

INFLUENCIA DE LA VEGETACIÓN EN DOS SECTORES DEL CORREGIMIENTO DE CALIDONIA

Jorge Isaac Perén ^{1,2a}; Miriam Rodríguez ^{1b}, Yesibeth Ruíz ^{1c}, Klaus Valdivieso ^{1d}, Brayan Vargas ^{1e}, Denisse Medina ^{1f}, José Ojeda ^{1g}, José Cedeño ^{1h}

¹ Facultad de Arquitectura y Diseño, Universidad de Panamá, Ciudad de Panamá, Panamá.

² Sustainable Building and City Research Group -SusBCity, Ciudad de Panamá, Rep. de Panamá.

^{1,2a} jorge.peren@up.ac.pa; ^{1b} miriamrodriguez.0399@gmail.com; ^{1c} yesibethruizp@gmail.com; ^{1d} klaus.valdivieso.m@gmail.com; ^{1e} brayanv2012@gmail.com; ^{1f} denisse.medinaf@up.ac.pa; ^{1g} jose.ojeda-f@up.ac.pa; ^{1h} jose-c.cedeno-j@up.ac.pa

RESUMEN: El aumento de la población, el crecimiento de la huella urbana y las nuevas exigencias en transporte público han convertido al espacio peatonal en un factor clave de movilidad urbana, denotando la importancia de medidas de protección de las condiciones ambientales dentro de los mismos. En la ciudad de Panamá, se ha pasado por alto la importancia de estudios que demuestren el impacto de la presencia de vegetación en el microclima urbano, y su influencia en la movilidad de las personas en su entorno. Este estudio se centra en el corregimiento de Calidonia, donde se recolectaron datos generales del sector para determinar su morfología urbana en materia de usos de suelo, zonas de vegetación, recorridos peatonales, entre otros. Finalmente, se seleccionaron dos sectores, con el objetivo de realizar un estudio de incidencia solar por medio de simulaciones de sombras, Sky View Factor y temperatura superficial de los materiales encontrados, que caracterizan un espacio urbano con vegetación, y uno sin la misma; donde los resultados mostraron como entre el periodo comprendido entre las 12:00p.m. y las 3:00p.m., la presencia de vegetación, edificios altos y materiales, dentro del espacio público influye en el microclima urbano de los espacios públicos, aumentando así, la presencia de usuarios.

PALABRAS CLAVES: Calor urbano, espacio público, morfología urbana, vegetación, sombras, temperatura

ABSTRACT: The increase in population, the growth of the urban footprint and the new demands on public transport have made the pedestrian space a key factor in urban mobility, denoting the importance of measures to protect the environmental conditions within them. In Panama City, the importance of studies that demonstrate the impact of the presence of vegetation on the urban microclimate, and its influence on the mobility of people in their environment, has been overlooked. This study focuses on the town of Calidonia, where general data of the sector were collected to determine its urban morphology in terms of land use, vegetation zones, pedestrian paths, among others. Finally, two sites were selected, with the objective of carrying out a study of solar incidence by means of shadow simulations, Sky View Factor and surface temperature of the materials found, which characterize an urban space with vegetation, and one without it; where the results showed as between the period between 12:00 p.m. and 3:00 p.m., the presence of vegetation, tall buildings and materials within the public space influences the urban microclimate of public spaces, thus increasing the presence of users.

KEYWORDS: Urban heat, public space, urban morphology, vegetation, shades, temperature

1. INTRODUCCIÓN

En los últimos años, el crecimiento de la población en las ciudades se ha incrementado. Este crecimiento en algunos casos desproporcional de la huella urbana y la escasa planificación ha traído una serie de desafíos como la movilidad urbana, relegando al peatón a un segundo plano. Panamá pasó de tener una población mayoritariamente rural a una urbana, donde actualmente su capital, alberga a casi dos millones de personas en su área metropolitana [1].

En Calidonia, un corregimiento ubicado en el centro urbano de la ciudad de Panamá, se hace cada vez más evidente las exigencias en materia de transporte público, denotando la necesidad de movilizarse por el espacio urbano. Mucho de este espacio urbano carece de protección frente a las condiciones ambientales, limitando los espacios protegidos sombreados para los peatones y aportando así a la elevación de la temperatura del ambiente. El aumento de la vegetación urbana

es una estrategia de mitigación que se propone a menudo para reducir el calor urbano y mejorar el confort térmico exterior [2]. Las características típicas dentro del espacio urbano actual de Calidonia son resultado de soluciones a corto plazo, y no responden a estudios especializados que busquen solución a las necesidades de movilidad peatonal y sombreado del sector.

Actualmente, en el corregimiento de Calidonia, no existe un estudio que muestre el impacto de la existencia o ausencia de vegetación o de materiales adecuados en la generación de confort térmico en el espacio público, así como, el impacto de la incidencia solar que estos generan en las personas que circulan en los espacios urbanos. Observando esta realidad, surge el interés de realizar un estudio enfocado en esta temática, aplicándolo a dos espacios urbanos muy concurridos dentro del corregimiento, en donde se podrá ver cómo influye la presencia de la vegetación, edificios altos y materiales que se encuentran dentro del entorno urbano.

Los espacios abiertos públicos, son empleados para el recorrido de los peatones y para la convivencia de la población, es por ello, que los mismos, deben estar regidos por un entorno físico agradable [3]. Como sostiene Alexander [4] “a nivel mundial, los eventos de calor extremo (olas de calor) han aumentado la frecuencia y severidad, lo que ha tenido como resultado impactos negativos en la salud de plantas y animales, incluidos los humanos”. En los espacios y recorridos urbanos “los peatones a menudo están expuestos a altas cargas térmicas, que pueden causar molestias” [5]. “El aumento de la cubierta forestal urbana es una estrategia de mitigación propuesta a menudo contra el calor urbano, ya que, se espera que los árboles enfríen las ciudades mediante evapotranspiración y la provisión de sombra” [6]. Sin embargo, se debe tomar en cuenta que la implementación de vegetación debe ser controlada, ya que, la interacción de un árbol que no transpira con la radiación contrarresta el efecto de la evapotranspiración. [6]. La implementación de plantas trae consigo varios efectos, tales como, reducir niveles de ruido, mitigar el estrés, mejorar la calidad del aire, provisión de sombras y el aumento de las interacciones sociales en el entorno urbano [7].

