

**UNIVERSIDAD PERUANA UNIÓN**  
FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA  
Escuela Profesional de Arquitectura



*Una Institución Adventista*

**Isla de calor urbano y dinámica espacio-temporal en el espacio público amazónico**

Tesis para obtener el Título Profesional de Arquitecto

**Autores:**

Leslie Andrea Goicoechea Fasanando

Wilford Cesar Velasquez Diaz

**Asesor:**

Mg. Karen Sayuri Susuki Rios

**Tarapoto, abril de 2022**

## DECLARACIÓN JURADA DE AUTORÍA DE TESIS

**Mg. Karen Sayuri Susuki Rios**, de la Facultad de **Ingeniería y Arquitectura**, Escuela Profesional de **Arquitectura**, de la Universidad Peruana Unión.

DECLARO:

Que la presente investigación titulada: **“Isla de calor urbano y dinámica espacio-temporal en el espacio público amazónico”** constituye la memoria que presenta el (la) / los Bachiller(es) **Leslie Andrea Goicoechea Fasanando y Wilford Cesar Velasquez Diaz** para obtener el título de Profesional de **Arquitecto**, cuya tesis ha sido realizada en la Universidad Peruana Unión bajo mi dirección.

Las opiniones y declaraciones en este informe son de entera responsabilidad del autor, sin comprometer a la institución.

Y estando de acuerdo, firmo la presente declaración en la ciudad de **Tarapoto**, a los **28** días del mes de **abril** del año 2022.

  
Mg. Karen Sayuri Susuki Rios

### ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS

En San Martín, Tarapoto, Morales, a. 28..... día(s) del mes de..... Abril..... del año 2022.. siendo las..... 17:00... horas, se reunieron los miembros del jurado en la Universidad Peruana Unión Campus Tarapoto, bajo la dirección del (de la) presidente(a): ..... Mg. Jhon Harol Gonzales Garay....., el (la) secretario(a): ..... Mg. Daniel Chambi Flores..... y los demás miembros: ..... Mg. Luisa Enith Chafloque Pinedo; Mg. Juan Manuel Del Castillo..... y el (la) asesor(a) ..... Mg. Karen Sayuri Susuki Rios..... con el propósito de administrar el acto académico de sustentación de la tesis titulado:..... "Isla de calor urbano y dinámica espacio-temporal en el espacio público amazónico".....

..... del(los) bachiller/es: a) Wilford Cesar Velásquez Díaz.....  
 ..... b) Leslie Andrea Goicoechea Fasanando.....  
 ..... c).....  
 ..... conducente a la obtención del título profesional de: .....

Arquitecto

*(Denominación del Título Profesional)*

El Presidente inició el acto académico de sustentación invitando al (a la) / a (los) (las) candidato(a)/s hacer uso del tiempo determinado para su exposición. Concluida la exposición, el Presidente invitó a los demás miembros del jurado a efectuar las preguntas, y aclaraciones pertinentes, las cuales fueron absueltas por al (a la) / a (los) (las) candidato(a)/s. Luego, se produjo un receso para las deliberaciones y la emisión del dictamen del jurado.

Posteriormente, el jurado procedió a dejar constancia escrita sobre la evaluación en la presente acta, con el dictamen siguiente:

Bachiller-(a): Wilford Cesar Velásquez Díaz.....

CALIFICACIÓN	ESCALAS			Mérito
	Vigesimal	Literal	Cualitativa	
Aprobado	18	A-	Muy Bueno	Sobresaliente

Bachiller -(b): Leslie Andrea Goicoechea Fasanando.....

CALIFICACIÓN	ESCALAS			Mérito
	Vigesimal	Literal	Cualitativa	
Aprobado	18	A-	Muy Bueno	Sobresaliente

Bachiller -(c): .....

CALIFICACIÓN	ESCALAS			Mérito
	Vigesimal	Literal	Cualitativa	
Aprobado				

(\*) Ver parte posterior

Finalmente, el Presidente del jurado invitó al (a la) / a (los) (las) candidato(a)/s a ponerse de pie, para recibir la evaluación final y concluir el acto académico de sustentación procediéndose a registrar las firmas respectivas.

\_\_\_\_\_  
Presidente/a

  
Secretario/a

\_\_\_\_\_  
Asesor/a

\_\_\_\_\_  
Miembro

\_\_\_\_\_  
Miembro

\_\_\_\_\_  
Bachiller (a)

\_\_\_\_\_  
Bachiller (b)

\_\_\_\_\_  
Bachiller (c)

### **Agradecimientos:**

En primer lugar, a Dios, por prestarnos la vida. A la Universidad Peruana Unión, por ser el centro de nuestra formación durante los 5 años de estudio. A nuestra asesora de tesis, quien nos acompañó en esta etapa fundamental de nuestra carrera universitaria y nos asistió con sus conocimientos en todo momento en esta investigación, incitándonos a buscar el buen nivel de desarrollo.

### **Dedicatoria:**

Dedicamos este proyecto de investigación a Dios, asimismo a nuestros padres por el apoyo incondicional para llegar a la culminación de esta meta.

## Resumen

Los espacios verdes públicos se caracterizan por ser una estrategia para mitigar los efectos de la Isla de calor Urbano (ICU). El siguiente estudio se centra en comprender la relación entre los efectos de la ICU y la ocupación espacio temporal de los habitantes en tres principales parques de la ciudad amazónica de Tarapoto, Perú. Se recolectó datos de temperatura utilizando un equipo de medición portátil y se registró las actividades de los peatones durante 10 días en verano mediante fichas de observación. Los resultados indican que es importante la implementación y zonificación de arbolado en el diseño del espacio verde público para incrementar el uso y la accesibilidad de las personas en los parques. La vegetación urbana brinda el servicio de regulación del microclima que es clave para mitigar los efectos de la ICU y garantizar ciudades amazónicas resilientes al cambio climático.

*Palabras clave:* cambio climático, isla de calor urbano, observación, espacios verdes.

## Abstract

Public green spaces are characterized as a strategy to mitigate the effects of the Urban Heat Island (ICU). The following study focuses on understanding the relationship between the effects of the ICU and the space-time occupation of the inhabitants in three main parks in the Amazonian city of Tarapoto, Peru. Temperature data was collected using portable measuring equipment and pedestrian activities were improved for 10 days in summer through observation cards. The results indicate that the implementation and zoning of trees in the design of public green space is important to increase the use and accessibility of people in parks. Urban vegetation provides the microclimate regulation service that is key to mitigating the effects of ICU and guaranteeing Amazonian cities resilient to climate change.

