Maestría en

GESTIÓN DE TRANSPORTE

Trabajo de investigación previo a la obtención del título de

Magíster en Gestión de Transporte

AUTORES:

César Daniel Morales Cajamarca

Efrén Eduardo Rivera Muñoz

José Heleodoro Santillán

Yaulema

Alex Xavier Martínez Pilamunga

Marco Heriberto Montaluisa Martínez

Alex Camilo Martínez Vásconez

Wilson Guido Gavilanes Calero

Alejandra Aracely Echeverria Arce

Estudio de factibilidad para la implementación de la primera línea de tranvía eléctrico en el cantón Ambato, provincia de Tungurahua

Quito, 13 diciembre, 2025

Certificación de autoría

Nosotros César Daniel Morales Cajamarca, Efrén Eduardo Rivera Muñoz, José Heleodoro Santillán Yaulema, Alex Xavier Martínez Pilamunga, Marco Heriberto Montaluisa Martínez , Alex Camilo Martínez Vásconez, Wilson Guido Gavilanes Calero, Alejandra Aracely Echeverria Arce 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.

Cesar Daniel Morales Cajamarca
Time Stamping Security Data

Firma del graduando

César Daniel Morales Cajamarca

Firmado electrónicamente por:
EFREN EDUARDO RIVERA MUNOZ
Validar únicamente con FirmaEC

Firma del graduando

Efrén Eduardo Rivera Muñoz

Firmado electrónicamente por:
JOSE HELEODORO SANTILLAN YAULEMA
Validar únicamente con FirmaEC

Firma del graduando

José Heleodoro Santillán Yaulema

Firmado electrónicamente por:
ALEX XAVIER MARTINEZ PILAMUNGA
Validar únicamente con FirmaEC

Firma del graduando

Alex Xavier Martínez Pilamunga

Firmado electrónicamente por:
MARCO HERIBERTO MONTALUISA MARTINEZ
Validar únicamente con FirmaEC

Firma del graduando

Marco Heriberto Montaluisa Martínez

Firmado electrónicamente por:
ALEX CAMILO MARTINEZ VASCONEZ
Validar únicamente con FirmaEC

Firma del graduando

Alex Camilo Martínez Vásconez

Firmado electrónicamente por:
WILSON GUIDO GAVILANES CALERO
Validar únicamente con FirmaEC

Firma del graduando

Wilson Guido Gavilanes Calero

Firmado electrónicamente por:
ALEJANDRA ARACELY ECHEVERRIA ARCE
Validar únicamente con FirmaEC

Firma del graduando

Alejandra Aracely Echeverria Arce

Autorización de Derechos de Propiedad Intelectual

Nosotros, César Daniel Morales Cajamarca, Efrén Eduardo Rivera Muñoz, José Heleodoro Santillán Yaulema, Alex Xavier Martínez Pilamunga, Marco Heriberto Montaluisa Martínez , Alex Camilo Martínez Vásconez, Wilson Guido Gavilanes Calero, Alejandra Aracely Echeverria Arce, en calidad de autores del trabajo de investigación titulado **Estudio de factibilidad para la implementación de la primera línea de tranvía eléctrico en el cantón Ambato, provincia de Tungurahua**, 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, diciembre 2025

Cesar Daniel Morales Cajamarca
Time Stamping Security Data

Firma del graduando

César Daniel Morales Cajamarca

Firmado electrónicamente por:
EFREN EDUARDO RIVERA MUNOZ
Validar únicamente con FirmaEC

Firma del graduando

Efrén Eduardo Rivera Muñoz

Firmado electrónicamente por:
JOSE HELEODORO SANTILLAN YAULEMA
Validar únicamente con FirmaEC

Firma del graduando

José Heleodoro Santillán Yaulema

Firmado electrónicamente por:
ALEX XAVIER MARTINEZ PILAMUNGA
Validar únicamente con FirmaEC

Firma del graduando

Alex Xavier Martínez Pilamunga

Firmado electrónicamente por:
MARCO HERIBERTO MONTALUISA MARTINEZ
Validar únicamente con FirmaEC

Firma del graduando

Marco Heriberto Montaluisa Martínez

Firmado electrónicamente por:
ALEX CAMILO MARTINEZ VASCONEZ
Validar únicamente con FirmaEC

Firma del graduando

Alex Camilo Martínez Vásconez

Firmado electrónicamente por:
WILSON GUIDO GAVILANES CALERO
Validar únicamente con FirmaEC

Firma del graduando

Wilson Guido Gavilanes Calero

Firmado electrónicamente por:
ALEJANDRA ARACELY ECHEVERRIA ARCE
Validar únicamente con FirmaEC

Firma del graduando

Alejandra Aracely Echeverria Arce

Acuerdo de confidencialidad

La Biblioteca de la Universidad Internacional del Ecuador se compromete a:

1. No divulgar, utilizar ni revelar a otros la **información confidencial** obtenida en el presente trabajo, ya sea intencionalmente o por falta de cuidado en su manejo, en forma personal o bien a través de sus empleados.

2. Manejar la **información confidencial** de la misma manera en que se maneja la información propia de carácter confidencial, la cual bajo ninguna circunstancia podrá estar por debajo de los estándares aceptables de debida diligencia y prudencia.

Coordinador Maestría en

Gestión de riesgos

Gabriela Fernández

Gestora Cultural

Aprobación de dirección y coordinación del programa

Nosotros, **Nombre del Director/a EIG y Coordinador/a UIDE,** declaramos que los graduandos: Cesar Daniel Morales Cajamarca, Efrén Eduardo Rivera Muñoz, José Heleodoro Santillán Yaulema, Alex Javier Martínez Pilamunga, Marco Heriberto Montaluisa Martínez , Alex Camilo Martínez Vásconez , Alex Camilo Martínez Vásconez , Wilson Guido Gavilanes Calero, Alejandra Aracely Echeverria Arce son los autores exclusivos de la presente investigación y que ésta es original, auténtica y personal de ellos.

---------- ----------

_____ _____

Director/a de la Maestría en _____

Coordinador/a de la Maestría en _____

DEDICATORIA

Este trabajo lo dedicamos a quienes han acompañado cada etapa de este proceso con confianza, paciencia y motivación. A nuestras familias, por su apoyo incondicional, por creer en nuestras metas y por aportar la fuerza que necesitamos para seguir avanzando. A quienes inspiran nuestro compromiso con la ciudad y con el servicio público, recordándome que el conocimiento tiene sentido cuando contribuye al bienestar colectivo.

Que este esfuerzo sea un testimonio de gratitud, de perseverancia y de la convicción profunda de que el desarrollo urbano sostenible es posible cuando se trabaja con responsabilidad y visión.

AGRADECIMIENTOS

Expreso mi agradecimiento al Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal de Ambato y a las entidades involucradas en la gestión de movilidad del cantón, cuyas iniciativas y documentación técnica sirvieron de base para comprender las dinámicas reales de la ciudad y estructurar este Plan de Movilidad Urbana Sostenible con enfoque tranviario.

A nuestros docentes y tutores académicos, por su orientación metodológica, su rigurosidad y su compromiso con la formación profesional. A nuestros compañeros de estudio, por el trabajo colaborativo, el intercambio de ideas y el respaldo constante durante la elaboración de este documento.

A las instituciones nacionales e internacionales que impulsan la movilidad sostenible particularmente los aportes técnicos del SUMP Ambato y la Política Nacional de Movilidad Urbana Sostenible cuya información ha sido fundamental para consolidar una propuesta coherente y pertinente para la realidad ambateña.

Finalmente, agradecemos a todas las personas que, directa o indirectamente, contribuyeron a este proyecto con sus conocimientos, sugerencias y acompañamiento. Cada aporte ha sido valioso para la consolidación de este trabajo

RESUMEN

El presente estudio desarrolla un análisis de factibilidad para la implementación de la primera línea de tranvía eléctrico en el cantón Ambato, concebida como eje estructurante del Plan de Movilidad Urbana Sostenible (PMUS). El trabajo parte de un diagnóstico que evidencia alta dependencia del vehículo particular, congestión en el eje norte–centro–sur, velocidades comerciales reducidas del transporte público, infraestructura limitada para modos activos y crecientes emisiones contaminantes. Frente a este escenario, se propone un sistema tranviario de aproximadamente 14 km y 22 estaciones, integrado con rutas alimentadoras de buses, ciclovías y redes peatonales accesibles. Metodológicamente se emplea un enfoque mixto, no experimental y transversal, que combina análisis documental, levantamiento de campo, entrevistas, encuestas de movilidad, modelación básica de demanda y evaluación de riesgos mediante matriz Probabilidad × Impacto. Se realiza, además, un análisis esfuerzo–beneficio de ocho iniciativas tácticas del PMUS y se definen indicadores leading y lagging para el seguimiento de la implementación. Los resultados muestran que el tranvía podría reducir entre 35 % y 45 % los tiempos de viaje en el corredor, disminuir alrededor de 35 % las emisiones de CO_2, incrementar la participación modal del transporte eléctrico hasta 25–30 % y reducir en más de 65 % la siniestralidad vial, siempre que se garantice plataforma exclusiva, prioridad semafórica e integración tarifaria. El presupuesto estimado asciende a 118 millones de dólares, con un esquema de cofinanciamiento entre el Gobierno Central, el GAD Municipal y la cooperación internacional. El estudio concluye que el sistema tranviario constituye una alternativa viable y estratégica para reconfigurar la movilidad de Ambato hacia un modelo limpio, seguro e inclusivo.

Palabras Claves: movilidad urbana sostenible, tranvía eléctrico, transporte público.

ABSTRACT

This study presents a feasibility analysis for the implementation of the first electric tramway line in the municipality of Ambato, conceived as the structural axis of the local Sustainable Urban Mobility Plan (PMUS). The research is based on a diagnosis that reveals a strong dependence on private cars, congestion along the north–central–south corridor, low commercial speeds of public transport, limited infrastructure for active modes and increasing pollutant emissions. In response, a tram system of approximately 14 km and 22 stations is proposed, integrated with feeder bus routes, bicycle lanes and accessible pedestrian networks. A mixed, non-experimental and cross-sectional methodological approach is applied, combining documentary review, field surveys, semi-structured interviews, mobility surveys, basic demand modelling and a risk assessment using a Probability × Impact matrix. An effort–benefit analysis of eight tactical PMUS initiatives is carried out, and a set of leading and lagging indicators is defined to monitor implementation and performance. Results indicate that the tramway could reduce travel times along the corridor by 35–45 %, lower CO_2 emissions by around 35 %, increase the modal share of electric transport up to 25–30 %, and cut traffic accidents by more than 65 %, provided that exclusive right-of-way, traffic signal priority and fare integration are ensured. The total investment is estimated at 118 million USD, under a co-financing scheme between the national government, the municipal authority and international cooperation agencies. Overall, the study concludes that the proposed tram system is a viable and strategic alternative to reshape mobility in Ambato towards a cleaner, safer and more inclusive urban model.

Keywords: sustainable urban mobility, electric tramway, public transport.

TABLA DE CONTENIDOS

Certificación de autoría 3
Autorización de Derechos de Propiedad Intelectual 4
Acuerdo de confidencialidad 6
Aprobación de dirección y coordinación del programa 7
DEDICATORIA 8
AGRADECIMIENTOS 9
RESUMEN 10
ABSTRACT 11
LISTA DE TABLAS 16
LISTA DE FIGURAS 17
CAPITULO 1 18
INTRODUCCION 18
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA E IMPORTANCIA DEL ESTUDIO....18
Definición del proyecto 18
Naturaleza o tipo de proyecto 18
Objetivos....18
Objetivo general 18
Objetivo especifico 18
Justificación e importancia del trabajo de investigación 19
PERFIL DE LA ORGANIZACIÓN 20
2.1. NOMBRE, ACTIVIDADES, MERCADOS SERVIDOS Y PRINCIPALES CIFRAS 20
2.1.1. Nombre de la empresa....20
2.1.2. Misión, visión, valores 20
2.1.3. Actividades, marcas, productos y servicios 20
2.1.4. Ubicación de la sede....21
2.1.5. Ubicación de las operaciones 21
2.1.6. Propiedad y forma jurídica 21
2.1.7. Mercados servidos o ubicación de sus actividades de negocio 21
2.1.8. Tamaño de la organización....21
2.1.9. Información sobre empleados y otros trabajadores....22
2.1.10. Procesos claves relacionados con el objetivo propuesto 22

2.1.11. Principales cifras, ratios y números que definen a la empresa 22

2.1.12. Modelo de negocio 23
2.1.13. Grupos de interés internos y externos 23
2.1.14. Otros datos de interés 23
CAPITULO 2 24
i. Marco teórico 24
Movilidad urbana sostenible y marco normativo 24
Transporte masivo guiado: el tranvía eléctrico (LRT) 24
Jerarquía de red, troncalidad e integración alimentadora 25
Integración tarifaria y tecnológica 25
Accesibilidad universal, inclusión y enfoque de género 25
Gestión de la demanda y desarrollo urbano orientado al transporte (DOT/TOD) 25
Evaluación de alternativas y análisis económico 25
Indicadores de desempeño y monitoreo 26
Gestión de riesgos y seguridad vial 26
Sostenibilidad ambiental y transición energética 26
Gobernanza, institucionalidad y financiamiento 26
Tecnología y operación: prioridad, señalización y material rodante 27
Comunicación pública y participación ciudadana 27
Seguros y gestión financiera del riesgo operacional 27
ii. Marco normativo 27
iii. Antecedentes 31
CAPITULO 3 33
i. Metodología 33
ii. Desarrollo 37
OBJETIVO ESTRATÉGICO 37
Análisis (SMART) 37
OBJETIVOS TÁCTICOS 40
OBJETIVOS TÁCTICOS análisis SMART y selección de los relevantes 40
OBJETIVOS TÁCTICOS, análisis Esfuerzo Beneficio 41
Iniciativa 1: Implementación del Sistema de Tranvía Eléctrico Urbano 41
Reestructuración e Integración del Sistema de Buses Urbanos 42
Construcción de Red de Ciclovías Interconectadas 43
Mejora de Infraestructura Peatonal y Accesibilidad Universal 43

Instalación de Electrolineras y Fomento a Vehículos Eléctricos 44
Monitoreo Ambiental y Gestión de Calidad del Aire 45
Campañas de Educación y Cultura de Movilidad Sostenible 45

Centros de Transferencia Modal 46
OBJETIVOS TÁCTICOS, cribado de las opciones a adoptar 48
OBJETIVOS TÁCTICOS, análisis Esfuerzo Beneficio 49
Iniciativa 2: Reestructuración e Integración del Sistema de Buses Urbanos 50
Iniciativa 3: Construcción de Red de Ciclovías Interconectadas 51
Iniciativa 4: Mejora de Infraestructura Peatonal y Accesibilidad Universal 51
Iniciativa 5: Instalación de Electrolineras y Fomento a Vehículos Eléctricos 52
Iniciativa 6: Monitoreo Ambiental y Gestión de Calidad del Aire 53
Iniciativa 7: Campañas de Educación y Cultura de Movilidad Sostenible 53
Iniciativa 8: Centros de Transferencia Modal 54
Objetivos tácticos 56
Alternativa 1: Tranvía eléctrico urbano 56
Alternativa 2: Reestructuración e integración de buses 56
Alternativa 3: Red de ciclovías interconectadas 56
Alternativa 4: Mejora de infraestructura peatonal 57
Alternativa 5: Electrolineras y flota eléctrica 57
Alternativa 6: Monitoreo ambiental 57
Alternativa 8: Centros de transferencia modal 57
PLANIFICACIÓN de las actuaciones seleccionadas. PDCA AJUSTADO 57
CAPITULO 4 60
i. Análisis de resultados 60
EVALUACIÓN DE RIESGOS – PROYECTO TRANVÍA AMBATO 68
EVALUACIÓN DE RIESGOS SECTORIZADAS PARADA DE LA UNIVERSIDAD TECNICA DE AMBATO 70
PARADA DEL PARQUE 12 DE NOVIEMBRE 71
PARADA DE LA THOMAS SEVILLA 72
PARADA DE LA TERESA FLOR 73
PARADA DE LA FERROVIARIA 74
INDICADORES DE SEGUIMIENTO 81
CAPITULO 5 86
5. CONCLUSIONES Y APLICACIONES 86

5.1. Conclusiones generales 86
5.2. Conclusiones específicas 86
5.2.1. Análisis del cumplimiento de los objetivos de la investigación 86
5.2.2. Contribución a la gestión empresarial 87
5.2.3. Contribución a nivel académico 87
5.2.4. Contribución a nivel personal 87

5.3. Limitaciones a la Investigación 88
Bibliografía 88

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. ANÁLISIS DAFO 38
Tabla 2. Iniciativas 47
Tabla 3. Impacto esperado 55
Tabla 4. Cronograma 57
Tabla 5. EVALUACIÓN DE RIESGOS – PROYECTO TRANVÍA AMBATO 68
Tabla 6. Evaluación De Riesgos Sectorizadas Parada De La Universidad Tecnica De Ambato 70
Tabla 7. PARADA DEL PARQUE 12 DE NOVIEMBRE 71
Tabla 8. PARADA DE LA THOMAS SEVILLA 72
Tabla 9. Tabla de Indicadores Leading (de actuación) 81
Tabla 10. Indicadores Lagging (de resultado) 82
Tabla 11. Presupuesto general estimativo del proyecto 83

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Gráfico de dispersión 48
Figura 2. Beneficio/Esfuerzo.....56
Figura 3.Trayecto.....62
Figura 4. Esquema simplificado de la línea tranvía de la ciudad de Ambato 63

CAPITULO 1:

INTRODUCCION

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA E IMPORTANCIA DEL ESTUDIO

Definición del proyecto

El proyecto consiste en el diseño e implementación de la primera línea de tranvía eléctrico en la ciudad de Ambato, concebida como el eje estructurante del Plan de Movilidad Urbana Sostenible (PMUS) del cantón. Este sistema de transporte masivo pretende articular la movilidad entre los sectores norte, centro y sur de la ciudad, integrándose con rutas alimentadoras de buses, ciclovías y redes peatonales accesibles, con el fin de reducir la congestión, mejorar los tiempos de viaje y disminuir las emisiones contaminantes. La propuesta se fundamenta en los lineamientos de movilidad eléctrica establecidos a escala nacional y en las reformas a la LOTTTSV, que declaran de interés público la transición hacia sistemas de transporte limpio (Ministerio de Transporte y Obras Públicas, 2023).

