



ING. AUTOMOTRIZ

Trabajo integración Curricular previa a la obtención
del título de Ingeniería en Mecánica Automotriz

AUTOR:

Bruno Alejandro Nieto Martins

TUTOR:

Ing. Cristian Oña

Análisis de autonomía en vehículos eléctricos
subcategoría L1 en relación a condiciones
geográficas del cantón Rumiñahui.

CERTIFICACIÓN DE AUTORÍA

Yo, **Bruno Alejandro Nieto Martins**, declaro bajo juramento, que el trabajo aquí descrito es de mi autoría; que no ha sido presentado anteriormente para ningún grado o calificación profesional y que se ha consultado la bibliografía detallada.

Cedo mis derechos de propiedad intelectual a la Universidad Internacional del Ecuador, para que sea publicado y divulgado en internet, según lo establecido en la Ley de Propiedad Intelectual, su reglamento y demás disposiciones legales.

Bruno Alejandro Nieto Martins
NOMBRE

APROBACIÓN DEL TUTOR

Yo, **Ing. Cristian Oña**, certifico que conozco a los autores del presente trabajo, siendo el responsable exclusivo tanto de su originalidad y autenticidad, como de su contenido.

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'Cristian Oña', written over a horizontal line.

Firma profesor

DEDICATORIA

Quiero dedicar este trabajo a cada una de las personas que han sido participes en mi desarrollo tanto personal como profesional que directa o indirectamente me han apoyado a lo largo de mi carrera universitaria. Quiero dedicar el fruto de mi esfuerzo a aquellas personas que ya no están físicamente, pero están presentes en espíritu. Principalmente a mi abuelita que fue mi motor para recorrer este camino y será la merecedora de todos mis triunfos a lo largo de mi vida. Finalmente dedico este logro a mis mascotas por su apoyo emocional en momentos decisivos de mi trayectoria.

AGRADECIMIENTO

Quiero agradecer a las personas que fueron parte de mi desarrollo académico, a profesores y compañeros. Quiero agradecer a la institución por siempre tener las puertas abiertas y estar prestos a solventar cualquier dificultad a lo largo de este camino.

ÍNDICE

CERTIFICACIÓN DE AUTORÍA	iii
APROBACIÓN DEL TUTOR	iv
DEDICATORIA.....	v
AGRADECIMIENTO	vi
RESUMEN.....	12
1. INTRODUCCIÓN.....	13
2. MARCO TEÓRICO	14
2.1 Normas INEN	14
2.2 Autonomía.....	14
2.3 Situación territorial del cantón Rumiñahui.....	14
2.4 E-bike y E-scooter	15
2.5 Pendiente en una vía	15
3. MATERIALES Y MÉTODOS.....	16
3.1 Norma INEN 2656.....	16
3.2 Scooter eléctrico.....	16
3.3 Batería a utilizar.....	17
3.4 Multímetro	17
3.5 Trazado de ruta	17
4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	18
4.1 Análisis por vueltas	19
4.2 Análisis de Regresión Lineal	20
4.3 Análisis de Varianza	21
5. CONCLUSIONES.....	21
6. REFERENCIAS	22
7. APÉNDICE.....	24
7.1 Apéndice de Introducción.....	24
ANEXO 1. Asociación de Empresas Automotrices del Ecuador. (2022). Anuario. AEADE.	24
ANEXO 2. Aarhaug, J., Fearnley, N y Johnsson, E. (2023). E-scooters and public transport – Complement or competition?.....	25
ANEXO 3. Wincent, B. Jenelius, E. Burghout, W. (2023). Access distance to e-scooters: Analysis of app use trip data in Stockholm.	26
ANEXO 4. Esztergár, D. Tordai, D. Lopez, J. (2022). Assessment of travel behavior related to e-scooters using a stated preference experiment.	27
ANEXO 5. Teixeira, J. Diogo, V. Bernát, A. Lukaszewicz, A. Vaiciukynaite, E. Sanna, S. (2023). Barriers to bike and e-scooter sharing usage: An analysis of non-users from five European capital cities.	28

ANEXO 6. Henriksson, M. Scalzotto, J. (2023). Bike-sharing under pressure: the role of cycling in building circular cycling futures.	29
ANEXO 7. Mitropoulos, L. Stavropoulou, E. Tzouras, P. Karolemeas, C. (2023). E-scooter micromobility systems: Review of attributes and impacts.	30
ANEXO 8. Stilo, L. Velandia, D. Lugo, H. Conway, P. West, A. (2021). Electric bicycles, next generation low carbon transport systems: A survey.....	31
ANEXO 9. Carranza, G. Do Nascimento, M. Fanals, J. Febrer, J. Valderrama, C. (2022). Life cycle assessment and economic analysis of the electric motorcycle in the city of Barcelona and the impact on air pollution.	32
ANEXO 10. Alvarez, D. Jurado, F. Véliz, M. (2023), Long-term planning for the integration of electric mobility with 100% renewable energy generation under various degrees of decentralization: Case study Cuenca, Ecuador.	33
ANEXO 11. Aarhaug, J. Fearnley, N. Hartveit, L. Johnsson, E. (2023). Price and competition in emerging shared e-scooter markets.....	34
ANEXO 12. Paladines, K. Gutierrez, K. (2022). Variables que inciden en la pérdida de energía de las baterías de vehículos eléctricos L1 y L3 en el Valle de los Chillos.	35
7.2 Apéndice de Marco Teórico	39
ANEXO 13. Mucho Mejor Ecuador. (25 de Junio de 2021). Los certificados de calidad ecuatorianos. Mucho Mejor Ecuador.....	39
ANEXO 14. Carrera, W. (2018). Plan de Gobierno “Rumiñahui, humano, próspero, participativo y moderno”.....	40
ANEXO 15. Ibañez, S. Gisbert, J. Moreno, H. (S.A). La Pendiente del Terreno...42	42
7.3 Apéndice de Materiales y Métodos	43
ANEXO 16. Clasificación Vehicular, Norma Técnica Ecuatoriana INEN 2656, Quito Ecuador, 2016	43
ANEXO 17. Scooter Eléctricos.....	45
ANEXO 18. Multímetro digital Truper MUT-39	46
ANEXO 19. Mapa de ruta establecida.	47
7.4 Apéndice de resultados	48
ANEXO 20. Análisis de residuales	48
ANEXO 21. Coeficiente de correlación entre variables	49
ANEXO 22. Grafica de curva de regresión ajustada	50
7.5 Apéndice de fotografías	51
ANEXO 23. Medición del voltaje en un punto del circuito.....	51
ANEXO 24. Recorrido de ruta en el tramo B-C	52
ANEXO 25. Tablero de instrumentos al final de la vuelta 1	53
ANEXO 26. Punto de control B para la toma de datos.....	54
ANEXO 27. Tablero de instrumentos al final de las pruebas de campo.....	55

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Ficha técnica vehículo TEKNO HEB	16
Tabla 2: Ficha técnica de la batería empleada	17
Tabla 3: Especificación de tensión en C.D de la herramienta.....	17
Tabla 4: Especificación de corriente en C.D de la herramienta.....	17
Tabla 5: Detalle de la ruta seleccionada	17
Tabla 6: Mediciones iniciales de la ruta.....	18
Tabla 7: Obtención de distancias horizontales y porcentajes de pendiente en cada tramo	18
Tabla 8: Voltajes obtenidos en la vuelta 1	19
Tabla 9: Voltajes obtenidos en la vuelta 2	19
Tabla 10: Voltajes obtenidos en la vuelta 3	19
Tabla 11: Voltajes obtenidos en la vuelta 4	19
Tabla 12: Nivel de la batería en porcentaje al final de cada vuelta.....	20
Tabla 13: Recopilación de valores de voltaje en los distintos puntos.....	20
Tabla 14: Resumen estadístico de la regresión	20
Tabla 15: Resultados de varianza.....	21
Tabla 16: Coeficientes de formulación	21

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: <i>Ubicación geográfica del cantón Rumiñahui</i>	14
Figura 2: <i>Representación de la pendiente en una vía</i>	15
Figura 3: <i>Scooter eléctrico TEKNO HEB</i>	16
Figura 4: <i>Batería del scooter TEKNO HEB</i>	17
Figura 5: <i>Mapa de la ruta</i>	18

ÍNDICE DE ECUACIONES

Ecuación 1: Cálculo del porcentaje de pendiente	15
Ecuación 2: Teorema de Pitágoras	15
Ecuación 3: Cálculo de distancia horizontal	15
Ecuación 4: Función tangente	16
Ecuación 5: Cálculo de pendiente en grados.....	16
Ecuación 6: Modelo matemático del cálculo de voltaje.....	21

ANÁLISIS DE AUTONOMÍA EN VEHÍCULOS ELÉCTRICOS SUBCATEGORÍA L1 EN RELACIÓN A CONDICIONES GEOGRÁFICAS DEL CANTÓN RUMIÑAHUI.

Bruno Nieto M.

Ingeniería Automotriz Universidad Internacional del Ecuador,

brnietoma@uide.edu.ec, Quito – Ecuador

RESUMEN

Con el avance hacia la electrificación del transporte, surge la necesidad de comprender cómo la geografía influye en la autonomía de los vehículos eléctricos, como los scooters. Este estudio analiza el impacto de la geografía en la autonomía de un scooter eléctrico categorizado como L1 según la norma INEN 2656. Se sometió a pruebas de campo un scooter eléctrico marca TEKNO modelo HEB, con una autonomía especificada por el fabricante de 35 km, en un circuito de 12 km que atraviesa las cuatro parroquias principales del cantón Rumiñahui.

Los resultados muestran que el scooter superó la autonomía declarada por el fabricante, con una autonomía total de 37.31 km. Si bien la geografía del cantón influye en la autonomía, la irregularidad del terreno no afectó negativamente los resultados, sugiriendo que el scooter es adecuado para el entorno local. Este estudio destaca la importancia de considerar la geografía al evaluar la autonomía de los scooters eléctricos. Los hallazgos tienen implicaciones para la adopción de tecnologías de movilidad eléctrica y la planificación de rutas en áreas geográficamente diversas. Al comprender cómo la topografía influye en la autonomía de los scooters eléctricos, los fabricantes pueden diseñar vehículos que se adapten mejor a diferentes entornos. Además, los planificadores de transporte pueden usar esta información para desarrollar infraestructuras adecuadas y promover la adopción de vehículos eléctricos en áreas urbanas y rurales.

Palabras clave: Scooter eléctrico, INEN 2656, autonomía, geografía, Rumiñahui.

ABSTRACT

With the move towards the electrification of transportation, there is a need to understand how geography influences the range of electric vehicles, such as scooters. This study analyzes the impact of geography on the autonomy of an electric scooter categorized as L1 according to INEN 2656. A TEKNO electric scooter, model HEB, with a range specified by the manufacturer of 35 km, was subjected to field tests in a 12 km circuit that crosses the four main parishes of the Rumiñahui canton.

The results show that the scooter exceeded the range declared by the manufacturer, with a total range of 37.31 km. While the geography of the canton influences the range, the uneven terrain did not negatively affect the results, suggesting that the scooter is suitable for the local environment. This study highlights the importance of considering geography when evaluating electric scooter autonomy. The findings have implications for the adoption of electric mobility technologies and route planning in geographically diverse areas. By understanding how topography influences electric scooter autonomy, manufacturers can design vehicles that are better suited to different environments. In addition, transportation planners can use this information to develop appropriate infrastructure and promote the adoption of electric vehicles in urban and rural areas.

Keywords: Electric scooter, INEN 2656, autonomy, geography, Rumiñahui

1. INTRODUCCIÓN

En el contexto de un innegable avance hacia la electromovilidad, resulta imperativo que las personas se adapten a este cambio significativo. El continuo desarrollo tecnológico ha posibilitado la creación de medios de transporte que no solo son ecológicos, sino también eficientes. Según la AEADE en el anuario del año 2022, en ese año se vendieron 405 vehículos eléctricos frente los 348 vendidos en el año 2021 y para motos eléctricas en el año 2022 se vendieron 158 frente a las 72 unidades vendidas en el año 2021[1], esto representa un incremento del 16% en vehículos y 119% en motocicletas, lo que muestra un evidente crecimiento de este tipo de transportes siendo aun mayor en motocicletas.

El elevado crecimiento de vehículos que entran en la categoría L1 como es el caso de los E-Scooters pone en conflicto con otros tipos de transportes como el taxi, bicicletas y el sistema de transporte público, no obstante, los estudios sobre la interacción de los E-Scooters frente a otros métodos de transporte son limitados [2], su aceptación plena se ve obstaculizada por una serie de incertidumbres en cuanto a su efectividad como medio de

transporte cotidiano. Una de las principales preocupaciones se centra en la autonomía de este tipo de transportes, es decir, la duración de la batería en relación con la distancia recorrida, cuya realidad puede diferir de las indicaciones proporcionadas por el fabricante, basadas en el modelo y las especificaciones técnicas del vehículo. Estas inquietudes surgen, en gran medida, debido a las características irregulares de las vías que abarcan las cuatro parroquias urbanas del cantón sujeto a estudio.

Las pronunciadas pendientes y calles empinadas presentes en el entorno pueden tener un impacto negativo en la autonomía de los vehículos, haciendo que opciones de movilidad como un vehículo de categoría L1 puedan no ser consideradas viables para el desplazamiento diario de la ciudadanía en comparación con los métodos de transporte tradicionales.

