

MAPEAMIENTO DE LA CALIDAD DEL AIRE EN EL SECTOR DE PAITILLA

Paola Lezcano ^{1a}, Melissa Navarro ^{1b}, Sherlee Serrano ^{1c}, Jorge Isaac Perén ^{1,2d}

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

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

^{1a} paola.lezcano@up.ac.pa; ^{1b} melissa-m.navarro@up.ac.pa; ^{1c} sherlee.serrano@up.ac.pa; ^{1,2d} jorge.peren@up.ac.pa

^{1a} 0000-0003-4684-7234, ^{1b} 0000-0002-9184-1176, ^{1c} 0000-0002-1070-0647, ^{1,2d} 0000-0003-4762-9255

RESUMEN: El sector de Paitilla, al ser un lugar de alta densidad en el centro de la ciudad es propenso a la contaminación del aire, afectando a sus habitantes negativamente. El presente estudio se enfoca en la Av. Italia y Av. Vasco Núñez en Paitilla, por ser lugares de alto tránsito peatonal y vehicular. El estudio busca realizar un análisis de la calidad del aire en el sector de Paitilla utilizando diferentes sectores: (S1) El Parque Paitilla, (S2) La Plaza Bal Harbour y (S3) Parada Paitilla en la Av. Vasco Núñez de Balboa, comparando las características morfológicas en los tres sectores. Se emplearon mediciones con un sensor de calidad del aire y una estación meteorológica y se determinó que en el S3 se cuantificaron mayores niveles de contaminación en el aire en comparación con el S1 y S2.

PALABRAS CLAVES: Calidad del aire, ciudad, microclima, partículas, sensor, urbano.

ABSTRACT: The Paitilla sector, being a high-density place in the center of the city, is prone to air pollution, negatively affecting its inhabitants. This study focuses on Italia Avenue and Vasco Núñez Avenue in Paitilla, as they are places of high pedestrian and vehicular traffic. The study seeks to perform an analysis of air quality in the Paitilla sector using different sectors: (S1) Paitilla Park, (S2) Bal Harbor Plaza and (S3) Paitilla Stop on Vasco Nuñez de Balboa Avenue, comparing the morphological characteristics in the three sectors. Measurements with an air quality sensor and a weather station were used and it was determined that higher levels of air pollution were quantified in S3 compared to S2 and S3.

KEYWORDS: Air quality, city, microclimate, particles, sensor, urban.

1. INTRODUCCIÓN

La contaminación del aire es una importante carga para la salud y el principal factor de riesgo ambiental para las enfermedades no transmisibles en todo el mundo [1]. La aplicación de la infraestructura verde presenta una oportunidad para mejorar la calidad del aire utilizando un enfoque multifacético basado en los ecosistemas [2] y en el área de Paitilla, al ser un lugar de alta densidad en el centro de la ciudad es propensa a la contaminación del aire, posiblemente afectando a sus habitantes negativamente. La contaminación atmosférica es la acumulación en el aire de sustancias que a ciertas concentraciones pueden ocasionar daños en ecosistemas y en nuestras sociedades. Esto último en diversos aspectos, desde la utilización de combustibles no procesados, el aumento del parque vehicular y la mala infraestructura vial, hasta la falta de legislación en materia de calidad ambiental o la falta de aplicación de las leyes existentes [3]. El área de Paitilla puede estar relacionada a esta problemática, tomando

como referencia estudios que corroboran que las condiciones actuales no favorecen a los peatones, siendo un sector con trazado vial mayormente irregular y con menor área verde o permeable que otros sitios aledaños [4].

El objetivo de este estudio es investigar y medir los niveles de contaminación del aire en el área de Paitilla cuantificando las partículas contaminantes (PM2.5, PM10, CO2, HCHO) y comparando dichos datos cuantificados entre los tres sectores analizados. Se pretende relacionar los datos de los niveles de contaminación con las características de uso-ocupación del sector y comprobar el posible cambio de calidad del aire respecto a los eventos físicos y climáticos.