**Keywords:** climate change, urban heat island, observation, green spaces.

## ÍNDICE:

1. INTRODUCCIÓN.....	7
2. DATOS Y MÉTODOS .....	9
2.1. Estudio de área .....	9
2.2. Casos de estudio .....	11
2.3. Procesamiento de datos .....	11
2.4. Análisis del lugar.....	12
3. RESULTADOS.....	13
3.1. Configuración térmica .....	13
3.2. Características morfológicas del espacio verde público .....	16
3.3. Los peatones en el espacio verde público amazónico .....	18
4. DISCUSIÓN .....	20
5. CONCLUSIONES .....	20

## 1. INTRODUCCIÓN

En el año 2050, el 90% de la población de América Latina y el Caribe será urbana (Romero-Duque et al. 2020; Dirección General de Cambio Climático 2016), siendo las ciudades tropicales las que lideran el proceso de urbanización a nivel mundial, concentrando entre el 80% y 90% de la población regional (United Nations Department of Economic and Social Affairs 2018). Si bien la urbanización a menudo es sinónimo de avance, innovación y desarrollo socioeconómico, también está estrechamente vinculado con los conflictos medio ambientales que este conlleva como la contaminación del aire, ruido, escasez de espacios verdes públicos e Isla de Calor Urbano (ICU), los cuales son perjudiciales para la salud humana (Nieuwenhuijsen 2021).

La isla de calor urbano se puede definir como un clima urbano, caracterizado por temperaturas más altas de áreas urbanas en comparación con su entorno. La morfología urbana y los materiales utilizados en el diseño urbano, influyen en incrementar la ICU. Los cambios antropogénicos del entorno natural determinan una mayor capacidad calorífica que atrapa más energía y radiación, generando el aumento de temperatura (Marando et al. 2022; Deilami, Kamruzzaman, y Liu 2018, Senevirathne et al. 2021) y estrés por calor urbano de los habitantes de la ciudad (Meili et al. 2021).

A medida que el área de la superficie impermeable en una ciudad aumenta rápidamente, las propiedades de la superficie urbana cambian significativamente las características de radiación, térmicas y de humedad de la superficie. Este efecto llamado isla de calor urbano superficial intensifica la contaminación del aire urbano, afectando el desarrollo sostenible de las ciudades (Tian et al. 2021). Se espera que este fenómeno incremente debido al cambio climático que asevera el aumento de la temperatura de la superficie terrestre, que podría estar entre 2,6 y 4,8 °C para finales del siglo XXI (IPCC 2021), siendo América Latina y el Caribe la región especialmente vulnerable a las amenazas del cambio climático (CEPAL 2015). En las ciudades tropicales la combinación de la isla de calor urbano y el calentamiento global da como resultado cambios en la temperatura y la humedad superando el límite de tolerancia fisiológica humana (Carrillo-Niquete et al. 2022).

El desarrollo de espacios urbanos habitables trae como consecuencia la pérdida de los paisajes naturales y la disminución de la cobertura vegetal, originando de esta manera, desequilibrios ambientales en las ciudades urbanas, convirtiéndolos en espacios vulnerables a los efectos de ICU (FAO 2018; Sabrin et al. 2020; Ramakreshnan et al. 2018). La escasez de espacios verdes ocasiona el aumento de temperatura atmosférica, registrando más de 4°C (Organización meteorológica 2021), lo que incide en la calidad ambiental, la exacerbación del malestar térmico y la aceleración de los problemas de salud pública relacionados con el calor (Nwakaire et al. 2020; Fahed et al. 2020).

La cobertura vegetal es la principal solución basada en la naturaleza que ayuda a mitigar los efectos de ICU (Xie y Li 2021; Meili et al. 2021). Las áreas boscosas pueden permanecer más frescas debido a la función de los árboles de proporcionar sombra y disipación de energía a través de la evapotranspiración (Carrillo-Niquete et al. 2022). Se ha descubierto en ciudades europeas que la cobertura vegetal enfría en 1,07 °C en promedio y hasta 2,9 °C, pero para tener un resultado de una caída de 1 °C en las temperaturas urbanas, se requiere una cubierta de árboles de al menos un 16 % (Marando et al. 2022). La cobertura vegetal brinda muchos beneficios, especialmente en la salud mental y las buenas relaciones sociales (Reyes-Riveros 2021). Actualmente las prácticas de planificación se enfocan en aumentar los espacios verdes públicos para reducir la ICU (Nieuwenhuijsen 2021).

En el año 2019, la Amazonía presentó una pérdida total de bosques de 148 426 ha, y se estima que para el 2030 exceda los 3500 km<sup>2</sup>, causados por los patrones de uso del suelo y la ocupación provocada por las actividades antrópicas (Sánchez 2021; MINAM 2016). La ciudad de Tarapoto, Perú, ha tenido un incremento demográfico anual de 2.5%, considerada entre las ciudades amazónicas peruanas más habitadas (INEI 2018). El crecimiento urbano acelerado, modificó la cobertura vegetal por áreas edificadas y pavimentadas, originando el calentamiento de la superficie terrestre. La temperatura de la ciudad alcanza temperaturas extremas de 32.9°C con una sensación térmica de 40°C, que pueden variar entre 1.5°C a 2°C en distintas horas del día (Ministerio del ambiente 2021). Los espacios verdes públicos en la



ciudad de Tarapoto son escasos, siendo 1.07m<sup>2</sup> por habitante en el 2017 (Zucchetti et al. 2020). A pesar de ello, estos espacios públicos son importantes espacios de esparcimiento de la población porque conectan los principales ejes de la ciudad, como el centro financiero, centro histórico y centro comercial.

Los efectos de ICU han sido estudiados extensamente, sin embargo, no todos los criterios deben ser categorizados por igual, porque existen diversas realidades problemáticas en cada contexto urbano, como lo son las ciudades tropicales (Sabrin et al. 2020; Jaung et al. 2020; Yao, Zhang, y Gong 2021). La cobertura verde como estrategia de mitigación de los efectos de la ICU abarcan temas como: impactos de la ICU en corredores verdes, gestión de árboles urbanos, como mitigar los efectos de ICU en ciudades desarrolladas y variaciones de la isla de calor urbano (ICU) dentro de los límites de una ciudad (Adegun et al. 2021; Marando et al. 2022; Wang 2022). Las ciudades amazónicas cuentan con una relevante infraestructura verde natural localizada en los bordes de la ciudad, pero presentan escasez de espacios verdes públicos. Es en este contexto que este artículo contribuye en comprender la relación entre el efecto de la isla de calor urbano superficial y la ocupación de los espacios verdes públicos amazónicos, utilizando un análisis espacial y temporal. Se plantea que la apropiación espacial del espacio verde público es una expresión de la relación espacio temporal y temperatura de la superficie terrestre. La finalidad de la investigación se basa en tres objetivos específicos: (1) Describir la morfología del espacio verde público, (2) analizar la ocupación y usos de los peatones en el espacio verde público en verano e (3) identificar la temperatura de la superficie terrestre en los horarios más concurridos por los habitantes.

