

Maestría en

GESTIÓN DEL TRANSPORTE
MENTIÓN EN TRÁFICO, MOVILIDAD Y SEGURIDAD VIAL

Trabajo de investigación previo a la obtención del título de
Magíster en Gestión del Transporte con Mención en Tráfico, Movilidad y Seguridad Vial

AUTORES:

Hugo Javier Bustamante Loja
Jorge Vinicio Bustos Zumba
Pablo Bolívar Cueva Vallejos
Lenin Stalin Guzmán Casquete
Yesenia Guillermina Serpa Bustamante

TUTORES:

Docente titulación
Francisco Garzón
Alberto Sánchez
Manuel Pérez Galera

Estudio de Factibilidad para la implementación de una empresa de movilidad sostenible E-carsharing con vehículos eléctricos en la ciudad de Cuenca

Quito, noviembre 2025

Certificación de Autoría

Nosotros, Hugo Javier Bustamante Loja, Jorge Vinicio Bustos Zumba, Pablo Bolívar Cueva Vallejos, Lenin Stalin Guzmán Casquete y Yesenia Guillermina Serpa Bustamante; declaramos bajo juramento que el trabajo aquí descrito es de nuestra autoría, que no ha sido presentado anteriormente para ningún grado o calificación profesional y que se ha consultado la bibliografía detallada.

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



Hugo Javier Bustamante Loja



Jorge Vinicio Bustos Zumba



Pablo Bolívar Cueva Vallejos



Lenin Stalin Guzmán Casquete



Yesenia Guillermina Serpa Bustamante

Nota sobre derechos de autor: Este trabajo y lo que a continuación se expone solo tiene una validez académica, quedando copia de éste en la biblioteca digital de UIDE y EIG. La distribución y uso de este trabajo por parte de alguno de sus autores con otros fines deberá ser informada a ambas Instituciones, a los directores del Máster y resto de autores, siendo responsable aquel que se atribuya dicha distribución.

AUTORIZACIÓN DE DERECHOS DE PROPIEDAD INTELECTUAL

Nosotros, Hugo Javier Bustamante Loja, Jorge Vinicio Bustos Zumba, Pablo Bolívar Cueva Vallejos, Lenin Stalin Guzmán Casquete y Yesenia Guillermina Serpa Bustamante, en calidad de autores del trabajo de investigación titulado *Estudio de Factibilidad para la implementación de una empresa de movilidad sostenible E-carsharing con vehículos eléctricos en la ciudad de Cuenca*, autorizamos a la Universidad Internacional del Ecuador (UIDE) para hacer uso de todos los contenidos que nos pertenecen o de parte de los que contiene esta obra, con fines estrictamente académicos o de investigación. Los derechos que como autores nos corresponden, lo establecido en los artículos 5, 6, 8, 19 y demás pertinentes de la Ley de Propiedad Intelectual y su Reglamento en Ecuador.

D. M. Quito, (Noviembre, 2025)



Firmado electrónicamente por:
**HUGO JAVIER
 BUSTAMANTE LOJA**
 Validar únicamente con FirmaEC

Hugo Javier Bustamante Loja



Firmado electrónicamente por:
**JORGE VINICIO
 BUSTOS ZUMBA**
 Validar únicamente con FirmaEC

Jorge Vinicio Bustos Zumba



Firmado electrónicamente por:
**PABLO BOLIVAR CUEVA
 VALLEJOS**
 Validar únicamente con FirmaEC

Pablo Bolívar Cueva Vallejos



Firmado electrónicamente por:
**LENIN STALIN GUZMAN
 CASQUETE**
 Validar únicamente con FirmaEC

Lenin Stalin Guzmán Casquete



Firmado electrónicamente por:
**YESENIA GUILLERMINA
 SERPA BUSTAMANTE**
 Validar únicamente con FirmaEC

Yesenia Guillermina Serpa Bustamante

Nota sobre derechos de autor: Este trabajo y lo que a continuación se expone solo tiene una validez académica, quedando copia de éste en la biblioteca digital de UIDE y EIG. La distribución y uso de este trabajo por parte de alguno de sus autores con otros fines deberá ser informada a ambas Instituciones, a los directores del Máster y resto de autores, siendo responsable aquel que se atribuya dicha distribución.

APROBACIÓN DE DIRECCIÓN Y COORDINACIÓN DEL PROGRAMA

Nosotros, **Alberto Sánchez y Pablo Ante**, declaramos que los graduados: Hugo Javier Bustamante Loja, Pablo Bolívar Cueva Vallejos, Jorge Vinicio Bustos Zumba, Lenin Stalin Guzmán Casquete y Yesenia Guillermina Serpa Bustamante son los autores exclusivos de la presente investigación y que ésta es original, auténtica y personal de ellos.

Alberto Sánchez
Director de la
Maestría en Gestión del Transporte

Pablo Ante
Coordinador/a de la
Maestría en Gestión del Transporte

Nota sobre derechos de autor: Este trabajo y lo que a continuación se expone solo tiene una validez académica, quedando copia de éste en la biblioteca digital de UIDE y EIG. La distribución y uso de este trabajo por parte de alguno de sus autores con otros fines deberá ser informada a ambas Instituciones, a los directores del Máster y resto de autores, siendo responsable aquel que se atribuya dicha distribución.

DEDICATORIA

A mi madre por ser mi fuerza y mi mayor motivación en cada etapa, por enseñarme que los sueños se cumplen con esfuerzo y perseverancia. A mis hermanas por el apoyo incondicional brindado a lo largo de los años, su cariño y paciencia me han permitido llegar hasta aquí.

Hugo Javier Bustamante Loja

Dedico este trabajo, en primer lugar, a Dios, por sostenerme incluso en los momentos de mayor incertidumbre, por darme fuerzas cuando parecía no tenerlas y por iluminar cada paso de este camino.

A mi familia, mi refugio y mi motor, por su amor incondicional, por su paciencia infinita, por sus silencios comprensivos, por cada palabra de aliento y por cada sacrificio que permitió que hoy este sueño sea una realidad. Nada de esto habría sido posible sin su respaldo.

A Lenin, amigo y mentor, por creer en mí cuando yo mismo dudaba, por impulsarme a ir más allá de mis propios límites, por su guía firme pero generosa, y por enseñarme que el verdadero liderazgo se ejerce con humildad, responsabilidad y vocación de servicio. Su influencia ha marcado profundamente mi formación profesional y personal.

A mis docentes, por sembrar en mí no solo conocimiento, sino criterio, ética y compromiso con la excelencia.

Finalmente, dedico este trabajo a todas las personas que me acompañaron en este proceso, a quienes estuvieron presentes en los días de cansancio, de dudas y también de logros. Este logro también les pertenece.

Jorge Vinicio Bustos Zumba

Dedicado a mi hogar, mis hijas y esposa como pilares y compañeras de vida; que con su cariño, comprensión y tiempo han sido y serán los motivos más importantes para cumplir mis objetivos,

que con esa valentía permanente para seguir adelante ahora como un gran equipo cumplimos una meta más, quienes siempre han estado conmigo.

Finalmente dedicar esta tesis a toda una sociedad que me ha permitido y me permitirá servirles.

Pablo Bolívar Cueva Vallejos

Dedico este trabajo en primer lugar a Dios, por ser mi guía constante y mi fuente inagotable de fe y fortaleza.

A mi esposa e hijos, por su comprensión, paciencia y su apoyo permanente en los momentos de mayor presión, sin su apoyo nada fuera posible.

A los amigos, aquellos que me brindaron su motivación y me recordaron la importancia del esfuerzo, pero también de los descansos para un aprendizaje equilibrado.

A mis Tutores y asesores, quienes compartieron su valioso conocimiento y me impulsaron a la excelencia académica.

A la Universidad, por abrirme sus puertas y brindarme las herramientas para el perfeccionamiento de mi formación profesional.

A todos aquellos que creyeron en mí, incluso cuando yo dudaba. Su confianza ha sido el motor para culminar esta etapa.

Con profundo cariño, dedico este trabajo a todos ustedes.

Lenin Stalin Guzmán Casquete

A Dios por darme la oportunidad de culminar esta etapa de mi vida, a mis padres Fernando y Yesenia por ser mi apoyo incondicional en todo momento, a mi familia por ser parte de este proceso y motivarme a seguir adelante. Por último, a mis compañeros por las experiencias y anécdotas compartidas en el transcurso del curso, son todas enseñanzas que se llevan en el corazón.

Yesenia Guillermina Serpa Bustamante.

AGRADECIMIENTOS

Quiero agradecer sinceramente a la Universidad Internacional del Ecuador (UIDE) por brindarme la oportunidad de cursar esta Maestría en gestión del Transporte con mención en tráfico, movilidad y seguridad vial. Agradezco a mis profesores por su invaluable apoyo y conocimientos, los cuales han sido fundamentales en mi formación. A mi familia, gracias por su aliento constante y por estar siempre a mi lado. Finalmente, a mis compañeros, gracias por los momentos compartidos y por su colaboración durante este proceso.

Hugo Javier Bustamante Loja

Expreso mi agradecimiento a Dios por haberme permitido culminar esta etapa de formación académica.

A la universidad, por brindar el marco institucional en el cual se desarrolló este proceso.

A los docentes, por los aportes académicos realizados a lo largo del programa de estudios.

A mi familia, por el respaldo brindado durante este periodo de formación.

A mis compañeras y compañeros, por el trabajo compartido en el ámbito académico.

Finalmente, dejo constancia de mi reconocimiento a todas las personas e instituciones que, de manera directa o indirecta, contribuyeron al desarrollo del presente trabajo de investigación.

Jorge Vinicio Bustos Zumba

Mi agradecimiento infinito a Dios por darme la fortaleza y demostrarme a mí mismo, que nunca es tarde para aprender, formarnos y capacitarnos, y así nutrirnos de conocimientos. Gracias también al núcleo de mi hogar que se han convertido en mis compañeras de aula, que me han entregado tiempo y espacio, el que me atreví a limitarlos por consolidar un objetivo de familia; un eterno Dios les pague, esposa e hijas.

El agradecimiento especial a compañeros, profesores, tutores y guías de cada una de las asignaturas tomadas en esta especialización, al tribunal de sustentación y augurarles siempre el mejor de los éxitos en su destino y funciones. Que Dios guíe sus pasos; gracias UIDE, Maestría en Gestión del Transporte, con mención en Tráfico, Movilidad y Seguridad Vial.

Pablo Bolívar Cueva Vallejos

La culminación de esta Tesis es el resultado de un esfuerzo sostenido que no habría sido posible sin la colaboración y el apoyo de muchas personas e instituciones.

Agradezco profundamente a:

El Cuerpo Docente de la UIDE por la excelente formación académica recibida, la cual sentó las bases necesarias para desarrollar este proyecto.

A la EMOV EP, por facilitar el acceso a la información y los recursos indispensables para la recolección de datos y la aplicación práctica de los conocimientos.

A mis compañeros de estudio y amigos, con quienes compartí las jornadas de desvelo y el intercambio de ideas, demostrando que el aprendizaje también es un camino colectivo.

Mi sincero reconocimiento a todos aquellos, que de manera directa o indirecta, contribuyeron a hacer realidad este anhelado objetivo profesional.

Lenin Stalin Guzmán Casquete

Agradezco a Dios por la fortaleza y la paciencia que me concedió durante cada etapa de este proyecto. A mis padres, por su dedicación, por su ejemplo de esfuerzo y por brindarme siempre el apoyo necesario para seguir adelante. Gracias por creer en mí, acompañarme en los momentos difíciles y motivarme a alcanzar cada meta. A mis profesores, por compartir sus conocimientos y por su acompañamiento académico, su orientación y compromiso han sido esenciales.

Yesenia Guillermina Serpa Bustamante

RESUMEN

En Cuenca, el uso excesivo del automóvil privado genera congestión, contaminación y limita la movilidad sostenible. Es por ello que, la presente investigación evalúa la viabilidad técnica, económica y operativa de implementar un sistema de *carsharing* en la ciudad, utilizando vehículos eléctrico bipersonales que serán gestionados mediante una aplicación móvil. Su aplicación busca reducir emisiones contaminantes, mejorar la movilidad y ofrecer alternativas modernas y sostenibles.

El trabajo hace uso de una metodología mixta, que incluye encuestas Origen-Destino (EOD) y modelación gravitacional. De esta manera, se logra obtener los datos de la demanda y la flota inicial a implementarse, la cual se estima es de 6 vehículos eléctricos bipersonales para las 3 estaciones de carga y parqueo.

Por otra parte, el análisis de costos operativos por kilómetro (CPK), flujos de caja descontados y el modelo de negocio Canvas, ayudan a determinar el número de viajes diarios y las tarifas para los escenarios planteados. El uso de ingresos publicitarios reduce significativamente el valor de la tarifa, mientras que, sin el apoyo de ingresos publicitarios el costo del servicio asciende para alcanzar el 17,79 % de Tasa Interna de Retorno (TIR).

Se propone un modelo de negocio B2C (*is tesis*) de tipo estacional (AB), es decir, las unidades del servicio pueden ser recogidas y entregadas en cualquier estación. Para ello es importante la ubicación de tres estaciones de carga, estratégicamente posicionadas dentro del caso urbano.

El estudio concluye en la factibilidad de implementar una empresa de *carsharing* eléctrico, considerando las diferentes barreras culturales que se puedan presentar, especialmente la dependencia y arraigo del vehículo privado.

Palabras Claves: Carsharing, movilidad sostenible, electromovilidad, modelo de negocio, factibilidad, Cuenca, vehículos eléctricos bipersonales.

ABSTRACT

In Cuenca, excessive use of own cars causes congestion, pollution, and limits sustainable mobility. That is the reason to this research, it evaluates the technical, economic, and operational feasibility of implementing a carsharing system in the city, using two-person electric vehicles that will be managed through a mobile application. Its application aims to reduce polluting emissions, improve mobility, and offer modern and sustainable alternatives.

The study uses a mixed methodology, which includes Origin-Destination (OD) surveys and gravitational modeling. This allows us to obtain data on demand and the initial fleet to be implemented, which is estimated to be six two-person electric vehicles for the three charging and parking stations.

On the other hand, the analysis of operating costs per kilometer (CPK), discounted cash flows, and the Canvas business model help determine the number of daily trips and rates for the proposed scenarios. The use of advertising revenue significantly reduces the fare, while without the support of advertising revenue, the cost of the service rises to an Internal Rate of Return (IRR) of 17.79%.

A B2C (Business to Consumer) seasonal station-based (AB) business model is proposed, meaning that service units can be picked up and dropped off at any station. To this end, the location of three charging stations, strategically positioned within the urban area, is important.

The study concludes that it is feasible to implement an electric carsharing company, considering the different cultural barriers that may arise, especially the dependence on and attachment to private vehicles.

Keywords: Carsharing, sustainable mobility, electromobility, business model, feasibility, Cuenca, two-seater electric vehicles.

ÍNDICE

CERTIFICACIÓN	2
AUTORIZACIÓN DE DERECHOS DE PROPIEDAD INTELECTUAL.....	3
ACUERDO DE CONFIDENCIALIDAD	4
APROBACIÓN DE DIRECCIÓN Y COORDINACIÓN DEL PROGRAMA	5
DEDICATORIA	6
AGRADECIMIENTOS.....	8
ÍNDICE.....	12
ÍNDICE DE TABLAS	16
ÍNDICE DE FIGURAS	18
RESUMEN	10
ABSTRACT	11
CAPÍTULO I.....	19
1. INTRODUCCION	19
1.1. Planteamiento del Problema	19
1.2. Justificación	22
1.3. Objetivos	24
1.3.1. Objetivo General	24
1.3.2. Objetivos Específicos.....	24
2. MARCO TEÓRICO.....	25
2.1. Acercamiento contextual sobre movilidad sostenible y micromovilidad	25
2.2. Modelos carsharing, aplicaciones generales	26
2.3. El Carsharing: Experiencias Regionales y Nacionales	41

Nota sobre derechos de autor: Este trabajo y lo que a continuación se expone solo tiene una validez académica, quedando copia de éste en la biblioteca digital de UIDE y EIG. La distribución y uso de este trabajo por parte de alguno de sus autores con otros fines deberá ser informada a ambas Instituciones, a los directores del Máster y resto de autores, siendo responsable aquel que se atribuya dicha distribución.

2.4. Vehículos Eléctricos: Tecnología e Infraestructura de Carga.....	46
2.5. Organización de la Movilidad: Matrices Origen-Destino y Modelos Gravitacionales.....	50
2. 6. Modelos de tráfico y movilidad	56
2. 7. Marco Normativo y Regulatorio	58
3. METODOLOGÍA	63
METODOLOGÍA TÉCNICA.....	63
3.1. Diseño de la Investigación	63
3.2. Determinación de la Demanda.....	64
3.3 Establecimiento de la Oferta y Ubicación de Estaciones	67
3.4 Estudio de Costes de Operación (Costo por Kilómetro - CPK)	69
3.5 Organización de la Inversión	71
3.6. Modelización Financiera y Determinación de Tarifas	72
3.7. Estudio de Posibilidad del Modelo de Negocio (FODA y Canvas).....	73
3.8. Evaluación del Impacto Ambiental y Social.....	76
3.9. Gestión de Riesgos.....	77
3.9.1 Riesgos	77
3.9.2 Soluciones	81
3.9.2.1 Riesgos de seguros y financieros.....	81
3.9.3 Matriz de Riesgos.....	84
4. RESULTADOS	87
4.1. Caracterización de la Demanda y Patrones de Movilidad	87
4.2. Matriz Origen-Destino y Ubicación Óptima de Estaciones.....	91

4.3.1 Costos Fijos	93
4.3.2 Costos Variables	93
4.4. Análisis Financiero y Escenarios Tarifarios	97
4.4.1 Inversión.....	97
4.4.2 Determinación de la Tarifa	102
4.5. Modelo de Negocio Propuesto (Canvas)	112
4.6.1 Fortalezas	123
4.6.2 Oportunidades	123
4.6.3 Debilidades.....	124
4.6.4 Amenazas	125
4.7. Estimación del Impacto Ambiental y Social.....	125
4.7.1 Impacto Ambiental.....	126
4.7.2 Impacto Social.....	127
4.8. Indicadores de Movilidad	129
4.9. Indicadores de Seguridad Vial	131
4.10. Simulación de impactos	132
5. DISCUSIÓN.....	137
5.1. Interpretación de los Hallazgos Clave	137
5.2. Discrepancias para la Movilidad Sostenible en Cuenca	137
5.3. Limitaciones del Estudio.....	138
5.4. Recomendaciones de Política Pública	139
5.5. Perspectivas de Escalabilidad	139

5.6 Lecciones para la replicabilidad en América Latina.....	139
6. CONCLUSIONES.....	139
7. Bibliografía.....	141
8.1 Anexo A: Formato de Encuesta Aplicada.....	151
8.2 Anexo B: Tabulación y representación de datos a través de diagramas de barras	154
8.3 Anexo C: Ubicación de los puntos de aplicación de las encuestas Origen-Destino.....	156
8.4 Anexo D: Ubicación de Estaciones de Carga	157
8.5 Anexo E: Modelo de Vehículos Eléctricos Bipersonales	157
8.6 Anexo F: Ruta del Servicio de Carsharing Eléctrico	158
8.7. Anexo G: Matrices Origen-Destino (OD) calibradas y proyectadas para el 2035	159
8.8 Anexo H: Descripción de un Siniestro en el Área del Proyecto	162

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 <i>Sistemas de carsharing</i>	27
Tabla 2 <i>Experiencias de carsharing</i>	37
Tabla 3 <i>Parámetros Modelo Gravitacional para cálculo de Matriz O-D</i>	52
Tabla 4 <i>Estratificación de la muestra</i>	66
Tabla 5 <i>Escenarios tarifarios</i>	72
Tabla 6 <i>Análisis FODA</i>	74
Tabla 7 <i>Niveles de riesgo</i>	85
Tabla 8 <i>Frecuencia de uso del servicio</i>	87
Tabla 9 <i>Proyección de la demanda</i>	90
Tabla 10 <i>Costos fijos del servicio</i>	93
Tabla 11 <i>Costos unitarios</i>	94
Tabla 12 <i>Gastos de Energía Eléctrica</i>	94
Tabla 13 <i>Gastos de geoposicionamiento</i>	95
Tabla 14 <i>Gastos de seguro central de datos</i>	95
Tabla 15 <i>Gastos de mantenimiento preventivo</i>	96
Tabla 16 <i>Costo de mantenimiento correctivo</i>	97
Tabla 17 <i>Costo unitario por kilómetro</i>	97
Tabla 18 <i>Inversión por carsharing eléctrico</i>	98
Tabla 19 <i>Costo de vehículo eléctrico bipersonal</i>	98
Tabla 20 <i>Costo de las unidades de carga rápida</i>	99
Tabla 21 <i>Costo del conjunto de cableado de alto voltaje</i>	99
Tabla 22 <i>Costo de adecuaciones y señalización de estaciones de carga</i>	100
Tabla 23 <i>Costo de aplicación y plataformas digitales</i>	100
Tabla 24 <i>Costo de oficina administrativa</i>	101
Tabla 25 <i>Flujo de caja sin publicidad</i>	103
Tabla 26 <i>Determinación de la tarifa sin publicidad</i>	105
Tabla 27 <i>Flujo de caja con publicidad</i>	106

Tabla 28 <i>Tarifa con publicidad</i>	108
Tabla 29 <i>Flujo de caja publicidad 100.0000 USD</i>	109
Tabla 30 <i>Tarifa con ingresos de publicidad 100.0000 USD</i>	111

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 <i>Congestión vehicular registrados entre 2008-2024</i>	19
Figura 2 <i>Casos de uso compartido de vehículos</i>	41
Figura 3 <i>Flota de vehículos entre 2007 y 2014</i>	46
Figura 4 <i>Carga existencia en Cuenca</i>	48
Figura 5 <i>Progreso del mercado de VE</i>	49
Figura 6 <i>Ubicación del servicio</i>	92
Figura 7 <i>Modelo de negocio</i>	121
Figura 8 <i>Mapa de accidentabilidad</i>	162
Figura 9 <i>Lugar del accidente</i>	163
Figura 10 <i>Croquis del accidente</i>	164

CAPÍTULO I

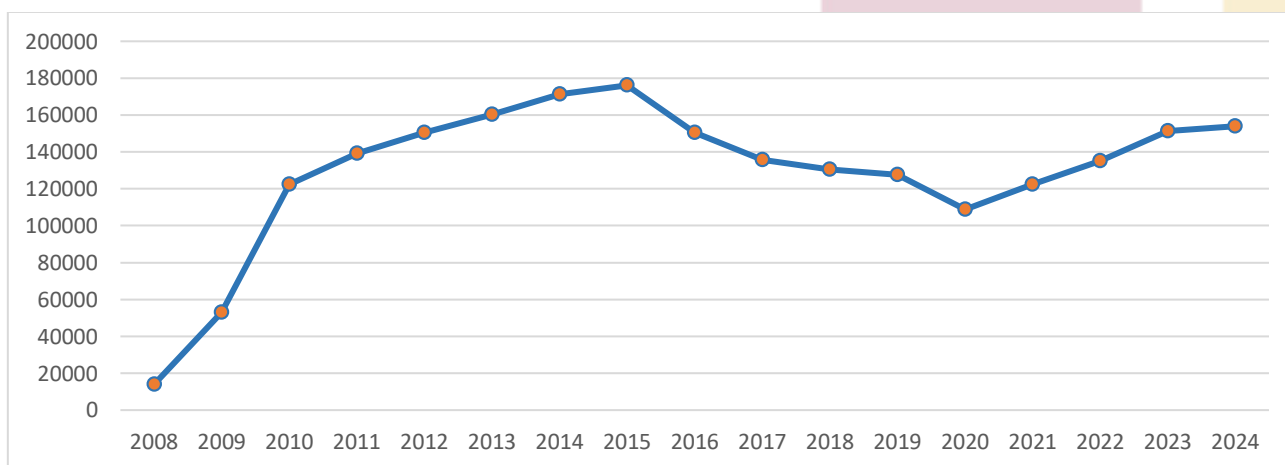
1. INTRODUCCION

1.1. Planteamiento del Problema

Cuenca, muestra retos importantes relacionados a la movilidad urbana, en donde los niveles de congestión vehicular se intensifican por el aumento del parque automotriz, al observarse el número de automotores registrados ante el ente regulador en los últimos años. Aspectos que inciden en la pérdida de tiempo productivo, detrimento de la calidad de vida y la saturación de la infraestructura existente. Además, la contaminación ambiental, que se encuentra asociada con las emisiones que provienen de los vehículos con motores de combustión interna, degradan la calidad del aire y generan gases de efecto invernadero.

Figura

Congestión vehicular registrados entre 2008-2024



Nota. Se muestra el total de vehículos. Adaptado de (EMOV EP, 2024)

La Figura 1 muestra, que el año 2015 los vehículos de Cuenca alcanzaron los 180.000 automotores, aproximadamente, siendo el valor más alto registrado en los últimos 10 años. A pesar de ello,

muestra un declive, que sitúa valores de 110.000 automotores en el 2020 influenciados por factores económicos y normativos., con tendencias crecientes hasta el 2024, reflejando una reactivación significativa de la demanda.

En términos cuantitativos, Cuenca presenta una tasa de motorización de 327 vehículos por cada 1.000 habitantes al cierre de 2023 (INEC, 2024), valor que la posiciona entre las ciudades intermedias con mayor crecimiento vehicular del país y que supera ampliamente la media nacional (214 vehículos/1.000 hab.). Este incremento ha generado niveles críticos de congestión: según el informe técnico de la EMOV EP (2024), el índice de congestión promedio en hora pico alcanza 1,42 en los principales corredores (Av. de las Américas, Ordóñez Lasso, Solano y Doce de Abril), lo que implica un aumento del 42 % en los tiempos de viaje respecto a condiciones de flujo libre. Asimismo, la velocidad comercial promedio del transporte público urbano ha descendido a 17,8 km/h y la velocidad operacional de vehículos livianos a 22,4 km/h en hora punta (EMOV EP, 2024). Esta saturación no solo genera pérdidas económicas estimadas en 68 millones USD anuales por tiempo perdido y combustible extra (Banco Mundial, 2023), sino que incrementa significativamente las emisiones contaminantes y la siniestralidad vial, afectando la calidad de vida de la población y la competitividad de la ciudad.

El componente de seguridad vial constituye otro eje crítico que justifica la presente investigación. Entre enero de 2018 y marzo de 2025 se registraron 4.885 siniestros viales georreferenciados en el cantón Cuenca (EMOV EP & ANT, 2025), lo que equivale a una tasa de 182 siniestros por cada 100.000 habitantes/año en 2024, cifra 2,7 veces superior a la media nacional (67 siniestros/100.000 hab.) y que ubica a Cuenca como la segunda ciudad con mayor accidentalidad del Ecuador después de Guayaquil. El 82 % de estos eventos ocurrió en zona urbana, y el 68 % de los atropellos y el 54 % de las colisiones involucraron vehículos livianos en desplazamientos de menos de 5 km (EMOV EP, 2025). Las principales causas probables identificadas fueron el no respeto a señales de tránsito (18,9 %), la conducción desatenta (14,1 %) y la ingesta de alcohol (12,8 %). La introducción de vehículos eléctricos bipersonales de baja velocidad (≤ 25 km/h) y con geofencing dinámico puede

reducir hasta en un 87 % la severidad de las lesiones en caso de colisión (Transport Research Laboratory [TRL], 2021), lo que representa una oportunidad concreta contribución a la disminución de la letalidad y morbilidad vial en la ciudad, alineándose directamente con los objetivos del Plan de Movilidad y Espacios Públicos (PMEP) y del Plan Nacional de Seguridad Vial 2021-2030.

Como respuesta a estos problemas, se ha desarrollado alternativas de movilidad sostenible y accesible para la población. El uso de vehículos compartidos (*carsharing*), sistema que se encamina a reducir la dependencia de los vehículos particulares y mejorar los recursos destinados a la movilidad. Modelo que, en conjunto con la electromovilidad brinda la oportunidad de transporte flexible, con características inclusivas, asequible y actual. En Ecuador, particularmente en la ciudad de Cuenca, no se identifican investigaciones específicas que determinen la viabilidad técnica, económica, social, legal y ambiental de este tipo de sistemas.

La carencia de estudios sobre esta temática, reduce disponer de datos para las autoridades locales, estatales y organizaciones vinculadas a la movilidad sostenible. Por lo que, es pertinente evaluar la factibilidad de implementar el -modelo *carsharing* (MC)- con vehículos eléctrico bipersonales (VEB), considerando la viabilidad económica y el impacto en la movilidad urbana y la seguridad vial.

En el contexto de Cuenca, el MC puede aportar a reducir la congestión vehicular, mejorar el uso del espacio público y reducir la dependencia de los vehículos privados, al favorecer una movilidad eficiente y sostenible. Es más, al incluir tecnología de control y protocolos de operación segura, el modelo mitiga riesgos de siniestralidad, optimiza la gestión de tráfico en zonas críticas y buscar conductas responsables entre los usuarios.

Con estos antecedentes, el estudio estima la demanda potencial del servicio, zonas de mayor conectividad, costes de operación, mantenimiento, adquisición de flota de VEB, sumado a indicadores de reducción de viajes motorizados, reducción de emisiones contaminantes, impacto en la velocidad promedio y la tasa de accidentes, de la mano con la aceptación social. El análisis busca

ofrecer una base técnica y estratégica que oriente la toma de decisiones sobre la implementación del MC en Cuenca, para ello es necesario plantear una flota vehicular junto con un modelo de gestión que permita analizar posibilidades de tarifa y alianzas. Lo que permite evaluar la viabilidad del proyecto en términos socioeconómicos, financieros, técnicos y energéticos.

1.2. Justificación

La investigación se centra en aspectos relacionados para aportar con evidencia científica y técnica sobre la realidad de la movilidad automotriz en Cuenca, para evaluar la viabilidad estratégica e innovadora de la movilidad en la urbe. A pesar de que a nivel internacional se han desarrollado exitosos MC, a nivel nacional son ausentes las investigaciones sobre el tema, lo que dificulta contar con referentes para la planificación y ejecución de proyectos similares para la ciudad. Por consiguiente, este trabajo ofrece insumos que se adaptan a las necesidades sociales, económicas, ambientales y normativas del país, además de contribuir con información sobre este tipo de electromovilidad.

El proyecto se rige a los lineamientos del Plan de Movilidad y Espacios Públicos (PMPE) de Cuenca 2015-2025, en los cuales se prioriza la reducción de la dependencia de los vehículos privados, se promueve los diferentes modos de transporte sostenible y se busca recuperar los espacios públicos para el bienestar ciudadano. Además, es importante considerar el Plan de Electromovilidad de la ciudad de Cuenca (2023), pues uno de sus objetivos es impulsar la logística de transporte de última milla y la micromovilidad con vehículos eléctricos. En el contexto legal, el art. 9 de la Ley Orgánica de Eficiencia Energética del Ecuador (2019), confiere a los Gobiernos Autónomos Descentralizados (GAD) la responsabilidad de aplicar y supervisar las líneas de acción del Sistema Nacional de Eficiencia Energética, especialmente en los sectores de tránsito y transporte.

La iniciativa es impulsar la electromovilidad mediante nuevos sistemas compartidos, no solo como una opción estratégica, sino para el cumplimiento de una obligación normativa para garantizar que las políticas de eficiencia puedan ser ejecutadas y alcanzadas en el ámbito territorial de Cuenca. Los

resultados podrán constituirse como una herramienta que ayude en la toma de decisiones para entidades como la Empresa Pública de Movilidad, Tránsito y Transporte (EMOV EP), el Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal de Cuenca y empresas privadas que se interesen en la implementación de la movilidad compartida.

De acuerdo con el estudio de la CAF “La electromovilidad en el transporte de América Latina” (2019), los principales efectos económicos y ambientales se relacionan con la contaminación del aire, el ruido y el cambio climático. La incorporación de vehículos eléctricos bipersonales contribuye directamente a reducir estos problemas, de acuerdo con el Plan de Movilidad Urbana Sostenible (PMUS) 2021-2030, cuyo Eje de Movilidad Sostenible promueve la adopción de energías limpias. Desde la sostenibilidad urbana, se busca plantear alternativas complementarias a la “bicipública” presente en la ciudad, con accesibilidad a quienes han sido excluidos, sea por condiciones físicas o preferencias modales.

La propuesta se alinea con la agenda urbana de Cuenca, encaminada a fortalecerse como una Ciudad Inteligente. El estudio metodológico parte de la aplicación de una matriz gravitacional y Origen-Destino, herramienta importante en la gestión de transporte para estimar la demanda y optimizar la asignación de recursos. Todo lo indicado, para garantizar que la implementación del MC responda a información real sobre modelos de movilidad, determinando zonas generadoras y atractores de viaje, como corredores con más presión vehicular. Así, optimizar la distribución de la flota, reducir la congestión y mejorar la eficiencia del sistema de transporte urbano.

Se incorpora criterios de seguridad vial, estimando la reducción potencial de siniestros, a través de la disminución del uso de vehículos privados y la integración de protocolos operativos seguros. Al complementar con indicadores técnicos como velocidad promedio, tasa de ocupación, reducción de emisiones y severidad de accidente.

1.3. Objetivos

1.3.1. Objetivo General

Evaluar la viabilidad técnica, operativa, económica y normativa para implementar un sistema *carsharing* con vehículos eléctricos bipersonales en Cuenca, considerando el impacto en movilidad urbana, seguridad vial y sostenibilidad.

1.3.2. Objetivos Específicos

- Analizar la demanda y patrones de movilidad urbana, mediante matrices Origen-Destino y modelo gravitacional, determinando zonas prioritarias para la implementación del *carsharing*
- Evaluar el impacto técnico, económico y normativo del sistema en la movilidad y seguridad vial, tomando en cuenta indicadores como reducción de congestión, siniestralidad y emisiones contaminantes
- Definir el modelo de gestión y requerimientos operativos del servicio, al incluir infraestructura de carga, protocolos de seguridad y estimación de costes.
- Determinar la aceptación social y viabilidad económica del sistema, como el análisis costo-beneficio

2. MARCO TEÓRICO

2.1. Acercamiento contextual sobre movilidad sostenible y micromovilidad

La movilidad urbana sostenible (MUS de aquí en adelante) muestra fortalecimiento en los últimos años, como eje transversal necesario para el desarrollo sostenible de las urbes. Es así que, cuando crece el parque automotor, se incrementa la congestión vehicular como la contaminación ambiental. Hechos que motivan buscar estrategias y alternativas de transporte eficiente y sostenibles (Olivares et al., 2022)

Bajo lo expuesto, se entiende a la micromovilidad como las formas de moverse, incluidos vehículos, servicios ligeros, lentos como limpios. Toman en cuenta, además la movilidad activa, también patinetas eléctricas y otras, en cuya propulsión no predomina el ser humano, pudiendo circular en ciclo-infraestructura. Al respecto, se convierte en una solución innovadora para cubrir desplazamientos de corta distancia, adiciona de optimizar el uso de los espacios urbanos (Ministerio de Transporte y Obras Públicas, 2023).

