



Evaluación económica de movilidad eléctrica y a combustible en vehículos l1 y l3 del ISTMBR

ISTMBR Economic Assessment of Electric and Fuel-Powered Mobility in L1 and L3 Vehicles

Avaliação Econômica do ISTMBR sobre a Mobilidade Elétrica e a Combustível em Veículos de Nível 1 e 3

Santiago David Montoya-Puglla ^I

smontoya@istmbr.edu.ec

<https://orcid.org/0009-0007-7542-1992>

Daniel Alejandro Robalino-Peñaloza ^{II}

da.robolino04@gmail.com

<https://orcid.org/0009-0008-0457-4403>

Jonathan Sebastián Torres-Pérez ^{III}

jonathantorres2069@gmail.com

<https://orcid.org/0009-0004-9833-1162>

Wilson Henry García-Vinueza ^{IV}

wilsongv_92@hotmail.com

<https://orcid.org/0000-0002-1102-7511>

Paúl Arcesio Salazar-Castillo ^V

psalazar@istmbr.edu.ec

<https://orcid.org/0009-0000-3009-1837>

Correspondencia: smontoya@istmbr.edu.ec

Ciencias Técnicas y Aplicadas
Artículo de Investigación

*** Recibido:** 05 agosto de 2025 ***Aceptado:** 28 de septiembre de 2025 *** Publicado:** 30 de octubre de 2025

- I. Ingeniero Automotriz – Instituto Superior Tecnológico Martha Bucaram de Roldós – Ecuador, Magister en Docencia Superior – Universidad Latina de Panamá, Panamá.
- II. Ingeniero Mecánico – Instituto Superior Tecnológico Martha Bucaram de Roldós – Ecuador, Máster en Docencia Universitaria – Universidad Internacional Iberoamericana – México UNINI, México.
- III. Ingeniero Mecánico – Instituto Superior Tecnológico Martha Bucaram de Roldós – Ecuador, Candidato a Magister en Gestión de Proyectos – Universidad Estatal de Milagro UNEMI – México.
- IV. Ingeniero Automotriz – Instituto Superior Tecnológico Martha Bucaram de Roldós – Ecuador, Candidato a Magister en Producción y Operaciones Industriales - Universidad Técnica Particular de Loja UTPL, Ecuador. Ingeniero en Mecatrónica – Instituto Superior Tecnológico Martha Bucaram de Roldós – Ecuador.
- V. Magister en Electrónica y Automatización con mención Control de Procesos - Universidad de Técnica de Ambato, Ecuador.

Resumen

Este estudio evalúa la eficiencia y los costos operativos de vehículos L1 (eléctricos) y L3 (de combustión interna) en el "Instituto Tecnológico Superior Martha Bucaram de Roldós". Los resultados muestran que los vehículos L1 tienen un coste por kilómetro significativamente menor (0,0013–0,0032) en comparación con los vehículos L3 (0,44–2,36) debido a su eficiencia energética y a los menores costes de electricidad. Sin embargo, los vehículos L3 superan a los vehículos L1 en velocidad máxima, autonomía y potencia, reduciendo los tiempos de viaje y haciéndolos ideales para viajes de larga distancia y alta demanda. En contraste, los vehículos L1 son más lentos pero ideales para viajes urbanos y cortos, contribuyendo a la sostenibilidad y a la reducción de emisiones. En conclusión, para maximizar la eficiencia y el rendimiento, una combinación contextual de ambas tecnologías es más efectiva, siendo preferible la L1 en entornos urbanos y la L3 durante trayectos mecánicos prolongados o de alta exigencia.

Palabras clave: Movilidad sostenible; vehículos eléctricos; combustión interna; costo por kilómetro; eficiencia energética.

Abstract

This study evaluates the efficiency and operating costs of L1 (electric) and L3 (internal combustion) vehicles at the Martha Bucaram de Roldós Higher Technological Institute. The results show that L1 vehicles have a significantly lower cost per kilometer (0.0013–0.0032) compared to L3 vehicles (0.44–2.36) due to their energy efficiency and lower electricity costs. However, L3 vehicles outperform L1 vehicles in top speed, range, and power, reducing travel times and making them ideal for long-distance and high-demand journeys. In contrast, L1 vehicles are slower but ideal for short urban trips, contributing to sustainability and emissions reduction. In conclusion, to maximize efficiency and performance, a contextual combination of both technologies is most effective, with L1 being preferable in urban environments and L3 during long or demanding mechanical journeys.

Keywords: Sustainable mobility; electric vehicles; internal combustion; cost per kilometer; energy efficiency.

Resumo

Este estudo avalia a eficiência e os custos operacionais dos veículos L1 (elétricos) e L3 (combustão interna) no Instituto Superior Tecnológico Martha Bucaram de Roldós. Os resultados mostram que os veículos L1 apresentam um custo por quilómetro significativamente mais baixo (0,0013–0,0032) em comparação com os veículos L3 (0,44–2,36), devido à sua maior eficiência energética e aos menores custos de eletricidade. No entanto, os veículos L3 superam os veículos L1 em velocidade máxima, autonomia e potência, reduzindo o tempo de viagem e tornando-os ideais para percursos de longa distância e de elevada procura. Em contrapartida, os veículos L1 são mais lentos, mas ideais para viagens urbanas curtas, contribuindo para a sustentabilidade e para a redução das emissões. Em conclusão, para maximizar a eficiência e o desempenho, uma combinação contextual de ambas as tecnologias é mais eficaz, sendo o L1 preferível em ambientes urbanos e o L3 durante percursos longos ou exigentes.

