



**UNIVERSIDAD
DEL AZUAY**

UNIVERSIDAD DEL AZUAY

DEPARTAMENTO DE POSGRADOS
MAESTRÍA EN SISTEMAS DE PROPULSIÓN ELÉCTRICA

**ANÁLISIS COMPARATIVO ENTRE UN MEDIO DE TRANSPORTE
CONVENCIONAL (VEHÍCULO LIVIANO) Y LA BICICLETA ELÉCTRICA
REALIZADA A UN GRUPO DE DOCENTES UNIVERSITARIOS DE LA
UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOJA**

Trabajo previo a la obtención del título de:

MAGISTER EN SISTEMAS DE PROPULSIÓN ELÉCTRICA.

Nombre del autor:

Bryan Jhon Briceño Martínez

Nombre del director:

Ing. Efrén Esteban Fernández Palomeque PhD.

Cuenca – Ecuador
2024

I. DEDICATORIA

Quiero dedicar este logro académico a mi esposa María José, mis hijas Charlotte y Amelia, quienes han sido pilares fundamentales en mi trayectoria durante la maestría, a mis Padres por su apoyo incondicional y su constante compañía que han sido determinantes para culminar con éxito esta etapa.

Bryan Briceño

II. AGRADECIMIENTOS

Estoy agradecido con Dios por haberme bendecido con la vida y la salud. También agradezco a mis padres y a las personas cercanas que me han brindado su apoyo y motivación incondicional para lograr esta meta.

Bryan Briceño

CONTENIDO

I. DEDICATORIA	2
II. AGRADECIMIENTOS.....	3
I. INTRODUCCIÓN	8
A. Movilidad Sostenible.....	8
B. La Bicicleta Eléctrica.....	9
C. Perspectivas de la ciudad de Loja.....	9
D. El transporte Urbano en la ciudad de Loja	10
III. DESARROLLO	11
A. Materiales	11
IV. METODOLOGÍA	12
Ruta 1. Avenida Pio Jaramillo Alvarado	13
Ruta 2. Avenida Eduardo Kigman y Av. Reinaldo Espinosa	13
Ruta 3. Av. Lateral de Paso Ángel F. Rojas y Av. Reinaldo Espinosa.....	13
A. Tamaño de la muestra.....	14
B. Horarios y levantamiento de la información	14
C. Análisis de la Dinámica Vehicular	14
D. Selección del vehículo	15
E. Demanda Energética.....	15
V. RESULTADOS.....	15
A. Análisis de Datos de la Encuesta.....	15
B. Ciclo de Conducción de las Rutas	16
C. Demanda Energética y Emisiones contaminantes	16
VI. ANÁLISIS COMPARATIVO	17
A. Consumo Energético.....	17
B. Análisis de Emisiones contaminantes.....	19
C. Análisis de costos	20
VII. CONCLUSIONES	21
VIII. RECOMENDACIONES.....	21
IX. REFRENCIAS	21

INDICE DE TABLAS

Tabla 1. Especificaciones Técnicas de la bicicleta eléctrica plegable Ecomove STRIK 4. Fuente: [21]	12
Tabla 2. Especificaciones técnicas del Vatímetro Digital. Fuente:[23].....	12
Tabla 3. Especificaciones técnicas del vehículo Hyundai Accent 1.6L. y parámetros de ruta más frecuentada. Fuente:[29]..	15
Tabla 4. Demanda energética máxima en el ciclo. Fuente. Autor.....	17
Tabla 5. Potencia específica vehicular máxima (VSP). Fuente: Autor	17
Tabla 6. Emisiones contaminantes por ruta obtenidos en IVE. Fuente: Autor.....	17
Tabla 7. Comparación energética del vehículo y la bicicleta eléctrica. Fuente: Autor	17
Tabla 8. Especificaciones técnicas y parámetros de cálculo de la Bicicleta eléctrica - Ecomove STRIK. Fuente: Autor.....	17
Tabla 9. Energía consumida y tiempo empleado en cada ruta en la Bicicleta eléctrica - Ecomove STRIK 4. Fuente: Autor	18
Tabla 10. Eficiencia energética por kilómetro. Fuente: Autor.....	18
Tabla 11. Autonomía total de la batería de Ecomove STRIK 4. Fuente: Autor	18
Tabla 12. Tarifa residencial, comercial y tiempo de carga por ruta. Fuente: Autor.....	18

