vehicular en la temperatura del pavimento flexible, zona 1</i> .....	133
Figura 117. <i>Afectación del Factor Clima en octas, en la temperatura del pavimento flexible zona 2</i> .....	134
Figura 118. <i>Afectación del Factor Tránsito vehicular en temperatura del pavimento flexible zona 2</i> .....	135

## RESUMEN

La investigación tiene como objetivo evaluar la incidencia comparativa de los pavimentos rígidos y pavimentos flexibles en el Fenómeno de Islas de Calor, Huancayo 2024. Se empleó una metodología de investigación de tipo comparativa aplicada, enfoque cuantitativo de nivel correlacional, de diseño no experimental transeccional, así mismo la población estuvo constituida por toda la ciudad de Huancayo y empleando como muestra la Zona 1: Cercado de Huancayo (Desde la plaza de armas de la ciudad y alrededor) con 143 Há. y un perímetro de 5.27 Km.; y la Zona 2: La Ribera (Esquina este de la ciudad que limita con la ribera del río Mantaro) con 225 Há. y un perímetro de 7 Km. Los resultados indicaron que existe una relación media significativa entre los pavimentos flexibles y rígidos, representados por las áreas de participación del pavimento, afectado por el tránsito, alcanzando un promedio de 107.5 vehículos en 30 minutos y el clima, con horas soleadas y parcialmente nubladas; con las islas de calor, evaluado por las temperaturas alcanzadas por el pavimento rígido y flexible con 42.63°C en promedio, área verde, tipo de área verde, participación de ésta área y la tipología urbana entre mediana y baja altura de sus edificaciones en Huancayo. Los Pavimentos e Islas de Calor, obtuvieron un coeficiente de correlación ( $r = 0.714$ ) indicando que existe una relación media, directa, (positiva) entre los dos tipos de pavimentos y el fenómeno de islas de calor. Esto significa que los pavimentos (ya sean flexibles, rígidos, y sus factores de afectación) tienen una influencia notable en las temperaturas superficiales y, por ende, en la formación de islas de calor, de forma media. Con un nivel de significación de “p” igual a 0.002, del 1% de error y 99% de confianza, en que la correlación sea verdadera, ( $p < 0.01$ ). Confirma que los pavimentos, ya sean flexibles, rígidos afectados por el tránsito y el clima, influyen de forma media y significativamente en las temperaturas superficiales y, por ende, en la formación de islas de calor. Estos hallazgos son consistentes con estudios previos y refuerzan la necesidad de considerar el tipo de pavimento en el diseño urbano para mejorar el confort térmico y mitigar este fenómeno, evidenciando la influencia de las superficies urbanas en las temperaturas locales.

Palabras Clave: Islas de Calor, Pavimentos rígidos, Pavimentos flexibles, áreas verdes

## ABSTRACT

The research aims to evaluate the comparative incidence of rigid pavements and flexible pavements in the Heat Island Phenomenon, Huancayo 2024. An applied comparative research methodology was used, a quantitative approach at a correlational level, with a non-experimental cross-sectional design, likewise the population was made up of the entire city of Huancayo and using as a sample Zone 1: Cercado de Huancayo (From the city's main square and around) with 143 Ha. and a perimeter of 5.27 km.; and Zone 2: La Ribera (East corner of the city that borders the banks of the Mantaro River) with 225 Ha. and a perimeter of 7 km. The results indicated a significant average relationship between flexible and rigid pavements, represented by the areas of pavement participation affected by traffic, reaching an average of 107.5 vehicles in 30 minutes and the climate, with sunny and partly cloudy hours; with heat islands, evaluated by the temperatures reached by the rigid and flexible pavement with 42.63 ° C on average, green area, type of green area, participation of this area and the urban typology between medium and low height of its buildings in Huancayo. Pavements and Heat Islands obtained a correlation coefficient ( $r = 0.714$ ) indicating that there is a medium, direct, (positive) relationship between the two types of pavements and the heat island phenomenon. This means that pavements (whether flexible, rigid, and their affecting factors) have a notable influence on surface temperatures and, therefore, on the formation of heat islands, on average. With a significance level of "p" equal to 0.002, a 1% error rate, and 99% confidence that the correlation is true ( $p < 0.01$ ), it confirms that pavements, whether flexible or rigid, affected by traffic and climate, significantly influence surface temperatures and, consequently, the formation of heat islands. These findings are consistent with previous studies and reinforce the need to consider pavement type in urban design to improve thermal comfort and mitigate this phenomenon, highlighting the influence of urban surfaces on local temperatures.

Key words: Urban heat islands, rigid pavements, flexible pavements, green areas.

## INTRODUCCION

En la última década, múltiples investigaciones han abordado la relación entre el fenómeno de Islas de Calor Urbano (ICU) y los pavimentos urbanos. Pazmiño y Cobo (2020) destacaron cómo el cambio climático afecta la vida útil de pavimentos en Riobamba, Ecuador, proponiendo el uso del método SUPERPAVE y el algoritmo LTPP para optimizar el diseño de ligantes asfálticos frente a fluctuaciones térmicas. Sucapuca (2021) analizó las ICU en Juliaca, identificando áreas críticas mediante imágenes satelitales y correlacionando las temperaturas con factores ambientales. En Trujillo, Huamán (2022) proyectó un aumento significativo de temperaturas en ICU, alertando sobre su intensificación en el periodo 2017-2025. Finalmente, Ángeles et al. (2020) investigan la variabilidad estacional de la ICU en Huancayo y Arequipa, subrayando diferencias significativas entre ambas ciudades y estaciones del año. Estas investigaciones destacan la relevancia de considerar el impacto de las ICU en las ciudades para garantizar la sostenibilidad y eficiencia en el diseño de infraestructura urbana.

El desarrollo de infraestructura vial en la región de Huancayo, Junín, plantea importantes retos en términos de sostenibilidad ambiental y eficiencia de pavimentos. La selección entre pavimentos flexibles y rígidos se convierte en un punto crítico en la planificación de carreteras, y su incidencia en el Fenómeno de Isla de Calor Urbano se vuelve un aspecto esencial a considerar. El estudio se enfoca en analizar dos áreas cruciales de indagación en cual se desarrollará en 02 sectores: el primer sector estará constituido por el mercado de Huancayo y el segundo sector que está ubicado por las cercanías del Río Mantaro precisamente la Urbanización La Ribera. Estas áreas representan un microcosmos de la expansión vial y su impacto ambiental en la región. Este enfoque permitirá una comparación directa entre los dos tipos de pavimentos en condiciones climáticas y de uso similares.

La investigación se estructura en cinco capítulos: en el *Capítulo I* se plantea el estudio, detallando los objetivos, hipótesis y justificación; el *Capítulo II* desarrolla el marco teórico, abordando los antecedentes internacionales y nacionales; bases teóricas; el *Capítulo III* describe la metodología utilizada considerando tipo, nivel enfoque y diseño de investigación; el *Capítulo IV* presenta los resultados obtenidos por cada objetivo específico, y finalmente, el *Capítulo V* expone las conclusiones y recomendaciones derivadas del estudio. Este esquema permite un análisis integral que no solo contribuirá al conocimiento científico, sino que tendrá aplicaciones prácticas directas en la planificación sostenible de la infraestructura vial en Huancayo.

# **CAPITULO I:**

## **PLANTEAMIENTO DEL ESTUDIO**

### **1.1 Planteamiento y formulación del problema**

#### **1.1.1. Planteamiento del problema**

En el mundo, según la Oficina Nacional de Administración Oceánica y Atmosférica (NOAA), en las últimas décadas, más del 75% de la población mundial ha experimentado un aumento en la frecuencia y la intensidad de olas de calor extremas, siendo las ciudades las más afectadas debido a la concentración de infraestructuras urbanas, así como, la carencia de estudios exhaustivos sobre el impacto ambiental de pavimentos flexibles y rígidos, especialmente en términos de variación de temperatura, constituye una problemática sustancial respaldada por datos estadísticos reveladores. Por la Agencia Internacional de Energía, el aumento en las temperaturas globales ha generado un incremento del 25% en la frecuencia de olas de calor extrema en las últimas décadas. Este fenómeno climático extremo representa una amenaza directa para la integridad de las carreteras, cuya resistencia y durabilidad se ven comprometidas (1).

Seguidamente el fenómeno de las Isla de Calor Urbano, término introducido por el Banco Interamericano de Desarrollo (2) donde señala que ciudades pueden beneficiarse de procesos naturales del ecosistema: por ejemplo en control de aluviones y mitigar las Isla de Calor Urbano, como en la Ciudad de México, Buenos Aires y São Paulo, con biodiversidad local y Soluciones Basadas en la Naturaleza (SBN) (3), han registrado aumentos significativos en sus temperaturas urbanas en las últimas décadas, con incrementos promedio de hasta 2-3°C (4).

La isla de calor urbano se caracteriza por la ser contrastante la temperatura de la zona rural con la zona con mayor presencia de civilización por tanto concreto. Tiene consecuencias por parte de la sociedad como el consumo alto de electricidad, el gran parque automotor, y la gran reducción de áreas verdes con deforestación para estas áreas en desarrollo. Dado su impacto en diversas ciudades del mundo y el análisis a través de estudios pertinentes, se decidió llevar a cabo una investigación en las vías con mayor importancia de Panamá ciudad. El objetivo es examinar la presencia de islas de calor urbano y sus probables causales, atribuidas al desarrollo urbano no planificado. Se identificaron cuatro zonas para la recolección de información en temperaturas utilizando

un termohigrómetro en horarios de 8:00 am, 2:00 pm y 8:00 pm durante las temporadas de transición, lluviosa y seca. Posteriormente, el desarrollo de esquemas isotérmicos con metodología EBK. Los resultados mostraron evidencian una variación térmica de 9°C en la mañana, 8.1°C en la tarde y 2.4°C en la noche durante la temporada de cambio; 10.5°C en la mañana, 8.1°C en la tarde y 3.3°C en la noche para la temporada lluviosa; y finalmente, 7.8°C en la mañana, 9°C en la tarde y 3.3°C en la noche para la temporada seca. Se confirmó la presencia de islas de calor urbanas y su conexión con la existencia de edificios altos, el uso de automóviles, la aplicación de asfalto en las calles y factores ambientales como la lluvia, las nubes y los vientos, que favorecen su desarrollo (5).

Así mismo en Sudamérica, la insuficiencia de investigaciones específicas sobre el impacto ambiental de pavimentos flexibles y rígidos, particularmente en relación con la variación de temperatura, se evidencia en datos estadísticos alarmantes. Informes de la Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL) señalan un aumento del 40% en la urbanización de la región en las últimas dos décadas, generando una demanda creciente de infraestructura vial. Sin embargo, la mayoría de estos proyectos carecen de consideraciones ambientales específicas (6)

Además, estudios meteorológicos regionales indican un aumento promedio de 1.5°C en las temperaturas en los últimos 50 años en Sudamérica. La falta de datos comparativos sobre cómo pavimentos flexibles y rígidos responden a estas variaciones climáticas específicas deja a la región vulnerable a la degradación de la infraestructura vial y a posibles impactos ambientales adversos (6)

De igual forma en Chile, la realidad problemática se refleja en estadísticas que indican un aumento en la construcción de carreteras sin una evaluación exhaustiva de su impacto ambiental. El Ministerio de Obras Públicas de Chile reporta un crecimiento del 25% en la longitud de carreteras pavimentadas en la última década. Sin embargo, la falta de estudios comparativos sobre la variación de temperatura y su efecto en pavimentos flexibles y rígidos crea una brecha en el conocimiento. Datos meteorológicos chilenos indican un aumento de aproximadamente 1.5°C en las temperaturas promedio en las últimas cinco décadas. Esta variación climática, combinada con la expansión de la infraestructura vial, destaca la urgencia de evaluar el impacto ambiental de los pavimentos para garantizar su sostenibilidad a largo plazo (7).

De igual manera, en el caso específico del Perú, el Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI) reporta que el 77% de la población peruana vive en áreas urbanas, donde se observa un aumento en las temperaturas urbanas debido a la expansión urbana

y la falta de áreas verdes. Ciudades como Lima, Trujillo y Huancayo enfrentan desafíos relacionados con el Fenómeno de Isla de Calor Urbano (8).

Así mismo a nivel nacional para en Perú, la falta de investigaciones específicas sobre el impacto ambiental de pavimentos flexibles y rígidos, en relación con la variación de temperatura, es evidente en datos estadísticos alarmantes. De acuerdo con el Ministerio de Transportes y Comunicaciones del Perú, el país ha experimentado un crecimiento constante en la construcción de carreteras en respuesta al aumento de la movilidad y el desarrollo económico. Sin embargo, la mayoría de estos proyectos no han considerado adecuadamente el impacto ambiental, y la falta de información detallada sobre la variación de temperatura limita la capacidad de implementar soluciones sostenibles (9)

Así mismo La realidad problemática en Huancayo respecto al Fenómeno de Isla de Calor Urbano se manifiesta como una preocupación creciente debido a diversos factores que impactan directamente en la calidad de vida de sus habitantes y en el equilibrio ambiental de la ciudad. En primer lugar, el rápido crecimiento urbano y la expansión de áreas construidas han dado lugar a una mayor impermeabilización del suelo, reduciendo las áreas verdes y aumentando la absorción y retención de calor en las superficies urbanas (10).

Finalmente, la falta de planificación y diseño urbano sostenible ha llevado a la proliferación de materiales de construcción con altos índices de albedo bajo, como el asfalto, que contribuyen significativamente al calentamiento de la ciudad. Esta situación se agrava por la presencia de actividades industriales y de transporte que generan calor adicional y contaminación atmosférica, exacerbando los efectos del Fenómeno de Isla de Calor Urbano (10).

### **1.1.2. Formulación del problema**

#### **1.1.2.1. Problema General**

¿Cuál será la incidencia comparativa de los pavimentos rígidos y pavimentos flexibles en el Fenómeno de Islas de Calor, Huancayo 2024?

#### **1.1.2.2. Problemas Específicos**

- ¿Cuál será la incidencia comparativa de la clasificación de pavimentos en el fenómeno de Islas de Calor, Huancayo 2024?
- ¿Cuál será la incidencia comparativa de los factores de diseño de pavimentos en el fenómeno de Islas de Calor, Huancayo 2024?

## **1.2 Determinación de Objetivos**

### **1.2.1. Objetivo General**

Evaluar la incidencia comparativa de los pavimentos rígidos y pavimentos flexibles en el Fenómeno de Islas de Calor, Huancayo 2024.

### **1.2.2. Objetivos Específicos**

- Evaluar la incidencia comparativa de la clasificación de pavimentos en el fenómeno de Islas de Calor, Huancayo 2024.
- Evaluar la incidencia comparativa de los factores de diseño de pavimentos en el fenómeno de Islas de Calor, Huancayo 2024.

## **1.3 Justificación e importancia del estudio**

### **1.3.1. Justificación teórica**

La justificación teórica de este estudio surge por el interés en conocer mucho más sobre los diferentes tipos de pavimentos, ya sean rígidos o flexibles, pueden influir en la mitigación del Fenómeno de Isla de Calor Urbano. A nivel teórico, se han identificado correlaciones entre la selección de materiales de pavimentación y las temperaturas urbanas, pero es crucial realizar un análisis comparativo específico para validar y ampliar estos hallazgos en el contexto particular de Huancayo. Esta investigación teórica contribuirá al avance de la ingeniería civil y la planificación urbana; esto permitirá en base a lo empírico de la investigación a como tomará el rumbo de la infraestructura urbana y la sostenibilidad ambiental

### **1.3.2. Justificación practica**

La justificación metodológica de este estudio se sustenta en la importancia de utilizar enfoques científicos rigurosos y metodologías adecuadas para recopilar, analizar e interpretar los datos relacionados con la incidencia de las Isla de Calor Urbano y su relación con los pavimentos rígidos y flexibles. Se implementarán técnicas de muestreo representativo, mediciones precisas de variables ambientales y análisis estadísticos robustos para garantizar la validez y confiabilidad de los resultados obtenidos. Estos métodos de investigación sólidos permitirán establecer relaciones causales y proporcionar recomendaciones fundamentadas para mejorar la infraestructura urbana y la gestión ambiental en Huancayo y otras ciudades con desafíos similares.

### **1.3.3. Justificación social**

La justificación social de esta investigación se enfoca en los impactos directos que el Fenómeno de Isla de Calor Urbano tiene en la calidad de vida y el bienestar de la población urbana de Huancayo. Las altas temperaturas urbanas pueden generar efectos adversos en la salud, como golpes de calor, estrés térmico y exacerbación de enfermedades cardiovasculares y respiratorias, afectando especialmente a grupos vulnerables como niños, personas mayores y personas con condiciones médicas preexistentes. Además, estas condiciones térmicas pueden influir en la habitabilidad de los espacios urbanos y la utilización de áreas públicas, impactando la calidad de vida de los residentes. Por tanto, este estudio busca proporcionar estrategias de adaptación y mitigación del calor urbano, promoviendo entornos más saludables, seguros y confortables para la población de Huancayo.

## **1.4 Delimitación del proyecto**

### **1.4.1. Delimitación Temporal**

La delimitación temporal de esta investigación abarcó el período comprendido entre el 14 de junio del 2024 hasta el 21 de junio del 2024. Durante este lapso, se llevó a cabo las actividades de levantamiento de información, respecto a valores de temperatura, humedad, tiempo y estación correspondiente para el estudio de evaluación comparativa de la incidencia de pavimentos rígidos y flexibles en el Fenómeno de Isla de Calor Urbano en Huancayo.

Es importante mencionar que la delimitación temporal se ajusta a las disponibilidades de recursos (cuatro personas) y tiempo establecido (ocho días) para el fin de la investigación.

### **1.4.2. Delimitación Geográfica**

La delimitación geográfica de esta investigación se centra específicamente en la ciudad de Huancayo (11). Se seleccionó las áreas urbanas de “alto tránsito vehicular y peatonal” y “bajo tránsito vehicular y peatonal” donde se encuentra la presencia de pavimentos flexibles y pavimentos rígidos, con áreas verdes en su trayecto, características que reflejen las condiciones urbanas y ambientales relevantes para el estudio de las Islas de Calor Urbano. (12) Se excluyen otras zonas de la ciudad, que no reúnen estos requisitos, propios de la investigación, ya que el objetivo principal es analizar el Fenómeno de Isla de Calor Urbano en este contexto específico. (12)

Así, la zona “1” de Huancayo Cercado posee 143 Há. Con un perímetro de 5.27 Km. Y la zona “2” de La Ribera posee 225 Há. Con un perímetro de 7 Km. Totalizando un área total



## **1.5 Hipótesis y variables**

### **1.5.1. Hipótesis**

#### **1.5.1.1. Hipótesis General**

La incidencia comparativa de los pavimentos rígidos y pavimentos flexibles será de gran magnitud en el Fenómeno de Islas de Calor, Huancayo 2024.

#### **1.5.1.2. Hipótesis Específicos**

- Existe una incidencia comparativa significativa entre la clasificación de pavimentos y el fenómeno de Islas de Calor, Huancayo 2024.
- Existe una incidencia comparativa significativa entre los factores de diseño de pavimentos y el fenómeno de Islas de Calor, Huancayo 2024.

### **1.5.2. Variables**

#### **1.5.2.1. Variable 1:**

**Pavimentos:** Flexible y Rígido afectado por el tránsito y el clima

#### **1.5.2.2. Variable 2:**

**Islas de Calor:** Temperaturas de los pavimentos flexible, rígido y área verde, afectado por el tipo de área verde, participación en el área evaluada, y la tipología urbana de sus edificaciones.

### 1.5.3. Tabla de operacionalización de variables

**Tabla 1. Operacionalización de variables**

Objetivo general	Objetivos específicos	Variables	Definición conceptual	Definición operacional	Dimensiones	Indicadores (variable)	Unidad de medida	Tipo de variable	Escala de medición
Evaluar la incidencia de los pavimentos rígidos y pavimentos flexibles en el Fenómeno de Islas de Calor, Huancayo 2024.	Evaluar la incidencia la clasificación de pavimentos en el fenómeno de Islas de Calor, Huancayo 2024	V. 1. Pavimentos	Según el Ministerio de Transportes y Comunicaciones (2016) un pavimento es una estructura de una o más capas (tres), Se operativiza a través de sus características asentado sobre un nivel superior de estructurales, diferenciando entre movimiento de tierras (Subrasante) que en pavimentos rígidos y flexibles. Estas su parte superior (pavimento), se tienen tipologías se miden considerando factores tres capa: una capa de material de uso como el tránsito (cantidad de vehículos estructural, que tiene determinado espesor diarios en la vía), el clima (temperatura sobre el subrasante (Sabbase); a superficial del pavimento). La temperatura continuación se tendría la “base” o capa de del pavimento se registra en grados Celsius material de uso estructural de determinado mediante sensores térmicos, mientras que espesor, y por último “la carpeta de los factores de diseño del tránsito y el clima, hormigón o asfalto”, que tiene la acción del lo que permite analizar su impacto en la tránsito, de tipo resistente al deslizamiento, funcionalidad y durabilidad del pavimento. abrasión, o desintegración producto de su uso y efecto ambiental. (15)		Tipo	Rígido	Unidad	Cuantitativa	Razón
						Flexible	Unidad	Cuantitativa	Razón
					Factores de Diseño	Tránsito	Unidad	Cuantitativa	Razón
						Clima	Unidad	Cuantitativa	Razón
Evaluar la incidencia de los factores de diseño de pavimentos en el fenómeno de Islas de Calor, Huancayo 2024.	Evaluar la incidencia de los factores de diseño de pavimentos en el fenómeno de Islas de Calor, Huancayo 2024.	V. 2. Islas Calor Urbano	La variable dependiente en el contexto de la evaluación comparativa de la incidencia de pavimentos rígidos y flexibles en el Fenómeno de Isla de Calor Urbano en considerando el impacto térmico de Huancayo se refiere al impacto directo que diferentes superficies como pavimentos este fenómeno tiene en el ambiente urbano rígidos, flexibles y áreas verdes. Los de la ciudad. Las Isla de Calor Urbano son indicadores incluyen la temperatura de cada áreas urbanas que experimentan tipo de pavimento, evaluada en grados temperaturas más altas que sus áreas Celsius mediante sensores, y el porcentaje circundantes debido a la absorción y de cobertura vegetal en la zona, medido retención de calor por parte de las como proporción del área total en superficies urbanas, edificios y actividades porcentaje. Asimismo, se analizan las humanas. En el caso de Huancayo, la tipologías urbanas (baja, mediana y gran variable dependiente representa cómo altura) en hectáreas o metros cuadrados, estas altas temperaturas urbanas afectan la considerando su influencia en la distribución calidad de vida de los habitantes, la salud térmica y el efecto moderador de las áreas biodiversidad local (16).		Temperatura	Temperatura del Pavimento Flexible	°C	Cuantitativa	Razón
						Temperatura del Pavimento Rígido	°C	Cuantitativa	Razón
						Temperatura de las áreas verdes	°C	Cuantitativa	Razón
					Área Verde	Tipo de Área Verde	Tipología	Cualitativa	Razón
						Porcentaje de área verde en la zona de estudio	%	Cuantitativa	Razón
						De gran altura	Ha /m2	Cuantitativa	Razón
Tipología Urbana	De mediana Altura	Ha /m2	Cuantitativa	Razón					
	De Baja Altura	Ha /m2	Cuantitativa	Razón					

## CAPITULO II: MARCO TEÓRICO

### 2.1. Antecedentes del problema

#### 2.1.1. Internacional

Pazmiño y Cobo (17) en su artículo titulado “Isla de Calor Urbano por la incidencia de los fenómenos de transferencia en pavimentos flexibles en la Ciudad de Riobamba.” cuyo **objetivo** fue estudiar el efecto del cambio climático en las estructuras urbanas, particularmente en el pavimento, y cómo las altas temperaturas generadas por las Isla de Calor Urbano afectan la vida útil del pavimento. La **metodología** empleada fue el método SUPERPAVE junto con el algoritmo LTPP para estimar las temperaturas superficiales del pavimento en diferentes áreas de la ciudad, considerando la influencia de las Isla de Calor Urbano. Se analizan las temperaturas obtenidas para determinar el grado de desempeño PG requerido del ligante asfáltico, garantizando así un óptimo desempeño del pavimento frente a las fluctuaciones abruptas de temperatura. Se llegaron a los siguientes **resultados** que en los alrededores de la ciudad se alcanza una temperatura más alta en comparación con las áreas céntricas, lo cual es común debido a las Isla de Calor Urbano. Se obtiene una temperatura de 52°C, sugiriendo la necesidad de un grado de desempeño PG 58-16 para el ligante asfáltico, a fin de asegurar un rendimiento óptimo del pavimento frente a las fluctuaciones térmicas. Se **concluye** que destaca la importancia de considerar el efecto del cambio climático y las Isla de Calor Urbano en el diseño y desempeño del pavimento, utilizando métodos como SUPERPAVE y el algoritmo LTPP para garantizar la durabilidad y resistencia del pavimento ante las condiciones ambientales adversas.

#### **Apreciación de la investigación**

Este antecedente Nos proporciona información valiosa sobre cómo las altas temperaturas afectan la vida útil del pavimento y cómo se pueden realizar estudios utilizando métodos como SUPERPAVE para determinar el grado de desempeño necesario del ligante asfáltico. Estos conocimientos nos permiten comprender mejor los desafíos que enfrenta el pavimento en entornos urbanos.

Cubides y Suarez (18) En su artículo de título “Diagnóstico de estrategias para mitigar la Isla de Calor Urbano empleando pavimento pigmentado.” cuyo **objetivo** fue El objetivo de este artículo es sintetizar las investigaciones existentes acerca de la implementación de nuevas tecnologías en pavimentos pigmentados y fríos, evaluando sus ventajas y desventajas en la mitigación del Efecto Isla de Calor Urbano (Urban Heat Island, UHI) generado por la urbanización y la edificación masiva. La **metodología** empleada fue de tipo aplicado, diseño no experimental; consiste en la revisión y síntesis de investigaciones previas relacionadas con

el uso de pavimentos pigmentados y fríos para mitigar el UHI. Se llegaron a los siguientes **resultados** que los resultados obtenidos de las investigaciones revisadas indican que los pavimentos pigmentados y fríos tienen el potencial de disminuir la probabilidad de presentarse el Efecto Isla de Calor Urbano y, en algunos casos, mejorar las propiedades de la mezcla de pavimento en comparación con diseños tradicionales. Estos resultados destacan la efectividad de estas nuevas tecnologías en la mitigación de los efectos del UHI. Se **concluye** que el uso de pavimentos pigmentados y fríos puede ser una estrategia efectiva para controlar la temperatura del pavimento y mitigar el UHI en entornos urbanos. Se resaltan las ventajas y beneficios de estas tecnologías, aunque también se reconocen posibles desventajas que deben ser consideradas en su implementación.

### **Apreciación de la investigación**

Este antecedente resulta invaluable para nuestra investigación, ya que proporciona información relevante y actualizada sobre estrategias efectivas para controlar la temperatura del pavimento y reducir el impacto de la urbanización masiva en el calentamiento urbano. Los resultados y conclusiones obtenidos de este antecedente nos brindan una perspectiva sólida sobre las ventajas y desventajas de estas tecnologías, así como su potencial para disminuir la probabilidad de la aparición del UHI en entornos urbanos.

Fuentes (19) En su artículo de título “Comparación térmica y económica de diferentes tipos de pavimentos para ser usados en la mitigación de la Isla de Calor Urbano en la ciudad de Bucaramanga” cuyo **objetivo** fue realizar una diferenciación térmica y económica entre diferentes tipos de pavimentos fríos, con el propósito de determinar cuál ofrece las mejores ventajas térmicas desde un punto de vista de costo-beneficio para mitigar la Isla de Calor Urbano en la ciudad de Bucaramanga. La **metodología** empleada incluyó una revisión de la literatura relacionada al rubro de la ciencia que tienen que estar relacionados con los tipos de pavimentos estudiados y con la condición de ser recientes y relevantes. Con base en esta revisión, se llevaron a cabo los diseños de pavimentos siguiendo la normativa del Instituto Nacional de Vías (INVIAS). Los **resultados** obtenidos indican que el pavimento frío pintado con pintura blanca reflectiva fue el que logró la mayor disminución de temperatura y presentó un menor costo de material en comparación con otros tipos de pavimentos estudiados. También es fundamental recordar que el precio de la mano de obra y los pequeños instrumentos necesarios para la aplicación de pintura no se incluyeron en esta investigación. Se **concluye** que resaltan la eficacia del pavimento frío pintado con pintura blanca reflectiva como una opción viable para mitigar la Isla de Calor Urbano debido a su capacidad para reducir la temperatura y su menor costo de material. Sin embargo, se señala la necesidad de considerar otros factores como la mano de obra y las herramientas para una evaluación más completa de la viabilidad económica de este tipo de pavimentos.

### **Apreciación de la investigación**

Este antecedente desarrolla una comparación térmica y económica para las distintas tipologías de pavimentos fríos resulta relevante para nuestra investigación, ya que nos proporciona información detallada sobre las ventajas térmicas y el costo-beneficio de estas tecnologías en la mitigación de la Isla de Calor Urbana. Los resultados obtenidos en este estudio nos permiten comprender mejor qué tipo de pavimentos fríos pueden ofrecer mejores ventajas en términos de reducción de temperatura y costos asociados.

Duran y Sanchez (20) En su artículo de título “Análisis comparativo de los aspectos técnicos, económicos y ambientales entre un diseño de pavimento rígido y uno de pavimento flexible para la ciudad de Bogotá D.C.” cuyo objetivo fue desarrollar la comparación para propuestas innovadoras de pavimento rígido y flexible desde una perspectiva técnico, económico y ambiental. Se busca llenar el vacío existente en los criterios de diseño de estructuras de pavimentos, que generalmente no incorporan el análisis de ciclo de vida (LCA). La metodología empleada fue de tipo aplicado, diseño cuasi experimental y enfoque cuantitativo. Además, La metodología empleada implica la evaluación de un corredor vial local en la Localidad de Kennedy. Entre estructuras rígidas y flexibles, se toman en consideración seis opciones de diseño utilizando los procesos de diseño AASHTO 93, INVIAS e IDU. El paso inicial del proceso es comparar el diseño de pavimento tradicional para seleccionar una propuesta de pavimento rígido y una propuesta de pavimento flexible que mejor cumpla con los requisitos únicos del corredor. Athena Pavement LCA se utiliza para modelar opciones de diseño específicas. Los resultados obtenidos, basados en el análisis de ciclo de vida (LCA) y el análisis de costo de ciclo de vida (LCCA), ofrecen una evaluación completa de las actividades de producción, construcción, mantenimiento y rehabilitación de materiales durante el periodo de ciclo de vida establecido para el segmento en estudio. Los resultados obtenidos permiten comparar las diferentes alternativas de diseño desde una perspectiva técnica, económica y ambiental, finalmente se concluye que la falta común de análisis de ciclo de vida (LCA) en los criterios de diseño de pavimentos representa una brecha significativa. Los hallazgos demostraron la importancia de evaluar exhaustivamente alternativas de diseño de pavimentos rígidos y flexibles desde perspectivas técnica, económica y ambiental. En particular, la inclusión del análisis de ciclo de vida y el análisis del costo de ciclo de vida proporcionó una comprensión más completa de los impactos a lo largo del ciclo de vida del pavimento.

Se espera que las conclusiones del estudio brinden información valiosa sobre las ventajas y desventajas de las alternativas de diseño de pavimentos rígidos y flexibles. Este análisis integrado podría influir en la toma de decisiones relacionadas con la selección de pavimentos en proyectos de infraestructura vial, considerando no solo los aspectos técnicos y económicos, sino también los impactos ambientales a lo largo del ciclo de vida.

### **Apreciación de la investigación**

Este estudio previo, al abordar la falta común de análisis de ciclo de vida (LCA) en los criterios de diseño de pavimentos, es importante debido a la comparación entre pavimento rígido y flexible. Al examinar exhaustivamente alternativas de diseño desde perspectivas técnica, económica y ambiental, especialmente a través de la inclusión del análisis de ciclo de vida y el análisis del costo de ciclo de vida, proporciona un modelo valioso. Los resultados obtenidos, es importante tomar por completo el ciclo de vida en la toma de decisiones de diseño de pavimentos.

#### **2.1.2. Nacional**

Sucapuca (21) en su tesis de título “Isla de Calor Urbano mediante imágenes satelitales en la ciudad de Juliaca durante el año 2019” cuyo **objetivo** fue evaluar la presencia y el comportamiento de las Isla de Calor Urbano mediante el uso de imágenes satelitales. Se buscó identificar y analizar las áreas de la ciudad afectadas por las Islas de Calor Urbano, así como determinar la relación entre la temperatura de superficie. La **metodología** que empleó, la detección de islas de calor urbanas y la estimación de la temperatura utilizando diez imágenes de satélite Landsat 8 del sensor térmico TIRS corregidas según la emisividad de la superficie. Además, se crearon mapas de viento utilizando el enfoque IDW y se estimó el vínculo entre la velocidad del viento y la temperatura de la superficie utilizando datos de velocidad y dirección del viento de las estaciones meteorológicas del SENAMHI. Se **resultados** indicaron la presencia de 8 Isla de Calor Urbano en diferentes ubicaciones de Juliaca, con temperaturas de superficie significativamente altas. Se identificó una correlación máxima de 0.38 de viento y su velocidad con la temperatura superficial en ciertos puntos. Además, se observó una mayor relación entre la temperatura del aire y la temperatura superficial en zonas específicas de la ciudad. Se **Concluyó** que las islas de calor urbano se pueden encontrar tanto en lugares con suelo desnudo como en el centro de la ciudad. Se ha demostrado que, en zonas semiurbanas, la temperatura del aire tiene un impacto más fuerte en la temperatura de la superficie del suelo que la intensidad del viento.

#### **Apreciación para la Investigación:**

Este antecedente es valioso para nuestra investigación porque nos proporciona información detallada sobre la metodología utilizada para detectar y analizar estas islas de calor urbano, así como los resultados obtenidos en términos de ubicación, intensidad y factores relacionados como la velocidad del viento y la temperatura del aire. Esta investigación nos sirve como referencia para entender cómo se manifiesta el fenómeno de las Isla de Calor Urbano en una ciudad similar a Huancayo, permitiéndonos establecer comparaciones y adaptar adecuadamente nuestra metodología de estudio.

Laos (22) En su artículo de título “Modelo de predicción de temperatura en pavimentos asfálticos por efecto Isla de Calor Urbano en la ciudad de Lima.” cuyo **objetivo** fue proponer un modelo de predicción de temperatura en pavimentos asfálticos por efecto de Isla de Calor Urbano en la ciudad de Lima. Este modelo busca obtener la temperatura máxima y mínima que experimentará un pavimento asfáltico, La **metodología** se basa en un enfoque cuantitativo, utilizando un diseño de análisis predictivo que recopila datos empíricos tomados en dos puntos de referencia en la ciudad. Se utilizaron termopares para capturar datos en tiempo real sobre la temperatura del aire, la temperatura del pavimento a una profundidad de 30 mm, la humedad relativa y el punto de rocío. Se colocaron externamente a 50 cm y se empotraron 30 mm en la superficie del pavimento. Se adaptaron elementos del método de *Diefenderfer* para este propósito, considerando la frecuencia de muestreo cada 30 minutos y 60 minutos para las principales variables. Los siguientes **resultados** nos dice que el modelo de predicción incluye la humedad relativa, ya que tiene un comportamiento inversamente proporcional en la temperatura de la carpeta asfáltica. Estos hallazgos contribuyen a la comprensión de cómo factores como la humedad relativa pueden afectar el desempeño térmico de los pavimentos en condiciones de Isla de Calor Urbano. Se **concluye** que la tesis proporciona un modelo de predicción que tiene en cuenta el impacto de la Isla de Calor Urbana en la temperatura de los pavimentos asfálticos, lo que hace avanzar el campo de la ingeniería civil y ambiental, particularmente en los campos del transporte y la preservación de recursos. La construcción y el mantenimiento de infraestructuras viarias en entornos metropolitanos afectados por estos fenómenos pueden comprenderse y predecirse mejor gracias a estos descubrimientos.

#### **Apreciación de la investigación**

Este antecedente nos proporciona un modelo de predicción específico para la temperatura en pavimentos asfálticos, considerando el efecto de Isla de Calor Urbano en la ciudad de Lima. Al utilizar un enfoque probabilístico y recopilar datos empíricos en tiempo real, este antecedente nos muestra cómo se puede estimar de manera precisa la temperatura máxima y mínima que experimentará un pavimento asfáltico en un entorno urbano afectado por la Isla de Calor Urbano. Esto es relevante para nuestro estudio en Huancayo, ya que nos permite entender mejor cómo el clima urbano influye en el comportamiento térmico de los pavimentos

Huaman (23) en su tesis de título “Predicción de Isla de Calor Urbano superficial en el Área Metropolitana de Trujillo (2017-2025) – Perú” cuyo **objetivo** fue utilizar la temperatura de la superficie terrestre (LST) obtenida del sensor MODIS para estimar datos durante el período de 2001 a 2016. La **metodología** que empleó datos mensuales entre los años 2001 y 2016 para el estudio del modelo, los cuales fueron separados para el período diurno y nocturno. La estimación de la SUHI se realizó mediante la comparación de las temperaturas superficiales durante el día y la noche. Se **resultados** indicaron un aumento de 0.12°C y 1.65°C en la SUHI

para el período diurno y nocturno, respectivamente. Además, se observó un incremento de 4.1°C en la temperatura de la superficie terrestre durante el día, y de 6.08°C durante la noche. Se **Concluyó** que el aumento en la temperatura de la superficie terrestre y la intensificación de la Isla de Calor Urbano en el Área Metropolitana de Trujillo durante el período estudiado. Estos hallazgos son fundamentales para comprender la dinámica de la Isla de Calor Urbano y sus efectos en la ciudad.

#### **Apreciación para la Investigación:**

Este antecedente es valioso para nuestra investigación porque utiliza datos de temperatura de la superficie terrestre obtenidos a lo largo de varios años y aplica métodos de modelado para prever y identificar la Isla de Calor Urbano superficial en el Área Metropolitana de Trujillo. Esto nos proporciona un enfoque metodológico que podemos considerar para evaluar cómo la temperatura de la superficie y la Isla de Calor Urbano varían en diferentes períodos de tiempo, lo cual es esencial para nuestro estudio sobre la comparativa de pavimentos rígidos y flexibles en la mitigación de las Isla de Calor Urbano en Huancayo.

Angeles et al. (24) en su artículo de título “Estimación de Isla de Calor Urbano Superficial en el Área Metropolitana de Iquitos/Perú” cuyo **objetivo** fue estimar la Intensidad de Isla de Calor Urbano Superficial (SUHI) en el Área Metropolitana de Iquitos (AMI) durante el periodo 2001-2016, utilizando dos métodos: el método de *Streutker* y el método propuesto por Flores. La **metodología** que empleó, Para cuantificar la SUHI, se utilizaron los métodos de *Streutker* y Flores, los cuales se basan en el análisis de la temperatura superficial del suelo (LST) en áreas urbanas y rurales. Se emplearon datos mensuales de LST y producto anual de tipo de cobertura de suelo a 0.05° de resolución obtenidos del sensor MODIS a bordo de los satélites TERRA y AQUA. Se **resultados** indicaron en el AMI, durante los periodos diurnos, se observó que el SUHI máximo se registró en septiembre con 1.51°C y los valores mínimos en mayo con 0.91°C. Por otro lado, en los periodos nocturnos, la SUHI mostró valores máximos en marzo con 0.80°C y mínimos en noviembre con -0.51°C, utilizando el método de cuantiles debido a la frontera con el Río Amazonas, lo que impidió ajustar el método de *Streutker*. Se **Concluyó** que la intensidad de la Isla de Calor Urbano Superficial en el Área Metropolitana de Iquitos varía significativamente según las estaciones y el período del día, siendo mayor en ciertos meses y momentos. Además, se destaca la importancia de utilizar métodos adecuados para cuantificar la SUHI en áreas con características geográficas particulares, como la presencia de ríos, que pueden influir en los resultados obtenidos.

#### **Apreciación para la Investigación:**

Este antecedente al utilizar métodos de asesoramiento remoto y análisis de temperatura superficial, nos muestra cómo se pueden evaluar las variaciones estacionales y diurnas de la SUHI, lo cual es fundamental para comprender cómo afectan las diferentes condiciones

climáticas y geográficas en la formación de Isla de Calor Urbano. Además, nos brinda información sobre la influencia de factores como la proximidad de cuerpos de agua en la medición de la SUHI.

### 2.1.3. Local

Arana (25). En su tesis de título “Isla de Calor Urbano superficial en las ciudades de Huancayo Y Arequipa durante 2001 – 2016” cuyo **objetivo** fue estimar la Isla de Calor Urbano superficial utilizando el sensor MODIS del satélite AQUA y TERRA durante el periodo 2001 al 2016, utilizando el método de cuantiles y de *Streutker*. Se busca analizar las variaciones estacionales y diurnas/nocturnas de la intensidad de la Isla de Calor Urbano en el Área Metropolitana de Huancayo (AMH) y Arequipa (AMA). La **metodología** que empleó, Se utilizó el sensor MODIS del satélite AQUA y TERRA junto con los métodos de cuantiles y *Streutker* para estimar la Isla de Calor Urbano superficial. Se realizaron análisis de los datos obtenidos para determinar los valores máximos y mínimos de la SUHI en diferentes períodos y ubicaciones, tanto diurnos como nocturnos, en el AMH y el AMA. Se **resultados** indicaron que la intensidad de la Isla de Calor Urbano superficial varía según el período y la ubicación, con valores máximos y mínimos significativos. Además, se encontraron correlaciones entre los métodos de *Streutker* y cuantiles, destacando la relación entre la temperatura superficial y la intensidad de la Isla de Calor Urbano en diferentes momentos del día y en distintas áreas urbanas. Se **Concluyó** que resaltan las diferencias en la intensidad de la Isla de Calor Urbano entre el AMH y el AMA, así como las variaciones estacionales y diurnas/nocturnas en la intensidad de la Isla de Calor Urbano. Se destaca la importancia de utilizar múltiples métodos para estimar la Isla de Calor Urbano y comprender sus patrones en diferentes contextos urbanos.

#### **Apreciación para la Investigación:**

Este antecedente es valioso para nuestra investigación porque proporciona un enfoque metodológico detallado y resultados específicos sobre la estimación de la Isla de Calor Urbano utilizando datos satelitales y diferentes métodos de análisis. Nos ayuda a entender cómo la intensidad de la Isla de Calor Urbano varía en función del tiempo y la ubicación, lo cual es fundamental para nuestro estudio sobre la incidencia de pavimentos rígidos y flexibles en la mitigación de las Isla de Calor Urbano en Huancayo.

Angeles et al. (10) En su artículo de título “Isla de Calor Urbano Superficial en las Áreas Metropolitanas de Huancayo y Arequipa/Perú.” cuyo **objetivo** fue La presente contribución tiene como objetivo principal estimar la Intensidad de Isla de Calor Urbano Superficial (SUHI) en el Área Metropolitana de Huancayo (AMH) y Arequipa (AMA) durante el periodo 2001-2016. La **metodología** para cuantificar la SUHI, se utilizaron dos métodos: el método de *Streutker* y el método de cuantiles propuesto por Flores. Ambos métodos se basan en datos de

temperatura superficial mensual y del tipo de cobertura de suelo con una resolución de 0.05°, obtenidos a través del sensor MODIS a bordo de los satélites TERRA y AQUA. Los siguientes **resultados** muestran que la intensidad de la Isla de Calor Urbano superficial diurno en El AMH presenta valores máximos en marzo de 6.94°C y mínimos en agosto de 2.79°C. Por su parte, la SUHI nocturna alcanza su punto máximo en agosto de 6.06°C y su mínimo en marzo de 3.76°C. En cuanto al AMA, se registran máximos de SUHI diurnas de 5.54°C en febrero y mínimos de 2.14°C en agosto, mientras que las SUHI nocturnas muestran máximos también en febrero 6.38°C y mínimos de 4.62° en junio. Se **concluye** que existe una variabilidad significativa en la intensidad de la Isla de Calor Urbano superficial entre el AMH y el AMA, así como entre estaciones del año, destacando la importancia de comprender y caracterizar estos patrones para implementar medidas efectivas de mitigación y adaptación al Fenómeno de Isla de Calor Urbano en áreas urbanas.

### **Apreciación de la investigación**

Este antecedente sobre la estimación de la Intensidad de Isla de Calor Urbano resulta fundamental para nuestra investigación, ya que proporciona datos y metodologías específicas para analizar las variaciones estacionales y diurnas/nocturnas de la intensidad de la Isla de Calor Urbano en un contexto similar al de nuestra ciudad de estudio, Huancayo. Los resultados obtenidos en este antecedente nos permiten comprender mejor cómo factores como la cobertura de suelo y las condiciones climáticas influyen en la intensidad de la Isla de Calor Urbano.

## **2.2. Bases teóricas**

### **2.2.1. Pavimentos**

Según el Ministerio de Transportes y Comunicaciones (26) un pavimento es una estructura de una o más capas (tres), asentado sobre un nivel superior de movimiento de tierras (Subrasante) que en su parte superior (pavimento), se tienen tres capa: una capa de material de uso estructural, que tiene determinado espesor sobre el subrasante (*Subbase*); a continuación se tendría la “base” o capa de material de uso estructural de determinado espesor, y por último “la carpeta de hormigón o asfalto”, que tiene la acción del tránsito, de tipo resistente al deslizamiento, abrasión, o desintegración producto de su uso y efecto ambiental. (26 págs. 1040 - 1041)

Los pavimentos son el elemento encargado de ser el primer contacto para la estructura vial denominada capa de rodamiento con la función de proporcionar seguridad y plenitud para los vehículos que transiten por esta. Existe una amplia variedad de tipos de pavimento que dependen de la tipología vehicular y la cantidad vehicular que tenga que soportar la vía. Por otro lado, tiene por finalidad abarcar la demanda de velocidades operacionales y cualquier

condición climática (26).

Las posibles rupturas catastróficas de los pavimentos ocurren con muy poca frecuencia sin embargo esto puede desarrollarse por las deficiencias en el proceso previo de preparación de la superficie denominado proceso geotécnico o también por la pavimentación los terrenos expandidos. La degeneración del pavimento por el mismo proceso temporal y el tránsito vehicular generando un desgaste que deriva en el pavimento con deformaciones plásticas en las capas asfálticas o las cementadas, el efecto combinado que producen las cargas del tráfico y los vehículos con los eventos atmosféricos a los que se encuentra expuesto son los principales causantes de los problemas en el asfalto. Además, la ruptura de un pavimento puede provocar discrepancias entre técnicos y administradores sobre el momento óptimo para llevar a cabo la reparación debido a que sea necesaria la presencia de algún deterioro evidente para poder realizar la restauración en el pavimento (27).

#### **2.2.1.1. Características que debe reunir el pavimento**

Los autores Diez, M. y Navarro, J. (2008), indica que las condiciones necesarias con las que debe contar un pavimento son:

Debe presentar una textura superficial adecuada para las velocidades de tránsito previstas.

- Ser resistente a las cargas generadas por el tráfico.
- Afrontar con durabilidad las condiciones climáticas.
- Tener una propuesta ingenieril para un adecuado drenaje y subdrenaje.
- Necesita ser regular en la superficie, tanto en dirección transversal como longitudinal, para el confort en los usuarios.
- No presentar desgaste por el contacto con las llantas.
- Producir un nivel de ruido por la fricción entre las llantas y el pavimento que no interfiera con la percepción auditiva del usuario.
- Contar con un color apropiado que minimice reflejos y deslumbramientos para proteger al usuario.

#### **2.2.1.2. Factores que influyen en la performance de los pavimentos**

Podríamos indicar, según Mora (2010), que para el funcionamiento del pavimento los actores a mencionar son los responsables:

##### **2.2.2.2.1. Tráfico**

- Carga bruta y presión de llanta o características del terreno de soporte y de los materiales del pavimento
- Constancia en las cargas

- Dimensión de la influencia de carga
- Velocidad
- Geometría de las llantas

#### **2.2.2.2.2. *Clima***

- Lluvias (*Aquaplanning*).
- Expansión por congelamiento.
- Contracción y expansión por descongelamiento primaveral.
- Proceso de transición húmedo a seco

#### **2.2.2.2.3. *Geometría del proyecto (diseño vial)***

- Distribución del tráfico sobre el pavimento

#### **2.2.2.2.4. *Posición de la estructura o Secciones de corte y relleno***

- Profundidad del nivel freático
- Deslizamientos de tierra y problemas asociados
- Depósitos ligeramente profundos

#### **2.2.2.2.5. *Construcción y Mantenimiento***

- Problemas para establecer el terreno y/o cimienta
- Malos procedimientos para la instalación y mantenimiento de juntas
- Deficiencias en proceso constructivo para la colocación de guías en los niveles (mandiles o reglas metálicas)
- Disgregación de la superficie del pavimento
- Durabilidad del agregado triturado

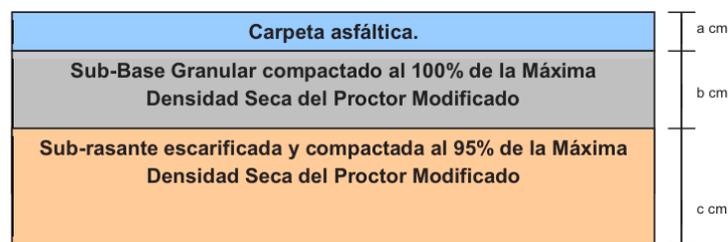
### **2.2.1.3. Componentes de un pavimento**

La composición del pavimento asfáltico está comprendida principalmente por una superestructura que en la parte inferior como capa de fundación compuesta por subbase y base compactado que debe ser previamente estudiada en aspectos geotécnicos para un óptimo funcionamiento. La otra capa que es parte de esta superestructura es la capa de revestimiento (27).

Por el Ministerio de Transportes y Comunicaciones (15), la base y subbase, de las que se habló en el párrafo anterior, son las capas granulares que conforman la estructura del pavimento flexible. La capa de rodadura está constituida por una carpeta compuesta por materiales bituminosos como áridos y conglomerantes; En la mayoría de los casos se requiere la presencia de aditivos. Se considera principalmente como una capa de

desgaste de asfalto sobre capas granulares, que pueden incluir mezclas asfálticas frías y calientes, micro pavimentos, tratamientos superficiales de dos capas y mortero asfáltico.

La capa asfáltica que por lo general es derivada del petróleo, tiene uno o varios tipos de mezcla las cuales suelen apoyarse en distintas capas de granulometría. La condición de flexibilidad en el pavimento es considerada por la capacidad para afrontar las cargas mediante la modificación de su forma original y posterior a ello este elemento regresa a su estado natural sin haber sufrido algún daño significativo ni alterando su capacidad mecánica. A continuación, se presenta un esquema estructural del pavimento asfáltico.

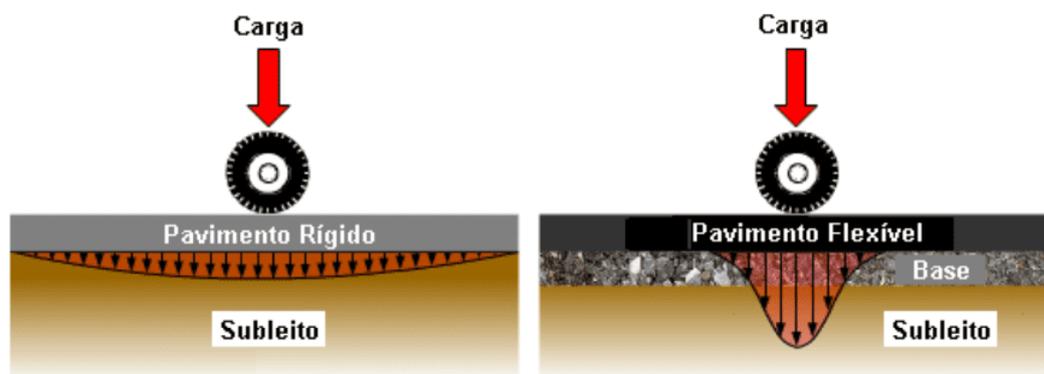


**Figura 2.** Esquema estructural de pavimento de asfalto

Fuente: Adecuado de (28)

#### 2.2.1.4. Tipos De Pavimentos

Los pavimentos se pueden clasificar de diversas maneras según sus características, composición y uso. En el contexto de nuestra investigación sobre la incidencia de los pavimentos en el fenómeno de las islas de calor urbano, nos centraremos en los tipos de pavimentos más comunes: pavimentos flexibles y pavimentos rígidos. Seguido a esto, se detallan los diferentes tipos de pavimentos dentro de estas dos categorías principales:



**Figura 3.** Tipos de pavimentos

Fuente: (27)

### 2.2.1.5. Pavimento Flexible

La condición que debe cumplir en estructura para ser considerado pavimento flexible, empieza en la parte inferior con la base granular que debe ser cubierta y sometida por la parte superior asfáltica. Analizando los efectos mecánicos a los que está sometido los pavimentos flexibles por la carga en gran cantidad de vehículos, este tipo de pavimentos tiene la capacidad para distribuir las tensiones y deformaciones generadas en la estructura. El área de la capa de asfalto que se ve más afectada es la fibra inferior, que eventualmente mostrará signos de desgaste debido a las cargas repetidas del tráfico. La aparición de hundimientos en las huellas de las ruedas también será causada principalmente por la existencia continua de fuerzas de compresión vertical y deformaciones en todas las capas del pavimento, en el caso de que el tráfico se encuentre sectorizado los hundimientos generarán que el pavimento no sea homogéneo siendo deficiente (27).

Las condiciones que derivan al diseño de pavimentos son los 2 parámetros básicos a continuación:

- Las cargas de tráfico vehicular que afectan al pavimento.
- Las propiedades de la subrasante sobre la que se apoya el pavimento.



Figura 4. Estructura de pavimento flexible

Fuente: (27)

### 2.2.1.6. Tipos de pavimentos Flexibles

#### 2.2.1.6.1. Pavimento Asfáltico Convencional

**Composición:** Mezcla de asfalto y agregados (piedras trituradas, arena y rellenos).

**Características:** Tiene una alta flexibilidad, permitiendo que el pavimento se deforme bajo cargas pesadas sin romperse.

**Ventajas:** Relativamente bajo costo inicial y fácil mantenimiento.

**Desventajas:** Menor durabilidad en comparación con pavimentos rígidos, mayor susceptibilidad a la deformación y a los daños por calor.

#### **2.2.1.6.2. Pavimento Asfáltico Modificado**

**Composición:** Asfalto modificado con polímeros, caucho o fibras.

**Características:** Mejor resistencia a la deformación y a las altas temperaturas en comparación con el asfalto convencional.

**Ventajas:** Mayor durabilidad y mejor desempeño en condiciones extremas.

**Desventajas:** Costo más alto que el asfalto convencional.

#### **2.2.1.6.3. Pavimento Asfáltico Poroso**

**Composición:** Mezcla asfáltica con una estructura porosa que permite el drenaje del agua.

**Características:** Facilita el drenaje del agua de lluvia, reduciendo el riesgo de aquaplaning.

**Ventajas:** Mejora la seguridad vial y reduce el riesgo de acumulación de agua en la superficie.

**Desventajas:** Requiere un mantenimiento más frecuente para evitar el taponamiento de los poros.

### **2.2.1.7. Características fundamentales**

#### **2.2.1.7.1. Resistencia estructural**

La calidad del concreto depende de con que capacidad afronta las cargas de tránsito presentado deterioro paulatino y como se mantiene en relación a la proyección de tiempo de vida que se estableció. Como principal causante para el deterioro son los esfuerzos cortantes, pero también se suma a ello los eventos de frenado y aceleración que generan un esfuerzo mayor para el pavimento, también los esfuerzos de tensión en la capa superior deforman la estructura incluso verticalmente. Visto en perspectiva temporal, influye en la resistencia de las capas de rigidez relativa, que en los pavimentos flexibles persisten en todos los niveles y bases estabilizados donde pueden manifestarse fenómenos de fatiga. Además, la constante aparición de cargas genera la división o desintegración del elemento granular, esto llegando a generar que la capacidad de resistir las cargas se vea afectada

#### **2.2.1.7.2. Deformabilidad**

Controlar la deformación en el pavimento es fundamental ya que se podrá controlar posibles fallas en la estructura, en algunos casos cuando la estructura se deforma permanentemente, el pavimento deja de ser útil. Las clases de deformaciones que presenta este tipo de pavimento en vía son las de tipo elásticas (recuperación instantánea) y plásticas (permanentes).

### 2.2.1.7.3. Durabilidad

Una carretera que no se vea afectada por el paso del tiempo de manera apresurada omitirá gastos para el desarrollo de constricciones nueva o de renovación, podría también evitar que los usuarios de la vía se vean afectados por la interrupción en el tránsito.

### 2.2.1.7.4. Costo

Los gastos deben estar previstos para un funcionamiento en un tiempo prolongado y necesario al igual que debe estar proyectado el gasto de mantenimiento consiguiendo así un equilibrio en el costo de construcción inicial y el mantenimiento al que tendrá que ser sometida la vía. Los elementos para la construcción de calidad en cuanto sean de fácil adquisición y económicos permitirá un desempeño económico ideal.

### 2.2.1.7.5. Requerimientos de la conservación

Las características técnicas para el drenaje y sub drenaje deben ser considerados fundamentales ya que interfieren de manera significativa en el ciclo vital del pavimento.

### 2.2.1.7.6. Comodidad

El confort de los usuarios en la carretera definirá la calidad y correcto desarrollo de la propuesta.

### 2.2.1.8. Composición

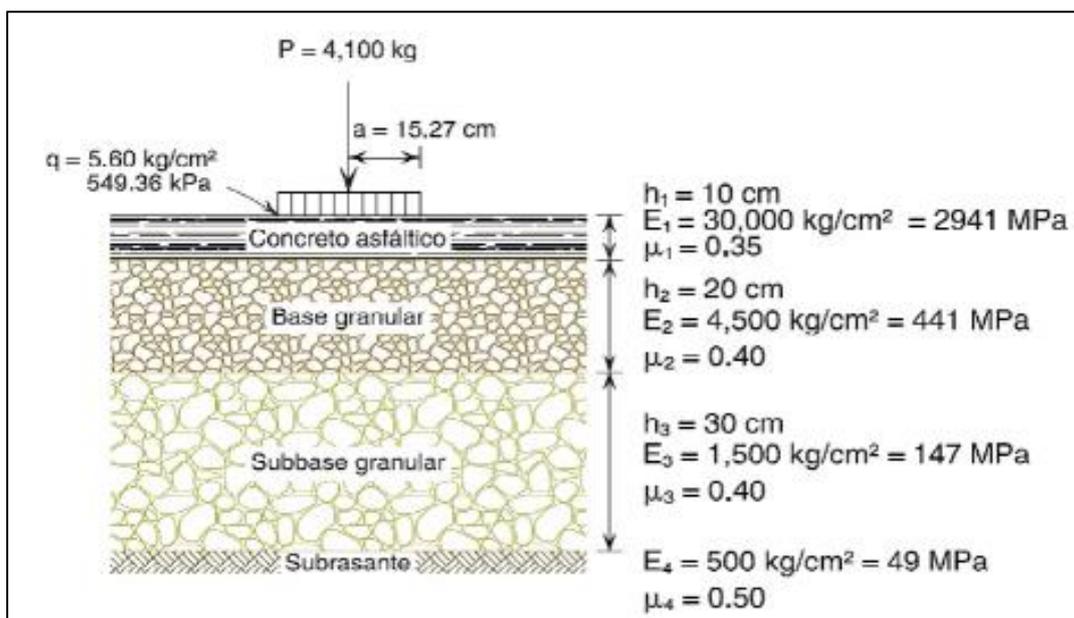


Figura 5. Modelo estructural de Pavimento

Fuente: Google imágenes

#### **2.2.1.8.1. Carpeta asfáltica**

Es considerada la capa expuesta de esta estructura. Cumple el rol de ser la capa de primer contacto con el vehículo permitiendo un correcto desarrollo de la rodadura, otra función que tiene es proteger a la parte interior del asfalto manteniéndola seca e impermeable y con igual importancia debe cumplir con la capacidad de resistir a los esfuerzos producidos por las cargas posibles.

#### **2.2.1.8.2. Base**

Es el principal transmisor de cargas para las capas inferiores como la sub base y la superficie. Se encuentra posterior a la capa asfáltica.

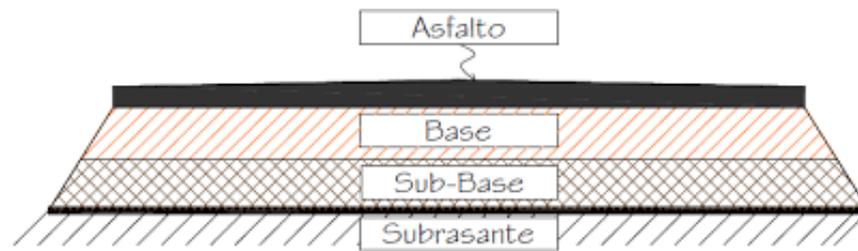
#### **2.2.1.8.3. Sub-base**

Esta es la parte que permite utilizar materiales económicos y que no necesariamente deban de ser de una elevada calidad ya que no aportará al asfalto de manera estructural. Por las mismas características mencionadas la sub base puede llegar a ser de mayor espesor en comparación a las otras, pero aun con ello nos resultar en un diseño más económico. Otra característica importante que tiene esta capa es la función de filtro para las capas inferiores evitando dañarlas y la presencia de agentes extraños que dañen estructuralmente al pavimento. Permite también tener un control sobre las posibles diferencias geométricas que por lo general se ubican en la capa por la presencia de agua o variaciones de temperatura. Debido a que la subbase absorbería las deformaciones y evitaría que se reflejaran en la capa asfáltica, estas alteraciones ya no serían visibles en la capa superficial. Por último, hay que tener en cuenta la posibilidad de que el agua se filtre a través de esta capa e impida el ascenso capilar.

### **2.2.1.9. Diseño de pavimentos flexibles**

La composición general con la que cuentan los pavimentos flexibles es asfáltica, base, y subbase granular. La capacidad temporal con la que se proyectan este tipo de estructuras es de 20 a 30 años siempre en cuando el mantenimiento de estas vías se realice anualmente. Para diseñarlos y el proceso de modelo debemos considerar que es un sistema de varias capas sometido a cargas. Todas las capas mencionadas tienen un aporte estructural importante para el pavimento. La calidad de esta estructura depende de cuanto mantenimiento se le desarrolle a la primera capa y de cuanto aporte las capas inferiores en el ámbito estructural. De acuerdo a la APA (Asphalt Pavement Alliance) como principal característica favorable en comparación con los pavimentos rígidos menciona poseen un ventaja en el aspecto económico, además que el mantenimiento suele ser con costos muy bajos, permite al momento de la construcción flexibilidad y rapidez, soporta gran cantidad de cargas pesadas, tiene una vida útil prolongada y ser

fáciles de reciclar.



**Figura 6.** *Diseño de Pavimento Flexible*

**Fuente:** (15)

### **2.2.1.10. Procedimiento constructivo del pavimento flexible**

#### **2.2.2.5.1. Generalidades**

El nuevo manual de carreteras, suelos, geología, geotecnia y pavimentos que publicó el Ministerio de Transportes y Comunicaciones (26), en este manual se hace referencia al trabajo previo sobre levantamientos topográficos y la recopilación de datos de ubicación, medio ambiente e influencia para la enseñanza de la mecánica de suelos. Siguiendo los procedimientos indicados anteriormente, es necesario adquirir el Proctor del terreno natural para confirmar el grado ideal de compactación, que puede oscilar entre el 95% y el 100%. Es importante recordar que la base y la subbase (subrasante) deben estar al menos 100% compactadas, lo que normalmente realiza el terreno natural, hasta la densidad seca máxima encontrada en la prueba Proctor modificada. Además, se permite una tolerancia de  $\pm 10$  mm en las dimensiones.

#### **2.2.1.10.2. Imprimación asfáltica**

En el RNE (Reglamento Nacional de Edificaciones), nos menciona que si se logró desarrollar el porcentaje de compactación señalado tanto en sub base y sub rasante, el riego con agua de estas capas permitirá un mejor desempeño.



**Figura 7.** *Imprimación Asfáltica*

**Fuente:** Google Imágenes

De acuerdo a la norma ASTM D-2027 es posterior a ello lo óptimo la aplicación de material bituminoso con las características de la norma mencionada. En el proceso de imprimación la temperatura ambiente debe ser superior a los 15°C. Es importante también a considerar que el material bituminoso debe estar a temperaturas no mayores a 80 grados centígrados. Si se considera todos los aspectos mencionados se puede proceder con el proceso de imprimación, se desarrolla sobre una capa que necesariamente debe estar compactado al 100% en la capa granular. La humedad es necesaria para un procedimiento de calidad. Todo material extraño o ajeno al proceso como piedras, vegetación, plástico u otros elementos debe ser retirado para un mejor acabado y respuesta estructura

### ***2.2.1.10.3 Carpeta asfáltica***

- Después de finalizar el proceso de imprimación, es recomendable esperar 4 días antes de aplicar la mezcla asfáltica, teniendo en cuenta las siguientes consideraciones:
- La mezcla de asfalto caliente debe tener una temperatura superior a 100 °C pero inferior a 162 °C. Es necesario medir la temperatura de la mezcla en el lugar, no solo al inicio, sino periódicamente, para mantener un control constante de la temperatura.
- Antes de colocar la mezcla con la máquina pavimentadora, es recomendable que los operarios (personal capacitado para estos trabajos) rocíen material asfáltico caliente para preparar el terreno.
- Una vez preparado el terreno y controlando siempre la temperatura, se coloca la mezcla de asfalto con una máquina pavimentadora autopropulsada que tiene un plato vibrante con control electrónico de elevación del vaciado. Además, detrás de esta máquina, los operarios rocían el material asfáltico para homogenizar la aplicación (con la ayuda de rastrillos). Es importante mantener la mezcla a alta temperatura y colocarla con la mínima demora (no debe ser recalentada bajo ningún motivo).
- Después del paso de la máquina pavimentadora, se utilizan rodillos autopropulsados para compactar la mezcla. Es recomendable pasar 5 veces sobre la carpeta asfáltica para asegurar su compactación y adherencia al terreno.
- Una vez que los rodillos han pasado, se procede con el “barrido”. Este trabajo lo realizan los operarios, quienes rocían arena seca sobre la carpeta ya compactada para cubrir los poros de la mezcla asfáltica.
- El proceso de trabajo se completa con el paso de una máquina neumática, que pasará dos veces sobre la arena esparcida.

- Es necesario que toda la capa esté cubierta y correctamente esparcido por toda la superficie



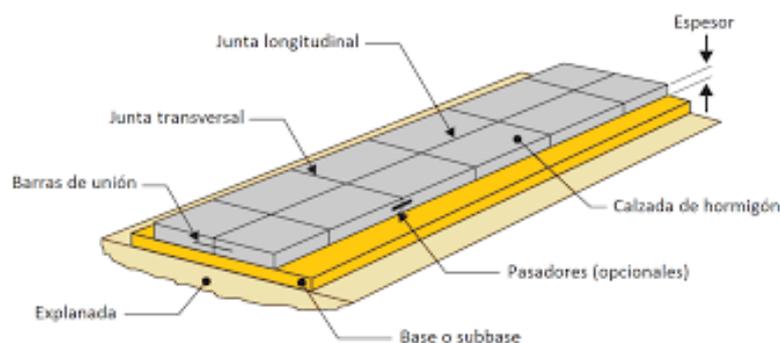
**Figura 8.** *Carpeta Asfáltica*

**Fuente:** Google Imágenes

### 2.2.1.11. Pavimentos Rígidos

Como parte del pavimento rígido el Concreto de Cemento Portland (C.C.P.) es el componente primordial para la estructura, tiene la capa subyacente una propiedad para la reducción de tensiones, proporciona también una elevada resistencia a la flexión, las principales causales para que se presenten fallas en el concreto como fisuras por fatiga son las tensiones y tracción que se producen en las capas inferiores a la losa rígida. La capa justo debajo de las losas de C.C.P. Por esta razón, a menudo se la denomina subbase. Puede estar formado por materiales cuya capacidad de soporte sea inferior a la que requieren los materiales de la capa base de los pavimentos flexibles. (27).