Palavras-chave: Mobilidade sustentável; veículos elétricos; combustão interna; custo por quilómetro; eficiência energética.

Introducción

Principalmente, los empleados y estudiantes del ISTMBR son transportados utilizando motocicletas y vehículos de gasolina. Sin embargo, con el "creciente interés en la movilidad sostenible y la reducción de emisiones, hay preocupaciones respecto a la viabilidad económica del uso de vehículos eléctricos en comparación con los vehículos de gasolina". Existe una falta de investigación integral específica a las circunstancias del ISTMBR, abarcando la compra, mantenimiento, consumo de energía, precios de gasolina y eléctricos, así como la depreciación del vehículo, a pesar de la investigación general sobre los costos operativos y las ventajas ambientales. El objetivo de la investigación es "determinar el costo de adquisición, operación, mantenimiento, y vida útil de los vehículos de movilidad eléctrica y de combustión interna en el ISTMBR, para evaluar la viabilidad económica de ambos en los automóviles de las categorías L1 y L3, busca identificar la alternativa más económica considerando de manera práctica condiciones reales de empleo".

El contexto de la movilidad sostenible se refiere a un campo interdisciplinario que estudia la implementación de políticas medioambientales en el transporte urbano, con el fin de satisfacer las

demandas climáticas existentes en urbes de gran aglomeración y emisión de gases de efecto invernadero, como grandes urbes y megápolis (Olivares et al., 2022).

Según "la Agencia Internacional de Energía alrededor del 24% de las emisiones globales de CO₂ se originan en el sector del transporte". Esto abarca coches, camiones, aviones y embarcaciones, todos esenciales para la economía mundial pero dañinos para el entorno natural; los automóviles son un importante origen de contaminación atmosférica en las ciudades, dado que emiten dióxido de nitrógeno y partículas que perjudican la salud respiratoria de millones de individuos. Las proyecciones de la "Organización Mundial de la Salud" señalan que la contaminación atmosférica provoca aproximadamente 7 millones de fallecimientos prematuras anuales (López, 2023).

En Ecuador mediante el "Viceministerio de Electricidad y la Subsecretaría de Distribución y Comercialización de Energía Eléctrica, el Ministerio de Energía y Minas" trabaja de manera constante para promover programas de acción orientados a fortalecer el "Plan Nacional de Eficiencia Energética 2016 -2035 y promover la electromovilidad en el país". El propósito principal es contribuir con la protección del medio ambiente y la salud, optimizar el transporte y progresar en el proceso de energía eólica (Ministerio de Energía y Minas, 2023).

Esto muestra que es necesario considerar otras opciones, tales como los automóviles eléctricos en comparación con los de combustión interna, suponen un cambio de enfoque tanto en su impacto al medioambiente como en su costo de implementación (Galati et al., 2023).

En la Unión Europea, los vehículos se categorizan de acuerdo a las regulaciones CEPE, establecidas por:

"Normativa (UE) N° 168/2013 emitida por el Parlamento Europeo y el Consejo el 15 de enero de 2013, en relación con la homologación y supervisión del mercado de los vehículos de dos o tres ruedas y los scooters".

"La Directiva 2007/46/CE, emitida por el Parlamento Europeo y el Consejo el 5 de septiembre de 2007, establece un marco para la homologación de vehículos motorizados y remolques, así como de sistemas, elementos y unidades tecnológicas independientes diseñados para estos vehículos" (European Alternative Fuels Observatory, 2022).

Por lo que estas según la categorización delimitada por vehículos L1 Y L3 son:

L1; "Auto de dos ruedas que, en el caso de un motor térmico, su cilindrada no supere los 50 cm³ y, sin importar el medio de propulsión, su velocidad máxima de producción no supere los 50 km/h".

L3; Auto de dos ruedas con una cilindrada superior a 50 cm³ si se utiliza un motor térmico o cualquier otro medio de propulsión que la velocidad máxima de fabricación supera los 50 km/h (European Alternative Fuels Observatory, 2022).

Según "la clasificación internacional de vehículos, dentro de la categoría L, L1 se define como un scooter de motor de dos ruedas con una velocidad máxima de 50 km/h, un vehículo de dos ruedas con una cilindrada de motor" que no excede los 50 cc (o salida nominal continua ≤ 4 kW en motores eléctricos), y L3 como motocicletas que superan esos límites (Soca, 2022).

En entornos urbanos y suburbanos, ambos tipos se utilizan ampliamente por razones como su relativamente bajo costo de compra y mantenimiento, así como su maniobrabilidad; la cual investiga cómo la configuración del vehículo, así como los sistemas regenerativos de una o dos ruedas, así como diferentes perfiles de conducción, impactan el consumo de energía y el rendimiento real de las motocicletas eléctricas (Niccolai et al., 2024).

A pesar de estas similitudes, el consumo energético, la autonomía, la capacidad de carga y la velocidad son aspectos en los que difieren significativamente, lo que las hace relevantes de comparar y que motivó esta evaluación comparativa en el desempeño ambiental (huella de carbono, consumo de energía primaria, daños ambientales) de servicios de micro-movilidad compartida (e-bicis, e-scooters, e-mopeds) versus alternativas privadas en la ciudad de París, utilizando evaluación del ciclo de vida (LCA) (De Bortoli, 2021).