## **2. DATOS Y MÉTODOS**

### **2.1. Estudio de área**

Tarapoto es una ciudad amazónica de la selva peruana, siendo la tercera ciudad más habitada con una población actual de 223,186 (2021) hab. La ciudad ha crecido rápidamente y ha ganado una población de 43,000 hab. en los últimos cinco años (INEI 2018), ocupando el tercer lugar en crecimiento urbano de la amazonia peruana (Zucchetti et al. 2020). El crecimiento acelerado de la ciudad ha traído como consecuencia la modificación del paisaje. En los

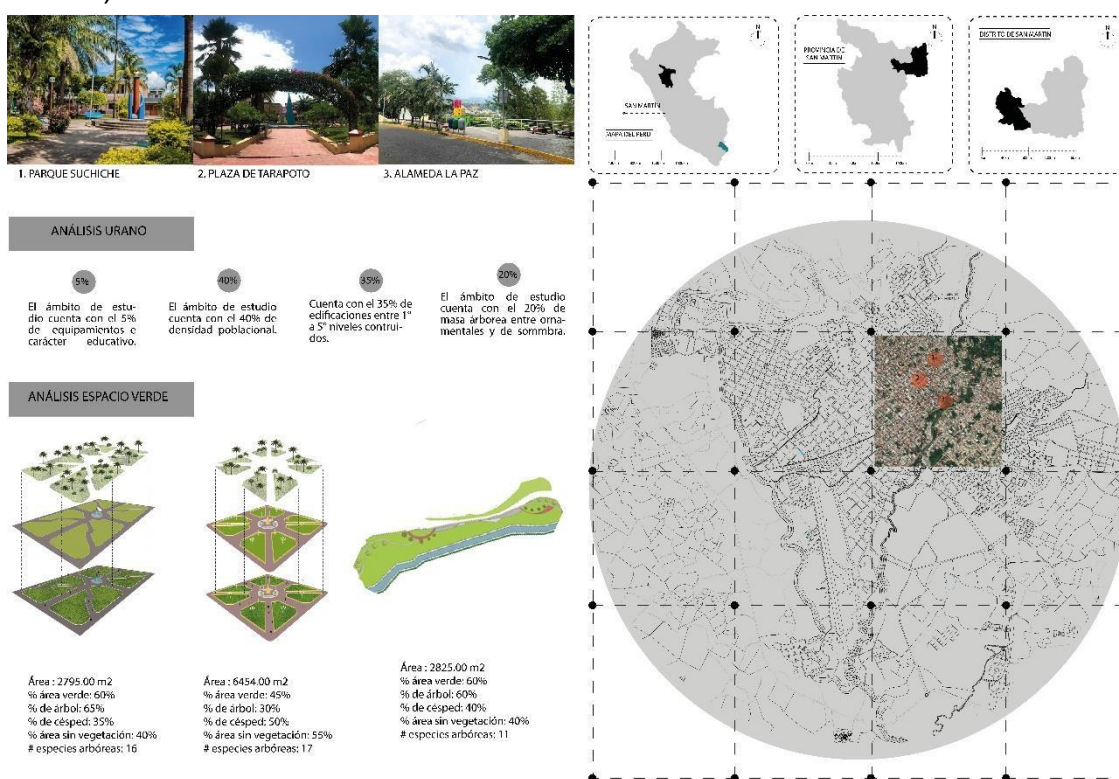
últimos 3 años la ciudad ha desarrollado un Plan de Desarrollo Urbano con la finalidad de mantener y crear espacios públicos para el bienestar de la población (Municipalidad Provincial de San Martín 2019). El total de área verde de la zona de estudio asciende a 10,173m<sup>2</sup> (Ver tabla 1), lo que representa el 0.5% de la superficie de la zona de estudio (2.49km<sup>2</sup>). En los dos últimos años, los espacios públicos experimentaron altas temperaturas, ascendiendo a 32°C (15 de agosto al 10 de octubre del 2021) (Ministerio del ambiente 2021) en comparación con el año 2019 con una temperatura máxima de 30°C.

			
	Parque Suchiche	Plaza de Tarapoto	Alameda de la Paz
Área verde total	2823.00 m <sup>2</sup>	6454.00 m <sup>2</sup>	896.00 m <sup>2</sup>
Tamaño (m <sup>2</sup> )	2795.00 m <sup>2</sup>	6445.00 m <sup>2</sup>	2825.00 m <sup>2</sup>
Año de implementación de espacio público	1960	1962	2000
Altura media del árbol (m)	20m	30m	30m
Porcentaje de árboles	65%	30%	60%
Porcentaje de césped	35%	50%	40%
Porcentaje de área verde	60%	45%	60%
Porcentaje de área sin vegetación	40%	55%	40%
Cantidad de especies arbóreas	16	17	11

**Tabla 1.** Características generales de las áreas verdes públicas (Fuente: Elaboración propia, en base al Plan de desarrollo Urbano y Plan de Acondicionamiento Territorial de la ciudad de Tarapoto, 2020)

## 2.2. Casos de estudio

Los estudios se realizaron en los parques más importantes de la ciudad: Plaza de Armas, parque Suchiche y Alameda de la Paz (imagen 1). La plaza central caracteriza por tener un crecimiento poblacional acelerado a causa del crecimiento financiero y la incorporación de nuevas infraestructuras urbanas. El parque Suchiche mantiene una densidad poblacional media, conservando la densa cobertura arbórea. La Alameda de la Paz tuvo modificaciones durante el año 2020, con el mejoramiento de calles se disminuyó las áreas verdes. La distancia entre los parques estudiados es menor a 300m, los cuales tienen diferentes características físicas respecto a su morfología y zonificación (Ver tabla 1).



**Imagen 1.** Mapa de ubicación y características morfológicas urbanas de los espacios verdes públicos del centro de Tarapoto. (Fuente: Elaboración propia, 2021)

## 2.3. Procesamiento de datos

Se utilizó un equipo especializado de fotogrametría “Dron DJI Inspire 2” con un sistema de visión de cámara Zenmuse X4S para identificar, describir e ilustrar la morfología urbana de los 3 espacios verdes públicos. Se mapeó y luego se realizó un trabajo de postproducción para los diagramas de ocupación de las áreas de estudio.

Para la obtención de los datos de temperatura se transfirieron de forma manual mediante el instrumento de medición Data Logger Elitech RC-51H (imagen 2), que es un procesador portátil de alta precisión fabricado en los Estados Unidos que permite registrar 32 puntos de referencia tanto de temperatura y humedad y posee un rango de medición de temperatura: -30°C a 70°C.



**Imagen 2.** Instrumento Data Logger Elitech RC-51H dispositivo portátil que registra datos en el tiempo con relación a la ubicación mediante sensores propios de forma exacta. (Fuente: Fotografía propia, 2021)

El uso del instrumento Data Logger se tomó como referencia del artículo científico “Estudio del confort climático a escala micro local” del año 2017 (Ferrelli and Piccolo 2017). Los autores categorizaron sus zonas de estudio mediante los resultados obtenidos del procesador portátil. Esta metodología se usó para medir los casos de estudio durante 10 días. Los datos obtenidos de Elitech RC-51H fueron procesados en un computador portátil con la finalidad de realizar un estudio térmico con los datos de temperatura y humedad obtenidos de los 3 espacios verdes públicos. Luego se incorporó en el software QGIS, para representar la intensidad de la isla de calor urbano de cada lugar de medición.