En este contexto, la presente investigación se propone someter a pruebas de autonomía un vehículo de la subcategoría L1 previamente seleccionado conforme a lo que indica la norma INEN 2656 en diversos escenarios dentro del cantón Rumiñahui. Se abordará específicamente la variabilidad geográfica de la región para luego

comparar los resultados obtenidos con los datos proporcionados por el fabricante en la ficha técnica. Este análisis permitirá evaluar el grado de concordancia entre la autonomía anunciada y la realidad, teniendo en cuenta factores como el nivel de inclinación de las pendientes, entre otros. El objetivo final es determinar en qué medida las condiciones geográficas del cantón pueden influir en la autonomía de los vehículos de la categoría L1.

Los resultados de esta investigación se pondrán a disposición de aquellos que consideren la adquisición de un vehículo L1 como parte de sus opciones de movilidad, proporcionando información valiosa sobre la capacidad de estos vehículos para satisfacer las necesidades individuales en un entorno geográfico específico.

2. MARCO TEÓRICO

2.1 Normas INEN

El Instituto Ecuatoriano de Normalización es el ente encargado de la verificación, redacción y control de las normativas técnicas cuyos objetivos sean los de satisfacer las necesidades de seguridad y salud de un producto dirigido hacia el consumidor de modo que se fomente un hábito de

competitividad entre las empresas para así buscar una mejora y desarrollo continuo. [3]

2.2 Autonomía

Dentro del ámbito automotriz entiéndase a la autonomía como la distancia máxima que puede recorrer un vehículo antes de agotarse su fuente de combustible [4].

Para vehículos eléctricos se podría definir a la autonomía como la distancia máxima de recorrido antes de que la batería se descargue en su totalidad.

2.3 Situación territorial del cantón Rumiñahui

Rumiñahui, conformado por 6 parroquias, 4 urbanas (Sangolquí, San Pedro de Taboada, Fajardo y San Rafael) y 2 rurales (Rumipamba y Cotogchoa), es uno de los 8 cantones que forman a la provincia de Pichincha. Se ubica al sur este del Distrito Metropolitano. [5]

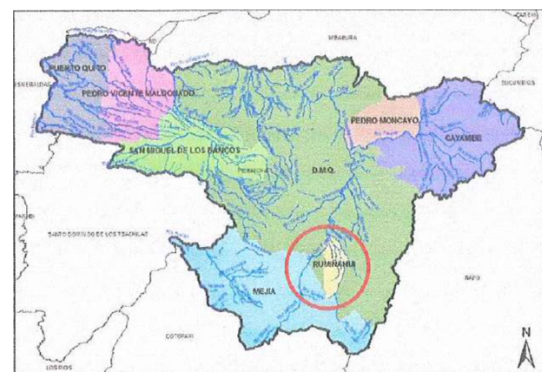


Figura 1: Ubicación geográfica del cantón Rumiñahui

Fuente: Plan de gobierno del cantón Rumiñahui alcaldía 2019 - 2023

2.4 E-bike y E-scooter

Una bicicleta eléctrica, scooter eléctrico también conocidos en inglés como “Electric Power Assisted Cycle” es básicamente una bicicleta o scooter que incorporan en su diseño un motor eléctrico con el fin de ayudar en la entrega de potencia para propulsar el vehículo [7]. Existen variaciones en diseño, potencia nominal máxima.

2.5 Pendiente en una vía

En distintas vías del mundo podemos encontrar letreros que muestran el símbolo de un porcentaje inclinado que para muchos conductores puede ser difícil de interpretar, pero lo que indica es que más adelante existe una pendiente pronunciada, ya sea de subida o de bajada. El porcentaje de pendiente es una relación entre la altura a la que se va a encontrar el vehículo al final del tramo frente a la distancia que se desplaza horizontalmente. [8]



Figura 2: Representación de la pendiente en una vía

Fuente: Autor

Cómo se observa en la figura 2, lo que forma la pendiente con la altura y la distancia horizontal es un triángulo rectángulo, por ende, los datos necesarios para el cálculo se los obtiene mediante trigonometría. En primer lugar, el porcentaje de pendiente se calcula mediante la ecuación:

$$\text{pendiente}[\%] = \frac{\Delta Y}{\Delta X} \times 100$$

Ecuación 1: Cálculo del porcentaje de pendiente

Donde ΔY es la diferencia de alturas entre el punto final e inicial del tramo expresado en metros [m] y ΔX es la diferencia entre el punto final e inicial de la distancia horizontal recorrida. Si a la hipotenusa (p) del triángulo se la define como la distancia real recorrida por el vehículo, esta se puede calcular utilizando el teorema de Pitágoras donde:

$$(p)^2 = (\Delta X)^2 + (\Delta Y)^2$$

Ecuación 2: Teorema de Pitágoras

Cómo p y ΔY son datos que se pueden medir directamente, el único valor que queda por determinar es ΔX , despejando la incógnita queda:

$$\Delta X = \sqrt{(p)^2 - (\Delta Y)^2}$$

Ecuación 3: Cálculo de distancia horizontal

Con los valores de ΔX y ΔY calculados ya se puede obtener el dato de la pendiente en porcentaje, pero, si se necesita este valor en grados solo es

necesario aplicar la tangente del ángulo entre el cateto adyacente ΔX y la hipotenusa p . [9]

$$\tan(\theta) = \frac{\Delta Y}{\Delta X}$$

Ecuación 4: Función tangente

$$\theta = \arctan\left(\frac{\Delta Y}{\Delta X}\right)$$

Ecuación 5: Cálculo de pendiente en grados

3. MATERIALES Y MÉTODOS

El método a utilizar en la investigación es documental y exploratoria puesto que, por un lado, es necesario realizar una recopilación de todos los datos e información científica de las distintas fuentes además de los datos adquiridos a lo largo de las pruebas que, para el caso, son pruebas de campo en la cual se analizarán las variables que intervienen en el estudio presente.

3.1 Norma INEN 2656

La norma INEN 2656 es un documento que establece los parámetros necesarios para categorizar cualquier tipo de vehículo terrestre. El documento divide a los vehículos en categorías seguido de una subcategoría [6].

3.2 Scooter eléctrico

Para el presente estudio es necesario un vehículo eléctrico que cumpla con los parámetros necesarios para ubicarse dentro de la categoría L1 teniendo en cuenta aspectos como precio y respaldo de la marca. Como se pudo observar en

la tabla de ventas anuales de motos eléctricas en el anuario de la AEADE 2022, TEKNO es una de las marcas que lidera este mercado es por tal motivo que se optó por someter uno de sus modelos de scooter a las pruebas necesarias, específicamente se trata del TEKNO HEB que cuenta con una potencia nominal máxima de 1500 Watts ubicándolo así dentro de la categoría. [8]



Figura 3: Scooter eléctrico TEKNO HEB
Fuente: Autor

A continuación, se presenta una tabla con las características de dicho modelo seleccionado.

Tabla 1: Ficha técnica vehículo TEKNO HEB

Marca	TEKNO
Modelo	HEB
País de origen	China
Motor	1500 [W]
Velocidad máxima	35 [km/h]
Batería	Litio
Autonomía	35 [km]
Tiempo de carga	De 4 a 6 horas a 110 [V]
Tamaño de ruedas	225/55-8

Fuente, Motos TEKNO Ecuador.

3.3 Batería a utilizar

Tabla 2: Ficha técnica de la batería empleada

Marca	ShengLiLiNeng
Modelo	16S8P-YW2501
Voltaje Nominal	60 [V]
Capacidad	20 [Ah]
Voltaje de Carga Limite	67,2 [V]
Tipo de Batería	Litio

Fuente, Autor.



Figura 4: Batería del scooter TEKNO HEB

Fuente: Autor

3.4 Multímetro

Como herramienta de medición para la obtención de datos de las diferentes magnitudes eléctricas se requiere el uso de un multímetro, en este caso se trabaja con uno de la marca TRUPER modelo MUT-39 profesional para usos generales. A continuación, se presenta una tabla con las especificaciones técnicas de la herramienta.

Tabla 3: Especificación de tensión en C.D de la herramienta

Rango	Resolución	Precisión
200 [m V]	0,1 [mV]	± 0,8 %
2 [V]	1 [mV]	
20 [V]	10 [mV]	
200 [V]	100 [mV]	
1000 [V]	1 [V]	

Fuente, Manual de usuario (2020.)

Tabla 4: Especificación de corriente en C.D de la herramienta

Rango	Resolución	Precisión
2 [mA]	1 [μA]	± 0,8 %
20 [mA]	10 [μA]	
200 [mA]	100 [μA]	
20 [A]	10 [mA]	

Fuente, Manual de usuario (2020.)

3.5 Trazado de ruta

la ruta se estableció basándose en la geografía del cantón de modo que el circuito abarque las 4 parroquias urbanas siguiendo las principales vías que las unen, se definió un circuito de 8 puntos que en total tienen un recorrido aproximado de 12 km desde el inicio hasta el retorno al punto de partida. A continuación, se presenta una tabla detallada de la ruta seleccionada.

Tabla 5: Detalle de la ruta seleccionada

Tramo	Calle	Parroquia
A	Riofrio	Sangolquí
B	Cayambe	Sangolquí
C	Av. El Inca	Fajardo
D	Av. Mariana de Jesús	San Pedro de Taboada
E	La Concordia	San Rafael

F	Av. General Enríquez	San Rafael
G	Av. Luis Cordero	Sangolquí
H	García Moreno, Riofrio	Sangolquí

Fuente, Autor.

De igual manera, se presenta un mapa geográfico de la ruta en la cual se observan los puntos descritos en la tabla 5.

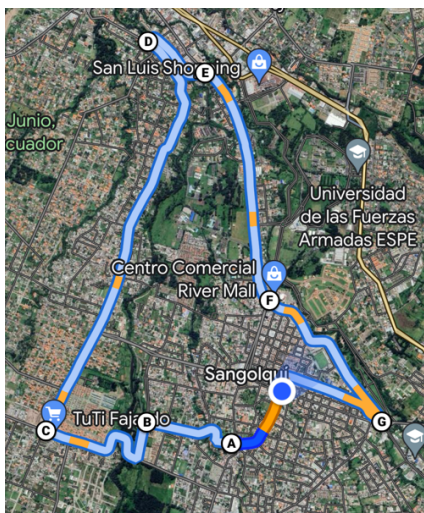


Figura 5: Mapa de la ruta

Fuente: Autor

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Cómo se explica anteriormente, el estudio se lo realizó en un circuito de aproximadamente 12 km, abarcando las cuatro parroquias principales del cantón, para el presente caso, se requieren los datos de distancia de cada tramo, la altitud inicial y final en cada

uno de los puntos al igual que el valor del voltaje en cada punto.

En la siguiente tabla se muestran los datos iniciales medidos previo al análisis de los resultados.

Tabla 6: Mediciones iniciales de la ruta

Tramo	Distancia [m]	Altitud inicial [m]	Altitud final [m]	\Delta Y [m]
I-A	700	2506	2520	14
A-B	850	2520	2506	14
B-C	1350	2506	2509	3
C-D	3720	2509	2468	41
D-E	650	2468	2478	10
E-F	2070	2478	2495	17
F-G	1520	2495	2509	14
G-I	1060	2509	2506	3

Fuente, Autor.

Una vez obtenido los datos anteriores, se calculan los valores de distancia horizontal en cada uno de los tramos al igual que las pendientes en porcentaje con las ecuaciones 3 y 1 respectivamente.

Tabla 7: Obtención de distancias horizontales y porcentajes de pendiente en cada tramo

Tramo	ΔX [m]	Pendiente [%]
I-A	699.9	2.0
A-B	849.9	1.6
B-C	1350.0	0.2
C-D	3719.8	1.1
D-E	649.9	1.5
E-F	2069.9	0.8
F-G	1519.9	0.9
G-I	1060.0	0.3

Fuente, Autor

4.1 Análisis por vueltas

En cada uno de los puntos del circuito se toma el dato del voltaje y se presentan a continuación:

Tabla 8: Voltajes obtenidos en la vuelta 1

Vuelta 1	
Punto	Voltaje [V]
I	66,6
A	66,1
B	65,9
C	65,0
D	64,4
E	64,2
F	63,9
G	63,3
H	63,0

Fuente, Autor.

Tabla 9: Voltajes obtenidos en la vuelta 2

Vuelta 2	
Punto	Voltaje [V]
I	63,0
A	62,4
B	62,2
C	61,6
D	61,0
E	60,7
F	60,0
G	59,5
H	59,1

Fuente, Autor

Tabla 10: Voltajes obtenidos en la vuelta 3

Vuelta 3	
Punto	Voltaje [V]
I	59,1
A	58,7
B	58,4
C	57,8
D	57,3

E	57,1
F	56,8
G	56,3
H	55,4

Fuente, Autor.

Tabla 11: Voltajes obtenidos en la vuelta 4

Vuelta 4	
Punto	Voltaje [V]
I	55,4
A	55,0
B	51,7

Fuente, Autor.

Se puede observar claramente que el vehículo completó un poco más de 3 vueltas, siendo su último punto de recorrido el punto B de la cuarta vuelta, la prueba de campo se la realizó sometiéndolo a una carga de 85 kg el cual viene a ser el peso del conductor. Inicialmente el scooter contaba con 66,6 V en su batería lo que se podría considerar como el 100% de carga, mientras que, en su último punto el scooter contaba con 51,7 V que, pese a que el tablero aun mostraba carga disponible está ya no era la suficiente para moverse, por tal motivo se asumen a los 51,7 V como 0% de carga útil de la batería.