Naturaleza o tipo de proyecto

El proyecto corresponde a un estudio de factibilidad técnico–económica y socioambiental orientado al diseño de infraestructura de transporte público eléctrico. Su naturaleza es aplicada y de carácter urbano–territorial, ya que integra elementos de ingeniería (plataforma tranviaria, estaciones, material rodante), planificación urbana, gobernanza del transporte, análisis de riesgos y formulación de políticas públicas en movilidad sostenible. Asimismo, el proyecto se enmarca en los principios internacionales de desarrollo urbano sostenible, que promueven sistemas de transporte de baja huella de carbono y priorización del transporte público frente al vehículo particular (United Nations Human Settlements Programme, 2020).

Objetivos

Objetivo general

Determinar la viabilidad técnica, económica, ambiental y social para implementar una línea de tranvía eléctrico en Ambato, capaz de transformar el modelo actual de movilidad mediante la reducción de la congestión vial, la mejora de la accesibilidad urbana y la disminución de emisiones contaminantes del transporte motorizado.

Objetivo especifico

a) Definir el trazado, estaciones, parámetros operativos y capacidad del sistema tranviario, considerando la demanda originada en los principales generadores de viajes del cantón.

b) Evaluar la integración modal del tranvía con buses urbanos, transporte interparroquial, ciclovías y redes peatonales accesibles.

c) Analizar los riesgos técnicos, sociales, económicos, ambientales y operativos, proponiendo medidas de mitigación y un modelo de gestión del riesgo.

Justificación e importancia del trabajo de investigación

Ambato enfrenta un deterioro progresivo en su movilidad urbana debido al incremento acelerado del parque automotor, la fragmentación del sistema de buses, la congestión en los principales ejes viales y la insuficiente infraestructura para modos sostenibles. El diagnóstico evidencia velocidades comerciales bajas, tiempos de viaje prolongados y altos niveles de emisiones contaminantes, haciendo necesario replantear el modelo de transporte vigente (Ministerio de Transporte y Obras Públicas, 2023; Litman, 2022).

La implementación de un tranvía eléctrico representa una alternativa estratégica para reorganizar el transporte público, reducir la dependencia del automóvil y promover la transición energética del sector movilidad. Los estudios internacionales demuestran que los tranvías generan beneficios urbanos adicionales como valorización del suelo, revitalización comercial, disminución de siniestros viales y mejoramiento de la calidad del aire (Cervero & Guerra, 2019).

El estudio adquiere especial importancia porque provee una hoja de ruta técnica, financiera y de gestión, necesaria para la toma de decisiones municipales y para la captación de financiamiento nacional e internacional orientado a proyectos de movilidad sostenible. Además, su contribución se alinea con los Objetivos de Desarrollo Sostenible, especialmente con el ODS 11 (ciudades sostenibles) y el ODS 13 (acción por el clima), promoviendo un sistema de transporte limpio, eficiente y accesible para la población ambateña (United Nations, 2021).

PERFIL DE LA ORGANIZACIÓN.

2.1. NOMBRE, ACTIVIDADES, MERCADOS SERVIDOS Y PRINCIPALES CIFRAS

2.1.1. Nombre de la empresa

La organización responsable del proyecto es el Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal de Ambato (GADMA), a través de su propuesta denominada Plan de Movilidad Urbana Sostenible con eje tranviario (PMUS–Tranvía de Ambato), orientada a implementar la primera línea de tranvía eléctrico en el cantón.

2.1.2. Misión, visión, valores

En el marco del proyecto, la misión del GADMA en materia de movilidad se formula como el compromiso de planificar, regular e implementar un sistema de transporte público sostenible, seguro e inclusivo, que reduzca la congestión vial, mejore los tiempos de viaje y disminuya las emisiones contaminantes en Ambato, conforme a la Política Nacional de Movilidad Urbana Sostenible (PNMUS) y a las competencias exclusivas de los gobiernos municipales en tránsito y transporte terrestre (Ministerio de Transporte y Obras Públicas, 2023).

La visión está orientada a consolidar a Ambato, en un horizonte aproximado de siete años, como ciudad modelo en movilidad limpia, con un sistema tranviario que articule el eje norte–centro–sur, apoyado en buses alimentadores, ciclovías e infraestructura peatonal accesible, contribuyendo a los Objetivos de Desarrollo Sostenible, particularmente al ODS 11 sobre ciudades y comunidades sostenibles (United Nations, 2021).

Los valores institucionales que se desprenden del proyecto son la sostenibilidad ambiental, la equidad en el acceso al transporte, la seguridad vial, la responsabilidad con el espacio público y la transparencia en la gestión de los recursos públicos y del financiamiento internacional (Cervero & Guerra, 2019; Litman, 2022).

2.1.3. Actividades, marcas, productos y servicios

Las actividades principales vinculadas al PMUS–Tranvía comprenden la planificación, diseño, construcción y operación de un sistema de transporte masivo eléctrico, así como la reestructuración del sistema de buses urbanos, la implementación de ciclovías interconectadas, la adecuación de infraestructura peatonal accesible y la instalación de electrolineras.

El “producto” central es el servicio de transporte público tranviario sobre un corredor de alta capacidad, complementado por servicios alimentadores en bus, facilidades de integración bicicleta–tranvía y mejoras en el espacio público. Desde el punto de vista de imagen urbana, el sistema se proyecta como una “marca ciudad” asociada a la modernización,

a la movilidad eléctrica y a la recuperación de la centralidad urbana (United Nations Human Settlements Programme, 2020).

2.1.4. Ubicación de la sede

La sede institucional del proyecto se encuentra en la ciudad de Ambato, provincia de Tungurahua, Ecuador, donde se ubican las dependencias técnicas y administrativas del GAD Municipal encargadas de planificación urbana y movilidad. Ambato constituye una ciudad intermedia estratégica de la Sierra central, con fuerte actividad comercial y de servicios que genera una alta demanda de viajes diarios.

2.1.5. Ubicación de las operaciones

Las operaciones del futuro sistema tranviario se desarrollan a lo largo de un corredor norte–centro–sur de aproximadamente 10 a 14 km, que conecta sectores como Izamba, Ingahurco, el área central (Parque 12 de Noviembre, Thomas Sevilla, Teresa Flor) y Huachi Belén–Terminal Sur, articulando barrios residenciales, zonas educativas (Universidad Técnica de Ambato, colegios), mercados, áreas industriales (Plasticaucho) y terminales terrestres.

2.1.6. Propiedad y forma jurídica

El proyecto se desarrolla bajo la titularidad de un ente público de derecho público, el Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal de Ambato, conforme al régimen de gobiernos seccionales del Ecuador. El sistema tranviario se concibe como servicio público de transporte masivo urbano, planificado y regulado por el GADMA, con posibilidad de esquemas de operación directa o a través de operadores contratados, siguiendo las buenas prácticas de gobernanza de sistemas de transporte urbano en América Latina (CAF, 2018).

2.1.7. Mercados servidos o ubicación de sus actividades de negocio

El “mercado” del proyecto está constituido por la población residente y flotante del cantón Ambato, especialmente usuarios que se desplazan entre las parroquias urbanas del norte, centro y sur, estudiantes universitarios y de secundaria, trabajadores del comercio y la industria, así como viajeros interparroquiales que utilizan los terminales de transporte terrestre. El sistema está pensado para concentrar la demanda estructural de viajes que hoy se realiza en buses y vehículos privados a lo largo de las principales arterias urbanas, transformándola hacia un modo masivo y eléctrico.

2.1.8. Tamaño de la organización

En términos de población servida, el proyecto está orientado a una ciudad intermedia de alrededor de 400 000 habitantes a nivel cantonal, lo que sitúa a Ambato como un nodo regional relevante en la Sierra central del país. El tamaño de la organización, entendido como capacidad y alcance institucional, se refuerza mediante convenios de cofinanciamiento con el Gobierno Central y potencial apoyo de organismos multilaterales como GIZ, EUROCLIMA,

BID o CAF, que han respaldado iniciativas similares de movilidad urbana sostenible en la región (CAF, 2018; Inter-American Development Bank, 2020).

2.1.9. Información sobre empleados y otros trabajadores

El PMUS–Tranvía requiere la participación de equipos técnicos multidisciplinarios en planificación urbana, ingeniería de transporte, finanzas públicas, gestión ambiental y social, así como la futura conformación de personal operativo para conducción de unidades, mantenimiento de flota e infraestructura, supervisión de la operación y gestión de la seguridad vial. Además, se contempla la intervención de consultoras especializadas para estudios de ingeniería, fiscalización y monitoreo ambiental y social.

2.1.10. Procesos claves relacionados con el objetivo propuesto

Los procesos clave del proyecto incluyen:

Planificación y diseño del sistema tranviario y del PMUS, con identificación de corredores prioritarios, modelación de demanda, definición de trazado y estaciones y formulación de objetivos SMART.

Gestión de riesgos y medidas de mitigación, mediante matrices probabilidad–impacto y planes de manejo por parada y por tipo de riesgo.

Ejecución de obras civiles y electromecánicas, reubicación de servicios básicos, construcción de estaciones y talleres.

Integración modal y tarifaria con el sistema de buses urbanos e interparroquiales y con la red de ciclovías y espacios peatonales.

Monitoreo de indicadores leading y lagging, vinculados a emisiones, tiempos de viaje, seguridad vial, accesibilidad y satisfacción ciudadana.

Estos procesos están alineados con las recomendaciones internacionales sobre implementación de sistemas de transporte sostenible en ciudades intermedias (Cervero & Guerra, 2019; Litman, 2022).

2.1.11. Principales cifras, ratios y números que definen a la empresa

Entre las principales cifras del proyecto destacan:

Longitud estimada de la línea tranviaria: alrededor de 10–14,2 km, conformando el eje norte–centro–sur.

Número de paradas o estaciones: aproximadamente 15–22, con varios intercambiadores estratégicos (Izamba Norte, Ferroviaria, UTA–Huachi Chico y Terminal Sur).

Tiempo de recorrido punta a punta: entre 35 y 38 minutos, con una velocidad comercial proyectada de 22–25 km/h, superior a la de los buses actuales.

Capacidad hora–sentido: del orden de 6 000–8 000 pasajeros por hora, utilizando trenes de 200–250 pasajeros con intervalos de 5–6 minutos.

Presupuesto general estimado: alrededor de 118 millones de dólares, incluidos infraestructura, material rodante, estaciones, talleres, sistemas de energía y señalización, integración modal y campañas de sensibilización.

Impactos previstos: reducción de 35–45 % en tiempos de viaje y disminución aproximada del 35 % en emisiones de CO_2 en el corredor intervenido, así como reducción significativa de la siniestralidad vial.

2.1.12. Modelo de negocio

El modelo de negocio del sistema tranviario se basa en la prestación de un servicio público de transporte masivo con ingresos tarifarios provenientes de los usuarios y aportes financieros del Gobierno Central, el GADMA y organismos de cooperación internacional. Se considera la posibilidad de integrar al sistema operadores de buses reconvertidos como alimentadores, bajo esquemas de compensación y redistribución de ingresos, y de aplicar una tarifa integrada que facilite los transbordos.

Este enfoque se articula con los modelos de financiamiento de proyectos de movilidad urbana sostenible en América Latina, que combinan recursos fiscales, préstamos de bancos de desarrollo y, en algunos casos, participación del sector privado en operación o mantenimiento (CAF, 2018; Inter-American Development Bank, 2020).

2.1.13. Grupos de interés internos y externos

Entre los grupos de interés internos se encuentran el GAD Municipal de Ambato, sus direcciones de planificación y movilidad, la unidad financiera municipal, los equipos técnicos del proyecto y, en una fase posterior, el personal operativo del sistema tranviario.

Los grupos de interés externos comprenden a los usuarios del transporte público, la ciudadanía ambateña en general, los gremios de transporte (cooperativas de buses, taxis), la Universidad Técnica de Ambato y otras instituciones educativas, comerciantes y residentes de las zonas de influencia del corredor, así como el Gobierno Central, la Agencia Nacional de Tránsito y los organismos multilaterales potencialmente financiadores. La gestión adecuada de estos actores es clave para la aceptación social del sistema y para la mitigación de conflictos, tal como recomiendan las guías internacionales de movilidad urbana sostenible (United Nations Human Settlements Programme, 2020; Litman, 2022).

2.1.14. Otros datos de interés

El proyecto del Tranvía de Ambato se plantea como una experiencia pionera de movilidad eléctrica en ciudades intermedias del Ecuador y contempla la posibilidad de replicarse en otras

ciudades como Riobamba, Cuenca o Loja, una vez validada la operación en el corredor principal.

Asimismo, el estudio incorpora una evaluación detallada de riesgos, medidas de mitigación por parada, indicadores de seguimiento, cronograma de cinco años y la estimación de generación de empleos verdes en construcción, operación y mantenimiento, alineándose con los enfoques de transición justa y planificación urbana sostenible promovidos por la Agenda 2030 (United Nations, 2021).

CAPITULO 2.

i. Marco teórico

Movilidad urbana sostenible y marco normativo

La movilidad urbana sostenible (MUS) es el enfoque que integra eficiencia del transporte, protección ambiental, seguridad vial, inclusión social y una adecuada gobernanza del espacio público (Cervero & Guerra, 2019; UN-Habitat, 2020). El paradigma desplaza el énfasis del vehículo hacia la persona, priorizando los modos de alto impacto social y baja huella ambiental (peatonal, ciclista y transporte público) sobre el automóvil particular (Litman, 2022).

En Europa, este enfoque se operacionaliza a través de los Planes de Movilidad Urbana Sostenible (SUMP), que articulan diagnóstico, metas medibles, cartera de proyectos, evaluación ex-ante y seguimiento con indicadores (European Commission, 2019). En Ecuador, la Política Nacional de Movilidad Urbana Sostenible (PNMUS, 2023) y las competencias municipales definidas por la LOTTTSV respaldan la electrificación del transporte y la planificación integral a escala cantonal (MTOP, 2023).

El documento base de Ambato adopta explícitamente estos principios: propone un PMUS con eje tranviario, metas SMART, reestructuración del sistema de buses, red ciclista, accesibilidad peatonal e indicadores de seguimiento, alineado con el mandato local de planificar, regular y controlar el transporte en su jurisdicción.

Transporte masivo guiado: el tranvía eléctrico (LRT)

El tranvía o Light Rail Transit (LRT) es un sistema guiado sobre riel con tracción eléctrica, capacidad intermedia-alta, operación de superficie y posibilidad de plataforma segregada con prioridad semafórica (Vuchic, 2007). Su desempeño típico (20–28 km/h de velocidad comercial; 4.000–12.000 pasajeros/hora-sentido, según configuración) lo ubica entre el bus convencional y los metros pesados, con mejor calidad de servicio que el bus y costos por km menores que el metro (TRB, 2013; Cervero & Guerra, 2019).

El proyecto de Ambato fija parámetros de referencia consistentes con la literatura: 22–25 km/h de velocidad comercial, 6.000–8.000 pphpd con trenes de 200–250 pasajeros y

headways de 5–6 minutos, en un corredor de ~14 km y ~22 estaciones. Estos valores son razonables para una ciudad intermedia y apuntan a ofrecer tiempos punta a punta de 35–38 minutos, con mejora sustantiva frente al bus actual.

Jerarquía de red, troncalidad e integración alimentadora

Los sistemas exitosos se basan en una jerarquía de red: un eje troncal de alta capacidad (en este caso, el tranvía sobre el corredor norte–centro–sur) y una malla de alimentadoras en bus que aseguren cobertura de primer y último kilómetro (Vuchic, 2007; TRB, 2013). Esta lógica reduce duplicidades, aumenta la eficiencia operativa y facilita el traslado de demanda repetitiva a un modo guiado, con beneficios de confiabilidad y regularidad (Litman, 2022). El PMUS de Ambato plantea explícitamente esa reingeniería de rutas y la integración modal en intercambiadores del norte, centro y sur.

Integración tarifaria y tecnológica

La integración tarifaria (un solo medio de pago para múltiples modos y transbordos) reduce fricciones, aumenta la atractividad del transporte público y mejora la equidad al ofrecer costos previsibles de viaje (Litman, 2022). Tecnológicamente, implica billetaje electrónico, clearing de ingresos y acuerdos contractuales con operadores. El documento propone tarifa integrada y tarjeta única, así como programas de compensación/transición para operadores de bus, herramientas habituales en procesos de reforma del transporte (CAF, 2018).

Accesibilidad universal, inclusión y enfoque de género

La MUS exige accesibilidad universal: estaciones, cruces y vehículos que garanticen el acceso seguro a personas con discapacidad, adultos mayores, niñas y niños, y mujeres, considerando la seguridad personal y la carga de cuidados (UN-Habitat, 2020). Buenas prácticas incluyen piso bajo en unidades, señalización táctil, iluminación LED, botones de alerta, rampas normativas y Zonas 30 en entornos escolares. El plan de Ambato incorpora estos elementos como criterios de diseño de estaciones y espacio público.

Gestión de la demanda y desarrollo urbano orientado al transporte (DOT/TOD)

El DOT/TOD promueve densificación y usos mixtos alrededor de estaciones, reducción de estacionamiento en vía y calles completas que redistribuyen el espacio a favor de peatones y ciclistas (Cervero & Guerra, 2019). Estas medidas consolidan la demanda del sistema, reducen viajes en automóvil y revitalizan la economía local. El documento señala impactos esperados en revitalización comercial, valorización del suelo y prioridad peatonal en el centro, coherentes con la evidencia internacional.

Evaluación de alternativas y análisis económico

La evaluación ex-ante debe comparar opciones (por ejemplo, BRT vs LRT) usando criterios múltiples: costo de inversión/operación, capacidad, tiempos de viaje, externalidades ambientales, seguridad, impactos urbanos y riesgos (TRB, 2013; Boardman et al., 2018; ITDP,

2016). Aunque el documento menciona la comparación con BRT, su fortaleza reside en demostrar la consistencia del LRT con la morfología de Ambato y con un corredor de alta demanda repetitiva. Para el análisis económico se recomienda calcular VAN/TIR sociales, y valorar externalidades (CO_2, ruido, siniestralidad) con precios sombra, como sugieren los manuales de evaluación de proyectos (Boardman et al., 2018).

