



UNIVERSIDAD DEL AZUAY
FACULTAD DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA MECÁNICA
AUTOMOTRIZ

Análisis del uso de ciclovías para bicicletas eléctricas en la
ciudad de Cuenca

Trabajo de graduación previo a la obtención del título de
INGENIERO EN MECÁNICA AUTOMOTRIZ

Autores

Edisson Fernando Aranda Déleg
Erick Daniel Molina León

Director

Ing. Mateo Coello Salcedo MSc.

CUENCA – ECUADOR

2023

DEDICATORIA

A nuestros padres, familiares y compañeros, por habernos forjado como las personas que somos en la actualidad; muchos de nuestros logros se los debemos a ustedes, este es uno de ellos. Nos formaron con reglas, con algunas libertades y nos enseñaron a mantener amistades indispensables, nos motivaron constantemente para alcanzar nuestros anhelos, por eso y más, este trabajo está dedicado a todos ustedes.

Edisson Fernando Aranda Déleg - Erick Daniel Molina León

AGRADECIMIENTO

El principal agradecimiento a Dios, quien nos ha guiado y nos ha dado la fortaleza para seguir adelante.

A nuestras familias y amigos por su comprensión y estímulo constante, además de su apoyo incondicional a lo largo de nuestros estudios.

Y por último, pero no menos importante, gracias a las personas que de una u otra manera nos apoyaron en la realización de este trabajo.

Edisson Fernando Aranda Déleg - Erick Daniel Molina León

Análisis del uso de ciclovías para bicicletas eléctricas en la ciudad de Cuenca

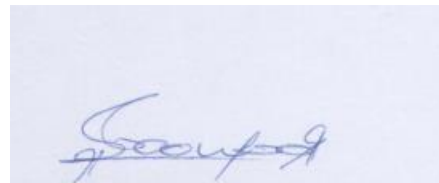
Resumen

Esta investigación tiene como objetivo principal evaluar el uso de las ciclovías en la ciudad de Cuenca por parte de los funcionarios de instituciones públicas y privadas que utilizaron bicicleta eléctrica, en el contexto del plan de electromovilidad de Cuenca. Se empleó una aplicación móvil para la recolección de datos GPS y mediante mapas de calor se pudo identificar cuáles son las rutas más frecuentadas por los bicisuarios y porqué. Además, se logró clasificar estas rutas en términos de días y horarios, con el fin de contar con un marco de referencia que pueda ser utilizado para la toma de decisiones en temas relacionados con la movilidad de la ciudad.

Palabras clave: bicicleta eléctrica, Cuenca, instituciones públicas, instituciones privadas, mapas de calor, movilidad sostenible, ciclovía.



Ing. Mateo Coello Salcedo Msc.
del trabajo de titulación

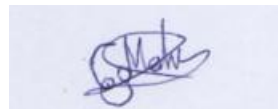


Ing. Robert Rockwood Iglesias Msc.
Coordinador de Escuela

Director



Edisson Fernando Aranda Déleg
Autor



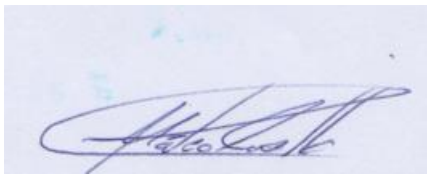
Erick Daniel Molina León
Autor

Analysis of the use of cycle paths for electric bicycles in the city of Cuenca

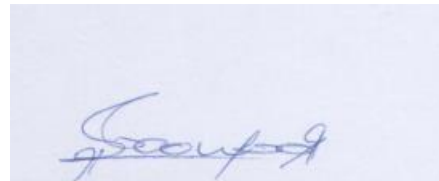
Abstract

The main objective of this research is to evaluate the use of bicycle lanes in the city of Cuenca by officials of public and private institutions that use electric bicycles, based on the electromobility plan of the city of Cuenca. A qualitative methodology is used in order to understand which are the most frequented routes and why. Through heat maps, we were able to see at what times and days these bike paths are most used to verify their functional efficiency in the city to have a frame of reference that can be used for decisionmaking on mobility-related issues. Policies and actions aimed at promoting the use of electric bicycles as an efficient and sustainable transport alternative in the public environment of the city of Cuenca can be designed.

Keywords: Electric bicycle, Cuenca, Public institutions, Private institutions, Heat maps, Sustainable mobility, bike lane.




Ing. Mateo Coello Salcedo Msc.
Thesis Director



Ing. Robert Rockwood Iglesias Msc.
School Coordinator



Edison Fernando Aranda Déleg
Author



Erick Daniel Molina León
Author

Translated by:



Edison Fernando Aranda Déleg
Author



Erick Daniel Molina León
Author

ÍNDICE

INTRODUCCIÓN	7
II. MATERIALES Y MÉTODOS	9
A. Recolección de datos	10
B. Filtración de los datos	10
C. Uso del software QGIS	10
D. Interpretación de los mapas de calor	10
RESULTADOS	11
I. DISCUSIÓN	14
II. CONCLUSIONES	14
III. RECOMENDACIONES	15
IV. REFERENCIAS	15
V. ANEXO	18
Tabla 1. Porcentaje de viajes por la ciclovía	18
Tabla 2. Tabla tipo de ciclovías	19

Uso de ciclovías para bicicletas eléctricas en la ciudad de Cuenca

Erick Daniel Molina León
 Universidad del Azuay
 Facultad de Ciencia y Tecnología
 Ingeniería Mecánica Automotriz
 Cuenca, Ecuador
 danielmolina@es.uazuay.edu.ec