Es importante mencionar que, en cada vuelta el punto I e H geográficamente son los mismos, por ende, el punto H de primera vuelta corresponde al punto I de la segunda vuelta y así sucesivamente.

A continuación, se muestra un análisis en porcentaje de la carga en la batería en cada vuelta.

Tabla 12: Nivel de la batería en porcentaje al final de cada vuelta

Número de Vuelta	Porcentaje de la batería al final de vuelta
1	76%
2	50%
3	25%
4	0%

Fuente, Autor.

De la tabla 12 se puede deducir que la tendencia de la batería es de descargarse un 25% aproximadamente por cada vuelta completada a excepción de la vuelta 4 en la cual la batería solo abasteció hasta el punto B.

4.2 Análisis de Regresión Lineal

Tabla 13: Recopilación de valores de voltaje en los distintos puntos

variable dependiente	variable independiente 1	variable independiente 2
Voltaje [V]	distancia [m]	pendiente %
66.6	0	0
66.1	700	2.0
65.9	1550	1.6
65	2900	0.2
64.4	6620	1.1
64.2	7270	1.5
63.9	9340	0.8
63.3	10860	0.9
63	11920	0.3
62.4	12620	2.0

62.2	13470	1.6
61.6	14820	0.2
61	18540	1.1
60.7	19190	1.5
60	21260	0.8
59.5	22780	0.9
59.1	23840	0.3
58.7	24540	2.0
58.4	25390	1.6
57.8	26740	0.2
57.3	30460	1.1
57.1	31110	1.5
56.8	33180	0.8
56.3	34700	0.9
55.4	35760	0.3
55	36460	2.0
51.7	37310	1.6

Fuente, Autor.

La tabla 13 recopila los valores de voltaje en cada uno de los puntos al igual que el porcentaje de pendiente en los distintos tramos, finalmente también se encuentran las distancias recorridas acumuladas hasta el último punto, que, como se observa, el scooter tuvo un recorrido total de 37310 [m] antes de no poder continuar

Tabla 14: Resumen estadístico de la regresión

<i>Estadísticas de la regresión</i>	
Coefficiente de correlación múltiple	0.9852
Coefficiente de determinación R^2	0.9706
R^2 ajustado	0.9681
Error típico	0.6877
Observaciones	27

El resumen estadístico muestra que luego del análisis de los 27 datos principalmente un coeficiente R^2

cercano al valor de 1 lo cual indica que, la variable dependiente, en este caso el voltaje, tiene una alta relación con las variables independientes de distancia recorrida y pendiente de la vía, es decir, el voltaje depende en gran medida de estas dos variables independientes.

4.3 Análisis de Varianza

Tabla 15: Resultados de varianza

	<i>G</i>	<i>Suma de</i>			
	<i>libertad</i>	<i>cuadrados</i>	<i>Prom</i>	<i>F</i>	<i>F crítico</i>
Regresión	2	374.159	187.079	395.549	4.246E-19
Residuos	24	11.351	0.473		
Total	26	385.509			

Fuente, Autor.

Los distintos análisis estadísticos fueron realizados con nivel de confianza del 95%, de la tabla 15 se puede observar que el valor de F es mucho mayor al valor crítico de F a tal punto que esté último tiende a cero, este comportamiento se puede explicar basado en que el valor del voltaje decrece en cada punto donde se hace el análisis.

Dentro del análisis de varianza también se pueden determinar los coeficientes que sirven en la formulación de un modelo matemático tal como se muestra en la siguiente tabla:

Tabla 16: Coeficientes de formulación

	<i>Coeficientes</i>
Intercepción	66.7467
distancia	-0.0003
pendiente	-0.1825

Fuente, Autor.

Con el valor de los coeficientes se obtiene la siguiente ecuación.

$$V = 66.7467 - 0.0003D - 0.1825P$$

Ecuación 6: Modelo matemático del cálculo de voltaje

La ecuación 6 es un modelo matemático que predice el valor del voltaje cuando se tienen los datos de la distancia recorrida D y la pendiente P.

5. CONCLUSIONES

Finalmente, a lo largo de este estudio se lograron alcanzar los objetivos planteados inicialmente. Las pruebas de campo y los análisis estadísticos revelan que la autonomía de un vehículo subcategoría L1 está fuertemente influenciada por la topografía del área de uso, como se ha demostrado en el cantón Rumiñahui. A pesar de la variación de que la irregularidad de las vías en el cantón tendría un impacto significativo en la autonomía del vehículo, este estudio no encontró una relación estadísticamente significativa. Se determinó que, a pesar de las condiciones desafiantes de las vías, las pendientes no eran lo suficientemente pronunciadas como para afectar negativamente el rendimiento en autonomía del vehículo en general. Sin embargo, se identificaron ciertos caminos con pendientes considerables que limitaron el funcionamiento

adecuado del scooter, especialmente cuando el peso del conductor (85 kg) estaba dentro de los parámetros establecidos por el fabricante. Los resultados del análisis de varianza revelan un valor de F significativamente mayor que el valor de F crítico, lo que sugiere un rechazo de la hipótesis nula que establece que la autonomía del vehículo coincide con la descripción proporcionada por el fabricante. Esta conclusión se ve respaldada por la distancia total recorrida por el scooter durante las pruebas, que fue de 37.31 km, en comparación con los 35 km indicados por el fabricante en la ficha técnica.

En resumen, este estudio destaca la importancia de considerar los factores que inciden como la topografía del área de uso al evaluar la autonomía de vehículos de categoría L1. Además, subraya la necesidad de una comprensión más detallada de cómo las condiciones específicas del terreno pueden afectar el rendimiento de estos vehículos. Estos hallazgos tienen implicaciones significativas para el diseño y la planificación de rutas en entornos geográficos diversos, así como para el desarrollo futuro de tecnologías de vehículos eléctricos en áreas con terrenos variados.

6. REFERENCIAS

- [1] Asociación de Empresas Automotrices del Ecuador. (2022). Anuario. AEADE. [Archivo PDF]. https://www.aeade.net/wp-content/uploads/2023/03/ANUARIO-AEADE_2022_comp.pdf
- [2] Aarhaug, J., Fearnley, N y Johnsson, E. (2023). E-scooters and public transport – Complement or competition?. [Archivo PDF]. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0739885923000197?via%3Dihub>
- [3] Mucho Mejor Ecuador. (25 de Junio de 2021). Los certificados de calidad ecuatorianos. Mucho Mejor Ecuador. <https://muchomejorecuador.org/ec/tag/normas-inen/>
- [4] López, M. ¿Como se mide la autonomía de un coche?. Motor.es. <https://www.motor.es/ques-es/autonomia>
- [5] Plan de Gobierno “Rumiñahui, humano, próspero, participativo y moderno”, Alcaldía 2019 – 2023.
- [6] Clasificación Vehicular, Norma Técnica Ecuatoriana INEN 2656, Quito Ecuador, 2016
- [7] Stilo, L., Segura, D., Lugo, H., Conway, West, A., (2021). Electric bicycles, next generation low carbon transport systems: A survey. [Archivo PDF]. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2590198221000543?via%3Dihub>
- [8] García J. La pendiente de una carretera, Geogebra. http://geogebra.es/gauss/material_es_didacticos/eso/actividades/geometria/trigonometria/pendiente_carretera/actividad.html. consultado el 05/01/2024
- [9] Ibañez, S. Gisbert, J. Moreno, H. La Pendiente del Terreno, Universidad Politecnica de Valencia. [Archivo PDF]

<https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/10776/La%20pendiente%20del%20terreno.pdf>

[10] Wincent, B. Jenelius, E. Burghout, W. (2023). Access distance to e-scooters: Analysis of app use trip data in Stockholm. [Archivo PDF].

<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2950105923000049?via%3Dihub>

[11] Esztergár, D. Tordai, D. Lopez, J. (2022). Assessment of travel behavior related to e-scooters using a stated preference experiment. [Archivo PDF].

<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0965856422002932?via%3Dihub>

[12] Teixeira, J. Diogo, V. Bernát, A. Lukasiewicz, A. Vaiciukynaite, E. Sanna, S. (2023). Barriers to bike and e-scooter sharing usage: An analysis of non-users from five European capital cities. [Archivo PDF].

<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2213624X23000998?via%3Dihub>

[13] Henriksson, M. Scalzotto, J. (2023). Bike-sharing under pressure: the role of cycling in building circular cycling futures. [Archivo PDF].

<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0959652623005267?via%3Dihub>

[14] Mitropoulos, L. Stavropoulou, E. Tzouras, P. Karolemeas, C. (2023). E-scooter micromobility systems: Review of attributes and impacts. [Archivo PDF].

<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2590198223001355?via%3Dihub>

[15] Stilo, L. Velandia, D. Lugo, H. Conway, P. West, A. (2021). Electric bicycles, next generation low carbon transport systems: A survey. [Archivo PDF].

<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2590198221000543?via%3Dihub>

[16] Carranza, G. Do Nascimento, M. Fanals, J. Febrer, J. Valderrama, C. (2022). Life cycle assessment and economic analysis of the electric motorcycle in the city of Barcelona and the impact on air pollution. [Archivo PDF].

<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0048969722005113?via%3Dihub>

[17] Alvarez, D. Jurado, F. Véliz, M. (2023). Long-term planning for the integration of electric mobility with 100% renewable energy generation under various degrees of decentralization: Case study Cuenca, Ecuador. [Archivo PDF].

<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2352484723003554?via%3Dihub>

[18] Aarhaug, J. Fearnley, N. Hartveit, L. Johnsson, E. (2023). Price and competition in emerging shared e-scooter markets. [Archivo PDF].

<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0739885923000136?via%3Dihub>

[19] Paladines, K. Gutierrez, E. (2022). Variables que inciden en la pérdida de energía de las baterías de vehículos eléctricos L1 y L3 en el Valle de los Chillos. [Archivo PDF].

<https://repositorio.uide.edu.ec/handle/37000/5267>

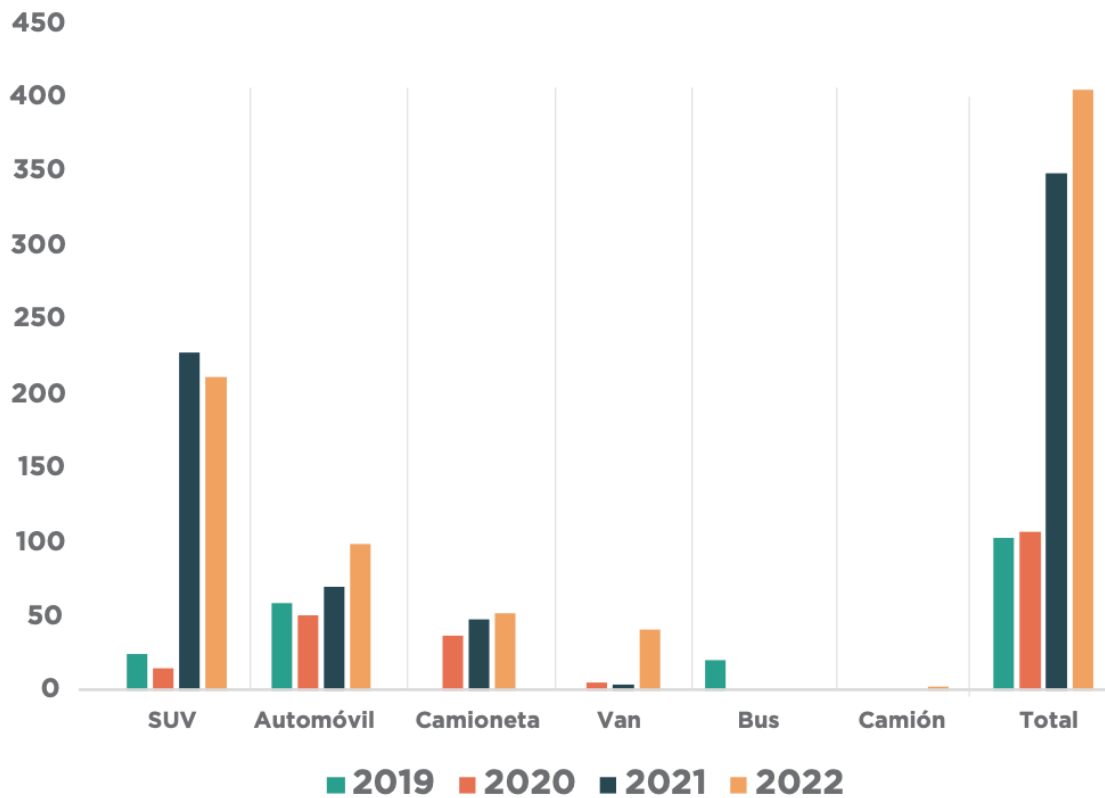
7. APÉNDICE

7.1 Apéndice de Introducción

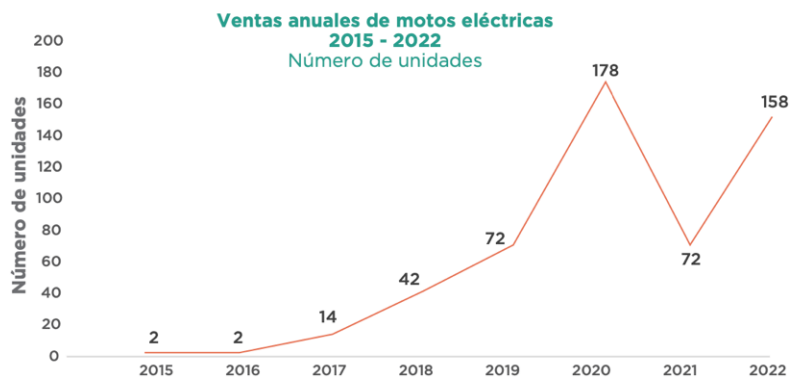
ANEXO 1. Asociación de Empresas Automotrices del Ecuador. (2022). Anuario. AEADE. [Archivo PDF].

https://www.aeade.net/wp-content/uploads/2023/03/ANUARIO-AEADE_2022_comp.pdf

Venta de vehículos eléctricos



MOTOS



MOTOS ELÉCTRICAS POR MARCA

MARCA	2021	2022
TEKNO	23	153
HISUN		2
BMW		1
ZONGSHEN	5	1
ZP		1
OTRAS	44	-
TOTAL	72	158

ANEXO 2. Aarhaug, J., Fearnley, N y Johnsson, E. (2023). E-scooters and public transport – Complement or competition? [Archivo PDF].