La realización de este estudio pretende servir de referencia para futuros proyectos que requieran de esta información ya que actualmente no se cuenta con datos cuantificables del estado de la calidad del aire en Paitilla. Para esto se toman tres sectores focales: el (S1) Parque de Paitilla y (S2) La Plaza Bal Harbour en la Av. Italia y el (S3) Parada de Paitilla en Av.

Vasco Núñez de Balboa, por ser lugares de alto tránsito peatonal y vehicular.

2. METODOLOGÍA

Como referencia se toma el método de Anderson, V. [2], donde se utilizan instrumentos de medición similares al de este estudio, donde se emplean métodos de investigación cuantitativa descriptiva describiendo la calidad del aire en tres sectores de Punta Paitilla. Se realiza la recolección de datos empleando como instrumento de medición el sensor de calidad de aire Temtop M2000 que cuantifica y clasifica las partículas (PM2.5, PM10, partículas, CO2, HCHO) en el aire en tiempo real y las características climáticas (temperatura y humedad). Tales datos se anotaron cada 15 minutos, haciendo las observaciones físicas y climáticas pertinentes. En complementación, también se tomaron los datos de la estación meteorológica ubicada en el Parque Paitilla para serlos comparados con los datos que se recolectaron del Temtop M2000.

2.1 Sectores de Estudio

En la Figura 1 se muestran los tres sectores de estudio localizados en Paitilla: (S1) El Parque Paitilla en la Av. Italia, a su vez se divide los subsectores (S1a) Banca de Parque Paitilla y (S1b) Residencia frente a Parque Paitilla, ya que, debido al cambio del clima, se tuvo que hacer un cambio de ubicación de lugar de medición del S1a al S1b. También se tienen los sectores (S2) La Plaza Comercial Bal Harbour en la Av. Italia y (S3) Parada Paitilla en la Av. Vasco Núñez de Balboa.

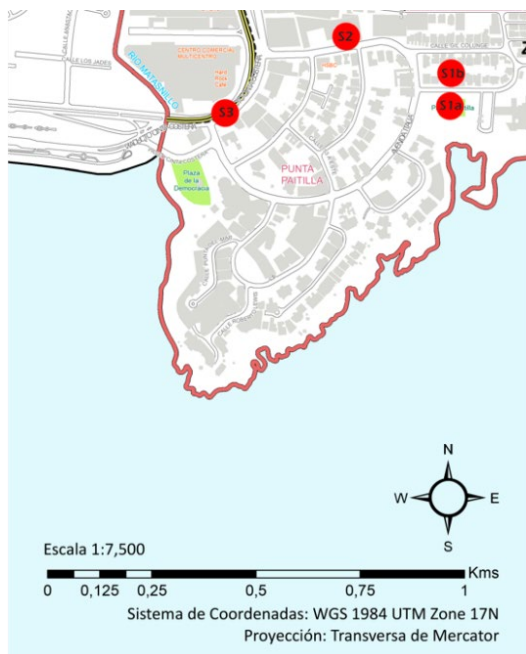


Figura 1. Localización general de los sectores estudiados en el área de Paitilla.

La Av. Vasco Núñez de Balboa es una de las vías más importantes del sector, pasando por la Cinta Costera y rodeando el centro comercial Multicentro, frente al S3. Tiene 6 carriles, lo que la califica como una vía principal que conduce a la Av. Italia donde están ubicados el S1 y el S2. La Av. Vasco Núñez de Balboa no está arborizada y tiene muy poca vegetación, lo que hace que se sienta el ambiente caluroso y poco ventilado, teniendo en cuenta también que el viaducto de la Cinta Costera, como se observa en la Figura 5, impidiendo que el aire circule libremente en la zona.

