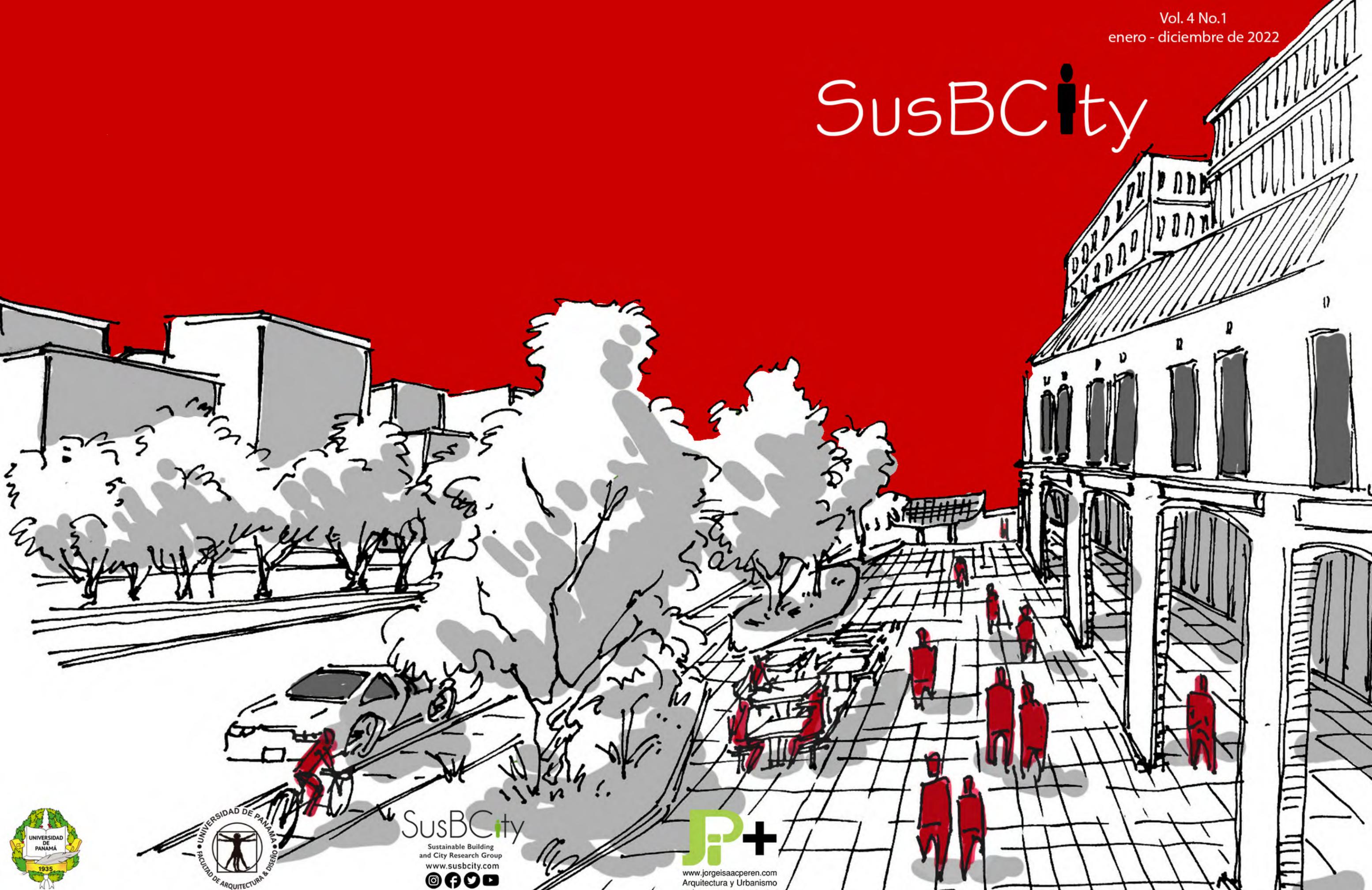


# SusBCity



SusBCity  
Sustainable Building  
and City Research Group  
[www.susbcity.com](http://www.susbcity.com)  
@ f t y

JP+  
[www.jorgeisaacperen.com](http://www.jorgeisaacperen.com)  
Arquitectura y Urbanismo

# LA INFRAESTRUCTURA VERDE Y EL PAISAJE: LA EXPERIENCIA DEL GRAN LONDRES

Camila Gomes Sant'Anna <sup>1a</sup>

<sup>1</sup> Curso de Arquitectura y Urbanismo, Universidad Federal de Goiás, Goiás, Brasil

<sup>1a</sup>cgomessantanna@gmail.com

**RESUMEN:** Los impactos socioambientales de la ocupación no planificada del territorio, desconociendo la naturaleza del lugar, han sido comprobados y con las urgencias contemporáneas del cambio climático y la pandemia, repensar el paisaje de las ciudades se ha vuelto más necesario que nunca. En este contexto, la infraestructura verde surge como una herramienta que permitiría una planificación sostenible del paisaje, es decir, promover un desarrollo urbano acorde con la capacidad de soporte de un lugar. En este artículo conceptualizaremos la infraestructura verde y analizaremos cómo se incorporó al contexto inglés a diferentes escalas, desde la local hasta la regional, a partir del análisis del proyecto del parque “Queen Elizabeth Olympic Park”. Como resultado, se observó que la infraestructura verde ayuda a promover las funciones ecológicas y socioculturales del paisaje de las ciudades.

**PALABRAS CLAVES:** infraestructura verde, paisaje, sostenible, Londres, Inglaterra.

**ABSTRACT:** The socio-environmental impacts of the unplanned occupation of the territory, ignoring the nature of the place, have been proven and with the contemporary urges of climate change and the pandemic, rethinking the landscape of cities has become more necessary than ever. In this context, green infrastructure emerges as a tool that would allow sustainable landscape planning, that is, promote urban development in accordance with the support capacity of a place. In this article we will conceptualize green infrastructure and analyze how it was incorporated into the English context at different scales, from local to regional, based on the analysis of the “Queen Elizabeth Olympic Park” Project. As a result, it was observed that green infrastructure helps to promote the ecological and socio-cultural functions of the city landscape.

**KEYWORDS:** green infrastructure, landscape and sustainable, London, England.

## 1. INTRODUCCIÓN

En tiempos del Antropoceno, donde vemos impactos socioambientales, inundaciones, sequías, deslizamientos que asolan gran parte de los territorios, el paisaje tiene un papel protagónico en la búsqueda por proteger, restaurar y promover las funciones ecológicas y económicas, así como socioculturales, de la ciudad. Con la llegada de la pandemia, los paisajes son cada vez más valorados y buscados por la población.

En este contexto, repensar el territorio de forma sostenible a través del Paisaje [...] implica no sólo comprender y valorar el lugar que habitamos y su patrimonio material e inmaterial, su registro concreto de uso, artístico y cultural, sino también revelar y potenciar las cualidades bióticas y abióticas de su entorno." [1, pp.29]

Planear y diseñar con el paisaje en su complejidad se ha visto como una forma de promover y proteger la red sociocultural y ecológica verde, que invierte el sentido de la planificación tradicional, en línea con los objetivos de

desarrollo sostenible (ODS), especialmente Ciudades y Comunidades Sostenibles. (11)[2,3 e 4].

Para ello, la infraestructura verde—*green infrastructure* (IG) se consolida como una herramienta de planificación y diseño del paisaje. Esta infraestructura, en una definición más amplia, es capaz de adaptarse a cada contexto. También incluye los llamados sistemas verde y azul en una red que promueve los procesos naturales, integrándose con la infraestructura construida en el territorio, con el fin de garantizar el derecho al paisaje para todos. [1].

La infraestructura verde es una herramienta multifacética para pensar la planificación y el diseño del PAISAJE, con el objetivo de crear una red de sistemas verdes y azules en el territorio, involucrando: la acción humana en armonía con los procesos naturales y sus características; significado y percepción, de uso estético, cultural y patrimonial [1, pp.101].

El debate sobre la planificación y el diseño del paisaje en la ciudad-región de Londres se inició históricamente a partir de la propuesta del Greater London Plan de 1944, coordinado por Patrick Abercrombie (1879-1957) con aportes de John Henry

Forshaw (1895-1973). Desde entonces, este planeamiento y proyecto se ha ido actualizando y profundizando con el fin de anticipar la expansión urbana de la ciudad, conservando y potenciando su sistema de espacios libres, en especial su rico conjunto de zonas verdes conservadas desde el siglo XIX.

En la última década, como resultado de una asociación público-privada, este debate sobre la planificación y este proyecto de paisaje se convirtió en la promoción de la “ciudad en un parque”, siendo Londres la primera ciudad parque nacional del mundo 104 – “national city park”. Con el objetivo de potenciar el desempeño y ampliar en un 47% las áreas verdes que conforman el paisaje de su territorio, en 2012 se desarrollaron estrategias metodológicas utilizando como herramienta la infraestructura verde.

En el contexto de este trabajo, presentaremos brevemente cómo se incorporó la infraestructura verde en el contexto inglés como una estrategia de diseño y planificación del paisaje a múltiples escalas, desde la escala regional del Gran Londres hasta el sitio del proyecto del parque “Queen Elizabeth Olympic Park”.

## 2. LA PROPUESTA “ALL GREEN GRID”(ALGG) PARA EL GRAN LONDRES

“Si miraras a Londres desde la estratosfera, te sorprendería lo verde que es, con espacios abiertos grandes y pequeños, formales e informales, grandes y pequeños, que ayudan a definir y dar forma a la ciudad. Aquí, desde abajo, observamos estos espacios por todo lo que contribuyen a la calidad de los lugares en los que vivimos, trabajamos o visitamos. Lo que pretendemos hacer es mirarlos juntos, asegurando que se maximice la contribución que hacen a la calidad de vida, el medio ambiente y la economía. El término “infraestructura verde” puede parecer extraño, pero dada la escala y el alcance de los beneficios que estos espacios aportan a nuestra ciudad y sus barrios, es vital que los veamos como parte integral del metabolismo de la capital, como las carreteras, los ferrocarriles y el agua. entubado” [5, pp. 4 , nuestra traducción]

En 2012, la estrategia metodológica Red Toda Verde - “All Green Grid” (ALGG) - presentó una propuesta regional de infraestructura verde, que estructuró el paisaje del territorio, articulando áreas de expansión urbana, vivienda, trabajo y movilidad, así como queda claro en el fragmento siguiente:

Los parques y espacios verdes existentes formarán parte de una red de infraestructura verde integrada, planificada, diseñada y administrada para proporcionar funciones estratégicas y necesidades locales. Se conectará sin problemas a la infraestructura verde más allá de los confines de Londres; todas las áreas de regeneración urbana y los principales desarrollos urbanos incluirán infraestructura verde (como techos y paredes verdes) diseñada, entre otras cosas, para mantener fresca la ciudad, gestionar las aguas pluviales y promover la salud; muchas calles, incluidas las principales, se

convertirán en espacios de dominio público más verdes, donde la caminata y el ciclismo tendrán prioridad; más de los ríos ocultos de Londres se han eliminado de las tuberías o canales de hormigón para controlar las inundaciones, mejorar la calidad del agua y mejorar la ecología del río; todos los londinenses tendrán cerca una infraestructura verde accesible y de buena calidad de la que puedan estar orgullosos; tomaremos decisiones de infraestructura verde basadas en la evaluación del capital natural ([5, pp.2, nuestra traducción]

La propuesta parte de la identificación y articulación de 4 elementos (cuerpos de agua, oportunidades para crear nuevos parques, conectores ecológicos y definir y proteger paisajes) que, a través de una lectura de las capas físicas, económicas y socioculturales que construyen el territorio, pretende definir y articular cuatro elementos como piezas claves para su desarrollo que se resumen de manera sintética:

Identificar y mejorar los cuerpos de agua existentes y otros corredores verdes (incluidos los del río Támesis); establecer espacios abiertos e identificar oportunidades para la creación de nuevos parques como el Parque Regional Wandale Valley; identificar y valorar los conectores y corredores existentes y propuestos, como el London Riverside Link; y, definir y proteger los paisajes que generalmente se ubican en el borde de Londres y su tránsito entre diferentes límites administrativos y áreas vecinas e incluyendo constantemente la franja urbana degradada. [6, pp.12, nuestra traducción].

En este contexto, el Centro de Información sobre Áreas Verdes del Gran Londres - Green Space Information for Greater London CIC (GiGL) recopiló, analizó y compartió datos sobre las áreas verdes de la ciudad, con el fin de apoyar las prácticas de planificación y toma de decisiones. Usando el sistema GIS, crearon mapas temáticos que identificaron las múltiples capas de su paisaje: se caracterizaron los espacios abiertos existentes, sus escalas de enfoque (regional, metropolitana, vecinal, local, para mapear las discapacidades, teniendo la cuenca hidrográfica como base)

Luego, se abordó y cartografió el territorio, a partir de algunas temáticas: acceso a la naturaleza (que definen áreas de gran biodiversidad y preservadas), puntos que inciden en la salud de la comunidad (relacionados con espacios abiertos y equipamientos públicos de esparcimiento y escuelas), zonas de cinturón verdes y periferia urbana, lugares de patrimonio y paisajes arquitectónicos, acceso a espacios abiertos (regionales y locales), conexiones físicas (relacionando espacios abiertos y movilidad), procesos naturales y paisaje (identificación de unidades de paisaje); áreas de paisajes productivos (desde huertos urbanos hasta grandes áreas agrícolas), áreas que necesitan adaptarse a los impactos del cambio climático (áreas inundadas de espacios abiertos, áreas baldías o abandonadas – brownfields; áreas para proyectos de vivienda estratégicos y áreas costeras).

Como resultado de la superposición de estas lecturas, se define una red sociocultural y ecológica, denominada All Green Grid, caracterizada por espacios verdes abiertos y multifuncionales, destinados al desarrollo urbano de la ciudad

hasta 2031, cuando habrá alrededor de 1,2 millones de habitantes y, aún, adaptarla al cambio climático. En esta propuesta se observa el papel de la red hídrica en la definición de los principales corredores y conexiones (en las flechas esquemáticas en azul), en sentido horizontal, especialmente en lo que se refiere a la zona Támesis, que dialoga con los ríos que forman la parte superior del territorio verticalmente.

Para detallar mejor la estructuración de la red verde identificada, se aplicaron los mismos pasos metodológicos en 11 áreas estratégicas que conforman la red de infraestructura verde definida. Denominadas Áreas de Redes Verdes - Green Grid Areas 113 (GGAs) que, a su vez, son objeto de planificación y diseño. Estas áreas tienen como objetivo conectar el Támesis con las principales áreas de trabajo y vivienda además de expandirse en seis áreas creadas en East London Green Grid (ELGG) en 2006.

Para cada área, el objetivo fue profundizar las intervenciones que fortalecerían la multiescalaridad, identificando fortalezas y debilidades y definiendo cómo las estrategias pueden traducirse en diseño urbano. Para comprender mejor los pasos metodológicos, establecidos a escala regional, analizaremos el área 01, de Lea Valley y Finchley Ridge.

Se eligió este área porque presenta una oportunidad para comprender el tema de la multiescalaridad, es decir: cómo el mismo enfoque definido a nivel regional, durante la planificación, se desarrolla en términos locales hasta el proyecto (diseño). Esta estrategia se consolida como un área de gran desarrollo urbanístico, con el objetivo de promover la integración entre las áreas urbanas y rurales del Gran Londres.

### **3. DISCUSSIONES: LA APLICACIÓN DE LA ESTRATEGIA EN EL PLANEAMIENTO DE LA INFRAESTRUCTURA VERDE DEL PAISAJE: LEA VALLEY Y FINCHLEY RIDGE**

En este área, compuesta por las regiones de Lea Valley y Finchley Ridge, las lecturas se realizaron con el fin de apoyar los objetivos que guían la expansión y regeneración urbana y, al mismo tiempo, promover la conectividad física y ecológica con la gran región de Londres.

Con base en la misma lectura que se realizó a escala de ciudad-región, se identifican las debilidades y potencialidades de la zona, utilizando la cuenca hidrográfica. Aborda temas como el potencial de adaptación ante las inundaciones provocadas por el cambio climático, las conexiones físicas, el acceso a los espacios abiertos y la naturaleza (áreas de preservación ambiental), los procesos naturales y el paisaje, la ciencia en las áreas verdes tanto a nivel local como vecinal y aquellas con nivel metropolitano y regional.

Toda esta información fue superpuesta, junto con la

identificación de los principales polos de desarrollo existentes en el territorio - clusters, que pudieran servir como punto de partida para la estructuración de acciones para la construcción de la red de infraestructura verde, uno de los ejemplos de esta desplegándose a escala local, se encuentra el parque “Queen Elizabeth Olympic Park”.

### **4. EL PARQUE “QUEEN ELIZABETH OLYMPIC PARK”**

El parque “Queen Elizabeth Olympic Park” se ubica en la región de East London en Londres. Desarrollado para los Juegos Olímpicos y Paralímpicos del 2012, el parque dialoga con el Río Lea en el área de su valle y Finchley Ridge y con el Río Támesis y sus lugares turísticos, culturales e históricos más importantes. (ver Figura 1)

El diseño naturalista y audaz del parque innova al proponer formas que acompañan las características del terreno y favorecen sus recursos naturales. Al llegar a la estación del metro más cercana de la región norte del parque, Lea Bridge, este surge en nuestra vista como un gran pulmón verde, marcado por su paisaje líquido, como se observa en la imagen a lo alto.



Figura 1. Parque “Queen Elizabeth Olympic Park”.

Entrando por North Park, los caminos (ver Figura 2) nos invitan a establecer una relación más cercana con el agua, más allá de la mirada desprevenida. Somos llevados a sentarnos en el césped, apreciar el sol, andar en bicicleta, buscar el ruido del agua.



Figura 2. Um dos acessos ao Parque “Queen Elizabeth Olympic Park”.



**Figura 3.** La relación con el agua en el Parque “Queen Elizabeth Olympic Park”.



**Figura 4.** Áreas reverdecidas con espacios para que jueguen los niños en el Parque “Queen Elizabeth Olympic Park”.



**Figura 5.** El uso de variadas especies arbóreas, herbáceas y gramíneas nativas en el Parque “Queen Elizabeth Olympic Park”.

Diferentemente de otros lugares en la capital, la presencia del agua y de la vegetación no son simplemente un complemento geometrizado de los espacios edificados. En este parque, es la naturaleza quien comanda el desarrollo urbano y sostenible del lugar y establece un diálogo con los alrededores. (ver Figura 3)

Además del acceso a los equipamientos culturales y deportivos, el parque introduce una infraestructura verde con espacios para que jueguen los niños, generando diferentes apropiaciones. (ver Figura 4)

El relevo del eje North Park y South Park introduce áreas de permanencia con diferentes funciones presentadas por el conjunto de caminos del parque, tanto peatonales como de ciclistas. Muchas de estas rutas nos llevan a los márgenes de los canales y del río Lea, que se desbordan en la temporada de inundaciones.

En el área North Park, el uso de variadas especies arbóreas, herbáceas y gramíneas nativas objetiva promover la biodiversidad y la conectividad física y ecológica, haciendo referencia a los tradicionales jardines naturalistas ingleses. En el caso específico del South Park, el proyecto utiliza especies vegetales oriundas de los países que integraron los Juegos Olímpicos, así creando una propuesta contemporánea de un jardín botánico abierto, pero no aislado, y con áreas para jugar y comer. (ver Figura 5)

Los colores de las flores, las texturas verdosas de los diferentes céspedes y árboles, ofrecen espacios de refugio para que uno pueda quedarse con uno mismo, y, a la vez, de encuentro. Hay espacios para los niños con juguetes hechos de diferentes materiales y propósitos que imitan la naturaleza y se mezclan con ella, acercándonos de ella.

Este lugar nos hace reflexionar sobre el papel fundamental del paisaje para pensar las ciudades del mañana de manera inclusiva y sostenible. E, para a construção desta paisagem é fundamental a construção de uma estratégia holística e multiescalar e a infraestrutura verde surge como una herramienta para esta construcción.

## 5. CONCLUSIONES

La infraestructura verde es una nueva herramienta para pensar en la planificación del Paisaje Sostenible, que con el

advenimiento del Antropoceno y la Pandemia. En Inglaterra, la incorporación de infraestructura en el Gran Londres, a través de la estrategia holística All Green Grid, se integra con I infraestructura urbana construida.

Esta estrategia definida a escala regional se traduce en espacialidades a escala de ciudad, barrio y parque, demostrando la importancia del principio de multiescalaridad.

A escala local, se observa que el proyecto del parque incorpora las estrategias, traduciéndolas en una infraestructura verde multifuncional que incorpora un amplio programa de necesidades, lo que generó la incorporación de la población.

## AGRADECIMIENTO

Agradecemos a Cnpq por financiar el desarrollo de esta investigación y a Renata Ferrari Novato por la traducción.

## REFERENCIAS

- [1] C. SantAnna. “The green infrastructure and its contribution to design city landscape. University of Brasília, Brasília, PhD - Graduate Program in Architecture and Urbanism; Faculty of Architecture and Urbanism, 2020.
- [2] B. Pons. “La infraestructura verde como base de la resiliencia urbana” (2017). *Facultad del Arquitectura e Urbanismo del Politécnico de Madrid* (PhD), 2013.
- [3] D.C. Rouse, I.F. Bunster-Ossa. “Green Infrastructure: A Landscape Approach”. *Chicago: APA Planners Press*, 2013.
- [4] I. Mell. “Green Infrastructure: Concepts, Perceptions and Its use in Spatial Planning”. *University of Newcastle, PhD* Jun. 2010.
- [5] GREATER LONDON AUTHORITY. Green Infrastructure task report. Natural Capital: investing in a green infrastructure for a future London. London, 2015. [en línea] Disponible em: <https://www.london.gov.uk/sites/default/files/gitaskforcereport.hyperlink.pdf> Acceso 14 jun 2019.
- [6] MAYOR OF LONDON. All London Green Grid. The Arcadian Thames. Area Framework. London: Mayor of London, 2012.

Fecha de Recepción: 30 de noviembre de 2021

Fecha de Aceptación: 19 de enero de 2022

# COVID-19 PANDEMIC AND THE IMPACT ON MILLENNIALS AND GEN Z DAILY ROUTINES

*Annisa S. Riska<sup>1</sup>, Widiyani Widiyani<sup>1a</sup>, Angela U. Paramitasari<sup>1b</sup>*

*<sup>1</sup> School of Architecture, Planning and Policy Development, Institut Teknologi Bandung, Indonesia*

*<sup>1a</sup> widi.yani@office.itb.ac.id*

**RESUMEN:** Durante la pandemia de covid-19, nuestra rutina diaria ha cambiado. Muchas actividades al aire libre se han reubicado en actividades interiores en el hogar como resultado de la interrupción, incluidas las rutinas diarias al aire libre, como trabajar o estudiar, divertirse y hacer deporte. El objetivo de este estudio es resaltar cómo los Millennials (Generación Y) y la Generación Z difieren en sus rutinas diarias. Mediante una encuesta en línea, este estudio realizó a 464 encuestados indonesios que habían tenido experiencia trabajando en casa. Los hallazgos muestran que durante la pandemia de Covid-19, ambas generaciones mejoraron nuevos hábitos en las áreas de entretenimiento y actividades deportivas bajo techo. Las personas se vuelven críticas con el tamaño y la satisfacción del espacio en su hogar después de pasar más tiempo en casa de lo habitual. El presente artículo contribuye al desarrollo de la literatura sobre la teoría generacional y el impacto de la pandemia de Covid-19.

**PALABRAS CLAVES:** Millennials, Gen Z, Teoría generacional, Covid-19, Comportamiento de la rutina diaria.

**ABSTRACT:** During the covid-19 pandemic, our daily routine has changed. Many outdoor activities have been relocated to indoor activities at home as a result of the disruption, including outdoor daily routines such as working or studying, having entertainment, and doing sport. The goal of this study is to highlight how Millennials (Gen Y) and Gen Z differ in their daily routines. Using an online survey this study conducted 464 Indonesian respondents who had experiences working at home. The findings show that during Covid-19 pandemic, both generations improved new habits in the areas of entertainment and indoor sport activities. Individuals become critical of the size and satisfaction of space in their home after spending more time at home than usual. The present paper contributes to the development of the literature on generational theory and the impact of Covid-19 pandemic.

**KEYWORDS:** Millennials, Gen Z, Generational Theory, Covid-19, Daily Routine Behavior.

## 1. INTRODUCTION

Most people spend half of their day outside their house, especially on workdays, doing things like working or studying, watching movies, going to concerts, or participating in sports at a gym or a sports ground. An employee or a student may spend at least 8 hours per day out-of-home throughout the working day. According to a study, the amount of hours individuals spend at home, including nights, ranges between 11 and 13 hours during normal times [1]. The Covid-19 pandemic has distracted people's regular routines. Unexpectedly, people must adapt their routines and shift their activities inside the house due of the lockdown and social distancing that occurs during a pandemic.

In Indonesia, the first lockdown occurred on March 18th, 2020, forcing students and most employees to work from home, with nearly no commercial premises remaining open. People should adjust and explore for alternatives in the face of

a harsh break out restriction. Switching activities to the house has grown easier thanks to technological advancements. Because practically all daily activities should be completed at home, some daily routines may be altered to accommodate new habits. This could be followed by the acquisition of new household essentials.

The purpose of this study is to contribute to a better understanding of the daily activities before and during the pandemic. Because Millennials and Gen Z have had more internet and technology exposure than prior generations [2] [3] and because millennials will soon become the world's largest population group, this study will investigate millennial and Gen Z daily routines. The purpose of this research is to determine the similarities and differences in work, leisure, and sports activities between these two periods of time, as well as to investigate new habits that emerge during the Covid-19 Pandemic.

The following is the structure of the research. The literature review discusses generational theory and daily activities, with an emphasis on Millennials and Generation Z. Following that, the methodology will be discussed. The results are presented last, followed by a discussion and a conclusion.

**Generational Theory**

Because both cohorts have a strong relationship to technology, recent talks concerning generation cohorts have largely focused on Millennials (Gen Y) and Gen Z. In this study, Gen Z refers to individuals born after 1995, whereas Millennials, sometimes known as Gen Y, are defined as those born between 1980 and 1995. Millennials who are actually the second generation of Baby Boomers are capable to work with technology. While Gen Z are those who really enjoy technology in a social media era [3][4]. Previous research on everyday behavior has shown that every generation has considerably distinct activity-time use trends [5]. This study conducted in the US on activity patterns among three age groups, the 18-24-years-old age group is more likely to spend time on education than on work. The 25-34-year-old age group is the one that spends the most time working outside the house. When it comes to sport and exercise activities, 18-24-year-olds spend the most time doing so, while 35-54-year-olds spend the least [5].

When the Covid-19 Pandemic strikes and individuals are forced to work from home and limit their social interactions, Millennials and Gen Z, who grew up with connectivity, openness, and unrestricted access to technology, may not have experienced the "new normal" as Baby Boomers and Gen X did [4]. As a result, the focus of this article will be on two generations in order to learn more about new habits that may affect the post-pandemic home.

**2. METHODS**

In May 2020, this study conducted an online survey for three weeks to Indonesian respondents after the government officially closed all schools and universities on March 18th. The questions compared everyday routines in normal times and during the lockdown pandemic for three activities: working or studying, having entertainment, and sports. Respondents were also asked to describe their feelings when performing those tasks at home. A total of 464 respondents completed our survey from all around Indonesia. As it can be seen on Table 1 the sample consisted of 57% Millennials and 43% Gen Z, and the sample's majority living on Java island (83.5%).

**3. RESULTS AND DISCUSSION**

The data presents 59% of Millennials and 41% of Gen Z. On both generations, female responders account for more than 54.5 percent of the total. Because Millennials are older than

Gen Z, it makes reasonable that they work about 90% of the time, but Gen Z only works 15% of the time and spends the majority of their time studying (85%). In terms of occupation, Millennials working at home had more than 54% of their experiences between 30 and 60 days, and more than 35% of their experiences between 60 and 90 days during the lockdown pandemic. On the contrary Gen Z working at home between 30 and 60 days had only 36%, while those who had experiences between 30 and 60 days are 57%. For both generations, the percentage of respondents who spent fewer than 30 days or more than 90 days at home is less than 9%. There are certain variances in socio-demographics that may have an impact on data interpretation. Full details of the sample demographic characteristics can be found in Table 1.

**Table 1.** Respondents' Socio-demographics

		Millennials (Gen Y) (59%)	Gen Z (41%)
Gende	Female	54.5%	60%
	Male	45.5%	40%
Occupation	Working	90%	15%
	Studying	8%	85%
	not working nor studying	2%	0%
How long have you work-at-home	<30 days	9%	6%
	between 30-60 days	54%	36%
	>60-90 days	35%	57%
	>90 days	2%	1%

**3.1 Working or Studying**

As seen on Figure 1 the findings revealed that Millennials spent an average of 12.7 hours more time in the house on weekdays than Gen Z. (10.9 hours). Millennials spent 17.2 hours in the house on average on weekends, while Gen Z spent 16.4 hours. Our findings revealed that Gen Z, who are younger and more likely to be unmarried, are more adaptable and mobile than Millennials, who may marry and have children. As a result, Gen Z preferred to engage in activities outside of the home. During the pandemic, both generations spent an average of over 22.4 hours on weekdays and over 23.2 hours on weekends. The findings were similar to those of a study in Italy, which found that most people spent between 20 and 24 hours at home [1]. This means activities between these two generations spent in the house could be comparable.

When it came the convenience of working from home, millennials agreed more than Gen Z (see Figure 2). Although both generations are familiar with technology that is commonly used while working from home, Gen Z appears to dislike being forced to work from home more than Millennials.

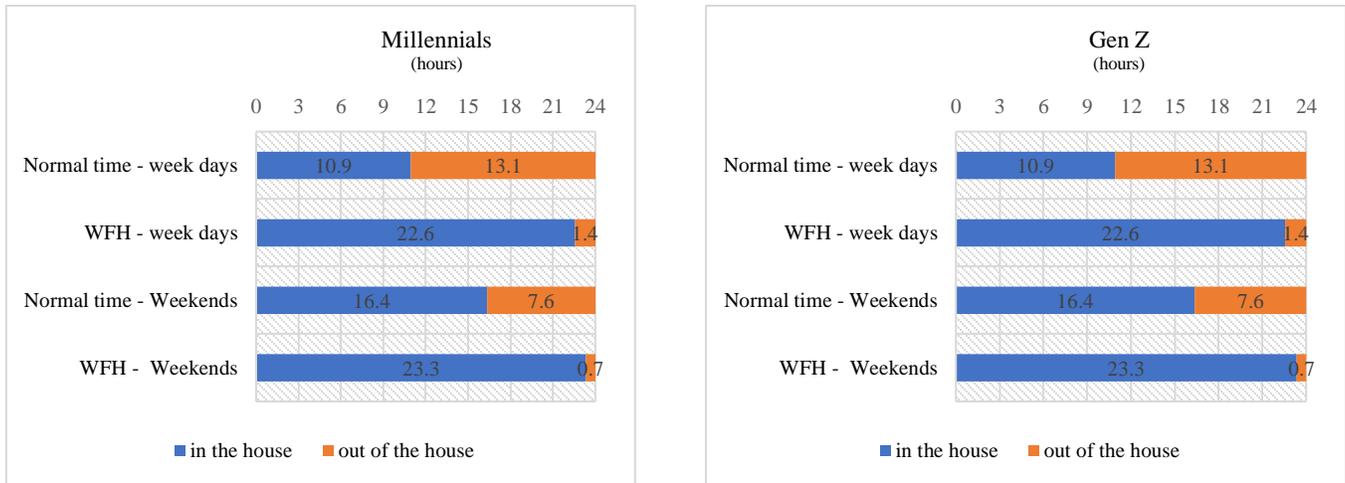


Figure 1. Duration Time in-the-House and out-of-the House (hours)

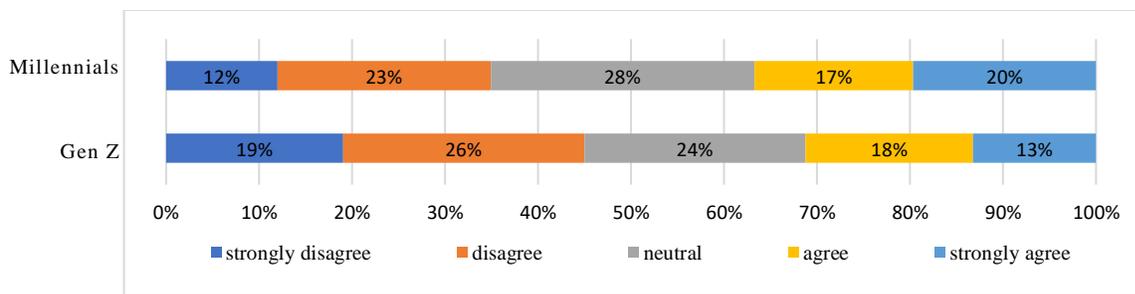


Figure 2. The Convenience of Working/ Studying from Home

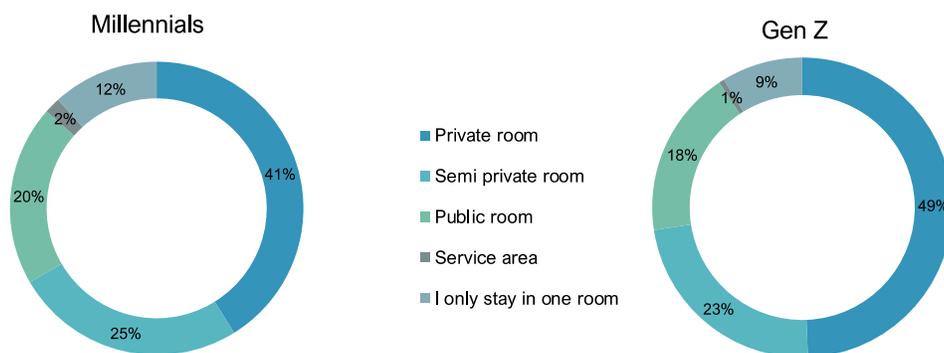


Figure 3. Area for Working/ Studying at Home

As seen in Figure 3 while working from home, Millennials and Gen Z used their private rooms, such as sleeping or working rooms, to work or study (41% and 49%). About 25% of Millennials and 23% of Gen Z still work or study in a semi-private setting like a living room or dining room. The

percentage of people who work or study in a public area at home, such as a foyer room or terrace, or a service area, such as a kitchen or garage, is less than 20% for both generations. Those who live in a studio or a room make up fewer than 12%

of Millennials and 9% of Gen Z. Individuals require a personal space in which to work or study.

When asked how satisfied they were with the space they used for working or studying, the results showed that satisfaction was lower during the pandemic than at regular times (see Figure 4). Surprisingly, both generations agreed that the optimum size of a workspace for working and learning was smaller than what they have presently (see Table 2). This could be attributed to the fact that modern working or studying methods necessitate compact tools such as paperless, and books have been substituted by e-books.