Indicadores de desempeño y monitoreo

La literatura recomienda indicadores leading (de actuación) y lagging (de resultados) para medir progreso y resultados (TRB, 2013). El plan de Ambato incorpora ambos: km de vía, n.º de estaciones, unidades en operación, porcentaje de flota eléctrica, pasajeros piloto y talleres/comunicación (leading); además de tiempos de viaje, velocidad comercial, emisiones CO_2, participación modal eléctrica, satisfacción, accidentalidad, accesibilidad universal y empleos verdes (lagging). La presencia de metas numéricas permite gestión por resultados y rendición de cuentas.

Gestión de riesgos y seguridad vial

Los proyectos de transporte deben regirse por enfoques de gestión de riesgos (ISO 31000:2018) y por el Sistema Seguro en seguridad vial (WHO, 2018). El documento de Ambato aplica una matriz Probabilidad × Impacto (P×I) y desagrega riesgos técnicos, operativos, urbanos, sociales, financieros y políticos, proponiendo acciones de mitigación y costos estimados. La innovación metodológica es la evaluación sectorizada por parada, que permite diseñar tratamientos sitio-específicos (semáforos peatonales, pasos elevados, iluminación, canalizaciones, restricciones de giro, señalización) y presupuestar su ejecución.

Sostenibilidad ambiental y transición energética

La electrificación del transporte urbano reduce emisiones locales y globales (CO_2, NOx, PM), especialmente cuando la matriz eléctrica tiene baja intensidad de carbono (IEA, 2023; IPCC, 2022). Los tranvías, al operar con tracción eléctrica, tienen emisiones locales nulas y menor ruido; además, la prioridad semafórica y la operación segregada reducen detenciones/arranques, mejorando la eficiencia energética (TRB, 2013). El plan estima reducciones de 35–45 % en tiempos de viaje y ~35 % en emisiones del corredor, y propone estaciones de monitoreo de calidad del aire para medir impactos.

Gobernanza, institucionalidad y financiamiento

La gobernanza de sistemas integrados requiere claridad de roles (autoridad de transporte, regulador tarifario, operador(es), fiscalizador), contratos de desempeño, mecanismos de pago basados en km-servicio y fondos de compensación para la transición de operadores (CAF, 2018; IDB, 2020). El documento plantea mesa negociadora con gremios, integración operativa, tarifa integrada, fondo de transición y capacitación laboral, más

cofinanciamiento entre el Gobierno Central, el GAD Municipal y cooperación internacional (BID, CAF, EUROCLIMA, GIZ). Tales instrumentos se alinean con la experiencia regional.

Tecnología y operación: prioridad, señalización y material rodante

El desempeño del LRT depende de diseño de vía (plataforma exclusiva, radios de curvatura), sistemas de control (señalización, telemando), prioridad semafórica (TSP), gestión de cruces y material rodante de piso bajo con capacidad para 200–250 pasajeros, rampas desplegables y recuperación de energía (TRB, 2013). El plan contempla subestaciones, sistemas de control y energía, taller-cocheras, y un centro de control; también prevé prototipo/piloto y fases de pruebas para calibrar frecuencias, señalización y seguridad operacional.

Comunicación pública y participación ciudadana

La aceptación social se construye mediante información transparente, participación incidente y respuestas a preocupaciones (ruido, afectaciones a comercio, obras) (IAP2, 2018; Arnstein, 1969). El plan incorpora campañas de socialización, encuestas de satisfacción, canales de quejas y ajustes de diseño según retroalimentación, coherente con estándares de participación para proyectos urbanos.

Seguros y gestión financiera del riesgo operacional

La transferencia de riesgo vía pólizas de responsabilidad civil para flotas que interactúan con el corredor (buses alimentadores, interparroquiales) es una práctica recomendada: protege a terceros, infraestructura y continuidad del servicio, y reduce la exposición fiscal del sistema (World Bank, 2015). El documento propone condiciones de cobertura, exclusiones, topes por evento, franquicias e incentivos de seguridad (selección y capacitación de conductores, alcoholímetro, mantenimiento preventivo).

ii. Marco normativo

La Constitución reconoce la movilidad como un derecho vinculado al buen vivir, estableciendo que el Estado debe garantizar sistemas de transporte seguros, eficientes y ambientalmente responsables (art. 14, 30 y 395). Asimismo, incorpora el principio de sostenibilidad urbana, que exige a los gobiernos locales una gestión planificada del territorio orientada a reducir emisiones y a fomentar la accesibilidad universal.

Estos principios constitucionales respaldan que Ambato implemente un sistema de transporte con tecnología limpia, como el tranvía eléctrico, alineado con el derecho a un ambiente sano y a ciudades sostenibles.

2. Código Orgánico de Organización Territorial, Autonomía y Descentralización (COOTAD)

Presidencia de Ecuador (2010)

El COOTAD define la competencia exclusiva de los Gobiernos Autónomos Descentralizados Municipales para planificar, regular y controlar el tránsito, transporte terrestre y seguridad vial dentro de su jurisdicción (art. 54, literal o).

Esta competencia faculta al GAD Municipal de Ambato a estructurar un Plan de Movilidad Urbana Sostenible (PMUS), diseñar un sistema tranviario, aprobar ordenanzas para su implementación y coordinar con operadores públicos y privados para garantizar la prestación del servicio.

3. Ley Orgánica de Transporte Terrestre, Tránsito y Seguridad Vial (LOTTTSV)

La LOTTTSV y sus reformas recientes incorporan principios esenciales para el proyecto:

- Declara de interés público la movilidad sostenible y la electrificación del transporte, incentivando la transición hacia flotas eléctricas.
- Establece que los municipios deben garantizar infraestructura adecuada, priorizar el transporte público y adoptar medidas para reducir accidentes y fomentar la seguridad vial.
- Define los marcos para la regulación operativa, habilitación de rutas, señalización, gestión de tráfico y tarifas integradas.

En el proyecto del tranvía, estos lineamientos se traducen en plataformas exclusivas, prioridad semafórica y esquemas de integración con buses alimentadores.

4. Política Nacional de Movilidad Urbana Sostenible del Ecuador (PNMUS, 2023)

Ministerio de Transporte y Obras Públicas (2023)

La PNMUS constituye el instrumento rector para los sistemas de movilidad en el país. Sus principios centrales movilidad limpia, inclusión social, equidad territorial, gestión segura del espacio vial y eficiencia energética guían la formulación del PMUS y justifican el desarrollo del tranvía.

La política insta a los municipios a:

- Promover sistemas eléctricos de transporte;

- Integrar modos activos (ciclovías, peatones);
- Implementar indicadores de sostenibilidad;
- Desarrollar redes multimodales con alta capacidad.

El plan de Ambato adopta plenamente estos lineamientos, estructurando un corredor norte–centro–sur como eje prioritario.

5. Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial del Cantón Ambato (PDOT)

El PDOT reconoce la necesidad de modernizar la movilidad urbana, descongestionar corredores centrales y promover alternativas sostenibles. El tranvía se ajusta a sus objetivos estratégicos de:

- Descarbonización del transporte,
- Regeneración del espacio público,
- Mejora de la conectividad norte-centro-sur,
- Reducción de conflictos viales en zonas críticas,
- Impulso del desarrollo urbano orientado al transporte (DOT).

6. Ordenanzas municipales relacionadas con tránsito y movilidad

Ambato cuenta con ordenanzas que regulan:

- Gestión del espacio público y uso de calzadas.
- Jerarquización vial.
- Circulación del transporte público.
- Normas para estacionamiento, restricción vehicular y señalización.
- Seguridad vial en zonas escolares y áreas de alta demanda peatonal.

Estas ordenanzas brindan el marco operativo para reestructurar rutas de buses, establecer corredores exclusivos y ejecutar obras del sistema tranviario.

7. Normativas ambientales aplicables

La implementación del tranvía debe cumplir con el Sistema Único de Manejo Ambiental (SUMA) y con la legislación del Ministerio del Ambiente (MAATE), que exigen:

- Estudios de impacto ambiental,

- Planes de manejo (PMA),
- Programas de mitigación de ruido y emisiones,
- Gestión de residuos de construcción,
- Medidas compensatorias.

El proyecto ya contempla estas obligaciones mediante matrices de impacto y medidas técnicas de mitigación.

8. Normativa internacional de referencia

El marco normativo se complementa con estándares internacionales de movilidad sostenible:

8.1. Agenda 2030 y Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS)

United Nations (2021)

- **ODS 11:** Ciudades y comunidades sostenibles → promueve sistemas de transporte seguros, accesibles y no contaminantes.
- **ODS 13:** Acción por el clima → fomenta la reducción de emisiones mediante transporte limpio.

8.2. Lineamientos de los Planes de Movilidad Urbana Sostenible (SUMP)

European Commission (2019)

El PMUS de Ambato adopta el modelo europeo SUMP, que exige:

Diagnóstico integral; Metas medibles; Cartera de proyectos estructurales; Participación pública; Seguimiento con indicadores; Implementación gradual vía ciclo PDCA.

8.3. Estándares de seguridad vial – OMS (2018)

La Organización Mundial de la Salud recomienda la adopción del Sistema Seguro, lo que implica gestionar velocidades, rediseñar infraestructura y reducir conflictos en intersecciones.
El estudio incorpora estas recomendaciones en el análisis de riesgos por parada.

8.4. Normativa técnica del Transporte Público Guiado (TRB, 2013)

La guía del Transportation Research Board establece parámetros operativos y de capacidad para tranvías: Velocidades de 20–28 km/h, Capacidad entre 4.000–12.000 pphpd, Headways de 4–8 minutos, Diseño de vía, radios y geometría urbana.

El sistema propuesto en Ambato sigue estas recomendaciones.

9. Relación jurídica del proyecto con la gestión del riesgo

La puesta en marcha del tranvía requiere cumplir normativas sobre:

- Seguros obligatorios de responsabilidad civil para flotas que circulen en el corredor.
- Protocolos de seguridad en estaciones.
- Gestión de riesgos laborales.
- Normativa de contratación pública para obras de infraestructura.

El proyecto incluye requisitos técnicos para pólizas, franquicias, exclusiones y límites de indemnización, asegurando continuidad del servicio ante siniestros.

iii. Antecedentes

1. Contexto local y necesidad del proyecto

Ambato, ciudad intermedia de la Sierra central ecuatoriana, enfrenta crecimiento del parque automotor, congestión en ejes principales, transporte público de baja velocidad y regularidad, e infraestructura insuficiente para modos activos. Los viajes se concentran en un patrón radial que satura el centro urbano y principales avenidas. Estas condiciones justifican considerar un sistema estructurante que absorba demanda recurrente norte–centro–sur y reorganice el sistema de buses, al tiempo que recualifica el espacio público (MTOP, 2023). El PMUS–Tranvía surge como respuesta integral, con hojas de ruta, cronograma por fases, identificación de riesgos y presupuesto estimado de 118 millones de USD.

2. Experiencias nacionales y regionales

En el Ecuador, la PNMUS 2023 impulsa movilidad eléctrica y sistemas integrados; a escala urbana, ciudades del país han avanzado en metro, BRT y tranvía, con aprendizajes claves: integración tarifaria, reconfiguración de rutas, prioridad al transporte público y gestión del espacio vial (MTOP, 2023). Estas lecciones alimentan el diseño institucional y operativo propuesto para Ambato.

En América Latina, sistemas como TransMilenio (BRT) en Bogotá, Metro/Tranvía en Medellín, BRT en Ciudad de México y Lima, y tranvías modernos en Brasil y México, muestran que el éxito depende de: (i) troncalidad efectiva con plataforma exclusiva, (ii) gestión contractual y de ingresos basada en km-servicio, (iii) prioridad semafórica/operativa, (iv) políticas complementarias de espacio público (estacionamiento, zonas peatonales), y (v)

comunicación y participación que sostengan legitimidad social (CAF, 2018; IDB, 2020; ITDP, 2016). Estos elementos están recogidos en el PMUS–Tranvía de Ambato.

3. Referentes internacionales de tranvía y SUMP

El retorno del tranvía en ciudades europeas (Francia, España, Alemania) se explica por su capacidad de reurbanización, reducción de emisiones y reorganización del tráfico; casos como Zaragoza, Burdeos o Friburgo muestran mejoras en calidad del aire, accesibilidad y revitalización económica del entorno de estaciones (Cervero & Guerra, 2019; European Commission, 2019). A nivel metodológico, los SUMP estructuran proyectos con metas medibles, indicadores, evaluación y ajustes iterativos (PDCA), enfoque también adoptado por Ambato.

4. Evolución del proyecto en Ambato (antecedentes inmediatos)

El estudio compila diagnóstico local, definición de corredor Izamba–Centro–Huachi Belén–Terminal Sur, paradas estratégicas (Ferrocarril, Teresa Flor, Tomás Sevilla, UTA, etc.), parámetros operativos y medidas de mitigación por sitio, incluyendo costos por parada y prioridades. Propone una planificación por fases de cinco años: (1) planificación/ingeniería; (2) construcción por tramos con mitigación ambiental; (3) piloto demostrativo para calibrar prioridad semafórica y protocolos; y (4) operación consolidada con monitoreo de desempeño e integración plena con buses alimentadores. La existencia de indicadores leading/lagging y una matriz de riesgos P×I aporta trazabilidad y control de gestión.

5. Lecciones aprendidas aplicadas al caso

1. **Intermodalidad real**: la red alimentadora debe reconfigurarse para alimentar y no competir con el eje tranviario, con tarifa integrada y contratos de desempeño (CAF, 2018; Litman, 2022). El documento lo incorpora con integración operativa y tarifaria.
2. **Gestión del espacio vial**: la plataforma exclusiva y la prioridad semafórica son esenciales para sostener la velocidad comercial y la confiabilidad; el plan especifica estas condiciones y prevé tratamientos por cruce (TRB, 2013).
3. **Riesgos y gobernanza**: la mesa negociadora con operadores, el fondo de transición y la capacitación son claves para evitar conflictos y asegurar continuidad de servicio (IDB, 2020). El plan los incluye con costos estimados y responsables.
4. **Ambiente y salud**: medir y publicar calidad del aire y ruido legitima la inversión y orienta mejoras; el plan contempla estaciones de monitoreo y metas de reducción de emisiones (IEA, 2023; IPCC, 2022).

5. **Participación**: dedicar recursos a comunicación, encuestas y ajustes aumenta la aceptación social y reduce riesgos políticos (IAP2, 2018). El documento prevé campañas y mecanismos de retroalimentación.

CAPITULO 3.
i. Metodología

3.1. Enfoque metodológico general

El presente estudio se desarrolló bajo un enfoque mixto, integrando métodos cuantitativos para el análisis de demanda, costos, tiempos de viaje y emisiones y cualitativos, orientados a la comprensión del comportamiento de los usuarios, la aceptación social y los impactos urbanos del proyecto. Este enfoque permite captar de manera integral la complejidad del fenómeno de la movilidad urbana, combinando datos numéricos con información contextual y percepciones ciudadanas (Creswell & Plano Clark, 2018).

La naturaleza del trabajo es aplicada y descriptivo-explicativa, dado que busca proponer soluciones concretas a los problemas de movilidad de Ambato mediante la implementación de un sistema de tranvía eléctrico que sirva de eje estructurante para un modelo de transporte sostenible.

3.2. Tipo y nivel de investigación

El tipo de investigación es no experimental y transversal, ya que los datos se recopilaron en un momento determinado para analizar la situación actual y proyectar escenarios futuros sin manipular variables independientes (Hernández-Sampieri et al., 2021).

El nivel es descriptivo, correlacional y de factibilidad:

- **Descriptivo**, porque caracteriza el estado actual de la movilidad en Ambato: modos de transporte, velocidades promedio, congestión, emisiones y comportamiento del transporte público.
- **Correlacional**, al analizar la relación entre el aumento del parque automotor, la congestión y los niveles de contaminación.
- **De factibilidad**, ya que evalúa la viabilidad técnica, económica, social y ambiental del proyecto del tranvía.

3.3. Diseño metodológico

El diseño metodológico se estructuró en cuatro fases principales, siguiendo el ciclo PDCA (Plan–Do–Check–Act) adoptado en el documento técnico y reconocido en la planificación de proyectos urbanos (Deming, 1986; European Commission, 2019):

1. **Fase de planificación (Plan):** recopilación y análisis de información sobre el sistema de movilidad urbana de Ambato, elaboración de diagnóstico, definición de objetivos SMART y escenarios de intervención.
2. **Fase de ejecución (Do):** formulación técnica del proyecto de tranvía, definición del trazado, estaciones, parámetros operativos, integración modal y diseño preliminar de infraestructura.
3. **Fase de verificación (Check):** evaluación de riesgos, validación de indicadores de desempeño, simulación de tiempos de viaje y análisis de impacto ambiental.
4. **Fase de actuación (Act):** ajustes al diseño, definición del plan de comunicación, socialización y propuesta de replicabilidad en otras ciudades intermedias.

Este diseño secuencial garantiza coherencia entre diagnóstico, planificación, ejecución y evaluación, conforme a las metodologías empleadas en los Planes de Movilidad Urbana Sostenible (SUMP) a nivel internacional (European Commission, 2019).

3.4. Población y ámbito de estudio

La población objeto del estudio comprende los habitantes del cantón Ambato (aproximadamente 400 000 personas), los usuarios actuales y potenciales del transporte público, los operadores de buses urbanos e interparroquiales, y los peatones y ciclistas que transitan por el eje norte–centro–sur.

El ámbito territorial del estudio corresponde al corredor urbano Izamba – Centro – Huachi Belén – Terminal Sur, de unos 14 km, que concentra la mayor parte de los flujos vehiculares y peatonales de la ciudad. Este corredor incluye polos de atracción como universidades, mercados, zonas industriales y terminales de transporte terrestre.