Este análisis servirá para identificar qué opción resulta ser la más efectiva y la más económica para viajes recurrentes bajo las mismas circunstancias, brindando información concreta para el proceso de planeación a nivel institucional; entendiendo que se trata de un estudio que evalúa el impacto que podrían tener las motocicletas eléctricas, y en especial las que cuentan con mecanismos de cambio de baterías, en la reducción de emisión de CO₂ y en la posterior descarbonización de la sociedad (Charoen et al., 2023).

"Consumo energético se refiere a la suma total de energía requerida para un proceso específico", y se expresa en kilovatios hora (kWh). Esto abarca el desembolso de energía eléctrica, gas, gasoil y biomasa (Franco et al., 2024).

La comparación de consumos energéticos y eficiencias son:

Tabla 1. Comparación de consumos energéticos de los vehículos L1 vs L3.

Criterio	L1 eléctrico	L1 Combustión	L3 eléctrico	L3 Combustión
Fuente de energía	Batería: ion de litio, plomo-ácido o LiFePO ₄	Gasolina o una mezcla de aceite y gasolina (2T)	Batería: ion de litio de mayor capacidad.	Gasolina (2T o 4T)
Consumo típico	0,025 - 0,035 kWh/km	1,8 - 2,5 L/100 km (aproximadamente 40 - 55 km/L)	0,035 - 0,045 kWh/km	3,5 - 5,0 L/100 km (aproximadamente 20 - 28 km/L).
Costo por kilómetro en Ecuador	\$ 0,005–0,007 (0,10 \$/kWh)	\$ 0,05–0,07 (margen de gasolina a 2,40 \$ por galón)	\$0,007–0,009	\$ 0,12–0,17
Eficiencia energética	85-92%	20 – 30%	85 – 92%	25 – 35%
Promedio de autonomía	50 a 70 km por carga	150 a 200 km por tanque	70 a 120 km por carga.	180 a 250 km por tanque
Periodo de llenado/Tiempo de carga	4–8 horas para carga lenta, 1–2 horas para carga rápida	2–3 minutos	5–10 horas para carga lenta, 1–3 horas para carga rápida	3–4 minutos
Mantenimiento	Mínimo (sin aceite ni filtro revisados)	Moderado (cambio de aceite, bujías y filtros de aceite)	Mínimo	Moderado a alto
Emisión directa	0 g de CO ₂ /km	45–60 g de CO ₂ /km	0 g de CO ₂ /km	90–130 g de CO ₂ /km.
Niveles de ruido	Ruido muy bajo (< 55 dB)	Ruido alto (65–80 dB)	Muy bajo	Alto
Ventaja principal	Bajos costos relacionados con la operación y cero emisiones directas	Mayor rapidez y agilidad en el proceso de repostaje	Más potencia y velocidad manteniendo cero emisiones	Mayor autonomía y potencia
Desventajas principales	Requiere dependencia de estaciones de carga e infraestructura de carga, la autonomía del vehículo es inferior a la de un vehículo de combustión	Energía consumida y la/s emisión/ en su ciclo de vida- su vida útil	Mayor peso de las baterías comparado a su energía	Elevado consumo y emisión del CO ₂ en su ciclo de vida-vida útil

Fuente:. (Jondra et al., 2021; Po et al., 2019; Niccolai et al., 2025).

Entre las más principales normativas y políticas a emplear son:

1. "LOEE - Ley Orgánica de Eficiencia Energética (2019); por lo que dice que esta Ley busca definir el marco jurídico y el sistema de operación del Sistema Nacional de Eficiencia Energética - SNEE, y fomentar el uso eficaz, lógico y sostenible de la energía en todas sus manifestaciones, con el objetivo de aumentar la seguridad energética del país; al ser más eficaz, incrementar la productividad energética, impulsar la competitividad de la economía nacional, crear una cultura de sostenibilidad ambiental y eficiencia energética, y colaborar en la mitigación".
2. "El Reglamento General de la Ley Orgánica de Eficiencia Energética - RLOEE Reglamento LOEE (2024), permite elaborar y organizar la legislación requerida para poner en práctica lo establecido en la Ley Orgánica de Eficiencia Energética -LOEE-, respetando además de los principios establecidos en ella, los principios constitucionales de accesibilidad, continuidad, calidad, eficiencia y participación; asegurando la transparencia en todas sus fases y procedimientos".

La importancia en entornos académicos que tiene el "Instituto Superior Tecnológico Martha Bucaram de Roldós (2020), son en la provincia de Sucumbíos es un centro educativo vocacional y tecnológico que tiene un flujo constante de estudiantes y personal que debe moverse dentro y fuera del centro". La introducción de soluciones de transporte efectivas podría hacer más eficientes y sostenibles la optimización de recursos, la reducción de costos operativos e, incluso, la huella ecológica de la institución. Además, el ISTMBR puede servir como un laboratorio experimental en un estudio de referencia de tecnologías de transporte, recopilando datos que serán útiles más allá de la comunidad educativa y aplicables en otras situaciones similares. Este estudio tiene como objetivo proporcionar información que respalde la adopción de soluciones de transporte que cumplan con el equilibrio deseado de costo, eficiencia e impacto ecológico.

