



Maestría en

GESTIÓN DEL TRANSPORTE

MENCIÓN EN TRÁFICO, MOVILIDAD Y SEGURIDAD VIAL

Trabajo de investigación previo a la obtención del título de Magíster en Gestión del Transporte

AUTORES: *JAPON ROGEL GABRIEL HUMBERTO
JAPON ROGEL MARCO OSWALDO
LARA TAPIA LUIS ROSMON
PICON CORDOVA BLADIMIR LEONEL*

DIRECTOR: *SANCHEZ LOPEZ ALBERTO*

Estrategias de movilidad urbana sostenible para la ciudad de Machala

QUITO – ECUADOR | 2023

CERTIFICACIÓN

Nosotros, **Gabriel Japón, Marco Japón, Luis Lara y Bladimir Picon**, declaramos que somos los autores exclusivos de la presente investigación y que ésta es original, auténtica y personal. Todos los efectos académicos y legales que se desprendan de la presente investigación serán de nuestra sola y exclusiva responsabilidad.

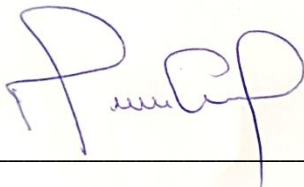
Cedemos nuestros derechos de propiedad intelectual a la Universidad Internacional del Ecuador (UIDE), según lo establecido en la Ley de Propiedad Intelectual, reglamento y leyes.



JAPON ROGEL GABRIEL HUMBERTO



JAPON ROGEL MARCO OSWALDO



LARA TAPIA LUIS ROSMON



PICON CORDOVA BLADIMIR LEONEL

Nosotros Alberto Sánchez López y Pablo Fernando Ante Sánchez, declaramos que, personalmente conocemos que los graduandos: (**GABRIEL JAPÓN, MARCO JAPÓN, LUIS LARA, BLADIMIR PICON**), son los autores exclusivos de la presente investigación y que ésta es original, auténtica y personal de ellos.

Firma del Director del Programa

Alberto Sánchez López

Firma del Coordinador del Programa

Pablo Fernando Ante Sánchez

DEDICATORIAS Y AGRADECIMIENTOS

Dedico el presente proyecto de titulación a mis padres y hermanos quienes son un apoyo y una guía en mi vida, me motivan a seguir formándome académica y profesionalmente.

Agradezco a Dios por permitirme seguir adelante en mi formación académica, guiarme en mi camino y darme la fortaleza necesaria para cumplir con mis metas, a la UIDE y sus colaboradores por brindarnos los mecanismos necesarios para el crecimiento profesional.

“Gabriel Japón”

Dedico el presente trabajo de investigación a Dios por que es mi soporte y guía en cada aspecto de mi vida y a mis padres y hermanos por el apoyo incondicional de día a día. Todos aquellos antes mencionados han aportado de distintas maneras fortaleciendo mis aptitudes y capacidades, gracias a ello soy lo que aprecian.

Agradezco a Dios padre todo poderoso por darme salud a mi familia y amigos por ser el apoyo que cada uno necesita. A la UIDE y sus colaboradores que me acompañaron y guiaron en mi aprendizaje de esta maestría y a todos los que de alguna manera han aportado en mi vida.

“Marco Japón”

Dedico este trabajo a toda mi familia y en especial a los docentes de la UIDE que nos brindaron todo su apoyo y enseñanzas en este tiempo que duro la maestría.

Quiero agradecer en primer lugar a Dios a mis padres mi esposa mis hijos que son mi inspiración mis fuerzas para seguir luchando y esforzándome con el fin de seguir cumpliendo muchos sueños y metas que me ayudan a ser mejor persona y profesional.

“Luis Lara”

Dedico el presente trabajo de titulación a mi mamá y hermanos por ser pilar fundamental a lo largo de mi vida.

Agradezco al Dr. Rafael Pezo y a la empresa MAVISA S.A. por creer en mí y darme la oportunidad de superarme continuamente en mi profesión.

“Bladimir Picon”

INDICE GENERAL

RESUMEN	15
ABSTRACT	16
INTRODUCCIÓN	17
CAPITULO I IDENTIFICACIÓN DEL PROYECTO	18
1.1. PRESENTACIÓN Y PERFIL DE LA EMPRESA U ORGANIZACIÓN	18
1.1.1. Antecedentes y datos representativos	18
1.1.1.1. Antecedentes	18
1.1.1.2. Misión, visión, valores	18
1.1.1.2.1. Misión.....	18
1.1.1.2.2. Visión	18
1.1.1.2.3. Valores	19
1.1.1.3. Actividades, marcas, productos y servicios	19
1.1.1.4. Ubicación de la sede, ubicación de las operaciones, propiedad y forma jurídica. 20	
1.1.1.5. Tamaño de la organización e información sobre los colaboradores	20
1.1.1.6. Procesos claves relacionados con el objetivo propuesto.....	22
1.1.2. Análisis del entorno general y específico	22
1.1.2.1. Entorno General (PESTEL)	22
1.1.2.2. Entorno específico (DAFO).....	24
1.2.1. Descripción del problema	26
1.2.2. Fines y Objetivos del Trabajo.....	27

1.2.2.1. Objetivo general.....	27
1.2.2.2. Objetivos específicos	27
1.2.3. Hipótesis o teoría que plantea este trabajo	27
1.3. JUSTIFICACIÓN E IMPORTANCIA DEL TRABAJO.....	28
<i>CAPITULO II. MARCO CONCEPTUAL</i>	<i>30</i>
2.1. SOSTENIBILIDAD	30
2.2. MOVILIDAD URBANA.....	32
2.3. TENDENCIAS DE LA MOVILIDAD URBANA	33
2.3.1 Crecimiento de la adquisición de vehículos particulares.....	33
2.3.2 Transporte activo en América Latina	34
2.3. PIRÁMIDE DE MOVILIDAD	35
2.4. NUEVAS TECNOLOGÍAS EN LA GESTIÓN DE MOVILIDAD	36
2.4.1 ADAS	41
2.5. SEGURIDAD VIAL URBANA.....	45
2.6. ACCIDENTES DE TRÁNSITO	49
2.6.1 Definiciones de interés	50
2.6.2 Causas probables de accidentes de tránsito	51
2.6.3 Tipos de siniestros	52
2.6.4 Víctimas involucrada.....	56
2.6.5 Tipo de vehículos involucrados	58
2.6.6 Tipo de servicio	60
2.6.7 Código Orgánico Integral Penal y los accidentes de tránsito	61

<i>CAPITULO III. METODOLOGÍA</i>	62
3.1. Diseño metodológico	62
3.2. Fuentes de datos e información	63
3.3. Recopilación de información existente	64
3.3.1 Componente Territorial	64
3.3.2 Plan de Movilidad Machala 2014.....	68
3.3.3 Matriculación vehicular	69
3.3.4 Siniestralidad en Machala.....	74
3.3.5 Evolución de un accidente en Machala	81
3.3.5.1 Descripción técnica del lugar.....	81
3.3.5.2 Evolución del accidente	82
3.3.5.3 Triangulación del accidente	86
3.3.6 Transporte público en Machala	87
3.3.6.1 Seguros para transporte público en Machala	90
3.3.7 Evaluación de los factores de riesgos	92
3.3.8 Resultados de las encuestas	97
3.3.9 Diagnóstico integrado.....	105
3.3.9.1 Datos de zonas de parqueo tarifario.....	105
3.3.9.2 Red de ciclovia.....	107
3.3.9.3 Aspectos negativos.....	108
3.3.9.4 Oportunidades de mejora	109
<i>CAPITULO IV. DESARROLLO DE LA PROPUESTA</i>	110

4.1 Estrategias de movilidad urbana sostenible	110
4.2 Pacificación del tráfico y fomentación de micro movilidad activa	110
4.2.1 Pacificación del tráfico	110
4.2.2 Jerarquización de vías.....	114
4.2.3 Ciclo-infraestructura.....	116
4.3 Enfoque en la seguridad vial aplicadas al factor humano.....	118
4.4 Enfoque de la tecnología en la movilidad sostenible	120
4.4.1 Bicicleta pública	120
4.4.2 Bus urbano con GPS conectado al sistema de control de tránsito.....	122
4.4.3 Contador de usuarios en ascenso y descenso con GPS	124
4.7.6 Implementación de centrales semafóricas	125
4.7 Enfoque de medidas aplicadas a la mitigación de accidentes de tránsito	127
4.5.1 Vigilancia y Control	127
4.5.2 Fomentar alternativas de transporte.....	128
4.5.3 Campañas de concienciación.....	130
4.5.4 Educación vial	134
4.5.5 Infraestructura vial segura	135
4.5.6 Seguridad de los vehículos	136
4.7 Seguimiento y autoevaluación de las estrategias a implementar	137
4.7 Proyectos y estudios recomendados a ejecutarse a corto plazo	140
4.8 Proyectos y estudios recomendados a ejecutarse a mediano plazo.....	142
4.9 Proyectos y estudios recomendados a ejecutarse a largo plazo	143

<i>CAPITULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES</i>	144
5.1. CONCLUSIONES GENERALES	144
5.1.1. Conclusiones Específicas	144
5.1.2. Análisis del cumplimiento de los objetivos del proyecto	145
5.2. CONTRIBUCIONES	146
5.2.1. Contribución a nivel personal.....	146
5.2.2. Contribución a nivel académico	146
5.2.3. Limitaciones del proyecto	146
5.3. RECOMENDACIONES	146
<i>REFERENCIAS</i>	147
<i>ANEXO A</i>	152