Edisson Fernando Aranda Déleg
 Universidad del Azuay
 Facultad de Ciencia y Tecnología
 Ingeniería Mecánica Automotriz
 Cuenca, Ecuador
 edison.fer.98@es.uazuay.edu.ec

Ing. Iván Mendoza PhD
 Universidad del Azuay
 Facultad de Ciencia y Tecnología
 ERGON
 Cuenca, Ecuador
 imendoza@uazuay.edu.ec

Ing. Mateo Coello Salcedo MSc
 Universidad del Azuay
 Facultad de Ciencia y Tecnología
 ERGON
 Cuenca, Ecuador
 mfcoello@uazuay.edu.ec

Resumen. Esta investigación tiene como objetivo principal evaluar el uso de las ciclovías en la ciudad de Cuenca por parte de los funcionarios de instituciones públicas y privadas que utilizaron bicicleta eléctrica, en el contexto del plan de electromovilidad de Cuenca. Se empleó una aplicación móvil para la recolección de datos GPS y mediante mapas de calor se pudo identificar cuáles son las rutas más frecuentadas por los bicisuarios y porqué. Además, se logró clasificar estas rutas en términos de días y horarios, con el fin de contar con un marco de referencia que pueda ser utilizado para la toma de decisiones en temas relacionados con la movilidad de la ciudad.

Palabras clave: bicicleta eléctrica, Cuenca, instituciones públicas, instituciones privadas, mapas de calor, movilidad sostenible, ciclovía.

Abstract. The main objective of this research is to evaluate the use of bicycle lanes in the city of Cuenca by officials of public and private institutions that use electric bicycles, based on the electromobility plan of the city of Cuenca. A qualitative methodology is used in order to understand which are the most frequented routes and why.

Through heat maps we were able to see at what times and days these bike paths are most used to verify their functional efficiency in the city in order to have a frame of reference that can be used for decision-making on issues related to mobility. Policies and actions aimed at promoting the use of electric bicycles as an efficient and sustainable transport alternative in the public environment of the city of Cuenca can be designed.

Keywords: Electric bicycle, Cuenca, Public institutions, Private institutions, Heat maps, Sustainable mobility, Bike lane.

I. INTRODUCCIÓN

Los vehículos en el mundo han facilitado de forma significativa el transporte y la movilidad de las personas, permitiendo la conexión de comunidades remotas y el acceso a oportunidades económicas, proporcionando comodidad y conveniencia para desplazarse de un lugar a otro, sin embargo, el uso de automóviles conlleva impactos negativos, entre los cuales destaca la generación de altos niveles de contaminación ambiental. Según un informe realizado por Molina y Duque Londoño (2021), se estima que aproximadamente el 19.35% de las

emisiones provienen de estos vehículos. De acuerdo con Sánchez (2023), en Azuay se matricularon 152 676 vehículos en 2020 y 163 598 en 2021, lo que representa un incremento del 7.2 %, cifras que realmente son preocupantes y que afectan tanto al medio ambiente como a la calidad de vida de las personas. Por otro lado, datos otorgados por la Empresa Pública Municipal de Movilidad, Tránsito y Transporte de Cuenca (EMOV EP) revelan que el 30 % de la población hace uso de vehículos privados como medio de transporte, mientras que solo el 5 % utiliza la bicicleta (Sánchez, 2023). Estos números resaltan la necesidad de fomentar el uso de medios de movilización sostenibles.

En este contexto, la movilidad eléctrica comprende vehículos, camiones, buses, motocicletas, bicicletas eléctricas, entre otros, que se presentan como una solución viable, definiéndose como formas de transporte que reducen el impacto ambiental (ONU y MOVE, 2021). Dentro de la electromovilidad y la micromovilidad eléctrica incluyen aquellos pequeños medios de transporte que aprovechan energía eléctrica para propulsar su tren motriz (monopatines, bicicletas, patines, scooter, etcétera (VAIC, 2014). En particular, la bicicleta eléctrica es un tipo de vehículo que cuenta con un motor eléctrico que ayuda al usuario mientras pedalea. La energía eléctrica se almacena en una batería ubicada en la bicicleta, y el motor se activa automáticamente al iniciar el pedaleo, brindando un impulso adicional que facilita el desplazamiento en bicicleta (Arana Sellán, 2019). Adicionalmente, se destaca como una opción atractiva, ya que combina los beneficios del ciclismo tradicional con la asistencia eléctrica, lo que facilita los desplazamientos y disminuye la dependencia del vehículo privado. Además de los beneficios mencionados

anteriormente, el uso de estos medios de transporte promueve la salud y el bienestar de las personas mejorando la calidad de vida en general (VAIC, 2014).

En el presente año, a nivel nacional en Ecuador se firmó un acuerdo de cooperación interinstitucional entre el Ministerio de Energía y Minas y Automóvil Club del Ecuador (ANETA), donde se busca implementar medidas que fortalezcan el uso de vehículos eléctricos, a través de la concientización ciudadana, con el fin de promover una movilidad más sostenible, reducir la contaminación y disminuir la generación de gases nocivos para el medio ambiente (Ministerio de Energía y Minas, 2023).

En el año 2020 en la ciudad de Cuenca nace El Plan de Electromovilidad (ECUENCA) a partir de la iniciativa *Transformative Urban Mobility Initiative* (TUMI) que, a través de la Cooperación Alemana para el Desarrollo Sostenible (GIZ), busca acelerar la adopción de una movilidad sostenible en el mundo apoyando a países en vías de desarrollo, además GIZ promueve la implementación de sistemas de transporte público eléctrico, así como el uso de bicicletas y scooters eléctricos como alternativas de movilidad sostenible.