<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0739885923000197?via%3DiHub>

Research in Transportation Economics 98 (2023) 101279



Contents lists available at ScienceDirect

Research in Transportation Economics

journal homepage: www.elsevier.com/locate/retrec



Research paper

E-scooters and public transport – Complement or competition?



Jørgen Aarhaug^{a,b,*}, Nils Fearnley^a, Espen Johnsson^{a,**}

^a Institute of Transport Economics, Gaustadalleen 21, 0349, OSLO, Norway

^b Centre for Technology Innovation and Culture, University of Oslo, Pb 1108 Blindern, 0317, OSLO, Norway

ARTICLE INFO

JEL classification:

(R4
R41
L92
O33)

Keywords:

E-scooter
Public transport
Intermodal competition
Oslo
Regulation
Intermodal trips

ABSTRACT

The rapid deployment of shared electric scooters (e-scooters) has resulted in much attention from the public and regulators. In this paper we look at what role e-scooters have in the mobility system in Oslo, Norway.

Previous research suggests that e-scooters fill three main functions: first by serving areas underserved by other modes; second that they replace public transport (PT) trips where the generalised costs of PT are relatively high; and third that they can play an important role as first/last mile mode. In this paper we look at the interaction between e-scooters and PT. We ask: do shared e-scooters compete with or complement public transport?

We analyse competition between e-scooters and other modes by combining four data-sources: *trip data* from e-scooter trips; *travel planner data* for alternative modes; a *survey* conducted among e-scooter users collected for the purpose of the study; and the *regional travel survey*, obtained from the PT authority in the greater Oslo area.

We find that e-scooters are both competing with and complementing PT. For most e-scooter trips, the PT alternative would take twice as much time, or more. A sizable share of e-scooter trips are indeed access and egress to/from PT.

1. Introduction

Shared electric scooters (e-scooters) were first introduced in their present form in the autumn of 2017, when Bird was launched in California. E-scooters offer motorised mobility at a low cost by presenting a new combination of a series of pre-existing technologies, most notably the kick-scooter, electric motor, the Global Positioning System (GPS), geographic information systems (GIS), smartphones, online payment, cloud computing and digital hailing. As with dock-less bikes and ride-sourcing, these new combinations have resulted in new services that have rapidly expanded into new geographic markets (Dudley et al., 2019; Fearnley, 2020). Their rapid growth places e-scooters at least in partial conflict with existing service offerings, such as taxi, city bikes, and public transport (PT). However, there is limited research on how e-scooters interact with other modes.

Previous studies looking at this interaction include Luo et al. (2021) who, using e-scooter trip data in Indianapolis, model demand overlaps with the PT system and find that about 27 percent of e-scooter trips could potentially be made by PT, and that less than one percent are potential first/last mile trips. Ziedan, Shah, et al. (2021) use e-scooter trip data in combination with economic data on PT services in Nashville,

and Louisville (Ziedan, Darling, et al., 2021). They find that e-scooters cause both reductions and increases in PT ridership. Therefore, they conclude that the net effect is close to zero and not a major cause of a decline in bus patronage. Yan et al. (2021) who uses open data for Washington DC and compare with PT and docked bike sharing, find both intermodal competition and complementarity. Liu and Miller (2022) using hypothetical trips derived from real trips conducted in Columbus, Ohio, identify e-scooters as a potential accessibility enhancer and find that this is unequally distributed across space. Using survey data from Portland, McQueen and Clifton (2022), found that e-scooters, in their present form, were unlikely to be a preferred option to private cars. Zuniga-Garcia et al. (2022) develop a modelling tool to highlight the places where e-scooters and PT interact, using Austin data. All these studies use US cities as cases. Their findings are different from expectations from surveys conducted in European settings, where one typically finds higher PT ridership in the period prior to e-scooter introduction. The European surveys are mostly examples of ‘grey literature’ (Wang et al., 2023). In Europe, Nawaro (2021) found that e-scooters may be complimentary to PT in Warsaw, but that surveys likely overstate this effect. This paper investigates the emergence of e-scooters in a new context that has been understudied.

* Corresponding author. Institute of Transport Economics, Gaustadalleen 21, 0349, OSLO, Norway.

** Corresponding author.

E-mail addresses: jorgen.aarhaug@tik.uio.no, jaa@toi.no (J. Aarhaug), naf@toi.no (N. Fearnley), ejo@toi.no (E. Johnsson).

<https://doi.org/10.1016/j.retrec.2023.101279>

Received 18 November 2022; Received in revised form 17 February 2023; Accepted 24 February 2023

Available online 31 March 2023

0739-8859/© 2023 The Authors. Published by Elsevier Ltd. This is an open access article under the CC BY license (<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>).

ANEXO 3. Wincent, B. Jenelius, E. Burghout, W. (2023). Access distance to e-scooters: Analysis of app use trip data in Stockholm. [Archivo PDF].

<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2950105923000049?via%3DiHub>

Journal of Cycling and Micromobility Research xxx (xxxx) xxx



Contents lists available at ScienceDirect

Journal of Cycling and Micromobility Research

journal homepage: www.journals.elsevier.com/JCMR



Access distance to e-scooters: Analysis of app use and trip data in Stockholm

Boel Berg Wincent*, Erik Jenelius, Wilco Burghout

Division of Transport Planning, KTH Royal Institute of Technology, Brinellvägen 23, SE-100 44 Stockholm, Sweden

ARTICLE INFO

Keywords:
E-scooter
Electric scooter
Micromobility
Walking distance
Access distance

ABSTRACT

Users' access distance to shared micromobility services is an important component of travel patterns, a determinant of travel choices, and input to determining service catchment areas. Users' willingness to walk to shared micromobility vehicles is increasingly relevant as policymakers regulate shared free-floating e-scooters to designated parking zones. This paper proposes a novel approach to analyze access distances of e-scooters users based on e-scooter app use and trip data for Stockholm, Sweden. Euclidean access and map-based walking distances are derived from the distances between the location where the users opens the app to search for an e-scooter and the trip's origin. Variations in access and walking distances are analyzed based on time of day, day of week, proximity to public transportation, and geographical distribution. Users walk on average 185 m and have an active walking time of 2.3 min with a median value of 95 m and 2.1 min. Shorter walking distances are observed for trips during the morning and lunch hours compared to the afternoon and at night. Furthermore, users walk slightly longer during the weekend compared to weekdays. Access distances are shortest within a 0–100 m radius to the nearest public transportation station. The suggested catchment area radius for shared e-scooters ranges from 128 m to 203 m, based on the 75th percentile of access distances. A policy implication is the importance of planning parking zones for e-scooters very close to public transportation to encourage multimodal trips.

1. Introduction

Since 2018 cities worldwide have experienced rapid growth of micromobility services, especially shared electric (kick) scooters (Badia and Jenelius, 2023; Lazarus et al., 2020), called e-scooters in this paper. The research community has since sought to chart and understand the travel behavior and trip characteristics associated with the novel mode. Studies have found that users are often college-educated younger males (Laa and Leth, 2020; Reck and Axhausen, 2021) who usually travel for leisure purposes (Christoforou et al., 2021). Users are motivated to use the mode because it is fun (Christoforou et al., 2021) and saves travel time (Christoforou et al., 2021; Reck and Axhausen, 2021). Trip durations are relatively short, on average 15 min in Paris (Christoforou et al., 2021), 12 min in Austin, and 19 min in Minneapolis (Jiao and Bai, 2020). Temporally, demand for shared e-scooters only shows a small travel peak in the morning and a more prominent stretched peak in the afternoon (Caspi et al., 2020; Younes et al., 2020).

Studies have shown that shared free-floating e-scooters may partially solve the first/last mile problem of public transportation since users can start and end their trip anywhere within the operating zone

(Baek et al., 2021). Citybased surveys in the US have found that between 4 % and 39 % of respondents use e-scooters to connect to and from public transportation (Ziedan et al., 2021), and in Paris, about 18 % of all e-scooter trips were combined with public transportation (Krier et al., 2021). However, the free-floating model has also been a pitfall of the system. Media has frequently reported on improperly parked e-scooters obstructing sidewalks and limiting access (Moreau et al., 2020). Public criticism has forced many cities to move in the direction of regulating e-scooter parking within designated zones (Twisse, 2020).

The willingness to walk to a shared e-scooter in the initialization of the trip is an essential part of users' travel behavior. Studying the point of trip initialization can, in turn, predict the demand for micromobility services (Ham et al., 2021). Furthermore, the access distance provides input to determine the catchment area for the service. The latter is increasingly relevant as policymakers consider regulating shared free-floating e-scooters to designated parking zones. Buehler et al. (2023) highlighted the need to study the access distance to e-scooters to understand the placement of parking corrals. In particular, demand may diminish if stations are placed too far apart. Besides determining the catchment area for the mode, access distances can be used for further

* Corresponding author.
E-mail address: boelw@kth.se (B. Berg Wincent).

<https://doi.org/10.1016/j.jcmr.2023.100004>

Received 20 April 2023; Received in revised form 19 July 2023; Accepted 1 September 2023

2950-1059/© 2023 The Author(s). Published by Elsevier Ltd. This is an open access article under the CC BY-NC-ND license (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>).

ANEXO 4. Esztergár, D. Tordai, D. Lopez, J. (2022). Assessment of travel behavior related to e-scooters using a stated preference experiment. [Archivo PDF].

<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0965856422002932?via%3Dihub>

Transportation Research Part A 166 (2022) 389–405



Contents lists available at ScienceDirect

Transportation Research Part A

journal homepage: www.elsevier.com/locate/tra



Assessment of travel behavior related to e-scooters using a stated preference experiment

Domokos Esztergár-Kiss^{a,*}, Dániel Tordai^{a,b}, Julio C. Lopez Lizarraga^a

^a Budapest University of Technology and Economics, Faculty of Transportation Engineering and Vehicle Engineering, Department of Transport Technology and Economics, Műegyetem rkp. 3., H-1111 Budapest, Hungary

^b KTI Institute for Transport Sciences, Department for Transport Management, Than Károly street. 3-5., Budapest 1119, Hungary

ARTICLE INFO

Keywords:

Micromobility
Travel behavior
Stated preference
Multinomial logit model

ABSTRACT

Micromobility is an alternative that can contribute to the change of urban transportation. Although its emergence is often seen positive because it provides a sustainable way to commute for short trips, conditions for serious market penetration are not currently present. This study aims to support policymakers and service providers with evidence on individual preferences towards e-scooters and its potential in five different locations (Copenhagen, Munich, Barcelona, Tel Aviv, Stockholm). The basis of the assessment was a Stated Preference (SP) experiment designed to extract individual utility for e-scooters usage, supported by multinomial logit (MNL), mixed logit (ML) and nested logit (NL) models for the analysis process. The modeling was used to estimate unobserved attributes related to e-scooters, cost and time sensitivity, and the probability of its selection. The study was built on 790 completed responses that highlighted each location's preference towards e-scooters. Results show that there is a higher degree of expected e-scooters usage in Barcelona and Tel Aviv, while in Munich, Stockholm, and Copenhagen users showed less interest. If an increase in income occurred, e-scooters would be still preferred in Barcelona, while car would be more appealing in Munich. Overall, Munich, Tel Aviv, and Barcelona are more price-sensitive than Scandinavians, and all cities have low time sensitivity.

1. Introduction

Micromobility is a way to travel using human or electrically powered vehicles that can either be rented or privately owned, mostly seen in the form of bicycles, skates, skateboards, and kick-scooters. (Fitt and Curl, 2020) The report of ITF defines micromobility as “vehicles with a mass of no more than 350 kg and a design speed no higher than 45 km/h”. (International Transport Forum, 2020a) Such mobility form is often offered as a shared solution, where subscribers can short-term lease vehicles any time of the day and use them to perform short trips. Sharing of e-scooters is a relatively new concept in the field of transportation, and its spread has been strongly supported by the availability of mobile applications.

Depending on the circumstances this new mobility form can substitute or complement the use of other transport modes. (Wang et al., 2021) E-scooters represents an alternative that may reduce the environmental impacts of transport. (Zagorskas and Burinskienė, 2020) However, this can be only realized, if the modal shift is realized from car usage and not from public transport usage. Evidence shows that shared micromobility services produce more emissions than public transport, and they seldom act as a complementary

* Corresponding author.