El pavimento rígido de concreto es denominado de esa forma por la presencia de su elemento principal la losa de concreto superior. La losa por su carácter rígido se encarga de soportar en su totalidad los esfuerzos producidos por las repeticiones de las cargas de tránsito. Podemos considerar 3 tipología de pavimentos de concreto (15):



**Figura 9.** *Pavimento rígido*

**Fuente:** Google imágenes

### 2.2.1.12. Clasificación estructural

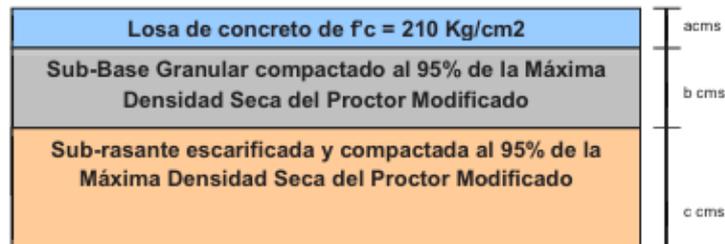
De acuerdo a Huang (2004) la clasificación para este tipo de pavimento este tipo de pavimento, se puede considerar lo siguiente:

Pavimento articulado de concreto simple o JPCP (Jointed Plain Concrete Pavement): En comparación a los siguientes es la solución más económica por las juntas cercanas.

Pavimento articulado de concreto reforzado o JRCP (Jointed Reinforced Concrete Pavement): No presenta ninguna mejora estructural ni portante por esta característica pero permite espaciar las juntas un poco más. Se considera también que el concreto puede mantenerse unido debido a la presencia del acero en caso se produzca una grieta o rotura.

Pavimento continuo de concreto reforzado o CRCP (Continuous Reinforced Concrete Pavement): Es posible eliminar la junta transversal pero el espesor se mantiene de la misma forma a los anteriores tipos.

Pavimento de concreto preesforzado o PCP (Prestressed Concrete Pavement): es un proceso de pre compresión, al someter cargas las condiciones de tensión y tracción se ven disminuidas. En esta caso las condiciones de agrietamiento y fisuras son menos frecuentes. Pero es también importante a considerar que no es una solución para nada económica por su costoso proceso constructivo.



**Figura 10.** Estructura de Pavimento rígido

Fuente: Google Imágenes

### 2.2.1.13. Diseño de pavimentos rígidos

La mayor parte del soporte estructural del pavimento proviene de la losa de concreto hidráulico. Con un mantenimiento mínimo, se espera que estos pavimentos duren entre 40 y 50 años. El pavimento rígido se presenta en una variedad de formas, incluidos pavimentos de concreto postensado, pavimentos continuos de concreto armado, concreto con juntas simples y concreto armado con pasadores.

La ACPA (Asociación Americana de Pavimentos de Concreto) destaca las ventajas de los pavimentos de concreto en términos de seguridad, durabilidad, transitabilidad,

versatilidad y valor residual. En lo que respecta a seguridad, estos pavimentos ofrecen una mejor visibilidad, previenen la acumulación de agua en la superficie al no presentar huellas, y brindan una mayor tracción. En cuanto a durabilidad, la concreta mejora su resistencia a lo largo del tiempo. Permite la creación de superficies rodantes seguras y acogedoras en términos de transitabilidad. Los pavimentos de concreto son bastante versátiles; se pueden hacer para que endurezcan entre 10 y 50 años, e incluso se pueden utilizar para restaurar pavimentos asfálticos que hayan llegado al final de su vida útil. También proporcionan un gran valor a largo plazo, ya que se construyen rápidamente, necesitan poco mantenimiento y pueden estar operativos en menos de un día.

Por Chang Arbitres (2011), los pavimentos rígidos en su proceso de análisis consideran la teoría de placas y se emplea como guía el AASHTO 1993. El espesor de la losa es de acuerdo al nivel de servicio con el que contará la vía. Mediante un monograma o hojas de cálculo, se determina la ecuación de diseño, la cual abarca no solo la serviciabilidad y el grado de confiabilidad, sino también las características del suelo de fundación y las cargas de tráfico previstas. A partir de esto, se calcula el número estructural (SN: Structural Number), que establece el espesor de la losa.



**Figura 11.** *Diseño de Pavimento rígido*

**Fuente:** *Google imágenes*

## **2.2.1.14. Procedimiento constructivo del pavimento rígido**

### **2.2.1.14.1. Generalidades**

Para el proceso constructivo se considera en mayor dimensión la norma ACI 302: Guía para la construcción de pisos y losas de concreto.

Es importante considerar que el grado de compactación del suelo previo a al vaciado. Sumado a ello la limpieza en la superficie es fundamental para un acabado de calidad y óptimo.

### **2.2.1.14.2. Vaciado de concreto**

- Una vez finalizados los procesos mencionados anteriormente, es importante tener en cuenta las siguientes recomendaciones antes, durante y después del vaciado.

- El vaciado se realizará sobre la subbase granular compactada al porcentaje de máxima densidad seca del Proctor modificado, en caso de que se utilice material de préstamo.
- El concreto se verterá directamente desde el mixer sobre el afirmado, y si es necesario, se utilizarán herramientas que faciliten el transporte del concreto, como bombas o carretillas.
- Se recomienda que los mixers lleguen con una frecuencia preferente de 30 minutos para evitar la formación de juntas frías en la estructura.

Es fundamental realizar el vibrado del concreto vertido para prevenir la aglomeración de sus agregados. Se recomienda utilizar un "vibrador de inmersión de sonda" de al menos 50 mm en toda el área a vaciar, prestando especial atención a los bordes.

- Para finalizar, una vez culminado el vaciado en un área determinada (de 15 m<sup>2</sup> aproximadamente) se tendrá que nivelar con ayuda de una "regla".

#### **2.2.1.14.3. Corte de juntas**

El comportamiento dinámico del concreto genera fisuras en la losa que se pueden controlar mediante juntas, las cuales pueden ser realizadas antes o después del vaciado. Para cortar las juntas, primero se trazarán ejes utilizando instrumentos de topografía (como un teodolito o, en su defecto, un cordel, aunque este último puede introducir un mayor margen de error). Luego, se procederá a realizar cortes con una cortadora en seco aproximadamente tres horas después del alisado (o nivelado). Posteriormente, se profundizarán los cortes con una cortadora húmeda. También es posible utilizar paneles de madera como juntas, los cuales se mantendrán en su lugar hasta que la mezcla de concreto fragüe.

#### **2.2.1.14.4. Curado**

El curado del concreto es una fase crucial, ya que permite la hidratación del material y evita la contracción durante el fraguado, hasta que el concreto alcance una resistencia mínima suficiente para soportar las fuerzas internas. Este proceso puede realizarse con un curador químico o mediante agua, que es el método tradicional. El agua se puede aplicar utilizando un sistema conocido como "arrocera", que consiste en crear montículos de arena de aproximadamente 20 cm de altura en áreas pequeñas de la losa (2x2 m), permitiendo que el agua se acumule en el centro para humedecer el concreto. Este tratamiento de curado debe mantenerse durante al menos 5 días.

#### **2.2.1.15. Indicaciones de técnicas - NTP ce. 010 pavimentos Urbanos**

La Norma Técnica Peruana (NTP) CE. 010: Pavimentos Urbanos proporciona directrices y

especificaciones para el diseño, construcción y mantenimiento de pavimentos en áreas urbanas. Estas normativas son fundamentales para asegurar que los pavimentos cumplan con los estándares de calidad, durabilidad y seguridad, contribuyendo al bienestar y desarrollo sostenible de las ciudades. A continuación, se presentan las indicaciones técnicas más relevantes según la NTP CE. 010:

### **2.2.1.15.1. Diseño de Pavimentos Urbanos**

#### **2.2.1.15.1.1. Análisis de Tráfico**

**Requisitos:** Evaluar el volumen y la composición del tráfico esperado para determinar las cargas que el pavimento deberá soportar.

**Métodos:** Utilización de estudios de tráfico y análisis de cargas equivalentes para diseñar la estructura del pavimento.

#### **2.2.1.15.1.2. Selección de Materiales**

**Asfaltos:** Especificaciones para el tipo de asfalto y los aditivos a utilizar, asegurando propiedades adecuadas de resistencia y durabilidad.

**Concretos:** Directrices para la selección del cemento, agregados y aditivos, garantizando una mezcla de concreto que cumpla con las propiedades mecánicas requeridas.

#### **2.2.1.15.1.3. Estructura del Pavimento**

**Capas del Pavimento:** Descripción de las diferentes capas que componen el pavimento (subbase, base, capa de rodadura) y sus funciones.

**Espesor de Capas:** Indicaciones para el cálculo del espesor de cada capa en función del análisis de tráfico y las propiedades del suelo subyacente.

#### **2.2.1.15.1.4. Drenaje**

**Importancia del Drenaje:** Recomendaciones para diseñar sistemas de drenaje eficientes que eviten la acumulación de agua y el deterioro prematuro del pavimento.

**Técnicas de Drenaje:** Especificaciones para la instalación de drenajes transversales y longitudinales, así como la utilización de materiales permeables.



**Figura 12.** *Diseño de Pavimento Urbanos*

Fuente: Google Imágenes

## 2.2.1.15.2. Construcción de Pavimentos Urbanos

### 2.2.1.15.2.1. Preparación del Terreno

**Compactación del Suelo:** Procedimientos para la adecuada compactación del suelo subyacente, asegurando una base estable y uniforme.

**Pruebas de Calidad:** Métodos para evaluar la densidad y la resistencia del suelo compactado.

### 2.2.1.15.2.2. Colocación de Capas

**Aplicación de Asfalto:** Indicaciones para la correcta aplicación del asfalto, incluyendo la temperatura y las técnicas de compactación.

**Vertido y Curado de Concreto:** Procedimientos para el vertido, nivelación y curado del concreto, garantizando una superficie uniforme y duradera.

### 2.2.1.15.2.3. Control de Calidad

**Ensayos de Materiales:** Requisitos para la realización de ensayos de calidad en los materiales utilizados (asfalto, concreto, agregados).

**Inspección de Obras:** Procedimientos para la inspección continua durante la construcción, asegurando el cumplimiento de las especificaciones técnicas.



Figura 13. Construcción de Pavimento Urbanos

Fuente: Google imágenes

## 2.2.1.16. Mantenimiento de Pavimentos Urbanos

### 2.2.1.16.1. Programas de Mantenimiento

**Mantenimiento Preventivo:** Recomendaciones para la implementación de programas de mantenimiento preventivo, incluyendo sellado de grietas y reparaciones menores.

**Mantenimiento Correctivo:** Directrices para la ejecución de reparaciones mayores, como el fresado y la re-pavimentación.

### **2.2.1.16.2. Evaluación del Estado del Pavimento**

**Inspecciones Periódicas:** Métodos para la inspección regular del pavimento y la identificación de defectos.

**Índices de Condición:** Utilización de índices como el Índice de Condición del Pavimento (PCI) para evaluar el estado y planificar intervenciones.



**Figura 14.** *Mantenimiento de Pavimento Urbanos*

**Fuente:** Google Imágenes

### **2.2.1.17. Consideraciones Ambientales y de Sostenibilidad**

#### **2.2.1.17.1. Materiales Reciclados**

**Uso de Materiales Reciclados:** Fomentar el uso de materiales reciclados en la construcción y mantenimiento de pavimentos, contribuyendo a la sostenibilidad.

**Especificaciones Técnicas:** Indicaciones sobre las proporciones y los métodos de incorporación de materiales reciclados en mezclas asfálticas y concretas.

#### **2.2.1.17.2. Mitigación de Islas de Calor Urbana**

**Materiales Reflectantes:** Recomendaciones para el uso de materiales con alta reflectancia solar para reducir las temperaturas superficiales.

**Pavimentos Permeables:** Fomentar el uso de pavimentos permeables para mejorar la gestión del agua y reducir el calor urbano.

Es necesario presentar las indicaciones técnicas de investigación de campo, ensayos de laboratorio, requisitos de los materiales y pruebas de control que presentan los pavimentos. Para esto nos involucraremos con lo que indica literalmente la norma técnica peruana CE. 010 pavimentos urbanos, del Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento (2010). A continuación, lo indicado de manera literal.

## 2.2.2. Isla de Calor Urbano

La isla de calor urbana (UHI) se refiere a aquellas zonas dentro de las ciudades donde las temperaturas son más altas que en las áreas rurales a su alrededor, debido a diversos factores asociados con la urbanización. Estos incluyen la falta de vegetación que pueda evaporar agua, así como el uso de materiales como el hormigón y el asfalto que absorben más calor que la radiación solar. Además, las actividades humanas como la calefacción, la refrigeración de edificios e industrias, y el tráfico de vehículos también contribuyen a este efecto. La consecuencia de la UHI es la emisión de contaminantes que alteran la radiación atmosférica, lo que provoca cambios en las temperaturas superficiales y atmosféricas. (29)

### 2.2.2.1. Albedo y Absorción de Radiación Solar:

Las superficies urbanas, como el asfalto y el concreto, tienen un bajo albedo, lo que significa que reflejan menos radiación solar y absorben más calor. Esta absorción de calor contribuye al aumento de las temperaturas locales (30)

### 2.2.2.2. Efecto de Isla de Calor Urbano

La concentración de edificios, carreteras y otras estructuras en áreas urbanas crea una barrera física que interfiere con la circulación del aire y la liberación de calor, atrapando el calor generado por actividades humanas y procesos naturales. (29).



Figura 15. Perfil de Isla de Calor Urbano

### 2.2.2.3. Causas de las Isla de Calor Urbano

Las Isla de Calor Urbano se originan por varios factores interrelacionados:

#### 2.2.2.3.1. Superficies Impermeables:

Las calles, edificios y otras infraestructuras urbanas, que reemplazan la vegetación natural, absorben y retienen calor.

#### 2.2.2.3.2. *Albedo Bajo:*

Las superficies urbanas suelen tener un albedo bajo, lo que significa que reflejan menos luz solar y absorben más calor.

#### 2.2.2.3.3. *Densidad de Construcción:*

La alta densidad de edificios reduce la capacidad de enfriamiento natural a través de la radiación y la convección.

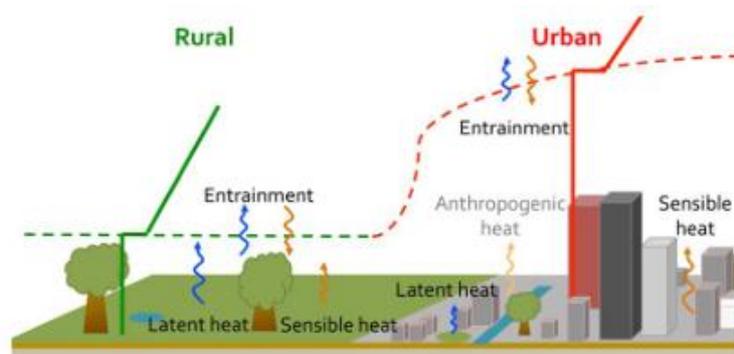
#### 2.2.2.3.4. *Actividades Humanas:*

El uso de vehículos, sistemas de calefacción y aire acondicionado, y otras actividades generan calor adicional.

### 2.2.2.4. Ciudad “Cool”

Hay muchos objetivos de una ciudad “cool” a nivel de planificación y diseño urbano, como sigue:

- Apoyar a la infraestructura verde y espacios verdes para mejorar la calidad del aire y reducir las emisiones de gases de efecto invernadero para lograr la sostenibilidad ambiental.
- Ayúdanos a limpiar nuestro aire, reducir nuestra huella de carbono y liderar hacia un futuro climático estable.
- Reducir el uso de energía: Los árboles y la vegetación que dan sombra directamente a los edificios disminuyen la demanda de aire acondicionado.
- Reducir el mantenimiento del pavimento: la sombra de los árboles puede retardar el deterioro del pavimento de la calle y disminuir la cantidad de mantenimiento necesario.



**Figura 16.** *Parámetros Ciudad “Cool”*

Fuente: (29)

#### 2.2.2.4.1. *Actividades Antropogénicas:*

Las actividades humanas, como la combustión de combustibles fósiles, la generación de calor a través de sistemas de refrigeración y calefacción, y el aumento del tráfico vehicular, contribuyen

al calentamiento adicional de las áreas urbanas (31).

#### **2.2.2.4.2. Impactos en la Salud y el Medio Ambiente:**

Las Isla de Calor Urbano pueden tener consecuencias negativas en la salud humana, como un aumento en los casos de golpes de calor, deshidratación y enfermedades relacionadas con el calor. Además, afectan la calidad del aire al aumentar la formación de ozono troposférico y otros contaminantes atmosféricos (16).

#### **2.2.2.4.3. Temperatura de la superficie**

Para identificar la importancia de las interacciones térmicas edificio ambiente en el cañón urbano, en esta sección se investigó el efecto de los pavimentos en las temperaturas de la superficie de las carreteras y las paredes en Phoenix.

#### **2.2.2.5. Impacto de los Tipos de Pavimentos en el Fenómeno de Islas de Calor Urbano**

Cada tipo de pavimento tiene un impacto diferente en el fenómeno de las Isla de Calor Urbano debido a sus propiedades térmicas y reflectivas. Por ejemplo, los pavimentos asfálticos tienden a absorber más calor debido a su baja reflectancia y color oscuro, contribuyendo así al calentamiento de las áreas urbanas. En contraste, los pavimentos de concreto, especialmente los de color claro o prefabricados con alta reflectancia, pueden ayudar a mitigar este efecto al reflejar más radiación solar y absorber menos calor.

La elección del tipo de pavimento puede, por tanto, tener un efecto significativo en la temperatura superficial y ambiental de las zonas urbanas. La evaluación comparativa de pavimentos flexibles y rígidos en Huancayo permitirá determinar cuáles son las opciones más efectivas para reducir el fenómeno de Isla de Calor Urbano y mejorar el confort térmico urbano.



**Figura 17. Impactos de Isla de Calor Urbano**

**Fuente:** (29)

#### **2.2.2.6. El clima**

En Perú tiene 3 diferentes regiones naturales la primera es la región costera la cual se caracteriza por tener clima mediatizado y muy pocas lluvias, a diferencia de la región Sierra en la que las temperaturas llegan a los puntos más bajo y tiene mayor cantidad de precipitaciones y la selva, tiene la característica de ser tropical con temperaturas mayores y lluvias en mayor magnitud. Se puede considerar que el clima es un factor que interfiere directamente con el comportamiento de los pavimentos, es muy complicado evidenciar cuantitativamente como interfiere el clima, es por ello que las metodologías para la elaboración del pavimento no consideran este aspecto para su elaboración. En algunos casos la propuesta frente al clima es considerada simplemente con proponer juntas transversales de contracción del mismo (32).

Vergara Rodríguez, KV. (2011) para determinar los cambios sobre nuestro medio utilizamos palabras como “tiempo”, “clima” y “Cambio Climático” siendo en gran medida utilizado de manera inapropiada incluso podría llegar a alterar nuestra percepción. Es importante considerar que para entender el clima es posible que sea una tarea muy compleja incluso para la ciencia y los conocimientos actuales, no se puede prever con precisión cómo será el clima en las próximas décadas. Para añadir a esto que, cuando hablamos de cambios en las variables meteorológicas de un día o una semana, nos equivocamos al usar el término Clima. Este tipo de confusiones afecta nuestra percepción, como ocurrió en Lima durante el verano y el invierno de este año, cuando se produjeron lluvias intensas que algunos interpretaron como un cambio climático. Por eso, es crucial distinguir entre “tiempo” y “clima”.

##### **2.2.2.6.1. Temperatura**

Por Arranz Merino (s.f.), la temperatura es una magnitud que está relacionada con un sistema que indica si estará en equilibrio térmico con otros sistemas. Es muy común confundir temperatura con sensación térmica debido a que estas pueden darnos una manera más simple para entenderla, puede también ser confundida con los términos de conductividad térmica o la capacidad calorífica. La manera más común de cuantificarla es mediante un termómetro, siendo posible medirlos también con otros instrumentos, como anemómetros y termógrafos, pero al no estar diseñados específicamente para medir la temperatura puede no tener la unidad de medida o validez necesaria.

## 2.2.2.7. Instrumentos de medición

### 2.2.2.7.1. Anemómetro

Es un instrumento digital o analógico diseñado para medir la velocidad del viento en intervalos de tiempo específicos. El tipo más común es el anemómetro de cazoletas hemisféricas, que están montadas en los extremos de los radios de una rueda horizontal; estas cazoletas giran a una velocidad proporcional a la del viento.



**Figura 18.** Anemómetro

**Fuente:** Google Imágenes

### 2.2.2.7.2. Piranómetro

Este instrumento permite conocer la irradiación solar recibida en una superficie. Es un sensor que nos permite conocer la densidad del flujo de irradiación solar en la unidad de  $[W/m^2]$  en un campo de 180 grados. Está establecido que existen tres tipos de mediciones de radiación: total semiesférico, difuso y directo. El método físico más comúnmente empleado para esta medición es un termopar, que recibe la radiación a través de dos cúpulas semiesféricas de vidrio.

Es necesario obstruir el ingreso de radiación al sensor por ello es necesario taparlo con una pantalla parasol o una banda metálica, podremos lograr así una medir la irradiación solar difusa. Los piranómetros permiten medir la irradiación solar global siempre en cuando este de manera horizontal. Por ello el sensor debe estar orientado horizontalmente y expuesto al hemisferio celeste, siempre considerando proteger de radiación que posiblemente refleje el suelo. Este elemento al estar expuesto a la intemperie es necesario su resistencia a la corrosión y humedad. También es importante considerar que el sensor debe estar correctamente aislado (herméticamente cerrado) con un domo de vidrio y ser fácil de desmontar para su desecación, por lo que se sugiere revisar el instrumento a diario. Normalmente, los piranómetros utilizan

sensores termoelectrónicos, fotoelectrónicos, piroelectrónicos o elementos bimetálicos, y sus características en términos de precisión y confiabilidad incluyen: sensibilidad, estabilidad, tiempo de respuesta, respuesta cosenoidal, respuesta azimutal, linealidad, respuesta a la temperatura y respuesta espectral.



**Figura 19.** Piranómetro

**Fuente:** Google imágenes

#### **2.2.2.7.2. Termómetro**

Es un instrumento que permite cuantificar la temperatura de un contexto. Una manera sencilla para medir la temperatura es utilizando el mercurio (Hg) la cual es una sustancia que tiene la propiedad de variar de forma regular con la temperatura, como es el caso de un termómetro que la variación de temperatura afecta el volumen del líquido, haciendo que se desplace dentro del depósito graduado. Si la temperatura aumenta, el líquido se dilata; y si disminuye, se contrae. Así se nos es posible conocer la temperatura del entorno en el que se encuentra el termómetro, como consideración importante se debe proteger de la luz solar directa los termómetros.

Existen diferentes escalas en las que se puede medir la temperatura como en grados Celsius o la escala Fahrenheit que es comúnmente más utilizado en otros contextos al nuestro. Como el principal responsable de la invención del termómetro en el mundo se atribuye a Galileo, haciendo su primera aparición formal en 1650. En el caso de los termómetros modernos de alcohol y mercurio fueron inventados por el físico alemán Daniel Gabriel Fahrenheit, el estable como su apellido lo afirma la primera escala de medición para la temperatura. En la escala Fahrenheit, el agua congela a 32°F y hierve a 212°F bajo presión normal. Desde entonces, se han introducido diversas escalas de temperatura; en la escala Celsius, creada por el astrónomo sueco Anders Celsius y empleada en la mayoría de los países, el punto de congelación del agua es 0 grados y el de ebullición es 100°.



**Figura 20.** *Piranómetro*

**Fuente:** Google imágenes

#### **2.2.2.8. Conocimiento del clima**

Dos condiciones necesarias a tomar en cuenta para el diseño de carreteras son los términos de funcionalidad y de economía, la consideración del clima es importante debido a que interfiere en la estabilidad del pavimento y la estabilidad de los terraplenes y de la plataforma en general. En el contexto peruano el SENAMHI nos brinda y permite conocer información climática para los trabajos de gestión vial. Se puede considerar que la información en cuanto a temperaturas por regiones y/o cuencas y valles, se encuentra cubierta relativamente pero no así en lo relativo a las necesidades más puntuales que se requieren para precisar mejor el diseño de las capacidades de los drenajes y defensas en diversos tramos específicos en los que se presentan requerimientos específicos de manera frecuente que dañan considerablemente la infraestructura vial, impidiendo su uso durante días o meses mientras se lleva a cabo la reconstrucción de la parte afectada.

Sin embargo, el conocimiento del clima interfiere en los proyectos de mejoramiento y perfeccionamiento para las vías del Perú siendo evidente una constante coordinación entre el MTC y SENAMHI para poder logra un mejor pavimento que en el futuro, la implementación de nuevas metodologías en la gestión vial, centradas en un análisis más avanzado de los materiales utilizados en la construcción de carreteras para lograr pavimentos con una vida útil de 50 años, requerirá, según AASHTO, una sistematización exhaustiva de la información climática y del tráfico para cada sección de la vía (32).

Ha sido evidente durante muchos años que los eventos climáticos interfieren en la infraestructura de carreteras y el nivel de servicio que proporciona para la comunidad, dado que las variaciones climáticas y sus condiciones extremas ocurren con mayor frecuencia debido al cambio climático. La evidencia de que la variable clima interfiere en el diseño de las carreteras y su construcción, históricamente se ve reflejado ya que el clima siempre afecta siempre en el

desempeño de las carreteras, sin embargo, el cambio climático está forzando a mover los umbrales actuales de diseño e incluso generar nuevos métodos para construir infraestructura carretera resiliente. Recientemente varios trabajos que le dieron importancia al cambio climático lo relacionan con los efectos del calentamiento global (32).

Efecto del cambio climático	Efecto en las carreteras
Cambios en la temperatura	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Rápido deterioro del pavimento asfáltico debido a un calentamiento prolongado.</li> <li>• Daños a la subestructura por la pérdida de la capa de permacongelamiento.</li> <li>• Incremento de los costos de mantenimiento y de construcción.</li> </ul>
Cambios en la precipitación	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Incremento de inundaciones en el camino.</li> <li>• Incremento de la erosión del suelo.</li> <li>• Incremento de la erosión en las alcantarillas.</li> <li>• Saturación de alcantarillas y obras de drenaje por precipitaciones excesivas.</li> </ul>
Aumento del nivel del mar	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Erosión de la base</li> <li>• Inundación permanente de la carretera</li> </ul>
Marejadas de tormenta	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Inundación temporal y pérdida de la conectividad a carreteras</li> <li>• Cierre parcial de las carreteras por daños, tales como obstrucción de los sistemas de drenaje o acumulación de desechos.</li> </ul>

**Figura 21.** *Impactos del cambio climático en las carreteras*

En términos generales, el transporte puede ser susceptible a diversos tipos de condiciones climáticas, algunas de las cuales podrían agravarse por el cambio climático. La mayoría de los efectos se deben a fenómenos climáticos extremos (como tormentas severas, lluvias intensas y temperaturas extremas) que pueden causar daños significativos en el entorno físico (por ejemplo, inundaciones, deslizamientos, avalanchas, etc.), representando riesgos para la infraestructura vial y su funcionamiento, lo que afecta el transporte. Para los responsables de la toma de decisiones, es fundamental conocer y evaluar los posibles daños que afectan a los sistemas viales debido al impacto climático, ya que esto permite entender la vulnerabilidad del sistema, los factores que la generan, así como el nivel de exposición de la infraestructura ante las nuevas condiciones climáticas y el riesgo de fallos en función de la probabilidad (32).

### **2.2.2.9. El clima y los pavimentos**

El clima es el principal agente que interfiere para afectar al pavimento carretero, aunque el daño puede asociarse con factores externos como el tránsito, geología de la subyacente, geografía y topografía. Siendo estos últimos la primordial causa para la presencia de falencias en el concreto, sumado a esto un evento climático extremo la falla será de dimensiones catastróficas (32).

El cambio climático no introduce nuevos impactos en los pavimentos, pero sí acelera su deterioro y aumenta la probabilidad de que ocurran efectos debido a fenómenos climáticos extremos. Esta sección resume los principales impactos relacionados con el clima, ya sea en los materiales de los pavimentos, la superficie de rodadura o las capas estructurales, especialmente en los pavimentos asfálticos. La vulnerabilidad se refiere al grado en que un sistema es susceptible o incapaz de enfrentar los efectos negativos del cambio climático, incluyendo variables climáticas y condiciones extremas. Existen varios métodos para comprender y evaluar la vulnerabilidad; sin embargo, en este artículo utilizaremos el término para describir el impacto que tendría un fenómeno climático en el pavimento asfáltico, el cual, según su diseño estándar, no puede garantizar su integridad ni mantener su rendimiento a lo largo de su vida útil (32).

## 2.2.2.10. Impacto del Clima en los Pavimentos

### 2.2.10.1. Temperatura

**Efecto en Pavimentos Flexibles:** Las altas temperaturas pueden ablandar los pavimentos asfálticos, provocando deformaciones plásticas como roderas y ahuellamientos. Además, el asfalto oscuro absorbe más calor, incrementando la temperatura superficial y contribuyendo al fenómeno de islas de calor urbano.

**Efecto en Pavimentos Rígidos:** Aunque los pavimentos de concreto son más resistentes a las altas temperaturas, pueden experimentar expansión térmica, lo que puede causar grietas y juntas desiguales si no se diseñan adecuadamente para manejar estas expansiones.

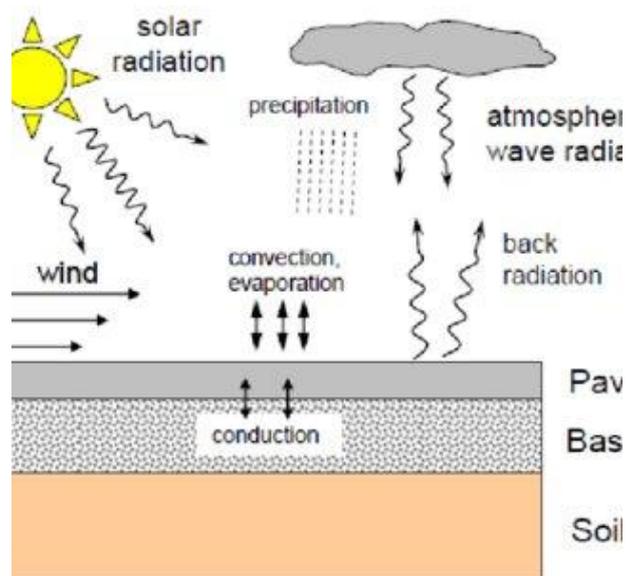


Figura 22. El clima y los pavimentos

Fuente: Google Imágenes

### 2.2.10.2. Humedad y Precipitación

**Efecto en Pavimentos Flexibles:** La humedad puede infiltrarse en las capas inferiores del pavimento asfáltico, debilitando la base y sub-base, lo que resulta en fallas estructurales. Las precipitaciones intensas sin un adecuado sistema de drenaje pueden acelerar este proceso.

**Efecto en Pavimentos Rígidos:** El concreto es menos permeable que el asfalto, pero la infiltración de agua en grietas y juntas puede causar daños por congelación y descongelación en climas fríos. La acumulación de agua también puede contribuir a la degradación de la base y sub-base.

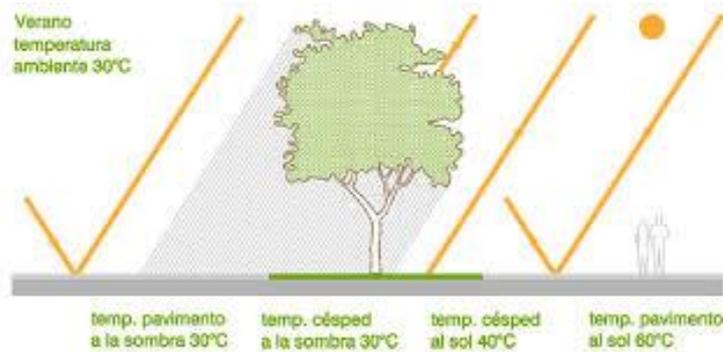


Figura 23. Humedad y los pavimentos

Fuente: Google Imágenes

### 2.2.2.11. Radiación Solar

**Efecto en Pavimentos Flexibles:** La radiación solar intensifica la absorción de calor en pavimentos asfálticos, aumentando las temperaturas superficiales y exacerbando las islas de calor urbano.

**Efecto en Pavimentos Rígidos:** Los pavimentos de concreto, especialmente los de colores claros, reflejan una mayor parte de la radiación solar, lo que reduce la absorción de calor y puede ayudar a mitigar las islas de calor urbano.

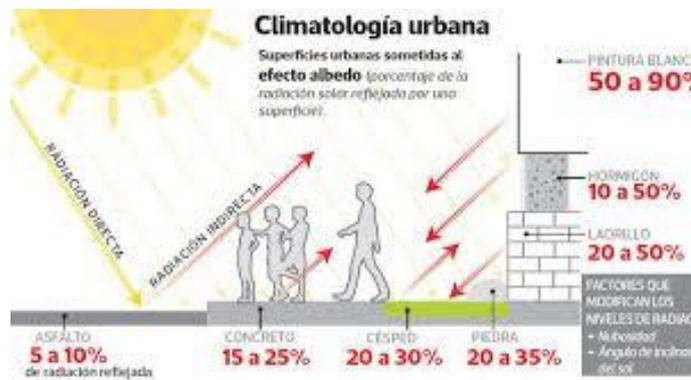
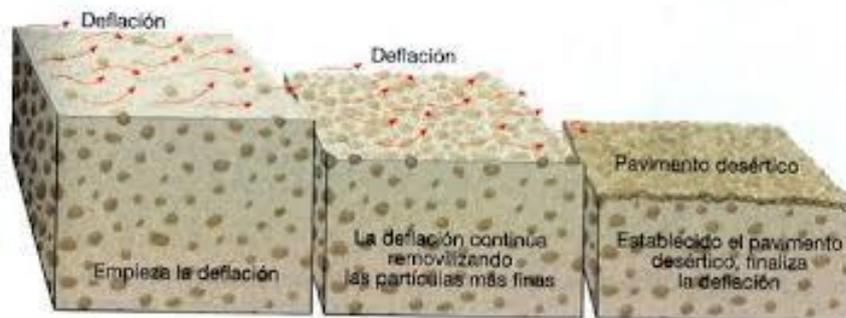


Figura 24. Radiación solar y los pavimentos

Fuente: Google Imágenes

### 2.2.2.11.1. Viento

Efecto en Pavimentos: El viento puede influir en la tasa de evaporación del agua de la superficie del pavimento y afectar el proceso de curado del concreto. En áreas expuestas, puede acelerar el enfriamiento de las superficies pavimentadas durante la noche, moderando las temperaturas superficiales.



**Figura 25.** Viento y los pavimentos

Fuente: Google Imágenes

### 2.2.2.12. Áreas verdes

Las áreas verdes, como parques, jardines, y corredores verdes, juegan un papel crucial en la mitigación del fenómeno de las Isla de Calor Urbano (ICU). Las Isla de Calor Urbano se refieren al aumento de la temperatura en las áreas metropolitanas en comparación con sus alrededores rurales, principalmente debido a las actividades humanas y la configuración del entorno construido. A continuación, se exploran en detalle la relación entre las áreas verdes y las islas de calor urbano, y cómo estas pueden ser utilizadas para mejorar el confort térmico urbano.

#### 2.2.2.12.1. Función de las Áreas Verdes

##### 2.2.2.12.1.1. Mitigación de Islas de Calor Urbano

Evapotranspiración: Las plantas y árboles liberan vapor de agua a través de la evapotranspiración, lo que enfría el aire circundante. Este proceso ayuda a reducir la temperatura en áreas urbanas, contrarrestando el efecto de las islas de calor urbano.

Sombra: Los árboles y otras formas de vegetación proporcionan sombra, reduciendo la exposición directa de las superficies pavimentadas a la radiación solar y, por lo tanto, disminuyendo la temperatura superficial.



**Figura 26. Funciones de las áreas Verdes**

Fuente: (29)

#### 2.2.2.12.1.2. Mejora del Microclima Urbano

**Humedad Relativa:** Las áreas verdes pueden aumentar la humedad relativa en su entorno inmediato, lo que puede tener un efecto moderador sobre las temperaturas extremas.

**Calidad del Aire:** Las plantas urbanas mejoran la calidad del aire al absorber dióxido de carbono y otros contaminantes, y al liberar oxígeno.

#### 2.2.2.12.1.3. Gestión del Agua

**Infiltración:** Las áreas verdes facilitan la infiltración de agua de lluvia en el suelo, reduciendo la escorrentía superficial y el riesgo de inundaciones urbanas.

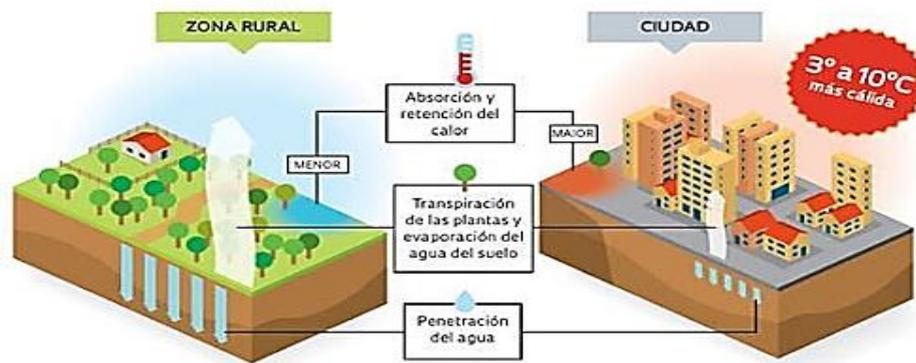
**Reducción de la Erosión:** La vegetación ayuda a estabilizar el suelo y reduce la erosión causada por el agua y el viento.

#### 2.2.2.12.2. Interacción entre Pavimentos y Áreas Verdes

##### 2.2.2.12.2.1. Diseño Integrado

**Infraestructura Verde y Azul:** Integrar pavimentos con infraestructura verde (parques, jardines, techos verdes) y azul (sistemas de drenaje sostenible, cuerpos de agua) puede mejorar la gestión del clima urbano y reducir las islas de calor urbana.

**Corredores Verdes:** La creación de corredores verdes a lo largo de las calles pavimentadas puede proporcionar sombra y mejorar el confort térmico para peatones y ciclistas.



**Figura 27.** Interacción entre pavimento e Isla de Calor Urbano

Fuente: (29)

### 2.2.2.12.2.2. Selección de Materiales

**Materiales Permeables:** Utilizar pavimentos permeables en combinación con áreas verdes puede mejorar la gestión del agua y reducir las temperaturas superficiales.

**Materiales Reflectantes:** Optar por pavimentos con alta reflectancia puede reducir la absorción de calor y complementar los efectos refrescantes de las áreas verdes.

### 2.2.2.12.3. Diseño de Áreas Verdes para Mitigar las Islas de Calor Urbano

Para maximizar los beneficios de las áreas verdes en la mitigación de las islas de calor urbano, es importante considerar su diseño e implementación estratégica:



**Figura 28.** Diseño de Áreas de verdes

Fuente: (29)

#### 2.2.2.12.3.1. Ubicación y Distribución

**Parques Urbanos:** La creación de parques y jardines en áreas densamente urbanizadas puede proporcionar oasis de frescura.

**Corredores Verdes:** Integrar corredores verdes que conecten diferentes áreas de la ciudad puede mejorar la ventilación y el enfriamiento urbano.

### **2.2.2.12.3.2. Selección de Especies Vegetales**

Especies Autóctonas: Utilizar plantas nativas que están adaptadas al clima local puede mejorar la eficiencia del enfriamiento y reducir la necesidad de mantenimiento.

Árboles de Sombra: Plantar árboles que proporcionen amplia sombra sobre superficies pavimentadas y edificios puede reducir significativamente las temperaturas.

### **2.2.2.12.3.3. Infraestructura Verde y Azul**

Techos Verdes y Jardines Verticales: Implementar techos verdes y jardines verticales en edificios para aumentar la vegetación y el enfriamiento en áreas con espacio limitado.

Cuerpos de Agua: Integrar cuerpos de agua como estanques y fuentes en las áreas verdes puede mejorar el enfriamiento a través de la evaporación.

### **2.2.2.13. Tipología Urbana**

La configuración y el diseño urbano influyen significativamente en la intensidad y la distribución de las Isla de Calor Urbano (ICU). La tipología urbana, que se refiere a las características físicas y espaciales de una ciudad, afecta cómo se almacena y se dispersa el calor en áreas urbanas. A continuación, se analizan las diferentes tipologías urbanas y su relación con el fenómeno de las islas de calor urbano, así como las estrategias para mitigar este efecto.

En este epígrafe se indica cómo se han reproducido las condiciones urbanas actuales para que puedan ser debidamente procesadas bajo el sistema de modelización meteorológico WRF-BEP.

El esquema de trabajo seguido es el reproducido en estudios análogos realizados en muchas ciudades del mundo y se basa en las “Zonas Climáticas Locales” (LCZ, por sus siglas en inglés), definidas por Stewart y Oke (2012) como regiones de la cubierta urbana uniformes en términos de superficie, estructura, material y actividad humana. Se trata de una categorización de espacios urbanos “tipo” que cumple con los siguientes criterios básicos propuestos:

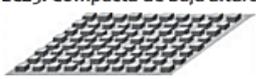
- Contiene una nomenclatura simple y lógica para poder nombrar y describir la superficie urbana.
- Facilita la transferencia de información mediante la asociación de los objetos y las áreas del mundo real con un sistema general y organizado en clases.
- Simplifica el área de estudio y, a partir de ahí, promueve afirmaciones teóricas sobre sus propiedades y relaciones.

A estos criterios, Stewart y Oke (2012) añaden un valor adicional: han propuesto un conjunto de categorías bajo el cual es posible caracterizar cualquier gran ciudad del mundo. Para ello, esta clasificación es independiente del contexto socioeconómico y cultural local e incorpora atributos urbanos cualitativos y cuantitativos, como son la textura, morfología y estructura,

parámetros clave que condicionan el clima urbano (Oke et al., 2017). Esta clasificación en LCZ diferencia dos grupos de categorías:

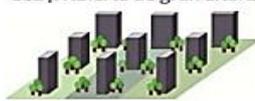
- Espacios edificados. Una primera categoría asociada a los distintos tipos de construcción, que varía en función del grado de desarrollo. Cada tipo de construcción tiene asociado una determinada cobertura terrestre. Por ejemplo, las áreas compactas y altamente densificadas muestran pavimento; mientras que las zonas residenciales abiertas van acompañadas de arbolado disperso o plantas de baja altura.
- Espacios no edificados. Esta clasificación recoge una variedad de coberturas de suelo que varían desde una vegetación completa hasta suelos desnudos o pavimentados.

En total, se definen 17 tipologías LCZs, determinadas por el tipo de estructura y cobertura que presentan. Por un lado, la estructura de la superficie, que hace referencia a la altura y distanciamiento de las edificaciones y arbolado, afecta al clima local modificando el flujo del aire, el transporte del calor atmosférico y los balances de radiación de onda corta y onda larga. Por otro lado, la cobertura de la superficie, que puede ser más o menos permeable, además de condicionar el albedo, la humedad disponible y el potencial de calentamiento/enfriamiento del suelo.

Tipos de construcción	Definición
<p>LCZ 1. Compacta de gran altura</p> 	<p>Conjunto de edificios altos con hasta decenas de pisos. Pocos o ningún árbol. Suelo mayormente pavimentada. Materiales de construcción: hormigón, acero, piedra y vidrio.</p>
<p>LCZ 2. Compacta de mediana altura</p> 	<p>Conjunto de edificios de mediana altura. Mediana altura (3-9 pisos). Pocos o ningún árbol. Suelo mayormente pavimentado. Materiales de construcción: piedra, ladrillo, teja y hormigón.</p>
<p>LCZ3. Compacta de baja altura</p> 	<p>Construcción de baja altura (1-3 pisos). Pocos o ningún árbol. Suelo mayormente pavimentado. Materiales de construcción: piedra, ladrillo, teja y vidrio.</p>

**Figura 29. Tipología de Compacta- Gan, mediana y baja altura**

**Fuente: (29)**

<p>LCZ4. Abierta de gran altura</p> 	<p>Construcciones separadas de gran altura, con decenas de pisos. Abundante suelo permeable (plantas bajas y árboles dispersos). Materiales de construcción: hormigón, acero, piedra y materiales de construcción de vidrio.</p>
<p>LCZ5. Abierta de mediana altura</p> 	<p>Construcciones separadas de mediana altura (3-9 pisos). Abundante suelo permeable (plantas bajas, árboles dispersos). Materiales de construcción: hormigón, acero, piedra y vidrio.</p>
<p>LCZ6. Abierta de baja altura</p> 	<p>Construcciones separadas de baja altura (1-3 pisos). Abundante suelo permeable (plantas bajas, árboles dispersos). Materiales de construcción: madera, ladrillo, piedra, teja y hormigón.</p>

**Figura 30. Tipología de Abierta - Gan, mediana y baja altura**

Fuente: (29)



Figura 31. Tipología de variada

Fuente: (29)

### 2.2.2.13.1. Tipologías Urbanas y su Impacto en las Islas de Calor Urbano

#### 2.2.2.13.1.1. Áreas Densamente Construidas

Características: Altos edificios, calles estrechas, alta densidad de población y superficies impermeables.

Impacto: Estas áreas tienden a tener una alta intensidad de ICU debido a la acumulación de calor en las estructuras y la falta de espacios verdes que puedan proporcionar enfriamiento.

Ejemplos: Centros urbanos, distritos financieros y comerciales.

#### 2.2.2.13.1.2. Áreas Residenciales de Baja Densidad

Características: Viviendas unifamiliares, jardines, calles anchas y mayor cantidad de áreas verdes.

Impacto: Aunque estas áreas pueden tener menos intensidad de ICU que las zonas densamente construidas, la dispersión y el diseño de los espacios verdes son cruciales para su efectividad en la mitigación del calor.

Ejemplos: Suburbios, barrios residenciales con parques y jardines.

#### 2.2.2.13.1.3. Parques y Áreas Verdes Urbanas

Características: Grandes extensiones de vegetación, cuerpos de agua y áreas recreativas.

Impacto: Actúan como "islas de frescor" dentro de la trama urbana, reduciendo

significativamente las temperaturas locales y proporcionando alivio térmico.

Ejemplos: Parques municipales, jardines botánicos, corredores verdes.

#### **2.2.2.13.1.4. Áreas Industriales y Comerciales**

Características: Grandes edificios industriales, almacenes, aparcamientos extensos y superficies pavimentadas.

Impacto: Estas áreas suelen contribuir a la formación de ICU debido a la extensa cobertura de superficies impermeables y la emisión de calor industrial.

Ejemplos: Zonas industriales, centros logísticos, áreas comerciales.

### **2.2.2.13.2. Factores que Influyen en la Intensidad de las Isla de Calor Urbano según la Tipología Urbana**

#### **2.2.2.13.2.1. Densidad de Edificación**

Efecto: Mayor densidad de edificación reduce la circulación de aire y aumenta la retención de calor.

Mitigación: Fomentar la ventilación natural y la instalación de techos verdes.

#### **2.2.2.13.2.2. Materiales de Construcción**

Efecto: Materiales como el asfalto y el concreto tienen alta capacidad de absorción de calor.

Mitigación: Uso de materiales reflectantes y de pavimentos permeables.

#### **2.2.2.13.2.3. Superficies Impermeables**

Efecto: Limitan la evapotranspiración y aumentan la temperatura superficial.

Mitigación: Incrementar la cobertura vegetal y utilizar pavimentos permeables.

#### **2.2.2.13.2.4. Áreas Verdes y Árboles**

Efecto: Proporcionan sombra y enfrían el aire a través de la evapotranspiración.

Mitigación: Planificación e integración de espacios verdes en todas las tipologías urbanas.

#### **2.2.2.13.2.5. Altura y Orientación de los Edificios**

Efecto: La altura y la orientación de los edificios afectan la cantidad de sombra y la circulación de aire.

Mitigación: Diseño urbano que considere la optimización de la sombra y la ventilación.

### **2.2.2.13.3. Estrategias para Mitigar las Isla de Calor Urbano en Diferentes Tipologías Urbanas**

#### **2.2.2.13.3.1. Centros Urbanos y Zonas Densamente Construidas**

Estrategias: Implementación de techos verdes, fachadas vegetales, aumento de parques urbanos, y creación de corredores verdes para mejorar la ventilación y reducir la acumulación de calor.

#### **2.2.2.13.3.2. Áreas Residenciales**

Estrategias: Fomentar la plantación de árboles y la creación de jardines comunitarios, promover el uso de pavimentos permeables en aceras y entradas de vehículos, y diseñar viviendas con techos y paredes reflectantes.

#### **2.2.2.13.3.3. Parques y Áreas Verdes**

Estrategias: Mantener y ampliar las áreas verdes existentes, integrar cuerpos de agua para mejorar el enfriamiento por evaporación, y fomentar la biodiversidad para mejorar el microclima urbano.

#### **2.2.2.13.3.4. Áreas Industriales y Comerciales**

Estrategias: Crear cinturones verdes alrededor de las zonas industriales, promover la construcción de techos verdes y la instalación de sistemas de enfriamiento pasivo.

### **2.3. Definición de Términos Básicos**

- **Pavimento**

Es un elemento estructural compuesto por varias capas, que por lo general se desarrolla sobre la tierra compactada. El pavimento cuenta con tres capas: una capa subrasante, capa espesor, y por último la capa de rodadura la cual el primer contacto con los agentes de circulación superior. Este elemento debe tener la capacidad de soportar cargas y a las condiciones climáticas a las que se pueda enfrentar (7).

- **Isla de calor**

La isla de calor es un fenómeno que suele suceder en ciudades con temperaturas elevadas y superiores a la de las zonas rurales cercanas, esto por motivos de la poca vegetación con la que cuenta las ciudades modernas, además que materiales como el concreto y el asfalto retienen el calor de la radiación solar. No es nada ajeno a este fenómeno la actividad humana, ya que esta al realizar actividades que generan un efecto invernadero contribuyen a este fenómeno (33) .

- **Pavimento Flexible**

La flexibilidad es la capacidad con la que cuentan algunos materiales para la absorción de tensiones por deformación y tracción sin lograr dañarse o afectar en sus propiedades. Además, tiene una facilidad para deformarse y volver a su forma original; si esto lograra a

fallar para el caso del pavimento podría generar ondulación longitudinal en la superficie afectando así la calidad del pavimento y su circulación (7).

- **Pavimento Rígido**

Se puede considerar rígido a un elemento debido su naturaleza para resistir elevada resistencia a la flexión y en el caso del pavimento absorbe casi la totalidad de los esfuerzos producidos por las cargas de tránsito. Esta rigidez permite que la losa reduzca la intensidad de los esfuerzos transmitidos a las capas inferiores y a la subrasante, a diferencia de los pavimentos flexibles que distribuyen las cargas de manera diferente (7).

- **Clima**

El clima es el conjunto de condiciones atmosféricas promedio que caracterizan una región durante un período prolongado. Incluye aspectos como temperatura, humedad, precipitación, presión atmosférica y vientos. En el territorio peruano, se identifican tres regiones naturales con diferentes climas: la Costa; la Sierra; y la Selva. Siendo el caso de la sierra mucho más extremo en temperatura y con lluvias moderadas. En el pavimento esto puede llegar a afectar el comportamiento.

- **Radiación**

La radiación es el proceso por el cual la energía se emite y transmite a través del espacio en forma de ondas electromagnéticas. Esto puede intensificar la absorción de calor en pavimentos flexibles, elevando las temperaturas superficiales y agravando las islas de calor urbano. En contraste, los pavimentos rígidos tienden a reflejar una mayor proporción de la radiación solar, lo que disminuye la absorción de calor y puede contribuir a mitigar el efecto de las islas de calor urbano.

- **Temperatura**

La temperatura es una medida de la energía que indica que tan caliente o frío está un objeto o ambiente. Se mide en diferentes escalas, como Celsius (°C), Fahrenheit (°F) y Kelvin (K). La temperatura influye en diversos fenómenos físicos y químicos para los objetos que se vean afectados por variaciones en su temperatura normal, en el caso del concreto puede llegar a modificar su estructura y resistencia.

## **CAPITULO III: METODOLOGIA**

### **3.1. Métodos y alcances de la investigación**

#### **3.1.1. Enfoque**

Según Carrasco (34) en la investigación de enfoque cuantitativo, se emplean métodos y técnicas que se centran en la recopilación y el análisis de datos numéricos. Se utilizan instrumentos como cuestionarios estructurados o pruebas estandarizadas para recolectar información que pueda ser cuantificada y analizada estadísticamente. En este sentido, la metodología cuantitativa desempeña un papel fundamental al proporcionar herramientas y técnicas para probar las afirmaciones planteadas al inicio del estudio. (34)

Según Hernández, & et al. (35), es mixto, ya que es la combinación de un enfoque cuantitativo, que mide fenómenos, como la temperatura, utiliza estadística y prueba hipótesis, aplicando un método deductivo, con precisión, y a la vez, es cualitativo, porque se conduce en ambientes naturales, con significados a través de datos, que no se fundamenta en la estadística, como es la alta concentración urbana, vehicular, presencia de áreas verdes (35).

Nuestra investigación adopta un enfoque cuantitativo debido a su énfasis en la medición numérica y la recolección de datos objetivos relacionados con la incidencia del Fenómeno de Isla de Calor Urbano en Huancayo. Este enfoque nos permite utilizar técnicas estadísticas para analizar de manera sistemática y rigurosa la relación entre los tipos de pavimento (flexibles y rígidos) y la temperatura local, proporcionando resultados cuantificables y generalizables.

#### **3.1.2. Tipo de investigación**

Según Carrasco (34), una investigación aplicada tiene como objetivo principal la generación de conocimiento que pueda ser utilizado para resolver problemas prácticos en un contexto específico. Se busca aplicar los resultados obtenidos en la investigación para mejorar o desarrollar procesos, políticas o productos que beneficien a la sociedad o a una organización en particular. (34)

Según Lester y Lester (36), es de tipo comparativo, adecuada de la investigación aplicada, que permite adelantos y productos tecnológicos, estableciendo valoraciones como la temperatura, compara grupos, categorías, clases y tipos de fenómenos, como el pavimento flexible y rígido, para posteriormente interpretar el significado de los cambios por su comparación, estableciendo precedentes de fenómenos presentados, como las “Islas de calor urbano”, determinando sus causas del problema presentado. (36)

El tipo de nuestra investigación es aplicada, ya que busca abordar un problema concreto y

proporcionar soluciones prácticas y aplicables en el contexto de la planificación urbana y la mitigación de impactos ambientales. A través de la comparación de pavimentos y su incidencia en el Fenómeno de Islas de Calor Urbano, buscamos generar conocimiento útil para la toma de decisiones en el diseño y mantenimiento de infraestructuras urbanas.

### 3.1.3. Nivel de investigación

Según Carrasco (34), En una investigación de nivel correlacional, se busca identificar y medir la relación estadística entre dos o más variables, sin establecer una relación de causa y efecto. Se utilizan técnicas como el análisis de correlación para determinar si existe una asociación entre las variables y en qué grado se relacionan. Este enfoque permite explorar la fuerza y la dirección de la relación entre las variables, sin inferir que una variable causa directamente cambios en la otra. (34)

Según Hernández & et al. (35), es descriptivo, porque usa la definición de las variables pavimentos y temperatura de las Islas de calor urbano, para hacer el comparativo, la relación, de forma deductiva, incluyendo hipótesis, teorías, (37), mencionado por Hernández & et al. (38).

Adoptamos un nivel correlacional en nuestra investigación para examinar la relación entre el tipo de pavimento y la incidencia del Fenómeno de Isla de Calor Urbano sin establecer una relación de causa y efecto directa. Buscamos identificar patrones y asociaciones estadísticas que nos permitan comprender mejor cómo los diferentes pavimentos inciden en las condiciones térmicas locales en función al fenómeno Isla de Calor Urbano en Huancayo.

## 3.2. Diseño de investigación

Según Carrasco (34), En las investigaciones con diseño no experimental transeccional, se observan y describen fenómenos tal como se presentan en su entorno natural, sin manipulación deliberada de variables ni establecimiento de grupos de control. Se recolectan datos de manera no intrusiva para comprender las relaciones y asociaciones entre las variables de interés.

El diseño de investigación empleado, según Hernández, & et al. (38) Es de tipo no experimental, porque no se modificó el fenómeno, transeccional o transversal, ya que se recolectaron datos en un lapso de tiempo de ocho días, y es de tipo descriptivo, ya que mostramos los cambios que hemos detectado en su análisis, como los cambios sufridos por los pavimentos flexibles y rígidos por efecto de la temperatura en las islas de calor urbano. (38)

Nuestro diseño de investigación es **no experimental** transeccional, lo que significa que no manipulamos directamente las variables (tipo de pavimento) para observar sus efectos sobre la variable (incidencia del Fenómeno de Islas de Calor Urbano). En su lugar, utilizamos observaciones

y mediciones en condiciones naturales para establecer relaciones y correlaciones entre las variables de interés.

### 3.3. Población y muestra

#### 3.3.1. Población

Según Carrasco (34), La población se refiere al conjunto completo de elementos o individuos que comparten características específicas y que son de interés para un estudio o investigación. Esta población puede ser finita o infinita y suele ser definida de manera precisa para delimitar el alcance de la investigación.

La población total, está constituida por toda la ciudad de Huancayo, con 3,597 Km<sup>2</sup> ubicado en el valle del Mantaro, a 3,271 m.s.n.m. en la sierra central. La mayor concentración de población, se encuentra en el distrito de Huancayo con 28.8%, El Tambo con 25.7% y Chilca con 15.5% y el distrito menos poblado, es Carhuacallanga con sólo 0.1%. Toda la ciudad presenta arterias viales de pavimento rígido y flexible, con avenidas, calles, jirones, pasajes, paseos, presenta una Plaza de armas denominada plaza constitución, que es el centro de la ciudad. Alrededor de su plaza, concentra el mayor flujo comercial, automotor, y tránsito vial de la ciudad, disipándose, conforme se conduce a la periferia de la ciudad.

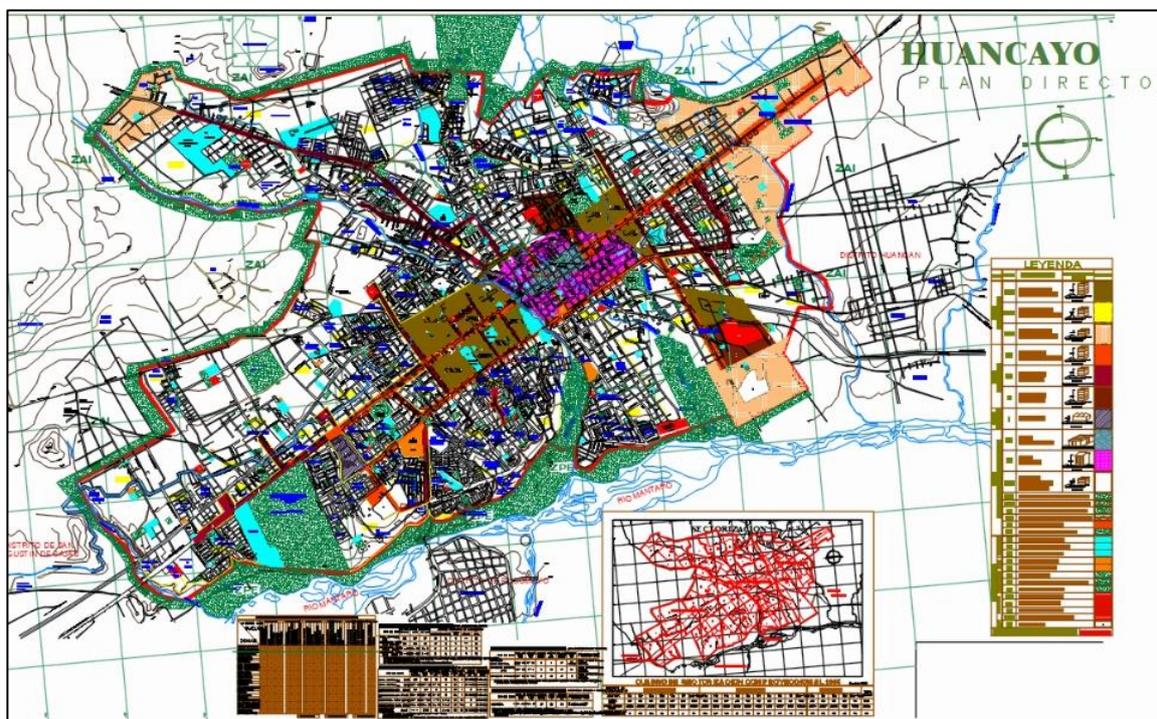


Figura 32. Plano de la ciudad de Huancayo al 2024

Fuente: (39)

### 3.3.2. Muestra

Según Carrasco (34), se refiere a un subconjunto representativo de la población que se selecciona para ser estudiado en lugar de analizar a todos los elementos de la población completa. La muestra se elige de manera estratégica para garantizar que sea representativa de la población en términos de las variables de interés, permitiendo generalizar los resultados obtenidos de la muestra al conjunto más amplio de la población. (34)

#### 3.3.2.1. Muestra de Punto de verificación

La muestra se obtuvo, en función de tres criterios técnicos de “concentración urbana alta” y “concentración urbana baja”, que se interpreta, como alto y bajo tránsito vehicular y de peatones en las calles. Realizándose una muestra estratificada por cuatro etapas, empleando seis (6) días para la toma de la muestra (días 18, 19, y 20 de junio fue en la zona Cercado Huancayo y el 21, 22, y 23 de junio fue en la zona La Ribera) según los criterios de: (35)

- **Etapa 1:** Selección de zonas: Zonas de Alta concentración y Zonas de Baja concentración urbana, peatones y vehículos en tránsito. (escogiéndose la zona 1: **Cercado Huancayo** y la zona 2: **La Ribera**). Figura 33.
- **Etapa 2:** Selección de Puntos de Verificación: Se ubicó una Cantidad de Cruces vehiculares de principales avenidas, calles, jirones de la ciudad, con presencia de pavimento flexible, rígido y área verde por cada zona. (escogiéndose **8 puntos de cruces, por cada zona, totalizando 16 puntos de verificación**) Figura 34 y Figura 35
- **Etapa 3:** Selección del área: Se delimitó el área de estudio, en un círculo de 50m. de radio, usando el cruce, como punto de fuga; realizando el levantamiento fotogramétrico del círculo, con un área total de 7,853.98m<sup>2</sup>, calculando el área de pavimento rígido, pavimento flexible y área verde; restando el área construida de las viviendas, y otras construcciones. De tal forma que **la suma del área de pavimento flexible, más pavimento rígido y área verde suman el 100%del área**. Figura 36
- **Etapa 4:** Elección de cantidad de mediciones: Se eligieron cuatro (4) mediciones de temperatura por cada tipo de pavimento (2) y el área verde (1) encontrada; por cada Punto de verificación, en horas escalonadas, que empezaban desde las:

10:00 am.; 12:00 m. 2:00 pm. Y 4:00 pm.

A lo largo de tres (3) días por cada punto de verificación, Obteniendo doce (12) muestras por Punto de verificación al día. **Y obteniéndose (4 x (2+1) x 3 = 36) treinta y seis muestras por un punto de verificación, en los tres días. Totalizando (36 x 16 PV= 576)**

quinientos setenta y seis muestras en toda la investigación.

Escogiéndose, dos zonas, que reúnen estos cuatro criterios de selección, como sigue:

- **Zona 1:** Cercado de Huancayo (Desde la Plaza de Armas de la ciudad y alrededores) con 143 Há. Y un perímetro de 5.27 Km.
- **Zona 2:** La Ribera (Esquina este de la ciudad, que limita con la ribera del río Mantaro) con 225 Há. Y un perímetro de 7 Km.

Abarcando un área total de 368 Há. Como zona de estudio.

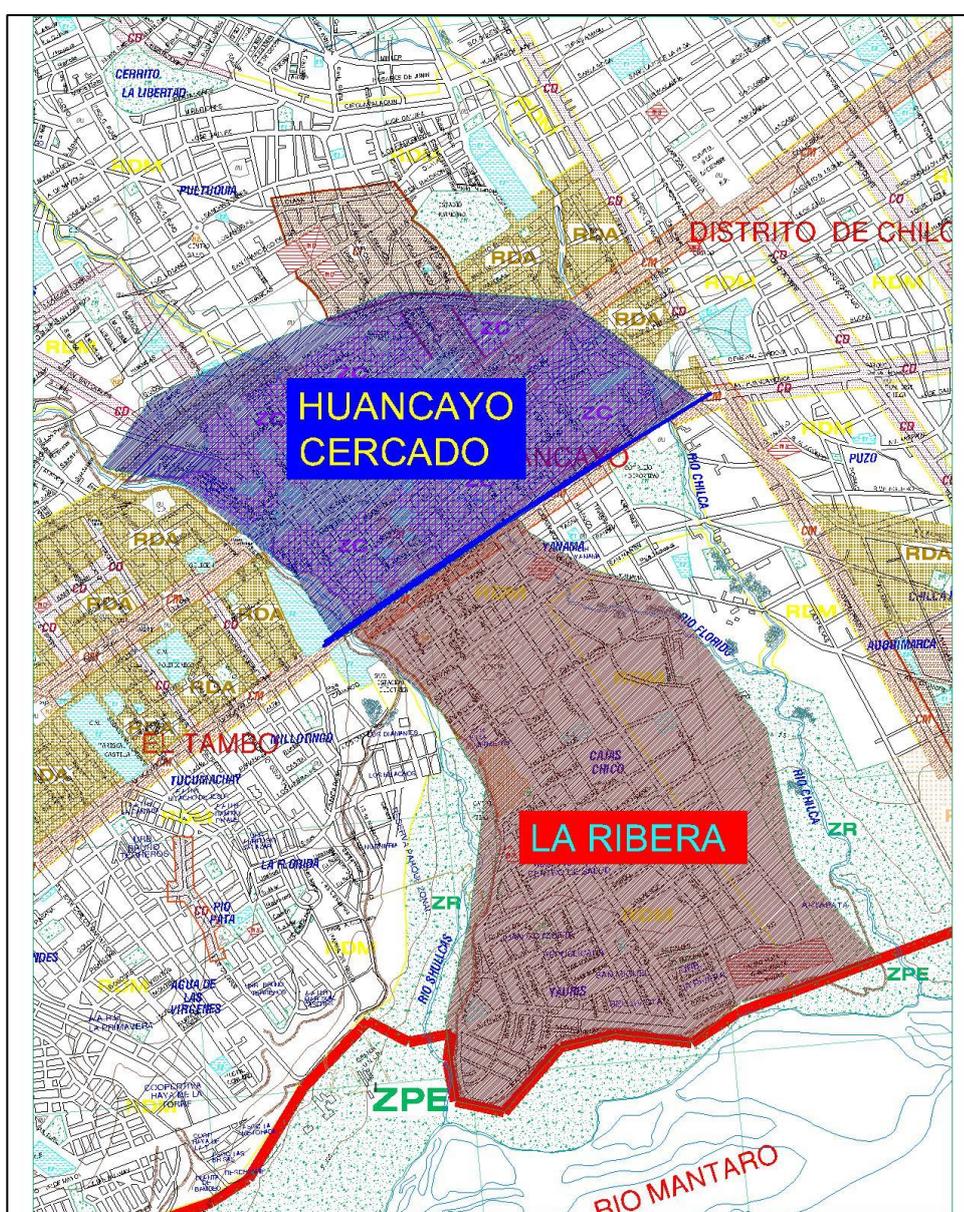


Figura 33. Muestra de las zonas de estudio

Fuente: Elaboración propia en base a los instrumentos de investigación.