INDICE DE TABLAS

Tabla 1 Análisis PESTEL de la empresa Movilidad Machala EP	23
Tabla 2 DAFO de la Empresa Movilidad Machala EP	25
Tabla 3 Factores de uso de la tierra.....	45
Tabla 4 Tipos de siniestros.....	53
Tabla 5 Víctimas involucradas.....	57
Tabla 6 Tipo de vehículos involucrados	58
Tabla 7 Datos históricos de Matriculación vehicular en Machala 2022	71
Tabla 8 Datos históricos de Matriculación vehicular en Machala 2021	72
Tabla 9 Ingresos Movilidad Machala.....	74
Tabla 10 Causas probables de siniestros de tránsito Machala (2021 – 2023).....	79
Tabla 11 Tipologías de siniestros de tránsito Machala (2021 – 2023)	80
Tabla 12 Datos de triangulación del incidente de tránsito.....	87
Tabla 13 Líneas de buses y recorridos del transporte Público.....	88
Tabla 14 Categorización de la probabilidad de materialización de una amenaza	95
Tabla 15 Cantidades de ciclovías propuestas en la ciudad	107
Tabla 16 Formato para la autoevaluación de la implementación de estrategias de movilidad..	138
Tabla 17 Comparación de datos de tráfico antes y después de implementar estrategias de movilidad	139

INDICE DE FIGURAS

Figura 1 Esquema organizacional de Movilidad Machala EP	21
Figura 2 División parroquial del cantón Machala	24
Figura 3 ODS de la agenda 2030 de la ONU.....	31
Figura 4 Pirámide de Movilidad – ANT.....	36
Figura 5 La revolución de la Carretera Inteligente	38
Figura 6 Plataforma DGT 3.0	40
Figura 7 Sistemas De Asistencia Al Conductor (ADAS).....	43
Figura 8 ADAS en los vehículos – LATIN NCAP.....	44
Figura 9 Velocidad de impacto (km/h) y riesgo de muerte del peatón.....	47
Figura 10 Accesos a destinos.....	49
Figura 11 Tipos de choques frontales	54
Figura 12 Tipos de choques posteriores o de alcance.....	55
Figura 13 Tipos de choques laterales.....	55
Figura 14 Tipos de choques por rozamiento.....	56
Figura 15 Metodología para establecer estrategias de movilidad.....	63
Figura 16 Límites del cantón Machala	64
Figura 17 Límite urbano Machala	65
Figura 18 Red vial de Machala – calles y avenidas principales	66
Figura 19 Red vial de Machala – calles y avenidas principales	67
Figura 20 Puerto Bolívar – Autoridad Aeroportuaria.....	68
Figura 21 Clasificación vial de la Red principal – 2032 propuesta en el Plan Movilidad 2014..	69
Figura 22 Datos históricos de Matriculación vehicular en El Oro 2016 – 2021	70

Figura 23 Datos histograma de Matriculación vehicular en Machala por meses	71
Figura 24 Datos histograma de Matriculación vehicular en Machala por meses	72
Figura 25 Centro de Revisión Técnica Vehicular de Movilidad Machala EP.....	73
Figura 26 Estadísticas de siniestros en la ciudad de Machala 2017 a 2023 (I semestre).....	75
Figura 27 Víctimas de Siniestros por edad en la ciudad de Machala	76
Figura 28 Tipos de vehículos en siniestros de tránsito - Machala 2017 a 2023 (I semestre)	77
Figura 29 Mapa de calor de siniestros en la ciudad de Machala 2017 a 2023 (I semestre).....	77
Figura 30 Accidentabilidad por zona horaria Machala.....	79
Figura 31 Datos de la intersección del siniestro	81
Figura 32 Datos de la intersección del siniestro	82
Figura 33 Evolución del accidente.....	83
Figura 34 Análisis de distancia de recorrido antes del accidente	84
Figura 35 Punto de decisión antes del impacto.....	84
Figura 36 Esquema 3D de visualización del impacto de los vehículos	85
Figura 37 Posicionamiento final de los vehículos después del accidente de tránsito.....	85
Figura 38 Esquema del accidente – triangulación	86
Figura 39 Rutas de transporte público	90
Figura 40 Costo del seguro de vehículos de las 73 unidades de ORONTI S.A.....	91
Figura 41 Costo del seguro de accidentes personales de ORONTI S.A.....	92
Figura 42 Acciones que generan riesgo en el factor humano – Siniestralidad Machala	93
Figura 43 Estimación cualitativa del impacto y degradación del activo	94
Figura 44 Matriz de los principales factores de riesgo vial en el casco urbano de la ciudad	96
Figura 45 Porcentaje de encuestados por rango de edad – Encuesta 2023.....	97

Figura 46 Valoración de modos de transporte – Encuesta 2023.....	98
Figura 47 Valoración de micro-movilidad (caminar) – Encuesta 2023.....	99
Figura 48 Elección de transporte para uso cotidiano – Encuesta	100
Figura 49 Razones de preferencia de bicisuarios y mejoras al sistema – Encuesta.....	101
Figura 50 Razones de preferencia de transporte público y razones para perder interés – Encuesta	102
Figura 51 Razones por la cual se pagaría una mayor tarifa en transporte público – Encuesta..	103
Figura 52 Razones de preferencia de vehículos privados y mejoras al sistema - Encuesta	104
Figura 53 Zona de espacios del sistema rotativo de estacionamientos tarifario.....	105
Figura 54 Zona de espacios del sistema rotativo de estacionamientos tarifario.....	106
Figura 55 Ciclovías proyectadas y existentes	108
Figura 56 Límites de velocidad y zona 30.....	111
Figura 57 Tipos de cruces peatonales	113
Figura 58 Zonas peatonales	114
Figura 59 Mallas viales con jerarquización vial	115
Figura 60 Ciclo infraestructura – Diseño para ciclistas.....	116
Figura 61 Esquema de vía con mediana central, giro restringido a la izquierda y carril exclusivo de autobuses.....	117
Figura 62 Bicicleta pública Cuenca.....	121
Figura 63 Bus urbano con GPS.....	123
Figura 64 Bus urbano con sensores	125
Figura 65 Prioridad semafórica.....	126
Figura 66 Controles de tránsito en la ciudad de Machala.....	128

Figura 67 Fomentación del uso de movilidad activa mediante ciclo-paseo	129
Figura 68 Fomentación del uso de bicicletas mediante ciclo-paseo	130
Figura 69 Campañas de concienciación de respeto a las señales de tránsito.....	131
Figura 70 Campañas de concienciación de respeto a las señales de tránsito.....	132
Figura 71 Campañas de concienciación del no uso de celular mientras conduce	133
Figura 72 Capacitación de estudiantes en los colegios de Machala	134
Figura 73 Señalización vial segura e iluminación adecuada	136
Figura 73 Representación gráfica simulación de tránsito vehicular	141
Figura 74 Representación gráfica simulación de tránsito vehicular identifica el nivel de servicio de la intersección.....	141
Figura 75 Intersección la av. 25 de junio y av. Alejandro castro Benítez	142

RESUMEN

Es de gran interés promover estrategias para la movilidad urbana sostenible en la ciudad de Machala, de manera que se pueda reducir el uso de vehículos particulares lo que pudiera llevar a descongestionar las vías urbanas, mejorar la accesibilidad, reducir la tasa de siniestralidad, disminuir la contaminación ambiental y fomentar la actividad física (caminar, uso de bicicletas, monopatín, etc.) En varias ciudades del mundo se han implementados distintas estrategias para llevar a cabo lo mencionado inicialmente. Así, por ejemplo, mejorar los sistemas de transporte público, construir infraestructuras para peatones y ciclistas, planificación urbana integral, fomentar el uso de medios de transportes no motorizados y vehículos eléctricos, por mencionar algunas. La aplicación de estas estrategias pudiera permitir sobrellevar los desafíos ambientales, sociales y económicos que enfrenta la ciudad de Machala hoy en día, mediante un enfoque de movilidad sostenible que bien lograra mejorar la calidad de vida de los ciudadanos y crear una ciudad más sustentable.

Palabras claves: Movilidad urbana, sostenibilidad, congestión, micro movilidad, transporte.

ABSTRACT

It is of great interest to promote strategies for sustainable urban mobility in the city of Machala, so that the use of private vehicles can be reduced and thus decongest urban roads, improve accessibility, reduce the accident rate, reduce environmental pollution, and promote physical activity (walking, use bicycles, skateboard, etc.) In several cities around the world, different strategies have been implemented to carry out the aforementioned. Thus, for example, improving public transport systems, building infrastructure for pedestrians and cyclists, comprehensive urban planning, promoting the use of non-motorized means of transport and electric vehicles, to name a few. The application of these strategies would allow us to overcome the challenges environmental, social, and economic that the city of Machala faces today, through a sustainable mobility approach that would improve the quality of life of citizens and create a more sustainable city.

Key words: Urban mobility, sustainability, congestion, micro-mobility, transportation.