E-mail address: esztergar@mail.bme.hu (D. Esztergár-Kiss).

<https://doi.org/10.1016/j.tra.2022.11.010>

Received 28 April 2021; Received in revised form 27 October 2022; Accepted 9 November 2022

Available online 17 November 2022

0965-8564/© 2022 The Author(s). Published by Elsevier Ltd. This is an open access article under the CC BY-NC-ND license (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>).

ANEXO 5. Teixeira, J. Diogo, V. Bernát, A. Lukasiewicz, A. Vaiciukynaite, E. Sanna, S. (2023). Barriers to bike and e-scooter sharing usage: An analysis of non-users from five European capital cities. [Archivo PDF].

<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2213624X23000998?via%3>

Dihub

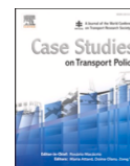
Case Studies on Transport Policy 13 (2023) 101045



Contents lists available at ScienceDirect

Case Studies on Transport Policy

journal homepage: www.elsevier.com/locate/cstp



Barriers to bike and e-scooter sharing usage: An analysis of non-users from five European capital cities

João Filipe Teixeira^{a,1,*}, Vera Diogo^b, Anikó Bernát^c, Agnieszka Lukasiewicz^d, Egle Vaiciukynaite^e, Venere Stefania Sanna^f

^a Research Centre for Territory, Transports and Environment (CIITA), Faculty of Engineering of the University of Porto, Portugal

^b Polytechnic Institute of Porto, Portugal

^c TÁRKI Social Research Institute, Hungary

^d The Road and Bridge Research Institute, Poland

^e Kaunas University of Technology, Lithuania

^f University of Siena, Italy

ARTICLE INFO

Keywords:

Bike sharing
E-scooter sharing
Barriers
Non-users
COVID-19

ABSTRACT

In recent years, shared micro-mobility, particularly bike sharing systems (BSS) and e-scooter sharing systems (ESS), has emerged in many countries with the premise of fostering a more sustainable and healthier urban living. However, available research predominantly focuses on the users of these systems, while non-users and their opinions are often neglected although they may be also perceived as potential users.

This study focuses on a less researched aspect of bike and e-scooter sharing systems: what are the reasons for not using these systems. Through the use of a comparative and survey-based research carried out in 2021 in five European capital cities (Budapest, Lisbon, Rome, Vilnius, and Warsaw), this research discloses the main drivers and behavioral attitudes towards the non-use of BSS and ESS during the coronavirus pandemic, when these means increased in importance as an alternative to public transport due to health and safety concerns.

The analysis revealed that the main barriers to non-users are mainly external and infrastructural, such as other modes of transport being more convenient; safety concerns about riding in traffic; poor road conditions; lack of dedicated cycle networks, and destinations being too distant to be reachable by bike or e-scooter. These findings indicate that the further development and deployment of BSS and ESS in European cities primarily depends on local administrations, and urban transportation policies, and not so much on the users' attitudes and adaptability.

1. Introduction

Shared bike and electric scooter systems (hereafter BSS and ESS, respectively) are becoming an increasingly attractive transport option in several countries around the world (NABSA, 2020; Chai et al., 2021; Meddin Bike-sharing World Map Report, 2022). The introduction of such solutions in urban areas is driven by the need to mitigate the negative effects and overall environmental impacts of traditional modes of transportation, particularly private car usage (Douglas et al., 2011), as well as by economic interests associated with the sharing economy (Spinney and Lin, 2018). Shared micro-mobility can also complement public transport (PT) by providing alternative modes of transport for the

first and last mile and reaching areas that are not well served by PT. Shared bicycles and e-scooters can, thus, potentially be an attractive alternative to car travel, reducing CO₂ emissions and, in the case of bicycles, also bring additional health benefits (Crozet, Santos and Coldefy, 2019; Teixeira et al., 2021a).

At the same time, the COVID-19 pandemic caused a shift in travel behaviour and in the use of shared mobility, with travellers opting for private transport to social distancing and limit the risk of infection (Shamshiripour et al., 2020). Likewise, it has also highlighted the importance of resilient transport systems capable of ensuring the mobility needs of citizens during disruptive events by providing mobility options that are compatible with the principles of social

* Corresponding author.

E-mail address: up201109238@edu.fe.up.pt (J. Filipe Teixeira).

¹ ORCID: 0000-0002-0948-9389.

<https://doi.org/10.1016/j.cstp.2023.101045>

Received 2 January 2023; Received in revised form 21 April 2023; Accepted 28 June 2023

Available online 1 July 2023

2213-624X/© 2023 World Conference on Transport Research Society. Published by Elsevier Ltd. This is an open access article under the CC BY-NC-ND license (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>).

ANEXO 6. Henriksson, M. Scalzotto, J. (2023). Bike-sharing under pressure: the role of cycling in building circular cycling futures. [Archivo PDF].

<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0959652623005267?via%3Dihub>

Journal of Cleaner Production 395 (2023) 136368



Contents lists available at ScienceDirect

Journal of Cleaner Production

journal homepage: www.elsevier.com/locate/jclepro



Bike-sharing under pressure: The role of cycling in building circular cycling futures

Malin Henriksson^{*}, Joel Göransson Scalzotto

Swedish National Road and Transport Research Institute (VTI), Linköping, Sweden

ARTICLE INFO

Handling Editor: Cecilia Maria Villas Bôas de Almeida

Keywords:
Bike-sharing
Bike kitchens
Sustainable mobility
Commercialization
Professionalization

ABSTRACT

Bike-sharing could play an important role in any future circular economy since sharing solutions have the potential to challenge the current automobility regime. This paper examines the potential contributions of two Swedish bike-sharing initiatives: grassroots-initiated bike kitchens and a commercial bike-sharing service system. We explore and analyze the visions of these initiatives and how they can be nurtured in order to support a circular future. The results indicate that the incumbent regime challenges cycling initiatives through commercialization and professionalization pressures. The paper notes that the studied initiatives can contribute to a future circular economy, but in different ways. While bike kitchens support the social aspects of circularity, commercial bike-sharing is more likely to support ecological aspects. Both kinds of initiatives are crucial and rely on the support of public actors with a strong sustainability agenda.

1. Introduction

Cycling plays an important role in efforts to create future sustainable and just societies. It has the potential to reduce CO₂ emissions and challenge car dependency (Pucher and Buehler, 2008), increase general wellbeing (Schwanen and Nixon, 2020), and expand mobility options for various social groups, such as low-income earners (Henriksson et al., 2022) and migrant women (Breengaard et al., 2021). Furthermore, cycling demands fewer resources in terms of production, maintenance (Roy et al., 2019), and the need for new infrastructure and urban space (Sinha et al., 2019). Sharing bicycles instead of privately owning them could decrease energy and raw material use and cost less for the individual user, given that renting costs might be cheaper than purchasing prices (Bradley and Pargman, 2017). Sharing communities can also enable the creation of local social networks, supporting social sustainability (Nixon and Schwanen, 2019). In summary, cycling as a practice, as well as its supporting infrastructure, can potentially contribute to a more circular future.

The concept of the circular economy (CE) has been criticized for being applied to very different phenomena and for a tendency to include everything and nothing (Korhonen et al., 2018). Previous research has criticized current CE policy and action plans for not questioning the larger linear flows, and for ignoring the consumption patterns that uphold them (Hobson and Lynch, 2016). Furthermore, analyses of how to

steer toward circularity often emphasize the economic more than the ecological and social aspects of sustainability (Inigo and Blok, 2019). A growing number of studies investigates CE discourses and the ideological underpinnings of CE policy and initiatives (Corvellec et al., 2020). However, how mobility solutions can promote future circularity has yet to be sufficiently analyzed. This paper intends to fill this research gap by exploring how different sharing solutions can support circular cycling practices. This research differs from existing literature by focusing on both commercial and grassroots mobility innovations. The qualitative approach enables in-depth reasoning about how to organize bike-sharing, which also is a novelty.

1.1. Literature review

Traditionally, individuals have owned and maintained their own bicycles, but since the rise of the sharing economy paradigm (Bradley and Pargman, 2017), this idea has been challenged. Shared cycling alternatives have emerged in a wide variety of forms, and bike-sharing systems (BSSs) are now a common feature of urban environments. There are examples of public and grassroots initiatives that support bike-sharing in different ways, facing different pressures and obstacles from incumbent regimes (Henriksson and Wallsten, 2020; Koglin & Mukhtar-Landgren, 2021; van Waes et al., 2018). The marketization of cycling and the exclusion of underprivileged groups are noted as

^{*} Corresponding author.

E-mail address: malin.henriksson@vti.se (M. Henriksson).

<https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2023.136368>

Received 30 September 2022; Received in revised form 31 January 2023; Accepted 6 February 2023

Available online 7 February 2023

0959-6526/© 2023 The Authors. Published by Elsevier Ltd. This is an open access article under the CC BY license (<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>).

ANEXO 7. Mitropoulos, L. Stavropoulou, E. Tzouras, P. Karolemeas, C. (2023). E-scooter micromobility systems: Review of attributes and impacts. [Archivo PDF].

<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2590198223001355?via%3DiHub>

Transportation Research Interdisciplinary Perspectives 21 (2023) 100888



Contents lists available at ScienceDirect

Transportation Research Interdisciplinary Perspectives

journal homepage: www.sciencedirect.com/journal/transportation-research-interdisciplinary-perspectives



E-scooter micromobility systems: Review of attributes and impacts

Lambros Mitropoulos^{*}, Eirini Stavropoulou, Panagiotis Tzouras, Christos Karolemeas, Konstantinos Kepaptsoglou

School of Rural, Surveying and Geoinformatics Engineering, National Technical University of Athens, Zografou Campus, 15780, Greece

ARTICLE INFO

Keywords:

E-scooter impacts
Micromobility
Shared systems
Electric-scooter
Infrastructure
Literature review

ABSTRACT

Impact evaluation has become one of the core objectives of the transport sector worldwide towards improving its sustainability performance. This study aims to provide a comprehensive overview of the impacts in the field of e-scooter services. A systematic literature review is conducted on scientific peer-reviewed journal publications in the English language. Thirty-eight studies are considered; for which a database is built that includes e-scooter attributes, such as service type (i.e., docked or dockless), infrastructure (i.e., dedicated lanes) and role (i.e., competing or complementary to public transport), key performance indicators and measured impacts by considering empirical and simulated data. KPIs are organized into five dominant impact areas for e-scooters: (1) Environment, (2) Society-Users, (3) Economy, (4) Transport performance, and (5) Safety. More than hundred KPIs are recorded with the most frequently used ones to refer to emissions, modal shift and accidents. The review concludes that the community goals should lead the selection of the e-scooter type and role within the transport system, since e-scooter attributes contribute towards different impacts. Future research should aim to the development of methods and tools for estimating e-scooter impacts and to the investigation of the relationship between user characteristics, impacts and e-scooter attributes.

Introduction

Shared mobility and micromobility systems have been continuously evolving in cities all over the world for over 15 years, as part of a change in mobility patterns and lifestyle (Latinopoulos, Patrier, & Sivakumar, 2021). Either in sharing scheme or privately owned, the electric scooter (e-scooters) is an environment-friendly innovative transport solution that may contribute towards reducing congestion and air pollution, improve community relationships, and provide a viable transportation alternative in urban areas (Carrara et al., 2021; Hollingsworth, Copeland, & Johnson, 2019). As an alternative form of urban shared micromobility (often called micro transit), the e-scooter sharing systems were first introduced in the USA in 2017 when the first dockless service was launched by “Bird” in Santa Monica, California (Dias, Arsenio, & Ribeiro, 2021; Hall, 2017; Jiao, Bai, & Choi, 2021; Latinopoulos et al., 2021). Since then, the e-scooters surpassed other transport-sharing services, such as the bike sharing systems (Almanna et al., 2021a, 2021b). In 2018, e-scooters overtook bikes as the most preferred vehicle for dockless vendors (NACTO, 2018), and shared e-scooter trips in 2019 doubled compared to 2018 and accounted for two thirds of all shared micromobility trips in the US (NACTO, 2019).

Equipped with a small electric motor and a deck on which a single rider stands, e-scooters are designed to transport riders for short distances around urban settings, traveling at about the same speeds as bicycles, while requiring about the same or less space for riding and parking (Gössling, 2020; Hollingsworth et al., 2019). E-scooters are often preferred for urban, short distance and first/last mile trips (Hollingsworth et al., 2019; Yang et al., 2020). Their use for short-distance trips has shown potential towards alleviating traffic congestion by reducing motorized vehicle trips (Yang et al., 2020), and they are gradually gaining share from other, active modes of travel (such as walking or biking) for such trips (Zagorskas & Burinskiene, 2020). Kopplin et al. (2021), suggested that e-scooters may replace passenger cars for short-distance trips of less than 2.0 km. whereas Degele et al. (2018) concluded that e-scooters may become a transport alternative to passenger car for distances up to several kilometres.

Most e-scooter studies have focused on the environmental impacts during their life cycle (Chang, Wu, Lai, & Lai, 2016; de Bortoli, 2021; de Bortoli & Christoforou, 2020; Hollingsworth et al., 2019; Moreau et al., 2020; Wortmann, Syré, Grahle, & Göhlich, 2021), while quite a few studies have also investigated the potential of e-scooters as replacements to other modes (Abouelela, al Haddad, & Antoniou, 2021; Edel,

^{*} Corresponding author.