En este estudio se evaluará el impacto de la incidencia solar y la temperatura superficial de los materiales encontrados, y a su vez, la influencia de la vegetación en la generación de sombras en dos entornos del corregimiento de Calidonia. Para ello, se propone: 1) Realizar lecturas del entorno en el corregimiento para conocer las condiciones actuales; 2) seleccionar dos zonas contrastantes dentro del corregimiento, para medir la influencia de la vegetación en el entorno urbano; 3) identificar los diferentes escenarios en espacios públicos sin vegetación, versus, los espacios con vegetación; 4) ejecutar un análisis de incidencia solar por medio de evaluaciones del Factor de Cielo Visible (SVF, Sky View Factor) y la toma de

temperatura superficial de los materiales encontrados en las zonas escogidas con el objetivo de conocer como estos diferentes escenarios puedan influir en el recorrido de los peatones en el área de estudio.

2. METODOLOGÍA

Para desarrollar esta investigación, se tomó en cuenta la metodología desarrollada por Lezcano *et al.*, 2020 [8], en donde se llevó a cabo el uso de 2 (dos) metodologías, las cuales son: (a) lectura del entorno y (b) análisis de la incidencia solar en dos sectores con gran flujo de peatones, pero diferenciados con relación a la presencia o ausencia de árboles. Para ampliar el análisis de esta última metodología, se realizó un análisis de SVF y mediciones de temperatura superficial.

2.1. Lecturas del entorno

Como primer punto, se procedió a realizar una lectura del entorno urbano del corregimiento de Calidonia, para identificar dos sectores de estudio con alto flujo de peatones. (Ver figura 1)

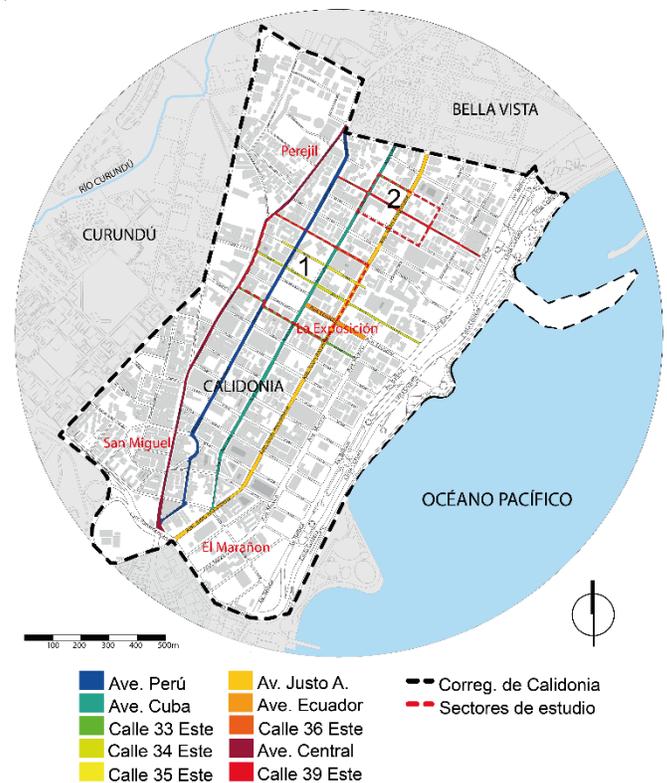


Figura 1. Área de estudio en el corregimiento de Calidonia, ciudad de Panamá

Para desarrollar el análisis se llevó a cabo, la realización de los siguientes mapas: mapa del sector estudiado, mapa de llenos y vacíos, mapa de áreas verdes, mapa de servidumbres, mapa de recorrido peatonal y mapa de usos de suelo actual en

el corregimiento; adicionalmente, se recopiló información de fuentes como: Google Maps, El Plan de Revitalización de Calidonia, Documento Gráfico de Servidumbres y Líneas de Construcción y GEO MUPA (Arborización Calidonia).

Luego de realizadas las lecturas del corregimiento, se procedió a definir los dos sectores de estudio, uno de estos sectores debía contar con vegetación y el otro sector debía carecer de la misma, con el objetivo de comparar el desempeño de ambos sectores y determinar cuál es más agradable para que el peatón.

Por lo antes expuesto, el primer sector de estudio (A), localizado entre la Ave. Perú y la Ave. Cuba, cuenta con abundante vegetación (ver Fig. 1.1). En cambio, el segundo sector de estudio (B), localizado entre la Ave. Cuba y la Ave. 4ª Sur, carece de vegetación (ver figura 1.2).