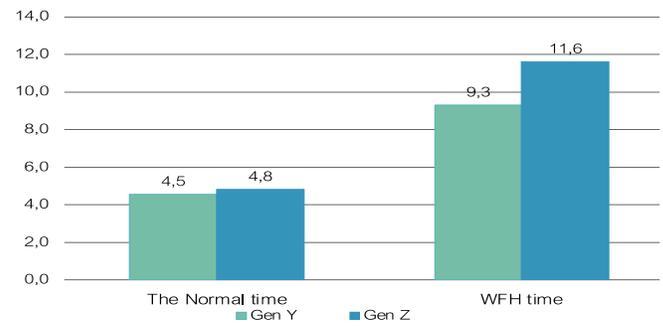


Figure 5. Frequency of Having Entertainment

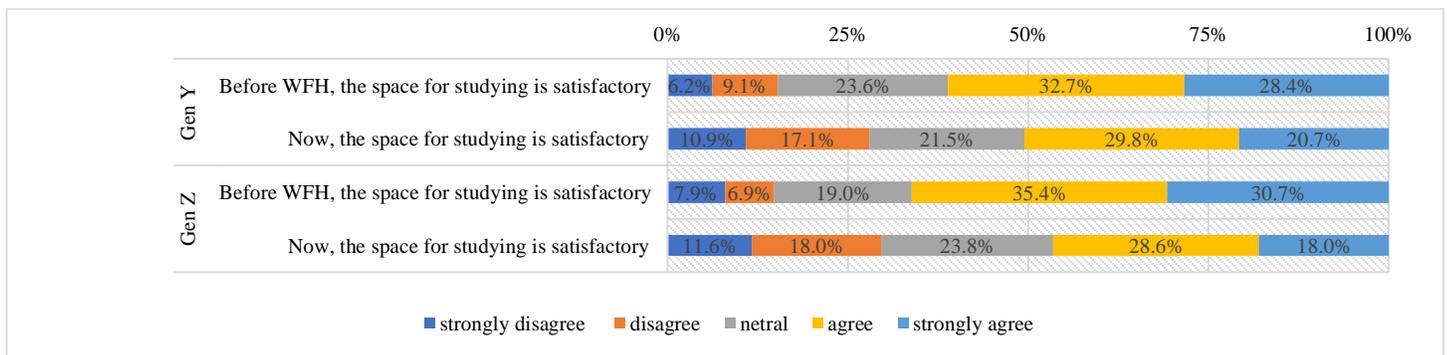


Figure 4. Satisfaction on Working or Studying's Area at Home

Table 2. The Room's Size for Working or Studying

	Millennials	Gen Z
the present size for working or studying	∑ 9.4 sqm	∑ 13.7 sqm
the ideal size for working or studying	∑ 9.0 sqm	∑ 13.2 sqm

### 3.2 Having Entertainment

During the Covid-19 pandemic, both generations increased their frequency of having entertainment like as watching movies or music concerts at home two times higher than the normal time; millennials viewed movies nearly 9.3 times per month, while Gen Z did so more than 11.6 times per month (see Figure 5). It appears that working from home has resulted in the development of new habits such as watching movies at home on a regular basis.

Both generations, however, disagreed that watching movies or concerts at home is comfortable; both generations wanted a larger living room than the current one. Millennials in contrast to Gen Z expected larger size. Both generations are wary of having entertainment at home, with Gen Z disagreeing more than Millennials (Figure 6). As a result, just because Gen Z watches movie at home, it does not guarantee they enjoy it.

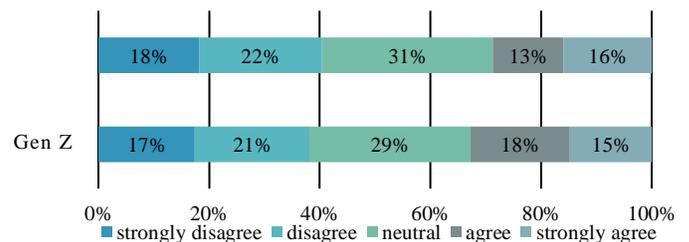


Figure 6. The Convenience of Having Entertainment at Home

Before and after the pandemic, Millennials and Gen Z expressed lower satisfaction with having entertainment at home, indicating that both generations were less satisfied with the size. They discovered the room that used to satisfy them, but it no longer does (see Figure 7). When it came to the ideal room size, Millennials demanded a larger space than Gen Z. This could be because Millennials who are older than Gen Z already have families.

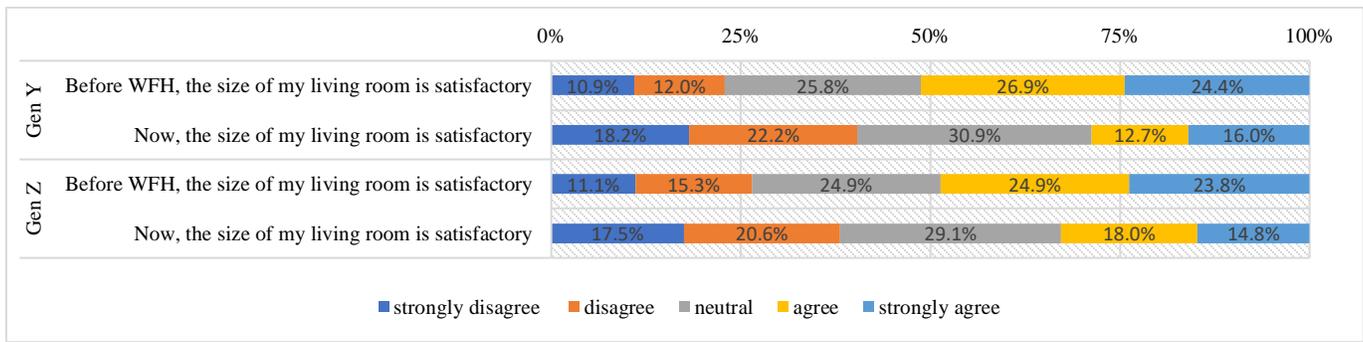


Figure 7. The Satisfaction of Having Entertainment at Home

Table 3. Area's Size for Having Entertainment at Home

	Millennials	Gen Z
The current room for having entertainment	14.6 sqm	15.8 sqm
The ideal room for having entertainment	24.4 sqm	20.4 sqm

### 3.3 Doing Sport

The questions asked two kind of individual sports, namely outdoor sports (running or cycling) and indoor sports (yoga, gym, aerobics). Millennials were more likely than Gen Z to engage in activities such as outdoor or indoor sports during normal time. Surprisingly, during the pandemic, Millennials decreased their participation in outdoor sports while increasing their participation in indoor sports. While Gen Z is slightly less likely to participate in outdoor sports, they are much more likely to participate in indoor sports (see Figure 8). New habits related to doing sport emerged as a results of a shift of outdoor sport routines.

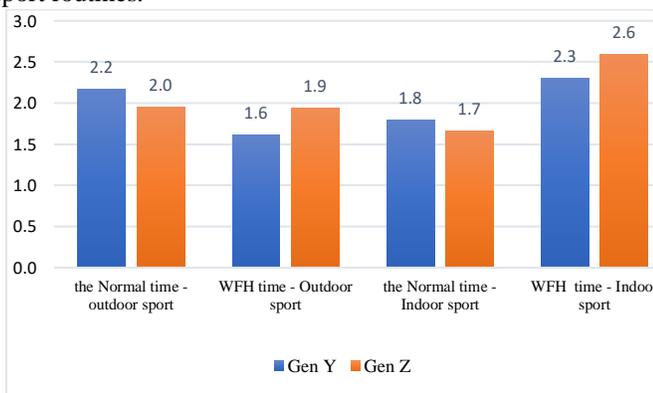


Figure 8. Frequency of Doing Sports per-Week

The results revealed that, as a result of the lockdown, respondents tended to shift their outdoor sports to indoor sports, with higher indoor sport frequency during the lockdown than during the normal one. Both generations agreed that indoor sports were more convenient than outdoor sports to do at home. It is not a surprise that outdoor sports were not convenience to do at home, as not every respondents have a space at home to do outdoor sports. Indoor sports were agreed to be more convenient to do at home than outdoor sports by both generations. Outdoor sports were not convenient to do at home, which is not surprising given that not everyone has a space at home to do outdoor sports.

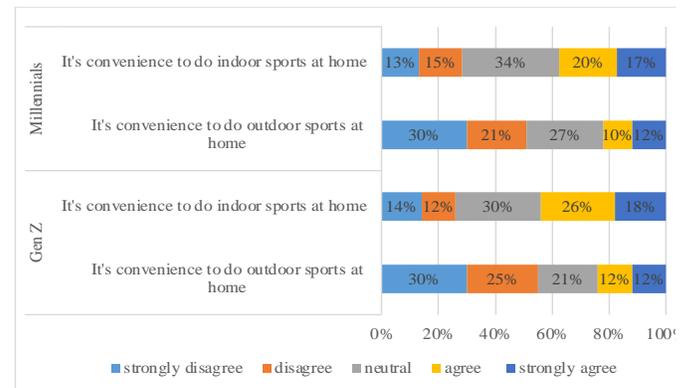


Figure 9. The Convenience of Doing Sports at Home

## 4. CONCLUSION

Our everyday routine has been interrupted by the Covid 19 epidemic. Most activities that would ordinarily be done outside the house should be done inside. People must adapt and improve in novel ways with the help of technology in order to undertake daily activities such as working or studying, having entertainment, and sport at home.

Some new habits emerged as a result of new routine during work-at-home that may have an impact on space's requirement at home. The more time individuals remain in a room, the higher their comfort expectations are, including space's size,

appliances, ergonomics and comfort. Since individuals have new habitual activities which forces them to be less mobile, houses become more relevant as a place to live rather than a place to transit. Due to the lockdown and social distance, Millennials and Gen Z increased their frequency on entertainment activities and indoor sports than they did in the past. This indicated that post-pandemic entertainment businesses, such as cinemas, should devise new strategies to compete with the convenience of having entertainment at home. The findings of this study revealed that Millennials and Gen Z were concerned about their health and exercised more at home. It appears that a sports area will be required at home in the future.

Because new habits emerge under pressure during a pandemic, it is possible that most habits will return to normal. More research is needed at different stages of the outbreak, such as one year and two years following the outbreak, to determine whether the daily routine alterations are transitory or permanent.

## REFERENCES

- [1] I. Nardi and Palladino, “How pandemic affects occupants’ buildings perception: Questionnaires investigation and preliminary results”, in E3S Web Conf., 312, 2021, DOI: <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202131202011> Published online 22 October 2021
- [2] M. A. Islam, T. W. Cheong, D. H. M. Yusuf, and H. Desa, “Behaviours at Workplace in Penang”, *Aust. J. Basic Appl. Sci.*, 5(11), 1802-1812. 2011.
- [3] E. Chow and Z. Hassan, “The Millennials–Comparative Analysis of Factors Affecting Working Behavior of Generations Y and X in Malaysia”, *Indones. J. Contemp. Manag. Res.*, 1(1), 35-46. 2019
- [4] Deep analysis of SynergiZers, the Gen Zers that make up around 24% of the ASEAN population [online]. Available: <https://www.hakuhodo-global.com/news/hill-asean-presents-asean-sei-katsu-sha-studies-2021.html> (accessed Dec. 28, 2020)
- [5] Venu M. Garikapati, Ram M. Pendyala, Eric A. Morris, Patricia L. Mokhtarian & Noreen McDonald, “Activity patterns, time use, and travel of millennials: a generation in transition?”, *Transport Rev.*, 36:5, 558-584, 2016, DOI: 10.1080/01441647.2016.1197337

Fecha de recepción: 30 de noviembre de 2021

Fecha de aceptación: 24 de enero de 2022

# PET DE DESECHO EN SISTEMAS CONSTRUCTIVOS PARA MUROS

Lina Balderrabano-Ayala <sup>1a</sup>, J. Antonio Castillo <sup>1b</sup>, Guadalupe Huelsz <sup>2b</sup>

<sup>1</sup> Sección de Estudios de Posgrado e Investigación, Escuela Superior de Ingeniería y Arquitectura, Unidad Tecamachalco, Instituto Politécnico Nacional, Av. Fuente de Los Leones 28, Lomas de Tecamachalco, 53950 Naucalpan de Juárez, Edo.Méx. México

<sup>2</sup> Instituto de Energías Renovables, Universidad Nacional Autónoma de México, Priv. Xochicalco S/N Temixco, Morelos 62580 México

<sup>1a</sup>lina.balderrabano.a@gmail.com; <sup>1b</sup>jacat@ier.unam.mx; <sup>2b</sup>ghl@ier.unam.mx

**RESUMEN:** Se presenta un estudio del desempeño térmico de un sistema constructivo (SC) para muros formado por PET granulado (PETG) y tierra en capas diferenciadas. Se utiliza el programa Ener-Habitat con las características de un clima cálido de México y una condición de no uso de sistemas de climatización para obtener el desempeño térmico del SC con PETG y tierra. Los resultados se comparan con el desempeño térmico de otros dos sistemas constructivos comúnmente utilizados en la construcción. La comparación de los desempeños térmicos de todos los SC tiene como objetivo dar una primera aproximación de la viabilidad del uso del PET en sistema constructivos para muros.

**PALABRAS CLAVES:** PET, material sustentable, reciclado, sistema constructivo, muro

**ABSTRACT:** A study of the thermal performance of a construction system (CS) for walls, formed by differentiated layers of flaked PET (FPET) and soil, is presented. The software Ener-habitat is used to calculate the thermal performance of the SC, considering the characteristics of a warm climate of Mexico and a condition of nonuse of HVAC. The results of the thermal performance of the CS with FPET and soil are compared with the results of two CS formed by layers of materials commonly used in the construction industry. This comparison provides a first approximation of the viability of the incorporation of the FPET in CS for walls.

**KEYWORDS:** PET, sustainable material, recycling, constructive system, wall

## 1. INTRODUCCIÓN

El PET fue patentado en 1941 como un polímero para fibras textiles [1]. Hoy en día es usado principalmente para producir envases para bebidas embotelladas. México es uno de los principales consumidores de envases de PET a nivel mundial [2]. Se estima que en México se consumen alrededor de 800 mil toneladas de PET al año, con un crecimiento anual de 13% [3]. Una vez que es consumido el producto en el interior, la mayoría de los envases de PET son dispuestos en rellenos sanitarios, cauces de ríos, calles o tiraderos clandestinos, convirtiéndose en un material contaminante [3] en vez de aprovechar su potencial de reutilización y de reciclaje. Este desaprovechamiento es generalizado para la mayoría de los desperdicios en México, ya que la mayor parte son depositados en tiraderos a cielo abierto, de los cuales más del 50% son residuos orgánicos reutilizables en composta y 30% son sólidos con potencial de reutilización y de reciclaje [4]. En la

Zona Metropolitana de México se consumen por día un total de 600 toneladas de PET en forma de envases, de acuerdo al producto que contienen, 400 toneladas corresponden a refrescos, 100 toneladas a agua y 100 toneladas a aceite. Esta cantidad en toneladas representa entre 18 a 22 millones de botellas por día [2]. En 2011 se estimó una recuperación total de los envases de PET, para reutilización y reciclaje, en la Zona Metropolitana del 32% [5]. Por lo que estrategias de gestión integral de residuos sólidos a nivel nacional dirigidas a la reutilización y al reciclaje del PET son importantes para incidir positivamente en la salud pública mediante la disminución de rellenos sanitarios a cielo abierto. Además de los impactos positivos al medio ambiente y a la economía sustentable por el ahorro de materia prima y de recursos energéticos.

Actualmente en la industria de la construcción se reutilizan los envases PET como contenedores, es decir, cuando se utilizan los envases sin modificar o alterar su diseño original.

Es común que los envases se rellenen con tierra, arena u otros materiales del sitio o con mezclas de diferentes tipos de concreto. También, se reciclan los envases PET mediante los procesos de limpieza y trituración, convirtiendo el envase en fibras o gránulos de PET. Posteriormente, este material granulado de PET se utiliza como materia prima para mezclas con mortero o cemento [6]. A la reutilización y el reciclaje de envases PET para su uso en la construcción se le conoce como Construcción con Botellas, utilizada principalmente en la autoconstrucción sustituyendo a materiales típicos en muros, como el ladrillo, debido a su bajo costo y fácil acceso.

En la literatura se reportan estudios de viviendas construidas con muros de PET reutilizado, en otras palabras, sistemas constructivos (SC) con PET reutilizado donde se analiza el comportamiento mecánico estructural [7,8,9,10]. Todos los trabajos concluyen que los SC con PET tienen un comportamiento mecánico estructural adecuado.

Hay que resaltar que, los SC con PET también deben de ser diseñados para que su desempeño térmico sea el adecuado según el clima y la condición de uso o no uso de sistemas de climatización. Una vivienda energéticamente eficiente, con impactos positivos en la sustentabilidad y en el medio ambiente, es aquella que está diseñada de acuerdo al clima del lugar para generar condiciones de confort al interior [8]. En México, el consumo energético de edificios corresponde al 19% del total nacional, donde el 90% de esa energía consumida es generada mediante la quema de combustibles fósiles [11]. Por otro lado, la mayoría de las viviendas en México no están diseñadas de acuerdo al clima. Por lo que el usuario instala sistemas de climatización artificial, también llamados sistemas electromecánicos, cuando tiene la capacidad económica para hacerlo, produciendo un alto consumo de energía. Una parte importante en el diseño Bioclimático es el empleo de sistemas constructivos para muros y techos de la envolvente arquitectónica de acuerdo al clima y condición de uso o no uso de sistemas de climatización. Se ha comprobado que el uso adecuado de SC en la envolvente de las viviendas, con la combinación correcta de materiales térmicamente aislantes y materiales con masa térmica, de acuerdo a la condición de uso o no uso de sistemas de climatización, puede aumentar el confort térmico y disminuir de manera importante el consumo de energía destinada a la climatización interior [12].

De la revisión bibliográfica realizada se observa que no existe ningún estudio que analice el desempeño térmico de sistemas constructivos de capas diferenciadas de PET reciclado (granulado) para su uso en muros, ya sea en la condición de uso o no uso de sistemas de climatización. Por lo que en este trabajo se presenta el estudio de las propiedades térmicas del PET granulado (PETG) y el desempeño térmico de un SC que utiliza el PETG en capas diferenciadas. Se utiliza el programa Ener-Habitat con las características de un clima cálido de

México y una condición de no uso de sistemas de climatización para obtener el desempeño térmico del SC con PETG. Los resultados se comparan con el desempeño térmico de otros dos sistemas constructivos comúnmente utilizados en la construcción. La comparación de los desempeños térmicos de todos los SC tiene como objetivo dar una primera aproximación de la viabilidad del uso del PET en sistema constructivos para muros.

## **2. HERRAMIENTA PARA EL CÁLCULO DE DESEMPEÑO TÉRMICO DE SISTEMAS CONSTRUCTIVOS EN MÉXICO**

El Grupo de Energía en Edificaciones del Instituto de Energías Renovables de la UNAM ha desarrollado una herramienta de simulación numérica para comparar el desempeño térmico de los SC de techos y muros de la envolvente de una edificación en las condiciones climáticas de las principales ciudades de México. Utiliza el modelo de transferencia de calor dependiente del tiempo, en condiciones de uso o no uso de sistemas de aire acondicionado [14]. Esta herramienta llamada Ener-Habitat es de uso gratuito y está desarrollada para que las personas relacionadas con la industria de la construcción comparen el desempeño térmico de los materiales que conforman los SC. Ener-Habitat calcula numéricamente la transferencia de calor unidimensional en estado dependiente del tiempo de SC conformados por capas homogéneas y en dos dimensiones para SC con capas no homogéneas (como tabiques huecos). La temperatura del aire al interior y otros parámetros reportados, son resultado de la transferencia de calor exclusivamente por el SC en evaluación. El resultado no representa el que se tendría en situaciones reales en donde existen otros factores a considerar como transferencia de calor a través de toda la envolvente, mezclado no instantáneo y no uniforme del aire interior, cargas térmicas al interior por ocupación o equipamiento, ventilación natural, entre otros [13]. Ener-Habitat resulta ser una herramienta versátil y rápida (en términos computacionales) para comparar el desempeño térmico en varios climas de diferentes SC aplicados a un mismo elemento de la envolvente arquitectónica, por ejemplo, un muro con una orientación y ángulo dados o un techo con o sin inclinación.

## **3. SELECCIÓN DE LA BOTELLA PET TIPO**

En México se consumen en promedio 163 litros de refresco al año, lo que equivale a beber 466 ml diarios de refresco. De acuerdo a la consultora de mercados Canadean en promedio se consumen dos botellas por persona por día. Estos datos

muestran que 81% de los refrescos que se compran en los hogares mexicanos son de sabor cola de 600 ml. Por no contar con información oficial de la producción de botellas PET por forma y capacidad de la botella, se tomará como botella de PET tipo a las botellas de refresco de 600 ml, por ser la botella que contiene el refresco que se reporta hasta el momento como la de mayor consumo en México. Esta botella de 0.24 m de altura define el grosor del muro que se simula en el programa Ener-Habitat.

#### 4. PROPIEDADES TÉRMICAS DEL PET

Las propiedades térmicas del PET reportadas para un bloque sólido en Throne, J. [14] son para la densidad  $\rho = 1350$  kg/m<sup>3</sup>, el coeficiente de transferencia de calor por conducción  $k = 0.14$  W/mK y el calor específico  $C_p = 1884$  J/kgK.

Las propiedades térmicas del PETG se obtuvieron mediante mediciones experimentales en el Laboratorio de Transferencia de Energía y Masa del Instituto de Energías Renovables de la UNAM. Con la ayuda del KD-2 Pro, el cual es un dispositivo de mano utilizado para medir las propiedades térmicas. El equipo de medición consiste en un controlador de mano y un kit de sensores, que incluye de una y dos agujas; en este experimento se utilizó el sensor de doble aguja que mide conductividad térmica, resistividad, capacidad calorífica volumétrica específica y difusividad. Se realizaron tres tipos de pruebas que se diferencian entre sí por la forma en que se deposita el PETG en el contenedor de prueba. En la Figura 1 se muestra se muestra el PETG dentro del contenedor de muestra. El primer tipo de prueba consistió en dejar caer el PETG dentro del contenedor, en el segundo tipo se agitó ligeramente el PETG después de ser depositado y en el tercer tipo se agitó y presionó el PETG dentro del contenedor. Para todos los tipos de pruebas, una vez que se tenía el PETG dentro del contenedor se colocaba el sensor de doble aguja con la etiqueta SH-1 - 04234 10802 -04 12/21/16, se presionaba el botón iniciar para que el equipo alcanzara la temperatura de operación en un tiempo de 30 min. Después de que el equipo alcanzaba la temperatura de operación se procedía a la toma de 10 mediciones con un intervalo de 18 min entre cada una. Cada prueba, independientemente del tipo, tenía una duración de aproximadamente 210 min (3.5 horas). De cada tipo de prueba se obtuvieron 18 mediciones para cada una de las propiedades térmicas. Se realizaron 3 campañas experimentales por cada tipo de prueba, resultando un total de 9 campañas experimentales. Los valores de las propiedades térmicas se promediaron incluyendo las tres campañas de cada tipo de prueba. Los valores promedio son  $\rho = 308$  kg/m<sup>3</sup>,  $k = 0.08$  W/mK y  $C_p = 1879$  J/kgK. Se encontró que los valores de todas las propiedades térmicas no varían de forma significativa con respecto al tipo de prueba, es decir con respecto al procedimiento de cómo se depositó el PETG en el contenedor.

Por lo que, los valores promedio son los que se utilizan en el Ener-Habitat.

#### 5. PROPIEDADES TÉRMICAS DE TIERRA COMO RELLENO

Las propiedades térmicas de la tierra se obtienen del trabajo de Farouki, O. [15] para una tierra con un 50% de saturación de agua:  $\rho = 1300$  kg/m<sup>3</sup>,  $k = 0.25$  W/mK y  $C_p = 1926$  J/kgK.



Figura 1. PET granulado dentro de un contenedor.

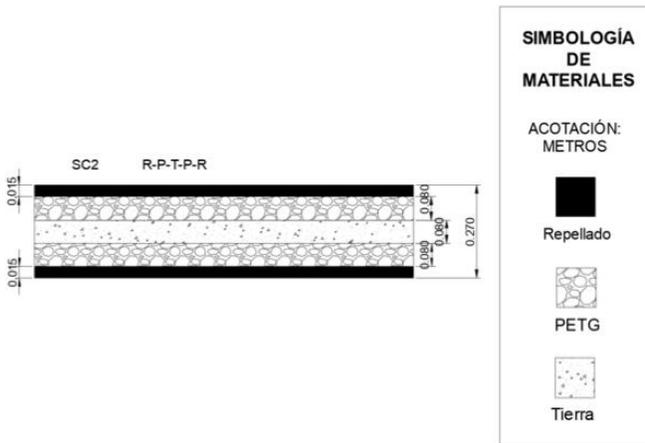
#### 6. SIMULACIONES EN ENER-HABITAT

Las simulaciones tienen la finalidad de obtener el comportamiento térmico del PETG en SC para la condición de no uso de sistemas de climatización al interior. Se llevaron a cabo simulaciones con las propiedades térmicas que se obtuvieron del PETG para un SC de muro con capas homogéneas. Se consideró un muro con orientación norte. Se utilizó el clima de la ciudad de Temixco, Morelos con condición no uso de sistema de climatización para el día típico del mes de mayo, es decir para el día que representa la época cálida. En la Tabla 1 se muestran los tres SC utilizados en la simulación. El orden de los materiales es de exterior a interior (de arriba hacia abajo). Todos los SC tienen en la cara exterior una absorptancia solar  $\alpha = 0.3$  y en ambas caras una capa de mortero cemento-arena de 0.015 m. El SC1 está formado por una capa homogénea de adobe de 0.24 m. El SC2 por una capa PETG de 0.05 m, una de tierra de 0.08 m y una de PETG de 0.08 m. El SC3 por una sola capa de concreto de 0.15 m. Los SC1 y 2 tiene un grosor mayor al de SC3 con la finalidad de representar el ancho de real de cada uno de los muros que pueden ser construidos con cada uno de los SC. Los valores de las propiedades térmicas del adobe y del concreto utilizadas en las simulaciones son los que tiene por default el programa Ener-

Habitat. En la Figura 2 se muestra el esquema de las capas diferenciadas que conforman al SC2.

**Tabla 1.** Sistemas constructivos

SC	Material	Expesor [m]	Absortancia [-]
1	Adobe	0.24	0.3
2	PETG-Tierra-PETG	0.24	0.3
3	Concreto	0.15	0.3

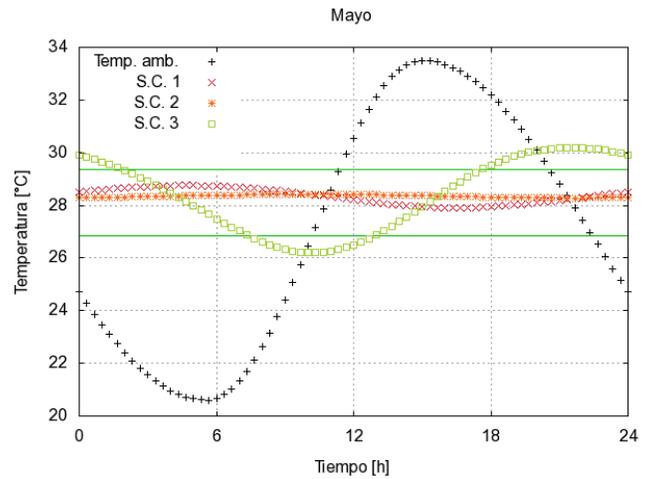


**Figura 2.** Esquema de detalle del Sistema Constructivo 2 con espesores de los materiales de las diferentes capas diferenciadas.

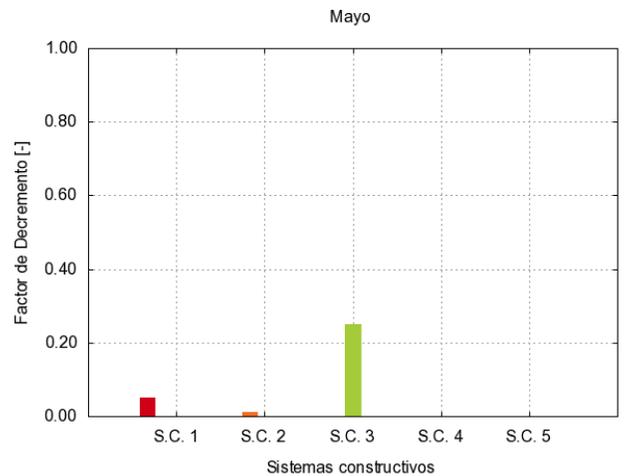
### 7. DESEMPEÑO TÉRMICO

Se utiliza el factor de decremento  $Df$  y el tiempo de retraso  $TR$  como parámetros de evaluación [12]. Para un SC se considere con un desempeño térmico adecuado con condición de no uso de sistema de climatización se deben de tener valores de  $Df$  cercano a 0 y un  $TR$  mayor a 8 horas.

La Figura 3 muestra la temperatura interior para cada SC como función de la hora. En esta gráfica se incluye la temperatura del aire al exterior. Entre dos líneas horizontales verdes se muestra la zona de confort térmico. Se puede observar que las temperaturas resultantes de los SC1 y 2 están dentro de la zona de confort térmico. La Figura 4 muestra los valores del  $Df$  para todos los SC. Los SC 1 y 2 tienen un valor de  $Df < 0.05$ , mientras que el SC3 tienen un valor de  $Df > 0.25$ . Los SC 1, 2 y 3 tienen un  $TR$  positivo con valores de 21.6, 16.2 y 7.3 respectivamente.



**Figura 3.** Evolución de la temperatura al interior dependiendo del efecto de cada sistema constructivo.



**Figura 4.** Factor de decremento.

De esta simulación se observa que el SC2 conformado por PETG tiene un comportamiento cercano al SC1 formado por adobe, es decir por un material con alta masividad térmica.

### 8. DISCUSIÓN

El SC con PETG es estudiado numéricamente en el programa Ener-Habitat en una sección de muro. Este muro representa el comportamiento por unidad de área de un muro con dimensiones reales. Los resultados deben corroborarse experimentalmente. El estudio debe extenderse para diferentes climas y para una condición de uso de sistemas de climatización. También se puede estudiar el comportamiento en elementos horizontales, por ejemplo losas.

En este estudio el SC con PET no incluye el efecto de instalaciones, elementos estructurales u otros elementos diferentes a la constitución del sistema constructivo.

## 9. CONCLUSIONES

El sistema constructivo para muros con capas diferenciadas de PET granulado y tierra muestra un desempeño térmico similar a un muro formado por una sola capa de adobe. Por lo que el uso del PET granulado en sistemas constructivos para muros tiene la ventaja de construir muros más livianos con respecto a los de adobe con un desempeño térmico adecuado para un clima cálido.

## AGRADECIMIENTO

L. Balderrabano-Ayala agradece la beca doctoral de CONACYT. J. A. Castillo agradece la beca posdoctoral del proyecto CONACYT-SENER 291600.

## REFERENCIAS

- [1] E. Morales, "Introducción a la ciencia y tecnología de los plásticos". *México: Editorial Trillas*, pp. 66-73. 2014
- [2] C. Orozco, "Problemas resueltos de contaminación ambiental, cuestiones y problemas resueltos". *Manual para el reciclamiento urbano*. 2012 [en línea]. Disponible en [http://www.elecologista.com.mx/index.php?option=com\\_content&view=article&id](http://www.elecologista.com.mx/index.php?option=com_content&view=article&id) (Consultada el 20 de abril de 2021).
- [3] Secretaria del medio Ambiente y Recursos Naturales. (SEMARNAT). Instituto Mexicano de Ecología y Cambio Climático. México: Gaceta Ecológica. 2009
- [4] E. Santiago, "Manual para el manejo de los residuos sólidos". *México: Editorial Limusa*, pp. 84-87. 2011
- [5] L. De la Rosa, J. Guzmán, C. Mendoza, D. Santiago, "Propuesta de un plan de negocio para reciclar botella PET (Tereftalato de polietileno)". *México: Editorial Trillas*, pp. 54. 2011
- [6] D. Ruiz, C. López, E. Cortes, A. Froese, "Nuevas alternativas en la construcción de botellas PET con relleno de tierra". *Colombia: En apuntes*, 25, pp. 292-303. 2012
- [7] J. Pérez, "Nuevos materiales compósitos como elementos constructivos alternativos de bajo costo para vivienda popular extrapolables a prácticas de auto-construcción". *México: Informe técnico Fondo: FOMIX Coahuila*, pp. 1-46. 2011
- [8] K. Shahzard, "Enhance mechanical properties of recycled Polyethylene terephthalat (PET) from used bottle". *Rensi*, pp. 1995-0756. 2011
- [9] L. Soares, U. Targino, N. Perazzo, "Blocks for performance of Masory Using PET Bottle seal: Acoustic, and Mechanical and evaluation", *Construction and building Materials*, pp. 1906-1915. 2011
- [10] F. Fraternali, V. Ciancia, R. Chechile, G. Rizzano, L. Feo, L. Incamato, "Experimental study of the thermo-mechanical properties of recycled PET fiber-reinforced concrete". *Composite Structures*, pp. 2368-2374. 2011
- [11] "Secretaría de Energía". (SENER). *Balance de Energía*. México. 2021
- [12] G. Barrios, G. Huelsz, R. Rechtman, J. Rojas, "Wall/roof thermal performance differences between air-conditioned and non air-conditioned rooms", *Energy and Buildings*, 43, pp. 219-223. 2011
- [13] Ener-Habitat. "Evaluación Térmica de la Envolvente Arquitectónica". 2014 [en línea] disponible en: <http://www.enerhabitat.unam.mx/> (Consultado el 01 de diciembre de 2021).
- [14] J. Throne, "Diseño y fabricación de un molde de termoformado utilizando herramientas CADCAECAM (Propiedades térmicas de materiales termoplásticos y ciertos materiales de uso común)." 2017 [en línea] disponible en: <https://es.slideshare.net/centenodaniel/diseo-y-fabricacion-de-un-molde-de-termoformado-utilizando-herramientas-cadcaecam>. Accessed: 08-13-2018.
- [15] Humphreys, A. Michael, J. Nicol y Fergus. "Understanding the adaptive approach to thermal comfort". volume 104, pages 991-1004. 1998
- [16] O. Farouki. *Thermal properties of soils*. United states army corps of engineers cold regions research and engineering laboratory hanover, USA. 1981

Fecha de recepción: 15 de diciembre de 2021

Fecha de aceptación: 26 de enero de 2022

# ALÉM DA MONUMENTALIDADE: A IMPORTÂNCIA DA DEFESA E PRESERVAÇÃO DO PATRIMÔNIO EDIFICADO LOCAL

Rodrigo Peronti Santiago<sup>1,2a</sup>

<sup>1</sup> Faculdade de Direito de Ribeirão Preto, Universidade de São Paulo, Ribeirão Preto, Brasil

<sup>2</sup> Fundação Pró-Memória de São Carlos, São Carlos, Brasil

<sup>1,2a</sup> peronti@sc.usp.br

**RESUMO:** Baseando-se no mapeamento de dispositivos legais, atos normativos e Cartas Patrimoniais, o presente artigo discute a preservação do patrimônio edificado em cidades de médio porte brasileiras, considerando as especificidades de seus bens culturais, muitas vezes caracterizados por obras modestas que, todavia, adquiriram com o tempo importante significação cultural enquanto objetos potenciais da memória coletiva de seus moradores. Ao final, apresenta uma experiência inovadora de salvaguarda patrimonial local, que pode contribuir como modelo para cidades com insuficientes (ou mesmo inexistentes) instrumentos de proteção de edificações de valor histórico e cultural.

**PALAVRAS-CHAVE:** cidades médias, direito urbanístico, identidade cultural, memória coletiva, patrimônio cultural.

**ABSTRACT:** Based on the mapping of legal provisions, normative acts and Heritage Letters, this article discusses the preservation of built heritage in medium-sized Brazilian cities, considering the specificities of their cultural assets, often characterized by modest works that, however, acquired with time important cultural significance as potential objects of the collective memory of its residents. At the end, it presents an innovative experience of safeguarding local heritage, which can contribute as a model for cities with insufficient (or even non-existent) instruments to protect buildings of historical and cultural value.

**KEYWORDS:** collective memory, cultural identity, cultural heritage, medium cities, urban environment, urban law.

## 1. INTRODUÇÃO

Embora a Constituição Federal do Brasil indique que as ações de proteção do patrimônio cultural possam ser praticadas pelos diferentes entes federativos, verifica-se, na prática, grandes disparidades entre as políticas patrimoniais federais, implementadas pelo IPHAN (Instituto do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional); estaduais, como, no caso do Estado de São Paulo, implementadas pelo CONDEPHAAT (Conselho de Defesa do Patrimônio Histórico, Arqueológico, Artístico e Turístico do Estado de São Paulo); e nos Municípios, implementadas por órgãos locais.

Em nível municipal, são nas capitais, em cidades de maior porte e em cidades turísticas que o compartilhamento de ações previsto na Constituição torna-se mais viável, dada a atuação de órgãos locais de proteção já consolidados, em contraste com

demais realidades urbanas, como muitas cidades médias, caracterizadas ainda por grande deficiência (ou mesmo inexistência) de legislação e instituições de defesa e preservação.

Como, segundo Pires [1], as forças tensionais em relação ao Direito variam, no campo da proteção patrimonial, por um lado, pela força da preservação, e, por outro, pela força do investidor do mercado de imóveis, tal deficiência, especialmente diante da recente forte tendência de aumento do consumo imobiliário em cidades de médio porte, torna os bens<sup>1</sup> culturais municipais muito vulneráveis.