E-mail address: limit@mail.ntua.gr (L. Mitropoulos).

<https://doi.org/10.1016/j.trip.2023.100888>

Received 11 January 2023; Received in revised form 19 May 2023; Accepted 19 July 2023

Available online 26 July 2023

2590-1982/© 2023 The Author(s). Published by Elsevier Ltd. This is an open access article under the CC BY-NC-ND license (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>).

ANEXO 8. Stilo, L. Velandia, D. Lugo, H. Conway, P. West, A. (2021). Electric bicycles, next generation low carbon transport systems: A survey. [Archivo PDF].

<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2590198221000543?via%3Dihub>

Transportation Research Interdisciplinary Perspectives 10 (2021) 100347



Contents lists available at ScienceDirect

Transportation Research Interdisciplinary Perspectives

journal homepage: www.elsevier.com/locate/trip



Electric bicycles, next generation low carbon transport systems: A survey

Lorenzo Stilo*, Diana Segura-Velandia, Heinz Lugo, Paul P. Conway, Andrew A. West

Wolfson School of Mechanical, Electrical and Manufacturing Engineering, Loughborough University Leicestershire, LE11 3TU, UK



ARTICLE INFO

Keywords:

Low carbon transport systems
Smart cities
Intelligent e-Bikes
Safety and convenience features

ABSTRACT

Electrical assisted bicycles (e-Bikes) represent an emerging sustainable mode of transport for future smart cities. Several design issues impact policy in several countries such as the UK, Europe and the USA. As e-bike usage continues to grow, so too will the need for further research, in order to provide the necessary data to inform industrialists what cycling features matters for a wider, diverse and sustainable adoption of this mode of transport. This investigation discusses results from a survey on end-user preferences for future e-Bikes that will be developed in the coming years. User preferences related to safety and convenience were defined using market reviews and responses gathered from 638 potential users mainly from Europe and North America. Data were analysed to rank the importance of desired functionality to improve the uptake of cycling within urban environments. In general, the results indicate that safety and convenience features were equally valued across the whole sample size. 'Gradient Climb Assist' and 'Break Lights & Indicators' were respectively the most preferred convenience and safety feature. This survey showed how respondents expressed a desire for a more intelligent, secure and adaptive e-Bikes.

Introduction

There is increasing pressure on transport infrastructures caused by the influx of people working within and commuting to major global cities (Taylor, 2002). For example, the annual population growth (2017) in London is 6% and is expected to reach 10 M by 2025 (Trust for London, 2016). Around 5 M people commute to London daily (Office for National Statistics, 2017) with the consequence that London reports the highest levels of congestion and lowest average speeds (typically 26 km/h or 16mph) of any region in the UK (Leape, 2006). Bicycles and in particular electrical assisted bicycles (e-Bikes) represent an emerging sustainable mode of transport that, if adopted on a large scale, could address transport and pollution concerns associated with urban commuting (Cherry et al., 2009). The growth in the adoption of e-Bikes is significant. By 2025, revenues from global e-Bike sales are expected to grow from the current \$15.7 billion to \$24.4 billion (Navigant, 2013). Governments, scientists, policy makers and industry experts are working towards the definition of safety regulations and the provision of advanced urban infrastructures to support widespread bike/e-Bike use (Cherry and Cervero, 2007). It is recognised that e-Bikes can provide solutions to a variety of mobility logistics problems in traffic and parking in congested areas (Midgley, 2009). Lifecycle analyses demonstrate that e-Bikes are more energy efficient (7.3 ± 3.0 kW h 100 km $^{-1}$ for e-Bikes compared to

56 ± 15 kW h 100 km $^{-1}$ for motorcycles and 35 ± 9 kW h 100 km $^{-1}$ for buses) and less polluting (2.5 ± 2.0 kg CO $_2$ -eq. 100 km $^{-1}$ for e-Bikes compared to 15 ± 6 kg CO $_2$ -eq. 100 km $^{-1}$ for motorcycles and 11 ± 2 kg CO $_2$ -eq. 100 km $^{-1}$ for buses) than conventionally-powered motor vehicles and public transport systems (Weiss et al., 2015).

Stakeholders directly benefiting from the use of e-Bikes include: commuters, police or law enforcement, tourists, "last mile" delivery workers, and people with health (i.e. chronic/injury) issues. Indirect beneficiaries of a free-flowing inner city transport infrastructure include commuters, local business, and the emergency services. Apart from representing sustainable eco-friendly transport solutions for cities, e-Bikes could enhance the cycling experience of regular cyclists by supporting various power input requirements in different riding situations. Advantages associated with e-Bike performance over conventional non-assisted bicycles include strengthened accelerations from standstill (i.e. at traffic lights), improved hill climbing abilities, increased ride distances and higher average speeds.

Recent pilot studies have investigated the use of e-Bikes in major European cities (Lyon, Barcelona and London) as a more efficient transport option for commuters (Kiefer and Behrendt, 2016; Behrendt et al., 2011) and goods delivery (Perović, 2013). These projects and other similar initiatives worldwide (Government push in China) (Ruan et al., 2012) have improved the uptake of e-Bikes by

* Corresponding author.

E-mail address: L.Stilo@lboro.ac.uk (L. Stilo).

<https://doi.org/10.1016/j.trip.2021.100347>

Received 14 December 2020; Revised 9 March 2021; Accepted 9 March 2021

2590-1982/© 2021 The Authors. Published by Elsevier Ltd.

This is an open access article under the CC BY license (<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>).

ANEXO 9. Carranza, G. Do Nascimento, M. Fanals, J. Febrer, J. Valderrama, C. (2022). Life cycle assessment and economic analysis of the electric motorcycle in the city of Barcelona and the impact on air pollution. [Archivo PDF].

<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0048969722005113?via%3Dihub>

Science of the Total Environment 821 (2022) 153419



Contents lists available at ScienceDirect

Science of the Total Environment

journal homepage: www.elsevier.com/locate/scitotenv



Life cycle assessment and economic analysis of the electric motorcycle in the city of Barcelona and the impact on air pollution



Gerson Carranza^a, Martzel Do Nascimento^a, Josep Fanals^{a,b}, Josep Febrer^a, César Valderrama^{a,c,d,*}

^a Barcelona School of Industrial Engineering, ETSEIB, UPC-BarcelonaTECH, Spain

^b Centre d'Innovació Tecnològica en Convertidors Estàtics i Accionaments (CITCEA-UPC), Spain

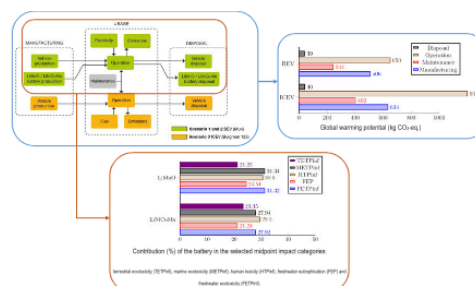
^c Chemical Engineering Department, Universitat Politècnica de Catalunya UPC-BarcelonaTECH, Spain

^d Barcelona Multi-Scale Science and Engineering Research Center, UPC-BarcelonaTECH, Spain

HIGHLIGHTS

- A comparative life cycle analysis of both BEV vs ICEV motorcycles was performed.
- A sensitivity analysis of the most impactful parameters was also considered.
- BEV impacts some categories in the manufacturing stage, mainly related to the battery.
- The total costs of ownership were similar for the two motorcycles.
- Externalising environmental costs, the BEV demonstrated to be more competitive than the ICEV.

GRAPHICAL ABSTRACT



ARTICLE INFO

Article history:

Received 6 October 2021

Received in revised form 11 January 2022

Accepted 21 January 2022

Available online 29 January 2022

Editor: Pavlos Kassomenos

Keywords:

Battery electric vehicle
Internal combustion engine
lithium-ion battery
Externality cost
Air pollution

ABSTRACT

In this work, the evaluation of the life cycle of the service provided by a medium-power motorcycle in a Spanish urban environment was carried out, comparing two motorcycles, a battery electric vehicle (BEV) is compared with an internal combustion engine vehicle (ICEV). The economic study of the total costs of ownership is also carried out considering the environmental costs associated with each type of vehicle. A comprehensive inventory is compiled for both vehicles (motorcycles) that describes the most relevant components and includes two types of batteries for the BEV. A sensitivity analysis of the most impactful parameters is also considered. The results indicate that the ICEV contributes approximately 5 times more in the global warming potential impact category mainly due to the consumption of fossil fuels. The BEV also impacts some categories in the manufacturing stage, a fact that is strongly related to the battery. Sensitivity analysis indicates that the total distance travelled plays an important role, but the electricity mix is probably the most relevant factor in terms of climate change impact category. The economic analysis reported lower environmental externality costs for the BEV, making it more affordable than the ICEV and highlighting the benefit in terms of air pollution. The BEV is presented as a suitable option vehicle from environmental and economic point of view and one of the actors to accelerate the transition towards a more sustainable urban mobility model.

1. Introduction

Transportation accounts for about 25% of total global CO₂ emissions from fuel combustion (International Energy Agency, 2020). A current emerging trend is electrifying mobility, and in only the last five years, the total number of electric vehicles has increased by a factor of 10

* Corresponding author at: Universitat Politècnica de Catalunya-BarcelonaTECH, C/ Eduard Maristany, 10-14, 08930 Barcelona, Spain.
E-mail address: cesar.alberto.valderrama@upc.edu (C. Valderrama).

ANEXO 10. Alvarez, D. Jurado, F. Véliz, M. (2023), Long-term planning for the integration of electric mobility with 100% renewable energy generation under various degrees of decentralization: Case study Cuenca, Ecuador. [Archivo PDF].

<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2352484723003554?via%3Dihub>

Energy Reports 9 (2023) 4816–4829



Contents lists available at ScienceDirect

Energy Reports

journal homepage: www.elsevier.com/locate/egy



Research paper

Long-term planning for the integration of electric mobility with 100% renewable energy generation under various degrees of decentralization: Case study Cuenca, Ecuador



Daniel Icaza-Alvarez^{a,b,*}, Francisco Jurado^{a,1}, Marcos Tostado-Véliz^{a,1}

^a Department of Electrical Engineering, University of Jaen, Linares, Spain

^b Department of Electrical Engineering, GIRVYP Group, Catholic University of Cuenca, Cuenca, Ecuador

ARTICLE INFO

Article history:

Received 13 January 2023

Received in revised form 27 February 2023

Accepted 28 March 2023

Available online 10 April 2023

Keywords:

Clean energy
Energy planning
Smart energy
Power sources
Energy transition
Electric mobility

ABSTRACT

Urban borders are expanding in cities, solar photovoltaic and wind energy are being used and decentralized more and more, while the electrification of transport systems is in permanent progress. Users trust more in the modernization of electrical systems giving rise to various applications. The efforts made by both the public and private sectors are isolated and are not framed within comprehensive planning. For this reason, cities must be fully planned and contemplated in their land use plans. This article presents a long-term roadmap for the comprehensive electrification of mobility. To achieve a proper approach, it is based on the EnergyPLAN tool that uses the concept of smart energy and determines the long-term scenarios, the case of study is for the City of Cuenca in Ecuador. It seeks to take advantage of the potential of renewable energies available in the territory, which are evaluated and provide the necessary energy to feed future decentralized transport systems with a view to 2050. The long-term results show that the energy mix would be composed of wind with 37.3%, followed by solar photovoltaic with 33.9% and hydroelectric with 25.4%. There are others technologies such as biomass that do not exceed 3.4%.

© 2023 The Author(s). Published by Elsevier Ltd. This is an open access article under the CC BY license (<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>).

1. Introduction

The decarbonization of transport represents one of the main challenges to meet the goals of reduction defined by the countries, through their nationally determined contributions in the context of the Paris Agreement (Moreno et al., 2023). The electrification of transport systems is presented as a forceful action to transform our mobility and at the same time, improve our quality of life (Hache et al., 2019). Undoubtedly, the move to electric mobility is one of the biggest revolutions that are happening in many countries of the world, especially in the European Union (Tagliapietra et al., 2019). Latin America is aligning itself to this purpose, however it must continue to strengthen its policies within their countries and cities to be part of this change transformer (Tanco et al., 2019).

There are several broad cutting-edge issues that seek to become climate neutral at a general level which are considered to have a direct impact (Sindhvani et al., 2022; Chen et al., 2022), among them is the issue regarding a low-carbon energy

model, zero-emission transport, the increase in efficiency, the resilience of the territory and the natural environment, the promotion of innovation and the transfer of knowledge (Sundaram and Hansen, 2023). Climate change is one of the most urgent environmental challenges that all nations on the planet have to face (Martínez et al., 2023; Kržišnik and Gonçalves, 2023; Al-Masri et al., 2023). According to the Ilobe portal (Anon, 0000a), Over the past 150 years, the global temperature has risen by approximately 0.8 °C, and is projected to continue doing so. These changes in the climate are having direct consequences in sectors such as agriculture, forestry, energy production, tourism and infrastructure in general (Gill et al., 2023).

Urban development in Latin America, the high rate of motorization, the impact of transport emissions on public health and the global warming, they demand strong decisions to the states and territorial constituencies for a transformation of transport systems (Wang et al., 2022). For these purposes, it is important to draw the roadmaps that allow investors, legislators, researchers and governments to make decisions (Zhang et al., 2022b).