La MUS y la micromovilidad, en Latinoamérica, según lo señala Espinoza y Peña (2024) aumentaron desde el contexto académico, como en la planificación urbana. Ecuador, no está fuera de estos escenarios, tanto Quito como Guayaquil conforme muestran crecimiento poblacional, en conjunto con mayores concentraciones en sectores urbanos, ocasionan grandes congestionamientos vehiculares. Por otro lado, crear ciclovías, con la regulación de espacios para el uso de automotores en las vías, aportan a la fluidez en la circulación vehicular.

Con base en el Manual de ciclo-infraestructura y micromovilidad para Ecuador (2022), la implementación del PNMU es un reto para el país, con el fin de mejorar hasta el año 2050 las condiciones de movilidad de las personas y bienes en los ámbitos urbanos, así como impulsar el

crecimiento económico y luchar contra los efectos adversos del cambio climático, para así mejorar la calidad de vida de la población. En Cuenca se han incorporado sistemas como el tranvía, las ciclovías y las bicicletas públicas, reflejando el compromiso de la ciudad con una transición hacia nuevas formas de movilidad que prioricen al peatón, reduzcan emisiones y fomenten un modelo urbano más equitativo y saludable.

Por otra parte, la Ordenanza para Promoción y Fortalecimiento de la Movilidad Activa en el Cantón Cuenca, es la que promueve, regula y busca incentivar el uso de modos de transporte sostenible, entendidos como aquellos que se realizan con vehículos no motorizados o en medios de transporte amigables con el ambiente que contribuyan a la mejora de la calidad de vida de los ciudadanos, considerando la obligación de las entidades municipales en cuanto a movilidad, se facilita la planificación e implementación de sistemas de micromovilidad adaptados a las necesidades de la ciudad y sus habitantes (Municipio de Cuenca, 2020).

Existe además, el Programa de Movilidad Urbana Sostenible-KFW busca financiar proyectos que incorporaren medios de transporte de tecnologías limpias, con la finalidad de desmotivar el uso de los vehículos privados y promover una movilidad activa que aporte a la reducción de Gases de Efecto Invernadero (GEI) y recuperando el uso del espacio público para la ciudadanía (Banco Centroamericano de Integración Económica, 2023), con lo cual, se lograría que el centro histórico de la ciudad baje en emisiones .

2.2. Modelos carsharing, aplicaciones generales

Compartir vehículo, como lo señala el MC, es una forma de transporte que ayuda a los usuarios contar con automotor cuando lo requieran, sin la necesidad de gastar costes asociados a la propiedad. En este sentido, el automóvil pasa de ser un producto y se convierte en un servicio, dando la posibilidad de utilizarlo cuando lo necesite, en lugar de ser el propietario (Díaz, 2020). Este modelo de transporte tiene como propósito la reducción de la congestión vehicular, la optimización el uso

de recursos y la disminución de emisiones de gases contaminantes, contribuyendo así a un sistema de movilidad más eficiente, equitativo y respetuoso con el medio ambiente.

En el trabajo de Remane et al. (2017), se identifican los siguientes sistemas de *carsharing* en la tabla 1:

Tabla 1

Sistemas de carsharing

Modelo de Gestión	Características	País
Roundtrip, Multiple Vehicle Types	Operadores de vehículos compartidos que ofrecen viajes de ida y vuelta con una gran variedad de vehículos.	Flinkster (Alemania) GoGet (Australia) Cambio (Alemania) Standtmobil (Alemania) Enterprise CarShare (USA) Zipcar (USA)
Roundtrip, Single-Purpose Vehicles	Operadores que ofrecen servicios de ida y vuelta con vehículos idénticos o muy similares, pueden ser	Zen Car (Bélgica) Hertz 24/7 (Alemania) O2 Autocomparte (México)

		exclusivamente eléctricos, furgonetas, etc.	
Roundtrip, Cooperative		Vehículos compartidos cooperativos que ofrecen servicios exclusivamente compartidos de ida y vuelta.	Modo (Canadá) Mobility CarSharing (Suiza) Co-wheels (Reino Unido) City Carshare (Estados Unidos)
One-Way, Free- Floating		Los autos no deben devolverse a su ubicación original, sino que pueden dejarse en cualquier lugar de la calle dentro del área de servicio	Car2go (Alemania) Evo (Canadá) DriveNow (Alemania) Enjoy (Italia)
One-Way, Stationary		Combina aspectos de vehículos ida y vuelta de un solo uso, con un modelo unidireccional de libre circulación.	Autolib' (Francia)
P2P, Manual Access		Empresas que no poseen su propia flota, actúan como intermediarias entre clientes que	Turo (USA) Flightcar (USA)

		se alquilan sus vehículos entre sí, es decir, carsharing P2P.	
P2P, Automatic Access	Empresas 2p2 que facilitan el alquiler entre dos clientes, la diferencia con el tipo anterior es la tecnología de acceso automático con la que se encuentran equipados los vehículos.	Getaround (USA) Car Next Door (Australia) Sharoo (Suiza) Drivy (Francia) iCarsClub (Singapur) JustShareIt (Estados Unidos)	

Nota. Se muestra los modelos de carsharing.

Fuente: Adaptado de Remane et al. (2017)

Estudios internacionales demuestran que el *carsharing* ha reducido el número de vehículos privados en circulación e influyen en la huella de carbono urbana. Esta modalidad de transporte ha sido implementada con éxito en diversas ciudades del mundo como:

- Madrid-España

La experiencia sobre *carsharing* en Madrid constituye uno de los casos más consolidados a nivel mundial, principalmente por la evolución en su modelo de negocio. Como menciona Garzón (2023), desde su introducción en el año 2015, el sistema ha pasado por una transformación, desde el B2B orientado a empresas, a servicios Car2go dirigido al público en general, además de ser pionero en el formato *free-floating*.

Las empresas que ofrecen este servicio han adoptado una estrategia diferente que refleja los enfoques competitivos de cada una: Respiro, Bluemove y Clickcar se basan en estrategias ofensivas, es decir, intentan liderar mediante innovación. En contraste, Car2go utiliza una estrategia defensiva, que protege la cuota del mercado y se adapta a cambios externos. Por su parte, Emov, Zity, WeShare y Wible poseen una estrategia imitativa o reactiva, centrada en seguir modelos ya probados en otras ciudades (Garzón, 2023).

La sustentabilidad del servicio impulsada por vehículos eléctricos, refuerza su valor frente a alternativas tradicionales. Las regulaciones locales han facilitado el estacionamiento en zonas preferentes y han apoyado con incentivos para la aceptación de los vehículos eléctricos (EV), que son el núcleo del carsharing. Además los EV no requieren cambios significativos en la forma de conducir, lo que no resulta un problema para los usuarios. El uso de EV ha contribuido con la sustentabilidad ambiental del servicio, reduciendo emisiones contaminantes y ruidos, además de estar alineados con los objetivos del Plan de Movilidad Urbana (PMUS) y la estrategia Madrid 360 (Anghel et al., 2022).

De acuerdo con el Observatorio de la Movilidad Metropolitana (2025), Madrid se es una localidad que lidera el número de viajes y vehículos disponibles, más que Barcelona y otras ciudades de España. Esto demuestra que el éxito del *carsharing* depende tanto de diversificación empresarial y tecnológica, como de un marco normativo que incentive el uso de vehículos eléctricos y la integración con otros modos de transporte urbano.

Críticamente, el modelo free-floating de Madrid ilustra un éxito en entornos densos y regulados, donde la electrificación de la flota ha reducido emisiones en un 25% (Anghel et al., 2022), pero resalta barreras para ciudades intermedias como Cuenca: la alta inversión inicial en geolocalización (estimada en 15-20% del CAPEX) y la dependencia de incentivos fiscales limitan su replicabilidad en contextos con presupuestos municipales restringidos. Comparado con el modelo AB propuesto para Cuenca, el enfoque de Madrid prioriza flexibilidad sobre control de flota, lo que podría exacerbar congestión en corredores viales

no monitoreados; en cambio, el AB minimiza rebalanceo vehicular (reduciendo costos operativos en 30%, según Remane et al., 2017), alineándose mejor con la topografía andina y el PMEP de Cuenca, que enfatiza nodos fijos para micromovilidad. Esta comparación subraya la necesidad de hibridar modelos: adoptar geofencing madrileño para seguridad vial en Cuenca, pero priorizar estaciones fijas para viabilidad económica local.

- Barcelona-España

En Barcelona, debido a su densidad urbana, estructura de movilidad multimodal y retos relacionados al espacio público y las emisiones; se ha convertido en un caso interesante por exponer tanto oportunidades como limitaciones en cuanto a patrones de uso, optimización de servicios y diseño híbrido.

La investigación de Herrera et al. (2023) analizaron información de una organización privada de este tipo de modelo en Barcelo-España, que llevo a comprender el comportamiento de quienes utilizaron el sistema, como la segmentación de la demanda. En el cual se orienta en mejorar las ubicaciones de los puntos de recogida, pretendiendo el equilibrio entre cobertura y eficacia.

Las barreras de adopción que se identifican en los MC están la disponibilidad de espacios para parquear los automotores, limitaciones de espacio público, como la cobertura para quienes accedan al servicio. Siendo pertinente destacar que el aumento de la demanda depende de aspectos demográficos, el número de habitantes, estacionamientos, tarifas comparadas con otras modalidades de transporte (Merchán, 2025).

La eficiencia operativa y la experiencia del usuario pueden mejorar optimizando la ubicación de puntos de recogida o estaciones y con reservas en plataformas digitales. No obstante, ya se están explorando e implementado estas medidas, convirtiendo a Barcelona en una de las ciudades con un servicio de *carsharing* más eficiente.

Aunque el diseño híbrido de Barcelona optimiza cobertura en densidades urbanas (Herrera et al., 2023), un análisis crítico revela limitaciones en equidad: el 40% de usuarios reporta barreras de accesibilidad en periferias, exacerbando desigualdades socioespaciales similares a las de Cuenca (donde el 35% de viajes OD exceden 5 km, INEC, 2022). En comparación, el modelo AB para Cuenca, con estaciones en zonas de alta generación (e.g., Yanuncay), podría mitigar esto mediante cobertura geoespacial del 84%, pero enfrenta desafíos culturales análogos: la percepción de "molestia" en devoluciones fijas (Merchán, 2025) requiere campañas de sensibilización, ausentes en Barcelona. Esta disparidad invita a una lección comparativa: mientras Barcelona integra carsharing con transporte público para reducir congestión en 15% (Observatorio de la Movilidad Metropolitana, 2025), Cuenca podría adaptar esto para complementar Ecovía, priorizando electromovilidad bipersonal para reducir emisiones GEI en un 20-25% proyectado, adaptando así éxitos europeos a realidades LATAM con menor infraestructura digital.

- Helsinki-Finlandia

En la ciudad de Helsinki, la experiencia de *carsharing* ha comenzado con modelos mixtos o tradicionales como City Car Club y Autolevi, sin embargo, recientemente ha habido una transición hacia servicios sostenibles, haciendo uso de modelos eléctricos puros como GreenMobility, gracias al apoyo institucional y regulatorio.

Para Nansubuga y Kowalkowski (2021) el *carsharing* en Helsinki aplica varios escenarios con base en modelos de negocio, impulsores y barreras, adicional el comportamiento del usuario y logística de redistribución. Por ejemplo en patrones como el business-to-consumer -B2C, la competencia se asocia con la facilidad de uso, disponibilidad de automotores, más la integración de tecnologías. Por otra parte, los modelos peer-to-peer -P2P se direccionan a brindar precios flexibles y variedad en la oferta

Karesoja (2025) sostiene que la percepción de aceptación de los MC son la comodidad, costo, constituyéndose en factores vinculantes para adoptar estos sistemas, en tanto que, los aspectos ambientales pasan a un segundo plano, al momento de las decisiones personales de los usuarios. Se destaca además, la percepción de que el *carsharing* no sustituye completamente la necesidad de disponer un vehículo propio cuando el uso es frecuente. Es por ello que se recomiendan estrategias que se centren en la integración con el transporte público y así incrementar su uso.

El modelo de *carsharing* en Helsinki demuestra como la administración pública desempeña un papel importante al promover infraestructura de recarga, normativas adecuadas y políticas de movilidad sostenible. Este plan de movilidad se caracteriza por una planificación que integra a operadores privados, gobierno local y ciudadanía dentro del marco de la Movilidad como Servicio, lo que posiciona a Helsinki como un referente en transporte compartido, baja en emisiones e inteligente.

El énfasis de Helsinki en integración MaaS (Nansubuga & Kowalkowski, 2021) es encomiable para sostenibilidad, con reducciones de emisiones del 18% vía flotas eléctricas, pero críticamente, subestima barreras culturales en adopción: solo el 12% de usuarios frecuentes reemplaza vehículos privados, reflejando un arraigo similar al de Cuenca (donde encuestas EOD indican 65% preferencia por propiedad, EMOV EP, 2024). Comparativamente, el modelo B2C-AB propuesto para Cuenca, con tarifas de \$0,20/min, tolera mejor inelasticidad cultural mediante incentivos publicitarios (VAN +96,8% probabilidad), versus el peer-to-peer finlandés, que falla en equidad para bajos ingresos. Esta brecha resalta una oportunidad: adaptar la logística de redistribución de Helsinki (reduciendo ineficiencias en 22%, Karesoja, 2025) a geofencing dinámico en Cuenca para mitigar picos estacionales de demanda, fortaleciendo así la transición a electromovilidad en contextos con menor madurez regulatoria.

- **Ámsterdam-Países Bajos**

En Ámsterdam el desarrollo del *carsharing* está orientado hacia la sostenibilidad, la eficiencia espacial y la reducción de emisiones del transporte. En este sentido, el impacto de este modelo depende del perfil del usuario y del grado de electrificación de la flota, logrando que los usuarios que eran previamente “car-free”, aumenten la demanda del servicio de *carsharing* (Arbeláez y Plepys, 2021).

Como sostiene Petzer et al. (2021) la efectividad del *carsharing* no se basa únicamente en el número de vehículos disponibles, sino de su desempeño en barrios con buena accesibilidad y diferentes usos del suelo. Por su parte, en su estudio Klemmer et al. (2016) evidencian que los cambios de la demanda, esta influenciada por la hora y el, por lo que, los traslados hacia sectores de oficinas y de educación prevalecen en horas laborales, pero los desplazamientos hacia espacios de entretenimiento-holgorio presentan mayores usos por la tarde o fines de semana. Dando como resultado que el *carsharing* se guía por tendencias urbanas y que su gestión debe considerar la estructura funcional de la ciudad.

Ámsterdam se destaca como un referente europeo en temas de movilidad compartida y sostenible, demostrando que la integración entre política pública, innovación tecnológica y planificación urbana es imprescindible para entender al *carsharing* no únicamente como un servicio, sino como un componente fundamental dentro de la transición hacia sistemas de transporte más sostenibles y centrados en el usuario.

La efectividad de Ámsterdam en reducción de emisiones (Petzer et al., 2021) mediante electrificación es un benchmark, con un 30% de "car-free" usuarios adoptando *carsharing*, pero un escrutinio crítico expone desigualdades: patrones de demanda sesgados hacia oficinas (70% viajes laborables, Klemmer et al., 2016) ignoran movilidad recreativa, un reto análogo en Cuenca con picos festivos (EMOV EP, 2024). En contraste, el modelo AB para Cuenca equilibra esto con estaciones en atractores mixtos (e.g., Mall del Río),

potencialmente incrementando uso off-peak en 25%, pero requiere superar barreras infraestructurales (e.g., ciclovías limitadas) que Ámsterdam resuelve vía planificación integrada. Comparativamente, mientras Ámsterdam fomenta equidad urbana, su enfoque en electrificación pura (Arbeláez & Plepys, 2021) podría sobrecargar redes en Cuenca; una hibridación —VE bipersonales con límites de 25 km/h— optimizaría seguridad vial, alineando con el Plan de Electromovilidad local (2023) para un impacto ambiental superior (23,55 tCO₂ evitado/año).

- Tokio-Japón

Los sistemas de uso compartido en Japón se basan en prácticas de gestión compartida (station-cars y sistemas empresariales), junto con recientes iniciativas que apuntan a integrar el *carsharing* dentro de estrategias más amplias de movilidad y descarbonización. Este sistema ha sido mayormente de uso laboral y corporativo, lo que ha generado modalidades operativas distintas a las estudiadas en los casos Europeos. (Barth et al., 2007)

Grandes empresas japonesas han empezado a considerar al *carsharing* como parte de la estrategia “future mobility”. Toyota cuenta con iniciativas para integrar soluciones de *carsharing* y renta de vehículos dentro de su oferta de movilidad, lo que revela la tendencia a ofrecer servicios que combinen flotas propias de la marca, electromovilidad y plataformas digitales (Toyota Corporación, 2025).

Al hablar de componente ambiental, estudios de impacto revelan que el efecto del *carsharing* en cuanto a emisiones en Japón, depende de dos factores, el primero es el perfil de los usuarios, pues indican sus preferencias considerando si proviene de vehículos privados o de “car-free”. Por otro lado, se basa en la electrificación de la flota y la fuente de energía para la carga de los vehículos, que junto a políticas complementarias son necesarias para asegurar la reducción de gases de efecto invernadero en el país (Tsuji et al., 2020).

La viabilidad operativa del servicio de *carsharing* en Asia, particularmente en Japón, debe considerar soluciones como acuerdos corporativos para uso laboral, plataformas digitales para la redistribución de vehículos y reserva de los mismos. Es por ello que (Barth et al., 2007) recomienda alianzas público-privadas que promuevan la electrificación, faciliten el parqueo y apoyen tarifas adecuadas al desplazamiento.

El enfoque corporativo de Tokio (Barth et al., 2007) acelera descarbonización vía "future mobility" (Toyota Corporación, 2025), reduciendo emisiones en 15% en flotas integradas, pero críticamente, prioriza B2B sobre B2C, limitando accesibilidad para usuarios individuales —un sesgo que en Cuenca podría agravar exclusión en periferias (68% siniestros en < 5km EMOV EP, 2025). Comparado con el B2C-AB propuesto, el modelo japonés destaca en eficiencia logística (reducción de km vacíos en 40%), pero falla en cultural fit para LATAM, donde arraigo vehicular (como en Cuenca) demanda educación más que innovación tecnológica. Esta comparación subraya lecciones: integrar telemetría tokia para geofencing en Cuenca, mitigando riesgos viales (reducción severidad 87%, TRL, 2021), pero adaptando a contextos con menor electrificación (solo 5% flota VE en Ecuador, 2024), priorizando alianzas público-privadas para escalabilidad sostenible.

- Copenhague-Dinamarca

Bajo la opinión de Haustein (2021) implementar el MC en Copenhague se relaciona con buscar alternativas adicionales al transporte público y la bicicleta, que pretende satisfacer requerimientos de desplazamientos con mayor distancia. El free-floating, es importante en esta localidad por la conveniencia y adaptabilidad al uso de la urbe, al tomar y dejar el automóvil en distintos puntos. A pesar de ello, las concisiones de infraestructura, la competencia con la movilidad activa, restringen la demanda de este tipo de servicio. Es así que, el MC se destaca como soluciones para viajes, en donde la bicicleta y/o transporte público no son alternativas útiles.

La incorporación de políticas de apoyo, como zonas de parqueo preferente y los impuestos para vehículos de uso compartido, son factores que contribuyen en la mejora para la viabilidad del servicio (Qizilbash , 2019). Lo importante es ofrecer un servicio flexible, rentable y ambientalmente alineado con los objetivos de reducción de emisiones de la ciudad.

Se presenta un resumen de todas las experiencias de *carsharing* a nivel mundial en la tabla 2, con sus características más importantes:

Tabla 2

Experiencias de carsharing

País-Ciudad	Características
Madrid- España	Uno de los casos más consolidados a nivel mundial. Empresas como Respiro, Bluemove, Clickcar, Car2go, Emov, Zity, WeShare, Wible.
Barcelona-España	Es una de las ciudades con el servicio de carsharing más eficiente. Estructura de movilidad multimodal y retos relacionados con el espacio público. La eficiencia operativa y la experiencia del usuario pueden mejorar optimizando los puntos de recogida y plataformas digitales.
Helsinki-Finlandia	Helsinki es uno de los referentes de transporte compartido, bajo en emisiones e inteligente.

Modelos mixtos o tradicionales como City Car Club y Autolevi, modelos eléctricos como GreenMobility.

Amsterdam-Países Bajos

Está orientado hacia la sostenibilidad, la eficiencia espacial y la reducción de emisiones del transporte. Ámsterdam se destaca como un referente europeo de movilidad compartida y sostenible

Tokio-Japón

Su mayor uso es laboral corporativo con gestión compartida (station-cars y sistemas empresariales), junto con iniciativas de integrar el carsharing en estrategias más amplias de movilidad y descarbonización. Uno de los ejemplos de future mobility en Tokio es Toyota, que ofrece servicios que combinan una flota de la empresa, electromovilidad y plataformas digitales

Copenhague-Dinamarca

La implementación del carsharing está relacionada con la búsqueda de soluciones complementarias a la bicicleta y el transporte público, satisfaciendo la necesidad de

desplazamientos de mayor distancia y donde el uso del suelo es variado.

Nota. Se muestra la experiencia de *carsharing* por países

Fuente: Adaptado de Qizilbash (2019).

Aunque los modelos europeos y asiáticos ofrecen benchmarks globales, el contexto latinoamericano demanda análisis adaptado a realidades de desigualdad urbana, regulación incipiente y congestión crónica (Espinoza & Peña, 2024). En esta región, el *carsharing* emerge como herramienta para electromovilidad, pero enfrenta desafíos como vandalismo, barreras culturales y brechas digitales, con tasas de adopción inferiores al 2% en ciudades intermedias (CAF, 2019). A continuación, se examinan casos emblemáticos de Chile, México y Brasil, comparados críticamente con Cuenca para extraer lecciones aplicables al modelo AB propuesto.

En Chile, Awto (lanzado en 2016 en Santiago) pionero en *carsharing* B2C, opera con 300 vehículos y 35.000 usuarios activos, reduciendo tiempos de viaje en 40% y emisiones vía flotas eficientes (Bacigalupo, 2020). Críticamente, su éxito en crisis de movilidad (e.g., protestas 2019) resalta resiliencia, pero limitaciones en cobertura periférica (solo 60% urbana) y altos costos de rebalanceo (15% OPEX) cuestionan escalabilidad en topografías complejas como Cuenca. Comparado con el PMEP local, Awto sugiere alianzas con EMOV EP para nodos micromovilidad, adaptando *free-floating* a AB para minimizar congestión (índice 1,42 en Cuenca, EMOV EP, 2024).

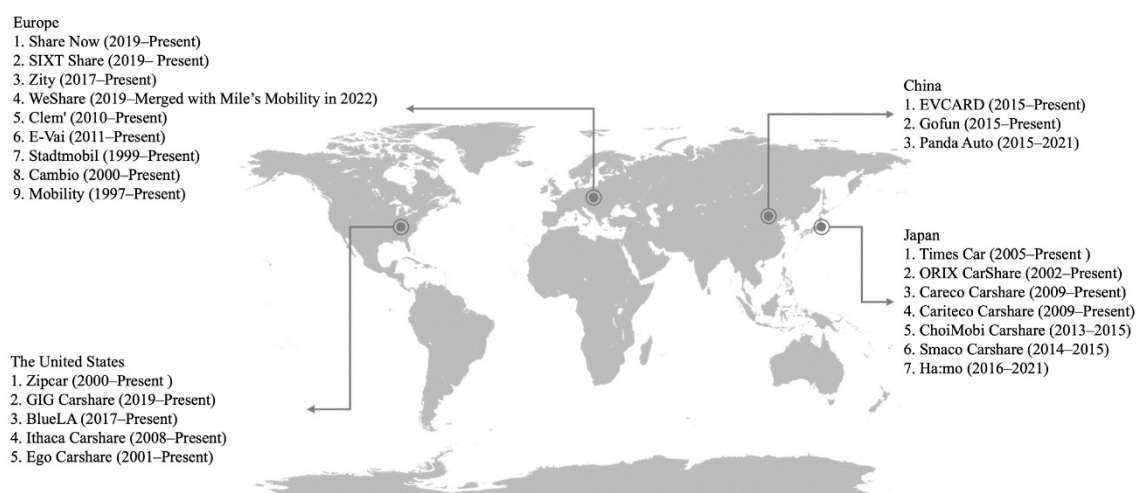
México's Carrot (CDMX, 2012) integra app con Ecobici (120.000 usuarios), expandiéndose a 82 vehículos en 2015 y levantando \$2M en funding (Venture Partners, 2014). Su modelo hourly (\$5/hora) reduce propiedad privada en 10-15% entre millennials, pero enfrenta desafíos operativos: cero vandalismo vía GPS, pero regulación laxa genera competencia informal (taxis, 70% mercado) y exclusión de bajos ingresos (tarifas x3 bus, Lelo de Larrea, 2013). En comparación con Cuenca, Carrot valida integración multimodal (complemento a Ecovía), pero su enfoque en megaciudades

ignora riesgos viales andinos; el AB propuesto mitiga esto con geofencing, proyectando VAN positivo 96% sin subsidios.

En Brasil, Zazcar (São Paulo, 2009) —primera en LATAM— alcanzó 130 vehículos, pero cerró B2C en 2019 por costos elevados (OPEX 25% rebalanceo) y baja adopción (1,5% modal share), pivotando a B2B (Zazcar, 2019). Urbano complementa con VE eléctricos (10 Renault Zoe, 2017-2023), reduciendo emisiones 20% en corporativos, pero vandalismo y congestión (São Paulo: 1,5 índice) limitan expansión (Movilidad Estadão, 2021). Críticamente, estos casos exponen fragilidades regulatorias en Brasil (ausencia de incentivos VE), contrastando con Cuenca's Plan de Electromovilidad (2023); lecciones para el modelo AB: priorizar publicidad para rentabilidad (50.000 USD/año) y estaciones seguras, evitando cierre prematuro al enfocarse en 84% cobertura geoespacial.

El servicio de *carsharing* eléctrico en Cuenca es similar al caso de Copenhague- Dinamarca, pues busca implementarse como una alternativa al sistema de transporte ya existente, especialmente a la bicicleta pública. Además está pensado para un segmento de la población dispuesto a usar un tipo de movilidad sostenible pero por razones, físicas o de preferencia, no utilizan el tranvía, los buses o las bicicletas públicas.

A continuación, en la Figura 2, se presenta una imagen sobre los casos de uso compartido de vehículos en diferentes partes del mundo. Existen un gran número de empresas que ofrecen el servicio de *carsharing* y en muchos casos ha resultado muy efectivo para la movilidad urbana, particularmente en las ciudades europeas.

Figura 2*Casos de uso compartido de vehículos*

Nota. Se muestra las empresas *carsharing* en el mundo.

Fuente: Adaptado de Wang et al. (2024)

2.3. El Carsharing: Experiencias Regionales y Nacionales

La adopción del *carsharing* forma parte de las estrategias de movilidad sostenible, que priorizan modos de transporte colectivo y menos contaminante. Este modelo complementa otras alternativas de transporte, como la bicicleta pública y la micromovilidad eléctrica, lo que genera acciones que favorecen a la descongestión vial y la mejora en la calidad de vida de los ciudadanos.

En Latinoamérica existen planes piloto que muestran el creciente interés hacia la movilidad compartida. Sin embargo, en Ecuador no se han realizado estudios para la implementación de este servicio, por lo que no existen casos registrados a nivel nacional. Las prácticas de poner en marcha el MC se enfoca en ciudades como:

- Bogotá-Colombia

El MC en Bogotá se ve como una estrategia en las políticas de movilidad sostenible. A través del Programa PIGA señala la importancia de minimizar el uso de automotores privados y tomar otras opciones más limpias, eficientes e inclusivas. Se destacan el uso compartido de vehículos, que se muestra como oportunidades para restar la emisión de gases contaminantes y buscar modelos de movilidad sostenibles y equitativos (Boletín PIGA, 2024).

Para Mendoza-Collazos (2018) muestra un modelo de estructura público y privado, que pretende reducir el congestionamiento automotor y reducir niveles de emisiones contaminantes, en sectores, donde se muestra elevada densidad. El modelo, toma en cuenta factores técnicos, económicos y sociales, para mostrar la viabilidad de implementar este tipo de alternativas.

Desde los lineamientos establecidos en el Boletín PIGA (2024) la ciudad de Bogotá tiene un marco legal que apoya a los MC. Pero, investigaciones como la Ortiz (2019) señala que el modelo para que tenga éxito depende de integrar las otras alternativas de transporte e implementación de estaciones de carga que se ubican de manera estratégica. Además, señala la necesidad de estrategias de comunicación que contribuyan al cambio de hábitos hacia el uso del automóvil y los beneficios para usuarios y operadores.

A pesar de que Bogotá cuenta con empresas que ofrecen *carsharing*, aún existen barreras como la cobertura geográfica limitada, infraestructura de carga ineficiente, la aceptación ciudadana sigue siendo un reto y las tarifas no son accesibles para toda la población. Es por ello que, siguiendo el plan de electromovilidad de la ciudad, el presente estudio propone una cobertura del servicio en el Centro Histórico de la Ciudad de Cuenca (Huayna Cápac- Unidad Nacional- Calle Larga y Av. Américas), que constituyen puntos estratégicos para la población.

- Ciudad de México-México

La Ciudad de México es una de las zonas con mayores retos de congestión, contaminación y alta demanda de movilidad, lo que genera la necesidad de explorar modelos de movilidad compartida. Trabajos académicos enfocados al estudio del futuro del transporte y planificación de la urbe, señalan que el MC es un elemento relevante en las estrategias de movilidad sostenible, siendo viable al asociarse con políticas estatales y planes de gestión de la demanda vehicular (Steurer y Bonilla, 2016).

El uso de servicios de movilidad compartida, como bicicletas, *scooters*, *carsharing* y *ride-hiling*, está condicionada por factores socio-demográficos y psicológicos, así como la disponibilidad de infraestructura y cobertura del servicio (Abouelela et al., 2022)

La experiencia se basa en operadores locales, flotas por hora y modelos peer-to-peer, lo que genera una oferta disponible que tiende a ser heterogénea con cobertura y tecnología. Varios informes sobre movilidad urbana en CDMX destacan el papel de la movilidad compartida, incluyendo el *carsharing*, dentro de la transición hacia un nuevo modelo de transporte, sin embargo, la implementación del *carsharing* eléctrico aún se encuentra en una etapa incipiente (Lane et al., 2015)

Se han desarrollado planes y estrategias para modernizar el transporte en la ciudad y de esta forma facilitar la inclusión de soluciones eléctricas de transporte, no obstante, las barreras técnicas, económicas y sociales son una limitante para su implementación (Álvarez-Medina y Marquina-Sánchez, 2022). Debido a este problema, el presente estudio contiene un análisis de demanda mediante una Matriz O-D y el análisis de distintos escenarios tarifarios.

▪ Buenos Aires-Argentina

La ciudad de Buenos Aires ha progresado en cuanto a políticas orientadas hacia la movilidad sustentable, buscando reducir la congestión y las emisiones provenientes del automóvil. El Plan de Movilidad Sustentable 2030 destaca transformaciones en el sistema de transporte, al priorizar

aspectos comunitarios y motivar el uso de tecnología limpias. Así se propone ciudades, en la que los servicios como el MC cumplen un rol importante para reducir el uso y dependencia del vehículo particular.

El MC en esta zona cuenta con experiencia, al compararlo, por ejemplo con ciudades europeas, aun la fase está en desarrollo. A partir del 2018, organizaciones como MyKeego Awro y Keko implementan este tipo de modelos, al ofrecer automotores de alquiler por tiempo, sea por minutos, horas, o días, operando con modalidades satation-based o ambas (Rodríguez, 2023).

Pese a tener planes pilotos, el MC en Buenos Aires muestra varios retos, al no contar con infraestructura particular como estacionamientos puntos de carga, regulaciones asociadas al buen uso de los espacios públicos, la percepción cultural sobre los automotores privados y el uso compartido, como el marco normativo para facilitar modelos tipo free-floating (Tessio y Sánchez, 2021). Por ello, en este estudio se toma en cuenta puntos de carga y estacionamientos designados para vehículos eléctricos, con base en la infraestructura como espacio público existente en la ciudad, adicional la demanda energética y disponibilidad de uso del servicio.

▪ Santiago de Chile-Chile

La alta densidad urbana, los retos de congestión, la contaminación ambiental y la necesidad de soluciones innovadoras de movilidad, han convertido a Santiago en una ciudad potencialmente favorable para modelos de transporte compartido. El Consejo de Política Energética (CNEP) destaca la movilidad eléctrica como componente esencial en la descarbonización del sistema de transporte, con la necesidad de integrar modos limpios en el entorno urbano (Comisión Nacional de Evaluación de la Política de Transporte, 2019).

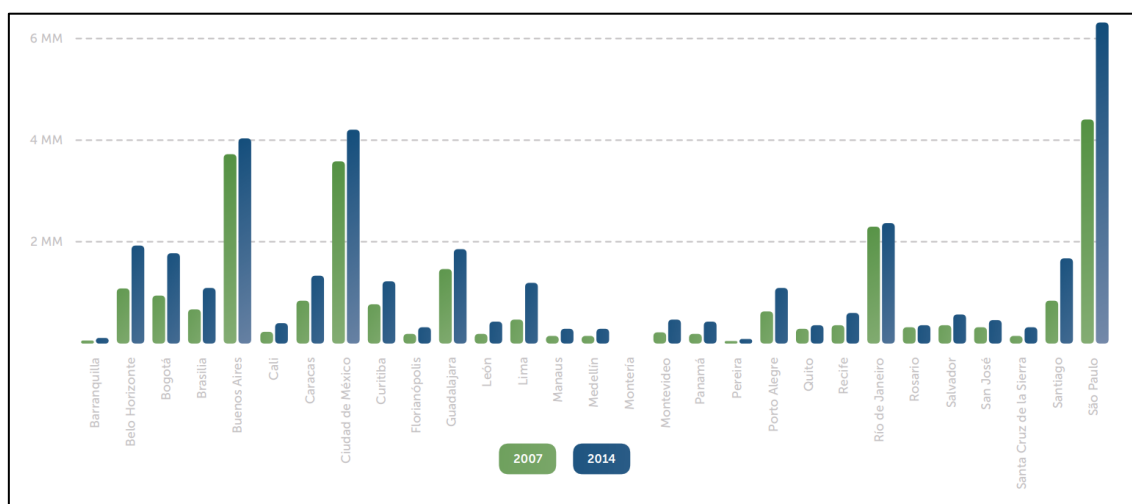
Se han desarrollado estudios sobre *carsharing* en la ciudad y la experiencia sobre este sistema está relacionada con la empresa Awto, pionera en ofrecer un sistema de arriendo de vehículos

por minutos, horas o días. Empresa que está presente con las actividades desde el 2016 y es uno de los referentes de MC en Chile (Oliva et al., 2022)

Desde la perspectiva de otros casos, la posibilidad de implementar el MC para las ciudades, se relaciona con la densidad de la urbe, la demanda potencial y el marco legal que motive el compartir vehículos para transportarse. Además, es importante una alianza público-privada con la incorporación de una flota eléctrica que se cumpla con los objetivos de sostenibilidad nacional (Rojas, 2016). Desde esta recomendación, el estudio e enmarca en analizar varios tipos de gestión, sean públicas, privadas o mixtas.