INTRODUCCIÓN

La movilidad forma parte de la ingeniería de tránsito la cual permite establecer las características de los desplazamientos de las personas dentro de las ciudades, analiza los diferentes actores que actúan con el fin de conocer la necesidad de los ciudadanos al trasladarse desde un lugar a otro para cumplir con sus actividades cotidianas.

La presente investigación se encuentra contenida en tres capítulos los cuales son:

El capítulo II que contiene el marco teórico referencial, el cual reúne toda la información necesaria para comprender las diferentes hipótesis que darán el significado al proyecto de investigación. Partiendo de la teoría se pueden realizar las propuestas.

El capítulo III correspondiente al marco metodológico, el cual da las directrices de los procedimientos para realizar durante la investigación.

Por último, el capítulo IV que refleja los resultados y estrategias para aplicar de forma integral, misma que busca definir de forma coherente los conocimientos a implementar. Para finalizar la investigación se establecen las conclusiones, recomendaciones, que van acorde a los objetivos y la bibliografía de la investigación, los cuales reflejan las fuentes de conocimiento necesarias para el desarrollo del tema y los anexos que permiten profundizar en las estrategias planteadas.

CAPITULO I IDENTIFICACIÓN DEL PROYECTO

1.1. PRESENTACIÓN Y PERFIL DE LA EMPRESA U ORGANIZACIÓN

1.1.1. Antecedentes y datos representativos

1.1.1.1. Antecedentes

La Empresa Pública Municipal de Movilidad de Machala EPMM-M, la que denominaremos Movilidad Machala, fue constituida por el Ilustre Concejo del Gobierno Autónomo Municipal de Machala mediante Ordenanza Creación aprobada en las sesiones ordinarias de agosto 28 y octubre 23 del 2014. Publicándose en noviembre 26 del 2014 ·ordenanza de creación de la Empresa Pública Municipal de Movilidad EPMM-M” como una entidad de derecho público, con personería jurídica y patrimonio propio, dotada de autonomía presupuestaria, financiera, económica, administrativa y de gestión, con altos parámetros de calidad y criterios empresariales, económicos, sociales y ambientales.

1.1.1.2. Misión, visión, valores

1.1.1.2.1. Misión

Hacemos más accesible el tránsito y la circulación en Machala de una manera más segura y productiva, aportando al crecimiento ordenado de la ciudad de una manera responsable.

1.1.1.2.2. Visión

Para el año 2023 Movilidad Machala es una empresa reconocida por la calidad técnica de su Planificación, Administración, Regulación y Control de los servicios institucionales, fortalecida con procesos eficientes y con personal altamente calificado, que ha contribuido al crecimiento y desarrollo de una Machala más ordenada, ciudadanos con una cultura vial más

consciente, en armonía con el medio ambiente, proyectando una rentabilidad sustentable y sostenible.

1.1.1.2.3. Valores

- Respeto a nuestro trabajo
- Compromiso con la ciudad
- Responsabilidad
- Orientación hacia resultados
- Trabajo en equipo

1.1.1.3. Actividades, marcas, productos y servicios

Planificación: Es el departamento de planificación el cual se encarga de realizar estudios de movilidad urbana, proyectos que ayudan a mitigar los problemas de congestionamiento vial y movilidad urbana en la ciudad.

Regulación: Departamento que se encarga de realizar la revisión por medio del RTV servicio de revisión técnica vehicula, realiza la matriculación vehicular, así como también es el personal encargado de la señalización y semaforización dentro del cantón.

Control y vigilancia: Se subdivide en agentes civiles quienes realizar el control del tránsito en puntos críticos de congestionamiento en la ciudad, así como apoyan ante eventos como siniestros e incidentes viales. El departamento de sistema de estacionamiento rotativo tarifado (SERTMA) que es el que se encarga de controlar los espacios tarifados dentro de la ciudad y así realizar la rotación de vehículos para permitir a la ciudadanía una mejor movilidad y accesibilidad a la hora de realizar sus actividades diarias.

1.1.1.4. Ubicación de la sede, ubicación de las operaciones, propiedad y forma jurídica

La Empresa Pública Municipal de Movilidad Machala se encuentra ubicada en la provincia de El Oro, cantón Machala, Parroquia Nueve de Mayo, calle Juan Montalvo y San Martín esquina, en la cual funcionan actualmente la gerencia general, el área administrativa, departamento de planificación y el departamento de control y vigilancia. El departamento de regulación tiene su sede de operaciones en los terrenos que se encuentran frente al actual terminal terrestre de la ciudad de Machala.

Conociendo Que el Art. 3 de la Ordenanza de Creación de Inicio indica que *“La Empresa Pública Municipal de Movilidad de Machala EPMM-M, tendrá como objeto principal planificar, regular, controlar, gestionar, coordinar, administrar, y ejecutar el Sistema de Movilidad del Cantón, que comprende el tránsito, transporte y seguridad vial, en concordancia con las Políticas emitidas por la Agencia Nacional de Regulación y Control de Transporte Terrestre, Tránsito y Seguridad Vial, y por el GAD Municipal de Machala”*.

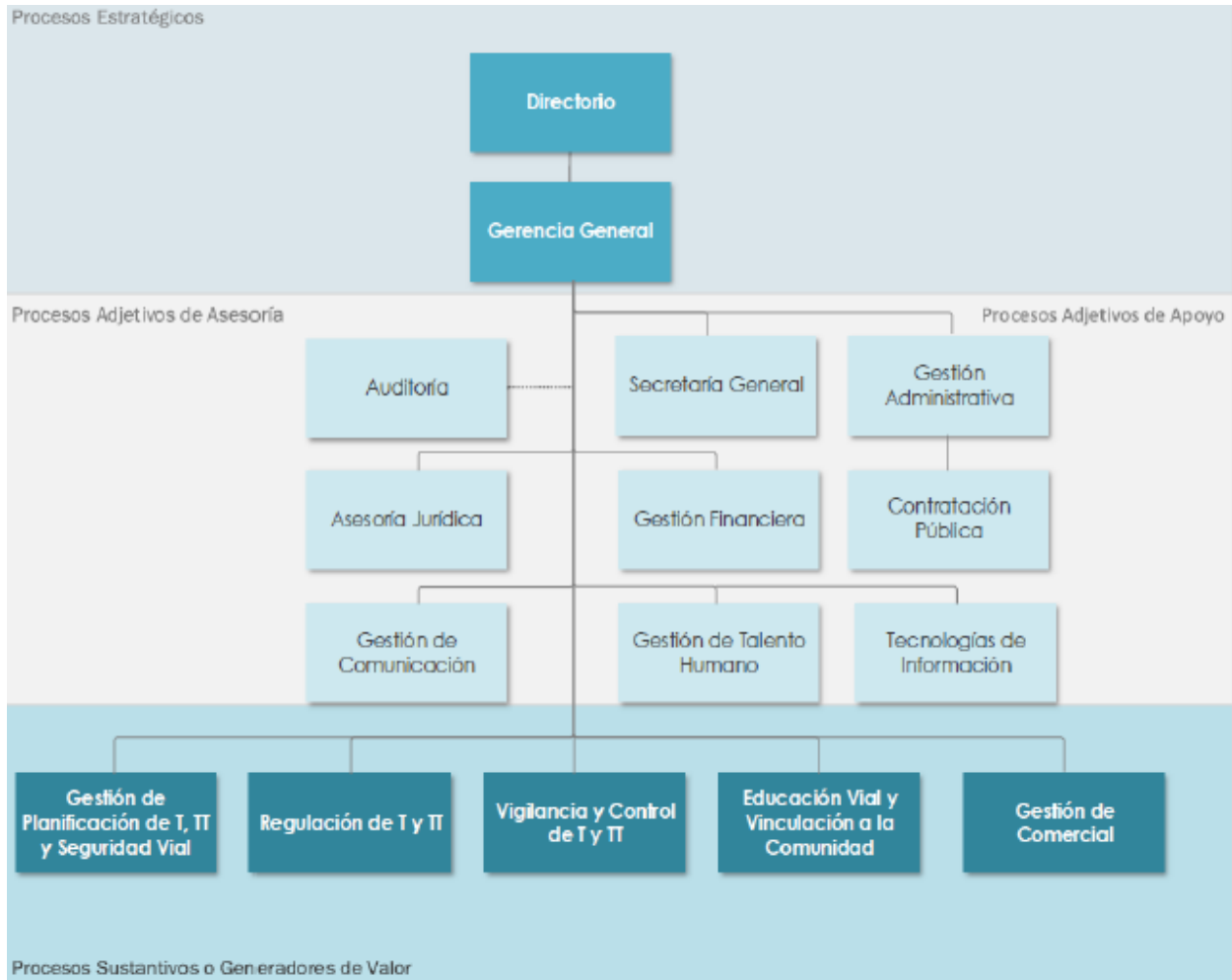
Que, la Ordenanza de Creación de Inicio en el *“Art. 5.- Competencias. - Son competencias de la Empresa Pública Municipal de Movilidad de Machala EPMM-M, sin perjuicio de las establecidas en la ley, las siguientes: b) La planificación, regulación y control del uso de la vía pública y de los corredores viales en áreas urbanas del Cantón, y en las parroquias rurales del Cantón, conforme la planificación y regulaciones emitidas por el GAD Municipal de Machala.”*

1.1.1.5. Tamaño de la organización e información sobre los colaboradores

Movilidad Machala es una Empresa Pública que dispone de 326 colaboradores y su esquema organizacional se aprecia en la figura 1.