INDICE DE FIGURAS

Figura 1. Clasificación de bicicletas eléctricas Fuente:[12]	9
Figura 2. Ubicación de la provincia de Loja Fuente: [14].....	9
Figura 3. Población Estudiantil UNL por género y nivel educativo 2023 Fuente: [16].....	10
Figura 4. Ubicación de la UNL en la ciudad de Loja Fuente: Autor.....	10
Figura 5. Población Docente UNL por facultades y género 2023 Fuente:[16].....	10
Figura 6. Desarrollo de la Metodología Fuente: Autor.....	11
Figura 7. Bicicleta eléctrica plegable Ecomove STRIK 4 Fuente: [21]	11
Figura 8. Medidor de consumo de energía – Vatímetro Fuente: [22]	12
Figura 9. GPS Tracks Logger Pro Fuente: [24]	12
Figura 10. Encuesta digital de Google Fuente: Autor	12
Figura 11. Ruta 1 - Avenida Pio Jaramillo Alvarado Fuente: Autor.....	13
Figura 12. Ruta 2 - Avenida Eduardo Kigman y Av. Reinaldo Espinosa. Fuente: Autor.....	13
Figura 13. Ruta 3. Av. Lateral de Paso Ángel F. Rojas y Av. Reinaldo Espinosa	13
Figura 14. Horario de movilización Fuente: Autor	14
Figura 15. Fuerzas que actúan sobre un vehículo en movimiento Fuente:[27]	14
Figura 16. Marca de vehículos más transitados por la ciudad de Loja Fuente:[28].....	15
Figura 17. Medio de transporte utilizado por los docentes universitarios Fuente: Autor.....	15
Figura 18. Distancias aproximadas recorridas por los docentes universitarios Fuente: Autor	15
Figura 19. Ruta más transitada utilizada por docentes universitarios Fuente: Autor	16
Figura 20. Ciclo de Conducción de la ruta más frecuentada ruta 1- (avenida Pio Jaramillo Alvarado) Fuente: Autor.....	16
Figura 21. Ciclo de conducción de la ruta 2 – (avenida Eduardo Kigman) Fuente: Autor	16
Figura 22. Ciclo de conducción de la ruta 3 – (avenida Ángel Felicísimo Rojas) Fuente: Autor	16
Figura 23. Medición de energía eléctrica de la bicicleta eléctrica mediante vatímetro. Fuente: Autor	17
Figura 24. Comparación de consumo energético de la ruta 1 del vehículo y la bicicleta eléctrica. Fuente: Autor	18
Figura 25. Comparación de consumo energético de la ruta 2 del vehículo y la bicicleta eléctrica. Fuente: Autor	19
Figura 26. Comparación de consumo energético de la ruta 2 del vehículo y la bicicleta eléctrica. Fuente: Autor	19
Figura 27. Comparación de emisiones contaminantes del CO ₂ y el factor de emisión CO ₂ en ruta 1. Fuente: Autor	19
Figura 28. Comparación de emisiones contaminantes del CO ₂ y el factor de emisión CO ₂ en ruta 2. Fuente: Autor.....	20
Figura 29. Comparación de emisiones contaminantes del CO ₂ y el factor de emisión CO ₂ en ruta 3. Fuente: Autor	20
Figura 30. Costos de combustible eco – país y súper, ruta 1 Fuente: Autor.....	20
Figura 31. Costos de combustible eco – país y súper, ruta 2. Fuente: Autor.....	20
Figura 32. Costos de combustible eco – país y súper, ruta 3. Fuente: Autor.....	20
Figura 33. Comparación de costos mensual y anual, tarifa residencial y comercial de la bicicleta eléctrica Fuente: Autor	21