Nesse quadro, verifica-se, por exemplo, que, em realidades urbanas onde o mercado imobiliário ampliou-se, iniciativas espontâneas de proteção promovidas pela própria comunidade (ainda possíveis em muitas cidades pequenas), já apresentam

<sup>1</sup> Conforme as definições presentes no art. 1º. da Carta de Burra [2], “bem” designa um local, uma zona, um edifício ou outra obra construída, ou um conjunto de edificações ou outras obras que possuam uma significação cultural, compreendidos, em cada caso, o conteúdo e o entorno que pertence.

Já “significação cultural”, segundo o mesmo documento, designa o valor estético, histórico, científico ou social de um bem para as gerações passadas, presentes e futuras.

grandes dificuldades de resistirem à dominância das regras do capital na conformação do espaço urbano, relegando ao segundo plano a valorização da herança cultural em benefício de toda sociedade, em favor de interesses mais exclusivos de proprietários ou investidores. Vale observar que esta valorização torna-se ainda mais problemática se o bem cultural em questão constituir obra modesta, não monumental, comumente associada pelo senso comum à visão de “obra menor”, sem justificativas para sua conservação.

Assim, pode-se prever que em um quadro de insuficiência (ou total ausência) de políticas públicas de proteção em nível municipal, desequilibrando as forças tensionais entre preservação e mercado, a ameaça a bens culturais locais cresce à medida que seus instrumentos de defesa se fragilizam, com consequências bastante negativas à memória coletiva da comunidade à qual pertencem. Desse modo, a função social da cidade, enquanto equilíbrio dinâmico de elementos urbanos em favor do bem-estar de seus cidadãos, que justifica “a criação de limitações ao exercício do direito de propriedade, tendo em vista a necessidade de reduzir externalidades negativas e estimular positivas em benefício de uma coletividade maior” [3], não estaria sendo cumprida.

Este é exatamente o ponto central que o presente artigo pretende abordar: a importância fundamental de políticas oficiais locais de salvaguarda de bens culturais, sejam estes monumentais ou modestos, onde se ancoram a memória coletiva de uma comunidade.

Embasando tais discussões, será realizado um breve histórico sobre o desenvolvimento de políticas internacionais de defesa e preservação de bens culturais, e como estas ações foram implementadas no Brasil, destacando-se a evolução da definição e dos parâmetros de valoração dos bens patrimoniais para além da monumentalidade.

Em seguida, será apresentada uma experiência de sucesso de proteção de patrimônio cultural em uma cidade de médio porte brasileira, que inova em suas ações de salvaguarda de bens edificados a partir da instauração de “categorias de proteção”, proposta que amplia as possibilidades de preservação da herança cultural local.

## **2. A EVOLUÇÃO DAS POLÍTICAS DE SALVAGUARDA DE BENS CULTURAIS**

Analisando os eventos e os legados da Revolução Industrial e da Revolução Francesa, “revoluções duplas” que moldariam a sociedade contemporânea, Hobsbawm [4] argumenta que, enquanto a primeira forjou um novo sistema econômico mundial a partir do século XIX, a segunda foi a principal responsável por estabelecer novas formas políticas e ideológicas. A França, impulsionada por sua revolução,

forneceria à maior parte do mundo o “vocabulário e os temas da política liberal e radical-democrática”, assim como novos códigos legais e inovadores modelos de organização técnica e científica.

Dentre os aparatos jurídicos e técnicos estabelecidos pelas instâncias revolucionárias francesas, editaram-se os primeiros decretos e instruções normativas para a conservação e defesa de monumentos históricos. As iniciais providências oficiais nesse sentido consistiram em um conjunto de leis promulgadas entre 1790 e 1795, juntamente com tentativas de inventariar e conservar obras de arte [5]. Tais providências podem ser compreendidas como reações do Estado Revolucionário ao vandalismo generalizado desencadeado pela radicalização da própria revolução, que ameaçava apagar parte significativa da herança cultural do país.

Mesmo que, no decorrer do século XIX, as pioneiras ações francesas de proteção tenham obtido êxitos variados, tais experiências se converteriam em um paradigma e em exemplo a ser seguido na implantação de políticas oficiais de defesa e conservação de patrimônio histórico para além das fronteiras do país.

Conforme Kühl [6], a França, além de criar os primeiros instrumentos legais de salvaguarda de bens culturais, também deu importantes passos em direção à concretização da restauração como campo disciplinar, formulando preceitos teóricos para guiar intervenções em obras de valor artístico e histórico, instituindo corpos técnicos especializados e estabelecendo serviços públicos específicos a esse fim. Um dos passos mais importantes na implementação destas ações foi a criação, em 1837, da Comissão de Monumentos Históricos, considerado o primeiro órgão do mundo dedicado à proteção patrimonial [5], reunindo naquela época, na França, um conjunto de obras arquitetônicas remanescentes da Antiguidade, edifícios religiosos da Idade Média e alguns castelos.

Graças à atuação da Comissão francesa, iniciou-se um importante projeto governamental que utilizou o monumento histórico “como elemento de rememoração, (...) fator preponderante na construção da identidade nacional” [5], abordagem que se converteu em um influente modelo de política de preservação, “estatal e centralizador, que se desenvolveu em torno da noção de patrimônio, de forma planejada e regulamentada, visando ao atendimento de interesses políticos do Estado” [7], concepção fundamental adotada na constituição de patrimônios históricos e artísticos nacionais pela maioria dos Estados europeus.

No cenário latino-americano, as políticas de proteção e preservação também seriam especialmente influenciadas pela experiência francesa, constituindo-se em uma estratégia oficial de construção da identidade nacional por países como Argentina, Brasil e México. Em âmbito brasileiro, produto

indissociável do panorama cultural e político presente no país durante a primeira metade do século XX, marcado pela emergência do movimento modernista e pela instauração do Estado Novo, sua implantação, segundo Fonseca [7], deu-se “com o recrutamento de intelectuais e com base em instrumentos jurídicos específicos, que delimitaram um conjunto de bens no espaço público”, atribuindo-lhes valores como manifestações culturais e símbolos da nação, tornando-os merecedores de proteção, visando à transmissão para as futuras gerações.

Assim, superando a omissão das Cartas Constitucionais de 1824 e 1891, que se mantiveram inertes sobre tutelar o patrimônio brasileiro, a Constituição de 1934, em seu Título I, “Da Organização Federal”, Capítulo I, “Disposições Preliminares” e Capítulo II, “Da Educação e Cultura”, pela primeira vez apontou a competência do Estado para “proteger os objetos de interesse histórico e o patrimônio artístico do País”. Todavia, o marco normativo fundamental nesse processo foi a edição do Decreto-Lei nº 25/1937, que, em seu artigo 1º, definiu o patrimônio histórico e artístico nacional como “o conjunto dos bens móveis e imóveis existentes no país e cuja conservação seja de interesse público, quer por sua vinculação a fatos memoráveis da história do Brasil, quer por seu excepcional valor arqueológico ou etnográfico, bibliográfico ou artístico” [8].

Para viabilizar esta nascente política federal, o Decreto-Lei também estabeleceu o Serviço do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional - SPHAN (exatamente um século após o surgimento da pioneira Comissão de Monumentos Históricos francesa), e instaurou no país o instituto do tombamento, uma forma de proteção do ambiente cultural brasileiro que, diferindo de demais restrições estatais à propriedade, seja por sua finalidade especial, ou pelo amplo conjunto de obrigações que deflagra, se destinou a limitar de modo perpétuo o uso da propriedade, pública ou privada, móvel ou imóvel, material ou imaterial [3].

Vale ressaltar que, incidindo sobre bem privado, esta limitação perpétua ao uso da propriedade não implica em sua transferência ao Poder Público, mas na instituição de um regime jurídico especial, que passou a impor “(...) obrigações de caráter geral a proprietários indeterminados, em benefício do interesse geral, afetando o caráter absoluto do direito de propriedade, ou seja, o atributo pelo qual o titular tem o poder de usar, gozar, e dispor da coisa de maneira que melhor lhe aprouver” [9].

Pode-se dizer que este regime jurídico especial, objetivando a preservação do bem cultural e sua transmissão para novas gerações, refletiu, em linhas gerais, as recomendações expressas na Carta de Atenas, a primeira carta patrimonial sobre defesa de monumentos históricos aceita internacionalmente. O documento, editado em 1931 pela

Sociedade das Nações, inovaria ao consagrar “um certo direito da coletividade em relação à propriedade privada” para fins de preservação, princípio que se tornou, ao longo do século XX, uma preocupação fundamental em relação à ocupação democrática do espaço urbano, um dos preceitos fundamentais do Urbanismo moderno.

Em retrospectiva, na sequência desta pioneira recomendação que relativizou o privado em favor do coletivo, seguiram-se outros documentos internacionais com ecos e influências para a política de preservação no Brasil, como a segunda Carta de Atenas (1933), um manifesto urbanístico produzido no IV Congresso Internacional de Arquitetura Moderna (CIAM); a Recomendação de Nova Déli (1956), resultante da 9ª. sessão da Conferência Geral da UNESCO, que definiu os princípios internacionais aplicáveis a pesquisas arqueológicas; e a Recomendação de Paris (1962), editada na 12ª. sessão da Conferência Geral da UNESCO, sobre preceitos relativos à salvaguarda da beleza e do caráter das paisagens e sítios históricos.

Entretanto, o marco fundamental deste conjunto de recomendações foi a Carta de Veneza (1964), sobre a conservação e restauração de monumentos e sítios, que, por meio de novas abordagens, expandiu a definição e os parâmetros de valoração dos bens patrimoniais, com desdobramentos importantes para a política de proteção até então realizada em âmbito brasileiro pelo SPHAN. Conforme o art. 1º. desta Carta (grifos nossos):

“A noção de monumento histórico compreende a criação arquitetônica isolada, bem como o sítio urbano ou rural que dá testemunho de uma civilização particular, de uma evolução significativa ou de um acontecimento histórico. Estende-se não só às grandes criações, mas também às obras modestas, que tenham adquirido, com o tempo, uma significação cultural” [10].

Assim, pela primeira vez, para além da “monumentalidade”, a valoração do patrimônio voltava-se também a bens considerados “menores”, passando a serem reconhecidos como igualmente portadores de fundamental importância cultural e relevância para a memória coletiva das sociedades onde se inserem. A partir deste momento, esta compreensão ampliada se faria presente em outros documentos internacionais, com destaque para a Carta de Washington (1986), sobre questões relativas a proteção de cidades históricas, que definiu (grifos nossos):

“Os princípios e os objetivos, os métodos e o instrumentos de ação apropriados a salvaguardar a qualidade de vida das cidades históricas, a favorecer a harmonia da vida individual e social e a perpetuar o conjunto de bens que, mesmo modestos, constituem a memória da humanidade” [11].

Conforme a Carta, a condição de documento histórico poderia ser atribuída seja para cidades grandes ou pequenas,

centros ou bairros históricos com seu entorno natural ou construído, que exprimem valores próprios de civilizações urbanas tradicionais, muitas delas atualmente ameaçadas de degradação, deterioração e até mesmo destruição. A salvaguarda, como parte integrante de uma política coerente de desenvolvimento econômico, a ser considerada no planejamento físico-territorial e nos planos urbanos, deveria, fundamentalmente, contar com a participação e o comprometimento de seus habitantes.

No contexto brasileiro, influenciando-se por estas novas abordagens e discussões, a Constituição Federal de 1988 destaca a tutela do patrimônio pelo Estado, definindo ações referentes à promoção, defesa e preservação de bens culturais no Título VIII, “Da Ordem Social”, no Capítulo III, “Da Educação, da Cultura e do Desporto”, relacionando, na Seção II, “Da Cultura” (art. 216), os lineamentos específicos. Tal enquadramento, conforme o texto constitucional, pode orientar Estados e Municípios, auxiliando na implantação de políticas de memória e patrimônio cultural por órgãos estadual ou municipal responsáveis pela área de cultura.

### 3. EXPERIÊNCIA LOCAL DE PROTEÇÃO DE PATRIMÔNIO CULTURAL EDIFICADO

O citado art. 216, inciso V, da Constituição Federal de 1988, que reflete a influência da evolução das políticas de salvaguarda patrimonial, destaca que além de inventários, registros, vigilância, tombamento e desapropriação, o Poder Público, com a colaboração da comunidade, poderá promover e proteger o patrimônio cultural através de outras formas de acautelamento.

Assim, apresentamos uma dessas possíveis formas, que inova na tutela de bens culturais edificados, à medida que amplia possibilidades de preservação para além de edificações monumentais, focando no conjunto de bens, muitos deles modestos, empregando, para isto, estratégias de defesa baseadas em “categorias de proteção”.

Esta forma inovadora de acautelamento vem sendo adotada com sucesso em São Carlos, cidade de médio porte do Estado de São Paulo, que, conforme discutido, são cidades muitas vezes caracterizadas pela não monumentalidade de seu patrimônio, o que geralmente implica em sua não valorização e, conseqüentemente, não proteção.

Instaurada pelo Decreto Municipal nº 271/2015, esta experiência de proteção do patrimônio edificado local estabelece graus de proteção e possibilidades de intervenção em imóveis de interesse histórico-cultural, partir de seis categorias:

- Categoria I: são edificações tombadas em quaisquer níveis (municipal, estadual ou federal) e inscritas no

Inventário de Bens Patrimoniais do Município, sendo proibida a demolição e permitidas ou não reformas, desde que seguidas as orientações específicas do processo de tombamento e da aprovação do projeto pela Prefeitura Municipal, pela entidade e conselho municipal de defesa do patrimônio, e demais órgãos competentes, federais, estaduais e/ou municipais.

- Categoria II: são edificações em processo de tombamento em quaisquer níveis (municipal, estadual ou federal) e inscritas no Inventário de Bens Patrimoniais do Município, sendo proibida a demolição e permitidas ou não reformas, desde que seguidas as orientações específicas do processo de tombamento e da aprovação do projeto pela Prefeitura Municipal, pela entidade e conselho municipal de defesa do patrimônio, e demais órgãos competentes, federais, estaduais e/ou municipais.
- Categoria III: são edificações de especial interesse histórico-cultural, inscritas no Inventário de Bens Patrimoniais do Município, sendo proibida a demolição. Em caso de reformas nesses imóveis, devem ser preservadas a volumetria, fachadas e aberturas (portas e janelas), mediante aprovação do projeto pela Prefeitura Municipal, pela entidade e conselho municipal de defesa do patrimônio, e demais órgãos competentes, federais, estaduais e/ou municipais.
- Categoria IV: são conjuntos de edificações de especial interesse histórico-cultural, sendo recomendada sua preservação, embora seja permitida a demolição e/ou reforma, mediante aprovação do projeto pela Prefeitura Municipal de São Carlos e pelo órgão municipal de defesa do patrimônio.
- Categoria V: são edificações de interesse histórico-cultural, que mantêm a maioria das características originais, sendo recomendada sua preservação, embora seja permitida a demolição e/ou reforma, mediante aprovação do projeto pela Prefeitura Municipal de São Carlos e pelo órgão municipal de defesa do patrimônio.
- Categoria VI: são edificações de interesse histórico-cultural, que ainda possuem características originais, mas que já foram muito alteradas, sendo recomendada sua preservação, embora seja permitida a demolição e/ou reforma, mediante aprovação do projeto pela Prefeitura Municipal de São Carlos e pelo órgão municipal de defesa do patrimônio.

A análise, definição e inclusão dos imóveis em uma dessas categorias obedece aos seguintes critérios:

- 1) Identificação de informações históricas: análise das eventuais plantas originais, plantas de reformas, fotografias antigas, livros, jornais, revistas, escrituras e depoimentos orais;
- 2) Análise arquitetônica: técnicas construtivas, estilo arquitetônico e espaço externo e interno;

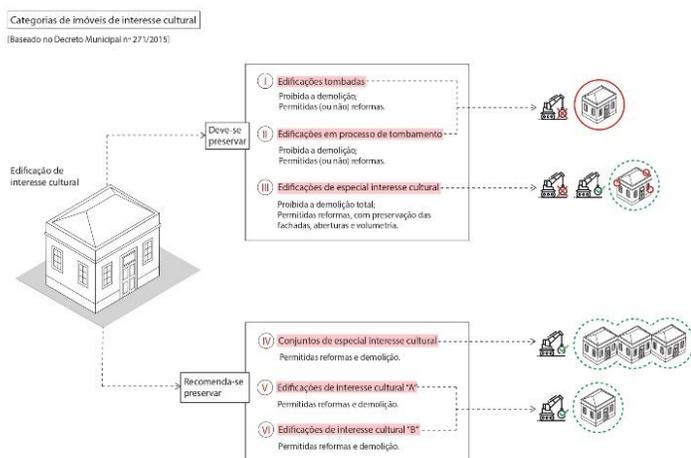
- 3) Análise do estado de conservação: diagnóstico que demonstrará o nível de comprometimento da integridade física e da estabilidade do edifício;
- 4) Análise da vizinhança: estudo da paisagem urbana da vizinhança imediata à edificação, observando-se a volumetria, simetria, escala, proporção, cores, arborização, mobiliário e equipamento urbano.

Na análise dos critérios, podem ser atribuídas as seguintes pontuações:

- 1: plenamente insatisfatória em relação ao critério analisado;
- 2: condição insatisfatória em relação ao critério analisado;
- 3: condição parcialmente satisfatória em relação ao critério analisado;
- 4: condição satisfatória em relação ao critério analisado;
- 5: condição plenamente satisfatória em relação ao critério analisado.

Assim, quanto maior a pontuação obtida pelo imóvel, maior será o nível indicado para sua proteção, organizado segundo as seis categorias.

O infográfico abaixo ilustra, de forma resumida, esta política de proteção de bens edificados locais.



**Figura 1.** Categorias de imóveis de interesse cultural em São Carlos - SP

## 4. CONCLUSÕES

Como visto, o surgimento das primeiras políticas oficiais de proteção e preservação do patrimônio cultural remontam ao Estado Revolucionário francês, cujos preceitos acabariam por influenciar grande parte da Europa e, posteriormente, países latino-americanos, como o Brasil, na constituição de seu patrimônio nacional.

No curso do desenvolvimento de tais políticas de proteção, foram editadas durante o século XX uma série de Cartas Patrimoniais, de alcance mundial, trazendo novas reflexões e abordagens sobre o tema, que contribuíram fundamentalmente

na expansão da definição do patrimônio edificado para além de questões relativas à monumentalidade, passando também a incluir as chamadas “obras modestas”.

Entretanto, verifica-se, ainda hoje, que muitas destas novas abordagens não são plenamente compreendidas pela população, que possui dificuldade em valorizar seus bens culturais “modestos”, mas que com o tempo também adquiriram significação cultural enquanto objetos potenciais da memória coletiva local. Esta não valorização, conseqüentemente, favorece a ação predatória do mercado imobiliário, regido apenas pelas regras do capital na conformação do espaço urbano.

Especialmente nas cidades médias, transformações estruturais ocorridas em mercados fundiários locais, principalmente a partir de meados da década de 2000, se deram como reflexo de condicionantes de ordem nacional. Como indicam Melazzo [12] e Rolnik [13], nesse período o Brasil assistiu a uma mudança de estratégias de ação dos grandes capitais imobiliários e, fundamentalmente, uma ampliação do crédito, favorecendo, segundo os estudiosos, um verdadeiro *boom* imobiliário, muitas vezes não acompanhado de suficientes estratégias de planejamento e políticas públicas urbanas em nível municipal, das quais fazem parte as ações de proteção e conservação de bens de interesse histórico.

Diante disso, são urgentes a implementação de políticas públicas de preservação e proteção que não se restrinjam apenas a ações de órgãos federais, estaduais, ou de cidades de grande porte e turísticas, mas, principalmente, de órgãos municipais em cidades médias, muitas delas com sérias deficiências na área de salvaguarda do patrimônio municipal.

Como exemplo de sucesso de política de preservação em cidades de médio porte, foi apresentada a experiência realizada em São Carlos, interior de São Paulo, baseada em “categorias de proteção”. Procurando valorizar e proteger o conjunto dos bens municipais de interesse cultural a partir de gradações de valor, pode-se verificar que a ação buscou um equilíbrio entre a defesa patrimonial e o mercado imobiliário, à medida que restringiu ou flexibilizou as intervenções em imóveis históricos, segundo a categoria em que se encontram.

Assim, compreendemos que esta experiência seja uma estratégia viável a ser seguida por outras cidades médias com deficiência de políticas públicas na área, favorecendo, desse modo, a preservação aliada à utilização e ao aproveitamento econômico de seus bens culturais, sejam monumentais ou modestos, mas nunca obras menores.

## AGRADECIMENTOS

Agradecemos ao Prof. Thiago Marrara, nosso supervisor de pós-doutorado; à Faculdade de Direito de Ribeirão Preto, da Universidade de São Paulo (FDRP-USP), instituição em que é realizada a pesquisa que deu origem ao presente artigo; e à

Fundação Pró-Memória de São Carlos, órgão municipal responsável pela defesa e preservação dos bens culturais da cidade de São Carlos, onde exercemos a função de servidor público municipal.

## REFERÊNCIAS

- [1] M. Pires. “Direito Urbanístico, Meio Ambiente e Patrimônio Cultural.” *Revista de Informação Legislativa*, vol. 38, n.151, pp.207-230, Jul-Set. 2005.
- [2] ICOMOS. “Carta de Burra (1980)”. *Cartas Patrimoniais*. Rio de Janeiro: IPHAN, 2004.
- [3] T. Marrara. “Bens Públicos, Domínio Urbano, Infra-estrutura”. *Belo Horizonte: Fórum*, 2007.
- [4] E. Hobsbawm. “A Era das Revoluções: 1789-1848”. *São Paulo: Paz e Terra*, 2004.
- [5] F. Choay. “A Alegoria do Patrimônio”. *São Paulo: Editora Unesp*, 2001.
- [6] B. Kühnl. “A Restauração de Monumentos Históricos na França Após a Revolução Francesa e Durante o Século XIX.” *Revista CPC*, n. 3, pp. 110-144, Abr. 2007.
- [7] M. F. Fonseca. “O Patrimônio em Processo: Trajetória da Política Federal de Preservação no Brasil”. Rio de Janeiro: Ed. UFRJ; IPHAN, 2005.
- [8] Brasil. “Decreto-Lei n. 25, 30.11.1937.” *Cartas Patrimoniais*. Rio de Janeiro: IPHAN, 2004.
- [9] M. DI PIETRO. “Direito Administrativo”. *São Paulo: Atlas*, 2005.
- [10] ICOMOS. “Carta de Veneza (1964)”. *Cartas Patrimoniais*. Rio de Janeiro: IPHAN, 2004.
- [11] ICOMOS. “Carta de Washington (1986)”. *Cartas Patrimoniais*. Rio de Janeiro: IPHAN, 2004.
- [12] E. Melazzo. “Interações, combinações e sinergias: produção do espaço urbano, dinâmicas imobiliárias e o programa minha casa minha vida em cidades médias brasileiras.” *Urbanização, produção e consumo em cidades médias/intermediárias*. UNESP Presidente Prudente: Edicions de la Universitat de Lleida, Presidente Prudente y Lleida, 2015.
- [13] R. Rolnik. *Guerra dos Lugares: a colonização da terra e da moradia na era das finanças*. São Paulo: Ed. Boitempo, 2015.

Fecha de recepción: 5 de enero de 2022

Fecha de aceptación: 24 de enero de 2022

# ROGELIO SALMONA: POETIZANDO LA ARQUITECTURA

---

*María Alejandra Troetsch<sup>1a</sup>, Jennia Monrroy<sup>1b</sup>, Silvia Arroyo<sup>1,2c</sup>*

<sup>1</sup>*Facultad de Arquitectura y Diseño, Universidad de Panamá. Ciudad de Panamá, Panamá.*

<sup>2</sup>*Sistema Nacional de Investigación. Ciudad de Panamá, Panamá.*

<sup>1a</sup> *maria.troetsch@up.ac.pa*, <sup>1b</sup> *jennia.monrroy@up.ac.pa*, <sup>1,2c</sup> *silvia.arroyo@up.ac.pa*

**RESUMEN:** En este documento, indagaremos en la obra de uno de los arquitectos más sobresalientes de la historia de Latinoamérica: Rogelio Salmona. La casa de Gabriel García Márquez, diseñada para el escritor colombiano en 1991, es un gran referente arquitectónico que vale la pena analizar más de cerca. Partiendo de la idea de que la arquitectura abarca mucho más de lo que podemos ver y tocar, nuestro objetivo principal ha sido captar e interpretar la esencia de la obra a través del análisis de su panorama teórico, contextual, cultural, político y social. Además, buscamos reconocer las influencias e intenciones del arquitecto y entender cómo logró poetizar su arquitectura. Por medio de la investigación documental, logramos comprender a cabalidad los aspectos más importantes en torno a la casa y el trabajo de Salmona. Esta residencia desarrolla el concepto de un patio interior que articula las áreas funcionales. Su inserción en el paisaje de la ciudad fortificada de Cartagena es la prueba de la capacidad de Salmona para entender y adaptarse a todos los panoramas. Destacamos las influencias multiculturales del arquitecto, resultado de sus viajes por el mundo y sus mentores. Logramos interpretar que su interés por la historia, la geografía, la cultura, la vida y las personas, moldearon su estilo propio. Su arquitectura continúa una tradición basada en recrear y no en inventar. Mediante el uso del ladrillo, los patios interiores, detalles y cada una de sus intenciones, sus obras son una realidad que se convierten a su vez en poesía pura.

**PALABRAS CLAVE:** Contexto, experiencias, forma, genius loci, identidad.

**ABSTRACT:** In this document, we are going to dig into the work of one of the most outstanding architects of the history of Latin America: Rogelio Salmona. The house of Gabriel Garcia Marquez, designed for the Colombian writer in 1991, is a great architectural reference that is worth analyzing more closely. Starting from the idea that architecture encompasses much more than what we can see and touch, our main objective is to capture and interpret the essence of this work. All of this through the analysis of its theorist, contextual, cultural, politic and social landscapes. Furthermore, we want to recognize the influences and intentions of the architect to understand how he manages to poetize Architecture. Through our documental investigation, we fully comprehended the most important aspects of the house and Salmona's work. The residence develops the concept of a courtyard that articulates its functional areas. Its insertion into the landscape of the walled city of Cartagena is the proof of Salmona's capacity to understand and adapt to all the scenarios. Emphasize the multicultural influences of the architect, a result of his journeys around the world and his mentors. We interpretate that his interest in history, geography, culture, life and people, molded his own style. His architecture continues a tradition based on recreating, instead of inventing. Through the use of brick, courtyards, details and each one of his intentions, his works are a reality that at the same time become pure poetry.

**KEYWORDS:** Context, experiences, form, genius loci, identity.

---

## 1. INTRODUCCIÓN

La arquitectura, como arte y técnica de proyectar y materializar edificios, engloba mucho más de lo que es observable y tangible. Es una acción poética capaz de transmitir mensajes y emocionar. Con la finalidad de captar e interpretar estos mensajes, a través del análisis del panorama teórico, contextual, cultural, político y social de una obra referente de la arquitectura latinoamericana, nos adentraremos en la de Rogelio Salmona.

El trabajo realizado incluye investigación documental, tanto gráfica como escrita, enfocada en la documentación

histórica de la Casa de Gabriel García Márquez, construida entre 1991 y 1996.

Además de presentar un análisis formal de esta obra, el artículo se centra en los aspectos principales de la arquitectura de ladrillo de Salmona, sus influencias directas, obras con características similares y sobre todo el impacto del arquitecto al lograr poetizar la arquitectura.

## 2. UBICACIÓN, ENTORNO, HISTORIA Y AUTOR

### 2.1 Antecedentes (históricos y arquitectónicos)

La historia de la Casa de Gabriel García Márquez en Cartagena envuelve a dos protagonistas de la historia Latinoamericana. Por un lado, Rogelio Salmona, considerado como uno de los arquitectos más importantes de la región y por el otro, al Premio Nobel de Literatura Gabriel García Márquez.

El autor de *Cien años de soledad* nació en Aracataca (Colombia) el 6 de marzo de 1927. En 1947 ingresó como estudiante de Derecho en la Universidad Nacional de Colombia, pero tras el Bogotazo (sangrienta revuelta política) se trasladó por su seguridad a Cartagena para continuar sus estudios universitarios. [1]

Gabo relató: “Me bastó con dar un paso dentro de la muralla de Cartagena de Indias para verla en toda su grandeza a la luz malva de las seis de la tarde. No pude reprimir el sentimiento de haber vuelto a nacer”. [2] A pesar de elegir México como su lugar de residencia y trasladarse a distintos países, García Márquez amaba Cartagena y la visitaba cuando podía. Allí se convirtió en periodista, impulsó su carrera y escribió dos de sus novelas más conocidas: “*El amor en los tiempos del cólera*” (1985) y “*Del amor y otros demonios*” (1994). Descaba una casa familiar en esa ciudad y escogió a su amigo Rogelio Salmona para tal labor. [2]

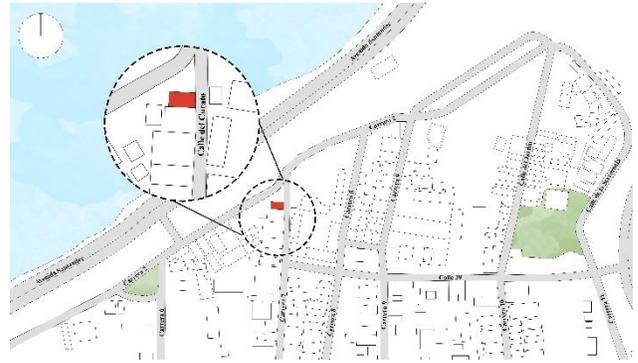
Salmona nació en París el 28 de abril de 1929. Su padre español y su madre francesa decidieron trasladarse a Bogotá cuando era muy pequeño, por lo que siempre se sintió y nacionalizó colombiano. El Bogotazo afectó sus estudios universitarios, logrando completar solo 3 semestres de Arquitectura. Toma la decisión de volver a París donde trabajó con el famoso arquitecto Le Corbusier. Además, realizó viajes significativos que forjaron su personalidad y estilo arquitectónico. [3] [4]

Regresa a Bogotá para retomar sus estudios y en 1962, finalmente recibe su título de arquitecto, a los 33 años. Se convirtió en “el transformador de ciudades” por sus innovadoras estructuras urbanas y el uso del ladrillo rojo autóctono como material principal. [4]

Aprender de los mejores, comprender las tradiciones que lo rodeaban y adquirir un estilo propio para ponerlo al servicio de la sociedad, fueron las claves de su éxito profesional. [4]

### 2.2 Ubicación y entorno: lugar y paisaje

La casa se encuentra en el corazón de la ciudad amurallada de Cartagena de Indias, Colombia. Está ubicada en un terreno de esquina entre un paseo paralelo a las murallas y la calle del Curato, en el barrio San Diego. [5] (Ver figura 1)



**Figura 1.** Ubicación de la casa de Gabriel García Márquez: Calle del Curato, Cartagena.

**Fuente:** Elaboración propia.

Frente a ella se encuentra el hotel Sofitel Legend Santa Clara. Ese edificio solía ser el Convento de Santa Clara y el terreno de la casa era utilizado como huerto del mismo. García Márquez incluye ambos sitios dentro de su obra literaria. [6]

Cartagena es una gran joya de la arquitectura colonial hispanoamericana. La casa respeta las particularidades formales, históricas y culturales de la ciudad. Su cercanía al mar Caribe permite una vista y ventilación estupenda, también gracias a los frondosos árboles frutales y palmeras que se ubican en el terreno. [5]

“Si en la casa cartagenera tradicional se creaba el paisaje al interior de la vivienda con los patios, lugares de magia y vegetación, en ésta, aparte de proporcionar el paisaje interior, se levantan los patios para conquistar el paisaje exterior, no solo de las murallas, sino también del horizonte, el cielo y el mar.” [5]

### 2.3 Historia: construcción y usos

Cuenta Miguel Barrero, en la revista digital Zenda, que Gabriel García Márquez añoraba su tierra colombiana. Salmona toma un avión a Cartagena y recorre las calles de la ciudad en busca de algún lugar que pudiera ser del agrado de su amigo. Encuentra una vieja imprenta, adosada a una de las murallas que protegen la arquitectura colonial, que parecía que iba a caerse a pedazos en cualquier momento y tenía un letrero que ofrecía la posibilidad de una compra accesible. [7]

Es muy interesante cómo ocurre el proceso, pues García Márquez quería permanecer anónimo en la compra del terreno, pero el vendedor quería conocer al siguiente dueño. Salmona llama a García Márquez, que en ese momento estaba en Ciudad de México y le cuenta lo ocurrido. García Márquez, aún con su idea de permanecer anónimo, no le agrada la idea hasta que Salmona le cuenta que el señor es ciego y que no hay riesgo alguno. Los dos amigos acordaron que no dirían gran cosa para que el señor no lo notara. Al final del recorrido, el dueño hace una última pregunta, a lo que García Márquez responde con una sola palabra. El dueño queda en silencio y pregunta:

“Disculpe, ¿es usted García Márquez?” Gabo, atrapado, opta por decir la verdad. A lo que el señor responde que quiere cambiar el precio del inmueble. Indignado, el arquitecto le pide una explicación. El dueño solo responde “No, no, no entienden. No quiero pedirle más dinero. Quiero pedirle menos”. Y posteriormente procede a explicar cómo a lo largo de su vida ganó mucho dinero vendiendo ediciones piratas de los libros de Gabo y que lo menos que podía hacer era bajarle un poco el precio. [7]

Luego de obtener este gran terreno de esquina, inició la construcción en 1991, culminando en 1996. Esta obra es muy especial pues aquí es dónde Gabo pasa sus últimos días antes de regresar a Ciudad de México, donde falleció en el año 2014. [5] En el 2007, se hace una propuesta para que la casa Gabriel García Márquez sea adquirida por el Estado Colombiano para crear un museo. Sin embargo, la casa permanece vacía. [8]

### 3. DESCRIPCIÓN DEL EDIFICIO

#### 3.1 Arquitectura

El edificio tiene forma de prisma cuadrangular, al cual se le sustraen cubos para lograr patios interiores en distintos niveles. Su planta arquitectónica tiene forma rectangular y el programa arquitectónico del edificio cuenta con dos niveles. En planta baja encontramos las áreas sociales como la sala, comedor, cocina y en la planta alta, las áreas de descanso. Son articulados por un patio central y en el exterior encontramos una gran piscina. Lo que más llama la atención en el edificio son los patios elevados, que pueden rodearse subiendo o bajando, y ofrecen vistas espectaculares del Mar Caribe.

La obra de Rogelio Salmona se caracteriza por el uso abundante del ladrillo en todo el conjunto, dándole un aspecto macizo a la casa y brindando una sensación de solidez. [9] En las fachadas podemos observar como este ladrillo ha sido cubierto con mortero y posteriormente pintado en un color terracota, logrando un contraste con el azul del cielo y el mar. (Ver figura 2)



**Figura 2.** Casa Gabriel García Márquez.

**Fuente:** <https://pasolibre.grecu.mx/sobre-mercedes-y-gabo-y-otros-premios-nobel/>

Se incluyen también celosías de cerámica, aprovechando un material muy abundante en Colombia, como es la arcilla. [9] Logrando así establecer una arquitectura con un lenguaje

formal que le da importancia a la identidad del lugar, pensada desde el detalle más pequeño hasta el conjunto en su totalidad.

La fachada norte, cuenta con grandes ventanales para aprovechar su privilegiada vista al Mar Caribe. Destacan también unas escaleras que bajan al patio y nos llevan a una hermosa piscina. En la fachada este, que da a la calle del Curato, podemos observar cómo los vanos de las ventanas se disponen en una proporción de uno en tres en la planta baja, y los del nivel uno sigue la línea de dos de los vanos que observamos en planta baja.

También llama la atención el uso de los arcos. El arco escarzano aparece de tres formas distintas en las fachadas. Lo podemos ver en los vanos, completamente abierto, sin ventana. También como un vano que funciona para retroceder la ventana del muro y protegerla de la incidencia solar, actuando como un alero. Por último, las celosías de cerámica están colocadas de esa forma, permitiendo la entrada de luz natural y la ventilación.