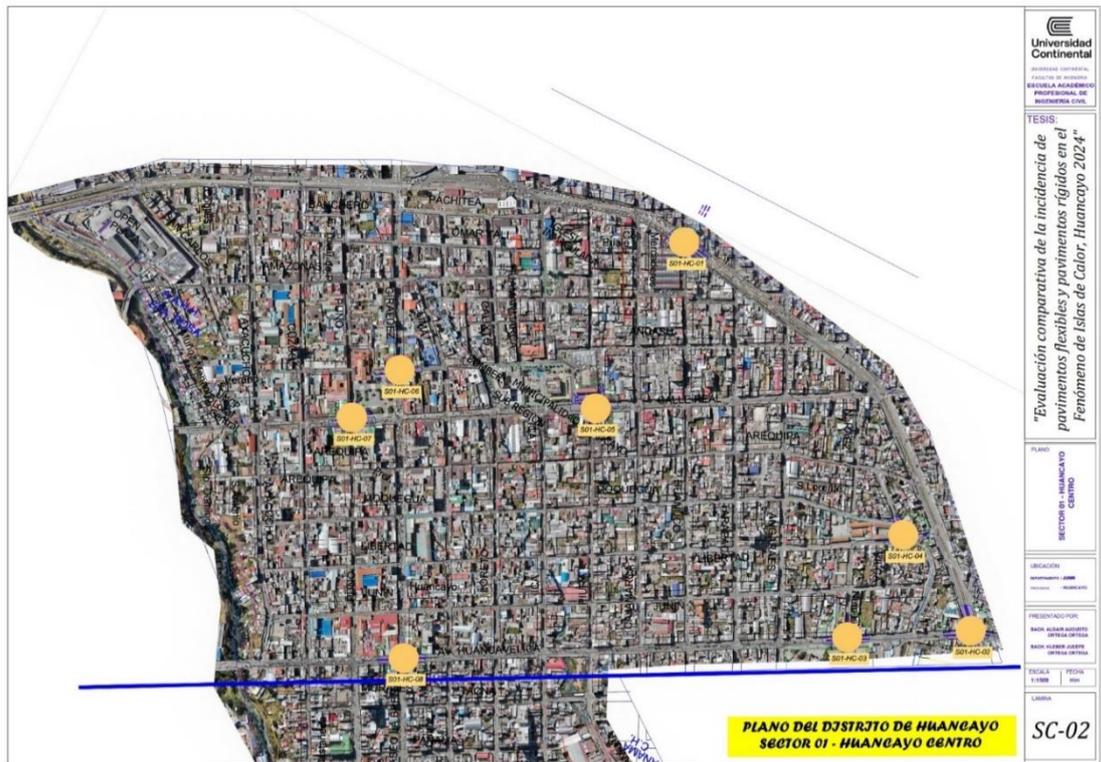


Figura 34. Plano de Sector 01 Huancayo – Centro

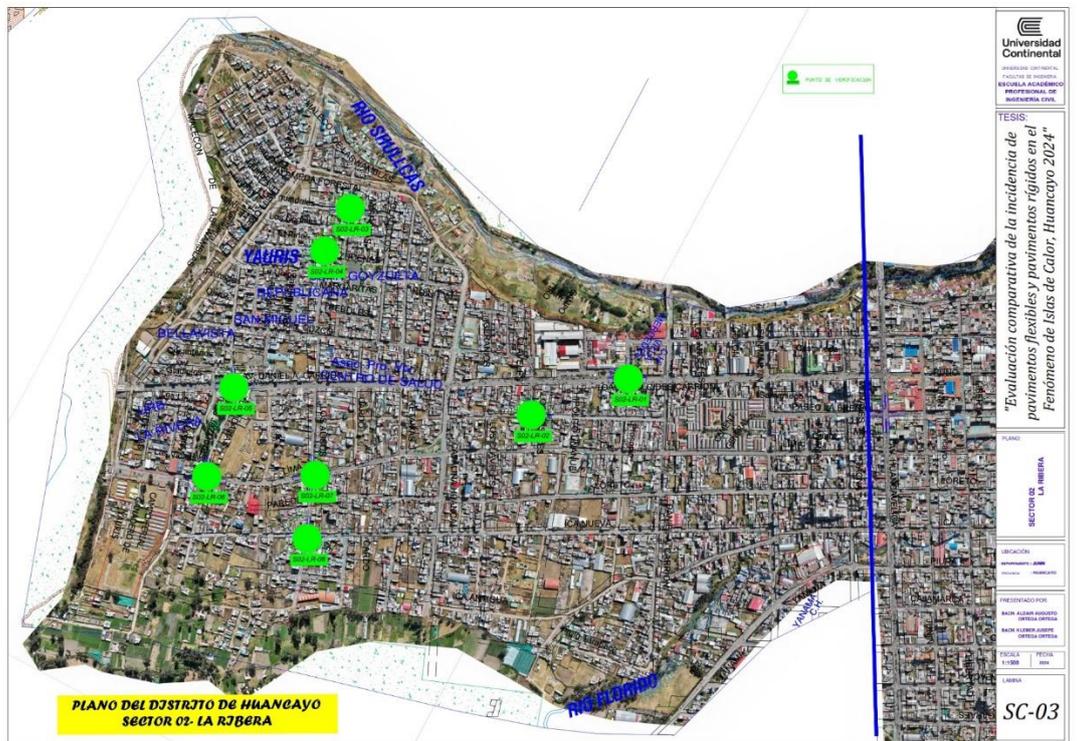


Figura 35. Plano de Sector 02 La Ribera

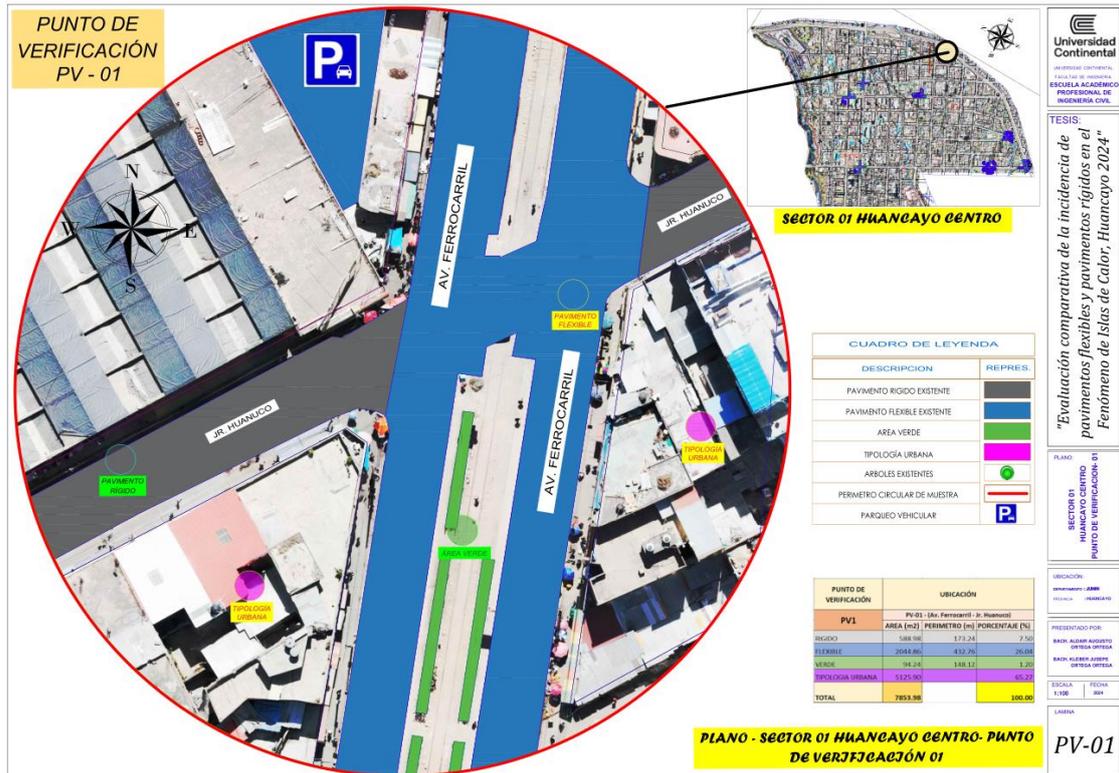


Figura 36. Selección del área del Punto de verificación, por elemento de análisis.

### 3.3.2.2. Muestra del cálculo del tránsito

La muestra se obtuvo, en los cuatro tiempos de la evaluación por Punto de verificación (PV) (10:00 am. 12:00 m. 02:00 pm. 04:00 pm.); tomándose como técnica la "observación", con una lista de cotejo. Considerando un tiempo de treinta minutos (30:00 minutos), donde se contó visualmente la cantidad de vehículos, que pasan por el cruce de las calles de cuatro esquinas. En los tres (3) días que se evaluó cada punto de verificación.

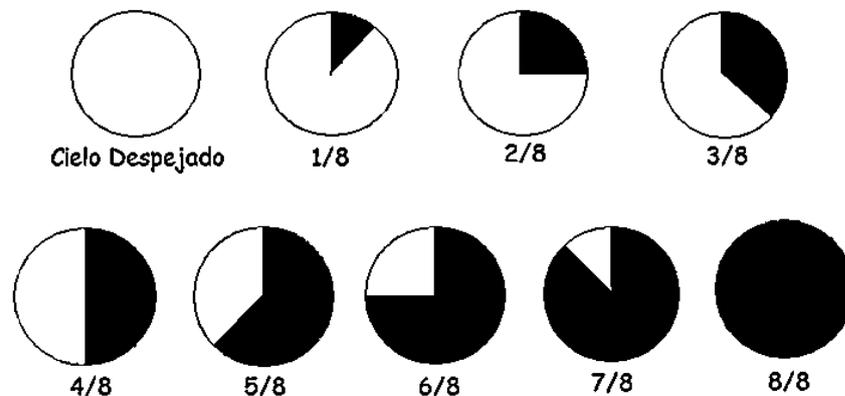


Figura 37. Evaluación de tránsito de vehículos en 30 minutos, en un cruce vehicular, como punto de verificación.

### 3.3.2.3. Muestra del Clima

La muestra se obtuvo, aplicando la identificación y observación de nubes para traductores e intérpretes de la OMM, donde la cobertura total de nubes se refiere a la porción del cielo que está oculta por todas las nubes observables. Es importante diferenciar este término del de cantidad de nubes, que se refiere a la fracción del cielo que está cubierta por nubes de un tipo específico o por una combinación particular de nubes. Este último concepto puede incluir categorías como género, especie, variedad, capa o una combinación específica de nubes. Expresado por Rubén Del Campo Hernández (40)

Para calcular la cobertura total de nubes, lo primero que debemos hacer es imaginar el cielo dividido en 8 secciones iguales y determinar cuántas de esas secciones estaría ocupada por nubes si se concentraran en una misma área del cielo. En otras palabras, separamos mentalmente el cielo en dos mitades: una clara y otra nublada. Una vez que hayamos hecho esta separación, contamos cuántos octavos hay en la parte cubierta o, si es más sencillo, en la parte despejada; en este último caso, restando la parte despejada de 8, también obtendremos los octavos de cielo cubierto. La cobertura de nubes se mide en “octas”: un cielo completamente despejado tiene cero “octas” de nubes; si la mitad está nublada y la otra mitad está clara, se considera que tiene cuatro “octas”. Un cielo totalmente cubierto se clasifica como teniendo ocho “octas” de nubes. (40)



Dibujo esquemático que refleja la cantidad de nubes que cubren el cielo (cobertura total de nubes). Se emplean las octas, es decir, el número de partes de cielo cubierto de un total de ocho.

**Figura 38.** Estimación de la cobertura de nube, según R. Del Campo H. (40)



**Figura 39. Fotos R. Del Campo H. (40)**

Nota: Para esta investigación: el cielo despejado (0/8), se usa el término “Soleado”, cielo con nubosidad (8/8), se usa el término “Nublado”, y cielo con cuatro “octas” de nubosidad (4/8) usamos “Parcialmente nublado”.

#### **3.3.2.4. Muestra de la temperatura**

La temperatura fue obtenida a partir de ubicar directamente el elemento a analizar (pavimento o área verde), y sosteniendo el instrumento Pistola de calor infrarroja, a una distancia de 30 cm. con respecto al elemento a analizar, por un espacio de fracción de segundos, hasta que se establezca el marcador digital y después, tomar la marcación en la hoja de tartajeo.



**Figura 40.** Lectura de temperatura con termómetro digital sobre pavimento rígido, flexible y área verde.

### 3.3.2.5. Muestra del tipo de área verde

El tipo de área verde anotada, se hizo en base a la observación directa, en el área circunscrita del punto de verificación ( $3.1416 \times 25^2 \text{ m} = 1.963.50 \text{ m}^2$ ), de tal forma, que se identificaron tres tipos de áreas proyectadas para la recreación pasiva, social, de descanso, relajación, observación de la naturaleza, según definición de la Municipalidad de Lima (41).

Es fundamental considerar un tamaño mínimo adecuado para las áreas verdes. Según Doick y Hutchings (42), las zonas verdes que tienen menos de  $0,05 \text{ km}^2$  ( $50,000 \text{ m}^2$ ) brindan una contribución mínima a la refrigeración. Esto respalda la idea de que se necesita un tamaño específico para establecer un sistema de parque-brisa, sugiriendo que los parques de mayor tamaño son capaces de generar brisas más extensas que facilitan un mayor flujo de refrigeración hacia el entorno urbano circundante, incluso ante un ligero gradiente de temperatura. (42)

Para nuestra investigación identificamos los siguientes elementos:

- **Grass:** Pocos o ningún árbol. Se asocia a pastos naturales, agrícolas o parques urbanos. (43)
- **Arbustos:** Disposición abierta de arbustos, matorrales y árboles de pequeño tamaño y leñosos. Cubierta del suelo mayormente permeable. Se asocia a matorrales naturales o agricultura.
- **Árboles:** Paisaje ligeramente arbolado con árboles de hoja caduca y/o de hoja perenne. Cobertura del suelo mayormente permeable. Se asocia a bosques naturales, cultivo de árboles o parques urbanos. (43)



**Figura 41.** Tipos de áreas verdes encontradas: Grass, Arbustos y Árboles.

### 3.3.2.6. Muestra de Tipología urbana

El enfoque de trabajo utilizado en este estudio es similar al de investigaciones previas realizadas en diversas ciudades a nivel mundial, y se fundamenta en las “Zonas Climáticas Locales” (LCZ, por sus siglas en inglés), las cuales fueron definidas por Stewart y Oke (2012) como áreas urbanas que presentan uniformidad en aspectos como superficie, estructura, material y actividad humana (43). Esta clasificación de espacios urbanos “tipo” se basa en criterios fundamentales propuestos por Grigg (1965), que incluyen (43):

- Una nomenclatura clara y lógica para nombrar y describir la superficie urbana.
- La capacidad de facilitar la transferencia de información al asociar objetos y áreas del mundo real con un sistema general y organizado en categorías.
- La simplificación del área de estudio, lo que permite formular afirmaciones teóricas sobre sus características y relaciones.

Stewart y Oke (2012) añaden un elemento adicional a estos criterios al proponer un conjunto de categorías que permiten caracterizar cualquier gran ciudad del mundo (43). Esta clasificación es independiente de factores socioeconómicos y culturales locales, e incorpora atributos urbanos tanto cualitativos como cuantitativos, tales como textura, morfología y estructura, que son fundamentales para entender el clima urbano (Oke et al., 2017) (44).

La clasificación de las LCZ se divide en dos grupos de categorías: (43)

- **Espacios edificados:** Esta categoría incluye diferentes tipos de construcción, los cuales varían según el grado de desarrollo. Cada tipo de construcción está asociado a un tipo específico de cobertura terrestre. Por ejemplo, las áreas urbanas compactas y de alta densidad presentan pavimento, mientras que las zonas residenciales más abiertas suelen tener árboles dispersos o vegetación de baja altura. (43)
- **Espacios no edificados:** Esta categoría abarca una variedad de coberturas de suelo, que van desde áreas con vegetación densa hasta suelos desnudos o pavimentados. (43)

De las diecisiete tipologías consideradas por LCZ, se asumen dos (2) para esta investigación:

- **De gran altura:** Construcciones separadas de gran altura, con decenas de pisos. Abundante suelo permeable (plantas bajas y árboles dispersos). Materiales de construcción: hormigón, acero, piedra y materiales de construcción de vidrio. (43)
- **De mediana altura:** Construcciones separadas de mediana altura (3-9 pisos). Abundante suelo permeable (plantas bajas, árboles dispersos). Materiales de construcción: hormigón, acero, piedra y vidrio. (43)
- **De baja altura:** Construcciones separadas de baja altura (1-3 pisos). Abundante suelo permeable (plantas bajas, árboles dispersos). Materiales de construcción: madera, ladrillo, piedra, teja y hormigón. (43)



**Figura 42.** Tipología urbana: de gran altura, de mediana altura y de baja altura.

### 3.3.3. Tipo de Muestreo

Según Carrasco (34), el tipo de muestreo no probabilístico refiere a un enfoque de selección de muestra donde la probabilidad de que un elemento específico sea incluido en la muestra no se puede determinar de antemano. Este tipo de muestreo se basa en criterios no aleatorios, como la disponibilidad, el juicio del investigador o la conveniencia, lo que puede conducir a muestras no representativas de la población completa y limitar la generalización de los resultados. (34)

Según Hernández & et al (35), se usó una muestra no probabilística o dirigida, donde se seleccionó los casos por un propósito de características propias de cuatro etapas de selección, para ser consideradas elegibles, como: (1) concentración urbana de peatones y vehículos; (2) Cruces vehiculares con presencia de pavimento flexible, rígido y áreas verdes cercanas (3) Área circular de 50m. de radio, en cada cruce seleccionado, para delimitar áreas de pavimentos y área verde en metros cuadrados por fotogrametría y (4) Elección de cantidad de mediciones escalonadas (10:00; 12:00, 14:00 y 16:00 horas) y tres (3) días de medición por punto de verificación. (35)

Muestreo no Probabilístico; empleamos un muestreo de tipo no probabilístico en nuestra investigación debido a varias razones específicas que se alinean con nuestros objetivos y limitaciones. En primer lugar, el muestreo no probabilístico nos permite seleccionar casos específicos que son relevantes para nuestro estudio sobre la incidencia de pavimentos en el

Fenómeno de Isla de Calor Urbano en Huancayo. Al enfocarnos en áreas específicas o casos representativos, podemos obtener información detallada y en profundidad sobre el impacto de los pavimentos en la temperatura urbana.

### 3.4. Metodología de desarrollo

La metodología que se empleará, comprende en un primer momento la observación de la zona a realizar el estudio, seguidamente del desarrollo de la metodología a través de la toma de puntos (toma de temperatura) y el análisis completo de los resultados tomados a partir de mediciones en determinados tiempos (10:00 am, 12:00 m., 02:00 pm. y 04:00 pm.). La metodología está plasmada en un diseño metodológico (ver figura N° 01) que comprende el uso de herramientas tecnológicas, estadísticas, de programación, de redacción y de valoraciones.

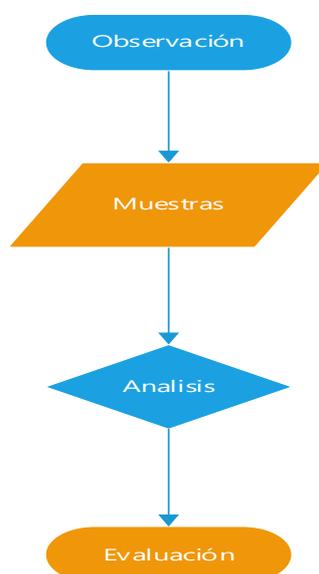


Figura 43. Diseño metodológico

### 3.5. Técnicas e Instrumentos de recolección de datos

#### 3.5.1. Técnica

Se usó la técnica de la observación, que se basa en recolectar sistemáticamente de forma válida y confiable situaciones observables, susceptibles de medición posterior. Que en nuestro caso son cantidades cuantitativas de temperatura y hora de una zona establecida como pavimento flexible, rígido y área verde, en la ciudad de Huancayo. (35)

#### 3.5.2. Instrumentos

##### De temperatura

Como instrumento para medir la temperatura, se usó una “PISTOLA DE CALOR INFRARROJA”, marca UNI - T Modelo UT-300S, calibrada en  $\pm 2$  °C y validada por el

fabricante, para este propósito y una lista de cotejo, para anotar la cantidad de calor detectada en la zona de medida; en este caso, el pavimento flexible, rígido y el área verde, en la ciudad de Huancayo. La forma de uso, fue de sostener el equipo a una distancia de 30 cm. del elemento a medir (pavimento o área verde), por una fracción de segundos, hasta que se establezca la marca y realizar la anotación.



**Figura 44.** Pistola de calor infrarroja marca UNI-T modelo UT-300S

### De tiempo

Se usó un RELOJ DIGITAL DE CELULAR, marca SAMSUNG Modelo S-22, con la zona horaria de Perú (GMT-5), el cual era encendido, cuando se empezaba a medir.



**Figura 45.** Reloj digital Celular SAMSUNG modelo S-22

### De fotogrametría

Como instrumento para el levantamiento topográfico, que nos permitió el cálculo del área de los puntos de Verificación (PV), se usó un DRON RTK, marca DJI, modelo MAVIC 3 ENTERPRICE, que hizo el trabajo de fotogrametría, en las dos zonas de estudio (zona 1 y zona

2) para posteriormente calcular el área de cada elemento de análisis, en el círculo de cada punto de verificación (círculo de 50m. de radio).



**Figura 46.** *Dron RTK, marca DJI, modelo MAVIC ENTERPRICE*

### **3.6. Procedimiento de análisis de Datos**

El procedimiento usado se basó en dos análisis estadísticos básicos:

#### **3.6.1. Estadística descriptiva**

Ayudado por polígonos y tablas de frecuencias, según intervalos, rangos, para disminuir la cantidad de datos de la muestra, agrupándolos. Se realizó comparaciones gráficas de los pavimentos flexibles, rígidos y áreas verdes, evaluándose en los cuatro (4) periodos de tiempo. Además, se usó medidas de tendencia central, como la media, la mediana y la moda (35).

Los datos fueron ordenados, según rangos de valores máximos y mínimos en un número de tres (3) grupos escalonados y evaluados para su interpretación estadística.

En el caso de las áreas de pavimento rígido, flexible y área verde, se usó los valores máximos y mínimos, de estas tres áreas, para su calificación en tres rangos. Para el caso de Tipología urbana, por ser valores altos, se hizo una clasificación separada, con sus propios tres rangos.

#### **3.6.2. Estadística inferencial**

Los datos obtenidos y clasificados, fueron sometidos a una recodificación según baremos de clasificación dicotómica (1 se cumple el límite; 0 no se cumple el límite), para posteriormente calcularse los respectivos coeficientes de correlación, entre las variables.

Por tener más de 60 observaciones (4 horas por 3 suelos por 8 puntos de extracción (4 cruces + 4 vías trabadas) por 2 zonas de alto y bajo tránsito urbano = 192 observaciones), para determinar, la posibilidad de obtener una correlación de variabilidad (35).

### **3.7. Procedimiento**

Cuyo procedimiento es el siguiente:

- Búsqueda de bibliografía especialidad en el tema.
- Determinación de zonas para empezar a estudiar. La determinación de las zonas está relacionada no solo con el tipo de material usado para su construcción (asfalto y/o concreto), sino de la presencia de elementos particulares que puede tener a su alrededor (edificios altos que generen sombras, presencia de vegetación cercana, presencia de alto tránsito peatonal, presencia de vehículos de carga ligera o pesada, etc.).
- Toma de temperaturas en pavimento de asfalto, concreto y zona verde, en cuatro momentos del día. La toma de temperatura se realizó con termómetros de laboratorio en un tiempo de 7 minutos aproximadamente por toma.
- Análisis cuantitativos y cualitativos a partir de los datos tomados en la medición.
- Generación de cuadros y gráficos que muestran técnicamente el estudio generado.
- Interpretación y conclusión, proveniente de los análisis de los cuadros y gráficos estadísticos. Es válido mencionar que las interpretaciones y conclusiones deberán estar validadas por bibliografía que esté relacionada con el tema.
- Emisión de planos de isotermas que muestran el fenómeno de temperatura en las zonas en estudio.

### 3.7.1. Ubicación desarrollo

#### **Ciudad de Estudio: Huancayo, Perú**

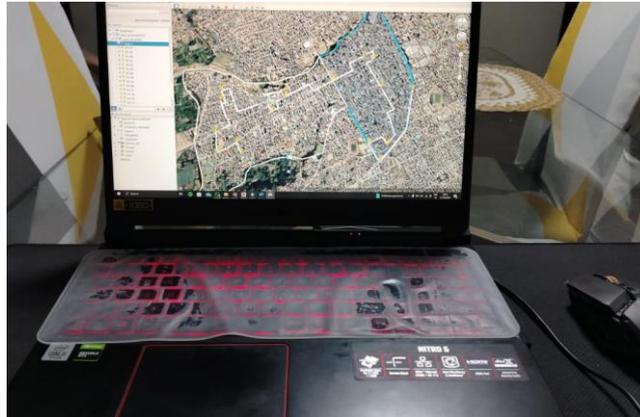
- **Ubicación Geográfica:** Huancayo se encuentra en el centro de Perú, en la región de Junín, a una altitud aproximada de 3,200 metros sobre el nivel del mar.
- **Clima:** La ciudad posee un clima templado, con una temperatura media anual de alrededor de 13°C, pero con fluctuaciones significativas entre el día y la noche, lo que puede influir en la formación de islas de calor.
- **Contexto Urbano:** Huancayo es una ciudad en expansión con áreas urbanas de mediana y baja altura, y zonas con diferentes tipos de pavimentación, lo que la convierte en un sitio ideal para estudiar la incidencia de pavimentos en el fenómeno de islas de calor.

### 3.7.2. Selección de Áreas de Estudio

#### **Criterios de Selección:**

- **Diversidad de Pavimentos:** Se seleccionaron áreas que presentan pavimentos rígidos (concreto) y flexibles (asfalto) para una comparación directa.

- **Presencia de Áreas Verdes:** Zonas con presencia significativa de áreas verdes fueron incluidas para evaluar su efecto moderador en las islas de calor.
- **Tipología Urbana:** Se consideraron áreas urbanas con diferentes alturas de edificación (mediana y baja) para observar cómo la tipología urbana puede influir en la distribución del calor.



**Figura 47.** Selección de áreas de Estudio

Fuente: Elaboración propia

#### Áreas Específicas:

##### a) Sector Huancayo Centro

###### Descripción:

- **Ubicación:** Este sector se encuentra en el núcleo urbano de la ciudad de Huancayo, caracterizado por una alta densidad de edificaciones y una infraestructura vial significativa.

###### Características Geográficas:

- **Topografía:** Predomina una topografía relativamente plana con algunas variaciones menores debido a la urbanización.
- **Pavimentación:** En esta área se pueden observar principalmente pavimentos rígidos (concreto) que forman parte de las calles principales y avenidas.
- **Entorno:** El área está densamente poblada, con edificios de mediana altura y una mezcla de comercios, oficinas y residencias.

###### Relevancia para el Estudio:

- **Justificación:** Este sector es representativo de las zonas con alta concentración de pavimentos rígidos y es crucial para evaluar su impacto en el fenómeno de

islas de calor debido a la elevada actividad urbana y la escasa presencia de áreas verdes.

## **b) Sector La Ribera**

### **Descripción:**

- **Ubicación:** Situado en la periferia de Huancayo, este sector presenta características urbanas distintas en comparación con el centro de la ciudad.

### **Características Geográficas:**

- **Topografía:** La topografía en este sector es más variable, con algunas áreas inclinadas y zonas planas.
- **Pavimentación:** Aquí se encuentran predominantemente pavimentos flexibles (asfalto) en las principales vías, así como zonas de tránsito menos intensivo.
- **Entorno:** El área cuenta con una mezcla de edificaciones de baja altura y una mayor proporción de áreas verdes y espacios abiertos.

### **Relevancia para el Estudio:**

- **Justificación:** Este sector es relevante para comparar cómo los pavimentos flexibles afectan el fenómeno de islas de calor en un entorno menos denso y con mayor presencia de áreas verdes, proporcionando una perspectiva contrastante con el Sector Huancayo Centro.

La fotografía adjunta proporciona una visión clara de las delimitaciones y características de estos dos sectores, facilitando la comprensión de la distribución espacial de los diferentes tipos de pavimentos y su influencia en el fenómeno de islas de calor.

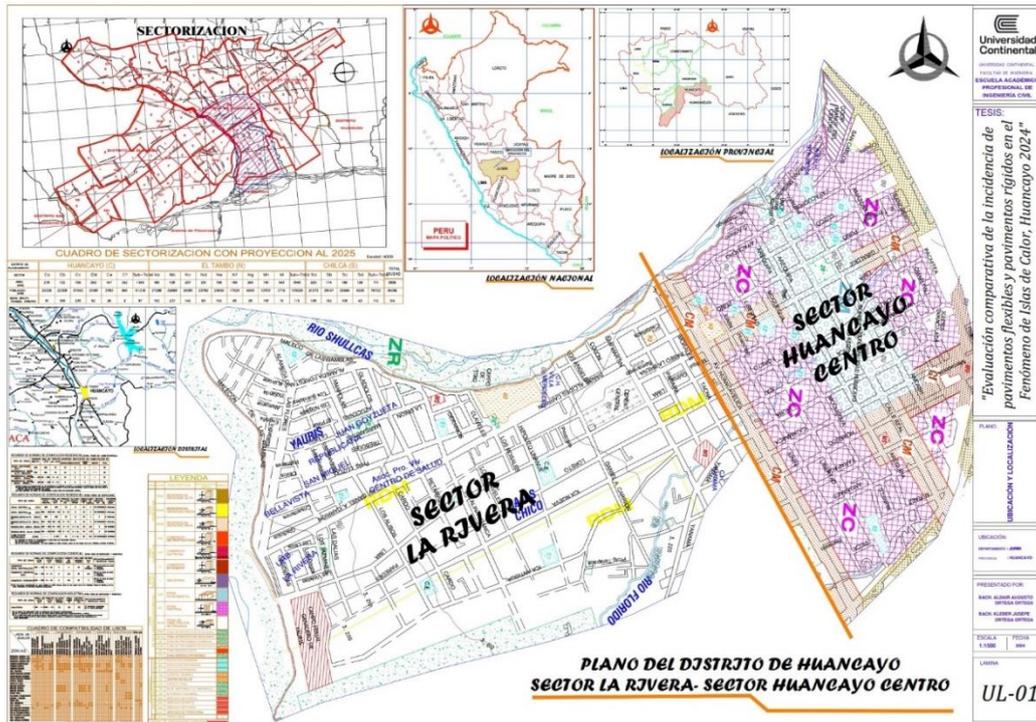


Figura 48. Selección de áreas de estudio

Fuente: Elaboración propia

### 3.7.3. Trazado de Ruta Estratégica



Figura 49. Trazo de Ruta estratégica

Fuente: Elaboración propia

En la imagen se puede observar el trazado de la ruta estratégica diseñada para la toma de muestras en los diferentes puntos de verificación. Esta ruta ha sido planificada para garantizar una

cobertura completa de las áreas seleccionadas en los sectores Huancayo Centro y La Ribera, facilitando la recolección de datos representativos sobre los efectos de los pavimentos en el fenómeno de islas de calor. Los puntos de verificación, situados en ubicaciones clave a lo largo de vías principales y secundarias, han sido escogidos para capturar una variabilidad significativa en las condiciones ambientales y de pavimentación. La ruta ha sido optimizada para asegurar un acceso eficiente y minimizar el tiempo de desplazamiento entre puntos, y durante la toma de muestras.



**Figura 50.** *Instalación de Equipos Mavic enterprise 3 RTK*

**Fuente:** Elaboración propia

Posterior a la planificación y sectorización, se realizó un levantamiento fotogramétrico utilizando un dron, lo cual fue fundamental para la optimización de la planificación y los trabajos experimentales relacionados con la toma de muestras en ambos sectores. El uso del dron permitió obtener imágenes aéreas detalladas de los sectores Huancayo Centro y La Ribera, proporcionando una visión clara y precisa de la distribución de los pavimentos, las áreas verdes y las características urbanas.



**Figura 51.** *Levantamiento topográfico Sector Huancayo - Centro*

**Fuente:** Elaboración propia

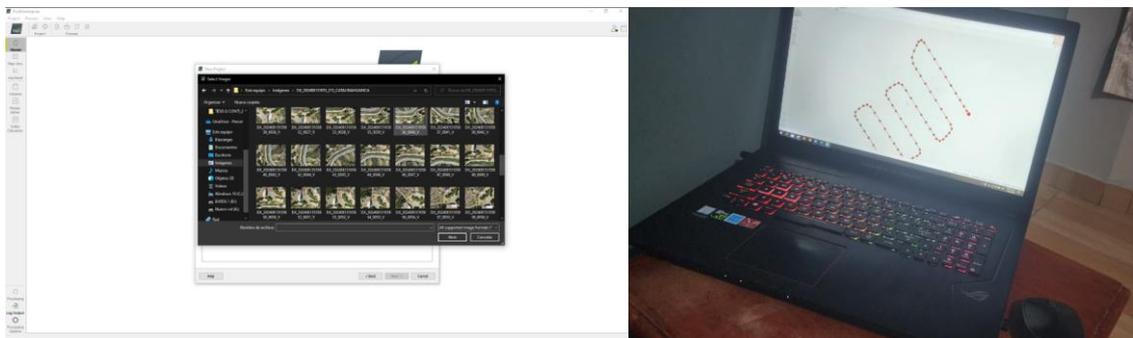
Se llevó a cabo el levantamiento fotogramétrico del sector Huancayo Centro utilizando el equipo Mavic Enterprise 3 RTK. Este proceso consistió en capturar imágenes aéreas de alta resolución para crear un modelo tridimensional detallado del área de estudio. El dron, equipado con tecnología RTK, proporcionó datos precisos sobre la topografía, la distribución de pavimentos y las características urbanas del sector.



**Figura 52.** Levantamiento topográfico Sector La Rivera

**Fuente:** Elaboración propia

Se realizó la instalación de los equipos Mavic 3 Enterprise RTK para el levantamiento fotogramétrico en el sector La Ribera. La instalación incluyó la configuración y calibración del dron, equipado con tecnología RTK (Real-Time Kinematic), que permite la captura de imágenes aéreas con alta precisión y resolución.



**Figura 53.** Trabajo de Gabinete - Software Pix4Dmapper

**Fuente:** Elaboración propia

Luego se procedió a procesar el levantamiento fotogramétrico en gabinete utilizando el software

Pix4Dmapper. Este software especializado permitió la creación de un modelo tridimensional detallado del sector, a partir de las imágenes aéreas capturadas por el dron. El proceso incluyó la alineación y el ajuste de las imágenes, la generación de ortofotos y la reconstrucción de nubes de puntos, proporcionando una representación precisa de la topografía y las características urbanas. El uso de Pix4Dmapper facilitó el análisis detallado de los datos, la planificación de las rutas de muestreo y la identificación de áreas clave para la investigación del fenómeno de islas de calor en los sectores estudiados

#### 3.7.4. Toma de Muestras

Para el **indicador de tráfico**, se procedió a realizar el control de tráfico en los diferentes puntos de verificación en ambos sectores de estudio. Este proceso incluyó la observación y el registro detallado del flujo vehicular en cada punto de muestreo, con el objetivo de evaluar cómo la intensidad del tráfico puede influir en el fenómeno de islas de calor. El control de tráfico se llevó a cabo mediante observaciones directas en distintos momentos del día para capturar variaciones en el volumen y la intensidad del tránsito. Los datos obtenidos fueron anotados en las fichas de recolección y se utilizaron para analizar su impacto potencial en la temperatura superficial de los pavimentos y las áreas circundantes.



**Figura 54.** *Control de Tráfico PV-01*

**Fuente:** Elaboración propia

En la siguiente figura se aprecia el control de Tráfico en el punto de verificación PV-01, ubicado en el sector Huancayo Centro, específicamente en la intersección de la Av. Ferrocarril con Jr. Huánuco. En este punto de verificación, se llevó a cabo un monitoreo exhaustivo del flujo

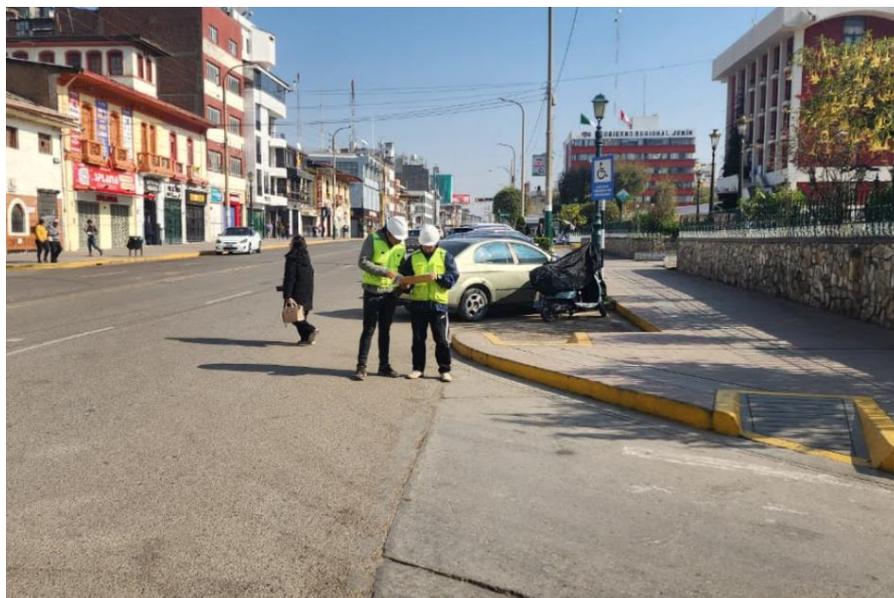
vehicular para evaluar su impacto en el fenómeno de islas de calor.



**Figura 55.** *Control de Tráfico PV-02*

**Fuente:** Elaboración propia

A continuación, en la siguiente figura se aprecia el Control de Tráfico en el punto de verificación PV-02, ubicado en el sector Huancayo Centro, específicamente en la intersección de la Av. Ferrocarril con Jr. Huancavelica. En este punto, se realizó un monitoreo detallado del flujo vehicular para evaluar su influencia en el fenómeno de islas de calor.



**Figura 56.** *Control de Tráfico PV-05*

**Fuente:** Elaboración propia

De manera similar, en la siguiente figura se aprecia el Control de Tráfico en el punto de verificación PV-05, ubicado en el sector Huancayo Centro, específicamente en la Av. Real,

cuadra 13. En este punto, se llevó a cabo un monitoreo detallado del flujo vehicular para evaluar su impacto en el fenómeno de islas de calor. Se instalaron dispositivos de conteo y registro en la intersección de Av. Real con Jr. Real para capturar datos precisos sobre la intensidad y el volumen del tráfico.



**Figura 57. Control de Tráfico PV-07**

**Fuente:** Elaboración propia

Además, en la siguiente figura se aprecia el Control de Tráfico en el punto de verificación PV-07, ubicado en el sector Huancayo Centro, en la intersección de Av. Real con Calle Puno. En este punto, se realizó un monitoreo exhaustivo del flujo vehicular para analizar su efecto en el fenómeno de islas de calor.



**Figura 58. Control de Tráfico PV-09**

Fuente: Elaboración propia

Finalmente, en la siguiente figura se aprecia el Control de Tráfico en el punto de verificación PV-09, ubicado en el sector La Ribera, específicamente en la Av. Daniel Alcides Carrión. En este punto, se llevó a cabo un monitoreo detallado del flujo vehicular para evaluar su impacto en el fenómeno de islas de calor.

#### 4.1.2. Desarrollo



**Figura 59.** Toma de Muestra PV 01–Temperatura Pav. Flexible y Área verde (Hcyo-Centro)

En la siguiente figura se aprecia, que muestra la toma de muestras en campo en el punto de verificación 01. En esta imagen, se puede observar el proceso de medición de la temperatura en el pavimento flexible y en el área verde correspondiente al Sector-01, Huancayo Centro.



**Figura 60.** Toma de Muestra PV 02–Temperatura Pav. Flexible y Área verde (Hcyo-Centro)

En la siguiente figura se aprecia, que muestra la toma de muestras en campo en el punto de verificación 02. En esta imagen, se observa la medición de la temperatura en el pavimento flexible y en el área verde del Sector-01, Huancayo Centro.



**Figura 61.** Toma de Muestra PV 02–Temperatura Pav. Flexible y Área verde (Hcyo-Centro)

En la siguiente figura se aprecia, que muestra la toma de muestras en campo en el punto de verificación 03. En esta imagen, se observa la medición de la temperatura en el pavimento rígido del Sector-01, Huancayo Centro.



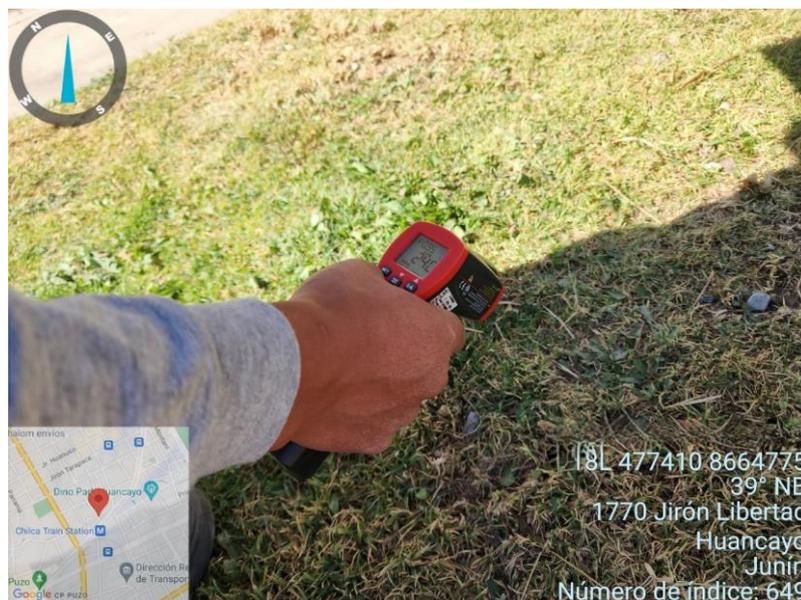
**Figura 62.** Toma de Muestra PV 03–Temperatura Pav. Rígido (Hcyo-Centro)

En la siguiente figura se aprecia que muestra la toma de muestras en campo en el punto de verificación 03. En esta imagen, se observa la medición de la temperatura en el pavimento rígido del Sector-01, Huancayo Centro.



**Figura 63.** Toma de Muestra PV 04–Temperatura Pav. Flexible (Hcyo-Centro)

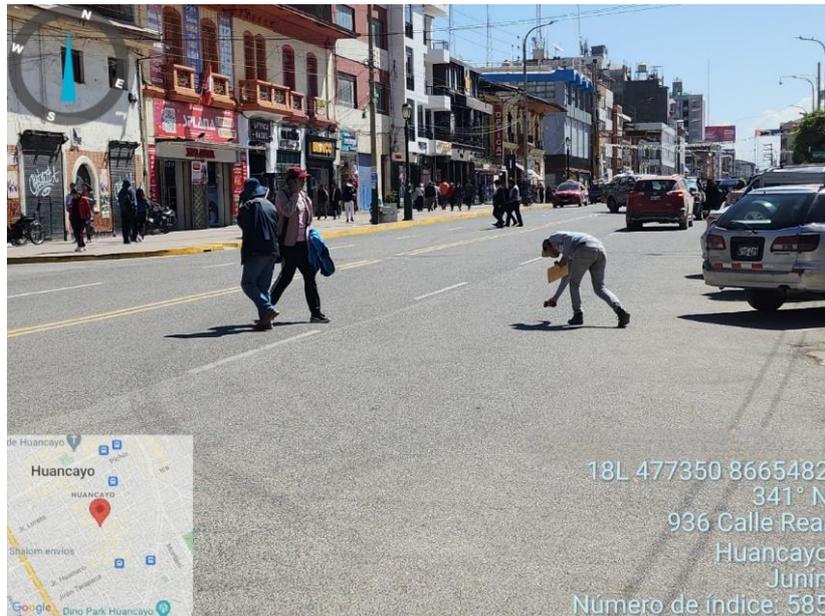
En la siguiente figura se aprecia , que muestra la toma de muestras en campo en el punto de verificación 04. En esta imagen, se observa la medición de la temperatura en el pavimento flexible del Sector-01, Huancayo Centro.



**Figura 64.** Toma de Muestra PV 04–Temperatura Área verde (Hcyo-Centro)

En la siguiente figura se aprecia, que muestra la toma de muestras en campo en el punto de

verificación 04. En esta imagen, se observa la medición de la temperatura en el área verde del Sector-01, Huancayo Centro.



**Figura 65.** Toma de Muestra PV 05–Temperatura Pav. Flexible (Hcayo-Centro)

En la siguiente figura se aprecia, que muestra la toma de muestras en campo en el punto de verificación 05. En esta imagen, se observa la medición de la temperatura en el pavimento flexible del Sector-01, Huancayo Centro.



**Figura 66.** Toma de Muestra PV 10 –Temperatura Área verde (Sector La Ribera)

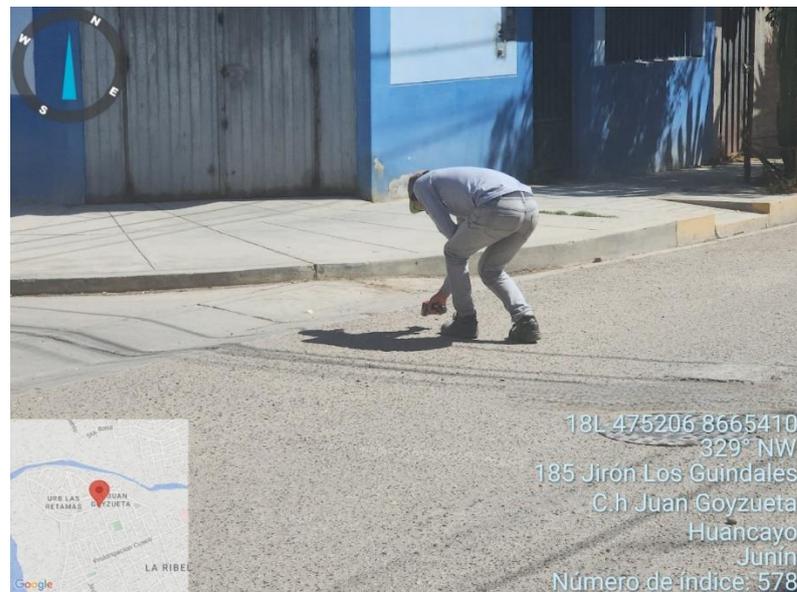
En la siguiente figura se aprecia, que muestra la toma de muestras en campo en el punto de

verificación 10. En esta imagen, se observa la medición de la temperatura en el área verde del Sector-02, La Ribera.



**Figura 67.** Toma de Muestra PV 10 –Temperatura Pavimento Flexible (Sector La Ribera)

En la siguiente figura se aprecia, que muestra la toma de muestras en campo en el punto de verificación 10. En esta imagen, se observa la medición de la temperatura en el pavimento flexible del Sector-02, La Ribera.



**Figura 68.** Toma de Muestra PV 11 –Temperatura Pavimento Flexible (Sector La Ribera)

En la siguiente figura se aprecia, que muestra la toma de muestras en campo en el punto de verificación 11. En esta imagen, se observa la medición de la temperatura en el pavimento

flexible del Sector-02, La Ribera.



**Figura 69.** Toma de Muestra PV 11 –Temperatura Área verde (Sector La Ribera)

En la siguiente figura se aprecia, que muestra la toma de muestras en campo en el punto de verificación 11. En esta imagen, se observa la medición de la temperatura en el área verde del Sector-02, La Ribera.



**Figura 70.** Toma de Muestra PV 12 –Pav. Flexible y Área verde (Sector La Ribera)

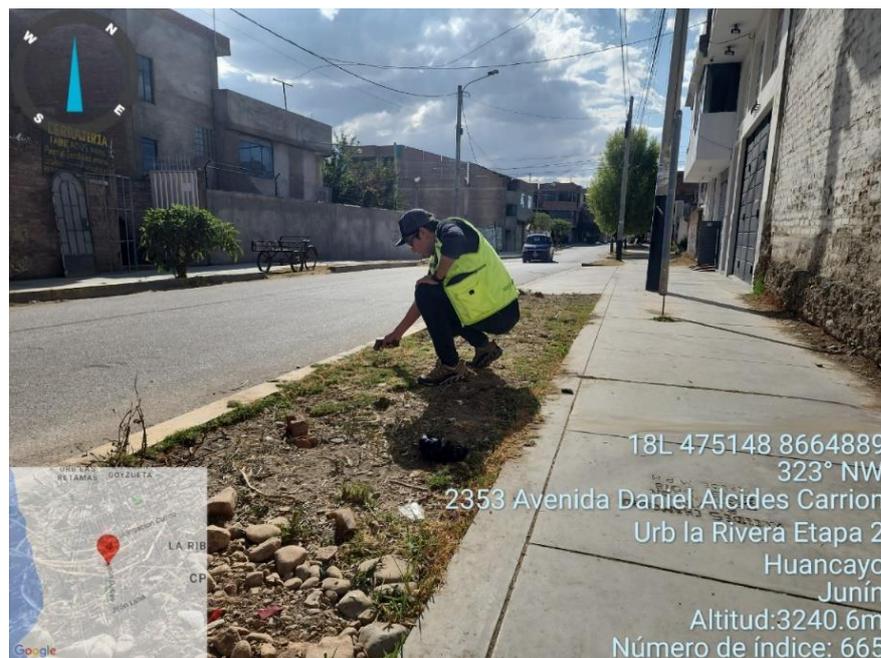
En la siguiente figura se aprecia, que muestra la toma de muestras en campo en el punto de

verificación 12. En esta imagen, se observa la medición de la temperatura tanto en el pavimento flexible como en el área verde del Sector-02, La Ribera.



**Figura 71.** Toma de Muestra PV 12 –Temperatura Pavimento Flexible (Sector La Ribera)

En la siguiente figura se aprecia, que muestra la toma de muestras en campo en el punto de verificación 12. En esta imagen, se observa la medición de la temperatura en el pavimento flexible del Sector-02, La Ribera.



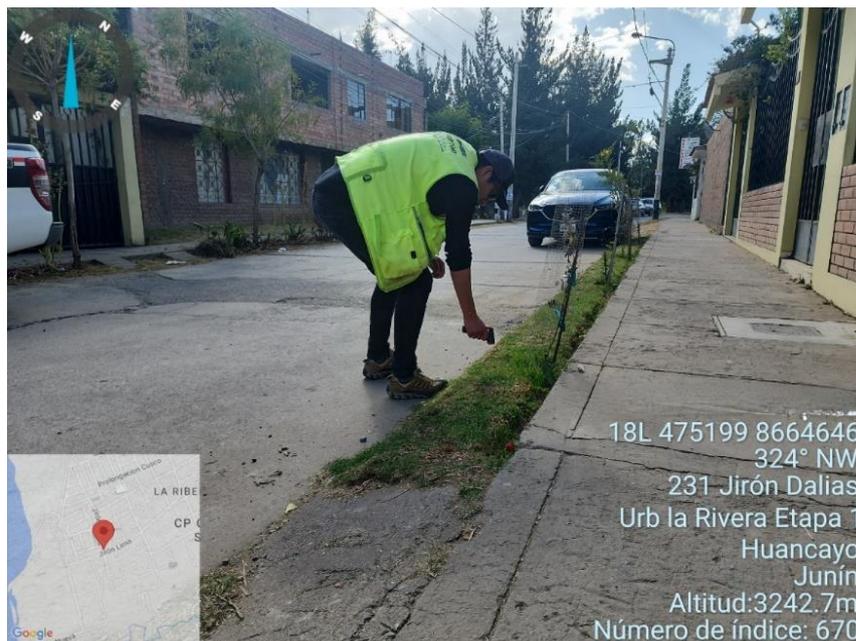
**Figura 72.** Toma de Muestra PV 13 –Temperatura Área verde (Sector La Ribera)

En la siguiente figura se aprecia que muestra la toma de muestras en campo en el punto de verificación 13. En esta imagen, se observa la medición de la temperatura en el área verde del Sector-02, La Ribera.



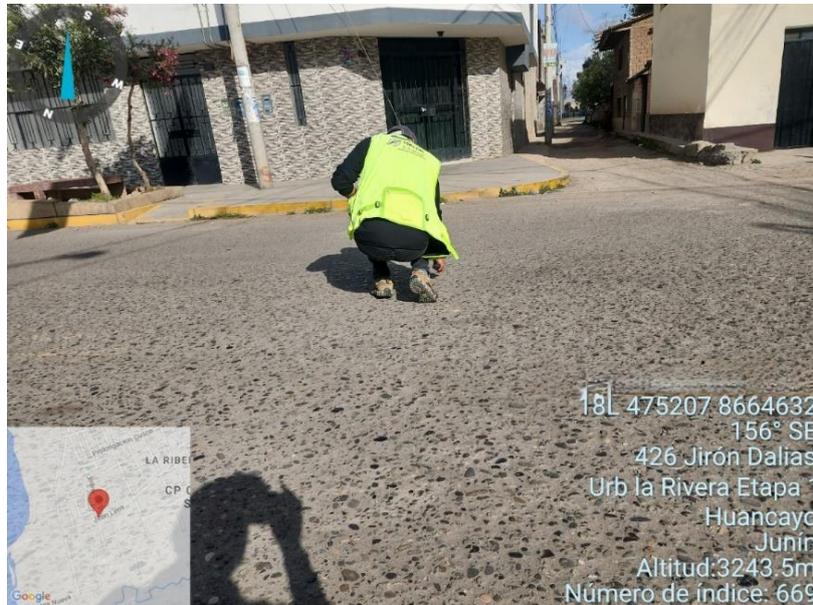
**Figura 73.** Toma de Muestra PV 13 –Temperatura Pavimento Flexible (Sector La Ribera)

En la siguiente figura se aprecia, que muestra la toma de muestras en campo en el punto de verificación 13. En esta imagen, se observa la medición de la temperatura en el pavimento flexible del Sector-02, La Ribera.



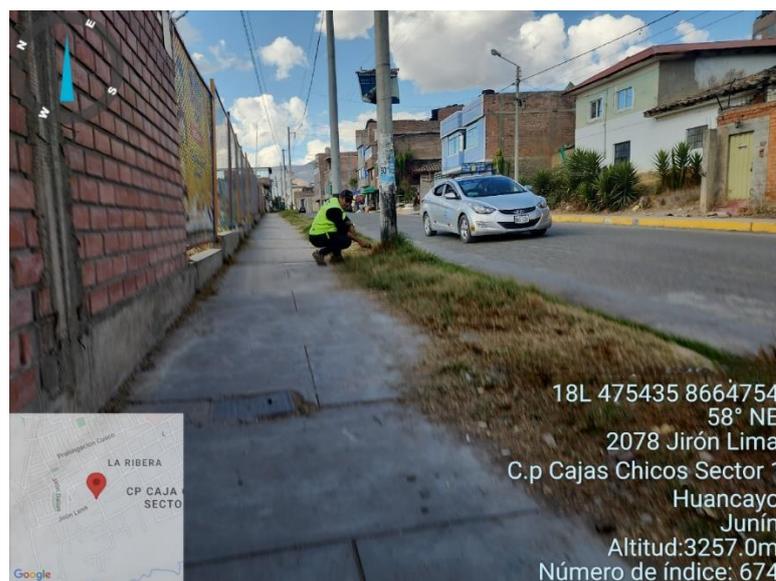
**Figura 74.** Toma de Muestra PV 14 –Temperatura Área verde (Sector La Ribera)

En la siguiente figura se aprecia la Fotografía-16, que muestra la toma de muestras en campo en el punto de verificación 14. En esta imagen, se observa la medición de la temperatura en el área verde del Sector-02, La Ribera.



**Figura 75.** Toma de Muestra PV 14 –Temperatura Pavimento Flexible (Sector La Ribera)

En la siguiente figura se aprecia la Fotografía-17, que muestra la toma de muestras en campo en el punto de verificación 14. En esta imagen, se observa la medición de la temperatura en el pavimento flexible del Sector-02, La Ribera.



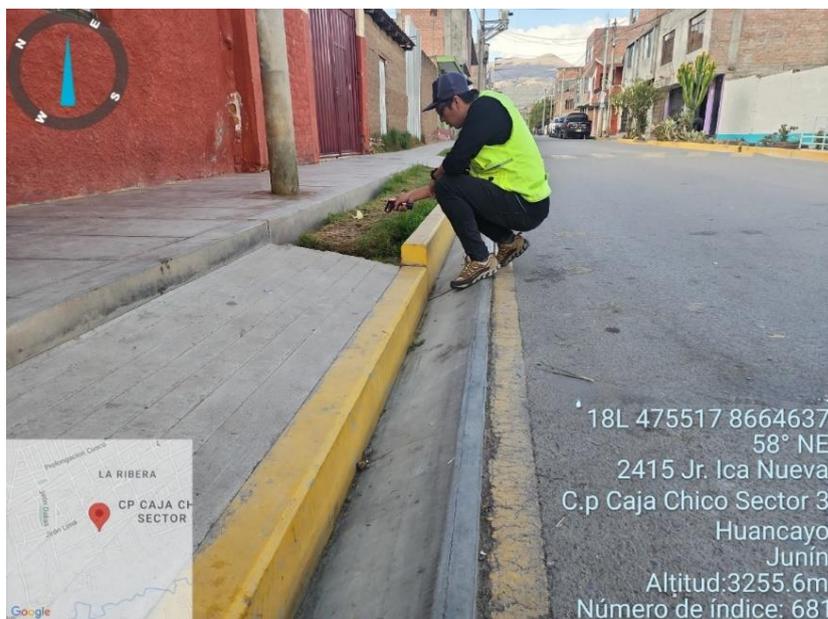
**Figura 76.** Toma de Muestra PV 15 –Temperatura Área verde (Sector La Ribera)

En la siguiente figura se aprecia la Fotografía-18, que muestra la toma de muestras en campo en el punto de verificación 15. En esta imagen, se observa la medición de la temperatura en el área verde del Sector-02, La Ribera.



**Figura 77.** Toma de Muestra PV 15 –Temperatura Pavimento Flexible (Sector La Ribera)

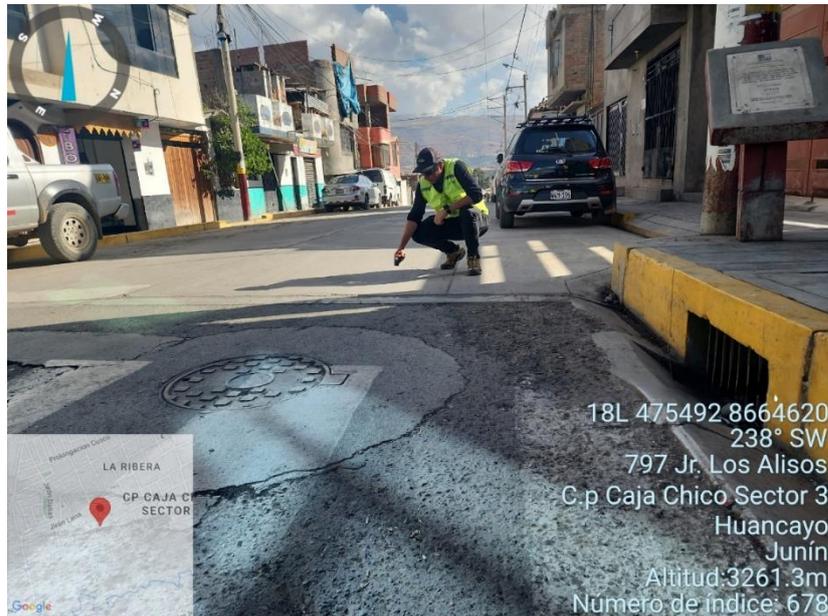
En la siguiente figura se aprecia la Fotografía-19, que muestra la toma de muestras en campo en el punto de verificación 15. En esta imagen, se observa la medición de la temperatura en el pavimento flexible del Sector-02, La Ribera.



**Figura 78.** Toma de Muestra PV 10 –Temperatura Área verde (Sector La Ribera)

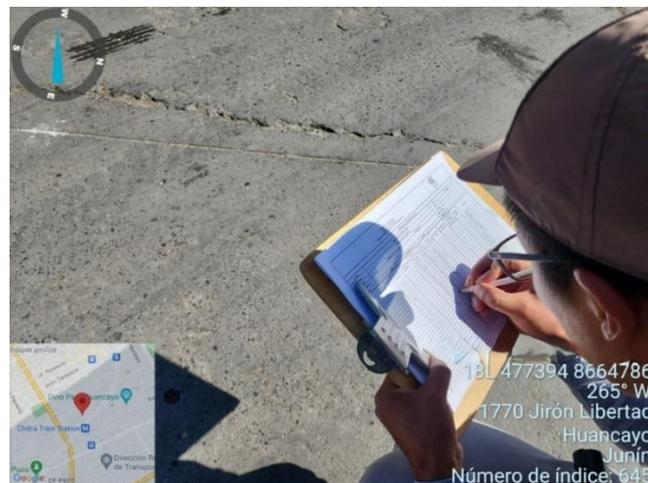
En la siguiente figura se aprecia la Fotografía-20, que muestra la toma de muestras en campo en

el punto de verificación 16. En esta imagen, se observa la medición de la temperatura en el área verde del Sector-02, La Ribera.



**Figura 79.** Toma de Muestra PV 10 –Temperatura Pavimento rígido (Sector La Ribera)

En la siguiente figura se aprecia la Fotografía-21, que muestra la toma de muestras en campo en el punto de verificación 16. En esta imagen, se observa la medición de la temperatura en el pavimento rígido del Sector-02, La Ribera.



**Figura 80.** Toma de Muestra PV 3 – Conteo Vehicular horario 12pm (Sector Hcyo - Centro)

En la siguiente figura se aprecia la Fotografía-21, que muestra la toma de muestras en campo en el punto de verificación 03, donde se realizó el conteo vehicular a las 12 p.m. en el Sector-01, Huancayo Centro.

## CAPITULO IV: RESULTADOS

### 4.1. Presentación de resultados

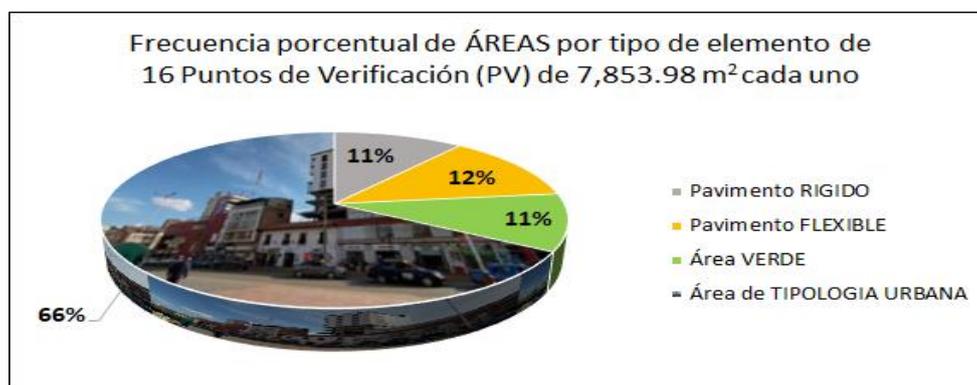
#### Estructura de la Zonificación

Para uniformizar los datos de las dos zonas a evaluar, se clasificó las áreas (m<sup>2</sup>) con presencia de un elemento de análisis (Pavimento Flexible, Pavimento Rígido, Área Verde y Tipología urbana), en rangos de metros cuadrados (m<sup>2</sup>) de presencia del elemento a analizar, en base al total del área de los Puntos de Verificación (PV), que fueron de un círculo de 50 m. de radio, con un área de **7,853.98 m<sup>2</sup>**.

**Tabla 2.** Frecuencia porcentual de áreas por tipo de elemento en 7,853.98 m<sup>2</sup>

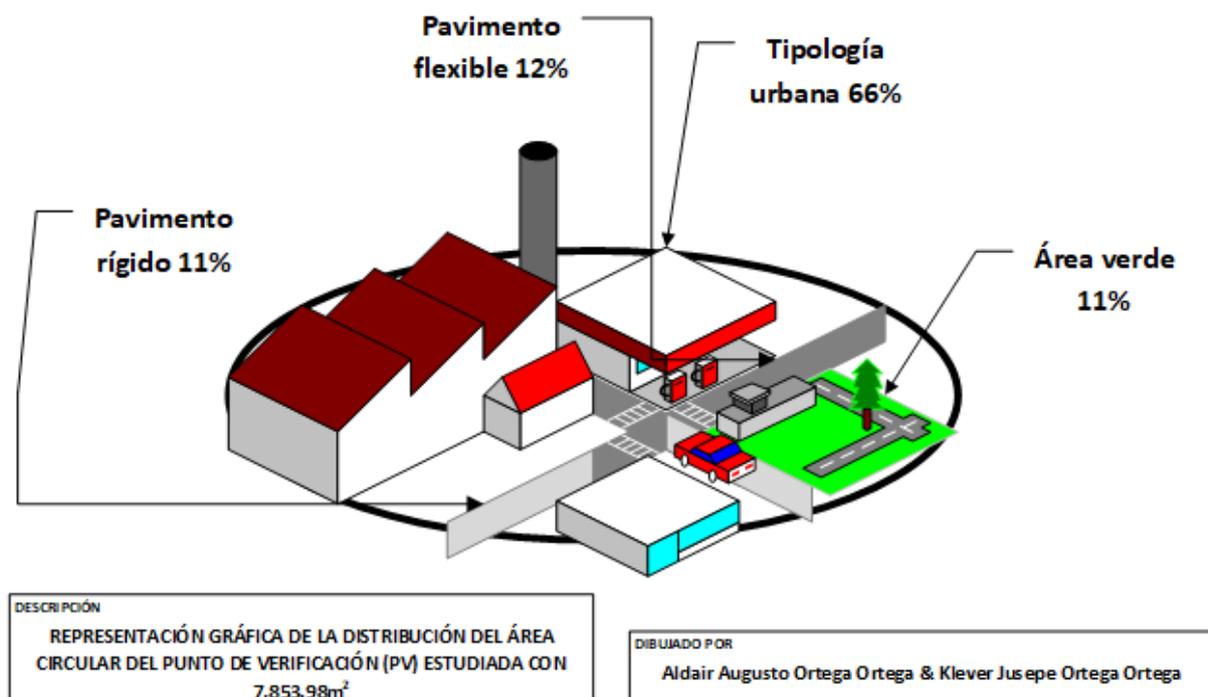
Elemento	Áreas en metros cuadrados en un (1) PV	Zona 1	Zona 2	Suma áreas en metros cuadrados (PV)	% Acum	%
Pavimento RIGIDO	<b>13,457.52m<sup>2</sup></b>	8,362.72m <sup>2</sup>	5,094.80m <sup>2</sup>	13,457.52m <sup>2</sup>	10.7%	<b>10.7%</b>
Pavimento FLEXIBLE	<b>15,554.14m<sup>2</sup></b>	9,183.17m <sup>2</sup>	6,370.98m <sup>2</sup>	15,554.14m <sup>2</sup>	23.1%	<b>12.4%</b>
Área VERDE	<b>13,185.67m<sup>2</sup></b>	3,082.05m <sup>2</sup>	10,103.62m <sup>2</sup>	13,185.67m <sup>2</sup>	33.6%	<b>10.5%</b>
Área de TIPOLOGIA URBANA	<b>83,466.38m<sup>2</sup></b>	42,203.92m <sup>2</sup>	41,262.46m <sup>2</sup>	83,466.38m <sup>2</sup>	100%	<b>66.4%</b>
<b>TOTAL</b>	<b>125,663.71m<sup>2</sup></b>	<b>62,831.85m<sup>2</sup></b>	<b>62,831.85m<sup>2</sup></b>	<b>125,663.71m<sup>2</sup></b>		<b>100%</b>

Nota. En la tabla de frecuencia porcentual, por área circular de **7,853.98m<sup>2</sup>** en **16** Puntos de Verificación (PV), que totalizan **125,663.71m<sup>2</sup>** de área estudiada. Existen 13,457.52m<sup>2</sup> de pavimento rígido, que representa el 10.7% del total del área de todos los Puntos de Verificación (PV); mientras que 15,554.14m<sup>2</sup> es pavimento flexible, representando el 12.4% del total de Puntos de Verificación (PV); unos 13,185.67m<sup>2</sup> de área verde, representando el 10.5%; y también, 83,466.38m<sup>2</sup> de área de tipología urbana, representando el 66.4% del total de los puntos de verificación estudiados en las dos zonas de intervención. Esta distribución sugiere que la mayor parte del tipo de pavimento encontrado, fue flexible (23.1%) seguido de rígido (10.7%), para completar con las áreas verdes (10.5%). Observándose una gran área de tipología urbana (66.4%), correspondiente a más de la mitad del área.