Metodología

El enfoque principal de esta publicación es estudiar y comparar los costos de movilidad que se derivan del consumo de energía eléctrica y combustible en motocicletas L1 y L3, en función del consumo, distancias recorridas, y costos por kilómetro. Para ello, se adopta un diseño de investigación comparativo y cuantitativo. El enfoque comparativo permite determinar las

diferencias de desempeño económico de los dos tipos de motocicletas, en tanto que el enfoque cuantitativo garantiza el procesamiento estadístico y objetivo de los datos recolectados.

La investigación se llevaría a cabo en el "Instituto Superior Tecnológico Martha Bucaram de Roldós (ISTMBR)" ubicado en Nueva Loja, provincia de Sucumbíos, Ecuador. El período de análisis se inició entre abril y junio de 2025 para tener un marco temporal que permita realizar múltiples mediciones dentro de un período de tiempo establecido y bajo condiciones climáticas insustanciales y relativamente moderadas y estables para reducir el impacto de variables externas. Para este análisis, se optaría por dos categorías representativas de vehículos. El primer conjunto de vehículos incluiría motocicletas de la clasificación L3 de marcas y cilindradas variadas, como la Yamaha FZ-150, Apache RTR 160, Zongshen ZS150-46, Honda Dio, Pulsar NS125 y Pulsar NS200. El segundo grupo de vehículos incluiría motos de clasificación L1, que son de fabricación nacional como: Scooter Yadea, Scooter Tundra Volt, Ranger Scooter 9207, Scooter Urvane, Scooter Massimo Raven y Scooter Liberty. Las características técnicas de cada vehículo, que incluyen el año de fabricación, velocidad máxima, potencia, capacidad del tanque o batería, y el tiempo de carga, fueron obtenidas de sus fichas técnicas oficiales y mediciones realizadas en condiciones de laboratorio.

El procedimiento para estimar los costos operativos se divide en dos fases. Para los vehículos de combustión interna, el consumo de combustible se registra en litros, los cuales se anotan como pagados al precio promedio en Ecuador para el GALÓN EXTRA en el año 2025 de USD 2.46 por galón. Puerto Rico es conocido por sus vehículos de combustión, ya que los vehículos eléctricos son bastante poco comunes y también son conocidos por sus coches diésel. Para los vehículos eléctricos, se registra la capacidad de energía de la batería en kilovatios-hora (kWh) y la duración de la carga. El consumo de energía durante la carga se determina multiplicando el tiempo de carga por la tarifa promedio de electricidad del país de 10 centavos de dólar por kilovatio. Para facilitar comparaciones directas, el consumo de los vehículos eléctricos también se normalizaría a la economía de combustible por distancia recorrida.

Las fórmulas a aplicar serían:

- a) Para las motocicletas empleadas con combustión interna son:

$$\text{Costo por km} = \frac{\text{Consumo (L)}}{\text{Distancia (km)}} \times \text{Precio de gasolina } \left(\frac{\$}{L} \right)$$

b) Para las motocicletas empleadas como carga eléctrica son:

$$\text{Costo por km} = \frac{\text{Capacidad de batería (kWh)}}{\text{Autonomía (km)}} \times \text{Precio de electricidad } \left(\frac{\$}{\text{kWh}} \right)$$

El análisis y procesamiento de datos se realiza utilizando Microsoft Excel para la entrada de datos, el cálculo de promedios y la elaboración de gráficos comparativos. Además, se utilizarían algunas herramientas de análisis estadístico para definir las diferencias significativas entre las dos tecnologías de movilidad para determinar con precisión cuál de las dos tiene un costo operativo más bajo por kilómetro.

Resultados

Se da mediante una muestra representativa de motocicletas de tipo L1 y L3, tanto eléctricas como de combustión interna, según el inventario disponible y las fichas técnicas recolectadas. Luego, se definirían condiciones controladas de prueba, estableciendo rutas que simulan el uso cotidiano en ambientes urbanos y periurbanos de la localidad. Durante las pruebas se monitorearían el gasto en energía eléctrica de los vehículos en kilovatios hora (kWh) y el gasto en litros de combustible de los vehículos de combustión interna.

El primer conjunto de vehículos incluiría motocicletas de modelos que son:

1. Yamaha FZ-150
2. Apache RTR 160
3. Zongshen ZS150-46
4. Honda Dio
5. Pulsar NS125
6. Pulsar NS200

Tabla 2. Vehículos de combustión interna (L3 – Gasolina)

Características	1	2	3	4	5	6
Año	2014	2022	2021	2022	2023	2014
Vel. (km/h)	115	115	95	90	125	135
Potencia	13 hp	14 hp	15 hp	5.9 kW	11.2 cv	23.5 hp
Capacidad de tanque	12 lt	16 lt	15 lt	5.5 lt	10.5 lt	12 lt
Cilindraje	199	199	124	160	150	150

Batería	Plomo Acido 12 V					
Distancia (km)	3.4	5.6	6.8	8.4	4.5	6.1
Tanque lleno / Medio tanque						
Tiempo de recorrido (min) a Vel. 90 km/h	2.27	3.73	4.53	5.60	3.00	4.07
Tiempo de recoorido (min) a Vel. 60 km/h	3.40	5.60	6.80	8.40	4.50	6.10
Tiempo de recoorido (min) a Vel. 50 km/h	4.08	6.72	8.16	10.08	5.40	7.32
Tiempo de recoorido (min) a Vel. 40 km/h	5.10	8.40	10.20	12.60	6.75	9.15
Tiempo de recoorido (min) a Vel. 30 km/h	6.80	11.20	13.60	16.80	9.00	12.20
Tiempo de recoorido (min) a Vel. 20 km/h	10.20	16.80	20.40	25.20	13.50	18.30
Tiempo de recoorido (min) a Vel. 15 km/h	13.60	22.40	27.20	33.60	18.00	24.40

El segundo grupo de vehículos incluiría motocicletas de los modelos que son:

1. Scooter Yadea
2. Scooter Tundra Volt
3. Ranger Scooter 9207
4. Scooter Urvane
5. Scooter Massimo Raven
6. Scooter Liberty.