#### **2.4. Análisis del lugar**

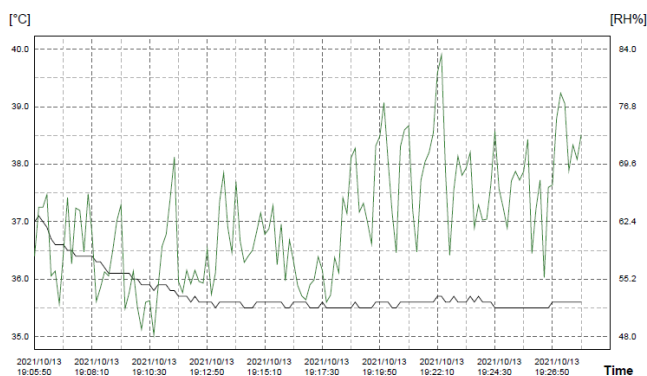
Se realizó la medición a finales de septiembre e inicios de octubre durante 10 días (28-09-2021 al 10-10-2021) de la temperatura de los tres espacios públicos. Las mediciones de temperatura in situ incluyeron un total de 60 puntos de medición en cada lugar de estudio en intervalos de 2 minutos a 1.50 m de altura. En la Plaza de Tarapoto y la Alameda de la Paz la temperatura dio como resultado 31°C hasta 35°C. En el parque Suchiche se registró una temperatura promedio de 29°C. El horario de medición fue de 8:00 a.m. a 8:00 p.m. para registrar la ocupación en las zonas de estudio. En la Plaza de Tarapoto se identificó un escaso arbolado urbano, registrando una temperatura

de 37°C. En el parque Suchiche fue de 29°C y presenta como característica física una densa vegetación arbórea. Finalmente, en la Alameda de la Paz se registró 34°C y se identificó escasez de vegetación.

### 3. RESULTADOS

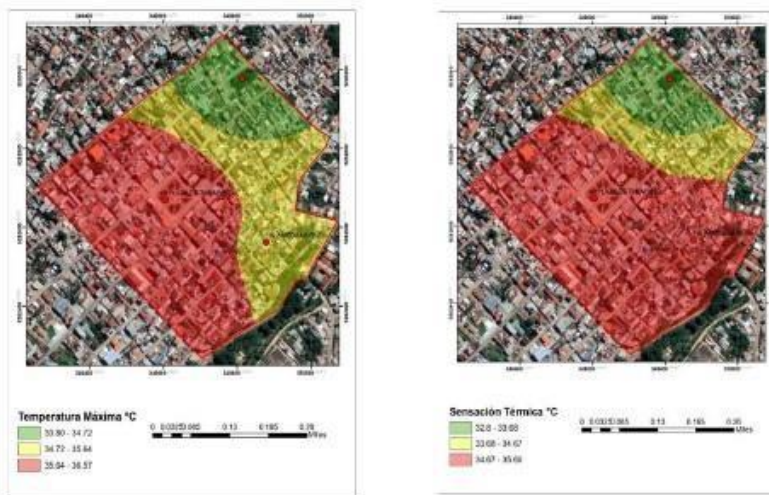
#### 3.1. Configuración térmica

La ciudad de Tarapoto presenta un clima ecuatorial lluvioso, caracterizado por temperaturas altas y precipitaciones constantes a causa de la Cordillera Escalera que rodea la ciudad. Durante el año 2021 alcanzó la temperatura máxima de 34°C, generando una temperatura del suelo cercana a los 38°C en la Plaza de Armas, debido a la configuración espacial del lugar (imagen 3).



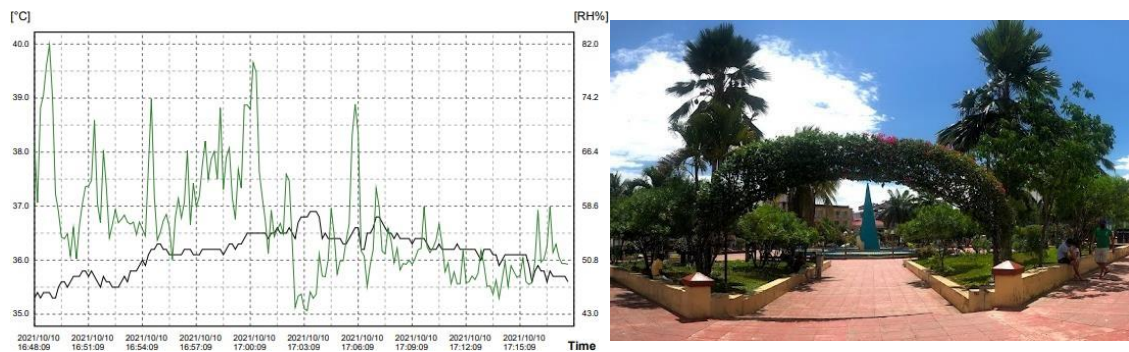
**Imagen 3.** SEQ Ilustración \\* ARABIC 11 Distribución espacial del centro de Tarapoto con referencia a Temperatura y humedad en donde Los datos estadísticos fueron obtenidos por el instrumento Data Logger Elitech cuando la temperatura urbana en la ciudad de Tarapoto era de 31°C, en donde la temperatura mínima obtenida en el lugar de medición es de 35.5°C y la temperatura máxima de 37.1°C. (Fuente: Data Logger Elitech RC-51H - Elaboración propia, 2021)

Durante el mes de octubre del 2021 se registró temperaturas que excedían los 32°C, mostrando la acumulación de isla de calor con mayor sensación térmica en el la plaza de Tarapoto (36°C), seguido por la alameda de la Paz (34°C) y finalmente el parque Suchiche (32°C). (imagen 4)



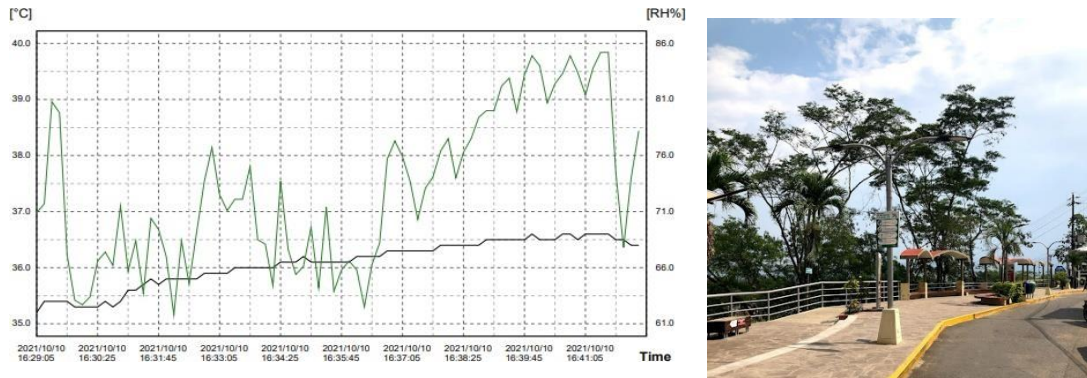
**Imagen 4.** SEQ Ilustración \\* ARABIC 11 Distribución espacial del centro de Tarapoto con referencia a Temperatura y sensación térmica que muestra las áreas de confort generadas por los diferentes índices en donde, se observa que La plaza de armas de Tarapoto y el boulevard la Paz tienen un rango similar de temperatura debido a su configuración arbórea y urbana. (Fuente: Elaboración propia, 2021)