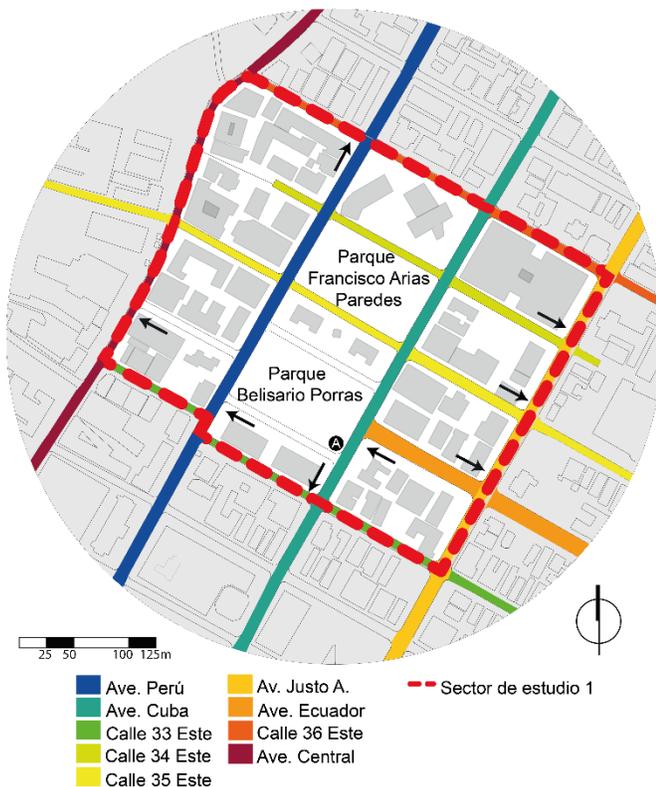


Figura 1.1. Primer sector de estudio

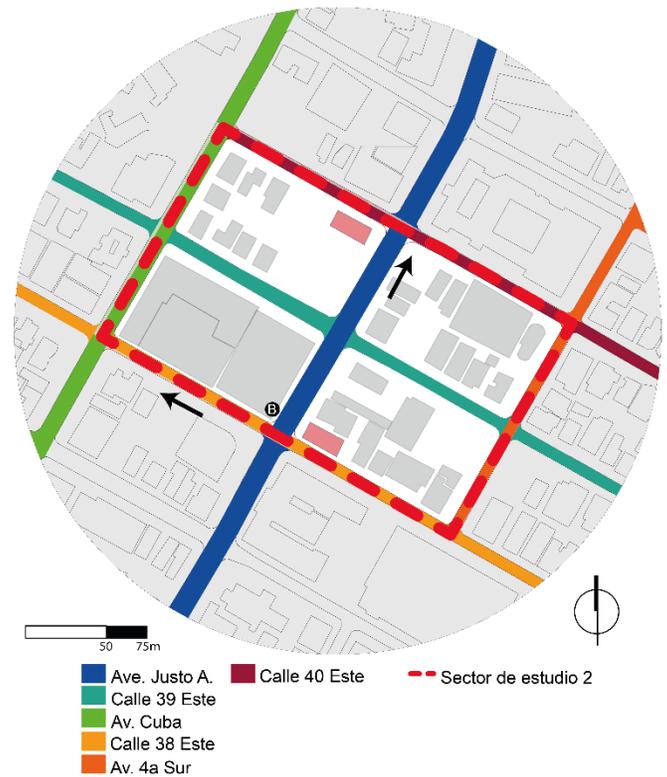


Figura 1.2. Segundo sector de estudio

2.2. Estudio de movilidad

Para el estudio de movilidad se irá al sector para identificar los principales recorridos realizados por los peatones durante un periodo determinado de un día y se realizará un mapa de dichos recorridos peatonales. A partir de este mapa se seleccionarán dos sectores en donde se comparará la cantidad de peatones y posteriormente se evaluará el impacto de la incidencia solar (análisis de sombra, estudio de cielo abierto y mediciones de temperatura superficiales) en ambos sectores.

2.3. Análisis de incidencia solar en dos sectores

Para realizar el análisis en los dos sectores de estudio y así poder identificar el impacto que la vegetación y la incidencia solar produce, se procedió a lo siguiente:

2.3.1 Simulación de sombra de los dos sectores

En un modelado 3D geolocalizado, realizado en el software Google SketchUp, se realizó un estudio de sombras, el cual fue verificado mediante la comparación con fotografías del lugar. Dicha simulación de sombras se realizó para el día 21 de junio y el 21 de diciembre, ya que, la posición solar varía debido al solsticio de verano y el solsticio de invierno, el análisis se realizó entre las 9:00 a.m. y 3:00 p.m.

Luego de realizado el estudio de sombras en ambos sectores y el análisis comparativo de las personas que transitan

en cada sector, se procede a verificar la hipótesis de que los espacios con mayor vegetación y menor impacto solar, suelen ser más confortables para el peatón. Lo contrario sucede cuando el sector carece de vegetación y tienen mayor radiación solar directa.

2.3.2 Factor de Cielo Visible (SVF) de los dos sectores

El Factor de Cielo Visible (SVF, Sky View Factor, por sus siglas en inglés) es utilizado para calcular la proporción de cielo abierto de un punto determinado, con índices que van desde 0.0, (nula área de cielo abierto) hasta 1.0, (área con cielo completamente despejado) mediante fotografías de 360°. Una de las finalidades de este estudio de SVF es conocer la cantidad de horas donde hay proyección de sombra y el trayecto del sol en fechas específicas.

Se irá a los sectores escogidos a una hora determinada para realizar estudios de SVF utilizando una cámara GoPro 360°, se obtendrán imágenes georreferenciadas, a su vez, utilizando líneas de referencia en el suelo o brújula que nos facilitan la orientación hacia el Norte de las imágenes. Para el tratamiento de las fotos obtenidas, se procederá al uso del software de edición de fotos GIMP 2.10.12 donde con el filtro de distorsión, coordenadas polares podremos llevar la imagen a la forma redonda requerida y ajustar la orientación del norte. Para corroborar, se procederá al uso del Google Earth donde nos situaremos en el punto de medición y así obtener referencias del sector. Para la obtención de resultados, se hará uso del software RayManPro [9] este programa nos permitirá obtener datos de recorrido de sol y el índice de SVF en los sectores seleccionados.

2.3.3 Mediciones de temperatura superficial

Las mediciones de temperatura superficial se realizaron en los dos sectores seleccionados para observar la evolución del aumento de la temperatura superficial de los materiales, como resultado de sus propiedades térmicas y la incidencia de la radiación solar y otros parámetros climáticos durante el periodo evaluado.

Para obtener mediciones de temperatura superficial en los sectores se utilizó una cámara térmica manual FLIR E4 Wifi, donde se calibrará la emisividad del material, distancia de lectura de la cámara según los materiales escogidos en el sector. Este ejercicio se realizará en situaciones similares de sombra y sol en ambos sectores seleccionados. Para el tratamiento de las imágenes térmicas y obtención de resultados se hará uso del software FLIR Thermal Suite, donde se importaran las imágenes y el programa creará un informe PDF que se utilizará para obtener una comparativa y promedio de temperatura superficial de los materiales en ambos sectores seleccionados.

3. RESULTADOS

3.1. Lecturas del entorno

Como se mencionó en la metodología, para realizar este proyecto de investigación, se procedió a realizar diversos mapas de análisis del corregimiento de Calidonia, para identificar los sectores que cuentan con vegetación y cuales carecen de la misma.

Como se muestra en la figura 2, es evidente la fuerte densificación y la gran cantidad de área edificada que es característica en el corregimiento.

La figura 3, muestra el estudio de las áreas verdes en el sector, los árboles existentes y los lotes baldíos. En todo el corregimiento existen únicamente 2 parques, los cuales fueron escogidos para realizar uno de los análisis. Se observa la presencia de vegetación urbana a lo largo de las avenidas principales las cuales disminuyen el impacto de la incidencia solar en algunas aceras del corregimiento.