Las cubiertas de la obra son losas planas de concreto, algunas se utilizan como azotea y patio exterior. Los elementos decorativos son escasos, lo poco que podría considerarse decoración son las celosías colocadas en forma de arco escarzano, que aparecen en distintas partes. Las fachadas están bien logradas compositivamente al combinar estos elementos con los vanos rectangulares de las ventanas y puertas.

Los espacios interiores son amplios y frescos. Salmona utiliza una paleta de tonos claros que puede combinarse con acentos de color. Su mobiliario es simple, se utilizan distintos materiales como el bambú y el mimbre. [10]

#### 3.2 Interpretación de la casa.

**Identidad y experiencias.** Esta obra de Rogelio Salmona es el reflejo de los sueños, recuerdos y el amor que sentía su amigo Gabriel García Márquez por Cartagena. Además de eso, el arquitecto logra expresar su identidad forjada a través de sus viajes e influencias a lo largo de su vida. Por lo que, para ambos, la casa posee un gran valor sentimental.

Cabe destacar que para Salmona las emociones jugaban un papel fundamental al momento de diseñar un proyecto. Afirmaba que la arquitectura debía vivirse, brindando una experiencia única al habitante. Sin duda lo logró, ya que el escritor tuvo allí libertad de crear, escribir, soñar y compartir con su familia. Por lo que aún en su ausencia, la casa sigue atrayendo a turistas y admiradores, que sienten que una parte del autor sigue viva en esa ciudad amurallada. [11]

**Forma y materia.** Por medio de los diseños de Salmona, “la arquitectura colombiana adquiere su identidad a partir de la expresión de la materia.” [3] Salmona se inspira en el lenguaje formal de las viviendas coloniales de Cartagena y las fortalezas, encontrando similitud en su espacialidad enriquecedora para los sentidos. Su cuerpo se desarrolla

utilizando ladrillos rojos, para darle forma a este paralelepípedo del cual se extraen fragmentos para crear patios elevados. Explorando nuevas posibilidades estéticas y acercándonos un poco más al cielo y al mar. [5]

**Contexto y *genius loci*.** Uno de los retos más importantes para el arquitecto era la integración de la casa en el contexto. En sus palabras: “Creo que la arquitectura es la confluencia entre la geografía y la historia. Es por eso que me intereso en entender ese lugar geográfico para hacerlo corresponder con su historia y crear un lugar.” [11]

Al ubicarse en el centro histórico, toma como referencia su arquitectura tradicional, sin querer imitarla. Logra un estilo único, que respeta la línea urbana existente y el paisaje. Sus muros color terracota, entremezclados con el verdor de sus árboles, captan la atención de quienes la encuentran en su recorrido por la calle del Curato. [5] Al observarla entre sus edificios vecinos, la casa se siente cónsona con su ubicación. Esto nos convence de que ha logrado insertarse armoniosamente en ese paisaje cartagenero, de colores vibrantes, brisa caribeña y gente llena de vida.

## 4. ¿A QUÉ SE PARECE?

### 4.1 ¿Cuál fue su influencia? ¿A qué edificio anterior se parece?

“Toda obra del pasado o del presente que me ha conmovido, me ha servido de inspiración. Siento además que continúo una tradición de recrear lo que otros a su vez han recreado. No invento. Continúo.” Rogelio Salmona. [11]

Al observar y analizar el diseño de la casa de García Márquez sobresalen ciertos aspectos característicos que dan sentido a la obra de Salmona. Uno de los principales es el concepto desarrollado: una casa con patio elevado rodeado por los espacios cerrados donde se articulan todas las funciones de la vivienda. Rescatamos la belleza y eficiencia lograda en la disposición de sus partes y su inserción en el entorno. Nos preguntamos: ¿En qué se inspiró Salmona? Para nuestra sorpresa su inspiración viene de muchas direcciones.

El génesis de esta idea de patios interiores se remonta a las “Domus” romanas. Dicho diseño fue un referente mundial de la arquitectura residencial y a través del tiempo llegó a trascender hasta la vivienda colonial española, que posteriormente sería llevada a una de las ciudades más importantes de la corona de España en América: Cartagena de Indias. [12] Esta ciudad amurallada alberga hasta nuestros días un gran tesoro arquitectónico que fue admirado y reinterpretado por Salmona, quien quiso mantener esa esencia del diseño de sus viviendas y también, tomó un poco de inspiración de la arquitectura militar: los fuertes de la época.

Además de esta clara influencia del entorno, cabe destacar que el aprendizaje del arquitecto estuvo marcado en gran medida por su trabajo de 1949 a 1958 en el estudio de Le Corbusier, considerado el padre de la arquitectura moderna. Entre los grandes logros de Le Corbusier está la continuidad

del espacio, la funcionalidad y mantener la sencillez mediante el uso de formas geométricas simples. Entre sus principios de la Arquitectura se encontraba el techo-jardín. Seguramente Salmona pudo tomar referencias de sus obras, como Villa Savoye (1929). Sin embargo, empezó a cuestionar estas ideas y en desacuerdo buscó separarse de las tendencias del funcionalismo puro. [4] [11]

Sus principales influencias, consideradas como un método de aprendizaje e instrumento para proyectar arquitectura, son sus viajes. Descubrió gracias a su maestro Pierre Francastel (historiador y crítico del arte), la importancia del estudio de la historia y la tradición de las culturas que conoció en muchos países. En España, fue cautivado por la Alhambra de Granada y desde ese momento la arquitectura islámica marcó su vida. Por más de un mes y medio, sin dinero para seguir, tuvo que quedarse en ese sitio. No había un día que no fuera a contemplar el Generalife o la Alhambra mientras dibujaba. [11] El Generalife, que significa “Jardín del arquitecto”, es una villa con jardines construida entre el Siglo XII y XIV. Era utilizada por los reyes musulmanes de Granada como lugar de retiro y descanso, pero su arquitectura parecía más una casa de campo que un palacio. Sus jardines ornamentales, huertos y arquitectura se integraban, siendo uno de sus principales patios el de Acequia. [13] (Ver figura 3.) La casa de García Márquez fue claramente influida por estas ideas y del Generalife se inspiró para incorporar el agua en sus proyectos.



**Figura 3.** Patio de Acequia, Generalife. Granada, España.  
**Fuente:** <https://www.voyageway.com/coups-de-coeur-espagne>

Su inspiración no termina allí. Visitó Marruecos y llegó al norte de África, donde descubrió el dramatismo visual y la técnica del ladrillo que utilizaría después como su principal material de construcción. En este recorrido, Salmona se interesó en la arquitectura popular y la organización a través de los patios interiores. Estaba maravillado con la relación que lograban con la naturaleza y el paisaje, los sistemas constructivos tradicionales del lugar y sobre todo la sabiduría con que la arquitectura respondía a las duras condiciones de la vida en el desierto. [11]

La importancia de crear espacios abiertos dentro de sus obras proviene también de la arquitectura prehispánica, inspirándose en las plazas de Teotihuacan, Uxmal y Chichén

Itzá. Rescata el uso de alfarges, cenefas y ventanas, además del orden, la serenidad y organización de los espacios en estructuras pesadas y horizontales. De la arquitectura mudéjar (hispanomusulmana) rescata las celosías en ladrillo y detalles. [11]

Así, la obra salmoniana tiene identidad, un carácter único resultado de su colección de experiencias alrededor del mundo. Se traduce en observar, bocetar, sentir, adaptar y dar un nuevo significado a su propia arquitectura.

#### 4.2 ¿A qué influyó? ¿Qué edificio posterior tomó ideas del estudiado?

Un año después de culminar la Casa de García Márquez, en 1997, Salmona proyecta en Tabio una casa con características muy similares. Culminada en el año 2000, se inspira en el poema precolombino: "entrar en la casa es entrar en la tierra, subir al techo es subir al cielo". [14]

La arquitectura mantiene las mismas líneas rectas, es un paralelepípedo con tendencia a la horizontalidad, sus colores terracotas y las líneas de celosías de ladrillo alrededor. Mientras que en la primera casa las cubiertas se mantienen planas y los arcos aparecen exclusivamente en vanos y en la forma del cielo raso; en la segunda, Salmona remata parte de la estructura con bóvedas de cañón que llevan esta forma de arco escarzano. [14]

Además de la similitud en cuanto a fachadas y formas, ambas casas se integran en el paisaje, siendo uno montañoso en esta segunda obra. A pesar de no sobresalir un patio que pueda percibirse desde afuera de la casa Río frío, esta cuenta con tres en su interior. Una vez más, la magia de los patios y el estilo único del arquitecto establecen la circulación interior.

Los patios cuadrados se ubican creando una diagonal, que a la vez divide las zonas públicas de las privadas del hogar: al este se localiza el salón, la cocina y el estudio y al oeste los dormitorios. El primer patio está semienterrado. Se accede al segundo a través de dos portales que guían hacia un hilo de agua viva; luego, el piso se transforma en una cuadrícula de adoquines de ladrillo con grama. Desde allí, tras un muro horadado por donde entra la luz, una escalera invita a subir al techo. Un tercer patio con una nueva escalera aparece indicando el fin o el inicio de un recorrido por el techo ligeramente inclinado por las bóvedas. Al subir "al cielo" se contempla el paisaje. Desde ese punto se leen los espacios cubiertos y los espacios abiertos. La comunicación entre los patios permite abrazar la casa, pasando del primero hasta el último en un recorrido continuo. [14]

Es maravillosa la forma en que las intenciones de Salmona eran cada vez más acentuadas a medida que continuaron sus obras arquitectónicas en Colombia. Encontramos en Panamá una obra que pudo ser influenciada por estas ideas.

Villa Lucía es una vivienda vacacional ubicada en la costa pacífica de Panamá, específicamente en Punta Barco.

Fue diseñada y construida por los arquitectos Álvaro, Diego y Pablo Cambefort. Ganadora del premio Magno de Mejores Obras de Arquitectura en 2016, sus parámetros de

diseño nos hacen pensar en Rogelio Salmona. [15] (Ver figura 4.)

La vivienda se desarrolla en un nivel con amplias áreas verdes donde también destacan patios interiores. A diferencia de la obra de Salmona, prevalecen el color blanco y los techos inclinados. No obstante, coinciden en algo importante: ambas casas han sido pensadas para el entorno en el que están y lo respetan. Por ello, los arquitectos utilizan las tejas con artesonados en madera tradicionales del lugar. El área central de la vivienda está cubierta por una losa plana de concreto que funciona como un solárium. Se puede acceder a él por una escalera ubicada en el lateral izquierdo. [15]

Su fachada principal tiene un muro de piedra interrumpido por un cubo que cumple función de vestíbulo. Al abrir la puerta, nos sorprende un puente sobre un espejo de agua con jardín a ambos lados, muy similar al del patio de Acequia que tanto admiraba Salmona. Este espacio abierto conduce al área social de la vivienda que permite visualizar toda la casa. Su planta tiene forma de "H", el área privada se encuentra en el ala izquierda, el área social en el centro y las áreas de servicio en el ala derecha. Siguiendo el recorrido central y dando continuidad a los espejos de agua de la entrada, llegamos a la piscina. [15] Está ubicada en la parte posterior y a nivel del suelo al igual que en la casa de García Márquez.



Figura 4. Villa Lucía. Punta Barco, Panamá.

Fuente: Mejores obras de arquitectura 2016, COARQ Panamá.

## 5. CONCLUSIONES

Como resultado de esta investigación, logramos comprender a cabalidad los aspectos principales en torno al diseño, construcción e impacto de la Casa Gabriel García Márquez. Destacamos el estilo único de Rogelio Salmona y su habilidad para proyectar adaptándose al contexto urbano, tomando en cuenta las características del lugar en que se encuentra. El impacto de los viajes de Salmona y la influencia de sus maestros: Le Corbusier y Pierre Francastel, representaron un punto clave en su desarrollo como arquitecto.

Tras descubrir la importancia del estudio de la historia y la cultura para la ejecución de obras, entiende que su arquitectura continúa una tradición basada en recrear y no en inventar. Fascinado por la arquitectura islámica, la prehispánica, la

colonial y la africana, Salmona nos da una gran lección. Para él, todas las obras que lo conmueven, a pesar de venir de diferentes direcciones, son fuente de inspiración. Está consciente de que la importancia radica en la forma en que se adaptan estas ideas al contexto en que se encuentren y sobre todo a incorporar la poesía en espacios que puedan vivirse.

En la Casa Gabriel García Márquez, Salmona logra sus intenciones. Trae vida a los interiores por medio de los patios, revaloriza el sentido funcional del espacio y los recorridos interiores permiten una experiencia única. Además, nos recuerda que la arquitectura es por y para las personas.

A pesar de haber sido diseñada por un arquitecto muy reconocido en Latinoamérica, como lo es Rogelio Salmona, la casa no es muy conocida y existen muy pocas publicaciones que analizan su diseño, construcción o influencias directas. Por tal razón, este documento, además de detallar la obra en cuestión, brinda la posibilidad de compartir la idea de que la arquitectura va mucho más allá de lo que podemos observar y tocar. En su sentido más poético, es expresión humana, sensaciones y experiencias.

## REFERENCIAS

- [1] Historia y Biografía, "Gabriel García Márquez," *Historia y Biografía*, 24 Noviembre 2020. [En línea]. Available: <https://historia-biografia.com/gabriel-garcia-marquez/>.
- [2] El Heraldo, "¿Por qué Gabo amó tanto a Cartagena?", *El Heraldo*, 22 Mayo 2016. [En línea]. Available: <https://www.elheraldo.co/tendencias/por-que-gabo-amanto-cartagena-262072>.
- [3] Infobae, "Rogelio Salmona, el doodle que rinde homenaje al reconocido arquitecto colombiano", *Infobae*, 28 Abril 2021. [En línea]. Available: <https://www.infobae.com/america/colombia/2021/04/28/el-doodle-de-rogelio-salmona-un-referente-en-la-arquitectura-latinoamericana/>.
- [4] A. López, "Rogelio Salmona, el artífice del renacimiento de Bogotá a base de ladrillo rojo", *El País*, 29 Abril 2021. [En línea]. Available: <https://elpais.com/cultura/2021-04-29/rogelio-salmona-el-artifice-del-renacimiento-de-bogota-a-base-de-ladrillo-rojo.html>.
- [5] Fundación Rogelio Salmona, "Casa en Cartagena", *Fundación Rogelio Salmona*, 2010. [En línea]. Available: <http://obra.fundacionrogeliosalmona.org/obra/proyecto/casa-en-cartagena/>.
- [6] V. Ramírez, "Cartagena en los tiempos de Gabo", *El Universal*, 11 Mayo 2014. [En línea]. Available: <https://archivo.eluniversal.com.mx/destinos-viajes/2014/cartagena-ruta-gabriel-garcia-marquez-88267.html>.
- [7] M. Barrero, "Gabriel García Márquez y una casa en Cartagena", *Zenda*, 04 Febrero 2020. [En línea]. Available: <https://www.zendalibros.com/gabriel-garcia-marquez-y-una-casa-en-cartagena/>.
- [8] B. Barney, "El museo Gabriel García Márquez", *Fundación Rogelio Salmona*, 17 Julio 2014. [En línea]. Available: <http://inicio.fundacionrogeliosalmona.org/noticias/noticias-de-la-fundacion/elmuseogabrielgarciamarquez>.
- [9] R. Ampuero, "La arquitectura de ladrillo de Rogelio Salmona", *Decor Tips*, 13 Septiembre 2019. [En línea]. Available: <https://decortips.com/es/casas/arquitectura-ladrillo-rogelio-salmona/>.
- [10] Joanna, "The house of Gabriel García Márquez", *Lush & Luxe*, 31 Mayo 2012. [En línea]. Available: <https://lushnluxe.wordpress.com/2012/05/31/the-house-of-gabriel-garcia-marquez/comment-page-1/?unapproved=1455&moderation-hash=65ac101dd2f9d3508e94048a8ec4e05f#comment-1455>.
- [11] C. Cristancho, *Travesía por el viaje como determinante en la obra de Rogelio Salmona*, Bogotá, 2016.
- [12] S. Paredes, "Casas en la colonia", *Revista Credencial*, Diciembre 2017. [En línea]. Available: <https://www.revistacredencial.com/historia/temas/casas-en-la-colonia>.
- [13] M. Pérez, "Generalife, el jardín del arquitecto", *El Mundo*, 22 Octubre 2015. [En línea]. Available: <https://www.elmundo.es/andalucia/2015/10/22/562886ef22601d334d8b461e.html#:~:text=En%20C3%A1rabe%20el%20nombre%20de,al%20menos%20cuatro%20huertas%20productivas..>
- [14] Hidden Architecture, "Casa Río Frío", *Hidden Architecture*, 03 Mayo 2020. [En línea]. Available: <https://hiddenarchitecture.net/casa-riofrio/>.
- [15] (SPIA), Colegio de Arquitectos de la Sociedad Panameña de Ingenieros y Arquitectos, "Villa Lucía", *Mejores Obras de Arquitectura*, n° 63, pp. 31-33, 2016.

Fecha de recepción: 16 de agosto de 2021

Fecha de aceptación: 20 de octubre de 2021

# INFLUENCIA DE LOS CRITERIOS DE DISEÑO Y EL ENTORNO URBANO DE EDIFICIOS ALTOS EN APARTAMENTOS DEL P.H. CALETA Y DELUXE RESIDENCES

Mariana Cadavid <sup>1a</sup>, Ivana de León <sup>1b</sup>, Angel Mendieta <sup>1c</sup>, Angie Villarreal <sup>1d</sup>, Jorge Isaac Perén <sup>1,2e</sup>

<sup>1</sup> Universidad de Panamá, Facultad de Arquitectura y Diseño – FADUP, Ciudad de Panamá, Rep. de Panamá.

<sup>2</sup> Sustainable Building and City Research Group – SusBCity, Ciudad de Panamá, Rep. de Panamá.

<sup>1a</sup> marianavalentinacavid1999@gmail.com; <sup>1b</sup> ivanadeleon12@gmail.com; <sup>1c</sup> angelmendieta05@gmail.com;

<sup>1d</sup> avillarrealq2210@gmail.com; <sup>1,2e</sup> jorge.peren@up.ac.pa

**RESUMEN:** La ventana es uno de los componentes fundamentales de la envoltura de un edificio, ya que establece el nivel de habitabilidad, porque brinda energía, iluminación y ventilación; convirtiéndose así en parte imprescindible de un sistema de acondicionamiento pasivo. El presente trabajo realiza una evaluación de las condiciones de iluminación natural en un apartamento del piso 12 de los edificios P.H. Caleta y Deluxe Residences, a través de simulaciones de asoleamiento. Los resultados indican que el impacto de la radiación solar directa dentro de los ambientes estudiados está altamente influenciado por parámetros de diseño, como los porcentajes de relación ventana-pared recomendados, la notable falta de estrategias de protección solar en sus fachadas y, especialmente, el efecto del entorno urbano en su confort térmico y lumínico. Considerando estos factores, el P.H. Caleta recibe la mayor radiación solar directa, especialmente en sus fachadas principales, orientadas en dirección este-oeste. Además, ambos edificios exceden el porcentaje recomendado por el RES 2019 respecto a la relación ventana-pared.

**PALABRAS CLAVES:** Desempeño térmico, eficiencia energética, geometría de la ventana, iluminación natural, simulación climática, ventana.

**ABSTRACT:** The window is one of the fundamental components of the envelope of a building, since it establishes the level of habitability, because it provides energy, lighting and ventilation; thus becoming an essential part of a passive conditioning system. The present work carries out an evaluation of the natural lighting conditions in an apartment on the 12th floor of the P.H. Caleta and Deluxe Residences, through sunning simulations. The results indicate that the impact of direct solar radiation within the studied environments is highly influenced by design parameters, such as the excess of the recommended window-wall ratio percentages, the notable lack of solar protection strategies on their facades and, especially, the effect of the urban environment on its thermal and light comfort. Considering these factors, the P.H. Caleta receives the most direct solar radiation, especially on its main facades, oriented in an east-west direction. In addition, both buildings exceed the percentage recommended by the RES 2019 regarding the window-wall ratio.

**KEYWORDS:** Thermal performance, energy efficiency, window geometry, natural lighting, climate simulation, window.

## 1. INTRODUCCIÓN

El diseño no óptimo de iluminación natural en edificios residenciales puede aumentar en gran medida el consumo de energía de iluminación y afectar la calidad ambiental interior, así como la salud física y mental de los residentes [1]. Generar viviendas bajo la necesidad de garantizar mejores condiciones de rendimiento y habitabilidad ha inclinado los esfuerzos hacia el estudio de estrategias pasivas como el correcto diseño de la envoltura del edificio. Investigaciones [2] afirman que las ventanas, además de permitir la luz natural del día y las vistas al exterior, representan la parte menos eficiente térmicamente

de la envolvente del edificio y, por lo tanto, pueden ser una fuente de luz solar directa no deseada y deslumbramiento incómodo asociado.

Autores internacionales como Amaral et al [3] y Acosta et al [4] demuestran que la calidad ambiental interior se puede mantener proporcionando una ventilación adecuada, a través de parámetros de diseño como la correcta orientación, dimensión, tipo de apertura y forma de la ventana; la topografía del edificio circundante [5]; la relación ventana-pared [6]; entre otros.

El presente estudio nace de la inquietud de ampliar el campo de estudio centrado en la importancia de estos criterios para determinar los niveles de confort ambiental interior de edificios en la ciudad de Panamá; entendiendo que se logró encontrar poca referencia literaria nacional [7-8].

El objetivo general del trabajo es, evaluar y comparar dos edificios en la ciudad de Panamá y sus desempeños con relación a la iluminación natural y radiación solar directa. Evaluar en base a los parámetros establecidos en el Reglamento de Edificación Sostenible para la república de Panamá (RES) aprobado en el 2019 posterior a la construcción de los edificios estudiados. Para esto se describirán las tipologías de ventanas utilizadas en los edificios seleccionados, se estudiarán parámetros de diseño como relación ventana-pared, existencia de elementos de protección solar, y se evaluará el impacto de la radiación solar en ambientes de un apartamento de ambos edificios, de manera aislada y considerando el entorno urbano.

## 2. METODOLOGÍA

### 2.1 Selección de edificios a estudiar

El estudio está enfocado en el impacto de la radiación solar en edificios residenciales, de los cuales nos centramos en el P.H. Caleta y Deluxe Residences, en función de:

- Acceso a planos arquitectónicos
- Ubicación en el mismo corregimiento (San Francisco) (ver Figura 1)
- Similar cantidad de recámaras

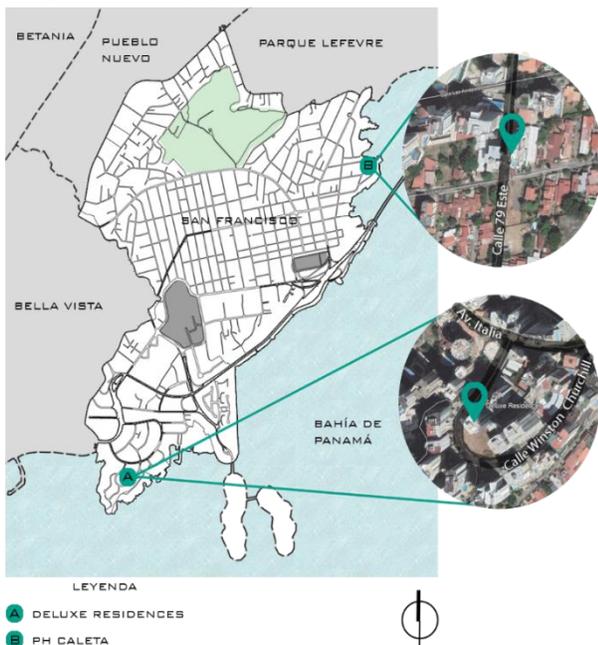


Figura 1. Localización regional del P.H. Caleta y Deluxe Residences

Ubicados ambos en el corregimiento de San Francisco Distrito de Panamá, Ciudad de Panamá, Panamá. Localizado en el sur de la ciudad, con una escasa altitud, colindante con la bahía de Panamá desde el noreste hasta el suroeste, una topografía con poca variación, y vientos predominantes desde el nornoreste (NNO), temperatura media de 29°C durante el año.

El P.H. Caleta es un edificio multifamiliar de 17 pisos, ubicado en Coco del Mar, entre la calle Esther Neira de Calvo y la calle 79 este (ver Figura 2).

Mientras que el Deluxe Residences es un edificio multifamiliar de 42 pisos, ubicado en el centro de Punta Pacífica, en la calle Winston Churchill (ver Figura 2).



Figura 2. Vistas de edificios estudiados

### 2.2 Descripción y análisis de ventanas

Se elaborará una tabla con base en la clasificación de ventanas de Fenelly y Perry [9], donde se describirá la tipología de las ventanas en los diferentes ambientes de los apartamentos estudiados, elementos de protección de la incidencia solar, el factor de protección que generan, y su relación ventana/pared tomando como base los valores estipulados en el RES 2019 como parámetro inicial de evaluación y análisis.

### 2.3 Producción de modelados 3D en computadora

Utilizando como referencia las plantas y secciones disponibles vía web en el Archivo Digital Arquitectura Panamericana y fotografías realizadas por el fotógrafo Fernando Alda, se modelaron ambos edificios en el programa de modelado 3D Google Sketchup instalado en una computadora de uso personal con las siguientes especificaciones: Laptop Asus K556U, CPU Intel Core i7-7500u, 12gb de memoria RAM, GPU NVidia 940mx; Cabe recalcar que no se contaba con tablas de especificaciones de ventanas; por ende, el trabajo de modelado fue guiado

mayormente por la interpretación de planos y la referencia de fotografías recuperadas en internet.

Se realizó, además, un estudio de los parámetros de diseño en los edificios como: relación ventana-pared, factores de protección y presencia de quiebra soles, basados en las variables utilizadas en el estudio de Chi et al [10] y las recomendaciones incluidas en el Reglamento de Edificación Sostenible de Panamá de 2019, aun cuando esta sea aplicada solamente en edificaciones nuevas. Resulta necesario destacar, además, que el RES 2019 no exige factor de protección solar en fachadas norte y este; sin embargo, en este estudio sí se tomaron en cuenta ya que se consideran necesarias.

### 2.4 Simulación de asoleamiento

Guiados por el trabajo de Salih et al. [7], se produjeron simulaciones mediante el uso del software Andrew Marsh - 3D Sun Path, para evaluar el comportamiento del sol dentro de un apartamento en diferentes horas del día, realizando una comparación entre una simulación de la incidencia solar del apartamento aislado con una simulación que considerara el entorno urbano de los edificios y su impacto de la radiación solar dentro del apartamento. Para la validación de dicha metodología y su correcta geolocalización se realizaron fotografías a los edificios estudiados y se comparó con los modelos 3D generados utilizados para comparar las sombras proyectadas en el día y hora de la captura de la foto.

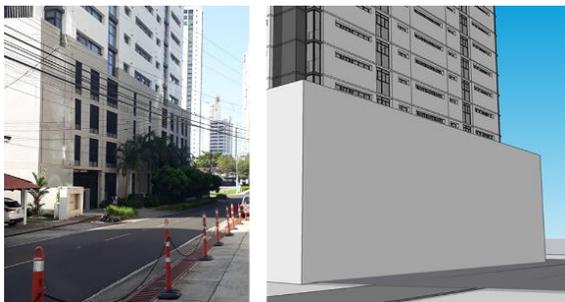


Figura 3. Validación de simulación de sombras del P.H. Caleta



Figura 4. Validación de simulación de sombras del Deluxe Residences

## 3. RESULTADOS

### 3.1 Implantación y orientación del P.H. Caleta y Deluxe Residences

La optimización de la orientación e implantación de un edificio para aprovechar y controlar los recursos naturales disponibles como el viento, el sol y la lluvia es una estrategia fundamental de cara a la reducción de los consumos energéticos y la mejora del desempeño térmico.

El P.H. Caleta se encuentra ubicado paralelo a la parte frontal del terreno. Sus fachadas principales están ubicadas en dirección este y oeste, siendo estas las que reciben mayor incidencia solar y, las que mayor cantidad de ventanas tienen. En cambio, las fachadas laterales, más angostas, están orientadas en dirección norte y sur (ver Figura 5).

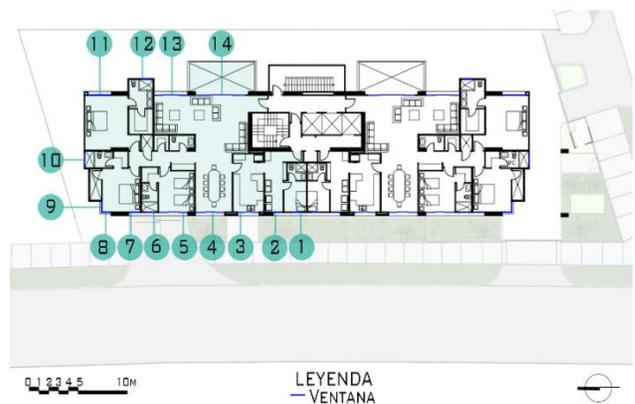


Figura 5. Localización general del P.H. Caleta

A diferencia del P.H. Caleta, las fachadas principales del Deluxe Residences son las más angostas y están ubicadas en dirección noroeste y sureste, las fachadas laterales, más largas, están orientadas en dirección noreste y suroeste, siendo estas las más expuestas a la radiación solar (ver Figura 6).



Figura 6. Localización general del Deluxe Residences

### 3.2 Análisis de ventanas de un apartamento del P.H. Caleta y Deluxe Residences

El comportamiento de las ventanas, en cuanto a sus características (forma, dimensionamiento, sistema de apertura) y las variables que entran en juego en estas (orientación, posición y materialidad) es información a tener en cuenta a la hora de realizar un estudio sobre el confort térmico de un edificio.

La mayoría de ventanas del apartamento estudiado del P.H. Caleta, ubicado en el piso 12, se encuentran en dirección este-oeste, siendo estas las que reciben mayor incidencia solar. Estas corresponden a las zonas de estar y de descanso (ver Figura 7).

Analizando la descripción de las ventanas (ver Tabla 1), encontramos que las correspondientes a los espacios comunes, como sala de estar y sala-comedor, son las de mayor dimensión. La sala-comedor presenta ventilación cruzada gracias al uso de ventanas en paredes opuestas. Se puede apreciar el uso de ventanas de tipología mixta. En cuanto a diseño arquitectónico, no se implementó el uso de quiebra soles, y la gran mayoría de los aleros son de muy pequeñas dimensiones.

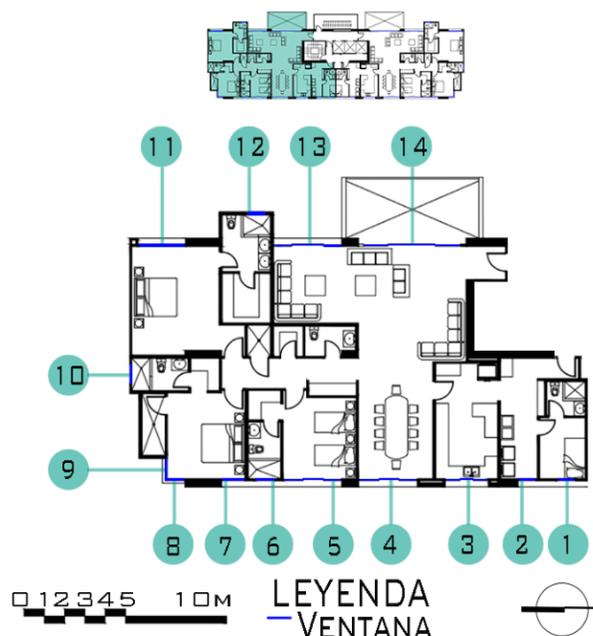


Figura 7. Localización de ventanas del P.H. Caleta

Tabla 1. Descripción de ventanas del P.H. Caleta

Apartamento 12, Edificio PH Caleta, Orientación N													
# DE VENTANA	VENTANAS					ELEMENTOS DE SOMBRA					RELACIÓN VENTANA/PARED		
	TIPO	DIMENSIÓN	ORIENTACIÓN	AMBIENTE	VENTILACIÓN CRUZADA	QUIEBRA SOLES	ALERO	BALCON	DIMENSIÓN DE ALERO O BalcÓN	FACTOR DE PROTECCIÓN (alero/altura de sombra)	ÁREA DE PARED(m)	ÁREA DE VENTANA (m)	PORCENTAJE área de ventana/área de pared
1	Guillotina	0.60 x 0.95	O	CTO SERV	NO	NO	SÍ	NO	0.35 m	0.36	2.95	0.57 m	0.19%
2	Corrediza	0.60 x 0.93	O	LAVANDERÍA	NO	NO	SÍ	NO	0.35 m	0.37	2.84 m	0.55 m	0.19%
3	Corrediza con paños fijos	0.60 x 2.16	O	COCINA	NO	NO	SÍ	NO	0.35 m	0.16	6.60 m	1.29 m	0.19%
4	Corrediza	3.06 x 2.92	O	COMEDOR	SÍ	NO	SÍ	NO	0.35 m	0.12	11.26 m	8.93 m	0.79%
5	Corrediza	.60 x 2.91	O	REC TERC	NO	NO	SÍ	NO	0.30 m	0.10	8.90 m	1.74 m	0.19%
6	Guillotina	.60 x 1.00	O	BAÑO REC SEC	NO	NO	NO	NO	0.30m	0.30	5.81 m	0.60 m	0.10%
7	Guillotina	.60 x 1.17	NO	REC SEC	NO	NO	SÍ	NO	.30 m	0.26	3.58 m	0.70 m	0.19%
8	Fija	3.06 x 1.10	NO	REC SEC	NO	NO	SÍ	NO	0.13 m	0.11	3.36 m	3.36 m	1%
9	Fija	3.06 x 1.10	N	REC SEC	NO	NO	SÍ	NO	0.13 m	0.11	3.36 m	3.36 m	1%
10	Guillotina	.60 x 1.00	N	BAÑO REC SEC	NO	NO	NO	NO	--	--	6.40m	0.60 m	0.10%
11	Guillotina con paño fijo	3.06 x 2.35	NE	REC PPAL	NO	NO	SÍ	NO	0.35m	0.14	13.15m	7.19 m	0.54%
12	Guillotina	.60 x 1.00	E	BAÑO REC PPAL	NO	NO	NO	NO	--	--	23.25m	0.60 m	0.02%
13	Corrediza con paño fijo	3.06 x 3.37	NE	SALA	SÍ	NO	SÍ	NO	0.35 m	0.10	10.3m	10.31 m	1%
14	Corrediza	3.06 x 4.80	NE	SALA	SÍ	NO	SÍ	SÍ	3.30 m	0.1	21.9m	14.68 m	0.60%

En el caso del apartamento ubicado en el piso 12 del edificio Deluxe Residences, las ventanas de mayor tamaño del apartamento corresponden a la sala-comedor y la recámara principal. Las ventanas de la sala están ubicadas en dirección noreste, siendo estas las más impactadas por la incidencia solar; mientras que las de la recámara principal están ubicadas en dirección sureste (ver Figura 8).

Analizando la descripción de las ventanas (ver Tabla 2), encontramos que las ventanas de la mayoría de las zonas son de tipo corredizas, y las de mayores dimensiones se encuentran en la sala de estar, sala-comedor, y recámara principal. La sala-comedor cuenta con ventilación cruzada gracias al uso de ventanas adyacentes. En su diseño arquitectónico se destaca el uso de balcones lo que brinda cierta protección contra la incidencia solar del edificio. No se implementó el uso de quiebra soles.

Las conexiones de ventana a pared son especialmente importantes y pueden contribuir hasta en un 40% de la pérdida total de calor causada por los puentes térmicos en la envolvente del edificio [6].