**Figura 81.** Frecuencia porcentual de áreas por tipo de elemento en los Puntos de verificación.

Nota. En la figura, la distribución porcentual de áreas con presencia de pavimento rígido, flexible, área verde y tipología urbana en los distintos puntos de verificación. Observó que un 11% de los Puntos de verificación, presentan áreas de pavimento rígido; un 12% de los puntos de verificación, corresponden a puntos de verificación con áreas de pavimento rígido; mientras que un 11% de los puntos de verificación, corresponden a puntos de verificación con áreas verdes; y también, un 66% de los puntos de verificación, poseen tipología urbana. Esta distribución indica que la mayor parte del área de investigación, presenta tipología urbana expresado por los edificios y casas habitación, que (66%) se encuentra en puntos de verificación. Seguido de la mayor presencia de pavimento flexible (12%), y en la misma proporción el pavimento rígido y área verde (11% cada uno).



**Figura 82.** Representación gráfica de la distribución del área, del total de puntos de verificación.

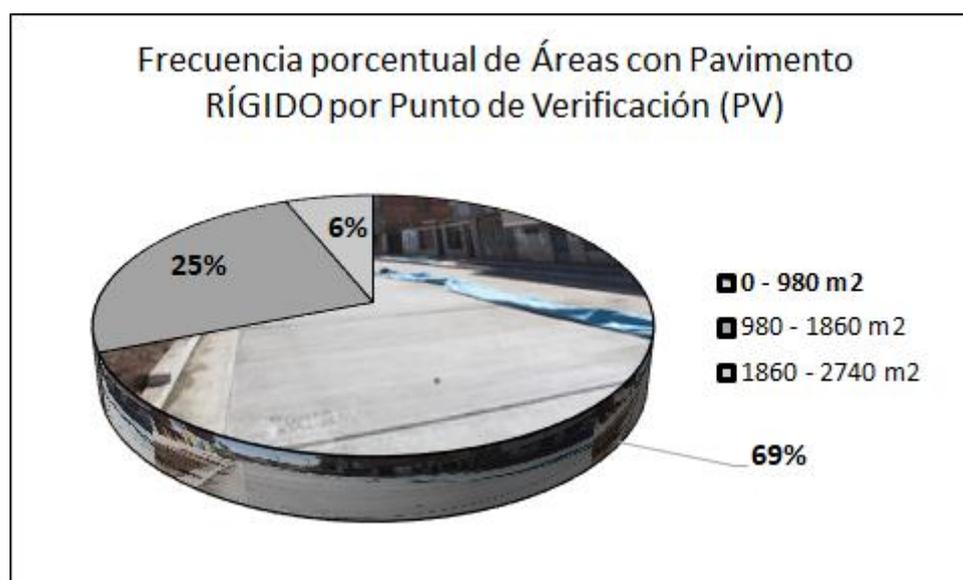
Para luego, clasificarlos en tres (3) rangos de 0 a 980 m<sup>2</sup>; de 980 a 1,860 m<sup>2</sup> y de 1,860 m<sup>2</sup> a 2,740 m<sup>2</sup>, con presencia del elemento a analizar (pavimento rígido, flexible y área verde); a excepción de la tipología urbana, que representaba mayor área en el círculo de análisis.

Así, para el elemento Pavimento rígido, se presentó la siguiente frecuencia de presencia de pavimento rígido, por punto de verificación (PV) y las dos (2) zonas de análisis:

**Tabla 3. Frecuencia Porcentual de Pavimento RIGIDO**

Puntos de Verificación (PV) con presencia de Pavimento Rígido en el plano	Rango de áreas en metros cuadrados en PV	Zona 1	Zona 2	Total Puntos de Verificación (PV)	% Acum	%
PV-01, PV-04, PV-05, PV-07, PV-10, PV-11, PV-12, PV-13, PV-14, PV-15, PV16	0m <sup>2</sup> – 980m <sup>2</sup>	4	7	11	69%	69%
PV-02, PV-06, PV-08, PV-09	980m <sup>2</sup> – 1,860m <sup>2</sup>	3	1	4	94%	25%
PV-03	1,860m <sup>2</sup> – 2,740m <sup>2</sup>	1	0	1	100%	6%
<b>TOTAL</b>		<b>8</b>	<b>8</b>	<b>16</b>		<b>100%</b>

Nota. La tabla de frecuencia porcentual, muestra la presencia de pavimento rígido, según puntos de verificación. Existen once (11) de puntos de verificación, que presentan pavimento rígido, con área entre 0m<sup>2</sup> a 980m<sup>2</sup>, representando el 69% del total de los Puntos de Verificación (PV); mientras que cuatro (4) puntos de verificación, tienen áreas entre 980m<sup>2</sup> a 1,860m<sup>2</sup>, representando el 25% del total de Puntos de Verificación (PV); y también, un (1) punto de verificación, corresponde a zonas con áreas de pavimento rígido, entre a 1,860m<sup>2</sup> a 2,740m<sup>2</sup>, representando el 6% de su total. Esta distribución sugiere que la mayor parte del pavimento rígido, se encuentra en áreas, de puntos de verificación, donde existe entre 0m<sup>2</sup> a 1,860m<sup>2</sup>, de presencia de pavimento rígido, del total de área por punto de verificación, que sumado los rangos (69+25=94%), representa cerca del total (15 de 16 PV) de puntos de verificación con presencia de pavimento rígido, donde hasta más de la mitad (69%) son áreas, entre cero a 980m<sup>2</sup>, con áreas de pavimento rígido, lo que podría implicar una preferencia por este tipo de pavimento en zonas donde las demandas estructurales son más exigentes. Sin embargo, en las áreas de menor presencia, el pavimento rígido es notablemente similar (1), a cuando tiene entre el 1,860m<sup>2</sup> y 2,740m<sup>2</sup> de área, de un total de 7,853.98m<sup>2</sup>, lo que tendería al uso de pavimento flexible y áreas verdes.



**Figura 83. Porcentaje de áreas con presencia de Pavimento Rígido**

Nota. En la figura, la distribución porcentual de áreas con presencia de pavimento rígido en los distintos puntos de verificación. Se observa que un 69% de los Puntos de verificación, presentan áreas entre 0 a 980m<sup>2</sup> de su área, pavimento rígido; mientras que un 25% de los puntos de verificación, corresponden a puntos de verificación con áreas, entre 980 a 1,860m<sup>2</sup> de su total con pavimento rígido; y también, un 6% de los puntos de verificación, poseen áreas entre 1,860 a 2,740m<sup>2</sup> de su área total, con presencia de pavimento rígido. Esta distribución indica que la mayor parte del pavimento rígido (69+25=94%) se encuentra en puntos de verificación, con áreas entre 0 a 1,860m<sup>2</sup> del total de su área, lo que podría implicar una preferencia por este tipo de pavimento en zonas donde las demandas estructurales son más exigentes. Sin embargo, en las áreas de menor presencia, (6%) o un (1) punto de verificación, la presencia de pavimento rígido es notablemente menor (entre 1,860 a 2,740m<sup>2</sup> del total de su área), lo que podría reflejar una tendencia hacia el uso de pavimento flexible y área verde.

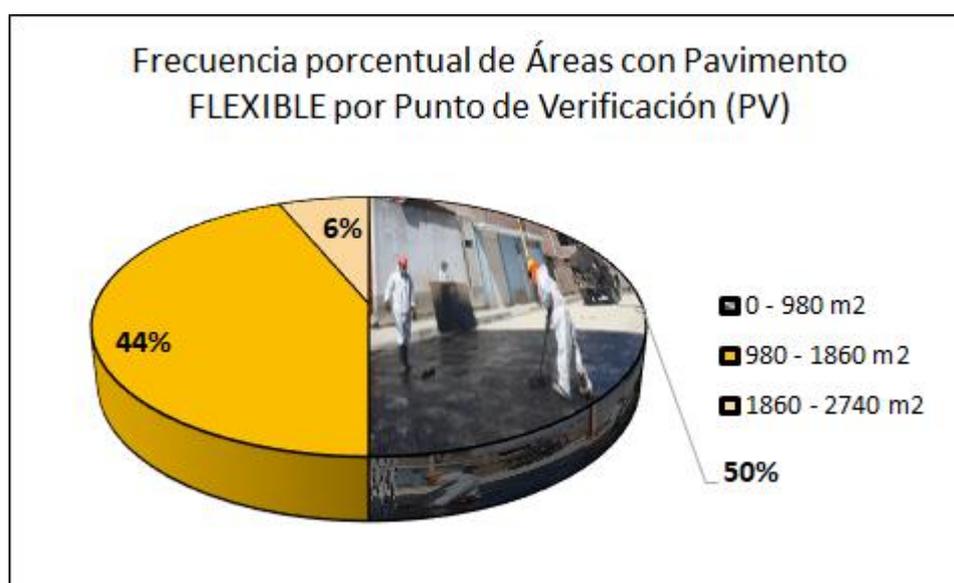
**Tabla 4. Frecuencia Porcentual de Pavimento FLEXIBLE**

<b>Puntos de Verificación (PV) con presencia de Pavimento Flexible en el plano</b>	<b>Rango de áreas en metros cuadrados en PV</b>	<b>Zona 1</b>	<b>Zona 2</b>	<b>Total Puntos de Verificación (PV)</b>	<b>% Acum</b>	<b>%</b>
PV-03, PV-04, PV-06, PV-09, PV-10, PV-11, PV-12, PV-14	0m <sup>2</sup> – 980m <sup>2</sup>	3	5	<b>8</b>	50%	50%
PV-02, PV-05, PV-07, PV-08, PV-13, PV-15, PV-16	980m <sup>2</sup> – 1,860m <sup>2</sup>	4	3	<b>7</b>	<b>94%</b>	44%
PV-01	1,860m <sup>2</sup> – 2,740m <sup>2</sup>	1	0	<b>1</b>	100%	6%
<b>TOTAL</b>		<b>8</b>	<b>8</b>	<b>16</b>		<b>100%</b>

Nota. La tabla la frecuencia porcentual, muestra la presencia de pavimento flexible, según puntos de verificación. Existen ocho (8) puntos de verificación, que presentan pavimento flexible, con áreas entre 0m<sup>2</sup> a 980m<sup>2</sup> del total del área, por Punto de Verificación (PV); mientras que siete (7) puntos de verificación, son áreas entre 980m<sup>2</sup> a 1,860m<sup>2</sup> de pavimento flexible, por Punto de verificación (PV); y también existe un (1) punto de verificación con área entre 1,860m<sup>2</sup> a 2,740m<sup>2</sup> con presencia de pavimento flexible. Esta distribución sugiere que la mayor parte del pavimento flexible, se encuentra en áreas, de puntos de verificación, que fluctúan entre 0m<sup>2</sup> a 1,860m<sup>2</sup> del total de área, del punto de verificación, con presencia de pavimento flexible. Que sumado los rangos (94%), representa casi la totalidad (15 de 16) de todos los puntos de verificación con presencia de pavimento flexible, con áreas entre 0m<sup>2</sup> a 1,860m<sup>2</sup> de su área, presenta pavimento flexible, lo que indica una mayor utilización de pavimento flexible, en relación con el pavimento rígido y área verde. Sin embargo, en puntos de verificación, entre 1,860m<sup>2</sup> a 2,740m<sup>2</sup> de presencia de pavimento flexible, es mucho menor (1) la presencia de pavimento flexible.

Esto indicaría que, el pavimento flexible y el rígido, tienden a emplearse en igual cantidad (94%=94%), en las áreas elegidas de los puntos de verificación. La predominancia en estos sectores podría estar relacionada con su capacidad para adaptarse a deformaciones o su coste más accesible en comparación

con otros tipos de pavimento en contextos de uso intensivo.



**Figura 84.** Porcentaje de áreas con presencia de Pavimento Flexible

Nota. En la figura, la distribución porcentual de áreas, con presencia de pavimento flexible en los distintos puntos de verificación. Se aprecia que un 50% de los Puntos de verificación, presentan entre 0m<sup>2</sup> a 980 m<sup>2</sup> de su área, pavimento flexible; mientras que un 44% de los puntos de verificación, presentan áreas que tienen entre 980 m<sup>2</sup> a 1,860m<sup>2</sup> de presencia de pavimento flexible; y 6% de los puntos de verificación, poseen áreas entre 1,860m<sup>2</sup> y 2,740m<sup>2</sup> de su área total, con presencia de pavimento flexible. Esta distribución, indica que, la mayor parte de los puntos de verificación elegidos, presentan áreas entre 0m<sup>2</sup> a 1,860m<sup>2</sup> con presencia de pavimento flexible, al haber acumulado (50+44=94%) de presencia de pavimento flexible, igual al anterior pavimento rígido (69+25=94%), en todos los puntos evaluados en las dos zonas. Sabiendo que el pavimento flexible tiende a emplearse mayormente en áreas donde la demanda de tráfico o actividad comercial; podría considerarse, que existe predominancia de actividad comercial e intenso tráfico, en las dos zonas elegidas. A la vez, hay que denotar un bajo porcentaje de puntos de verificación (6%), donde el área de presencia de pavimento flexible, es entre 1,860m<sup>2</sup> y 2,740m<sup>2</sup> de su total, quizás, relacionada con su capacidad para adaptarse a deformaciones o su coste más accesible en comparación con otros tipos de pavimento en contextos de uso intensivo.

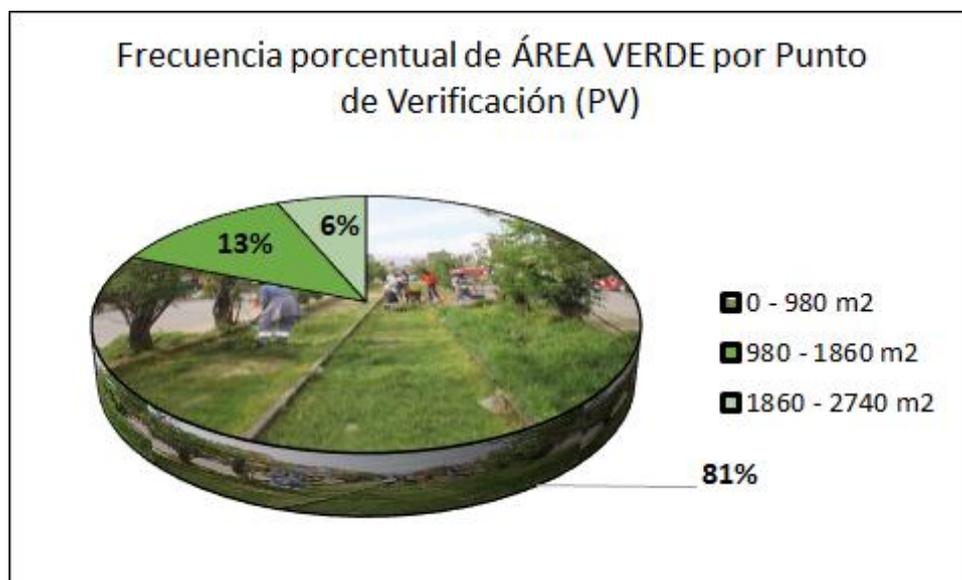
**Tabla 5.** Frecuencia porcentual de ÁREA VERDE por punto de verificación

Puntos de Verificación (PV) con presencia de área verde en el plano	Rango de áreas en metros cuadrados en PV	Zona 1	Zona 2	Total Puntos de Verificación (PV)	% Acum	%
PV-01, PV-02, PV-03, PV-04, PV-05, PV-06, PV-07, PV-08, PV-09, PV-10, PV-12, PV-13, PV-16	0m <sup>2</sup> – 980m <sup>2</sup>	8	5	13	81%	81%
PV-11, PV-14	980m <sup>2</sup> – 1,860m <sup>2</sup>	0	2	2	94%	13%

PV-15	1,860m <sup>2</sup> – 2,740m <sup>2</sup>	0	1	<b>1</b>	100%	6%
<b>TOTAL</b>		<b>8</b>	<b>8</b>	<b>16</b>		<b>100%</b>

Nota. En la tabla de frecuencia porcentual, la presencia de Área Verde, según puntos de verificación. Existen trece (13) puntos de verificación, que presentan área verde, con áreas entre 0m<sup>2</sup> a 980m<sup>2</sup> del total del área, por Punto de Verificación (PV); mientras que dos (2) puntos de verificación, son áreas entre 980m<sup>2</sup> a 1,860m<sup>2</sup> de área verde, por Punto de verificación (PV); y también existe un (1) punto de verificación con área entre 1,860m<sup>2</sup> a 2,740m<sup>2</sup> con presencia de área verde. Esta distribución sugiere que la mayor parte del área verde, se encuentra en áreas, de puntos de verificación, que fluctúan entre 0m<sup>2</sup> a 1,860m<sup>2</sup> del total de área, del punto de verificación, con presencia de área verde. Que sumado los rangos (81+13=94%), representa casi la totalidad (15 de 16) de todos los puntos de verificación con presencia de área verde, con áreas entre 0m<sup>2</sup> a 1,860m<sup>2</sup> de su área, presenta área verde, lo que indica una mayor utilización de área verde, en relación con el pavimento rígido y flexible. Sin embargo, en puntos de verificación, entre 1,860m<sup>2</sup> a 2,740m<sup>2</sup> de presencia de área verde, es mucho menor (1) la presencia de área verde.

Esto indicaría que, el pavimento flexible, rígido y el área verde, tienden a emplearse en igual cantidad (94%=94%=94%), en las áreas elegidas (0m<sup>2</sup> a 1,860m<sup>2</sup>) de los puntos de verificación. La predominancia en estos sectores podría estar relacionada con su capacidad para adaptarse a deformaciones o su coste más accesible al igual que los dos tipos de pavimento en contextos de uso intensivo.



**Figura 85.** Porcentaje de área verde por punto de verificación.

Nota. En la figura, de distribución porcentual de áreas con presencia de área verde en los distintos puntos de verificación. Se aprecia que un 81% de los Puntos de verificación, presentan entre 0m<sup>2</sup> a 980 m<sup>2</sup> de su área, área verde; mientras que un 13% de los puntos de verificación, presentan áreas que tienen

entre 980 m<sup>2</sup> a 1,860m<sup>2</sup> de presencia de área verde; y 6% de los puntos de verificación, poseen áreas entre 1,860m<sup>2</sup> y 2,740m<sup>2</sup> de su área total, con presencia de área verde. Esta distribución, indica que, la mayor parte de los puntos de verificación elegidos, presentan áreas entre 0m<sup>2</sup> a 1,860m<sup>2</sup> con presencia de área verde, al haber acumulado (81+13=94%) de presencia de área verde, igual al anterior pavimento rígido y flexible, es estas medidas de área (94%=94%), en todos los puntos evaluados en las dos zonas. Sabiendo que el área verde tiende a emplearse mayormente en áreas donde la demanda de tráfico o actividad comercial, es alta; podría considerarse, que existe predominancia de actividad comercial e intenso tráfico, en las dos zonas elegidas. A la vez, hay que denotar un bajo porcentaje de puntos de verificación (6%), donde el área de presencia de área verde, es entre 1,860m<sup>2</sup> y 2,740m<sup>2</sup> de su total, quizás, relacionada con su capacidad para adaptarse a deformaciones o su coste más accesible en igualdad con los dos tipos de pavimento en contextos de uso intensivo.

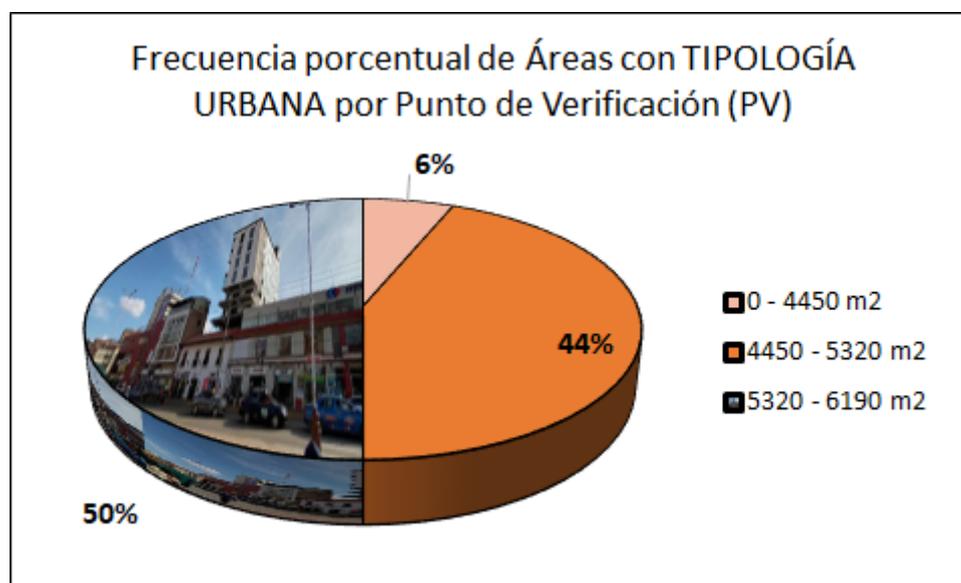
**Tabla 6.** Frecuencia porcentual de áreas con TIPOLOGÍA URBANA por punto de verificación

<b>Puntos de Verificación (PV) con presencia de tipología urbana en el plano</b>	<b>Rango de áreas en metros cuadrados en PV</b>	<b>Zona 1</b>	<b>Zona 2</b>	<b>Total Puntos de Verificación (PV)</b>	<b>% Acum</b>	<b>%</b>
PV-15	0m <sup>2</sup> – 4,450m <sup>2</sup>	0	1	<b>1</b>	6%	6%
PV-01, PV-02, PV-03, PV-09, PV-11, PV-13, PV-14	4,450m <sup>2</sup> – 5,320m <sup>2</sup>	3	4	<b>7</b>	<b>50%</b>	44%
PV-04, PV-05, PV-06, PV-07, PV-08, PV-10, PV-12, PV-16	5,320m <sup>2</sup> – 6,190m <sup>2</sup>	5	3	<b>8</b>	100%	50%
<b>TOTAL</b>		<b>8</b>	<b>8</b>	<b>16</b>		<b>100%</b>

Nota. En la tabla de frecuencia porcentual, la presencia de Tipología urbana, según puntos de verificación. Existe un (1) punto de verificación, que presenta tipología urbana, con áreas entre 0m<sup>2</sup> a 4,450m<sup>2</sup> del total del área, por Punto de Verificación (PV); mientras que siete (7) puntos de verificación, son áreas entre 4,450m<sup>2</sup> a 5,320m<sup>2</sup> de tipología urbana, por Punto de verificación (PV); y también existen ocho (8) puntos de verificación con áreas entre 5,320m<sup>2</sup> a 6,190m<sup>2</sup> con presencia de tipología urbana. Esta distribución sugiere que la mayor parte de la tipología urbana, se encuentra en áreas, de puntos de verificación, que fluctúan entre 4,450m<sup>2</sup> a 6,190m<sup>2</sup> del total de área, del punto de verificación, con presencia de tipología urbana. Que sumado los rangos (44+50=94%), representa casi la totalidad (15 de 16) de todos los puntos de verificación con presencia de tipología urbana, con áreas entre 4,450m<sup>2</sup> a 6,190m<sup>2</sup> de su área, presenta tipología urbana, lo que indica una mayor utilización de tipología urbana, en relación con el pavimento rígido, flexible y área verde. Sin embargo, en puntos de verificación, entre 0m<sup>2</sup> a 4,450m<sup>2</sup> de presencia de tipología urbana, es mucho menor (1) la presencia de tipología urbana.

Esto indicaría que, el pavimento flexible, rígido y el área verde, tienden a emplearse en igual cantidad (94%=94%=94%), en las áreas elegidas (0m<sup>2</sup> a 1,860m<sup>2</sup>) de los puntos de verificación, pero, en áreas de 4,450m<sup>2</sup> a 6,190m<sup>2</sup> en el mismo punto de verificación, existe tipología urbana, en igual proporción (94%). La predominancia en estos sectores podría estar relacionada con la presencia de edificaciones de uno, dos a tres pisos o zonas residenciales, con igual porcentaje, pero, diferente área, que los dos

tipos de pavimento y áreas verdes en contextos de uso.



**Figura 86.** Porcentaje de áreas con tipología urbana por punto de verificación

Nota. En la figura, de distribución porcentual de áreas con presencia de tipología urbana en los distintos puntos de verificación. Se aprecia que un 6% de los Puntos de verificación, presentan entre 0m<sup>2</sup> a 4,450 m<sup>2</sup> de su área, tipología urbana; mientras que un 44% de los puntos de verificación, presentan áreas que tienen entre 4,450 m<sup>2</sup> a 5,320m<sup>2</sup> de presencia de tipología urbana; y 50% de los puntos de verificación, poseen áreas entre 5,320m<sup>2</sup> y 6,190m<sup>2</sup> de su área total, con presencia de tipología urbana. Esta distribución, indica que, la mayor parte de los puntos de verificación elegidos, presentan áreas entre 4,450m<sup>2</sup> a 6,190m<sup>2</sup> con presencia de tipología urbana, al haber acumulado (44+50=94%) de presencia de tipología urbana, igual que el pavimento rígido, flexible y área verde, es estas medidas de área (94%=94%=94%), en todos los puntos evaluados en las dos zonas. Sabiendo que la tipología urbana tiende a emplearse mayormente en áreas donde existen áreas comerciales o las actividades de hospedajes, son alta; podría considerarse, que existe predominancia de actividad comercial e intenso uso de hoteles, en las dos zonas elegidas. A la vez, hay que denotar un bajo porcentaje de puntos de

verificación (6%), donde el área de presencia de tipología urbana, es entre 0m<sup>2</sup> y 4,450m<sup>2</sup> de su total, quizás, relacionada por el área residencial vertical u horizontal por su coste más accesible.

**Tabla 7. Frecuencia de Tránsito en tres (3) días Zona 1- Cercado Huancayo**

<b>Tránsito de vehículos promedio x 30 min.</b>	<b>Escala Vehículos en 30min</b>	<b>10:00 am.</b>	<b>12:00 m.</b>	<b>2:00 pm.</b>	<b>4:00 pm.</b>	<b>Frecuencia TOTAL</b>	<b>% Acum</b>	<b>%</b>
Muy bajo	0 - 45	6	0	0	1	7	7%	7%
<b>Bajo</b>	<b>45-70</b>	8	6	0	13	27	35%	28%
Medio	70-95	7	6	6	6	25	61%	26%
Alto	95-120	3	7	12	3	25	88%	26%
Muy alto	120-mas	0	5	6	1	12	100%	13%
	<b>TOTAL</b>	<b>24</b>	<b>24</b>	<b>24</b>	<b>24</b>	<b>96</b>		<b>100%</b>

Nota. En la tabla de frecuencia de tránsito, evaluado por tres (3) días, por cuatro (4) horarios diferentes, en ocho (8) puntos de verificación, que resultan 96 puntos de verificación, de la zona 1 (Cercado Huancayo). Se aprecia que, en 7 observaciones, el tránsito tiene un nivel muy bajo, entre 0 y 45 vehículos en un periodo de 30 minutos. En el nivel bajo, existen 27 observaciones, (siendo el más alto), entre 45 a 70 vehículos en 30 minutos. El nivel medio, concentra 25 observaciones, entre 70 a 95 vehículos en 30 minutos. En cuanto al nivel alto, 25 observaciones, entre 95 a 120 vehículos por 30 minutos. Finalmente, 12 observaciones, se encuentra en un nivel muy alto, entre 120 vehículos a más por 30 minutos de observación, en las 4 horas de evaluación. Esta distribución indica que, la mayor parte del tránsito en la zona 1 del Cercado de Huancayo, en 4 horas de observación, a lo largo de tres días, en 8 puntos de verificación, existe un nivel “bajo” de tránsito de vehículos, que fluctúan entre los 45 a 70 vehículos en 30 minutos, lo cual puede influir en la dinámica urbana y la gestión del tráfico.



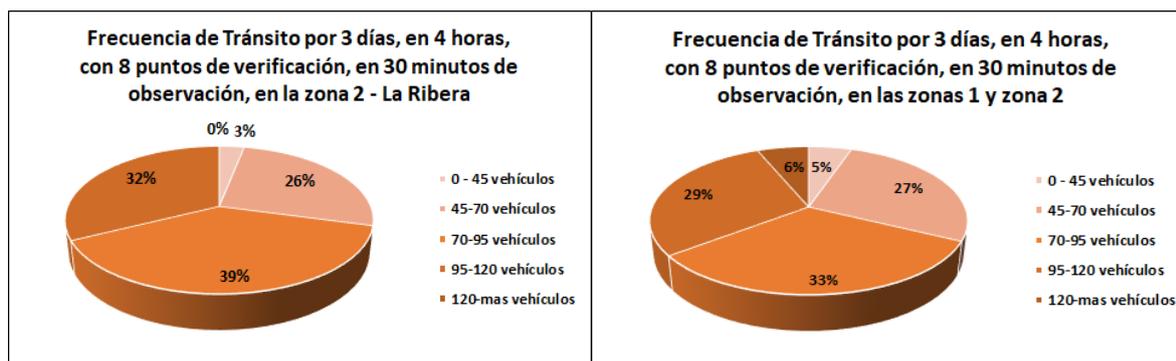
**Figura 87.** Frecuencia de Tránsito en la zona 1 por cantidad de vehículos en 30 minutos de observación.

Nota. En la tabla de frecuencia porcentual de tránsito, con una observación de 30 minutos, por punto de verificación (8), a lo largo de tres días, en cuatro horarios distintos. Se observó que un 7% del tránsito se registra en un nivel muy bajo, entre ninguno a 45 vehículos por 30 minutos de observación. Un 28% del tránsito se encuentra en un nivel bajo, entre 45 a 70 vehículos por 30 minutos. El nivel medio, concentra un 26%, entre 70 a 95 vehículos observados en 30 minutos. En cuanto al nivel alto, un 26%, entre 95 y 120 vehículos en 30 minutos. Finalmente, solo un 13%, se encuentra en un nivel muy alto, entre 120 a más vehículos en una observación de 30 minutos. Esta distribución indica que la mayor parte del tránsito en la zona estudiada, se sitúa entre los niveles bajo, medio y alto, en la zona 1 del Cercado de Huancayo, influyendo en la dinámica urbana y la gestión del tráfico.

**Tabla 8.** Frecuencia de Tránsito en tres (3) días Zona 2 – La Ribera

<b>Tránsito de vehículos promedio x 30 min.</b>	<b>Escala Vehículos en 30min</b>	<b>10:00 am.</b>	<b>12:00 m.</b>	<b>2:00 pm.</b>	<b>4:00 pm.</b>	<b>Frecuencia TOTAL</b>	<b>% Acum</b>	<b>%</b>
Muy bajo	0 - 45	3	0	0	0	<b>3</b>	3%	3%
Bajo	45-70	8	1	0	16	<b>25</b>	29%	26%
<b>Medio</b>	<b>70-95</b>	13	8	8	8	<b>37</b>	68%	39%
Alto	95-120	0	15	16	0	<b>31</b>	100%	32%
Muy alto	120-mas	0	0	0	0	<b>0</b>	100%	0%
	<b>TOTAL</b>	<b>24</b>	<b>24</b>	<b>24</b>	<b>24</b>	<b>96</b>		<b>100%</b>

Nota: En la tabla de frecuencia de tránsito, evaluado en tres (3) días, por cuatro (4) horarios diferentes, en ocho (8) puntos de verificación, de la zona 2 (La Ribera). Se observa que, en 3 observaciones, el tránsito tiene un nivel muy bajo, entre 0 y 45 vehículos en un periodo de 30 minutos. En el nivel bajo, existen 25 observaciones, entre 45 a 70 vehículos en 30 minutos. El nivel medio, concentra 37 observaciones, (siendo el más alto), entre 70 a 95 vehículos en 30 minutos. En cuanto al nivel alto, 31 observaciones, entre 95 a 120 vehículos por 30 minutos. Finalmente, 0 observaciones, se encuentra en un nivel muy alto, entre 120 vehículos a más por 30 minutos de observación, en las 4 horas de evaluación. Esta distribución indica que, la mayor parte del tránsito en la zona 2 de La Ribera, en 4 horas de observación, a lo largo de tres días, en 8 puntos de verificación, existe un nivel “medio” de tránsito de vehículos, que fluctúan entre los 70 a 95 vehículos en 30 minutos, lo cual puede influir en la dinámica urbana y la gestión del tráfico



**Figura 88.** Frecuencia de Tránsito en la zona 2 y Total por cantidad de vehículos en 30 minutos de observación.

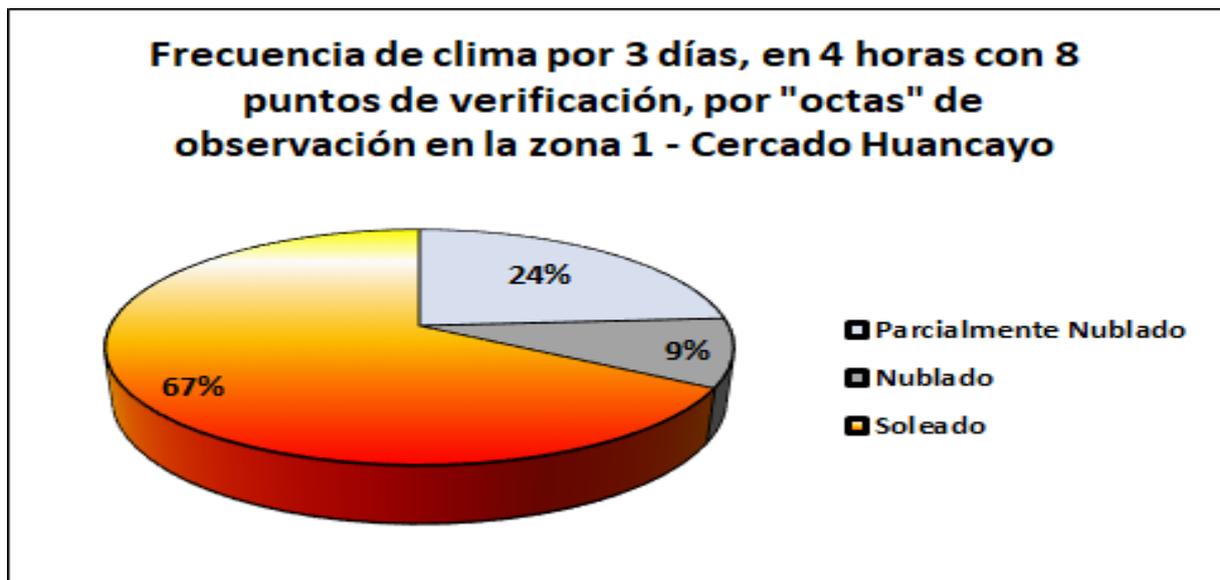
Nota: En la tabla de frecuencia porcentual de tránsito, con una observación de 30 minutos, por punto de verificación (8), a lo largo de tres días, en cuatro horarios distintos. Observándose que un 3% del tránsito se registra en un nivel muy bajo, entre ninguno a 45 vehículos por 30 minutos de observación. Un 26% del tránsito se encuentra en un nivel bajo, entre 45 a 70 vehículos por 30 minutos. El nivel medio, concentra un 39%, entre 70 a 95 vehículos observados en 30 minutos. En cuanto al nivel alto, un 32%, entre 95 y 120 vehículos en 30 minutos. Finalmente, un 0%, se encuentra en un nivel muy alto, entre 120 a más vehículos en una observación de 30 minutos. Esta distribución indica que la mayor parte del tránsito en la zona estudiada, se sitúa entre los niveles bajo, medio y alto, en la zona 2 de La Ribera, influyendo en la dinámica urbana y la gestión del tráfico.

En suma, de las dos zonas (Cercado Huancayo y La Ribera), un 5% del tránsito se registra en un nivel muy bajo, entre ninguno a 45 vehículos por 30 minutos de observación. Un 27% del tránsito se encuentra en un nivel bajo, entre 45 a 70 vehículos por 30 minutos. El nivel medio, concentra un 33%, entre 70 a 95 vehículos observados en 30 minutos. En cuanto al nivel alto, un 29%, entre 95 y 120 vehículos en 30 minutos. Finalmente, un 6%, se encuentra en un nivel muy alto, entre 120 a más vehículos en una observación de 30 minutos

**Tabla 9.** Frecuencia de Clima en tres (3) días en la zona 1 - Cercado de Huancayo

Clima por "octas" (0/8= Soleado; 4/8= Parcialmente nublado; 8/8= Nublado)	10:00	12:00	2:00	4:00	Frecuen cia TOTAL	% Acum	%
	am.	m.	pm.	pm.			
Parcialmente Nublado	1	0	5	17	23	24%	24%
Nublado	0	1	0	7	8	32%	8%
<b>Soleado</b>	23	23	19	0	65	100%	68%
	<b>24</b>	<b>24</b>	<b>24</b>	<b>24</b>	<b>96</b>		<b>100%</b>

Nota. En la tabla de frecuencia de clima, con tres (3) días de observación, en cuatro (4) horarios diferentes, la zona 1 Cercado de Huancayo, según los ocho (8) puntos de verificación, que resultan 96 observaciones. Se aprecia que 23 puntos de observación registraron encontrarse parcialmente nublados, indicando una presencia moderada de nubes. En 8 puntos de observación, se encontraba completamente nublado, representando un cierre de la luz en todo el cielo. La mayor parte de los puntos de observación, es decir 65, se caracterizaron por ser horas soleadas, lo que indica que la mayoría de las observaciones ocurrieron bajo condiciones de alta exposición solar. Esta predominancia de días soleados podría tener un impacto significativo en la absorción de calor y, por ende, en el fenómeno de islas de calor en la zona estudiada.



**Figura 89.** Frecuencia de Clima en la zona 1 por "octas" de observación.

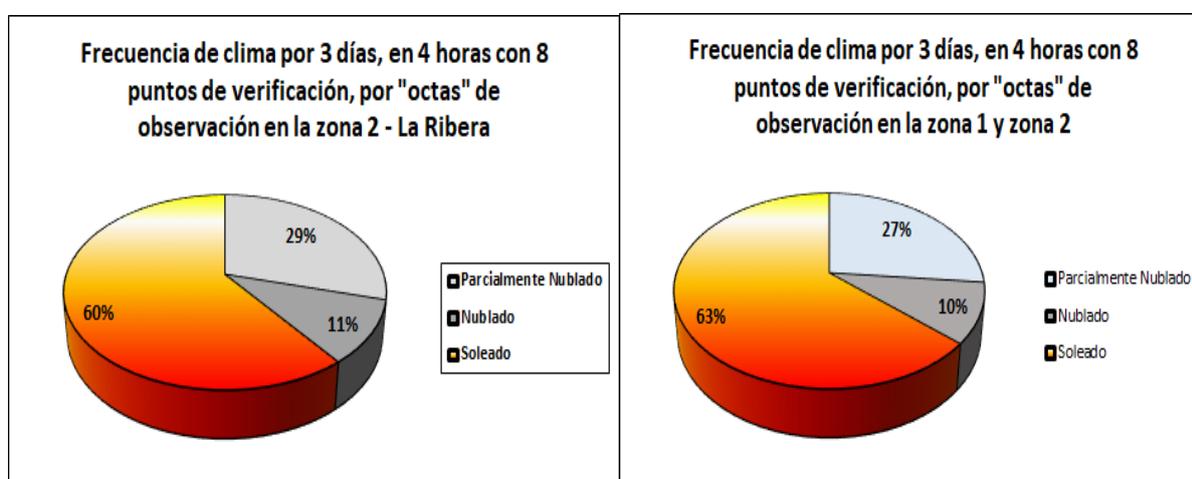
Nota. En la figura, de frecuencia de clima, con tres (3) días de observación, en los ocho (8) puntos de verificación de la zona 1. Se observa que un 24% de los puntos de verificación se encontraban parcialmente nublados, indicando una presencia moderada de nubes. Un 8% muestra puntos de verificación, completamente nublados. La mayor parte del tiempo, con un 68% de puntos de verificación, se caracterizó horas soleadas, lo que indica que la mayoría de las observaciones ocurrieron bajo condiciones de alta exposición solar. Esta predominancia de días soleados podría tener un impacto significativo en la absorción de calor y, por ende, en el fenómeno de islas de calor en la zona estudiada.

**Tabla 10.** Frecuencia de Clima en tres (3) días en la zona 2 La Ribera

Clima por "octas" (0/8= Soleado; 4/8= Parcialmente nublado; 8/8= Nublado)	10:00	12:00	2:00	4:00	Frecuen cia TOTAL	% Acum	%
	am.	m.	pm.	pm.			
Parcialmente Nublado	14	0	0	14	<b>28</b>	29%	29%
Nublado	0	0	0	10	<b>10</b>	40%	10%

<b>Soleado</b>	10	24	24	0	<b>58</b>	100%	60%
	<b>24</b>	<b>24</b>	<b>24</b>	<b>24</b>	<b>96</b>		<b>100%</b>

Nota: En la tabla de frecuencia de clima, con tres (3) días de observación, en la zona 2 La Ribera, según los ocho (8) puntos de verificación. Se aprecia que 28 puntos de observación, registraron encontrarse parcialmente nublados, indicando una presencia moderada de nubes. En 10 puntos de observación, se encontraban completamente nublados, representando un cierre de luz en todo el cielo. La mayor parte de los puntos de observación, es decir 58, se caracterizaron por ser horas soleadas, lo que indica que la mayoría de las observaciones ocurrieron bajo condiciones de alta exposición solar. Esta predominancia de días soleados podría tener un impacto significativo en la absorción de calor y, por ende, en el fenómeno de islas de calor en la zona estudiada.



**Figura 90.** Frecuencia de clima, en la zona 2 y Total por "octas" de observación.

Nota: En la figura, la frecuencia de clima, con tres (3) días de observación, en los ocho (8) puntos de verificación de la zona 2. Se observa que un 29% de los puntos de verificación se encontraban parcialmente nublados, indicando una presencia moderada de nubes. Un 11% muestra puntos de verificación, completamente nublados. Y la mayor parte del tiempo, con un 60% de puntos de verificación, se caracterizó por horas soleadas, lo que indica que la mayoría de las observaciones ocurrieron bajo condiciones de alta exposición solar. Esta predominancia de días soleados podría tener un impacto significativo en la absorción de calor y, por ende, en el fenómeno de islas de calor en la zona estudiada.

En suma, en las dos zonas un 27% de los puntos de verificación se encontraban parcialmente nublados, indicando una presencia moderada de nubes. Un 10% muestra puntos de verificación, completamente nublados. Y la mayor parte del tiempo, con un 63% de puntos de verificación, se caracterizó por horas soleadas.

**Tabla 11.** Puntos de verificación con temperatura del Pavimento Flexible, Rígido y Área verde en la zona 1 – Cercado Huancayo

<b>Pavimento Flexible</b> <b>Temperatura (°C)</b>	<b>Escala</b> <b>(°C)</b>	<b>10:00</b> <b>am.</b>	<b>12:00</b> <b>m.</b>	<b>2:00</b> <b>pm.</b>	<b>4:00</b> <b>pm.</b>	<b>Frecuen</b> <b>cia</b> <b>TOTAL</b>	<b>%</b> <b>Acum</b>	<b>%</b>
Muy alta temperatura	38.3 – 47.0	0	15	17	0	32	33%	33%
<b>Alta Temperatura</b>	29.5 -38.3	17	9	2	14	42	77%	44%
Temperatura media	20.8 - 29.5	7	0	5	10	22	100%	23%
Baja Temperatura	12.0 - 20.8	0	0	0	0	0	100%	0%
		<b>24</b>	<b>24</b>	<b>24</b>	<b>24</b>	<b>96</b>		<b>100%</b>

<b>Pavimento Rígido</b> <b>Temperatura (°C)</b>	<b>Escala</b> <b>(°C)</b>	<b>10:00</b> <b>am.</b>	<b>12:00</b> <b>m.</b>	<b>2:00</b> <b>pm.</b>	<b>4:00</b> <b>pm.</b>	<b>Frecuen</b> <b>cia</b> <b>TOTAL</b>	<b>%</b> <b>Acum</b>	<b>%</b>
Muy alta temperatura	38.3 – 47.0	0	3	11	0	14	15%	15%
<b>Alta Temperatura</b>	29.5 -38.3	6	18	10	8	42	58%	44%
Temperatura media	20.8 - 29.5	17	1	1	12	31	91%	32%
Baja Temperatura	12.0 - 20.8	1	2	2	4	9	100%	9%
		<b>24</b>	<b>24</b>	<b>24</b>	<b>24</b>	<b>96</b>		<b>100%</b>

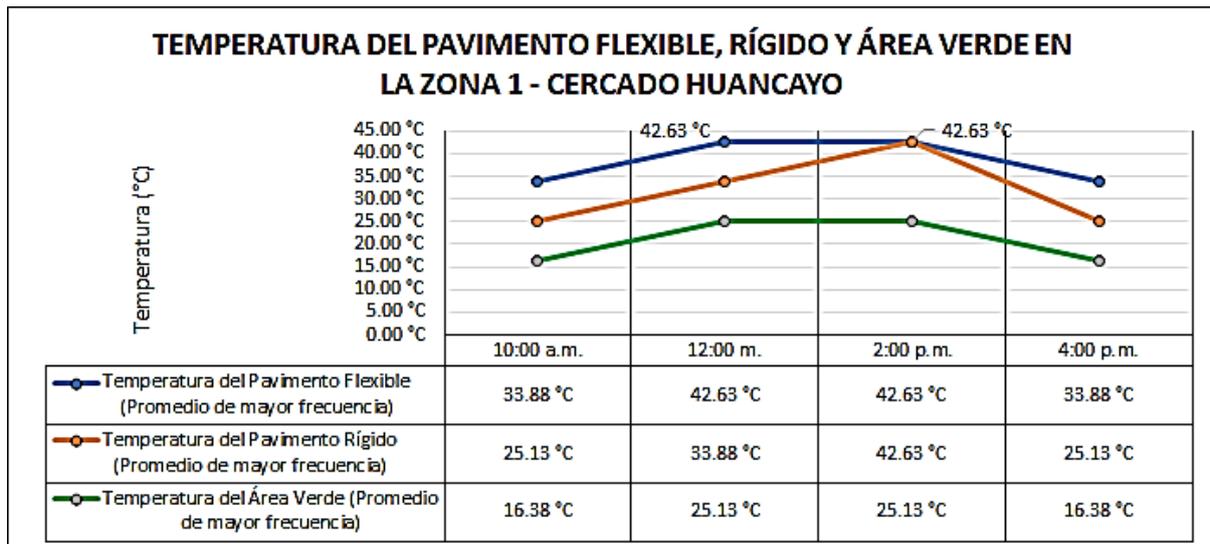
<b>Área Verde</b> <b>Temperatura (°C)</b>	<b>Escala</b> <b>(°C)</b>	<b>10:00</b> <b>am.</b>	<b>12:00</b> <b>m.</b>	<b>2:00</b> <b>pm.</b>	<b>4:00</b> <b>pm.</b>	<b>Frecuen</b> <b>cia</b> <b>TOTAL</b>	<b>%</b> <b>Acum</b>	<b>%</b>
Muy alta temperatura	38.3 – 47.0	0	0	0	0	0	0%	0%
Alta Temperatura	29.5 -38.3	0	0	0	0	0	0%	0%
Temperatura media	20.8 - 29.5	4	17	18	5	44	46%	46%
<b>Baja Temperatura</b>	12.0 - 20.8	20	7	6	19	52	100%	54%
		<b>24</b>	<b>24</b>	<b>24</b>	<b>24</b>	<b>96</b>		<b>100%</b>

Nota. Se aprecia en las tablas, la distribución de temperaturas en cuatro (4) escalas, en pavimento flexible, rígido y área verde, según cuatro (4) tiempos horarios, por tres (3) días, en base a los ocho (8) puntos de verificación en la zona 1 Cercado Huancayo. Se observa que no se registraron temperaturas bajas (menos de 20 °C) en pavimentos flexibles, lo que indica que las temperaturas nunca alcanzaron niveles tan bajos en esta categoría. La mayor proporción, con 42 (44%) observaciones, se encuentra en el rango de alta temperatura, entre 29.5 °C y 38.3 °C, lo que indica que la mayoría de las temperaturas superficiales en pavimentos flexibles se ubicaron en rango de alta temperatura. Finalmente, con 32 (33%) observaciones de los datos se sitúa en el nivel Muy alto, entre 38.3 °C y 47.0 °C, indicando que una parte significativa de las mediciones superó este umbral, lo que puede reflejar una tendencia hacia temperaturas más elevadas en pavimentos flexibles y una posible contribución al fenómeno de islas de calor.

Caso similar, ocurre con el pavimento rígido, con 42 (44%) observaciones, se encuentran en el rango de 29.5 °C a 38.3° C, lo que implica que el pavimento rígido se mantuvo en altas temperaturas. Seguido de 31 (32%) observaciones, que se situaron entre los 20.8 °C a 29.5 °C, indicando una temperatura media; siendo sólo 14 (15%) observaciones las únicas que alcanzaron temperaturas muy altas, siendo

las demás, tendientes a la baja. Presentando 9 (9%) observaciones, entre 12.0 °C a 20.8 °C, que tendieron a ser muy bajas. Este tipo de pavimento, favorece la no formación de islas de calor, por su constitución antitérmica.

En el caso de las temperaturas en las áreas verdes, se pueden apreciar que todas las observaciones se situaron debajo de la temperatura media, entre 20.8 °C y 29.5 °C, con 44 (46%) observaciones, seguido de 52 (54%) observaciones, entre 12.0 °C a 20.8 °C, siendo la más baja de las temperaturas registradas en la muestra. Siendo un buen disipador de calor con su presencia en la zona.



**Figura 91.** Temperaturas promedio de mayor frecuencia del Pavimento Flexible, rígido y área verde.

Nota. Se aprecia en la Figura, las temperaturas alcanzadas, en cuatro (4) horarios diferentes durante el día, como en pavimentos flexibles, pavimentos rígidos y áreas verdes, según los ocho (8) puntos de verificación, designados en la zona 1 Cercado Huancayo. Se observa que durante las primeras horas del día (10:00 am.) el pavimento flexible, es el que presenta una temperatura promedio de mayor frecuencia, alta (33.88 °C), seguido del pavimento rígido (25.13 °C) y por último el área verde (16.38 °C). Para posteriormente, a las 12:00 del mediodía, se elevan las temperaturas en 8.75 °C (42.63° - 33.88°) para el pavimento flexible, en 8.75 °C (33.88° - 25.13°) para el pavimento rígido, y también 8.75° C, en el área verde. Hasta que situándose en las 2:00 pm. Igualar temperaturas tanto el pavimento flexible, como el rígido en 42.63 °C para que a las 4:00 pm. Desciendan a sus valores iniciales de origen (10:00 am.) inicio. Indicando que una parte significativa de los pavimentos flexibles mantienen una temperatura alta de calor, al medio día, manteniéndose constante hasta las 2:00 pm. Ayudado por el pavimento rígido, ya con temperatura alta, lo que puede reflejar una tendencia hacia temperaturas más elevadas en pavimentos flexibles y una posible contribución al fenómeno de islas de calor.

**Tabla 12.** Puntos de verificación con temperatura del Pavimento Flexible, Rígido y Área verde en la zona 2 – La Ribera

Pavimento Flexible Temperatura (°C)	Escala (°C)	10:00 am.	12:00 m.	2:00 pm.	4:00 pm.	Frecuen cia TOTAL	% Acum	%
Muy alta temperatura	38.3 – 47.0	1	14	16	0	31	32%	32%
<b>Alta Temperatura</b>	29.5 -38.3	18	9	7	0	<b>34</b>	68%	<b>35%</b>
Temperatura media	20.8 - 29.5	5	1	1	24	31	100%	32%
Baja Temperatura	12.0 - 20.8	0	0	0	0	0	100%	0%
		<b>24</b>	<b>24</b>	<b>24</b>	<b>24</b>	<b>96</b>		<b>100%</b>

Pavimento Rígido Temperatura (°C)	Escala (°C)	10:00 am.	12:00 m.	2:00 pm.	4:00 pm.	Frecuen cia TOTAL	% Acum	%
Muy alta temperatura	38.3 – 47.0	0	9	4	0	13	14%	14%
<b>Alta Temperatura</b>	29.5 -38.3	16	14	15	0	<b>45</b>	60%	<b>47%</b>
Temperatura media	20.8 - 29.5	7	1	5	18	31	93%	32%
Baja Temperatura	12.0 - 20.8	1	0	0	6	7	100%	7%
		<b>24</b>	<b>24</b>	<b>24</b>	<b>24</b>	<b>96</b>		<b>100%</b>

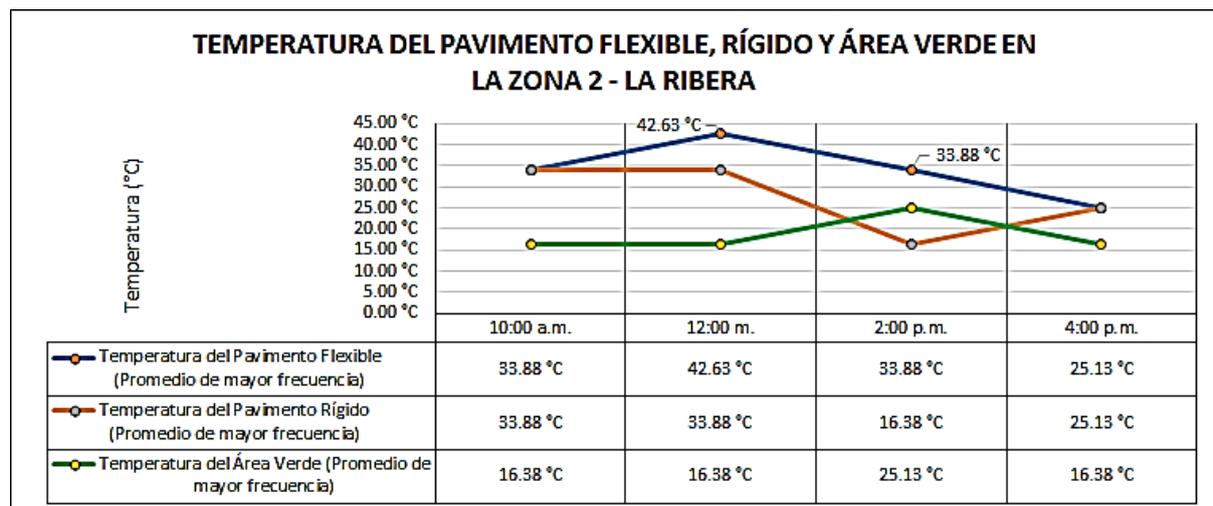
Área Verde Temperatura (°C)	Escala (°C)	10:00 am.	12:00 m.	2:00 pm.	4:00 pm.	Frecuen cia TOTAL	% Acum	%
Muy alta temperatura	38.3 – 47.0	0	0	0	0	0	0%	0%
Alta Temperatura	29.5 -38.3	1	0	0	0	1	1%	1%
Temperatura media	20.8 - 29.5	1	10	18	0	29	31%	30%
<b>Baja Temperatura</b>	12.0 - 20.8	22	14	6	24	<b>66</b>	100%	<b>69%</b>
		<b>24</b>	<b>24</b>	<b>24</b>	<b>24</b>	<b>96</b>		<b>100%</b>

Nota. Se aprecia en las tablas la distribución de temperaturas en cuatro (4) escalas, en pavimento flexible, rígido y área verde, según cuatro (4) tiempos horarios, por tres (3) días, en base a los ocho (8) puntos de verificación en la zona 2 La Ribera. Se observa que no se registraron temperaturas bajas (menos de 20 °C) en pavimentos flexibles, lo que indica que las temperaturas nunca alcanzaron niveles tan bajos en esta categoría. La mayor proporción, con 34 (35%) observaciones, se encuentra en el rango de alta temperatura, entre 29.5 °C y 38.3 °C, lo que indica que la mayoría de las temperaturas superficiales en pavimentos flexibles se ubicaron en rango de alta temperatura. Finalmente, con 31 (33%) observaciones de los datos, se sitúan en los niveles Muy alto y Media, entre 38.3 °C y 47.0 °C y 20.8 °C a 29.5 °C, indicando que una parte significativa de las mediciones superó el umbral medio, lo que puede reflejar una tendencia hacia temperaturas más elevadas y media en pavimentos flexibles y una posible contribución al fenómeno de islas de calor.

Caso similar, ocurre con el pavimento rígido, con 45 (47%) observaciones, se encuentran en el rango de 29.5 °C a 38.3 °C, lo que implica que el pavimento rígido se mantuvo en altas temperaturas. Seguido de 31 (32%) observaciones, que se situaron entre los 20.8 °C a 29.5 °C, indicando una temperatura media; siendo sólo 13 (14%) observaciones las únicas que alcanzaron temperaturas muy altas, siendo

las demás, tendientes a la baja. Presentando 7 (7%) observaciones, entre 12.0 °C a 20.8 °C, que tendieron a ser muy bajas. Este tipo de pavimento, favorece la no formación de islas de calor, por su constitución antitérmica.

En el caso de las temperaturas en las áreas verdes, se pueden apreciar que todas las observaciones se situaron debajo de la temperatura media, entre 20.8 °C y 29.5 °C, con 29 (30%) observaciones, seguido de 66 (69%) observaciones, entre 12.0 °C a 20.8 °C, siendo la más baja de las temperaturas registradas en la muestra. Existiendo una (1%) observación, que logró una temperatura alta entre 29.5 °C a 38.3 °C. Siendo un buen disipador de calor con su presencia en la zona.



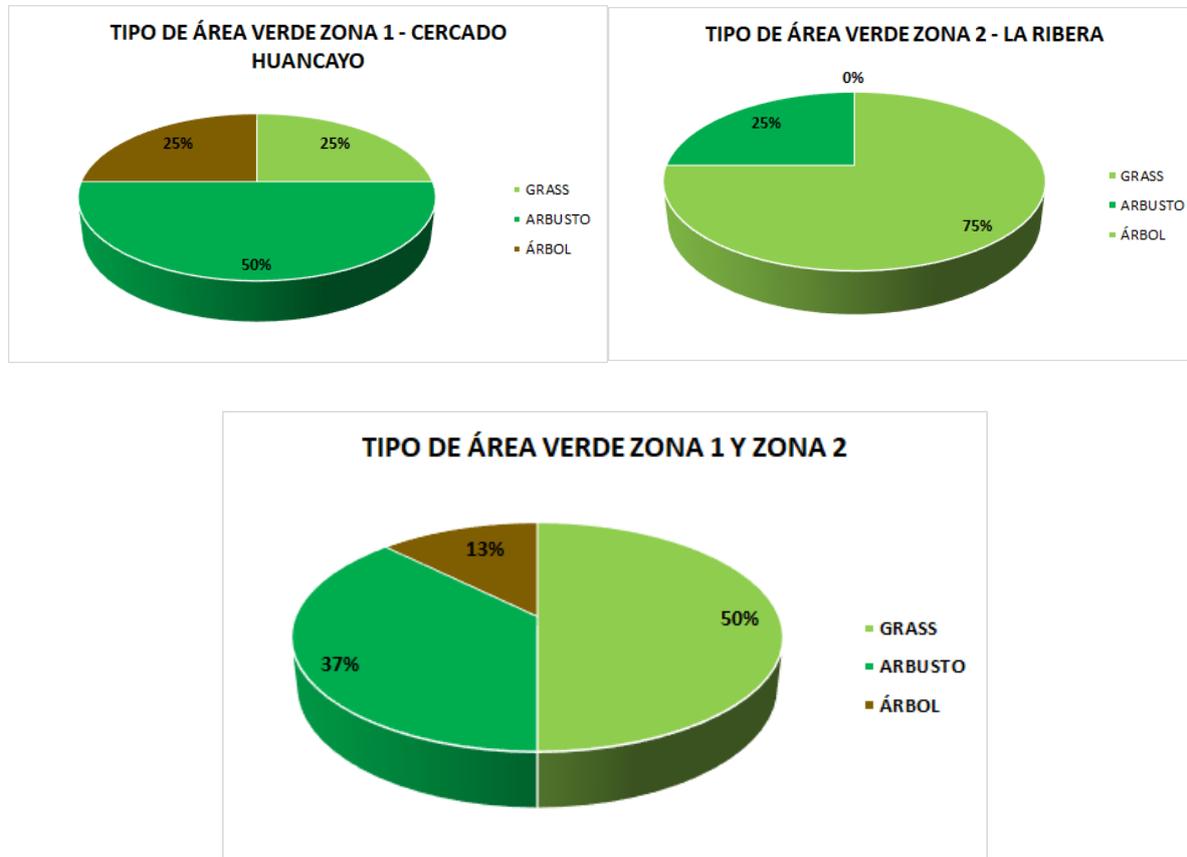
**Figura 92.** Porcentaje de Temperatura en Pavimentos Rígidos

Nota. Se aprecia en la Figura, las temperaturas alcanzadas, en cuatro (4) horarios diferentes durante el día, como en pavimentos flexibles, pavimentos rígidos y áreas verdes, según los ocho (8) puntos de verificación, designados en la zona 2 La Ribera. Se observa que durante las primeras horas del día (10:00 am.) el pavimento flexible y rígido, fueron los que presentaron temperaturas promedio de mayor frecuencia, alta (33.88 °C), y el área verde alcanzó (16.38 °C). Para posteriormente, a las 12:00 del mediodía, se eleven las temperaturas en 8.75 °C (42.63° - 33.88°) para el pavimento flexible, en 0 °C (33.88° - 33.8°) para el pavimento rígido, y también 0° C, en el área verde. Hasta que situándose en las 2:00 pm. Descender las temperaturas tanto el pavimento flexible, en -8.75 °C menos (33.8° - 42.63°), y el rígido en -17.5 °C (16.38°-33.8°), siendo superado por el área verde, que se eleva 8.75 °C (25.13° - 16.38°), para que a las 4:00 pm. Desciendan por debajo en -8.75 °C (25.13° - 33.88°) de sus valores iniciales de origen (10:00 am.) inicio. Indicando que una parte significativa de los pavimentos flexibles mantienen una temperatura alta de calor, al medio día, descendiendo a las 2:00 pm. Incluido el pavimento rígido, ya con temperatura baja, lo que puede reflejar una tendencia hacia temperaturas más elevadas en pavimentos flexibles y una posible contribución al fenómeno de islas de calor, en horas de incidencia perpendicular de los rayos solares (12:00 m.).

**Tabla 13.** Frecuencia de Tipo de Área Verde

Puntos de Verificación (PV) con tipos de área verde	Tipo de Área Verde	Zona 1	Zona 2	Total Puntos de Verificación (PV)	% Acum	%
PV-03, PV-04, PV-09, PV10, PV-11, PV-13, PV-14, PV-15	GRASS	2	6	8	50%	50%
PV-01, PV-02, PV-05, PV08, PV-12, PV-17	ARBUSTO	4	2	6	88%	38%
PV-06, PV-07	ÁRBOL	2	0	2	100%	13%
	<b>TOTAL</b>	<b>8</b>	<b>8</b>	<b>16</b>		<b>100%</b>

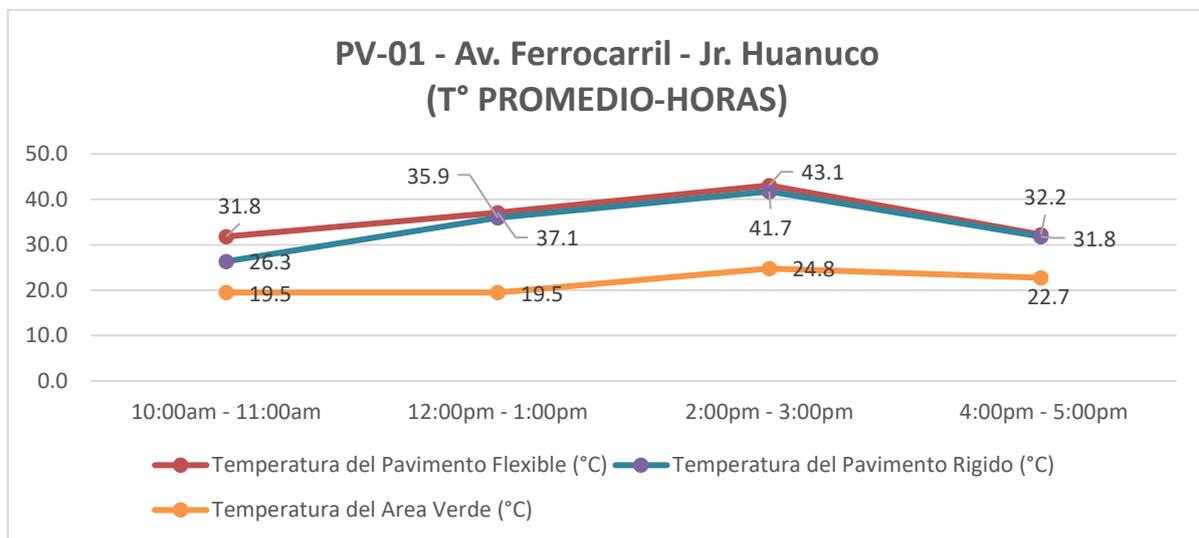
Nota. Se aprecia en la tabla, frecuencias de tres (3) tipos de área verde, en dieciséis (16) puntos de verificación, de las dos (2) zonas investigadas lo siguiente. Se observa que el 50% (8) de las áreas verdes están cubiertas por césped (Grass), lo que indica que el césped es el material predominante en estas áreas. El 38% (6) de las áreas verdes está cubierto por arbustos, lo que muestra una proporción considerable de áreas verdes con este tipo de vegetación. Finalmente, solo el 13% (2) de las áreas verdes está compuesto por árboles, lo que representa la menor proporción entre los materiales listados. Esta distribución sugiere que, en general, el césped es el material más común en las áreas verdes evaluadas, seguido por los arbustos, mientras que los árboles son menos frecuentes en comparación con los otros tipos de vegetación.