Figura 1

Esquema organizacional de Movilidad Machala EP



Nota. La figura muestra los procesos y la estructura organizacional de la empresa de Movilidad para el año 2023. Fuente: Movilidad Machala EP (2023).

1.1.1.6. Procesos claves relacionados con el objetivo propuesto

La Empresa Pública Municipal de Movilidad Machala (2017), de acuerdo con las competencias asumidas y el nuevo modelo de gestión, cuenta con los siguientes objetivos institucionales:

- Fortalecer la educación vial de la ciudadanía y el respeto a las leyes de tránsito.
- Ampliar la cobertura de la señalización en la ciudad de Machala.
- Mantener altos niveles de satisfacción de los usuarios en la prestación de los servicios ofrecidos por la entidad.
- Impulsar programas de capacitación y asesoría a las Operadoras, orientados a mejorar su productividad, competitividad y regulación conforme lo establece la normativa vigente.
- Gestionar estrategias de desarrollo humano, que permitan contar con el personal calificado y orientado al logro de la misión y visión de la Empresa Municipal de Movilidad Machala EP.

1.1.2. Análisis del entorno general y específico

1.1.2.1. Entorno General (PESTEL)

A continuación, se presenta en la tabla 1 el análisis PESTEL de la empresa Movilidad Machala EP, con la finalidad evaluar los factores externos que pueden influir en el desempeño de la empresa, para anticipar y adaptarse a los cambios en el entorno externo.

Tabla 1*Análisis PESTEL de la empresa Movilidad Machala EP*

Sector estratégico	Descripción
Político	Política de inversión en infraestructura relacionada al transporte
	Estabilidad política y cambios de gobierno municipal de Machala
Económico	Tasas de interés y accesos a financiamientos para el desarrollo de infraestructura vial
	Fluctuaciones en los precios del combustible
	Incremento en las tarifas del transporte público
	Costo de importaciones en la adquisición de vehículos eléctricos y autónomos
Social	Congestión urbana
	Cambios en los patrones de desplazamientos
	Cambios en la planificación urbana
Tecnológico	Avances tecnológicos en vehículos eléctricos y autónomos
	Innovaciones en sistemas ADAS y de logística
	Automatización de procesos y rutas de transporte
Ecológico	Normativas medioambientales y regulaciones sobre emisiones de gases de efecto invernadero
	Iniciativas de sostenibilidad y conciencia ambiental
	Impactos en el cambio climático
Legal	Normativas de seguridad en el transporte de mercancías y pasajeros
	Normativas laborales y de derechos de los colaboradores en el sector del transporte

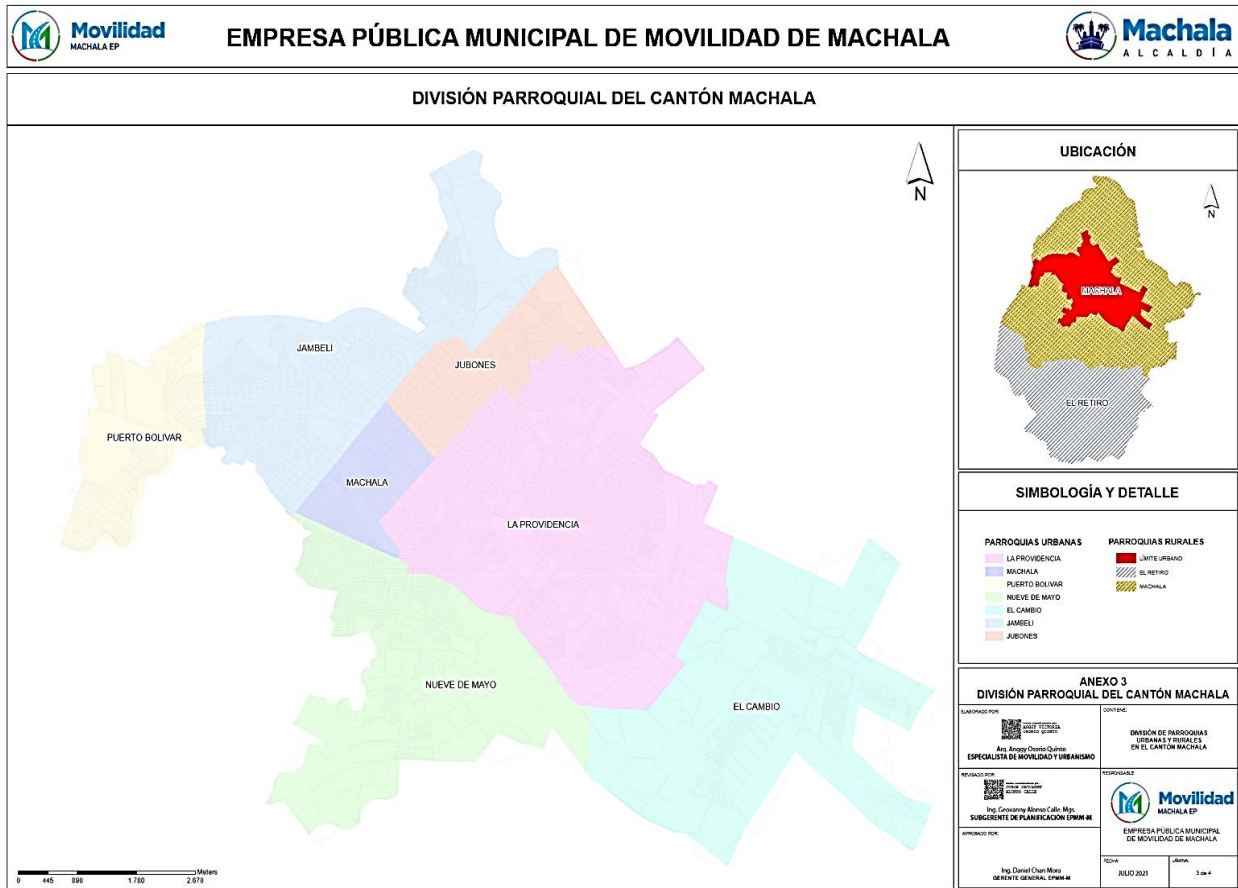
Nota. Elaboración propia (2023).

1.1.2.2. Entorno específico (DAFO)

En la provincia de El Oro se encuentra el cantón Machala con una población para el 2021 de 292.104 habitantes según datos del Instituto Ecuatoriano de Estadísticas y Censos (INEC, 2021), como se aprecia en la figura 2, la totalidad del cantón se encuentra dividido geográficamente por ocho parroquias, siete parroquias urbanas y una parroquia rural.

Figura 2

División parroquial del cantón Machala



Nota. La figura muestra las siete parroquias urbanas de la ciudad de Machala. *Fuente:* Movilidad Machala EP (2023).

En la tabla 2 se presenta el análisis DAFO de la empresa Movilidad Machala EP.

Tabla 2

DAFO de la Empresa Movilidad Machala EP

D	DEBILIDADES	A	AMENAZAS
	RTV débil		No cumplir con el desarrollo de todas las competencias institucionales
	Lenta coordinación departamental		Infraestructura inadecuada para dar servicios de calidad
	Planificación sin análisis técnico ni programación		Falta de modelo de gestión organizacional
	Comunicación interna débil		Mejor gestión en calidad en otros GADs
	Falta de manual de procedimientos		Lenta reacción para los cobros de multas
	No tener contacto permanente con clientes		Corrupción
	No se mide la gestión realizada		Servicios costosos versus mala atención institucional
	Delegación de actividades en áreas que no corresponden su ejecución		No ser rentables
	Personal sobrecargado en trabajo y actividades		Directrices desde el Ejecutivo hacia intereses políticos
	No se dispone de software de apoyo en administración		
	Escaso acceso a la información relevante a cada área según competencia		
	No trabajar según el plan estratégico		
	Débil comunicación interna		
	Personal interviene en otras actividades Dejando sin reemplazos su función respetiva		
	Infraestructura actual inadecuada		
	No contemplar comercializar sus servicios		
F	FORTALEZAS	O	OPORTUNIDADES
	Innovación en matriculación vehicular		Trabajar con información relevante del sector
	Tecnología en el sistema Axis		Incrementar/mejorar procesos del sistema axis
	Tiempos de respuesta en matriculación vehicular		Plataforma tecnológica multiempresarial
	Personal motivado en su mayoría		Desarrollo de nuevas tecnologías en servicios como las Apps
	Actitud para hacer las cosas		Aliado estratégico para otros GADs
	Campañas formativas en educación vial		Nueva competencia de control de tránsito
	Manejo de redes sociales		

Nota. Esta tabla fue tomada de Movilidad Machala EP (2023).

1.2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.2.1. Descripción del problema

El incremento del parque automotor y la falta de infraestructuras adecuadas en la ciudad de Machala afectan de manera negativa la eficiencia y puntualidad de los diferentes medios de transporte, lo cual contribuye a la congestión del tráfico, aumento de los tiempos de viaje y a la generación de siniestros de tránsito.

La dependencia del vehículo particular como principal medio de transporte en la ciudad dificulta la adopción de servicios de movilidad alternos y sostenibles, además de favorecer a la contaminación del aire por la emisión de gases de efecto invernadero lo cual tiene un impacto negativo en la calidad del aire y en la salud de los ciudadanos.