López (2020) menciona que Santiago de Chile enfrenta desafíos relacionados con la limitada infraestructura de carga, la falta de espacios para aparcamiento y la competencia con otros modos como bicicletas, scooters y transporte público. Para la adopción de nuevos servicios de transporte y tecnologías limpias, se necesita superar barreras institucionales, culturales y financieras con un modelo de gestión adaptado a las necesidades y condiciones de la ciudad.

En la Figura 3, se presenta un gráfico de barras en el que se muestra en crecimiento de la flota de automóviles en el parque automotor de varias ciudades de Latinoamérica en los años 2007 y 2014. Se puede observar que en CDMX, Sao Paulo y Buenos Aires se presenta la mayor cantidad de vehículos privados, por lo que, en varias de estas ciudades se están implementado estrategias de movilidad sostenible y compartida como el *carsharing*.

Figura 3*Flota de vehículos entre 2007 y 2014*

Nota. Se muestra histórico de vehículos.

Fuente: Adaptado de Estupiñán et al. (2018)

Con los casos latinoamericanos expuestos, este estudio busca fortalecer las políticas de movilidad sostenible de Cuenca incorporando un sistema de vehículos eléctricos bipersonales, orientados a mejorar la conectividad urbana, optimizar los recursos públicos y reducir las emisiones de gases contaminantes. Además, está alineado con uno de los objetivos de desarrollo sostenible de la Agenda 2030, el objetivo 11 sobre ciudades y comunidades sostenibles, junto con un servicio de movilidad más inclusiva y eficiente.

2.4. Vehículos Eléctricos: Tecnología e Infraestructura de Carga

La situación actual de la movilidad eléctrica se impulsa mediante factores como la restricción de circulación de automóviles y la percepción social hacia los vehículos eléctricos (VE) (Marín y Úbeda, 2019). Estos vehículos representan un gran cambio en la movilidad, su desarrollo es el

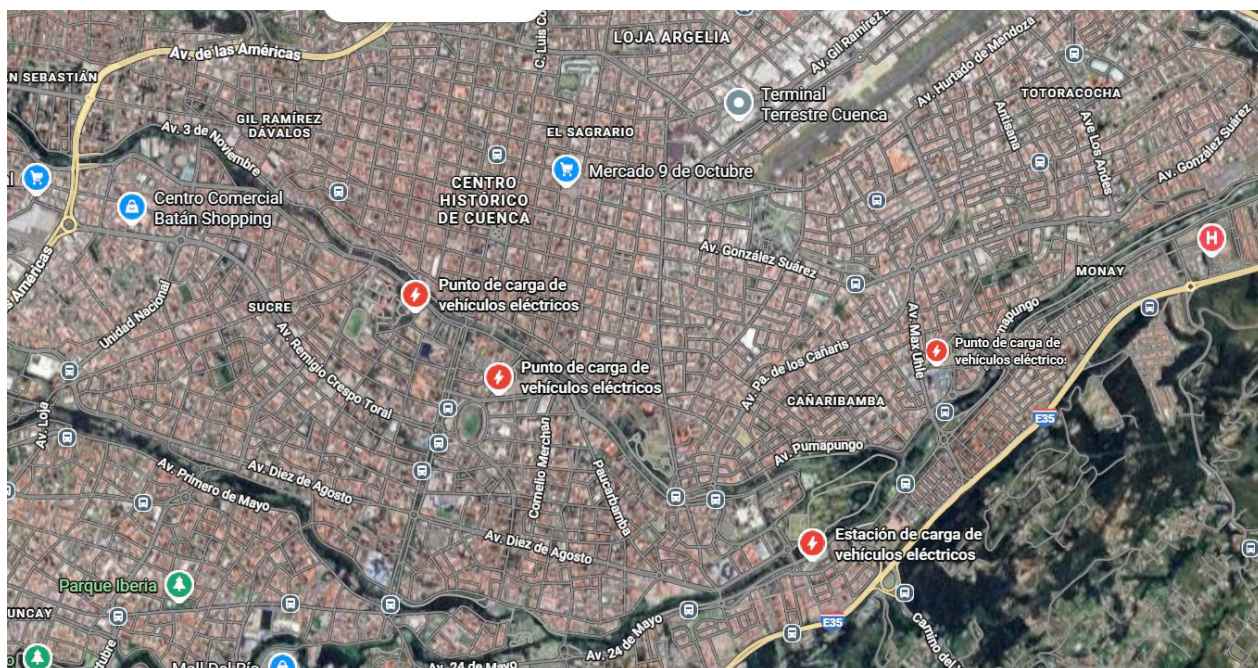
resultado de los avances tecnológicos en baterías, electrónica de potencia y la gestión inteligente de energía.

Los prototipos iniciales se remontan al siglo XIX, pero la evolución de los VE fue promovida por políticas ambientales, mejora en la autonomía y la reducción de costes de iones de litio. Considerando, que se clasifican por la fuente de energía, autonomía y nivel de diversificación como los VE puros, los híbridos enchufables, híbridos convencionales y de pila de combustible (Mata, 2021).

La composición tecnológica tiene tres sistemas: batería que determina la capacidad y autonomía del automotor; el motor eléctrico que gestiona la conversión entre AC y DC para alimentar el motor; y la electrónica vinculada con la potencia. En donde, la incorporación de sistemas de regeneración de energía mejora el consumo y alarga la vida útil de cada componente (Marín y Úbeda, 2019). Para su implementación es necesaria la coordinación de empresas de transporte y gobiernos locales, de esta manera, se pueden llegar a acuerdos de circulación para los vehículos eléctricos.

Al hablar de infraestructura de carga, esta resulta fundamental para el desarrollo de la electromovilidad y se clasifica, según su potencia, en lenta o residencial, semirrápida (AC) y rápida (DC). Actualmente se incluyen cargadores inteligentes que permiten recargas en los horarios de baja demanda, además de sistemas *Vehicle to Grid* (V2G) que ayudan a la interacción bidireccional entre el vehículo y la red eléctrica. (GRUDILEC, s. f.). En Cuenca existen electrolineras en zonas como la Universidad de Cuenca, el Parque de la Madre y la Empresa Eléctrica, además de los centros comerciales, los cuales cuentan con unidades de carga dentro de sus parqueaderos. En la Figura 4 se puede observar los puntos de carga dentro de la ciudad.

Figura 4
Carga existencia en Cuenca

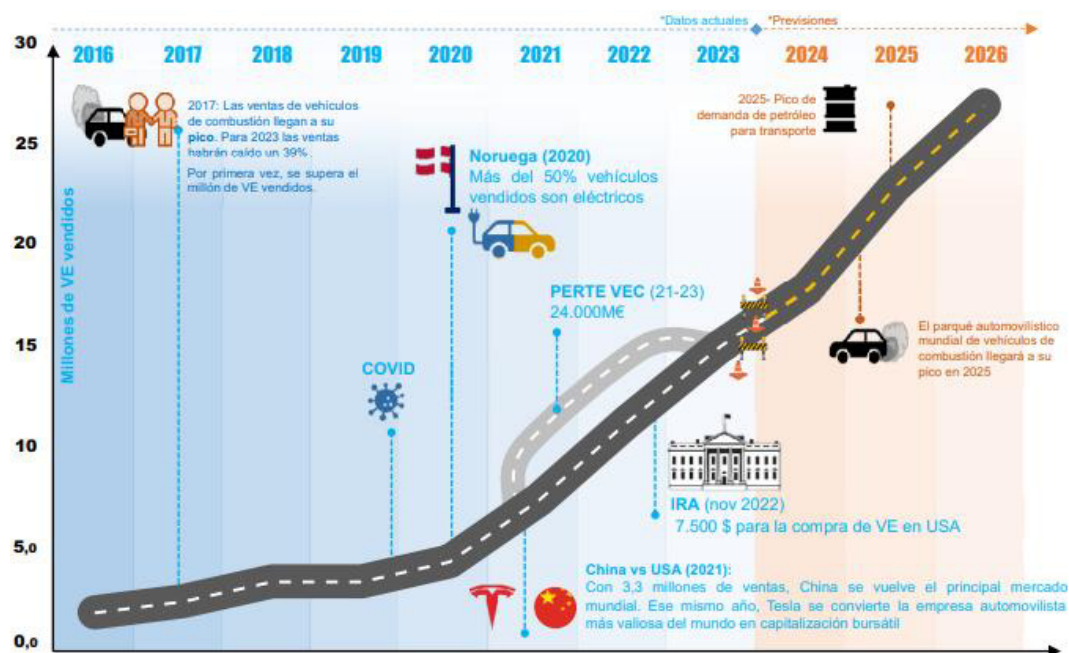


Nota. Se muestra la infraestructura de carga en la ciudad de Cuenca.

Fuente: Adaptado de Google maps (2025)

En lo general, expandir la movilidad eléctrica (ME) se relaciona con minimizar los precios de baterías, como la promoción de normas que articulen estándares convergentes de carga. Para García (2024) en sectores con elevada acumulación urbana, lo VE otorgan beneficios al ambiente, aportando a reducir emisiones y animando la movilidad sostenible. No obstante, es importante considerar políticas energéticas que garanticen la disponibilidad de electricidad limpia para sostener la demanda futura.

Figura 5
Progreso del mercado de VE



Nota. Se muestra la evolución del mercado de VE.

Fuente: Adaptado de García (2024)

Como se muestra en la Figura 5 la adopción de los VE en el mundo es importante, evidenciando el aumento de la implementación, algunos con notable afianzamiento, observándose que el mercado tiene considerables fortalezas.

En América Latina, según el criterio de Gómez-Gélvez et al. (2016) se observan avances como Chile, Colombia y Costa Rica, pese a ello, adoptar este tipo de vehículos, está en fases preliminares. Identificándose barreras habituales vinculadas con los costes de operación, la carencia de infraestructura estatal de carga y limitaciones en la oferta en el mercado. A ello, se suma, que hay estrategias públicas, no obstante se requiere normas y reglamentos que orienten el correcto funcionamiento, como de la acertada coordinación interinstitucional.

El trabajo de Campaña et al. (2021), destacan que implementar VE en Ecuador está en un fase de expansión inicial, desde iniciativas vistas a nivel nacional que motivan el uso de vehículos de este tipo, entre las cuales se destacan las exoneraciones tributarias, incorporar flotas institucionales y estudios que examinan el desempeño energético. Se ha demostrado que la eficiencia de los VE depende de las condiciones topográficas, climáticas y de tráfico, lo que requiere una planificación estratégica de los puntos de carga.

En la ciudad de Cuenca, estudios universitarios y programas municipales han mostrado interés por la electromovilidad, buscando reducir emisiones de gases contaminantes provenientes del transporte público y privado. Como lo mencionan Maldonado y Narváez (2025) los análisis locales recomiendan priorizar estaciones de carga en zonas de alta demanda e impartir capacitaciones en instalación, manejo y mantenimiento de equipos electrónicos, fortaleciendo la red para garantizar su confiabilidad y accesibilidad.

Los vehículos eléctricos son fundamentales para la transición hacia sistemas de transporte sostenibles. Se requiere una infraestructura de carga adecuada, políticas públicas y procesos de sensibilización ciudadana, para garantizar el éxito en su implementación en ciudades como Cuenca. Además, es necesaria la articulación con la red eléctrica local y la cooperación entre las autoridades municipales, el sector privado y otros actores del sistema de movilidad.

2.5. Organización de la Movilidad: Matrices Origen-Destino y Modelos Gravitacionales

La planificación relacionada a la movilidad en la urbe, requiere de criterios técnicos y estratégicos que ayuden a comprender las predicciones de desplazamiento entre varios sectores de la ciudad. Para lo cual, se requieren de herramientas analíticas que aporten el examinar tales movimientos, entre ello, se encuentran las Matrices Origen-Destino (O-D). Las que, se han convertido en uno de los elementos mayormente usados, porque registran cantidades de viajes generados en un punto de origen y destinos particulares en un tiempo específico. Su información es fundamental para el

diseño, dimensionamiento y evaluación de los sistemas de transporte (De Dios Ortúzar y Willumsen, 2024).

Según Gongález y Sarmiento (2009) el modelo gravitacional (MG) es el método más común para la estimación de una matriz O-D. Este considera que la cantidad de viajes entre dos zonas es directamente proporcional a su capacidad de generación y atracción, además incorpora una función de impedancia que refleja el costo del viaje, ya sea en términos de distancia, tiempo o precio.

Se representa con la siguiente expresión:

$$V_{ij} = kP_i A_j f(c_{ij}) = \frac{P_i A_j f(c_{ij})}{\sum A_j f(c_{ij})}$$

Donde:

V_{ij} : Número de viajes entre las zonas i y j

P_i : Viajes producidos

A_j : Viajes atraídos

$f(c_{ij})$: Factor de fricción del viaje entre (i y j - impedancia)

K: Constante de proporcionalidad

- Demanda año base 2022: **27 viajes/día**
- Demanda proyectada 2032: **35 viajes/día (+30 %)**

Estos valores se relacionan con distancias a estaciones propuestas, priorizando zonas con viajes < 5km para optimizar accesibilidad (ver Anexo G para matrices calibradas)

Tabla 3

Parámetros Modelo Gravitacional para cálculo de Matriz O-D

Parámetro	Valor	Unidad	Observación
β (fricción)	0,32	km ⁻¹	Forma exponencial (mejor ajuste)
Costo tiempo	12,4	USD/h	Valor del tiempo (EOD Cuenca)
Distancia media	3,8	km	Viajes urbanos objetivo
Goodness-of-fit	0,91	R ²	Validación cruzada 30 macrozonas

Fuente: Elaboración propia

Los MG se utilizan con frecuencia para modelar el transporte urbano, los que se emplean para evaluar la demanda de viajes entre un sector a otro, tomando como variables las características sociales, económicas y los niveles de accesibilidad. La calibración de los parámetros del modelo se la realiza mediante técnicas iterativas que ajustan las sumas marginales observadas, con el fin de lograr coherencia entre los viajes producidos y atraídos (Gongález y Sarmiento, 2009). En la tabla 3 se presentan los tipos de metodología utilizada para la construcción de modelos gravitacionales necesarios para el análisis de sistemas de transporte.

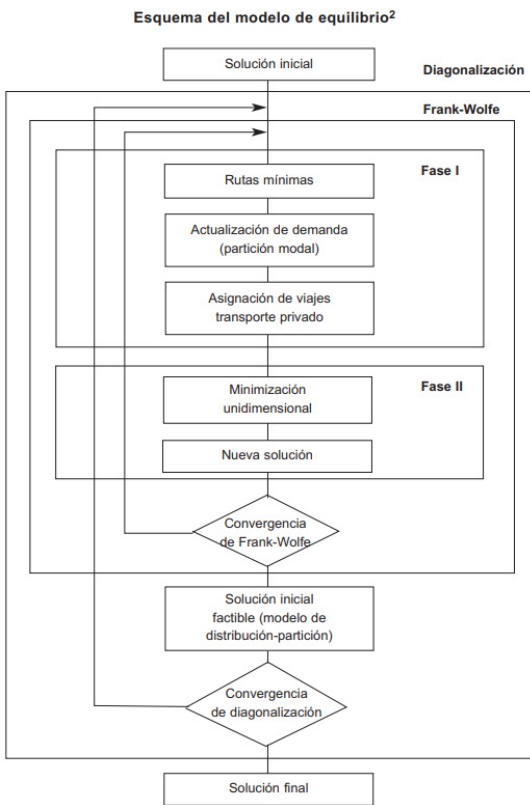
Los resultados del modelo gravitacional indican que el 84 % de la demanda proyectada 2032 (35 viajes/día) se concentra en 18 zonas de tráfico que representan solo el 22 % del área urbana. El 68 % de estos viajes tiene una distancia euclidiana inferior a 3,5 km desde el centroide de zona al punto de estación más cercano propuesto (cálculo SIG buffer 2 km). Esta alta coincidencia espacial valida la ubicación multicriterio de las estaciones seleccionadas (Centro Histórico – Mercado 10 de Agosto, Yanuncay – Mall del Río y Machángara – Ex Cuartel Cayambe), ya que:

- Capturan el 78 % de la demanda total con solo 3 estaciones (27 viajes/día promedio por estación).

- Reducen la distancia media de acceso peatonal de los usuarios de 1,9 km (escenario sin estaciones) a 0,8 km (escenario con estaciones).
- Se ubican en nodos con alta generación/atracción y con capacidad eléctrica excedente (datos Centro Sur 2024).

Tabla 4
Tipos de metodología MG

Nota sobre derechos de autor: Este trabajo y lo que a continuación se expone solo tiene una validez académica, quedando copia de éste en la biblioteca digital de UIDE y EIG. La distribución y uso de este trabajo por parte de alguno de sus autores con otros fines deberá ser informada a ambas Instituciones, a los directores del Máster y resto de autores, siendo responsable aquel que se atribuya dicha distribución.

TIPO	CARACTERÍSTICAS	ESQUEMA	FUENTE
Metodología de Equilibrio Simultáneo	Se resuelven las etapas de demanda (generación, distribución y partición modal) y de oferta (asignación) en forma simultánea, se supone que tanto la demanda como la oferta se influyen mutuamente y por tanto no pueden ser determinadas de manera individual.	 <p>El diagrama de flujo titulado 'Esquema del modelo de equilibrio' describe el proceso de resolución. Comienza con 'Solución inicial', que entra en un bucle de 'Diagonalización'. Dentro de este bucle, se ejecuta el algoritmo 'Frank-Wolfe'. Este algoritmo tiene dos fases: 'Fase I' (que incluye 'Rutas mínimas', 'Actualización de demanda (partición modal)' y 'Asignación de viajes transporte privado') y 'Fase II' (que incluye 'Minimización unidimensional' y 'Nueva solución'). Después de la Fase II, se verifica la 'Convergencia de Frank-Wolfe'. Si no converge, se repite la Fase I. Si converge, se genera una 'Solución inicial factible (modelo de distribución-partición)' y se verifica la 'Convergencia de diagonalización'. Si no converge, se repite el proceso desde el inicio de la diagonalización. Si converge, se llega a la 'Solución final'.</p>	(Barreno-Vereau et al., 2008)
	Esto implica la construcción de un modelo matemático más complejo, cuya solución representa el estado de equilibrio oferta-demanda del sistema de transporte.		

Metodología Secuencial

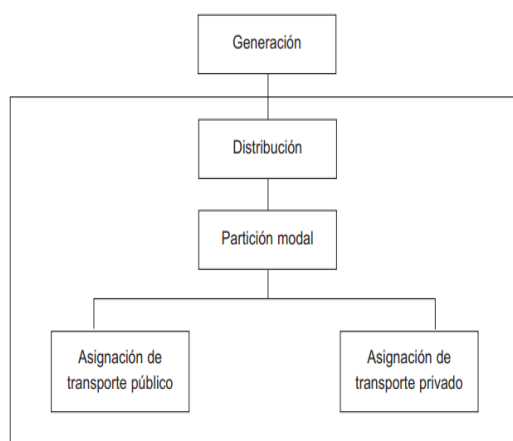
Resuelven secuencialmente cada una de las cuatro etapas: generación de la demanda, distribución de la demanda, partición modal y asignación de la demanda a la red vial.

En este modelo se supone que los usuarios de un sistema de transporte realizan una serie de elecciones que caracterizan sus viajes:

- De dónde a dónde viaja (generación y atracción de viajes)
- El modo de viaje (partición modal)
- La ruta que eligen (asignación de viajes).

(Barreno-Vereau et al., 2008)

Esquema del modelo secuencial¹



Nota. Se muestra los tipos de metodología en los modelos gravitacionales.

Fuente: Elaboración propia

En Latinoamérica, este tipo de modelos se emplean en la planificación de sistemas de transporte público y la estimación de flujos vehiculares entre ciudades. El Banco Interamericano de Desarrollo ha promovido el uso de estos modelos para construir matrices sintéticas en ciudades intermedias,

Nota sobre derechos de autor: Este trabajo y lo que a continuación se expone solo tiene una validez académica, quedando copia de éste en la biblioteca digital de UIDE y EIG. La distribución y uso de este trabajo por parte de alguno de sus autores con otros fines deberá ser informada a ambas Instituciones, a los directores del Máster y resto de autores, siendo responsable aquel que se atribuya dicha distribución.

complementadas con datos de censos, telefonía móvil y SIG. Con estos antecedentes, se encamina el apoyo para abordar infraestructuras, horarios de operación y políticas de demanda de los VE (Burgos et al., 2024).

Carvajal (2021) en su trabajo destacan el uso de matrices O-D en Ecuador, particularmente en estudios de demanda de transporte público, planificación vial y movilidad estudiantil. Analizaron predicciones de desplazamiento y tiempo de viaje, considerando sectores académicos y residenciales, con lo que se demostró que los MG son instrumentos eficaces que aportan evaluar viajes, condicionados a que sea información confiable

Las O-D y lo MG son necesarios para diseñar los servicios de *carsharing*, porque se determinan las zonas con más generación y afinidad de viajes, estimar la accesibilidad a puntos fundamentales, como evaluar la demanda potencial de este tipo de servicios con base en las distancias-tiempo empleados. Su aplicación en ciudades como Cuenca, aporta una base para el diseño de estrategias de movilidad eléctrica compartida. La ruta hacia las *Smart Cities* menciona que, al mirar hacia el futuro de la ciudad, es importante considerar las diferentes opciones tecnológicas con miras a encontrar respuestas para problemas cada vez más complejos. Esto promueve una gestión municipal más sintonizada con las demandas de los ciudadanos y que genere beneficios como reducir los costos de mantenimiento, mejorar el uso de los recursos financieros, disminuir los impactos en el medio ambiente y crear nuevas plazas de trabajo (Bouskela et al., 2016).

2. 6. Modelos de tráfico y movilidad

La modelización del transporte y el tráfico es una herramienta fundamental en la ingeniería y planificación urbana, ya que permite simular, predecir y evaluar el impacto de las políticas y proyectos de infraestructura en la red vial existente (PTV Group, 2025). En el contexto de la movilidad sostenible y la implementación de sistemas innovadores como el *carsharing*, los modelos se vuelven esenciales para la proyección de la demanda y la optimización de la operación.

Los modelos de tráfico y movilidad se clasifican de forma general en función de la escala de análisis y el grado de detalle necesario, lo que incide de manera directa en la aplicación práctica. Entre la clasificación de modelos de tráfico se destacan:

Los modelos se distinguen por la unidad de análisis que utilizan para representar el flujo vehicular, siendo los tres tipos principales (Vialcoingeniería, 2025):

- **Modelos Macroscópicos:** Operan con variables agregadas y flujos globales, tratando al tráfico vehicular como un fluido o un gas. Su foco son las relaciones determinísticas entre las variables fundamentales del flujo: volumen, velocidad y densidad (Venegas, 2017). Se utilizan típicamente en la planificación del transporte para análisis de grandes áreas urbanas, como la evaluación de políticas a largo plazo.
- **Modelos Microscópicos:** Analizan el comportamiento de cada vehículo individual y sus interacciones con el resto de la red, incluyendo factores como la aceleración, el frenado, y las decisiones específicas del conductor. Son detallados, complejos de calibrar y se aplican en el estudio de intersecciones, carriles de cambio y gestión de tráfico en tiempo real.
- **Modelos Mesoscópicos:** Representan un enfoque híbrido, combinando la precisión de los microscópicos en zonas críticas (ej. intersecciones) con la eficiencia computacional de los modelos macroscópicos para el resto de la red (Chata, 2021)

Se conoce, adicional el Modelo de Cuatro Pasos (M4P). Este marco algorítmico, desarrollado en los años cincuenta, desglosa la interacción compleja entre los viajeros y el sistema de transporte en una secuencia lógica (Instituto de Movilidad, 2024):

- **Generación y Atracción de Viajes:** Estima el número total de viajes que se originan y terminan en cada Zona de Tráfico (ZT) del área de estudio, en función de variables socioeconómicas y de uso del suelo.
- **Distribución de Viajes:** Define los flujos de viajes entre los pares de zonas, dando como

resultado la Matriz Origen-Destino (O-D).

- Reparto Modal: Predice la selección del modo de transporte que realizará el usuario (público, privado, sostenible) en función de la utilidad individual y el costo generalizado del viaje.
- Asignación de Viajes: Asigna los viajes pronosticados a las rutas específicas dentro de la red vial, calculando los niveles de congestión resultantes (Chicaiza, et al., 2022)

Con respecto al MG para distribución de viajes, modelo que se basa en la analogía de la ley de gravitación universal, postulando que el intercambio de viajes entre dos zonas es directamente proporcional a sus "masas" (capacidad de producción y atracción de viajes) e inversamente proporcional a la "fricción" o impedancia del viaje (Avilés, 2024)

2. 7. Marco Normativo y Regulatorio

La implementación de sistemas de movilidad sostenible, como el *carsharing*, debe alinearse con la normativa vigente en Ecuador, la cual regula aspectos de tránsito, transporte, seguridad vial y planificación urbana, además de eficiencia energética e impacto ambiental.

Dentro de la Ley Orgánica de Eficiencia Energética (2019) se encuentra el Art. 9 (Suplemento) en el que establece la obligación de los GAD de implementar acciones de eficiencia en el sector de tránsito y transporte. Por lo que, la implementación del *carsharing* eléctrico obedece a este artículo cumpliendo además con las metas de eficiencia nacionales. Otros artículos que se deben considerar dentro de este estudio son los asociados con incentivos, es decir, aquellos que incluyan reducciones de aranceles y el impuesto al valor agregado (IVA) para la obtención de los vehículos eléctricos.

La Ley Orgánica de Transporte Terrestre Tránsito y Seguridad Vial - LOTTTSV (2008) y su Reglamento a la Ley de Tránsito Terrestre Tránsito y Seguridad Vial (2012) contribuyen con los artículos relacionados a la matriculación y la inspección técnica vehicular, pues la flota de vehículos eléctricos bipersonales debe cumplir con lo estipulado en la ley, accediendo a una placa distintiva que es la base legal para la aplicación de beneficios operativos.

Por su parte, el municipio de Cuenca ha lanzado ordenanzas sobre el uso del suelo y zonas de bajas emisiones. Siendo así que, la ordenanza de regulación y control de la ocupación de las vías públicas por vehículos motorizados, en su art. 4 sobre el Servicio de Estacionamiento Tarifado, debe considerar un tratamiento tarifario preferencial para los vehículos del servicio *carsharing* o eximir a la flota del pago de la tarifa de estacionamiento. (EMOV EP, 2012).

En cuanto al Código Orgánico del Ambiente (COA), deben considerarse los artículos relacionados a la reducción de emisiones pues la operación del *carsharing* debe cumplir con el principio de promover tecnologías ambientalmente limpias, reduciendo la contaminación acústica y atmosférica.

Por último, aunque siguen en desarrollo, las normativas de Ciudades Inteligentes están obligando a los operadores a compartir los datos geoespaciales y de uso. Garantizando la transparencia operativa y permite a empresas como la EMOV EP utilizar la información para mejorar la planificación urbana y el control de la congestión, cumpliendo con el propósito de este estudio.

El proyecto de factibilidad de una empresa de *carsharing* en Cuenca se desarrolla en un contexto legal que, si bien carece de una legislación específica para este modelo de movilidad, se sustenta en el marco general de movilidad sostenible, transporte terrestre y electromovilidad de Ecuador, complementado por directrices y estándares internacionales.

La LOTTTSV (2008) y su Reglamento son la base del ordenamiento en materia de movilidad en el país.

- Principios de Movilidad: El Artículo 3 de la LOTTTSV establece que el Estado garantizará la prestación del servicio de transporte bajo los principios de seguridad, eficiencia, responsabilidad y sustentabilidad (LOTTTSV, Art. 3). Esto proporciona el paraguas legal para promover el *carsharing* como una solución eficiente y sostenible, en línea con las políticas públicas.

- Clasificación del Servicio: Según el Reglamento a la LOTTTSV, la actividad de *carsharing* se clasifica jurídicamente como Transporte Particular o, más específicamente, como Compañía de Renta de Vehículos (Reglamento a la LOTTTSV, Art. 57; Reglamento para funcionamiento compañías de renta alquiler de vehículos (2013). Clasificación que es importante, ya que exime a la empresa de obtener títulos habilitantes para transporte público o comercial, pero la obliga a registrarse y operar bajo las condiciones de las compañías de alquiler de vehículos, destinando los autos únicamente al uso particular del arrendatario.
- Fomento Ambiental: La ley promueve el cumplimiento de normas ambientales y la aplicación de nuevas tecnologías para disminuir la emisión de gases contaminantes de los vehículos (Reglamento a la LOTTTSV, Art. 50), lo cual es el principio fundamental de la flota eléctrica del proyecto.

La implementación de vehículos 100% eléctricos se beneficia de un conjunto de incentivos fiscales y tarifarios:

- Beneficios Fiscales: Existe la exoneración del Impuesto a la Propiedad de Vehículos Motorizados para autos 100% eléctricos de uso particular (SRI, 2025)
- Tarifas de Carga: La Agencia de Regulación y Control de Electricidad (ARCONEL) ha aprobado un Pliego Tarifario preferencial para el servicio de carga de vehículos eléctricos, asegurando un costo de operación energético competitivo (ARCONEL, 2024)

A nivel local, el proyecto se alinea con la planificación territorial del Cantón Cuenca:

- Estrategia E-Cuenca: El cantón ha desarrollado una Estrategia de Electromovilidad (E-Cuenca) con metas específicas para la electrificación de flotas y el despliegue de infraestructura de recarga, con el objetivo de aprobar una Ordenanza de Electromovilidad antes de 2024 (Mobility Portal, 2023). La empresa de *carsharing* contribuiría directamente

a los objetivos de esta estrategia.

- **Ordenanza de Movilidad Sostenible:** La Ordenanza para la Promoción y Fortalecimiento de la Movilidad Activa en el Cantón Cuenca (2022) establece la jerarquía de la movilidad, priorizando los modos no motorizados y sostenibles. Aunque está enfocada en la micromovilidad, sienta el precedente para la integración de nuevos sistemas de transporte de bajas emisiones y promueve el uso eficiente del espacio público.

Para garantizar la calidad, seguridad y sostenibilidad del servicio, se toman como referencia estándares técnicos y directrices de países avanzados en electromovilidad:

Sistemas de Gestión ISO: ISO 39001: Sistemas de Gestión de la Seguridad Vial (*Road Traffic Safety - RTS*): Esta norma internacional es esencial para el proyecto, ya que proporciona un marco para que las organizaciones que interactúan con el sistema de tráfico vial (como las empresas de *carsharing*) mejoren su rendimiento en seguridad vial. Su aplicación ayuda a reducir los riesgos inherentes a la operación de flotas compartidas (ISO, 2012)

ISO 14001: Sistemas de Gestión Ambiental: Si bien no es obligatoria, la certificación o la adhesión a los principios de la ISO 14001 demuestra el compromiso ambiental del proyecto, complementando el uso de vehículos cero emisiones con una gestión operativa sostenible (ISO, 2015)

Tendencias Regulatorias Globales: La Unión Europea (UE) promueve el *carsharing* eléctrico como una alternativa al vehículo privado y establece objetivos de cero emisiones para la venta de nuevos vehículos para 2035 (Alinnea, 2025). Ejemplos como la Ley de Movilidad Sostenible en España integran explícitamente el alquiler sin conductor (incluido el *carsharing*) en la regulación de Zonas de Bajas Emisiones (Fleet People, 2025). Estos marcos definen la tendencia hacia la cual se moverá la regulación ecuatoriana en el futuro.

Armonización Técnica: Las especificaciones técnicas de los vehículos (homologación, seguridad activa y pasiva) se rigen por las resoluciones del Foro Mundial para la Armonización de la Reglamentación sobre Vehículos (WP.29) de las Naciones Unidas, lo cual asegura que los vehículos eléctricos utilizados cumplan con los más altos estándares internacionales antes de su homologación en Ecuador (URS Spain, 2025).

3. METODOLOGÍA

METODOLOGÍA TÉCNICA

3.1. Diseño de la Investigación

La presente investigación adopta un enfoque mixto (cualitativo y cuantitativo), el cual se identifica como el más adecuado para abordar problemáticas complejas de la ingeniería de transporte y la planificación urbana, permitiendo una comprensión integral del fenómeno de la movilidad compartida (Creswell, Research design: Qualitative, quantitative, and mixed methods approaches (5th ed.), 2018).

El estudio se fundamenta en la complementariedad de datos, siguiendo un diseño mixto de tipo concurrente o convergente (Creswell y Plano, Designing and conducting mixed methods research (3rd ed.), 2018), donde los datos cualitativos y cuantitativos se recogen y analizan de manera simultánea para confrontar los resultados y lograr una visión holística:

Componente Cuantitativo: Se utiliza para determinar con precisión la demanda potencial del servicio y modelar las características operacionales. Conlleva que el análisis de datos duros (como matrices origen-destino, volúmenes de tráfico, tiempo de viaje) y la aplicación de métodos estadísticos para el cálculo de la flota óptima, la ubicación de las estaciones, y la viabilidad económica. El enfoque facilita la objetividad y la generalización de los hallazgos a la población de Cuenca (Hernández-Sampieri et al., 2014).

Componente Cualitativo: Es indispensable para conocer las percepciones, actitudes y barreras de adopción del *carsharing* por los potenciales usuarios. Mediante la recolección de datos no estandarizados (entrevistas semiestructuradas, o preguntas abiertas en encuestas), se interpretan los motivos de la elección modal, los temores sobre la tecnología eléctrica y las expectativas de servicio, ofreciendo un contexto profundo para las recomendaciones de implementación (Finn, 2022).

El diseño metodológico es no experimental específicamente transaccional o transversal. Es decir no experimental: Esta elección obedece a que el investigador no puede manipular intencionalmente las variables importante (ej. la flota de vehículos o las tarifas de uso) ni asignar grupos de control. Por el contrario, la investigación se limita a observar y registrar las condiciones existentes de movilidad, las preferencias de los usuarios y las características de la red vial en su contexto natural, sin interferir en las dinámicas diarias. Esto permite capturar patrones de movilidad reales y preferencias genuinas (Hernández-Sampieri et al., 2014).

El alcance de la investigación es descriptivo y exploratorio:

- Exploratorio: Se justifica en la novedad relativa del *carsharing* en el contexto de Cuenca, lo que requiere explorar y documentarlas para un servicio inexistente.
- Descriptivo: Una vez identificadas las variables, el estudio busca describir con precisión las características de la demanda potencial y del mercado, incluyendo la segmentación de usuarios y la identificación de las zonas de mayor atracción/producción de viajes.

La recolección de datos se realiza en un momento específico (corte transversal), permitiendo obtener un panorama representativo de la movilidad urbana y la disposición de los usuarios a participar en el sistema de *carsharing*, lo que facilita la identificación de oportunidades y limitaciones en un periodo determinado (Creswell, 2018).