Tabla 3. Vehículos eléctricos (L1 – Eléctricos)

Características	1	2	3	4	5	6
Año	2021	2021	2022	2022	2021	2020
Vel. Máx. (km/h)	45	45	40	50	50	70
Potencia (Watts)	500	500	500	500	500	1500
Tiempo de carga (h)	8	8	8	8	8	6
Carga Máxima (kg)	125	120	125	150	150	150
Autonomía (km)	40	40	40	40	50	50
Voltaje	48	48	48	48	48	72
Distancia (km)	3.4	5.6	6.8	8.4	4.5	6.1
Consumo (Amp)	10.42	10.42	10.42	10.42	10.42	20.83
Carga Máxima						

Tiempo de recorrido (min) a Vel. Máx	4.53	7.47	10.20	10.08	5.40	5.23
Tiempo de recorrido (min) a Vel. Media	6.80	11.20	13.60	16.80	9.00	12.20
Media Carga						
Tiempo de recorrido (min) a Vel. Máx	5.83	9.60	11.66	14.40	7.71	10.46
Tiempo de recorrido (min) a Vel. Media	8.16	13.44	16.32	20.16	10.80	14.64
Baja Carga						
Tiempo de recorrido (min) a Vel. Máx	Descargado					24.40
Tiempo de recorrido (min) a Vel. Media	13.60	22.40	27.20	33.60	18.00	36.60

Por lo que la comparación de tiempos máximos de los vehículos de categorías L1 vs L3 son:

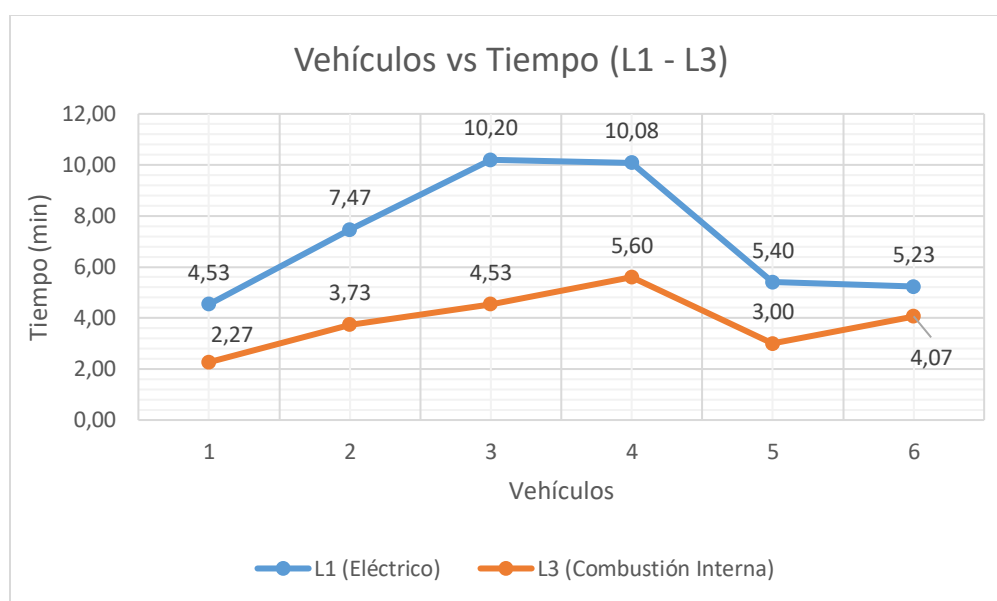


Figura 1. Tiempos Máximos de la categoría de los Vehículos L1 vs L3

La Figura 1, compara el tiempo de viaje (en minutos) de seis vehículos de dos grupos: L1 (eléctrico) y L3 (combustión interna), para una distancia fija. En la serie L1 (eléctrico), los valores de tiempo varían desde un mínimo de 4.53 minutos hasta un máximo de 10.20 minutos, alcanzando su punto máximo en el vehículo 3, mientras que en L3 el rango es más estrecho, de 2.27 minutos a 5.60 minutos, siendo el vehículo 4 el más lento de su grupo. Los máximos de L1 podrían verse como el resultado de mayores limitaciones de energía eléctrica, en términos de caballos de fuerza, autonomía y velocidad máxima, mientras que los vehículos L3 hacen un mejor uso de la energía disponible, logrando una velocidad sostenida mayor. No obstante, la ventaja en el tiempo general

de los L3 en una evaluación holística podría verse contrarrestada por los menores costos operativos de los vehículos eléctricos y su menor impacto ambiental.

Además, los L1, a pesar de que su tiempo de recorrido es más lento, resultan ser más económicos y su impacto también es menor, convirtiéndolos en una alternativa más sostenible en el mediano y largo plazo. Tomando en conjunto, los resultados más evidentes son que la selección entre L1 y L3 radica en las preferencias que tenga el usuario o la institución: en caso que la atención y resultados precisos sean la meta, el L3 es la mejor opción. Pero si se desea el menor costo posible y se busca cuidar el medio ambiente, el L1 es más atractivo.