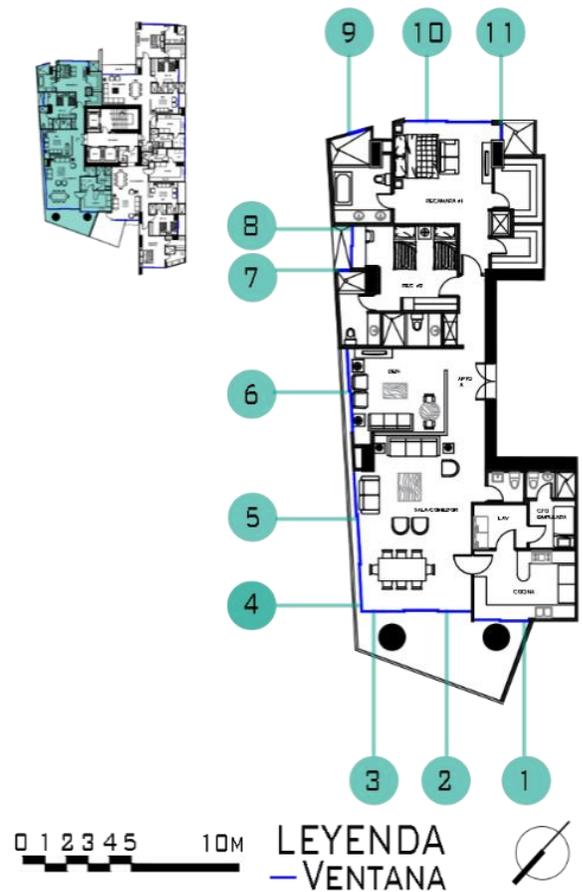


Figura 8. Localización de ventanas del Deluxe Residences

Tabla 2. Descripción de ventanas del Deluxe Residences

Apartamento 12, Edificio Deluxe Residence, Orientación NE													
# DE VENTANA	VENTANAS					ELEMENTOS DE SOMBRA				FACTOR DE PROTECCIÓN (alero/altura de sombra)	RELACIÓN VENTANA/PARED		
	TIPO	DIMENSIÓN	ORIENTACIÓN	AMBIENTE	VENTILACIÓN CRUZADA	QUIEBRA SOLES	ALERO	BALCÓN	DIMENSION DE ALERO O BALCÓN		ÁREA DE PARED(m)	ÁREA DE VENTANA (m)	PORCENTAJE área de ventana/área de pared
1	Corrediza	2.54 x 1.30	NO	COCINA	NO	NO	SÍ	NO	2.50	1.92	8.04	3.31	0.41%
2	Corrediza con cristal fijo superior	3.10 x 3.00	NO	COMEDOR	SÍ	NO	NO	SÍ	2.98	0.98	9.30	9.30	1%
3	Fija	2.00 x 3.00	NO	COMEDOR	SÍ	NO	NO	SÍ	2.05	0.10	6.00	6.00	1%
4	Fija	2.10 x 2.60	NE	SALA	NO	NO	NO	SÍ	0.31	0.10	5.46	5.46	1%
5	Corrediza	4.40 x 2.60	NE	SALA	NO	NO	NO	SÍ	0.26	0.10	11.44	11.44	1%
6	Corrediza	3.89 x 3.00	SE	SALA DE ESTAR	NO	NO	NO	NO	0.26	0.10	17.04	11.67	0.68%
7	Corrediza	0.62 X 1.15	E	BAÑO REC SEC	NO	NO	SI	NO	0.80	0.69	2.31	0.71	0.30%
8	Corrediza	1.95 x 1.50	E	REC SEC	NO	NO	SI	NO	0.83	0.55	5.85	2.92	0.49%
9	Corrediza	0.84 x 1.15	SE	BAÑO REC PPAL	NO	NO	NO	NO	--	--	6.72	0.97	0.14%
10	Corrediza con cristal fijo inferior	4.05 x 3.00	SE	REC PPAL	NO	NO	NO	NO	--	--	15.30	12.15	0.79%

La Figura 9 y la Figura 10 muestran la relación ventana-pared de los edificios. Encontramos que la fachada oeste (frontal) del PH. Caleta donde se concentran los espacios sociales de los apartamentos posee la mayor cantidad de área vidriada, en comparación a la fachada norte (lateral). El RES 2019 dicta que la proporción de ventana-pared no debe exceder el 40% para edificios residenciales; por lo cual la fachada oeste excede el nivel recomendado en un 17.68% (ver Figura 9).

Mientras que, la fachada noroeste (frontal) del Deluxe Residences es la que mayor cantidad de ventanas tiene, con relación a la fachada noreste (lateral), sobrepasando el 40% de área vidriada recomendada por el RES 2019 en un 14.33% (ver Figura 10).

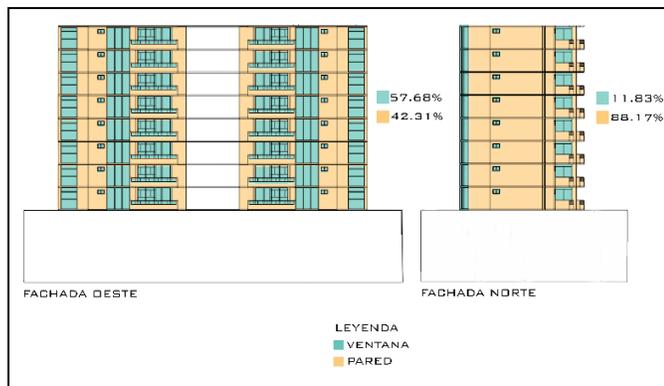


Figura 9. La relación de ventana-pared del P.H. Caleta

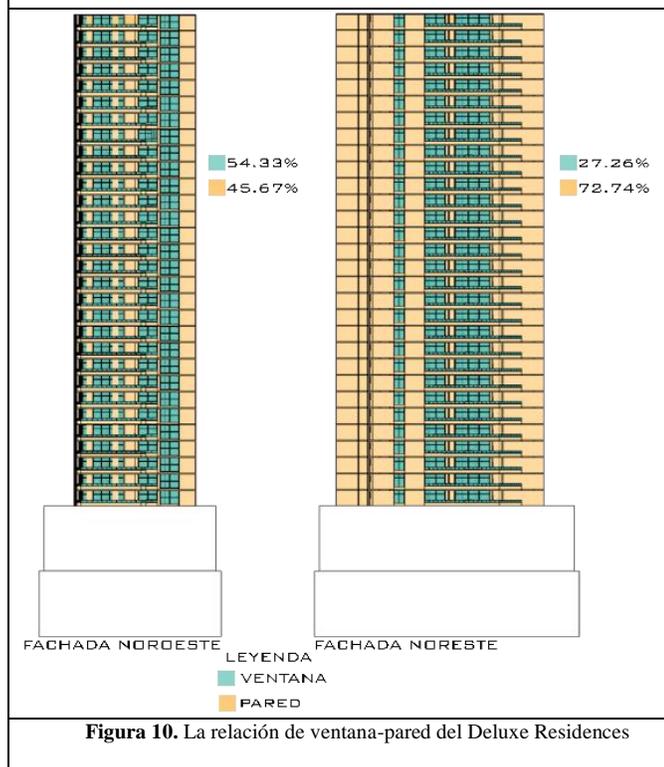


Figura 10. La relación de ventana-pared del Deluxe Residences

### 3.3 Estudio de la incidencia solar en un apartamento de los edificios

A través de los modelos 3D generados por computador geolocalizados y las simulaciones de asoleamiento realizadas con el software 3D Sun-Path del Dr. Andrew J. Marsh, se realizó un estudio de la incidencia solar en dos apartamentos en el piso 12 de ambos edificios, basado en dos variables importantes: efecto del sol en el apartamento analizado de manera aislada y considerando el entorno urbano, para evaluar el efecto que tienen los edificios adyacentes en el confort térmico de los ambientes. Las simulaciones se realizaron tomando con fecha el día 21 de julio de 2021 .

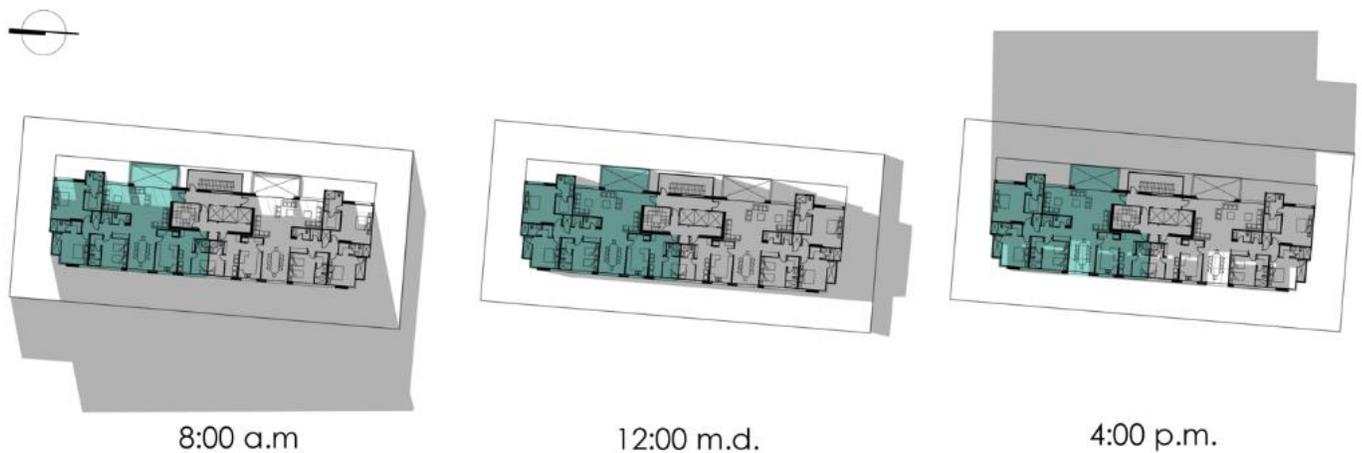
#### 3.3.1 P.H. Caleta

En el período de la mañana (8:00 a.m.), las sombras dentro del apartamento aislado, en el piso 12, se generan hacia las recámaras secundarias, comedor y áreas de servicios; mientras que la recámara principal y la sala reciben mayor incidencia solar (ver Figura 11). Sin embargo, si consideramos el entorno urbano durante esta misma hora, el apartamento estudiado, ubicado en dirección norte, recibe sombra del edificio adyacente, disipando la entrada de luz directa. (ver Figura 12).

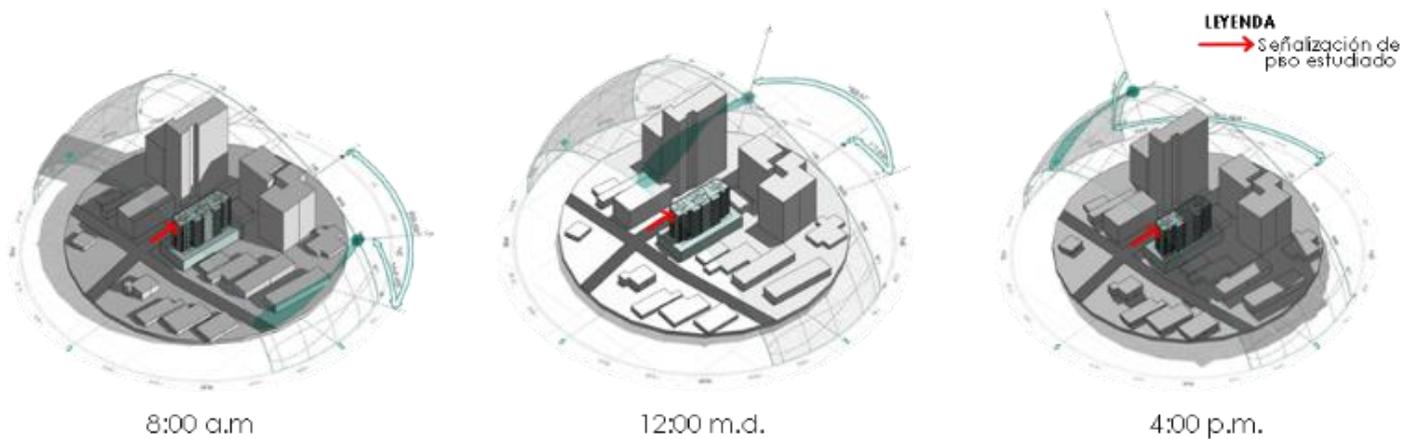
En el período del mediodía, (12:00 m.d.), en el apartamento aislado en el piso 12, existe poca entrada de luz directa. Las sombras generadas cubren la mayoría del apartamento, pues el sol se posiciona justo sobre la torre en esa hora (ver Figura 11).

De igual manera, considerando el entorno urbano a esta misma hora, hay poca entrada de luz directa hacia el interior del apartamento estudiado y ninguna sombra generada por parte de los edificios adyacentes en el piso estudiado (ver Figura 12).

En el período de la tarde (4:00 p.m.), las sombras dentro del apartamento aislado, en el piso 12, se generan hacia las zonas de descanso; mientras que la mayor incidencia solar la recibe el comedor (ver Figura 11). Si realizamos el estudio, considerando el entorno urbano, a esta misma hora, la fachada norte, donde se ubica el apartamento estudiado, no recibe luz solar directa gracias a la influencia de su entorno. (ver Figura 12).



**Figura 11.** Sombras dentro del apartamento aislado (piso 12) del P.H. Caleta en diferentes horas del día



**Figura 12.** Soleamiento del P.H. Caleta considerando entorno urbano en diferentes horas del día

### 3.3.2 Deluxe Residences

En el período de la mañana (8:00 a.m.), las sombras dentro del apartamento aislado, en el piso 12, se generan hacia la recámara secundaria, áreas de servicios, baños; mientras que la recámara principal, las salas, comedor y balcón reciben mayor incidencia solar (ver Figura 13). Sin embargo, si consideramos el entorno urbano durante esta misma hora, el impacto solar hacia el apartamento estudiado, orientado en la fachada noreste, es obstruido por los edificios del entorno, ya que este se encuentra ubicado en niveles inferiores (ver Figura 14).

En el período del medio día (12:00 m.d.), las sombras dentro del apartamento aislado, en el piso 12, se generan en la totalidad del apartamento, ya que el sol se posiciona justo sobre la torre en esa hora. (ver Figura 13). De igual manera, considerando el entorno urbano a esta misma hora, el Deluxe

Residences y los edificios contiguos reciben gran parte de la incidencia solar en el techo. De esta manera, se genera poca entrada de luz directa hacia el interior del apartamento estudiado (ver Figura 14).

En el período de la tarde (4:00 p.m.), las sombras dentro del apartamento aislado, en el piso 12, se generan hacia las zonas de descanso y de servicio; mientras que la mayor incidencia solar la recibe el comedor y el balcón (ver Figura 13). Si realizamos el estudio, considerando el entorno urbano, a esta misma hora, la fachada noreste donde se ubica el apartamento estudiado no recibe la entrada de luz directa, la cual es generada desde el oeste y es obstruida por las torres vecinas (ver Figura 14).

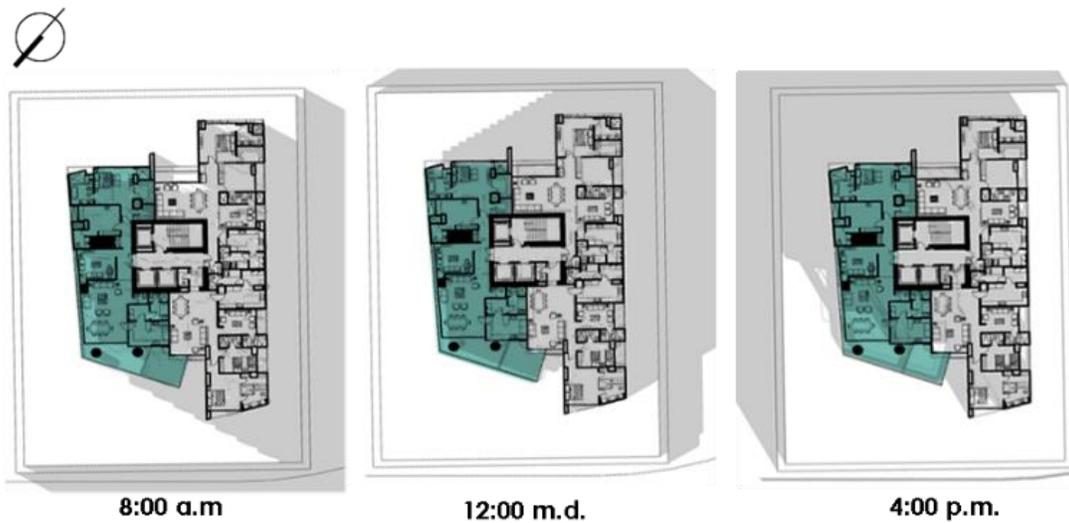


Figura 13. Sombras dentro del apartamento aislado (piso 12) del Edificio Deluxe Residences en diferentes horas del día

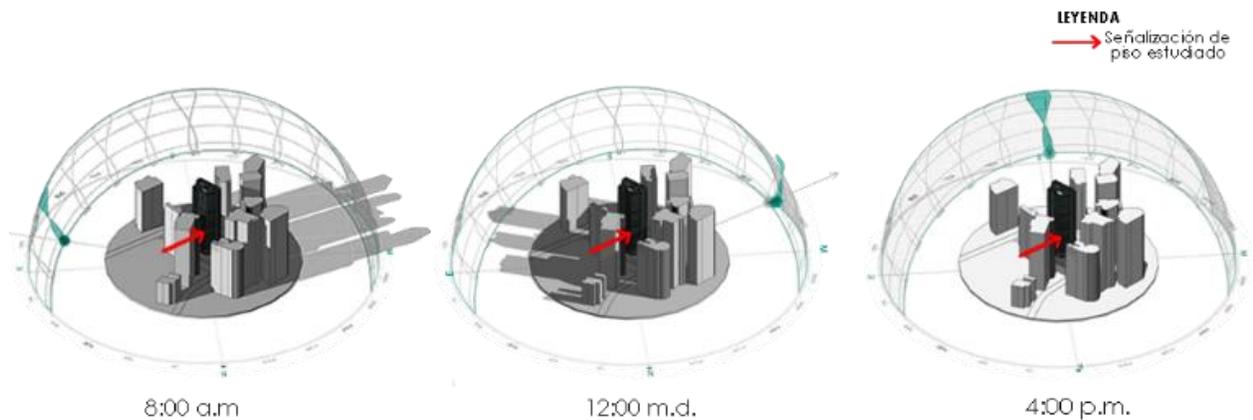


Figura 14. Soleamiento del Edificio Deluxe Residences considerando entorno urbano en diferentes horas del día

### 3.3.3 Estudio de la incidencia solar en un ambiente de los apartamentos estudiados

Estudiando la proyección de luz solar dentro de la recámara principal del apartamento estudiado en el P.H. Caleta se observa que solo a las 8:00 a.m. y 10:00 a.m. los rayos del sol logran entrar a la habitación. En el resto de las horas del día no recibe entrada de luz directa. (ver Figura 15).

Mientras que en la habitación del Deluxe Residences se observa que a las 8:00 a.m. se da la entrada de luz dentro de la habitación, mientras que en las horas siguientes el sol cambia su posición y no incide dentro del espacio (ver Figura 16).



Figura 15. Proyección de luz solar dentro de la habitación principal del apartamento estudiado - PH Caleta



**Figura 16.** Proyección de luz solar dentro de la habitación principal del apartamento estudiado - Deluxe Residences

## 4. DISCUSIONES

El entorno urbano resultó de gran influencia en el estudio del impacto de la radiación solar. El P.H. Caleta se encuentra en una zona con edificaciones de baja y mediana altura con pocos edificios altos. Mientras que el Deluxe Residences se encuentra rodeado de edificios de gran altura. Es por esta razón, que en comparación con el Deluxe Residences, el P.H. Caleta recibe la mayor incidencia solar directa en sus fachadas.

Se pudo observar que las fachadas de mayor tamaño recibían el impacto de la radiación solar en las mañanas y que el entorno urbano afectaba positivamente el confort térmico de ambos edificios, ya que brindaba sombra a los espacios que recibirían incidencia solar en los apartamentos estudiados. No se utilizó ningún tipo de elemento de protección solar en las fachadas, sin tomar en cuenta el clima del área de emplazamiento de los edificios, donde la incidencia solar es alta. Se sugiere para futuros diseños de edificaciones tomar en cuenta la inclusión de elementos de protección solar para mejorar el confort térmico de los usuarios y reducir el consumo energético generado por sistemas de climatización.

Cuando se realizó la descripción de ventanas de los edificios estudiados, no hubo acceso a cuadro de especificaciones de ventanas. Además, no se obtuvo acceso a información de la mano de residentes o resultados basados en estudios de campo. Por esto se recomienda la debida continuación a estudios de impacto de radiación solar, ventilación y mediciones de luminosidad, que puedan reforzar las conclusiones realizadas.

## 5. CONCLUSIONES

- El PH. Caleta recibe mayor incidencia solar en su fachada frontal y posterior este-oeste. En ninguna de estas se implementan criterios de diseños de protección solar directa, principalmente en la fachada frontal. Mientras que, en las fachadas laterales, que son las que menos radiación solar reciben, tienen una relación ventana-pared baja.
- Las fachadas del Deluxe Residences con mayor incidencia solar son las laterales, ubicadas en dirección noreste-suroeste. A estas se le implementaron pequeños aleros y paredes sobresalientes, que no logran cumplir con su función de estrategia de protección.
- Ambos edificios cuentan con amplias ventanas, de tipología variada para el P.H. Caleta y corredizas para el Deluxe Residences, con poca protección solar.
- Según el RES 2019, el factor de protección solar recomendado es de 0, como valor bajo, a 0.30, como valor alto, ambos valores escasos para el clima e incidencia solar de Panamá. El rango de factor de protección solar del P.H. Caleta ronda entre los 0.10 y 0.37, cumpliendo con los valores recomendados. Para el Deluxe Residences, el rango de factor de protección solar es de 0.10-1.92, excediendo lo recomendado.
- Según el RES 2019, el área vidriada en un edificio residencial no debe sobrepasar el 40%, en relación con la pared; sin embargo, en el P.H. Caleta, la fachada frontal con orientación oeste, sobrepasa este porcentaje, siendo la fachada con mayor incidencia solar. De igual forma, en el Deluxe Residences, la fachada frontal sobrepasa el 40% recomendado.
- Los apartamentos estudiados se ven beneficiados por su entorno urbano. La habitación principal del apartamento del P.H. Caleta, en el piso 12, recibiría de manera aislada la mayor incidencia solar en las horas de la mañana (8:00 a.m. y 10:00 a.m.); sin embargo, logra recibir sombreado del edificio al noreste, contrarrestando así la entrada de luz directa.
- La habitación principal del apartamento estudiado del Deluxe Residences, que se encuentra ubicado en dirección sureste, en la simulación aislada, recibe la mayor incidencia solar en la mañana; sin embargo, el espacio se ve beneficiado por la presencia de los edificios de su entorno, ya que estos le generan sombras.

## AGRADECIMIENTO

Este estudio es 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.

Se agradece también a los investigadores del proyecto #MUVEE PANAMA Denisse Medina y José Ojeda, quienes fueron asistentes del SusBCity Lab 21.1 junto a la asignatura de Metodología de la Investigación.

## REFERENCIAS

- [1] M. Zhen, Y. Du, F. Hong, and G. Bian, “Simulation analysis of natural lighting of residential buildings in Xi’an, China”, *Science of The Total Environment*, vol. 690, pp. 197–208, 2019.
- [2] F. Feng, N. Kunwar, K. Cetin, and Z. O’Neill, “A critical review of fenestration/window system design methods for high performance buildings”, *Energy and Buildings*, vol. 248, pp. 111–184, 2021.
- [3] A. R. Amaral, E. Rodrigues, A. R. Gaspar, and Á. Gomes, “A thermal performance parametric study of window type, orientation, size and shadowing effect”, *Sustainable Cities and Society*, vol. 26, pp. 456–465, 2016.
- [4] I. Acosta, M. Á. Campano, and J. F. Molina, “Window design in architecture: Analysis of energy savings for lighting and visual comfort in residential spaces”, *Applied Energy*, vol. 168, pp. 493–506, 2016.
- [5] D. Prakash and P. Ravikumar, “Analysis of thermal comfort and indoor air flow characteristics for a residential building room under generalized window opening position at the adjacent walls”, *International Journal of Sustainable Built Environment*, vol. 4, no. 1, pp. 42–57, 2015.
- [6] C. Misiopceki, M. Bouquin, A. Gustavsen, and B. P. Jelle, “Thermal modeling and investigation of the most energy-efficient window position”, *Energy Build.*, vol. 158, pp. 1079–1086, 2018.
- [7] J. Salih, P. Pino, B. Rodríguez, N. Uribe, y J. Perén, “Estudio del diseño del conjunto P.H. Central Park y su influencia en el confort ambiental de uno de sus apartamentos,” *SusBCity*, vol. 2, no. 1, pp. 59-64, 2021.
- [8] M. Castillo, K. Carrizo, A. Da Silva, D. Mora, y M. Chen, “Evaluación del rendimiento térmico y estrategias bioclimáticas de un edificio Universitario en clima tropical húmedo”, *Revista de Iniciación Científica*, vol. 7, pp. 16-23, 2021.
- [9] L. J. Fennelly and M. A. Perry, “Glass and windows”, *Handbook of Loss Prevention and Crime Prevention*, vol. 34, pp. 419–424, 2020.
- [10] F. Chi, Y. Wang, R. Wang, G. Li, and C. Peng, “An investigation of optimal window-to-wall ratio based on changes in building orientations for traditional dwellings”, *Solar Energy*, vol. 195, pp. 64–81, 2020.

Fecha de recepción: 23 de julio de 2021

Fecha de aceptación: 15 de octubre de 2021

# ESTUDIO DE SOLEAMIENTO EN CONJUNTO RESIDENCIAL Y APARTAMENTOS DE LOS P.H. PINE HILLS Y P.H. TORRES DE ESPAÑA

---

*Alejandra Cortés<sup>1a</sup>, Zaolí Carranza<sup>1b</sup>, Albany D'Elías<sup>1c</sup>, Juan Muñoz<sup>1d</sup>, José Isaac Perén<sup>1,2e</sup>*

<sup>1</sup> *Facultad de Arquitectura y Diseño, Universidad de Panamá, Ciudad de Panamá, Panamá.*

<sup>2</sup> *Sustainable Building and City Research Group – SusBCity, Ciudad de Panamá, Rep. Panamá.*

<sup>1a</sup> *alecg27@gmail.com*, <sup>1b</sup> *zao5798@gmail.com*, <sup>1c</sup> *albanydeliasf@gmail.com*, <sup>1d</sup> *juanm19g@gmail.com*; <sup>1,2e</sup> *jorge.peren@up.ac.pa*

**RESUMEN:** El objetivo de este trabajo es analizar la incidencia solar en dos edificios residenciales: el P.H Torres de España (Río Abajo) y P.H Pine Hills (Albrook), ambos ubicados en la Ciudad de Panamá. Para la evaluación del soleamiento se utilizaron los softwares Google Sketchup y Enscape que permitieron recrear modelos en 3D de ambos conjuntos residenciales y apartamentos mencionados. La validación de la simulación se realizó comparando los resultados de las simulaciones computacionales con fotos reales de los espacios analizados. Se pudo concluir que la escasez de aleros funcionales en ambos edificios permite una mayor incidencia solar directa y esto puede resultar en el aumento de la temperatura en los espacios internos de los apartamentos.

**PALABRAS CLAVES:** Incidencia solar, orientación, simulación computacional, relación ventana-pared, apartamento.

**ABSTRACT:** The objective of this work is to analyze the solar incidence in two residential buildings: P.H Torres de España (Río Abajo) and P.H Pine Hills (Albrook), both located in Panama City. For the evaluation of sunlight, the Google Sketchup and Enscape software were used, which allowed the recreation of 3D models of both residential complexes and apartments mentioned. The validation of the simulation was carried out by comparing the results of the computational simulations with real photos of the spaces analyzed. It was concluded that the lack of functional eaves in both buildings allows a greater direct solar incidence and this can result in an increase in temperature in the internal spaces of the apartments.

**KEYWORDS:** Solar incidence, orientation, computer simulation, window-wall ratio, apartment.

---

## 1. INTRODUCCIÓN

La influencia del estilo arquitectónico contemporáneo y el diseñar sin tomar en cuenta criterios basados en el clima de una región o el soleamiento que puede incidir en dicho diseño, conlleva a que el confort ambiental en el interior de un espacio se vea afectado, tanto por el calor, como el resplandor producido por la incidencia solar.

En Panamá esta tendencia se ve reflejada en la mayoría de las nuevas construcciones. Desde el final de los años ochenta, el diseño de las fachadas de edificios residenciales se ha concentrado en la estética del vidrio y no en los efectos que el usuario pueda recibir de estos. Lo antes mencionado hace que el usuario opte por no aprovechar la luz natural y recurrir a la iluminación artificial, ya que junto a su acceso también está asociado el aumento de temperatura que disminuye el confort térmico en el interior de espacios habitados debido a la ausencia de elementos de protección de la incidencia solar en las fachadas como los aleros y los quebrasoles.

También sucede lo contrario, con numerosos edificios con grandes fachadas sin aberturas lo que obliga a la utilización de sistemas de climatización para que su interior sea habitable, dando como resultado el aumento del consumo de energía.

Esta investigación se centró en evaluar el desempeño de los edificios residenciales en función de la entrada de luz y generación de sombra en los apartamentos, con esto derivamos los siguientes objetivos específicos: (a) evaluar los detalles de relación ventana-pared que se presentan en los edificios a estudiar; (b) recrear para su evaluación las entradas de luz y sombra que afectan los edificios mediante una simulación generada en computadora en el software Enscape; (c) determinar el alcance de la entradas de luz en los apartamentos; (d) validar los datos producto de las simulaciones de soleamiento y sombra comparándolos con fotos del interior de los apartamentos; (e) comparar la variación de la incidencia solar durante los solsticios mediante simulaciones de ambos edificios.

## 2. METODOLOGÍA

Usando como referencia la metodología empleada por Zambrano [1] se inició el proceso con la revisión de artículos que guardan relación a los temas como el soleamiento de un espacio (apartamentos) y la simulación en programas informáticos. Seguido del estudio experimental del sol y sombras de los conjuntos residenciales y los apartamentos, finalizando con los resultados y la comparación de estos con fotos de los espacios reales.

### 2.1 Localización geográfica: Edificios estudiados

Los edificios estudiados son el P.H. Torres de España ubicado en Río Abajo calle Torres de España y el P.H. Pine Hills, ubicado en Albrook, Avenida Prof. Virginia Mata de la G., Calle King (ver Figura 1).

Para el desarrollo de esta investigación seleccionamos un apartamento en cada edificio en los cuales tuviéramos fácil acceso para su evaluación.

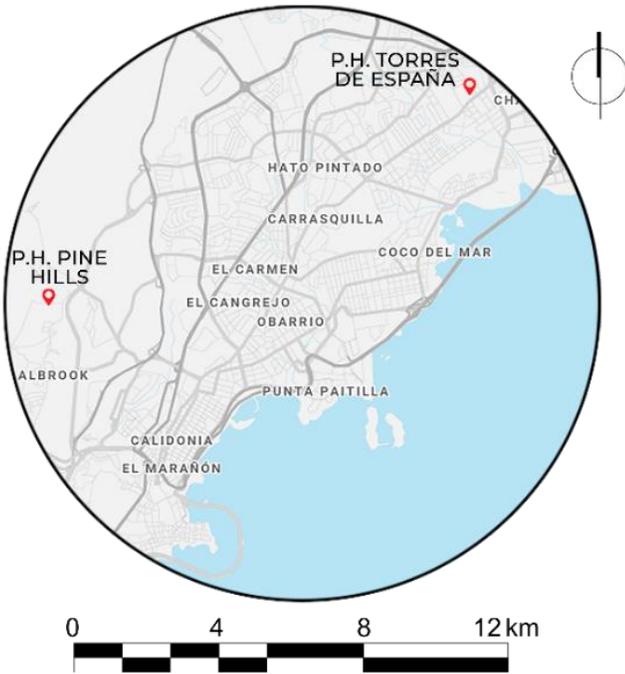


Figura 1. Localización de los edificios en la Ciudad de Panamá.

#### 2.1.1 P.H. Pine Hills

El conjunto residencial cuenta con cinco torres de apartamentos similares, de ocho pisos cada una. El apartamento estudiado se encuentra en la torre 5, apto. 4A (ver Figura 2). Cuenta con 160 m<sup>2</sup>, tres habitaciones, sala/comedor, sala familiar, cocina y área de servicio. Los espacios para comparar con las simulaciones realizadas son: la sala/comedor, cocina y la recámara #2.



Figura 2. Localización general del proyecto P.H. Pine Hills.

#### 2.1.2 P.H. Torres de España

El complejo se compone de cuatro edificios con dos torres cada uno de apartamentos similares, con trece niveles cada una (ver figura 1). El apartamento a estudiar se encuentra en la torre 8, apartamento 10A (ver Figura 3), el cual tiene 80m<sup>2</sup>, tres habitaciones, sala/comedor, cocina y lavandería. Los espacios para comparar con los análisis realizados son la sala/comedor y la recámara #3.

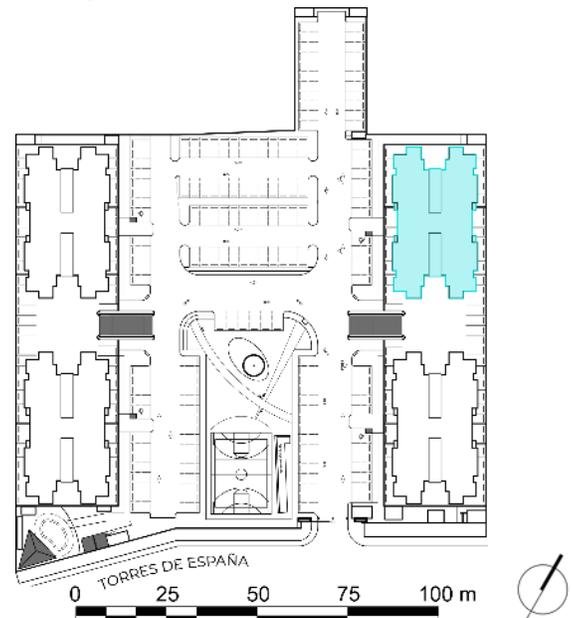


Figura 3. Localización General del P.H. Torres de España.

### 2.2 Revisión bibliográfica y definición de variables

Se realizaron revisiones e investigaciones de artículos de distintas fuentes, principalmente libros digitales, artículos científicos y tesis de grado. Con la información encontrada

logramos ordenar los resultados de cada análisis de software para así establecer recomendaciones.

### 2.3 Estudio experimental y análisis comparativo

Se realizaron simulaciones de soleamiento y sombra, cada una de estas revelaron el comportamiento de la incidencia solar directa. Los programas informáticos utilizados para llevar a cabo dichas simulaciones fueron:

- Google Sketchup: Con el cual se generó el modelo 3D, se estudió el comportamiento del sol en los conjuntos residenciales y se geocalizó los edificios del complejo.
- Enscape: Con el cual se realizó la simulación de la incidencia solar y generación de sombras en los conjuntos residenciales y el interior de los apartamentos.

### 2.4 Validación de la simulación

Se realizaron fotografías a espacios dentro de los apartamentos estudiados para compararlas con las sombras obtenidas en las simulaciones computacionales. Este análisis comparativo se realizó para validar la geocalización de los modelos 3D recreados en las simulaciones.

## 3. RESULTADOS

Como mencionado anteriormente, los puntos evaluados en este estudio fueron:

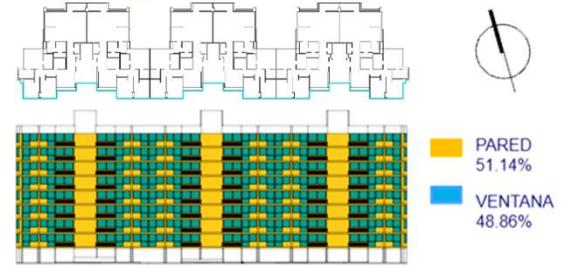
- 1) Determinar la fachada y ventanas más afectadas por la incidencia solar.
- 2) Calcular la proporción ventana-pared y compararlo con lo exigido en el Reglamento de Edificación Sostenible (R.E.S.) [2]
- 3) Identificar los espacios dentro de los apartamentos que recibe mayor incidencia solar.
- 4) Evaluar la orientación de los apartamentos en función del sol en los solsticios.