En la Av. Italia se observa una vía arborizada con árboles frondosos en una isleta central, como podemos observar en la Figura 4, donde se puede apreciar la cantidad de sombra que favorece las condiciones del lugar, que se siente mucho más ventilado de la Avenida Vasco Núñez de Balboa y se mantiene una temperatura más agradable.

El Parque de Paitilla, que se observa en la Figura 2, es una de las pocas zonas verdes que aún se mantienen en San Francisco, así logrando ser un área de recreación y relajación para los habitantes que se encuentran en esta área de edificios de alta densidad, permitiéndole hacer actividades al aire libre como ejercitarse, caminar o pasear a sus mascotas.



Figura 2. Sector (S1a) Banca de Parque Paitilla



Figura 3. Sector (S1b) Residencia frente a Parque Paitilla



Figura 4. Sector (S2) Plaza Comercial Bal Harbour



Figura 5. Sector (S3) Parada Paitilla en la Av. Vasco Núñez de Balboa

2.2 Tipología de los Sectores de Estudio

En la Fig. 2 (Sector S1a) se puede observar la abundancia de árboles, lugares recreativos como el parque y zonas verdes.

En la Fig. 3 (Sector S1b) Se puede observar las hileras de casas con un poco de vegetación en ellas.

En la Fig. 4 (Sector S2) Se puede observar la plaza Bal Harbour con una división de árboles entre las vías de la calle así logrando un clima más ameno, se puede ver como esta es bastante transitada y cuenta con una conexión directa a la avenida Vasco Núñez de Balboa.

En la Fig. 5 (Sector S3) tiene como punto inicial la parada la cual está ubicada en la avenida Vasco Núñez de Balboa, teniendo así un gran flujo vehicular, frente a la parada esta la conexión del puente que va con dirección al corredor sur además posee un puente peatonal que permite el paso directo al centro comercial Multicentro.

2.3 Eventos físicos y climáticos

En el día de la captación de datos en Paitilla ocurrieron distintos factores climáticos; en la mañana a las 9:00 a.m. el clima estuvo bastante despejado, pero a las 11:00 a.m. llovizó con vientos no tan fuertes y la humedad empezó a sentirse bastante alta. Las mediciones se hicieron hasta las 1:40 p.m.

3. RESULTADOS

3.1 PM 2.5

La Figura 6 muestra los niveles de PM 2.5 estudiada en los 3 sectores con diferentes horas. La (S3) Parada Paitilla tuvo altos niveles cuantificados y el pico más alto fue de 25.2 a las 1:19 p.m.. En el (S1) Parque Paitilla se cuantificaron altos niveles en las horas desde las 9 a.m. hasta las 10 a.m. y después se mantuvieron en un nivel bajo. La (S2) Plaza Bal Harbour se mantuvo en un nivel más bajo.

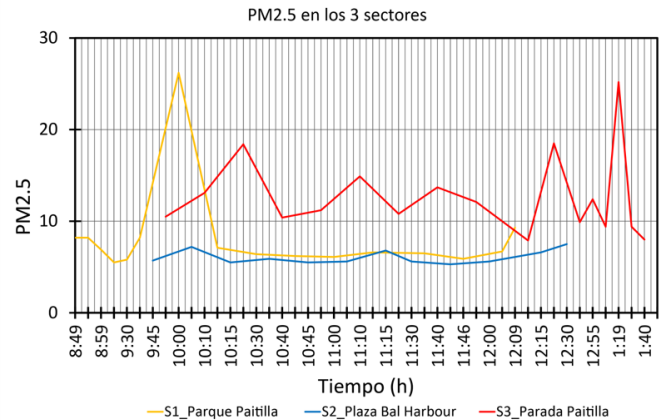


Figura 6. Gráfica de datos PM 2.5

3.2 PM 10

En la Figura 7 hace comparación en los diferentes sectores sobre el PM10 teniendo así en la (S3) Parada Paitilla el nivel más alto con un pico de 75.4 entre las 10:15 y 10:30 a.m. El (S1) Parque Paitilla llegó a un aumento de 39.7 a las 10:00 a.m. y luego descendió, manteniéndose en un promedio constante de 9, al igual que en la (S2) Plaza Bal Harbour.