Con estos precedentes, para la ciudad de Cuenca se lleva a cabo un plan piloto con enfoque en el uso de la bicicleta eléctrica que busca obtener percepciones de los usuarios, recopilar parámetros técnicos relevantes y crear mapas de calor de las rutas utilizadas para comprender y evaluar el potencial de este medio de transporte sostenible.

Esta investigación se contextualiza dentro de este proyecto piloto del plan de electromovilidad de Cuenca y busca determinar cuáles son las rutas más frecuentadas y porqué. Diego Correa, ex director general de Movilidad

de Cuenca recalcó que este primer programa piloto estará enfocado en incentivar el uso de la bicicleta eléctrica entre instituciones públicas, privadas y educativas. TUMI adquirió doce bicicletas eléctricas que serán repartidas entre las instituciones que forman parte del plan piloto el cual dará información importante para articular las verdaderas necesidades que tiene la población con respecto a electromovilidad (Gobierno Autónomo de Cuenca, 2023).

Mediante el registro de los datos GPS de los ciclistas se pueden generar mapas de calor para identificar las rutas más utilizadas y determinar los días y horas de mayor afluencia.

De momento, existen estudios que muestran el uso de mapas de calor para la movilidad tanto vehicular como ciclística, como el caso de la investigación desarrollada por Velastegui y Yáñez (2021), sobre una propuesta de ciclovías permanentes en Riobamba basada en el plan maestro de movilidad y la experiencia de las ciclovías emergentes. Como resultado se obtuvo mapas de calor que muestran las vías usadas con mayor frecuencia, para marcar los circuitos y definir el recorrido de las ciclovías permanentes.

De acuerdo con Cano (2022), donde realizó un trabajo de investigación sobre las implicaciones del SARS-Cov-2 en el uso del sistema de bicicleta pública de Ecuador entre los años 2019 y 2021, su objetivo fue conocer los impactos que tuvo el del SARS-CoV-2 en el uso de la bicicleta pública en Ecuador, el resultado que se obtuvo fue una reducción del 76.63 % en su uso, lo cual fue representado de manera gráfica mediante mapas de calor generados por QGIS.

La investigación de Durán (2020), realizó un trabajo de investigación sobre Mapas de calor de

velocidad de buses y taxis en el cantón Cuenca, tuvo como objetivo determinar el promedio de velocidad de circulación de buses y taxis dentro del cantón Cuenca en Ecuador, a partir de una flota de 16 taxis y 10 líneas de buses que transitan por la ciudad.

La bicicleta eléctrica se ha constituido como una alternativa sostenible y económica en comparación con los vehículos privados, sin embargo, por falta de estudios que analicen las rutas, días y horas más frecuentadas, limita la capacidad de las empresas e instituciones de diseñar políticas y estrategias efectivas para ofrecer mayor infraestructura para este medio de transporte (Gonzales, 2007).

En este sentido, se plantea el siguiente cuestionamiento, ¿Cómo puede aportar el análisis de las rutas utilizadas por bicicletas eléctricas en la ciudad de Cuenca para temas de movilidad?, ¿Cuáles serán las rutas con mayor circulación de bicicletas eléctricas en la ciudad de Cuenca?, ¿En qué medida la ciclovía está siendo utilizada en comparación con las calles de la ciudad Cuenca por parte de las bicicletas eléctricas?, por lo tanto, esta investigación busca evaluar el uso de las ciclovías en la ciudad de Cuenca por parte de los funcionarios de instituciones públicas y privadas que utilizan bicicleta eléctrica.

II. MATERIALES Y MÉTODOS

La metodología utilizada consta de cuatro fases. En primer lugar, se llevó a cabo la recolección de datos por parte de los funcionarios. Posteriormente, se realizó la limpieza y organización de los datos. Una vez tamizados los datos levantados, se procedió a realizar los mapas de calor para diferentes escenarios. Finalmente se hizo un análisis de los mismos.

Cada etapa se detalla a continuación:

A. Recolección de datos

Se entregó bicicletas a funcionarios de varias instituciones para que puedan utilizarlas en periodos de entre 2 y 3 semanas. A cada uno de los funcionarios se le pidió que se instalen una app denominada “Wahoo”. Esta app hace un registro de datos GPS, latitud, longitud y altitud con una frecuencia de 1Hz.

Estos registros son descargados en formato fit y almacenados en una base de datos en la nube. Que posterior el almacenamiento se migra a CSV y se los etiqueta para su organización, y con ello poder armar la base de datos.

B. Filtración de los datos

Para la filtración de los datos se usaron criterios de inclusión y exclusión, los cuales sirvieron para limpiar y organizar los datos que van a servir para la realización de los mapas de calor. Los criterios de inclusión son los que están dentro de los días de la semana (lunes, martes, miércoles, jueves y viernes), y por otro lado los fines de semana (sábado y domingo), y estos días se separaron en dos rangos de horas, de 7:00 a 13:00 y 13:00 a 19:00. Se excluyeron los datos que están fuera de estos rangos.

La herramienta que usó fue Excel, a través de fórmulas, filtros y tablas dinámicas se separaron los datos en diferentes rangos: entre semana de 7:00 a 13:00, entre semana de 13:00 a 19:00 y así para los diferentes mapas que se evaluaron.

C. Uso del software QGIS

Una capa de puntos previamente guardada como extensión .csv, se inserta en el software QGIS como una capa vectorial .csv, y da cuenta que en los datos de las bases los ejes x y y corresponda a longitud y latitud respectivamente y se especifica el tipo de referencia de coordenadas que, en este

caso, es EPSG:4326, después se usa la herramienta Creación de mapas de calor que usa un método de densidad de Kernel, que estima el promedio de la distancia media de cada punto con la media de la desviación estándar, para aproximar un valor adecuado a los puntos.