### 3.1 Relación ventana-pared

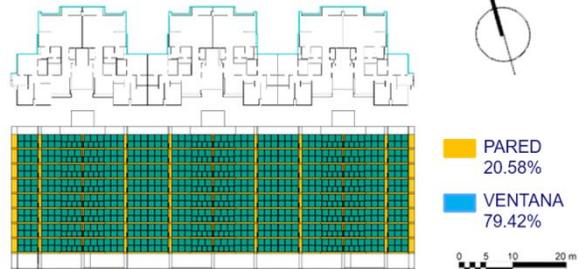
Se generó un modelo 3D de los edificios en el software Google Sketchup para realizar los cálculos referentes a la relación entre la superficie de las ventanas y de las paredes parámetro evaluado en el R.E.S. [3]. Esto nos permitió calcular la proporción entre el acristalamiento de las fachadas y el área de pared. La figura 4 muestra los resultados en el P.H. Pine Hills, los cuales son:

- Elevación OSO (posterior): 51.14% pared y 48.86% ventanas.
- Elevación ENE (frontal): 20.58% pared y 79.42% ventanas.
- Elevación NNO SSE (laterales): 84.01% pared y 15.99% ventanas

### ELEVACIÓN OSO



### ELEVACIÓN ENE

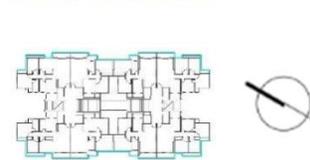


**Figura 4.** Elevación frontal (OSO) y posterior (ENE) de tres torres del P.H. Pine Hills, el color amarillo representa las paredes y el turquesa las ventanas.

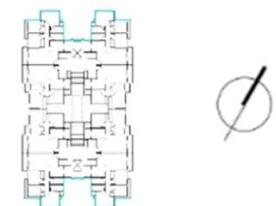
La figura 5 muestra los resultados de P.H. Torres de España, los cuales son:

- Elevación ENE OSO (frontal y posterior): 55.57% pared y 44.43% ventanas.
- Elevaciones NNO SSE (laterales): 88.95% pared y 11.05% ventana.

### ELEVACIÓN ENE



### ELEVACIÓN NNO



### ELEVACIÓN OSO



### ELEVACIÓN SSE



**Figura 5.** Elevación frontal y posterior (izquierda) y elevaciones laterales (derecha) de una torre del conjunto Torres de España, el color amarillo representa las paredes y el turquesa las ventanas.

### 3.2 Análisis de las ventanas

En la planta arquitectónica del apartamento 4A del P.H. Pine Hills, (ver Figura 6), las ventanas con más incidencia solar durante el solsticio de verano son las numero 1, 2 y 8. Y para el solsticio de invierno, las que se encuentran en la elevación sur identificadas con los números 3, 4 y 5. Su ubicación es desventajosa con respecto al sol ya que recibe mayor incidencia en las horas críticas.

Lo anteriormente comentado sumado a la ausencia de elementos de protección en las fachadas lleva a que las ventanas mencionadas, reciben luz solar directa, lo cual afecta de manera negativa el confort térmico de los espacios donde se encuentran.

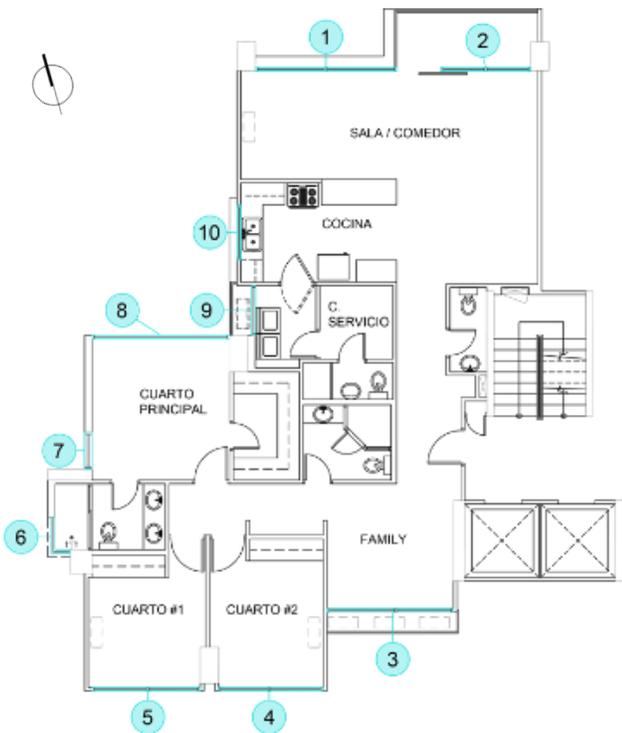


Figura 6. Apartamento 4A, P.H. Pine Hills, mostrando la localización de las ventanas.

Como se puede apreciar en la Figura 6, las ventanas 1 y 2 ubicadas en la sala comedor (elevación norte de las torres), son las más grandes en todo el apartamento haciendo que este espacio se vea más afectado por la incidencia solar directa.

En el caso del apartamento 10A de Torres de España pudimos observar en la planta arquitectónica (ver Figura 7) que las ventanas con más incidencia solar son: 1, 3 y 4 durante el solsticio de verano y de invierno. Al igual que el apartamento del PH Pine Hills, el apartamento 10A mantiene una ubicación desventajosa en la torre, observamos que las ventanas donde se encuentra el área social y las habitaciones, las cuales son las más grandes, reciben soleamiento durante todo el año.

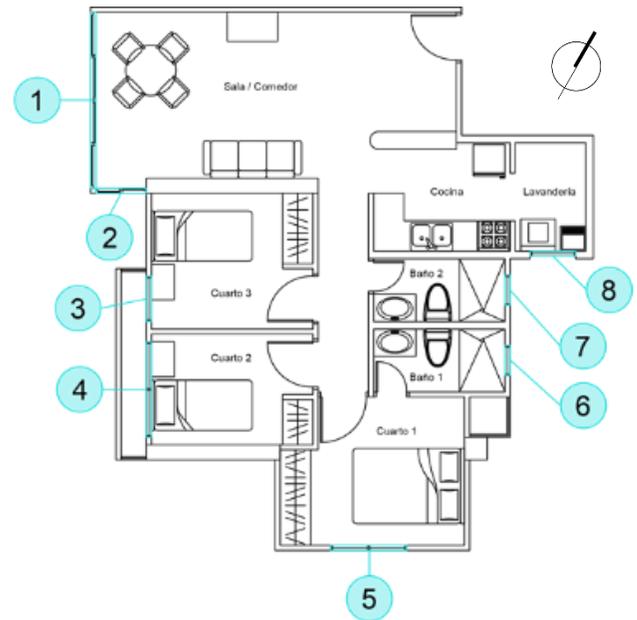


Figura 7. Apartamento 10A, P.H. Torres de España mostrando la localización de las ventanas.

Al igual que Salih et al. [3], generamos un cuadro donde registramos especificaciones de las ventanas de los apartamentos y su orientación (Ver tabla 2 y tabla 3).

### 3.3 Análisis de soleamiento y sombras

Para ambos conjuntos residenciales se realizó el análisis de soleamiento y sombra en el programa Enscape, que nos permitió obtener las imágenes de las proyecciones de sombra en dos fechas: el 20 de junio de 2021 (solsticio de verano) y el 21 de diciembre de 2021 (solsticio de invierno), en tres horarios 9:00h, 12:00h y 16:00h horas (ver figura 8 y figura 9).

#### 20 JUNIO 2021 SOLSTICIO DE VERANO



#### 21 DICIEMBRE 2021 SOLSTICIO DE INVIERNO



Figura 8. Análisis de soleamiento y sombra en conjunto residencial P.H. Pine Hills, se muestra el solsticio de verano en la fila superior y el solsticio de invierno en la inferior.

**Tabla 2.** Especificaciones de ventanas, apartamento 4a, Edificio 5, P.H. Pine Hills. (Modificado de Salih et al., 2020)

APARTAMENTO 4-A, EDIFICIO 5, ORIENTACIÓN NNE													
VENTANAS						ELEMENTOS DE SOMBRA				FACTOR DE PROTECCIÓN (alero/altura de sombra)	RELACIÓN VENTANA/PARED (%) ÁREA DE PARED/ÁREA DE VENTANA		
#	TIPO	DIMENSIÓN N (m)	ORIENTACIÓN	AMBIENTE	VENTILACIÓN CRUZADA	QUIEBRAS	ALERO	BALCON	DIMENSIÓN DE ALERO O BALCON (m)		ÁREA DE PARED (m)	ÁREA DE VENTANA (m)	PORCENTAJE (área de ventana/área de pared)
1	CORREDIZA	3.75X2.50	NE	SALA-COMEDOR	SI	NO	SI	SI	1.60 m	0.64	0.49 m	9.37 m	19.12%
2	CORREDIZA	3.75X2.50	NE	SALA-COMEDOR	SI	NO	SI	NO	0.30 m	0.12	1.25 m	9.35 m	7.48%
3	CORREDIZA	3.50X1.50	SO	FAMILY	NO	NO	SI	NO	0.58 m	0.39	3.76 m	5.25 m	1.39%
4	CORREDIZA	2.85X1.50	SO	RECAMARA 1	NO	NO	NO	NO	-	-	3.37 m	5.88 m	1.75%
5	CORREDIZA	2.85X1.50	SO	RECAMARA 2	NO	NO	NO	NO	-	-	3.37 m	5.88m	1.75%
6	CORREDIZA	1.00X1.70	O	BAÑO	NO	NO	NO	NO	-	-	4.86 m	1.67m	0.34%
7	CORREDIZA	2.50X1.00	O	RECAMARA PRINC.	SI	NO	NO	NO	-	-	7.70 m	2.50 m	0.32%
8	CORREDIZA	3.75X2.50	NO	RECAMARA PRINC.	SI	NO	NO	NO	-	-	1.96 m	9.38 m	4.78%
9	CORREDIZA	1.50X1.35	NO	LAVANDERIA	NO	NO	SI	NO	0.60 m	0.40	1.35 m	2.03 m	1.50%
10	CORREDIZA	1.50X1.50	NO	COCINA	NO	NO	SI	NO	0.20 m	0.13	5.58 m	2.26 m	0.40 %

Las dimensiones de ventanas y paredes están indicadas en (alto x ancho) y de elementos de sombra en (ancho x profundidad)

\* No se verificaron medidas en el edificio, las medidas surgieron de los planos obtenidos.

\*\* Las medidas no estaban en las plantas, se estimaron de fotos.

Nota: Adaptado de "Estudio del diseño del conjunto P.H. Central Park y su influencia en el confort ambiental de uno de sus apartamentos" por Salih et al., 2020, Revista SusBCity, Vol. 3, N°1, <https://revistas.up.ac.pa/index.php/SusBCity/article/view/2014/1608>

**Tabla 3.** Especificaciones de ventanas, apartamento 10 A, Edificio 8, Torres de España (Modificado de Salih et al., 2020)

APARTAMENTO 10-A, EDIFICIO 8, ORIENTACIÓN NNE													
VENTANAS						ELEMENTOS DE SOMBRA				FACTOR DE PROTECCIÓN (alero/altura de sombra)	RELACIÓN VENTANA/PARED (%) ÁREA DE PARED/ÁREA DE VENTANA		
#	TIPO	DIMENSIÓN (m)	ORIENTACIÓN	AMBIENTE	VENTILACIÓN CRUZADA	QUIEBRAS	ALERO	BALCON	DIMENSIÓN DE ALERO O BALCON (m)		ÁREA DE PARED (m)	ÁREA DE VENTANA (m)	PORCENTAJE (área de ventana/área de pared)
1	CORREDIZA	3.30X2.50	SO	SALA-COMEDOR	SI	NO	NO	NO	-	-	1.45 m	8.25 m	5.88%
2	CORREDIZA	3.75X2.50	SO	SALA-COMEDOR	SI	NO	NO	NO	-	-	1.43 m	9.38 m	6.55%
3	PALETAS	1.30X0.90	SO	RECAMARA 1	NO	NO	SI	NO	0.60 m	0.46	6.03 m	1.17 m	0.19%
4	PALETAS	1.90X1.30	SO	RECAMARA 2	NO	NO	SI	NO	0.60 m	0.46	4.18 m	2.47 m	0.59%
5	PALETAS	1.50X1.30	SE	RECAMARA PRINCIPAL	NO	NO	SI	NO	0.80 m	0.61	8.13 m	1.95 m	0.23%
6	PALETAS	0.60x0.60	NE	BAÑO	NO	NO	NO	NO	-	-	3.25 m	0.36 m	0.11%
7	PALETAS	0.60x0.60	NE	BAÑO	NO	NO	NO	NO	-	-	3.25 m	0.36 m	0.11%
8	PALETAS	1.30X0.90	SE	LAVANDERIA	NO	NO	NO	NO	-	-	2.75 m	1.17	0.42%

Las dimensiones de ventanas y paredes están indicadas en (alto x ancho) y de elementos de sombra en (ancho x profundidad)

\* No se verificaron medidas en el edificio, las medidas surgieron de los planos obtenidos.

\*\* Las medidas no estaban en las plantas, se estimaron de fotos.

Nota: Adaptado de "Estudio del diseño del conjunto P.H. Central Park y su influencia en el confort ambiental de uno de sus apartamentos" por Salih et al., 2020, Revista SusBCity, Vol. 3, N°1, <https://revistas.up.ac.pa/index.php/SusBCity/article/view/2014/1608>

En el P.H. Pine Hills se observa que la incidencia del sol durante el solsticio de verano es mucho más fuerte en las fachadas norte de las torres durante los tres horarios mencionados en las cuales se encuentran las ventanas con mayores dimensiones correspondientes al área social de los apartamentos (sala/ comedor). Durante el solsticio de invierno la incidencia del sol cambia a la fachada sur (habitaciones), causando mayor resplandor en el horario de 9:00 a.m. a 12:00 p.m. Además, es cuando notamos que las dos torres a la izquierda brindan sombra a la torre 5 donde se encuentra el apartamento 4A.

Las Torres de España presentan otro comportamiento (ver Figura 9). Las fachadas frontales (orientación ENE) y posteriores (orientación OSO) de las cuatro torres son las que reciben un mayor soleamiento. En la torre donde se encuentra el apartamento a estudiar, durante el solsticio de verano e invierno, la incidencia del sol se mantiene constante, y no recibe sombra de las torres vecinas.



**Figura 9.** Análisis de soleamiento y sombra en conjunto P.H. Torres de España, donde se muestra el solsticio de verano en la fila superior y el solsticio de invierno en la inferior.

### 3.4 Análisis de soleamiento y sombras de los apartamentos: Análisis comparativo: programa vs realidad

El análisis de soleamiento y sombra del apartamento 4A del P.H Pine Hills se centró en la sala/comedor, cocina y recámara #2 por ser las áreas que reciben mayor incidencia de luz solar durante el día; y el análisis del apartamento 10A del P.H Torres de España se centró en la sala/comedor y recámara #3 por ser las zonas que se encuentran en la fachada que recibe mayor incidencia de luz solar en horas de la tarde.

Al analizar las imágenes se pudo determinar que el espacio de la sala/comedor del apartamento 4A del P.H Pine Hills (ver figura 10) recibe menor incidencia de luz solar directa en horas de la tarde, donde el sol es más fuerte, pero, por los ventanales de vidrio, la incidencia de luz ocurre durante todo el día.

Durante las horas del análisis, la sala/comedor, la entrada de luz en la cocina (ver figura 11) es mucho mayor que en el resto del apartamento, por lo que concluimos que es la zona más afectada en las horas de la tarde; en el área de la recámara (ver figura 12) se puede apreciar que es la zona menos afectada por la luz solar ya que su incidencia es totalmente indirecta.

Las fotos capturadas para la comparativa con las imágenes generadas por el software de simulación fueron tomadas el día 15 de julio de 2021.



**Figura 10.** Análisis de sombras de la sala comedor del Apto.4 A del conjunto P.H Pine Hills, se muestra imágenes de las sombras reales en la fila superior (15 de julio de 2021) y la simulación en la parte inferior.



**Figura 11.** Análisis de sombras de la cocina del Apto.4 A del conjunto P.H Pine Hills, se muestra imágenes de las sombras reales en la fila superior y la simulación en parte inferior.



**Figura 12.** Análisis de sombras de la recámara #2 del Apto.4 A del conjunto P.H Pine Hills, se muestra imágenes de las sombras reales en la fila superior y la simulación a computadora en la inferior.

Cuando comparamos las fotos con la simulación del apartamento del P.H. Torres de España, analizamos primero el espacio de la sala/comedor (ver Figura 13) y se pudo determinar que esta es la zona del apartamento que recibe la mayor incidencia solar directa en horas de la tarde, por no contar con elementos de protección solar en la fachada. La recámara (ver Figura 14) recibe una incidencia de luz solar menor y no es directa gracias al alero que mantiene.



**Figura 13.** Análisis de sombras de la sala del Apto.10 A del conjunto P.H Torres de España, se muestra imágenes de las sombras reales en la fila superior y la simulación a computadora en la inferior.



**Figura 14.** Análisis de sombras de la recámara #3 del Apto.10 A del conjunto P.H Torres de España, se muestra imágenes de las sombras reales en la fila superior y la simulación a computadora en la inferior.

## 4. DISCUSIÓN

La orientación de las ventanas en los conjuntos residenciales es un factor importante al momento de diseñar para garantizar el confort térmico interior. Los apartamentos estudiados, como se pudo apreciar, mantienen la incidencia del sol directa en las ventanas de mayor tamaño sin elementos de protección en la fachada, haciendo que los espacios interiores no sean del todo agradables para los residentes, ya sea por tener que recurrir al uso de aire acondicionado, el resplandor del sol o no poder disfrutar de ventilación natural.

Es importante resaltar lo mencionado por Zehnder et al. [4], para reducir realmente el impacto energético y de emisiones de CO<sup>2</sup> del sector de la edificación, es imprescindible tener en cuenta en la fase de diseño del proyecto: orientación, medidas de protección solar, aislamiento en envolvente opaca y ventilación.

El diseño de los conjuntos y las torres pudo haber sido manejado de otra manera, utilizando más elementos para evitar la incidencia solar directa. Un aspecto clave de cualquier diseño es la predicción realista y precisa del rendimiento del edificio bajo una amplia gama de condiciones meteorológicas [5].

Mediante la utilización de software de simulación 3D que nos permita generar un volumen geolocalizado con dimensiones reales tales como Google SketchUp y Enscape es posible realizar un estudio previo de la incidencia solar en el interior de los espacios que se diseñan y así poder evaluar la necesidad de elementos de protección solar, garantizando que los espacios diseñados sean confortables en su uso luego de construidos.

## 5. CONCLUSIONES

Las principales conclusiones de este estudio son:

- La escasez de aleros funcionales en los edificios estudiados permite una mayor incidencia de luz solar directa y posible aumento de temperatura en los espacios internos de los apartamentos.
- La cantidad de ventanas y la consecuente relación ventana-pared que se encuentran en la fachada norte del P.H. Pine Hills excede el 40% estipulado por el Reglamento de Edificación Sostenible (R.E.S.) [2].
- El apartamento 4A de la torre 5 del P.H. Pine Hills recibe una gran radiación solar durante todo el día debido a la cantidad de ventanas que posee en el área sala/comedor y cocina, por lo que se mantienen las cortinas abajo y las ventanas cerradas, requiriendo el uso de equipos eléctricos que generen confort térmico, como el aire acondicionado. En cambio, el área de la recámara #2 no es tan afectada por la radiación solar, más se mantiene de igual manera el uso del aire acondicionado.
- El apartamento 10A de la torre 8 del P.H. Torres de España mantiene una entrada de luz solar durante las horas de la tarde en las áreas de sala/comedor y recámara #3, por lo que se mantienen las cortinas abajo. Al no poseer grandes ventanas que permitan un gran paso de la incidencia solar, se puede intuir un mayor confort ambiental.

## AGRADECIMIENTO

Este estudio es 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”.

Se agradece también a los investigadores del proyecto #MUVEE PANAMA Denisse Medina y José Ojeda quienes fueron asistentes del SusBCity Lab 21.1 junto a la asignatura de Metodología de la Investigación de la Facultad de Arquitectura y Diseño de la Universidad de Panamá – FADUP.

## REFERENCIAS

- [1] P. Zambrano Prado, “Control solar e iluminación natural en la Arquitectura Dispositivos de control solar fijos en clima semicálido-subhúmedo”, *Maestría en Arquitectura*. Universidad Politécnica de Cataluña, 2013.
- [2] *Reglamento de Edificación Sostenible para la República de Panamá*, vol. 28820. Gaceta Oficial Digital, 2019.
- [3] J. Salih, P. Pino, B. Rodríguez, N. Uribe, y J. Perén. “Estudio del diseño del conjunto P.H. Central Park y su influencia en el confort ambiental de uno de sus apartamentos”, *SusBCity*, vol. 3, n.º 1, pp. 59-64, ene. 2021.
- [4] Zehnder, Griesser, Knauf y Knauf Insulation. “Estudio y evaluación del confort térmico y riesgo de sobrecalentamiento”, *Vitoria-Gasteiz*, 2019.
- [5] Albatayneh, Aiman, Alterman Dariusz, Page Adrian y Moghtaderi Behdad. “The Significance of Building Design for

the Climate”, *Environmental and Climate Technologies*, vol. 22, pp. 165-178. 201810.2478/rtuct-2018-0011.

Fecha de recepción: 23 de julio de 2021

Fecha de aceptación: 15 de octubre de 2021

# EVOLUCIÓN DE LA FACULTAD DE ENFERMERÍA Y EVALUACIÓN DE LA ILUMINACIÓN NATURAL DENTRO DE TRES DE SUS SALONES

Nicole Archibold <sup>1a</sup>, Kelsy Caballero <sup>1b</sup>, Shermalee Cardona <sup>1c</sup>, Kathleen Mendieta <sup>1d</sup>, Jorge Isaac Perén <sup>1,2e</sup>

<sup>1</sup> Universidad de Panamá, Facultad de Arquitectura y Diseño - FADUP

<sup>2</sup> Sustainable Building and City Research Group - SusBCity, Ciudad de Panamá, Panamá

archibold19@hotmail.com <sup>1a</sup>; aileenvega09@gmail.com <sup>1b</sup>; cardonashermalee@hotmail.com <sup>1c</sup>; kamc.uniaraq@gmail.com <sup>1d</sup>; jorge.peren@up.ac.pa <sup>1,2e</sup>

**RESUMEN:** Con el pasar de los años, muchos edificios se van adecuando y sus fachadas originales sólo se conocen al estudiar su historia o evolución por medio de imágenes. Las reformas a edificios muchas veces priorizan sus nuevas necesidades y se realizan tratamientos para ajustarse a ellas en detrimento de otros aspectos como la iluminación natural. En el Campus Octavio Méndez Pereira de la Universidad de Panamá (UP), existen muchos edificios que han pasado por innumerables reformas. En este caso, el presente trabajo se enfoca en observar la evolución de las reformas de la Facultad de Enfermería de la UP, y evaluar su desempeño en términos de iluminación natural. Se escogieron tres salones de clase (salón 1, 2 y 7) para realizar mediciones de los niveles de iluminación natural interna (lux) con tres luxómetros EXTECH SDL400. Durante el periodo de las mediciones internas, la iluminación exterior estuvo en un rango entre 13,380lux y 27,700lux. El nivel más alto de luz natural interna se observó en el salón 1 con un promedio de 164lux y los menores niveles se encontraron en el salón 7, con un promedio de todo el espacio de tan sólo 17lux; ambos por debajo de los niveles de iluminación requeridos para este tipo de ambientes.

**PALABRAS CLAVES:** Iluminancia, iluminación natural, quiebrasol, ventanas, intensidad de lux, salón de clases.

**ABSTRACT:** Over the years, many buildings are adapted and their original facades are only known by studying their history or evolution through images. Building renovations often prioritize their new needs and treatments are carried out to adjust to them to the detriment of other aspects such as natural lighting. In the Octavio Méndez Pereira Campus of the University of Panama (UP), there are many buildings that have undergone countless reforms. In this case, the present work focuses on observing the evolution of the reforms of the Faculty of Nursing of the UP, and evaluating its performance in terms of natural lighting. Three classrooms (room 1, 2 and 7) were chosen to measure the levels of internal natural lighting (lux) with three EXTECH SDL400 luxometers. During the period of the internal measurements, the external illumination was in a range between 13,380lux and 27,700lux. The highest level of internal natural light was observed in room 1 with an average of 164lux and the lowest levels were found in room 7, with an average of only 17 lux for the entire space; both below the lighting levels required for this type of environment.

**KEYWORDS:** Illumination, daylighting, solar shading, windows, lux intensity, classroom.

## 1. INTRODUCCIÓN

Los edificios de la Universidad de Panamá (UP) han pasado por diversos cambios a lo largo de los más de 70 años de existencia. Se encuentran anexos y otros tipos de reformas o tratamientos a los salones de cada edificio del campus. Debido a estas reformas, muchas veces enfocadas en la falta de espacio o la readecuación del mismo, se olvida considerar la iluminación natural y se recurren a soluciones que conllevan a la dependencia de la iluminación artificial.

La luz natural se ha considerado a menudo el mejor instrumento para reducir el uso de iluminación eléctrica

interior y en consecuencia el consumo eléctrico. No obstante, la razón principal es lograr condiciones visuales óptimas en interiores y garantizar la comodidad del usuario [1]. La intensidad de la luz que entra en los ojos humanos puede o no, ser la adecuada o confortable para una determinada actividad [2]. Por ello se han realizado estudios [2,3,4], enfocados en la iluminación natural en diversos edificios de la ciudad de Panamá, que, junto a los escenarios encontrados, representan las evaluaciones que se esperan obtener también dentro de este artículo.

Se ha escogido la primera planta del antiguo edificio de la facultad de Ingeniería y Arquitectura, que actualmente pertenece a la Facultad de Enfermería, para realizar este estudio de iluminación natural. Este edificio cuenta con quiebra soles, ventanas de considerable área, pasillo central y adiciones realizadas en el interior como en el exterior, incorporadas a la estructura principal del edificio.

En este trabajo se considera la evolución del edificio, y cómo ello afecta el aprovechamiento de la iluminación natural dentro de los tres salones escogidos para este estudio. Los objetivos específicos son: (1) Medir la luz natural interna y externa de los tres salones y en el exterior; (2) Analizar los tratamientos que afectan la entrada de iluminación natural; (3) Comparar los escenarios encontrados.

## 2. METODOLOGÍA

### 2.1 Selección del edificio

El edificio seleccionado se ubica en el campus Octavio Méndez Pereira, se encuentra con su fachada y vista principal en dirección NO-SE, casi inclinándose a una dirección E-O. Posee 3 niveles, de los cuales solo será estudiada la primera planta.

En el estudio de Chan, M. et al [5], donde se busca interpretar la historia del movimiento moderno en la arquitectura dentro del campus, se encontró que el edificio de la Facultad de Ingeniería y Arquitectura, en su comparación con los cinco puntos de Le Corbusier solo cuenta con la fachada libre propuesta. Y, cómo en los otros edificios construidos en aquella época (1948), cuenta con quiebra soles.

#### 2.1.1 Evolución de modificaciones realizadas al edificio donde se ubica actualmente la Facultad de Enfermería:

Siguen algunos datos cronológicos:

##### Marzo de 1948

- Planta original, como edificio de la Facultad de Ingeniería y Arquitectura. Diseñado por el Arquitecto De Roux, Bermudez y Mendez.

##### Noviembre de 1993

- El proyecto es llamado "Reforma al edificio E-1, Enfermería."
- Aprobado el 23 de mayo de 1994 por el Ministerio de Obras Públicas (MOP).
- Surge el anexo de la biblioteca y la administración de la Facultad de Enfermería. El edificio ya era existente, y se busca reformar. Diseñado por S. Acosta.

##### Noviembre de 1997

- El proyecto es llamado "Proyecto de adición a la Facultad de Enfermería"
- Adición al edificio, tanto al primer como segundo nivel, un área de 9m de ancho x 16m largo.
- En el primer alto, perteneciente a la Facultad de Enfermería, incluía el laboratorio de simulación, depósito,

cuarto de aire acondicionado y un aula. Diseñado por S. Acosta.

##### Septiembre-octubre de 2004

- El proyecto es llamado "Acondicionamiento de salas de audiovisual y cómputo de la Facultad de Enfermería"
  - Se condicionan las áreas de 1997 para cambiarlas por audiovisual, cómputo. Diseñado por Carlos Quintero.
- Además de estos años mencionados, en la actualidad se siguen realizando otras remodelaciones en las diferentes áreas dentro del primer y segundo nivel del edificio.

### 2.1.2 Implantación del edificio con árboles del entorno

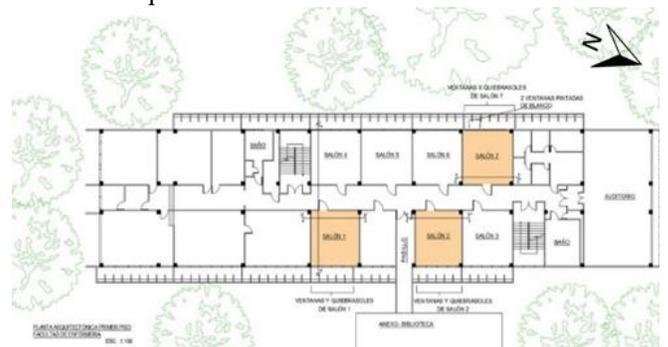
En la Figura 1 se muestra la localización del edificio, su envolvente vegetal, los anexos de la edificación y también el lugar del exterior donde se localizó el luxómetro referencia.



**Figura 1.** Localización e implementación de árboles y señalización de anexos- Facultad de Enfermería.

### 2.1.3 Planta actualizada: Primer piso, Facultad de Enfermería, localización de salones estudiados

En la Figura 2 se muestra la planta arquitectónica, resaltando la ubicación de los 3 salones estudiados y su envolvente arquitectónico.



**Figura 2.** Planta arquitectónica y localización de los salones 1, 2 y 7 de Enfermería.

### 2.2 Proceso de medición de la iluminación natural

El proceso de medición se basa en la misma metodología utilizada en trabajos previos [2, 3, 4] y descrita en [1]. Para la medición de iluminación natural dentro de los salones, se utilizaron 3 luxómetros (2 interiores y 1 exterior) SDL400 (ver Figura 3), siguiendo una dinámica en cuadrícula, colocando como puntos de referencia las sillas, para formar ejes de filas y columnas que facilitan la comprensión en las variaciones de las medidas obtenidas.



Figura 3. Luxómetros SDL400.

#### 2.2.1 Salones evaluados y horarios

El tiempo empleado para la medición de iluminación interna fue de 3 minutos por cada salón; y se realizaron desde las 11:25 a.m. hasta las 12:04 p.m.

- SALÓN 1: 11:25 - 11:28 a.m. (ver Figura 4a)
- SALÓN 2: 11:45 - 11:48 a.m. (ver Figura 4b)
- SALÓN 7: 12:01 - 12:04 p.m. (ver Figura 4c)

Las figuras 4a, b y c son de los salones 1, 2 y 7 respectivamente y fueron tomadas antes de las mediciones.



Figura 4a. Vista de la ventana del salón 1 con los quiebrasoles externos y las cortinas internas.



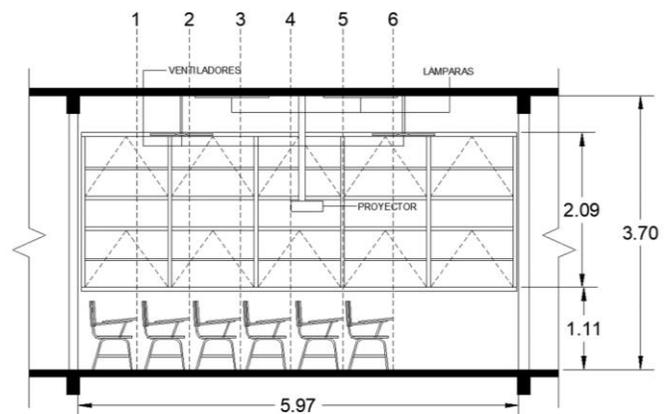
Figura 4b. Vista de la ventana del salón 2 mientras el equipo se prepara para las mediciones físicas y de iluminación natural.



Figura 4c. Vista de la ventana del salón 7. Se observa que los vidrios de la parte inferior izquierda está pintados de blanco.

### 2.3 Dimensiones de los salones de clase estudiados

En la Figura 5a se muestra la sección longitudinal del Salón 1, sus dimensiones, altura de ventanas y demás elementos del salón.



SECCIÓN LONGITUDINAL X-X' ESC 1:100

Figura 5a. Sección longitudinal, salón 1.

En la Figura 5b se muestra la sección longitudinal del Salón 2, sus dimensiones, altura de ventanas y demás elementos.

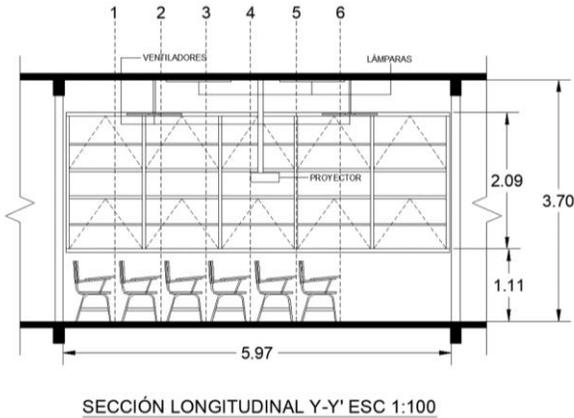


Figura 5b. Sección longitudinal, salón 2.

En la Figura 5c se muestra la sección longitudinal del Salón 7, sus dimensiones, altura de ventanas y demás elementos.

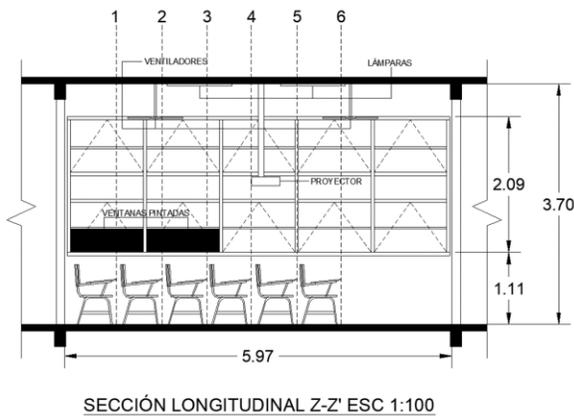


Figura 5c. Sección longitudinal, salón 7.

En la Figura 5c se muestra la sección transversal típica de los salones 1, 2, 7; sus dimensiones, dimensiones de aleros y quiebrasoles, altura y características de ventanas.

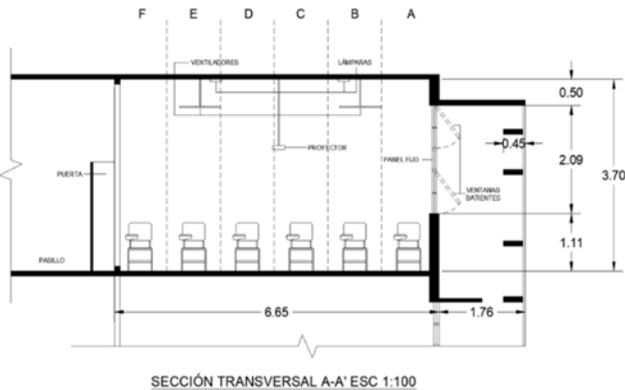


Figura 6. Sección transversal típica.

## 2.4 Análisis de las ventanas en los 3 salones de clase

La tabla 1 muestra las características principales de las ventanas de cada salón y además, describe elementos arquitectónicos que podrían intervenir en la iluminación natural.

Tabla 1. Análisis de ventanas y elementos en los 3 salones (1,2,7) de la Facultad de Enfermería.

Facultad de Enfermería										
No.	Tipo	Dimensión (largo x altura)	Orientación	Ambiente	Elementos					Dimensión de alero (largo x altura)
					Ventilación cruzada	Quiebra soles	Aleros	Balcón		
1	Batiente	5.93x2.09	ESTE	Salón 1	No	Si	Si	No		0.88x0.05
2	Batiente	5.93x2.09	ESTE	Salón 2	No	Si	Si	No		0.88x0.05
3	Batiente	5.93x2.09	OESTE	Salón 7	No	Si	Si	No		0.88x0.05

## 3. RESULTADOS

### 3.1 Medición de lux en los salones

#### Planta de salón 1

La figura 7a, muestra los niveles de iluminación en el salón 1, el cual tiene un promedio de iluminación natural de 163.48lux. Vale destacar que la iluminación exterior estaba en 27,700lux. Existe un árbol en la parte externa, próximo a su fachada, pero parece no ser un obstáculo para la iluminación.