3.5. Técnicas e instrumentos de recolección de información

a) Análisis documental y normativo

Se revisaron fuentes secundarias:

- Política Nacional de Movilidad Urbana Sostenible (PNMUS, 2023);
- Ley Orgánica de Transporte Terrestre, Tránsito y Seguridad Vial (LOTTTSV);
- Planes municipales de desarrollo y ordenamiento territorial (PDOT);
- Estudios de referencia internacionales sobre tranvías, movilidad eléctrica y PMUS (Cervero & Guerra, 2019; Litman, 2022).

b) Observación y levantamiento de campo

Se realizaron recorridos por el corredor proyectado para identificar paradas, intersecciones críticas, condiciones de la vía, flujos peatonales y vehiculares. Esta información permitió elaborar la matriz de riesgos por parada y los planes de mitigación específicos.

c) Entrevistas y talleres participativos

Se aplicaron entrevistas semiestructuradas a técnicos municipales, operadores de transporte y representantes comunitarios para recabar percepciones sobre la viabilidad del tranvía y las principales preocupaciones ciudadanas.
También se realizaron talleres de participación para priorizar problemáticas y validar el trazado preliminar, en coherencia con los principios de participación de la IAP2 (2018).

d) Encuestas de movilidad

Se diseñaron encuestas a usuarios para medir frecuencia de uso, modos de transporte, tiempos de viaje, nivel de satisfacción y disposición a usar un sistema eléctrico. Los resultados alimentaron el diagnóstico y los indicadores de desempeño.

e) Análisis cuantitativo

A partir de los datos de tránsito y aforos, se estimaron:

- Velocidades promedio de buses (≈ 18,9 km/h);
- Niveles de congestión y flujos hora pico;
- Proporción de viajes en vehículo particular (~ 40 %);
- Demanda potencial del tranvía (6 000–8 000 pph).

Estos valores se contrastaron con parámetros de referencia internacional (TRB, 2013; Vuchic, 2007).

f) Modelación y simulación

Se utilizaron herramientas de modelación de transporte (software GIS y hojas de cálculo) para simular escenarios de tiempo de viaje y demanda futura, considerando distintas frecuencias, velocidades y capacidad por tren.

3.6. Procedimiento de análisis

El tratamiento de la información combinó análisis estadístico descriptivo, análisis espacial y evaluación multicriterio:

1. **Diagnóstico de movilidad:** se caracterizó la situación actual mediante indicadores de oferta, demanda, congestión y emisiones.
2. **Comparación de alternativas:** se evaluaron escenarios con BRT y LRT aplicando criterios técnicos, económicos, sociales y ambientales, priorizando el tranvía por su mayor sostenibilidad y capacidad de integración urbana.
3. **Evaluación de riesgos:** se aplicó la matriz P × I (Probabilidad × Impacto) para clasificar riesgos en cinco niveles (muy bajo a muy alto) y definir acciones de mitigación y costos estimados.
4. **Análisis esfuerzo–beneficio:** se valoraron ocho iniciativas tácticas del PMUS (tranvía, reestructuración de buses, ciclovías, accesibilidad peatonal, electrolineras, monitoreo ambiental, campañas educativas y centros de transferencia), asignando puntuaciones de 1 a 5 en esfuerzo y beneficio, según el método de análisis multicriterio (Saaty, 1980).
5. **Indicadores SMART:** se aplicaron criterios específicos, medibles, alcanzables, relevantes y acotados en tiempo para fijar metas de desempeño (European Commission, 2019).

3.7. Validación de resultados

Los resultados fueron validados mediante tres mecanismos:

1. Revisión técnica por pares institucionales, a través de la Dirección de Planificación y Movilidad del GADMA.
2. Contraste con literatura especializada, verificando la coherencia de parámetros (velocidad, capacidad, costos) con sistemas tranviarios de referencia (Cervero & Guerra, 2019; TRB, 2013).
3. Retroalimentación ciudadana, obtenida mediante talleres y encuestas piloto, que permitió ajustar la localización de algunas paradas e incorporar medidas de seguridad peatonal y accesibilidad universal.

3.8. Consideraciones éticas y de sostenibilidad

La investigación siguió los principios de ética pública, transparencia y participación informada, asegurando que la información obtenida sea usada únicamente con fines técnicos. En el componente ambiental, se adoptaron criterios de precaución, mitigación y compensación, conforme a la normativa ecuatoriana y a las directrices de la Agenda 2030 (United Nations, 2021).

3.9. Limitaciones de la investigación

Entre las principales limitaciones se identifican:

- Disponibilidad de datos actualizados sobre aforos vehiculares y encuestas origen-destino.
- Falta de series históricas sobre calidad del aire y siniestralidad detallada por corredor.
- Restricciones presupuestarias para levantamientos de campo más amplios.
- Tiempo limitado para la simulación avanzada de demanda con software especializado.

A pesar de estas limitaciones, la triangulación de fuentes y la validación técnica garantizaron la confiabilidad y validez de los resultados.

3.10. Síntesis del enfoque metodológico

En conjunto, la metodología aplicada permitió:

- Diagnosticar integralmente la movilidad urbana de Ambato.
- Diseñar una propuesta técnica de tranvía eléctrico viable y sostenible.
- Evaluar riesgos, impactos y beneficios mediante criterios objetivos.
- Definir indicadores e instrumentos de seguimiento para garantizar la sostenibilidad del proyecto.

De esta forma, el estudio combina rigor técnico con pertinencia social, asegurando que la implementación del tranvía responda a las necesidades actuales y futuras de movilidad del cantón Ambato.

ii. Desarrollo

OBJETIVO ESTRATÉGICO

El objetivo estratégico del proyecto es implantar un sistema integral de movilidad urbana sostenible en la ciudad de Ambato, basado en el desarrollo de un tranvía eléctrico, la restructuración del transporte público, y la promoción de la movilidad activa (peatonal y ciclista), con el propósito de reducir la congestión vehicular, mejorar la calidad ambiental y aumentar la accesibilidad equitativa para todos los habitantes del cantón.

Se busca que, en un plazo de siete años, Ambato se consolide como una ciudad modelo en movilidad limpia, segura e inclusiva, reduciendo en al menos un 40 % las emisiones derivadas del transporte urbano y en un 50 % los tiempos promedio de desplazamiento.

Análisis (SMART)

S (específico): Implementar un sistema de transporte masivo eléctrico (tranvía) de 10 km, complementado por rutas alimentadoras, red de ciclovías y aceras accesibles, que transforme la movilidad urbana de Ambato hacia un modelo limpio, inclusivo y eficiente.

M (medible): Evaluar el éxito del plan mediante indicadores de reducción de emisiones de CO_2 (≥40%), incremento del uso de transporte público (≥25%), disminución de congestión vial (≥30%), y satisfacción ciudadana medida a través de encuestas anuales y registros de movilidad del GAD y MTOP.

A (alcanzable): La ejecución es viable gracias al cofinanciamiento entre el Gobierno Central y el Municipio, la cooperación internacional (GIZ, EUROCLIMA, BID, CAF) y el respaldo legal de la Política Nacional de Movilidad Urbana Sostenible y la LOTTTSV, que promueven la movilidad eléctrica y sostenible.

R (relevante): El objetivo es de alta prioridad, ya que contribuye a reducir la contaminación, mejorar la calidad de vida y garantizar la equidad en el acceso al transporte público.

T (acotado en tiempo): El proyecto se desarrollará en un período de siete años (2025 – 2031).

Tabla 1. ANÁLISIS DAFO

Fortalezas	**Oportunidades**
Alineación con políticas nacionales de movilidad sostenible.	Cofinanciamiento nacional e internacional disponible.
Eje estructurante claro: tranvía + integración de buses + movilidad activa.	Incentivos para movilidad eléctrica y creación de electrolineras.
Voluntad política local y cronograma/presupuesto definidos.	Desarrollo urbano orientado al transporte alrededor de estaciones (DOT).
Debilidades	**Amenazas**
Alta dependencia del vehículo privado y caída del uso del bus.	Sobrecostos y retrasos de obra.
Falta de monitoreo sistemático de calidad del aire y siniestralidad.	Cambios macroeconómicos y climáticos que afecten el proyecto.

Infraestructura peatonal y ciclista insuficiente y poco accesible.	Resistencia social a restricciones de tráfico y estacionamiento.

Nota. Autoría propia.

OBJETIVOS TÁCTICOS

OBJETIVOS TÁCTICOS Tormenta de ideas:

- Implementar un sistema de tranvía eléctrico urbano como eje principal del transporte público sostenible.
- Reestructurar las rutas de buses urbanos para integrarlas con el tranvía mediante un sistema de pago unificado.
- Construir una red de ciclovías interconectadas y seguras que faciliten el acceso a estaciones y zonas comerciales.
- Mejorar la infraestructura peatonal con aceras accesibles, rampas normativas e iluminación eficiente.
- Instalar estaciones de carga eléctrica (electrolineras) en puntos estratégicos del norte, centro y sur de la ciudad.
- Desarrollar campañas de educación y concienciación sobre movilidad limpia, seguridad vial y transporte sostenible.
- Establecer zonas de restricción vehicular y gestión de estacionamientos en el centro urbano para reducir la congestión.
- Crear centros de transferencia modal que integren tranvía, buses y transporte rural.
- Aplicar ordenanzas locales de incentivos para vehículos eléctricos y transporte cero emisiones.
- Implementar un sistema de monitoreo ambiental para evaluar la reducción de emisiones y la calidad del aire.

OBJETIVOS TÁCTICOS análisis SMART y selección de los relevantes

Tranvía eléctrico urbano.

Diseñar e implementar una línea troncal de 10 km con 15–20 estaciones que conecte sur, centro y norte de Ambato.

Reestructuración de buses e integración tarifaria.

Convertir las rutas en alimentadoras del tranvía y unificar el pago con una tarjeta integrada.

Red de ciclovías interconectadas.

Construir ciclovías continuas hacia estaciones y centralidades, con aparcabicis seguros.

Infraestructura peatonal accesible.

Rehabilitar aceras, cruces y rampas con iluminación eficiente en los corredores de mayor demanda.

Gestión de tráfico y estacionamiento.

Aplicar carriles exclusivos para transporte público, control de acceso al centro y tarifas de parqueo disuasorias.

Electrolineras e incentivos para vehículos eléctricos.

Instalar puntos de carga en norte, centro y sur y establecer beneficios locales para flotas y taxis eléctricos.

Centros de transferencia modal.

Crear terminales de integración en periferia para articular tranvía, buses urbanos e intercantonales.

Monitoreo ambiental y seguridad vial.

Implementar estaciones de calidad del aire, prioridad semafórica al transporte público y zonas 30 en áreas sensibles.

OBJETIVOS TÁCTICOS, análisis Esfuerzo Beneficio

Medimos el esfuerzo y el beneficio de actuar en cada una de las iniciativas tácticas del Plan de Movilidad Urbana Sostenible (PMUS) de Ambato. Las mediciones consideran: coste económico, complejidad técnica y gestión administrativa; además del impacto esperado sobre los indicadores de movilidad, ambiente y equidad urbana. Usuarios y puntos del corredor norte–centro–sur (aproximadamente 10 km) del tranvía: 15–20 estaciones, cruces con mayor flujo, mercados/centro y terminal/industrial; actores: usuarios de TP, peatones/ciclistas, conductores, residentes y comercios

Iniciativa 1: Implementación del Sistema de Tranvía Eléctrico Urbano

Diseño y construcción de una línea troncal de 10 km que conecte las zonas sur, centro y norte de Ambato, con 15–20 estaciones accesibles y un centro de control y mantenimiento.

Esfuerzo estimado

- Coste económico:

- Infraestructura, material rodante y sistemas eléctricos: USD 190 millones

- Complejidad técnica: muy alta (obra civil, catenarias, señalización, adquisición de trenes eléctricos).
- Gestión administrativa: muy alta (licitaciones internacionales, convenios de cofinanciamiento con Gobierno Central y multilaterales)

Beneficio esperado

Lagging indicator afectado:

Reducción de congestión vehicular y de emisiones de CO_2.

Estimación de impacto:

Disminución del 40 % en tiempos de viaje y 35 % en emisiones de transporte urbano.

Otros beneficios:

Modernización de la movilidad, mejora del paisaje urbano, incremento de la productividad y atracción de inversión.

Reestructuración e Integración del Sistema de Buses Urbanos

Reorganización de rutas actuales para que funcionen como alimentadoras del tranvía y adopción de una tarjeta única de pago para todos los modos de transporte.

Esfuerzo estimado

Coste económico:

Modernización de flota y sistemas de cobro: USD 25 millones

Complejidad técnica: media (reingeniería de rutas, tecnología de cobro, capacitación de operadores).

Gestión administrativa: alta (coordinación con cooperativas de transporte y Agencia Nacional de Tránsito).

Beneficio esperado

Lagging indicator afectado:

Incremento del uso del transporte público.

Estimación de impacto:

Aumento del 25 % de pasajeros diarios en transporte público al año de operación.

Otros beneficios:

Reducción de duplicidad de recorridos, menor consumo de diésel, mejora de ingresos para operadoras formales.

Construcción de Red de Ciclovías Interconectadas

Descripción

Desarrollo de una red de ciclovías seguras y continuas (20 km) vinculadas a las estaciones del tranvía y zonas residenciales, con parqueaderos para bicicletas y señalización vial.

Esfuerzo estimado

Coste económico:

USD 8 millones (infraestructura y señalización).

Complejidad técnica: media (intervención en vías existentes, iluminación y drenaje).

Gestión administrativa: media (autorizaciones municipales y coordinación con obras públicas).

Beneficio esperado

Lagging indicator afectado:

Incremento de movilidad activa y reducción del uso de vehículos particulares.

Estimación de impacto:

Aumento del 15 % en viajes en bicicleta en zonas de influencia del tranvía.

Otros beneficios:

Mejora de salud pública, reducción de contaminación acústica, fortalecimiento del turismo local.

Mejora de Infraestructura Peatonal y Accesibilidad Universal

Descripción

Rehabilitación de aceras, cruces y rampas en los corredores del tranvía, con iluminación LED, señalización táctil y mobiliario urbano accesible.

Esfuerzo estimado

Coste económico:

USD 10 millones (readecuación de 15 km de veredas y cruces).

Complejidad técnica: media (obra civil ligera y normativas de accesibilidad).

Gestión administrativa: media (coordinación con servicios básicos y planificación urbana).

Beneficio esperado

Lagging indicator afectado:

Mejora de seguridad vial y accesibilidad.

Estimación de impacto:

Reducción del 20 % en accidentes peatonales en corredores priorizados.

Otros beneficios:

Inclusión de personas con discapacidad, embellecimiento urbano, dinamización comercial local.

Instalación de Electrolineras y Fomento a Vehículos Eléctricos

Descripción

Implementación de estaciones de carga eléctrica en puntos estratégicos (norte, centro, sur) para buses, taxis y vehículos privados, con incentivos municipales a flotas cero emisiones.

Esfuerzo estimado

Coste económico:

USD 3 millones (infraestructura de carga rápida, redes y mantenimiento inicial).

Complejidad técnica: media (instalación eléctrica especializada).

Gestión administrativa: baja (coordinación con Empresa Eléctrica y concesionarios).

Beneficio esperado

Lagging indicator afectado:

Reducción de consumo de combustibles fósiles.

Estimación de impacto:

Disminución del 10 % en flota motorizada a combustión en el primer quinquenio.

Otros beneficios:

Impulso a la transición energética local, creación de empleos verdes, imagen de ciudad sostenible.

Monitoreo Ambiental y Gestión de Calidad del Aire

Descripción

Instalación de estaciones automáticas de monitoreo de calidad del aire a lo largo del corredor tranviario y elaboración de informes anuales de emisiones y ruido urbano.

Esfuerzo estimado

Coste económico:

USD 1 millón (equipos, software, mantenimiento y personal técnico).

Complejidad técnica: baja (tecnología existente y de fácil implementación).

Gestión administrativa: media (coordinación con MAATE y red de universidades).

Beneficio esperado

Lagging indicator afectado:

Control de emisiones y cumplimiento de normativas ambientales.

Estimación de impacto:

Generación de línea base de emisiones para reportes del PMUS y reducción progresiva del 30 % de contaminantes en 5 años.

Otros beneficios:

Fortalecimiento de la gestión ambiental local, información pública transparente y mejora de salud ciudadana.

Campañas de Educación y Cultura de Movilidad Sostenible

Descripción

Desarrollo de campañas comunicacionales y talleres educativos para promover el uso del transporte público, bicicleta y caminata segura.

Esfuerzo estimado

Coste económico:

USD 500 000 (producción de medios, talleres y material educativo).

Complejidad técnica: baja (diseño y difusión).

Gestión administrativa: baja (coordinación con universidades y medios locales).

Beneficio esperado

Lagging indicator afectado:

Incremento de aceptación social del tranvía y respeto vial.

Estimación de impacto:

Aumento del 40 % en conocimiento ciudadano sobre movilidad sostenible.

Otros beneficios:

Cambio de hábitos de desplazamiento, disminución de conflictos viales y fortalecimiento de identidad urbana.

Centros de Transferencia Modal

Descripción

Construcción de dos terminales intermodales (norte y sur) que integren el tranvía con buses urbanos e interparroquiales, ciclovías y taxis eléctricos.

Esfuerzo estimado

Coste económico:

USD 5 millones (obras civiles, urbanización y equipamiento).

Complejidad técnica: alta (coordinación de redes de transporte y servicios).

Gestión administrativa: media (planificación interinstitucional y ordenanzas).

Beneficio esperado

Lagging indicator afectado:

Aumento de accesibilidad y reducción de tiempo en transbordos.

Estimación de impacto:

Reducción del 25 % en tiempos puerta a puerta para usuarios interparroquiales.

Otros beneficios:

Desarrollo urbano compacto (DOT), dinamización económica y reducción de tráfico en el centro.

Conclusión: Se considera no prioritaria por su coste y complejidad, aunque podría plantearse como proyecto a largo plazo.

A continuación, se presenta una tabla en la que se sintetizan los diferentes esfuerzos y beneficios asociados a cada medida. Para facilitar la comparación, ambos factores se han cuantificado mediante una escala numérica. Si bien este método implica cierto grado de subjetividad, el equipo ha acordado dichas valoraciones tras un análisis exhaustivo y detallado de cada opción, considerando tanto la viabilidad como el impacto esperado en función de la experiencia y los datos disponibles.

Tabla 2. Iniciativas

Iniciativa	Esfuerzo	Beneficio
Tranvía eléctrico urbano	5	5
Reestructuración de buses	4	5
Red de ciclovías	3	4
Infraestructura peatonal	3	4
Electrolineras	2	3
Monitoreo ambiental	2	3
Campañas educativas	1	3
Centros de transferencia	4	5

El análisis esfuerzo–beneficio permite comparar las distintas iniciativas del Plan de Movilidad Urbana Sostenible de Ambato (PMUS) con base en tres criterios de esfuerzo (coste, complejidad técnica y gestión administrativa) y tres criterios de beneficio(impacto en reducción de emisiones, mejora de movilidad y equidad social).