As a majority of countries of the region venture into mobility electricity, technologies are put to the test, incentives are created basic, the first ones are installed charging infrastructures — typically slow load centers (da Silva et al., 2022). In reality, countries are moving at their own swing. Some lead the transition

* Corresponding author at: Department of Electrical Engineering, GIRVYP Group, Catholic University of Cuenca, Cuenca, Ecuador.

E-mail address: dicaaa@ucacue.edu.ec (D. Icaza-Alvarez).

¹ All the authors have contributed equally for the development of the paper.

<https://doi.org/10.1016/j.egy.2023.03.118>

2352-4847/© 2023 The Author(s). Published by Elsevier Ltd. This is an open access article under the CC BY license (<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>).

ANEXO 11. Aarhaug, J. Fearnley, N. Hartveit, L. Johnsson, E. (2023). Price and competition in emerging shared e-scooter markets. [Archivo PDF].

<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0739885923000136?via%3Dihub>

Research in Transportation Economics 98 (2023) 101273



Contents lists available at ScienceDirect

Research in Transportation Economics

journal homepage: www.elsevier.com/locate/retrec



Research paper

Price and competition in emerging shared e-scooter markets



Jørgen Aarhaug^{a,b,*}, Nils Fearnley^a, Knut Johannes Liland Hartveit^a, Espen Johnsson^{a,**}

^a Institute of Transport Economics, Gaustadalleen 21, 0349, Oslo, Norway

^b Centre for Technology Innovation and Culture, University of Oslo, Pb 1108 Blindern, 0317, Oslo, Norway

ARTICLE INFO

JEL classification:

L92
L98
O33
R4
R41
R48

Keywords:

e-scooter
Price competition
Micromobility
Regulation
Availability
Oslo
Drammen

ABSTRACT

The rapid deployment of shared dockless electric scooters (e-scooters) has resulted in attention from the public and regulators. Recurring issues include fleet size and the number of operators in the market. In this paper we study market development in two Norwegian cities and discuss how these experiences point towards future e-scooter regulation and ask if market regulation based on price competition in the e-scooter market is plausible.

We study this by focusing on two natural experiments. First, we analyse the market entry of a low-cost e-scooter company in Drammen. We discuss how that entry impacted two incumbent e-scooter companies and the total market. Second, we look at the change in e-scooter regulation in Oslo in September 2021. This change represents a movement from a laissez faire market approach to a fleet cap of 8000 divided evenly between 12 different e-scooter companies. We study these experiments using data obtained from selected e-scooter operators (GPS location, start/stop time, e-scooter id), municipalities (fleet size, trips) and a web page tracking e-scooter fares. We find that competition between e-scooter companies varies across user segments, with trips made for traveling purposes being less price sensitive, and joy rides being more price sensitive. Also, we find that there are substantial advantages in being a large actor.

1. Introduction

E-scooters are an innovation combining pre-existing mobility technologies such as the kick-scooter, electric motor, Global Positioning System (GPS), geographic information systems (GIS), smartphone and digital hailing systems, in a new package. Since the first dockless e-scooter service was introduced by Bird in autumn 2017, they have rapidly gained popularity and use. E-scooters have contributed substantially to increased market share of shared micromobility (NACTO, 2020). E-scooters have rapidly been introduced to new cities, in many cases literally overnight (Fearnley, 2020). This has caused tensions with incumbent mobility services, city authorities and society at large. In Norway the first e-scooter services were introduced in May 2019 by VOI and TIER (Fearnley et al., 2020).

The introduction of e-scooters in Norway was made possible by a series of amendments to the transport act in 2018 (Ministry of Transport and Communication, 2018). This included classifying small electric vehicles as bicycles, provided that they complied with a few criteria including a maximum speed of 20 km/h. Given the bicycle regulation in Norway, this meant that e-scooters became legal to use on streets and

pavements, in parks and pedestrian zones, by people of all ages, without helmet and without insurance.

To classify e-scooters as bicycles is not unique. However, the Norwegian bicycle regulations are relatively liberal compared with most countries. In contrast with the liberal Norwegian regulations are countries where e-scooters are, per definition, motor vehicles and, as such, illegal to use on public grounds, such as in the UK (GOV.UK, 2020b). Since July 2020, however, as part of their response to Covid-19, the UK Department for Transport opened the possibility for trials of shared e-scooters (GOV.UK, 2020a), in which cities were able to set all rules of the game from day one, but privately owned e-scooters remain illegal to use in public space (GOV.UK, 2022a; 2022b).

From a research perspective, the Norwegian regulatory situation is interesting in that shared e-scooters were introduced in an open and totally unregulated market. The companies were able to set fleet size and prices according to their own strategies and to local market situations rather than in response to a regulatory framework. This allows us to study the effect of market entry and of regulatory interventions in a series of natural experiments.

In this paper we focus on two empirical events: the entry of a new

* Corresponding author. Institute of Transport Economics, Gaustadalleen 21, 0349, Oslo, Norway.

** Corresponding author.

E-mail addresses: jaa@toi.no, jorgen.aarhaug@tik.uio.no (J. Aarhaug), naf@toi.no (N. Fearnley), klh@toi.no (K.J.L. Hartveit), ejo@toi.no (E. Johnsson).

<https://doi.org/10.1016/j.retrec.2023.101273>

Received 18 November 2022; Received in revised form 17 February 2023; Accepted 24 February 2023

Available online 7 March 2023

0739-8859/© 2023 The Authors. Published by Elsevier Ltd. This is an open access article under the CC BY license (<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>).

ANEXO 12. Paladines, K. Gutierrez, K. (2022). Variables que inciden en la pérdida de energía de las baterías de vehículos eléctricos L1 y L3 en el Valle de los Chillos.

UIDE
Powered by
Arizona State University

ING. AUTOMOTRIZ

Trabajo integración Curricular previa a la obtención del título de Ingeniero Automotriz.

AUTORES:
Kevin David Paladines Morales
Esteban Nickolas Gutierrez Satama

TUTOR:
Ing. Denny Guanuche

“Variables que inciden en la pérdida de energía de las baterías de vehículos eléctricos L1 y L3 en el Valle de los Chillos.”

QUITO – ECUADOR | 2022

Ruta	Carga (Kg)	Velocidad en		Velocidad en pendiente 0%
		Pendiente Positiva	Pendiente Negativa	
1	80,0	16,5	42,1	31,8
1	100,0	12,3	42,3	30,5
1	120,0	10,5	42,6	29,3
2	80,0	18,0	28,1	33,1
2	100,0	17,3	39,4	32,1
2	120,0	12,4	45,2	30,5
3	80,0	15,1	46,5	35,1
3	100,0	12,4	46,7	33,2
3	120,0	9,6	47,2	30,3
4	80,0	11,4	32,1	22,5
4	100,0	9,6	32,3	21,6
4	120,0	7,5	32,5	20,4
5	80,0	7,8	39,1	21,3
5	100,0	6,4	39,5	21,4
5	120,0	5,2	39,7	20,2

Autores

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 Coeficiente de Pearson

Al analizar la relación entre dos variables X, Y cuyos valores oscilen entre 1 y -1, el coeficiente de relación de Pearson revelara el nivel de asociación entre variables, si se presenta el caso en el cual el coeficiente es un valor positivo, las variables son íntimamente relacionadas, mientras que en caso contrario las variables no tendrán ninguna relación.

Tabla 8 Coeficiente de Correlación de Pearson

Ruta	A	B	C	D	E
A	1				
B	0,995856725	1			
C	0,998906313	0,990515705	1		
D	0,992909613	0,999605458	0,986265642	1	
E	0,999902838	0,994492344	0,999461029	0,991156	1

Autores

Según la tabla 8 se puede observar de manera clara el coeficiente de Pearson el cual entre las diferentes variables son

positivos lo que indica que existe una relación directa entre la autonomía y el ángulo de la pendiente.

4.2 Análisis de varianza de un factor

Tabla 9 Análisis de varianza entre Autonomía y Ángulo de Pendiente

Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de los cuadrados	F	Probabilidad	Valor crítico para F
Entre grupos	50772,20966	2	25386,10483	296,3284591	1,71757E-25	3,210942293
Dentro de los grupos	4235,900393	42	100,8548079			
Total	54908,20159	44				

Autores

En la tabla 9 se aprecia la existencia de una relación directa entre el valor F y el valor crítico para F debido a esto se determina la existencia de una relación directa entre las variables analizadas.

4.3 Análisis de Carga vs Velocidad

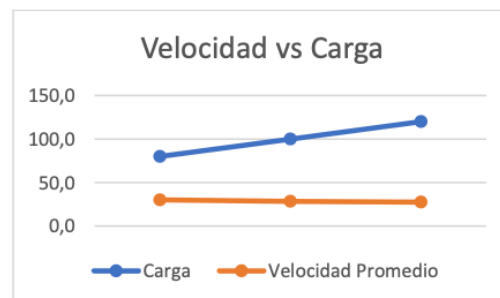


Figura 4 Gráfica Carga vs Velocidad Promedio
Autores

Como se observa en la figura 4, se presenta en el gráfico una proporcionalidad inversa entre las variables consideradas como es la carga y la velocidad promedio.

4.4 Incidencia de la temperatura

Tabla 10 Incidencia de cambios de temperatura en las baterías

Batería	Voltaje inicial	Tiempo a ± 1°C	Voltaje final	Perdida de voltaje cada 5 min
1	8,19	01:20:10	8,09	0,00625 V
2	8,13	01:20:16	8,03	0,00625 V
3	8,09	01:20:06	8,07	0,00143 V
4	8,03	01:20:11	8,01	0,00143 V

Batería	Voltaje inicial	Tiempo a ± 48°C	Voltaje final	Perdida de voltaje cada 5 min
1	11,97	01:20:04	11,79	0,01125 V
2	11,92	01:20:09	11,74	0,01125 V

Autores



Figura 5 Gráfica Voltaje vs Tiempo (0°C)
Autores



Figura 6 Gráfica Voltaje vs Tiempo (48°C)
Autores

Tabla 11 Análisis de varianza respecto a temperaturas

Anova: Temperatura 0°C (±2°C)				
SUMMARY				
Groups	Count	Sum	Average	Variance
Tiempo	4	100	25	700
Voltaje	4	47,42	11,855	0,011633

ANOVA						
Source of Variation	SS	df	MS	F	P-value	F crit
Between Groups	345,5821	1	345,5821	0,987361	0,358756	5,987378
Within Groups	2100,035	6	350,0058			
Total	2445,617	7				

Autores

La tabla 10 confirma que el calor y frio extremo tienen un bajo índice respecto a la descarga de la batería. Debido a que el valor de F es menor que el valor de F crítico en la tabla 11.

4.4 Ciclo de prueba dinámica



Figura 7 Gráfica Velocidad vs Tiempo
Autores

Gracias al ciclo gráfico utilizado para las pruebas dinámicas, se logra observar que el vehículo alcanza los 35km/h en un lapso de 5,7 segundos a máxima aceleración. Donde se mantiene una velocidad

constante hasta el final del periodo de prueba.

5. CONCLUSIONES

Con el propósito de analizar la pérdida de energía en las baterías de vehículos L1 y L3 en el Valle de los Chillos, se investigó, recopiló, clasificó y analizó, la información bibliográfica de varias fuentes. Debido a que para este tipo de vehículos no se posee parámetros estandarizados de funcionamiento, por lo tanto se procedió a establecer parámetros de medición en función del clima y la topografía acorde a la zona delimitada mediante ciclos urbanos de conducción donde dichas variables resultaron ser directamente proporcionales en la pérdida de energía respecto a las baterías de este tipo de vehículos, gracias a esto se logró obtener valores superiores entre F y F crítico durante el análisis de varianza donde las variables eran la autonomía, topografía y carga.

Las variables cuyas incidencias no resultaron significativas fueron la temperatura en conjunto de la presión atmosférica, en el caso de la temperatura se obtuvo una disminución de 625 mV cada 5 minutos en temperaturas entre los 0 grados centígrados y de 112,5 mV en

temperaturas de 48 grados centígrados. Mientras que la presión atmosférica se descartó debido a que los motores eléctricos no funcionan de la misma manera que un motor de combustión interna.

La presente investigación ha permitido resolver que dentro del cantón Rumiñahui, específicamente dentro de la zona delimitada geográficamente, conocido también como Valle de los Chillos, los vehículos eléctricos L1 y L3 con un motor de 350 watts de potencia tienen una autonomía de 20 kilómetros donde la capacidad de carga con 80kg y una pendiente al 30%, representa una pérdida del 0.2% de voltaje por cada kilómetro.

Los resultados obtenidos dentro este estudio servirán para establecer precedentes de funcionamiento de este tipo de vehículos en terrenos montañosos como lo es en el cantón Quito, sin embargo, estos resultados solo sirven como una referencia para estudios futuros, además de proporcionar un alto índice de información para consumidores cuyo enfoque de movilidad sea movilidad sostenible en consideración con las necesidades del individuo. De igual manera deja puesta las bases para nuevos

xxviii

7.2 Apéndice de Marco Teórico

ANEXO 13. Mucho Mejor Ecuador. (25 de Junio de 2021). Los certificados de calidad ecuatorianos. Mucho Mejor Ecuador.