**Figura 93.** Porcentaje de Tipo de Área Verde por zonas y Total

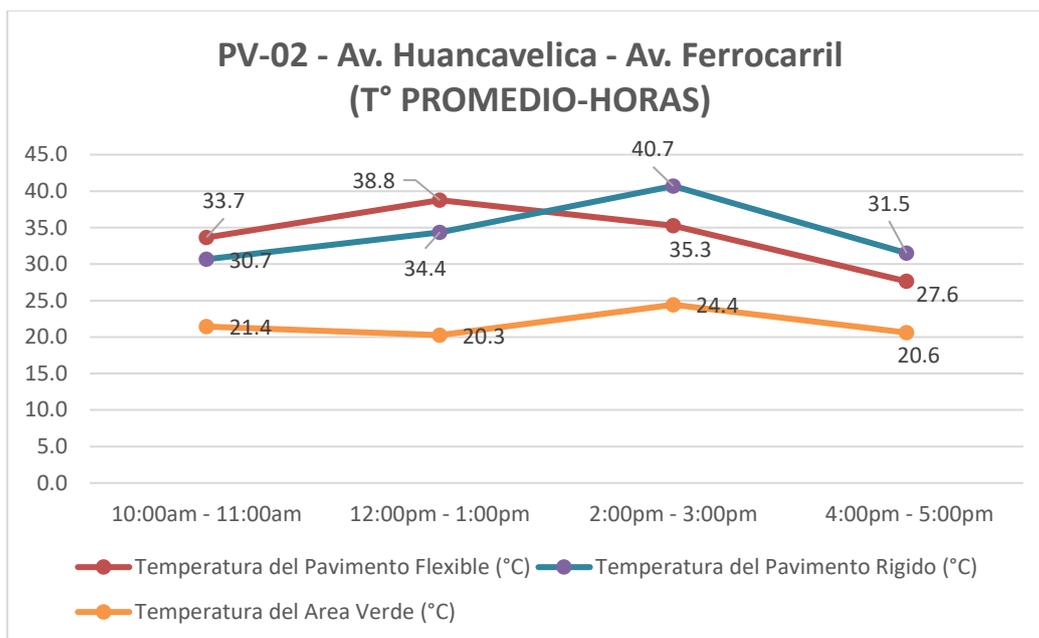
Nota. Se aprecia en la figura, el porcentaje de presencia de diferentes tipos de material en áreas verdes en relación con las temperaturas. Se observa que el 50% de las áreas verdes están cubiertas por césped (Grass), lo que indica que el césped es el material predominante en estas áreas. El 37% de las áreas verdes está cubierto por arbustos, lo que muestra una proporción considerable de áreas verdes con este tipo de vegetación. Finalmente, solo el 13% de las áreas verdes está compuesto por árboles, lo que representa la menor proporción entre los materiales listados. Esta distribución sugiere que, en general, el césped es el material más común en las áreas verdes evaluadas, seguido por los arbustos, mientras que los árboles son menos frecuentes en comparación con los otros tipos de vegetación, especialmente en la zona 2 La Ribera, donde no existe (0%).

#### 4.1.1. Temperatura en los Puntos de Verificación (4 Horarios)



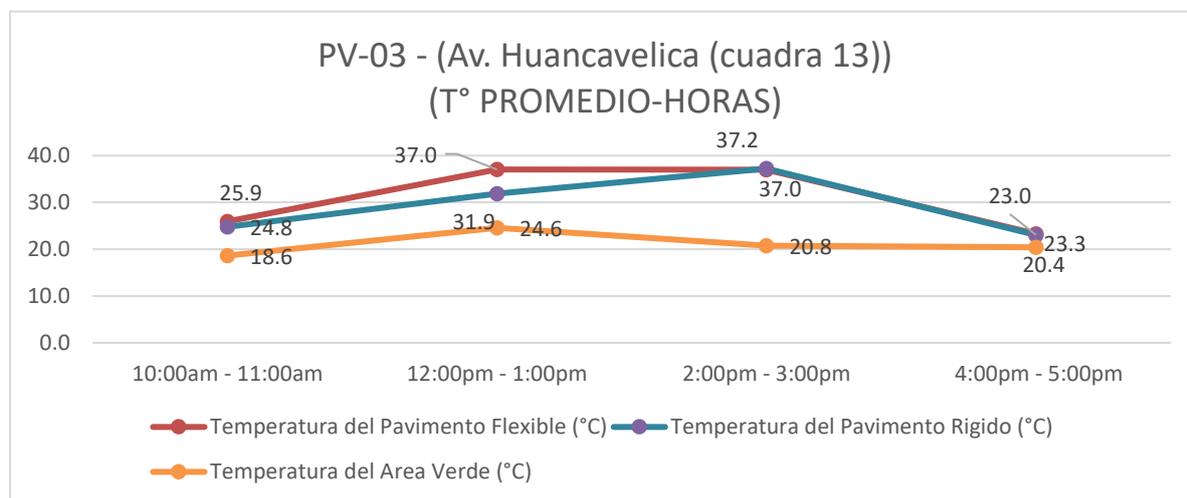
**Figura 94.** Temperatura en el Punto de Verificación 01

Nota. Se aprecia en la figura, la máxima temperatura alcanzada en el Pavimento Flexible con 43.1°C así mismo en el Pavimento Rígido 41.7 °C y en el área verde un 24.8 °C todo esto en entre las 2:00pm a 3:00pm; así mismo las temperaturas más bajas fueron en el Pavimento Flexible con 31.8 °C así mismo en el Pavimento Rígido 26.3 °C y en el área verde un 19.5 °C todo esto en entre las 10:00am a 11:00am



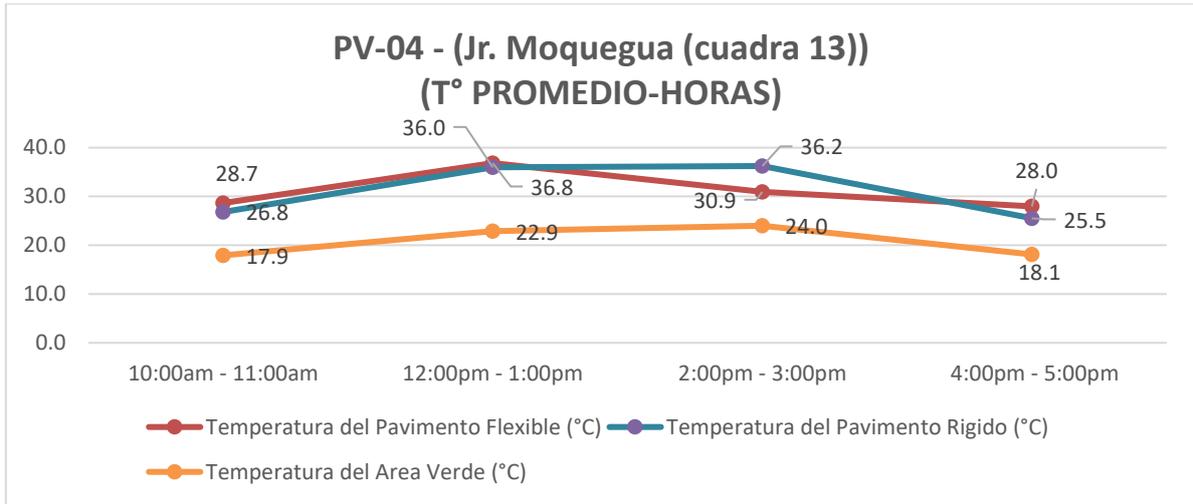
**Figura 95.** Temperatura en el Punto de Verificación 02

Nota. Se aprecia en la figura, la máxima temperatura alcanzada en el Pavimento Flexible con 40.7°C de 2:00pm a 3:00pm, así mismo en el Pavimento Rígido 38.8 °C entre las 12:00pm y 1:00pm y en el área verde un 24.4 °C en entre las 2:00pm a 3:00pm; así mismo las temperaturas más bajas fueron en el Pavimento Flexible con 27.6 °C de 4:00pm a 5:00pm, así mismo en el Pavimento Rígido 30.7 °C de 10:00am a 11:010am y en el área verde un 20.3 °C todo esto en entre las 12:00pm a 1:00pm.



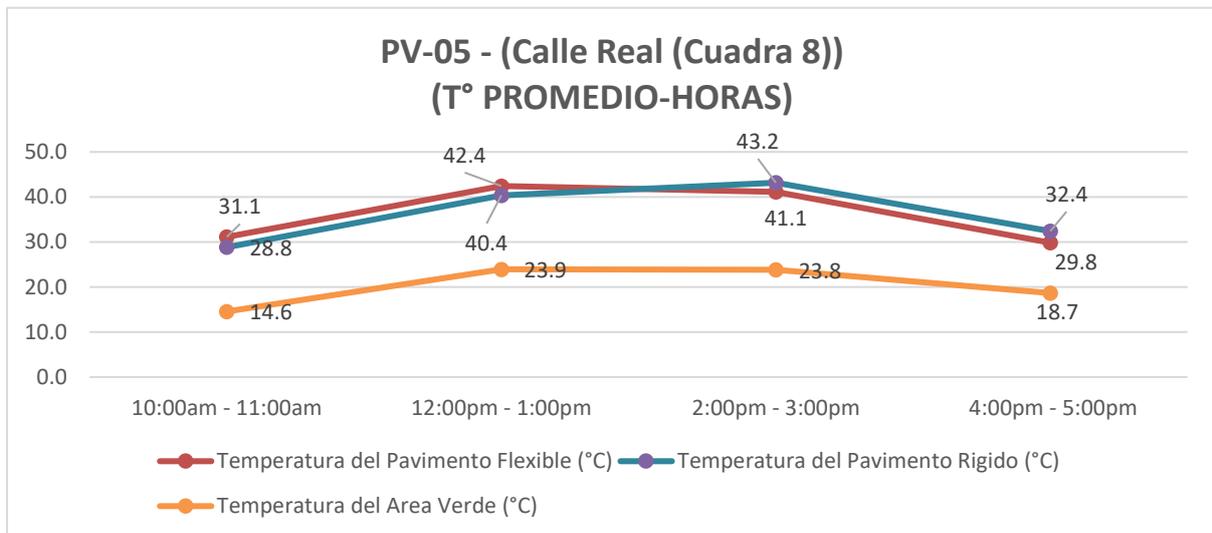
**Figura 96.** Temperatura en el Punto de Verificación 03

Nota. Se aprecia en la figura, la máxima temperatura alcanzada en el Pavimento Flexible con 37.2°C de 2:00pm a 3:00pm, así mismo en el Pavimento Rígido 37.0 °C entre las 2:00pm y 3:00pm y en el área verde un 31.9 °C en entre las 12:00pm a 1:00pm; así mismo las temperaturas más bajas fueron en el Pavimento Flexible con 23.00 °C de 4:00pm a 5:00pm, así mismo en el Pavimento Rígido 24.8 °C de 10:00am a 11:010am y en el área verde un 18.6 °C todo esto en entre las 10:00am a 11:00am



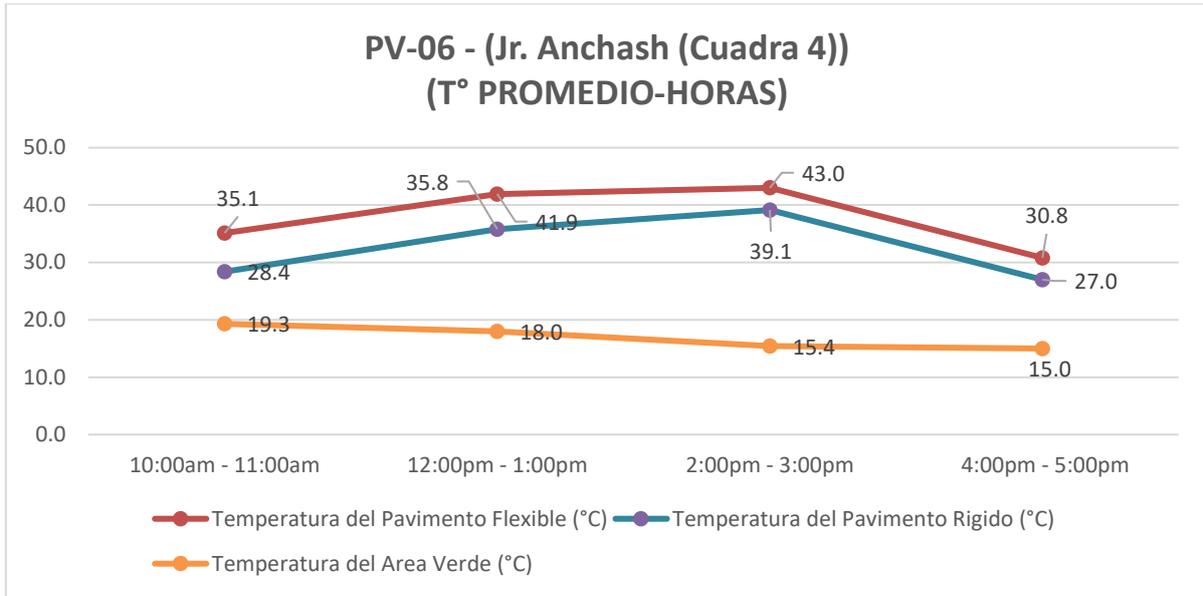
**Figura 97.** Temperatura en el Punto de Verificación 04

Nota. Se aprecia en la figura, la máxima temperatura alcanzada en el Pavimento Flexible con 36.2°C de 2:00pm a 3:00pm, así mismo en el Pavimento Rígido 36.0 °C entre las 12:00pm y 1:00pm y en el área verde un 24.00 °C en entre las 2:00pm a 3:00pm; así mismo las temperaturas más bajas fueron en el Pavimento Flexible con 25.50 °C de 4:00pm a 5:00pm, así mismo en el Pavimento Rígido 28.7 °C de 10:00am a 11:00am y en el área verde un 17.9 °C todo esto en entre las 10:00am a 11:00am



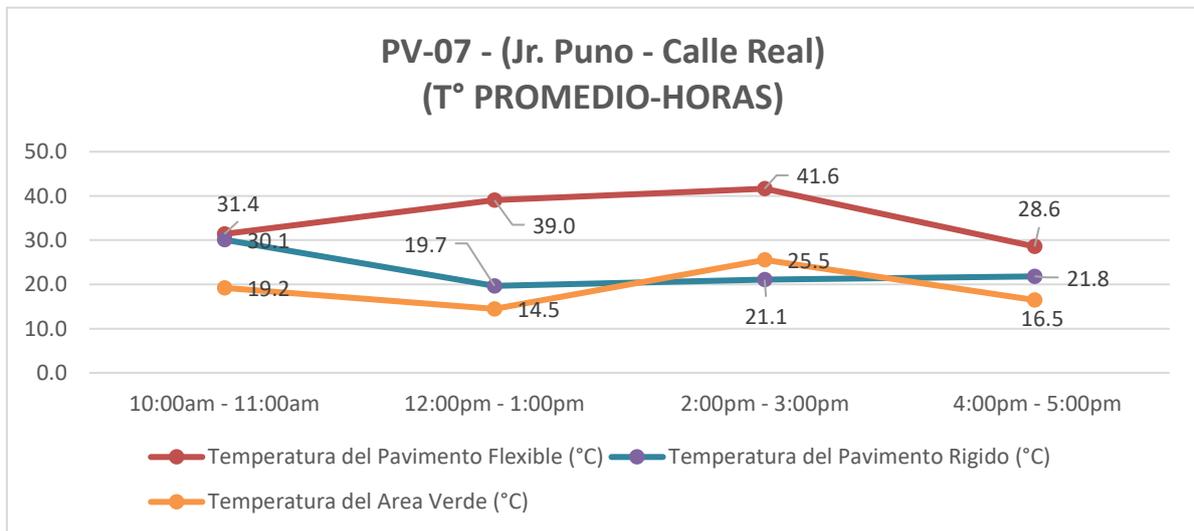
**Figura 98.** Temperatura en el Punto de Verificación 05

Nota. Se aprecia en la figura, la máxima temperatura alcanzada en el Pavimento Flexible con 43.2°C de 2:00pm a 3:00pm, así mismo en el Pavimento Rígido 42.4 °C entre las 12:00pm y 1:00pm y en el área verde un 23.9 °C en entre las 12:00pm a 1:00pm; así mismo las temperaturas más bajas fueron en el Pavimento Flexible con 28.8 °C de 10:00am a 11:00am, así mismo en el Pavimento Rígido 29.8 °C de 4:00pm a 5:00pm y en el área verde un 14.6 °C todo esto en entre las 10:00am a 11:00am



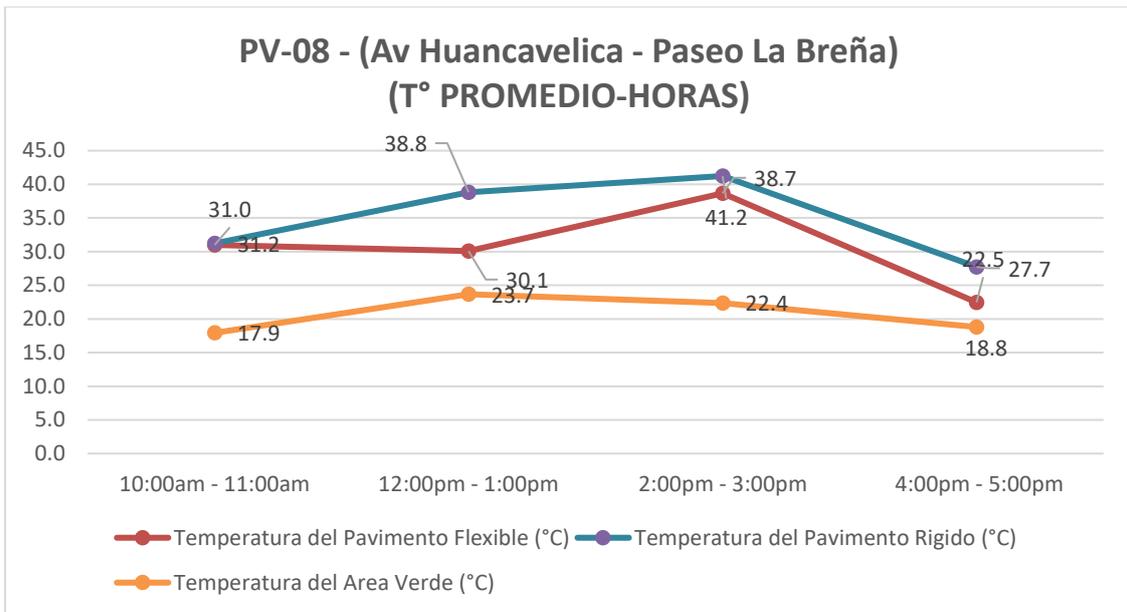
**Figura 99.** Temperatura en el Punto de Verificación 06

Nota. Se aprecia en la figura, la máxima temperatura alcanzada en el Pavimento Flexible con 43.0°C de 2:00pm a 3:00pm, así mismo en el Pavimento Rígido 39.1 °C entre 2:00pm a 3:00pm y en el área verde un 19.3 °C en entre las 10:00am a 11:00am; así mismo las temperaturas más bajas fueron en el Pavimento Flexible con 30.8 °C de 4:00pm a 5:00pm, así mismo en el Pavimento Rígido 27.00 °C de 4:00pm a 5:00pm y en el área verde un 15.0 °C todo esto en entre las 4:00pm a 5:00pm



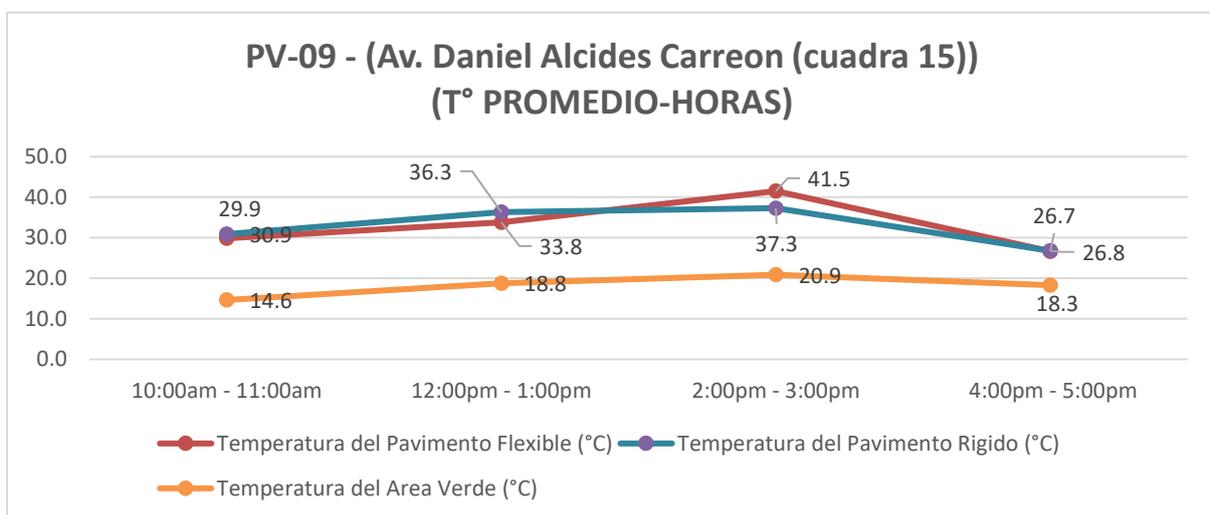
**Figura 100.** Temperatura en el Punto de Verificación 07

Nota. Se aprecia en la figura, la máxima temperatura alcanzada en el Pavimento Flexible con 41.6°C de 2:00pm a 3:00pm, así mismo en el Pavimento Rígido 30.1 °C entre 10:00am a 11:00am y en el área verde un 25.5 °C en entre las 2:00pm a 3:00pm; así mismo las temperaturas más bajas fueron en el Pavimento Flexible con 28.6 °C de 4:00pm a 5:00pm, así mismo en el Pavimento Rígido 19.70 °C de 12:00pm a 1:00pm y en el área verde un 14.5 °C todo esto en entre las 12:00pm a 1:00pm



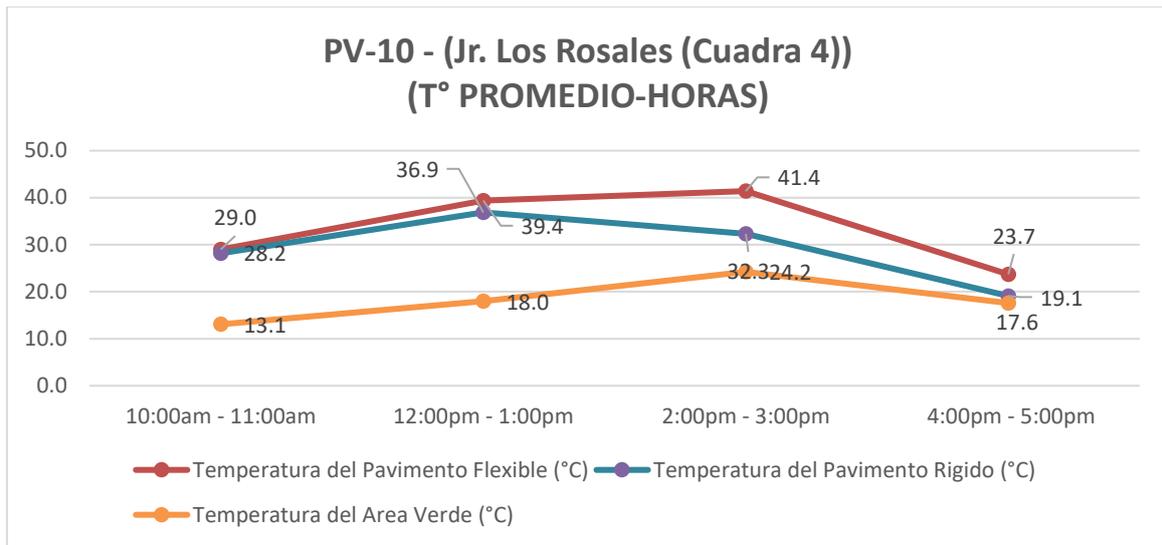
**Figura 101.** Temperatura en el Punto de Verificación 08

Nota. Se aprecia en la figura, la máxima temperatura alcanzada en el Pavimento Flexible con 41.2 °C de 2:00pm a 3:00pm, así mismo en el Pavimento Rígido 38.8 °C entre 12:00 pm a 1:00 pm y en el área verde un 23.7 °C en entre las 12:00pm a 1:00pm; así mismo las temperaturas más bajas fueron en el Pavimento Flexible con 27.7 °C de 4:00pm a 5:00pm, así mismo en el Pavimento Rígido 22.5 °C de 4:00pm a 5:00pm y en el área verde un 17.9 °C todo esto en entre las 10:00am a 11:00am



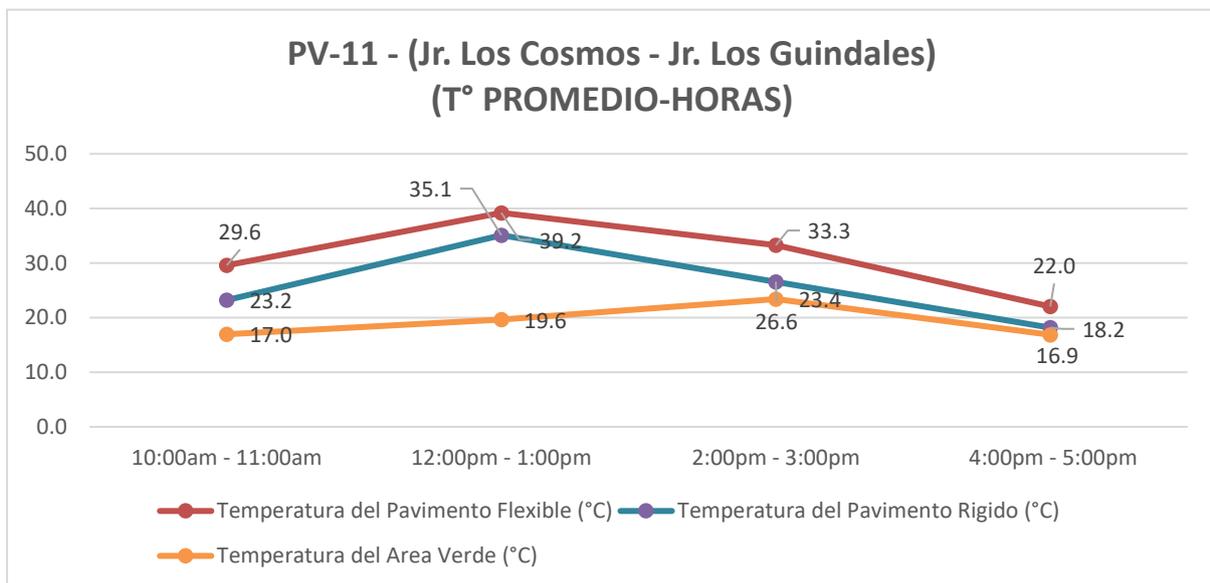
**Figura 102.** Temperatura en el Punto de Verificación 09

Nota. Se aprecia en la figura la máxima temperatura alcanzada en el Pavimento Flexible con 41.5 °C de 2:00pm a 3:00pm, así mismo en el Pavimento Rígido 36.3 °C entre 12:00 pm a 1:00 pm y en el área verde un 20.9 °C en entre las 2:00pm a 3:00pm; así mismo las temperaturas más bajas fueron en el Pavimento Flexible con 26.8 °C de 4:00pm a 5:00pm, así mismo en el Pavimento Rígido 26.7 °C de 4:00pm a 5:00pm y en el área verde un 14.6 °C todo esto en entre las 10:00am a 11:00am



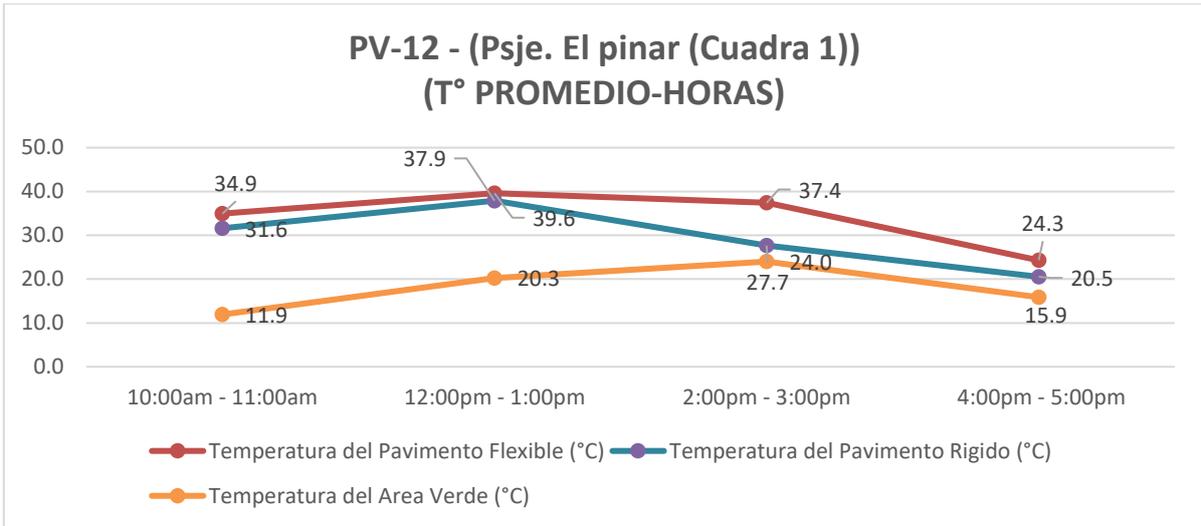
**Figura 103.** Temperatura en el Punto de Verificación 10

Nota. Se aprecia en la figura la máxima temperatura alcanzada en el Pavimento Flexible con 41.4 °C de 2:00pm a 3:00pm, así mismo en el Pavimento Rígido 36.9 °C entre 12:00 pm a 1:00 pm y en el área verde un 24.2 °C en entre las 2:00pm a 3:00pm; así mismo las temperaturas más bajas fueron en el Pavimento Flexible con 23.7 °C de 4:00pm a 5:00pm, así mismo en el Pavimento Rígido 19.1 °C de 4:00pm a 5:00pm y en el área verde un 13.1 °C todo esto en entre las 10:00am a 11:00am



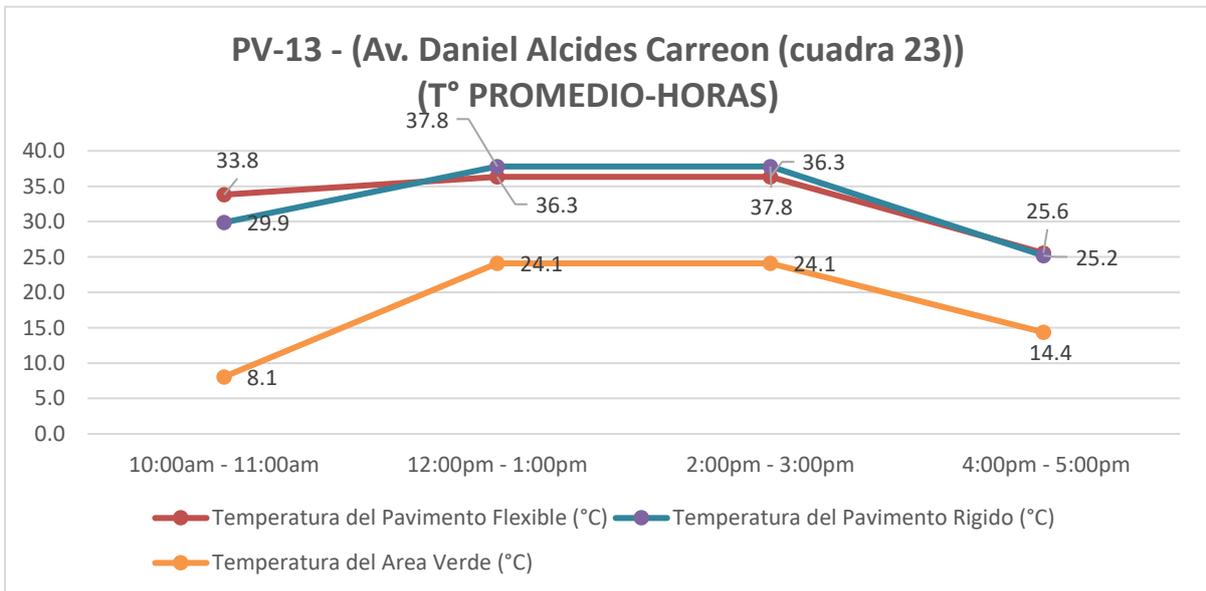
**Figura 104.** Temperatura en el Punto de Verificación 11

Nota. Se aprecia en la figura, la máxima temperatura alcanzada en el Pavimento Flexible con 35.1 °C de 12:00pm a 1:00pm, así mismo en el Pavimento Rígido 39.2 °C entre 12:00 pm a 1:00 pm y en el área verde un 26.6 °C en entre las 2:00pm a 3:00pm; así mismo las temperaturas más bajas fueron en el Pavimento Flexible con 22.0 °C de 4:00pm a 5:00pm, así mismo en el Pavimento Rígido 18.2 °C de 4:00pm a 5:00pm y en el área verde un 16.9 °C todo esto en entre las 4:00pm a 5:00pm



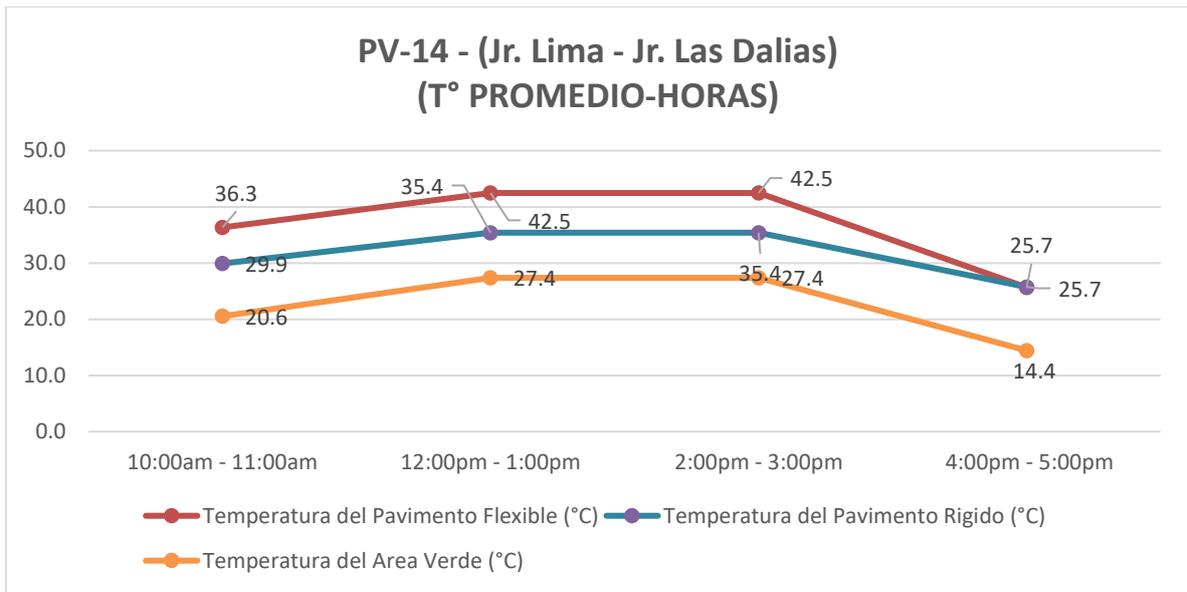
**Figura 105.** *Temperatura en el Punto de Verificación 12*

Nota. Se aprecia en la figura, la máxima temperatura alcanzada en el Pavimento Flexible con 37.9 °C de 12:00pm a 1:00pm, así mismo en el Pavimento Rígido 38.9 °C entre 12:00 pm a 1:00 pm y en el área verde un 27.7 °C en entre las 2:00pm a 3:00pm; así mismo las temperaturas más bajas fueron en el Pavimento Flexible con 24.3 °C de 4:00pm a 5:00pm, así mismo en el Pavimento Rígido 20.5 °C de 4:00pm a 5:00pm y en el área verde un 11.9 °C todo esto en entre las 10:00am a 11:00am.



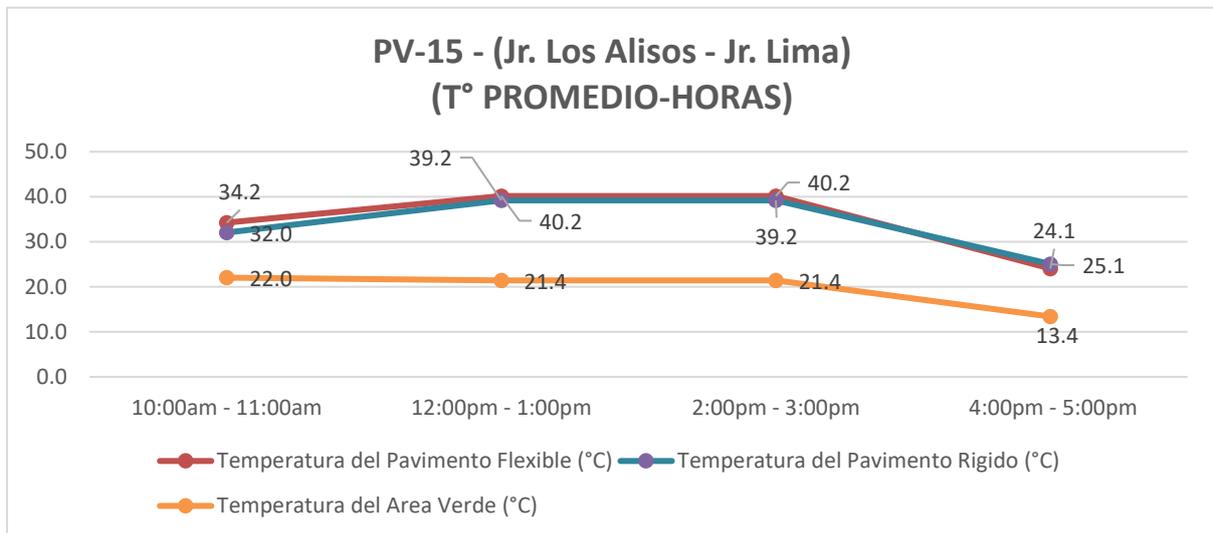
**Figura 106.** *Temperatura en el Punto de Verificación 13*

Nota. Se aprecia en la figura, la máxima temperatura alcanzada en el Pavimento Flexible con 37.8 °C de 12:00pm a 1:00pm, así mismo en el Pavimento Rígido 37.8 °C entre 2:00 pm a 3:00 pm y en el área verde un 24.1 °C en entre las 2:00pm a 3:00pm; así mismo las temperaturas más bajas fueron en el Pavimento Flexible con 25.6 °C de 4:00pm a 5:00pm, así mismo en el Pavimento Rígido 25.2 °C de 4:00pm a 5:00pm y en el área verde un 8.1 °C todo esto en entre las 10:00am a 11:00am.



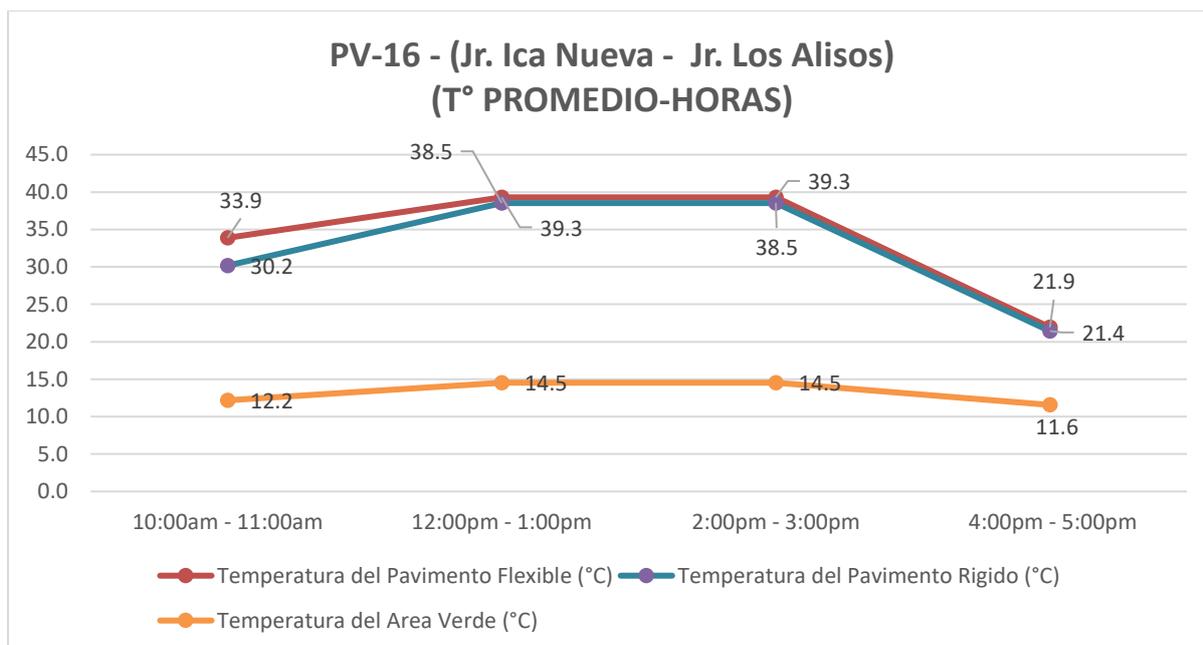
**Figura 107.** *Temperatura en el Punto de Verificación 14*

Nota. Se aprecia en la figura, la máxima temperatura alcanzada en el Pavimento Flexible con 42.5 °C de 2:00pm a 3:00pm, así mismo en el Pavimento Rígido 35.4 °C entre 12:00 pm a 1:00 pm y en el área verde un 27.4 °C en entre las 2:00pm a 3:00pm; así mismo las temperaturas más bajas fueron en el Pavimento Flexible con 25.7 °C de 4:00pm a 5:00pm, así mismo en el Pavimento Rígido 25.7 °C de 4:00pm a 5:00pm y en el área verde un 14.4 °C todo esto en entre las 4:00pm a 5:00pm



**Figura 108.** *Temperatura en el Punto de Verificación 15*

Nota. Se aprecia en la figura, la máxima temperatura alcanzada en el Pavimento Flexible con 40.2 °C de 2:00pm a 3:00pm, así mismo en el Pavimento Rígido 40.2 °C entre 12:00 pm a 1:00 pm y en el área verde un 22 °C en entre las 10:00am a 11:00am; así mismo las temperaturas más bajas fueron en el Pavimento Flexible con 25.1 °C de 4:00pm a 5:00pm, así mismo en el Pavimento Rígido 24.1 °C de 4:00pm a 5:00pm y en el área verde un 13.4 °C todo esto en entre las 4:00pm a 5:00pm



**Figura 109.** *Temperatura en el Punto de Verificación 16*

Nota. Se aprecia en la figura, la máxima temperatura alcanzada en el Pavimento Flexible con 39.3 °C de 2:00pm a 3:00pm, así mismo en el Pavimento Rígido 39.3 °C entre 12:00 pm a 1:00 pm y en el área verde un 14.5 °C en entre las 10:00am a 11:00am; así mismo las temperaturas más bajas fueron en el Pavimento Flexible con 21.9 °C de 4:00pm a 5:00pm, así mismo en el Pavimento Rígido 21.4 °C de 4:00pm a 5:00pm y en el área verde un 11.6 °C todo esto en entre las 4:00pm a 5:00pm.

#### 4.1.2. Del Objetivo General:

Evaluar la incidencia comparativa de los pavimentos rígidos y pavimentos flexibles en el Fenómeno de Islas de Calor, Huancayo 2024.

Para estimar las dos (2) variables a comparar:

- **Pavimentos** (áreas de participación del pavimento rígido y flexible, afectado por el tránsito y el clima) y
- **Las Islas de calor** (temperaturas del pavimento rígido, flexible y área verde, afectado por el tipo de área verde, participación en el área evaluada, y la tipología urbana de sus edificaciones).

Se uniformizó los valores de las áreas (m<sup>2</sup>) de los elementos evaluados, en valores de participación porcentual (%) del elemento en el área ocupada por los pavimentos rígido, flexible y área verde, total evaluada, en valores porcentuales. Mostrándonos la siguiente tabla 14.

**Tabla 14.** *Participación porcentual de Áreas del pavimento rígido, flexible y área verde*

<b>Puntos de Verificación</b>	<b>Pavimento rígido (% de área)</b>	<b>Pavimento flexible (% de área)</b>	<b>Área verde (% de área)</b>	<b>Total área (% de área)</b>
PV 1	24.28%	71.83%	3.88%	100.0%
PV 2	33.76%	54.81%	11.42%	100.0%
PV 3	45.21%	49.11%	5.68%	100.0%
PV 4	46.40%	29.68%	23.91%	100.0%
PV 5	29.91%	58.30%	11.79%	100.0%
PV 6	32.58%	50.58%	16.84%	100.0%
PV 7	12.77%	70.30%	16.93%	100.0%
PV 8	43.25%	52.87%	3.88%	100.0%
PV 9	57.45%	19.74%	22.81%	100.0%
PV 10	45.77%	48.27%	5.96%	100.0%
PV 11	49.18%	32.63%	18.19%	100.0%
PV 12	37.00%	51.69%	11.31%	100.0%
PV 13	55.16%	40.04%	4.79%	100.0%
PV 14	46.24%	45.93%	7.83%	100.0%
PV 15	25.95%	65.59%	8.46%	100.0%
PV 16	28.27%	66.29%	5.43%	100.0%

Posteriormente se codificó, el pavimento rígido y flexible, por participaciones menores al 30% (código=1); entre 30% a 45% (código=2) y por último mayores al 45% (código=3) de participación porcentual en el área total, por punto de verificación, según mayor y menor valor encontrado, en tres escalas. Atendiendo al siguiente baremo: (la codificación se muestra en el Anexo 3 de esta tesis)

**Tabla 15.** *Baremo de valoración por tamaño de área, según pavimento rígido, flexible y área verde.*

<b>Escala</b>	<b>Denominación</b>	<b>Código</b>	<b>Código</b>
< 30%	Baja área	1	0
30% < 45%	Área media	2	0
>45%	Alta área	3	1

Para después, codificar el tránsito, en cinco (5) niveles, por aforo vehicular de 30 minutos de exposición, por (16) puntos de verificación, en cuatro (4) horarios diferentes, en tres (3) días de evaluación. (tabla 17); usando el máximo y mínimo de vehículos contados, por cada observación; según el siguiente baremo: (la codificación se muestra en el Anexo 3 de esta tesis)

**Tabla 16.** Baremo de valoración por cantidad de aforo vehicular en 30 minutos, según punto de verificación por día y horario de evaluación.

Escala (vehículos x 30')	Denominación	Nominación	Código	Código
< 40	Muy bajo aforo	Muy Bajo	1	0
40 < 60	Bajo aforo	Bajo	2	0
60 < 90	Aforo medio	Medio	3	Promedio1
90 < 120	Alto aforo	Alto	4	Promedio2
>120	Muy alto aforo	Muy Alto	5	Promedio3

**Tabla 17.** Codificación de tránsito por punto de verificación

18/06/2024	10:00 a.m.	4	1	3	2	1	1	1	1
	12:00 m.	5	3	4	3	3	3	3	2
	2:00 p.m.	5	3	5	3	3	3	3	3
	4:00 p.m.	2	2	2	1	2	2	2	2
19/06/2024	10:00 a.m.	2	2	4	3	2	2	2	2
	12:00 m.	5	2	5	3	2	2	2	2
	2:00 p.m.	5	4	5	4	4	4	4	4
	4:00 p.m.	4	3	5	4	3	3	3	3
20/06/2024	10:00 a.m.	4	3	2	1	3	3	3	3
	12:00 m.	5	4	5	4	4	4	4	4
	2:00 p.m.	5	4	5	4	4	4	4	4
	4:00 p.m.	4	2	3	2	2	2	2	2
		PV1	PV2	PV3	PV4	PV5	PV6	PV7	PV8
<b>ZONA 1</b>									
21/06/2024	10:00 a.m.	1	2	2	1	2	2	2	1
	12:00 m.	3	3	3	3	3	3	3	3
	2:00 p.m.	3	3	3	3	3	3	3	3
	4:00 p.m.	2	2	2	2	2	2	2	2
22/06/2024	10:00 a.m.	2	3	3	2	3	3	3	3
	12:00 m.	2	4	4	4	4	4	4	4
	2:00 p.m.	4	4	4	4	4	4	4	4
	4:00 p.m.	3	3	3	3	3	3	3	3
23/06/2024	10:00 a.m.	3	3	3	3	3	3	3	2
	12:00 m.	4	4	4	4	4	4	4	4
	2:00 p.m.	4	4	4	4	4	4	4	4
	4:00 p.m.	2	2	2	2	2	2	2	2
		PV9	PV10	PV11	PV12	PV13	PV14	PV15	PV16
<b>ZONA 2</b>									

Simultáneamente, se codificó el clima en tres (3) niveles (Parcialmente nublado, Nublado y Soleado), según “octas” de visión del cielo, en los (16) puntos de verificación, en cuatro (4) horarios diferentes, en tres (3) días de evaluación. (tabla 19); según el siguiente baremo: (la codificación se muestra en el Anexo 3 de esta tesis)

**Tabla 18.** Baremo de valoración por “octas” de visión en el cielo

Escala (“octas”)	Denominación	Código	Código
Cuatro “octas” de nubosidad (4/8)	Parcialmente nublado	1	0
Nubosidad (8/8)	Nublado	2	0
Cielo despejado (0/8)	Soleado	3	Promedio

**Tabla 19.** Codificación de Clima por punto de verificación

18/06/2024	10:00 a.m.	2	3	3	3	3	3	3	3
	12:00 m.	3	3	3	3	3	3	3	2
	2:00 p.m.	3	3	3	3	3	3	3	3
	4:00 p.m.	2	1	1	1	1	1	1	2
19/06/2024	10:00 a.m.	3	3	3	1	3	3	3	3
	12:00 m.	3	3	3	3	3	3	3	3
	2:00 p.m.	3	3	3	3	3	3	3	3
	4:00 p.m.	2	2	2	1	1	1	1	1
20/06/2024	10:00 a.m.	3	3	3	3	3	3	3	3
	12:00 m.	3	3	3	3	3	3	3	3
	2:00 p.m.	3	3	1	1	1	1	1	3
	4:00 p.m.	1	1	2	2	1	1	1	1
		<b>PV1</b>	<b>PV2</b>	<b>PV3</b>	<b>PV4</b>	<b>PV5</b>	<b>PV6</b>	<b>PV7</b>	<b>PV8</b>
<b>ZONA 1</b>									
21/06/2024	10:00 a.m.	1	1	1	1	1	1	1	1
	12:00 m.	3	3	3	3	3	3	3	3
	2:00 p.m.	3	3	3	3	3	3	3	3
	4:00 p.m.	1	2	2	2	2	2	2	2
22/06/2024	10:00 a.m.	3	3	1	1	1	1	1	1
	12:00 m.	3	3	3	3	3	3	3	3
	2:00 p.m.	3	3	3	3	3	3	3	3
	4:00 p.m.	1	1	1	1	1	1	1	1
23/06/2024	10:00 a.m.	3	3	3	3	3	3	3	3
	12:00 m.	3	3	3	3	3	3	3	3
	2:00 p.m.	3	3	3	3	3	3	3	3
	4:00 p.m.	2	2	2	1	1	1	1	1
		<b>PV9</b>	<b>PV10</b>	<b>PV11</b>	<b>PV12</b>	<b>PV13</b>	<b>PV14</b>	<b>PV15</b>	<b>PV16</b>
<b>ZONA 2</b>									

Considerando que, para formar la base de datos de correlación, los valores de participación porcentual, de las áreas del pavimento rígido y flexible, comprometidas, deben ser mayores (>) al 45% del total del área de los pavimentos rígidos, flexible y área verde; se obtuvo su valor entre 0 = No valores mayores al 45% del área y 1= para valores mayores al 45% del área (código 3). Es que se construye el registro de datos para pavimentos de la tabla 20.

Además, que, el tránsito vehicular o aforo vehicular, después de ser codificado, en cinco escalas (1=muy bajo, 2=Bajo, 3=Medio, 4=Alto y 5= Muy alto), se promediaron por punto de verificación, atendiendo la suma de los promedios de las tres (3) últimas escalas, según punto de verificación (medio, Alto y Muy alto). Que se muestra en la tabla 20

En el clima también se promediaron los valores de los códigos (1=Parcialmente nublado, 2=Nublado y 3=Soleado) por cada punto de verificación, obteniendo los valores fraccionarios que se muestran a continuación. Que se muestra en la tabla 20. Obteniendo los valores codificados de la variable Pavimentos de esta tesis.

**Tabla 20. VARIABLE PAVIMENTOS: Pavimentos Rígido y Flexible afectado por factores de diseño**

<b>INDICADORES DE LA VARIABLE PAVIMENTOS</b>				
<b>PUNTOS DE VERIFICACIÓN (PV)</b>	PAVIMENTOS		FACTORES	
	0.5		0.5	
	<b>Clasificación</b>		<b>Factores de Diseño</b>	
	0.5	0.5	0.75	0.25
	<b>Rígido</b>	<b>Flexible</b>	<b>Transito</b>	<b>Clima</b>
PV-01 - Av. Ferrocarril - Jr. Huánuco	0.000	1.000	0.833	0.750
PV-02 - Av. Huancavelica - Av. Ferrocarril	0.000	1.000	0.583	0.750
PV-03 - Av. Huancavelica (cuadra 13)	1.000	1.000	0.833	0.667
PV-04 - Jr. Moquegua (cuadra 13)	1.000	0.000	0.667	0.583
PV-05 - Calle Real (Cuadra 8)	0.000	1.000	0.583	0.667
PV-06 - Jr. Ancash (Cuadra 4)	0.000	1.000	0.583	0.667
PV-07 - Jr. Puno - Calle Real	0.000	1.000	0.583	0.667
PV-08 - Av. Huancavelica - Paseo La Breña	0.000	1.000	0.500	0.667
PV-09 - Av. Daniel Alcides Carrión (cuadra 15)	1.000	0.000	0.583	0.667
PV-10 Jr. Los Rosales (Cuadra 4)	1.000	1.000	0.750	0.667
PV-11 - Jr. Los Cosmos - Jr. Los Guindales	1.000	0.000	0.750	0.583
PV-12 - Pasaje. El Pinar (Cuadra 1)	0.000	1.000	0.667	0.583
PV-13 - Av. Daniel Alcides Carrión (cuadra 23)	1.000	0.000	0.750	0.583
PV-14 - Jr. Lima - Jr. Las Dalias	1.000	1.000	0.750	0.583
PV-15 - Jr. Los Alisos - Jr. Lima	0.000	1.000	0.750	0.583
PV-16 -Jr. Ica Nueva - Jr. Los Alisos	0.000	0.000	0.667	0.583
<b>Máximo</b>	1.000	1.000	0.833	0.750
<b>Mínimo</b>	0.000	0.000	0.500	0.583
<b>Promedio</b>	<b>0.438</b>	<b>0.688</b>	<b>0.677</b>	<b>0.641</b>

Nota. Se aprecian los valores codificados de pavimentos rígido y flexible, mayores al 45% del área total (1) y no mayores a 45% (0); en los 16 puntos de verificación; así mismo, en cuanto a los factores de diseño, en tránsito o aforo vehicular, se promedió los aforos entre 60 a 90, 90 a 120 y más de 120 vehículos por 30 minutos de evaluación, dividido entre las doce (12) observaciones realizadas en tres días de cotejo, por cada punto de verificación; y para el clima, igualmente se promedió los valores obtenidos en las doce (1) observaciones realizadas, y codificadas por “octas” con valores entre 1, 2 y 3.

Para la codificación de las temperaturas, por cada tipo de elemento (pavimento flexible, rígido, área

verde): se usó un baremo de tres (3) códigos, atendiendo al mayor y menor valor reportado en el caso del pavimento flexible y rígido, como se muestra a continuación. La codificación promedio por Punto de verificación se muestra en la tabla 26.

**Tabla 21.** *Baremo de temperaturas del pavimento flexible y rígido*

<b>Escala</b>	<b>Denominación</b>	<b>Código</b>
< 20° C	Baja temperatura	1
20°C < 35° C	Temperatura media	2
>35° C	Temperatura alta	3

Para la codificación de la temperatura del área verde, se usó un baremo de tres (3) códigos, atendiendo al mayor y menor valor reportado en los puntos de verificación y horarios evaluados. Obteniendo el siguiente baremo. La codificación promedio por Punto de verificación se muestra en la tabla 26.

**Tabla 22.** *Baremo temperatura del área verde*

<b>Escala</b>	<b>Denominación</b>	<b>Código</b>
< 10° C	Baja temperatura	1
10° C < 15° C	Temperatura media	2
> 15° C	Temperatura alta	3

Para la codificación del tipo de área verde, se usó el baremo de tres (3) códigos, atendiendo al tipo de cultivo encontrado, entre Grass, arbusto o árbol, en los puntos de verificación. Obteniendo el siguiente baremo. La codificación promedio por Punto de verificación se muestra en la tabla 26.

**Tabla 23.** *Baremo tipo de área verde*

<b>Tipo de área verde</b>	<b>Denominación</b>	<b>Código</b>
Grass	Pastos naturales, agrícolas o parques urbanos	1
Arbustos	Disposición abierta de arbustos, matorrales y árboles de pequeño tamaño y leñosos	2
Árboles	Ligeramente arbolado, de hoja caduca y/o perenne, con suelo permeable.	3

Para el área verde en participación porcentual, se codificó según el valor máximo y mínimo porcentual de participación alcanzado, por punto de verificación. Obteniendo el siguiente baremo. La codificación promedio por Punto de verificación se muestra en la tabla 26.

**Tabla 24.** *Baremo participación porcentual del área verde*

<b>Escala</b>	<b>Denominación</b>	<b>Código</b>
< 12.5%	Baja área	1
12.5% < 22.5%	Área media	2

&gt;22.5%

Alta área

3

Para la tipología urbana, se codificó según la presencia o no, de infraestructura o edificaciones de mediana (3 a 9 pisos) o baja (1 a 3 pisos) altitud. Obteniendo el siguiente baremo. La codificación promedio por Punto de verificación se muestra en la tabla 26. Obteniendo los valores codificados de la variable Islas de Calor de esta tesis.

**Tabla 25.** *Baremo de tipología urbana mediana y baja*

Presencia	Denominación	Código
Si	Existe tipología urbana de mediana o baja altura	1
No	No Existe tipología urbana de mediana o baja altura	2

**Tabla 26.** *VARIABLE ISLAS DE CALOR: Temperaturas de pavimentos rígido, flexible y área verde, afectado por tipo de área, participación porcentual y tipología urbana mediana o baja.*

INDICADORES DE LA VARIABLE ISLAS DE CALOR							
Puntos de Verificación (PV)	Temperatura			Áreas verdes		Tipología urbana	
	0.33	0.33	0.33	Tipo	% área	De	De
	Temp. Pav. Flexible	Temp. Pav. Rígido	Temp. Áreas Verdes	Tipo Área Verde	vegetal	Mediana Altura	Baja Altura
<b>PV-01</b> - Av. Ferrocarril - Jr. Huánuco	1.000	1.000	1.000	0.000	1.000	1.000	0.000
<b>PV-02</b> - Av. Huancavelica - Av. Ferrocarril	1.000	0.833	0.833	0.000	1.000	1.000	0.000
<b>PV-03</b> - Av. Huancavelica (cuadra 13)	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	0.000	1.000
<b>PV-04</b> - Jr. Moquegua (cuadra 13)	1.000	1.000	1.000	1.000	0.000	0.000	1.000
<b>PV-05</b> - Calle Real (Cuadra 8)	1.000	1.000	1.000	0.000	1.000	1.000	0.000
<b>PV-06</b> - Jr. Áncash (Cuadra 4)	1.000	1.000	1.000	0.000	1.000	1.000	0.000
<b>PV-07</b> - Jr. Puno - Calle Real	1.000	0.583	1.000	0.000	1.000	1.000	0.000
<b>PV-08</b> - Av. Huancavelica - Paseo La Breña	1.000	0.833	1.000	0.000	1.000	1.000	0.000
<b>PV-09</b> - Av. Daniel Alcides Carrión (cuadra 15)	1.000	1.000	1.000	1.000	0.000	0.000	1.000
<b>PV-10</b> Jr. Los Rosales (Cuadra 4)	1.000	0.833	1.000	1.000	1.000	0.000	1.000
<b>PV-11</b> - Jr. Los Cosmos - Jr. Los Guindales	1.000	0.750	1.000	1.000	1.000	0.000	1.000
<b>PV-12</b> - Pasaje. El Pinar (Cuadra 1)	1.000	0.917	1.000	0.000	1.000	0.000	1.000
<b>PV-13</b> - Av. Daniel Alcides Carrión (cuadra 23)	1.000	1.000	0.750	1.000	1.000	0.000	1.000
<b>PV-14</b> - Jr. Lima - Jr. Las Dalías	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	0.000	1.000
<b>PV-15</b> - Jr. Los Alisos - Jr. Lima	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	0.000	1.000
<b>PV-16</b> - Jr. Ica Nueva - Jr. Los Alisos	1.000	0.917	0.917	0.000	1.000	0.000	1.000
<b>Máximo</b>	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
<b>Mínimo</b>	1.000	0.583	0.750	0.000	0.000	0.000	0.000

<b>Promedio</b>	1.000	0.917	0.969	0.500	0.875	0.375	0.625
-----------------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------

Nota. Se aprecian los valores codificados (1=<20°C; 2=20°C a 35°C y 3=>35°C) de las temperaturas del pavimento flexible y rígido, en promedio, por punto de verificación, según baremo. Asimismo, para la temperatura en áreas verdes un promedio del codificado (1=<10°C; 2=10°C a 15°C y 3=>15°C) por punto de verificación; También para el Tipo de área verde, se usó el promedio del codificado (1=Grass; 2=Arbustos y 3=Árboles) por punto de verificación; para la participación porcentual de área verde, se usó el promedio del codificado (1=<12.5%; 2=12.5% a 22.5%: y 3=>22.5%) por punto de verificación; para finalmente codificar en promedio la tipología Urbana de Mediana Altura y Baja Altura (1=Si es mediana o baja altura y 2=No es mediana o baja altura) por punto de verificación.

Posteriormente, se procedió a unificar los valores codificados promedios de cada variable calculada, según dimensiones de cada variable.

Así, para la variable Pavimentos, se unificó la dimensión “clasificación”, como el promedio de los códigos de participación porcentual de cada área de pavimentos rígidos y flexibles en un solo valor, obteniendo la columna “clasificación” de la tabla 27.

También, para la dimensión “Factores de diseño” de la variable Pavimentos, se unificó, promediando los códigos de “Tránsito” con “Clima”, con una ponderación del 75% y 25% de afectación en su cálculo, obteniendo la columna “Factores de diseño” de la tabla 27.

Para obtener el valor total de la Variable Pavimentos, se unificó promediando los códigos promedios de las dos (2) dimensiones: “Clasificación” y “Factores de diseño”, en la tabla 27.

**Tabla 27. Dimensiones: Clasificación y Factores de Diseño y la Variable Pavimentos**

Puntos de verificación (PV)		DIM1	DIM2	VARIABLE
		Clasificación	Factores de Diseño	PAVIMENTOS
		D1 - V1	D2 - V1	V1
<b>PV-01</b>	Av. Ferrocarril - Jr. Huánuco	0.500	0.813	0.656
<b>PV-02</b>	Av. Huancavelica - Av. Ferrocarril	<b>0.500</b>	0.625	0.563
<b>PV-03</b>	Av. Huancavelica (cuadra 13)	1.000	0.792	<b>0.896</b>
<b>PV-04</b>	Jr. Moquegua (cuadra 13)	<b>0.500</b>	0.646	0.573
<b>PV-05</b>	Calle Real (Cuadra 8)	0.500	0.604	0.552
<b>PV-06</b>	Jr. Áncash (Cuadra 4)	<b>0.500</b>	0.604	0.552

<b>PV-07</b>	Jr. Puno - Calle Real	0.500	0.604	0.552
<b>PV-08</b>	Av. Huancavelica - Paseo La Breña	<b>0.500</b>	0.542	0.521
<b>PV-09</b>	Av. Daniel Alcides Carrión (cuadra 15)	0.500	0.604	0.552
<b>PV-10</b>	Jr. Los Rosales (Cuadra 4)	1.000	0.729	0.865
<b>PV-11</b>	Jr. Los Cosmos - Jr. Los Guindales	<b>0.500</b>	0.708	0.604
<b>PV-12</b>	Pasaje El Pinar (Cuadra 1)	<b>0.500</b>	0.646	0.573
<b>PV-13</b>	Av. Daniel Alcides Carrión (cuadra 23)	0.500	0.708	0.604
<b>PV-14</b>	Jr. Lima - Jr. Las Dalias	1.000	0.708	0.854
<b>PV-15</b>	Jr. Los Alisos - Jr. Lima	0.500	0.708	0.604
<b>PV-16</b>	Jr. Ica Nueva - Jr. Los Alisos	<b>0.000</b>	0.646	<b>0.323</b>
<b>Mínimo</b>		0.000	0.542	0.323
<b>Máximo</b>		1.000	0.813	0.896
<b>Promedio</b>		0.563	0.668	<b>0.615</b>

Nota. Se aprecia en la tabla de la variable pavimentos, los 16 puntos de verificación, con código más alto obtenido en el PV -03 Av. Huancavelica (cuadra 13) con 0.896 y el mínimo valor de código obtenido fue el PV – 16 Jr. Ica Nueva - Jr. Los Alisos con 0.323, teniendo en general un código promedio de 0.615.

Posteriormente, se procedió a unificar los valores codificados promedios de la variable Islas de calor de la tesis.

Así para la variable Islas de Calor, se unificó la dimensión “Temperatura”, como el promedio de los códigos de temperaturas del pavimento “Rígido”, “Flexible” y “Área verde”, en uno solo valor, obteniendo la columna “Temperaturas” de la tabla 28.

También, para la dimensión “Áreas verdes” de la variable Islas de Calor, se unificó, promediando los códigos de “Tipo de área verde” y “Porcentaje de participación del área verde”, en un solo valor, obteniendo la columna “Áreas verdes” de la tabla 28.

Para obtener la dimensión “Tipología urbana” de la variable Islas de Calor, se unificó, promediando los códigos de “Tipología urbana mediana” con “Tipología urbana baja”, de valores dicotómicos, en un solo valor, obteniendo la columna “Tipología urbana” de la tabla 28.

Para obtener el valor total de la variable Islas de calor, se unificó promediando los códigos promedio de las tres (3) dimensiones “Temperatura”, “Áreas verdes” y “Tipología urbana”, en su columna Variable en la tabla 28.

**Tabla 28.** Dimensiones Temperatura, Áreas verdes, Tipología urbana y la variable Islas de Calor

Puntos de verificación (PV)		DIM1	DIM2	DIM3	VARIABLE
		Temperatura	Áreas verdes	Tipología urbana	Islas de calor
		D1 - V2	D2 - V2	D3- V2	V2
<b>PV-01</b>	Av. Ferrocarril - Jr. Huánuco	1.000	0.333	0.333	0.556
<b>PV-02</b>	Av. Huancavelica - Av. Ferrocarril	0.889	0.333	0.333	0.519
<b>PV-03</b>	Av. Huancavelica (cuadra 13)	1.000	0.667	0.333	<b>0.667</b>
<b>PV-04</b>	Jr. Moquegua (cuadra 13)	1.000	0.333	0.333	0.556
<b>PV-05</b>	Calle Real (Cuadra 8)	1.000	0.333	0.333	0.556
<b>PV-06</b>	Jr. Áncash (Cuadra 4)	1.000	0.333	0.333	0.556
<b>PV-07</b>	Jr. Puno - Calle Real	0.861	0.333	0.333	<b>0.509</b>
<b>PV-08</b>	Av. Huancavelica - Paseo La Breña	0.944	0.333	0.333	0.537
<b>PV-09</b>	Av. Daniel Alcides Carrión (cuadra 15)	1.000	0.333	0.333	0.556
<b>PV-10</b>	Jr. Los Rosales (Cuadra 4)	0.944	0.667	0.333	0.648
<b>PV-11</b>	Jr. Los Cosmos - Jr. Los Guindales	0.917	0.667	0.333	0.639
<b>PV-12</b>	Pasaje El Pinar (Cuadra 1)	0.972	0.333	0.333	0.546
<b>PV-13</b>	Av. Daniel Alcides Carrión (cuadra 23)	0.917	0.667	0.333	0.639
<b>PV-14</b>	Jr. Lima - Jr. Las Dalias	1.000	0.667	0.333	<b>0.667</b>
<b>PV-15</b>	Jr. Los Alisos - Jr. Lima	1.000	0.667	0.333	<b>0.667</b>
<b>PV-16</b>	Jr. Ica Nueva - Jr. Los Alisos	0.944	0.333	0.333	0.537
<b>Mínimo</b>		0.861	0.333	0.333	0.509
<b>Máximo</b>		1.000	0.667	0.333	0.667
<b>Promedio</b>		0.962	0.458	0.333	<b>0.584</b>

Nota. Se aprecia en la tabla de la variable Islas de Calor, los 16 puntos de verificación, con códigos más altos obtenidos, fueron tres (3) Puntos de verificación: PV – 3 Av. Huancavelica (cuadra 13), PV -14 Jr. Lima - Jr. Las Dalias y PV -15 Jr. Los Alisos - Jr. Lima con 0.667 y el mínimo valor de código obtenido fue el PV – 07 Jr. Puno - Calle Real con 0.509, teniendo en general un código promedio de 0.584

Aplicando la fórmula del coeficiente de correlación de Pearson a las dos variables.

$$r = \frac{n(\sum XY) - (\sum X)(\sum Y)}{\sqrt{[n\sum X^2 - (\sum X)^2][n\sum Y^2 - (\sum Y)^2]}}$$

Dónde:

Variable 1 = Pavimentos

Variable 2 = Islas de Calor

$n$  = Número de observaciones pares a evaluar

$\sum XY$  = Sumatoria del producto de los pares de observaciones de la Variable 1 y Variable 2

$\sum X$  = Sumatoria de las observaciones de la Variable 1

$\sum Y$  = Sumatoria de las observaciones de la Variable 2

$\sum X^2$  = Sumatoria de las observaciones de la Variable 1 al cuadrado

$\sum Y^2$  = Sumatoria de las observaciones de la Variable 2 al cuadrado

**Tabla 29.** *Valores del Coeficiente de Correlación de Pearson*

<b>&gt;0.85</b>	<b>MUY ALTA</b>
<b>0.75-0.85</b>	<b>ALTA</b>
<b>0.5-0.75</b>	<b>MEDIA</b>
<b>&lt;0.5</b>	<b>BAJA</b>

Se aprecia en la Tabla los valores de Correlación, dónde  $> 0.85$  indica una correlación Muy Alta; para  $0.75-0.85$  una correlación Alta; para  $0.5-0.75$  una correlación media; y finalmente  $< 0.5$  baja.