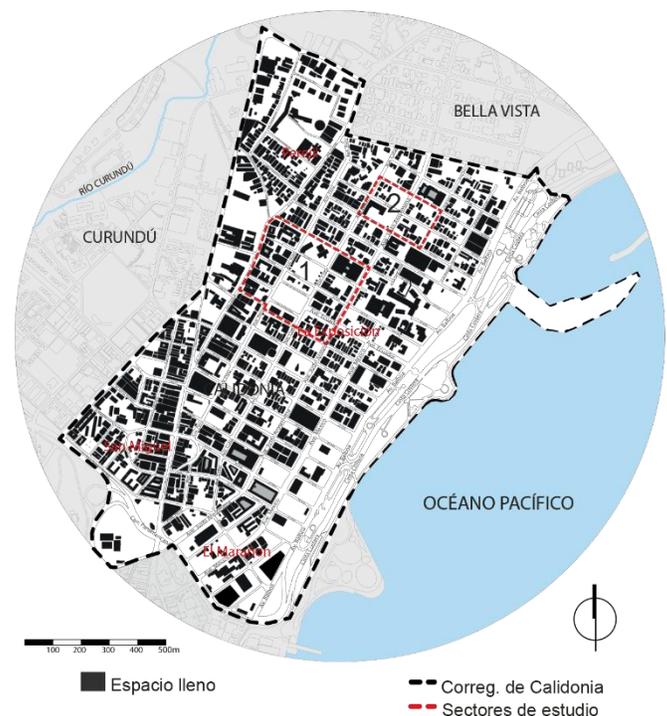


Figura 2. Mapa de llenos y vacíos de Calidonia

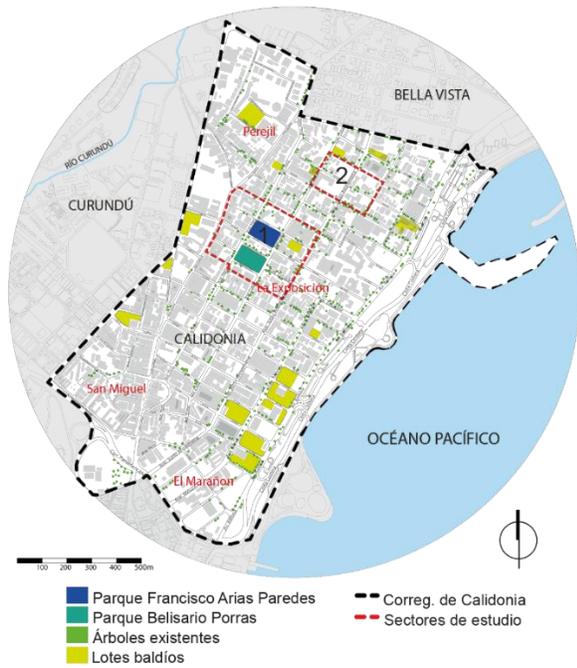


Figura 3. Mapa de áreas verdes

En la figura 4 se muestra la servidumbre de las vías del corregimiento, las cuales cuentan con gran cantidad de espacio en sus servidumbres, lo que ayuda a que, en un futuro, exista una posible intervención urbana con la vegetación adecuada para amortiguar la incidencia solar en la vía.

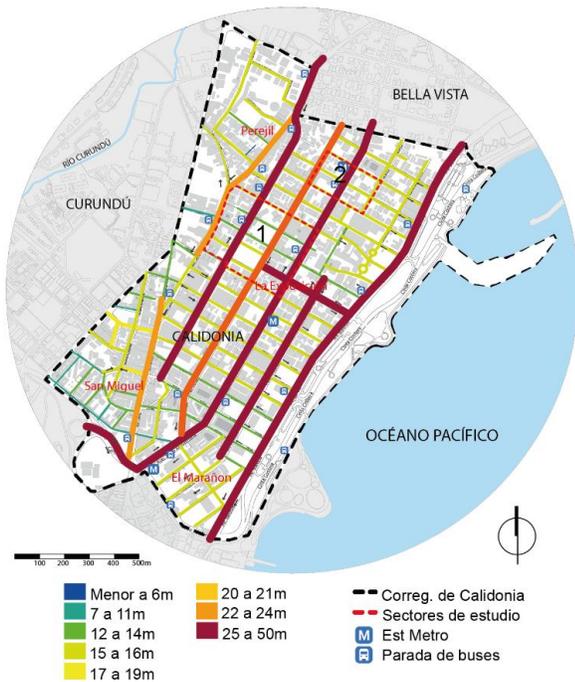


Figura 4. Mapa de Servidumbres

En la figura 5, se aprecia la diversidad de los usos de suelos existentes en el corregimiento, donde predomina el uso comercial e institucional. Esta gran variedad de uso puede ser la causante del mayor flujo de peatones en el área.

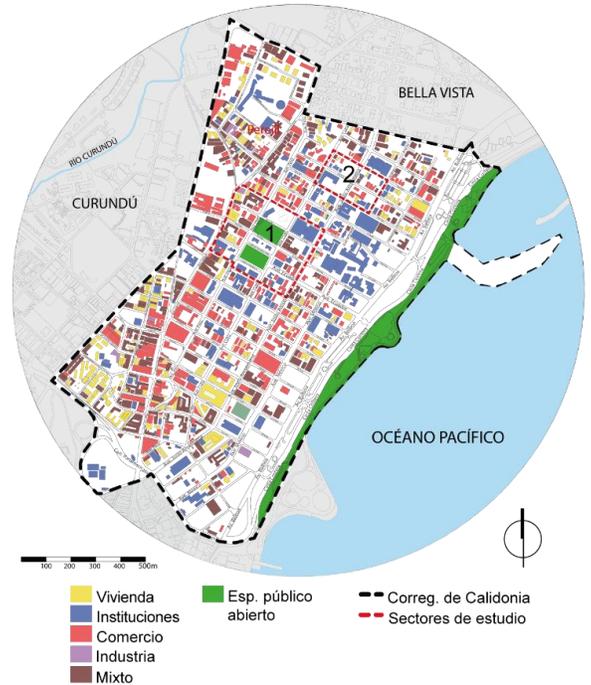


Figura 5. Mapa de Uso de Suelos

Las figuras 6 y 7 muestran simulaciones 3D de los dos sectores de estudio escogidos para realizar la comparación de zonas con espacios verdes y zonas que carecen de vegetación.

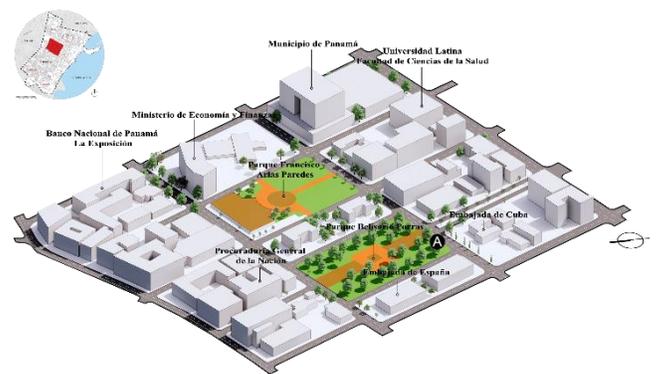


Figura 6. Sector A: Zona con vegetación

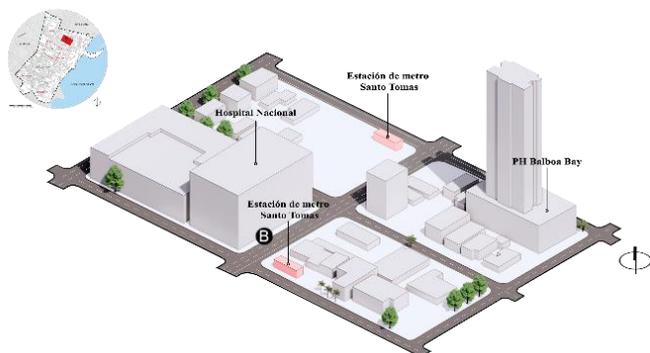


Figura 7. Sector B: Zona sin vegetación

3.2. Estudio de movilidad

La figura 8, muestra las rutas utilizadas por los peatones con mayor frecuencia. Estas rutas fueron trazadas en base a una observación en campo. Se definió realizar un estudio en base a las rutas más movimentadas que existen dentro del corregimiento de Calidonia.