- Zona de desasosiego: Corresponde a la Plaza de Armas de Tarapoto, en donde los días de verano la temperatura suele llegar hasta los 37°C, generando un sobrecalentamiento de 2.5°C a 3°C, dando como consecuencia la poca concurrencia de usuarios a este lugar durante horas del día. (imagen 5)



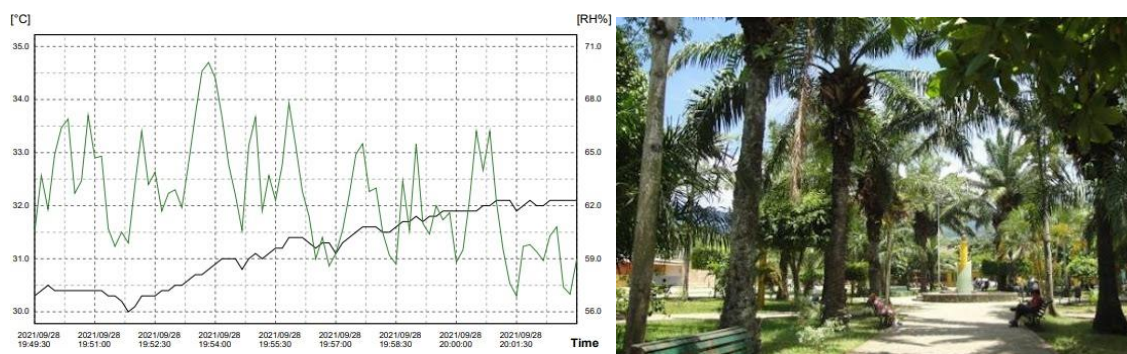
**Imagen 5.** SEQ Ilustración \\* ARABIC 11 Distribución espacial del centro de Tarapoto con referencia a la frecuencia de temperatura y humedad de la plaza de Tarapoto, la imagen nos muestra el mal manejo de la configuración arbóreas que se ven reflejadas en las altas temperaturas del lugar. (Fuente: Data Logger Elitech- Elaboración propia, 2021)

- Zona de desconfort intermedio: Es la zona urbana concentrada, es decir, residencial, corresponde al espacio público verde boulevard la Paz, en donde en los días de verano puede llegar a temperaturas de 35°C, con calentamiento de la superficie terrestre entre 2°C a 2.5°C excedentes a la temperatura urbana. (imagen 6)



**Imagen 6.** SEQ Ilustración \\* ARABIC 11 Distribución espacial del boulevard la Paz con referencia a la frecuencia de temperatura y humedad, la imagen nos muestra el mal manejo de la configuración arbóreas que se ven reflejadas en las altas temperaturas del lugar. (Fuente: Data Logger Elitech- Elaboración propia, 2021)

- Zona de confort: Corresponde al parque Suchiche, caracterizado por su configuración arbórea densa. En dónde la temperatura ambiente es de 30°C, es decir, 1.5°C a 2.5°C menos de los normal, dando como resultado mayor número de afluencia de personas en distintas horas del día. (imagen 7)

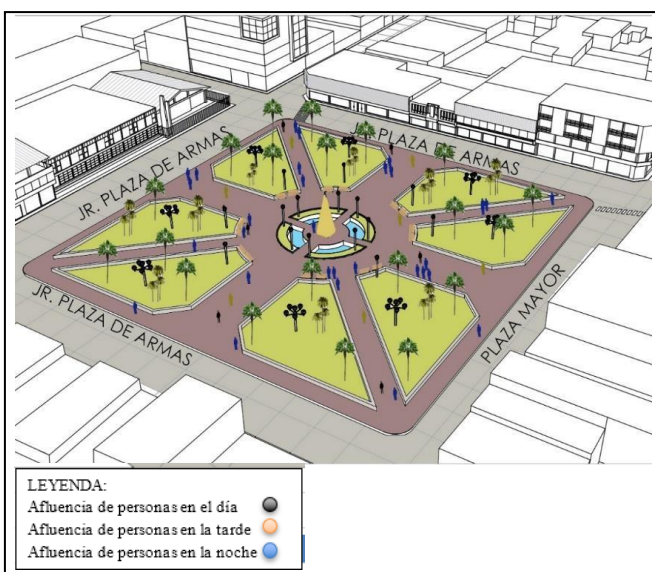


**Imagen 7.** SEQ Ilustración \\* ARABIC 11 Distribución espacial del Parque Suchiche con referencia a la frecuencia de temperatura y humedad, la imagen nos muestra la densa vegetación arbórea que posee el parque que influye en la disminución de la temperatura urbana. (Fuente: Data Logger Elitech- Elaboración propia, 2021)

### 3.2. Características morfológicas del espacio verde público

- Plaza de Armas de Tarapoto (imagen 8):

01. Características viales: Las calles que colindan con la plaza están pavimentadas.
02. Materiales de entorno: Las edificaciones aledañas son de ladrillo y concreto armado. No presentan áreas verdes.
03. Características físicas: Tiene 6 senderos internos, distribuidos de manera radio central. La estatua es de material de concreto ubicada en la parte superior de una pirámide con una altura de 10m. El mobiliario urbano cuenta con 10 bancas, 6 de material de madera y 4 de concreto.
04. Características de áreas verdes: Posee 17 especies arbóreas, endémicas e introducidas, entre ellas están: acalifa, bunganvilias, ficus, almendras, palmera real, palma de coco, crotos, entre otros.



**Imagen 8.** Plaza de Armas de Tarapoto, Cuenta con 6454.00 m<sup>2</sup> de superficie, la zonificación corresponde a 2151 m<sup>2</sup> de áreas verdes, correspondiente al 33% del área total (Fuente: Elaboración propia, 2022)

- Parque Suchiche (imagen 9):

01. Características viales: Las calles que colindan con la plaza (Jr. Sapoosa y Jr. Alegría Arias de Morey) están pavimentadas.
02. Materiales de entorno: Las edificaciones aledañas son de ladrillo y concreto armado.
03. Características físicas: Tiene una distribución central a la pileta circular



contando con 10 senderos y 28 bancas de madera cada 5m.

04. Características de área verde: Cuenta con 16 especies arbóreas, de las cuales 10 especies son nativas y 6 introducidas. Dentro del número de especies de palmeras, 13 son de la especie de Palma real.