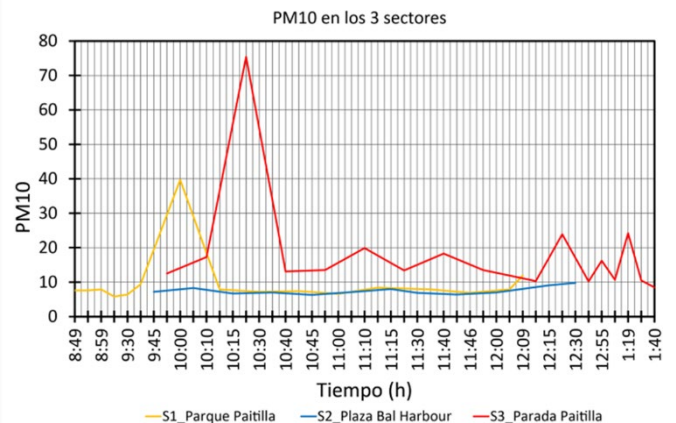


Figura 7. Gráfica de datos PM 10

3.3 Partículas

En la Figura 8 se muestra como la (S3) Parada Paitilla alcanzo los niveles más altos con un pico de 12,888 entre las 10:15 a.m. y 10:30 a.m. luego disminuyo manteniéndose en un promedio de 7 partículas constantemente. El (S1) Parque Paitilla y la (S2) Plaza Bal Harbour se cuantificaron niveles más bajos, desde 2,600 a 3,600 partículas.

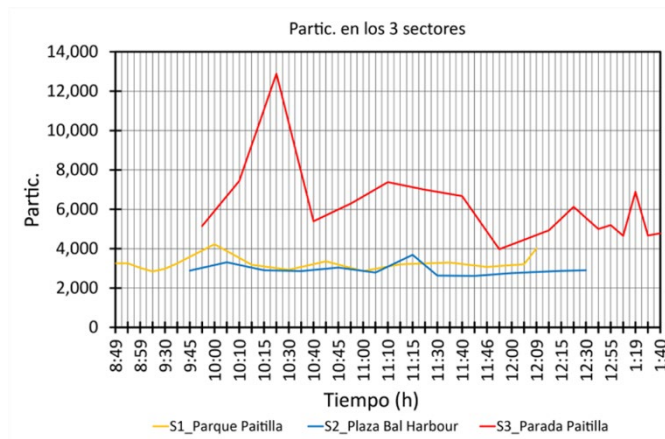


Figura 8. Gráfica de datos de Partículas

3.4 CO2

Como se muestra en la Figura 9, se hace un estudio del dióxido de carbono en los tres sectores. Se logró hacer una comparación dando como resultado que el (S1) Parque Paitilla tiene los niveles más bajos de 397 y el punto más alto de 428. La (S2) Plaza Bal Harbour logró alcanzar el nivel más alto con un pico de 651 a las 11:45 a.m. La (S3) Parada Paitilla se cuantificaron niveles medios con picos ocasionales y en el sector uno se cuantificaron bajos niveles constantes.

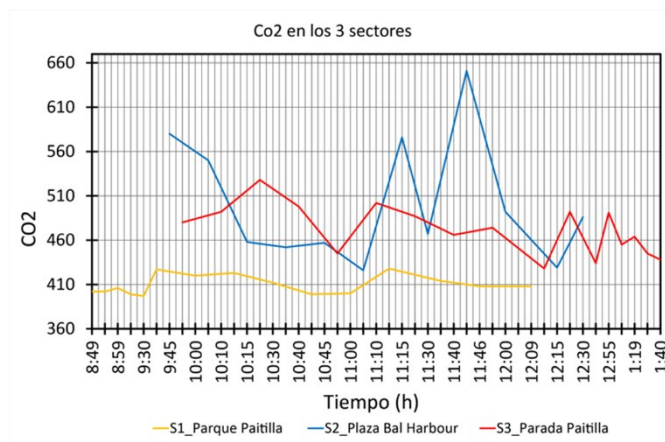


Figura 9. Gráfica de datos de CO2

3.5 HCHO

En la Figura 10 se observa que en la (S2) Plaza Bal Paitilla se cuantificaron los niveles más altos, con 0.028 mg/m³. En el (S1) Parque Paitilla y la (S3) Parada Paitilla se cuantificaron niveles no superiores a 0.005 mg/m³.