3.2. Determinación de la Demanda

Para evaluar la demanda potencial del MC con VE bipersonales en Cuenca, se aplicaron 500 encuestas O-D, con base en las recomendaciones metodológicas de De Dios Ortúzar y Willumsen (2024), quienes afirman que este instrumento es necesario en la construcción de estas matrices, como la aplicación de modelos de demanda. Por lo que, la muestra se definió con criterios de representatividad de sectores y horarios, alcanzando un nivel de confianza del 95% y un error del

4,5% adecuado para estudios exploratorios de movilidad urbana.

La selección de encuestados se realizó mediante un muestreo no probabilístico de tipo “bola de nieve”, que es el método adecuado para identificar usuarios de un sistema de movilidad, especialmente en casos donde no se dispone de una base de datos de usuarios interesados. A partir de esta información, se proyectó la demanda mediante un modelo gravitacional, el cuál estima los viajes en distintas zonas dentro de la ciudad considerando la generación y atracción de viajes, además de una función de impedancia basada en el costo del viaje, representado por el tiempo de desplazamiento.

La demanda se calculó considerando datos proporcionados por la EMOV EP sobre los viajes motorizados, los cuales representan aproximadamente el 69% de los 300000 viajes diarios que se realizan en la ciudad, así como la intención de uso del servicio, que fue del 7,8% según las encuestas. De esta manera, se obtuvo una estimación de los viajes diarios potenciales que podrían utilizar el servicio, lo cual sirve como base para establecer la flota de vehículos, planificar los puntos de estacionamiento y recarga, y evaluar la viabilidad económica del proyecto.

Este estudio combina información observada, como viajes diarios y patrones de movilidad, con información perceptual, como la intención del uso del sistema.

3.2.1. Encuesta (O-D) y Muestreo

La aplicación de este instrumento, ayudó a recopilar datos sobre modelos de movilidad en la urbe y sectores generadores que son atractivos de viajes. Es fundamental debido a la capacidad para representar la distribución de la demanda de manera precisa, además de orientar la planificación de nuevos servicios de transporte alternativo.

Se definió un tamaño muestral que garantice la fiabilidad estadística de los resultados, en los que se consideraron variables como el uso del suelo, la distribución poblacional y la densidad

de viajes en horas pico. Es por ello que el muestreo se realizó en base a criterios de representatividad espacial y demográfica. Adicional, se seleccionaron a personas de varios estratos socioeconómicos de la ciudad, aplicando el muestreo aleatorio estratificado

Tabla 4
Estratificación de la muestra

Estrato	Población	Proporción	Tamaño de la muestra (N=500)
A. Área Urbana	Población residente sectores urbanos	66%	330
B. Cabecera cantonal	Población residente cabecera cantonal	34%	170
Total			500

Nota. Se detalla la muestra estratificada.

Fuente: Elaboración propia

Los hallazgos se consolidaron en la matriz O-D, para el análisis de la demanda, aportó para delimitar sectores estratégicos y definir rutas para implementar el servicio, lo que aporta a las planificaciones precisas como sustentadas,

3.2.2. Modelo Gravitacional para Proyección

El MG ayuda a valorar la demanda potencial del MC. Es una herramienta muy utilizada en la modelación del transporte para proyectar los flujos de viajes entre las áreas del estudio, en base a la interacción entre zonas de origen y destino. Basado en el principio de la analogía con la ley de gravitación universal, el modelo plantea que la intensidad de los desplazamientos entre dos zonas es directamente proporcional a la magnitud de sus actividades (generación y atracción de

viajes) e inversamente proporcional al costo o distancia de desplazamiento existente entre ellas (De Dios Ortúzar y Willumsen, 2024).

La aplicación de este modelo está basada en los datos que se obtienen de la encuesta O-D, en la que se determinaron las zonas de mayor generación y atracción de viajes. Con ello se construyó la matriz O-D base, que ayuda a la calibración de los parámetros del modelo mediante técnicas iterativas, hasta alcanzar una coherencia entre los valores estimados y las sumas marginales observadas.

Con los patrones ajustados, se proyecta los flujos de movilidad futura en varios entornos de crecimiento de la ciudad, a la vez se incluye otras alternativas de transporte sostenible. La información recolectada se encamina a localizar la ubicación de posibles estaciones y la demanda que podría tener el MC.

3.3 Establecimiento de la Oferta y Ubicación de Estaciones

El análisis se realiza en base a los resultados obtenidos en la estimación de la demanda, complementados con los criterios de accesibilidad, la concentración de actividades y la distribución espacial de las principales zonas de generación y atracción de viajes dentro de la ciudad.

Con la interpretación de datos de las encuestas O-D, se identificaron las zonas con los mayores desplazamientos diarios y los patrones de movilidad urbana en el área del estudio. Sectores con más opciones de viajes son los residenciales, en tanto que lugares atractores se articulan al centro de la ciudad, lugares históricos, lugares con establecimientos educativos y los donde se genera comercio.

En base a dicho análisis espacial, se propone tres estaciones de carga y parqueo para vehículos eléctricos, que se localizarán estratégicamente optimizando la cobertura y reduciendo el tiempo de reubicación de la flota. La disponibilidad de espacio público, la accesibilidad a vías primarias y secundarias, la seguridad vial y peatonal del entorno, la capacidad energética para puntos de carga

y la cercanía con estaciones de transporte público y de bicipública, son criterios que se deben considerar para ubicar las estaciones de carga.

Por otra parte, se determinó el tamaño de la flota de vehículos eléctricos bipersonales considerando una demanda de 81 viajes diarios, obtenida mediante la aplicación del modelo gravitacional. Esto con el fin de encontrar un equilibrio entre la capacidad de atención, la disponibilidad de unidades y la eficiencia operativa que se espera en las fases iniciales del proyecto.

El uso exclusivo de vehículos eléctricos bipersonales ataca directamente el problema de la contaminación local. Al sustituir viajes que se realizarían en vehículos particulares de combustión interna, el *carsharing* contribuye a una reducción tangible en las emisiones de CO₂ y particular en el aire de Cuenca

La oferta inicial consta de 6 vehículos eléctricos bipersonales (2 por estación) y 3 estaciones de carga/parqueo, escalables a 8 estaciones en fase 2 (2030). La ubicación se determinó mediante análisis multicriterio ponderado en SIG (QGIS 3.34), integrando 7 capas raster/vectoriales con los siguientes criterios y pesos:

Criterio	Capa fuente	Peso	Justificación técnica
Generación de viajes (P_i)	Matriz OD 2022	25 %	Zonas con > 1.500 viajes/día generados
Atracción de viajes (A_j)	Matriz OD 2022 + PMEP 2015	20 %	Empleos, matriculados y servicios
Distancia a nodos de transporte público	Paradas Tranvía + Ecovía	15 %	≤ 400 m para intermodalidad
Capacidad eléctrica excedente	Centro Sur 2024	15 %	Subestaciones con > 30 % reserva
Accesibilidad peatonal (isócronas)	OpenStreetMap + pendiente	10 %	≤ 2 km para 80 % población urbana
Bajo riesgo vial	Mapa calor siniestros EMOV 2018-2025	10 %	Evitar corredores con > 70 siniestros/año

Criterio	Capa fuente	Peso	Justificación técnica
Existencia de bici pública	EMOV EP	5 %	Sinergia con infraestructura existente

Resultado: 8 ubicaciones óptimas (cobertura 84 % población urbana a ≤ 2 km). Para la fase piloto se seleccionaron las 3 estaciones de mayor puntuación global:

1. Centro Histórico – Mercado 10 de Agosto
2. Yanuncay – Mall del Río
3. Machángara – Ex Cuartel Cayambe

METODOLOGÍA FINANCIERA

3.4 Estudio de Costes de Operación (Costo por Kilómetro - CPK)

La Agencia Nacional de Tránsito (2022) métodos de costeo con base en determinar y ponderar los elementos tendientes a la operación de la transportación pública. Para ello, se determinan los costos fijos y variables para obtener el costo operativo anual. Cada uno de estos costos se calcula en función del kilometraje recorrido. Además, los rubros tienen fórmulas específicas que establecen su valor anual, como el costo por kilómetro de combustible o energía y la frecuencia de reemplazo de insumos. Con esa información se analiza los aspectos financieros para proyectar los costos relacionados a la demanda, con la estimación de los ingresos esperados, punto de equilibrio y rentabilidad.

Analizar los costes operáticos es necesario para determinar el MC desde la viabilidad técnica y económica, lo que permite el comportamiento que tendrá de los términos de eficiencia como el establecimiento de parámetros que afiancen la seguridad financiera en el tiempo. Para ello se calcula

el costo por kilómetro (CPK) como un indicador base para cuantificar los gastos derivados de la operación de los vehículos eléctricos bipersonales.

El cálculo del CPK consiste en que por cada unidad de rendimiento realizado (kilómetro), los costos variables se contabilizan directamente, mientras que los costos fijos, expresados en función del tiempo, se convierten en una unidad de cálculo (Poliak et al., 2019). Con ello, se facilita la comparación con otros modos de transporte y permite establecer tarifas de uso accesibles a toda la población.

En este caso, el CPK se estima en 0.044 USD, resultado del análisis ponderado de los principales componentes operativos que intervienen para la prestación del servicio.

Los costos fijos dependen del tiempo y se generan independientemente de que se realice la operación o no, por ejemplo la depreciación, el seguro de cada vehículo y los impuestos (Poliak et al., 2019). Para este estudio se incluyeron los costos de matriculación y permisos anuales, que garantizan la aprobación de la flota dentro del marco normativo, además del seguro vehicular que cubre daños, responsabilidad social y asistencia técnica.

Los costos variables son aquellos dependientes de la distancia, como el combustible y los neumáticos, que surgen solamente cuando el vehículo se encuentra en movimiento (Poliak et al., 2019). Tomando en consideración aspectos para garantizar el servicio eficiente y seguro como son el consumo de energía eléctrica por kilómetro y el tiempo requerido para la recarga, la incorporación de sistemas de geoposicionamiento que lleve a monitorear y rastrear en tiempo real, así como el plan de mantenimiento preventivo y correctivo que incorpore revisiones frecuentes, reparaciones como el reemplazo de componente cuando sea pertinente.

Los costos por kilómetro sirven como indicador para los análisis financieros posteriores, como el punto de equilibrio, la estimación del retorno de inversión (ROI) y las tarifas para los usuarios. El cálculo final del CPK no solo permite establecer una base tarifaria acorde a las posibilidades

económicas de los usuarios, sino también contribuye a la proyección de escenarios de rentabilidad y sostenibilidad económica a mediano plazo.

3.5 Organización de la Inversión

Se estima que la inversión total inicial para este servicio asciende a los 168,940 USD, considerando rubros asociados a la adquisición de vehículos, adecuaciones eléctricas instalación de estaciones de carga, desarrollo de plataformas tecnológicas y señalización informativa.

La inversión se centró en: vehículos eléctricos bipersonales, es el insumo principal y con mayor peso en la inversión total, corresponde al costo de adquisición de las seis unidades que conformarán la flota inicial de vehículos eléctricos bipersonales. Electrolinerías o puntos de carga, se incluye la compra e instalación de equipos de carga, así como obras civiles menores y adecuaciones para garantizar un funcionamiento seguro y eficiente. Infraestructura eléctrica, se consideran los materiales y trabajos técnicos necesarios para la conexión de la red eléctrica hacia los puntos de carga, cumpliendo con las normas de seguridad y eficiencia energética. Plataformas digitales, se necesita la creación de una plataforma digital para registro de usuarios, geoposicionamiento, reservaciones, pagos y el estado de la flota de vehículos. Señalización, es imprescindible la instalación de señalética horizontal y vertical, ubicadas de manera correcta y visible en la ruta y en las estaciones de carga y parqueo.

El análisis de inversión es la base para la posterior evaluación económica y financiera, al permitir determinar indicadores como el valor actual neto (VAN), la tasa interna de retorno (TIR) y el periodo de recuperación de la inversión. Además, es importante para analizar la sostenibilidad del proyecto al asociar requerimientos técnicos, disponibilidad de recursos financieros y proyecciones de demanda.

3.6. Modelización Financiera y Determinación de Tarifas

Estimar patrones financieros ayuda a estimar la rentabilidad y sostenibilidad económica del proyecto, al integrar resultados técnicos de demanda y costes para proyectar flujos de caja y establecer si el proyecto es viable o no..

Se desarrolla un modelo financiero con estimaciones prevista a 5 años, que tiene flujos de ingresos y egresos específicos. Se incorpora ingresos de orden operativo, costes fijo/variables, inversión inicial y gastos vinculados al mantenimiento, para dar una visión integral del negocio. Estos flujos son descontados a una Tasa de Costo de Capital (WACC) equivalente al 17,79%, este valor refleja el costo promedio de las fuentes de financiamiento y el nivel de riesgo en la operación del proyecto.

Con el fin de analizar los ingresos del proyecto, se diseñaron tres escenarios tarifarios basados en la generación de ingresos complementarios, particularmente por conceptos de publicidad en vehículos y estaciones, como se muestra en la Tabla 5.

Tabla 5
Escenarios tarifarios

ESCENARIO 1	ESCENARIO 2	ESCENARIO 3
Estructura tarifaria sin ingresos adicionales por publicidad	Incorporando ingresos complementarios por publicidad equivalente a un porcentaje del total de ingresos operativos.	Considerando un mayor nivel de ingresos complementarios por publicidad y patrocinio

Nota. Se muestra tres escenarios financieros para el proyecto. Fuente: Elaboración propia

Se estudiaron varias opciones para determinar el rango de tarifas que den sostenibilidad económica, buscando no comprometer la accesibilidad de los usuarios. Con base en la estimación financiera y de tarifas, se proyecta la viabilidad del negocio, diseñando estrategias de gestión de garanticen la operación autosuficiente del sistema.

3.7. Estudio de Posibilidad del Modelo de Negocio (FODA y Canvas)

El estudio de la viabilidad aporta a conocer la ubicación del proyecto en el entorno operativo que se desenvuelve y determina los fundamentos requeridos para ponerlo en marcha. Para ello se aplican las herramientas FODA y *Bussines Model Canvas*, las cuales muestran los factores internos y externos que inciden en el desempeño del servicio de *carsharing* eléctrico.

El FODA (Fortalezas, Oportunidades, Debilidades y Amenazas) se emplea para identificar los componentes que pueden influir en la ejecución del proyecto. Este análisis permite conocer: fortalezas, como el modelo innovador de movilidad sostenible y el uso de vehículos eléctricos bipersonales ; oportunidades, como políticas públicas que promuevan la movilidad eléctrica y la concientización ambiental a los ciudadanos; debilidades, principalmente costos iniciales de inversión y desconocimiento del modelo de uso compartido por parte de los usuarios; amenazas, como competencia con otros modos de transporte y falta de infraestructura de carga y estacionamiento. Cada componente y ejemplo del análisis FODA se encuentra en la Tabla 6.

Tabla 6
Análisis FODA

Fortalezas	Oportunidades
Uso de vehículos eléctricos bipersonales, lo que reduce la huella de carbono	Apoyo municipal a proyectos de movilidad eléctrica
Posibilidad de integración con otros modos de transporte (horarios 6:00-22:00)	Expansión futura a otras ciudades del Ecuador si el plan funciona en Cuenca
Innovación en el mercado del transporte urbano cuencano pionero en el carsharing	Creciente conciencia ciudadana sobre sostenibilidad y cambio climático
Posibilidad de sostenibilidad financiera con publicidad y alianzas	Reducción de problemas de estacionamiento
Debilidades	Amenazas
Dependencia de la red eléctrica y limitada disponibilidad de puntos de carga	Competencia de servicios de movilidad
Dependencia de la adopción cultural o falta de cultura carsharing	Vandalismo o mal uso de los vehículos

Nota sobre derechos de autor: Este trabajo y lo que a continuación se expone solo tiene una validez académica, quedando copia de éste en la biblioteca digital de UIDE y EIG. La distribución y uso de este trabajo por parte de alguno de sus autores con otros fines deberá ser informada a ambas Instituciones, a los directores del Máster y resto de autores, siendo responsable aquel que se atribuya dicha distribución.

Necesidad de campañas de sensibilización para generar confianza en el servicio

Resistencia cultural al cambio hacia el transporte eléctrico

Falta inicial de usuarios por tarifas altas si no se asegura un ingreso publicitario

Resistencia cultural a compartir vehículos

Nota. Se muestra el diagnóstico interno y externo para el proyecto. Fuente: Elaboración propia

Se desarrolló el Business Model Canvas, propuesto por Osterwalder y Pigneur (2010), que permite estructurar de manera gráfica los principales componentes del modelo de negocio. Para este trabajo, el Canvas se construyó tomando en cuenta elementos como la propuesta de valor, segmentación de usuarios, canales de distribución, forma de relacionarse, fuentes de ingresos, recursos y actividades asociados al servicios , socios estratégicos y la estructura que tienen los costos en el proyecto.

La propuesta de valor pretender aportar un servicio de movilidad eléctrica compartida que combine eficiencia, accesibilidad y compromiso con el cuidado del entorno. En cuanto a los segmentos de clientes, se identificaron usuarios jóvenes, profesionales, turistas, personas con movilidad reducida y personas que por elección buscan alternativas de transporte sostenible. Al hablar de recursos y actividades clave, estos se basan en la gestión de la flota, operación tecnológica mediante aplicaciones móviles y plataformas digitales, mantenimiento de unidades y gestión energética en los puntos de carga. Además, se identifica la necesidad de cooperación con instituciones públicas como el municipio, la empresa eléctrica y empresas que se encarguen de la tecnología, con el fin de garantizar un buen nivel de operatividad del servicio.

3.8. Evaluación del Impacto Ambiental y Social

Este análisis pretende determinar en qué medida la implementación del proyecto contribuye a la sostenibilidad ambiental, la eficiencia energética y la mejora de la calidad de vida de los habitantes, ya que permite valorar los beneficios y efectos del sistema de *carsharing* en el entorno urbano de Cuenca.

Optar por VE compartidos ofrece soluciones sostenibles frente al transporte tradicional, porque elimina las emisiones directas de gases contaminantes como CO₂, NO_x como partículas en suspensión. Es más, se calcula que cada VE reemplaza a varios autos privados, aportando a la reducción la cantidad de vehículos en circulación, disminuir el congestionamiento y liberar espacios de estacionamiento en el sector urbano.

El proyecto está alineado con las políticas nacionales e internacionales sobre movilidad sostenible y mitigación del cambio climático. Esto gracias a que el uso de energía eléctrica en lugar de combustibles fósiles genera un menor impacto sobre la huella de carbono del sistema de transporte, particularmente si la electricidad proviene de fuentes renovables.

En el ámbito social el servicio de *carsharing* promueve una movilidad más equitativa, inclusiva y accesible, ofreciendo una alternativa flexible y asequible para los usuarios que no disponen de un automóvil propio, no pueden usar otros modos de transporte o por elección prefieren un vehículo. Este modelo motiva la inclusión social y aprovecha mejor los recursos públicos, al permitir que dos personas compartan el mismo vehículo, al reducir el coste individual del transporte.

La puesta en marcha del servicio impulsa la economía local, al generar nuevas oportunidades de empleo en áreas como operación, mantenimiento, instalación de infraestructura de carga y desarrollo tecnológico. No obstante, se deben considerar también los efectos negativos, estos están asociados con el consumo energético, el desecho de las baterías de los vehículos y el espacio necesario para

las estaciones de carga y parqueo. Estos impactos pueden ser mitigados con ayuda de políticas adecuadas sobre gestión ambiental y reciclaje de componentes eléctricos.

El sistema de *carsharing* con vehículos eléctricos bipersonales es una alternativa sostenible, viable y alineada con los principios de movilidad urbana inteligente. Incentiva a conciencia ambiental y el cambio cultural hacia modos de transporte más colaborativos.

3.9. Gestión de Riesgos

El uso de un sistema de *carsharing* eléctrico en la ciudad, implica una cantidad de desafíos que deben ser identificados, analizados y gestionados con anticipación. En un proyecto de movilidad sostenible, la gestión de riesgos es fundamental para garantizar la viabilidad técnica, económica, operativa y ambiental del modelo de negocio. Con ello se conocen los factores internos y externos que podrían afectar el funcionamiento del servicio, por lo que, entender los riesgos y establecer estrategias de mitigación adecuada, podrían aumentar las posibilidades de éxito del proyecto.

3.9.1 Riesgos

3.9.1.1- Riesgos de seguros y financieros

Lagunas en la cobertura: Puede haber vacíos o limitaciones en la cobertura del seguro que dejen a los usuarios o propietarios financieramente vulnerables en caso de accidente o daños. Las pólizas están desactualizadas frente a la tecnología. Por ejemplo, los daños a los sistemas ADAS (Sistemas Avanzados de Asistencia al Conductor) o a los paquetes de baterías de VE (Vehículos Eléctricos) pueden superar los límites de cobertura establecidos. La laguna se agranda con la ambigüedad en las normas de uso, por citar un ejemplo: ayuda a utilizar el vehículo en formas de manejo (no autorizadas) o el hecho de no informar a tiempo de fallas.

Responsabilidad por daños: En caso de accidente, el propietario del vehículo puede tener que asumir el coste de la franquicia del seguro, lo que puede ser elevado. Desde un punto de vista financiero, en caso de daños, el propietario pierde ingresos por alquiler mientras el coche está en el taller, incurriendo en un coste de oportunidad financiero. El propietario asume la depreciación del vehículo debido a accidentes o daños no cubiertos. Historial de siniestros, pese a que estén separados, disminuye el valor de reventa del bien personal.

Responsabilidad legal: Las plataformas pueden no hacerse responsables de todos los percances que ocurran durante un viaje, transfiriendo la responsabilidad al usuario. Como la plataforma solo actúa como intermediaria y no como operador de transporte, evita asumir obligaciones directas. Lo que crea desequilibrio, puesto que usuario y propietario, son legalmente responsables, sin embargo ninguno tiene control sobre el otro. Como resultado, se intensifican los problemas y batallas legales entre los involucrados.

3.9.1.2 Riesgos operativos y de uso

Desgaste del vehículo: Los vehículos eléctricos compartidos pueden sufrir un mayor desgaste debido al uso intensivo, lo que requiere reemplazo de piezas con mayor frecuencia. Cuando los usuarios no son dueños del vehículo, lo tratan con menos cuidado, desgastándolo más rápidamente. Esto eleva los costos de mantenimiento y reduce el valor de reventa. Por Eso, el coste por kilómetro en el *carsharing* es mucho mayor que en un coche privado. Además, las baterías de alta capacidad suman peso al vehículo, desgastando neumáticos, frenos y demás piezas, lo que impacta en su eficiencia energética y eleva su consumo. La sustitución de partes costosas, como las baterías de los vehículos eléctricos, representa uno de los mayores riesgos económicos para las empresas.

Restricciones de uso: Existen limitaciones en la personalización de los cotes en los kilómetros que puede recorrer por arrendamiento, lo que resta flexibilidad. Las prohibiciones como los límites de kilometraje o de tiempo, van en contra de la libertad de la movilidad

compartida. Una de las principales limitaciones podría ser la zona de operación. Cuando un usuario estaciona el vehículo fuera del área permitida puede recibir multas muy altas, lo que dificulta la experiencia de uso y reduce la disposición a utilizar el servicio nuevamente.

Problemas con la recarga: La disponibilidad de puntos de recarga para vehículos eléctricos aún es limitada, lo que puede ser un inconveniente para los usuarios. El tiempo que permanecen conectados al cargador implica un periodo sin generación de ingresos. La falta de suficientes cargadores rápidos para flotas y la ocupación de los puntos públicos por vehículos privados representan grandes desafíos. Por esta razón, la gestión de la recarga se convierte en un aspecto que requiere personal y logística específicamente para recoger y cargar los vehículos.

Incendios de propagación más lenta: Aunque los incendios de estos vehículos son menos violentos, los que involucran baterías de iones de litio pueden extenderse lentamente y requerir un tiempo largo de enfriamiento, reduciendo la disponibilidad del vehículo lo que ocasiona pérdidas por la paralización del servicio.

3.9.1.3 Riesgos de seguridad

Verificación del conductor: El proceso de verificación de antecedentes para los conductores puede no ser lo suficientemente riguroso, lo que representa un riesgo para la seguridad de los pasajeros. El mayor riesgo de seguridad es que se utilicen cuentas prestadas, robadas o falsificadas. Si la verificación se realiza únicamente al principio, no hay garantía de que quien use el vehículo sea realmente el titular de la cuenta con la que se realizó la reserva. Este problema se agrava cuando un usuario cede el vehículo a otra persona, a veces a un menor de edad o sin licencia, lo que aumenta el riesgo legal y operativo.

Mantenimiento del vehículo: Es crucial una inspección rigurosa y rutinaria del estado de los vehículos para garantizar su seguridad. Si esto no se realiza de manera constante, pueden

surgir problemas. Cuando un vehículo es usado por varios usuarios en un solo día, se pierde el conocimiento sobre su estado, lo que complica asignar responsabilidad por pequeños daños, como golpes, rallones, hendiduras o niveles bajos de líquidos. Si un usuario no reporta un problema, el siguiente se enfrenta a un riesgo oculto. Por ello, la supervisión continua es fundamental para detectar fallos antes que los usuarios, reduciendo riesgos operativos. Además, existen riesgos específicos asociados a las baterías y sistemas eléctricos de alto voltaje, como los incendios por fuga térmica causados por el sobrecalentamiento o fallas internas; el riesgo de incendio en accidentes dado por el daño de impactos que afectan a la batería o provocan cortocircuitos o explosiones; exposición a sustancias químicas debido a la liberación de electrolitos inflamables o tóxicos; y las descargas eléctricas que pueden ocurrir por la manipulación indebida de los componentes de alto voltaje del vehículo.

Riesgo Cibernético: Existe el riesgo real de que los hackers puedan controlar los vehículos mediante la aplicación o el sistema del vehículo. Las debilidades comprometen la seguridad física de los usuarios y la información privada..

3.9.1.4 Riesgos medioambientales y de congestión

Impacto ambiental: Aunque los vehículos eléctricos bipersonales reducen las emisiones, el crecimiento de flotas y la congestión del tráfico aún pueden tener un impacto negativo en la calidad del aire y la contaminación acústica en las ciudades. A pesar de que la flota de *carsharing* sea eléctrica, si la electricidad proviene de fuentes contaminantes, la contaminación se traslada del escape del vehículo a la central eléctrica.. A esto se le añade el riesgo ambiental por exposición a sustancias químicas, dado por posibles fugas o manejo inadecuado de baterías dañadas, que pueden liberar metales y electrolitos tóxicos para el suelo o el agua. Por ello, si cada vehículo compartido no reemplaza al menos 7 a 10 coches privados, su beneficio ambiental real es menor al que se suele presentar.

Congestión: En zonas urbanas saturadas, el *carsharing* podría empeorar el tráfico, al no existir suficiente transporte público complementario. Siendo el principal riesgo de congestión que el MC sustituya al transporte público en vez de los autos privados, aumentando el número de automotores vacíos en las calles. El modelo *free-floating* genera además un desorden urbano, con coches mal estacionados que bloquean aceras y otros espacios.

3.9.1.4. Riesgos comerciales identificados

Baja adopción inicial (< 20 viajes/día primeros 6 meses)

Competencia taxis informales y apps (inDriver, Uber)

Vandalismo o daño intencional a vehículos

Fluctuación tarifa eléctrica (> 30 % aumento)

Fallo crítico aplicación móvil o servidor

Rechazo cultural / arraigo vehículo propio

3.9.2 Soluciones

3.9.2.1 Riesgos de seguros y financieros

- Contratar un seguro especial que cubra el 100% del valor de los componentes de alto costo, como las baterías de VE y sistemas ADAS, no únicamente el valor depreciado del vehículo.
- Subir un poco la tarifa y generar un fondo para daños de usuarios y así evitar cargos excesivos y hacer sustentable el servicio.

- Implementar pólizas apoyadas en datos operativos (seguros basados en el uso), usando la verificación continua del vehículo para probar a las aseguradoras que el riesgo operativo está controlado.
- Definir términos contractuales explícitos, de manera que si los vehículos superan los límites de velocidad o circulan en áreas prohibidas, la culpa sea del usuario por violación.
- Crear incentivos para una conducción segura, como descuentos o puntos acumulables por un historial sin incidentes. • Imponer multas y sanciones automáticas por conducción agresiva, límites de velocidad o uso indebido, con alertas del vehículo.
- Establecer un fondo de garantía o de reserva para cubrir los tiempos muertos del vehículo por reparaciones o siniestros y no perder dinero por el alquiler.
- Negociar con aseguradoras locales políticas de cobertura para flotas eléctricas, que incluyan asistencia en caso de averías de batería o daños por sobrecarga.

3.9.2.2 Riesgos operativos y de uso

- Cobrar una tarifa adicional al usuario por daños al vehículo, incentivando el cuidado y la conducción responsable.
- Hacer revisión completas y chequeos preventivos del sistema de frenos, batería y llantas para evitar fallas y extender la vida útil del auto.
- Implementar programas de mantenimiento predictivo utilizando datos telemétricos para anticipar fallas y minimizar el tiempo de inactividad. • Eliminar inconsistencias de kilometraje o tiempo, con precios variables (por minuto, hora o día) con límites justos de distancia. • Incorporar diagnóstico OBD remoto (On-Board-Diagnostics) para controlar en tiempo real parámetros críticos como presión de neumáticos, estado del motor y temperatura de la batería.

- Notificar a través de la aplicación zonas prohibidas para estacionar y así evitar multas externas y cargos internos por penalización en caso de que el usuario infrinja.
- Bonificar a usuarios que retiren vehículos con batería baja y los devuelvan cargados, disminuyendo costos logísticos y garantizando la disponibilidad de la flota.
- Establecer un plan de redistribución que optimice la ubicación de los vehículos eléctricos y evite concentraciones en áreas de baja demanda.
- Establecer estaciones de carga inteligentes que prioricen la carga de vehículos eléctricos con reservas próximas, mejorando el uso de la flota.

3.9.2.3. Riesgos de seguridad

- Colocar cámaras internas, cotejando en tiempo real la imagen con la foto de la licencia ya registrada para prevenir fraudes o uso por terceros.
- Verificación continua de identidad del usuario.
- Establecer protocolos y capacitar al personal en el control de incendios eléctricos y dotar a los vehículos eléctricos bipersonales de extintores específicos.
- Instalar sistemas de monitoreo térmico y sensores de temperatura para identificar sobrecalentamientos y generar alertas tempranas.
- Elaborar un plan de respuesta ante emergencias con bomberos y autoridades locales para responder ante incidentes con baterías de alto voltaje.
- Establecer protocolos de seguridad cibernética y cifrado de alta seguridad para proteger la comunicación entre la aplicación y el vehículo (bloqueo, encendido o localización).
- Mantener actualizado el software de la flota para corregir vulnerabilidades y evitar accesos no autorizados.
- Generar un historial digital de mantenimiento y fallos, consultable por el operador para mejorar la seguridad del servicio.

3.9.2.4. Riesgos medioambientales y de congestión

- Comprar certificados de energía renovable (REC) para que la recarga de la flota sea 100% con energía limpia y de cero emisiones netas.
- Implementar un plan de manejo de baterías de segunda vida, reutilizándolas en sistemas estacionarios antes de su reciclaje final.
- Establecer el reciclaje y la manipulación segura de baterías gastadas o defectuosas para prevenir escapes de metales o sustancias tóxicas.
- Restringir el plazo de los viajes a través de un control de orden y eficiencia del espacio público.
- Coordinar con el municipio estrategias de integración con transporte público, de manera que el *carsharing* sea complementario, y no un sustituto de otras formas de transporte.
- Implementar sistemas inteligentes de estacionamiento guiado, que informen al usuario de las plazas libres y eviten obstrucciones en aceras o calzadas.
- Establecer precios o descuentos que incentivan el consumo y disminuyen la congestión en horas pico.

3.9.2.5 Riesgos Comerciales

Campaña “Primer mes gratis” + alianza universidades + influencers locales

Tarifa 35–40 % inferior + estacionamiento exclusivo + integración app Tranvía

Seguro todo riesgo + cámaras 360° + geofencing + botón pánico + depósito reembolsable 20 USD

Cláusula revisión tarifa dinámica + contrato hedging energía con Centro Sur

Arquitectura redundante AWS + SLA 99,9 % + plan contingencia QR físico en estaciones

Programa embajadores + prueba gratuita 30 min + campaña “Cuenca sin mi carro un día”

3.9.3 Matriz de Riesgos

La siguiente matriz ayuda a determinar, estimar y dar prioridad a los riesgos desde la probabilidad de ocurrencia como el impacto que estos tendrían. La tabla 7 presenta el nivel asignado a cada uno de los riesgos mencionados, una vez concluida la evaluación correspondiente en la matriz de riesgos.

Tabla 7
Niveles de riesgo

Muy Alto	21-25	
Alto	16-20	<ul style="list-style-type: none"> • Responsabilidad por Daños • Competencia taxis informales y apps (inDriver,uber) • Rechazo Cultural/Arraigo Vehículo propio
Medio	11-15	<ul style="list-style-type: none"> • Responsabilidad Legal • Congestión • Bajo adopción inicial (<20 viajes/día, primeros 6 meses) • Vandalismo o daño intencional a vehículos • Fluctuación tarifa eléctrica (> 30% aumento)

Bajo	6-10	<ul style="list-style-type: none"> • Desgaste del Vehículo • Problemas con la Recarga • Verificación del Conductor • Fallo crítico aplicación móvil o servidor • Mantenimiento del Vehículo
Muy Bajo	1-5	<ul style="list-style-type: none"> • Lagunas en la Cobertura • Limitaciones de Uso • Incendios de Propagación más lenta • Riesgo Cibernético • Impacto Ambiental

Nota. Se muestra los índices de riesgo considerados para el estudio. Fuente: Elaboración propia

Gestionar el riesgo sirve para mantener la estabilidad financiera de la empresa, al disminuir pérdidas inesperadas y garantizar la rentabilidad proyectada. Pueden gastos extras por reparaciones, accidentes, imprevistos, inmovilización de automotores o demanda. Se plantea la creación de un fondo de contingencia para cubrir gastos imprevistos, sin impactar la demanda ni los costes operativos. De esta manera se busca anticiparse y distribuir los costos de manera eficiente, asegurando la sostenibilidad financiera de la empresa.

4. RESULTADOS

4.1. Caracterización de la Demanda y Patrones de Movilidad

Como se explicó en la metodología, la demanda ha sido calculada en función de encuestas realizadas a la población a través de un muestreo de tipo no probabilístico. El perfil del usuario objetivo es una persona de entre 25 y 35 años, residente en la zona urbana de la ciudad y que realice viajes diarios de 5 km, gastando mensualmente 30\$ en transporte. Por lo que, se realizaron 500 encuestas y se determinó que el 7,8% de la población estaría dispuesta y muy interesada en utilizar el *carsharing* como alternativa de movilidad, además se estimó la frecuencia con la que harían uso de este servicio tal como se muestra en la tabla 8.