<https://muchomejorecuador.org.ec/tag/normas-inen/>

Normas INEN

Los certificados de calidad ecuatorianos

junio 25, 2021 por MME



LOS CERTIFICADOS DE CALIDAD ECUATORIANOS

#MuchoMejorEcuador
www.muchojorecuador.org.ec

f t i l y e g



Las empresas ecuatorianas de calidad buscan diferentes certificaciones que les ayuden a mejorar su desempeño global y establecer una base sólida para promover las iniciativas de desarrollo sostenible, que otorguen una garantía de calidad a sus consumidores e impulsen su negocio mediante la mejora de procesos que contribuyan a aumentar la eficiencia y la productividad.

PLAN DE GOBIERNO

***“Rumiñahui, humano,
próspero, participativo y
moderno”***

WILFRIDO CARRERA DÍAZ

CANDIDATO

Alcaldía 2019-2023

ELECCIONES MARZO DE 2019

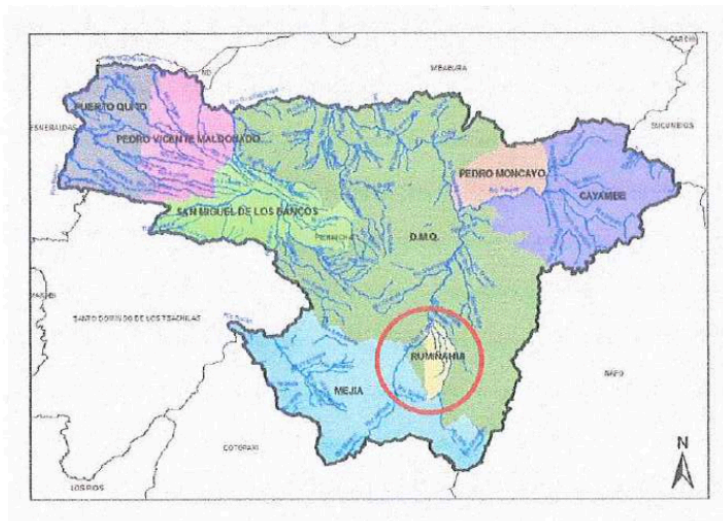
Provincia de Pichincha – Cantón Rumiñahui

Diciembre 2018

1. Diagnóstico de la situación actual del territorio

1.1 Ubicación geográfica

El cantón Rumiñahui pertenece a la provincia de Pichincha, es uno de los ocho cantones que integran la provincia, se encuentra ubicado en el Valle de los Chillos, al sur este del Distrito Metropolitano de Quito. La cabecera cantonal es la Parroquia de Sangolquí y forma parte de la zona de planificación 2.



1.2 Límites geográficos y extensión territorial

El Cantón Rumiñahui tiene los siguientes límites geográficos:

Norte	Distrito Metropolitano de Quito, urbanización la Armenia.
Sur	Monte Pasochoa y el Cantón Mejía
Este	Distrito Metropolitano de Quito con las parroquias rurales de Alangasí y Pintag, cuyo límite natural es el río Pita
Oeste	Distrito Metropolitano de Quito, Río San Pedro de Cuendina con las parroquias rurales Amaguaña y Conocoto.
Noreste	San Pedro del Tingo.

El cantón Rumiñahui se encuentra constituido por cuatro (4) parroquias urbanas: San Rafael, San Pedro de Taboada, Fajardo y Sangolquí, y dos (2) parroquias rurales que son Cotogchoa y Rumipamba, cada una con su extensión territorial.

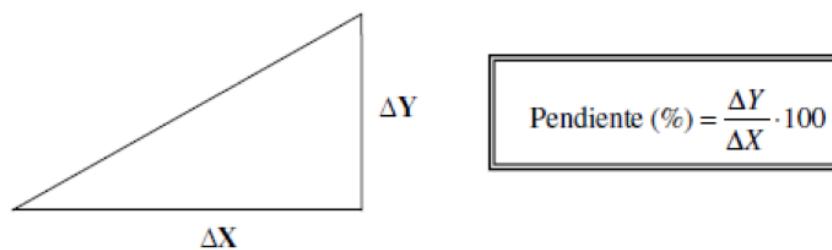
ANEXO 15. Ibañez, S. Gisbert, J. Moreno, H. (S.A). La Pendiente del Terreno. [Archivo PDF].

<https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/10776/La%20pendiente%20del%20terreno.pdf>

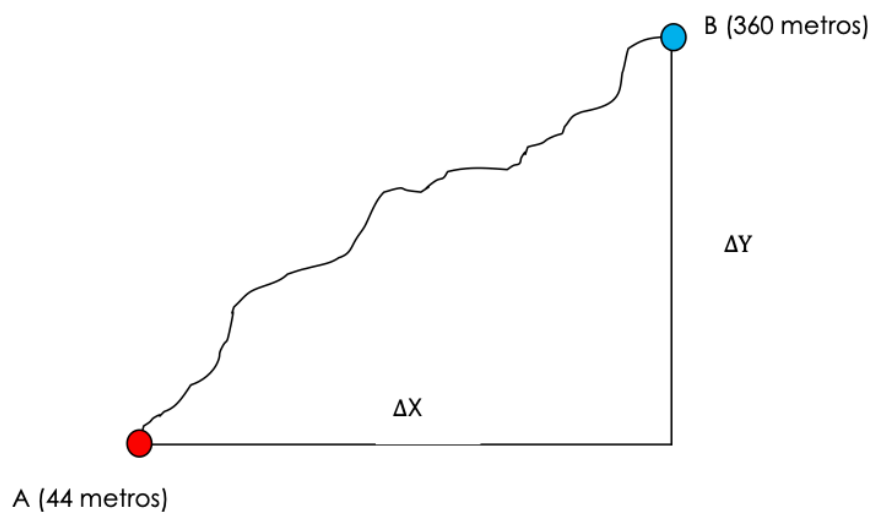


4 Desarrollo

El concepto de pendiente en si, es la relación que existe entre el desnivel (ΔY) y la distancia en horizontal (ΔX) que debemos recorrer. Se expresa normalmente en % o en grados.



Su aplicación al terreno se basa en el control del desnivel existente en una ladera (ΔY) mediante las cotas, y su variación en el espacio ()



7.3 Apéndice de Materiales y Métodos

ANEXO 16. Clasificación Vehicular, Norma Técnica Ecuatoriana INEN 2656, Quito Ecuador, 2016



Quito – Ecuador

NORMA
TÉCNICA
ECUATORIANA

NTE INEN 2656
Primera revisión
2016-09



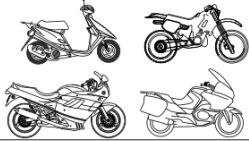

CLASIFICACIÓN VEHICULAR

VEHICLE CLASIFICATION

4.1 Categoría L

Vehículos motorizados con dos, tres o cuatro ruedas, ver Tabla 1. En A.1 se realiza una descripción detallada de las subcategorías de los vehículos de la categoría L.

TABLA 1. Vehículos de categoría L

SUBCATEGORÍA	CÓDIGO	TIPO	IMAGEN	DESCRIPCIÓN
L1	BMT	BICIMOTO/ CICLOMOTOR		Vehículos de dos ruedas, diseñados para velocidades que no superen los 45 km/h, con cilindrada máxima de 50 cm ³ para un motor de combustión interna de encendido por chispa y para el caso de motores eléctricos la potencia nominal continua máxima no sobrepase los 4 kW. Peso técnicamente admisible declarado por el fabricante. Ver NTE INEN-ISO 3833, 3.4.
L2	CMDR	CICLOMOTOR DE TRES RUEDAS		Vehículos de tres ruedas, diseñados para velocidades que no superen los 45 km/h, con cilindrada máxima de 50 cm ³ en caso de un motor de encendido por chispa, o una cilindrada máxima de 500 cm ³ en caso de un motor de encendido por compresión, y para el caso de motores eléctricos la potencia nominal continua máxima no sobrepase los 4 kW. Peso en orden de marcha < 270 kg. Equipado con un máximo de dos plazas de asiento, incluida la plaza de asiento del conductor. Ver NTE INEN-ISO 3833, 3.4.
L3	MTO	MOTOCICLETA		Vehículos de dos ruedas, diseñados con motor de combustión interna cuya cilindrada supera los 50 cm ³ y con velocidad de diseño superior a 45 km/h. Peso técnicamente admisible declarado por el fabricante. Vehículos de dos ruedas que no pueden clasificarse como vehículos de la categoría L1. Ver NTE INEN-ISO 3833, 3.5.
L4	MTOS	MOTOCICLETA CON SIDECAR/ MOTOTRICICLO		Vehículos de dos ruedas con sidecar, diseñados con motor de combustión interna cuya cilindrada supera los 50 cm ³ y con velocidad de diseño superior a 45 km/h. Peso técnicamente admisible declarado por el fabricante. El vehículo de motor básico cumple los criterios de

ANEXO 17. Scooter Eléctricos. Motostekno. [En línea].
<https://www.motostekno.com/index.php/categoria/scooters-electricos/>



SCOOTERS ELECTRICOS TEKNO HEB

- Motor: 1500 W
- Velocidad: 35 km/h
- Autonomía: 35 km.
- Batería: de Litio
- Tiempo de carga: 4-6 horas
- Tamaño de ruedas: 225/55-8
- Luz Led y panel digital

Colores



\$699⁰⁰

ANEXO 18. Multímetro digital Truper MUT-39. [En línea].

<https://www.truper.com/CatVigente/Multímetros-Digitales-TRUPER-508.html>



**Uso General
20 A**

10402

MUT-39



ANEXO 19. Mapa de ruta establecida. Google Maps. [En línea].

https://maps.app.goo.gl/t7jQkyngxowjHjKf7?g_st=iw

The screenshot displays a Google Maps interface with a route from Sangolquí to Riofrío. The route is shown in blue on a map of the area, including landmarks like Parque de Conocoto, Parque 6 De Junio, and Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE. The route summary indicates a travel time of 29 minutes and a distance of 12.0 km.

Modo de transporte	Tiempo	Distancia
por Riofrío	29 min	12,0 km
29 min sin tráfico	29 min	12,0 km

7.4 Apéndice de resultados

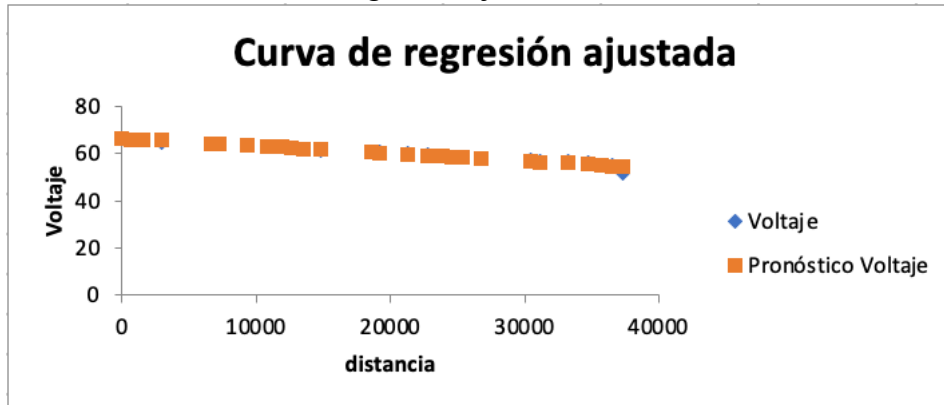
ANEXO 20. Análisis de residuales

<i>Observación</i>	<i>Pronóstico Voltaje</i>	<i>Residuos</i>	<i>Residuos estándares</i>
1	66.74671059	-0.14671059	-0.222039365
2	66.15888053	-0.058880527	-0.089112822
3	65.95270257	-0.052702573	-0.079762789
4	65.78292381	-0.782923809	-1.184917228
5	64.43807016	-0.03807016	-0.057617341
6	64.15150951	0.048490486	0.073388
7	63.62339036	0.276609644	0.418635286
8	63.12127416	0.178725836	0.270492888
9	62.90023142	0.099768582	0.150994912
10	62.36403915	0.035960848	0.054425001
11	62.1578612	0.042138802	0.063775034
12	61.98808243	-0.388082434	-0.58734395
13	60.64322878	0.356771215	0.539955938
14	60.35666814	0.343331861	0.519616127
15	59.82854898	0.171451019	0.259482805
16	59.32643279	0.173567211	0.262685559
17	59.10539004	-0.005390043	-0.008157569
18	58.56919778	0.130802223	0.197962824
19	58.36301982	0.036980177	0.055967705
20	58.19324106	-0.393241059	-0.595151279
21	56.84838741	0.45161259	0.683493761
22	56.56182676	0.538173236	0.814499102
23	56.03370761	0.766292394	1.159746388
24	55.53159141	0.768408586	1.162949142
25	55.31054867	0.089451332	0.135380254
26	54.7743564	0.225643598	0.341500647
27	54.56817845	-2.868178448	-4.340849029

ANEXO 21. Coeficiente de correlación entre variables

	<i>Voltaje</i>	<i>distancia</i>	<i>pendiente</i>
Voltaje	1		
distancia	-0.9846946	1	
pendiente	-0.1083902	0.07916542	1
Escala			
alta		0.7 - 1	
media		0.4 - 0.6	
baja		0 - 0.3	

ANEXO 22. Grafica de curva de regresión ajustada



7.5 Apéndice de fotografías

ANEXO 23. Medición del voltaje en un punto del circuito



ANEXO 24. Recorrido de ruta en el tramo B-C



ANEXO 25. Tablero de instrumentos al final de la vuelta 1



ANEXO 26. Punto de control B para la toma de datos



ANEXO 27. Tablero de instrumentos al final de las pruebas de campo