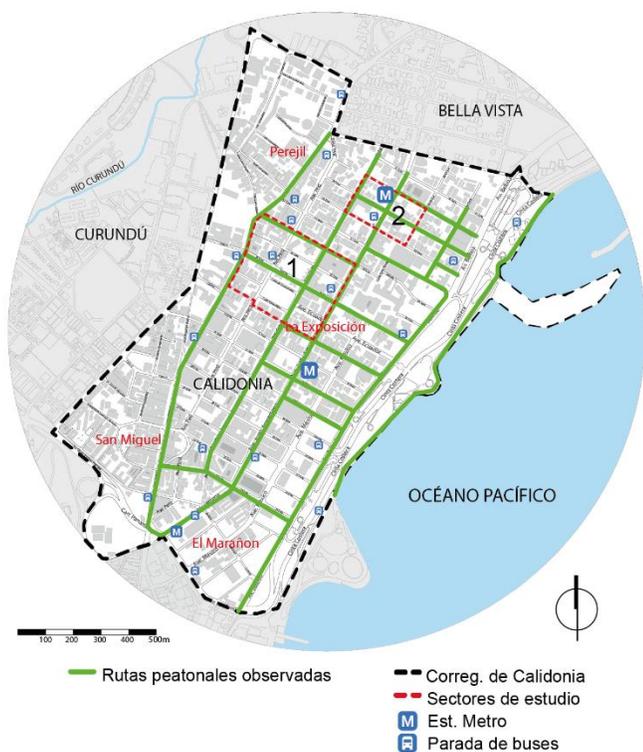


Figura 8. Mapa Recorridos Peatonales

Sector de estudio A: Parque Belisario Porras

El primer sector cuenta con 2 espacios de área verde el parque Francisco Arias de Paredes y el parque Belisario Porras, lo cual generan ambientes confortables y de mayor concurrencia peatonal, estos puntos claves pueden estar

influyendo en que el peatón transite con mayor frecuencia y tenga un periodo más prolongado de estancia en el lugar.

En el siguiente cuadro (Tabla 1) se muestra la cantidad de personas que transitaron por el sector en un periodo de 40 minutos y las actividades que realizaron. Los datos fueron obtenidos en base a un análisis en campo realizado el 7 de julio del 2021.

Tabla 1. Concurrencia peatonal en el sector A

Tabla de concurrencia peatonal en el sector A - Parque Belisario Porras		
Tiempo (minutos)	Cantidad de personas	Actividad realizada
5 a 10	100	Tránsito, espera de transporte
10 a 20	65	Turismo
20 a 30	26	Almuerzo, descanso
30 a 40	18	Almuerzo, descanso y recreación
Total, de personas	209 personas en un periodo de 40 minutos	

Sector de estudio B: Estación del metro Santo Tomás

El segundo sector de estudio es un área ubicada cerca de una de las salidas de la Estación de Metro Santo Tomás, la cual genera una movilidad de personas muy significativa, pero, la falta de áreas con vegetación, generan un espacio de rápido tránsito, es decir, el peatón que circula por esta zona no permanece en el lugar, ya que, no posee el equipamiento urbano adecuado que pueda generar una estancia agradable del usuario en el lugar.

En el siguiente cuadro (Tabla 2) se muestra la cantidad de personas que transitan por el sector en un periodo de 40 minutos y las actividades que realizaron. Los datos fueron obtenidos en base a un análisis en campo realizado el 7 de julio del 2021.

Tabla 2. Concurrencia peatonal en el sector B

Tabla de concurrencia peatonal en el sector B - Estación del metro Santo Tomás		
Tiempo (minutos)	Cantidad de personas	Actividad realizada
5 a 10	50	Espera de transporte o transitar
10 a 20	23	Compra en locales
20 a 30	12	Tramitación de documentos, atención médica.
30 a 40	3	Atención médica, compras.
Total, de personas	88 personas en un periodo de 40 minutos	

3.3 Análisis de incidencia solar en los dos sectores

El estudio de sombras refleja variaciones importantes en relación con la cantidad de sombra que se genera en ambos sectores, en proporción con la cantidad de vegetación e incidencia solar que posee cada uno de ellos.

A continuación, se presentan los datos obtenidos del estudio de sombras y de la visita realizada el miércoles 7 de julio de 2021 a ambos sectores de estudio, siendo el sector A el Parque Belisario Porras, y el sector B la Estación de Metro Santo Tomas. (Ver fig. 9).



Figura 9. Sectores de estudio A y B

3.3.1 Simulación de sombra de los dos sectores

Sector de estudio A: Parque Belisario Porras

El primer sector estudiado (A), en el Parque Belisario Porras en la Av. Cuba, posee una acera de adoquines de 3 metros de ancho, con bancas de aluminio y fibra de vidrio. Esta zona posee espacios verdes con grama y vegetación ornamental, además de árboles de gran altura, con copas densas.

La figura 10 muestra la proyección de sombras a lo largo de los días 21 de junio y 21 de diciembre. Se observa que, a lo largo de la mañana, en ambas fechas, el área de bancas posee sombra, como se observa también en la figura 11. En el día 21 de diciembre, entre las 12:00 p.m. y las 3:00 p.m. el área se

mantiene sombreada; el día 21 de junio a las 12:00 p.m. el área se encuentra sin sombra, mientras que a las 3:00 p.m. se mantiene parcialmente sombreada.



Figura 10. Estudio de sombras del sector A

Sector de estudio B: Metro Santo Tomas

El segundo sector (B), en la Av. Justo Arosemena, posee una vereda peatonal de 3 metros, con adoquines en 3 tonalidades complementados con mobiliario urbano de bancas y maceteros altos de hormigón pulido. El espacio peatonal posee arbustos y palmeras bajas ornamentales, careciendo de espacio arbolado.