**Imagen 9.** Parque Suchiche, cuenta con 2823.00 m<sup>2</sup> de superficie, de las cuales 1557 m<sup>2</sup> está dedicado a áreas verdes, representando el 55% del área total., (Fuente: Elaboración propia, 2022)

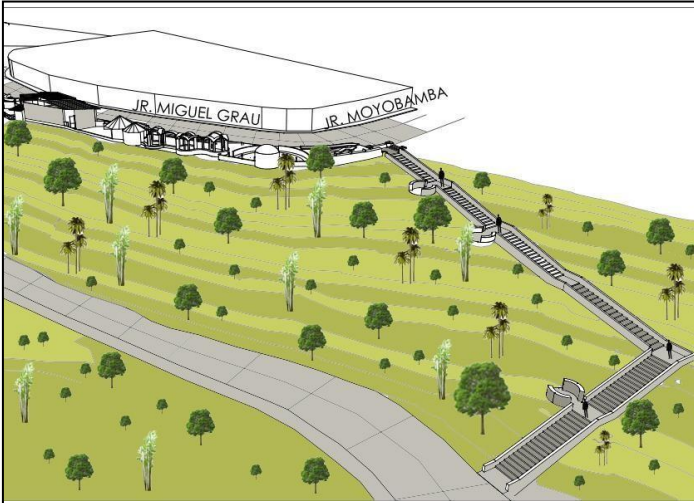
- Alameda de la Paz (imagen 10):

01. Características viales: Colinda con vías colectoras asfaltadas (Jr. Miguel Grau y Jr. Moyobamba).

02. Material del entorno: Las edificaciones aledañas son de material de ladrillo y concreto armado, pero en el borde perimetral existe una densa cobertura vegetal ubicada en ladera.

03. Características físicas: Ubicada en la parte superior de una topografía accidentada con un eje longitudinal como sendero. Cuenta con un anfiteatro en forma de semicírculo, con 8 bancas de madera y 5 bancas de concreto como mobiliario urbano y área de estacionamiento para bicicletas.

04. Características de área verde: La vegetación es nativa e introducida de 11 especies distintas como: palmera real, palmera canaria, acalifa, ficus, acacia, almendras, etc., en donde el bambú es la especie con mayor ejemplar dentro del sitio de estudio debido a que se encuentra dentro de la cuenca del río Shilcayo.



**Imagen 10.** Alameda la Paz, Cuenta con 896.00 m<sup>2</sup> de superficie, de las cuales 59 m<sup>2</sup> está dedicado a áreas verdes, sin embargo, la particularidad de este espacio público, es que colinda con un acantilado de 3386.00 m<sup>2</sup>, con abundante cobertura vegetal ornamental (Fuente: Elaboración propia, 2022)

Nota: Por medio de la observación en cada uno de los diferentes espacios verdes públicos, el aumento de la temperatura en cada espacio se da por la densidad de árboles y las características de dimensión de su copa para generar sombra.

### 3.3. Los peatones en el espacio verde público amazónico

- Plaza de Armas de Tarapoto: La afluencia peatonal se ve afectada por la falta de áreas con sombra a partir de las 11:00 a.m. hasta las 3:00 p.m. (Ver tabla 2), por las altas temperaturas urbanas (30°C - 32°C). Los espacios con sombra que corresponde al 35% del área verde es utilizada como espacios de venta ambulatoria. A partir de 4:00 p.m. a 11:00 p.m. el espacio es concurrido por aproximadamente 100 personas, en este horario y se dan las siguientes actividades (imagen 11): Ferias gastronómicas, espacios de socialización, exposiciones de pintura y concurso.



**Imagen 11.** Ferias culturales, danzas típicas de la región y exposiciones temporales de gastronomía. (Fuente: Elaboración propia, 2022)

- Parque Suchiche: Concurrido por aproximadamente 50 personas en distintas horas del día (Ver tabla 2). Las actividades que se realizan son: concurso de pintura (11:00am- 2:00pm), concursos de Rap (8:00pm-10:00pm) y espacios de encuentro por la densa vegetación. (imagen 12)



**Imagen 12.** Parque Suchiche lugar emblemático e histórico de la ciudad de Tarapoto que alberga leyendas y mitos del origen de esta ciudad se desarrollan actividades como: concurso de pintura. (Fuente: Elaboración propia, 2022)

- Alameda de la Paz: Mayor afluencia en horario nocturno (7:00pm - 11:00pm) por aproximadamente 50 personas. Los motivos son las altas temperaturas y el sobrecalentamiento de la superficie terrestre en los horarios de la mañana: 11:00am-3:00pm y la falta de espacios con sombra (Ver tabla 2). Las actividades que se realizan corresponden a actividades culturales como (imagen 13): Feria del libro sábado y domingo (9:00 am-9:00pm), concurrido por aproximadamente 100 personas al día, ferias de emprendimiento de lunes a viernes (9:00am- 9:00pm), visitado por aproximadamente 200 personas al día.



**Imagen 13.** Alameda la paz se viene desarrollando actividades como ferias de emprendimiento y ferias culturales (Feria del libro) organizado por la Municipalidad provincial de San Martín de viernes a domingo de 9:00am a 9:00pm en donde se puede apreciar distintas marcas tanto gastronómicas como artesanal que impulsa el crecimiento turístico de la ciudad. (Fuente: Elaboración propia, 2022).

Tabla 2:

	Plaza de Tarapoto	Parque Suchiche	Alameda de la Paz
Área:	6445.00m2	2795.00m2	2825.00m2
% de área con sombra	35%	95%	30%
% de área sin sombra	65%	5%	70%

# de personas aprox.	8:00am - 12:00pm	50	10	5
	1:00pm - 4:00pm	20	10	4
	5:00pm - 7:00pm	100	30	15
	8:00pm – 11:00pm	200	50	45

Porcentaje de la cobertura vegetal y número de personas que ocupan estos lugares en los distintos horarios del día. Parque Suchiche fue el lugar más concurrido por personas en cualquier horario, seguido por la plaza de Armas. La Alameda de la paz cuenta con con mejor infraestructura (desde el 2020) pero solo es visitado en horarios de la noche.

Nota: El porcentaje de área con sombra se obtuvo mediante un equipo especializado de fotogrametría “Dron DJI Inspire 2” y las imágenes satelitales de Google Earth que fueron corroborados mediante el trabajo in situ.

#### **4. DISCUSIÓN**

Se espera que los efectos de la isla de calor urbano se incrementen y afecten a la vida urbana de las personas por el estrés de calor urbano. Es por ello que los urbanistas plantean estrategias de mitigación de ICU en las ciudades, en especial las que carecen de espacios públicos y cobertura vegetal urbana.

Se realizó un análisis térmico y el levantamiento de fotogrametría, que fue determinante para evidenciar el comportamiento de las personas en los tres espacios verdes públicos. Según el estudio realizado, el resultado de la investigación refleja un déficit en la cobertura verde de los espacios públicos de la ciudad. Se identifica mayor área construida en comparación con la cobertura verde y arbolado. Esta diferencia influye directamente en el incremento de la temperatura (Imagen 4). El mapa térmico del área de estudio muestra la sectorización térmica, en donde la mayor parte está conformada por zona caliente. Por esta razón, la ocupación peatonal en los espacios verdes públicos tiene relación con los espacios de sombras y el descenso de temperatura en la noche.