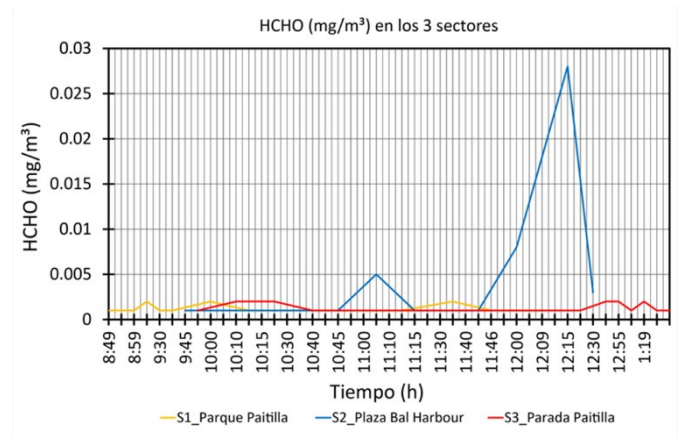


Figura 10. Gráfica de datos de HCHO

3.6 Temperatura

En la Figura 11 se observa que en la (S2) Plaza Bal Harbour se cuantificaron los niveles más altos con un pico más alto de 33.33°C entre las 10:35 a.m. y luego descendió a las 11:43 a.m. hasta llegar a una temperatura de 30°C. La (S3) Parada Paitilla se cuantifico con niveles medios picos ocasionales no superiores de 31°C. En el (S1) Parque Paitilla se cuantificaron los niveles más bajos con 28.8°C entre las 9:15 a.m. y 9:30 a.m.

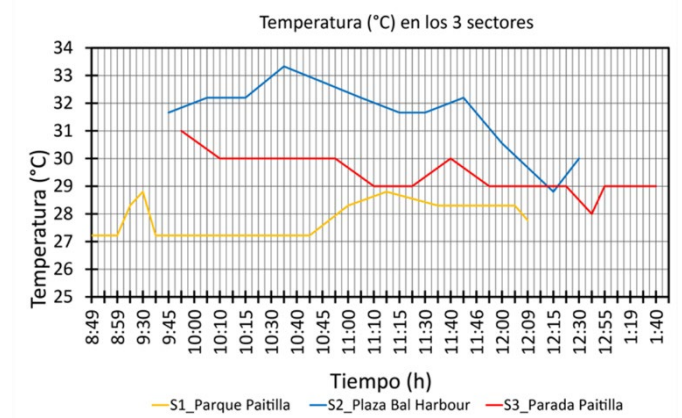


Figura 11. Gráfica de datos de Temperatura

3.7 Humedad

En la Figura 12 se logra ver una diferencia marcada en todos los sectores, con el (S1) Parque Paitilla teniendo los niveles más elevados entre 85% a 95%. En la (S3) Parada Paitilla se mantiene entre 78% a 89%, mientras que en los niveles más bajos está el (S2) Plaza Bal Harbour con un rango de 65% a 75%.