En el gráfico de dispersión, las abscisas (eje X) representan el beneficio total esperado, mientras que las ordenadas (eje Y) indican el esfuerzo necesario. Las opciones situadas en la parte alta y derecha del gráfico (mayor beneficio con esfuerzo controlado) son las más estratégicas y prioritarias, mientras que las situadas en la parte baja y a la izquierda son menos favorables en la etapa inicial:

En el gráfico de dispersión, las iniciativas 1, 2, 3, 4, 5, 6 y 8 se ubican en el cuadrante superior derecho, evidenciando su alto impacto social y ambiental dentro de un esfuerzo asumible por el Municipio y el Gobierno Central. La iniciativa 7 (campañas educativas), aunque de menor escala, complementa las medidas estructurales al fomentar cambio de hábitos y educación ciudadana.

Eje X (Beneficio): 1–5

Eje Y (Esfuerzo): 1–5

Figura 1. Gráfico de dispersión

Beneficio / Esfuerzo	1	2	3	4	5
1					
2		(5) Electrolineras			
3		(6) Monitoreo ambiental	(3) Ciclovías	(4) Peatonal	
4				(2) Reestructuración buses	(8) Centros transferencia
5					(1) Tranvía eléctrico

Zona verde: Opciones más interesantes

Zona naranja: Opciones menos prioritarias (solo por complejidad o dependencia externa)

OBJETIVOS TÁCTICOS, cribado de las opciones a adoptar

Tras la evaluación cuantitativa y el análisis gráfico, se seleccionan las alternativas 1, 2, 3, 4, 5, 6 y 8, que ofrecen alto beneficio socioambiental, viabilidad técnica y coherencia con los objetivos estratégicos del PMUS.

Se descarta únicamente la alternativa 7 como acción complementaria de bajo costo y beneficio indirecto, ejecutable paralelamente a otras medidas principales:

Alternativa 1: Tranvía eléctrico urbano.

Principal columna vertebral del sistema; transforma la movilidad reduciendo emisiones y tiempos de viaje en un 40 %.

Alternativa 2: Reestructuración e integración de buses.

Mejora la eficiencia operativa y la cobertura del transporte público; permite una tarifa unificada y transbordos sin fricción.

Alternativa 3: Red de ciclovías interconectadas.

Complementa el transporte limpio y fomenta la movilidad activa con impacto positivo en salud y ambiente.

Alternativa 4: Mejora de infraestructura peatonal.

Prioriza la seguridad y accesibilidad universal, especialmente en el centro urbano y estaciones del tranvía.

Alternativa 5: Electrolineras y flota eléctrica.

Acelera la transición energética y apoya a transportistas locales en el cambio hacia tecnologías limpias.

Alternativa 6: Monitoreo ambiental.

Permite cuantificar los beneficios ambientales del PMUS y establecer la línea base de emisiones.

Alternativa 8: Centros de transferencia modal.

Garantiza equidad territorial conectando parroquias rurales con el eje tranviario principal.

Las iniciativas seleccionadas constituyen un conjunto equilibrado de acciones estructurales y de soporte, que permiten cumplir el horizonte del PMUS (2025–2031). Su ejecución coordinada generará una transformación tangible en la movilidad de Ambato, reduciendo emisiones, mejorando la accesibilidad y posicionando a la ciudad.

OBJETIVOS TÁCTICOS, análisis Esfuerzo Beneficio

Medimos el esfuerzo y el beneficio de actuar en cada una de las iniciativas tácticas del Plan de Movilidad Urbana Sostenible (PMUS) de Ambato. Las mediciones consideran: coste económico, complejidad técnica y gestión administrativa; además del impacto esperado sobre los indicadores de movilidad, ambiente y equidad urbana. Usuarios y puntos del corredor norte–centro–sur (aproximadamente 10 km) del tranvía: 15–20 estaciones, cruces con mayor flujo, mercados/centro y terminal/industrial; actores: usuarios de TP, peatones/ciclistas, conductores, residentes y comercios

Iniciativa 1: Implementación del Sistema de Tranvía Eléctrico Urbano

Descripción

Diseño y construcción de una línea troncal de 10 km que conecte las zonas sur, centro y norte de Ambato, con 15–20 estaciones accesibles y un centro de control y mantenimiento.

Coste económico:

Infraestructura, material rodante y sistemas eléctricos: USD 190 millones

Complejidad técnica: muy alta (obra civil, catenarias, señalización, adquisición de trenes eléctricos).

Gestión administrativa: muy alta (licitaciones internacionales, convenios de cofinanciamiento con Gobierno Central y multilaterales)

Beneficio esperado

Lagging indicator afectado:

Reducción de congestión vehicular y de emisiones de CO_2.

Estimación de impacto:

Disminución del 40 % en tiempos de viaje y 35 % en emisiones de transporte urbano.

Otros beneficios:

Modernización de la movilidad, mejora del paisaje urbano, incremento de la productividad y atracción de inversión.

Iniciativa 2: Reestructuración e Integración del Sistema de Buses Urbanos

Descripción

Reorganización de rutas actuales para que funcionen como alimentadoras del tranvía y adopción de una tarjeta única de pago para todos los modos de transporte.

Coste económico:

Modernización de flota y sistemas de cobro: USD 25 millones

Complejidad técnica: media (reingeniería de rutas, tecnología de cobro, capacitación de operadores).

Gestión administrativa: alta (coordinación con cooperativas de transporte y Agencia Nacional de Tránsito).

Beneficio esperado

Lagging indicator afectado:

Incremento del uso del transporte público.

Estimación de impacto:

Aumento del 25 % de pasajeros diarios en transporte público al año de operación.

Otros beneficios:

Reducción de duplicidad de recorridos, menor consumo de diésel, mejora de ingresos para operadoras formales.

Iniciativa 3: Construcción de Red de Ciclovías Interconectadas

Descripción

Desarrollo de una red de ciclovías seguras y continuas (20 km) vinculadas a las estaciones del tranvía y zonas residenciales, con parqueaderos para bicicletas y señalización vial.

Coste económico:

USD 8 millones (infraestructura y señalización).

Complejidad técnica: media (intervención en vías existentes, iluminación y drenaje).

Gestión administrativa: media (autorizaciones municipales y coordinación con obras públicas).

Beneficio esperado

Lagging indicator afectado:

Incremento de movilidad activa y reducción del uso de vehículos particulares.

Estimación de impacto:

Aumento del 15 % en viajes en bicicleta en zonas de influencia del tranvía.

Otros beneficios:

Mejora de salud pública, reducción de contaminación acústica, fortalecimiento del turismo local.

Iniciativa 4: Mejora de Infraestructura Peatonal y Accesibilidad Universal

Descripción

Rehabilitación de aceras, cruces y rampas en los corredores del tranvía, con iluminación LED, señalización táctil y mobiliario urbano accesible.

Coste económico:

USD 10 millones (readecuación de 15 km de veredas y cruces).

Complejidad técnica: media (obra civil ligera y normativas de accesibilidad).

Gestión administrativa: media (coordinación con servicios básicos y planificación urbana).

Beneficio esperado

Lagging indicator afectado:

Mejora de seguridad vial y accesibilidad.

Estimación de impacto:

Reducción del 20 % en accidentes peatonales en corredores priorizados.

Otros beneficios:

Inclusión de personas con discapacidad, embellecimiento urbano, dinamización comercial local.

Iniciativa 5: Instalación de Electrolineras y Fomento a Vehículos Eléctricos

Descripción

Implementación de estaciones de carga eléctrica en puntos estratégicos (norte, centro, sur) para buses, taxis y vehículos privados, con incentivos municipales a flotas cero emisiones.

Coste económico:

USD 3 millones (infraestructura de carga rápida, redes y mantenimiento inicial).

Complejidad técnica: media (instalación eléctrica especializada).

Gestión administrativa: baja (coordinación con Empresa Eléctrica y concesionarios).

Beneficio esperado

Lagging indicator afectado:

Reducción de consumo de combustibles fósiles.

Estimación de impacto:

Disminución del 10 % en flota motorizada a combustión en el primer quinquenio.

Otros beneficios:

Impulso a la transición energética local, creación de empleos verdes, imagen de ciudad sostenible.

Iniciativa 6: Monitoreo Ambiental y Gestión de Calidad del Aire

Descripción

Instalación de estaciones automáticas de monitoreo de calidad del aire a lo largo del corredor tranviario y elaboración de informes anuales de emisiones y ruido urbano.

Coste económico:

USD 1 millón (equipos, software, mantenimiento y personal técnico).

Complejidad técnica: baja (tecnología existente y de fácil implementación).

Gestión administrativa: media (coordinación con MAATE y red de universidades).

Beneficio esperado

Lagging indicator afectado:

Control de emisiones y cumplimiento de normativas ambientales.

Estimación de impacto:

Generación de línea base de emisiones para reportes del PMUS y reducción progresiva del 30 % de contaminantes en 5 años.

Otros beneficios:

Fortalecimiento de la gestión ambiental local, información pública transparente y mejora de salud ciudadana.

Iniciativa 7: Campañas de Educación y Cultura de Movilidad Sostenible

Descripción

Desarrollo de campañas comunicacionales y talleres educativos para promover el uso del transporte público, bicicleta y caminata segura.

Coste económico:

USD 500 000 (producción de medios, talleres y material educativo).

Complejidad técnica: baja (diseño y difusión).

Gestión administrativa: baja (coordinación con universidades y medios locales).

Beneficio esperado

Lagging indicator afectado:

Incremento de aceptación social del tranvía y respeto vial.

Estimación de impacto:

Aumento del 40 % en conocimiento ciudadano sobre movilidad sostenible.

Otros beneficios:

Cambio de hábitos de desplazamiento, disminución de conflictos viales y fortalecimiento de identidad urbana.

Iniciativa 8: Centros de Transferencia Modal

Descripción

Construcción de dos terminales intermodales (norte y sur) que integren el tranvía con buses urbanos e interparroquiales, ciclovías y taxis eléctricos.

Coste económico:

USD 5 millones (obras civiles, urbanización y equipamiento).

Complejidad técnica: alta (coordinación de redes de transporte y servicios).

Gestión administrativa: media (planificación interinstitucional y ordenanzas).

Beneficio esperado

Lagging indicator afectado:

Aumento de accesibilidad y reducción de tiempo en transbordos.

Estimación de impacto:

Reducción del 25 % en tiempos puerta a puerta para usuarios interparroquiales.

Otros beneficios:

Desarrollo urbano compacto (DOT), dinamización económica y reducción de tráfico en el centro.

Se considera no prioritaria por su coste y complejidad, aunque podría plantearse como proyecto a largo plazo.

A continuación, se presenta una tabla en la que se sintetizan los diferentes esfuerzos y beneficios asociados a cada medida. Para facilitar la comparación, ambos factores se han cuantificado mediante una escala numérica. Si bien este método implica cierto grado de subjetividad, el equipo ha acordado dichas valoraciones tras un análisis exhaustivo y detallado

de cada opción, considerando tanto la viabilidad como el impacto esperado en función de la experiencia y los datos disponibles.

Tabla 3. Impacto esperado

Iniciativa	Esfuerzo	Beneficio
Tranvía eléctrico urbano	5	5
Reestructuración de buses	4	5
Red de ciclovías	3	4
Infraestructura peatonal	3	4
Electrolineras	2	3
Monitoreo ambiental	2	3
Campañas educativas	1	3
Centros de transferencia	4	5

Nota. Autoría propia.

El análisis esfuerzo–beneficio permite comparar las distintas iniciativas del Plan de

Movilidad Urbana Sostenible de Ambato (PMUS) con base en tres criterios de esfuerzo (coste, complejidad técnica y gestión administrativa) y tres criterios de beneficio (impacto en reducción de emisiones, mejora de movilidad y equidad social).

En el gráfico de dispersión, las abscisas (eje X) representan el beneficio total esperado, mientras que las ordenadas (eje Y) indican el esfuerzo necesario.

Las opciones situadas en la parte alta y derecha del gráfico (mayor beneficio con esfuerzo controlado) son las más estratégicas y prioritarias, mientras que las situadas en la parte baja y a la izquierda son menos favorables en la etapa inicial:

En el gráfico de dispersión, las iniciativas 1, 2, 3, 4, 5, 6 y 8 se ubican en el cuadrante superior derecho, evidenciando su alto impacto social y ambiental dentro de un esfuerzo asumible por el Municipio y el Gobierno Central.

La iniciativa 7 (campañas educativas), aunque de menor escala, complementa las medidas estructurales al fomentar cambio de hábitos y educación ciudadana.

Eje X (Beneficio): 1–5

Eje Y (Esfuerzo): 1–5

Figura 2. Beneficio/Esfuerzo

Beneficio / Esfuerzo	1	2	3	4	5
1					
2		(5) Electrolineras			
3		(6) Monitoreo ambiental	(3) Ciclovías	(4) Peatonal	
4				(2) Reestructuración buses	(8) Centros transferencia
5					(1) Tranvía eléctrico

Nota. Zona verde: Opciones más interesantes. Zona naranja: Opciones menos prioritarias (solo por complejidad o dependencia externa)

Objetivos tácticos

Tras la evaluación cuantitativa y el análisis gráfico, se seleccionan las alternativas 1, 2, 3, 4, 5, 6 y 8, que ofrecen alto beneficio socioambiental, viabilidad técnica y coherencia con los objetivos estratégicos del PMUS.

Se descarta únicamente la alternativa 7 como acción complementaria de bajo costo y beneficio indirecto, ejecutable paralelamente a otras medidas principales:

Alternativa 1: Tranvía eléctrico urbano

Principal columna vertebral del sistema; transforma la movilidad reduciendo emisiones y tiempos de viaje en un 40 %.

Alternativa 2: Reestructuración e integración de buses.

Mejora la eficiencia operativa y la cobertura del transporte público; permite una tarifa unificada y transbordos sin fricción.

Alternativa 3: Red de ciclovías interconectadas.

Complementa el transporte limpio y fomenta la movilidad activa con impacto positivo en salud y ambiente.

Alternativa 4: Mejora de infraestructura peatonal.

Prioriza la seguridad y accesibilidad universal, especialmente en el centro urbano y estaciones del tranvía.

Alternativa 5: Electrolineras y flota eléctrica.

Acelera la transición energética y apoya a transportistas locales en el cambio hacia tecnologías limpias.

Alternativa 6: Monitoreo ambiental.

Permite cuantificar los beneficios ambientales del PMUS y establecer la línea base de emisiones.

Alternativa 8: Centros de transferencia modal.

Garantiza equidad territorial conectando parroquias rurales con el eje tranviario principal.

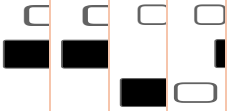
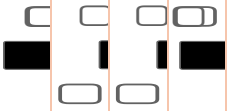
Las iniciativas seleccionadas constituyen un conjunto equilibrado de acciones estructurales y de soporte, que permiten cumplir el horizonte del PMUS (2025–2031). Su ejecución coordinada generará una transformación tangible en la movilidad de Ambato, reduciendo emisiones y mejorando la accesibilidad.

PLANIFICACIÓN de las actuaciones seleccionadas. PDCA AJUSTADO

Tabla 4. Cronograma

Fase PDCA	Meses:	1	2	3	4	5	6	7	8	G	10	11	12
Planificar	Recopilación de datos de movilidad y aforos (vehiculares y peatonales)												
	Identificación de corredores prioritarios y trazado preliminar del tranvía												
	Elaboración del plan maestro de transporte y objetivos SMART												

	(movilidad limpia, inclusión, reducción de emisiones)	
	Análisis técnico-financiero y DAFO institucional	
Hacer	Elaboración de estudios definitivos de ingeniería (obras civiles, electromecánica y sistemas)	
	Coordinación interinstitucional (GAD Ambato, MTOP, MAAE, operadoras)	
	Ejecución del piloto funcional (tramo 2 km con 3 estaciones)	
Verificar	Monitoreo mensual de avance de obra e indicadores de sostenibilidad	
	Encuestas de percepción ciudadana y satisfacción del usuario piloto	
	Evaluación de tiempos de viaje, velocidad comercial y emisiones	
	Comparación con línea base y validación de hipótesis de eficiencia energética	
Actuar	Ajustes de diseño (frecuencia, paradas, accesibilidad universal) según resultados	

	Revisión del plan de comunicación y educación vial para usuarios												
	Implantación completa en el resto del corredor urbano (fase de expansión 10 km)												
	Propuesta de replicación en otras ciudades intermedias (Riobamba, Cuenca, Loja)												

CAPITULO 4.

i. Análisis de resultados.

Diseño de circulación del tranvía

Eje principal

- Norte (Izamba) → Av. Indoamérica (Corredor Norte) → Centro (Av. 12 de noviembre) → Sur (Av. Atahualpa (corredor Sur) → Huachi Belén (Terminal Sur).
- Este eje atraviesa los principales polos de movilidad: barrios residenciales densos, mercados, universidades, centros comerciales y terminales terrestres.