La figura 11 muestra la proyección de sombras a lo largo de los días 21 de junio y 21 de diciembre. Se observa que, entre las 9:00 a.m. a las 12:00 p.m. en ambas fechas, el sector se encuentra sin sombra, como se observa también en la figura 13. En el día 21 de junio, a las 3:00 p.m. se genera una sombra producto de la edificación colindante, mientras que, a la misma hora, el día 21 de diciembre, no se genera ningún tipo de espacio sombreado.

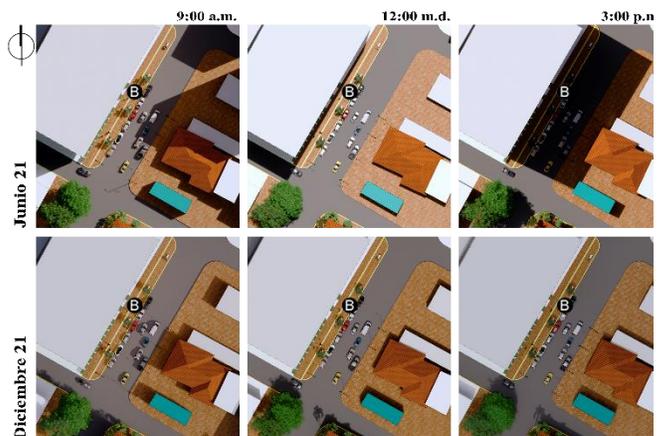


Figura 11. Estudio de sombras del sector B

3.3.2 Estudio de Factor de Cielo Visible (SVF)

El día 27 de julio de 2021 se colocó la cámara 360° en puntos de sombra y sol para la obtención del SVF respectivamente de los sectores A y B.

Sector de estudio A: Parque Belisario Porras

En la figura 12 se muestra las imágenes del SVF obtenidas con la cámara y el resultado del software RayMan de los puntos de mayor sombra A.1 y sol A.2 del sector. Como resultado se obtiene un índice SVF de 0.197 en A1 (en sombra) y un SVF de 0.579 en A2 (en sol).

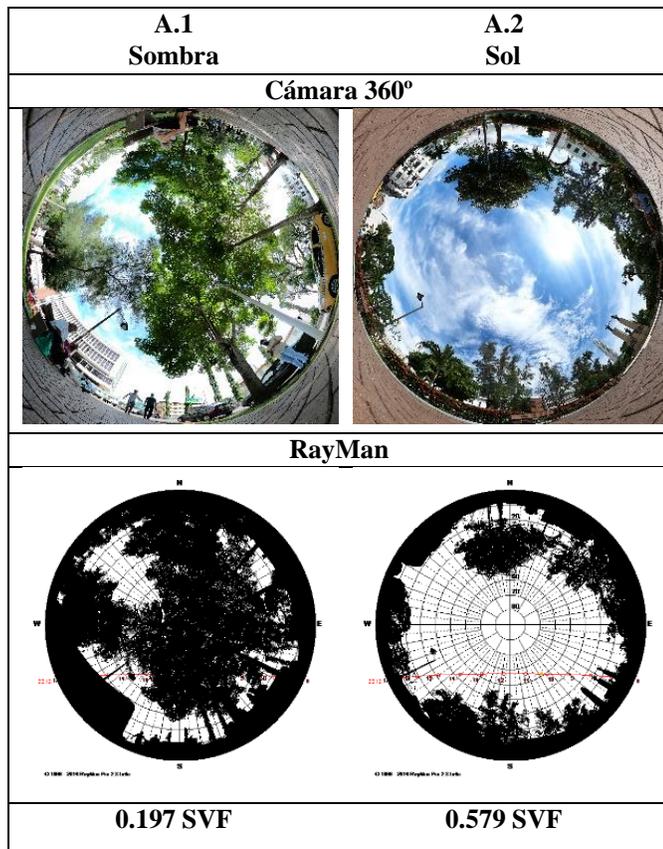


Figura 12. Medición de SVF del sector A1 y A2

Sector de estudio B: Metro Santo Tomas

En la figura 13 se muestra las imágenes del SVF obtenidas con la cámara y el resultado del software RayMan de los puntos de mayor flujo peatonal B.1 (acera) y B.2 (centro de la calle) del sector. Como resultado se obtiene un índice SVF de 0.364 en acera y de 0.550 en centro de calle.

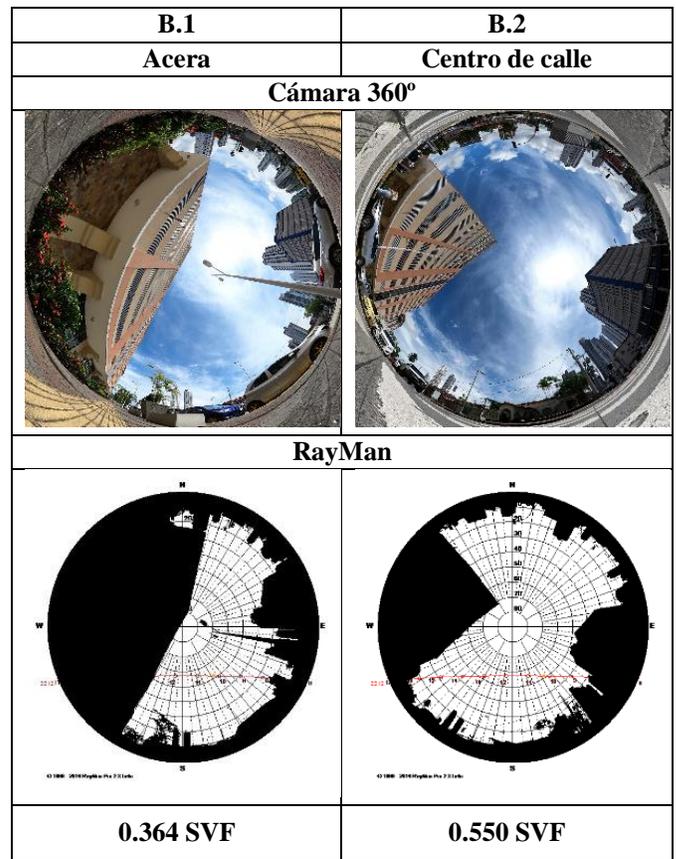


Figura 13. Medición de SVF del sector B1 y B2

3.3.3 Mediciones de temperatura superficial

El día 27 de julio del 2021 a las 10:00a.m. y 11:00a.m. se realizaron mediciones de temperatura superficial con la cámara térmica manual FLIR E4 Wifi configurada con la emisividad a 0.95 para los materiales en puntos donde existe mayor y menor incidencia de sol en los sectores A.1 bajo árboles donde se ubican las bancas del sector, A.2 en un punto del parque con mayor incidencia solar, B.1 en la acera y B.2 en el centro de la calle del sector.