Por lo que se tiene que los vehículos que funcionan a combustión interna son:

Tabla 4. Costo por km de vehículos de combustión interna (L3 – Gasolina)

Modelo	Tanque (L)	Distancia (km)	Precio de gasolina (\$/L)	Costo por km (\$/km)
Yamaha FZ-150	12	3.4	0.67	2.36
Apache RTR 160	16	5.6	0.67	1.91
Zongshen ZS150-46	15	6.8	0.67	1.48
Honda Dio	5.5	8.4	0.67	0.44
Pulsar NS125	10.5	4.5	0.67	1.56
Pulsar NS200	12	6.1	0.67	1.32

Teniendo presente que el costo por galón es de 2.53\$ convertido en litros es:

$$1 \text{ lt} = 0.264172 \text{ gal}$$

Como se requiere determinar el costo de combustible en litros este es:

$$2.53 \frac{\$}{\text{gal}} \times \frac{0.264172 \text{ gal}}{1 \text{ lt}} = 0.67 \frac{\$}{\text{lt}}$$

Por lo que la energía de la batería se calcula de la siguiente manera que es:

$$kWh = \frac{\text{Voltaje (V)} \times \text{Capacidad (Ah)}}{1000}$$

Mientras que en vehículos eléctricos el costo por km (\$/km) son:

Tabla 5. Energía por carga (kWh) por km de vehículos eléctricos (L1 – Eléctricos)

Modelo	Voltaje (V)	Capacidad (Ah)	Energía por carga (kWh)
Scooter Yadea	48	12	0.576
Scooter Tundra Volt	48	12	0.576
Ranger Scooter 9207	48	12	0.576
Scooter Urvane	48	12	0.576
Scooter Massimo Raven	48	20	0.960
Scooter Liberty.	72	25	1.800

Una vez obtenido la energía por carga (kWh), el costo por carga (\$/kWh) es:

$$\text{Costo por carga} = \text{Energía por carga (kWh)} \times \text{Tarifa} \left(\frac{\$}{\text{kWh}} \right)$$

Tabla 6. Costo por carga (\$) de vehículos eléctricos (L1 – Eléctricos)

Modelo	Energía por carga (kWh)	Tarifa de electricidad (\$/kWh)	Costo por carga (\$)
Scooter Yadea	0.576	0.09	0.0518
Scooter Tundra Volt	0.576	0.09	0.0518
Ranger Scooter 9207	0.576	0.09	0.0518
Scooter Urvane	0.576	0.09	0.0518
Scooter Massimo Raven	0.960	0.09	0.0864
Scooter Liberty.	1.800	0.09	0.1620

Una vez obtenido el costo por carga (\$), el costo por km (\$/km) es:

$$\text{Costo por km} = \frac{\text{Costo por carga} (\$)}{\text{Autonomía (km)}}$$

Tabla 7. Costo por km (\$/km) de vehículos eléctricos (L1 – Eléctricos)

Modelo	Costo por carga (\$)	Autonomía (km)	Costo por km (\$/km)
Scooter Yadea	0.0518	40	0.0013
Scooter Tundra Volt	0.0518	40	0.0013
Ranger Scooter 9207	0.0518	40	0.0013
Scooter Urvane	0.0518	40	0.0013
Scooter Massimo Raven	0.0864	50	0.0017
Scooter Liberty.	0.1620	50	0.0032

Por lo que la comparación de costos por km es:

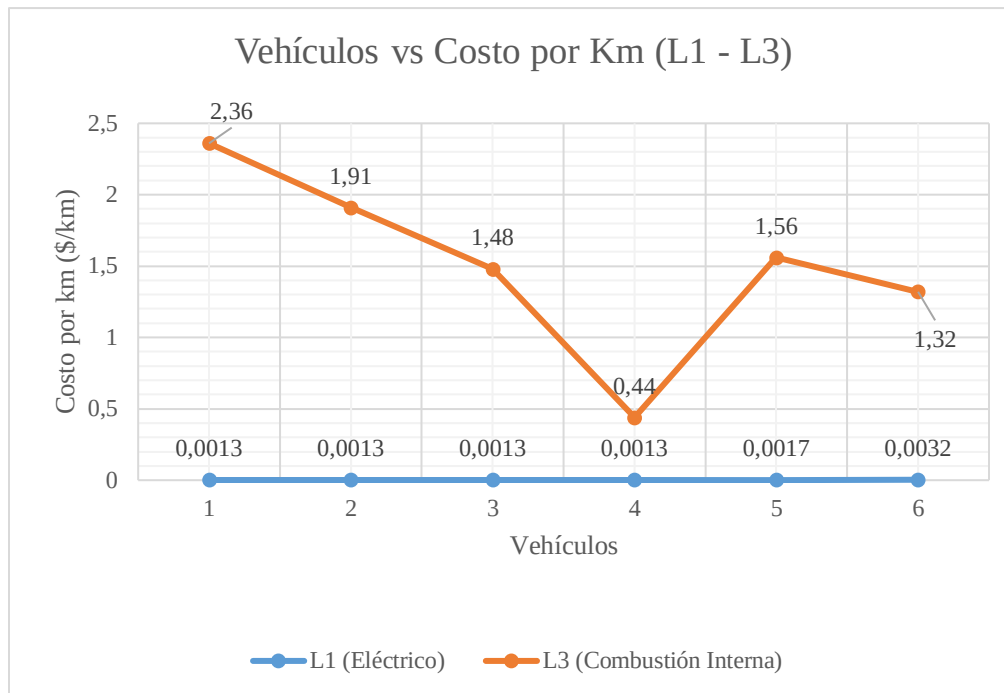


Figura 2. Costos por km de la categoría de los Vehículos L1 vs L3

Como se demuestra en la figura 2, hay una diferencia significativa en el costo por kilómetro (\$/km) para los vehículos L1 (eléctricos) y L3 (de combustión interna). Los vehículos eléctricos L1 exhiben valores prácticamente constantes y extremadamente bajos, que oscilan entre \$0.0013 y \$0.0032\$/km, demostrando su notable eficiencia económica en términos de consumo de energía. En contraste, los vehículos L3 incurren en costos por kilómetro significativamente más altos en el rango de \$0.44 a \$2.36\$/km, lo que refleja el impacto de los precios del combustible y la eficiencia de cada modelo.

La variabilidad observada para los vehículos L3 sugiere que parámetros como la cilindrada del motor, la capacidad del tanque de combustible y la eficiencia del motor impactan directamente en el costo por kilómetro. Sin embargo, para el L1, la homogeneidad observada es el resultado de las similitudes tecnológicas y de utilización energética de sus baterías.

Discusión

Los hallazgos indican que los vehículos eléctricos L1 tienen mayores tiempos de viaje máximos que los vehículos de combustión interna L3 en la mayoría de los casos evaluados. Las unidades 3 y 4 mostraron diferencias particularmente grandes (10.20 y 10.08 minutos en comparación con

4.53 y 5.60 minutos para L3). Estos resultados demuestran que, bajo las condiciones de prueba dadas, los L3 tienen un rendimiento temporal más bajo, más consistente y menos variable. En contraste de la investigación efectuado por König et al. (2021) dicen que El desempeño de los vehículos eléctricos a batería (BEV) se distribuye en una serie de ordenadores técnicos, tales como: la administración de calor, la energía del sistema propulsor, el peso del vehículo, y la propulsión. La batería, como parte del sistema con el mayor coste, influye en la autonomía y la capacidad de mantener velocidades constantes en trayectos largos. La mayor masa de los BEV puede esgrimir la mayor duración en los L1, en especial en situaciones con subir pendientes o donde se requiera aceleración. La optimización de la energía eléctrica todavía se puede mejorar y los BEV muestran una composición de costes radicalmente distinta a la de los ICEV.

Se observa además una diferencia significativa en el costo por kilómetro en las dos categorías analizadas. Los Vehículos Eléctricos L1 tienen un costo casi constante que es bastante bajo (0.0013–0.0032 \$/km), en contraste con los Vehículos de Combustión Interna L3 que tienen un amplio rango de costos (0.44–2.36 \$/km). Esta diferencia resalta la ventaja operativa de la movilidad eléctrica con respecto al costo directo incurrido por la distancia recorrida. En contraste dada por la investigación definida por Korzilius et al. (2021) indican que al considerar el scooter eléctrico y ciclomotores, el Costo Total de Propiedad (TCO) incluye gasto en energía, adquisición, motores y el control operativo. La minimización del TCO se logra con contracción del tamaño y masa del vehículo considerando algoritmos de programación cónica de segundo orden (SOCP). Algunos aspectos como el relieve del terreno dan soporte al diseño óptimo y su eficiencia.

Conclusión

El estudio realizado nos permite evaluar de manera integral la comparación entre vehículos de tipo L1 (eléctricos) y L3 (motor de combustión) en términos de costo por kilómetro recorrido, tiempo de viaje y sus características técnicas. Los hallazgos demuestran que los vehículos L1, impulsados por motores eléctricos, tienen un costo operativo extremadamente bajo de aproximadamente \$0.0001 por kilómetro, lo que los convierte en una alternativa económicamente rentable. Esta ventaja surge en gran medida del mayor costo de la electricidad en relación con los combustibles fósiles, así como de la alta eficiencia de conversión de energía de los motores eléctricos, ambos factores que reducen considerablemente los costos operativos.

Los vehículos L3, por otro lado, tienen un costo por kilómetro significativamente más alto en el rango de \$0.44 a \$2.36, "lo que refleja el efecto del precio de la gasolina y la eficiencia energética de los motores de combustión interna". A pesar de estos mayores costos, los vehículos L3 son capaces de proporcionar ventajas considerables en autonomía, velocidad máxima y potencia. Así, los vehículos L3 son más apropiados para viajes largos, condiciones de alto estrés mecánico y situaciones sensibles al tiempo.

A modo de comparación, por desempeño, los vehículos eléctricos de clase L1 sufren una limitación en su uso para rutas de larga distancia y de alta velocidad, L3 los supera en velocidad máxima por sus L3. No obstante, para el contexto urbano o institucional, como el del IST Martha Bucaram de Roldós, donde los desplazamientos son breves y frecuentes, L1 son los vehículos más sostenibles, económicos y que menos emisiones contaminantes generan.

El uso de un vehículo L1 o L3 se debe elegir según el contexto y con propósitos específicos en consideración: L1 se ajustan mejor a la función de movilidad en el desplazamiento, L3 continuando la funcionalidad en actividades de velocidad, autonomía y flexibilidad de operación. La combinación estratégica de las dos tecnologías, en ciertas condiciones, puede maximizar la eficiencia económica y el desempeño global del sistema de movilidad.