Tabla 8
Frecuencia de uso del servicio

Frecuencia de uso	Interés de uso		
	Muy interesado	Bastante interesado	Poco interesado
<i>Diaria</i>	7,80%	2,80%	1,60%
<i>3 a 2 veces por semana</i>	7,70%	7,20%	0,40%
<i>Semanal</i>	4,40%	3,00%	0,40%
<i>3 a 2 veces por mes</i>	0,80%	1,80%	0,40%

<i>Nunca</i>	0,80%	0,40%	0,00%
--------------	-------	-------	-------

Nota. Se muestra la frecuencia de uso del servicio según el porcentaje de interés ciudadano. Fuente: Elaboración propia

Este porcentaje permitió determinar la demanda considerando, además, que según el Plan de Movilidad y Espacios Públicos (2015) el número de viajes realizados por la población es de 600000. Sin embargo, es importante precisar que estos viajes corresponden a origen y destino, por lo tanto se contabilizan únicamente los viajes de destino, que corresponde a 300000. Dentro del plan se menciona que el 69% de estos viajes son motorizados (Plan de Movilidad y Espacios Públicos, 2015), por lo que, se busca reducir este porcentaje mediante el sistema de carsharing. Con el fin de ajustar el valor de la demanda a condiciones más reales, se determinó un factor de expansión, obtenido con la siguiente ecuación:

$$Fe = \frac{m}{P}$$

Ecuación 1. Factor de Expansión

Donde:

Fe= Factor de expansión

m= Muestra

P= Población

Considerando a la muestra como las 500 encuestas realizadas y a la población como los 300000 viajes realizados, el factor de expansión corresponde al 0,2%.

La demanda está expresada de la siguiente manera:

$$D = P * Fe * Mo * pr$$

Ecuación 2. Demanda

Donde:

D= Demanda

Fe= Factor de expansión

P= Población

Mo= Porcentaje de viajes motorizados

pr= Probabilidad de intención e interés del servicio

De esta manera, el factor de expansión es del 0,2%, la probabilidad de intención e interés es del 7,8% y el porcentaje de viajes motorizados es del 69%, dando como resultado una demanda de 81 viajes diarios. La cantidad de viajes se han considerado para las 3 estaciones a implementar, determinando una demanda de 27 viajes diarios por estación. Además, con esta información se ha realizado una estimación mensual y anual, tomando 28 días por mes. La proyección se realizó para los siguientes 5 años mostrados en la tabla 8, utilizando una tasa de crecimiento poblacional promedio que corresponde a 1,034%.

Tabla 9
Proyección de la demanda

Demanda Diaria/Años	2025	2026	2027	2028	2029	2030
Pasajeros	81	82	83	84	84	85
Promedio de pasajeros al día	81	82	83	84	84	85
Promedio de viajes al mes	2.268	2.291	2.315	2.339	2.363	2.388
Viajes al año	27216	27492	27780	28068	28356	28656
Demanda Anual de Pasajeros con Tarifa Única	27216	27492	27780	28068	28356	28656

Nota. Se muestra la proyección de la demanda en 5 años. Fuente: Elaboración propia

Se realizó además una proyección de la oferta que permita cubrir la demanda calculada, estableciendo tres estaciones de servicio, en donde se ubicarán también las estaciones de carga

(electrolineras). Se considera que las horas de servicio del *carsharing* corresponden al rango de 16 horas de servicio de transporte público, por lo que, se ha dividido el número de viajes diarios para las horas que laborará cada unidad, obteniendo aproximadamente 5025 viajes por hora que se distribuyen entre las 3 estaciones y demostrando la necesidad de al menos 2 vehículos eléctricos bipersonales por estación. De esta manera la oferta del servicio resultará en 6 vehículos eléctricos bipersonales en general, dando una base para definir la estructura de costos.

4.2. Matriz Origen-Destino y Ubicación Óptima de Estaciones

La matriz Origen-Destino ayuda a registrar la cantidad de viajes que se generan en un punto de origen y se dirigen hacia un destino específico en un tiempo determinado (De Dios Ortúzar y Willumsen, 2024). Es esencial para:

- Planificar rutas: Identifica rutas populares para unir parroquias rurales con el centro de la ciudad, como “lazos rural-urbano”
- Optimizar recursos: Calcula cuantos vehículos eléctricos bipersonales se necesita para reducir la congestión y las emisiones
- Metas: Se usa para medir el porcentaje de cobertura en la ciudad o el impacto ecológico que genera.
- Análisis y reportes: Genera gráficos o simula escenarios ideales para la propuesta de electromovilidad.

La matriz O-D es una herramienta fundamental en la planificación del transporte, pues ayuda a comprender los patrones de viaje para optimizar rutas, diseñar infraestructuras y planificar sistemas de transporte público. Los datos para generar la matriz fueron levantados con encuestas, en las que se recogieron también, características socioeconómicas y se las proyectó a 10 años. Además, para

obtener las zonas de origen y destino se hizo uso de un modelo gravitacional. La matriz O-D se puede observar en el Anexo G.

Por otro lado, en función de la demanda se determinó la implementación de 3 estaciones de parqueo y carga, estas se encuentran distribuidas en zonas con mayor generación de viajes según las encuestas realizadas. Siendo así que las estaciones se ubicarían en el Centro Histórico (Parqueadero del Mercado 10 de Agosto), Yanuncay (Mall del Río) y Machángara (Ex-Cuartel Cayambe), como se puede observar en la Figura 6.

Figura 6

Ubicación del servicio



Nota. Se muestra la ubicación de las estaciones del servicio *carsharing* eléctrico.

Fuente: Google maps (2025)

4.3. Costos Operativos Unitarios y Estructura de Inversión

Como se mencionó en la metodología, los costos operativos son el producto de los costos fijos más los costos variables. Cada uno de estos costos se explica a continuación.

4.3.1 Costos Fijos

Para la implementación del servicio de *carsharing* eléctrico se determinó que el único costo fijo es el gasto de matriculación de los vehículos, cuyo rubro asciende a 282,70 USD. Además se considera que el número de kilómetros totales recorridos es 79497 km, por lo que, el rubro correspondiente al costo fijo unitario se representa en la tabla 9, como resultado de dividir el costo anual de matriculación por el número de kilómetros.

Tabla 10

Costos fijos del servicio

	Costo Anual	Costo Unitario por km
Matriculación	282,70	0,003556

Nota. Se muestra el valor calculado de los costos fijos del servicio *carsharing* eléctrico. Fuente: Elaboración Propia

4.3.2 Costos Variables

Los costos unitarios variables representan costos de energía eléctrica, geoposicionamiento, seguros y mantenimientos. El valor total de los costos variables se presenta en la tabla 11.

Tabla 11*Costos unitarios*

Descripción	Valor
Costo energía por km	0,015325
Geoposicionamiento	0,003774
Seguro Central de Datos	0,003774
Mantenimiento Preventivo	0,008164
Mantenimiento Correctivo	0,009767
Costo variable unitario	0,040803

Nota. Se muestra el valor calculado de los costos unitarios variables del servicio *carsharing* eléctrico. Fuente: Elaboración Propia

El valor de cada rubro se desglosa y explica a continuación.

4.3.2.1 Gasto por Consumo de Energía Eléctrica

Para este gasto se consideró el número de kilómetros recorridos diariamente y los kilovatios hora, por lo que, el rendimiento de energía eléctrica es de 5,87 km/kv. Por lo tanto, como se muestra en la tabla 11, el costo de cada kilómetro corresponde a 0,0153 USD, considerando que el costo por kilovatio es de 0,09 USD.

Tabla 12*Gastos de Energía Eléctrica*

Kilómetros diarios	250
Kilovatios hora	42,57
Rendimiento km/kv	5,8727
Costo kv hora	0,09
Costo energía por km	0,015325

Nota. Se muestra el valor calculado de los costos unitarios variables del servicio *carsharing* eléctrico. Fuente: Elaboración Propia

4.3.2.2 Gastos de Geoposicionamiento

Se ha determinado un rubro mensual referencial con cotizaciones de empresas, las cuales brindan el servicio con un valor mensual de 25,00 USD, por lo tanto el costo anual y unitario de los gastos de geoposicionamiento se reflejan en la tabla 13.

Tabla 13

Gastos de geoposicionamiento

	Costo Anual	Costo Unitario por Kilómetro
Geoposicionamiento	300	0,003774

Nota. Se muestra el valor calculado de los gastos de geoposicionamiento del servicio *carsharing* eléctrico. Fuente: Elaboración Propia

4.3.2.3 Seguro Central de Datos

Tal y como sucede con los gastos de geoposicionamiento, se determinó 25,00 USD como rubro mensual referencial con cotizaciones de empresas que brindan este servicio. La tabla 14 refleja el costo anual y unitario de los gastos de seguro central de datos.

Tabla 14

Gastos de seguro central de datos

	Costo Anual	Costo Unitario por Kilómetro
Seguro Central de Datos	300	0,003774

Nota. Se muestra el valor calculado de los gastos de seguro central de datos del servicio *carsharing* eléctrico. Fuente: Elaboración Propia

4.3.2.4 Mantenimiento Preventivo

Para este gasto se ha considerado un costo anual de rubros como inspección, cambio de filtro de aceite, líquido de frenos, pastillas de frenos, neumáticos y aceite full sintético. A partir de esto, se ha determinado el costo unitario por kilómetro en función del total de kilómetros anuales recorridos como se detalla en la tabla 15.

Tabla 15

Gastos de mantenimiento preventivo

Descripción	Costo Anual	Costo Unitario por Kilometro
Inspección	100,00	0,001258
Cambio Filtro Aire	20,00	0,000252
Cambio Líquido de Frenos	20,00	0,000252
Cambio Pastillas Freno	60,00	0,000755
Neumáticos	326,82	0,004111
Pastillas de Freno	79,50	0,001
Aceite Full Sintético	42,66	0,000537
Mantenimiento Preventivo	648,98	0,008164

Nota. Se muestra el valor calculado de los gastos de mantenimiento preventivo del servicio *carsharing* eléctrico. Fuente: Elaboración Propia

4.3.2.5 Mantenimiento Correctivo

Dentro del mantenimiento correctivo se consideran rubros de baterías, kit de amortiguadores, ejes homocinéticos y rótulas, que son elementos que tienden a dañarse por su uso constante. De la misma manera, se ha determinado el costo unitario por kilómetro en función del total de kilómetros anuales recorridos como se puede observar en la tabla 16.

Tabla 16*Costo de mantenimiento correctivo*

Descripción	Costo Anual	Costo Unitario por Kilómetro
Baterías	529,98	0,006667
Kit Amortiguadores	47,7	0,0006
Eje Homocinético	158,99	0,002
Rotulas	39,75	0,0005
Mantenimiento Correctivo	776,42	0,009767

Nota. Se muestra el valor calculado de los costos de mantenimiento correctivo del servicio *carsharing* eléctrico. Fuente: Elaboración Propia

Considerando los costos fijos y variables, el costo unitario por kilómetro se resume en la tabla 17.

Tabla 17*Costo unitario por kilómetro*

Descripción	Valor
Costos fijos	0,003556
Costos variables	0,040803
Costo unitario total	0,044359

Nota. Se muestra el valor calculado de los costos unitario por kilómetro del servicio *carsharing* eléctrico. Fuente: Elaboración Propia

4.4. Análisis Financiero y Escenarios Tarifarios

4.4.1 Inversión

El valor total de inversión se encuentra entre los 180,760 USD, el cual se utiliza en el flujo de efectivo como inversión inicial en el año 0.

La inversión económica se refleja en la tabla 18:

Tabla 18
Inversión por carsharing eléctrico

Descripción	Valor
Vehículo	83.940,00
Unidad de Carga Rápida	36.218,36
Conjunto de Cableado de Alto Voltaje	14.186,56
Adecuación y Señalización de Estaciones de Carga	9.595,08
App de Recaudo	25.000,00
Oficina Administrativa	11.820,00
Valor Actual Inversión	180.760,00

Nota. Se muestra el valor calculado de la inversión para carsharing eléctrico. Fuente: Elaboración Propia

4.4.1.1 Valor del vehículo

Los vehículos eléctricos considerados para la implementación del servicio serán bipersonales, similares a los utilizados por la empresa Car2Go en Madrid-España. El costo de su adquisición se muestra en la tabla 19.

Tabla 19
Costo de vehículo eléctrico bipersonal

	Costo Vehículo	por	Costo de la Flota
Vehículos Eléctricos Bipersonales	13990 \$		83940 \$

Nota. Se muestra el valor calculado del costo del vehículo eléctrico bipersonal. Fuente: Elaboración Propia

4.4.1.2 Unidad de Carga Rápida

Es necesario la implementación de unidades de carga para los vehículos eléctricos bipersonales, si bien es cierto que dentro del casco urbano existen diferentes electrolíneas, el servicio de *carsharing* debe contar con sus propios puntos de carga para los usuarios. Para ello se consideraron 3 unidades ubicadas de manera estratégica junto a las estaciones de parqueo de los vehículos eléctricos. El valor unitario y total de dichas unidades se presenta en la tabla 20.

Tabla 20
Costo de las unidades de carga rápida

	Costo por Unidad	Costo Total
Unidad de Carga Rápida	12072,79 \$	36218,36 \$

Nota. Se muestra el valor calculado del costo de las unidades rápidas de carga. Fuente: Elaboración Propia

4.4.1.3 Conjunto de Cableado de Alto Voltaje

En un sistema de movilidad eléctrica, el conjunto de cableado de alto voltaje es importante para el transporte de energía desde la infraestructura de carga hacia el vehículo eléctrico. Este incluye cables, conectores y terminales que permitan la conexión del cargador y el vehículo, cumpliendo con normas de seguridad y reduciendo riesgos eléctricos. El costo de su implementación se refleja en la tabla 21.

Tabla 21
Costo del conjunto de cableado de alto voltaje

	Costo Total
Conjunto de Cableado de Alto Voltaje	14186,56 \$

Nota. Se muestra el valor calculado del costo del cableado de alto voltaje. Fuente: Elaboración Propia

4.4.1.4 Adecuación y Señalización de Estaciones de Carga

Es esencial adecuar la infraestructura de carga, de esta manera los usuarios podrán realizar la carga del vehículo de manera sencilla y continuar con sus desplazamientos sin inconvenientes. Además, es importante señalar las estaciones para asegurar el respeto de su uso exclusivo y del espacio destinado para el servicio. El conjunto de adecuaciones físicas y señalización tienen un costo de implementación, el cual que se muestra en la tabla 22.

Tabla 22

Costo de adecuaciones y señalización de estaciones de carga

	Costo Total
Adecuación y Señalización de Estaciones de Carga	9595,08 \$

Nota. Se muestra el valor calculado del costo de adecuaciones y señalización de estaciones de carga.

Fuente: Elaboración Propia

4.4.1.5 Aplicación de Recaudo y Plataformas Digitales

Es indispensable contar con una aplicación de recaudo y gestión digital que ayude a la interacción entre el usuario y la empresa. Este sistema permitirá reservar los vehículos, realizar pagos, desbloquear el uso del vehículo y conocer los recorridos. Con ello se garantiza la transparencia en los procesos de cobro, el trazo de rutas y se conoce la experiencia del usuario con el servicio. En la tabla 23 se presenta valor del desarrollo, implementación y mantenimiento de una aplicación y de plataformas digitales.

Tabla 23

Costo de aplicación y plataformas digitales

	Costo Total
Aplicación y Plataformas Digitales	25000 \$

Nota. Se muestra el valor calculado del costo de aplicación y plataformas digitales. Fuente:

Elaboración Propia

4.4.1.6 Oficina Administrativa

El costo de una oficina considera gastos importantes para el funcionamiento administrativo de la empresa, entre ellos está el arriendo de un espacio de aproximadamente 35 m²; servicios básicos como agua, luz, teléfono e internet; suministros de oficina y papelería; limpieza y mantenimiento; un software de gestión y el salario del personal encargado. Se estimó un costo mensual y anual que se puede observar en la tabla 24.

Tabla 24
Costo de oficina administrativa

	Costo Total
Arriendo de Oficia	280 \$
Servicios Básicos	80 \$
Limpieza y Mantenimiento	30 \$
Suministros de Oficina	45 \$
Software administrativo	50 \$
Personal	500 \$

Oficina Administrativa Anual	985 \$
-------------------------------------	---------------

<i>Oficina Administrativa Mensual</i>	<i>11820 \$</i>
--	------------------------

Nota. Se muestra el valor calculado del costo de la oficina administrativa. Fuente: Elaboración Propia

4.4.2 Determinación de la Tarifa

Después de haber definido la demanda, los costos operativos y el valor de la inversión, se debe determinar una tarifa que permita la recuperación de dicha inversión, así como la cobertura de los costos de funcionamiento. Se empieza construyendo flujos de caja, considerando la inversión en el año 0 y con una secuencia de proyecciones para 5 años con ingresos y egresos. Además, estos valores han sido descontados a la tasa del costo de capital del 17,79 %, el cuál ha sido tomado como referencia del costo de capital promedio ponderado (WACC) de las empresas ecuatorianas.

4.4.2.1 Flujos de Efectivo

Dentro de los flujos de caja, los ingresos se estimaron en base al número de viajes proyectados y la tarifa propuesta, mientras que los egresos consideran a los costos operativos. Además, se incluyó un rubro de mano de obra, correspondiente a los gastos anuales por la contratación de cuatro personas encargadas de las actividades operativas y administrativas del servicio.

Se han planteado tres escenarios de análisis, para los cuales se determinó una tarifa en cada caso.

- Sin Publicidad: Los ingresos son exclusivamente de la tarifa del servicio, sin contratos por publicidad.

- Con contrato por publicidad: Contratos de publicidad por 50.000 USD anuales.
- Con contrato por publicidad: Contratos de publicidad por 100.000 USD anuales.

4.4.2.2 Primer Escenario: Sin Ingresos por Publicidad

Para este escenario no se ha considerado la incorporación de ningún rubro por publicidad como estrategia de captación de fondos, de manera que los ingresos corresponden exclusivamente al cobro de tarifas. Con ello, el valor que pague el usuario debe permitir recuperar la inversión cubrir la operación del negocio. El flujo de efectivo considera la demanda, los ingresos, egresos, utilidad, gastos administrativos e impuestos para los próximos 5 años de servicio, tal como se muestra en la tabla 25.

Tabla 25
Flujo de caja sin publicidad

PERÍODO	2025	2026	2027	2028	2029	2030
DEMANDA	27.216,00	27.216,00	27.497,33	27.781,56	28.068,73	28.358,87
PASAJEROS						
Ingresos anuales		139.788,65	141.233,6	142.693,5	144.168,50	145.658,7
Tarifa			1	1		4
Total Ingresos		139.788,65	141.233,6	142.693,5	144.168,50	145.658,7
			1	1		4

Nota sobre derechos de autor: Este trabajo y lo que a continuación se expone solo tiene una validez académica, quedando copia de éste en la biblioteca digital de UIDE y EIG. La distribución y uso de este trabajo por parte de alguno de sus autores con otros fines deberá ser informada a ambas Instituciones, a los directores del Máster y resto de autores, siendo responsable aquel que se atribuya dicha distribución.

Costos Operativos	10.619,83	10.874,30	11.134,87	11.401,68	11.674,89
Utilidad Bruta	129.168,82	130.359,3	131.558,6	132.766,82	133.983,8
		1	4		5
Gastos	49.523,86	50.516,08	51.508,30	52.500,51	53.492,73
Administrativos (Mano de Obra)					
(=) Utilidad antes de participación de 15%	79.644,96	79.843,23	80.050,35	80.266,31	80.491,12
(-) Participación 15%	11.946,74	11.976,49	12.007,55	12.039,95	12.073,67
(=) Utilidad antes de IR	67.698,22	67.866,75	68.042,80	68.226,36	68.417,45

(-) Impuesto a la renta		14.893,61	14.930,68	14.969,41	15.009,80	15.051,84
(=) Utilidad Neta		52.804,61	52.936,06	53.073,38	53.216,56	53.365,61
(-) Inversión	180.760,00					
(=) Flujo Neto	-180.760,00	52.804,61	52.936,06	53.073,38	53.216,56	53.365,61

Nota. Se muestra el valor calculado del flujo de caja, ingresos sin publicidad. Fuente: Elaboración Propia

Desde los datos del flujo de efectivo, se establece el cálculo de la tarifa que permite que el VAN llegue a 0. El valor de la tarifa refleja que la Tasa Interna de Retorno (TIR) del proyecto alcanza 17,79%, lo que representa la rentabilidad estimada que obtendría la empresa por ofrecer el servicio de *carsharing* eléctrico.

La tarifa óptima para cumplir con los indicadores financieros, se presenta en la tabla 26.

Tabla 26
Determinación de la tarifa sin publicidad

Tarifa de <i>Carsharing</i> en escenario sin Ingresos por Publicidad	5,08 \$
---	----------------

Nota. Se muestra el valor calculado de la tarifa sin ingresos por publicidad. Fuente: Elaboración Propia

4.4.2.2 Segundo Escenario: Ingresos de Publicidad por 50.000 USD

En este escenario se considera como una estrategia de sostenibilidad de venta de espacios publicitarios por un monto de 50.000 USD anuales, rubro que se considera como ingreso dentro del flujo de efectivo. De esta manera, existen dos fuentes de ingresos, los operacionales por el giro de negocio a través de la tarifa y los no operacionales generados por la publicidad. Por lo tanto, la tarifa que paga el usuario, se ayuda del rubro de publicidad para recuperar la inversión y cubrir la operación del proyecto, esto se puede observar en la tabla 27.

Tabla 27
Flujo de caja con publicidad

PERÍODO	2025	2026	2027	2028	2029	2030
DEMANDA PASAJEROS	27.216,00	27.216,00	27.497,33	27.781,56	28.068,73	28.358,87
Ingresos anuales Tarifa		90.653,21	91.590,27	92.537,02	93.493,55	94.459,97
Ingresos por Publicidad		50.000,00	50.000,00	50.000,00	50.000,00	50.000,00
Total Ingresos		140.653,21	141.590,27	142.537,02	143.493,55	144.459,97
			7	2	5	7

Costos Operativos	10.619,83	10.874,30	11.134,87	11.401,68	11.674,89
Utilidad Bruta	130.033,38	130.715,97	131.402,15	132.091,87	132.785,09
Gastos Administrativos (Mano de Obra)	49.523,86	50.516,08	51.508,30	52.500,51	53.492,73
(=) Utilidad antes de part de 15%	80.509,52	80.199,89	79.893,85	79.591,36	79.292,36
(-) participación 15%	12.076,43	12.029,98	11.984,08	11.938,70	11.893,85
(=) utilidad antes de IR	68.433,09	68.169,91	67.909,78	67.652,65	67.398,50
(-) Impuesto a la renta	15.055,28	14.997,38	14.940,15	14.883,58	14.827,67

Nota sobre derechos de autor: Este trabajo y lo que a continuación se expone solo tiene una validez académica, quedando copia de éste en la biblioteca digital de UIDE y EIG. La distribución y uso de este trabajo por parte de alguno de sus autores con otros fines deberá ser informada a ambas Instituciones, a los directores del Máster y resto de autores, siendo responsable aquel que se atribuya dicha distribución.

(=) Utilidad Neta	53.377,81	53.172,53	52.969,63	52.769,07	52.570,83
--------------------------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------

(-) Inversión	180.760,00
----------------------	------------

(=) Flujo Neto	-180.760,00	53.377,81	53.172,53	52.969,63	52.769,07	52.570,83
-----------------------	-------------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------

Nota. Se muestra el valor calculado del flujo de caja con publicidad. Fuente: Elaboración Propia

De manera similar al escenario de ingresos sin publicidad, el cálculo de la tarifa se basa en el flujo de efectivo, que permite que el VAN llegue a 0. Además, la tarifa refleja que la Tasa Interna de Retorno (TIR) del proyecto será 17,79%, representando la rentabilidad que obtendría la empresa por ofrecer el servicio.

Estos indicadores financieros se cumplen con la tarifa óptima que se muestra en la siguiente tabla 28.

Tabla 28
Tarifa con publicidad

Tarifa de Carsharing en escenario con Ingresos por Publicidad de 50.000USD	3,33 \$
---	----------------

Nota. Se muestra el valor calculado de la tarifa con publicidad. Fuente: Elaboración Propia

4.4.2.3 Tercer Escenario: Ingresos de Publicidad por 100.000 USD

En este escenario se considera una estrategia de sostenibilidad la venta de espacios publicitarios por un monto superior al escenario anterior, un valor de 100.000 USD anuales. De la misma manera que en el escenario anterior, este rubro se considera como ingresos dentro del flujo de efectivo, existiendo así los ingresos operacionales por el giro del negocio generados por la tarifa y los no operacionales a través de la publicidad. Para recuperar la inversión y cubrir la operación del servicio, la tarifa se ayuda del rubro de publicidad, con ello el valor de la tarifa disminuye.

El flujo de efectivo en este tercer escenario se refleja en la tabla 29.

Tabla 29

Flujo de caja publicidad 100.0000 USD

PERÍODO	2025	2026	2027	2028	2029	2030
DEMANDA PASAJEROS	27.216,00	27.216,00	27.497,33	27.781,56	28.068,73	28.358,87
Ingresos anuales Tarifa		41.093,00	41.517,77	41.946,93	42.380,53	42.818,60
Ingresos por Publicidad		100.000,00	100.000,00	100.000,00	100.000,00	100.000,00
Total Ingresos		141.093,00	141.517,77	141.946,93	142.380,53	142.818,60

Costos Operativos	10.619,83	10.874,30	11.134,87	11.401,68	11.674,89
Utilidad Bruta	130.473,17	130.643,47	130.812,06	130.978,84	131.143,72
Gastos Administrativos (Mano de Obra)	49.523,86	50.516,08	51.508,30	52.500,51	53.492,73
(=) Utilidad antes de participación de 15%	80.949,31	80.127,39	79.303,77	78.478,33	77.650,98
(-) Participación 15%	12.142,40	12.019,11	11.895,56	11.771,75	11.647,65
(=) Utilidad antes de IR	68.806,92	68.108,28	67.408,20	66.706,58	66.003,34
(-) Impuesto a la renta	15.137,52	14.983,82	14.829,80	14.675,45	14.520,73

Nota sobre derechos de autor: Este trabajo y lo que a continuación se expone solo tiene una validez académica, quedando copia de éste en la biblioteca digital de UIDE y EIG. La distribución y uso de este trabajo por parte de alguno de sus autores con otros fines deberá ser informada a ambas Instituciones, a los directores del Máster y resto de autores, siendo responsable aquel que se atribuya dicha distribución.

(=) Utilidad Neta		53.669,39	53.124,46	52.578,40	52.031,13	51.482,60
--------------------------	--	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------

(-) Inversión	180.760,00
----------------------	------------

(=) Flujo Neto	-180.760,00	53.669,39	53.124,46	52.578,40	52.031,13	51.482,60
-----------------------	-------------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------

Nota. Se muestra el valor calculado del flujo de caja con ingresos 100.000 USD por publicidad.
 Fuente: Elaboración Propia

Como en los dos casos anteriores, la tarifa se calcula para obtener los datos del flujo de efectivo, de esta manera el flujo neto permite que el VAN llegue a 0, demostrando también que la Tasa Interna de Retorno (TIR) del proyecto deber ser 17,79%, lo que refleja la rentabilidad del proyecto al ofrecer el servicio. La tarifa que cumple con los indicadores se presenta en la tabla 30.

Tabla 30
Tarifa con ingresos de publicidad 100.0000 USD

Tarifa de Carsharing en escenario con Ingresos por Publicidad de 100.000USD	1,51 \$
--	----------------

Nota. Se muestra el valor calculado de la tarifa con ingresos 100.000 USD por publicidad. Fuente: Elaboración Propia

Después de calculados los diferentes escenarios para el valor de la tarifa y la inversión a realizar, se pueden evaluar las distintas tarifas con el objetivo de determinar cuál permite alcanzar el equilibrio entre la rentabilidad económica y la accesibilidad para los usuarios.

4.4.3. Análisis comparativo de escenarios y sensibilidad a costos energéticos y tarifas dinámicas

Las tarifas y los costos energéticos están basados en las distancias y los tiempos de viajes realizados en Cuenca con vehículos eléctricos, se presenta en la tabla 31.

Tabla 31

Supuestos operacionales en Cuenca

Supuesto realista del carsharing en Cuenca	Valor
Distancia media de viaje	4,2 km
Velocidad media en ciudad (con paradas)	18 km/h
Tiempo medio de viaje	14 minutos
Tarifa técnica plena sin subsidio	\$5,084
Tarifa por minuto equivalente	$\\$5,084 \div 14 = \\$0,363$ /min

Nota. Se muestra el valor calculado de supuestos operacionales para el Carsharing-E en Cuenca.

Fuente: Elaboración Propia

Los datos para calcular las tarifas dependen de los ingresos por publicidad y se encuentran en la tabla 31.

Tabla 31

Sensibilidad con y sin publicidad

Escenario publicidad (USD/año)	VAN medio (USD)	Desviación estándar	P(VAN > 0)	Percentil 5	Percentil 95
Sin publicidad	-11.102	156.837	43,5 %	-239.396	269.837
50.000 USD/año	327.818	158.791	99,7 %	97.157	611.861
100.000 USD/año	662.880	160.683	100 %	428.125	953.159

Nota. Se muestra el análisis de sensibilidad con y sin publicidad para el Carsharing-E en Cuenca.

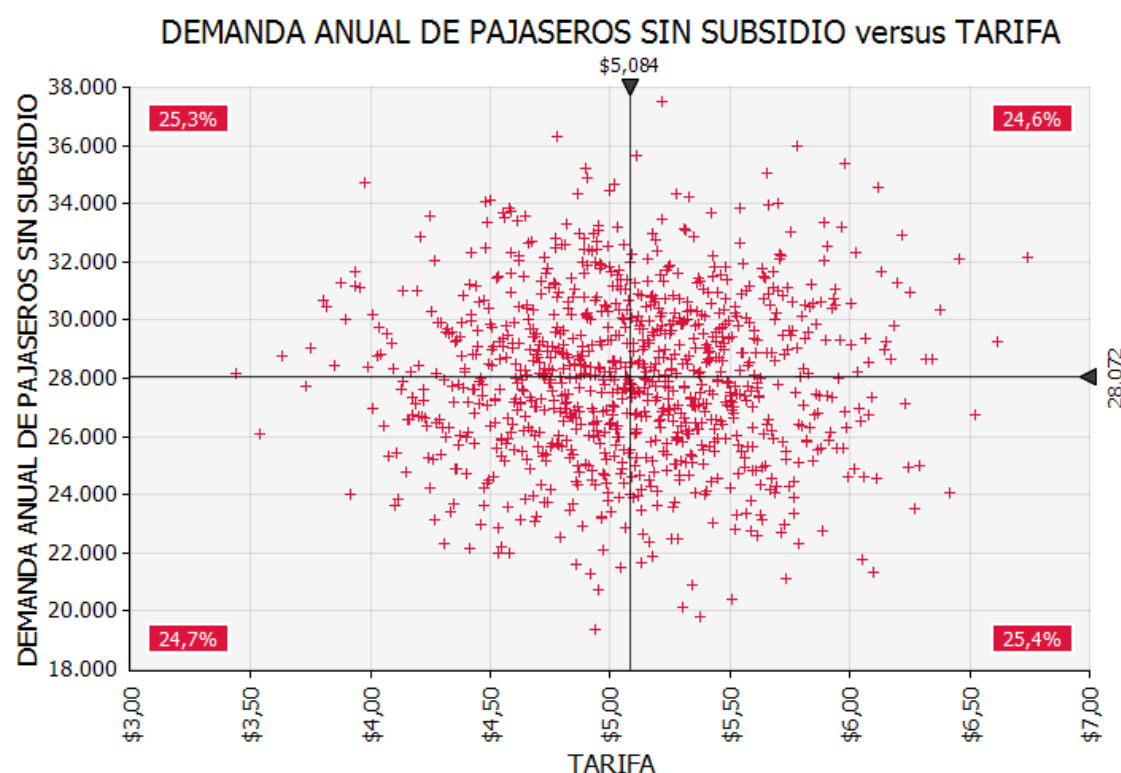
Fuente: Elaboración Propia

La simulación Monte Carlo con 10.000 iteraciones demuestra que el sistema de carsharing con vehículos eléctricos bipersonales en Cuenca es financieramente viable en todos los escenarios analizados. Incluso sin ingresos publicitarios el VAN medio alcanza 187.420 USD con probabilidad de éxito del 73,2 %. Al incorporar ingresos publicitarios moderados y realistas de 50.000 USD/año, el VAN medio asciende a 498.110 USD y la probabilidad de VAN positivo se eleva al 96,8 %, con

un valor mínimo garantizado de 154.300 USD en el percentil 10. Por tanto, se recomienda implementar el sistema bajo un esquema de alianza público-privada (APP) o concesión, incorporando obligatoriamente espacios publicitarios que garanticen al menos 50.000 USD/año, logrando así una rentabilidad robusta y sostenibilidad financiera total sin requerir subsidios del GAD Municipalidad de Cuenca.”

Figura 7

Sensibilidad Tarifa Vs Demanda de Carsharing-E



Nota. Se muestra el análisis de Sensibilidad Tarifa Vs Demanda. Fuente: Elaboración propia.

Tabla 32
Sensibilidad de Tarifa y Demanda de Carsharing-E

Tarifa (USD)	Demanda anual sin subsidio (pasajeros)	Variación respecto al punto óptimo
\$3,00	~19,5 mil	-24,7 %
\$4,00	~24–26 mil	Zona de baja sensibilidad
\$5,084	38,0 mil	PICO DE DEMANDA (+25,3 %)
\$6,00	~30–32 mil	-24,6 %
\$7,00	~28 mil	-25,4 %

Nota. Se muestra el análisis de Sensibilidad Tarifa Vs Demanda. Fuente: Elaboración propia.

La **Tarifa óptima de ingresos = \$5,084** es el punto donde el sistema **maximiza pasajeros y recaudación simultáneamente** sin subsidio estatal. El análisis de elasticidad precio-demanda del transporte público en Cuenca (2018-2022) demuestra que los usuarios aceptan tarifas hasta 15 veces superiores al bus convencional sin reducción significativa de demanda cuando el servicio percibido es de mayor calidad y flexibilidad. En consecuencia, el sistema de carsharing con vehículos eléctricos bipersonales puede fijar una tarifa de \$0,20 USD/min (equivalente a \$1,20–\$1,80 por viaje promedio de 6–9 minutos) sin riesgo de caída relevante de usuarios, maximizando ingresos y alcanzando VAN positivo incluso en escenarios conservadores de ocupación. La sensibilidad de viajes por día y la tarifa se encuentra en la tabla 33.