De no implementarse en la ciudad de Machala alternativas que permitan reducir el uso de vehículos particulares, mejorar la infraestructura y seguridad vial, la empresa de movilidad no podrá gestionar de manera adecuada la circulación y accesibilidad en la ciudad.

El planteamiento de estrategias de movilidad urbana sostenible es un proyecto de innovación el cual busca incorporar nuevas medidas sustentables a las ya implementadas por la empresa de movilidad de Machala en su gestión hasta el presente año.

La Movilidad Machala hasta el 2022 ya ha venido implementando estrategias como lo son: operativos de tránsito, capacitaciones de seguridad vial en las escuelas, crear áreas de espacios tarifados, colocación de señalización vertical y horizontal, intersecciones semafóricas, reducción en tiempos de revisión técnica vehicular, bacheos y recapeo, etc. Lo que proporciona más orden vehicular, seguridad al cruce de peatones en las calles o avenidas de alta congestión vehicular, respeto por las leyes y señales de tránsito.

1.2.2. Fines y Objetivos del Trabajo

1.2.2.1. Objetivo general

Desarrollar estrategias que permitan la reducción del uso de vehículos particulares, integrando modos de transporte de calidad, promoviendo la movilidad activa y mejorando la infraestructura de los peatones, biciusuarios y transporte público.

1.2.2.2. Objetivos específicos

- Analizar el estado actual de la movilidad en la ciudad de Machala.
- Identificar las necesidades y demandas de movilidad de las personas en la ciudad de Machala.
- Investigar y evaluar estrategias de movilidad sostenible utilizadas en otras ciudades, tanto nacionales como internacionales, para evaluar su posible aplicación en la ciudad de Machala.
- Plantear estrategias que permitan a mediano plazo la reducción del uso de vehículos particulares.
- Plantear estrategias que permitan fomentar el uso del transporte público.
- Proponer infraestructuras adecuadas para fomentar la movilidad activa.
- Plantear medidas preventivas para la seguridad vial acorde a la movilidad urbana sostenible.

1.2.3. Hipótesis o teoría que plantea este trabajo

La reducción del uso de vehículos particulares en la ciudad de Machala y fomentar el uso del transporte público y otros medios no motorizados mediante la aplicación de estrategias de

movilidad sostenible, permitirán mejorar la calidad de vida de los ciudadanos y su forma de desplazarse.

1.3. JUSTIFICACIÓN E IMPORTANCIA DEL TRABAJO

El problema de los altos índices de uso de vehículos particulares (80% al 90%) en las ciudades recae en la congestión vehicular y la alta siniestralidad que esto también genera.

La comodidad y conveniencia de muchos usuarios de desplazarse en vehículos particulares les puede evitar las incomodidades asociadas con el transporte público, como las aglomeraciones, los horarios fijos o sus rutas limitadas.

Una planificación urbana deficiente que no considera adecuadamente las necesidades del transporte conduce al uso excesivo de vehículos particulares para desplazarse. Los lugares de trabajo, viviendas y servicios se encuentran alejados unos de otros, lo cual incurre en la necesidad de desplazarse de manera más eficiente. La falta de planificación de espacios mixtos bien conectados limita las opciones de transporte y aumenta la dependencia del vehículo particular.

Haciendo un enfoque en la Ley Orgánica de Transporte Terrestre, Tránsito y Seguridad Vial de Ecuador estable las normas que regulan el transporte terrestre y promueve la seguridad vial en el país. Aunque no menciona explícitamente las estrategias de movilidad urbana sostenible que se pudieran emplear, algunos de los artículos de la ley presentan concordancia con los principios de la movilidad sostenible como lo son:

- Fomento del transporte público (Art. 3, 50, 52, 54, 55, 201)
- Movilidad peatonal y de ciclistas (Art. 3A, 198, 204, 214G, 214H, 214N, 214W)
- Promoción de medios de transporte no motorizados (Art. 30.5 w)
- Educación y seguridad vial (Art. 4, 5, 88, 185)

- Reducción de emisiones de gases (Art. 185)
- Grupos de atención prioritaria (Art. 48, 48A, 200, 214E)

Es fundamental mencionar que, para el éxito de las medidas de descongestión vehicular estas, según (Catayud, Sánchez Gozález, Bedoya-Maya, Giraldez Zuñiga, & Márquez, 2021) “deben estar contenidas dentro de un marco integral que, por un lado, promueva la mejora de los modos de transporte alternativos al vehículo particular y, por otro, desincentiven el uso del automóvil”. (p. 11)

(Catayud, Sánchez Gozález, Bedoya-Maya, Giraldez Zuñiga, & Márquez, 2021) y otros, (2021) afirman de igual manera:

Dado que el espacio urbano - especialmente en el caso de las ciudades grandes y megaciudades suele incluir a más de un nivel de gobierno, la coordinación entre las agencias de planificación y movilidad de todos los niveles es crítica para desarrollar e implementar planes integrales de uso del suelo y transporte que sean efectivos en incrementar la sostenibilidad y reducir los niveles de congestión vial. Este objetivo también requiere coordinar con agencias por fuera del sector transporte. (p. 11)

En este contexto, la finalidad que busca este trabajo de titulación es la de proporcionar a Movilidad Machala EP, estrategias de movilidad urbana sostenible enfocadas a la planificación, impulsar el transporte público, la seguridad vial, micro movilidad activa. Además, proponer medidas, políticas y proyectos en concordancia con el Plan de Movilidad Machala y los Objetivos de Desarrollo Sostenible –ODS, que incluyen actividades para mitigar las emisiones de gases efecto invernadero, reducir brechas de desigualdad y promover la inclusión social, planificación de la urbe con espacios sanos de encuentro y convivencia, mitigando las fatalidades asociadas a la movilización.

CAPITULO II. MARCO CONCEPTUAL

2.1. SOSTENIBILIDAD

El término de sostenibilidad de acuerdo con la Organización de las Naciones Unidas (ONU), se basa en el concepto desarrollado en el informe Brundtland (1987), “es el desarrollo que satisface las necesidades presentes sin comprometer la capacidad de las futuras generaciones para satisfacer sus propias necesidades”.

La ONU ha protagonizado un papel esencial para promover la sostenibilidad a nivel global, para lo cual ha establecido metas y objetivos a través de la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible. Esta agenda incluye 17 Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) que abordan diversos aspectos de la sostenibilidad.

Todos los objetivos son integrales, puesto que reconocen que las intervenciones en un área afectan los resultados en otras y que el desarrollo debe equilibrar la sostenibilidad medio ambiental, económica y social.

En la figura 3 se puede apreciar en resumen los 17 ODS de la agenda 2030 de la ONU, que van desde objetivos como eliminar la pobreza, hambre cero hasta objetivos de ciudades y comunidades sostenibles, por mencionar algunos.

En Ecuador el Gobierno Nacional asumió el compromiso del Estado para el cumplimiento de la Agenda 2030 y su implementación en la planificación, mediante la emisión del Decreto Ejecutivo 371, suscrito por en ese entonces presidente de la República, Lenin Moreno, en abril de 2018.

Figura 3

ODS de la agenda 2030 de la ONU



Nota. De los 17 objetivos de desarrollo sostenible, se destaca para este trabajo los objetivos 3 (salud), 11 (ciudades sostenibles) y 13 (acción por el clima). Fuente: Naciones Unidas (2023).

La movilidad urbana sostenible tiene mucha relación con los Objetivos de Desarrollo Sostenible de la Agenda 2030 como, por ejemplo: el ODS 9 “Industria, Innovación e infraestructura” que trata de la inversión en infraestructura resilientes, promover la industrialización y la innovación en todos los niveles, como pilares primordiales del crecimiento y el desarrollo económico con lo cual se espera mejorar la calidad de vida de los ciudadanos y garantizar un futuro más próspero.

El ODS 11 “Ciudades y comunidades sostenibles”, que trata lograr ciudades y asentamientos humanos inclusivos, seguros, resilientes y sostenibles. Esto incluye invertir en

transporte público, crear espacios verdes públicos y mejorar una planificación urbana más participativa e inclusiva.

La rápida urbanización está dando como resultado un número creciente de habitantes en barrios pobres, infraestructuras y servicios inadecuados y sobrecargados (como la recogida de residuos y los sistemas de agua y saneamiento, carreteras y transporte), lo cual está empeorando la contaminación del aire y el crecimiento urbano incontrolado (Naciones Unidas, 2023).

De manera general las estrategias en movilidad urbana sostenible también tienen aspectos que se involucran en otros ODS con enfoque en mejorar la salud (ODS 3: salud y bienestar), reducir la contaminación (ODS 13: acción por el clima), es importante mencionar que muchos por no decir todos los objetivos guardan relación entre sí.

2.2. MOVILIDAD URBANA

“Las ciudades se configuran en los lugares donde las personas viven, trabajan y desarrollan una serie de actividades, ya sea dentro o fuera de los hogares” (Vasconcellos E. A., 2010, pág. 21), de igual manera indica que las diferentes actividades a realizarse fuera de casa conllevan al uso de diferentes medios de desplazamiento que van desde la caminata hasta el transporte motorizado (buses, motocicletas, vehículos, etc.)