#### **Cálculo de correlación entre las variables Pavimentos e Isla de Calor**

**Tabla 30.** *Datos de la Variable Pavimentos y la Variable Islas de Calor*

<b>Puntos de Verificación (PV)</b>		<b>Variable 1</b>	<b>Variable 2</b>
		<b>PAVIMENTOS</b>	<b>ISLAS DE CALOR</b>
		<b>V1</b>	<b>V2</b>
<b>PV-01</b>	Av. Ferrocarril - Jr. Huánuco	0.656	0.556
<b>PV-02</b>	Av. Huancavelica - Av. Ferrocarril	0.563	0.519
<b>PV-03</b>	Av. Huancavelica (cuadra 13)	0.896	0.667
<b>PV-04</b>	Jr. Moquegua (cuadra 13)	0.573	0.556
<b>PV-05</b>	Calle Real (Cuadra 8)	0.552	0.556
<b>PV-06</b>	Jr. Áncash (Cuadra 4)	0.552	0.556
<b>PV-07</b>	Jr. Puno - Calle Real	0.552	0.509
<b>PV-08</b>	Av. Huancavelica - Paseo La Breña	0.521	0.537
<b>PV-09</b>	Av. Daniel Alcides Carrión (cuadra 15)	0.552	0.556
<b>PV-10</b>	Jr. Los Rosales (Cuadra 4)	0.865	0.648
<b>PV-11</b>	Jr. Los Cosmos - Jr. Los Guindales	0.604	0.639
<b>PV-12</b>	Pasaje El Pinar (Cuadra 1)	0.573	0.546
<b>PV-13</b>	Av. Daniel Alcides Carrión (cuadra 23)	0.604	0.639

<b>PV-14</b>	Jr. Lima - Jr. Las Dalias	0.854	0.667
<b>PV-15</b>	Jr. Los Alisos - Jr. Lima	0.604	0.667
<b>PV-16</b>	Jr. Ica Nueva - Jr. Los Alisos	0.323	0.537
	<b>Máximo</b>	0.323	0.509
	<b>Mínimo</b>	0.896	0.667
	<b>Promedio</b>	0.615	0.584

Nota. Se aprecia en la tabla, datos de la variable Pavimentos y la variable Islas de Calor de los 16 puntos de verificación, para el desarrollo de la correlación

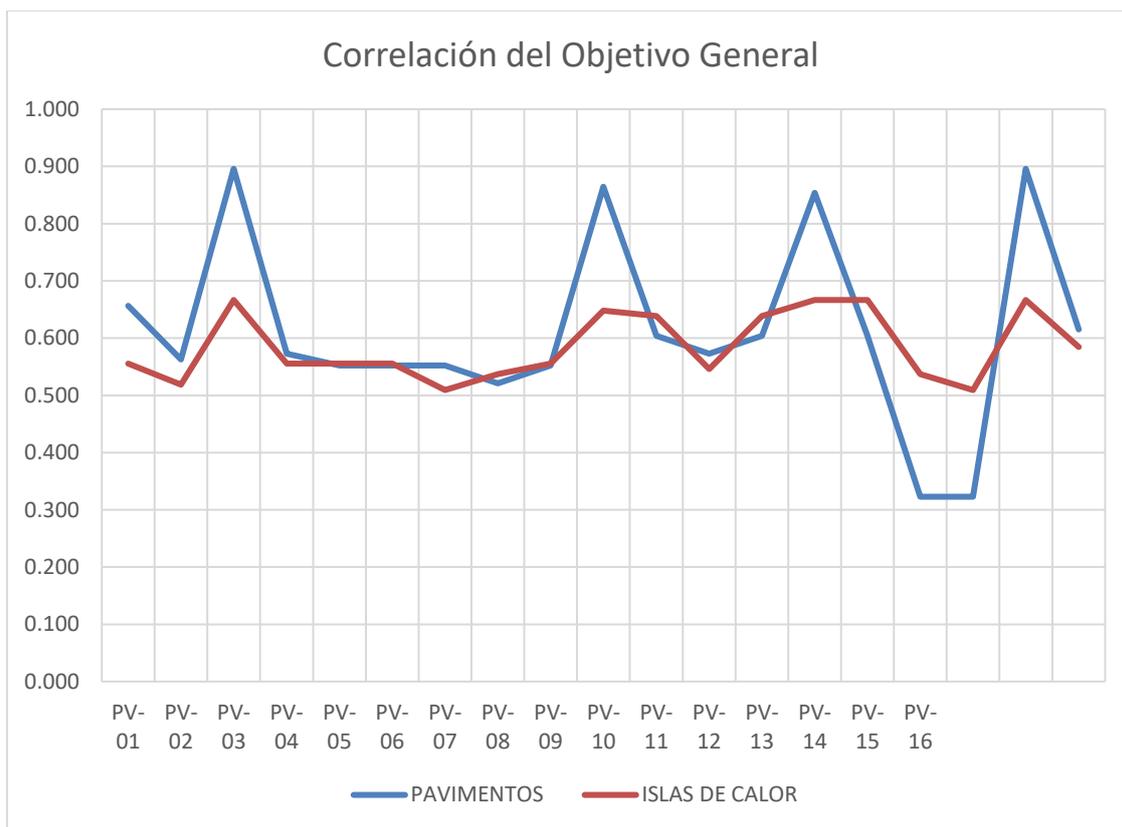
**Tabla 31.** *Correlación Pavimentos – Islas de Calor*

		Variable Pavimentos	Variable Islas de Calor
Variable Pavimentos	Correlación de Pearson	1	<b>0,714**</b>
	Sig. (bilateral)		0,002
	N	16	16
Variable Islas de Calor	Correlación de Pearson	<b>0,714**</b>	1
	Sig. (bilateral)	0,002	
	N	16	16

\*\* . La correlación es significativa en el nivel 0,01 (bilateral).

Nota. En la tabla se aprecia que, la correlación bilateral desarrollada entre los Pavimentos e Islas de Calor, obtiene un coeficiente de correlación ( $r = 0.714$ ) indicando que existe una relación media (0.5 – 0.75), directa, (positiva) entre los tipos de pavimentos y el fenómeno de islas de calor. Esto significa que los pavimentos (ya sean flexibles, rígidos, o de otro tipo) tienen una influencia notable en las temperaturas superficiales y, por ende, en la formación de islas de calor, de forma media. Con un nivel de significación de “p” igual a 0.002, del 1% de error y 99% de confianza, en que la correlación sea verdadera, ( $p < 0.01$ ).

Esta correlación media, sugiere que las características de los pavimentos juegan un papel importante en la generación o mitigación de islas de calor en el área estudiada. Las decisiones sobre el tipo de pavimento a utilizar podrían tener un impacto significativo en el confort térmico urbano y en la reducción de las temperaturas superficiales.



**Figura 110.** *Correlación entre variables Pavimentos e Islas de Calor*

Se aprecia en la figura, el ajuste de la Correlación entre los datos de las dos variables: Pavimentos e Islas de Calor, al juntarse las dos líneas y seguir una tendencia casi uniforme, según las estimaciones realizadas, en las tablas anteriores.

#### 4.1.3. Del Objetivo específico 01

Evaluar la incidencia comparativa de la clasificación de pavimentos rígidos y flexibles en el fenómeno de Islas de Calor, Huancayo 2024.

Para comparar la dimensión (1): Clasificación de pavimentos, de la variable: Pavimentos; con la variable (2) de Islas de Calor, suponemos:

- (1) **Clasificación de Pavimentos** (pavimento rígido y flexible, según áreas de participación porcentual) y
- (2) **Las Islas de calor** (temperaturas del pavimento rígido, flexible y área verde, afectado por el tipo de área verde, participación en el área evaluada, y la tipología urbana de sus edificaciones).

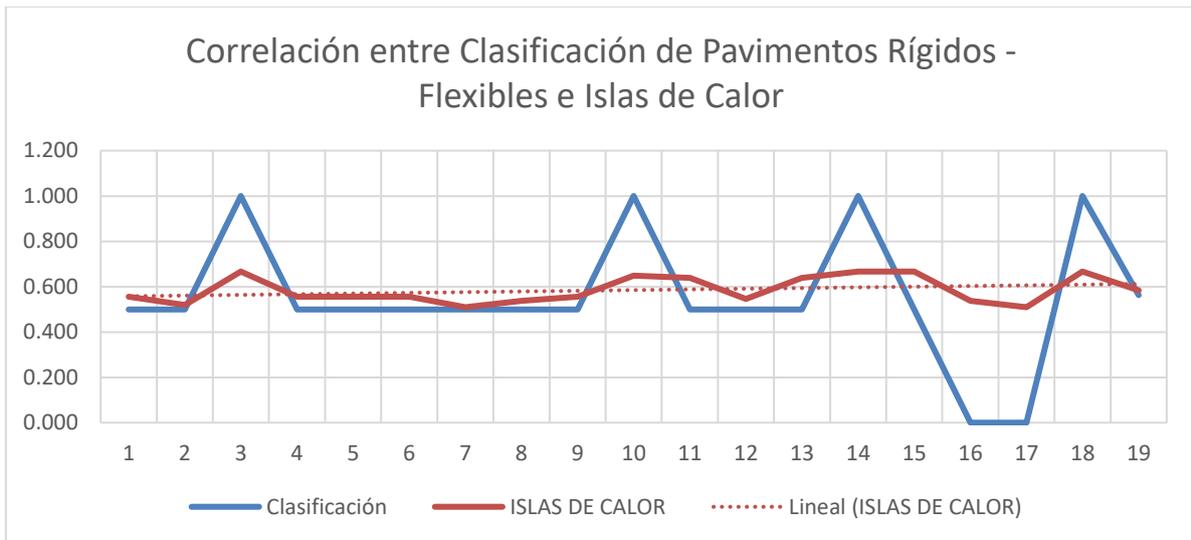
Se realizó lo siguiente, para el cálculo de la correlación entre la dimensión Clasificación de pavimentos y la Variable Islas de Calor:

**Tabla 32.** Datos de la Dimensión Clasificación de Pavimentos y la variable Islas de Calor

		Dimensión 1 Clasificación	Variable 2 ISLAS DE CALOR
		D1 - V1	V2
<b>PV-01</b>	Av. Ferrocarril - Jr. Huánuco	0.500	0.556
<b>PV-02</b>	Av. Huancavelica - Av. Ferrocarril	<b>0.500</b>	0.519
<b>PV-03</b>	Av. Huancavelica (cuadra 13)	1.000	0.667
<b>PV-04</b>	Jr. Moquegua (cuadra 13)	<b>0.500</b>	0.556
<b>PV-05</b>	Calle Real (Cuadra 8)	0.500	0.556
<b>PV-06</b>	Jr. Áncash (Cuadra 4)	<b>0.500</b>	0.556
<b>PV-07</b>	Jr. Puno - Calle Real	0.500	0.509
<b>PV-08</b>	Av. Huancavelica - Paseo La Breña	<b>0.500</b>	0.537
<b>PV-09</b>	Av. Daniel Alcides Carrión (cuadra 15)	0.500	0.556
<b>PV-10</b>	Jr. Los Rosales (Cuadra 4)	1.000	0.648
<b>PV-11</b>	Jr. Los Cosmos - Jr. Los Guindales	<b>0.500</b>	0.639
<b>PV-12</b>	Pasaje El Pinar (Cuadra 1)	<b>0.500</b>	0.546
<b>PV-13</b>	Av. Daniel Alcides Carrión (cuadra 23)	0.500	0.639
<b>PV-14</b>	Jr. Lima - Jr. Las Dalias	1.000	0.667
<b>PV-15</b>	Jr. Los Alisos - Jr. Lima	0.500	0.667
<b>PV-16</b>	Jr. Ica Nueva - Jr. Los Alisos	<b>0.000</b>	0.537
	<b>Mínimo</b>	0.000	0.509
	<b>Máximo</b>	1.000	0.667
	<b>Promedio</b>	0.563	0.584

Nota. Se aprecia en la tabla la clasificación de participación en las áreas de los Pavimentos rígidos y flexibles, en el cual se observa de los 16 puntos de verificación desarrollados un Máximo de 1.000 y un mínimo de 0.000; teniendo un promedio general de 0.563.

Se aprecia también, en la tabla la codificación promedio de las islas de calor, por punto de verificación, según las temperaturas del pavimento rígido, flexible, área verde afectados por el tipo de área verde, participación en el área evaluada y la tipología urbana de sus edificaciones, en el cual se observa de los 16 puntos de verificación desarrollados un Mínimo de 0.509 y un máximo de 0.667; teniendo un promedio general de 0.584.



**Figura 111.** Correlación entre Clasificación de los Pavimentos Rígidos - Flexibles y las Islas de Calor

Se aprecia en la figura la Correlación entre la clasificación de Pavimentos (Rígidos – Flexibles) e Islas de Calor de los datos registrados mostrados en las tablas anteriores.

**Tabla 33.** Valores de Correlación

>0.85	MUY ALTA
0.75-0.85	ALTA
0.5-0.75	MEDIA
<0.5	BAJA

Se aprecia en la Tabla los valores de Correlación, donde >0.85 indica una correlación Muy Alta; para 0.75-0.85 una correlación Alta; para 0.5-0.75 una correlación media; y finalmente <0.5 baja.

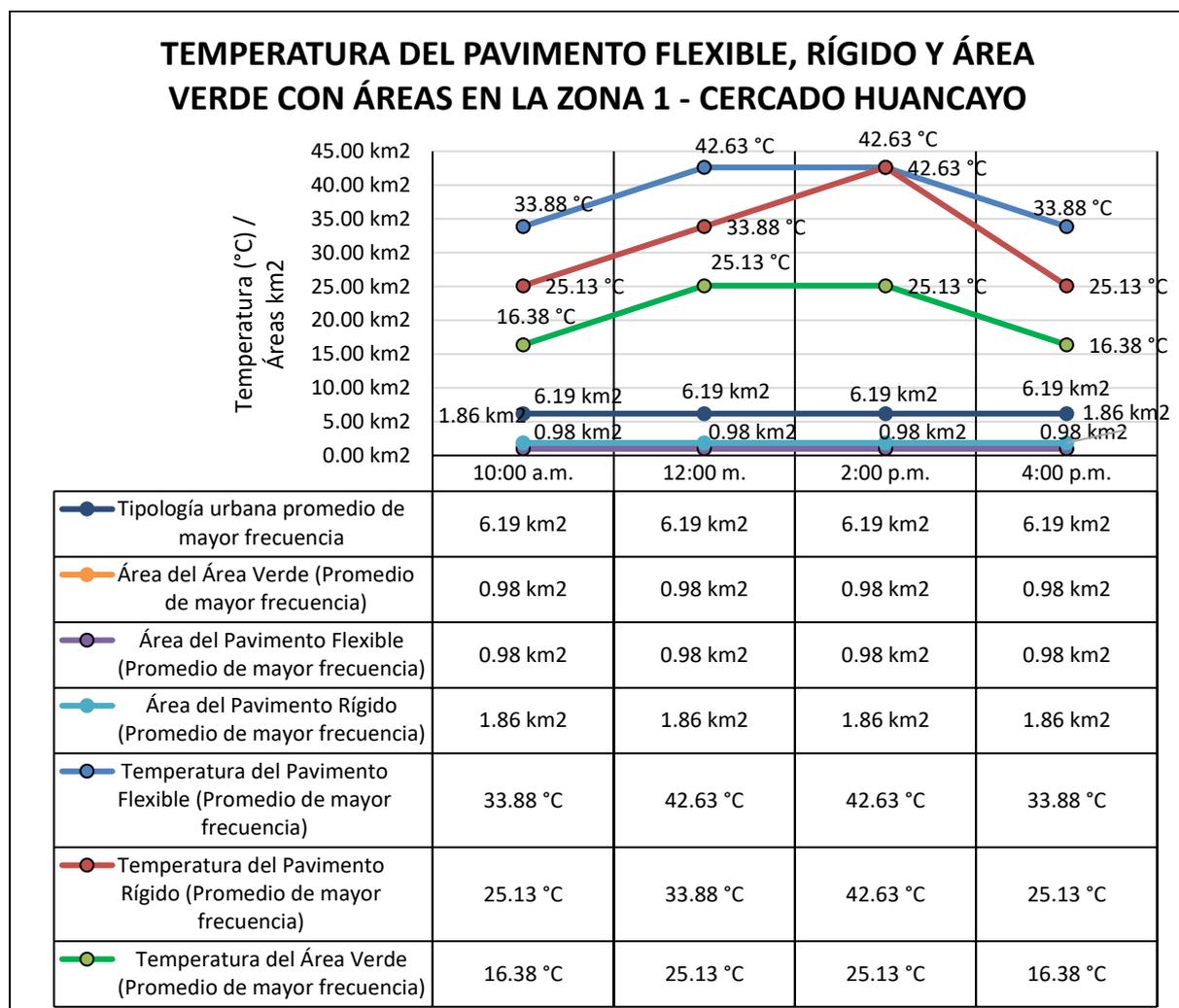
**Tabla 34.** Correlación Clasificación Pavimentos (Rígidos – Flexibles) – Islas de Calor

		Clasificación áreas en porcentajes del pavimento flexible (% área) y rígido (% de área)	Variable Islas de calor
Clasificación áreas en porcentajes del pavimento flexible (% área) y rígido (% de área)	Correlación de Pearson	1	<b>0,634**</b>
	Sig. (bilateral)		0,008
	N	16	16
Variable Islas de calor	Correlación de Pearson	<b>0,634**</b>	1
	Sig. (bilateral)	0,008	
	N	16	16

\*\* . La correlación es significativa en el nivel 0,01 (bilateral).

Nota. Se aprecia de la correlación desarrollada entre la Clasificación de los Pavimentos e Islas de Calor tuvo un coeficiente de correlación ( $r = 0.634$ ) indicando que existe una relación directa media, entre la clasificación de pavimentos (siendo estos rígidos o flexibles) y el fenómeno de islas de calor. Esto implica que la participación porcentual del área de los pavimentos utilizados, influyen significativamente en la intensidad del fenómeno de islas de calor. Con un nivel de significación “p” igual a 0.008 del 1% de error y 99% de confianza, en que la correlación sea verdadera ( $p < 0.01$ ).

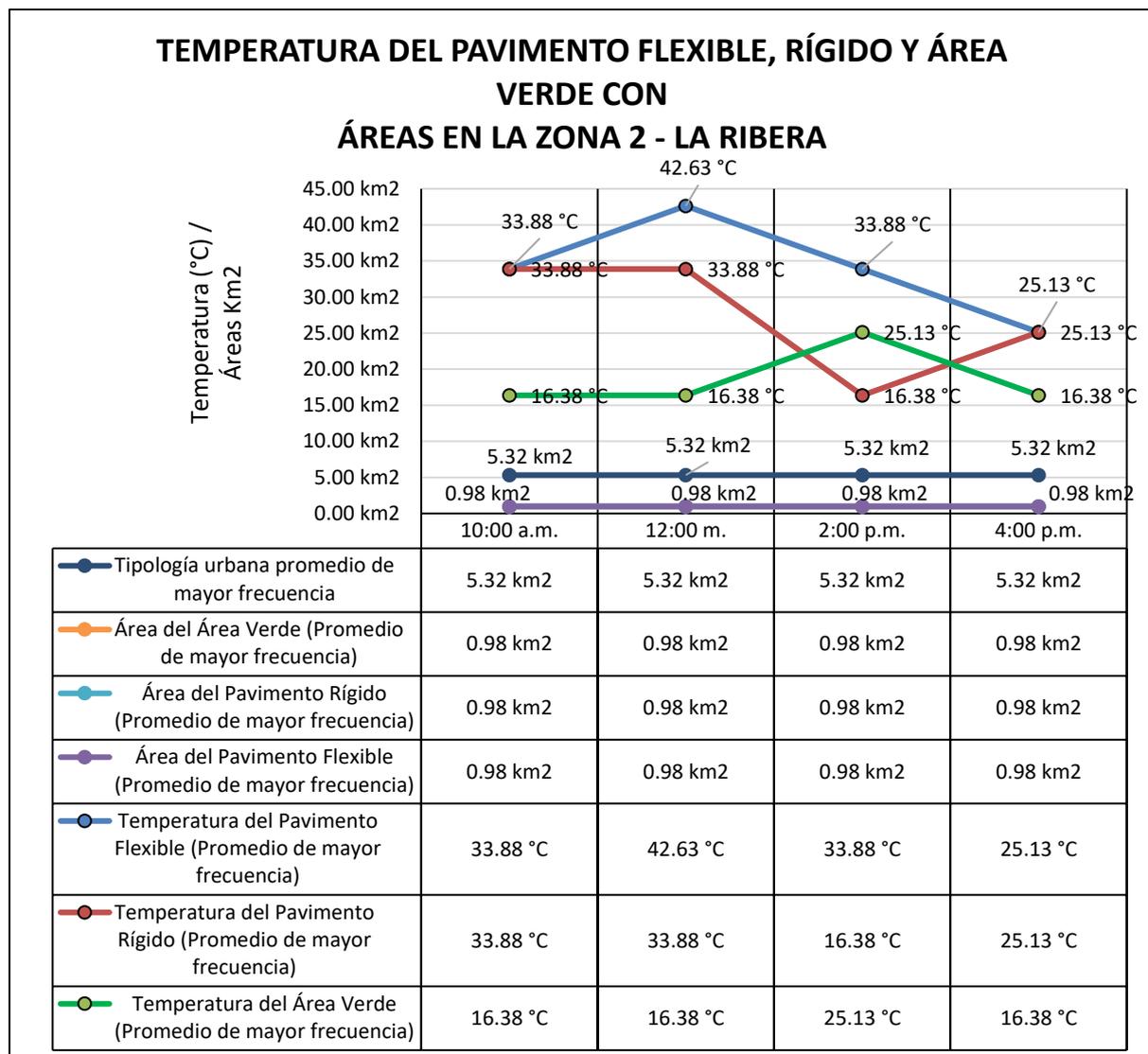
Esta correlación media sugiere que la participación porcentual del área de los pavimentos rígido y flexible, llamado clasificación, es un factor relevante que afecta de forma positiva, las temperaturas superficiales de estas áreas y que la elección puede tener un impacto considerable en las temperaturas locales. Por ejemplo, pavimentos rígidos y flexibles pueden absorber y retener calor de manera diferente, afectando así el microclima de las áreas urbanas.



**Figura 112.** *Afectación Factor Clasificación por Áreas en la Temperaturas de los pavimentos zona 1.*

Nota: Se observa en la figura, la zona 1 de el Cercado de Huancayo, la influencia del área ocupada por la Tipología Urbana (línea azul) en cuestión de las áreas, es la más grande (6.19 Km<sup>2</sup>), comparado con

las áreas del pavimento flexible (0.98 Km<sup>2</sup>), rígido (1.86 Km<sup>2</sup>) y área verde (0.98 Km<sup>2</sup>) en esta zona. Donde el 75% posee edificaciones de mediana altura y sólo 25% es de baja altura (Figura 86).



**Figura 113.** Afectación Factor Clasificación en la temperatura de los pavimentos zona 2.

Nota: Se observa en la figura, la zona 2 de La Ribera de Huancayo, la influencia del área ocupada por la Tipología Urbana (línea azul) en cuestión de las áreas, es la más grande (5.32 Km<sup>2</sup>), comparado con las áreas del pavimento flexible (0.98 Km<sup>2</sup>), rígido (0.98 Km<sup>2</sup>) y área verde (0.98 Km<sup>2</sup>) en esta zona. Donde el 100% posee infraestructura de edificaciones de baja altura (Figura 86).

#### 4.1.4. Del Objetivo específico 02

Evaluar la incidencia comparativa de los factores de diseño de pavimentos en el fenómeno de Islas de Calor, Huancayo 2024.

Para comparar la dimensión (2): Factores de afectación de los pavimentos, de la variable: Pavimentos; con la variable (2) de Islas de Calor, suponemos:

- (1) **Factores de afectación de los Pavimentos** (Tránsito vehicular, medido por 30' de observación de vehículos y el Clima que se presentó en los cuatro (4) horarios observados medido en "octas") y
- (2) **Las Islas de calor** (temperaturas del pavimento rígido, flexible y área verde, afectado por el tipo de área verde, participación en el área evaluada, y la tipología urbana de sus edificaciones).

Se realizó lo siguiente, para el cálculo de la correlación entre la dimensión Factores de afectación de los pavimentos y la Variable Islas de Calor.

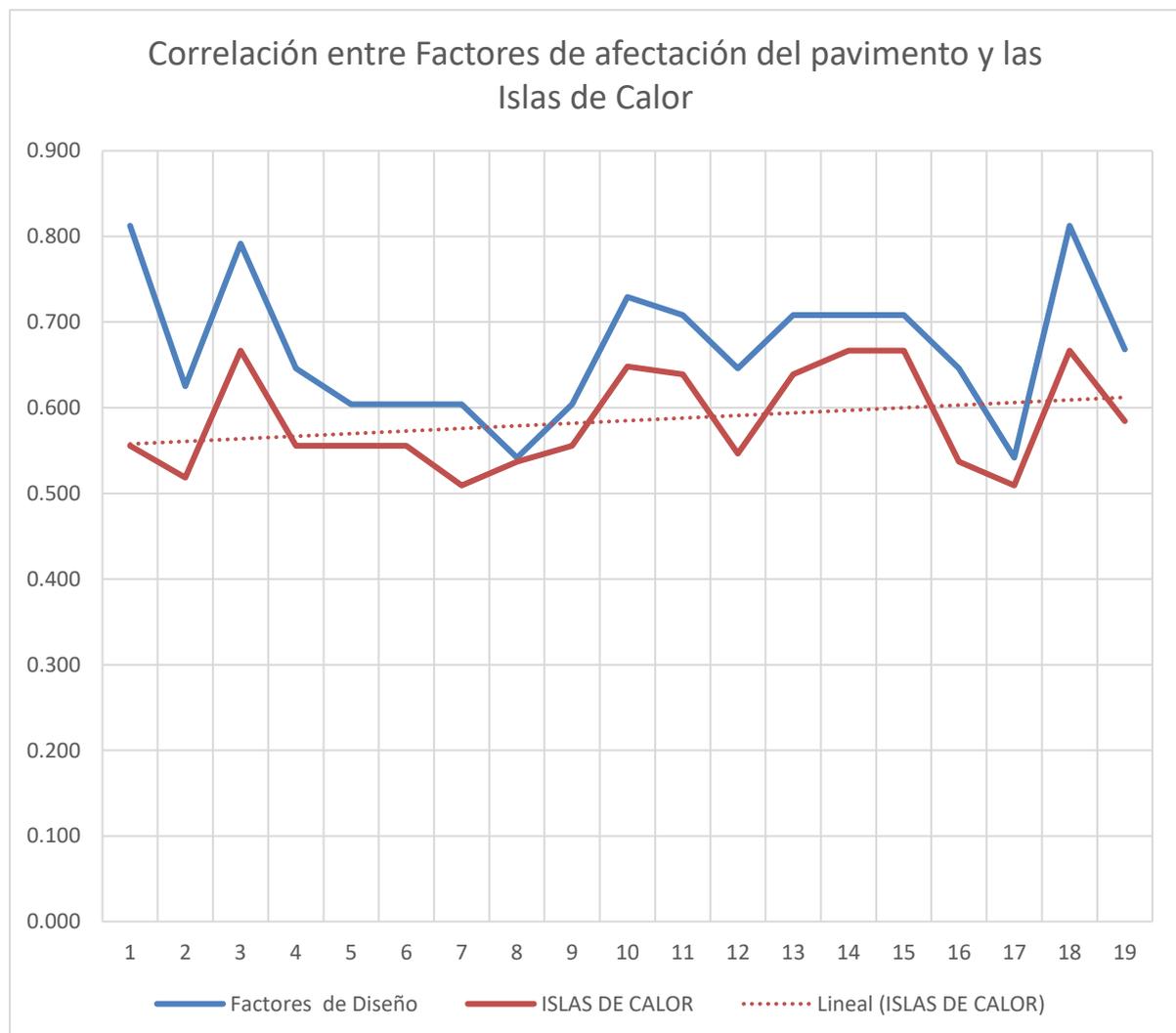
**Tabla 35.** Datos de la Dimensión Factores de afectación de los pavimentos y la variable Islas de Calor.

		Dimensión 2 <b>Factores de Afectación de Pav.</b>	<b>Variable 2 ISLAS DE CALOR</b>
		D2 - V1	V2
<b>PV-01</b>	Av. Ferrocarril - Jr. Huánuco	0.813	0.556
<b>PV-02</b>	Av. Huancavelica - Av. Ferrocarril	0.625	0.519
<b>PV-03</b>	Av. Huancavelica (cuadra 13)	0.792	0.667
<b>PV-04</b>	Jr. Moquegua (cuadra 13)	0.646	0.556
<b>PV-05</b>	Calle Real (Cuadra 8)	0.604	0.556
<b>PV-06</b>	Jr. Áncash (Cuadra 4)	0.604	0.556
<b>PV-07</b>	Jr. Puno - Calle Real	0.604	0.509
<b>PV-08</b>	Av. Huancavelica - Paseo La Breña	0.542	0.537
<b>PV-09</b>	Av. Daniel Alcides Carrión (cuadra 15)	0.604	0.556
<b>PV-10</b>	Jr. Los Rosales (Cuadra 4)	0.729	0.648
<b>PV-11</b>	Jr. Los Cosmos - Jr. Los Guindales	0.708	0.639
<b>PV-12</b>	Pasaje El Pinar (Cuadra 1)	0.646	0.546
<b>PV-13</b>	Av. Daniel Alcides Carrión (cuadra 23)	0.708	0.639
<b>PV-14</b>	Jr. Lima - Jr. Las Dalias	0.708	0.667
<b>PV-15</b>	Jr. Los Alisos - Jr. Lima	0.708	0.667
<b>PV-16</b>	Jr. Ica Nueva - Jr. Los Alisos	0.646	0.537
<b>Mínimo</b>		0.542	0.509
<b>Máximo</b>		0.813	0.667
<b>Promedio</b>		0.668	0.584

Nota. Se aprecia en la tabla los Factores de afectación del pavimento, representados, por el tránsito

vehicular medido en 30' de observación de vehículos y el Clima que se presentó en los cuatro (4) horarios observados medidos en “octas”, en el cual se observa de los 16 puntos de verificación desarrollando un Máximo de 0.813 y un mínimo de 0.542; teniendo un promedio general de 0.668.

También se aprecia en la tabla codificación promedio de las Islas de calor por punto de verificación, según las temperaturas del pavimento rígido, flexible, áreas verdes afectados por el tipo de área verde, participación en el área evaluada y la tipología urbana de sus edificaciones, en el cual se observa de los 16 puntos de verificación desarrollados un Mínimo de 0.509 y un máximo de 0.667; teniendo un promedio general de 0.584.



**Figura 114.** *Correlación entre Factores de Afectación del pavimento y las Islas de Calor*

Se aprecia en la figura la Correlación entre los Factores de afectación del pavimento e Islas de Calor de los datos registrados mostrados en las tablas anteriores.

**Tabla 36. Valores de Correlación**

<b>&gt;0.85</b>	<b>MUY ALTA</b>
<b>0.75-0.85</b>	<b>ALTA</b>
<b>0.5-0.75</b>	<b>MEDIA</b>
<b>&lt;0.5</b>	<b>BAJA</b>

Se aprecia en la Tabla los valores de Correlación, donde > 0.85 indica una correlación Muy Alta; para 0.75-0.85 una correlación Alta; para 0.5-0.75 una correlación media; y finalmente < 0.5 baja.

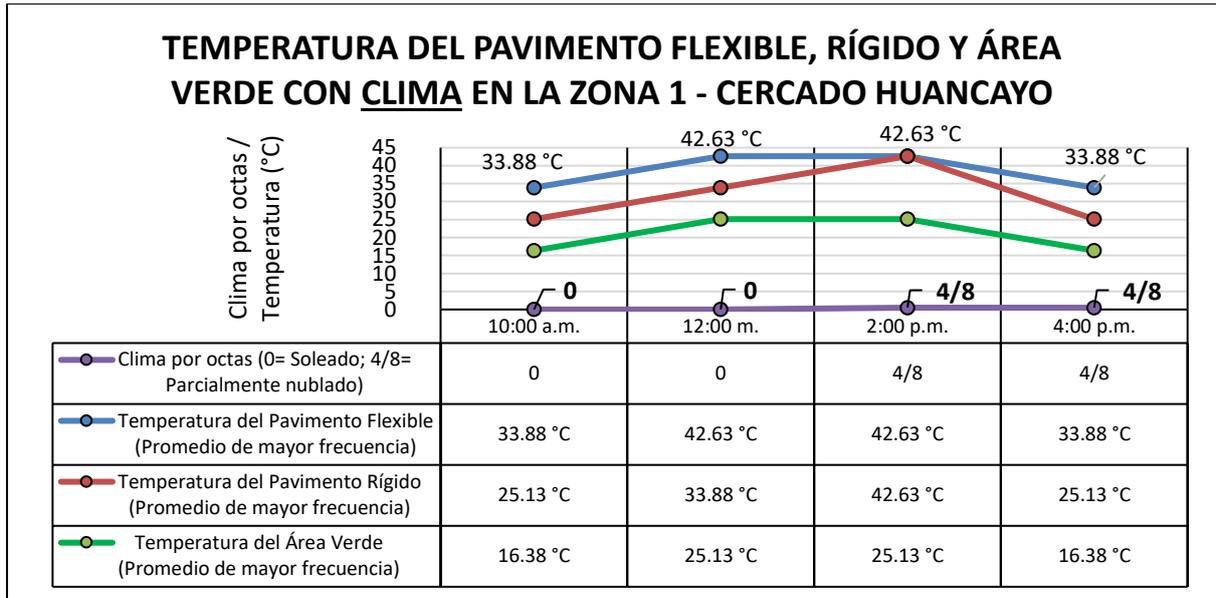
**Tabla 37. Correlación Factores de Diseño – Islas de Calor**

		Factores de diseño: Transito (cantidad de vehículos) y el Clima (Octas)	Variable Islas de calor
Factores de diseño: Transito (cantidad de vehículos) y el Clima (Octas)	Correlación de Pearson	1	<b>0,661**</b>
	Sig. (bilateral)		0,005
	N	16	16
Variable Islas de calor	Correlación de Pearson	<b>0,661**</b>	1
	Sig. (bilateral)	0,005	
	N	16	16

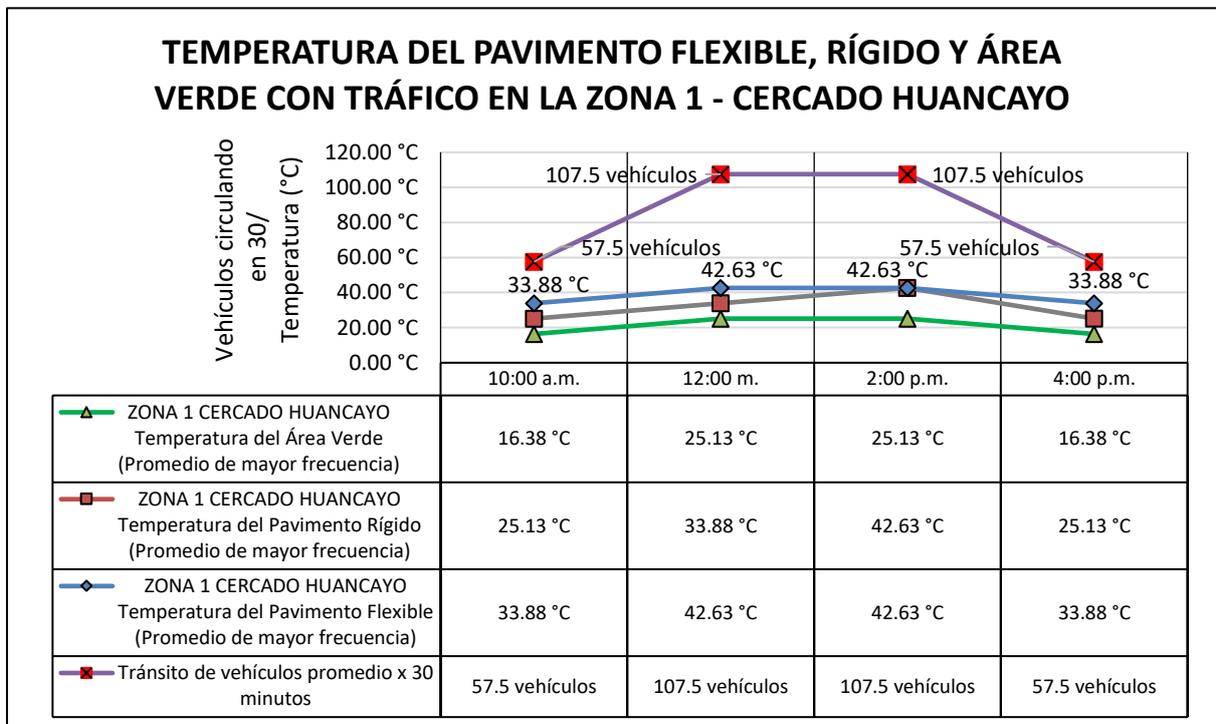
\*\* . La correlación es significativa en el nivel 0,01 (bilateral).

Nota. Se aprecia la correlación desarrollada entre los Factores de diseño: tránsito por cantidad de vehículos y el Clima por “octas” e Islas de Calor, tuvo un coeficiente de correlación ( $r=0.661$ ) indicando que existe una relación directa media, entre los factores de diseño de pavimentos (como el tránsito y el clima) y el fenómeno de islas de calor. Esto significa que a medida que los factores de diseño varían positivamente, también lo hace la intensidad del fenómeno de islas de calor. Con un nivel de significación de “p” igual a 0.008 del 1% de error y 99% de confianza, en que la correlación sea verdadera ( $p < 0.01$ ).

Esta correlación media sugiere que los factores de diseño como el tránsito y el clima en los cuatro (4) horarios observados en los pavimentos tienen un impacto significativo en las temperaturas superficiales de estas áreas y, en consecuencia, en la formación de islas de calor en las áreas urbanas.

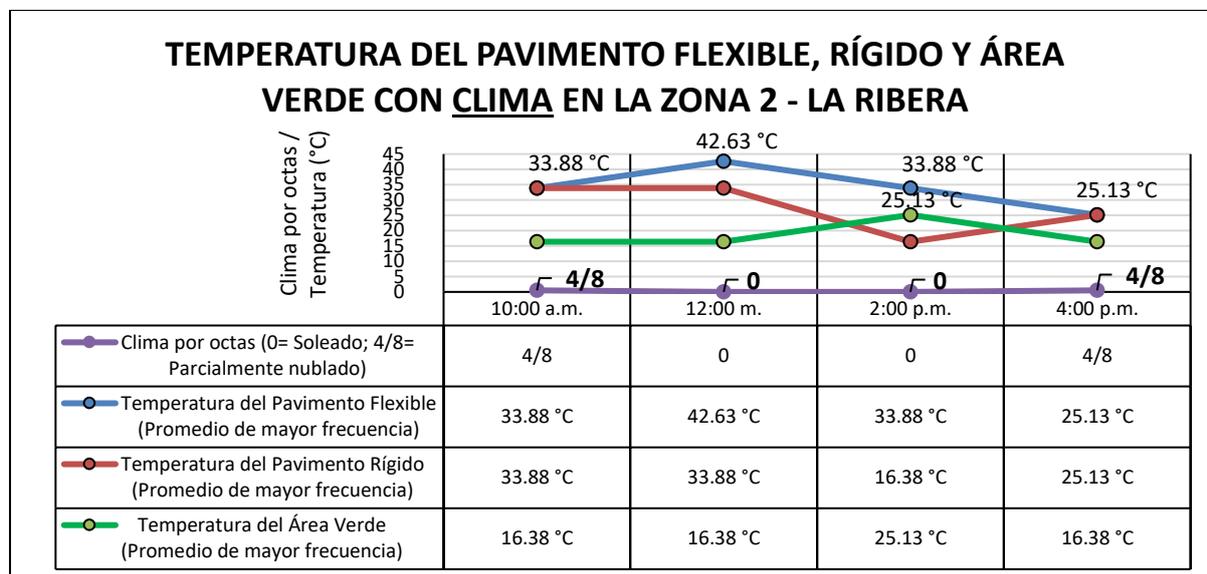


**Figura 115.** *Afectación del Factor Clima en octas en la temperatura del pavimento flexible, zona 1*  
 Nota: Como se aprecia en la figura, en la zona 1 del Cercado de Huancayo, al presentar un Clima “Soleado” (0/8=0 octas) desde las 10:00 am. Hasta las 12:00 del mediodía; la temperatura del pavimento flexible alcanza un valor de 42.63°C, manteniéndose constante hasta las 2:00 pm. En que empieza a cambiar el clima a “Parcialmente nublado” (4/8 = octas), hasta las 4:00 pm. Para después descender hasta los 33.88°C. Anotando que incluso el pavimento rígido a las 2:00 pm. Alcanza su máximo valor, igualando al pavimento flexible en 42.63°C.



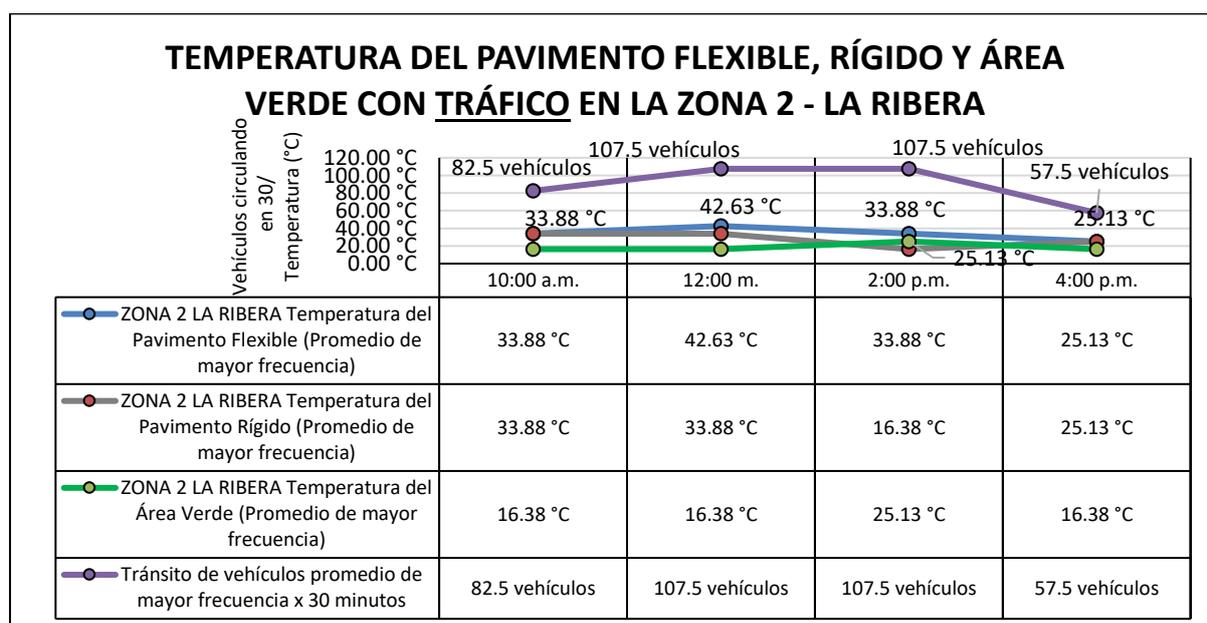
**Figura 116.** *Afectación del Factor Tránsito vehicular en la temperatura del pavimento flexible, zona 1*

Nota: Como se aprecia en la figura, en la zona 1 del Cercado de Huancayo, al incrementarse la cantidad de tránsito vehicular (línea morada) a las 12:00 del día, llegando a 107.5 vehículos en 30 minutos, la temperatura del pavimento flexible (línea azul) se eleva a 42.63° C, manteniéndose constante hasta las 2:00 pm. De la tarde, manteniéndose también la cantidad de tránsito vehicular constante en 107.5 vehículos en 30 minutos.



**Figura 117.** Afectación del Factor Clima en octas, en la temperatura del pavimento flexible zona 2.

Nota: Como se aprecia en la figura, en la zona 2 de La Ribera de Huancayo, Con un Clima “Parcialmente nublado” (4/8= octas) a las 10:00 am. A las 12:00 del mediodía, varía a un clima “Soleado” (0/8=0 octas), la temperatura del pavimento flexible alcanza un valor de 42.63°C, para luego descender a las 2:00 pm. En 33.88°C. a pesar del clima “Soleado”. Y haber aumentado la temperatura el área verde a 25.13°C. A las 4:00 pm. cambia el clima a “Parcialmente nublado” (4/8 = octas), descendiendo hasta los 25.13°C. Anotando que incluso el pavimento rígido a las 4:00 pm. Alcanza los 25.13°C



**Figura 118.** *Afectación del Factor Tránsito vehicular en temperatura del pavimento flexible zona 2*

Nota: Como se aprecia en la figura, en la zona 2 de La Ribera de Huancayo, al incrementarse la cantidad de tránsito vehicular (línea morada) a las 12:00 del día, llegando a 107.5 vehículos en 30 minutos, la temperatura del pavimento flexible (línea azul) se eleva a 42.63° C, manteniéndose hasta que a las 2:00 pm. De la tarde, descendiendo la temperatura del pavimento flexible a 33.88° C, a pesar de mantenerse la cantidad de tránsito vehicular constante en 107.5 vehículos en 30 minutos, Anotado que existe un aumento de temperatura en el área verde (línea verde) que llega a 25.13°C.

#### **4.2. Discusión de resultados**

**Para el Objetivo general** en base a nuestros resultados se aprecia que, los pavimentos, ya sean flexibles, rígidos u otros, influyen de forma media ( $r = 0.714$ =media), positiva (+0.714) y significativamente ( $p = 0.002 < 0.01$ ) en las temperaturas superficiales y, por ende, en la formación de islas de calor. Estos hallazgos son consistentes con estudios previos y refuerzan la necesidad de considerar el tipo de pavimento en el diseño urbano para mejorar el confort térmico y mitigar este fenómeno. Hay que anotar que el pavimento flexible, alcanza su máximo en 42.63°C (Figura 113) en promedio, en las dos zonas evaluadas. Al comparar estos resultados con los obtenidos por Pazmiño y Cobo (2020) en Riobamba, se observa que nuestras cifras están en consonancia con las temperaturas de pavimentos flexibles, que en su estudio alcanzaron hasta 52°C en áreas periféricas afectadas por el fenómeno de las Islas de Calor Urbano. Asimismo, el estudio de Sucapuca (2021) en Juliaca, que utilizó imágenes satelitales para identificar áreas afectadas por el fenómeno, también confirma la correlación entre la temperatura superficial y la presencia de pavimentos, especialmente en zonas semiurbanas. Finalmente, la correlación desarrollada entre los Pavimentos e Islas de Calor un coeficiente de correlación ( $r = 0.714$ ) indica que existe una relación directa media, entre los tipos de pavimentos y el fenómeno de islas de calor. Esto significa que los pavimentos (ya sean flexibles, rígidos, o de otro tipo) tienen una influencia notable en las temperaturas superficiales y, por ende, en la formación de islas de calor. Esto revela que nuestros resultados son consistentes con los estudios previos. Tanto en Huancayo como en otras ciudades estudiadas, los pavimentos, en particular los flexibles, muestran una alta correlación con el aumento de las temperaturas superficiales y, por ende, con el Fenómeno de Islas de Calor. Estos hallazgos refuerzan la importancia de considerar el tipo de pavimento en el diseño urbano, ya que puede influir significativamente en el confort térmico y en la mitigación de este fenómeno.

**Para el Objetivo específico 01**, la clasificación de pavimentos por su participación porcentual en su área, tanto rígidos como flexibles, tiene una incidencia media significativa, en la generación del Fenómeno de Islas de Calor en la zona de Huancayo Centro. La correlación desarrollada entre la Clasificación de los Pavimentos e Islas de Calor tuvo un coeficiente de correlación ( $r = 0.634$ ) indicando que existe una relación directa media, entre la clasificación de pavimentos (siendo estos rígidos o

flexibles) y el fenómeno de islas de calor. Además, al comparar estos hallazgos con el estudio realizado por Huamán (2022) en Trujillo, donde se reportó un aumento de  $0.12^{\circ}\text{C}$  y  $1.65^{\circ}\text{C}$  en la Isla de Calor Urbano durante el día y la noche respectivamente, podemos inferir que la tendencia a un incremento térmico en áreas pavimentadas es un fenómeno consistente en diversas ciudades del Perú. Las variaciones térmicas encontradas en Huancayo, con temperaturas máximas en pavimentos flexibles que alcanzan hasta  $42.63^{\circ}\text{C}$  (Figura 114) y en pavimentos rígidos hasta  $33.88^{\circ}\text{C}$  en promedio, reafirman la correlación directa entre el tipo de pavimento y la intensificación del Fenómeno de Islas de Calor. Finalmente, la correlación media ( $r = 0.634$ ) observada entre la clasificación de los pavimentos y el fenómeno de islas de calor sugiere que las características de los pavimentos, tanto rígidos como flexibles, son factores determinantes en la variación térmica local. Estos resultados subrayan la importancia de considerar cuidadosamente el tipo de pavimento en la planificación urbana para mitigar los efectos de las islas de calor y mejorar el confort térmico en áreas urbanas.

**Para el Objetivo específico 02**, los factores de diseño de pavimentos tienen una incidencia significativa en el fenómeno de islas de calor en la zona de Huancayo Centro. la correlación desarrollada entre los Factores de diseño: tránsito por cantidad de vehículos y el Clima por “octas” e Islas de Calor, tuvo un coeficiente de correlación ( $r = 0.661$ ) indicando que existe una relación directa media, entre los factores de diseño de pavimentos (como el tránsito y el clima) y el fenómeno de islas de calor. Esto significa que a medida que los factores de diseño varían positivamente, también lo hace la intensidad del fenómeno de islas de calor. Con un nivel de significación de “p” igual a 0.008 del 1% de error y 99% de confianza, en que la correlación sea verdadera ( $p < 0.01$ ). Confirma que las variaciones en tipo de pavimento, por el tránsito vehicular, y clima nublado o soleado, tienen un impacto medio y significativo, notable en la formación de islas de calor. Además, en una comparación de nuestros resultados con los obtenidos por Ángeles et al. (2020) en su estudio sobre la Isla de Calor Urbano Superficial en Huancayo y Arequipa. En su investigación, se identificó una intensidad de la Isla de Calor Urbano superficial diurno en Huancayo de hasta  $6.94^{\circ}\text{C}$  en marzo, con valores mínimos en agosto de  $2.79^{\circ}\text{C}$ . Nuestros resultados reflejan un fenómeno similar, pero con temperaturas altas. Donde las temperaturas superficiales máximas en pavimentos rígidos y flexibles superaron en promedio los  $42.63^{\circ}\text{C}$  (Figura 113) y un mínimo promedio de  $16.38^{\circ}\text{C}$  (Figura 113), coincidiendo con la tendencia de altas y bajas temperaturas de la investigación de Ángeles et al. (2020) durante las horas evaluadas. Aunque los estudios se centran en diferentes aspectos, ambos resaltan la importancia del diseño de pavimentos en la formación de islas de calor, mostrando consistencias en la distribución y variabilidad de las temperaturas según el tipo de pavimento. Por otro lado, se aprecia que los resultados obtenidos en nuestra investigación son consistentes con los de Ángeles et al. (2020), ya que ambos estudios subrayan la influencia significativa de los factores de diseño de pavimentos en la intensificación del fenómeno de islas de calor. La correlación directa encontrada entre los factores de diseño de pavimentos y la temperatura superficial, con un coeficiente de correlación de 0.661 en nuestro estudio, refuerza la

conclusión de que las variaciones en los factores de diseño de pavimentos, como: tránsito, y clima, contribuyen notablemente a la magnitud de este fenómeno. La consistencia de estos resultados con los antecedentes consolida la validez de nuestras observaciones y resalta la relevancia de implementar medidas de mitigación en las áreas urbana.

## **CAPITULO V:**

### **CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

#### **5.1. Conclusiones**

Se concluye para el objetivo general, que existe una clara relación entre los tipos de pavimentos flexible y rígido, con respecto al Fenómeno de Islas de Calor en Huancayo. los Pavimentos e Islas de Calor, obtiene un coeficiente de correlación ( $r = 0.714$ ) indicando que existe una relación media ( $0.5 - 0.75$ ), directa, (positiva) entre los tipos de pavimentos y el fenómeno de islas de calor. Esto significa que los pavimentos (ya sean flexibles, rígidos, y sus factores de afectación) tienen una influencia notable en las temperaturas superficiales que alcanzaron una temperatura promedio de  $42.63^{\circ}\text{C}$  (Figura 113) y, por ende, en la formación de islas de calor, de forma media. Con un nivel de significación de “p” igual a 0.002, del 1% de error y 99% de confianza, en que la correlación sea verdadera, ( $p < 0.01$ ). Confirma que los pavimentos, ya sean flexibles, rígidos u otros, influyen de forma media, positiva y significativamente en las temperaturas superficiales y, por ende, en la formación de islas de calor. Estos hallazgos son consistentes con estudios previos y refuerzan la necesidad de considerar el tipo de pavimento en el diseño urbano para mejorar el confort térmico y mitigar este fenómeno.

Para el primer objetivo específico, la clasificación de pavimentos por su participación porcentual en su área, tanto rígidos (entre  $0.98 \text{ Km}^2$  y  $1.86 \text{ Km}^2$ ) como flexibles ( $0.98 \text{ Km}^2$ ) (Figura 113), tiene una incidencia media significativa, en la generación del Fenómeno de Islas de Calor en la zona de Huancayo Centro. La correlación desarrollada entre la Clasificación de los Pavimentos e Islas de Calor tuvo un coeficiente de correlación ( $r = 0.634$ ) indicando que existe una relación directa media, entre la clasificación de pavimentos (siendo estos rígidos o flexibles con áreas en promedio entre  $0.98 \text{ Km}^2$  y  $1.86 \text{ Km}^2$ ) y el fenómeno de islas de calor que alcanzaron una temperatura de  $42.63^{\circ} \text{C}$  (Figura 113). Esto implica que la participación porcentual del área de los pavimentos utilizados, influyen significativamente en la intensidad del fenómeno de islas de calor. Con un nivel de significación de “p” igual a 0.008, del 1% de error y 99% de confianza, en que la correlación sea verdadera ( $p < 0.01$ ) refuerza que la clasificación de sus áreas por participación porcentual de los pavimentos y tipología urbana, son determinantes en la variación media térmica local. Estos hallazgos destacan la necesidad de seleccionar cuidadosamente la extensión del tipo de pavimento en la planificación urbana para mitigar los efectos del fenómeno y mejorar el confort térmico en áreas urbanas. Pavimentos rígidos y flexibles pueden absorber y retener calor de manera diferente, afectando así el microclima de las áreas urbanas.

Para el segundo objetivo específico, los factores de diseño de pavimentos tienen una incidencia

significativa en el fenómeno de islas de calor en la zona de Huancayo Centro. la correlación desarrollada entre los Factores de diseño: tránsito por cantidad de vehículos que alcanzó un promedio de 107.5 vehículos en 30 minutos y el Clima experimentado entre soleado y parcialmente nublado medido por “octas” e Islas de Calor, tuvo un coeficiente de correlación ( $r = 0.661$ ) indicando que existe una relación directa media, entre los factores de diseño de pavimentos (como el tránsito y el clima) y el fenómeno de islas de calor. Esto significa que a medida que los factores de diseño varían positivamente, también lo hace la intensidad del fenómeno de islas de calor. Con un nivel de significación de “p” igual a 0.008 del 1% de error y 99% de confianza, en que la correlación sea verdadera ( $p < 0.01$ ). Confirma que las variaciones en tipo de pavimento, por el tránsito vehicular, y clima nublado o soleado, tienen un impacto medio y significativo, notable en la formación de islas de calor.

## 5.2. Recomendaciones

Se recomienda a los Gobiernos regionales y central; implementar pavimentos con características de reflexión solar mejoradas, como los pavimentos de alta reflectividad o con tratamientos especiales, para reducir la absorción de calor y mitigar su impacto en la temperatura superficial. Esta innovación podría incluir el desarrollo y prueba de nuevos materiales que integren propiedades reflectantes y de enfriamiento.

Se recomienda investigar cómo diferentes proporciones de áreas verdes y tipos de pavimentos afectan las temperaturas superficiales y el confort térmico permitirá desarrollar estrategias más efectivas para reducir las islas de calor.

Se recomienda explorar la combinación de pavimentos con distintas propiedades térmicas en áreas urbanas. Investigaciones adicionales podrían centrarse en la integración de pavimentos rígidos y flexibles en proporciones específicas, así como su interacción con áreas verdes y elementos de enfriamiento urbano

Se recomienda a las autoridades competentes Implementar soluciones basadas en estos enfoques ayudará a crear un entorno urbano más resiliente al fenómeno de islas de calor y a mejorar la calidad de vida en áreas urbanas.

## Referencias bibliográficas

1. *Evaluaciones comparativas de los impactos ambientales de tres casos de construcción de pavimentos asfálticos avanzados [Comparative assessments for environmental impacts from three advanced asphalt pavement construction cases]*. **Wang, Fusong , y otros.** 126659, Amsterdam : Science Direct, 15 de Mayo de 2021, Journal of Cleaner Production, Vol. 297, pág. s/n. ISSN 0959-6526.
2. **Grupo BID.** *Plan de acción del Grupo BID en materia de Cambio Climático 2021-2025.* México : Banco Interamericano de Desarrollo (BID), BID Invest y BID Lab, 2021. págs. 1-69.
3. *Integración de los servicios ecosistémicos en un marco conceptual de planificación espacial basado en una perspectiva de ecología [Integration of ecosystem services into a conceptual spatial planning framework based on a landscape ecology perspective]*. **Almenar, J. B., y otros.** Belvaux, Luxemburgo : Springer link, 28 de Octubre de 2018, Landscape Ecology, Vol. XXXIII, págs. 2047-2059. ISBN: 190.236.82.110.
4. *Evaluación del ciclo de vida de mezclas asfálticas de baja temperatura para pavimentos de carreteras: un análisis comparativo [Life cycle assessment of low temperature asphalt mixtures for road pavement surfaces: A comparative analysis]*. **Santos, Joao , y otros.** Amsterdam : Elsevier & Science Direct, Noviembre de 2019, Resources, Conservation and Recycling, Vol. 138, págs. 283 - 297. ISSN 0921-3449.
5. *Efecto de las islas de calor urbano en las principales vías de la Ciudad de Panamá.* **Villarreal, D. y Candanedo, M.** 2, Panamá : Universidad Tecnológica de Panamá, 2020, Revista de I+D Tecnológico, Vol. XVI, págs. 25-33. ISSN-e 2219-6714, ISSN 1680-8894.
6. **Merlano , Luis y Roldan , Marian.** *Estudio de la rentabilidad e impacto ambiental del pavimento perpetuo comparado con los pavimentos convencionales en Barranquilla, Colombia.* [Tesis, Corporación Universidad de la Costa]. s.l. : Repositorio Corporación Universidad de la Costa, 2023.
7. *Analysis of the life cycle in pavements: current situation and perspective.* **Zapata , Ignacio, Rivera, Julián y Botasso, Gerardo .** 2618-4931, 2021, Universidad Tecnológica Nacional.
8. **INEI.** *POBLACIÓN PERUANA ALCANZÓ LOS 33 MILLONES 726 MIL PERSONAS EN EL AÑO 2023.* Instituto Nacional de Estadística e Informática. s.l. : INEI, 2023. pág. 2.
9. **Fasanando, Harry y Medina, Darlyng.** *EVALUACIÓN DEL COSTO Y TIEMPO DE EJECUCIÓN ENTRE LOS PAVIMENTOS: RÍGIDOS Y FLEXIBLES EN EL DISTRITO DE SAUCE, PROVINCIA Y DEPARTAMENTO DE SAN MARTIN.* [Tesis, Universidad Científica del Sur]. s.l. : Repositorio Universidad Científica del Sur, 2022.
10. **Angeles, Julio, y otros.** *Isla de Calor Urbana Superficial en las áreas metropolitanas de Huancayo y Arequipa/Perú.* Instituto Geofísico del Perú. Brasil : Universidade Federal do Rio de Janeiro, 2020.
11. **SENAMHI.** *Informe Técnico N° 03-2024/SENAMHI-DMA-SPC. Perspectivas Climáticas.*

- Dirección de Meteorología y Evaluación Ambiental Atmosférica - DMA, SENAMHI. Lima : Dirección de Meteorología y Evaluación Ambiental Atmosférica - DMA. Ministerio del Ambiente, 2024. págs. 1-16, Informe Técnico. Periodo: Abril-Junio 2024.
12. **Google maps.** Huancayo, Junín, Perú. *Google maps (c) 2024 Airbus, CNES, Landsat/Copernicus, Maxar Technologies, Datos del mapa (C) 2024.* [En línea] 10 de junio de 2024. <https://www.google.com/maps/@-12.0800761,-75.2141906,14.25z?entry=ttu>.
13. **National Weather Service.** Página de las estaciones (equinoccios y solsticios). *National Weather Service. National Oceanic and Atmospheric Administration.* [En línea] 14 de Enero de 2024. [https://www.weather.gov/dvn/Climate\\_Astronomical\\_Seasons](https://www.weather.gov/dvn/Climate_Astronomical_Seasons).
14. **Estado Peruano.** Fechas de las estaciones astronómicas en el Perú. *Indicadores meteorológicos e hidrológicos.* [En línea] 14 de enero de 2024. <https://www.gob.pe/11000-fechas-de-las-estaciones-astronomicas-en-el-peru>.
15. **Ministerio de Transporte y Comunicaciones.** *Manual de Carreteras.* s.l. : Instituto de Construcción y Gerencia, 2016. pág. 352.
16. *Urban-Scale Evaluation of Cool Pavement Impacts on the Urban Heat Island Effect and Climate Change.* **Hessam , AzariJafari, y otros.** 17, 2021, American Chemical Society, Vol. 55, págs. 11501–11510.
17. **Pazmiño, Vladimir y Cobo, Luis.** *Isla de calor por la incidencia de los fenómenos de transferencia en pavimentos flexibles en la Ciudad de Riobamba.* [Tesis, Universidad Nacional de Chimborazo]. s.l. : Repositorio UNCH, 2020.
18. **Cubides, Brayan y Suarez, Jeimy.** *Diagnóstico de estrategias para mitigar la isla de calor empleando pavimento pigmentado.* [Tesis, Universidad Santo Tomas]. s.l. : Repositorio UST, 2020.
19. **Fuentes, Dayanna.** *Comparación térmica y económica de diferentes tipos de pavimentos para ser usados en la mitigación de la isla de calor urbana en la ciudad de Bucaramanga.* [Tesis, Universidad Santo Tomas]. s.l. : Repositorio UST, 2021.
20. **Duran Mora, Rosario y Sanchez Galindo, Daniel Esteban.** *Análisis comparativo de los aspectos técnicos, económicos y ambientales entre un diseño de pavimento rígido y uno de pavimento flexible para la ciudad de Bogotá d.c.* Bogotá : Universidad de los Andes, 2020.
21. **Sucapuca, Reyder.** *Islas de calor urbano mediante imágenes satelitales en la ciudad de Juliaca durante el año 2019.* [Tesis, Universidad Nacional de Juliaca]. s.l. : Repositorio UNAJ, 2021.
22. **Laos, Xavier.** *MODELO DE PREDICCIÓN DE TEMPERATURA EN PAVIMENTOS ASFÁLTICOS POR EFECTO ISLA DE CALOR URBANA EN LA CIUDAD DE LIMA.* [Tesis de Doctorado, Universidad Federico Villareal]. s.l. : Repositorio UNFV, 2019.
23. **Huaman, Aaron.** *Predicción de islas de calor urbano superficial en el Área Metropolitana de Trujillo (2017-2025) – Perú.* [Tesis, Universidad Peruana Unión]. s.l. : Repositorio UPEU, 2022.
24. **Angeles, Julio, y otros.** *Estimación de Isla de Calor Urbana Superficial en el Area Metropolitana de Iquitos/Peru.* s.l. : Anuário do Instituto de Geociências - UFRJ , 2020.

25. **Arana, Gina.** *ISLA DE CALOR URBANO SUPERFICIAL EN LAS CIUDADES DE HUANCAYO Y AREQUIPA DURANTE 2001 – 2016.* [Tesis, Universidad Alas Peruanas]. s.l. : Repositorio UPA, 2019.
26. **Ministerio de Transporte y Comunicaciones.** *Manual de ensayos de materiales.* [ed.] Dirección General de Caminos y Ferrocarriles. Mayo de 2016. Lima : Ministerio de Transportes y Comunicaciones. Viceministerio de Transportes. Dirección General de Caminos y Ferrocarriles, 2016. págs. 1-1269. RD N° 18\_2014\_MTC\_14 Original\_Aprueba Manual de Ensayo de Materiales.
27. **ingenieriacyconstruccion.com.** Pavimentos. Texto Guía. *Ingenieria Civil y Construccion.com Web site.* [En línea] 9 de Febrero de 2023. [Citado el: 15 de Mayo de 2024.] <https://ingenieriacyconstruccion.com/2023/02/09/2483/>.  
<https://ingenieriacyconstruccion.com/wp-content/uploads/2023/02/PAVIMENTOS-TEXTO-GUIA.pdf>.
28. **Hernández, Manuel.** “*EVALUACIÓN COMPARATIVA DEL IMPACTO AMBIENTAL, DE PAVIMENTOS FLEXIBLES FRENTE A LOS PAVIMENTOS RÍGIDOS, MEDIANTE EL ANÁLISIS DE LA VARIACIÓN DE TEMPERATURA.* LIMA : s.n., 2016.
29. *Cool city as a Sustainable example of heat island management case Study of the coolest city in the world.* **Reeman, Mohammed.** 2016, HBRC Journal, págs. 1687-4048.
30. *Materials to Mitigate the Urban Heat Island Effect for Cool Pavement: A Brief Review.* **Wang, Zheng , y otros.** 8, 2022, Buildings, Vol. 12, pág. 1221.
31. *Semi-flexible pavement with glass for alleviating the heat island effect.* **Peng, Bo, y otros.** 2023, Construction and Building Materials.
32. *EL EFECTO DEL CAMBIO CLIMÁTICO EN LOS PAVIMENTOS CARRETEROS.* **Mendoza-Sanchez, Juan Fernando.** 2018, RESEARCHGATE.
33. *Influence of pavements on the urban heat island phenomenon: A scientific evolution analysis.* **Carpio, Manuel, y otros.** 2020, Energy and Buildings, Vol. 226.
34. **Carrasco, Sergio.** *Metodología de la Investigación Científica. Pautas metodológicas para diseñar y elaborar el proyecto de investigación.* s.l. : Editorial San Marcos EIRL TDA, 2019. pág. 476. 978-9972-38-344-1.
35. **Hernández, R. y et, al.** *Metodología de la Investigación.* 4ª Ed. México D.F. : Mc Graw-Hill, 2006. ISBN: 970-10-1899-0.
36. **Lester, J. D. y Lester, J. D.** *Writing research papers: A complete guide.* Décimo cuarta. Upper Saddle River : Pearson, 2012.
37. **Creswell, J. W.** *Research design: Qualitative, quantitative, and mixed methods approaches.* Cuarta. Thousand Oaks : SAGE, 2013.
38. **Hernandez, Roberto y Mendoza, Christian.** *Metodología de la Investigación las rutas cuantitativa, cualitativa y mixta.* Mexico : McGraw-Hill Interamericana Editores, 2018.
39. **Oscanoa, Z.** Plano de la ciudad de Huancayo. *Bibliocad Web site.* [En línea] 2024.