#### **5. CONCLUSIONES**

Mediante el estudio se identificó que la ocupación de las personas en el espacio verde público es de acuerdo a tres factores. Primero, se observó las

múltiples y distintas actividades que realizan las personas de forma individual. Segundo, las altas temperaturas modifican la permanencia en el lugar. Tercero, la permanencia en el espacio verde público es de acuerdo al porcentaje de sombra generado por los árboles.

La morfología de los espacios verdes públicos, nos revela la importancia del diseño urbano tomando en cuenta las características de ICU del lugar. Los espacios estudiados tienen diferentes características de zonificación respecto al área verde y área construida, pero su relevancia se refiere en la ubicación, distancia y tipo de especie de la cobertura arbórea. Por consiguiente, las características de la cobertura vegetal de la Plaza de Armas generan temperaturas elevadas, con una variación de temperatura de 2.5°C a 3°C alcanzando los 37°C durante el día (condiciones térmicas elevadas). En el caso de la Alameda de la Paz la ubicación desfavorable de la cobertura arbórea por consiguiente la variación de temperatura es de 1.5°C a 2°C, llegando a 35°C. Estas variaciones traen como resultado una menor ocupación de las personas en los espacios verdes públicos. Por otra parte, el parque Suchiche que tiene mayor cobertura arbórea presenta una temperatura estable siendo capaz de disminuir de 1.5°C a 2°C, generando su propio microclima y mayor permanencia de las personas en distintas horas del día.

El estudio de las características morfológicas, ocupación de los espacios verdes públicos y análisis de temperatura de la superficie terrestre, han permitido identificar los efectos de las ICU, como resultado de este estudio podemos mencionar que la ocupación de las personas en los espacios verdes públicos está relacionada con las características físicas, atmosféricas, ecológicas y ambientales de la zona.

Las características físicas de los espacios verdes públicos que poseen las ciudades tropicales son de vital importancia. La cobertura vegetal es una estrategia para mitigar la isla de calor urbano y con ello sus múltiples efectos colaterales en la salud de la población. Por lo tanto, los hallazgos tienen un rol importante para establecer políticas medioambientales o instrumentos de planificación urbana que puedan satisfacer las necesidades sociales en la adaptación al cambio climático.

## Referencias Bibliográficas

- Adegun, Olumuyiwa Bayode, Ayodele Emmanuel Ikudayisi, Tobi Eniolu Morakinyo, and Olawale Oreoluwa Olusoga. 2021. "Urban Green Infrastructure in Nigeria: A Review." *Scientific African* 14 (November): e01044. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.sciaf.2021.e01044>.
- Carrillo-Niquete, Gerardo A, José Luis Andrade, José René Valdez-Lazalde, Casandra Reyes-García, and José Luis Hernández-Stefanoni. 2022. "Characterizing Spatial and Temporal Deforestation and Its Effects on Surface Urban Heat Islands in a Tropical City Using Landsat Time Series." *Landscape and Urban Planning* 217: 104280. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.landurbplan.2021.104280>.
- CEPAL. 2015. "El Cambio Climático y Sus Efectos En La Salud." *Revista Cubana de Higiene y Epidemiología* 51 (3): 331–37. [https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/39855/S1501295\\_en.pdf?sequence=1](https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/39855/S1501295_en.pdf?sequence=1).
- Cotrina Sánchez, Alexander, Subhajt Bandopadhyay, Nilton B Rojas Briceño, Polash Banerjee, Cristóbal Torres Guzmán, and Manuel Oliva. 2021. "Peruvian Amazon Disappearing: Transformation of Protected Areas during the Last Two Decades (2001–2019) and Potential Future Deforestation Modelling Using Cloud Computing and MaxEnt Approach." *Journal for Nature Conservation* 64: 126081. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.jnc.2021.126081>.
- Deilami, Kaveh, Md. Kamruzzaman, and Yan Liu. 2018. "Urban Heat Island Effect: A Systematic Review of Spatio-Temporal Factors, Data, Methods, and Mitigation Measures." *International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation* 67: 30–42. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.jag.2017.12.009>.
- Dirección General de Cambio Climático. 2016. "El Perú y El Cambio Climático." <https://www.minam.gob.pe/wp-content/uploads/2016/05/Tercera-Comunicación.pdf>.
- Fahed, Jeff, Elias Kinab, Stephane Ginestet, and Luc Adolphe. 2020. "Impact of Urban Heat Island Mitigation Measures on Microclimate and Pedestrian Comfort in a Dense Urban District of Lebanon." *Sustainable Cities and Society* 61: 102375. <https://doi.org/10.1016/j.scs.2020.102375>.
- FAO. 2018. *Bosques y Ciudades Sostenibles. Unasylva* 250. Vol. 69. <http://www.comunidadism.es/herramientas/bosques-y-ciudades-sostenibles/>.
- Ferrelli, Federico, and María Cintia Piccolo. 2017. "Estudio Del Confort Climático a Escala Micro-Local. El Caso de La Ciudad de Bahía Blanca (Argentina)." *Bitácora Urbano Territorial* 27 (3): 91–100. <https://doi.org/10.15446/bitacora.v27n3.56995>.
- INEI. 2018. "Censo Nacional 2017." *Censos Económicos* tomo I: 1–41. [https://www.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/publicaciones\\_digitales/Est/Lib1544/00TOMO\\_01.pdf](https://www.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/publicaciones_digitales/Est/Lib1544/00TOMO_01.pdf).
- IPCC. 2021. "GRUPO INTERGUBERNAMENTAL DE EXPERTOS SOBRE EL CAMBIO CLIMÁTICO." In . [https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2021/08/IPCC\\_WGI-AR6-Press-Release-Final\\_es.pdf](https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2021/08/IPCC_WGI-AR6-Press-Release-Final_es.pdf).