Los problemas que acontecen en la movilidad urbana son producto del rápido crecimiento de la población, la deficiente planificación, la congestión urbana, el exceso de demanda de viajes sobre su oferta, la alta siniestralidad, la contaminación ambiental y las deficiencias en el servicio de transporte público.

De acuerdo con lo que menciona (Vasconcellos E. , 2019):

La búsqueda de un sistema de movilidad más sostenible y equitativo en América Latina y el Caribe requiere de atención especial sobre cómo son las condiciones actuales de la movilidad urbana en la región. Para esto es necesario analizar el uso de todos los modos de transporte activo y motorizado, individual y colectivo, cuáles son las características de los consumos de la movilidad (tiempo, espacio, energía, dinero) y de sus impactos negativos (exclusión social, accidentalidad, contaminación, congestión). Es necesario examinar también los condicionantes políticos, organizacionales y económicos de las políticas públicas que interfieren en la movilidad, directa o indirectamente. (p. 13)

2.3. TENDENCIAS DE LA MOVILIDAD URBANA

2.3.1 Crecimiento de la adquisición de vehículos particulares

De acuerdo con (Giraldez Zúñiga, Sánchez González, & Calatayud, 2022):

Como consecuencia de lo atractivo que se ha vuelto realizar viajes en automóvil respecto de los demás medios de transporte, unido al incremento del poder adquisitivo de las poblaciones urbanas de América Latina y del Caribe, se observa un crecimiento acelerado de la adquisición de vehículos particulares. (p. 25)

La búsqueda de un sistema de movilidad más sostenible requiere de atención especial sobre cómo son las condiciones existentes de movilidad urbana en la zona. Es por aquello que se analiza el uso de todos los modos de transporte activo y motorizado, individual y colectivo, así como su crecimiento.

De acuerdo con el CAF (2016) en América Latina para el 2014 respecto al consumo de energía y a la emisión de contaminantes, el uso de vehículos individuales representaba el 66% de

la energía del sector transporte, mientras que el transporte colectivo consumía el 30% y los rieles el 4%, el uso de vehículos particulares tiene un alto índice en América Latina.

De acuerdo con lo que menciona (Mollinedo, 2006):

Aunque existe la idea extendida de que el automóvil aumenta la libertad de movimiento, se olvida que una movilidad creciente no siempre garantiza un crecimiento idéntico en el grado de accesibilidad. La mayor dependencia del vehículo privado para los desplazamientos personales ha generado demandas adicionales de transporte que sólo se pueden satisfacer con más automóviles (p. 286).

2.3.2 Transporte activo en América Latina

Las caminatas como medio de desplazamiento urbano constituyen la forma principal de movilidad en la mayoría de las ciudades. En los desplazamientos cotidianos en algún punto todos somos peatones, ya sea desde el origen hasta el final (sin utilizar otro modo de transporte) o como forma de acceso a un modo motorizado, seguido del recorrido a pie luego de bajarse del vehículo hasta el sitio de destino.

La ingeniería de tránsito hasta hace unos años no había desarrollado un proceso para el análisis de la infraestructura para peatones, se ha concentrado hasta hace poco en examinar la capacidad de los carriles para el uso de vehículos.

La bicicleta es una forma de transporte utilizada en los países de América Latina. Sin embargo, la bicicleta tiene una colaboración pequeña en el total de los desplazamientos. Un factor significativo es que en los estudios de tráfico hasta hace unos años no consideraban los viajes a pie de corta distancia (menores a 500m), que de ser considerados pudieran representar

hasta el doble de distancia recorrida por los peatones, lo que llevaría a tomar en cuenta impactos importantes para la calidad y seguridad de caminar en las ciudades.

2.3. PIRÁMIDE DE MOVILIDAD

“El peatón, paradójicamente no solo es el gran olvidado de la movilidad, sino que también aparece como solución dentro de los debates de sustentabilidad e integración de sistemas de movilidad urbana” (Tanikawa Obregon & Paz Gómez, 2021, pp. 33 - 38).

En la figura 4 se puede apreciar la pirámide de la movilidad sostenible, en donde los *peatones y personas de grupos de atención prioritaria están en primer lugar*, debido a que se consideran como los actores más vulnerables ante un siniestro vial, además que las caminatas permiten desplazarse sin contaminar el medio ambiente. No hay que olvidar que en cualquier momento de nuestro recorrido somos peatones.

El segundo nivel pertenece a los bici-usuarios y los medios de transporte terrestre que corresponden a micro movilidad (Scooter, patines, patinetas), estos usuarios se desplazan de manera más rápida que los peatones, pero siguen siendo más vulnerables que los conductores ante un siniestro y el tercer nivel es para el transporte público de pasajeros, debido a que su presentación del servicio es masiva frente al nivel de ocupación de espacio.

Figura 4

Pirámide de Movilidad – ANT



Nota. La figura muestra una pirámide (invertida) de movilidad, en donde los peatones son los más vulnerables y por ende la prioridad. Fuente: Agencia Nacional de Tránsito (2021).

En el cuarto nivel se encuentra el transporte comercial y de carga por el servicio que estos prestan. Mientras tanto, en el quinto y último lugar están los vehículos de transporte particular, como autos y motos, ya que estos ocupan mayor espacio público y benefician a menos usuarios, además de su generación de CO₂.

2.4. NUEVAS TECNOLOGÍAS EN LA GESTIÓN DE MOVILIDAD

El transporte desempeña un papel importante en el ahorro de energía y en la reducción de emisiones. Por consiguiente, se requiere fortalecer la vitalidad económica de las ciudades con una movilidad eficiente y sostenible. Sin embargo, el creciente aumento de tráfico en las ciudades trae consigo una serie de resultados negativos: la degradación del entorno local por la

contaminación atmosférica y sonora, aumento de emisiones CO₂, mayor coste energético para los desplazamientos, la alta siniestralidad y el incremento de tiempos de viaje por mencionar algunas.

De acuerdo con lo que mencionan (Pérez Prada, Velázquez Romera, Fernandez Añez, & Dorao Sánchez, 2015):

Conseguir una movilidad eficiente (en relación con los recursos utilizados) y sostenible es uno de los desafíos de las ciudades del futuro.

En este marco y gracias a las innovaciones tecnológicas surge el concepto de Smart City como una herramienta para conseguir ciudades más eficientes y sostenibles. La Smart City o ciudad inteligente se define como un sistema holístico que interactúa con el capital humano y social utilizando soluciones basadas en las TIC. (p. 111)

Los avances en las nuevas tecnologías están creando un entorno de colaboración que conecta a los usuarios de las carreteras, los sistemas de transporte, la infraestructura y otras agencias externas. Las nuevas soluciones de movilidad inteligente brindan oportunidades para optimizar y mejorar la planificación y la operación eficiente de los sistemas de transporte.

La tecnología y la movilidad sostenible se están convirtiendo en un binomio inseparable, pues las nuevas tecnologías han permitido una mejor planificación y gestión del transporte público, mediante el uso de aplicaciones móviles o plataformas en línea. Esto proporciona una fácil planificación de los desplazamientos y reduce los tiempos de espera, mejorando la experiencia de los usuarios.

Las carreteras inteligentes son un claro ejemplo de sostenibilidad acompañada de tecnología e innovación. La implementación de sensores y sistemas de monitoreo en las

carreteras y vehículos también contribuye a una gestión más eficiente en el tráfico, permitiendo la obtención de datos de tráfico en tiempo real como la densidad vehicular, patrones y tiempos de viaje, además de las condiciones de la infraestructura vial. De esta manera se puede gestionar el desarrollo sostenible de las ciudades y su tráfico.

Figura 5

La revolución de la Carretera Inteligente



Nota. La figura muestra una vía en donde se tendría el concepto de carretera inteligente, conectando a los vehículos que transitan en ella mediante la tecnología, publicado en la revista online de la Dirección General de Tránsito. Fuente: (Fraile, 2022).

Los dispositivos que permiten la tecnología de carreteras inteligentes vienen en muchas variedades, incluidos sensores de velocidad, sensores acústicos, cámaras IP CCTV, semáforos inteligentes, sistemas de monitoreo de condiciones y clima, y señalización digital.

En resumen, las nuevas tecnologías han aportado una serie de beneficios significativos en la gestión de la movilidad y de la seguridad vial.

Entre los beneficios más relevantes se tienen:

- Vías menos congestionadas: debido a que la tecnología permite rastrear los vehículos inteligentes y ajustar los semáforos según las condiciones de tráfico, para prevenir grandes congestiones.
- Seguridad mejorada del tráfico y los peatones: los equipos tecnológicos implementados en intersecciones semaforizadas pueden emitir alertas que mejoran la seguridad de los usuarios más vulnerables de las vías (peatones, ciclistas y motociclistas).
- Conectividad extendida junto con la infraestructura de transporte: se pueden ampliar y mejorar la conectividad inalámbrica y el uso de aplicaciones ITS, para reducir los tiempos de respuesta y mejorar la seguridad vial en general
- Estacionamiento y peaje electrónico mejorados: se pueden realizar cobros de tarifas en peajes sin que se detengan los vehículos, leyendo sus placas en plena marcha.

Hablar de vehículo conectado es hablar de seguridad vial, que sumado al impulso que supondrá el desarrollo de la red 5G, incrementará de manera exponencial la calidad de transmisión de datos.