Paradas y estaciones sugeridas:

Tramo Norte – Izamba a Ingahurco

1. **Izamba Norte** (cabecera + patio taller)
2. **Izamba Norte – La Victoria** (transporte de personas particulares y estudiantes)
3. **La Victoria - Los Tres Juanes** (transporte de empleados privados)
4. **Los Tres Juanes - La Península** (transporte de personas particulares y estudiantes)
5. **La Península – Plasticaucho** (empresa icono de la ciudad - Plasticaucho)
6. **Plasticaucho - Ingahurco Bajo** (transporte de personas y estudiantes)
7. **Ingahurco Bajo - Sagrada Familia** (transporte de estudiantes)
8. **Sagrada Familia - Ferroviario** (entrada al centro, nodo estratégico)

Tramo Central – Corredor 12 de Noviembre / Centro de la Ciudad

9. **Ferroviario – Teresa Flor** (inicio corredor central)
10. **Teresa Flor – Thomas Sevilla** (corazón histórico y administrativo)
11. **Thomas Sevilla – Parque 12 de Nov.** (intercambio con buses urbanos y taxis)

12. **Parque 12 Noviembre – La Vicentina** (transporte de personas y estudiantes)

Tramo Sur – Centro de la Ciudad a Huachi Belén

13. **La Vicentina - Colegio Bolívar** (unidad educativa - instituciones públicas PP.NN)
14. **Colegio Bolivar - Miñarica** (nodo vial clave)
15. **Miñarica - La Pradera** (escuelas de conducción y comercio)
16. **La Pradera – U.T.A.** (alta demanda estudiantil, centro comercial y municipalidad)
17. **U.T.A. - Huachi Chico** (nodo vial clave)
18. **Huachi Chico - Huachi Solis** (lugares de comercio y afluencias de estudiantes)
19. **Huachi Solis - Huachi El Progreso** (transporte de personas y estudiantes)
20. **Huachi Solis - Huachi El Belén** (talleres metalmecánicos y empresas privadas)
21. **Huachi Belén - Terminal Sur** (transporte de personas y estudiantes)
22. **Terminal Sur** (cabecera sur + intercambiador regional)

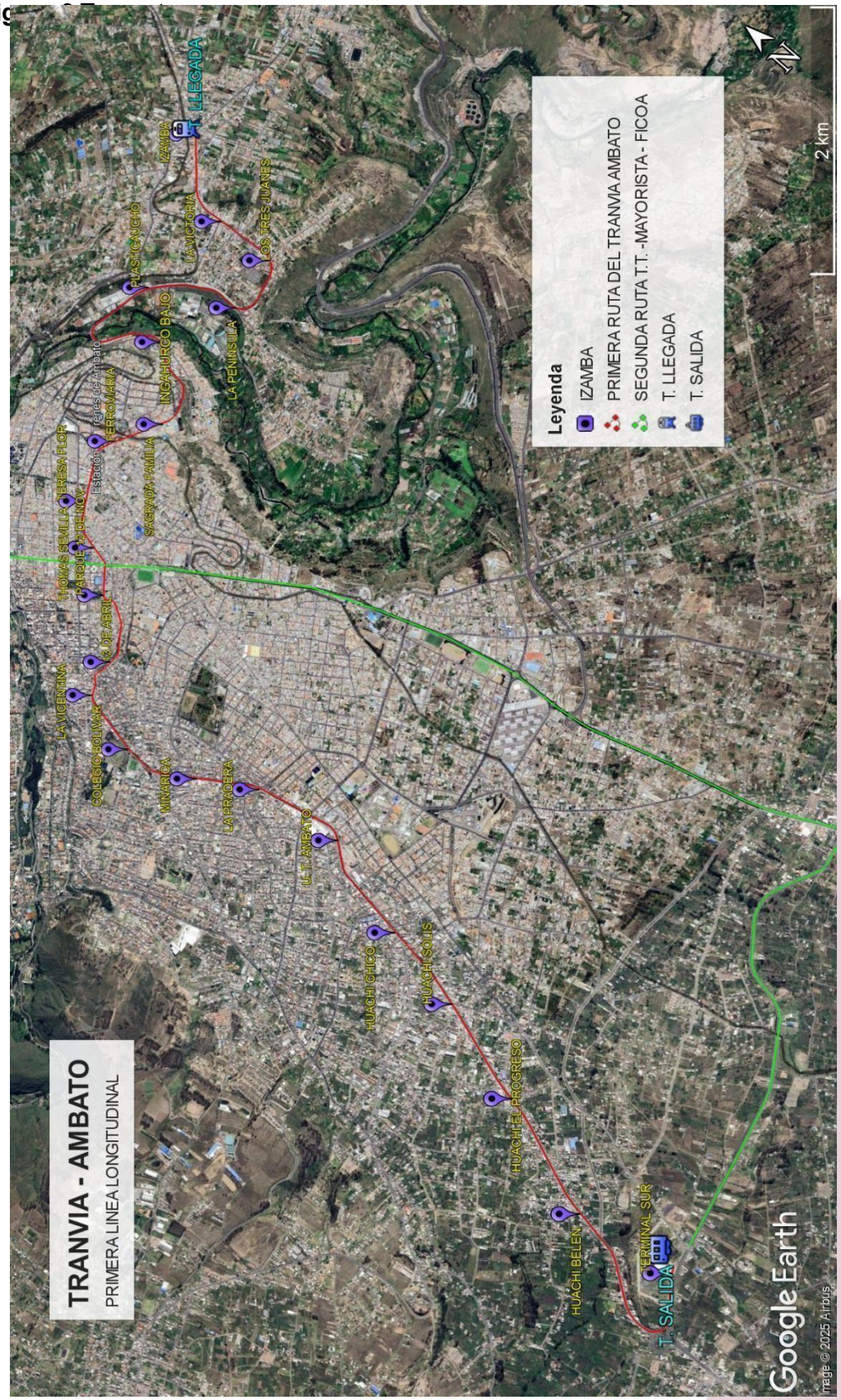
PARÁMETROS TÉCNICOS DE REFERENCIA

- **Longitud estimada**: 14.2 km (Izamba ↔ Terminal Sur).
- **Número de paradas/estaciones**: 22 (4 de jerarquía mayor como intercambiadores: Izamba Norte, Ferroviario , U.T.A. - Huachi Chico y Terminal Sur).
- **Tiempo de recorrido punta a punta**: 35–38 min.
- **Velocidad comercial**: 22–25 km/h con prioridad semafórica.
- **Capacidad hora-sentido**: 6.000–8.000 pasajeros/hora (con trenes de 200–250 pax y headway 5–6 min).

INTEGRACIÓN CLAVE

- **Intercambiadores Norte y Sur**: conexión con buses interparroquiales y regionales.
- **Centro de la Ciudad**: prioridad peatonal + tranvía, restringiendo vehículos privados.
- **U.T.A. y Huachi Chico**: generadores de alta demanda, con ciclo parqueaderos y estacionamientos disuasorios.
- **Terminal Sur (Huachi Belén)**: punto de transferencia regional, ideal como cabecera sur.

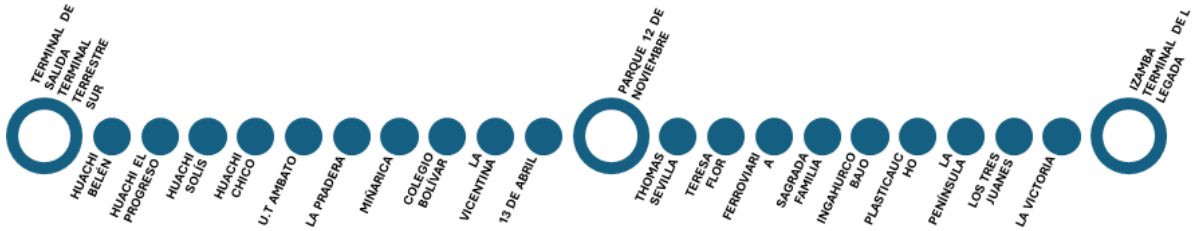
Fig



Nota. Imagen de GoogleMaps

Esquema simplificado con las posible paradas:

Figura 4. Esquema simplificado de la línea tranvía de la ciudad de Ambato



Fuente: Autoría propia.

Riesgos para la creación del primer tranvía en la ciudad de Ambato

Riesgos Técnicos y de Infraestructura

- Limitaciones físicas: calles estrechas en el centro histórico (Av. Cevallos, Sucre, Bolívar) que dificultan insertar plataforma exclusiva.
- Topografía y suelos: pendientes y suelos variables pueden incrementar costos de construcción.
- Interferencia con servicios básicos: redes de agua, alcantarillado, electricidad y telecomunicaciones que requerirán reubicación.
- Compatibilidad con buses existentes: posible duplicación de rutas y necesidad de rediseño del sistema.

Riesgos Operativos

- Velocidad comercial baja si no se garantiza prioridad semafórica en intersecciones.
- Conflictos con peatones y ciclistas en zonas céntricas con alto tránsito peatonal.
- Interferencias con el tráfico vehicular si no se logra una buena segregación de carriles.
- Sobrecarga en horas pico si la flota no crece al ritmo de la demanda.

Riesgos urbanos y de movilidad

- Congestión vehicular durante la construcción, afectando al comercio y transporte actual.
- Infraestructura vial deteriorada o insuficiente para soportar la integración del tranvía.
- Competencia por espacio urbano con peatones, buses, taxis y comercio informal.

Riesgos sociales y comunitarios

- Resistencia de gremios de transporte (coop. de buses, taxistas) por temor a perder mercado.
- Rechazo ciudadano por falta de información, miedo a incrementos en tarifas o impacto en negocios.
- Problemas de accesibilidad si no se diseña pensando en adultos mayores, personas con discapacidad y sectores periféricos.

Riesgos administrativos, financieros y políticos

- Déficit de planificación urbana y falta de un plan de movilidad integral actualizado.
- Altos costos de inversión y mantenimiento, con riesgo de sobrecostos y endeudamiento.
- Corrupción o mala gestión en contratos y ejecución de obra.
- Cambio de autoridades municipales que podrían frenar, retrasar o modificar el proyecto.
- Falta de sostenibilidad económica si la demanda de pasajeros no es suficiente para cubrir la operación.

Impactos Urbanos Positivos

- **Mejora de la movilidad sostenible**
  - Ofrecería un transporte público eficiente, rápido y con mayor capacidad que los buses convencionales.
  - Reduciría la congestión vehicular en ejes principales como Av. Cevallos, Av. Indoamérica o Av. Los Andes.
- **Ordenamiento del espacio urbano**

    - Impulsaría la reorganización de vías, señalética y paradas exclusivas.
    - Incentivaría la peatonalización de ciertas áreas del centro y mejoraría la accesibilidad para personas con movilidad reducida.
- **Revitalización económica**
    - Dinamizaría zonas cercanas a estaciones y corredores, generando nuevos polos comerciales y de servicios.
    - Podría aumentar el valor del suelo en sectores estratégicos.
- **Reducción de la contaminación**
    - Menor emisión de CO_2 frente a buses tradicionales.
    - Disminución del ruido urbano, ya que el tranvía es silencioso.
- **Modernización de la imagen urbana**
    - Proyectaría a Ambato como una ciudad moderna y sostenible.
    - Atraería turismo y reforzaría su posición como ciudad intermedia clave en la Sierra central.

Impactos Urbanos Negativos

- **Afectación en la etapa de construcción**
    - Congestión temporal del tráfico en zonas intervenidas.
    - Interrupción en actividades comerciales y molestias a residentes.
- **Reducción del espacio vial disponible**
    - Al dedicar carriles exclusivos para el tranvía, se limitaría la circulación de vehículos particulares.
- **Costos de inversión y mantenimiento**
    - Elevados gastos que pueden comprometer el presupuesto municipal o requerir endeudamiento.
    - Riesgo de tarifas altas para los usuarios si no existe un subsidio adecuado.
- **Transformación del tejido urbano**
    - Posible gentrificación en sectores cercanos a estaciones: incremento del costo de vida y desplazamiento de población vulnerable.
- **Dependencia tecnológica**
    - Necesidad de infraestructura eléctrica estable y sistemas de control avanzados.
    - Riesgo de obsolescencia si no se garantiza actualización y mantenimiento continuo.

Póliza de seguro para vehículos de transporte público vinculados al sistema tranviario

El funcionamiento del sistema de tranvías en Ambato requiere que los vehículos de transporte público que intersecten con el corredor (autobuses alimentadores urbanos, autobuses interparroquiales y vehículos pesados que compartan segmentos de carretera) obtengan un seguro adecuado. A continuación, se presenta el contenido adaptado de un modelo de póliza de responsabilidad civil para vehículos de transporte público. Esta es una aproximación fáctica de las condiciones del mercado para autobuses de servicio regular, y tiene como objetivo ilustrar los requisitos mínimos de cobertura y su conexión con la gestión del riesgo vial dentro del proyecto del tranvía.

La vigilancia del siniestro objeto del contrato se estructura a través de la cláusula del objeto del seguro. Esta se define como la protección del daño que el vehículo asegurado, al transitar, realizar maniobras de carga o descarga, y detenerse en paradas o permanecer en el espacio público, cause a terceros. En esta cláusula se establece que la compañía aseguradora pagará por el costo indemnizatorio por daño personal o la muerte de terceros, así como por la reposición de gastos de reparación del daño que se les asigne a otros vehículos, a la infraestructura de la vía y a los bienes del sistema tranviario, así como de fallecidos y otros no transportados que aumenten el siniestro. Es relevante en el caso de Ambato que un vehículo de transporte público que colisione con un tranvía o con equipos de catenaria genere costos elevados en la reparación de los bienes y en la reposición del servicio, que es un daño que sí podría eventualmente configurar las pérdidas descritas para el siniestro.

En segundo lugar, la póliza incorpora cláusulas con cobertura complementaria. Entre las más notables se encuentran las cláusulas de Defensa Legal y de Fianzas, que prevén la asistencia legal del asegurado cubierto en procedimientos administrativos y judiciales derivados de accidentes y la publicación de fianzas cuando lo ordenen las autoridades. También se incluyen coberturas para accidentes personales del conductor y del personal asistente, muerte, discapacidad permanente, y gastos médicos y hospitalarios de los pasajeros cubiertos. En muchos productos de seguros, se añade una extensión de cobertura para daños propios al vehículo, robo y incendio, y fenómenos naturales, lo cual es relevante para flotas de autobuses alimentadores que operan intensivamente y requieren continuidad operativa ininterrumpida.

La póliza de seguro establece igualmente una serie de exclusiones comunes. Se excluye el daño causado cuando el conductor no posee una licencia válida, está bajo la influencia de alcohol o drogas, utiliza el vehículo con fines distintos a los establecidos, participa en competencias no sancionadas o conduce en vías no aprobadas. También suelen excluirse los daños resultantes de guerras, disturbios, desastres naturales extraordinarios o fallas intencionadas. Estas exclusiones requieren que el operador del sistema de transporte mejore el sistema de selección y supervisión de conductores para incluir pruebas periódicas de alcohol y capacitación en el uso adecuado del vehículo, reduciendo así la probabilidad de que un incidente no sea asegurable.

Conforme a lo estipulado en la póliza en materia de gestión de riesgo del tranvía, se incluyen franquicias y topes de indemnización por víctima y por evento. Para un sistema integral en Ambato, se sugiere que los topes sean bastante elevados en razón a que se pueden simular escenarios de colisión múltiple en horas pico donde un único evento puede involucrar un bus de transporte masivo, un módulo tranviario y un considerable número de peatones. La existencia de franquicias significa que parte del siniestro es asumido por el operador, lo que podría dar lugar a la incentivación de políticas internas en materia de conducción responsable, mantenimiento preventivo y planificación de rutas que reduzcan la exposición a intersecciones de alto riesgo.

Desde la perspectiva del proyecto, estas políticas de ejemplo muestran que la gestión de riesgos va más allá del tranvía como una pieza de infraestructura independiente y vehículo guiado, y que considera toda la flota que interactúa con el corredor. Se debe añadir el requisito contractual de tener un seguro de responsabilidad civil con coberturas amplias, límites que coincidan con el nivel de exposición y cláusulas específicas sobre daños a la infraestructura pública a los términos de las licitaciones operativas para los autobuses alimentadores y el transporte interparroquial. De esta manera, se asegura que, como resultado del accidente, haya respaldo financiero para reparar daños, pagar a las víctimas y restaurar servicios, minimizando así los costos económicos y sociales de los accidentes relacionados con el nuevo sistema de movilidad eléctrica.

EVALUACIÓN DE RIESGOS – PROYECTO TRANVÍA AMBATO

La siguiente tabla permite identificar, evaluar y categorizar los riesgos del proyecto de implementación del Tranvía en Ambato, utilizando la metodología de matriz Probabilidad × Impacto (P × I). Cada riesgo se califica del 1 al 5 en probabilidad e impacto, y el producto determina el nivel de riesgo (1–25).

Tabla 5. EVALUACIÓN DE RIESGOS – PROYECTO TRANVÍA AMBATO

Riesgo identificado	Probabilidad (P) (1–5)		Impacto (I) (1–5)	Nivel de riesgo (P × I)	Categoría	Acción recomendada
Conflicto con operadores de buses	5		5	25	Muy alto	Negociación, compensación e integración operativa inmediata.
Impacto ambiental en obras	3		3	9	Bajo	Monitoreo ambiental y medidas de mitigación.
Aceptación social baja	3		4	12	Medio	Campañas de socialización y participación ciudadana.
Fallas técnicas en implementación	2		5	10	Bajo	Supervisión técnica rigurosa y auditoría externa.
Posibles siniestros de tránsito en las intersecciones	3		5	15	Medio	Implementación de dispositivos de seguridad en aquellas intersecciones
Sobrecostos en la obra	4		4	16	Alto	Control presupuestario y cláusulas contractuales claras.

Categorías de riesgo (según P × I)

- Muy bajo (1–5): insignificante, no requiere intervención inmediata.
- Bajo (6–10): menor, se monitorea o trata con medidas simples.
- Medio (11–15): moderado, requiere atención y planificación.
- Alto (16–20): significativo, requiere intervención prioritaria.

- Muy alto (21–25): crítico, acción inmediata y seguimiento constante

EVALUACIÓN DE RIESGOS SECTORIZADAS PARADA

DE LA UNIVERSIDAD TECNICA DE AMBATO

(Av. Atahualpa y Calle Rio Cutuchi)

Tabla 6. Evaluación De Riesgos Sectorizadas Parada De La Universidad Tecnica De Ambato

Riesgo identificado	Probabilidad (P) (1–5)	Impacto (I) (1–5)	Nivel de riesgo (P × I)	Categoría	Acción recomendada
Siniestros de tránsito (Atropellos)	5	5	25	Muy alto	Implementación de dispositivos de seguridad en aquellas intersecciones.
Conflicto con líneas de buses	3	3	9	Bajo	Supervisión técnica rigurosa y auditoría externa.
Congestión vehicular	3	4	12	Medio	Campañas de socialización y participación ciudadana.
Contaminación ambiental	2	5	10	Bajo	Monitoreo ambiental y medidas de mitigación.
Seguridad pública (Actos Violentos)	3	5	15	Medio	Campañas de socialización y participación ciudadana.
Salud y seguridad con pasajeros (Caídas, golpes, cortes en las puertas)	3	3	9	Bajo	Monitoreo con tecnología cámaras de seguridad internas

Nota. Autoría propia.