Para la representación del fondo de los mapas se usa una herramienta del QGIS que tiene diferentes mapas, y un Shapefile para las rutas de las ciclovías existentes.

Después se procede a grabar una composición para editar el mapa y exportar en .PNG.; aquí se seleccionan partes específicas del mapa, se agrega la simbología, los nombres, las escalas, etcétera.

Al realizar un análisis visual de los datos se genera un marco de referencia de información para la toma de decisiones con respecto a la movilidad en la ciudad de Cuenca en un futuro y para el plan de electromovilidad de la ciudad.

D. Interpretación de los mapas de calor

Una vez elaborados los mapas de calor se realiza un análisis con relación a:

1) Qué rutas son las más utilizadas por tener mayor densidad de datos

2) Cómo varía el uso de ciclovías entre horarios y días

3) Cómo se relacionan las rutas con las diferentes infraestructuras que se tienen en la ciudad

4) Cómo se relacionan las rutas utilizadas en contraste con las estaciones de bicicleta pública

5) Cómo se relacionan las rutas utilizadas en contraste con las instituciones.

Los mapas de calor son herramientas visuales que expresan resultados en una escala de colores, los cuales representan la mayor (rojo) y menor densidad de puntos (azul), con lo

que se pueden identificar qué rutas son las más utilizadas por días y horas más frecuentadas y por qué se prefiere el uso de esta.

III. RESULTADOS

El número total de participantes del estudio fue sesenta personas, distribuidas entre 36 hombres y 24 mujeres. Estas personas tienen edades comprendidas entre los 19 y los 55 años. Todos los participantes tienen experiencia previa en el manejo de bicicletas convencionales en algún momento de sus vidas. Los cuales realizaron un total de 1173 rutas por la ciudad de Cuenca, tanto entre semana y fines de semana de día y noche, lo cual cuenta con 1 936 246 puntos georreferenciados, de los cuales 1 496 571 no pasan por las ciclovías, lo cual cuenta con un total de 439 675 puntos que circulan por estas ciclovías en la Ciudad de Cuenca.

1. Mapa de calor “base de datos vs estaciones de bicicleta pública”

La *Figura 1* muestra un mapa de calor de las rutas utilizadas versus las estaciones de bicicletas públicas en la ciudad de Cuenca, mismas que se encuentran de color amarillo, se observa una gran agrupación en la zona central de Cuenca y a los alrededores no se aprecian muchas estaciones.

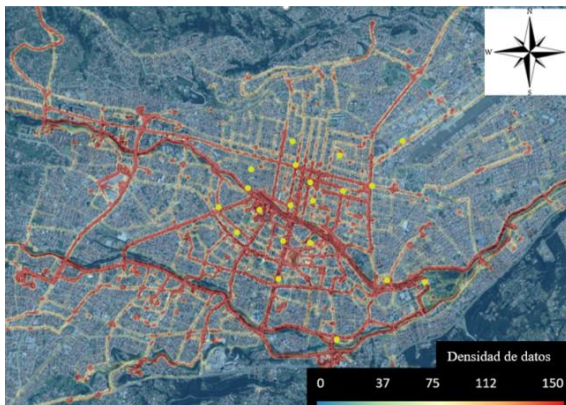


Figura 1 Mapa de calor “base de datos vs estaciones de bicicleta pública”

2. Mapa de calor “base de datos vs instituciones”

La *Figura 2* muestra un mapa de calor de las rutas más frecuentadas versus las instituciones públicas y privadas que se encuentran de color magenta, se observan unas zonas con mayor agrupación ya que son las zonas donde estos funcionarios trabajan.

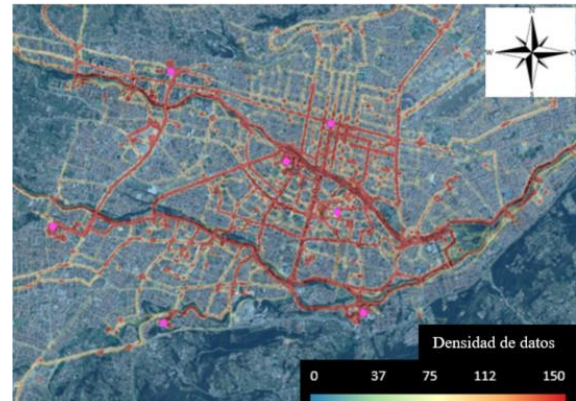


Figura 2 Mapa de calor “base de datos vs instituciones”

3. Mapa de calor “base de datos total”

La *Figura 3* muestra un mapa de calor de las rutas más frecuentadas por los funcionarios en diferentes horas y días en la ciudad de Cuenca.

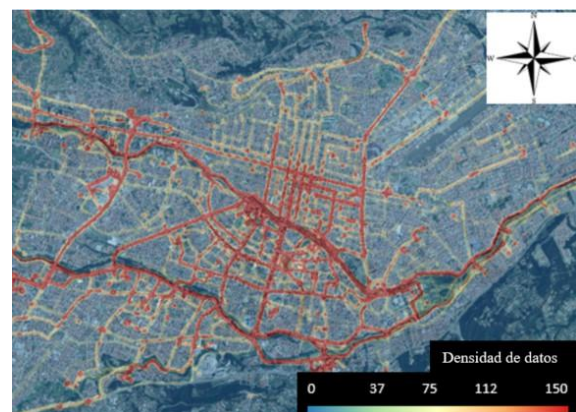


Figura 3 Mapa de calor “base de datos total”

4. Mapa de calor “entre semana de 7:00 a 13:00”

La *Figura 4* muestra un mapa de calor de las rutas más frecuentadas por los funcionarios entre semana en el horario de 7:00 a 13:00.