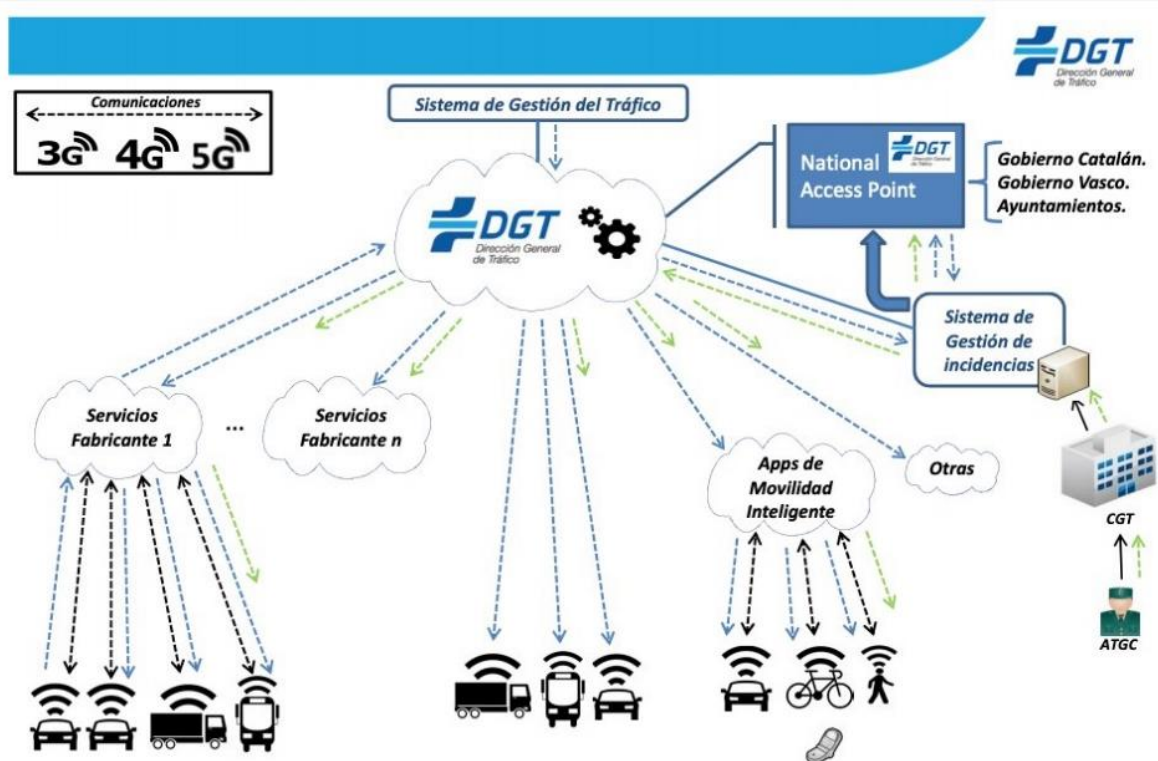
De acuerdo con la Dirección General de Tráfico conocida como DGT, para el año 2025 la Unión Europea habrá invertido 3500 millones de euros en un plan público - privado para el desarrollo de esta tecnología.

La movilidad conectada que implica esta nueva tecnología permitirá la comunicación y el intercambio de información mediante los móviles, con el fin de reducir el número de accidentes y la mortalidad en las carreteras.

La (Dirección General de Tráfico, 2022) menciona que la GT 3.0 es la plataforma de vehículos conectados de la DGT que facilita la interconexión de todos los miembros del ecosistema de movilidad, proporcionando a los usuarios de la vía información de tráfico siempre disponible para una mayor movilidad, seguridad e inteligencia. Entre los servicios que se ofrecería están; advertencia de averías en carretera, advertencia de obras, aparcamientos, ciclistas en la vía, panel de mensaje variable virtual, datos generados por los sensores de los vehículos, entre otros servicios.

Figura 6

Plataforma DGT 3.0



Nota. La figura muestra esquemáticamente el concepto de plataforma 3.0 Fuente: (DGT , 2022)

2.4.1 ADAS

En cuanto a la implementación de tecnología en los vehículos, tenemos los sistemas avanzados de asistencia al conductor o denominado como ADAS por sus siglas en inglés, que son el conjunto de elementos que disponen los vehículos relacionados con la seguridad activa y pasiva, algunas de las ADAS presentes en el mercado son:

- Alerta de colisión frontal (FCW): monitorea las condiciones actuales del tráfico, detectando si existen obstáculos imprevistos en frente ante lo cual emite una alerta sonora de emergencia.
- Advertencia de salida de carril: “Pensado para actuar ante una distracción o un posible caso de somnolencia, el sistema lee las líneas de la carretera y actúa sobre la dirección para devolver el coche al carril” (Castillo, 2019).
- Frenado autónomo de emergencia con detección de peatones y ciclistas: “El sistema llega a detectar peatones y ciclistas y activa los frenos de forma automática ante un posible atropello. Su eficacia es mayor en zonas urbanas a baja velocidad, pero es importante no relajarse pues ninguna ayuda es infalible” (Castillo, 2019).
- Cámara y sensores de retro: aumentan el campo perceptivo de los conductores cuando están haciendo maniobras de reversa.
- Detección de punto ciego: “alerta al conductor si hay algún vehículo en ese ángulo en el cual los retrovisores no permiten ver” (LATIN NCAP, 2023).
- Sistemas de detección de fatiga: sirve para alertar al conductor de que se está distrayendo y durmiendo mientras conduce.
- Mitigación de la colisión frenado automático de emergencia (AEB), “utilizan un radar con vista hacia delante, cámaras o sensores ópticos o una combinación de estos para

detectar de manera rápida y adecuada vehículos, peatones u otros potenciales obstáculos.

Esa información puede ser utilizada para avisar al conductor hasta aplicar los frenos y brindar hasta un 1g de desaceleración de la fuerza de frenado en un esfuerzo por evitar y mitigar las colisiones” (LATIN NCAP, 2023).

- Frenado de emergencia post colisión, actúa activando el frenado automático luego de una colisión si el conductor ya no puede hacerlo manualmente. Reduce la velocidad de forma gradual, así es posible recuperar el control del vehículo.
- Control de cruce adaptativo: “Nuestro vehículo mantiene de forma automática la distancia con el que le precede, frenando o recuperando velocidad, pero es importante seguir prestando atención a todas las funciones o, por ejemplo, nuestro coche podría tomar una dirección equivocada” (Castillo, 2019).
- Asistente de salida en pendiente: cuando el vehículo está estacionado en una pendiente y se levanta el pie del pedal del freno, este sistema se activa durante unos segundos para evitar que el vehículo se deslice mientras el conductor sale de la pendiente de manera segura.

Todos estos sistemas (ver figura 7) aumentan la seguridad de los ocupantes del vehículo como del resto de usuarios de la vía. Algunos de estos sistemas son capaces controlar el vehículo en determinadas situaciones para evitar un siniestro o minimizar sus efectos.

Los ADAS permiten reducir el riesgo de siniestro en un 57%, según indica la DGT, lo que ha permitido el aumento de la oferta en vehículos nuevos, se va generalizando su uso, en especial de sistemas tan importantes como el frenado autónomo.

Figura 7

Sistemas De Asistencia Al Conductor (ADAS)



Nota. La figura representa esquemáticamente la ubicación y radio de acción de algunas ADAS, sobre todo las de tipo sensor. Fuente: (MAPFRE Fundación, 2021).

La (Dirección General de Tráfico, 2023) indicó que:

El 6 de julio de 2022 entra en vigor el Reglamento y marca el comienzo de un calendario de incorporación de estas nuevas tecnologías a los nuevos vehículos. Además, se establece la denegación de nuevas homologaciones y la posterior prohibición de las matriculaciones (normalmente 24 meses después) a todos aquellos vehículos que no cuenten con ellas.