Sector de estudio A: Parque Belisario Porras

En la figura 14 se muestra la imagen térmica obtenida del sector A.1 donde se puede observar la temperatura superficial del adoquín a 31.3°C.

Sector de estudio B: Metro Santo Tomas

En la figura 15 se muestra la imagen térmica obtenida del sector B.1 donde se puede observar el punto donde la temperatura superficial del adoquín es de 46.2°C.



Figura 15. Medición de temperatura superficial del sector B.1



Figura 14. Medición de temperatura superficial del sector A.1

Tabla 3. Temperatura superficial de materiales del sector A y B

Propiedades			Sector A: Parque Belisario Porras		Sector B: Metro Santo Tomas	
			Sombra (A.1)	Sol (A.2)	Acera (B.1)	Calle (B.2)
Zona	Área	Material				
Suelo	Acera	Adoquín de cemento	30.1°C	42.8°C	50.1°C	33.4°C
		Concreto	-	-	49.7°C	36.2°C
	Calle	Asfalto	32.7°C	45.4°C	-	-
Equipamiento		Asiento	Fibra de Vidrio	37.1°C	53.6°C	-
	Concreto		-	-	46.1°C	34.1°C

En la tabla 3 se observa que las superficies incididas por el sol tienen las temperaturas más altas entre 42°C y 50°C, en el caso de adoquines de cemento utilizados en acera en el sector A y B respectivamente. Sin embargo, en condiciones de sombra, estos mismos materiales tienen temperaturas menores, entre 30°C y 33°C respectivamente.

Todos los materiales de pavimento (aceras y calle) del sector B tienen temperaturas más altas que el sector A. En condiciones de sol y sombra, el adoquín de cemento en el sector B tiene temperaturas más altas que la del sector A. Por ejemplo: en el sector B con sol, la temperatura es 7.3°C más alta que el adoquín de cemento del sector A. Y en sombra el adoquín en el sector B es 3.3°C más alto que el del sector A. Esto puede deberse a la mayor incidencia solar durante la mañana y la irradiación alta de los materiales que le rodean, por lo que sugerimos se verifique en futuros estudios. En condiciones de sol, el comportamiento térmico de la calle de concreto en el sector B la temperatura es 4.3°C más alta que la calle de asfalto del sector A y en sombra es 3.5°C más alta.

En condiciones de sol, la temperatura del asiento de fibra de vidrio en el sector A es 7.5°C más alta que el asiento de concreto del sector B y en sombra es 3°C más alta. Es

importante mencionar que no se tuvo acceso a las propiedades de todos los materiales (ni de pavimentos ni asiento); por lo cual es pertinente verificarlo en futuros estudios.

En la figura 16 se muestra la comparación del resultado del índice de SVF y temperatura superficial del adoquín en los sectores A.2 y B.1.

Sector A hora 10:00a.m.		Sector B hora 11:00a.m.	
A.1	A.2	B.1	B.2
0.197 SVF	0.579 SVF	0.364 SVF	0.550 SVF
-	42.8°C	50.01°C	-

Figura 16. Comparación de SVF y temperatura promedio superficial entre los sectores A y B

4. DISCUSIÓN

Una de las principales limitantes encontradas durante el desarrollo de este estudio fue que, durante los meses de marzo del 2020 hasta julio de 2021, Panamá continuaba dentro del margen de pandemia por el Covid-19, que limitaba la movilidad. Esto hizo que fuera un poco difícil obtener muestras de campo. Además, del clima lluvioso correspondiente a ese periodo de tiempo, y las ondas tropicales que llegaban al país, como resultado del ciclón tropical conocido como Huracán Elsa, entre otros.

Por lo cual, se realizó una investigación basada en la obtención de datos actuales públicos y tomando como referencia investigaciones ya realizadas cuyos temas de estudio se relacionaran, para poder tener un amplio concepto sobre la problemática a desarrollar. A partir de este análisis comparativo sobre las sombras, la vegetación y su influencia dentro de dos zonas urbanas de interés dentro del corregimiento de Calidonia, fue posible tener una primera

aproximación al impacto que esto genera, tanto al entorno como al peatón.

Primero se decidió realizar el análisis de campo, tratando de ir al lugar y sacar fotografías para poder comparar los espacios, pero las condiciones climáticas, no favorecieron, luego, se intentó un segundo viaje, lo cual fue favorable, en parte se pudo lograr obtener fotos donde se observaban a las personas en los alrededores de los sectores establecidos, y parte de la luz solar que incidía en los edificios adyacentes.

Es posible que un análisis en otro periodo del año ya sea en los meses entre enero hasta marzo, permita ver con mayor claridad la influencia que produce la utilización de vegetación en los entornos urbanos.

A lo largo del desarrollo del tema de investigación y los resultados que se obtuvieron, es evidente que en Panamá existe una carencia en cuanto a planificación de los entornos urbanos; muchas veces se implementa mobiliario sin tomar en cuenta las condiciones climáticas de nuestra región, y en otros casos, no implementan vegetación, dando como resultado un entorno no agradable para las personas. Hay que tomar en cuenta, al momento de realizar una propuesta de urbanismo, todos los factores que rodean el proyecto, con el fin de lograr una armonía entre lo nuevo y lo existente, para poder generar espacios de agrado para toda persona que transite y visite el sector.

5. CONCLUSIÓN

Lecturas del entorno:

La lectura del entorno del corregimiento de Calidonia ha permitido conocer puntos importantes del mismo. Por medio del mapa de llenos y vacíos identificamos la fuerte presencia de espacios edificados, y a su vez en el mapa de áreas verdes, los pocos espacios que cuentan con vegetación, contando con: 0.8 % de parques, 0.1% de árboles y 3.1% de Área permeable.

De igual modo, se visualizaron las servidumbres, notando que la mayoría de ellas cuenta con dimensiones de 15 a 16 m, mientras que, las de mayores dimensiones van de 25 m a 50 m, estando dentro de esta categoría: Av. Perú, Av. Justo Arosemena, Av. México y Av. Balboa. En el lugar estudiado se encuentran 19 paradas de buses y 3 estaciones del Metro de Panamá.

Entre los principales usos del corregimiento de Calidonia están: oficinas de gobierno, servicios públicos, residenciales y comerciales.

A través de la lectura del entorno se identificaron el sector de estudio A: Parque Belisario Porras y el sector de estudio B: estación de metro Santo Tomas. Ambos sectores se escogieron por el contraste que presentan en cuanto a presencia y ausencia de vegetación y la consecuente incidencia solar.