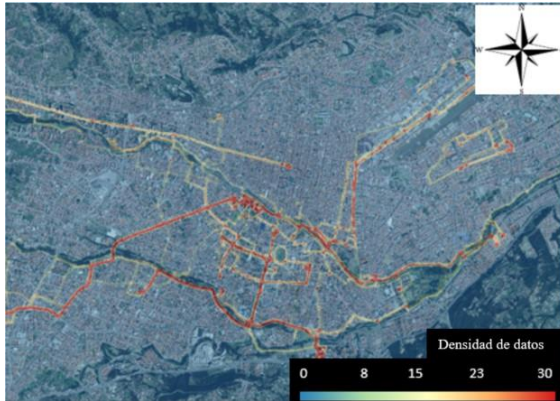


Figura 4 Mapa de calor “entre semana de 7:00 a 13:00”

5. Mapa de calor “entre semana de 13:00 a 19:00”

La *Figura 5* muestra un mapa de calor de las rutas más frecuentadas por los funcionarios entre semana en el horario de 13:00 a 19:00.

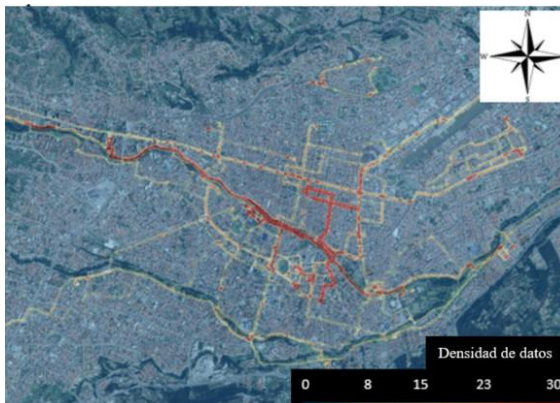


Figura 5 Mapa de calor “entre semana de 13:00 a 19:00”

6. Mapa de calor “fin de semana de 7:00 a 13:00”

La *Figura 6* muestra un mapa de calor de las rutas más frecuentadas por los funcionarios fin de semana en el horario de 7:00 a 13:00.

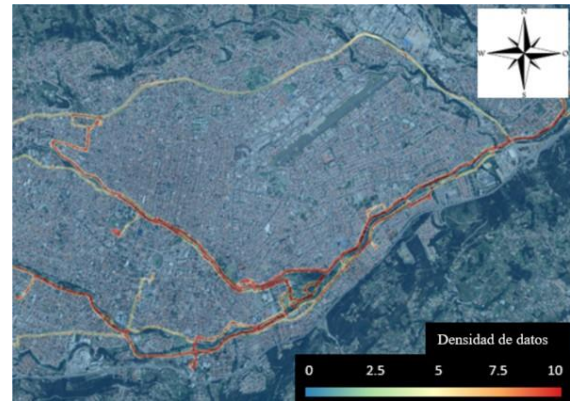


Figura 6 Mapa de calor “fin de semana de 7:00 a 13:00”

7. Mapa de calor “entre semana de 7:00 a 19:00”

La *Figura 7* muestra un mapa de calor de las rutas más frecuentadas por los funcionarios entre semana a diferentes horarios.

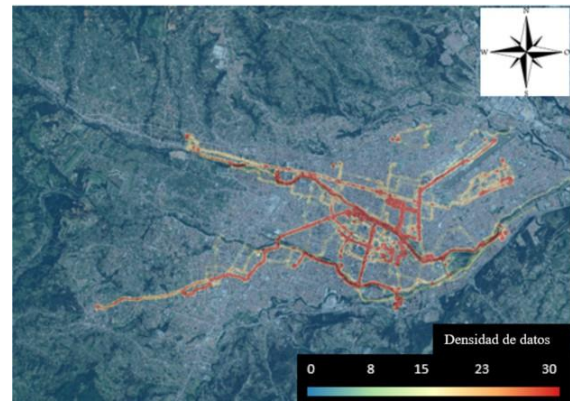


Figura 7 Mapa de calor “entre semana de 7:00 a 19:00”

8. Mapa de calor “fin de semana de 7:00 a 19:00”

La *Figura 8* muestra un mapa de calor de las rutas más frecuentadas por los funcionarios fin de semana a diferentes horarios.

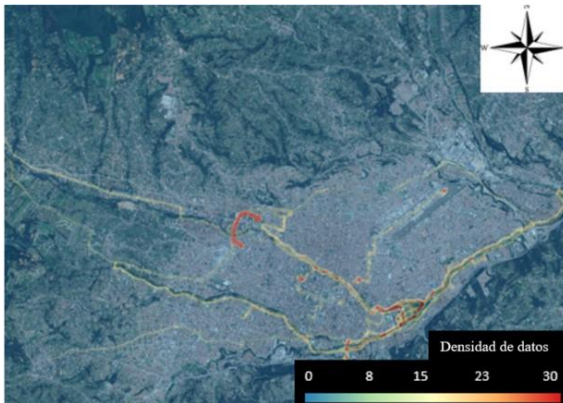


Figura 8 Mapa de calor “fin de semana de 7:00 a 19:00”

9. Mapa de calor “base de datos vs ciclovías”

La *Figura 9* muestra un mapa de calor de las rutas más frecuentadas vs todas las ciclovías para ver cuántas rutas pasan por estas

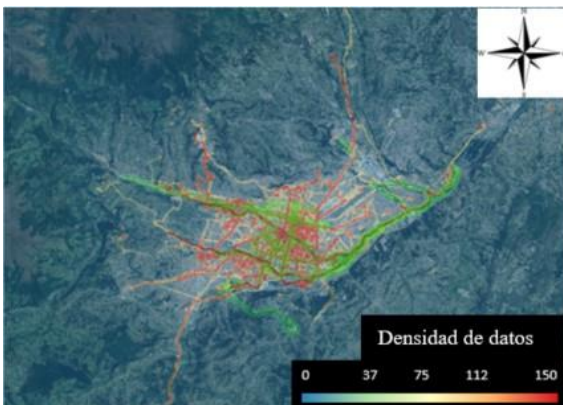


Figura 9 Mapa de calor “base de datos vs ciclovías”

10. Mapa de calor “ciclovías más frecuentadas”

La *Figura 10* muestra un mapa de calor de las ciclovías que se para ver el uso de estas y que zona tiene un uso mayor por porcentajes.