[https://www.bibliocad.com/es/biblioteca/plano-huancayo\\_23470/](https://www.bibliocad.com/es/biblioteca/plano-huancayo_23470/).

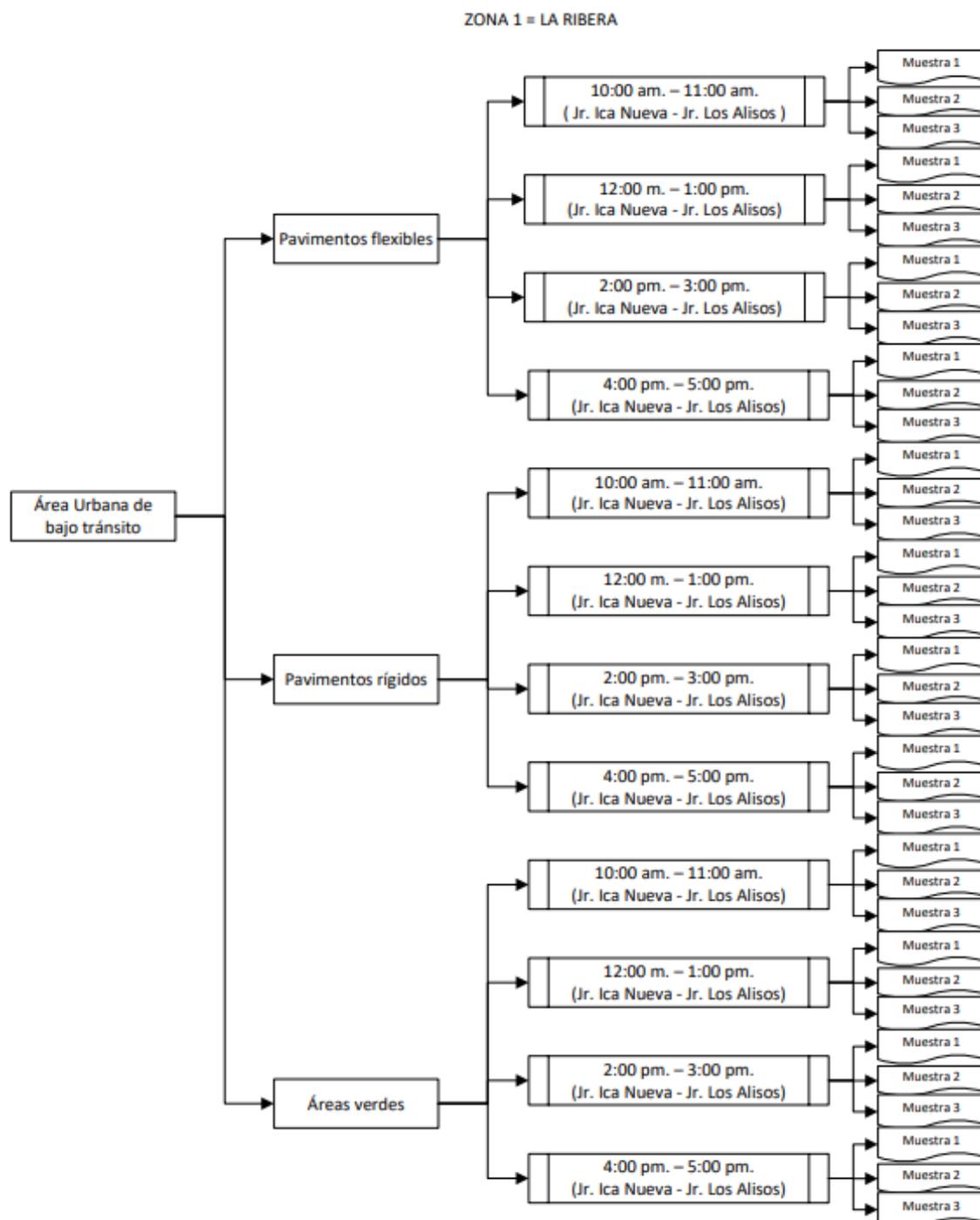
40. **Del Campo Hernández, Rubén.** Curso on-line 7 noviembre - 16 diciembre 2022. *Identificación y observación de nubes para traductores e intérpretes de la Organización Meteorológica Mundial (OMM)*. Madrid, España : AEMET Agencia Estatal de Meteorología de España, con apoyo de la ONU, 16 de diciembre de 2022. págs. 1-11.
41. **Municipalidad de Lima-C40 cities-IDOM.** *Evaluación estratégica de medidas para reducir la isla de calor urbana en la Provincia de Lima*. Primera. Lima : Municipalidad de Lima-C40 cities-IDOM, 2020. págs. 1-99.
42. *El impacto de las áreas verdes en la temperatura urbana. [The contribution of urban green spaces to cooling: A review of the evidence]*. **Doick, K. J. y Hutchings, T. R.** 4, Londres : s.n., 2013, Urban Forestry & Urban Greening, Vol. XII, págs. 313-321.
43. *Local Climate Zones for Urban Temperature Studies*. **Stewart, I. D. y Oke, T. R.** 12, Washington : American Meteorological Society, 2012, Bulletin of the American Meteorological Society, Vol. XCIII, págs. 1879-1900.
44. *Urban Climate. In Climate Change and Cities: First Assessment Report of the Urban Climate Change*. **Oke, T. R., Stewart, I. D. y D., J.** Cambridge : Cambridge University Press., 2017, Research Network, págs. 101-130.
45. **Ñaupas Paitán, Humberto, y otros.** *Metodología de la investigación Cuantitativa - Cualitativa y Redacción de la Tesis*. 5a. Bogota : Ediciones de la U, 2018. pág. 560. 78-958-762-877-7.
46. *Efecto de las propiedades térmicas del pavimento en la mitigación del calor urbano*. **Chuan, Jia, Zhi, Hua y Kamil, E.** 2016, Construcción y Medio Ambiente, Vol. 108, págs. 11-121.

## Anexos

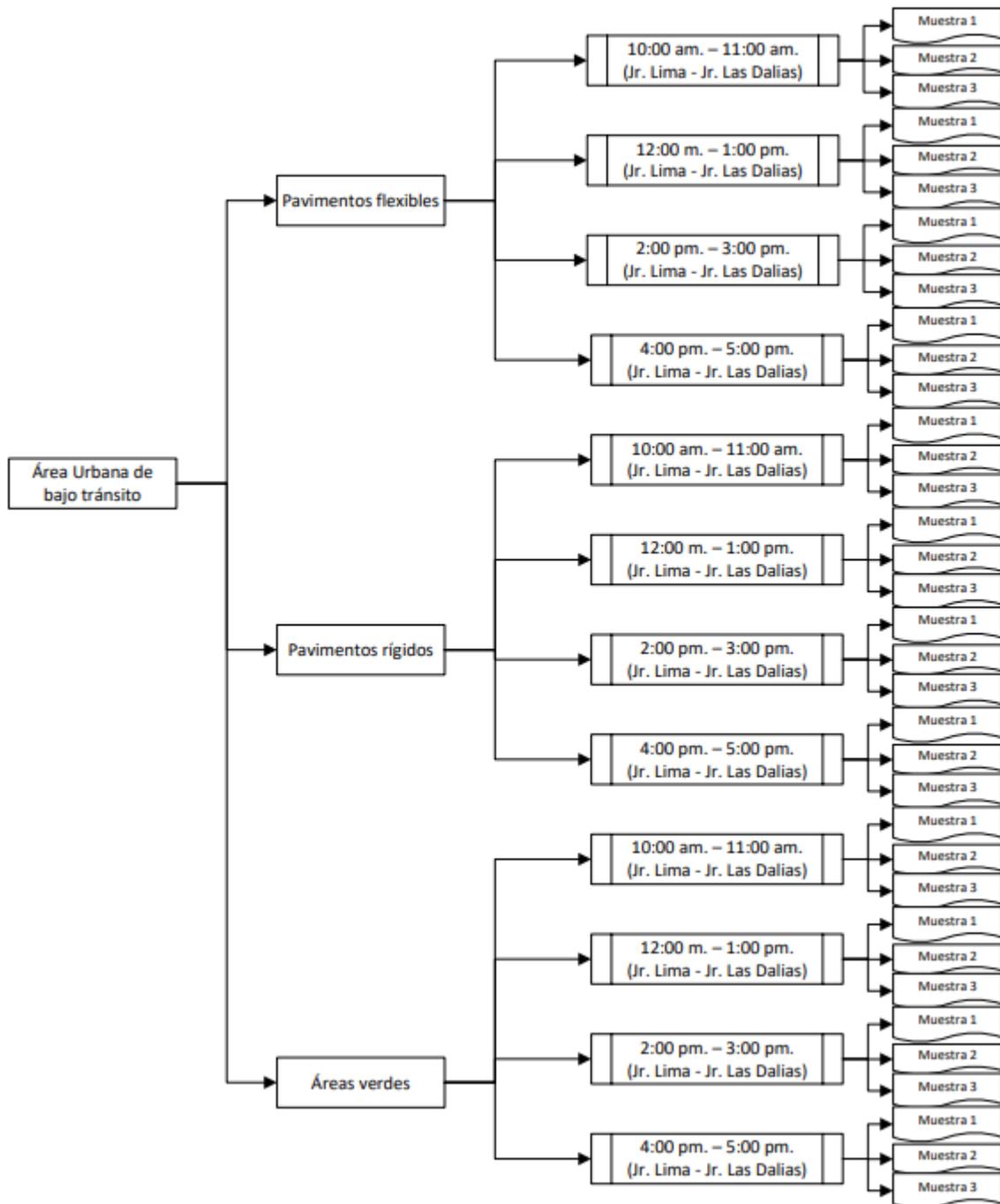
### Anexo 1. Matriz de consistencia

Problema General	Objetivo General	Hipótesis General	Variables	Dimensiones	Indicadores	Instrumento	Escala	Metodología		
¿Cuál será la incidencia comparativa de los pavimentos rígidos y pavimentos flexibles en el Fenómeno de Islas de Calor, Huancayo 2024?	Evaluar la incidencia comparativa de los pavimentos rígidos y pavimentos flexibles en el Fenómeno de Islas de Calor, Huancayo 2024.	La incidencia comparativa de los pavimentos rígidos y pavimentos flexibles será de gran magnitud en el Fenómeno de Islas de Calor, Huancayo 2024.	V.1 PAVIMENTOS	Clasificación	RIGIDO	Ficha de recolección de Datos	De razón	<b>METODO</b>	<b>POBLACIÓN</b>	
					FLEXIBLE				La ciudad de Huancayo con 319.4 km2 de superficie, a 3,259 m.s.n.m.	
<b>Problemas Específicos</b>	<b>Objetivos Específicos</b>	<b>Hipótesis Especificas</b>	V.2. ISLAS DE CALOR	Factores de Diseño	Transito	Ficha de recolección de Datos	De razón	<b>TIPO</b>	ESPECIFICO INFERENCIAL	
					Clima				MUESTRA	
¿Cuál será la incidencia comparativa de la clasificación de pavimentos en el fenómeno de Islas de Calor, Huancayo 2024?	Evaluar la incidencia comparativa la clasificación de pavimentos en el fenómeno de Islas de Calor, Huancayo 2024	Existe una incidencia comparativa significativa entre la clasificación de pavimentos y el fenómeno de Islas de Calor, Huancayo 2024	TEMPERATURA	Temperatura del Pavimento Flexible	Lista de cotejo	De razón	De razón	<b>APLICADA</b>	Se usó una muestra por conveniencia (Hernández 2006) que reúnan las condiciones de presencia de pavimento flexible, rígido y área verde, en las zonas del Cercado de Huancayo (1.43 km2) y la zona de La Ribera (2.24 km2) Con 16 puntos de muestra de medición.	
					Lista de cotejo					<b>ENFOQUE</b>
					Lista de cotejo					
¿Cuál será la incidencia comparativa de los factores de diseño de pavimentos en el fenómeno de Islas de Calor, Huancayo 2024?	Evaluar la incidencia comparativa de los factores de diseño de pavimentos en el fenómeno de Islas de Calor, Huancayo 2024.	Existe una incidencia comparativa significativa entre los factores de diseño de pavimentos y el fenómeno de Islas de Calor, Huancayo 2024	AREAS VERDES	Tipo de Área Verde	Lista de cotejo	De razón	De razón	<b>NIVEL</b>	EXPLICATIVO - Nivel: Descriptivo correlacional (Hernández 2006)) Nivel: Correlacional (Carrasco 2019)	
				Porcentaje de área vegetal en la zona de estudio	Lista de cotejo					<b>DISEÑO</b>
¿Cuál será la incidencia comparativa de los factores de diseño de pavimentos en el fenómeno de Islas de Calor, Huancayo 2024?	Evaluar la incidencia comparativa de los factores de diseño de pavimentos en el fenómeno de Islas de Calor, Huancayo 2024.	Existe una incidencia comparativa significativa entre los factores de diseño de pavimentos y el fenómeno de Islas de Calor, Huancayo 2024	TIPOLOGIA URBANA	De mediana Altura	Lista de cotejo	De razón	De razón	<b>NO experimental TRANSECCIONAL - TRANSVERSAL (Carrasco 2019)</b>	<b>NO PROBABILISTICO (POR CONVENIENCIA)</b>	
				De Baja Altura	Lista de cotejo					

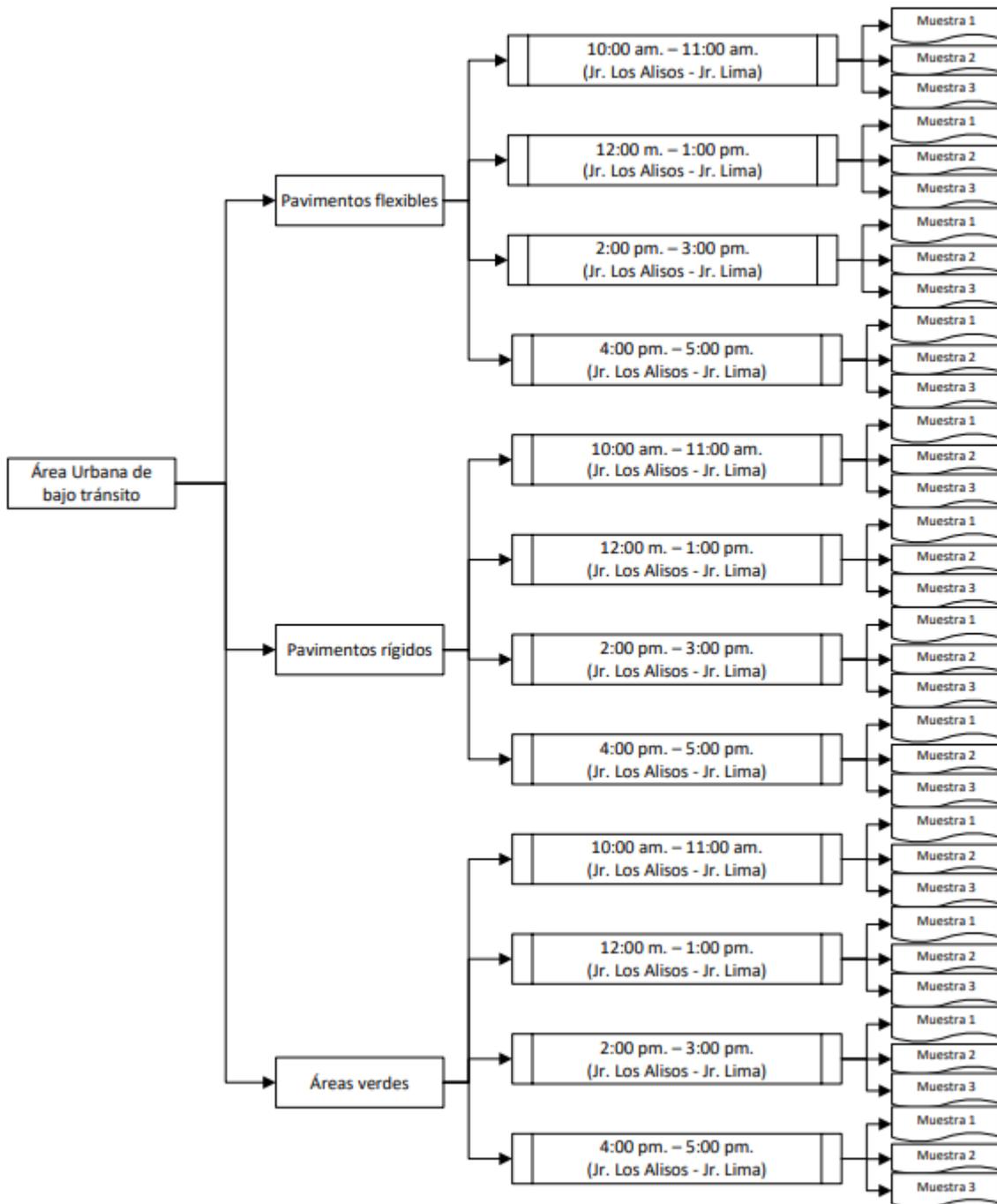
## Anexo 2. Operacionalización de datos de las variables



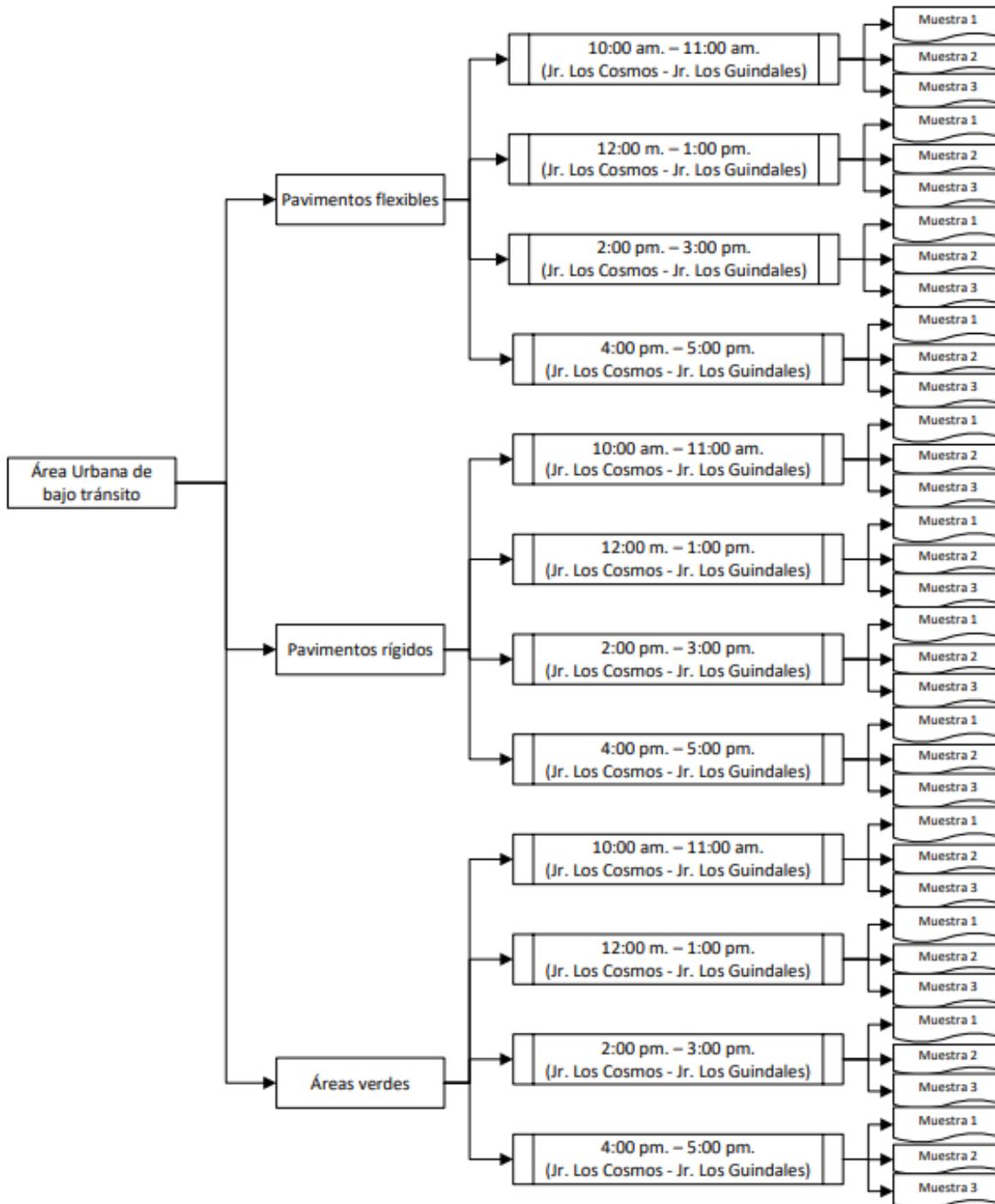
ZONA 1 = LA RIBERA



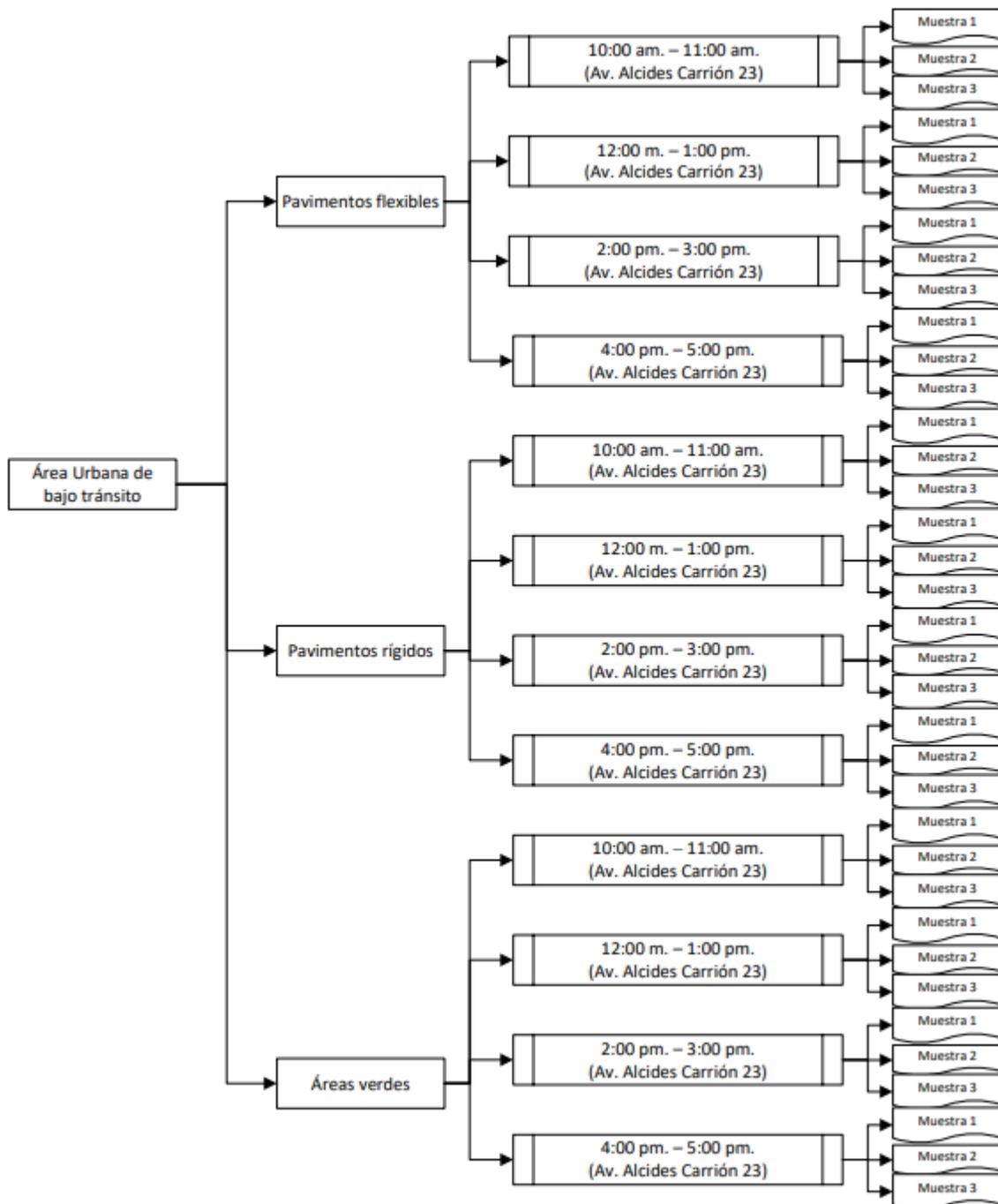
ZONA 1 = LA RIBERA



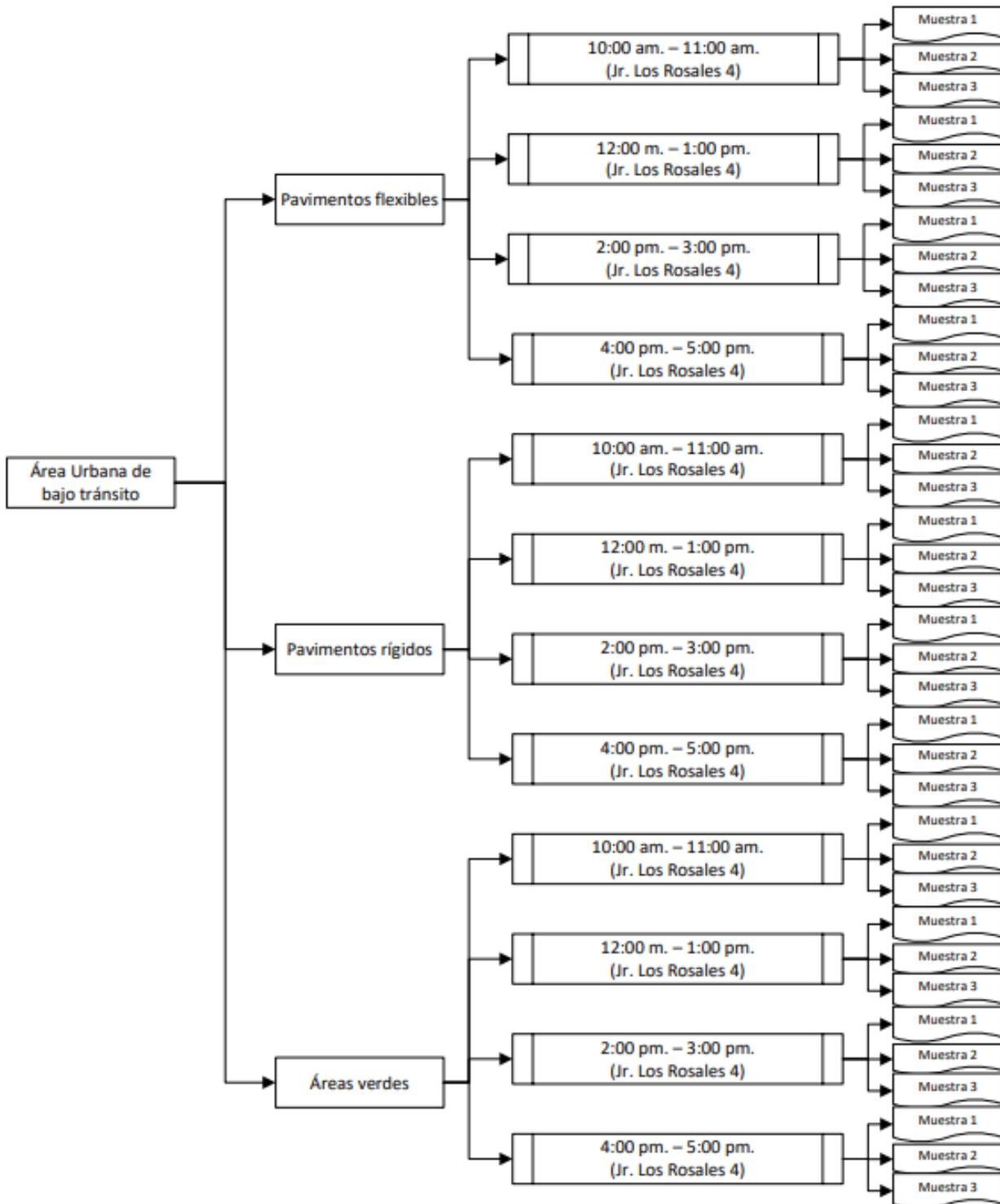
ZONA 1 = LA RIBERA



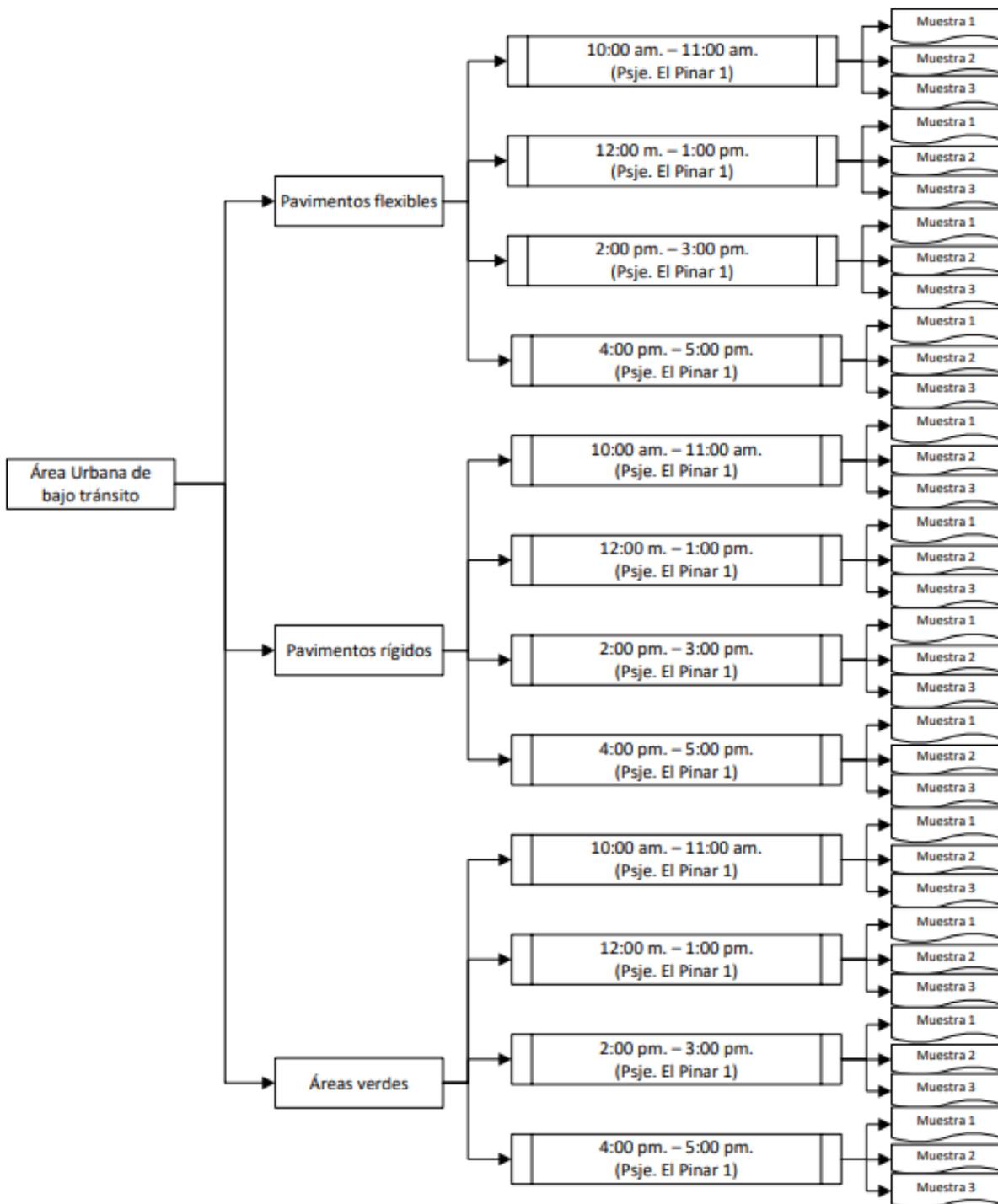
ZONA 1 = LA RIBERA



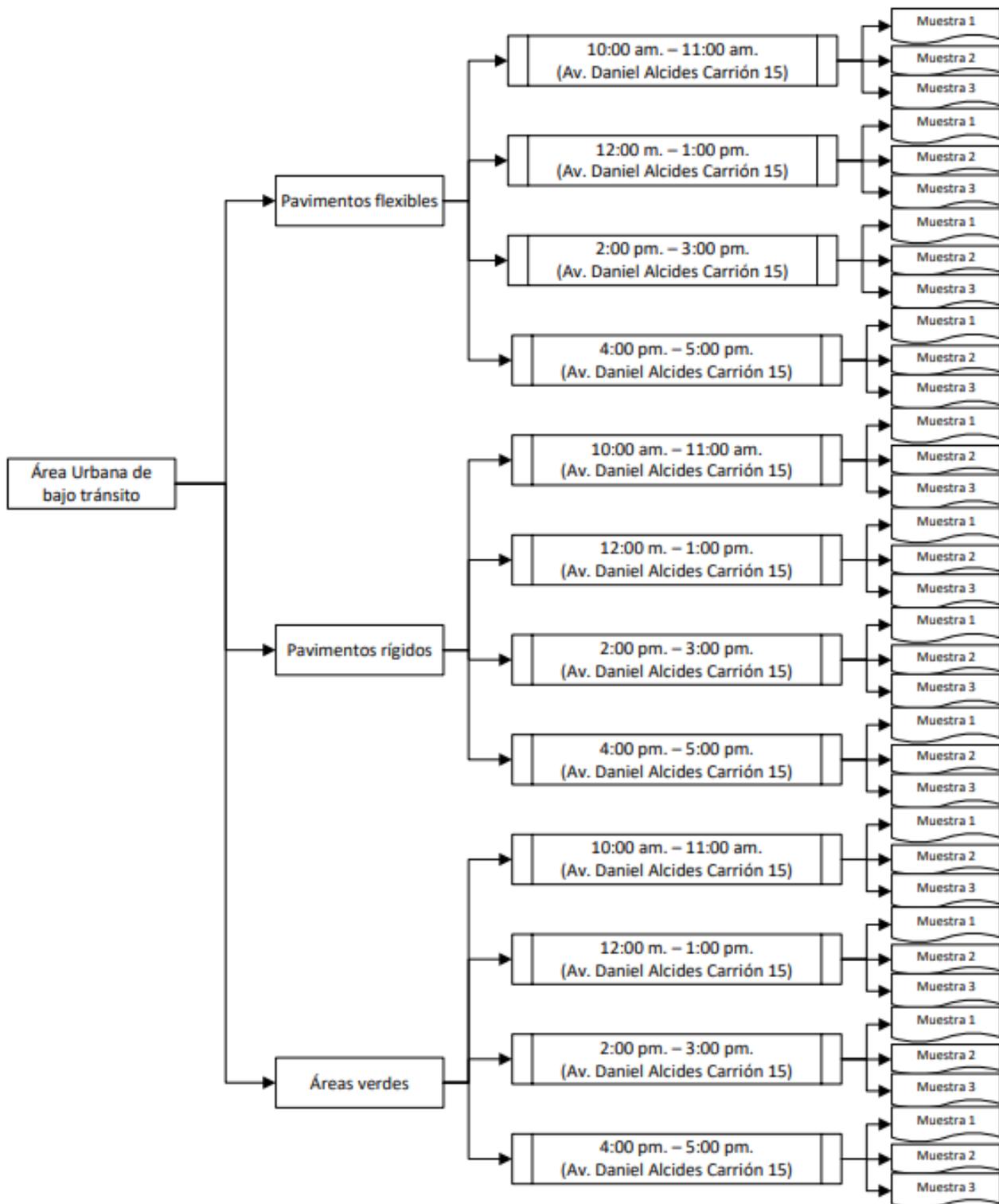
ZONA 1 = LA RIBERA



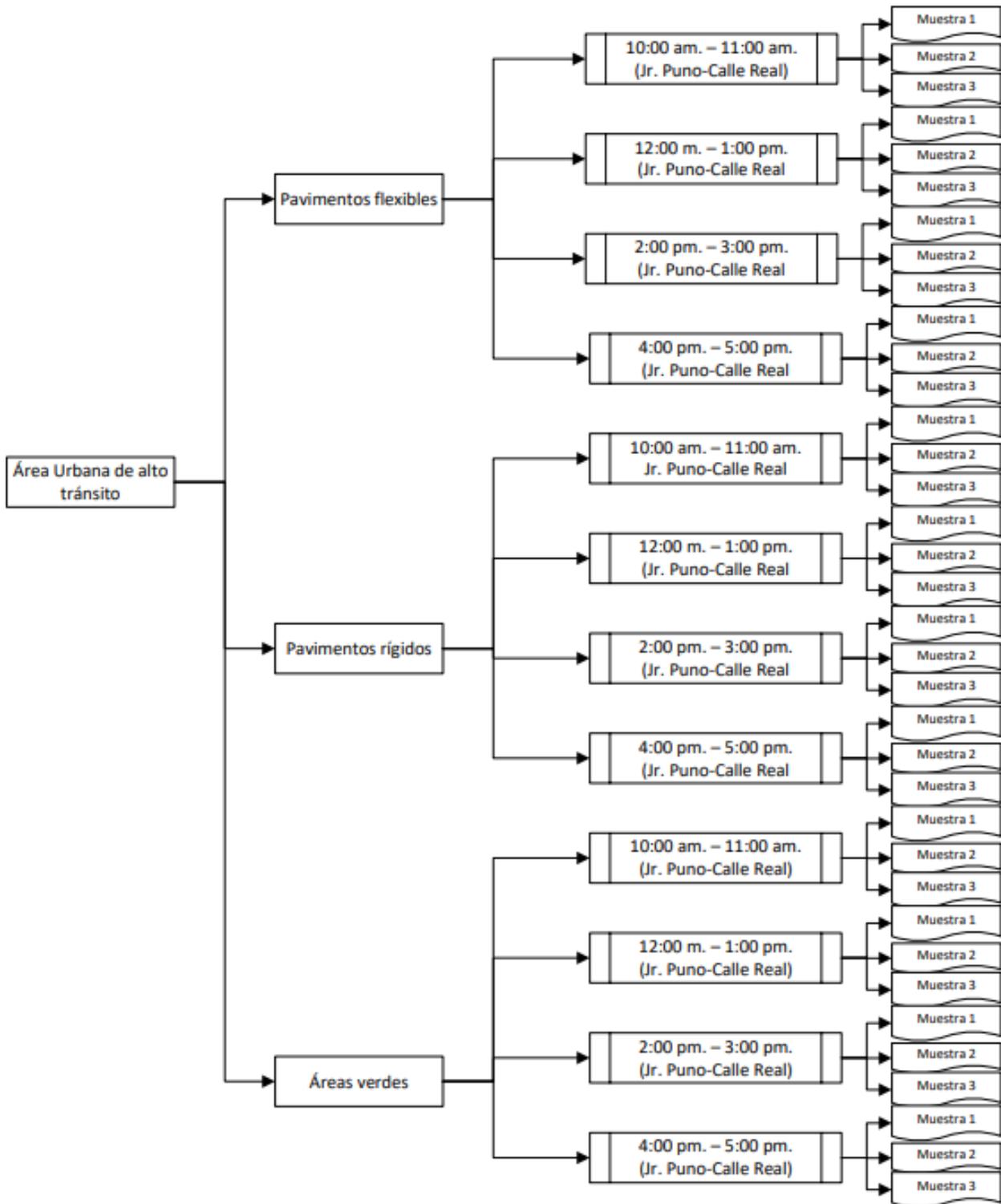
ZONA 1 = LA RIBERA



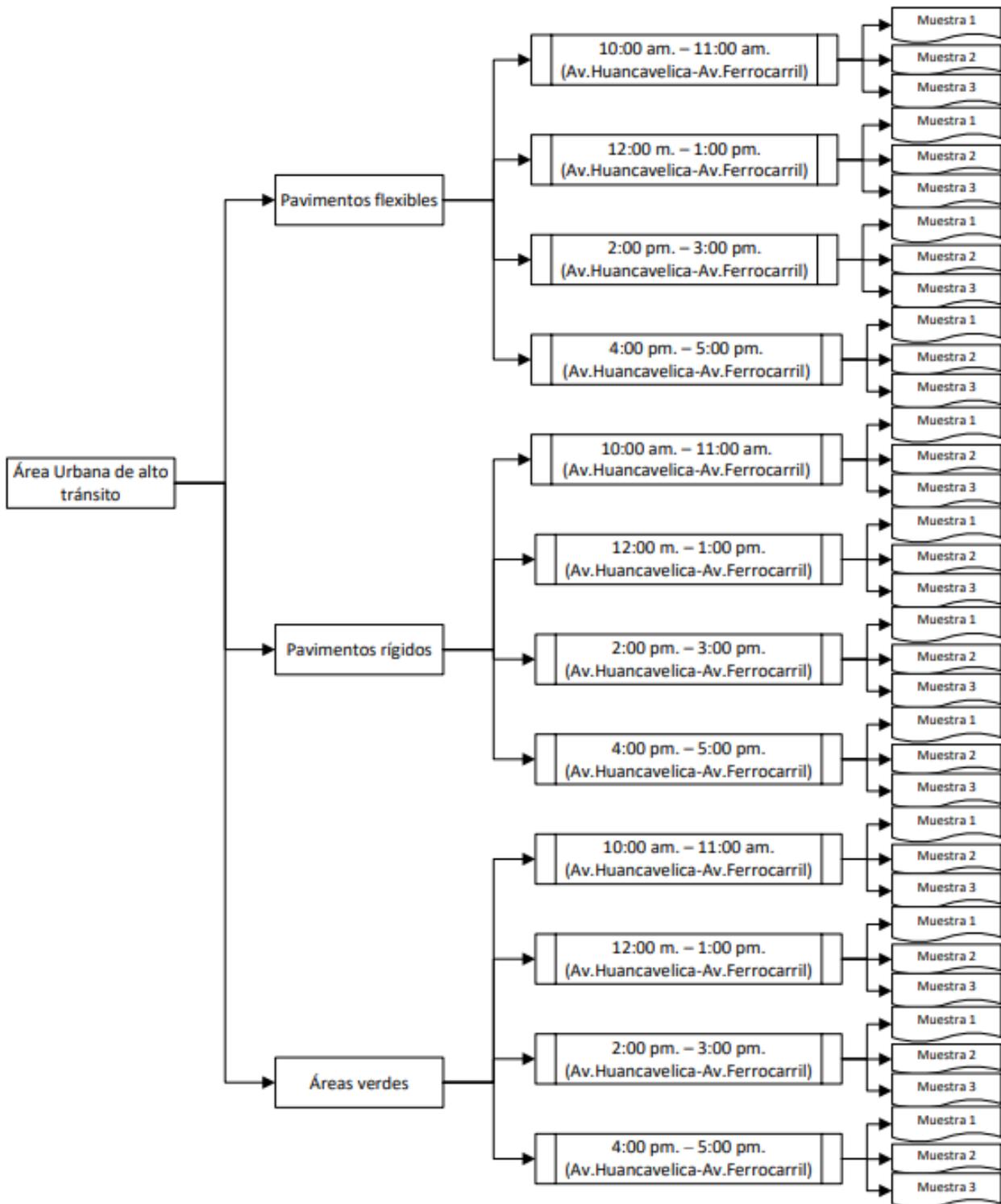
ZONA 1 = LA RIBERA



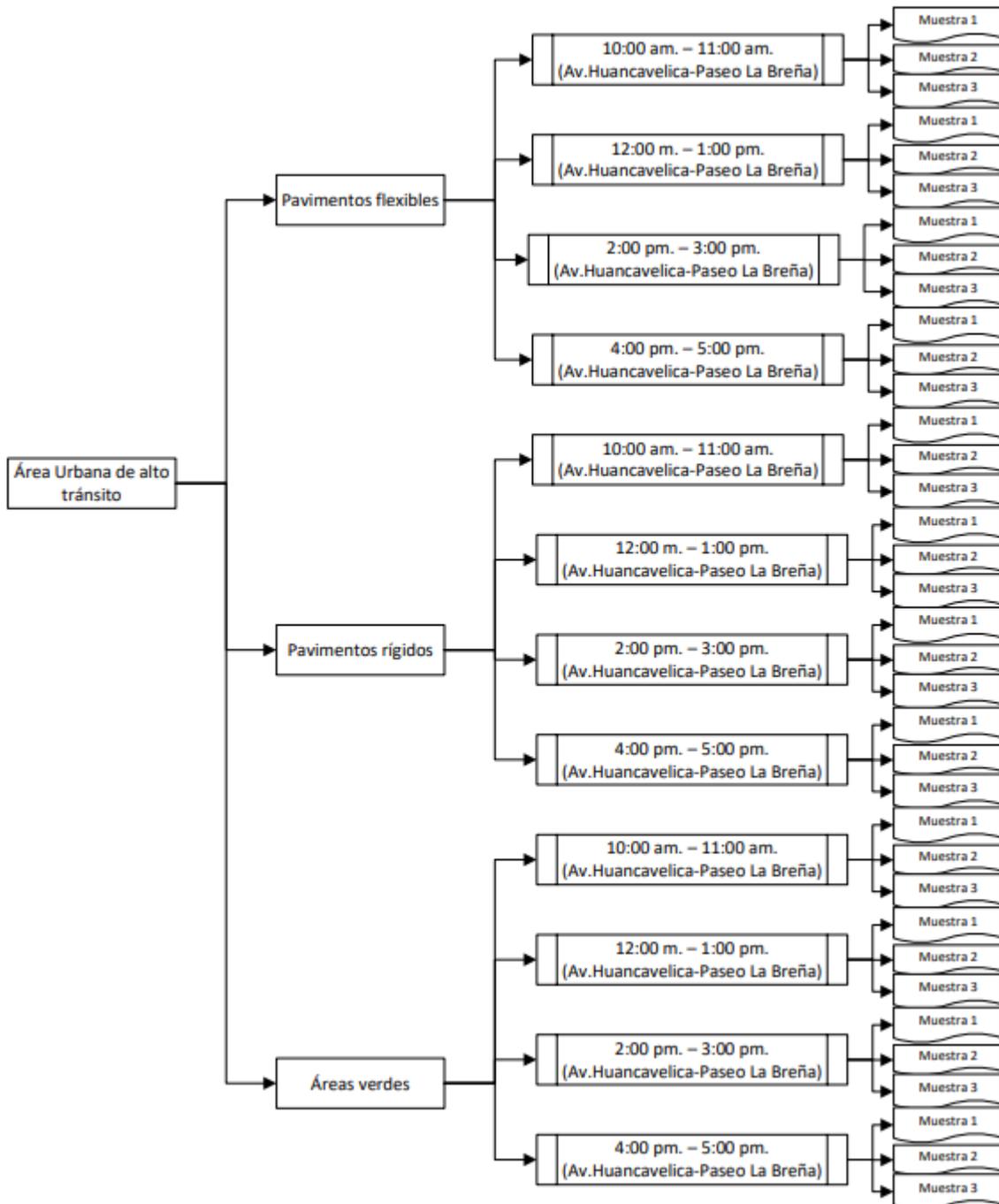
ZONA 2 = CERCADO HUANCAYO



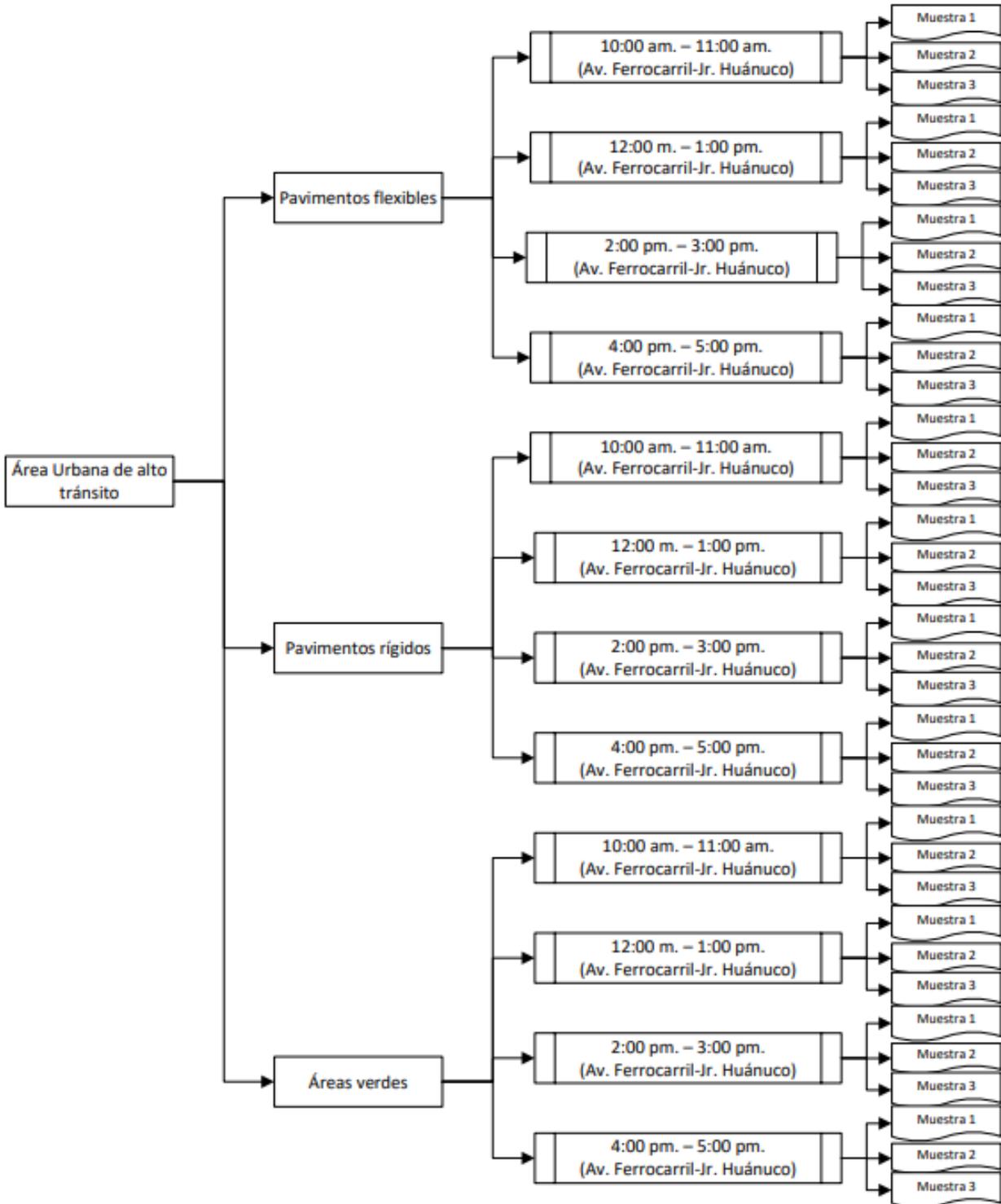
ZONA 2 = CERCADO HUANCAYO



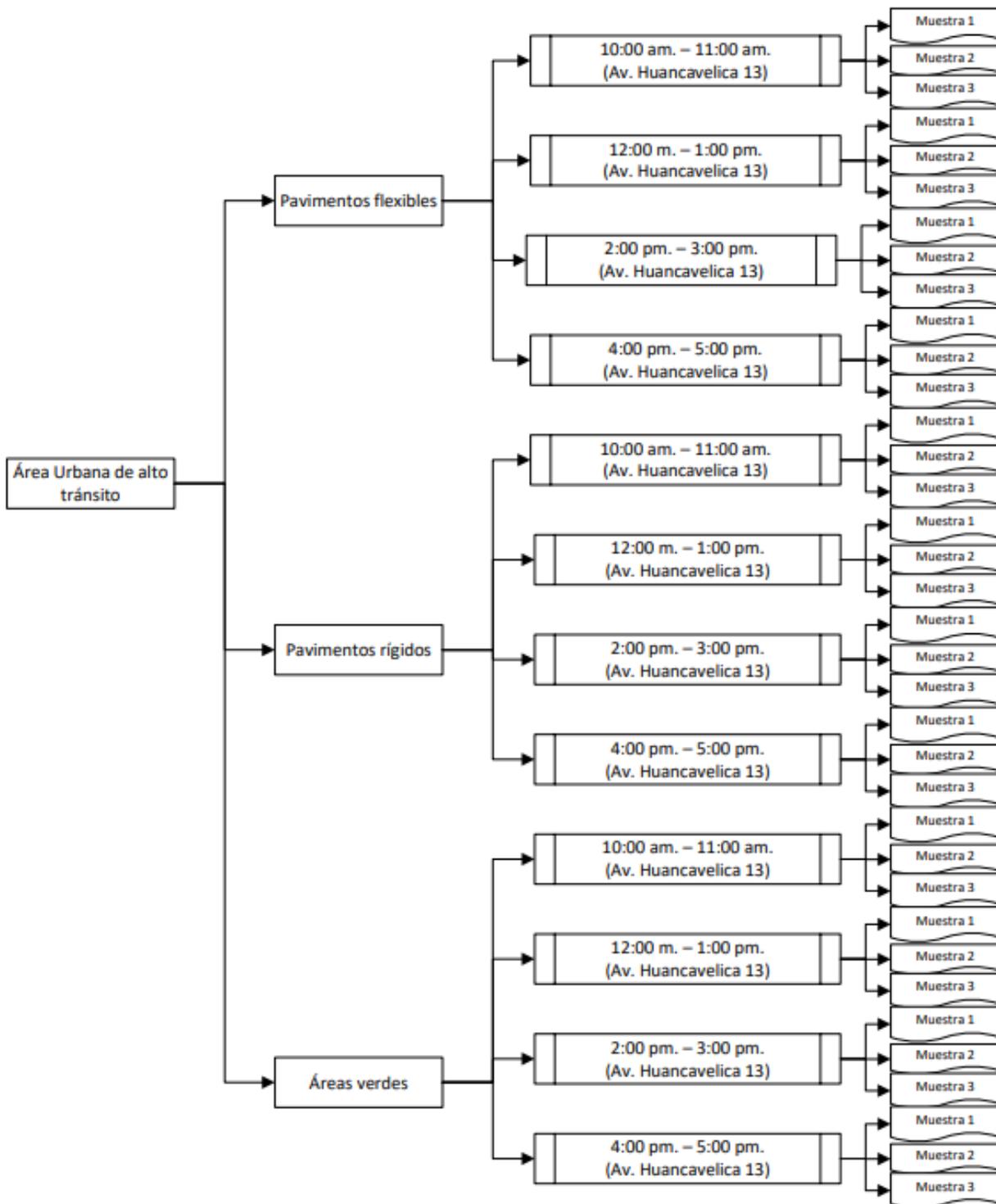
ZONA 2 = CERCADO HUANCAYO



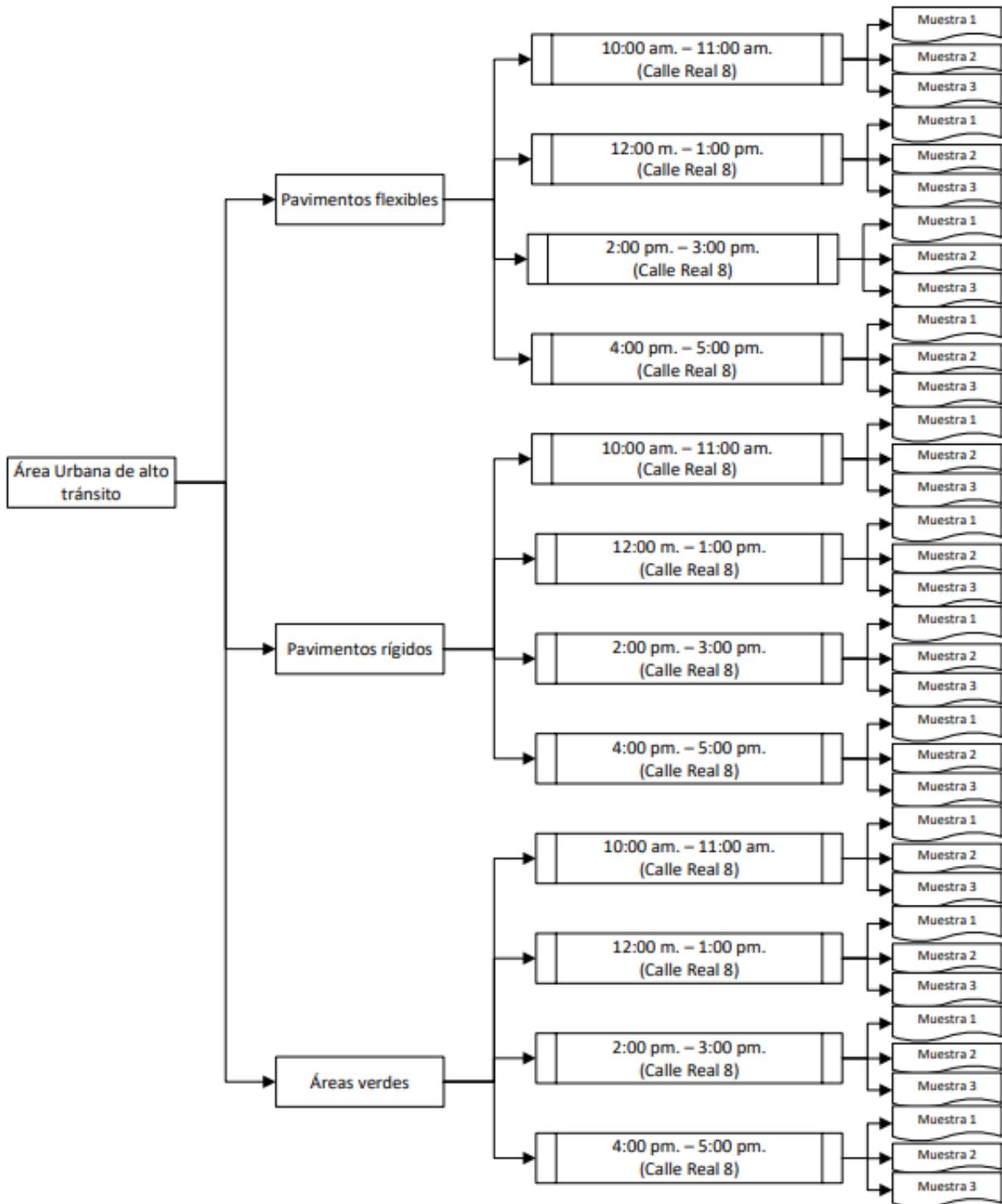
ZONA 2 = CERCADO HUANCAYO



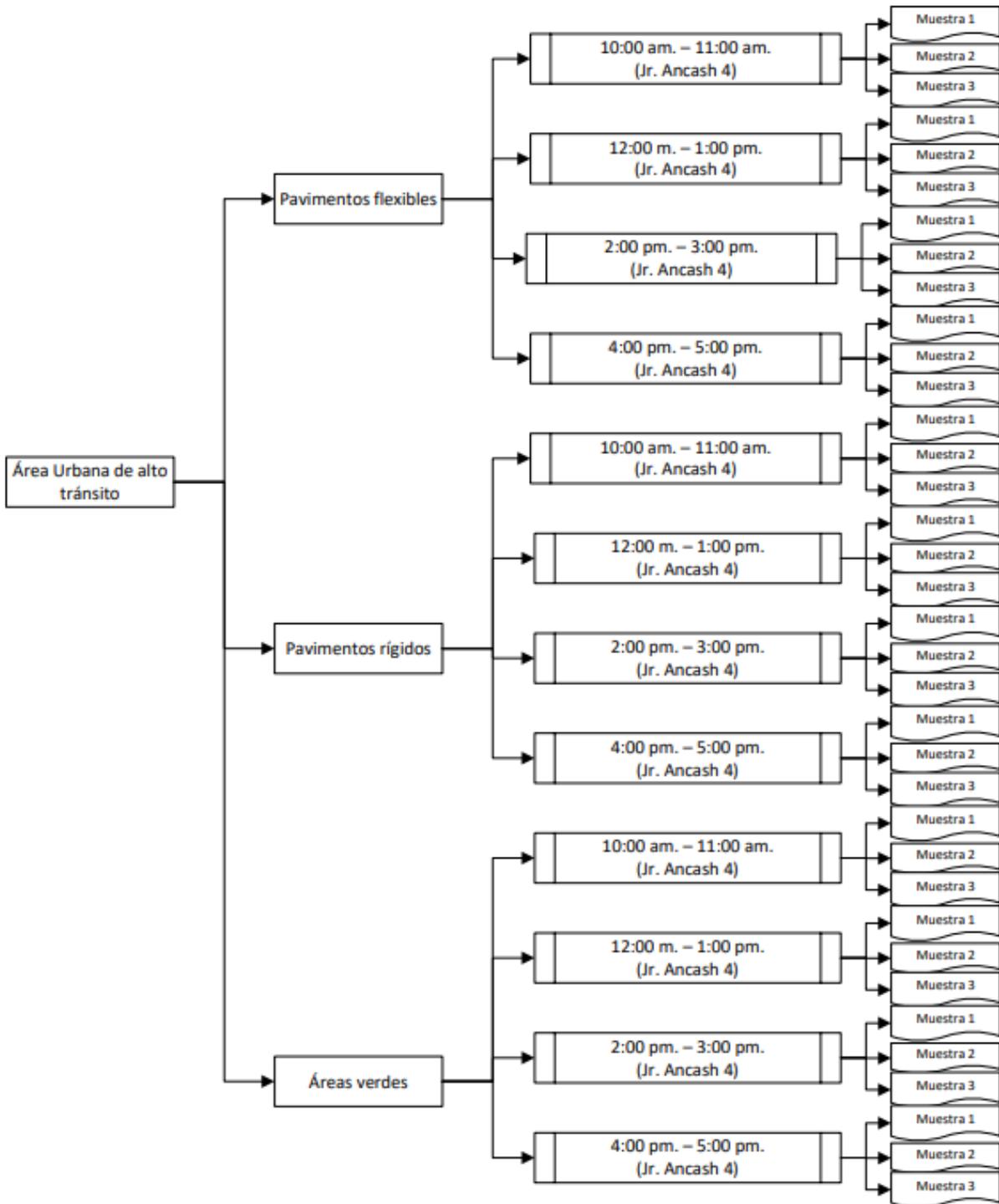
ZONA 2 = CERCADO HUANCAYO



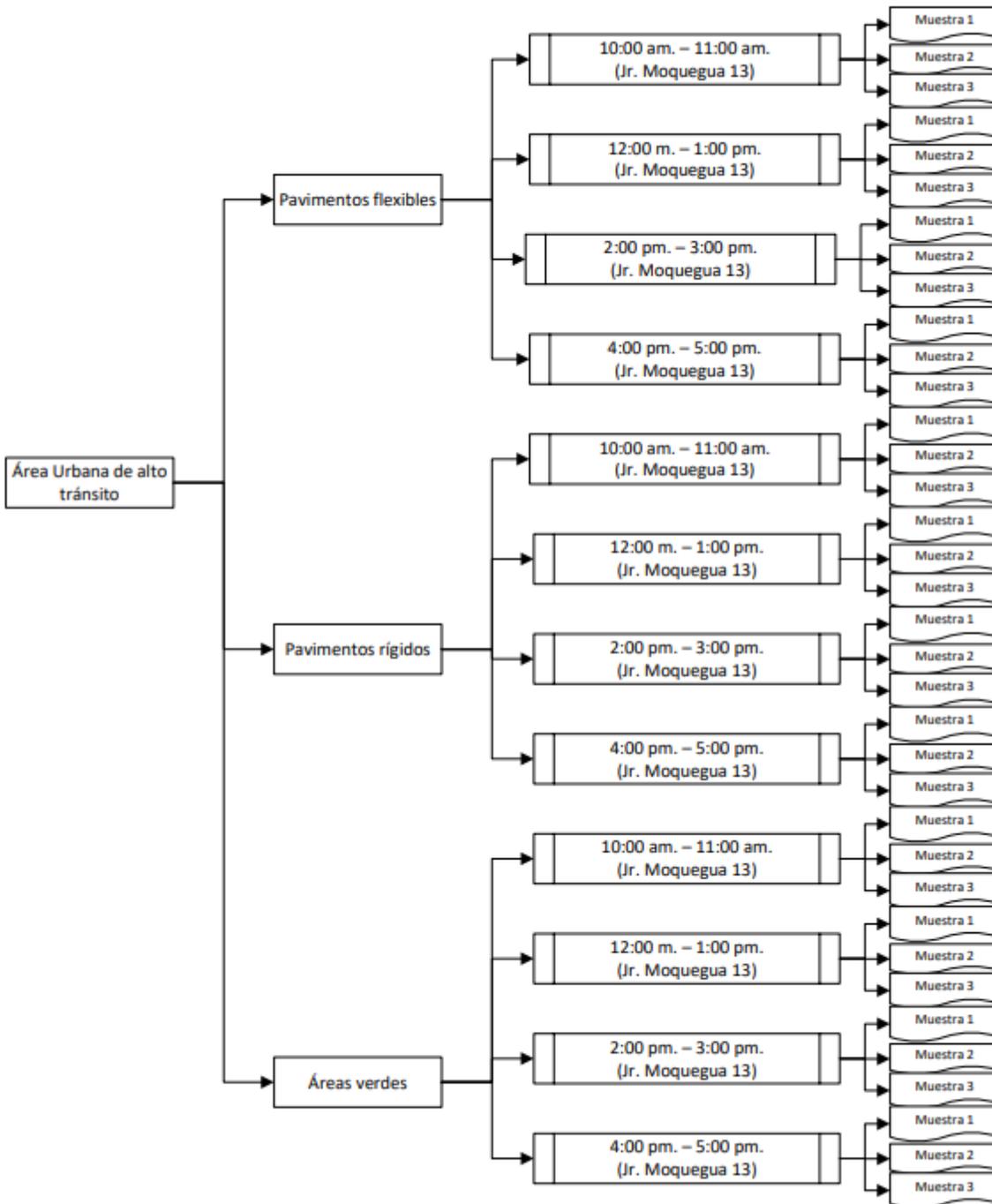
ZONA 2 = CERCADO HUANCAYO



ZONA 2 = CERCADO HUANCAYO



ZONA 2 = CERCADO HUANCAYO



Anexo 3. Codificación de datos según baremo de áreas (1=<30%; 2=30%<45%; 3=>45%)