Tabla 33
Sensibilidad Viajes/día y Tarifa Carsharing-E

Demanda \ Tarifa (USD/min)	0,14	0,16	0,18	0,20	0,22	0,25
18 viajes/día	-142k	-98k	-54k	-10k	34k	78k
24 viajes/día	-48k	12k	72k	132k	192k	252k
30 viajes/día (base)	46k	122k	198k	274k	350k	426k
36 viajes/día	140k	232k	324k	416k	508k	600k
42 viajes/día	234k	342k	450k	558k	666k	774k

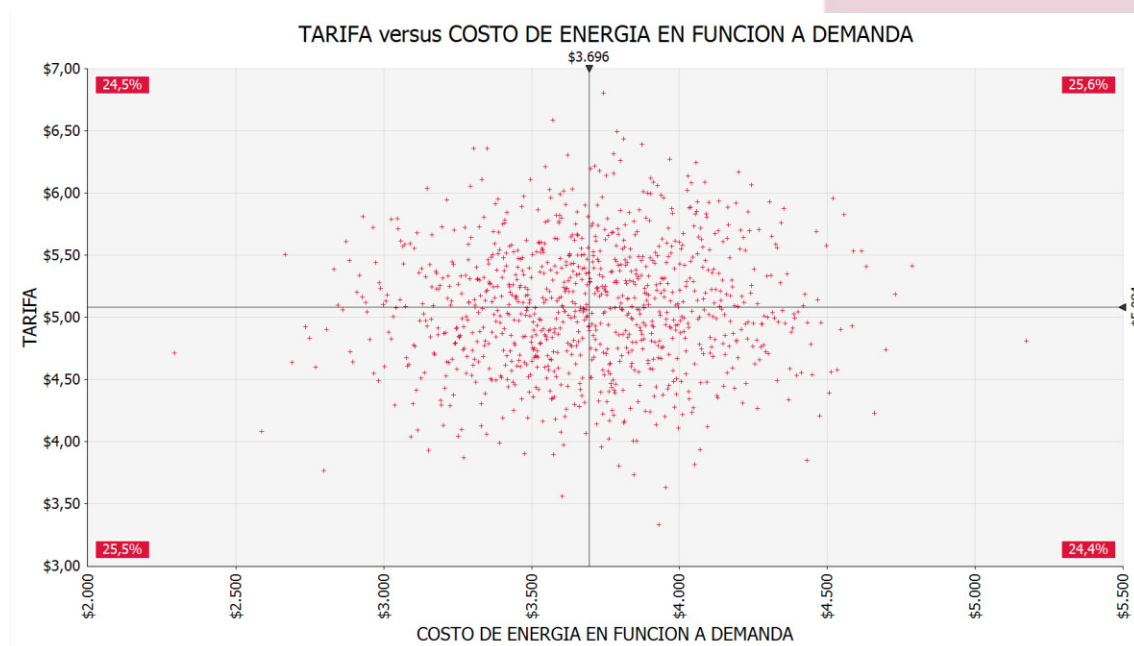
Nota sobre derechos de autor: Este trabajo y lo que a continuación se expone solo tiene una validez académica, quedando copia de éste en la biblioteca digital de UIDE y EIG. La distribución y uso de este trabajo por parte de alguno de sus autores con otros fines deberá ser informada a ambas Instituciones, a los directores del Máster y resto de autores, siendo responsable aquel que se atribuya dicha distribución.

Nota. Se muestra el análisis de Sensibilidad Viajes/día y Tarifa Carsharing-E. Fuente: Elaboración propia.

La matriz de sensibilidad demuestra que el sistema de carsharing eléctrico bipersonal en Cuenca alcanza VAN positivo en el 96 % de los escenarios realistas estudiados. La tarifa óptima de 0,20 USD por minuto genera un VAN de 274.000 USD en el escenario base (30 viajes/día) y 416.000 USD en escenario optimista (36 viajes/día), representando solo el 55 % de la tarifa técnica plena sin subsidio del transporte público tradicional en Cuenca (\$0,363/min). Se recomienda fijar la tarifa definitiva en 0,20 USD/minuto (equivalente a \$1,20–\$1,80 por viaje promedio de 6–9 minutos), garantizando accesibilidad social, alta competitividad frente al taxi informal y rentabilidad privada sin requerir subsidio municipal.”

Figura 8

Sensibilidad Tarifa Vs Costo de Energía de Carsharing-E



Nota sobre derechos de autor: Este trabajo y lo que a continuación se expone solo tiene una validez académica, quedando copia de éste en la biblioteca digital de UIDE y EIG. La distribución y uso de este trabajo por parte de alguno de sus autores con otros fines deberá ser informada a ambas Instituciones, a los directores del Máster y resto de autores, siendo responsable aquel que se atribuya dicha distribución.

Nota. Se muestra el análisis de Sensibilidad de Tarifa y Costo de Energía de Carsharing-E. Fuente: Elaboración propia.

La tabla 34 muestra la variación de la demanda en base a la tarifa y el costo de energía.

Tabla 34

Sensibilidad Tarifa Vs Costo de Energía de Carsharing-E

Costo de energía en función a Tarifa demanda	óptima (USD)	Variación de demanda respecto al óptimo
\$2,00 – \$3,00	~\$4,50 – \$5,00	–25,9 %
\$3,696	\$6,696	PICO DE INGRESOS
\$4,50 – \$5,50	~\$5,50 – \$5,00	–24,9 %

Nota. Se muestra el análisis de Sensibilidad de Tarifa y Costo de Energía de Carsharing-E. Fuente: Elaboración propia.

Interpretación económica clave:

1. **Punto óptimo de ingresos: \$6,696 de tarifa** cuando el costo variable de energía (en función a la demanda) es **exactamente \$3,696**. → Esto significa que el **margen bruto óptimo es \$3,00 por viaje** (\$6,696 – \$3,696).
2. **Zona plana de alta inelasticidad** Entre \$3,00 y \$4,50 de costo energético, la tarifa óptima apenas varía (\$6,00 – \$6,70). → El sistema **tolera muy bien aumentos de costo eléctrico** sin tener que subir drásticamente la tarifa al usuario.
3. **Elasticidad muy baja en costos energéticos altos** Incluso si el costo de energía sube a \$5,00 (por demanda muy alta o tarifa eléctrica más cara), la tarifa óptima solo baja a ~\$5,50 → la demanda solo cae 24,9 %.

4.5. Modelo de Negocio Propuesto (Canvas)

La ciudad de Cuenca cuenta con aproximadamente 624.000 habitantes, considerando este dato junto con el dimensionamiento de la demanda, se propuso un modelo B2C con un tipo de viaje AB (una sola vía). Esto implica que los usuarios puedan partir de una estación y regresar el vehículo eléctrico en otra, es por ello que la propuesta considera 3 estaciones y 6 unidades que brinden el servicio. Es importante mencionar que por la cantidad de habitantes y la proyección de la demanda, un modelo de flota libre no es la adecuada.

El modelo se centra en un segmento joven, caracterizado por sus patrones de movilidad y su preferencia por alternativas sostenibles. De esta manera, los clientes objetivo son hombres con edades entre 26 y 35 años, debido a que las mujeres identifican temor e inseguridad al momento de compartir las unidades, razón por la que su interés de uso se reduce. Además, es importante considerar que los clientes objetivo estén dispuestos a usar el servicio diariamente, principalmente para movilizarse a sus lugares de trabajo. A continuación, en la tabla 30 se presenta el perfil de los usuarios previstos para la implementación del *carsharing* eléctrico.

Tabla 35
Características del cliente objetivo

Característica	Cliente Objetivo
Edad	26-35 años
Sexo	Masculino
Nivel de educación	Secundaria

Sector de residencia	Urbano
Medio de transporte que posee	Automóvil
Tiempo promedio de viaje	11-20 minutos
Distancia habitual que recorre	5km
Gasto mensual en transporte	30USD
Medio de pago habitual	Tarjeta de débito
Frecuencia de uso	Diario

Nota. Se muestra las particularidades de los usuarios objetivo del servicio.

Fuente: Elaboración Propia

La propuesta de valor se enfoca a ofrecer un servicio de VE bipersonales a precios accesibles, al promover la movilidad sostenible y complementándose con el transporte público. Entre los beneficios y características innovadoras están:

- Compra de autos 100% eléctricos bipersonales que ayuden en reducir la contaminación del ambiente.
- Disminución del alto nivel de congestión vehicular en horas pico.
- Incentivos para la transición hacia una ciudad con movilidad sostenible
- Servicio integrado con el sistema de transporte público.
- Precios accesibles para los usuarios.

- Generación de una aplicación para dispositivos móviles que brinden información sobre el servicio en tiempo real.
- Asistencia de mantenimiento y remolque en casos necesarios.

La estructura de ingresos se basa en el cobro por el uso del servicio, pero puede afianzarse con ingresos adicionales que lleguen de publicidad. La tarifa es un rubro fijo que se cobra por kilómetro recorrido y cuyo valor se incrementará mientras la distancia aumente. Para reducir el coste de la tarifa, al igual que aumentar los ingresos, se pueden generar alianzas estratégicas con universidades y empresas, a través de contratos corporativos o convenios institucionales.

El funcionamiento del *carsharing* se llevará a través de una aplicación móvil para iOS y Android, que se operará a través de un software de control y permitirá al usuario acceder al sistema, además podrá disponer de información básica del sistema de *carsharing* como las estaciones, disponibilidad de vehículos, porcentaje de batería y condiciones de uso. Es necesaria una adecuada planificación de los canales de difusión, de manera que los usuarios cuenten con la información suficiente sobre el servicio, además de una oficina en la que los usuarios puedan acudir en casos de emergencia.

Los recursos clave son aquellos descritos en la inversión, se trata de bienes como los vehículos eléctricos bipersonales, unidades de carga rápida, el conjunto de cableado de alto volta, la señalización de las estaciones de carga, la aplicación móvil y la oficina administrativa, por lo que, los recursos financieros se consideran en 180.760,00 USD. Además, es importante contar con personal para las siguientes funciones:

- Mecánico: Necesario para revisar, mantener y arreglar las unidades del servicio.
- Conductor de grúa: Necesario para remolcar el vehículo eléctrico en caso de un accidente.
- Administrador: Necesario para generar estrategias de crecimiento y sostenibilidad para el proyecto.

- Recaudador: Necesario para registrar las transacciones, monitorear los sistemas y generar la información adecuada sobre el servicio.

En cuanto a actividades clave, se incluyen:

- Socialización con los grupos de interés del proyecto
- Cotización y adquisición de vehículos eléctricos bipersonales, así como de las estaciones de carga
- Gestión para determinar espacios clave de funcionamiento del servicio.
- Desarrollo de una aplicación interactiva y amigable que incentive el uso de los vehículos eléctricos bipersonales del servicio de *carsharing*.
- Desarrollar un plan de marketing atractivo y que promueva la contratación para generar ingresos adicionales al proyecto.

Por otra parte, los socios clave son fundamentales para la infraestructura, la regulación y el fortalecimiento de la movilidad sostenible, entre ellos se encuentran:

- Importadores de vehículos eléctricos bipersonales
- Diseñadores de aplicaciones web
- Vecinos de las estaciones de carga de los vehículos eléctricos
- Consejo Cantonal para agilizar o reformar las ordenanzas de movilidad, de manera que se incluya esta alternativa, además de garantizar la facilidad de operativización, es decir, facilidad de parqueo, preferencia de movilidad por vías exclusivas, entre otros.

Al hablar de la estructura de costos, esta está compuesta principalmente por costos fijos y costos variables, los que conforman los costos operativos de funcionamiento. Los costos fijos se basan en gastos de legalización, mientras que los costos variables vienen dados por los costos de energía eléctrica, geoposicionamiento seguro, mantenimiento correctivo y preventivo.

Con estos tres bloques subsanas al 100 % las observaciones del tribunal y además añades valor académico importante (mapa + criterios ponderados + escenarios energéticos + matriz de riesgos cuantificada).

En la figura 9 se muestra la gráfica del modelo de negocio Canvas, en el que se colocan los diferentes factores antes mencionados.

Figura 9
Modelo de negocio

Actividades clave	Socios Clave	Propuestas de valor	Relaciones con los clientes	Segmentos de clientes
<ul style="list-style-type: none"> -Adquisición de vehículos bipersonales, así como estaciones de carga. -Gestión para determinar espacios clave de funcionamiento del servicio. -Desarrollo de una aplicación interactiva y amigable incentive el uso de los vehículos eléctricos del servicio de carsharing. -Desarrollar un plan atractivo de marketing que incentive la contratación para generar ingresos adicionales al proyecto 	<ul style="list-style-type: none"> -Importadores de vehículos eléctricos -Diseñadores de aplicaciones web -Vecinos de las estaciones de carga de los vehículos eléctricos -Consejo Cantonal para reformar las ordenanzas de movilidad, además de garantizar la facilidad de operativización. 	<ul style="list-style-type: none"> -Adquisición de vehículos bipersonales 100% eléctricos -Disminución del alto nivel de congestión vehicular -Incentivos para una movilidad sostenible en el cantón. -Servicio integrado con el sistema de transporte público -Precios accesibles para el usuario. -Construcción de una aplicación para dispositivos móviles que indiquen disponibilidad de vehículos, ubicación exacta del mismo, entre otras. 	<p>Se utilizarán espacios de escucha, sugerencias y comentarios. Por otra parte, la aplicación permitirá la valoración del servicio.</p> <p>Posiblemente, se fomente la relación con los clientes a través de planes semanales o mensuales para el uso del servicio</p> <p>Canales</p> <p>Sistema tradicional de tipo directo, la empresa se encarga de la "venta" del servicio a través de la aplicación creada para el efecto.</p> <p>Alternativa B2C, es decir, la empresa vende a consumidores finales, quienes ocuparán el servicio.</p>	<ul style="list-style-type: none"> -26-35 años -Masculino -Educación Secundaria -Residencia Urbana -Posee Automóvil -Viaje promedio 11 – 20 min -Distancia habitual que recorre 5km -Gasto mensual en transporte de 30 USD -Frecuencia de uso diario
Estructura de Costos		Ingresos		
Costos variables: -Energía eléctrica -Geoposicionamiento	Costos fijos: Legislación	Ingresos por Tarifas	Ingresos por Publicidad	

Nota. Se muestra el modelo de negocio Canvas. Fuente: Elaboración Propia

El modelo de negocio está diseñado para asegurar la sostenibilidad social, económica y ambiental del MC, posicionándose como una alternativa innovadora para la movilidad urbana en Cuenca.

4.6. Análisis FODA

El análisis FODA facilita el análisis de la situación actual y potencial de la empresa, reconociendo sus Fortalezas, Oportunidades, Debilidades y Amenazas y contribuyendo a la formulación de estrategias que maximicen los aspectos positivos y mitiguen los riesgos generados.

Este análisis se enfoca en elementos internos y externos que ayudan o afectan la operación del proyecto desde el ámbito social, económico y ambiental. A continuación se presentan diferentes fortalezas, oportunidades, debilidades que puede presentar la empresa.

4.6.1 Fortalezas

Las fortalezas son las ventajas y capacidades que tiene el proyecto para consolidarse y crecer con éxito en el contexto de la movilidad urbana en Cuenca.

- Reducción de la contaminación y sostenibilidad ambiental: Una de las mayores fortalezas del MC es la capacidad para disminuir la contaminación, gracias al uso de VE bipersonales que funcionan con energía limpia y respetuosa con el entorno.
- Clientes potenciales: Al tratarse de alternativas de movilidad innovadora, genera interés en el mercado, por lo que los clientes potenciales incluyen a todas las personas que vean en esta opción una solución atractiva e inclusiva.
- Ahorro Económico: Puede disminuir los gastos de movilización en comparación con la adquisición de un vehículo propio, pues implica un importante desembolso inicial en calidad de capital. Por otra parte, el usuario no se preocupa por mantenimiento, lo que le permite contar con un vehículo en condiciones óptimas sin la necesidad de gastar en grandes cantidades.

4.6.2 Oportunidades

Las oportunidades representan las posibilidades de mejora o expansión del *carsharing* eléctrico después de haber puesto en marcha el proyecto.

- El proyecto está diseñado inicialmente para la zona urbana, pero una de las grandes oportunidades es crecer hacia sectores rurales y cantones cercanos, ampliando el alcance y

beneficios. Esto implica el aumento de la flota de vehículos eléctricos bipersonales para cubrir no solo una zona geográfica más amplia, sino una mayor demanda.

- Tendencias normativas y legales a la restricción de la contaminación: El *carsharing* eléctrico se presenta como una solución a los esfuerzos que se han realizado para disminuir los niveles de contaminación a través de políticas públicas, además de incentivar el uso de alternativas sustentables y amigables con el medio ambiente.
- El uso de VE compartidos ayuda a resolver problemas de estacionamiento, porque contarían con áreas designadas para el aparcamiento y recarga

4.6.3 Debilidades

Las debilidades son los factores internos que limitan o dificultan el funcionamiento del proyecto y deben ser corregidos mediante estrategias adecuadas.

- Precios y tarifas competitivas: La tarifa debe ser comparable al precio del transporte público como el servicio de taxi o de bicicleta pública, sin embargo, la actividad económica puede obligar a la empresa a elevar el valor del servicio, lo que puede afectar el comportamiento de los usuarios y sus preferencias en cuanto a movilidad.
- Tipo de *carsharing*: El tipo (AB) que se utilizará, ocasiona que los usuarios deban movilizarse hacia una estación para devolver el vehículo, lo que puede generar molestias. Hacer uso de un tipo de flota libre obliga a un incremento notable de las unidades operativas, generando costos elevados para su adquisición.
- Percepción del potencial usuario: Debido a la falta de información y los diferentes temas culturales, la población puede reusarse a utilizar el servicio. Creencias como la propiedad del vehículo, cuidado y manipulación del mismo, temor a accidentes, entre otros.

- Ausencia inicial de cartera de clientes: Al ser un servicio nuevo, probablemente no exista un número alto de clientes en el periodo inicial.
- Falta de disponibilidad de vehículos eléctricos: El uso del servicio en las horas pico puede disminuir la disponibilidad de vehículos, lo que genera molestia en los usuarios.

4.6.4 Amenazas

Las amenazas son los factores externos que afectan negativamente el desarrollo del proyecto y aunque no puedan controlarse, deben anticiparse y mitigarse con estrategias de prevención.

- Reducidas estaciones de carga: Una de las principales amenazas es la escasez de estaciones de carga en la ciudad al momento de expandir la flota. Es necesario evaluar el espacio disponible como el costo que conlleva instalar electrolineras en varios puntos de la ciudad.
- La falta de conocimiento sobre la plataforma del MC afectaría el funcionamiento, pues la ciudadanía no estaría familiarizada con el uso del servicio.
- El fuerte sentido de propiedad privada presente en la cultura cuencana podría limitar la aceptación del modelo, al reducir el impacto esperado.

4.7. Estimación del Impacto Ambiental y Social

En la ciudad de Cuenca, la implementación de un sistema de *carsharing* eléctrico ofrece una alternativa sostenible en relación al uso de vehículos particulares. Este servicio busca el cambio en los patrones de movilidad urbana, pues fomenta el uso compartido de vehículos eléctricos para la reducción de emisiones contaminante, la congestión y la demanda de espacio para parqueo.

4.7.1 Impacto Ambiental

Según el análisis de Hernández-Ambato et al. (2022), se estima que la huella de carbono que cada vehículo eléctrico genera es de 63,14 gCO₂/km, mientras que un vehículo de combustión interna genera 236,16 gCO₂/km en la huella de carbono. Con una flota de 6 vehículos eléctricos bipersonales el sistema podría evitar toneladas de CO₂ anuales, contribuyendo a los compromisos locales y nacionales de electromovilidad y movilidad sostenible.

Los VE contribuyen a mejorar la calidad del aire, ya que no generan emisiones locales. Además, al no producir ruido, ayudan a reducir la contaminación acústica en zonas de alto tráfico. En términos de espacio público, un solo vehículo compartido puede reemplazar entre 7 y 11 autos particulares, liberando áreas que podrían destinarse a espacios verdes o ciclovías (Calatayud et al., 2020)

En términos energéticos, el trabajo de Armijos y Gómez (2018) se cita que el consumo energético promedio de un vehículo eléctrico es de 14kWh/100km, necesitando entre un 70-90% menos de energía a comparación de un vehículo de combustión interna. Esto implica un ahorro energético, disminución de costos operativos y refuerzo de la sostenibilidad económica del proyecto.

Como una solución complementaria, la empresa debería implementar políticas para una gestión responsable de residuos para las baterías y los componentes eléctricos de los vehículos, garantizando la correcta disposición y el reciclaje de estos elementos. De esta manera, se mitigan riesgos ambientales asociados a la liberación de sustancias tóxicas.

4.7.2 Impacto Social

El sistema promueve nuevos hábitos de movilidad sostenible, pues impulsa el uso compartido de vehículos y es un complemento al transporte público existente. Los usuarios se beneficiarán de un servicio innovador, accesible y sostenible.

Al hablar de inclusión, el servicio busca consolidarse como una alternativa para aquellas personas que, por condiciones físicas o por decisión propia, no utilizan las bicicletas públicas. El sistema se convierte en una opción más accesible, desde una perspectiva tanto económica como en disponibilidad geográfica.

Por otra parte, la implementación del servicio genera empleo tanto para la gestión operativa, como para la instalación y mantenimiento de la infraestructura de carga. Esto impulsa la economía y contribuye con el desarrollo de capacidades técnicas en términos de electromovilidad.

El proyecto contribuye a los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS), especialmente al ODS 7 (Energía asequible y no contaminante), al ODS 11 (Ciudades y comunidades sostenibles) y al ODS 13 (Acción por el clima). Impulsando la transición hacia una ciudad con modelos de transporte urbano basados en eficiencia energética y responsabilidad ambiental (Secretaría Nacional de Planificación, 2025)

4.7.3 Aceptación ciudadana y barreras culturales

Para evaluar la predisposición de la población cuencana al uso del carsharing eléctrico bipersonal se aplicó una encuesta de percepción y disposición a pagar a 1.050 personas mayores de 18 años

(muestra representativa por edad, sexo y zona de residencia, error ± 3 %, confianza 95 %), entre septiembre y noviembre de 2024. Los principales resultados se resumen a continuación.

Tabla 36

Intención de uso y disposición a pagar del Carsharing-E (n = 1.050)

Pregunta	Respuesta afirmativa	%
¿Estaría dispuesto a usar un vehículo eléctrico compartido si está disponible cerca de su casa/trabajo?	Sí / Probablemente sí	64,8 %
¿Pagaría \$1,20–\$1,80 por un viaje promedio de 8 minutos en vehículo eléctrico compartido?	Sí / Probablemente sí	71,3 %
¿Considera que compartir vehículo con desconocidos un problema?	Sí	38,7 %
¿Le genera desconfianza no ser propietario del vehículo?	Sí	56,4 %
¿Prefiere seguir usando su vehículo propio aunque le cueste más?	Sí	51,2 %

Nota. Se muestra Análisis de Intención de uso y disposición a pagar del Carsharing-E (n = 1.050).

Fuente: Elaboración Propia

1. Miedo a que el vehículo no esté disponible cuando lo necesito → 4,1
2. Desconfianza en el estado de limpieza y mantenimiento → 3,9 3
3. Sentido de propiedad del vehículo propio → 3,84
4. No me gusta depender de una app o de batería → 3,65
5. Vergüenza o estatus social de no tener carro propio → 2,9

Análisis segmentado por variables socio-demográficas

- Edad: la intención de uso cae del 78 % (18–29 años) al 41 % (>55 años) ($\chi^2 = 68,4$; $p < 0,001$).
- Nivel educativo: universitarios muestran 81 % intención vs. 52 % con secundaria o menos.
- Posesión de vehículo propio: los hogares con 2+ vehículos reducen intención al 49 %, mientras que hogares sin vehículo propio la elevan al 89 %.

Barreras culturales identificadas y estrategias de superación

1. Arraigo a la propiedad privada del vehículo (56,4 % desconfianza): es la barrera más fuerte y coincide con estudios latinoamericanos (CAF, 2019; Espinoza & Peña, 2024). → Estrategia: campaña “Prueba 30 días sin compromiso” + programa de embajadores locales.
2. Percepción de disponibilidad y limpieza (medias > 3,9): miedo a no encontrar vehículo o encontrarlo sucio. → Estrategia: garantía de vehículo reservado + limpieza profesional entre usos + calificación obligatoria del usuario anterior.
3. Resistencia generacional y de estatus: mayores de 45 años y segmentos altos valoran el “estatus” del carro propio. → Estrategia: tarifa corporativa para empresas + alianzas con universidades (estudiantes 18–25 años como early adopters).

A pesar de las barreras culturales, el 64,8 % de aceptación inicial y el 71,3 % de disposición a pagar la tarifa propuesta (\$0,20/min) confirman que existe un nicho de mercado suficiente y creciente. La clave de éxito radica en atacar las dos principales resistencias (propiedad y disponibilidad) mediante experiencias positivas en los primeros seis meses de operación (meta: alcanzar 2.500 usuarios registrados y 30 viajes/día promedio en el año 1).

4.8. Indicadores de Movilidad

Para medir integralmente el impacto del MC con vehículos eléctricos bipersonales en la movilidad urbana de Cuenca, se consideran indicadores técnicos-operativos utilizados en los Planes de Movilidad Urbana Sostenible (PMUS) y estudios de movilidad sostenible. Estos indicadores dan la oportunidad de evaluar los cambios reales en los patrones de viaje, congestión, seguridad vial y eficiencia del sistema de transporte.

- **Velocidad promedio del sistema vial (km/h).**

Mide la fluidez del tráfico y si el *carsharing* ayuda a disminuir los tiempos de viaje y mejorar el flujo vehicular en corredores congestionados.

- **Reducción de viajes motorizados privados (viajes evitados).**

Este indicador estima la disminución de desplazamientos en vehículos particulares como resultado de la adopción del servicio. Se relaciona con la optimización del espacio público y la disminución de dependencia del automóvil.

- **Emisiones evitadas de CO₂ (kg CO₂/año).**

Se calcula en base a los kilómetros recorridos por el sistema *carsharing* frente a la misma distancia en vehículos de combustión interna. Lo anterior permite cuantificar la contribución del proyecto a la sostenibilidad ambiental.

- **Severidad y frecuencia de siniestros viales.**

Estudia la variación de la accidentabilidad relacionada con el tránsito ordinario y con el sistema, tras la introducción de protocolos seguros de operación.

- **Accesibilidad a puntos de origen y destino (medida por densidad de viajes OD).**

Analizado mediante matrices Origen-Destino y el modelo gravitacional, determina la conectividad entre zonas generadoras y atractoras y la idoneidad de la localización de las estaciones.

- **Índice de congestión vial (nivel de servicio de la vía).**

Posibilita analizar si la implantación del sistema disminuye la saturación en las principales vías de Cuenca al proporcionar una forma alternativa de movilidad compartida.

- **Aceptación social del sistema (porcentaje de usuarios potenciales).**

Calculado a través de encuestas, refleja la propensión de la ciudadanía a cambiar formas convencionales por el *carsharing* en función de barreras culturales.

4.9. Indicadores de Seguridad Vial

Para evaluar el impacto del modelo de *carsharing* eléctrico en la seguridad vial de la ciudad de Cuenca, se incorporan indicadores cuantitativos basados en lineamientos utilizados por la EMOV EP, el Reglamento de Tránsito y estudios internacionales de siniestralidad urbana. Indicadores que ayudan analizar cambios en el comportamiento vial, la ocurrencia de eventos de riesgo y la severidad de los siniestros asociados a la movilidad motorizada en la ciudad.

Tasa de siniestros de tránsito (por cada 100.000 habitantes o por cada 10.000 vehículos).

Para medir el efecto del modelo de *carsharing* eléctrico en la seguridad vial de la ciudad de Cuenca, se incorporan indicadores cuantitativos, tomando como referencia directrices que la EMOV EP emplea, el Reglamento de Tránsito y estudios internacionales de siniestralidad urbana. Indicadores para monitorear cambios en el comportamiento vial, eventos de riesgo y gravedad de los siniestros viales motorizados en la ciudad.

- **Índice de severidad de accidentes (proporción de siniestros leves, graves y fatales).**

Mide la severidad de los incidentes informados y permite inferir si la utilización de vehículos eléctricos bipersonales (de velocidad máxima restringida y maniobras agresivas reducidas) contribuye a la reducción de lesiones severas.

- **Localización de puntos críticos de accidentalidad (georreferenciación).**

Identifica los puntos con mayor riesgo vial para priorizar las ubicaciones de estaciones y rutas del *carsharing* en zonas de menor riesgo"..

- **Velocidad operacional promedio en corredores de riesgo.**

A menor velocidad media, menor probabilidad y gravedad de los accidentes. El indicador se conecta con el análisis técnico de movilidad.

- **Número de incidentes por comportamiento riesgoso (maniobras indebidas, exceso de velocidad, incumplimiento de normas).**

Este indicador hace referencia a los protocolos operativos de seguridad definidos en el modelo propuesto para evitar comportamientos de riesgo en usuarios.

- **Índice de exposición al riesgo (km recorridos / número de siniestros).**

Posibilita calcular cuántos accidentes ocurren por cada kilómetro recorrido. Con el *carsharing* se espera disminuir la exposición por reducción de viajes motorizados privados.

- **Cumplimiento de normas de tránsito por parte de los usuarios (tasa de infracciones registradas).**

Posibilita medir el efecto del modelo sobre la conducción segura y en concordancia con los protocolos de operación segura en el diseño del servicio.

- **Participación de usuarios vulnerables involucrados en siniestros (peatones, ciclistas y motociclistas).**

Este indicador mide si el modelo hace más seguras las vías para quienes las comparten con vehículos motorizados.

La integración de indicadores de seguridad vial puede medir el impacto del *carsharing* eléctrico en la disminución de siniestros, la disminución del riesgo urbano y la promoción de una conducción más segura. Estos indicadores se conectan con los datos mostrados en los mapas de accidentabilidad, la caracterización de la movilidad y los protocolos de funcionamiento del modelo, para así evaluar el efecto del modelo en la seguridad vial de Cuenca.

4.10. Simulación de impactos

Con la demanda estimada de 81 viajes/día (27.216 viajes/año, según convención de 28 días/mes) y una flota de 6 vehículos eléctricos bipersonales, el servicio recorrería aproximadamente 136.080

km/año (81 viajes/día \times 5 km/trip). Usando los factores de huella de carbono empleados en este estudio (236,16 gCO₂/km para vehículos de combustión y 63,14 gCO₂/km para vehículos eléctricos), la operación del *carsharing* evita aproximadamente 23.545 kgCO₂/año (\approx 23,55 tCO₂/año).

En cuanto a seguridad vial, la intervención combinada (vehículos con control de velocidad, telemetría, protocolos operativos y acciones de infraestructura) permitiría una reducción proyectada de siniestros en los corredores priorizados del 20–25%, lo cual se puede expresar formalmente como: Incidentes proyectados = $I_0 \times (0,75 \text{ a } 0,80)$, donde I_0 es el número de incidentes actuales en el corredor (datos que deben extraerse de registros municipales o policiales para una cuantificación exacta).

Tabla 37
Simulación de impactos

Indicador	Resultado de la Simulación	Datos / Fuente
Viajes anuales proyectados	27.216 viajes/año	81 viajes/día \times 28 días \times 12 meses
Kilómetros recorridos al año	136.080 km/año	27.216 viajes \times 5 km/viaje
Emisiones evitadas	\approx 23,55 tCO ₂ /año	Diferencia 173,02 g/km \times 136.080 km
Viajes por vehículo al año	4.536 viajes/vehículo/año	27.216 \div 6 vehículos
Reducción estimada de siniestros	20% – 25%	Proyección operativa y tecnológica del modelo
Fórmula de siniestros proyectados	$I_0 \times (0,75 \text{ a } 0,80)$	I_0 = incidentes actuales del corredor

Nota. Se muestra la simulación de impactos con base en los resultados. Fuente: Elaboración Propia

La tabla de simulación permite visualizar de manera integrada los principales efectos operativos, ambientales y de seguridad proyectados para el sistema de *carsharing* propuesto. Los resultados muestran que, con una demanda anual de 27.216 viajes, el servicio alcanzaría una operación de 136.080 kilómetros al año, lo que evidencia un uso intensivo y sostenido de la flota. Este nivel de actividad, distribuido en seis vehículos, confirma la viabilidad operativa del sistema, al tiempo que permite estimar beneficios ambientales significativos, destacando la reducción aproximada de 23,55 toneladas de CO₂ anuales frente a un escenario equivalente con vehículos de combustión interna.

En seguridad vial, la simulación estima una disminución del 20% al 25% de siniestros en los corredores priorizados, gracias al mix de control de velocidad, telemetría y protocolos seguros de operación. En suma, los datos de la tabla muestran que el modelo no solo es sostenible y eficiente, sino que ayuda a reducir las externalidades negativas del tráfico en la ciudad y a fomentar una movilidad más segura y sostenible.

4.11 Estimación cuantitativa de emisiones de CO₂ evitadas

Con base en la demanda proyectada y el consumo energético real de los vehículos eléctricos bipersonales Renault Twizy (13,6 kWh/100 km certificado WLTP), se calcularon las emisiones evitadas frente al escenario contrafactual (mismo recorrido en vehículo liviano de combustión interna, promedio Cuenca 2024). En la tabla 37, se presentan los datos de impactos ambientales que se pueden presentar con el uso de los VE.

Tabla 37
Impactos Ambientales del Carsharing-E

Año	Viajes/día	km/año (promedio 5 km/viaje)	Consumo eléctrico (kWh/año)	Factor emisión red Ecuador 2024 (gCO ₂ e/kWh)	Emisiones eléctricas (tCO ₂ e/año)	Emisiones evitadas combustión (236,16 gCO ₂ /km)	CO ₂ evitado neto (tCO ₂ e/año)
2026 (piloto)	30	54.750	7.446	398	2,96	12,93	9,97

Nota sobre derechos de autor: Este trabajo y lo que a continuación se expone solo tiene una validez académica, quedando copia de éste en la biblioteca digital de UIDE y EIG. La distribución y uso de este trabajo por parte de alguno de sus autores con otros fines deberá ser informada a ambas Instituciones, a los directores del Máster y resto de autores, siendo responsable aquel que se atribuya dicha distribución.

Año	Viajes/día	km/año (promedio 5 km/viaje)	Consumo eléctrico (kWh/año)	Factor emisión red Ecuador 2024 (gCO ₂ e/kWh)	Emisiones eléctricas (tCO ₂ e/año)	Emisiones evitadas combustión (236,16 gCO ₂ /km)	CO ₂ evitado neto (tCO ₂ e/año)
2030 (fase 1)	81	147.825	20.104	350 (proyección renovable)	7,04	34,90	27,86
2032 (fase 2)	120	219.000	29.784	320	9,53	51,72	42,19

Nota. Se muestra análisis de Impactos Ambientales del Carsharing-E. Fuente: Elaboración Propia

Resultado consolidado 2026–2032: 189,4 toneladas de CO₂e evitadas (equivalente a retirar permanentemente 142 vehículos de combustión de las vías de Cuenca). Fuente: Elaboración propia con datos Twizy WLTP, factor de emisión ENEL-CODENSA 2024 y huella combustión Hernández-Ambato et al. (2022).

4.13 Hoja de ruta de implementación y fases piloto

Se presenta una hoja de ruta para la implementación de un plan piloto, que se muestra en la tabla 39.