Categorías de riesgo (según P × I)

- Muy bajo (1–5): insignificante, no requiere intervención inmediata.
- Bajo (6–10): menor, se monitorea o trata con medidas simples.
- Medio (11–15): moderado, requiere atención y planificación.
- Alto (16–20): significativo, requiere intervención prioritaria.
- Muy alto (21–25): crítico, acción inmediata y seguimiento constante.

PARADA DEL PARQUE 12 DE NOVIEMBRE

(Av. 12 de Noviembre y Calle Luis A. Martínez)

Tabla 7. PARADA DEL PARQUE 12 DE NOVIEMBRE

Riesgo identificado	Probabilidad (P) (1–5)	Impacto (I) (1–5)	Nivel de riesgo (P × I)	Categoría	Acción recomendada
Siniestros de tránsito (Atropellos)	5	5	25	Muy alto	Implementación de dispositivos de seguridad en aquellas intersecciones.
Conflicto con líneas de buses	3	3	9	Bajo	Supervisión técnica rigurosa y auditoría externa.
Congestión vehicular	5	5	25	Muy alto	Campañas de socialización y participación ciudadana.
Contaminación ambiental	2	5	10	Bajo	Monitoreo ambiental y medidas de mitigación.
Seguridad pública (Actos Violentos)	3	5	15	Medio	Campañas de socialización y participación ciudadana.
Salud y seguridad con pasajeros (Caídas, golpes, cortes en las puertas)	5	5	25	Muy alto	Monitoreo con tecnología cámaras de seguridad internas

Nota. Autoría propia.

Categorías de riesgo (según P × I)

- Muy bajo (1–5): insignificante, no requiere intervención inmediata.
- Bajo (6–10): menor, se monitorea o trata con medidas simples.
- Medio (11–15): moderado, requiere atención y planificación.
- Alto (16–20): significativo, requiere intervención prioritaria.
- Muy alto (21–25): crítico, acción inmediata y seguimiento constante.

PARADA DE LA THOMAS SEVILLA

(Av. 12 de Noviembre y Calle Thomas Sevilla)

Tabla 8. PARADA DE LA THOMAS SEVILLA

Riesgo identificado	Probabilidad (P) (1–5)	Impacto (I) (1–5)	Nivel de riesgo (P × I)	Categoría	Acción recomendada
Siniestros de tránsito (Atropellos)	5	5	25	Muy alto	Implementación de dispositivos de seguridad en aquellas intersecciones.
Conflicto con líneas de buses	3	3	9	Bajo	Supervisión técnica rigurosa y auditoría externa.
Congestión vehicular	5	5	25	Muy alto	Campañas de socialización y participación ciudadana.
Contaminación ambiental	3	5	15	Medio	Monitoreo ambiental y medidas de mitigación.
Seguridad pública (Actos Violentos)	3	5	15	Medio	Campañas de socialización y participación ciudadana.
Salud y seguridad con pasajeros (Caídas, golpes, cortes en las puertas)	3	5	15	Medio	Monitoreo con tecnología cámaras de seguridad internas

Nota. Autoría propia.

Categorías de riesgo (según P × I)

- Muy bajo (1–5): insignificante, no requiere intervención inmediata.
- Bajo (6–10): menor, se monitorea o trata con medidas simples.
- Medio (11–15): moderado, requiere atención y planificación.
- Alto (16–20): significativo, requiere intervención prioritaria.
- Muy alto (21–25): crítico, acción inmediata y seguimiento constante.

PARADA DE LA TERESA FLOR

(Av. 12 de Noviembre y Calle Vargas Torres)

Riesgo identificado	Probabilidad (P) (1–5)	Impacto (I) (1–5)	Nivel de riesgo (P × I)	Categoría	Acción recomendada
Siniestros de tránsito (Atropellos)	5	5	25	Muy alto	Implementación de dispositivos de seguridad en aquellas intersecciones.
Conflicto con líneas de buses	3	3	9	Bajo	Supervisión técnica rigurosa y auditoría externa.
Congestión vehicular	5	5	25	Muy alto	Campañas de socialización y participación ciudadana.
Contaminación ambiental	3	5	15	Medio	Monitoreo ambiental y medidas de mitigación.
Seguridad pública (Actos Violentos)	3	3	9	Bajo	Campañas de socialización y participación ciudadana.
Salud y seguridad con pasajeros (Caídas, golpes, cortes en las puertas)	3	3	9	Bajo	Monitoreo con tecnología cámaras de seguridad internas

Nota. Autoría propia.

Categorías de riesgo (según P × I)

- Muy bajo (1–5): insignificante, no requiere intervención inmediata.
- Bajo (6–10): menor, se monitorea o trata con medidas simples.
- Medio (11–15): moderado, requiere atención y planificación.
- Alto (16–20): significativo, requiere intervención prioritaria.
- Muy alto (21–25): crítico, acción inmediata y seguimiento constante.

PARADA DE LA FERROVIARIA

(Av. Las Américas y Calle Paraguay)

Riesgo identificado	Probabilidad (P) (1–5)	Impacto (I) (1–5)	Nivel de riesgo (P × I)	Categoría	Acción recomendada
Siniestros de tránsito (Atropellos)	3	3	9	Bajo	Implementación de dispositivos de seguridad en aquellas intersecciones.
Conflicto con líneas de buses	3	3	9	Bajo	Supervisión técnica rigurosa y auditoría externa.
Congestión vehicular	3	5	15	Medio	Campañas de socialización y participación ciudadana.
Contaminación ambiental	3	5	15	Medio	Monitoreo ambiental y medidas de mitigación.
Seguridad pública (Actos Violentos)	3	3	9	Bajo	Campañas de socialización y participación ciudadana.
Salud y seguridad con pasajeros (Caídas, golpes, cortes en las puertas)	3	3	9	Bajo	Monitoreo con tecnología cámaras de seguridad internas

Nota. Autoría propia.

Categorías de riesgo (según P × I)

- Muy bajo (1–5): insignificante, no requiere intervención inmediata.
- Bajo (6–10): menor, se monitorea o trata con medidas simples.
- Medio (11–15): moderado, requiere atención y planificación.
- Alto (16–20): significativo, requiere intervención prioritaria.
- Muy alto (21–25): crítico, acción inmediata y seguimiento constante.

Riesgos de convivencia tranvía–vehículos–peatones en intersecciones representativas

Las interacciones del sistema de tranvías con el resto de los usuarios de la vía se centran de manera fluida en las intersecciones del corredor. Con el tranvía, autobuses, vehículos personales, motocicletas, peatones y ciclistas. En el segmento central, los cruces cerca del Parque 12 de Noviembre, Thomas Sevilla y Teresa Flor son muy complejos, con la combinación de cruces, cruces peatonales intensivos, giros a la izquierda, carga y descarga comercial y actividades recreativas. Esto aumenta considerablemente los conflictos entre tranvías y peatones, así como entre los vehículos del tranvía, cuando no hay una clara segregación de los caminos, fases de semáforos no reguladas, o elementos físicos que canalicen adecuadamente el flujo de peatones.

En el sector sur, los nodos de la Universidad Técnica de Ambato, Huachi Chico y Huachi Belén, que combinan los flujos de un gran número de estudiantes, flujos masivos de transporte público y acceso a instalaciones públicas, también tienen parada en calzada, estacionamiento informal, maniobras frecuentes y aumentan el riesgo de colisiones y atropellos, y sufren de estacionamiento informal de coches y peatones, maniobras frecuentes y aumentan el riesgo de colisiones. En el sector norte, las intersecciones cerca de Plasticaucho, La Península, Los Tres Juanes e Izamba enfrentan una concentración de tráfico pesado y maniobras de camiones que pueden comprometer la trayectoria del tranvía, así como el acceso residencial desde calles estrechas que reducen la visibilidad y crean cruces inseguros. Los patrones de riesgo de intersección permiten el diseño de medidas específicas adecuadas, como fases de señalización de tráfico exclusivas, barreras de canalización, restricciones de giros críticos, reorganización de paradas de autobús, diseño de señalización de tráfico y esquema vial de todo el proyecto

MEDIDAS DE MITIGACIÓN EN BASE A LA EVALUACIÓN DE RIESGOS EN EL PROYECTO DEL TRANVÍA EN LA CIUDAD DE AMBATO.

El presente Plan de Medidas de Mitigación de Riesgos constituye una herramienta estratégica para garantizar el éxito en la implementación del Proyecto de la Tranvía en Ambato. Este plan surge como respuesta a la identificación y evaluación de los riesgos más relevantes que pueden afectar la ejecución, operación y sostenibilidad del sistema tranviario, tomando como base la matriz de riesgos previamente elaborada.

La finalidad de este documento es establecer acciones preventivas y correctivas que reduzcan la probabilidad de ocurrencia y el impacto de los riesgos identificados. Para ello, se han definido medidas específicas en los ámbitos técnico, social, financiero, ambiental y operativo, acompañadas de una estimación referencial de costos, responsables institucionales y un nivel de prioridad de implementación.

RIESGO IDENTIFICADO	NIVEL DE RIESGO	MEDIDAS DE MITIGACIÓN PROPUESTAS	COSTO ESTIMADO (USD)	PRIORIDAD	RESPONSABLE
Conflicto con operadores de buses	Muy alto (25)	-Mesa negociadora con gremios y operadores. - Esquema de integración (rutas alimentadoras, tarifas integradas). - Fondo de compensación/transición. - Programas de capacitación y reasignación laboral. - Campaña de comunicación dirigida a operadores.	1,200.000 – 2,200.000	Muy alta	Municipio / Autoridad de Transporte / Operadores
Impacto ambiental en obras	Bajo (9)	- Plan de Manejo Ambiental (PMA). - Control de polvo y ruido. - Gestión de escombros y reciclaje. - Monitoreo ambiental continuo.	120.000 – 350.000	Media	Contratista / Supervisor Ambiental / Municipio

		- Programa de revegetación.			
Aceptación social baja	Medio (12)	- Estrategia de participación ciudadana. - Campaña informativa. - Tarifas promocionales en fase inicial. - Buzón de quejas y respuesta rápida. - Ajustes de diseño con feedback.	80.000 – 300.000	Alta	Unidad de Comunicación / Municipio / Consultora Social
Fallas técnicas en implementación	Bajo (10)	- Auditoría de diseño independiente. - Supervisión de obra especializada. - Pruebas funcionales y de carga. - Contratos con garantías y penalizaciones. - Plan de mantenimiento preventivo.	350.000 – 900.000	Media	Dirección Técnica del Proyecto / Supervisora Independiente
Sobrecostos en la obra	Alto (16)	- Contratos con precios fijos. - Auditorías financieras periódicas. - Fondo de contingencia (5–10%). - Control de cambios formalizado. - Compras centralizadas.	400.000 – 1,200.000	Muy alta	Unidad Financiera / Contratista / Auditor Externo

Nota. Autoría propia.

Resumen de costos (estimación consolidada)

- Suma baja (estimativa): **≈ $2,150.000**
- Suma alta (estimativa): **≈ $4,950.000**

MEDIDAS DE MITIGACIÓN POR PARADAS DEL TRANVÍA

No.	PARADA	RIESGOS	MITIGACIÓN	COSTO
1	Terminal Terrestre Sur (Huachi Belén)	Alta congestión al ingreso/salida; riesgo peatón vs vehículos	Señalización avanzada, carriles exclusivos de acceso, zona peatonal claramente delimitada	**150.000 – 250.000**
2	Huachi Belén	Confusión de rutas, cruces inseguros	Semáforo peatonal, pulsadores acústicos, iluminación LED	**80.000 – 120.000**
3	Huachi El Progreso	Acumulación de peatones, atropellos	Barreras canalizadoras, pasos elevados, señalética clara	**60.000 – 100.000**
4	Huachi Solís	Falta de visibilidad nocturna, accidentes menores	Mejor iluminación, iluminación en paradas, pinturas reflectantes	**50.000 – 80.000**
5	Huachi Chico	Alta densidad vehicular, riesgo vehículos vs peatones	Cruzamientos peatonales seguros, semáforo, señalización vertical	**70.000 – 110.000**
6	U.T. Ambato (UTA)	Mucho flujo peatonal, atropellos, aglomeraciones	Pasos elevados, semáforos inteligentes, estaciones con personal, iluminación, protección y barreras	**250.000 – 400.000**
7	La Pradera	Vehículos no respetan prioridad; rutas confusas	Señalética clara, cruces seguros, campañas locales de educación vial	**60.000 – 100.000**

8	Miñarica	Condiciones del camino, falta de señalización	Señalización vertical/horizontal, reductores de velocidad, visión despejada	**50.000 – 90.000**
9	Colegio Bolívar	Mucho cruce de escolares; riesgo peatón	Semáforo peatonal, paso elevado, horarios de alto flujo, vigilancia escolar	**100.000 – 150.000**
10	La Vicentina	Iluminación deficiente, inseguridad	Mejora de iluminación, cámaras, botón de alerta, señalización	**70.000 – 120.000**
11	13 de Abril	Cruces informales, velocidad vehicular	Señalización horizontal, reductores de velocidad, barreras laterales	**80.000 – 130.000**
12	Parque 12 de Noviembre	Alto flujo peatonal recreativo, riesgo en horarios de ocio	Sombreado, iluminación, pasos peatonales, barandas de contención	**90.000 – 150.000**
13	Tomás Sevilla	Intersección complicada, tráfico mixto vehicular–peatonal	Reconfiguración del cruce, semáforos adaptativos, señalización y demarcación vial	**120.000 – 200.000**
14	Teresa Flor	Confusión rutas, falta de iluminación adecuada	Señalización clara, iluminación, barreras suaves para protección	**70.000 – 110.000**
15	Ferroviaria	Riesgo al cruzar vías, tráfico pesado	Paso peatonal seguro, barrera,	**100.000 – 180.000**

			señalización, avisos acústicos	
16	Sagrada Familia	Zona residencial con poca visibilidad nocturna	Iluminación, cámaras de vigilancia, señalización vertical	**60.000 – 100.000**
17	Ingahurco Bajo	Altos flujos en eventos deportivos, riesgo de aglomeraciones	Control de flujos, señalización temporal en eventos, iluminación adecuada	**100.000 – 180.000**
18	Plasticaucho	Actividad industrial / comercial, tráfico pesado	Señales de advertencia, separación física vehículo/peatón, iluminación	**80.000 – 130.000**
19	La Península	Calle estrecha, riesgo de choques al maniobrar	Señalización reforzada, espejos de tráfico, semáforo, restricción de giros grandes	**70.000 – 120.000**
20	Los Tres Juanes	Barrios con rutas mixtas, motos, peatones	Pulsadores peatonales, pasos seguros, campañas locales	**60.000 – 100.000**
21	La Victoria	Altos cruces informales, falta de prioridad de peatón	Demarcación clara, señalización vertical/horizontal, semáforo peatonal	**70.000 – 110.000**
22	Izamba Terminal Norte (Llegada)	Congestión entrada/salida, integración con transporte externo	Plataforma de transferencia, señalización clara, gestión de tráfico local, iluminación	**150.000 – 250.000**

Nota. Autoría propia.

Resumen de costos (estimación consolidada)

- Suma baja (estimativa): **≈ $1,190.000**
- Suma alta (estimativa): **≈ $3,000.000**

Los costos estimados son referenciales e incluyen cosas como señalización (vertical y horizontal), iluminación adicional, adaptación del cruce, barreras peatonales, semáforos peatonales, pasos elevados, y otros elementos de seguridad vial menores. No contemplan grandes obras estructurales, ni la expropiación de terrenos, ni instalaciones mayores de infraestructura pesada

INDICADORES DE SEGUIMIENTO

Tabla 9. Tabla de Indicadores Leading (de actuación)

Indicador	Descripción	Valor esperado tras la actuación
N.º de kilómetros de vía tranviaria instalados	Longitud total de vía férrea con catenaria y plataforma segregada en operación	10 km de vía doble completamente instalada
N.º de estaciones construidas yoperativas	Paradas con accesibilidad universal, señalización táctil, iluminación LED y sistema de información al usuario	15 estaciones equipadas y operativas
N.º de unidades tranviarias en funcionamiento	Vehículos eléctricos con capacidad >200 pasajeros por unidad	6 unidades en operación comercial
Porcentaje de flota eléctrica en el sistema de transporte urbano	Proporción del total de unidades de transporte que utilizan tracción eléctrica (tranvía + buses eléctricos)	>30 % de la flota urbana total
N.º de pasajeros transportados durante fase piloto	Usuarios movilizados en el tramo demostrativo de 2 km	>100 000 pasajeros en 3 meses piloto
N.º de encuestas ciudadanas aplicadas	Respuestas obtenidas en medición de percepción y satisfacción del usuario	>1 000 respuestas validadas

N.º de talleres y campañas educativas realizados	Actividades de sensibilización sobre seguridad, accesibilidad y uso del sistema	>10 talleres y >3 campañas ciudadanas
N.º de puntos de interconexión modal habilitados	Estaciones de transferencia tranvía–bus–bicicleta con infraestructura y señalética integradas	4 centros de transferencia en funcionamiento
Reducción porcentual del tiempo medio de viaje en eje central	Comparación entre velocidad media previa (bus convencional) y la del tranvía	>40 % de reducción en tiempo de viaje
Reducción estimada de emisiones de CO2 en el corredor	Toneladas equivalentes de CO2 evitadas gracias al cambio modal eléctrico	>35 % de reducción anual en emisiones del eje intervenido

Nota. Autoría propia.

Tabla 10. Indicadores Lagging (de resultado)

Indicador	**Descripción**	**Valor actual (línea base)**	**Rango esperado tras la actuación**
Tiempo medio de viaje en eje central	Tiempo promedio entre terminal norte y sur en hora pico (bus convencional)	55 minutos	30-35 minutos (reducción del 35-45%)
Velocidad comercial del sistema	Promedio operativo del tranvía incluyendo paradas y cruces	12 km/h (bus actual)	20-25 km/h (incremento del 70-100%)
Emisiones anuales de CO2 en el corredor	Toneladas equivalentes de CO2 producidas por el transporte motorizado	12 000 t CO2 eq/año	7 800–8 000 t CO2 eq/año (reducción aprox. 35%)
Participación modal del transporte eléctrico	Porcentaje de viajes urbanos realizados en medios eléctricos (tranvía + buses eléctricos)	5%	25-30% de participación modal

Percepción de satisfacción del usuario	% de usuarios que califican positivamente puntualidad, seguridad y confort del sistema	40% (según encuestas 2024)	80-90% de satisfacción
Tasa de accidentes de tránsito en el eje intervenido	N.º de siniestros con lesionados por año en el corredor troncal	30 casos/año	<10 casos/año (reducción >65%)
Reducción del consumo de combustibles fósiles	Litros equivalentes de diésel ahorrados por sustitución modal	- (estimado 3 millones L/año consumo actual)	Ahorro > 2 millones L/año
Nivel de accesibilidad universal en estaciones	Cumplimiento de criterios de accesibilidad física, visual y auditiva	40% de estaciones accesibles	100% de estaciones con accesibilidad total
Índice de empleos verdes generados	Puestos de trabajo directos e indirectos en construcción y operación sostenible	0 (línea base)	>500 empleos (incluye mantenimiento y operación)
Aceptación institucional y ciudadana del sistema	% de actores institucionales y comunitarios que avalan su continuidad y expansión	50%	>85% de aceptación registrada

Nota. Autoría propia.