El entorno urbano del sector de estudio A se caracteriza por amplias aceras con la presencia de frondosos árboles, rodeado

principalmente de usos institucionales, mixtos, comerciales y residenciales. El sector de estudio B, de igual modo, cuenta con amplias aceras, sin embargo, la vegetación en el lugar es mínima, rodeado por usos institucionales, comerciales, mixtos y residenciales. Ambos sectores son frecuentemente recorridos por los peatones.

Estudio de movilidad

La visita a campo ha permitido trazar los recorridos que mayormente realiza el peatón, destacando la Av. Central, la Avenida Cuba y la Avenida Justo Arosemena como las más concurridas. En el punto 3.2, en donde se muestra en las tablas el comportamiento de las personas basado en la observación durante 40 minutos para cada lugar de estudio, se observa como en el sector A, una mayor cantidad de personas (209) suele realizar distintas actividades, en comparación, a las personas (88) que transcurren por el sector de estudio B.

Análisis de la incidencia solar en los dos sectores

- **Simulación de sombra de los dos sectores**

El análisis de incidencia solar en la simulación para el sector A (fig. 10), ha permitido observar que para los días 21 de junio y 21 de diciembre en horas de la mañana (9:00 a.m.), el área de las bancas cuenta con sombra. Para el 21 de junio a las 12:00 p.m. el sector de estudio se encuentra sin sombra y a las 3:00 p.m. se observa parcialmente sombreado. En las imágenes correspondientes al 21 de diciembre, tanto, a las 12:00 p.m., como, a las 3:00 p.m. el área cuenta con sombra, igualmente en el estudio de incidencia solar en la simulación del sector B (fig.12) ha permitido ver que para los días 21 de junio y 21 de diciembre entre las 9:00 a.m. a 12 p.m. el sector se encuentra sin sombra. Para el día 21 de junio a las 3:00 p.m. se genera una sombra en el sector de las bancas, por uno de los edificios colindantes, mientras que, para el 21 de diciembre a la misma hora, no se genera ningún espacio sombreado.

La simulación de sombras realizado ha permitido identificar que el sector de estudio A en el parque Belisario Porras (fig. 10), cuenta en la mayoría de las fechas de estudio con sombras generadas por los árboles del lugar, mientras que, para las bancas ubicadas en el sector de estudio B (fig.12) en la estación de metro de Santo Tomas, tan solo para el 21 de junio a las 3:00 p.m. cuenta con proyección de sombra provenientes de un edificio colindante

- **Estudio de Factor de Cielo Visible (SVF)**

A través del índice de SVF (fig. 12 y 13) podemos observar el trayecto del sol y el índice de cielo abierto que existe en los dos sectores seleccionados y como en diferentes escenarios, sombra y sol en el sector A, acera y calle en el sector B en relación, a la cantidad de horas del día en la cual los sectores son expuestos directamente por el sol, los

elementos como edificios altos o la vegetación pueden influir en el microclima de los espacios públicos del sector.

- **Mediciones de temperatura superficial**

En las mediciones obtenidas de temperatura superficiales se observó la importancia de la selección de los materiales utilizados en los espacios públicos y cómo influyen en el trayecto o estancia del peatón durante las horas de mayor incidencia solar.

Los resultados obtenidos del SVF en comparación con las temperaturas promedio de los sectores A y B, indican que la temperatura superficial de un material tiende a ser menor al tener un SVF bajo (próximo de 0), lo cual representa poca incidencia solar. Ej.; Todos los materiales de pavimento (aceras y calle) del sector B1 y B2 tienen temperaturas más altas que el sector A1; tanto B1 como B2 tienen SVF mayores que el sector A1.

Se ha analizado como la incidencia solar influye en el comportamiento de las personas en el entorno urbano. Como se ve en la fig. 9, ambos sectores de estudios cuentan con la presencia de mobiliario urbano como bancas, sin embargo, se observa como el sector A, ubicado en el Parque Porras, está siendo utilizado por gran cantidad de personas, mientras que, el sector B ubicado en la estación de metro Santo Tomas actúa tan solo como lugar de paso. Pudiera estar relacionado en la comparación realizada por el SVF y la temperatura superficial de los materiales (fig. 16).

Podemos concluir, a partir de los datos obtenidos que, la presencia de vegetación, edificios altos y el tipo de materiales en el entorno urbano realizan un papel importante para obtener espacios públicos adecuados.

AGRADECIMIENTOS

Este estudio se desarrolló como parte del Proyecto de investigación y Desarrollo (i+D) denominado #MUVEE PANAMA, liderado por el Investigador Principal (IP) Dr. Jorge Isaac Perén y financiado por SENACYT.

REFERENCIAS

- [1] M. Echenique. “Panamá se pone de pie”, *Banco Interamericano de Desarrollo*, 2018. [En línea]. Disponible en: <https://www.iadb.org/es/mejorando/vidas/panama-se-pone-de-pie>. [Accedido: 04-jul-2021]
- [2] N. Meili, et al. “Vegetation cover and plant-trait effects on outdoor thermal comfort in a tropical city”. *Building and environment*. Vol. 195. pp 1. may. 2021.
- [3] A. Hanafi y D. Alkama. “Role of the urban vegetal in improving the thermal comfort of a public place of a contemporary Saharan city”. *Energy Procedia*, vol.119, pp.1. jul. 2017.
- [4] C. Alexander. “Influence of the proportion, height and proximity of vegetation and buildings on urban land surface temperature”, *International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation*, vol. 95, pp. 1. mzo. 2021.
- [5] S. da Silveira. “Daytime thermal comfort in urban spaces: A field study in Brazil”. *Building and environment*. Vol. 107. pp 1. Oct. 2016.
- [6] N. Meili et al. “Tree effects on urban microclimate: Diurnal, seasonal, and climatic temperature differences explained by separating radiation, evapotranspiration, and roughness effects”, *Urban Forestry & Urban Greening*, vol. 58, pp. 2. Mzo. 2021.
- [7] A. Karimi et al. “Evaluation of the thermal indices and thermal comfort improvement by different vegetation species and materials in a medium-sized urban park”, *Energy Reports*, vol. 6, pp. 1. nov. 2021.
- [8] M. Lezcano et al. “Evaluación de la proyección de las sombras en edificios ubicados en la calle 50 en ciudad de Panamá y su importancia para generar áreas verdes en el espacio público”, *SusBcity*, vol.2, pp.20. dic. 2020.
- [9] A. Matzarakis, F. Rutz y H. Mayer, “Modelling radiation fluxes in simple and complex environments—application of the RayMan model”. *Int J Biometeorol* 51, 323–334 (2007). [en línea]. Disponible en: <https://doi.org/10.1007/s00484-006-0061-8>

Fecha de recepción: 15 de julio de 2021

Fecha de aceptación: 20 de octubre de 2021