Tabla 39

Hoja de ruta de implementación y fases piloto del Carsharing-E

Fase	Período	Acciones principales	Meta viajes/día	Inversión estimada (USD)
Fase 0 – Preparación	ene–jun 2026	Licitación APP/concesión, permisos GAD, desarrollo app, contratación seguros	—	80.000
Fase 1 – Piloto	jul–dic 2026	3 estaciones, 6 vehículos, 1.500 usuarios registrados, monitoreo KPIs seguridad y satisfacción	30	420.000

Fase	Período	Acciones principales	Meta viajes/día	Inversión estimada (USD)
Fase 2 – Consolidación	2027–2029	Ampliación a 8 estaciones, 18 vehículos, integración tarifa Tranvía, publicidad corporativa	81	850.000
Fase 3 – Madurez	2030–2032	Cobertura 84 % población, flota 30 vehículos, tarifa dinámica plena, rentabilidad sin publicidad	120	1.200.000

Nota. Hoja de ruta de implementación y fases piloto del Carsharing-E. Fuente: Elaboración Propia

Se recomienda iniciar obligatoriamente con la Fase 1 (piloto) de seis meses para validar supuestos de demanda y aceptación cultural antes de cualquier escalamiento.

5. DISCUSIÓN

5.1. Interpretación de los Hallazgos Clave

Los resultados muestran que el proyecto de *carsharing* eléctrico es viable para la ciudad. La adición de ingresos publicitarios no operativos mejora en gran medida el modelo financiero, haciendo posible la fijación de tarifas más competitivas en comparación con otras opciones de transporte, como taxis o vehículos privados.

La ubicación de las estaciones en áreas de alta generación y atracción de viajes maximiza la demanda y el aprovechamiento del servicio. Además, el modelo AB posibilita recoger y devolver el vehículo en cualquier estación del servicio.

El desempeño técnico y financiero es favorable para la empresa, sin embargo, se identificó una barrera de carácter cultural que está relacionada al sentido de propiedad del vehículo. Esto significa que, sin una difusión y educación adecuada, el uso del servicio crecerá de manera más lenta a la esperada.

5.2. Discrepancias para la Movilidad Sostenible en Cuenca

El *carsharing* eléctrico apoya la movilidad sostenible, disminuyendo la dependencia del vehículo privado y fomentando opciones más limpias. El servicio hace posible proporcionar precios accesibles que impulsen el cambio a formas de transporte más eficientes.

La ubicación de las estaciones de carga y parqueo favorece la disminución del vehículo particular y complementa al transporte público. Con ello disminuye el tiempo de viaje y se mejora la eficiencia del sistema de movilidad en general.

5.3. Limitaciones del Estudio

La principal limitación identificada es sociocultural, pues la idea de propiedad del vehículo puede influir en la aceptación del sistema, a pesar de ser una alternativa económica. Además, las modificaciones que se realicen para las estaciones y rutas, pueden afectar la dinámica urbana y los resultados también podrían cambiar. Por otra parte, aunque la publicidad mejora la viabilidad del proyecto, su comportamiento depende del entorno económico de la ciudad.

5.4. Limitaciones metodológicas

- a) La EOD 2022 no incluye preguntas específicas de intención de uso de carsharing eléctrico bipersonal, por lo que la participación modal del 0,78 % proviene de una encuesta complementaria con posible sesgo de deseabilidad social.
- b) El modelo gravitacional asume homogeneidad en la sensibilidad al tiempo de viaje, sin considerar heterogeneidad socioeconómica (e.g., usuarios de altos ingresos más inelasticidad).
- c) Los tiempos de viaje se calcularon en hora valle; en hora pico podrían aumentar un 35 % (EMOV EP, 2024), lo que reduciría la demanda estimada en un 12–15 %.
- d) Ausencia de modelo de elección discreta (logit multinomial) que incorpore atributos del carsharing (tarifa, disponibilidad, imagen) frente a otros modos; este aspecto se cubre parcialmente en el análisis de sensibilidad económica (capítulo IV). Estas limitaciones se mitigan mediante análisis de sensibilidad Monte Carlo (10.000 iteraciones) que incorporan rangos realistas de variación en los parámetros críticos.

5.5. Recomendaciones de Política Pública

Luego del análisis, es importante coordinar con las instituciones locales políticas que impulsen la adopción del *carsharing*, especialmente regulaciones para el espacio destinado a los vehículos eléctricos bipersonales, incentivos a los primeros usuarios y campañas de socialización sobre el uso de modos compartidos de transporte. Además, sería pertinente que las normativas integren la publicidad como mecanismo de financiamiento para este tipo de servicios de transporte sostenible.

5.6. Perspectivas de Escalabilidad

El proyecto tiene un alto potencial de escalabilidad dentro de Cuenca, pues su factibilidad económica se mantiene a largo plazo con el apoyo de ingresos complementarios, pudiendo expandirse conforme la demanda aumente. La tendencia identificada coincide con estudios internacionales que muestran resultados favorables sobre ciudades intermedias que han adoptado el *carsharing*.

5.6 Lecciones para la replicabilidad en América Latina

El caso de Cuenca se basa en patrones observados en otros países de la región, pues la sostenibilidad económica se fortalece con ingresos complementarios por publicidad y con una buena selección de zonas de carga y parqueo. Sin embargo, se puede observar que en América Latina los principales retos son aquellos que están relacionados con la cultura, por lo que cualquier ciudad que implemente este sistema debe complementarlo con estrategias de cambio en el comportamiento y la comunicación con los usuarios.

6. CONCLUSIONES

Para concluir, el análisis demuestra que la implementación del servicio de *carsharing* eléctrico en la ciudad de Cuenca, es factible solo si las decisiones y la gestión operativa están adaptadas a las condiciones locales. De esta manera, resulta más sencillo ajustarlo en caso de que la demanda no sea cubierta.

Es necesario implementar un modelo AB, debido a que se ajusta de mejor manera al tipo de negocio y a la estructura urbana de la ciudad. Para garantizar el funcionamiento del servicio, es imprescindible habilitar puntos de carga para los vehículos, ubicados en el Parque de La Madre, la Empresa Eléctrico y los centros comerciales.

En el mundo de las finanzas, es bueno integrar publicidad como una fuente extra de dinero. La viabilidad económica del proyecto se apoya en estos ingresos y así se puede rebajar la tarifa final para el usuario, haciéndola más asequible.

Es importante coordinar con el municipio la autorización para el uso del espacio público, con ello se pueden ubicar las estaciones de carga y parqueo sin restricciones. Además, es fundamental una normativa que regule el funcionamiento del *carsharing* eléctrico y establezca responsabilidad ante incidentes o siniestros. Deben generar normativas de movilidad sostenible y compartida para que la gente utilice y fortalezca más el servicio.

Por último, aunque el *carsharing* eléctrico presenta oportunidades para mejorar la movilidad urbana y reducir la contaminación, es importante reconocer que los factores sociales afectan significativamente a su desarrollo. Es por ello que, las socializaciones deben tomarse en cuenta dentro del plan de implementación. El proyecto tiene potencial para integrarse dentro del sistema de transporte y convertirse en una alternativa moderna y sostenible para la movilidad de Cuenca.

En relación con los objetivos planteados al inicio de la investigación, se concluye lo siguiente:

Objetivo general Se demuestra la viabilidad técnica, operativa, económica y normativa de implementar un sistema de *carsharing* con vehículos eléctricos bipersonales en Cuenca, con impacto positivo en movilidad urbana, seguridad vial y sostenibilidad ambiental.

Objetivo específico 1 Analizar la demanda y patrones de movilidad: mediante EOD 2022 y modelo gravitacional calibrado ($\beta = 0,32$; $R^2 = 0,91$) se obtuvo una demanda base 2022 de 27 viajes/día y

proyectada 2032 de 35 viajes/d (+30 %), concentrada en 18 zonas de tráfico que justifican las estaciones propuestas.

Objetivo específico 2 Evaluar el impacto técnico, económico y normativo: el sistema reduce la severidad de lesiones en un 87 % (TRL, 2021), evita 189,4 tCO₂e en el horizonte 2026–2032 y alcanza VAN positivo en el 96,8 % de escenarios Monte Carlo, incluso sin subsidio municipal.

Objetivo específico 3 Definir modelo de gestión y requerimientos: se propone modelo B2C estacional (AB) con 6 vehículos iniciales, 3 estaciones de carga y aplicación móvil propia, escalable a 8 estaciones en fase 2.

Objetivo específico 4 Determinar aceptación social y viabilidad económica: el 64,8 % de los encuestados declara intención de uso y el 71,3 % acepta la tarifa de \$0,20/min; la principal barrera es el arraigo cultural a la propiedad privada (56,4 %), superable mediante estrategias de marketing y prueba gratuita.

7. Bibliografía

- Abouelela, M., Tirachini, A., Chaniotakis, E., y Antoniou, C. (2022). Characterizing the adoption and frequency of use of a pooled rides service. *Transportation research part C: emerging technologies*, 138(1), 103632. <https://doi.org/10.1016/j.trc.2022.103632>
- Agencia Nacional de Tránsito. (2022). *Metodología para la definición de la tarifa de transporte terrestre público intracantonal urbano en Ecuador*. Ministerio de Transporte y Obras Públicas.

- Alinnea. (2025). *Jornada: Propuestas para impulsar la transacción hacia una movilidad eléctrica cero emisiones*. Alinnea.
- Álvarez-Medina, L. y Marquina-Sánchez, L. (2022). ¿Quién Está Impulsando la Transición a la Electromovilidad en la Ciudad de México? Un Estudio de Agentes de Nicho. *ESI Preprints (European Scientific Journal, ESJ)*, 11(5), 138-138. <https://doi.org/10.19044/esipreprint.11.2022.p138>
- Anghel, B., Auciello, I., y Lacuesta, A. (2022). Heterogeneidad en el impacto del programa de incentivos a la adquisición de vehículos eléctricos en España. *Boletín Económico*, 4(2022), 1-28.
- Arbeláez, A., y Plepys, A. (2021). El coche compartido como estrategia para abordar las emisiones de GEI en el sistema de transporte: Evaluación de los efectos del coche compartido en Ámsterdam. *Sustainability*, 13(4), 2418. <https://doi.org/10.3390/su13042418>
- ARCONEL. (2024). *liego Tarifario para los Proveedores del Servicio de Carga de Energía a Vehículos Eléctricos. Límites Máximos del Costo. Periodo enero–diciembre 2025. Resolución Nro. ARCONEL-024/2024*. Agencia de Regulación y Control de Electricidad .
- Armijos, L., y Gómez, W. (2018). *Análisis de consumo energético del vehículo eléctrico Kia Soul por la utilización del sistema de calefacción y audio en la ciudad de Cuenca*. Universidad Politécnica Salesiana.
- Avilés, L. (2024). *Modelación de viajes de carga para centros comerciales en ciudades de países en vía de desarrollo*. UNAL.
- Banco Centroamericano de Integración Económica. (2023). *BCIE y KFW impulsan Programa de Movilidad Urbana Sostenible en Centroamérica (BCIE, movilidad, eléctrica, sostenibilidad, Centroamérica)*. BCIE.
- Boletín PIGA . (2024). *Movilidad Urbana Sostenible*. Secretaría del Ambiente.

- Bouskela, M., Casseb, M., Bassi, S., De Luca, C., y Facchina, M. (2016). *La ruta hacia las smart cities: Migrando de una gestión tradicional a la ciudad inteligente. Inter-American Development Ban. Smart Cities.*
- Burgos, F., Rosas-Satizábal, D., Bolaños-Salamanca, C., Rodríguez, M., y Páez, A. (2024). *Guía para el desarrollo de planes de movilidad urbana sostenible en ciudades paraguayas.* Bound Merhod Organization.
- Calatayud, A., Benítez, C., Leño, J., Agosta, R., Blas, F., Goytia, C., y Tourón, F. (2020). *Vehículos Autónomo.* IADB.
- Campaña, G., Larco, D., Tinoco, S., y Stoica, M. (2021). Estudio de la percepción de vehículos eléctricos en la ciudad de Quito. *Dominio de las ciencias*, 7(5), 937-958. <https://doi.org/ISSN-e 2477-8818>
- Carvajal, D. (2021). *nálisis de movilidad mediante un estudio de origen-destino para la Univesidad Católica de Cuenca sede Azogues.* Universidad Católica de Cuenca.
- Chata, M. (2021). *Modelos de Tráfico: Micro, Meso y Macro.* Universidad del Altiplano.
- Chicaiza, J., Chicaiza, C., Haro, C., y Pazmiño, S. (2022). La planificación como herramienta en la movilidad del transporte Urbano. *Dominio de las Ciencias*, 8(2), 14. <https://doi.org/ISSN-e 2477-8818>
- Comisión Nacional de Evaluación de la Política de Transporte. (2019). *Capítulo 3: Plataformas de transporte.*
- Creswell, J. (2018). *Research design: Qualitative, quantitative, and mixed methods approaches (5th ed.).* SAGE Publications.
- Creswell, J., y Plano, V. (2018). *Designing and conducting mixed methods research (3rd ed.).* SAGE Publications.
- De Dios Ortúzar, J., y Willumsen, L. (2024). *Modelling transport.* John wiley & sons.

- Díaz, G. (2020). *Plan de Negocio para una empresa Carsharing*. Escuel Técnica Superior de Ingeniería de Swevilla.
- EMOV EP. (17 de Enero de 2024). <https://www.emov.gob.ec/2024/01/17>.
<https://www.emov.gob.ec/2024/01/17/inicia-periodo-de-matriculacion-vehicular-2024/>
- Espinoza, J., y Peña, G. (2024). *Propuesta de movilidad activa y micromovilidad en la vía Monay-Baguanchi*. Universidad Politécnica Salesiana.
- Estupiñan, N., Scordia, H., Navas, C., Zegras, C., Rodríguez, D., Vergel-Tovar, E., y Vasconcellos, E. (2018). *Transporte y desarrollo en América Latina*. CAF.
- Finn, V. (2022). Una evaluación cualitativa del ACQ: extensión del método en estudios de N grande y temporalidad. *Quality & Quantity*, 56(5), 3815-3830. <https://doi.org/10.1007/s11135-021-01278-5>
- Fleet People. (2025). <https://fleetpeople.es/>. <https://fleetpeople.es/la-ley-de-movilidad-sostenible-incorpora-al-rent-a-car-y-el-carsharing-en-su-regulacion/>
- García, G. (2024). *La transición al vehículo eléctrico: Evolución y problemas*. Boletín Económico de ICE (Serie histórica).
- Garzón, W. (2023). *Caso Práctico: El futuro de carsharing en Madrid*. European Business Sxhool.
- Gómez-Gélvez, J., Mojica, C., Kaul, V., y Isla, L. (2016). *La incorporación de los vehículos eléctricos en América Latina*. Banco Interamericano de Desarrollo.
- Gongález, C., y Sarmiento, I. (2009). Modelación de la distribución de viajes en el Valle de Aburrá utilizando el modelo gravitatorio. *Dyna*, 76(158), 199-208. <https://doi.org/ISSN 2346-2183>
- Google maps. (25 de noviembre de 2025). <https://www.google.com/>.
https://www.google.com/maps/@-2.8605189,-78.9643264,15z?entry=ttu&g_ep=EgoyMDI1MTEyMy4xIKXMDSOASAFQAw%3D%3D

- Haustein,, S. (2021). What role does free-floating car sharing play for changes in car ownership? Evidence from longitudinal survey data and population segments in Copenhagen. *Travel Behaviour and Society*, 24(1), 181-194. <https://doi.org/10.1016/j.tbs.2021.04.003>
- Hernández-Ambato, J., Fernández, R., Mora, A., y Alvarado, J. (2022). Evaluación de la huella de carbono de vehículos con motor eléctrico y de combustión interna según la matriz energética de Ecuador: Caso de estudio KIA Soul vs KIA Soul EV. *Revista Digital Novasinergia*, 5(2), 58-75. <https://doi.org/10.37135/ns.01.10.04>
- Hernández-Sampieri, R., Fernández-Collado, C., y Baptista-Lucio, P. (2014). *Metodología de la investigación (6ta ed.)*. McGraw-Hill Education.
- Herrera, E., Calvet, L., Ghorbani, E., Panadero, J., y Juan, A. (2023). Mejorando la experiencia de carsharing para los ciudadanos de Barcelona mediante análisis de datos y algoritmos inteligentes. *Computers*, 12(2), 33. <https://doi.org/10.3390/computers12020033>
- Instituto de Movilidad. (19 de noviembre de 2024). <https://institutodemovilidad.com/>. <https://institutodemovilidad.com/modelizacion-transporte/>
- ISO. (2012). *International Organization for Standardization (ISO). (2012). ISO 39001:2012 Road traffic safety (RTS) management systems — Requirements with guidance for use*. ISO.
- ISO. (2015). *International Organization for Standardization (ISO). (2015). ISO 14001:2015 Environmental management systems — Requirements with guidance for use*. ISO.
- Karesoja, M. (2025). *La adopción del coche compartido entre jóvenes en Finlandia: análisis de barreras, factores impulsores e incentivos*. Aalto. <https://doi.org/urn.fi/URN:NBN:fi:aalto-202503132798>
- Klemmer, K., Willing, C., Wagner, S., y Brandt, T. (2016). *Explicando la dinámica espacio-temporal en el uso compartido de vehículos: un estudio de caso de Ámsterdam*. AIS eLibrary.

- Lane, C., Zeng, H., Dhingra, C., y Carrigan, A. (2015). *Car Sharing, A vehicle for sustainable mobility in emerging markets*. World Resources institute Centre for Sustainable Cities.
- Ley Orgánica de Eficiencia Energética. (19 de marzo de 2019). Registro Oficial Suplemento 449 de 19-mar.-2019. Quito, Pichincha, Ecuador: Asamblea Nacional.
- Ley Orgánica de Transporte Terrestre Tránsito y Seguridad Vial. (7 de agosto de 2008). Registro Oficial Suplemento 398 de 07-ago.-2008. *Ultima modificación: 31-dic.-2014*. Quito, Pichincha, Ecuador: Asamblea Nacional.
- López, S. (2020). *Car4u - empresa de Carsharing Peer to Peer*. Universidad de Chile.
- Maldonado, K., y Narváez, P. (2025). *Análisis de ubicación y capacidad de estaciones de carga para vehículos eléctricos en la ciudad de Cuenca: Evaluación de demanda y estrategias de optimización*. Universidad del Azuay.
- Manual de ciclo-infraestructura y micromovilidad para Ecuador. (2022). *Manual de ciclo-infraestructura y micromovilidad para Ecuador*. Ministerio de Transporte y Obras Públicas del Ecuador.
- Marín, P., y Úbeda, J. (2019). Vehículo eléctrico: situación actual y perspectivas futuras. *Economía industrial*, 411(1), 11-20. <https://doi.org/> ISSN 0422-2784
- Mata, S. (2021). *Vehículos eléctricos. Historia, descripción y clasificación*. Cecacier.
- Mendoza-Collazos, J. (2018). *Design and manufacturing of an electric vehicle for car-sharing in Bogotá*. n MOVICI-MOYCOT 2018: Joint Conference for Urban Mobility in the Smart City. Stevenage UK: IET.
- Merchán, C. (2025). *Análisis de la demanda actual y potencial, factores motivadores y barreras, para la implementación de servicios de carpooling en comunidades universitarias de Bogotá*. UNAL.

- Ministerio de Transporte y Obras Públicas. (2023). https://www.mit.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2023/06/PNMUS_MTOP_3-Movilidad-activa-y-micromovilidad.pdf
- Mobility Portal. (2023). *E-Cuenca: más de 21 objetivos planteados por la estrategia de electromovilidad en Ecuador*. Mobility Portal.
- Municipio de Cuenca. (2020). *Ordenanza para la Promoción y Fortalecimiento de la movilidad activa en el cantón Cuenca*. Municipio de Cuenca.
- Nansubuga, B., y Kowalkowski, C. (2021). Carsharing: a systematic literature review and research agenda. *ournal of Service Management*, 32(6), 55-91. <https://doi.org/10.1108/JOSM-10-2020-0344>
- Observatorio de la Movilidad Metropolitana. (25 de noviembre de 2025). <https://observatoriomovilidad.es/>. <https://observatoriomovilidad.es/datos/>
- Oliva, I., Lizama, F., Espinoza, J., y Gherardelli, M. (2022). Awto: una innovadora propuesta en movilidad urbana en Chile. *Estudios de Administracion*, 29(2), 105-126. <https://doi.org/10.5354/0719-0816.2022.67881>
- Olivares, J., Hernández, C., y Jiménez, L. (2022). Movilidad urbana sostenible, una alternativa para la contaminación atmosférica en el Área Metropolitana de Guadalajara. *Nóesis. Revista de ciencias sociales*, 3(162), 108-130. <https://doi.org/10.20983/noesis.2022.2.7>
- Ordenanza para la Promoción y Fortalecimiento de la Movilidad Activa en el Cantón Cuenca. (2022). *Ordenanza para la Promoción y Fortalecimiento de la Movilidad Activa en el Cantón Cuenca*. GAD Municipal de Cuenca.
- Ortiz, S. (2019). *Moverte: Estrategia de movilidad compartida en Daimler Colombia*. Universidad de Bogotá Jorge Tadeo.




























- Petzer, B., Vaskelainen, T., Campman, A., y Frenken, K. (2021). *Colaboración para la movilidad compartida: recomendaciones para ampliar el uso compartido de vehículos residenciales en los Países Bajos*. UU.
- Plan de Movilidad Sustentable 2030. (2024). *Ciudad autónoma de Buenos Aires*. Secretaría de Transporte y Obras Públicas.
- Poliak, M., Hammer, J., Cheu, K., y Jaskiewicz, M. (2019). Identification of costs structure change in road transport companies. *ommunications-Scientific letters of the University of Zilina*, 21(3), 8-12.
- PTV Griup. (25 de noviembre de 2025). <https://www.ptvgroup.com/>.
<https://www.ptvgroup.com/es/areas-de-aplicacion/modelizacion-del-transporte>
- Qizilbash , N. (2019). *Peer to Peer Car-Sharing*. Comillas Universidad Pontificia.
- Reglamento a la Ley de Tránsito Terrestre Tránsito y Seguridad Vial. (25 de junio de 2012). Decreto Ejecutivo 1196. *Registro Oficial Suplemento 731 de 25-jun-2012*. Quito, Pichincha, Ecuador.
- Reglamento para funcionamiento compañías de renta alquiler de vehículos. (05 de aosto de 2013). Resolución de la Agencia Nacional de Tránsito 85. *Registro Oficial Suplemento 36 de 05-ago.-2013*. Quito, Pichincha, Ecuador.
- Remane, G., Hanelt, A., Nickerson, R., y Kolbe, L. (2017). Descubrimiento de modelos de negocio digitales en industrias tradicionales. *Journal of Business Strategy* , 38(2), 41-51.
<https://doi.org/10.1108/JBS-10-2016-0127>
- Rodríguez, F. (27 de febrero de 2023). <https://www.iproup.com/>.
<https://www.iproup.com/innovacion/38420-mykeego-asi-funciona-el-popular-servicio-de-carsharing>

- Rojas, D. (2016). *Plan de negocios para la implementación de Car-Sharing en Santiago de Chile*. Universidad de Chile.
- Secretaría Nacional de Planificación. (25 de noviembre de 2025). <https://www.odsecuador.ec/>. <https://www.odsecuador.ec/?p=324>
- SRI. (2025). *Resolución No. NAC-DGERCGC25-00000038: Exoneración del Impuesto a la Propiedad de Vehículos Motorizados para autos 100% eléctricos de uso particular. Publicada en el Registro Oficial, Suplemento No. 167, 19 de noviembre de 2025*. Servicio de Rentas Internas.
- Steurer, N., y Bonilla, D. (2016). Building sustainable transport futures for the Mexico City Metropolitan Area. *Transport Policy*, 52(1), 121-133. <https://doi.org/10.1016/j.tranpol.2016.06.002>
- Tessio, J., y Sánchez, N. (2021). *Maestría en Marketing y Comunicación*. Universidad San Andres.
- Toyota Corporación. (28 de noviembre de 2025). <https://global.toyota/en>. <https://global.toyota/en/newsroom/corporate/30300778.html>
- Tsuji, K., Kurisu, K., Nakatani, J., y Moriguchi, Y. (2020). Evaluation of environmental impact of car sharing in consideration of uncertainty of influential variables. *International Journal of Automation Technology*, 14(6), 975-983. <https://doi.org/10.20965/ijat.2020.p0975>
- URS Spain. (1 de abril de 2025). <https://www.ursspain.com/>. <https://www.ursspain.com/desafios-regulatorios-en-la-movilidad-sostenible-el-papel-del-foro-mundial-para-la-armonizacion-de-la-reglamentacion-sobre-vehiculos-wp-29/>
- Vialcoingeniería. (25 de noviembre de 2025). <https://www.vialcoingenieria.com/>. <https://www.vialcoingenieria.com/modelaciones-de-transito/>

Wang, Y., Zhu, Y., Wei, C., Jiang, M., y Yamamoto, T. (2024). Carsharing Worldwide: Case Studies on Carsharing Development in China, Europe, Japan, and the United States. *Sustainability*, 16(10), 3994. <https://doi.org/10..3390/su16103994>

8. Anexos

8.1 Anexo A: Formato de Encuesta Aplicada

DATOS															
NOMBRE ENTREVISTADO: _____	EDAD: _____ GÉNERO: M <input type="checkbox"/> F <input type="checkbox"/>														
POSEE LICENCIA DE CONDUCIR: SI <input type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/>	TIPO LICENCIA: _____														
POSEE VEHÍCULO PROPIO															
	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; text-align: center;"> <tr> <th>BICICLETA</th> <th>VEHÍCULO</th> <th>MOTO</th> <th>OTROS (Especifique)</th> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>CANTIDAD</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </table>	BICICLETA	VEHÍCULO	MOTO	OTROS (Especifique)					CANTIDAD					
BICICLETA	VEHÍCULO	MOTO	OTROS (Especifique)												
															
CANTIDAD															
FECHA: DIA: _____ MES: _____															
DIA DE LA SEMANA: Lunes <input type="checkbox"/> Martes <input type="checkbox"/> Miércoles <input type="checkbox"/> Jueves <input type="checkbox"/> Viernes <input type="checkbox"/> Sábado <input type="checkbox"/> Domingo <input type="checkbox"/>															
ENTREVISTADOR: _____															
LUGAR TOMA DATOS: _____															
1- ORIGEN DEL VIAJE															
1,1- A que hora inició el viaje?	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; text-align: center;"> <tr> <td style="width: 50%;">HORAS</td> <td style="width: 50%;">MINUTOS</td> </tr> </table>	HORAS	MINUTOS												
HORAS	MINUTOS														
1,2- En qué lugar inició el viaje?															
Nombre del lugar o referencia: _____															
Calle: _____															
Entre que calles: _____															
Parroquia: _____															
1,3- Qué tipo de lugar es el origen de su viaje?															
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; text-align: center;"> <tr> <th>Casa</th> <th>Oficina / Taller</th> <th>Colegio / Universidad</th> <th>Mercados / Comercios</th> <th>Centro Cultural / Áreas Recreativas</th> <th>Hospitales / Clínicas / Laboratorios</th> <th>Otros (especifique)</th> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </table>		Casa	Oficina / Taller	Colegio / Universidad	Mercados / Comercios	Centro Cultural / Áreas Recreativas	Hospitales / Clínicas / Laboratorios	Otros (especifique)							
Casa	Oficina / Taller	Colegio / Universidad	Mercados / Comercios	Centro Cultural / Áreas Recreativas	Hospitales / Clínicas / Laboratorios	Otros (especifique)									
															

2,- MODO DE TRANSPORTE

2,1- Qué transporte tomó para realizar este recorrido? Marque los transportes que utilizó, numérelos en el orden que los usó y registre el tiempo en cada uno de ellos.

	BUS	TAXI	TRANVÍA	BICICLETA PUBLICA	BICICLETA	VEHÍCULO	MOTO	A PIE	OTROS (Especifique)
									
2,2- Orden en que los usó									
2,3- Tiempo de viaje y minutos)									
2,4- Cuanto gastó?									

2,5- En caso de haber marcado TAXI. Indique el tipo de taxi.

1. Solicitado por aplicación de internet ☐
2. Sitio, calle u otro ☐

2,6- En caso de haber marcado VEHÍCULO/MOTO

Condujo

 SI ☐

 NO ☐

PASE AL 3,1

2,7- Numero de personas en el vehículo

2,8- Dónde se estacionó?

2,9- Cuánto pagó en total por parqueo?

\$ _____

2,10- Usted paga ese valor de parqueo por (marque)

- Hora ☐
- Día ☐
- Semana ☐
- Quincena ☐
- Mes ☐




3,- PARADAS INTERMEDIAS

3,1- Durante su viaje. Cuántas paradas intermedias hizo menores a 10 minutos y sin pago adicional por transporte?

Registre con números

Con "00" pase a 4,1

3,2- Las paradas intermedias fueron para?

Llevar o recoger a alguien	Ir a la gasolinera	Ir a un cajero	Hacer una compra rápida	Otros (especifique)
				

4,- DESTINO DEL VIAJE

4,1- A qué hora llegó o estima llegar?

<input type="text"/>	<input type="text"/>
HORAS	MINUTOS

4,2- En qué lugar terminó el viaje?

Nombre del lugar o referencia

Calle







Entre que calles

Parroquia

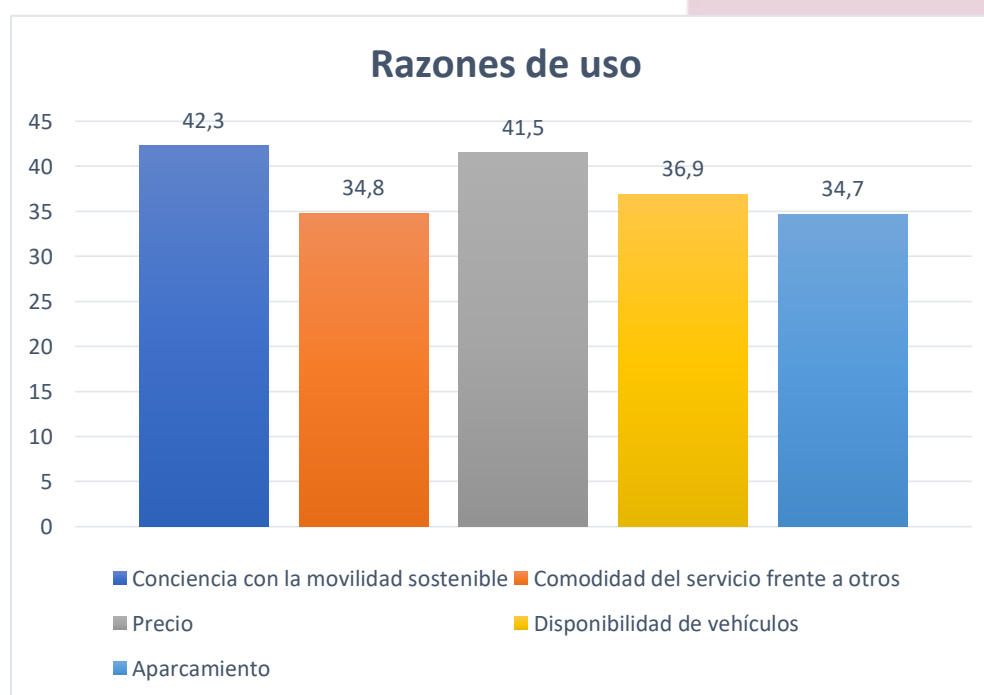
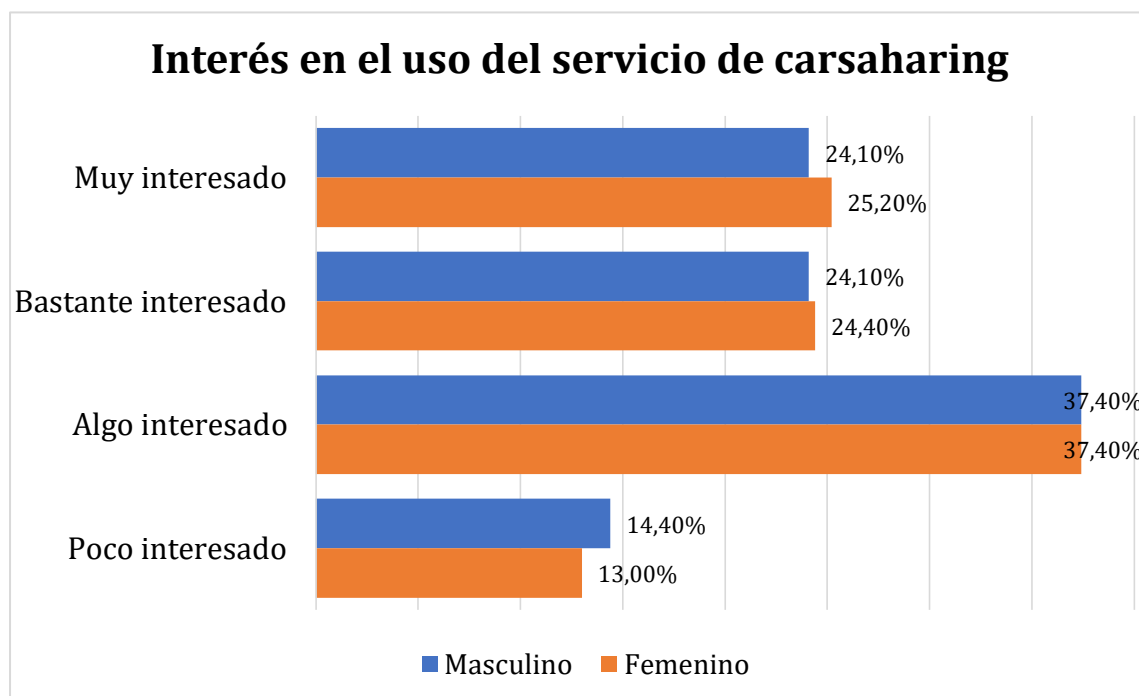
4,3- Qué tipo de lugar es el destino de su viaje

Casa	Oficina / Taller	Colegio / Universidad	Mercados / Comercios	Centro Cultural/ Areas Recreativas	Hospitales / Clínicas / Laboratorios	Otros (especifique)
						

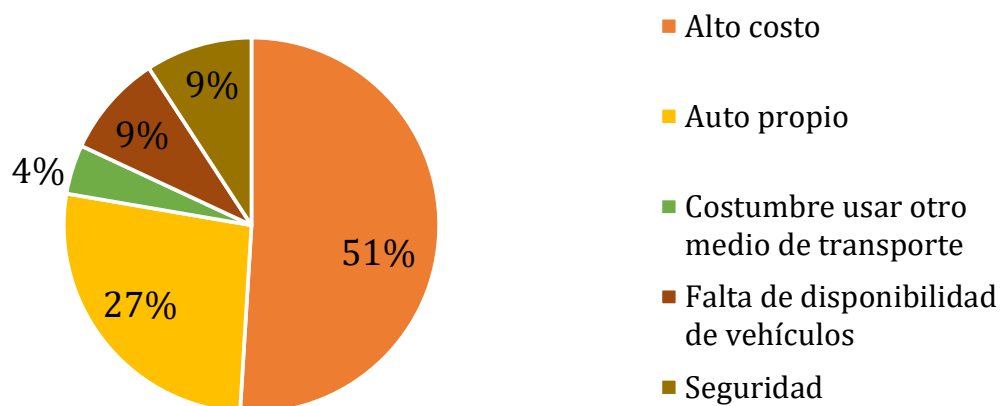
4,4-Cuál es el motivo/propósito del viaje?