Referencias

1. Charoen, P., Nantasaksiri, K., Ruangjirakit, K., & Laoonual, Y. (2023). Energy consumption and carbon emission assessment of battery swapping systems for electric motorcycle. *Heliyon*, 9(12), e22887. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2023.e22887>
2. De Bortoli, A. (2021). Environmental performance of shared micromobility and personal alternatives using integrated modal LCA. *Transportation Research Part D: Transport and Environment*, 93, 1-56. <https://doi.org/10.1016/j.trd.2021.102743>
3. European Alternative Fuels Observatory. (2022). EU classification of vehicle types – European Alternative Fuels Observatory [Página institucional informativa]. General information | European Alternative Fuels Observatory. https://alternative-fuels-observatory.ec.europa.eu/general-information/vehicle-types?utm_source=chatgpt.com
4. Franco, F., Intriago, M., Rodríguez, C., & Pico, G. (2024). Optimización del consumo energético mediante el desplazamiento de cargas sub estación Santa Clara de Manta-Ecuador. *Revista Científica*, 7(13), 183-201.

5. Galati, A., Adamashvili, N., & Crescimanno, M. (2023). A feasibility analysis on adopting electric vehicles in the short food supply chain based on GHG emissions and economic costs estimations. *Sustainable Production and Consumption*, 36, 49-61. <https://doi.org/10.1016/j.spc.2023.01.001>
6. Instituto Superior Tecnológico Martha Bucaram de Roldós. (2020). Investigación – Instituto Superior Tecnológico Martha Bucaram de Roldós [Página institucional de investigación]. Instituto Superior Tecnológico Martha Bucaram de Roldós – Investigación. <https://acortar.link/QW6Dnh>
7. Jondra, I., Sunaya, I., Arka, I., Parti, I., Sudiartha, I., & Widharma, I. (2021). The Performance of Electric Vehicles Converted from Combustion Motorcycles: Proceedings of the 4th International Conference on Applied Science and Technology on Engineering Science, 451-457. <https://doi.org/10.5220/0010947400003260>
8. König, A., Nicoletti, L., Schröder, D., Wolff, S., Waclaw, A., & Lienkamp, M. (2021). An Overview of Parameter and Cost for Battery Electric Vehicles. *World Electric Vehicle Journal*, 12(1), 21. <https://doi.org/10.3390/wevj12010021>
9. Korzilius, O., Borsboom, O., Hofman, T., & Salazar, M. (2021). Optimal Design of Electric Micromobility Vehicles (arXiv:2104.10155). arXiv. <https://doi.org/10.48550/arXiv.2104.10155>
10. Ley Orgánica de Eficiencia Energética, Pub. L. No. Registro Oficial Suplemento 449, 1 (2019). Publicada en el Registro Oficial Suplemento 449 de 19 de marzo de 2019. chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/https://www.rekursosyenergia.gob.ec/wp-content/uploads/2022/12/20190319-S_R_O_449_19_MARZO_LEY-ORGANICA-DE-EFICIENCIA-ENERGETICA.pdf?utm_source=chatgpt.com
11. López, T. (2023, noviembre 26). Día Mundial del Transporte Sostenible [Entrada de blog]. EcoAvant. <https://acortar.link/nXpYpQ>
12. Ministerio de Energía y Minas. (2023, abril 28). Ministerio de Energía y Minas desarrolló taller de movilidad sostenible en el sector eléctrico [Boletín de prensa / Entrada de blog institucional]. Ministerio de Energía y Minas (sitio web oficial). <https://acortar.link/Lqqnsn>

13. Niccolai, A., Berzi, L., Barone, F., & Baldanzini, N. (2024). Analysis of Energy Consumption for electric motorcycles depending on vehicle configuration and driving cycles. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 1306(1), 1-10.
<https://doi.org/10.1088/1757-899X/1306/1/012032>
14. Niccolai, A., Clemente, M., Hofman, T., & Baldanzini, N. (2025). Two-wheel-driven Electric Superbike Powertrain Optimization (arXiv:2503.23984). *arXiv*.
<https://doi.org/10.48550/arXiv.2503.23984>
15. Olivares, J., Hernández, C., & Jiménez, L. (2022). Movilidad urbana sostenible, una alternativa para la contaminación atmosférica en el Área Metropolitana de Guadalajara. *Nóesis. Revista de Ciencias Sociales*, 31(62), 108-130.
<https://doi.org/10.20983/noesis.2022.2.7>
16. Po, C., Da, S., Cheng, Y., & Huang, D. (2019). Development of a Hybrid Electric Motorcycle that Accords Energy Efficiency and Controllability via an Inverse Differential Gear and Power Mode Switching Control. *Applied Sciences*, 9(9), 1787.
<https://doi.org/10.3390/app9091787>
17. Reglamento General de la Ley Orgánica de Eficiencia Energética, Pub. L. No. Se publica como Reglamento general complementario; aparece en Registro Oficial No 537, 11 (2024). Publicado en Registro Oficial No 537, complementa la LOEE chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/https://arconel.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2024/07/REGLAMENTO_GENERAL_DE_LA_LEY_ORGANICA_DE_EFICIENCIA_ENERGETICA.pdf
18. Soca, J. (2022). Apunte—Clasificación de automóviles. Universidad Autónoma Chapingo, 1-29.