- Jaung, Wanggi, L Roman Carrasco, Shaikh Fairul Edros Ahmad Shaikh, Puay Yok Tan, and Daniel R Richards. 2020. "Temperature and Air Pollution Reductions by Urban Green Spaces Are Highly Valued in a Tropical City-State." *Urban Forestry & Urban Greening* 55: 126827. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.ufug.2020.126827>.
- Marando, Federica, Mehdi P Heris, Grazia Zulian, Angel Udías, Lorenzo Mentaschi, Nektarios Chrysoulakis, David Parastatidis, and Joachim Maes. 2022. "Urban Heat Island Mitigation by Green Infrastructure in European Functional Urban Areas." *Sustainable Cities and Society* 77: 103564. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.scs.2021.103564>.
- Meili, Naika, Juan Angel Acero, Nadav Peleg, Gabriele Manoli, Paolo Burlando, and Simone Fatichi. 2021. "Vegetation Cover and Plant-Trait Effects on Outdoor Thermal Comfort in a Tropical City." *Building and Environment* 195: 107733. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2021.107733>.
- Ministerio del Ambiente. 2015. "Ambiente En Acción." *Ministerio Del Ambiente - Ambiente En Acción*, 1. <https://www.minam.gob.pe/ambienteenaccion/planificacion-2015-3/>.
- Ministerio del ambiente. 2021. "Pronóstico Del Tiempo Para TARAPOTO (San Martín)." <https://es.climate-data.org/america-del-sur/peru/san-martin/tarapoto-3404/>.
- Municipalidad Provincial de San Martin. 2019. *Plan de Desarrollo Urbano de La Ciudad de Tarapoto 2019-2029*. Tarapoto.
- Nieuwenhuijsen, Mark J. 2021. "New Urban Models for More Sustainable, Liveable and Healthier Cities Post Covid19; Reducing Air Pollution, Noise and Heat Island Effects and Increasing Green Space and Physical Activity." *Environment International* 157: 106850. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.envint.2021.106850>.
- Nwakaire, Chidozie Maduabuchukwu, Chiu Chuen Onn, Soon Poh Yap, Choon Wah Yuen, and Peter Dinwoke Onodagu. 2020. "Urban Heat Island Studies with Emphasis on Urban Pavements: A Review." *Sustainable Cities and Society* 63: 102476. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.scs.2020.102476>.
- Organización meteorológica. 2021. "Informes Meteorológicos Sobre El Cambio Climático." <https://public.wmo.int/es/media/comunicados-de-prensa/organización-meteorológica-mundial-un-nuevo-informe-sobre-el-clima>.
- Ramakreshnan, Logaraj, Nasrin Aghamohammadi, Chng Saun Fong, Amirhosein Ghaffarianhoseini, Ali Ghaffarianhoseini, Li Ping Wong, Norhaslina Hassan, and Nik Meriam Sulaiman. 2018. "A Critical Review of Urban Heat Island Phenomenon in the Context of Greater Kuala Lumpur, Malaysia." *Sustainable Cities and Society* 39: 99–113. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.scs.2018.02.005>.
- Reyes-Riveros, Rosa, Adison Altamirano, Francisco De La Barrera, Daniel Rozas-Vásquez, Lorena Vieli, and Paula Meli. 2021. "Linking Public Urban Green Spaces and Human Well-Being: A Systematic Review." *Urban Forestry & Urban Greening* 61: 127105. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.ufug.2021.127105>.

- Romero-Duque, Luz Piedad, Jenny M. Trilleras, Fabiana Castellarini, and Sandra Quijas. 2020. "Ecosystem Services in Urban Ecological Infrastructure of Latin America and the Caribbean: How Do They Contribute to Urban Planning?" *Science of the Total Environment* 728: 138780. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.138780>.
- Sabrin, Samain, Maryam Karimi, Md Golam Rabbani Fahad, and Rouzbeh Nazari. 2020. "Quantifying Environmental and Social Vulnerability: Role of Urban Heat Island and Air Quality, a Case Study of Camden, NJ." *Urban Climate* 34 (August 2019): 100699. <https://doi.org/10.1016/j.uclim.2020.100699>.
- Senevirathne, D M, V M Jayasooriya, S M Dassanayake, and S Muthukumaran. 2021. "Effects of Pavement Texture and Colour on Urban Heat Islands: An Experimental Study in Tropical Climate." *Urban Climate* 40: 101024. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.uclim.2021.101024>.
- Tian, Peng, Jialin Li, Luodan Cao, Ruiliang Pu, Zhongyi Wang, Haitao Zhang, Huilin Chen, and Hongbo Gong. 2021. "Assessing Spatiotemporal Characteristics of Urban Heat Islands from the Perspective of an Urban Expansion and Green Infrastructure." *Sustainable Cities and Society* 74: 103208. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.scs.2021.103208>.
- United Nations Department of Economic and Social Affairs. 2018. "World Urbanization Prospects: The 2018 Revision," 123. <https://doi.org/https://doi.org/10.18356/b9e995fe-en>.
- Wang, Zhi-Hua. 2022. "Reconceptualizing Urban Heat Island: Beyond the Urban-Rural Dichotomy." *Sustainable Cities and Society* 77: 103581. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.scs.2021.103581>.
- Xie, Qijiao, and Jing Li. 2021. "Detecting the Cool Island Effect of Urban Parks in Wuhan: A City on Rivers." *International Journal of Environmental Research and Public Health* 18 (1): 1–15. <https://doi.org/10.3390/ijerph18010132>.
- Yao, Wenfei, Xiaofeng Zhang, and Qi Gong. 2021. "The Effect of Exposure to the Natural Environment on Stress Reduction: A Meta-Analysis." *Urban Forestry and Urban Greening* 57 (December 2020): 126932. <https://doi.org/10.1016/j.ufug.2020.126932>.
- Zucchetti Anna., Freundt, D., Cánepa, M. 2020. 2019. *Ciudades Amazónicas Del Perú Ciudades Amazónicas Del Perú*. <https://periferia.pe/assets/uploads/2020/10/Ciudades-amazonicas-1.pdf>.



## ENVÍO:

**De:** Sayurí Susuki Ríos <[sayurissusuki@upeu.edu.pe](mailto:sayurissusuki@upeu.edu.pe)>  
**Enviado:** jueves, 3 de marzo de 2022 19:33  
**Para:** Elisa Cordero J. <[ausrevista@uach.cl](mailto:ausrevista@uach.cl)>  
**Asunto:** Artículo científico para publicación

Estimada Elisa Cordero Jah,

Reciba un cordial saludo, envío a usted la propuesta y manifiesto la originalidad del artículo científico para ser publicado en la Revista AUS, que se titula:

**Isla de calor urbano y dinámica espacio-temporal en el espacio público amazónico**

Declaro, en mi calidad de autora de correspondencia, a nombre propio y de los demás coautores, que dicho artículo, que pongo a su consideración para ser publicado en la Revista AUS, cumple con los lineamientos establecidos en la lista de comprobación y no ha sido publicado, hasta la fecha, en otra revista.

Atentamente

## RECEPCIÓN:

El mié, 9 mar 2022 a las 8:39, Elisa Cordero J. (<[ausrevista@uach.cl](mailto:ausrevista@uach.cl)>) escribió:  
Estimada Susuki,

Muchas gracias por su artículo, lo evaluaremos dentro del equipo editorial para estimar su pertinencia con la línea de esta revista. Pronto le avisaremos.

cordialmente,

Elisa Cordero Jahr  
Directora Revista AUS  
[Revista AUS UACH](#)  
[Revista AUS Facebook](#)  
[Revista AUS Scopus](#)

.....  
"Lo bueno, si breve, dos veces bueno"  
(Baltasar Gracián, 1601-1658).



## REVISIÓN POR PARES:

 **Elisa Cordero J.** 13:30  
para mí ▾

Estimada Sayuri,  
Muchas gracias por enviarnos su artículo. El comité editorial lo ha aprobado para pasar al proceso de revisión por pares. La mantendremos informada del resultado de este proceso.

Cordialmente,

Alejandra Schueftan  
Directora Revista AUS  
[Revista AUS UACH](#)  
[Revista AUS Facebook](#)  
[Revista AUS Scopus](#)

.....