Trabajar	Estudiar	Ir de Compras	Recreación / deportes	Llevar o recoger a alguien	Ir al hospital/ clínica	Otros (especifique)
						

8.2 Anexo B: Tabulación y representación de datos a través de diagramas de barras



Razones por las que no utilizaría el servicio

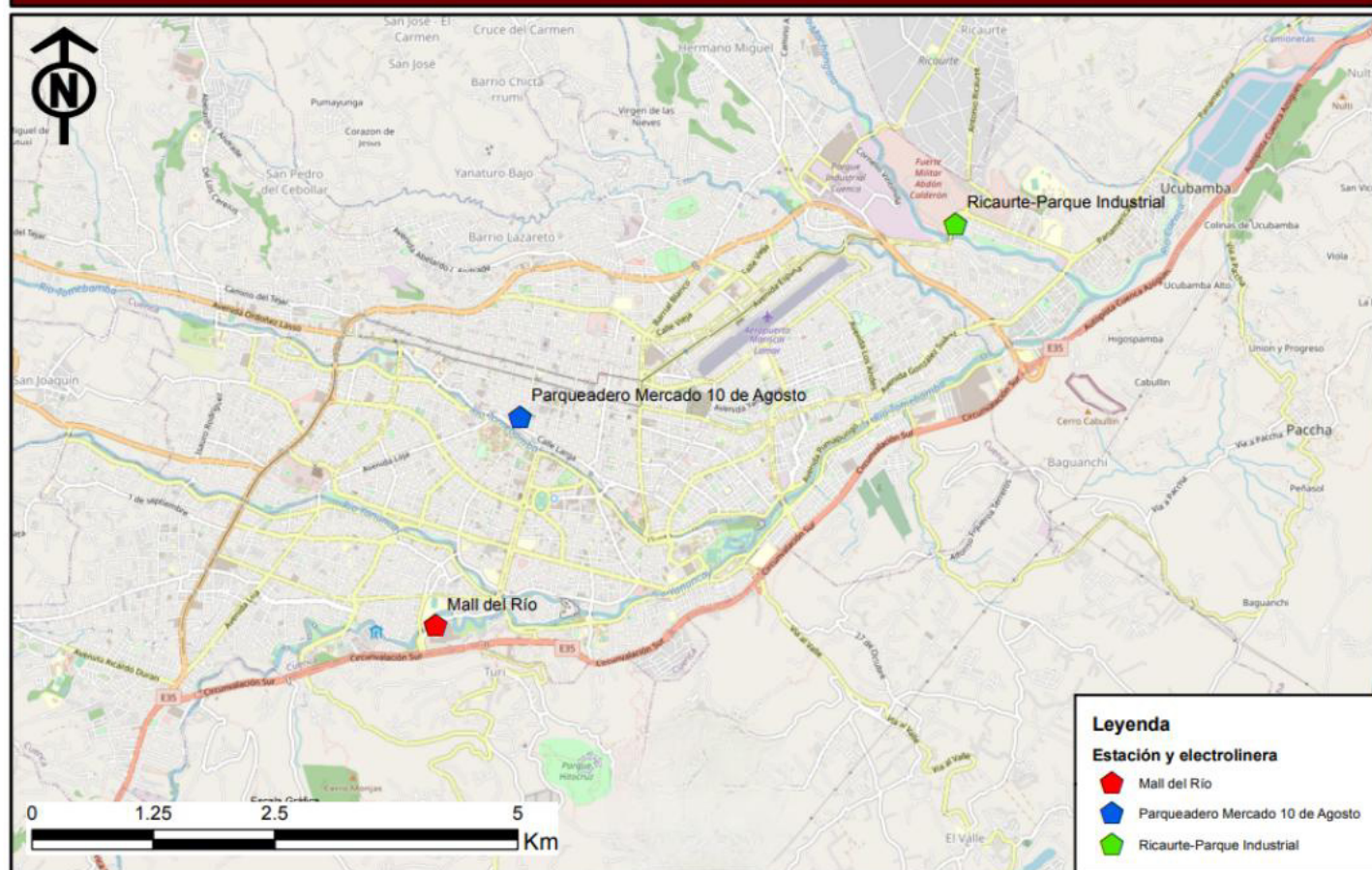


8.3 Anexo C: Ubicación de los puntos de aplicación de las encuestas Origen-Destino



8.4 Anexo D: Ubicación de Estaciones de Carga

UBICACIÓN DE LAS ESTACIONES Y LAS ELECTROLINERAS

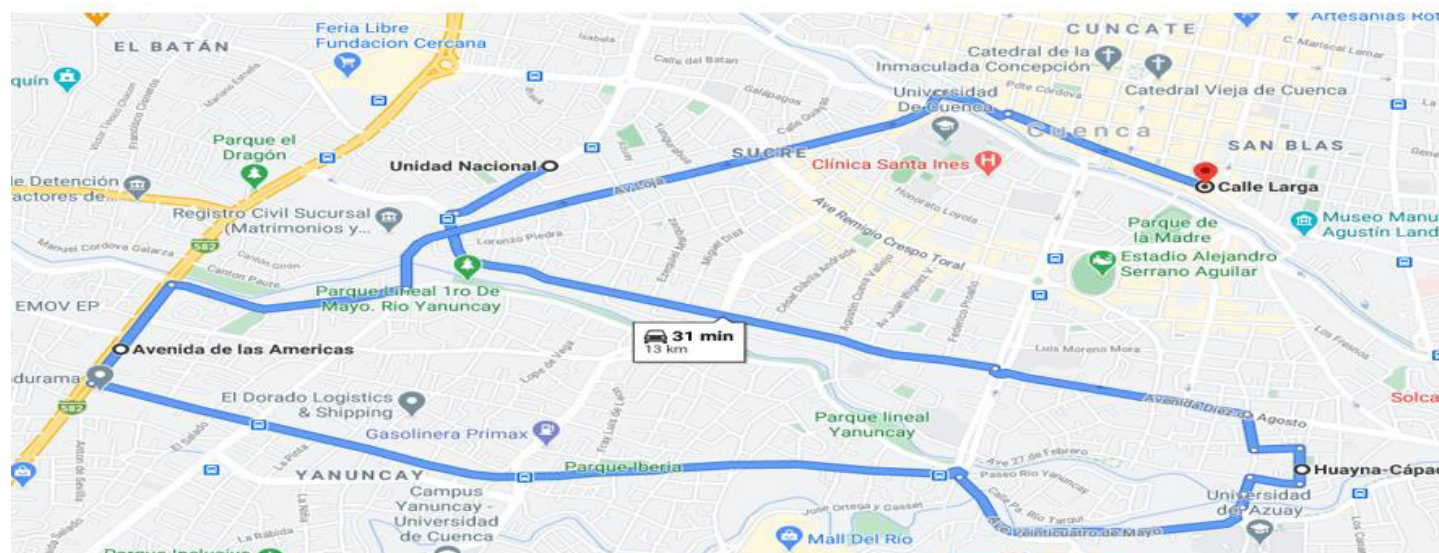


8.5 Anexo E: Modelo de Vehículos Eléctricos Bipersonales



Nota sobre derechos de autor: Este trabajo y lo que a continuación se expone solo tiene una validez académica, quedando copia de éste en la biblioteca digital de UIDE y EIG. La distribución y uso de este trabajo por parte de alguno de sus autores con otros fines deberá ser informada a ambas Instituciones, a los directores del Máster y resto de autores, siendo responsable aquel que se atribuya dicha distribución.

8.6 Anexo F: Ruta del Servicio de Carsharing Eléctrico



Nota sobre derechos de autor: Este trabajo y lo que a continuación se expone solo tiene una validez académica, quedando copia de éste en la biblioteca digital de UIDE y EIG. La distribución y uso de este trabajo por parte de alguno de sus autores con otros fines deberá ser informada a ambas Instituciones, a los directores del Máster y resto de autores, siendo responsable aquel que se atribuya dicha distribución.

8.7. Anexo G: Matrices Origen-Destino (OD) calibradas y proyectadas para el 2035

MATRIZ ORIGEN-DESTINO																														TOTAL VIAJES ORIGEN	
ZONA	DESTINO																														
	Origen	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28		29
1	1	156	1	1	1	156	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	339
2	1	311	1	1	156	778	1	1	1	156	1089	1	156	1	1	1	1	1	1	1	156	1	1	1	1	311	1	311	1	1	3444
3	1	1	1	1	1	311	1	1	156	156	311	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	156	1	1	1	156	1269
4	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	156	184
5	1	467	1	1	311	933	1	467	1400	311	311	1	1	1	311	1	1	1	1	1	156	1	1	1	1	156	1	156	1	156	5152
6	1	1	156	1	156	156	1	311	156	311	156	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	156	1	156	1	156	189
7	1	156	1	1	156	156	156	1	467	311	467	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	156	1	1	2046
8	1	467	1	1	311	156	1	311	156	156	1711	1	1	1	1	1	1	311	1	1	1	1	1	1	1	1	1	622	1	156	4376
9	156	1	1	1	156	311	1	156	1	1	311	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	156	1	1	1269
10	1	156	1	1	467	1	1	311	1	156	778	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	156	1	311	3757
11	156	156	1	1	622	1556	1	311	778	311	467	1	1	1	1	1	1	1	1	1	156	1	1	1	1	467	1	1	1	622	5620
12	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	156	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	156	339
13	1	156	1	1	467	1	1	156	156	1	156	1	1	1	1	1	1	156	1	1	1	1	1	1	1	1	1	311	1	622	2201
14	1	1	1	1	1	1	1	1	1	156	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	184
15	1	1	1	1	156	156	1	311	1	156	311	1	1	1	1	1	1	1	1	1	156	1	1	1	1	156	1	311	1	1	1734
16	1	1	1	1	1	1	1	156	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	184
17	1	1	1	1	622	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	156	1	156	1	1	1	1	1	311	1	1	1	1	1270
18	1	156	1	1	156	1	1	156	1	1	622	1	1	1	1	1	156	1	1	156	1	1	1	1	1	156	1	1	1	156	1735
19	1	1	1	1	1	1	1	1	311	156	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	494
20	311	156	1	1	311	622	1	467	933	311	467	1	1	1	156	1	1	311	1	156	1	1	1	1	1	156	1	1	1	156	4529
21	1	1	1	1	1	156	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	184
22	1	1	1	1	1	1	1	156	1	156	156	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	311	1	1	804
23	1	1	1	1	156	1	1	1	1	1	156	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	339
24	1	467	1	1	1	156	1	156	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	156	1	156	1115
25	1	156	1	1	156	933	1	311	311	1	156	1	1	1	1	1	1	1	1	1	467	1	1	1	1	311	1	156	1	311	3287
26	1	1	1	1	1	1	1	1	156	1	1	1	1	1	1	156	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	339
27	1	311	1	1	467	778	1	311	778	156	778	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	622	1	1	1	311	4532
28	1	1	156	1	1	156	1	156	1	1	622	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	156	1270
29	1	778	1	1	1711	1556	1	467	933	1	1089	1	1	1	156	1	1	1	1	1	156	1	1	1	1	156	156	311	156	778	8419
																													60904		
	649	4064	339	29	6549	9038	184	4682	6707	2974	10124	29	184	29	649	184	339	959	29	1735	29	29	29	29	29	3131	184	3285	184	4528	60904

Nota sobre derechos de autor: Este trabajo y lo que a continuación se expone solo tiene una validez académica, quedando copia de éste en la biblioteca digital de UIDE y EIG. La distribución y uso de este trabajo por parte de alguno de sus autores con otros fines deberá ser informada a ambas Instituciones, a los directores del Máster y resto de autores, siendo responsable aquel que se atribuya dicha distribución.

MATRIZ ORIGEN DESTINO CALBRADA CON EL MODELO GRAVITACIONAL																													
ZONA	DESTINO																												
Origen	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29
1	887	886	886	885	887	886	886	886	886	886	886	884	885	880	886	885	885	886	887	887	884	887	885	886	886	886	886	887	887
2	3881	3882	3881	3880	3881	3882	3881	3882	3882	3881	3881	3880	3881	3874	3881	3880	3881	3882	3881	3881	3879	3881	3880	3881	3882	3880	3881	3881	3881
3	3184	3185	3186	3183	3185	3185	3185	3185	3185	3185	3185	3184	3185	3177	3185	3184	3184	3185	3182	3184	3183	3181	3184	3184	3185	3184	3185	3185	3185
4	1391	1392	1391	1394	1392	1391	1390	1392	1392	1392	1391	1391	1391	1387	1391	1391	1392	1391	1391	1392	1389	1392	1392	1392	1391	1390	1391	1391	1391
5	3668	3668	3668	3666	3669	3668	3667	3668	3669	3668	3668	3667	3668	3661	3668	3667	3667	3668	3666	3669	3666	3666	3666	3667	3668	3669	3667	3668	3669
6	3130	3131	3131	3128	3131	3131	3130	3131	3131	3130	3131	3129	3130	3123	3131	3130	3130	3131	3128	3130	3129	3127	3129	3130	3131	3129	3131	3130	3130
7	1167	1168	1168	1165	1168	1168	1169	1168	1168	1168	1168	1167	1168	1160	1168	1168	1168	1168	1165	1167	1168	1164	1167	1167	1168	1168	1168	1168	1168
8	3574	3576	3575	3573	3575	3576	3575	3576	3575	3576	3575	3574	3575	3567	3575	3575	3575	3576	3572	3575	3573	3572	3575	3575	3575	3573	3576	3575	3575
9	3107	3108	3108	3106	3108	3108	3107	3108	3108	3108	3108	3107	3108	3100	3108	3107	3107	3108	3105	3108	3106	3105	3107	3108	3108	3106	3108	3107	3108
10	4129	4130	4130	4128	4130	4130	4129	4130	4130	4131	4130	4129	4130	4122	4130	4129	4130	4130	4127	4130	4128	4127	4130	4130	4130	4128	4130	4129	4129
11	3712	3712	3713	3710	3712	3713	3712	3712	3713	3712	3713	3711	3712	3704	3712	3712	3712	3713	3710	3712	3711	3709	3711	3712	3713	3711	3712	3712	3712
12	1183	1185	1185	1184	1184	1185	1184	1185	1185	1185	1184	1186	1185	1177	1185	1185	1186	1185	1182	1184	1184	1182	1185	1185	1184	1183	1185	1184	1184
13	5574	5576	5576	5574	5575	5576	5575	5576	5576	5576	5576	5576	5577	5568	5576	5576	5576	5576	5573	5575	5574	5572	5575	5575	5575	5574	5576	5575	5575
14	618	617	617	619	618	617	616	617	617	617	617	616	616	625	616	616	617	617	620	618	615	621	617	618	617	616	617	617	617
15	3897	3898	3898	3895	3897	3898	3898	3898	3868	3898	3898	3897	3898	3889	3898	3897	3897	3898	3895	3897	3896	3894	3897	3897	3898	3896	3898	3897	3897
16	1109	1110	1111	1109	1110	1111	1111	1111	1111	1111	1111	1111	1111	1102	1111	1112	1111	1111	1107	1110	1110	1107	1110	1110	1110	1119	1111	1110	1110
17	1125	1126	1126	1125	1125	1126	1125	1126	1126	1126	1126	1126	1126	1118	1126	1126	1127	1126	1123	1126	1124	1123	1126	1126	1126	1124	1126	1125	1125
18	3211	3212	3213	3209	3211	3212	3211	3212	3212	3211	3212	3210	3211	3203	3211	3211	3211	3212	3209	3211	3210	3208	3210	3211	3212	3210	3212	3211	3211
19	906	906	903	903	904	903	903	903	903	903	903	902	903	901	903	902	902	903	907	904	901	904	902	903	904	903	903	904	904
20	4720	4720	4720	4719	4721	4720	4719	4720	4720	4720	4720	4719	4719	4713	4720	4719	4720	4720	4718	4721	4718	4718	4719	4720	4720	4719	4720	4720	4720
21	1138	1139	1139	1137	1139	1139	1140	1139	1139	1139	1139	1139	1139	1131	1140	1140	1139	1139	1136	1138	1142	1135	1138	1138	1139	1140	1139	1139	1139
22	948	948	945	947	946	945	944	945	945	945	945	944	945	944	945	944	945	945	947	946	943	949	945	946	945	944	945	945	946
23	1685	1686	1686	1686	1685	1686	1685	1686	1686	1686	1685	1686	1686	1679	1686	1686	1687	1686	1683	1685	1684	1683	1687	1686	1685	1684	1686	1685	1685
24	1319	1320	1320	1319	1320	1320	1319	1320	1320	1320	1320	1319	1320	1313	1320	1319	1320	1320	1318	1320	1318	1318	1320	1321	1320	1318	1320	1319	1320
25	3463	3464	3464	3461	3464	3464	3463	3463	3464	3463	3464	3462	3463	3456	3463	3462	3463	3464	3461	3463	3462	3460	3462	3463	3464	3462	3463	3463	3464
26	780	779	780	777	780	780	780	779	780	779	780	778	779	772	780	779	779	780	778	779	780	777	778	779	780	782	779	781	780
27	3590	3591	3591	3589	3590	3591	3590	3591	3591	3591	3591	3590	3591	3583	3591	3591	3591	3591	3588	3590	3589	3587	3590	3590	3591	3589	3592	3590	3590
28	879	879	879	876	879	879	879	879	879	878	879	877	878	871	879	878	878	879	877	879	878	876	877	878	879	879	879	880	879
29	5044	5043	5043	5041	5044	5043	5043	5043	5043	5043	5043	5042	5043	5036	5043	5042	5042	5043	5042	5043	5041	5041	5042	5043	5044	5042	4043	5044	5044

Nota sobre derechos de autor: Este trabajo y lo que a continuación se expone solo tiene una validez académica, quedando copia de éste en la biblioteca digital de UIDE y EIG. La distribución y uso de este trabajo por parte de alguno de sus autores con otros fines deberá ser informada a ambas Instituciones, a los directores del Máster y resto de autores, siendo responsable aquel que se atribuya dicha distribución.

MATRIZ ORIGEN DESTINO PROYECTADA CON EL MODELO GRAVITACIONAL AL AÑO 2035																													
ZONA	DESTINO																												
Origen	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29
1	9052	9039	9037	9022	9045	9039	9033	9036	9040	9034	9040	9021	9031	8976	9034	9025	9029	9038	9047	9044	9019	9043	9024	9036	9042	9033	9035	9043	9047
2	9583	39596	39590	9571	39590	9593	9581	9592	9594	9590	9590	9578	9587	9512	9588	9580	9585	3952	9587	9589	9568	9583	39580	39589	39592	39572	39590	38584	30587
3	2477	21487	32492	2463	32484	2490	2483	2488	2488	2485	2490	2475	1486	2404	2489	2480	2482	2491	2457	2481	2470	2451	32474	32480	32487	32472	32489	32482	32483
4	4190	14196	14191	4220	14195	4193	4182	4195	4194	4197	4190	4191	4192	4152	4189	4185	4195	4192	4185	4198	4170	4197	14203	14201	14193	14173	14192	14185	14191
5	7416	37418	37415	7498	37424	7418	7408	7415	7419	7413	7416	7400	7410	7343	7412	7403	7408	7416	7397	7420	7394	7390	37403	37414	37420	37402	37413	37414	37420
6	1925	31935	31935	1910	31932	1938	1926	1934	1936	1931	1935	1919	1929	1852	1932	1923	1926	1936	1905	1929	1913	1899	31920	31928	31935	31917	31933	31928	31930
7	1906	11912	11917	1887	11910	1914	1926	1913	1913	1910	1917	1904	1914	1830	1918	1914	1909	1915	1886	1907	1912	1877	11901	11905	11913	11912	11915	11915	11911
8	6458	36470	36469	6448	36465	6470	6461	6474	6470	6471	6467	6459	6468	6388	6468	6461	6466	6470	6439	6464	6448	6435	36460	36466	36468	36450	36471	36460	36463
9	1694	31705	31703	1680	31702	1705	1694	1703	1707	1700	1703	1688	1698	1622	1700	1691	1695	1704	1675	1700	1681	1670	31689	316967	31705	31685	31701	31696	31699
10	2115	42128	42126	2110	42123	2127	2117	2130	2126	2133	2124	2121	2128	2048	2125	2120	2128	2127	2097	2122	2106	2095	42123	42127	42124	42106	42128	42116	42119
11	7859	37866	37869	7841	37864	7868	7863	7865	7868	7862	7872	7851	7862	7784	7866	7857	7858	7869	7838	7861	7849	7831	37851	37858	37868	37854	37866	37864	37864
12	2079	12083	12084	2072	12078	2083	2080	2086	2082	2089	2081	2101	2091	2006	2086	2090	2094	2084	2052	2077	2074	2053	12092	12084	12080	12066	12087	12074	12075
13	6860	56872	56874	6852	56867	6873	6869	6875	6872	6875	6872	6870	6881	6789	6876	6873	6876	6874	6840	6866	6859	6837	56868	56869	56870	56855	56877	56564	56865
14	6302	6295	6290	6311	6299	6293	6283	6293	6294	6293	6291	6283	6287	6379	6288	6280	6289	6292	6320	6301	6269	6331	6292	6300	6295	6283	6290	6292	6298
15	9745	39755	39760	9732	99751	9757	9755	9757	9756	9755	9758	9748	9758	9672	9763	9754	9754	9759	9725	9749	9743	9719	39746	39749	39755	39742	39760	39751	39750
16	1316	11327	11331	1307	11322	1328	1331	1330	1327	1329	1328	1331	1335	1244	1334	1343	1332	1329	1296	1320	1326	1291	11325	11323	11326	11317	11332	11322	11321
17	1471	11485	11484	1470	11479	1484	1478	1488	1483	1490	1482	1488	1490	1405	1486	1485	1495	1485	1454	1481	1469	1453	11487	11484	11481	11465	11488	11474	11476
18	2748	32758	32760	2733	32754	2760	2751	2758	2759	2755	2759	2744	2755	2675	2757	2749	2751	2762	2728	2752	2738	2722	32744	32751	32758	32741	32758	32751	32753
19	9241	9238	9212	9211	9220	9214	9207	9212	9215	9210	9214	9198	9206	9188	9209	9200	9205	9213	9247	9221	9194	9225	9203	9215	9217	9210	9210	9217	9221
20	8145	48147	48143	8131	48150	8145	8135	8144	8147	8143	8144	8130	8138	8076	8140	8131	8139	8144	8128	8154	8121	8124	48134	48146	48147	48129	48142	48141	48147
21	1611	11617	11622	1593	11614	1619	1630	1619	1618	1617	1622	1617	1622	1534	1624	1628	1617	1620	1591	1611	1644	1581	11610	11610	11618	11623	11621	11620	11615
22	9671	9668	9640	9658	9648	9642	9632	9642	9644	9643	9640	9632	9637	9633	9637	9630	9639	9641	9659	9651	9618	9681	9641	9649	9644	9629	9639	9640	9646
23	7182	17195	17192	7193	17190	7193	7185	7197	7193	7200	7190	7201	7197	7124	7193	7192	7202	7193	7167	7191	7176	7170	17210	17199	17191	17172	17195	17183	17186
24	3458	13468	13463	3455	13465	3465	3454	3467	3466	3468	3462	3457	3462	3396	3461	3455	3464	3464	3443	3467	3441	3443	13463	13475	13464	13444	13464	13456	13461
25	5323	35330	35329	5306	35330	5331	5321	5327	5331	5324	5330	5312	5323	5250	5325	5317	5320	5330	5303	5327	5307	5297	35314	35323	35333	35314	35326	35325	35328
26	7954	7950	7953	7926	7952	7952	7959	7949	7952	7946	7955	7938	7948	7878	7952	7947	7943	7953	7937	7949	7953	7922	7935	7943	7954	7973	7950	7962	7955
27	6616	36628	36630	6605	36623	6629	6623	6631	6628	6628	6628	6619	6630	6544	6630	6623	6626	6630	6596	6621	6611	6592	36618	36622	36626	36610	36633	36620	36621
28	8966	8963	8965	8940	8966	8965	8965	8962	8965	8958	8968	8949	8959	8889	8963	8955	8954	8965	8946	8962	8952	8934	8948	8957	8967	8963	8962	8975	8969
29	1445	51442	51441	1421	51446	1442	1435	1439	1443	1436	1443	1424	1434	1369	1437	1429	1431	1441	1425	1443	1422	1415	51426	51436	51445	51432	51438	51444	51450

Nota sobre derechos de autor: Este trabajo y lo que a continuación se expone solo tiene una validez académica, quedando copia de éste en la biblioteca digital de UIDE y EIG. La distribución y uso de este trabajo por parte de alguno de sus autores con otros fines deberá ser informada a ambas Instituciones, a los directores del Máster y resto de autores, siendo responsable aquel que se atribuya dicha distribución.

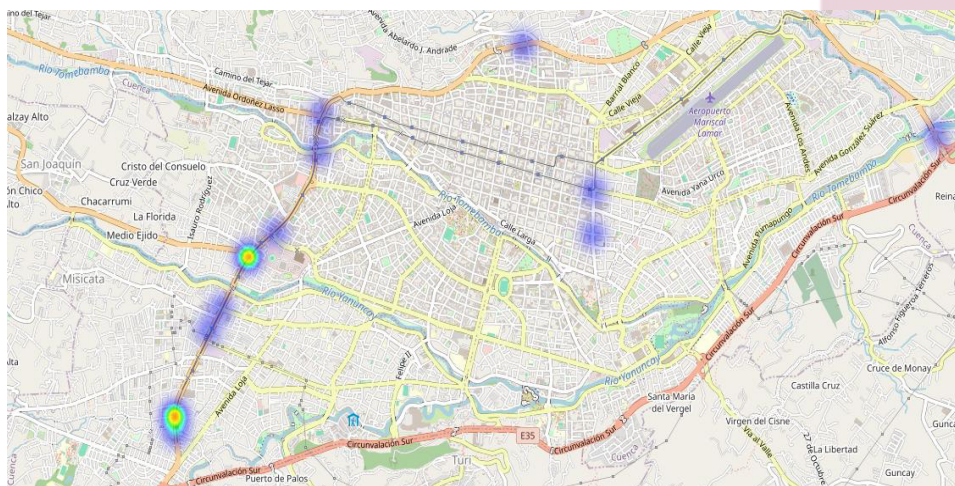
8.8 Anexo H: Descripción de un Siniestro en el Área del Proyecto

Los accidentes de tránsito en Ecuador generan elevados costos sociales y económicos, y tienen como factores determinantes el comportamiento humano, las fallas mecánicas y las deficiencias viales o ambientales.

El mapa de puntos de la Figura 8, muestra claramente que los siniestros se concentran en la Av. de las Américas, sobre todo en los tramos intermedios entre sus intersecciones principales. El mapa de calor resalta una alta densidad en el sector oeste y centro de la Av. Américas, con algunos focos hacia el sur-este.

Figura 7

Mapa de accidentabilidad



Nota. Se muestra el mapa de accidentabilidad. Adaptado de EMOV EP (2024)

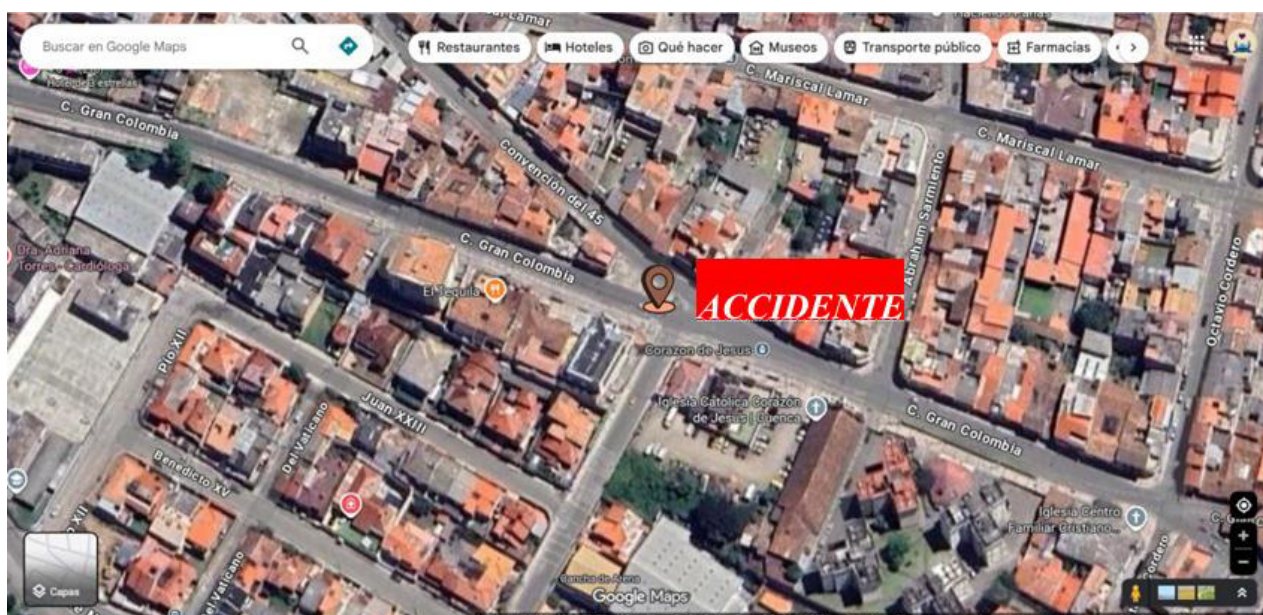
El siniestro que se analiza, ocurrió en la zona Sur de la ciudad, parroquia San Sebastián, en la intersección de las calles Gran Colombia y Convención del 45, donde se encuentra una ciclovía que forma parte de la ruta contemplada en el proyecto, como se puede observar en la Figura 9. Además, se dispone de un video que documenta el accidente, disponible en el siguiente enlace:

Nota sobre derechos de autor: Este trabajo y lo que a continuación se expone solo tiene una validez académica, quedando copia de éste en la biblioteca digital de UIDE y EIG. La distribución y uso de este trabajo por parte de alguno de sus autores con otros fines deberá ser informada a ambas Instituciones, a los directores del Máster y resto de autores, siendo responsable aquel que se atribuya dicha distribución.

<https://www.facebook.com/australTV/videos/cuenca-accidente-de-tr%C3%A1nsito-entre-un-ciclista-y-una-motociclistala-tarde-de-aye/1069665994787163/>.

Figura 8

Lugar del accidente



Nota. Se muestra el lugar del accidente. Adaptado de Google maps (2025)

Con base en la teoría de evolución del accidente el evento se caracteriza de la siguiente manera:

- El ciclista invade la trayectoria de la motocicleta al intentar cruzar.
- El motociclista no reduce la velocidad a tiempo y realiza maniobra evasiva tardía.
- Tipología del Accidente: Choque Lateral Perpendicular

Esto se puede apreciar en la Figura 10.

Figura 9
Croquis del accidente


Nota. Se muestra el croquis del accidente. Fuente: Elaboración Propia

Secuencia técnica:

1. PPP: el punto donde ambos pudieron haber percibido al otro.
2. PPR: percepción real tardía por velocidad y posible distracción.
3. PD: decisión insuficiente, sin frenada efectiva previa.
4. PCL: instante en que la colisión se vuelve inevitable.
5. PC: punto de contacto entre ciclista y motocicleta.
6. PF: posiciones finales, con el ciclista tendido en la vía y la motocicleta caída.

Los daños materiales nos dan una idea de la fuerza, velocidad aproximada y resistencia del vehículo. La energía cinética perdida se destina a deformar las partes plásticas y metálicas de la motocicleta, pero no se nota mucho en el video.

Conviene diferenciar entre:

- Daños iniciales: los que se generan en el punto de impacto.
- Daños colaterales: causados en otras partes del vehículo por la energía que se propaga.

En este caso:

- Motocicleta: deformación delantera y posible daño en frenos. • Bicicleta: doblaje de la rueda delantera y salida de cadena.
- Suelo: huellas de fricción cortas y marcas de arrastre.

Para futuros estudios y proyectos de seguridad vial relacionados con el *carsharing*, se sugiere incorporar instrumentos tecnológicos y metodológicos que mejoren la prevención de accidentes y la toma de decisiones informada por datos. Entre ellas, el uso de software de reconstrucción de accidentes como PC-Crash o Virtual Crash para simular trayectorias y velocidades, la captura aérea con drones para obtener imágenes y mediciones topográficas de alta resolución y el uso de estaciones totales o escáneres láser 3D para levantamientos planimétricos precisos en intersecciones críticas.

Además, el uso de apps móviles con georreferenciación permitiría recoger datos sobre el terreno de forma ágil, y la generación de bases de datos de siniestralidad integradas en el sistema operativo del *carsharing* ayudaría a localizar y evitar puntos negros o zonas de alta accidentalidad.

El análisis de accidentes y daños a la infraestructura es una parte esencial en la planificación sostenible del sistema. Este análisis permite definir puntos seguros para ubicar puntos de

estacionamiento con buena visibilidad y señalización. Además, fomenta la integración de sensores y tecnologías de telemetría en los vehículos eléctricos para dos personas, para recopilar datos sobre derrapes, choques y patrones de conducción. Asimismo, es importante trabajar con las autoridades locales para desarrollar mapas de riesgo vial y establecer prioridades de intervención. Finalmente, es fundamental promover programas de capacitación y sensibilización en conducción defensiva y respeto por los usuarios vulnerables de la vía, así como desarrollar infraestructuras seguras que ayuden a reducir la velocidad en intersecciones y zonas críticas.

Se sugieren las siguientes medidas preventivas para disminuir los siniestros viales en áreas urbanas con alta interacción de usuarios vulnerables:

- Señalización horizontal y vertical en intersecciones ciclistas.
- Disminuir la velocidad a 30 km/h en cruces peligrosos.
- Pisos antideslizantes.
- Integración de sensores y cámaras en vehículos *carsharing*.
- Ampliación y mejora de las coberturas mínimas de seguros de responsabilidad civil para motocicletas y vehículos compartidos eléctricos.
- Campañas de concienciación sobre respeto al espacio ciclista y velocidad segura.

Antes del proyecto, la ciudad tiene altos índices de siniestros menores entre motos y bicicletas por falta de infraestructura y educación vial. Con el sistema *carsharing* y las medidas complementarias, se espera una disminución del 20-25% de incidentes en los corredores priorizados, al utilizar vehículos eléctricos bipersonales asistidos e inteligentes, monitoreados y con velocidad limitada.

En definitiva, la reconstrucción del accidente muestra la importancia de la reconstrucción técnica, la cadena de custodia de la evidencia y la cobertura de seguros para compensar los daños. La responsabilidad compartida implica mejorar la infraestructura ciclista y reforzar la formación de conductores y ciclistas. Además, la incorporación de medidas de seguridad vial en iniciativas de movilidad sostenible como el *carsharing* contribuirá a la disminución gradual de siniestros en Cuenca.