Figura 10 Mapa de calor “ciclovías más frecuentadas”

Con un mapa de calor de las ciclovías más frecuentadas, y a través de un conteo de datos, se procede a sacar puntos que pasan sobre las mismas y así, se calcula la densidad de viajes según cuántos puntos se encuentran en cada ciclovía, resultando un valor bajo de 439 675 de 1 936 246 puntos con un 22.71 % de viajes por las ciclovías.

Tabla 1 Distribución de viajes por ruta

Ruta	Densidad de puntos	Porcentaje de viajes
Ciclovía Cuenca Unida	176 012	40.03
Avenida 3 de Noviembre	35 762	8.13
Avenida Solano	33 259	7.56
Paseo Tres de Noviembre	30 480	6.93
Otro	164 163	37.34

De acuerdo a los resultados, se aprecia que la ruta de ciclovía más usada es Cuenca unida que tiene un 40 % de viajes, con el trayecto que empieza en la avenida de las Américas hasta la avenida España, con un recorrido que comprende 13.5 km.

IV. DISCUSIÓN

Con los diferentes mapas de calor se logra visualizar una tendencia más clara de las rutas más frecuentadas, que al igual que otras investigación como la de Velastegui y Yáñez (2021), se determina que mediante mapas de calor se logra identificar que rutas tienen a tener más tendencia de uso y con eso poder plantear una nueva infraestructura, observando donde se concentras más rutas y así planteando nuevas estrategias como la que se desean realizar para el plan de electromovilidad en la ciudad de Cuenca.

Se debe tener en cuenta que existe zonas de pendientes, donde el uso de la bicicleta eléctrica es de mayor circulación debido a las ventajas que se tiene en la asistencia de pedaleo como lo menciona, VAIC (2014), que dentro de la micro movilidad aparece la bicicleta eléctrica, es un tipo de bicicleta que incorpora un motor eléctrico para asistir al pedaleo del usuario. Otro aspecto importante a tomar en cuenta es donde existe mayor circulación vehicular, esto incide en la tendencia de usuarios de ciclovías ya que baja considerablemente, como son trayectos muy poblados por ejemplo el sector de la Av. Huayna Cápac que se encuentra ubicado en el centro de la ciudad, no existe algún tipo de preferencia al ciclista por parte de los vehículos, esto puede darse por falta de educación vial o mala señalización del uso de las ciclovías lo que se debería cambiar para mejorar las garantías de seguridad de esta alternativa de transporte.

V. Conclusiones

A partir del análisis de esta investigación y con base en los mapas de calor aplicados, se obtiene cuáles son las rutas más frecuentadas y el porqué de estas, así como dónde se podría proyectar una infraestructura de ciclovías en diferentes zonas de la ciudad.

Se observa que en la zona central de Cuenca existen varias estaciones de bicicletas públicas, pero en las zonas este y noreste no se observan tales estaciones, por lo que se debería considerar la ampliación de la infraestructura en dichas zonas pues la concentración de trayectos es alta.

Comparando los mapas de calor entre semana de 7:00 a 13:00 vs de 13:00 a 19:00, se observa que se toman diferentes rutas dependiendo de las horas; así, observamos una alta concentración de puntos en la parte sur de cuenca por la mañana y una alta concentración de punto en la parte central de la misma durante las horas de la tarde.

Así mismo, al comparar un mapa de calor entre semana vs uno de fin de semana se concluye que, entre semana, el uso de la bicicleta eléctrica es para movilizarse del trabajo a varios lugares, pues existe una alta concentración de puntos en la parte central; por el contrario, se observa que el fin de semana, las rutas más utilizadas son las que corresponden a las riberas de los ríos y parques, pues estas son parte de un sistema recreativo familiar.

En este estudio se realizó un análisis cuantitativo que reveló que entre las rutas de ciclovías Cuenca unida, Avenida 3 de Noviembre, Avenida Solano, Paseo Tres de Noviembre suman un 62.66 % de uso con respecto a las demás ciclovías, porque son las rutas que se usan más entre semana y en el rango de horas estudiado.

VI. RECOMENDACIONES

Con base en el estudio se recomienda la implementación de la bicicleta eléctrica, y se emprendan las acciones necesarias para ampliar la infraestructura de ciclovías que garanticen la seguridad de los ciclistas, como el aumento de iluminación en algunos sectores de las rutas, evitar que los árboles y arbustos bloqueen la visión del ciclista, dándoles una altura adecuada.

También se recomienda la implementación de parqueaderos y lugares de hidratación y relajación, una mejora en la señalética de espacios de uso de las ciclovías, colocación de sumideros en sectores donde el agua se estanca e impide el paso al ciclista.

Al tener una ciclovía con senda de uso compartido se corre un gran riesgo de accidente contra un vehículo por lo que se debería fomentar una ley de reducción de velocidad de los vehículos en estos tramos de uso compartido.