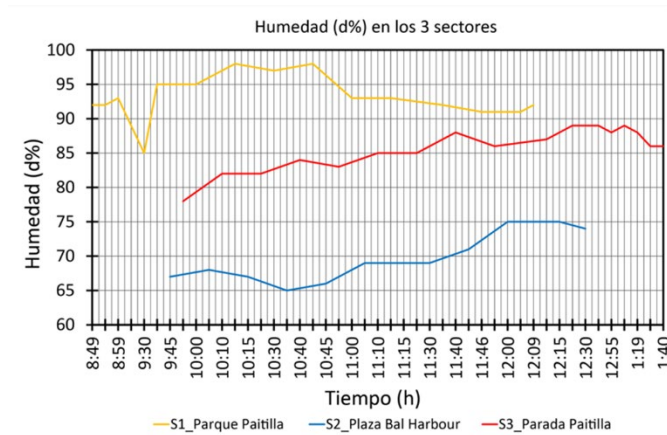


Figura 12. Gráfica de datos de Humedad

3.8 Datos de Estación Meteorológica

En la Figura 13 se muestra la humedad medida por la meteorológica. Se logró medir un 80% de humedad interna, mientras que la humedad relativa del ambiente fue de 85%. Esto difiere un 10% de la humedad máxima medida por el Temtop 2000.

En la Figura 14 se muestra la precipitación tomada el día del estudio. Fue cuantificada en 84.3 mm.

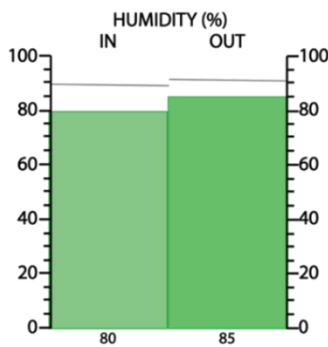


Figura 13. Humedad según la estación meteorológica

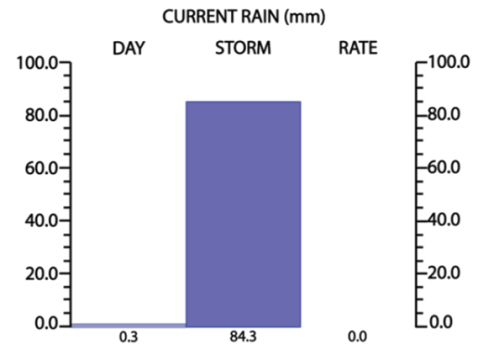


Figura 14. Precipitación según la estación meteorológica

3.9 Viento

En la Figura 15 se muestran los datos obtenidos de dirección y velocidad del viento por la meteorológica. Se mide una dirección de 159° al sureste y con una velocidad de 2.7 m/s.

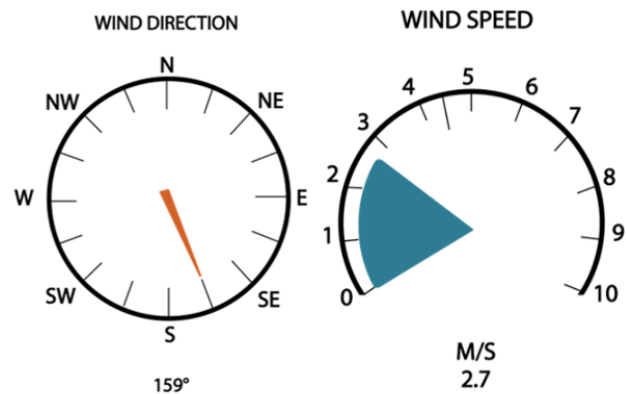


Figura 15. Dirección y Velocidad del Viento

4. DISCUSIONES

- Los niveles de contaminación en el aire más elevados se dieron en el S3. Esto puede estar relacionado con factores como la falta de árboles en el área, el flujo elevado de automóviles y la gran densidad de personas circulando el área.
- El S1 es el sector con el menor de los niveles de contaminantes cuantificados. Tomando en cuenta que el S1 está más arborizado que el S2 y el S3 respectivamente, se puede llegar a la hipótesis de que la arborización influye en el nivel de contaminantes en un área.
- Impacto de actividades de mantenimiento de espacios públicos:
 - Se observó que cortar el césped afecta directamente la calidad del aire, como sucedió en el S1a, que mientras cortaron el