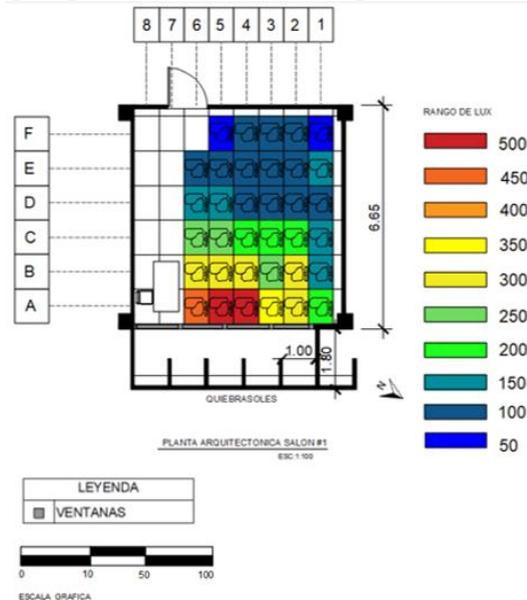


Figura 7a. Planta cuadrícula, salón 1.

#### Planta de salón 2

En el caso del salón 2 (ver Figura 7b) el nivel de luminosidad fue disminuyendo ya que el edificio cuenta con un anexo en la parte posterior que impide que entre suficiente iluminación natural. El promedio de iluminación natural interior es de 69.4lux y el promedio externo es de 22,700lux.

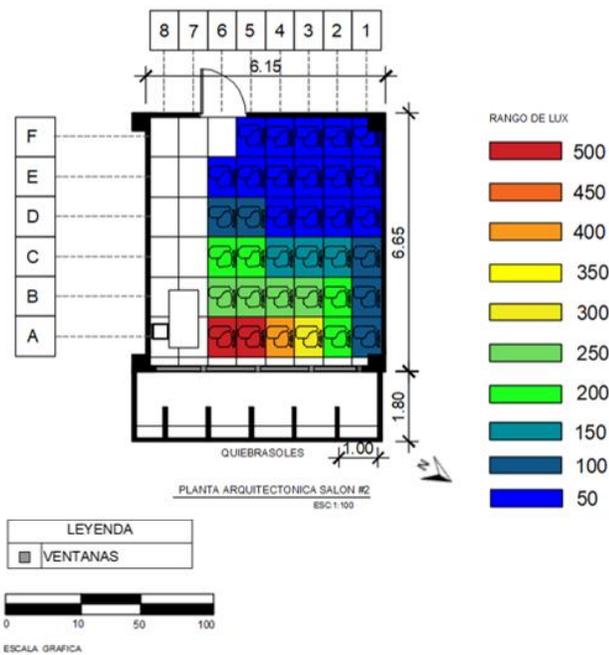


Figura 7b. Planta cuadriculada, salón 2.

Planta del salón 7

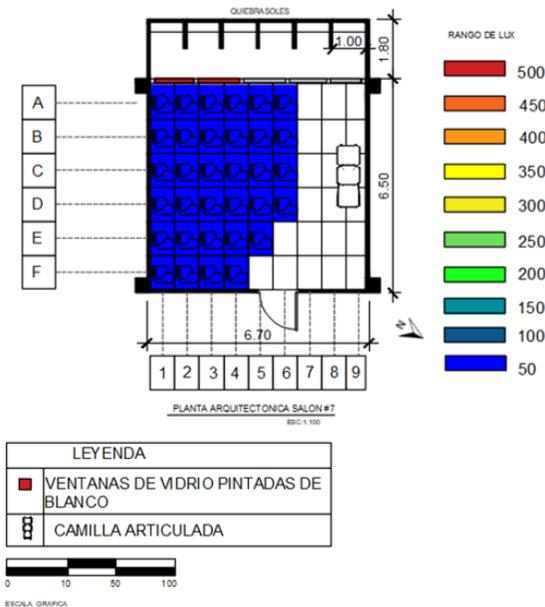


Figura 7c. Planta cuadriculada, salón 7.

En el salón 7 (ver Figura 7c), se observó la menor iluminación natural interna, con un promedio de 16.45lux y un promedio exterior de 13,380lux. Esto puede deberse en parte a los bajos niveles de iluminación exterior al momento de la medición y principalmente a la cobertura de árboles existentes.

3.2 Impacto de tratamientos en la iluminación

Niveles de iluminación- Salón 1

En el Salón 1 de la Facultad de Enfermería hubo un alto nivel de iluminación natural en el interior del salón, siendo el pico máximo de luminosidad 494 lux (en el exterior fue de 27,700 lux). El salón 1 tiene árboles frente a su fachada, pero estos parecen no ser una obstrucción al ingreso de iluminación natural al salón (ver Tabla 2 y Figura 8a). Se observa claramente que los niveles más altos están en la fachada (eje A y B) y esta disminuye hacia el fondo del salón (eje F).

Tabla 2. Niveles de iluminación natural en la medición interior, salón 1.

Medición de iluminación natural con el luxómetro en el interior en cada silla						
Salón 1						
De 11:25 am a 11:28 am						
F	E	D	C	B	A	
44	106	64	116	145	180	1
52	67	73	165	264	290	2
60	54	84	180	246	320	3
54	77	96	190	290	494	4
49	75	104	205	290	480	5
	75	107	209	272	435	6

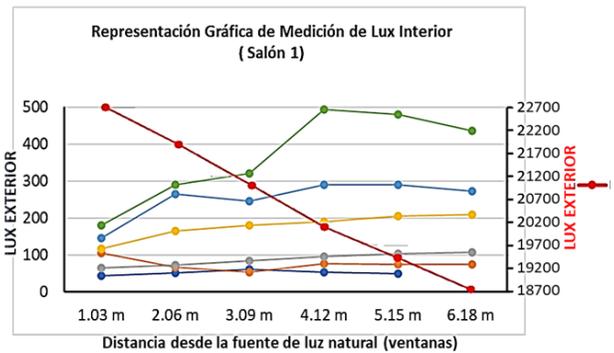


Figura 8a. Niveles de iluminación natural en la medición interior y exterior, salón 1.

Niveles de iluminación-Salón 2

En cambio, en el Salón 2 el nivel de luminosidad fue disminuyendo ya que el edificio cuenta con un anexo que impide que, entre suficiente iluminación al salón, su nivel más alto de luminosidad en el interior fue de 300 lux y en el exterior de la facultad es de 22700 lux. (ver Tabla 3 y Figura 8b)

Medición de iluminación natural con el luxómetro en el interior en cada silla						
Salón 2						
De 11:45 am a 11:48 am						
F	E	D	C	B	A	
10	10	13	29	71	66	1
12	11	19	32	83	230	2
16	19	22	54	116	260	3
20	22	20	49	99	300	4
12	15	18	54	99	260	5
	11	18	41	72	246	6

Tabla 3. Niveles de iluminación natural en la medición interior, salón 2.

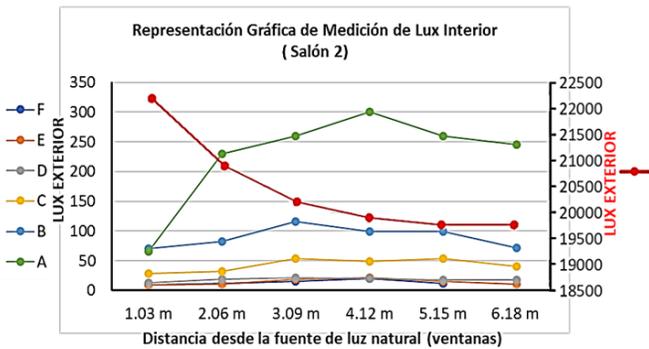


Figura 8b. Niveles de iluminación natural en la medición interior y exterior, salón 2.

Niveles de iluminación-Salón 7

En el Salón 7, el pico máximo de luminosidad en el exterior estuvo en 13380 lux en cambio en el interior del salón obtuvo el nivel más bajo de iluminación con 2 lux. Este salón consideraba la obstrucción de un enorme árbol en la entra principal de la facultad y dos ventanas pintadas que también afectan el ingreso de la luz al salón. (ver Tabla 4 y Figura 8c)

Medición de iluminación natural con el luxómetro en el interior en cada silla						
Salón 7						
De 12:01 pm a 12:04 pm						
F	E	D	C	B	A	
8	15	19	2	8	6	1
15	13	9	2	10	5	2
16	18	12	29	25	11	3
12	21	15	20	37	9	4
16	23	16	28	31	23	5
	15	12	25	32	18	6

Tabla 4. Niveles de iluminación natural en la medición interior, salón 7.

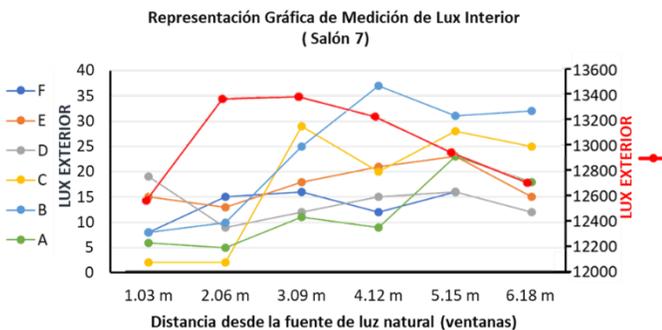


Figura 8c. Niveles de iluminación natural en la medición interior y exterior, salón 7.

**4. DISCUSIONES**

Entorno y clima

- Observamos una gran cantidad de árboles que rodean al edificio de la Facultad de Enfermería, lo cual ha sido un punto clave en el análisis del estudio.
- Hay factores que influenciaron la iluminación mínima interna en el salón 7, la medición exterior fue baja, con 13 380 de lux en promedio, por nubosidad y la presencia de los árboles ya mencionados.
- Durante las mediciones en los 3 salones, el nivel de iluminación exterior osciló entre 12,500lux y 22,700lux.
- Los niveles más altos de iluminación natural se midieron en la fachada (ejes A y B). Estos niveles disminuyen hacia el fondo de los salones (eje F); siendo consistente con la literatura internacional sobre el tema.

Intervenciones y anexos

- El anexo de la administración y biblioteca cubre en su totalidad la ventana del salón 2, pero aun así logra entrar luz natural aceptable.

Tratamientos realizados a las ventanas

- Los tratamientos a ventanas, como pintura y cortinas se han implementado debido al avance de las épocas y la tecnología, al colocar proyectores, es necesario un ambiente oscuro donde logre observarse con claridad la proyección.
- Otros salones con ventanas completamente pintadas son del área donde se encuentran los archivos. Las autoridades comentaron que esto se hizo para preservar los documentos.
- Según las autoridades de la facultad, solía haber una incidencia mayor de luz natural hacia los salones. Esto quizá fue de beneficio para la anterior facultad (Ingeniería y Arquitectura), lo cual actualmente les resulta contraproducente (debido al uso de los proyectores).

**5. CONCLUSIONES**

- De los salones estudiados, el salón con mayor promedio de iluminación natural es el salón 1 con un promedio de 494lux en el interior.
- De los salones estudiados, el salón con menor promedio de iluminación natural es el salón 7, con un promedio de 16.45lux en el interior. Esto puede deber se a la pintura realizada a algunas ventanas, a la presencia de árboles en el entorno inmediato y a que los niveles de iluminación externa estaba un poco más bajos (13,380lux.) durante la medición. Se sugiere se evalué este aspecto en futuros estudios.
- La intensidad de la iluminación natural aumenta en el área cerca a las ventanas.
- Según la Gaceta Oficial de Panamá, del miércoles 14 de abril de 1993, el Ministerio de Obras Públicas en conjunto con la Junta Técnica de Ingeniería y Arquitectura, establecen los niveles mínimos de iluminación que deben

ser utilizados e indica que para los salones de clase (tomando de la tabla el área de escuelas), es un mínimo de 300 lux (con iluminación artificial). Los tres salones tuvieron un promedio menor de 200 lux pero sólo con iluminación natural. Sin embargo, las filas (a y B) cercanas a la ventana si tuvieron niveles arriba de los 300lux en los Salones 1 y 2. En este estudio no se midió con las luces encendidas.

## AGRADECIMIENTO

Este estudio es parte del Proyecto de investigación y Desarrollo (i+D) denominado #MUVEEPANAMA, liderado por el Investigador Principal (IP) Dr. Jorge Isaac Perén y financiado por la SENACYT. Se agradece también a los investigadores del proyecto #MUVEE PANAMA Denisse Medina, José Ojeda y José Cedeño quienes fueron asistentes del SusBCity Lab 21.2 junto a la asignatura de Innovación Científica y Tecnológica y, además, a las autoridades de la Facultad de Enfermería por permitirnos realizar las mediciones de iluminación en estos tres salones.

## REFERENCIAS

- [1] M. Navvab, C. Burattini, F. Bisegna, Gugliermetti, "CHAPTER 8: BUILDING AUTOMATION FOR EENERGY EFFICIENCY, CHAPTER 8.1: EFFICIENT LIGHTING SYSTEMS, PART 3: NATURAL LIGHTING." *Handbook of Energy Efficiency in Buildings*. Butterworth-Heinemann. 603-607. 2019
- [2] C. Solís, L. Jaureguizar, J. Ariza, E. Mojica y Perén, J. "EVALUACIÓN DE LA LUZ NATURAL EN SALÓN DE ESTUDIO DE LA FACULTAD DE ARQUITECTURA Y DISEÑO DE LA UNIVERSIDAD DE PANAMÁ". *SusBCity*, Vol. 3(1), 54-58. 2021
- [3] C. Araúz, C. Lee, D. Segundo y J. Perén "CARACTERIZACIÓN LUMÍNICA DEL CENTRO DE OPERACIONES DEL BANCO GENERAL". *SusBCity* Vol. 1(1), 40-45. 2019
- [4] J. Beitia, A. Gonzalez, B. Guardia, A. Guerra y J. Peren "EVALUACIÓN DE LA ILUMINACIÓN NATURAL Y DEL RENDIMIENTO DE QUIEBRASOLES EN EL EDIFICIO DE OFICINAS 205 – SENACYT". *SusBCity*, Vol. 2(1), 9-17. 2020
- [5] M. Chan, A. Cortés, A. D'Elías, A. Lee y S. Arroy, "INTERPRETANDO LA ARQUITECTURA DEL MOVIMIENTO MODERNO PANAMEÑO A TRAVÉS DEL CAMPUS UNIVERSITARIO DOCTOR OCTAVIO MÉNDEZ PEREIRA DE LA UNIVERSIDAD DE PANAMÁ". *SusBCity*, Vol. 2(1), 54-60. 2020

Fecha de recepción: 5 de diciembre de 2021

Fecha de aceptación: 10 de enero de 2022

# INFLUENCIA DE LA VEGETACIÓN EN DOS SECTORES DEL CORREGIMIENTO DE CALIDONIA

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

<sup>1</sup> Facultad de Arquitectura y Diseño, Universidad de Panamá, Ciudad de Panamá, Panamá.

<sup>2</sup> Sustainable Building and City Research Group -SusBCity, Ciudad de Panamá, Rep. de Panamá.

<sup>1,2a</sup> jorge.peren@up.ac.pa; <sup>1b</sup> miriamrodriguez.0399@gmail.com; <sup>1c</sup> yesibethruizp@gmail.com; <sup>1d</sup> klaus.valdivieso.m@gmail.com; <sup>1e</sup> brayanv2012@gmail.com; <sup>1f</sup> denisse.medinaf@up.ac.pa; <sup>1g</sup> jose.ojeda-f@up.ac.pa; <sup>1h</sup> 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

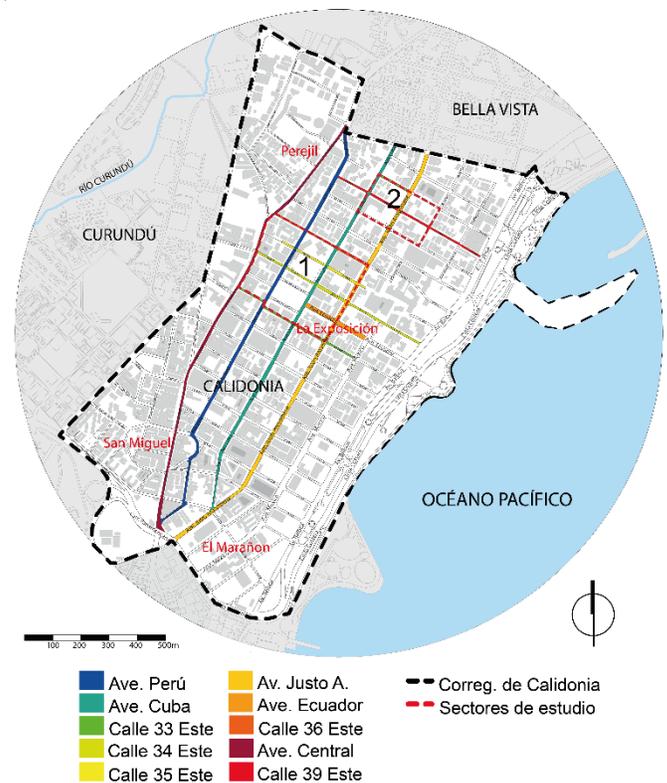
temperatura superficial de los materiales encontrados en las zonas escogidas con el objetivo de conocer como estos diferentes escenarios puedan influir en el recorrido de los peatones en el área de estudio.

## 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).

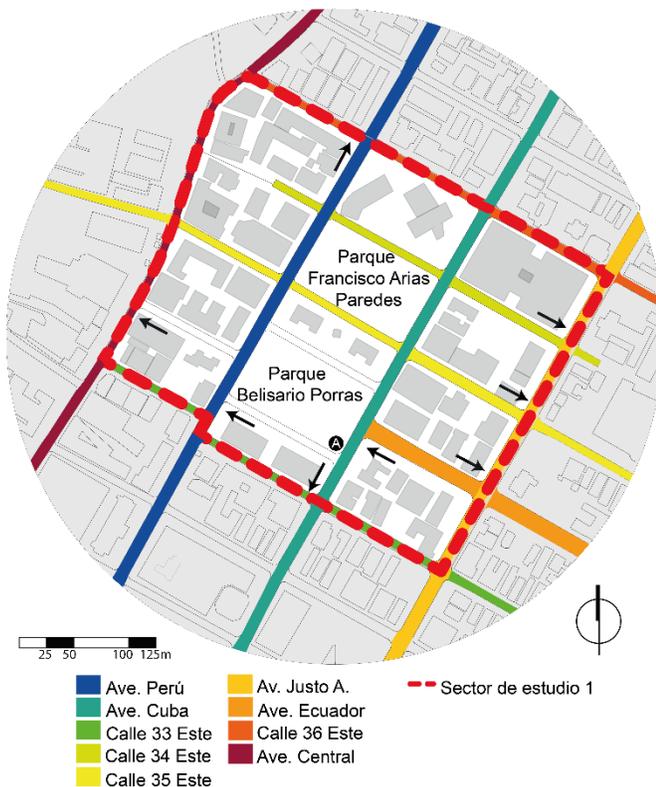


Figura 1.1. Primer sector de estudio

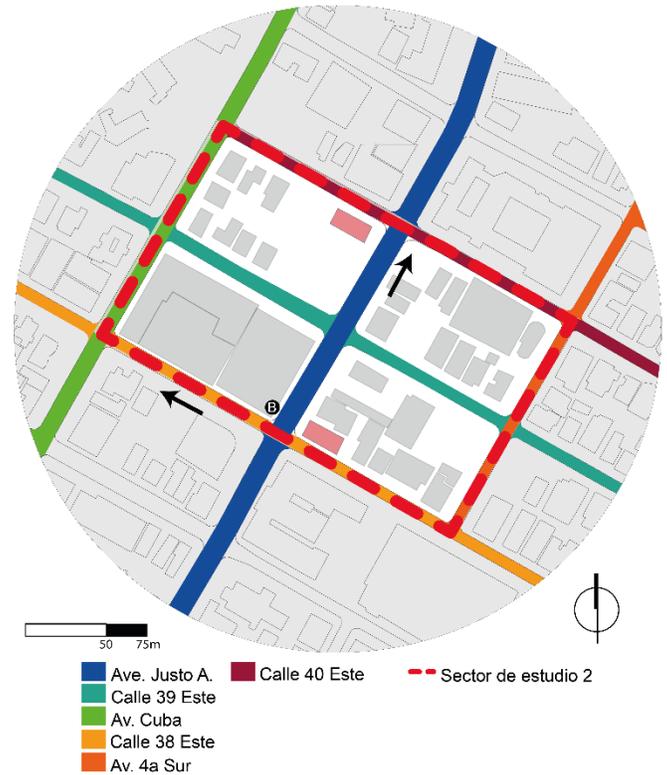


Figura 1.2. Segundo sector de estudio

## 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.

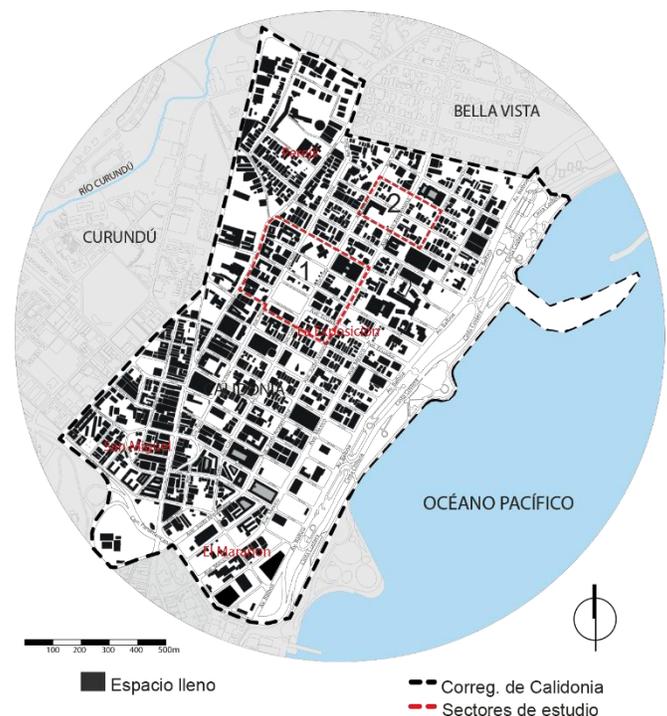


Figura 2. Mapa de llenos y vacíos de Calidonia

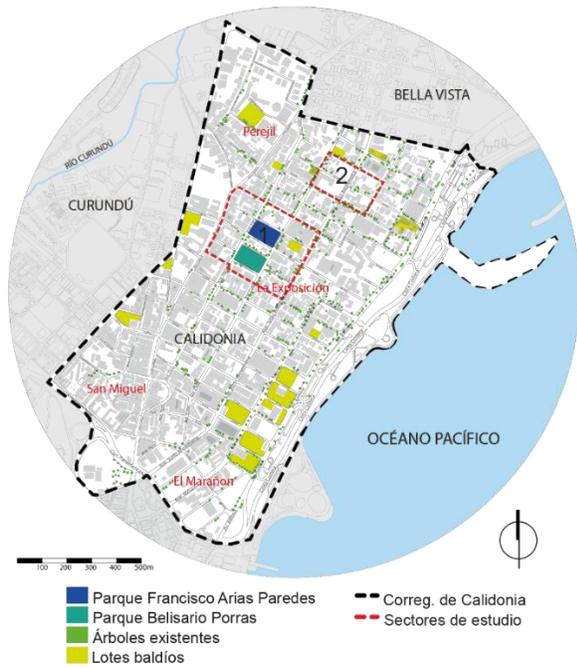


Figura 3. Mapa de áreas verdes

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.

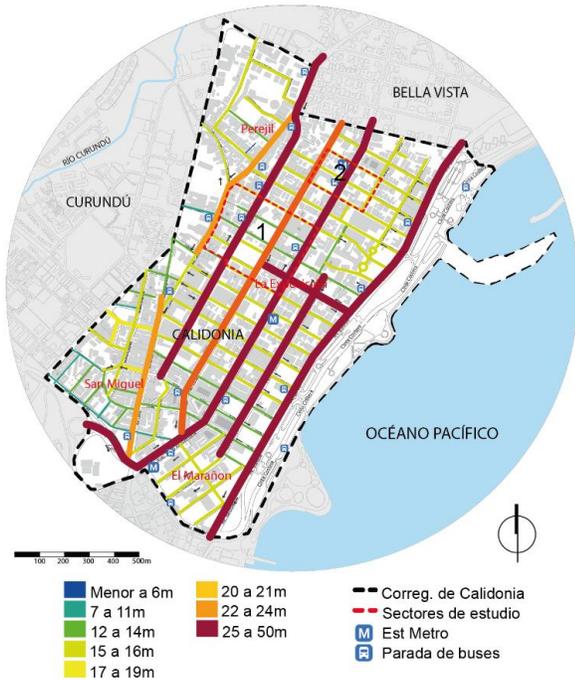


Figura 4. Mapa de Servidumbres

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.

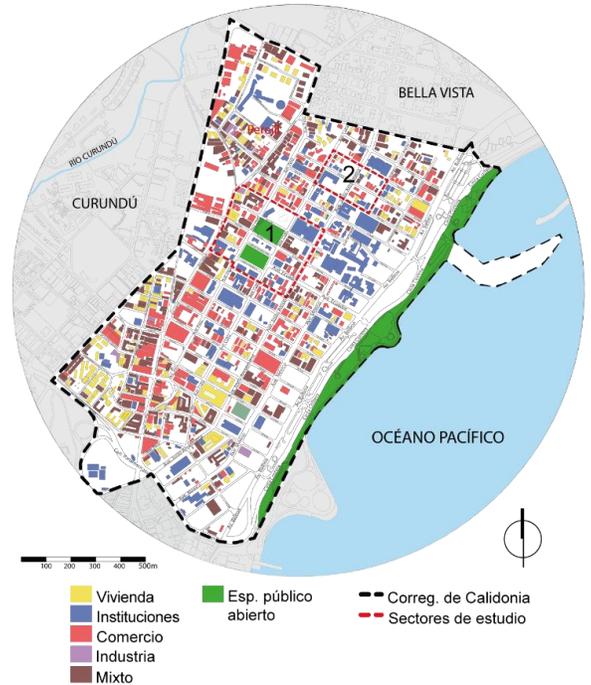


Figura 5. Mapa de Uso de Suelos

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.

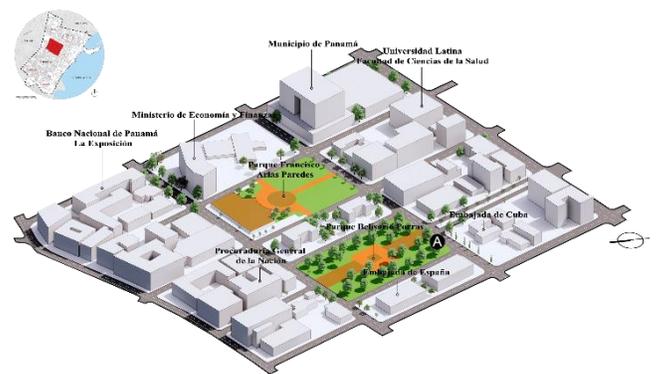


Figura 6. Sector A: Zona con vegetación

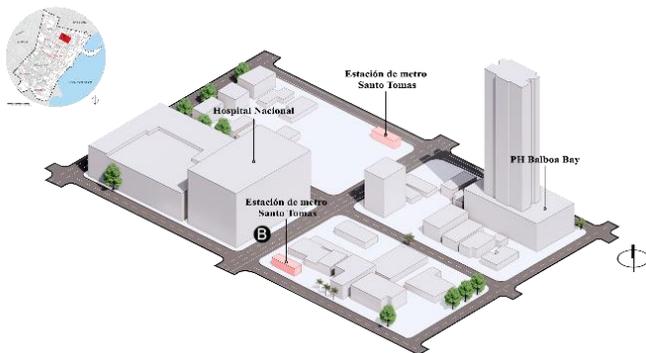


Figura 7. Sector B: Zona sin vegetación

### 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.

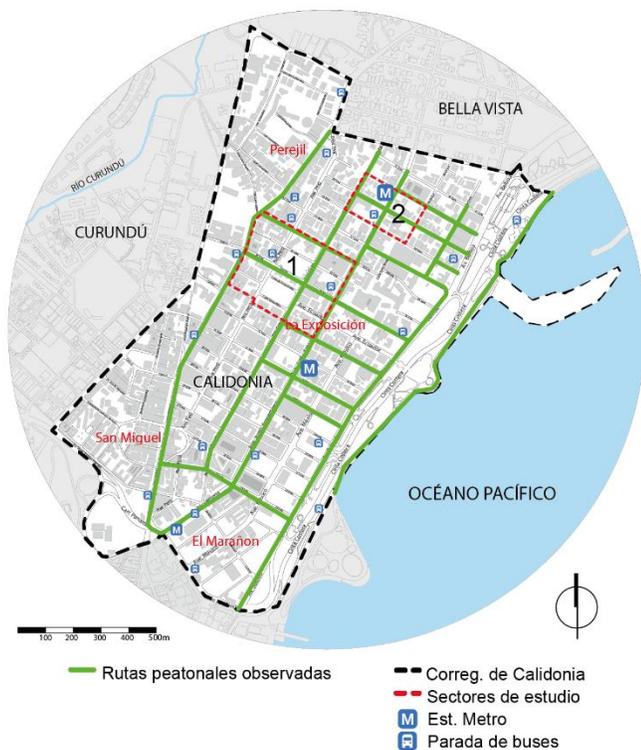


Figura 8. Mapa Recorridos Peatonales

#### 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
<b>Total, de personas</b>	<b>209 personas en un periodo de 40 minutos</b>	

#### 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.
<b>Total, de personas</b>	<b>88 personas en un periodo de 40 minutos</b>	

### 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.

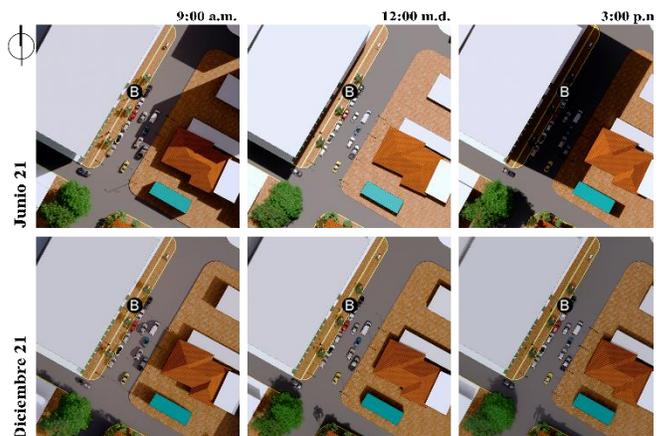


Figura 11. Estudio de sombras del sector B

#### 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).

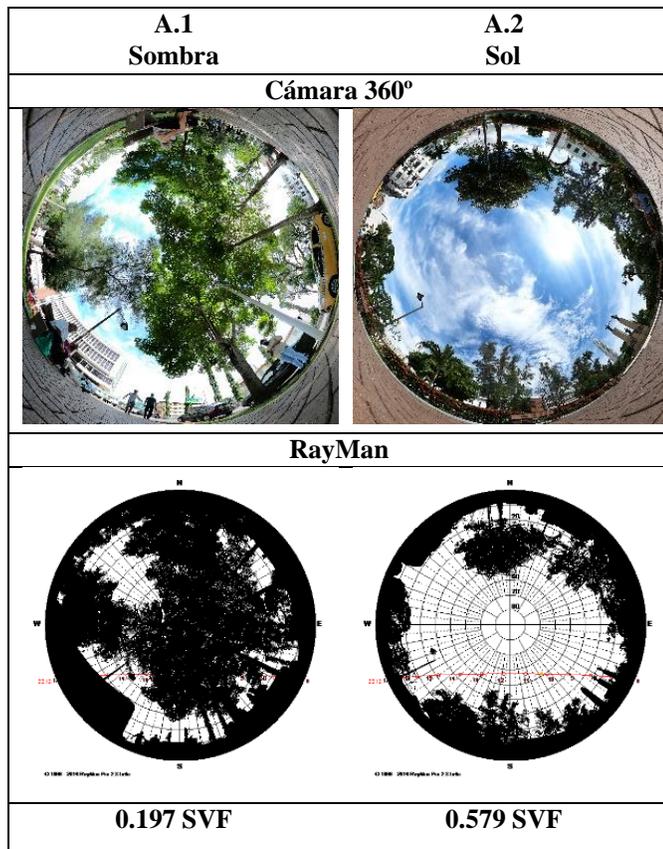


Figura 12. Medición de SVF del sector A1 y A2

**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.

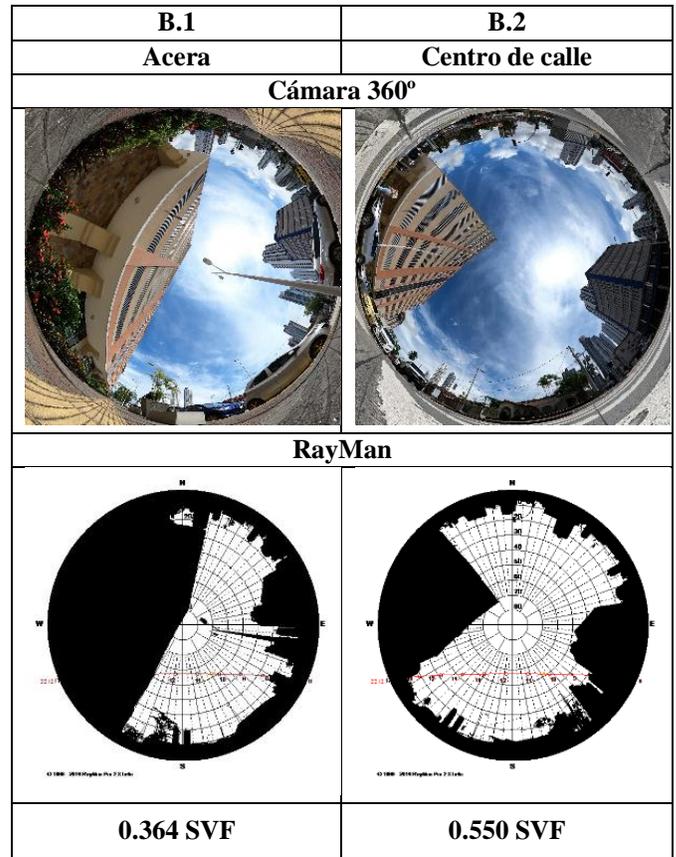


Figura 13. Medición de SVF del sector B1 y B2

**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/mejorandovidas/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

# ANÁLISIS Y ESTUDIO DE SOMBRAS A LO LARGO DE LA AVE. LIBERTADOR DEL DISTRITO DE LA CHORRERA, PRINCIPALMENTE EN EL PARQUE LIBERTADOR, EL PARQUE FEUILLET Y PLAZA ITALIA.

*Eyda De Gracia <sup>1a</sup>, Rosadalys Pérez <sup>1b</sup>, Alisson Muñoz<sup>1c</sup>, Eugenia Muñoz <sup>1d</sup>, Jorge Isaac Perén <sup>1,2e</sup>*

<sup>1</sup> *Universidad de Panamá, Facultad de Arquitectura y Diseño-FADUP, Ciudad de Panamá, Rep. de Panamá*

<sup>2</sup> *Sustainable Building and City Research Group -SusBCity, Ciudad de Panamá, Rep. de Panamá.*

*1a egdgg23@hotmail.com, <sup>1b</sup> rosadalys@hotmail.com, <sup>1c</sup> alymm19@gmail.com, <sup>1d</sup> evmc0810@gmail.com,*

*<sup>1,2e</sup> jorge.peren@up.ac.pa*

**RESUMEN:** Los espacios públicos deben ser lugares de gran convergencia ciudadana, por lo que deben brindar bienestar ambiental ofrecido por elementos como áreas verdes y la vegetación o árboles. El presente trabajo desarrolla un análisis de sombras en el distrito de La Chorrera, provincia de Panamá Oeste, tomando en cuenta un área de estudio que incluye espacios públicos siendo estos: Plaza Italia, Parque Libertador y Parque Feuillet. Además de un estudio del sitio a través de mapas y una encuesta realizada a ciudadanos residentes. Como resultado se observó la falta de vegetación en uno de los espacios públicos de más relevancia dentro del sector, como lo es la Plaza Italia, la cual carece de cobertura verde o árboles sistemáticamente localizados para la proyección efectiva de sombras.