Uno de los aspectos importantes del estudio es la falta de implementación de estaciones de bicicletas públicas en el sector oeste de la ciudad, donde no existen estaciones que brinden este servicio a pesar de que la gran circulación de ciclistas en este tramo, así como un plan de construcción de ciclovía adecuada para tramos de la ciudad donde no existe infraestructura ciclovial, a pesar de la gran circulación de bicicletas.

Para lograr un cambio importante se debe incentivar una mejor educación vial para promover la seguridad en las vías y reducir los accidentes de tránsito, un claro ejemplo es en el centro de la ciudad donde existen ciclovías de carril compartido donde los vehículos se adueñan de toda la vía, impidiendo la adecuada circulación de las bicicletas, debido al exceso de vehículos en el sector; al mejorar esto se potenciaría la micromovilidad.

Finalmente, se recomienda fomentar la movilidad sostenible con la

adopción de modos de transporte alternativos, como la bicicleta eléctrica, promoviendo una estrategia de cambio de mentalidad de la población hacia opciones más sostenibles. Se debe optar por llevar a cabo campañas y promociones en instituciones públicas y privadas con el objetivo de formar ciudadanos con conciencia social y ambiental, y establecer acuerdos para incorporar la movilidad sostenible en sectores del transporte público y así Cuenca lograría ser una ciudad referente para la movilidad consciente.

VII. REFERENCIAS

- Arana Sellán, K. S. (2019). Análisis de la cultura vial y su impacto social en la cooperativa Francisco Jácome 2, en las Manzanas 221 y 22, cantón Guayaquil, año 2019 [Universidad de Guayaquil]. <http://repositorio.ug.edu.ec/bitstream/re dug/45034/1/An%C3%A1lisis%20de%20la%20CULTURA%20VIAL%20y%20su%20impacto%20social%20en%20la%20Cooperativa%20Francisco%20J%C3%A1come%202%20en%20la%20manzanas%20221%20Y%20222%20Cant%C3%B3n%20Guayaquil%20a%C3%B1o%202019..pdf>
- BBVA. (2021). *Qué es una bicicleta eléctrica*. BBVA NOTICIAS. <https://www.bbva.com/es/sostenibilidad/que-es-una-bicicleta-electrica-y-que-ventajas-tiene/>

- Cano, C. (2022). *Implicaciones del SARS-CoV-2 en el uso de bicicleta pública de Ecuador entre los años 2019-2021* [Universidad del Azuay].
<https://dspace.uazuay.edu.ec/bitstream/datos/12256/1/17783.pdf>
- Campos Briones, S. X. (2022). Análisis de la percepción y tendencias de uso de la bicicleta eléctrica en Guayaquil [BachelorThesis].
<http://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/23950>
- Cárdenas, A., & Duarte, K. (2019). *DESARROLLO DE UNA APLICACIÓN WEB PARA GENERAR MAPAS DE CALOR A PARTIR DE LOS INCIDENTES VIALES EN LA CIUDAD DE BOGOTÁ* [Universidad distrital Francisco José de Caldas].
<https://repository.udistrital.edu.co/bitstream/handle/11349/25652/DuarteJimenezKarenTatiana2020.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Cerem. (2020). *Mass, la movilidad como servicio del futuro. Conoce esta iniciativa*.
<https://www.cerem.es/blog/la-movilidad-como-servicio-mass>
- Dampsey, C. (2022, septiembre 20). *Mapas de calor en GIS - GIS Lounge*.
<https://www.gislounge.com/heat-maps-in-gis/>
- Díaz. (2010). *en bici con Diego Díaz...: "Ciclovías su concepto"*.
<http://diegoenbici.blogspot.com/2010/08/ciclovias-su-concepto.html>
- Durán, C. (2020). *Mapas de calor de velocidad de buses y taxis en el cantón de Cuenca* [Universidad del Azuay].
<https://dspace.uazuay.edu.ec/bitstream/datos/9637/1/15270.pdf>
- Gil Molina, P. A., & Duque Londoño, L. Y. (2021). Percepción del uso de las bicicletas eléctricas como medio de transporte alternativo en Medellín.
<https://dspace.tdea.edu.co/handle/tdea/1728>
- Gobierno Autónomo de Cuenca. (2023). *Se realizó presentación de Plan de Electromovilidad E-Cuenca | GAD Municipal de Cuenca*.
<https://www.cuenca.gob.ec/content/se-realizo-presentacion-de-plan-de-electromovilidad-e-cuenca>
- Gonzales, M. (2007, noviembre). Ideas y buenas prácticas para la movilidad sostenible. *Ecologistas en Acción*, 33.
- Ministerio de Energía y Minas. (2023, enero 20). Ministerio de Energía y ANETA apuestan por la movilidad eléctrica en



- el Ecuador.
<https://www.recursoyenergia.gob.ec/ministerio-de-energia-y-aneta-apuestan-por-la-movilidad-electrica-en-el-ecuador/>
- ONU, & MOVE. (2021). *Movilidad eléctrica*. 96.
<https://repositorio.uam.es/handle/10486/668528>
- Sánchez, M. (2023, junio). *Hay 64.199 vehículos matriculados en Cuenca—Diario El Mercurio*.
<https://www.elmercurio.com.ec/2022/09/10/vehiculos-matriculados-en-cuenca/>
- Stek, P. E. (2020). Mapping high R&D city-regions worldwide: A patent heat map approach. *Quality & Quantity*, 54(1), 279-296.
<https://doi.org/10.1007/s11135-019-00874-w>
- VAIC. (2014, marzo). *¿Qué es una bicicleta eléctrica?*
<https://www.vaic.com/es/content/11-que-es-una-bicicleta-electrica-es>
- Velastegui, A., & Yáñez Henry. (2021). *PROPUESTA INTEGRAL DE CICLOVIAS PERMANENTES EN RIOBAMBA BASADA EN EL PLAN MAESTRO DE MOVILIDAD Y LA EXPERIENCIA DE LA CICLOVÍA EMERGENTE* [Universidad Nacional del Chimborazo].
<http://dspace.unach.edu.ec/handle/51000/7677>
- Yeap, E., & Uy, I. (2014). Marker Clustering and Heatmaps: New features in the Google Maps Android API Utility Library. *Google Maps Platform*.
<http://mapsplatform.googleblog.com/2014/02/marker-clustering-and-heatmaps-new.html>