- césped, entre 10:45 am y 11:25, se elevaron los niveles de partículas.
- De la misma manera sucedió cuando empezó a llover y se movió el equipo al S1b donde la brisa movía el polvo y el humo de los carros hacia el equipo.
- En el S2 se cuantificaron mayores niveles de CO₂, HCHO temperatura que en el S1 y S3. Esto puede ser por la ausencia de vegetación en el centro de la plaza, el tipo de material usado en el suelo y la carencia de aleros y sombra.
- Se asume que el cambio de dirección y la velocidad del viento influyen en la cantidad de partículas contaminantes presentes en el aire. Por lo cual se sugiere que este estudio se amplíe y se realice en un futuro con mayor profundidad.

5. CONCLUSIONES

- El S3 tiene elevados niveles de contaminación en el aire.
- El S3 tiene niveles elevados de PM 2.5, PM 10 y partículas en comparación con el S2 y S3.
- El S2 en promedio tiene niveles más elevados de CO₂, HCHO y temperatura que el S1 y S3.

AGRADECIMIENTO

Este proyecto de investigación y desarrollo (i+D) denominado #MUVEE PANAMÁ, es liderado por el investigador Principal (IP) Dr. Jorge Isaac Perén y financiado por SENACYT. Fue desarrollado por los estudiantes de quinto año de la materia Metodología de la Investigación, que están cursando la licenciatura de Arquitectura y Diseño en la Facultad de Arquitectura ubicada en la Universidad de Panamá. Se agradece el apoyo de muchas personas, que a pesar de los obstáculos que se nos presentaron, se pudo culminar el trabajo con éxito.

Se agradece a los profesores de otras asignaturas que nos brindaron su tiempo de clase para poder elaborar las investigaciones en el campo. También se le agradece a Oscar, estudiante de la UTP, por apoyar a nuestro grupo con las mediciones.

Un especial reconocimiento y agradecimiento al equipo de la Revista SusBCity por proporcionarnos todos los equipos que fueron necesarios para realizar dicha investigación; además al profesor Jorge Isaac Perén y estudiantes de tesis que nos brindaron todo su apoyo en poder llevar esta investigación a cabo.

REFERENCIAS

- [1] A. T. Cobbold, M. A. Crane, L. D. Knibbs, I. C. Hanigan, S. P. Greaves y C. E. Rissel, "Perceptions of air quality and concern for health in relation to long-term air pollution exposure, bushfires, and COVID-19 lockdown: a before-and-after study", *The Journal of Climate Change and*

Health, p. 100137, Abril de 2022. [En línea]. Disponible: <https://doi.org/10.1016/j.joclim.2022.100137>

- [2] V. Anderson y W. A. Gough, "Evaluating the potential of nature-based solutions to reduce ozone, nitrogen dioxide, and carbon dioxide through a multi-type green infrastructure study in Ontario, Canada", *City and Environment Interactions*, vol. 6, p. 100043, Abril de 2020. [En línea]. Disponible: <https://doi.org/10.1016/j.cacint.2020.100043>
- [3] M. Singh y J. Fábrega, «Aproximación espacial de concentraciones de gases producto de fuentes móviles de la ciudad de Panamá, utilizando sistemas de información geográfica, IDT, vol. 12, n.º 2, pp. 68-78, dic. 2016. [En línea]. <https://revistas.utp.ac.pa/index.php/id-tecnologico/article/view/1237>
- [4] K. Cuellar, A. López, R. Montenegro, M. Ramos, y J. Perén, "Estudio de la morfología urbana del sector de punta Paitilla", *SusBCity*, vol. 3, n.º 1, pp. 39-43, ene. 2021. [En línea]. Disponible: <https://revistas.up.ac.pa/index.php/SusBCity/article/view/2010>

Fecha de Recepción: 20 de julio de 2022

Fecha de Aceptación: 29 de diciembre de 2022