**PALABRAS CLAVES:** Confort térmico, entorno urbano, factor de cielo abierto, espacio público, morfología urbana, sombras.

**ABSTRACT:** Public spaces must be meeting places, so they must provide environmental well-being offered by elements such as green areas and vegetation or trees. The present work develops an analysis of shadows in the district of La Chorrera, province of Panamá West taking into account a study area that includes public spaces such as: Plaza Italia, Parque Libertador and Parque Feuillet. In addition, is carried out a study of the site through maps and a survey of resident of the neighborhood. As a result, the lack of vegetation was observed in one of the most relevant public spaces within the sector, such as Plaza Italia, which lacks green cover or systematically located trees for the effective projection of shadows.

**KEYWORDS:** Thermal comfort, urban environment, sky view factor, public space, urban morphology, shadows.

## 1. INTRODUCCIÓN

Las ciudades son particularmente sensibles a los efectos del cambio climático, lo que puede provocar una incidencia cada vez mayor de las olas de calor. Las temperaturas extremas pueden perjudicar el uso de los espacios públicos en las ciudades, pues el estrés por calor pone en peligro el bienestar y la salud humana [1]. El distrito de La Chorrera es un área en crecimiento donde la mayor parte de la actividad se lleva a cabo a lo largo de la Ave. Libertador. Vale destacar que desde 1980 La Chorrera ha tenido gran expansión urbana, donde las nuevas urbanizaciones, construidas por promotoras inmobiliarias, ofrecen mejores estándares de urbanización, pero mayor deterioro ambiental [2]. Las autoridades urbanísticas no se exigen a sí mismas contar con planes de ordenamiento territorial para dar coherencia y funcionalidad al

desarrollo urbano, lo que origina daños costosos a la ciudadanía y uno de ellos es la no posibilidad de contar con servicios institucionales y recreacionales a la escala de su tamaño poblacional [2]. En un estudio realizado por Gustavo Cárdenas [3], geógrafo, hidrólogo e hidrogeólogo panameño, se ha podido demostrar que en la ciudad de Panamá se han registrado temperaturas más altas que las esperadas para el año 2050. Situación de la cual no está exento el distrito de La Chorrera, reportando un gran número de desmayos a entidades como La Cruz Roja debido a olas de calor que afectan a la población de dicha ciudad [4].

Se seleccionó como área de estudio el distrito de La Chorrera, debido a que esta es la zona del distrito donde se concentra la actividad comercial e institucional y donde se presenta un alto tráfico vehicular y peatonal. Aspecto que

levanta un alto interés al proceso de investigación y estudio de la zona. En este estudio se realizarán análisis por la Ave. Libertador, desde Plaza Italia hasta el Parque Libertador, y sus alrededores, respectivamente. Importante destacar que esta zona cuenta con un gran potencial de crecimiento, pues en un futuro contará con estaciones del Metro de Panamá, y la vía principal es el principal atractivo pues allí se desarrollan los desfiles patrios. Un análisis del confort térmico y morfología urbana en esta zona es de vital importancia.

El objetivo general de esta investigación es de analizar y describir la calidad del espacio público existente y los efectos en la población, considerando el gran papel que cumplen los espacios verdes públicos en el confort de las personas [5]. Se desarrollaron distintos mapas para caracterizar y detallar el sector estudiado, al igual que la elaboración del estudio de sombras en los principales espacios del área: Parque Libertador, Parque Feuillet y Plaza Italia; todo esto junto con la aplicación de una encuesta para entender la percepción de los peatones con el objetivo de sugerir mejoras.

## 2. METODOLOGÍA

El estudio se desarrolla a través de la Avenida Libertador, desde Plaza Italia, primer límite de la zona de estudio, y, el Parque Libertador, segundo límite de la zona de estudio, pertenecientes al distrito de La Chorrera (ver Figura 1a). El área de estudio toma en cuenta las zonas comerciales que se desarrollan longitudinalmente por la avenida, y se añaden cuatro manzanas en cada lado de los extremos dentro del polígono. Este polígono consta de una superficie 1.73 kilómetros cuadrados. La zona constituye una senda de flujo de alta intensidad provocado por la extensión comercial y residencial que se desarrolla en la avenida, además, del levantamiento de algunos espacios públicos, esencialmente parques, donde se concentra una parte del flujo de personas diariamente. Para este estudio se realizó (1) un estudio de la morfología urbana y lecturas del entorno, (2) análisis de sombra y (3) una encuesta, cada una de ellas descritas a continuación.

### 2.1 Descripción de la morfología urbana del sector

Se realizó una lectura del entorno de La Chorrera empleando la metodología de Jiménez et al [6] con la finalidad de identificar sus cualidades urbanas, de las cuales surgieron los siguientes mapas: área de estudio, mapa de acercamiento donde se comprende la jerarquización de las calles más importantes; mapa de usos de suelo, mapa de altimetría de las edificaciones, diagrama de incidencia solar en la zona, mapa de servidumbres y mapa de áreas verdes y parques. Adicional, se confeccionó una encuesta de 7 preguntas que tuvo un alcance de 46 personas pertenecientes a la provincia de

Chorrera, donde se consultó las consideraciones referentes al estado de las aceras y la calidad de los espacios públicos.

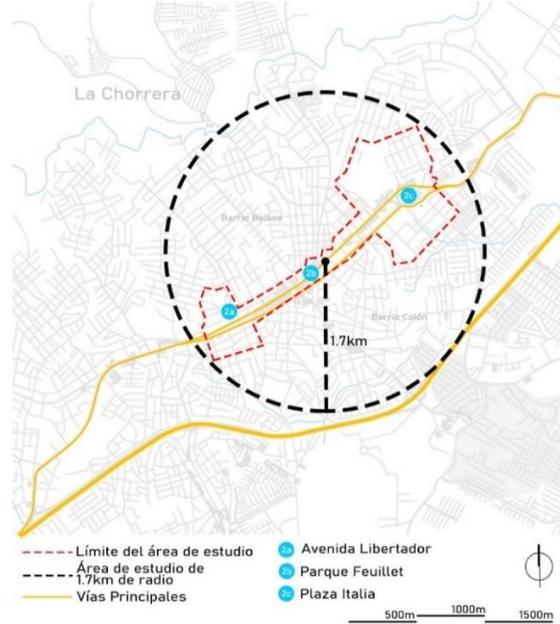


Figura 1a. Mapa de área de estudio en La Chorrera.

### 2.1.1 Lectura del entorno

En la Figura 1b se observa un acercamiento al área de estudio, donde se señalan 3 puntos referentes: el Municipio de La Chorrera, el supermercado Rey y Plaza Italia; además de las principales vías que son: la Ave. De las Américas, Ave. San Martín, Ave. Libertador, Calle 3 de noviembre y la Ave. Ricardo J. Alfaro.

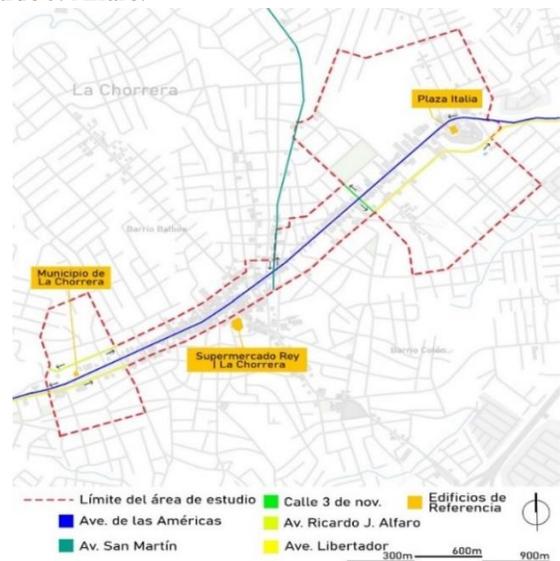


Figura 1b. Mapa de acercamiento al área de estudio en la Zona de Avenida Libertador.

En la zona de estudio desarrollamos mapas de jerarquización vial, usos de suelo, longitud de servidumbre y

áreas verdes con la información que se logra obtener del software Google Earth.

En las Figuras 2a, 2b, y 2c, se observan los puntos donde se enfocael análisis, por ser espacios públicos de mayor concurrencia y/o preferidos por los transeúntes del distrito de La Chorrera. Cabe señalar que la Ave. De las Américas, frente al Parque Feuillet es donde se realizan los desfiles patrios del distrito y en donde existe el mayor flujo vehicular de la zona.



Figura 2a. Vista de la Plaza Italia.



Figura 2b. Vista del Parque Feuillet



Figura 2c. Vista de la Avenida Libertador.

## 2.2 Análisis de sombras en los espacios públicos

Para conocer la proyección de sombras en el sitio se elevó un modelo 3D en el software SketchUp de los puntos de interés en la zona: Parque Libertador, Parque Feuillet y Plaza Italia; luego se realizó el estudio de proyección de sombras, el cual permitió conocer cómo se comportan las mismas en correspondencia a su entorno. Adicional, se utilizó un conjunto de softwares tales como: Street View 360, Ray Man y Gimp para obtener imágenes del Factor de Cielo Visible (SVF, sky

view factor) que es fundamental para describir la climatología urbana a escalas por debajo de los 100m [7] y que corresponden a la porción de cielo en la cual el espacio público estudiado se presenta abierto. Este valor está correlacionado con el ingreso de radiación directa y con la ventilación de la calle.

### 2.1.3 Encuesta

Se realizó una encuesta con un alcance de 46 personas que residen en el sitio, donde se consultó acerca de su experiencia como transeúntes por la Avenida Libertador. Dicha encuesta recolectó información sobre el estado de la servidumbre, los parques que se alinean a lo largo de la avenida y las opiniones de las modificaciones que podrían realizarse para el beneficio del recorrido en la ciudad y la percepción de esta.

## 3. RESULTADOS

### 3.1 Resultados de la descripción de la morfología urbana del sector y de la lectura del entorno

La figura 3 muestra que la zona de estudio se caracteriza por sus comercios (color rojo) desde Plaza Italia hasta el Municipio de la Chorrera. Las zonas residenciales (color amarillo) predominan en los extremos de la zona de estudio.

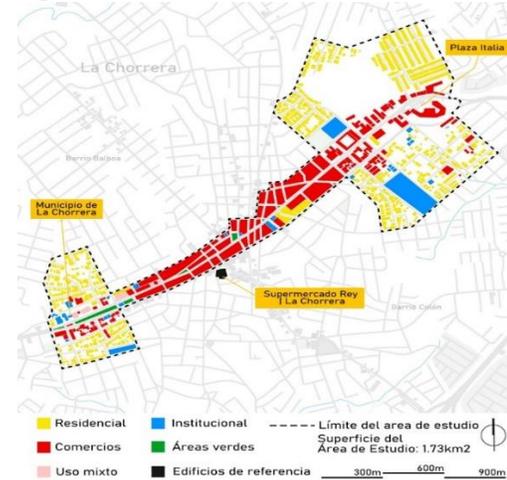


Figura 3. Mapa de usos de suelo.

La Figura 4 ilustra las alturas de las edificaciones existentes en el área de estudio y se caracteriza con rangos máximo de altura de 5 a 9 pisos. Las edificaciones con un solo piso, por lo general son residencias o comercios de baja densidad. Por otra parte, las que presentan de 2 a 4 pisos son comercios o instituciones. Dentro del área de estudio, las edificaciones con mayor altura corresponden a edificios de uso mixto (comercio en planta baja y residencias en planta alta) y/o edificios institucionales; una parte de ellas se encuentra cerca al

Municipio de La Chorrera y el mayor porcentaje de estos, se ubican en la parte intermedia del área estudiada.

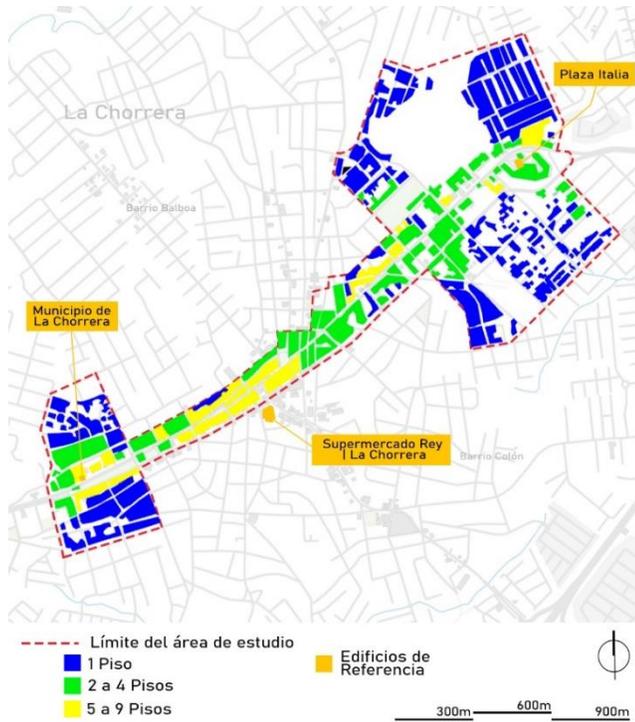


Figura 4. Mapa de Altimetría.

total. La masa arbórea del sitio es escasa, se encuentran hacia los extremos y disminuyen en gran escala hacia el centro.

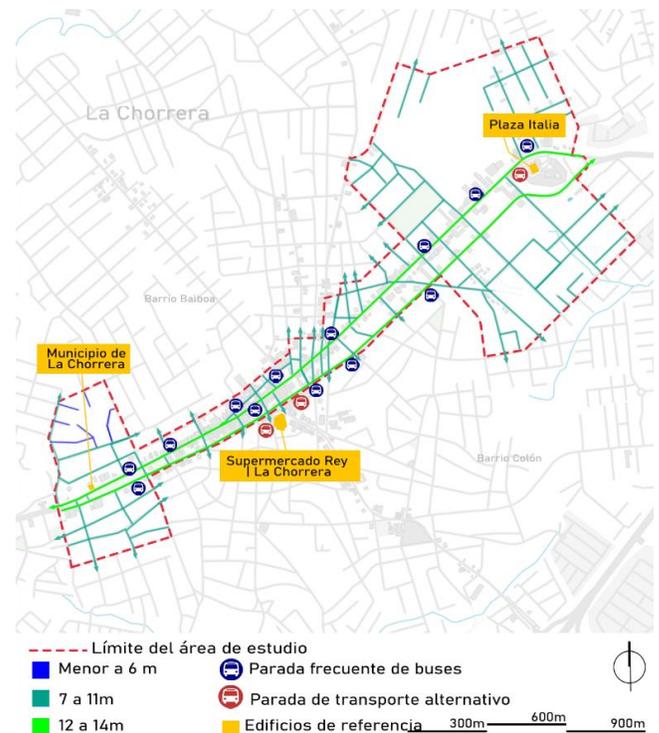


Figura 5. Mapa de servidumbres.

La Figura 5 muestra el mapa de servidumbres viales y la ubicación de paradas de buses. La Ave. Libertador y la carretera Panamericana poseen servidumbres más amplias.

Son pocas las paradas oficialmente establecidas, además, la informalidad en el transporte colectivo ha generado puntos de paradas no planificadas y como consecuencia aumenta el congestionamiento vehicular a lo largo de la Avenida Libertador.

El transporte colectivo predominante en el distrito de La Chorrera son buses tipo: diablos rojos, neveras y coaster (llamados chivas); además del transporte alternativo: buses piratas (transporte de pasajeros no autorizado) y el taxi.

El área de estudio comprende 1, 730,000 metros cuadrados (1.73 kilómetros cuadrados) de superficie. En la Figura 6, se muestra un análisis de parques y zonas verdes existentes. El porcentaje de superficie que ocupan cada uno de estos es muy bajo en comparación a la huella urbana del sitio. La superficie de parques que se encuentran en el área suma 46.313 metros cuadrados, representado un 0.003% de ocupación con respecto a la superficie total. Así mismo, la superficie de áreas permeables o lotes baldíos existentes suman 188.571 metros cuadrados, siendo mayor que la superficie de parques, y aun así, demostrando ser menor en comparación a la superficie

El parque Libertador y el parque 3 de noviembre comparten una morfología longitudinal que los hace funcionar como lugares de transición a través de la Avenida Libertador. El parque Libertador posee más vegetación y disposición de mobiliario urbano con potencial para brindar un espacio de calidad a la población y no ser usado solo de transición. En cambio, el parque 3 de noviembre tiene escasos mobiliarios y con esto pierde capacidad para ser un espacio de estar.

La morfología del parque Feuillet y el parque 10 de noviembre les permite funcionar como lugares de estar, donde se pueden concentrar las personas que visitan los comercios. El parque Feuillet es el mayor en metros cuadrados y cuenta con vegetación suficiente que podría mitigar la intensa radiación solar y consecuente altas temperaturas del ambiente. El espacio también es usado como lugar de espera para los usuarios del transporte colectivo y selectivo. Por otro lado, el parque 10 de noviembre es más pequeño y algo deteriorado. Posee un quiosco para que las personas reposen, pero su espacio tan reducido disminuye las oportunidades de mayor actividad en él. A pesar de esto, cuenta con vegetación en su entorno.

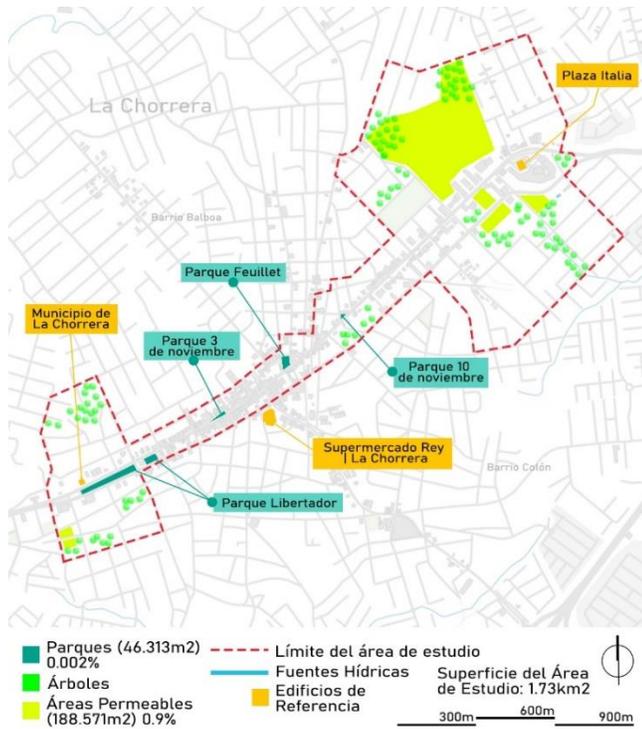


Figura 6. Mapa de áreas verdes y parques.

### 3.2 Resultados del análisis de sombras en los espacios públicos

Se realizó un modelo 3D de los tres principales espacios públicos en el Distrito de la Chorrera, siendo estos: Parque Libertador, Parque Feuillet y Plaza Italia; considerados por los peatones encuestados como los principales en poseer espacios de provecho e interés. Este alzado tiene como fin mostrar una simulación de incidencia solar y la formación de sombras considerando la trama verde existente en estos espacios. Se fijó la trayectoria solar para el mes de julio, considerando un cielo despejado de nubes a las 10:00am, 12:00pm y 2:00pm. Es posible que se mejore el confort térmico de los espacios públicos al contar con la presencia de árboles, pues estos proyectan sombra. Aspecto que debe ser estudiado en futuros estudios.

En la Figura 7a se observan las sombras proyectadas en el Parque Libertador a las 10:00a.m., siendo esta considerablemente baja gracias a la presencia de una abundante trama verde en el área, lo que puede brindar comodidad al peatón.



Figura 7a. Análisis de sombras en el Parque Libertador 10:00 a.m.

En la Figura 7b se muestra la incidencia solar en el Parque Libertador a las 12:00pm donde la sombra se traslada casi directamente debajo de la copa de los árboles, ocasionando que los caminos permanezcan asoleados.



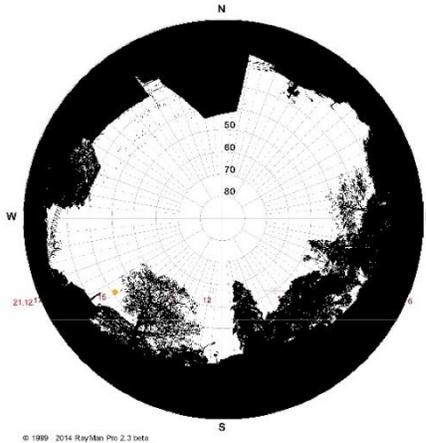
Figura 7b. Análisis de sombras en el Parque Libertador 12:00 p.m..

En la Figura 7c podemos observar la incidencia solar en el Parque Libertador a las 2:00pm, ocurre casi el mismo fenómeno que se puede observar a las 12:00pm, la sombra se traslada un poco hacia el sur este, pero sigue sin cubrir parte de los caminos.



Figura 7c. Análisis de sombras en el Parque Libertador 2:00 p.m..

En la Figura 7d, se muestra el Factor de Cielo Visible ubicado en la zona del Parque Libertador tomando como referencia la fecha del 21 de diciembre para el recorrido solar. El SVF corresponde a 0.512; esto significa que el sitio posee un 51% de cielo abierto y la incidencia solar en esta área se da desde 10 de la mañana hasta 3 de la tarde.



**Figura 7d.** Factor de cielo visible en el Parque Libertador.

En la Figura 7e se aprecia la incidencia solar presente en el Parque Feuillet a las 10:00am que al poseer varios árboles juntos generan una proyección agradable de sombras.



**Figura 7e.** Análisis de sombras en el Parque Feuillet 10:00 a.m..

En la Figura 7f se observa la incidencia solar presente en el Parque Feuillet las 12:00pm. La sombra se traslada casi directamente debajo de la copa de los árboles, ocasionando que los caminos permanezcan asoleados.



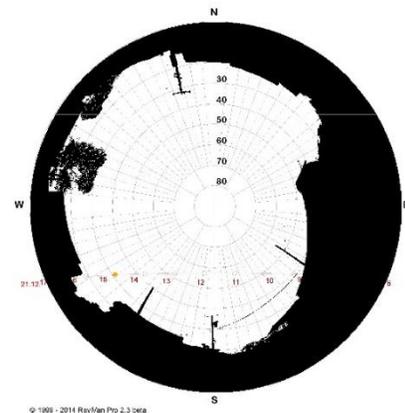
**Figura 7f.** Análisis de sombras en el Parque Feuillet 12:00 p.m.

En la Figura 7g se observa la incidencia solar presente en el Parque Feuillet a las 2:00pm, donde la proyección de sombra es un poco mayor que el Parque Libertador gracias a la trama vegetal.



**Figura 7g.** Análisis de sombras en el Parque Feuillet.

En la Figura 7h, se muestra un análisis de factor de cielo visible ubicado en la zona del Parque Feuillet tomando como referencia la fecha del 21 de diciembre donde corresponde a un SVF de 0.580; esto significa que la incidencia solar en esta área se da desde 9 de la mañana hasta 4 de la tarde.



**Figura 7h.** Factor de Cielo Visible (SVF, Sky View Factor) en el Parque Feuillet.

En la Figura 7i se aprecia la incidencia solar y la proyección de sombras en Plaza Italia a las 10:00am. A diferencia de los espacios antes mencionados, esta no posee nada de vegetación por lo que sombra que se les da a los peatones depende únicamente de los edificios presentes, quienes poseen una altura máxima de 2 pisos.



**Figura 7i.** Análisis de sombras en Plaza Italia 10:00 a.m..

En la Figura 7j las sombras proyectadas por la incidencia solar a las 12:00pm hacia el espacio abierto y caminos del peatón es casi nula.



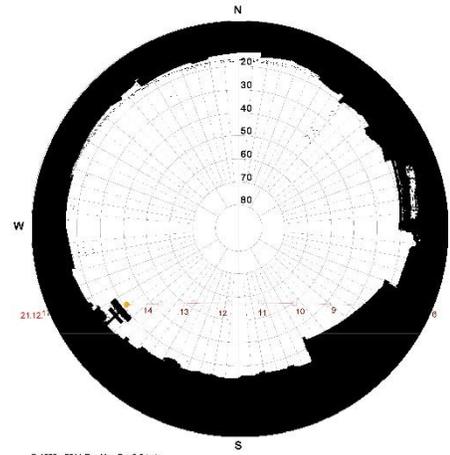
**Figura 7j.** Análisis de sombras en Plaza Italia 12:00 p.m.

En la Figura 7k se observa la incidencia solar presente en el Plaza Italia a las 2:00pm, mostrando que en el espacio abierto se mantiene asoleado por la falta de trama verde o elementos que proyecten sombra.



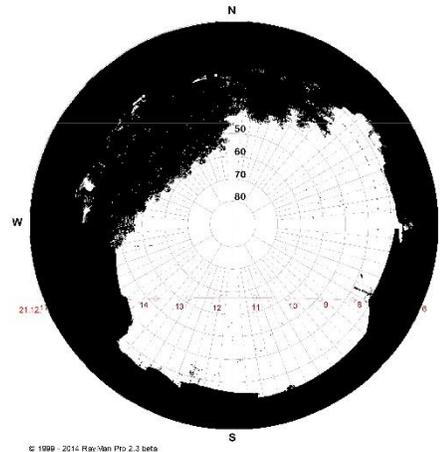
**Figura 7k.** Análisis de sombras en Plaza Italia 2:00 p.m.

En la Figura 7l, se muestra el Factor de Cielo Visible (SVF) ubicado en la zona del Plaza Italia tomando como referencia la fecha del 21 de diciembre donde corresponde a un SVF de 0.661; y la trayectoria solar para esta fecha se da desde 8 de la mañana hasta 4 de la tarde.



**Figura 7l.** Factor de Cielo Visible en Plaza Italia.

En la Figura 7m, se muestra un análisis de factor de cielo visible ubicado en la zona del Parque 10 de noviembre tomando como referencia la fecha del 21 de diciembre donde corresponde a un SVF de 0.509; y la trayectoria solar para esta fecha se da desde 8 de la mañana hasta 3 de la tarde.



**Figura 7m.** Factor de Cielo Visible en Parque 10 de noviembre.

### 3.2 Resultados de la encuesta

Los resultados de la encuesta realizada a 46 residentes del área de estudio, ayudó a que se conocieran aspectos de los espacios públicos. En la primera parte de la encuesta se evaluó la eficiencia del estado de estos espacios. El 67% del público afirma que las aceras a través de sus recorridos dentro del área

estudiada son discontinuas y el 89% de ellos opina que dichas veredas no cuentan con algún tipo de cubierta que proteja de la incidencia solar, por lo cual los encuestados proponen para su mejora: incrementar espacios que permitan la plantación de árboles o de elementos en el entorno urbano para reducir la incidencia solar directa, además de protegerse en días lluviosos.

La segunda parte se centró en términos de espacios públicos existentes, donde la población señala que las plazas, los parques urbanos y los bulevares son los tres tipos de espacio público primordiales en la zona. En base a estas respuestas, se consulta cuál espacio público podría mencionar como el más interesante en base a su opinión. El resultado indicó que el Parque Libertador obtuvo un 77% de los votos a su favor. De igual manera se presenta un mapa perceptual donde se puede apreciar la relación entre los diferentes puntos mencionados por parte de los encuestados. (ver Figura 8)

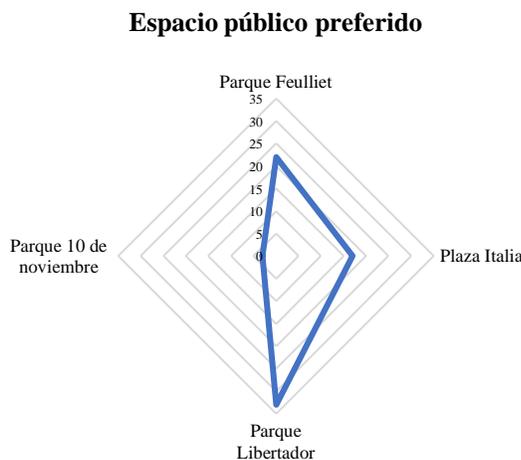


Figura 8. Mapa perceptual sobre el espacio público preferido.

Se preguntó a la población sobre la calidad de dichos espacios públicos y generalmente concuerdan que estas áreas poseen mobiliario urbano, actividades de interés a su alrededor ya sean comerciales o de entretenimiento y que hay una vegetación existente que aporta sombra, no obstante, solo un 13% de los encuestados considera que están en buen estado y un 10% de ellos afirma que estas zonas no poseen ninguna de las opciones mencionadas. (ver Figura 9)

Existe una serie de factores que inciden en la experiencia de los peatones a través de aceras o espacios públicos, con esta premisa se pregunta específicamente por el factor seguridad en cualquiera de estas zonas; el 15% de la población manifiesta sentirse seguro transitando por ellas.

Culminando el sondeo se realizó una pregunta abierta para conocer las propuestas que tienen los encuestados para mejorar su recorrido diario por la ciudad y en conclusión sugieren la

devolución y restauración de aceras existentes tomadas por comerciantes, además de la construcción de nuevas aceras donde sean necesarias, delimitación de pasos peatonales y la renovación de los espacios públicos. Todas estas propuestas mantienen en común la creación de una trama verde para mayor protección de la incidencia solar acompañado de luminarias que brinden sensación de seguridad y un continuo mantenimiento del área.

Calidad de los espacios públicos

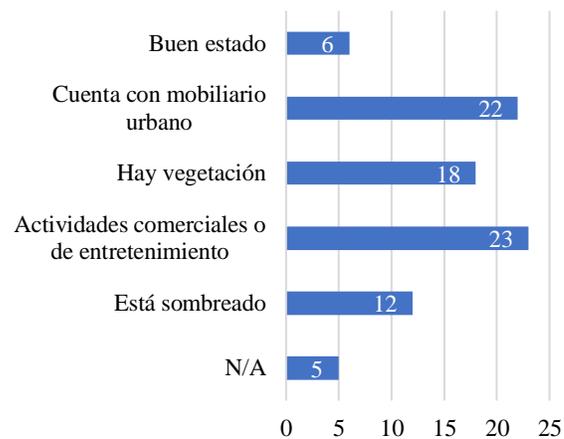


Figura 9. Gráfica de barras sobre la calidad de los espacios públicos.

#### 4. DISCUSIONES

En el desarrollo de esta investigación se presentaron ciertas limitantes para obtener mejores resultados en encuestas y estudios en campo, uno de los principales motivos es la crisis sanitaria actual causada por el COVID –19 iniciada en enero del 2020 y que continúa hasta la fecha de hoy julio 2021. Otros obstáculos presentes durante el estudio se dieron en la elaboración de los mapas que explicaban aspectos de la morfología urbana; esto se debe a que el distrito de La Chorrera y la provincia a la que pertenece el distrito, Panamá Oeste, no poseen hasta el día de hoy un plan de ordenamiento territorial que permita definir de forma exacta los usos en el área de estudio, altimetrías existentes y áreas verdes, por lo que nos guiamos del software Google Earth y de imágenes tomadas por los peatones para la elaboración de estas.

Para determinar la trama de área verde y las copas de los árboles existentes en los espacios públicos, específicamente en el Parque Libertador, Parque Feulliet y Plaza Italia se utilizó el software Google Earth para así tener una base para realizar el análisis de sombras.

Para caracterizar el área y obtener mejores resultados en el estudio sobre la incidencia solar, se incluyó la metodología del Factor de Cielo Visible, que resaltó el porqué de la preferencia

de los usuarios a parques como el Parque Libertador y Parque Feuillet. Aspecto que puede deberse principalmente a la menor incidencia solar.

Los espacios públicos estudiados destacan que una de sus mayores deficiencias es la falta de vegetación y sombra, que afectan directamente a los ciudadanos, además del crecimiento urbano que no sigue una normativa eficiente que permita al espacio público actuar como prioridad y al que se le deba brindar el mantenimiento adecuado.

Es importante mencionar que la sugerencia más expresada a través de la encuesta realizada fue la construcción de nuevas aceras a lo largo de la Avenida Libertador; la mayoría de los encuestados opina que las veredas actuales son discontinuas o se encuentran invadidas impidiendo el libre tránsito peatonal, y que las mismas estén acompañadas por una trama verde que disminuya la temperatura en horas de alta incidencia solar.

## 5. CONCLUSIONES

El estudio del entorno evidenció que:

- La actividad comercial se circunscribe mayormente a lo largo de la Avenida Libertador, y allí se concentran los demás tópicos analizados: edificaciones de 5 a 9 pisos, servidumbres con ancho mínimo de 12 metros y máximo de 14 metros, la presencia de los únicos espacios públicos existentes, el alto tráfico peatonal y vehicular de todo tipo.
- Las periferias, en cambio, mantienen calles estrechas de 11 metros de servidumbre como máximo, construcciones unifamiliares de una planta y no cuenta con espacios públicos acordes para la densidad de personas que allí residen.
- A excepción del Parque Libertador, los restantes no son utilizados como área de esparcimiento debido a la poca extensión y la ubicación informal de piqueras y paradas de transporte público.

Del análisis de los espacios públicos y las sombras proyectadas se evidencia que:

- Parque Libertador: posee una arborización cuya sombra es útil hasta las horas del mediodía, sin embargo, al llegar la tarde, tiempo de mayor estrés térmico, la misma se proyecta en dirección sur este y no aporta confort al usuario.
- Parque Feuillet: cuenta con arborización y su sombra proyectada a lo largo del día es beneficiosa para los que allí transitan.
- Plaza Italia: la inexistencia de árboles genera una gran incidencia de la radiación solar en todos los lapsos de tiempo estudiados (10:00 am – 2:00 pm).
- El estudio del Factor de Cielo Visible determinó que el Parque Libertador recibe la menor incidencia solar a lo largo del día de 10:00 am a 3:00pm.

La encuesta destacó que:

- El 72% de las personas mostró preferencia por el Parque Libertador como espacio público útil, en contra posición al 7% que obtuvo el parque 10 de noviembre.
- La discontinuidad de las aceras en el área estudiada fue la opción que obtuvo un 67% de selección, y aunado a este porcentaje un 22% más opina que tampoco se cuenta con sombra en dichas aceras.
- De forma generalizada, los ciudadanos sugieren una mejora en los puntos anteriores a través de dotación de espacios públicos con continuidad de aceras bajo una trama verde que aumente el confort térmico a cualquier hora del día.

## AGRADECIMIENTO

Este estudio es 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.

Se agradece también a los investigadores del proyecto #MUVEE PANAMA Denisse Medina y José Ojeda quienes fueron asistentes del SusBCity Lab 21.1 junto a la asignatura Metodología de la Investigación del Prof. Perén en la FADUP.

## REFERENCIAS

- [1] K. Foshag, N. Aeschbach, B. Höfle, R. Winkler, A. Siegmund y W. Aeschbach, “Viability of public spaces in cities under increasing heat: a transdisciplinary approach”. *Sustainable Cities and Society*. vol. 59, ago. 2020
- [2] H. Rosales, “Ciudad de La Chorrera: Crecimiento y forma urbana (1980-2010)”. Panamá, 2020, pp. 102-105.
- [3] G. Cárdenas, “Ciudad de Panamá, el calor y el 2050” *La Prensa* [En línea] Disponible: [https://www.prensa.com/opinion/Ciudad-Panama-calor\\_0\\_5342465764.html](https://www.prensa.com/opinion/Ciudad-Panama-calor_0_5342465764.html), jul. 2019
- [4] J.E. Sánchez, “Ola de calor provoca desmayos de panameños” *Panamá América* [En línea] Disponible: <https://www.panamaamerica.com.pa/nacion/ola-de-calor-provoca-desmayos-de-panamenos-116074>, abr. 2003
- [5] W. Poortinga, N. Bird, B. Hallinberg, R. Phillips y D. Williams “The role of perceived public and private green space in subjective health and wellbeing during and after the first peak of the covid-19 outbreak”. *Landscape and Urban Planning*, vol. 211, jul. 2021
- [6] P. Jiménez, A. López, M. Villa, D. Wilson, y J. Perén, “Caracterización de la morfología urbana de un sector de Obarrio”, *SusBCity*, vol. 3, n.º 1, pp. 25-30, ene. 2021
- [7] M. Dirksen, R.J. Ronda, N.E. Theeuwes, G.A. Pagani, “Sky view factor calculations and its application in urban heat island studies”. *Urban Climate*. Vol. 30, dic. 2019

Fecha de recepción: 23 de julio de 2021

Fecha de aceptación: 15 de octubre de 2021