VIII. ANEXO



Tabla 2. Porcentaje de viajes por la ciclovía

Ruta	# De Puntos	% de viajes
Primero de mayo	13753	3.13
Abraham Sarmiento	363	0.08
Agustín Cueva	9473	2.15
Alfonso Moreno Mora	9284	2.11
Av. 3 de noviembre	35762	8.13
Av. Loja	16011	3.64
Av. Ordoñez Lasso	11925	2.71
Av. Paucarbamba	471	0.11
Av. Solano	33259	7.56
Baja del Centenario	6253	1.42
Bajada de Todos Santos	6156	1.40
Benigno Malo	12025	2.73
Calle Quito - Rieles del Tren	1639	0.37
Carlos V	501	0.11
Ciclovía Cuenca Unida	176012	40.03
CRS Turi	2	0.00
Federico Malo	1092	0.25
Felipe II	6259	1.42
Gonzales Suarez	1778	0.40
Gran Colombia	16106	3.66
Gran Colombia	6681	1.52
Luis Moreno Mora	8588	1.95
Mariscal Lamar	7327	1.67
Octavio Diaz	25	0.01
Padre Aguirre	6395	1.45
Parque el Paraíso	913	0.21
Parque Inclusivo	600	0.14
Paseo Milchiching	1098	0.25
Paseo Tres de Noviembre	30480	6.93
Pichincha	1080	0.25
Rafael María Arizaga	2578	0.59
Remigio Crespo	4393	1.00
Remigio Tamariz	6570	1.49
Roma	2464	0.56
Tadeo Torres	787	0.18
Tarqui - Guzho	883	0.20
Vicente Rocafuerte	394	0.09
X Juegos Bolivarianos	296	0.07

Tabla 3. Tabla tipo de ciclovías

Rutas	
<ol style="list-style-type: none"> 1. Av. 27 de febrero - Av. 12 de abril 2. Av. Solano - Av. 12 de abril 3. Inés Salcedo - Av. 10 de agosto 4. Av. Solano - Av. Pichincha 5. Av. Solano - Av. Paucarbamba 6. Luis Moreno Mora - Av. 10 de agosto 7. Av. Solano - Federico Malo 8. La Condamine - Los Cipreses 9. Ambato - Cuzco 10. Av. Pichincha - Av. 12 de abril 11. Alfonso Jerves - Paseo Tres de Noviembre 12. Alfonso Moreno - Av. Loja 	<ol style="list-style-type: none"> 13. Autopista Cuenca Azogues - Camino a Turi 14. Av. De las Américas - Octavio Díaz 15. Huayna Cápac - Octavio Díaz 16. Octavio Díaz - Av. Huayna Cápac 17. Gonzales Suarez - Vicente Rocafuerte 18. Huayna Cápac - Mariano Cueva 19. Presidente Córdova - Calle Larga 20. Av. 1 de mayo - José Ortega y Gasset 21. Antonio de Nebrija - Av. Primero de Mayo 22. Av. Américas - Av. España 23. Benigno Malo - Vega Muñoz 24. Vega Muñoz - Gran Colombia
Tipo	
Ciclovía	
Descripción	
<p>Vía ciclista dónde tiene una preferencia total, no deben transitar los peatones debido a que tiene su propia vía asignada, existen tramos dónde el peatón y ciclista deben compartir la vía, teniendo preferencia el peatón.</p>	
Rutas	
<ol style="list-style-type: none"> 1. Bajada de Todos Santos - Guayanay 2. Roma - Puente a Paccha 3. Av. 12 de octubre 4. De los Cerezos - A los Cipreses 	<ol style="list-style-type: none"> 5. Las Garzas - Vía a Paccha 6. Av. Gonzales Suarez - Av. España 7. Circuito Interno 8. Huayna Cápac - Benigno Malo
Tipo	
Senda de Uso Compartido	

Descripción
Vía ciclista señalizada sobre el camino, separada del tráfico motorizado pero integrada en el mismo espacio y presentando algún tipo de señalización o elemento físico o visual.

Rutas	
<ol style="list-style-type: none"> 1. Octavio Díaz - Av. Huayna Cápac 2. Presidente Córdova - Muñoz Vernaza 3. Hermano Miguel - Av. De las Américas 4. Calle Larga - Rafael Ma. Arizaga 5. Calle Larga - Av. 12 de abril 	
Tipo	
Carril Compartido	
Descripción	
Vía ciclista especialmente acondicionada, destinada en primer lugar a las bicis y en la que los vehículos motorizados deberán circular a una velocidad máxima de 30 Km/h, o inferior si así estuviera específicamente señalizado.	
Rutas	
<ol style="list-style-type: none"> 1. Tadeo Torres - Av. 12 de abril 2. Francisco Orellana - Circuito Interno 3. Av. Solano - Av. Loja 4. San Silvestre - Toril 5. Av. Américas – Dulcamara 	
Tipo	
Bici Acera	
Descripción	
Vía ciclista señalizada sobre la acera, separada del tráfico motorizado pero integrada en la acera o espacio peatonal y presentando algún tipo de señalización o elemento físico o visual que la segrega del espacio propiamente peatonal.	