ANÁLISIS COMPARATIVO ENTRE UN MEDIO DE TRANSPORTE CONVENCIONAL (VEHÍCULO LIVIANO) Y LA BICICLETA ELÉCTRICA REALIZADA A UN GRUPO DE DOCENTES DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOJA

Bryan Briceño, Efrén Fernández, Diego Rojas, Gustavo Álvarez
Universidad del Azuay, Cuenca, Ecuador
jbricenospe2@es.uazuay.edu.ec

RESUMEN

Este trabajo de investigación aborda la comparación dinámica de viaje, caracterizando los patrones de movilidad, demanda energética, potencia específica vehicular, emisiones contaminantes, y las preferencias del uso de la bicicleta eléctrica para el transporte de los docentes universitarios de la Universidad Nacional de Loja, Loja, Ecuador. Mediante un análisis comparativo de la bicicleta eléctrica con respecto al transporte convencional (vehículo liviano) más frecuentado en la ciudad de Loja, utilizando una metodología cuantitativa y cualitativa, se realizó una encuesta a un grupo de docentes universitarios para identificar el medio de transporte que utiliza, horarios y rutas que frecuentan habitualmente para dirigirse a su lugar de trabajo. Se llevó a cabo un seguimiento en tres rutas específicas, recopilando datos de kilómetros recorridos, emisiones contaminantes y consumo energético. Los resultados de pruebas en las tres rutas recorridas alcanzaron rangos desde 2 km hasta 7 km en horarios de mayor congestión vehicular. En términos de consumo energético, la bicicleta eléctrica utiliza 0.27 kWh, en contraste con los 1.69 kWh de un vehículo convencional, lo que representa una reducción del 84% en el uso de energía. Respecto a las emisiones de CO₂, la bicicleta eléctrica genera 32.4 gramos, mientras que el vehículo convencional produce 1300.07 gramos, lo que se traduce en una disminución del 97.5% al optar por la bicicleta eléctrica. En cuanto a la autonomía, la bicicleta eléctrica ofrece un rango de 14.52 km entre recargas, mientras que el vehículo convencional consume 1.93 galones cada 100 kilómetros.

Palabras clave: movilidad, bicicleta eléctrica, congestión vehicular, consumo energético.

ABSTRACT

This research work addresses the dynamic comparison of travel, characterizing the mobility patterns, energy demand, vehicle specific power, pollutant emissions, and the preferences of the use of the electric bicycle for transportation of university professors from the National University of Loja, Loja, Ecuador. By means of a comparative analysis of the electric bicycle with respect to the conventional transport (light vehicle) most frequent in the city of Loja, using a quantitative and qualitative methodology, a survey was carried out to a group of university teachers to identify the means of transport they use, schedules and routes they usually frequent to go to their workplace. A follow-up was carried out on three specific routes, collecting data on kilometers traveled, polluting emissions and energy consumption. The test results on the three routes covered reached ranges from 2 km to 7 km at times of increased vehicle congestion. In terms of energy consumption, the electric bicycle uses 0.27 kWh, in contrast to the 1.69 kWh of a conventional vehicle, which represents an 84% reduction in energy use. Regarding CO₂ emissions, the electric bicycle generates 32.4 grams, while the conventional vehicle produces 1300.07 grams, which translates into a decrease of 97.5% when opting for the electric bicycle. As for the autonomy, the electric bike offers a range of 14.52 km between recharges, while the conventional vehicle consumes 1.93 gallons per 100 kilometers.

Keywords: mobility, electric bicycle, vehicular congestion, energy consumption.



Efrén Fernández Palomeque
DIRECTOR



Bryan Briceño Martínez
ESTUDIANTE