Tabla 11. Presupuesto general estimativo del proyecto

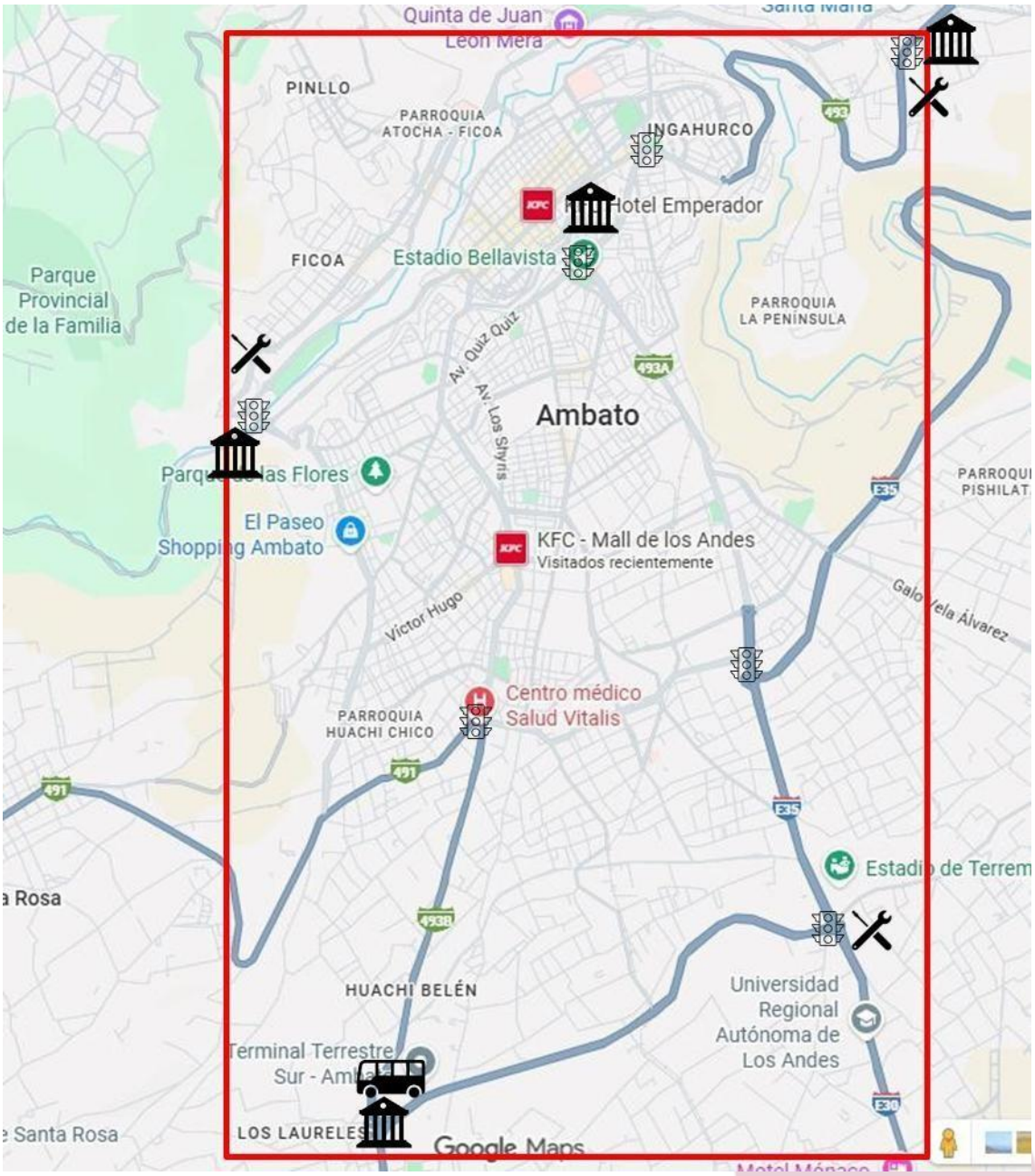
Iniciativa	Descripción	Cantidad	Coste unitario ($)	Coste total ($)
1. Construcción de vía tranviaria y obras civiles	Ejecución de plataforma ferroviaria, catenarias, drenaje, pavimentación y urbanismo asociado en el eje troncal	10 km de vía doble	$ 6 000 000	$60 000 000

2. Adquisición de unidades tranviarias eléctricas	Vehículos eléctricos de piso bajo con capacidad para 200 pasajeros cada uno	6 unidades	**$**4 000 000	**$24 000 000**
3. Construcción de estaciones y centros de **transferencia**	Paradas cubiertas con accesibilidad universal, señalética, sistemas informativos y conexión intermodal	15 estaciones + 4 centros	**$**900 000	**$17 100 000**
4. Talleres y cocheras de mantenimiento	Instalaciones técnicas para mantenimiento, carga eléctrica y control de flota	1 complejo	**$**6 000 000	**$6 000 000**
5. Sistema de señalización, control y energía	Señalización luminosa, telemando de tráfico, subestaciones eléctricas, comunicación y seguridad operacional	1 sistema integral	$5 500 000	**$5 500 000**
6. Programa de integración modal y ciclovías complementarias	Implementación de 8 km de ciclovías, bahías de buses alimentadores y estacionamientos bici-tranvía	8 km y 10 bahías	$350 000	**$2 800 000**
7. Campaña de sensibilización y educación ciudadana	Material audiovisual, capacitación comunitaria y promoción del transporte limpio			**$500 000**
8. Supervisión técnica, fiscalización y gestión ambiental	Control de calidad, seguimiento ambiental, medidas de mitigación y monitoreo social			**$2 100 000**

Presupuesto total estimado del proyecto:	**118 000 000 USD**

Nota. Autoría propia.

Plano esquemático de la actuación



CAPITULO 5

5. CONCLUSIONES Y APLICACIONES

5.1. Conclusiones generales

El estudio de factibilidad para la implementación de la primera línea de tranvía eléctrico en el cantón Ambato permitió demostrar que el sistema tranviario constituye una alternativa técnicamente viable, ambientalmente favorable y socialmente pertinente para transformar el modelo de movilidad urbana del cantón. El análisis realizado a lo largo del proyecto reveló que la ciudad presenta una estructura de movilidad caracterizada por alta dependencia del vehículo particular, congestión concentrada en el eje norte–centro–sur, velocidades comerciales bajas del transporte público, infraestructura limitada para modos sostenibles y niveles significativos de emisiones contaminantes. En este contexto, el tranvía se configura como un eje estructurador capaz de absorber la demanda recurrente de viajes, mejorar los tiempos de desplazamiento, reducir emisiones y contribuir al ordenamiento del espacio público.

El estudio también permitió identificar los riesgos técnicos, operativos, sociales y financieros asociados al proyecto, así como las medidas de mitigación necesarias para garantizar su sostenibilidad. Los resultados muestran que, mediante una adecuada estrategia de gobernanza, participación ciudadana y planificación financiera, el proyecto presenta un alto potencial de impacto positivo en la movilidad, el ambiente y la calidad de vida urbana. En conjunto, los hallazgos consolidan una hoja de ruta integral que orienta la toma de decisiones para avanzar hacia un modelo de ciudad más limpia, segura e inclusiva.

5.2. Conclusiones específicas

5.2.1. Análisis del cumplimiento de los objetivos de la investigación

Se definió el trazado del sistema, las estaciones, los parámetros operativos y la capacidad necesaria para atender la demanda proyectada. Asimismo, se evaluó la integración modal con buses alimentadores, ciclovías y redes peatonales, permitiendo establecer un modelo de movilidad articulado. También se desarrolló un análisis exhaustivo de riesgos técnicos, sociales, ambientales y financieros, acompañado de medidas de mitigación y estimaciones de costos que aseguran la viabilidad operacional del proyecto.

Finalmente, se estimaron los beneficios ambientales, urbanos y sociales, demostrando que el sistema tranviario permitiría reducir hasta un 40 % los tiempos de viaje, disminuir

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.

aproximadamente 35 % de emisiones y mejorar la accesibilidad universal, confirmando con ello la pertinencia del proyecto como solución estructurante para la movilidad de Ambato.

5.2.2. Contribución a la gestión empresarial

Desde la perspectiva de gestión empresarial pública, el estudio aporta una estructura técnica y metodológica que fortalece la toma de decisiones estratégicas del Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal de Ambato. El análisis financiero, la estimación de costos, el diseño del modelo de negocio y la identificación de fuentes de financiamiento ofrecen una base sólida para gestionar recursos, estructurar contratos, ordenar inversiones y establecer alianzas con organismos nacionales e internacionales.

El enfoque de gobernanza propuesto que incluye integración operativa con operadores de buses, contratos con métricas de desempeño, y mecanismos de compensación y transición constituye un marco orientado a mejorar la eficiencia del sistema de transporte y fortalecer la institucionalidad municipal. Además, el proyecto aporta herramientas de planificación como matrices de riesgo, indicadores leading y lagging, cronograma PDCA y escenarios de implementación progresiva, que constituyen insumos clave para la administración moderna de sistemas de transporte urbano sostenible.

5.2.3. Contribución a nivel académico

El estudio enriquece el ámbito académico al integrar diversos enfoques disciplinarios como la ingeniería de transporte, planificación urbana, gestión ambiental, economía del transporte y análisis del riesgo. La propuesta evidencia la aplicación rigurosa de metodologías de evaluación de transporte masivo, análisis multicriterio para selección de alternativas, modelación básica de demanda, simulación de tiempos de viaje, y construcción de indicadores de desempeño.

Asimismo, ofrece un caso de estudio plenamente contextualizado en una ciudad intermedia latinoamericana, lo que contribuye al debate académico sobre sostenibilidad, movilidad eléctrica y transformación urbana en territorios fuera de las grandes metrópolis. El trabajo también constituye un referente metodológico para futuros proyectos de movilidad sostenible en Ecuador y la región, al mostrar cómo estructurar diagnósticos integrales, planes de implementación y modelos de gobernanza aplicables en contextos locales.

5.2.4. Contribución a nivel personal

A nivel personal, el desarrollo del estudio permitió fortalecer competencias técnicas y analíticas relativas a la planificación de sistemas de transporte público, aplicación de metodologías de evaluación de proyectos, gestión del riesgo, gobernanza institucional y análisis financiero. La

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.

participación en el levantamiento de información, la identificación de problemas urbanos, el diseño de soluciones y el análisis de impactos consolidó habilidades de trabajo interdisciplinario, razonamiento crítico y toma de decisiones basada en evidencia.

El proceso también favoreció el desarrollo de capacidades en comunicación técnica y social, especialmente en la formulación de contenidos orientados a la participación ciudadana y al diálogo con actores estratégicos, habilidades esenciales para la gestión pública contemporánea.

5.3. Limitaciones a la Investigación

La investigación enfrentó limitaciones asociadas principalmente a la disponibilidad y actualización de datos. En primer lugar, no se contó con series históricas completas sobre aforos vehiculares, congestión, siniestralidad desagregada por intersección y calidad del aire, lo que podría haber permitido estimaciones aún más precisas de los impactos del sistema. Asimismo, los ejercicios de modelación de demanda se desarrollaron con herramientas básicas, debido a restricciones de tiempo y recursos para emplear software de simulación avanzada.

Otra limitación provino del alcance del proceso participativo, ya que, aunque se realizaron entrevistas y talleres, la participación ciudadana podría ampliarse en fases posteriores para incorporar con mayor profundidad percepciones de grupos vulnerables, gremios, comerciantes y estudiantes. Finalmente, la incertidumbre presupuestaria y el riesgo político asociados a proyectos de gran escala representan variables exógenas que podrían influir en la implementación futura del sistema, aunque el estudio propone medidas de mitigación para reducir su impacto.

A pesar de estas limitaciones, la triangulación metodológica, la validación técnica y el análisis exhaustivo de riesgos permitieron elaborar conclusiones sólidas y plenamente alineadas con la realidad urbana de Ambato.

Bibliografía

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.

Arnstein, S. R. (1969). A ladder of citizen participation. *Journal of the American Institute of Planners, 35*(4), 216–224. https://doi.org/10.1080/01944366908977225

Boardman, A. E., Greenberg, D. H., Vining, A. R., & Weimer, D. L. (2018). *Cost–Benefit Analysis: Concepts and Practice* (4th ed.). Cambridge University Press. https://www.cambridge.org/core/books/costbenefit-analysis/0C8B77C7D0ED5B8AD0F5A52C9C4AB8F5

CAF – Banco de Desarrollo de América Latina. (2014). *Desarrollo urbano y movilidad en América Latina* (Observatorio de Movilidad Urbana). Scioteca CAF. https://scioteca.caf.com/handle/123456789/419

Cervero, R., & Guerra, E. (2019). *Beyond Mobility: Planning Cities for People and Places*. Island Press. https://doi.org/10.5822/978-1-61091-835-0

Creswell, J. W., & Plano Clark, V. L. (2018). *Designing and Conducting Mixed Methods Research* (3rd ed.). SAGE Publications. https://collegepublishing.sagepub.com/products/designing-and-conducting-mixed-methods-research-3-241842

Deming, W. E. (1986). *Out of the Crisis*. MIT Press. https://direct.mit.edu/books/monograph/4192/Out-of-the-Crisis

European Commission. (2019). *Guidelines for Developing and Implementing a Sustainable Urban Mobility Plan (2nd ed.).* https://urban-mobility-observatory.transport.ec.europa.eu/system/files/2023-09/sump_guidelines_2019_second%20edition.pdf

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.

GAD Municipalidad de Ambato. (2022). *Resolución de Concejo RC-632-2022.* https://gadmatic.ambato.gob.ec/lotaip/2023/junio/anexo%20literal%20s/RC-632-2022.pdf

Hernández-Sampieri, R., Fernández-Collado, C., & Baptista, P. (2014). *Metodología de la investigación* (6.ª ed.). McGraw-Hill. Versión digital disponible en: https://apiperiodico.jalisco.gob.mx/api/sites/periodicooficial.jalisco.gob.mx/files/metodologia_de_la_investigacion_-_roberto_hernandez_sampieri.pdf

IAP2 – International Association for Public Participation. (2018). *IAP2 Spectrum of Public Participation.* https://cdn.ymaws.com/www.iap2.org/resource/resmgr/pillars/spectrum_8.5x11_print.pdf

Inter-American Development Bank. (2025). *Funding and Financing of Public Transport in Latin America and the Caribbean* (IDB Monograph 1309). https://www.uitp.org/wp-content/uploads/sites/7/2025/11/Funding-Financing-Public-Transport-Latin-America-Caribbean_EN.pdf

International Energy Agency. (2023). *Global EV Outlook 2023.* IEA. https://www.iea.org/reports/global-ev-outlook-2023

IPCC. (2022). *Climate Change 2022: Mitigation of Climate Change.* Cambridge University Press. https://www.ipcc.ch/report/ar6/wg3/

ITDP – Institute for Transportation and Development Policy. (2016). *The BRT Standard 2016*. https://itdp.org/publication/the-brt-standard/

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.

Institute for Transportation & Development Policy. (2016). *The BRT Standard 2016.* https://www.itdp.org/publication/the-brt-standard-2016/

Litman, T. (2022). *Evaluating Public Transit Benefits and Costs: Best Practices Guidebook* (latest update). Victoria Transport Policy Institute. https://www.vtpi.org/tranben.pdf

Ministerio de Transporte y Obras Públicas del Ecuador. (2023). *Política Nacional de Movilidad Urbana Sostenible del Ecuador 2023–2030.* https://www.mit.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2023/10/Politica-Nacional-de-Movilidad-Urbana-Sostenible-del-Ecuador-2023.pdf

Presidencia de la República del Ecuador. (2010). *Código Orgánico de Organización Territorial, Autonomía y Descentralización (COOTAD).* https://www.oas.org/juridico/pdfs/mesicic4_ecu_org.pdf

República del Ecuador. (2021). *Ley Orgánica de Transporte Terrestre, Tránsito y Seguridad Vial*. https://www.comisiontransito.gob.ec/wp-content/uploads/2022/05/Ley-Organica-de-Transporte-Terrestre-Transito-y-Seguridad-Vial.pdf

Saaty, T. L. (1980). *The Analytic Hierarchy Process: Planning, Priority Setting, Resource Allocation.* McGraw-Hill. Resumen en: https://books.google.com/books?id=Xxi7AAAAIAAJ

Transportation Research Board. (2013). *Transit Capacity and Quality of Service Manual* (3rd ed., TCRP Report 165). National Academies Press. https://www.nationalacademies.org/read/24766/chapter/1

United Nations. (2021). *The Sustainable Development Goals Report 2021.* https://unstats.un.org/sdgs/report/2021/The-Sustainable-Development-Goals-Report-2021_Spanish.pdf

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.

United Nations Human Settlements Programme (UN-Habitat). (2020). *World Cities Report 2020: The Value of Sustainable Urbanization.* https://unhabitat.org/sites/default/files/2020/10/wcr_2020_report.pdf

World Bank – Global Road Safety Facility. (2009). *Country Guidelines for the Conduct of Road Safety Management Capacity Reviews and the Specification of Lead Agency Reforms, Investment Strategies and Safe System Projects.* https://thedocs.worldbank.org/en/doc/782371434470876828-0190022009/render/RoadSafetyManagementCapacityReviewGuidelinesOriginal329pg.pdf

World Health Organization. (2018). *Global Status Report on Road Safety 2018.* https://www.who.int/publications-detail-redirect/9789241565684

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.