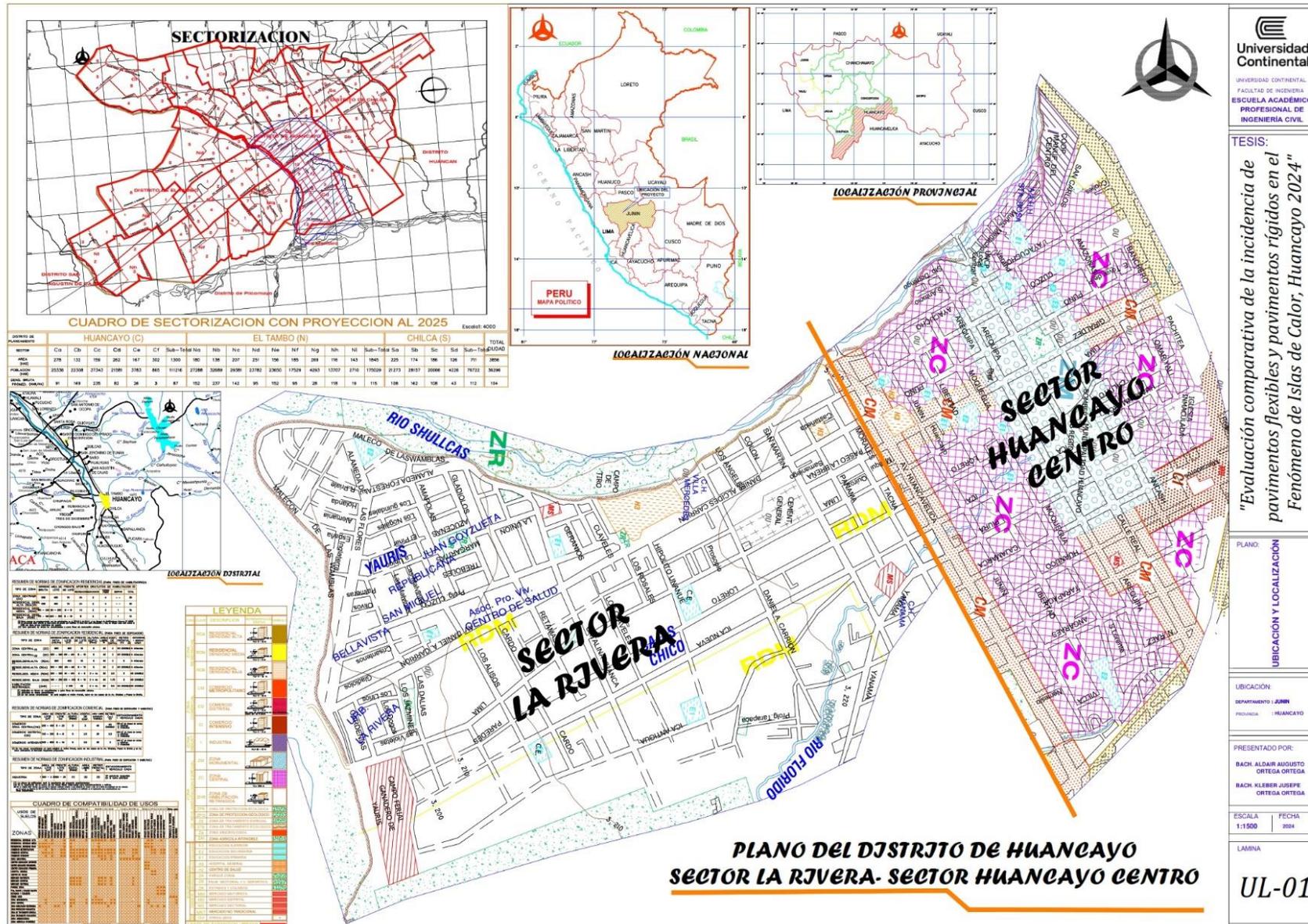
		PAVIMENTOS				ISLAS DE CALOR								
		Clasificación		Factores de Diseño		TEMPERATURA			AREAS VERDES		TIPOLOGIA URBANA			
		Porcentaje de presencia de Pavimento Rígido	Porcentaje de presencia de Pavimento Flexible	Tránsito	Clima	Temperatura del Pavimento Flexible	Temperatura del Pavimento rígido	Temperatura de las áreas verdes	Tipo de Área Verde	Porcentaje de área vegetal en la zona de estudio	De mediana Alta	De Baja Altura		
PV01 - Av. Ferrocarril - Jr. Huancu	D1 H1	1	3	4	3	2	2	3	2	1	1	2	pv1	18/06/2024 - 10:00 a.m.
	D1 H2	1	3	5	3	3	3	2	1	1	2	18/06/2024 - 12:00 p.m.		
	D1 H3	1	3	5	3	3	3	2	1	1	2	18/06/2024 - 2:00 p.m.		
	D1 H4	1	3	2	2	2	2	2	1	1	2	18/06/2024 - 4:00 p.m.		
	D2 H1	1	3	2	3	2	2	2	1	1	2	19/06/2024 - 10:00 a.m.		
	D2 H2	1	3	5	3	3	3	2	1	1	2	19/06/2024 - 12:00 p.m.		
	D2 H3	1	3	5	3	3	3	2	1	1	2	19/06/2024 - 2:00 p.m.		
	D2 H4	1	3	4	2	2	2	2	1	1	2	19/06/2024 - 4:00 p.m.		
	D3 H1	1	3	4	3	2	2	2	1	1	2	20/06/2024 - 10:00 a.m.		
	D3 H2	1	3	5	3	2	2	2	1	1	2	20/06/2024 - 12:00 p.m.		
	D3 H3	1	3	5	3	3	3	2	1	1	2	20/06/2024 - 2:00 p.m.		
	D3 H4	1	3	4	1	2	2	2	1	1	2	20/06/2024 - 4:00 p.m.		
PV02 - Av. Huancavelica - Av. Ferrocarril	D1 H1	2	3	1	3	2	2	3	2	1	1	2	pv2	18/06/2024 - 10:00 a.m.
	D1 H2	2	3	3	3	3	3	2	1	1	2	18/06/2024 - 12:00 p.m.		
	D1 H3	2	3	3	3	3	3	2	1	1	2	18/06/2024 - 2:00 p.m.		
	D1 H4	2	3	2	1	2	2	2	1	1	2	18/06/2024 - 4:00 p.m.		
	D2 H1	2	3	2	3	2	2	1	1	1	2	19/06/2024 - 10:00 a.m.		
	D2 H2	2	3	2	3	2	2	2	1	1	2	19/06/2024 - 12:00 p.m.		
	D2 H3	2	3	4	3	2	3	2	1	1	2	19/06/2024 - 2:00 p.m.		
	D2 H4	2	3	3	2	2	2	2	1	1	2	19/06/2024 - 4:00 p.m.		
	D3 H1	2	3	3	3	2	2	2	1	1	2	20/06/2024 - 10:00 a.m.		
	D3 H2	2	3	4	3	3	3	1	1	1	2	20/06/2024 - 12:00 p.m.		
	D3 H3	2	3	4	3	3	3	2	1	1	2	20/06/2024 - 2:00 p.m.		
	D3 H4	2	3	2	1	2	1	2	1	1	2	20/06/2024 - 4:00 p.m.		
PV03 - Av. Huancavelica (Cuadra 13)	D1 H1	3	3	3	3	2	2	3	1	2	1	pv3	18/06/2024 - 10:00 a.m.	
	D1 H2	3	3	4	3	3	3	1	1	2	1		18/06/2024 - 12:00 p.m.	
	D1 H3	3	3	5	3	3	3	1	1	2	1		18/06/2024 - 2:00 p.m.	
	D1 H4	3	3	2	1	2	2	2	1	2	1		18/06/2024 - 4:00 p.m.	
	D2 H1	3	3	4	3	2	2	3	1	2	1		19/06/2024 - 10:00 a.m.	
	D2 H2	3	3	5	3	3	3	1	1	2	1		19/06/2024 - 12:00 p.m.	
	D2 H3	3	3	5	3	3	3	2	1	2	1		19/06/2024 - 2:00 p.m.	
	D2 H4	3	3	5	2	2	2	1	1	2	1		19/06/2024 - 4:00 p.m.	
	D3 H1	3	3	3	3	2	2	2	1	2	1		20/06/2024 - 10:00 a.m.	
	D3 H2	3	3	5	3	2	2	3	1	2	1		20/06/2024 - 12:00 p.m.	
	D3 H3	3	3	5	1	2	3	2	1	2	1		20/06/2024 - 2:00 p.m.	
	D3 H4	3	3	3	2	2	2	2	1	2	1		20/06/2024 - 4:00 p.m.	
PV04 - Jr. Moquegua (Cuadra 13)	D1 H1	3	1	2	3	2	2	2	1	3	2	1	pv4	18/06/2024 - 10:00 a.m.
	D1 H2	3	1	3	3	3	2	3	1	3	2	1		18/06/2024 - 12:00 p.m.
	D1 H3	3	1	3	3	2	2	3	1	3	2	1		18/06/2024 - 2:00 p.m.
	D1 H4	3	1	1	1	2	2	2	1	3	2	1		18/06/2024 - 4:00 p.m.
	D2 H1	3	1	3	3	2	2	3	1	3	2	1		19/06/2024 - 10:00 a.m.
	D2 H2	3	1	3	3	3	3	1	3	2	1	19/06/2024 - 12:00 p.m.		
	D2 H3	3	1	4	3	2	2	3	1	3	2	1		19/06/2024 - 2:00 p.m.
	D2 H4	3	1	4	1	2	2	2	1	3	2	1		19/06/2024 - 4:00 p.m.
	D3 H1	3	1	4	3	3	3	1	3	2	1	20/06/2024 - 10:00 a.m.		
	D3 H2	3	1	4	3	3	3	1	3	2	1	20/06/2024 - 12:00 p.m.		
	D3 H3	3	1	4	1	2	2	3	1	3	2	1		20/06/2024 - 2:00 p.m.
	D3 H4	3	1	2	2	2	2	2	1	3	2	1		20/06/2024 - 4:00 p.m.
PV05 - Calle Real (Cuadra 8)	D1 H1	1	3	1	3	2	2	2	2	1	1	2	pv5	18/06/2024 - 10:00 a.m.
	D1 H2	1	3	3	3	3	3	2	1	1	2	18/06/2024 - 12:00 p.m.		
	D1 H3	1	3	3	3	3	3	2	1	1	2	18/06/2024 - 2:00 p.m.		
	D1 H4	1	3	2	3	2	2	2	1	1	2	18/06/2024 - 4:00 p.m.		
	D2 H1	1	3	2	3	2	2	2	1	1	2	19/06/2024 - 10:00 a.m.		
	D2 H2	1	3	2	3	3	3	2	1	1	2	19/06/2024 - 12:00 p.m.		
	D2 H3	1	3	4	3	2	2	2	1	1	2	19/06/2024 - 2:00 p.m.		
	D2 H4	1	3	3	3	2	2	2	1	1	2	19/06/2024 - 4:00 p.m.		
	D3 H1	1	3	3	3	2	2	2	1	1	2	20/06/2024 - 10:00 a.m.		
	D3 H2	1	3	4	1	3	3	2	1	1	2	20/06/2024 - 12:00 p.m.		
	D3 H3	1	3	4	3	3	3	2	1	1	2	20/06/2024 - 2:00 p.m.		
	D3 H4	1	3	4	3	3	3	2	1	1	2	20/06/2024 - 4:00 p.m.		
PV06 - Jr. Anconash (Cuadra 4)	D1 H1	2	3	1	3	2	2	2	2	1	1	2	pv6	18/06/2024 - 10:00 a.m.
	D1 H2	2	3	3	3	3	3	2	1	1	2	18/06/2024 - 12:00 p.m.		
	D1 H3	2	3	3	3	3	3	2	1	1	2	18/06/2024 - 2:00 p.m.		
	D1 H4	2	3	3	3	3	3	2	1	1	2	18/06/2024 - 4:00 p.m.		
	D2 H1	2	3	3	3	3	3	2	1	1	2	19/06/2024 - 10:00 a.m.		
	D2 H2	2	3	3	3	3	3	2	1	1	2	19/06/2024 - 12:00 p.m.		
	D2 H3	2	3	4	3	3	3	2	1	1	2	19/06/2024 - 2:00 p.m.		
	D2 H4	2	3	3	1	2	2	3	2	1	2	19/06/2024 - 4:00 p.m.		
	D3 H1	2	3	3	3	3	3	2	1	1	2	20/06/2024 - 10:00 a.m.		
	D3 H2	2	3	4	3	3	3	2	1	1	2	20/06/2024 - 12:00 p.m.		
	D3 H3	2	3	4	1	3	3	2	1	1	2	20/06/2024 - 2:00 p.m.		
	D3 H4	2	3	4	1	3	3	2	1	1	2	20/06/2024 - 4:00 p.m.		
PV07 - Jr. Puno - Calle Real	D1 H1	1	3	1	3	2	2	2	3	2	1	2	pv7	18/06/2024 - 10:00 a.m.
	D1 H2	1	3	3	3	2	2	3	2	1	2	18/06/2024 - 12:00 p.m.		
	D1 H3	1	3	3	3	2	2	3	2	1	2	18/06/2024 - 2:00 p.m.		
	D1 H4	1	3	2	1	2	2	3	2	1	2	18/06/2024 - 4:00 p.m.		
	D2 H1	1	3	2	3	2	2	3	2	1	2	19/06/2024 - 10:00 a.m.		
	D2 H2	1	3	2	3	1	2	3	2	1	2	19/06/2024 - 12:00 p.m.		
	D2 H3	1	3	4	3	3	3	2	1	1	2	19/06/2024 - 2:00 p.m.		
	D2 H4	1	3	3	1	2	2	3	2	1	2	19/06/2024 - 4:00 p.m.		
	D3 H1	1	3	3	3	2	2	3	2	1	2	20/06/2024 - 10:00 a.m.		
	D3 H2	1	3	4	3	3	3	2	1	1	2	20/06/2024 - 12:00 p.m.		
	D3 H3	1	3	4	1	3	3	2	1	1	2	20/06/2024 - 2:00 p.m.		
	D3 H4	1	3	2	1	2	2	3	2	1	2	20/06/2024 - 4:00 p.m.		
PV08 - Av. Huancavelica - Paseo La Breña	D1 H1	2	3	1	3	2	2	2	2	1	1	2	pv8	18/06/2024 - 10:00 a.m.
	D1 H2	2	3	2	2	3	3	2	1	1	2	18/06/2024 - 12:00 p.m.		
	D1 H3	2	3	3	3	2	2	2	1	1	2	18/06/2024 - 2:00 p.m.		
	D1 H4	2	3	2	2	2	2	2	1	1	2	18/06/2024 - 4:00 p.m.		
	D2 H1	2	3	2	3	2	2	2	1	1	2	19/06/2024 - 10:00 a.m.		
	D2 H2	2	3	2	3	3	3	2	1	1	2	19/06/2024 - 12:00 p.m.		
	D2 H3	2	3	4	3	3	3	2	1	1	2	19/06/2024 - 2:00 p.m.		
	D2 H4	2	3	3	1	2	1	2	1	1	2	19/06/2024 - 4:00 p.m.		
	D3 H1	2	3	3	3	2	2	2	1	1	2	20/06/2024 - 10:00 a.m.		
	D3 H2	2	3	4	3	3	3	2	1	1	2	20/06/2024 - 12:00 p.m.		
	D3 H3	2	3	4	3	3	3	2	1	1	2	20/06/2024 - 2:00 p.m.		
	D3 H4	2	3	2	1	2	1	2	1	1	2	20/06/2024 - 4:00 p.m.		

PV-09 - Av. Daniel Alcides Carrion (Cuadra 15)	D1 H1	3	1	1	1	2	2	2	1	3	2	1	pv9	21/06/2024 - 10:00 a.m.
	D1 H2	3	1	3	3	3	3	2	1	3	2	1		21/06/2024 - 12:00 p.m.
	D1 H3	3	1	3	3	3	3	3	1	3	2	1		21/06/2024 - 2:00 p.m.
	D1 H4	3	1	2	1	2	2	2	1	3	2	1		21/06/2024 - 4:00 p.m.
	D2 H1	3	1	2	3	2	2	2	1	3	2	1		22/06/2024 - 10:00 a.m.
	D2 H2	3	1	2	3	2	2	2	1	3	2	1		22/06/2024 - 12:00 p.m.
	D2 H3	3	1	4	3	3	3	2	1	3	2	1		22/06/2024 - 2:00 p.m.
	D2 H4	3	1	3	1	2	2	2	1	3	2	1		22/06/2024 - 4:00 p.m.
	D3 H1	3	1	3	3	2	2	2	1	3	2	1		23/06/2024 - 10:00 a.m.
	D3 H2	3	1	4	3	2	3	3	1	3	2	1		23/06/2024 - 12:00 p.m.
	D3 H3	3	1	4	3	3	3	3	1	3	2	1		23/06/2024 - 2:00 p.m.
	D3 H4	3	1	2	2	2	2	2	1	3	2	1		23/06/2024 - 4:00 p.m.
PV-10 Jr. Los Rosales (Cuadra 4)	D1 H1	3	3	2	1	2	2	2	1	1	2	1	pv10	21/06/2024 - 10:00 a.m.
	D1 H2	3	3	3	3	3	3	2	1	1	2	1		21/06/2024 - 12:00 p.m.
	D1 H3	3	3	3	3	3	3	3	1	1	2	1		21/06/2024 - 2:00 p.m.
	D1 H4	3	3	2	2	2	2	2	1	1	2	1		21/06/2024 - 4:00 p.m.
	D2 H1	3	3	3	3	2	2	2	1	1	2	1		22/06/2024 - 10:00 a.m.
	D2 H2	3	3	4	3	3	2	2	1	1	2	1		22/06/2024 - 12:00 p.m.
	D2 H3	3	3	4	3	3	2	3	1	1	2	1		22/06/2024 - 2:00 p.m.
	D2 H4	3	3	2	2	2	1	2	1	1	2	1		22/06/2024 - 4:00 p.m.
	D3 H1	3	3	3	3	2	2	2	1	1	2	1		23/06/2024 - 10:00 a.m.
	D3 H2	3	3	4	3	3	2	2	1	1	2	1		23/06/2024 - 12:00 p.m.
	D3 H3	3	3	4	3	3	2	3	1	1	2	1		23/06/2024 - 2:00 p.m.
	D3 H4	3	3	2	2	2	1	2	1	1	2	1		23/06/2024 - 4:00 p.m.
PV-11 - Jr. Los Cosmos - Jr. Los Guindales	D1 H1	3	2	2	1	2	1	2	1	2	2	1	pv11	21/06/2024 - 10:00 a.m.
	D1 H2	3	2	3	3	3	2	2	1	2	2	1		21/06/2024 - 12:00 p.m.
	D1 H3	3	2	3	3	3	2	3	1	2	2	1		21/06/2024 - 2:00 p.m.
	D1 H4	3	2	2	2	2	1	2	1	2	2	1		21/06/2024 - 4:00 p.m.
	D2 H1	3	2	3	1	2	2	2	1	2	2	1		22/06/2024 - 10:00 a.m.
	D2 H2	3	2	4	3	3	3	2	1	2	2	1		22/06/2024 - 12:00 p.m.
	D2 H3	3	2	4	3	3	2	3	1	2	2	1		22/06/2024 - 2:00 p.m.
	D2 H4	3	2	3	1	2	2	2	1	2	2	1		22/06/2024 - 4:00 p.m.
	D3 H1	3	2	3	3	2	2	2	1	2	2	1		23/06/2024 - 10:00 a.m.
	D3 H2	3	2	3	1	2	1	2	1	2	2	1		23/06/2024 - 12:00 p.m.
	D3 H3	3	2	3	3	2	2	2	1	2	2	1		23/06/2024 - 2:00 p.m.
	D3 H4	3	2	2	2	2	2	2	1	2	2	1		23/06/2024 - 4:00 p.m.
PV-12 - Paje, El Pinar (Cuadra 1)	D1 H1	2	3	1	1	2	2	2	2	1	2	1	pv12	21/06/2024 - 10:00 a.m.
	D1 H2	2	3	3	3	3	3	3	2	1	2	1		21/06/2024 - 12:00 p.m.
	D1 H3	2	3	3	3	3	2	3	2	1	2	1		21/06/2024 - 2:00 p.m.
	D1 H4	2	3	2	2	2	2	2	2	1	2	1		21/06/2024 - 4:00 p.m.
	D2 H1	2	3	2	1	2	2	2	2	1	2	1		22/06/2024 - 10:00 a.m.
	D2 H2	2	3	4	3	3	3	2	2	1	2	1		22/06/2024 - 12:00 p.m.
	D2 H3	2	3	4	3	3	2	3	2	1	2	1		22/06/2024 - 2:00 p.m.
	D2 H4	2	3	3	1	2	2	2	2	1	2	1		22/06/2024 - 4:00 p.m.
	D3 H1	2	3	3	3	3	2	2	2	1	2	1		23/06/2024 - 10:00 a.m.
	D3 H2	2	3	4	3	3	3	3	2	1	2	1		23/06/2024 - 12:00 p.m.
	D3 H3	2	3	4	3	3	2	3	2	1	2	1		23/06/2024 - 2:00 p.m.
	D3 H4	2	3	2	1	2	1	2	2	1	2	1		23/06/2024 - 4:00 p.m.
PV-13 - Av. Daniel Alcides Carrion (Cuadra 23)	D1 H1	3	2	2	1	2	2	1	1	1	2	1	pv13	21/06/2024 - 10:00 a.m.
	D1 H2	3	2	3	3	2	2	3	1	1	2	1		21/06/2024 - 12:00 p.m.
	D1 H3	3	2	3	3	2	2	3	1	1	2	1		21/06/2024 - 2:00 p.m.
	D1 H4	3	2	2	2	2	2	2	1	1	2	1		21/06/2024 - 4:00 p.m.
	D2 H1	3	2	3	1	2	2	1	1	1	2	1		22/06/2024 - 10:00 a.m.
	D2 H2	3	2	4	3	3	3	3	1	1	2	1		22/06/2024 - 12:00 p.m.
	D2 H3	3	2	4	3	3	3	3	1	1	2	1		22/06/2024 - 2:00 p.m.
	D2 H4	3	2	3	1	2	2	2	1	1	2	1		22/06/2024 - 4:00 p.m.
	D3 H1	3	2	3	3	2	2	1	1	1	2	1		23/06/2024 - 10:00 a.m.
	D3 H2	3	2	4	3	3	2	3	1	1	2	1		23/06/2024 - 12:00 p.m.
	D3 H3	3	2	4	3	3	3	3	1	1	2	1		23/06/2024 - 2:00 p.m.
	D3 H4	3	2	2	1	2	2	2	1	1	2	1		23/06/2024 - 4:00 p.m.
PV-14 - Jr. Lima - Jr. Las Dalías	D1 H1	3	3	2	1	3	2	3	1	1	2	1	pv14	21/06/2024 - 10:00 a.m.
	D1 H2	3	3	3	3	3	2	3	1	1	2	1		21/06/2024 - 12:00 p.m.
	D1 H3	3	3	3	3	3	2	3	1	1	2	1		21/06/2024 - 2:00 p.m.
	D1 H4	3	3	2	2	2	2	2	1	1	2	1		21/06/2024 - 4:00 p.m.
	D2 H1	3	3	3	1	2	2	2	1	1	2	1		22/06/2024 - 10:00 a.m.
	D2 H2	3	3	4	3	3	3	3	1	1	2	1		22/06/2024 - 12:00 p.m.
	D2 H3	3	3	4	3	3	3	3	1	1	2	1		22/06/2024 - 2:00 p.m.
	D2 H4	3	3	3	1	2	2	2	1	1	2	1		22/06/2024 - 4:00 p.m.
	D3 H1	3	3	3	3	3	2	2	1	1	2	1		23/06/2024 - 10:00 a.m.
	D3 H2	3	3	4	3	3	2	3	1	1	2	1		23/06/2024 - 12:00 p.m.
	D3 H3	3	3	4	3	3	2	3	1	1	2	1		23/06/2024 - 2:00 p.m.
	D3 H4	3	3	2	1	2	2	2	1	1	2	1		23/06/2024 - 4:00 p.m.
PV-15 - Jr. Los Alisos - Jr. Lima	D1 H1	1	3	2	1	2	2	2	1	1	2	1	pv15	21/06/2024 - 10:00 a.m.
	D1 H2	1	3	3	3	3	3	3	1	1	2	1		21/06/2024 - 12:00 p.m.
	D1 H3	1	3	3	3	3	2	3	1	1	2	1		21/06/2024 - 2:00 p.m.
	D1 H4	1	3	2	2	2	2	2	1	1	2	1		21/06/2024 - 4:00 p.m.
	D2 H1	1	3	3	1	3	2	3	1	1	2	1		22/06/2024 - 10:00 a.m.
	D2 H2	1	3	4	3	3	3	3	1	1	2	1		22/06/2024 - 12:00 p.m.
	D2 H3	1	3	4	3	3	2	3	1	1	2	1		22/06/2024 - 2:00 p.m.
	D2 H4	1	3	3	1	2	2	2	1	1	2	1		22/06/2024 - 4:00 p.m.
	D3 H1	1	3	3	3	2	2	2	1	1	2	1		23/06/2024 - 10:00 a.m.
	D3 H2	1	3	4	3	3	3	2	1	1	2	1		23/06/2024 - 12:00 p.m.
	D3 H3	1	3	4	3	3	2	2	1	1	2	1		23/06/2024 - 2:00 p.m.
	D3 H4	1	3	2	1	2	2	2	1	1	2	1		23/06/2024 - 4:00 p.m.
PV-16 - Jr. La Nueva - Jr. Los Alisos	D1 H1	1	3	1	1	2	2	1	2	1	2	1	pv16	21/06/2024 - 10:00 a.m.
	D1 H2	1	3	3	3	3	3	2	2	1	2	1		21/06/2024 - 12:00 p.m.
	D1 H3	1	3	3	3	3	3	2	2	1	2	1		21/06/2024 - 2:00 p.m.
	D1 H4	1	3	2	2	2	2	2	2	1	2	1		21/06/2024 - 4:00 p.m.
	D2 H1	1	3	3	1	2	2	2	2	1	2	1		22/06/2024 - 10:00 a.m.
	D2 H2	1	3	4	3	3	3	2	2	1	2	1		22/06/2024 - 12:00 p.m.
	D2 H3	1	3	4	3	3	3	2	2	1	2	1		22/06/2024 - 2:00 p.m.
	D2 H4	1	3	3	1	2	2	2	2	1	2	1		22/06/2024 - 4:00 p.m.
	D3 H1	1	3	2	3	2	2	2	2	1	2	1		23/06/2024 - 10:00 a.m.
	D3 H2	1	3	4	3	3	3	2	2	1	2	1		23/06/2024 - 12:00 p.m.
	D3 H3	1	3	4	3	3	3	2	2	1	2	1		23/06/2024 - 2:00 p.m.
	D3 H4	1	3	2	1	2	2	2	2	1	2	1		23/06/2024 - 4:00 p.m.

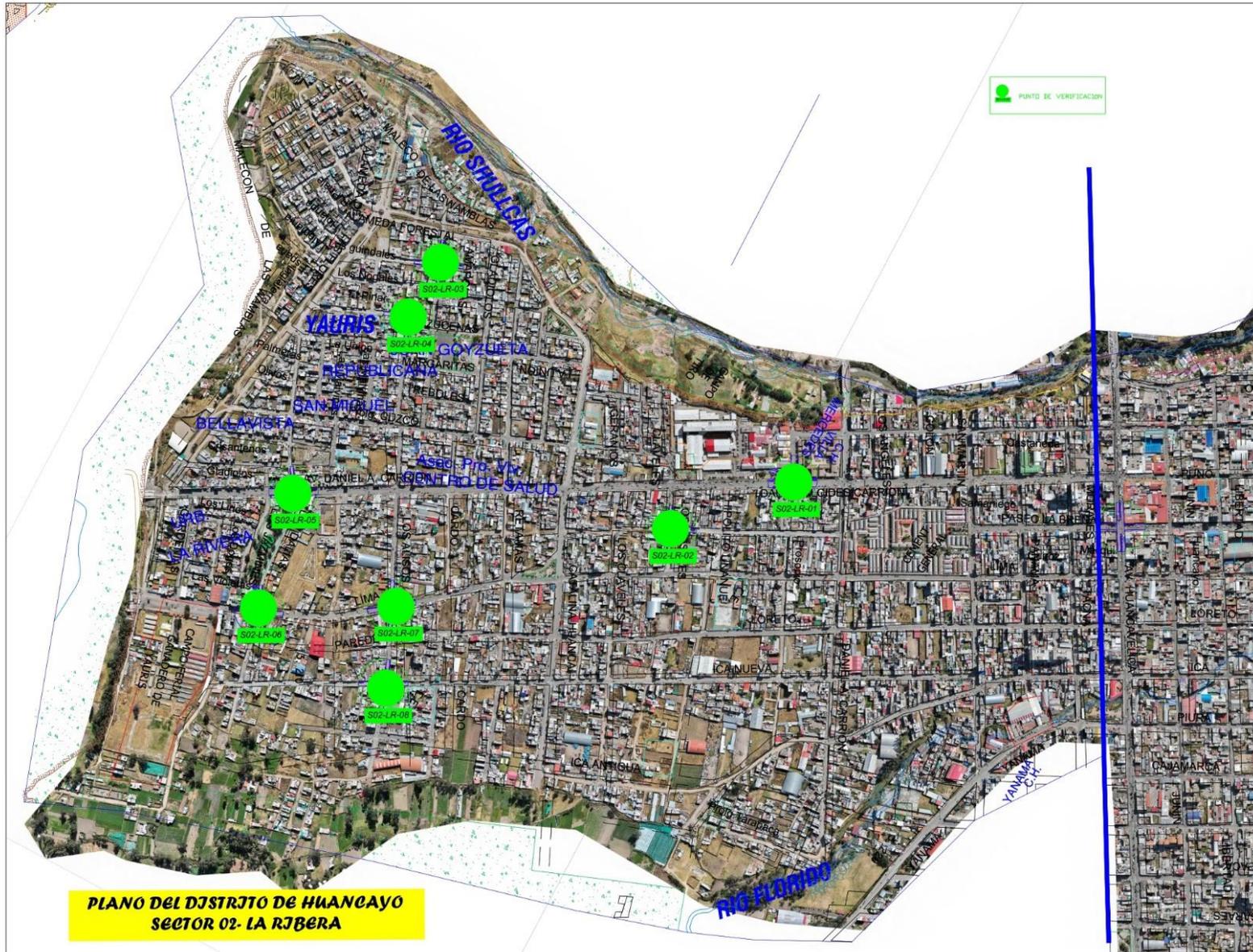
**Anexo 4.** Base de datos para modelo estadístico: Sólo los valores mayores a un área del 45% del total (código 3), Valores promedios de tránsito, clima y temperaturas. Tipología mediana y baja altura, según presencia (1) o ausencia (0) de esta característica.

PV	% Área	Rígido	Flexible	Tránsito	Clima	Temp rígido	Temp. flexible	Temp. Á. verde	Tipo área	% Área Verde	T. de mediana altura	T. de baja altura
1	>45%	0.000	1.000	0.833	0.750	1.000	1.000	1.000	0.000	1.000	1.000	0.000
2	>45%	0.000	1.000	0.583	0.750	1.000	0.833	0.833	0.000	1.000	1.000	0.000
3	>45%	1.000	1.000	0.833	0.667	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	0.000	1.000
4	>45%	1.000	0.000	0.667	0.583	1.000	1.000	1.000	1.000	0.000	0.000	1.000
5	>45%	0.000	1.000	0.583	0.667	1.000	1.000	1.000	0.000	1.000	1.000	0.000
6	>45%	0.000	1.000	0.583	0.667	1.000	1.000	1.000	0.000	1.000	1.000	0.000
7	>45%	0.000	1.000	0.583	0.667	1.000	0.583	1.000	0.000	1.000	1.000	0.000
8	>45%	0.000	1.000	0.500	0.667	1.000	0.833	1.000	0.000	1.000	1.000	0.000
9	>45%	1.000	0.000	0.583	0.667	1.000	1.000	1.000	1.000	0.000	0.000	1.000
10	>45%	1.000	1.000	0.750	0.667	1.000	0.833	1.000	1.000	1.000	0.000	1.000
11	>45%	1.000	0.000	0.750	0.583	1.000	0.750	1.000	1.000	1.000	0.000	1.000
12	>45%	0.000	1.000	0.667	0.583	1.000	0.917	1.000	0.000	1.000	0.000	1.000
13	>45%	1.000	0.000	0.750	0.583	1.000	1.000	0.750	1.000	1.000	0.000	1.000
14	>45%	1.000	1.000	0.750	0.583	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	0.000	1.000
15	>45%	0.000	1.000	0.750	0.583	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	0.000	1.000
16	>45%	0.000	0.000	0.667	0.583	1.000	0.917	0.917	0.000	1.000	0.000	1.000

Anexo 5. Planos







**PLANO DEL DISTRITO DE HUANCAYO  
SECTOR 02- LA RIBERA**

PUNTO DE VERIFICACION

**Universidad Continental**  
UNIVERSIDAD CONTINENTAL  
FACULTAD DE INGENIERIA  
ESCUELA ACADÉMICA  
PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL

**TESIS:**  
"Evaluación comparativa de la incidencia de pavimentos flexibles y pavimentos rígidos en el Fenómeno de Islas de Calor, Huancayo 2024"

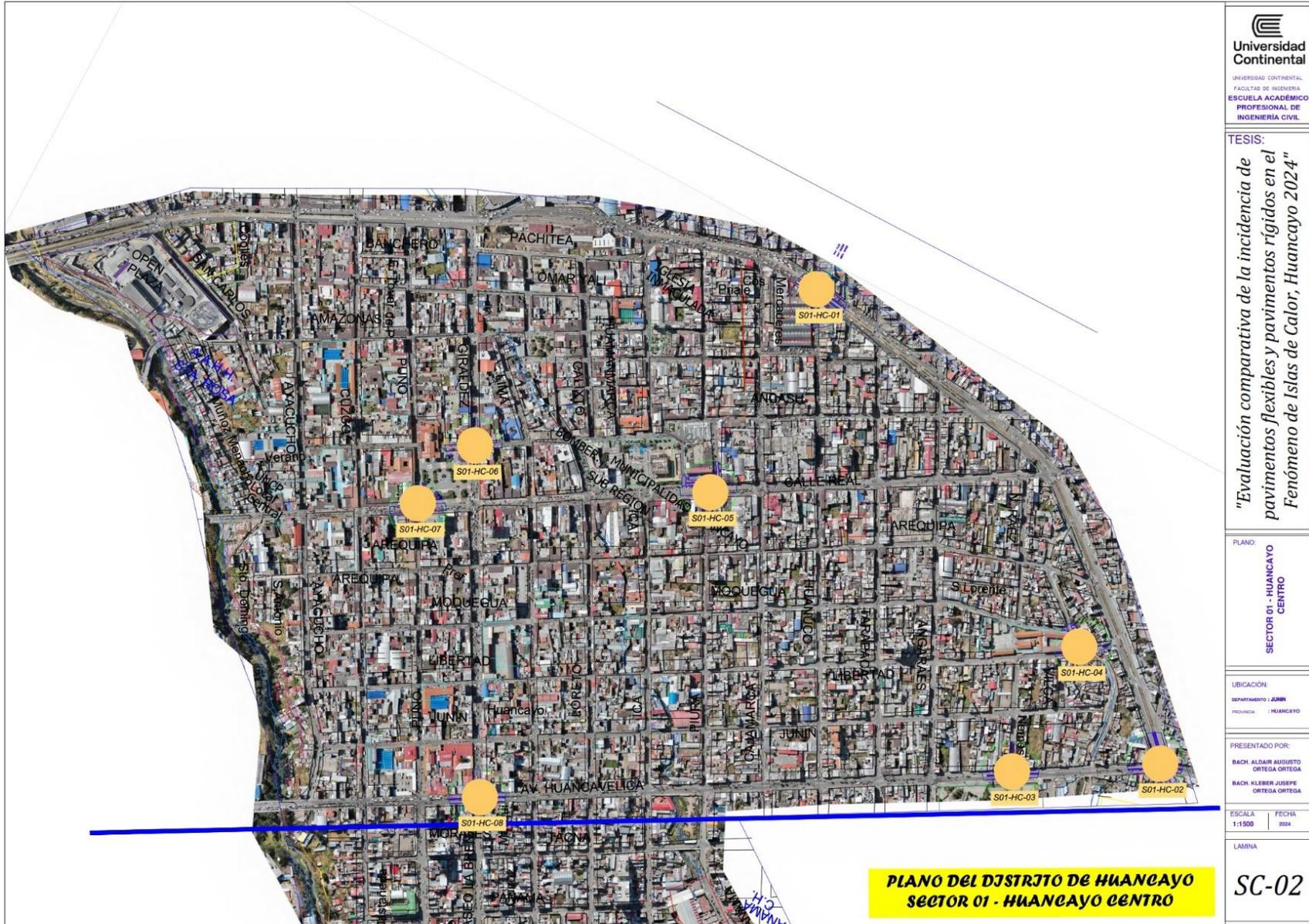
PLANO:  
SECTOR 02  
LA RIBERA

UBICACION:  
DEPARTAMENTO : JUNIN  
PROVINCIA : HUANCAYO

PRESENTADO POR:  
BACH. ALDAR AUGUSTO ORTEGA ORTEGA  
BACH. KLEBER JUSEPE ORTEGA ORTEGA

ESCALA 1:1500      FECHA 2024

LAMINA  
**SC-03**



TESIS:  
*"Evaluación comparativa de la incidencia de pavimentos flexibles y pavimentos rígidos en el Fenómeno de Islas de Calor, Huancayo 2024"*

PLANO:  
**SECTOR 01 - HUANCAYO CENTRO**

UBICACIÓN:  
 DEPARTAMENTO : JUNÍN  
 PROVINCIA : HUANCAYO

PRESENTADO POR:  
 BACH. ALDAR AUGUSTO ORTEGA ORTEGA  
 BACH. KLEBER JUSEPE ORTEGA ORTEGA

ESCALA: 1:1.500    FECHA: 2024

LAMINA

**SC-02**





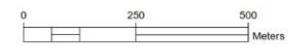


TABLA DE TEMPERATURAS				
Nº	TEMPERATURA MÍNIMA (°C)	TEMPERATURA MÁXIMA (°C)	ÁREA (m <sup>2</sup> )	INTENSIDAD
1	11.00	13.00	111.00	
2	13.00	15.00	824.49	
3	15.00	17.00	2661.74	
4	17.00	19.00	7298.73	
5	19.00	21.00	54064.13	
6	21.00	23.00	110257.65	
7	23.00	25.00	151808.83	
8	25.00	27.00	201343.93	
9	27.00	29.00	281601.70	
10	29.00	31.00	620152.02	
11	31.00	33.00	1057433.31	
12	33.00	35.00	1204840.16	
13	35.00	37.00	96225.55	

SECTOR 01-HUANCAYO CENTRO (HORARIO 04:00 pm)						
PUNTO	ESTE (m)	NORTE (m)	TEMPERATURA (°C)	DESCRIPCIÓN	PUNTO DE VERIFICACIÓN	UBICACIÓN
1	47735.857	866585.734	32.3	PV-01F		PV-01 - (Bar. Ferrocarril - A. Huancayo)
2	47736.905	866584.520	31.8	PV-01A		PV-01 - (Bar. Ferrocarril - A. Huancayo)
3	47737.892	866583.986	32.7	PV-01V		PV-01 - (Bar. Ferrocarril - A. Huancayo)
4	47735.170	866573.186	22.6	PV-02F		PV-02 - (Bar. Huancavelica - Bar. Ferrocarril)
5	47728.216	866564.080	31.5	PV-02B		PV-02 - (Bar. Huancavelica - Bar. Ferrocarril)
6	47721.952	866554.370	20.6	PV-02V		PV-02 - (Bar. Huancavelica - Bar. Ferrocarril)
7	47738.669	866578.020	23.8	PV-03F		PV-03 - (Bar. Huancavelica - Bar. Ferrocarril)
8	47735.279	866587.728	23.0	PV-03B		PV-03 - (Bar. Huancavelica - Bar. Ferrocarril)
9	47733.242	866581.531	20.1	PV-03V		PV-03 - (Bar. Huancavelica - Bar. Ferrocarril)
10	47702.621	866588.620	28.0	PV-04F		PV-04 - (Bar. Huancavelica - Bar. Ferrocarril)
11	47709.120	866575.900	25.5	PV-04B		PV-04 - (Bar. Huancavelica - Bar. Ferrocarril)
12	47711.807	866578.900	28.1	PV-04V		PV-04 - (Bar. Huancavelica - Bar. Ferrocarril)
13	47730.833	866586.647	29.8	PV-05F		PV-05 - (Bar. Huancavelica - Bar. Ferrocarril)
14	47733.540	866588.667	32.4	PV-05B		PV-05 - (Bar. Huancavelica - Bar. Ferrocarril)
15	47736.865	866591.026	35.7	PV-05V		PV-05 - (Bar. Huancavelica - Bar. Ferrocarril)
16	47728.108	866589.100	30.8	PV-06F		PV-06 - (Bar. Huancavelica - Bar. Ferrocarril)
17	47725.992	866590.040	27.0	PV-06B		PV-06 - (Bar. Huancavelica - Bar. Ferrocarril)
18	47737.648	866589.386	35.0	PV-06V		PV-06 - (Bar. Huancavelica - Bar. Ferrocarril)
19	47706.881	866585.588	28.6	PV-07F		PV-07 - (Bar. Huancavelica - Bar. Ferrocarril)
20	47703.403	866587.520	21.8	PV-07B		PV-07 - (Bar. Huancavelica - Bar. Ferrocarril)
21	47708.927	866589.896	35.5	PV-07V		PV-07 - (Bar. Huancavelica - Bar. Ferrocarril)
22	47687.229	866582.024	22.5	PV-08F		PV-08 - (Bar. Huancavelica - Bar. Ferrocarril)
23	47683.038	866588.288	27.7	PV-08B		PV-08 - (Bar. Huancavelica - Bar. Ferrocarril)
24	47683.178	866583.038	38.8	PV-08V		PV-08 - (Bar. Huancavelica - Bar. Ferrocarril)

SECTOR 02-LA RIBERA (HORARIO 04:00 pm)						
PUNTO	ESTE (m)	NORTE (m)	TEMPERATURA (°C)	DESCRIPCIÓN	PUNTO DE VERIFICACIÓN	UBICACIÓN
25	47604.711	866572.586	26.7	PV-09F		PV-09 - (Bar. Huancavelica - Bar. Ferrocarril)
26	47605.515	866570.086	26.8	PV-09B		PV-09 - (Bar. Huancavelica - Bar. Ferrocarril)
27	47603.010	866589.686	38.3	PV-09V		PV-09 - (Bar. Huancavelica - Bar. Ferrocarril)
28	47588.205	866584.727	29.7	PV-10F		PV-10 - (Bar. Huancavelica - Bar. Ferrocarril)
29	47583.525	866585.000	29.1	PV-10B		PV-10 - (Bar. Huancavelica - Bar. Ferrocarril)
30	47583.073	866581.253	17.6	PV-10V		PV-10 - (Bar. Huancavelica - Bar. Ferrocarril)
31	47570.930	866583.000	38.2	PV-11F		PV-11 - (Bar. Huancavelica - Bar. Ferrocarril)
32	47576.910	866583.000	38.2	PV-11B		PV-11 - (Bar. Huancavelica - Bar. Ferrocarril)
33	47576.792	866583.000	35.9	PV-11V		PV-11 - (Bar. Huancavelica - Bar. Ferrocarril)
34	47577.990	866588.097	24.3	PV-12F		PV-12 - (Bar. Huancavelica - Bar. Ferrocarril)
35	47575.170	866582.996	25.5	PV-12B		PV-12 - (Bar. Huancavelica - Bar. Ferrocarril)
36	47575.933	866586.033	15.9	PV-12V		PV-12 - (Bar. Huancavelica - Bar. Ferrocarril)
37	47578.869	866586.370	25.6	PV-13F		PV-13 - (Bar. Huancavelica - Bar. Ferrocarril)
38	47576.581	866581.900	25.2	PV-13B		PV-13 - (Bar. Huancavelica - Bar. Ferrocarril)
39	47576.453	866589.101	14.4	PV-13V		PV-13 - (Bar. Huancavelica - Bar. Ferrocarril)
40	47575.591	866589.200	25.7	PV-14F		PV-14 - (Bar. Huancavelica - Bar. Ferrocarril)
41	47575.513	866586.537	25.7	PV-14B		PV-14 - (Bar. Huancavelica - Bar. Ferrocarril)
42	47575.240	866583.024	14.4	PV-14V		PV-14 - (Bar. Huancavelica - Bar. Ferrocarril)
43	47576.442	866583.020	28.1	PV-15F		PV-15 - (Bar. Huancavelica - Bar. Ferrocarril)
44	47576.517	866581.997	25.1	PV-15B		PV-15 - (Bar. Huancavelica - Bar. Ferrocarril)
45	47576.996	866577.090	31.4	PV-15V		PV-15 - (Bar. Huancavelica - Bar. Ferrocarril)
46	47575.863	866582.842	21.9	PV-16F		PV-16 - (Bar. Huancavelica - Bar. Ferrocarril)
47	47576.760	866584.247	21.4	PV-16B		PV-16 - (Bar. Huancavelica - Bar. Ferrocarril)
48	47576.617	866582.038	31.6	PV-16V		PV-16 - (Bar. Huancavelica - Bar. Ferrocarril)

LEYENDA	
	TEMPERATURA
	CALLE
	EDIFICIO
	AGUA
	PUNTO DE VERIFICACIÓN
	NORTE MAGNÉTICO



**MAPA DE TEMPERATURAS - SECTOR 1- SECTOR 2  
HORARIO: 04:00 PM**

**TESIS:**  
*"Evaluación comparativa de la incidencia de pavimentos flexibles y pavimentos rígidos en el Fenómeno de Islas de Calor, Huancayo 2024"*

MAPA DE TEMPERATURAS

UBICACIÓN:  
DEPARTAMENTO: JUNÍN  
PROVINCIA: HUANCAYO

PRESENTADO POR:  
BACH. ALDAR AUGUSTO ORTEGA ORTEGA  
BACH. KLEBER JUSEPE ORTEGA ORTEGA

ESCALA: 1:5000      FECHA: 2024

LÁMINA

**MT-04**

**TESIS:**  
 "Evaluación comparativa de la incidencia de pavimentos flexibles y pavimentos rígidos en el Fenómeno de Islas de Calor, Huancayo 2024"

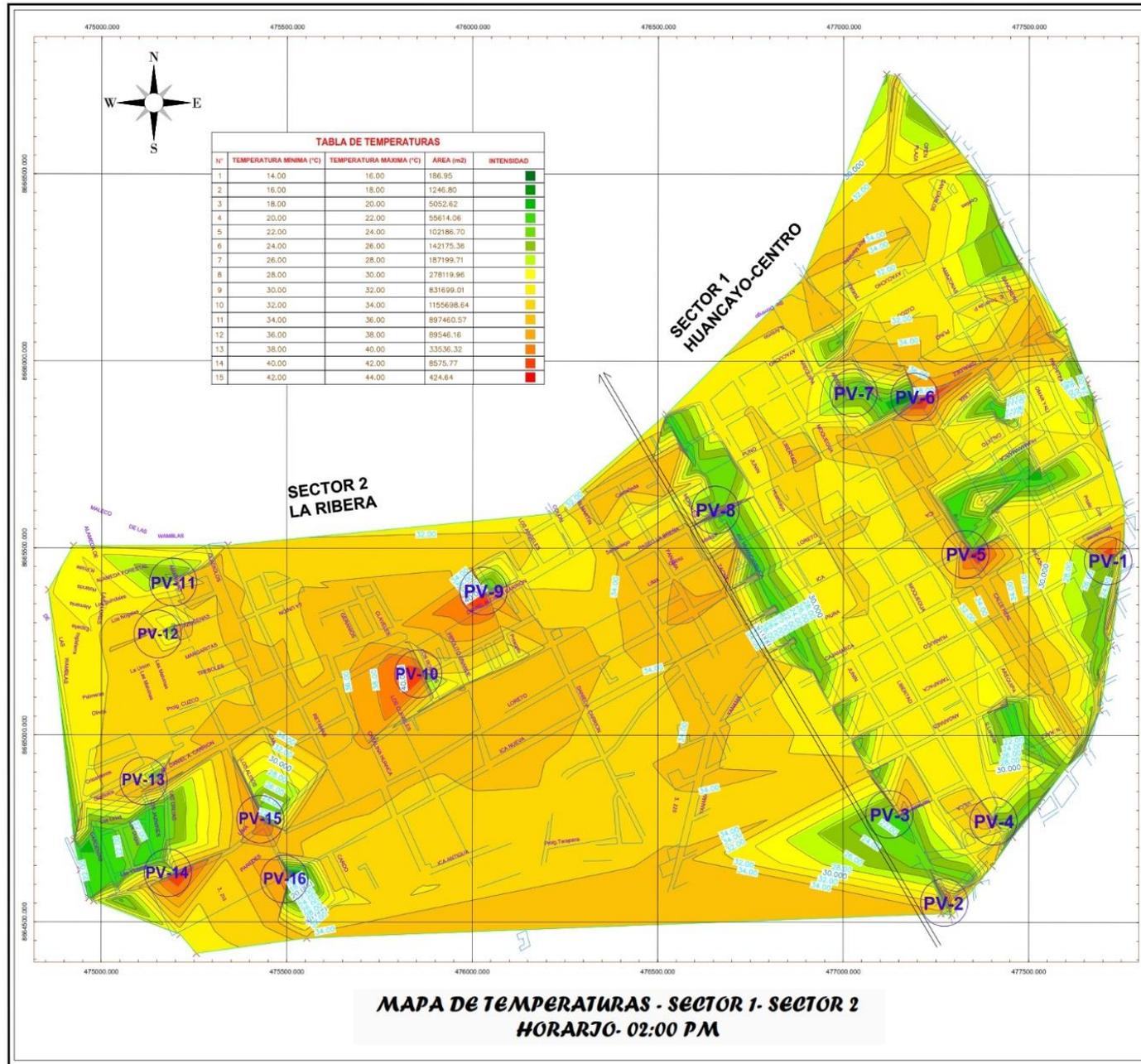
PLANO:  
**MAPA DE TEMPERATURAS**

UBICACIÓN:  
 DEPARTAMENTO : JUNÍN  
 PROVINCIA : HUANCAYO

PRESENTADO POR:  
 BACH. ALDAR AUGUSTO ORTEGA ORTEGA  
 BACH. KLEBER JOSEFE ORTEGA ORTEGA

ESCALA : 1:5000  
 FECHA : 2024

LAMINA  
**MT-03**



**TABLA DE TEMPERATURAS**

Nº	TEMPERATURA MÍNIMA (°C)	TEMPERATURA MÁXIMA (°C)	AREA (m <sup>2</sup> )	INTENSIDAD
1	14.00	16.00	186.95	
2	16.00	18.00	1246.80	
3	18.00	20.00	5052.62	
4	20.00	22.00	55614.06	
5	22.00	24.00	102186.70	
6	24.00	26.00	142175.36	
7	26.00	28.00	187199.71	
8	28.00	30.00	279119.96	
9	30.00	32.00	831699.01	
10	32.00	34.00	1155698.64	
11	34.00	36.00	897460.57	
12	36.00	38.00	89546.16	
13	38.00	40.00	33536.32	
14	40.00	42.00	8575.77	
15	42.00	44.00	424.64	

**SECTOR 01-HUANCAYO CENTRO (HORARIO: 02:00 pm)**

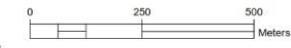
PUNTO	ESTE (m)	NORTE (m)	TEMPERATURA (°C)	DESCRIPCIÓN	PUNTO DE VERIFICACIÓN	UBICACIÓN
1	477221.007	8964880.714	43.2	PV-01	PV-01	PV-01 (Av. Ferrnand - 9)
2	477221.960	8964880.620	45.7	PV-01B	PV-01B	PV-01 (Av. Ferrnand - 9)
3	477221.840	8964879.486	24.8	PV-01V	PV-01V	PV-01 (Av. Ferrnand - 9)
4	477221.170	8964872.138	26.3	PV-02	PV-02	PV-02 (Av. Huancayo - Av. Ferrnand)
5	477282.376	8964854.080	40.7	PV-02B	PV-02B	PV-02 (Av. Huancayo - Av. Ferrnand)
6	477276.360	8964841.189	24.4	PV-02V	PV-02V	PV-02 (Av. Huancayo - Av. Ferrnand)
7	477276.646	8964796.076	31.9	PV-03	PV-03	PV-03 (Av. Huancayo - Calle 130)
8	477231.379	8964792.739	31.2	PV-03B	PV-03B	PV-03 (Av. Huancayo - Calle 130)
9	477231.000	8964793.134	30.8	PV-03V	PV-03V	PV-03 (Av. Huancayo - Calle 130)
10	477482.424	8964794.677	30.9	PV-04	PV-04	PV-04 (Av. Huancayo - Calle 130)
11	477399.170	8964775.995	36.2	PV-04B	PV-04B	PV-04 (Av. Huancayo - Calle 130)
12	477411.000	8964774.999	34.9	PV-04V	PV-04V	PV-04 (Av. Huancayo - Calle 130)
13	477340.813	8964746.447	41.1	PV-05	PV-05	PV-05 (Calle Real - Calle 83)
14	477351.540	8964746.667	43.2	PV-05B	PV-05B	PV-05 (Calle Real - Calle 83)
15	477346.860	8964702.634	23.8	PV-05V	PV-05V	PV-05 (Calle Real - Calle 83)
16	477206.168	8964694.100	43.0	PV-06	PV-06	PV-06 (Av. Huancayo - Calle 43)
17	477203.990	8964694.645	39.1	PV-06B	PV-06B	PV-06 (Av. Huancayo - Calle 43)
18	477212.648	8964693.846	34.4	PV-06V	PV-06V	PV-06 (Av. Huancayo - Calle 43)
19	477264.844	8964693.138	41.6	PV-07	PV-07	PV-07 (Av. Huancayo - Calle Real)
20	477267.400	8964692.626	31.1	PV-07B	PV-07B	PV-07 (Av. Huancayo - Calle Real)
21	477261.529	8964692.199	25.5	PV-07V	PV-07V	PV-07 (Av. Huancayo - Calle Real)
22	476676.129	8964693.476	38.7	PV-08	PV-08	PV-08 (Av. Huancayo - Calle La Trifula)
23	476633.338	8964692.766	41.2	PV-08B	PV-08B	PV-08 (Av. Huancayo - Calle La Trifula)
24	476663.578	8964692.620	22.4	PV-08V	PV-08V	PV-08 (Av. Huancayo - Calle La Trifula)

**SECTOR 02-LA RIBERA (HORARIO: 02:00 pm)**

PUNTO	ESTE (m)	NORTE (m)	TEMPERATURA (°C)	DESCRIPCIÓN	PUNTO DE VERIFICACIÓN	UBICACIÓN
25	476264.711	8963972.514	41.5	PV-09	PV-09	PV-09 (Av. Daniel Alcides Cerdena - Calle 130)
26	476264.218	8963973.084	37.3	PV-09B	PV-09B	PV-09 (Av. Daniel Alcides Cerdena - Calle 130)
27	476261.548	8963980.698	20.9	PV-09V	PV-09V	PV-09 (Av. Daniel Alcides Cerdena - Calle 130)
28	475985.280	8963954.727	41.4	PV-10	PV-10	PV-10 (Av. Daniel Alcides Cerdena - Calle 49)
29	475971.620	8963949.064	32.3	PV-10B	PV-10B	PV-10 (Av. Daniel Alcides Cerdena - Calle 49)
30	475970.351	8963945.709	24.2	PV-10V	PV-10V	PV-10 (Av. Daniel Alcides Cerdena - Calle 49)
31	475920.869	8963924.204	39.3	PV-11	PV-11	PV-11 (Av. Daniel Alcides Cerdena - Calle 49)
32	475926.960	8963924.804	26.6	PV-11B	PV-11B	PV-11 (Av. Daniel Alcides Cerdena - Calle 49)
33	475926.792	8963924.429	23.4	PV-11V	PV-11V	PV-11 (Av. Daniel Alcides Cerdena - Calle 49)
34	475937.688	8963908.697	37.4	PV-12	PV-12	PV-12 (Av. Daniel Alcides Cerdena - Calle 130)
35	475596.174	8963929.794	27.7	PV-12B	PV-12B	PV-12 (Av. Daniel Alcides Cerdena - Calle 130)
36	475593.818	8963929.013	24.0	PV-12V	PV-12V	PV-12 (Av. Daniel Alcides Cerdena - Calle 130)
37	475593.848	8963944.176	36.9	PV-13	PV-13	PV-13 (Av. Daniel Alcides Cerdena - Calle 130)
38	475594.024	8963944.902	37.8	PV-13B	PV-13B	PV-13 (Av. Daniel Alcides Cerdena - Calle 130)
39	475594.634	8963949.101	24.1	PV-13V	PV-13V	PV-13 (Av. Daniel Alcides Cerdena - Calle 130)
40	475593.020	8963929.206	42.9	PV-14	PV-14	PV-14 (Av. Daniel Alcides Cerdena - Calle 130)
41	475593.133	8963930.317	35.4	PV-14B	PV-14B	PV-14 (Av. Daniel Alcides Cerdena - Calle 130)
42	475593.240	8963933.024	27.4	PV-14V	PV-14V	PV-14 (Av. Daniel Alcides Cerdena - Calle 130)
43	475436.840	8963924.611	40.2	PV-15	PV-15	PV-15 (Av. Daniel Alcides Cerdena - Calle 130)
44	475436.137	8963924.497	39.2	PV-15B	PV-15B	PV-15 (Av. Daniel Alcides Cerdena - Calle 130)
45	475436.988	8963927.056	31.4	PV-15V	PV-15V	PV-15 (Av. Daniel Alcides Cerdena - Calle 130)
46	475001.848	8964620.142	39.3	PV-16	PV-16	PV-16 (Av. Daniel Alcides Cerdena - Calle 130)
47	475000.990	8964614.247	38.9	PV-16B	PV-16B	PV-16 (Av. Daniel Alcides Cerdena - Calle 130)
48	475001.070	8964620.038	14.5	PV-16V	PV-16V	PV-16 (Av. Daniel Alcides Cerdena - Calle 130)

**LEYENDA**

- LINEA DE VERIFICACIÓN
- LINEA DE SECCION
- SECCION
- SECCION ENCLAVADA
- PLANO DE VERIFICACION
- SECCION ENCLAVADA



**MAPA DE TEMPERATURAS - SECTOR 1- SECTOR 2 HORARJO- 02:00 PM**

**TESIS:**  
*"Evaluación comparativa de la incidencia de pavimentos flexibles y pavimentos rígidos en el Fenómeno de Calor, Huancayo 2024"*

**PLANO:**  
**MAPA DE TEMPERATURAS**

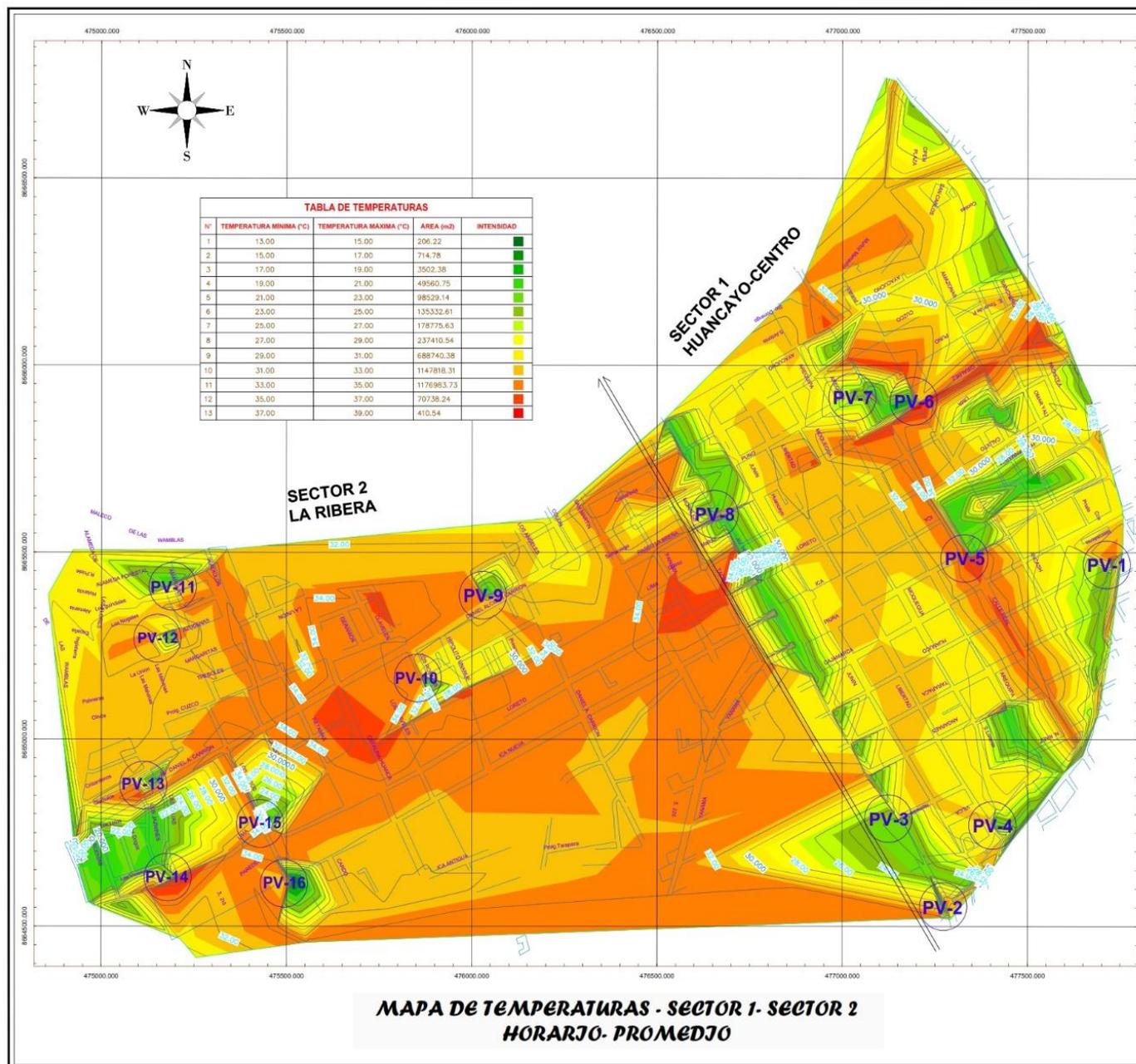
**UBICACIÓN:**  
 DEPARTAMENTO : JUNÍN  
 PROVINCIA : HUANCAYO

**PRESENTADO POR:**  
 BACH. ALDAR AUGUSTO ORTEGA ORTEGA  
 BACH. KLEBER JUSEPE ORTEGA ORTEGA

**ESCALA:** 1:5000      **FECHA:** 2024

LAMINA

**MT-05**



**TABLA DE TEMPERATURAS**

Nº	TEMPERATURA MÍNIMA (°C)	TEMPERATURA MÁXIMA (°C)	AREA (m²)	INTENSIDAD
1	13.00	15.00	206.22	■
2	15.00	17.00	714.78	■
3	17.00	19.00	3502.38	■
4	19.00	21.00	49560.75	■
5	21.00	23.00	98529.14	■
6	23.00	25.00	135332.61	■
7	25.00	27.00	178775.63	■
8	27.00	29.00	237410.54	■
9	29.00	31.00	688740.38	■
10	31.00	33.00	1147816.31	■
11	33.00	35.00	1176963.73	■
12	35.00	37.00	70738.24	■
13	37.00	39.00	410.54	■

**SECTOR 01-HUANCAYO CENTRO (PROMEDJO)**

PUNTO	ESTE (m)	NORTE (m)	TEMPERATURA (°C)	DESCRIPCIÓN	PUNTO DE VERIFICACIÓN	UBICACIÓN
1	477726.807	8665486.714	20.31	PV-001		PV-01 (Av. Ferrocarril - a. Huancayo)
2	477726.807	8665486.820	21.39	PV-002		
3	477727.842	8665486.485	21.50	PV-003		
4	477293.170	8666172.138	22.83	PV-004		PV-02 (Av. Huancavelica - Av. Ferrocarril)
5	477333.375	8664644.380	23.75	PV-005		
6	477275.302	8664643.789	23.88	PV-006		
7	477293.655	8664764.075	24.81	PV-007		PV-03 (Av. Huancavelica - Av. 180)
8	477151.275	8664387.739	25.23	PV-008		
9	477152.042	8664381.034	21.30	PV-009		
10	477480.424	8664764.072	21.30	PV-010		PV-04 (Av. Alameda - Av. 180)
11	477399.170	8664775.995	21.13	PV-011		Miraflores (Av. 180)
12	477411.600	8664744.950	20.74	PV-012		
13	477340.811	8664696.447	20.14	PV-013		
14	477351.543	8664696.467	20.19	PV-014		PV-05 (Calle Real - Av. 180)
15	477344.864	8664502.444	20.70	PV-015		
16	477294.168	8664694.100	17.72	PV-016		PV-06 (Dr. Bancha - Calle Real)
17	477293.392	8664692.045	22.58	PV-017		
18	477374.648	8664693.140	18.93	PV-018		
19	477004.364	8664924.328	25.16	PV-019		PV-07 (Dr. Ferrer - Calle Real)
20	477057.403	8665027.020	23.17	PV-020		
21	477064.929	8665026.199	24.29	PV-021		
22	4770676.229	8664692.474	20.50	PV-022		
23	477064.538	8664508.788	24.76	PV-023		
24	477063.628	8664512.320	20.09	PV-024		PV-08 (Av. Huancavelica - Plaza La Bodega)

**SECTOR 02-LA RIBERA (PROMEDJO)**

PUNTO	ESTE (m)	NORTE (m)	TEMPERATURA (°C)	DESCRIPCIÓN	PUNTO DE VERIFICACIÓN	UBICACIÓN
25	478034.711	8665072.510	22.26	PV-025		PV-09 (Av. Daniel Alcides Cerceda - Av. 180)
26	478004.225	8665104.880	22.07	PV-026		
27	478003.543	8665109.098	18.13	PV-027		
28	478011.965	8665104.717	19.38	PV-028		
29	478071.625	8665109.094	20.12	PV-029		PV-10 (Dr. Los Hornos - Dr. Los Hornos)
30	478070.251	8665161.709	20.23	PV-030		
31	478203.609	8665435.384	21.03	PV-031		PV-11 (Dr. Los Hornos - Dr. Los Hornos)
32	478196.890	8665433.694	20.77	PV-032		
33	478196.792	8665433.429	20.22	PV-033		
34	478197.056	8665286.097	24.96	PV-034		PV-12 (Plaza - Dr. Daniel Alcides Cerceda - Av. 180)
35	478194.174	8665285.744	25.43	PV-035		
36	478194.503	8665286.018	20.04	PV-036		
37	478193.803	8665064.175	21.03	PV-037		
38	478194.024	8664874.702	22.07	PV-038		PV-13 (Dr. Daniel Alcides Cerceda - Av. 180)
39	478194.424	8664873.101	17.56	PV-039		
40	478200.025	8664838.200	26.73	PV-040		PV-14 (Dr. Los Hornos - Dr. Los Hornos)
41	478201.133	8664836.317	21.61	PV-041		
42	478195.245	8664833.628	22.43	PV-042		
43	478430.442	8664762.621	24.66	PV-043		PV-15 (Dr. Los Hornos - Dr. Los Hornos)
44	478436.127	8664767.607	22.86	PV-044		
45	478434.786	8664772.262	22.96	PV-045		
46	478003.463	8664830.142	18.43	PV-046		
47	478448.902	8664834.147	22.17	PV-047		
48	478193.697	8664824.014	19.21	PV-048		PV-16 (Dr. Los Hornos - Dr. Los Hornos)

**LEYENDA**

- SECTOR
- SECTOR DE VERIFICACIÓN
- UBICACIÓN DE VERIFICACIÓN
- SECTOR CALLES
- PUNTO DE VERIFICACIÓN
- SECTOR VERIFICACIÓN