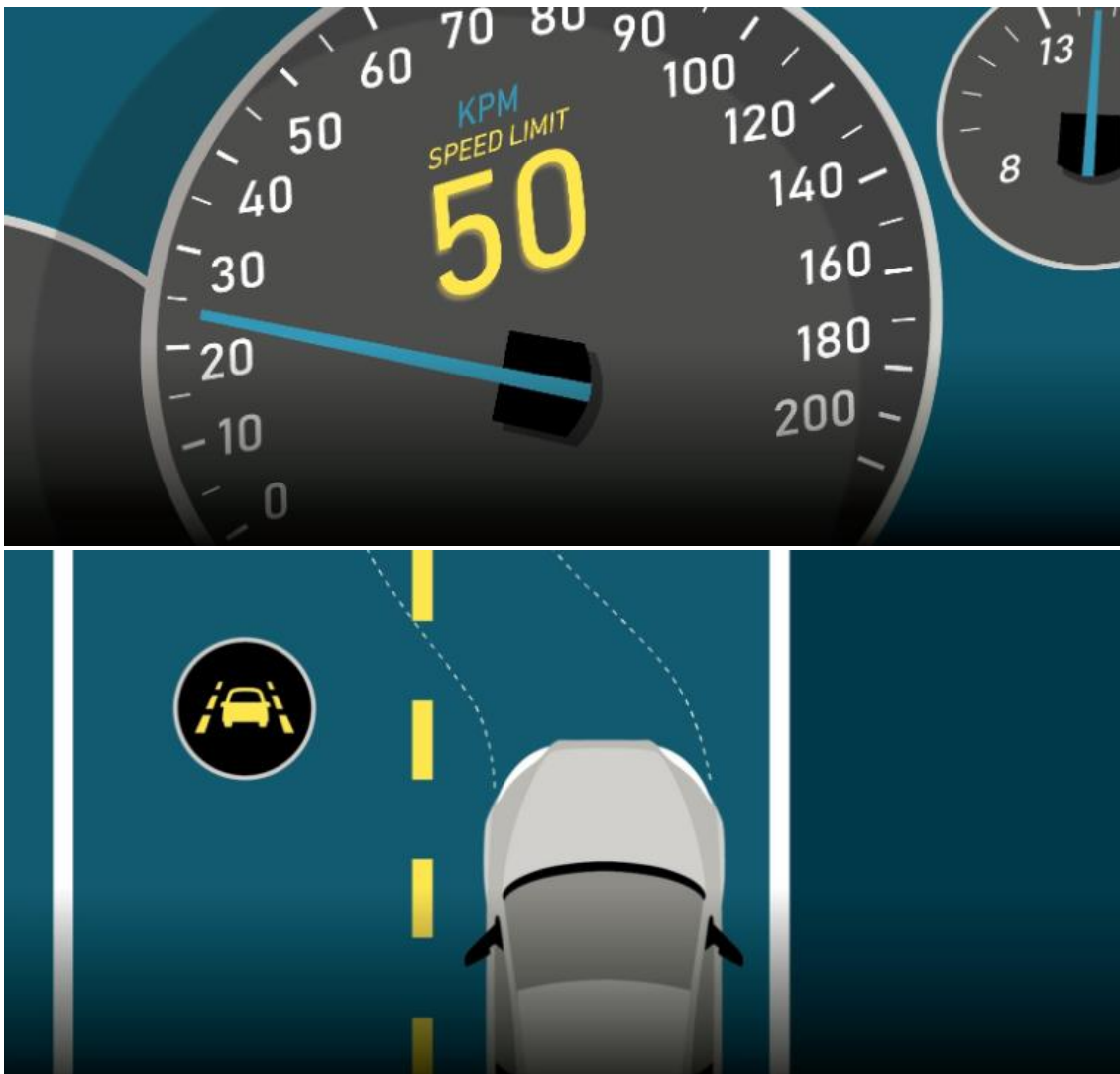
Así, todos los coches de nueva homologación deben incorporar de serie al menos ocho sistemas: Detector de somnolencia (DDR), Asistente de velocidad inteligente (ISA), Alerta de tráfico cruzado (RCTA), Caja negra (EDR), Alerta de cambio involuntario de carril (LDW),

Sistema de frenado de emergencia (ESS), Inhibidor de arranque con alcoholímetro y Alerta de uso del cinturón en todas las plazas. Por supuesto, se espera ir regulando la presencia obligatoria de otros ADAS gradualmente.

De esta manera en países como los pertenecientes a la Unión Europea, plantea mediante la introducción de tecnología de vanguardia mitigar de manera significativa las muertes y lesionados que resultan de los siniestros asociados a la movilidad.

Figura 8

ADAS en los vehículos – LATIN NCAP



Nota. La figura muestra el sistema de crucero y cambio de carril. Fuente: (LATIN NCAP, 2021)

2.5. SEGURIDAD VIAL URBANA

La planeación urbana es el primer paso en la planificación urbana de seguridad vial. Los factores que intervienen son: la accesibilidad regional, densidad poblacional, usos de suelo, redes viales, transporte público y facilidad para el transporte activo.

Tabla 3

Factores de uso de la tierra

Factor	Definición	Impacto vial
Accesibilidad regional	Ubicación del desarrollo en relación con el centro urbano regional	Reduce el kilometraje de vehículos per cápita
Densidad	Personas por unidad de área	Reduce los viajes de vehículos y aumenta el uso de modos alternativos
Uso de suelo	Determina las actividades permitidas al interior de un lote o predio	Aumenta modos alternativos, particularmente caminar
Centralidad	Trabajo y actividades en centros urbanos	Aumenta el uso de modos alternativos
Conectividad de la red	Grado en que las aceras y las carreteras están conectados	El aumento de la conectividad de la calzada puede reducir el desplazamiento de vehículos
Diseño de las vías	Diseño y gestión de las calles	Las calles multimodales aumentan el uso de modos alternativos
Condiciones del transporte activo	Cantidad, calidad y seguridad de aceras, pasos de peatones, caminos y carriles de bicicletas	Las condiciones mejoradas para caminar y andar en bicicleta tienden a aumentar los viajes sin motor
Calidad y accesibilidad del transporte público	Calidad del servicio de tránsito y acceso de transporte público a los destinos	Aumenta el número de pasajeros y reduce los viajes en automóvil

Fuente: Asociación Mundial PIARC (2015).

Acorde con la tabla 3, los factores de la planeación urbana impactan claramente sobre la seguridad vial. “Por ejemplo, a mayor densidad poblacional y más centrada sea una ciudad, tendrá mayor uso de transporte alternativos y activos (bicis, peatones) y menos de transporte privado” (PIARC, 2015).

El cambio en el diseño y planificación de los barrios y sus vías locales pudieran convertir las ciudades del mundo en sitios más seguros en cuanto a la movilidad.

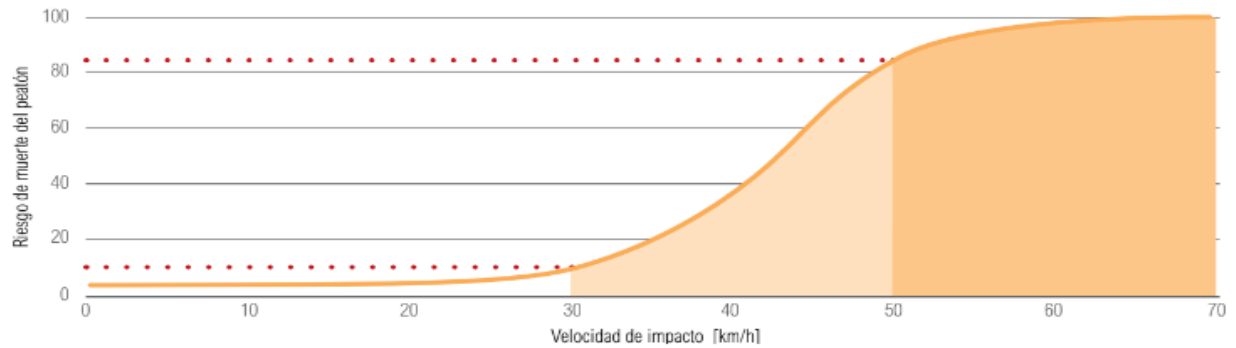
“Los lugares donde se han diseñado vías para facilitar, principal o exclusivamente, el tránsito de vehículos motorizados particulares, pueden transformarse en lugares significativamente más seguros para todos los usuarios” (World Resources Institute, 2015).

“Para realizar este cambio, es necesario rediseñar las vías con el fin de atender de manera eficaz las necesidades de los peatones, ciclistas, usuarios del transporte público y quienes realizan otras actividades públicas” (World Resources Institute, 2015).

La seguridad vial se puede mejorar reduciendo los conflictos y la velocidad de los vehículos. Si la velocidad de un vehículo es menor a los 30 km/h, el riesgo de muerte en un siniestro de tránsito se reduce de forma significativa, mientras que conduciendo a 50 km/h el riesgo de muerte para un peatón es dos veces mayor que desplazándose a 30 km/h (ver figura 9).

Figura 9

Velocidad de impacto (km/h) y riesgo de muerte del peatón



Nota. La figura muestra la relación entre la velocidad de impacto de vehículos versus el riesgo de muerte del peatón en caso de atropello. Obtenido de Ciudades más seguras mediante el diseño.

Fuente: (Steer, 2015).

Los principios de diseño urbano que permiten reducir el uso del vehículo particular y promover una movilidad activa son las 5D, que corresponden a densidad, diversidad, diseño, destino y distancia.

- Densidad se refiere a la densidad de construcción
- Diversidad mide el uso mixto del suelo (habitacional, oficina, comercial e industrial)
- Diseño hace referencia a la calidad del entorno peatonal, arborización, mobiliario urbano, etc.
- Destino describe a la conveniencia de acceso a los diferentes destinos de desplazamientos, como atractores de tráfico: centros comerciales, oficinas, equipamiento urbano urbanizaciones, etc.

- Distancia se refiere a la proximidad con el transporte público para movilizarse hacia los diferentes destinos.

Las ciudades pueden animar el desarrollo de condiciones más seguras para todos los usuarios de la vía mediante una planificación que dé prioridad a los peatones, los ciclistas y al transporte público masivo.

Los elementos claves específicos de una configuración urbana que resultan en una mayor seguridad vial, son en conjunto:

- Tamaño de las cuadras
- Conectividad de las calles
- Ancho de calzadas
- Acceso a los destinos
- Densidad de la población

Se recomienda cuadras de 75 a 150m de longitud, debido a que las cuadras largas no son seguras para los peatones, porque generalmente solo se tienen cruces peatonales en las intersecciones, por lo que indirectamente tienen a fomentar el cruce a mitad de cuadra y fomentan velocidades mayores por parte de los motorizados.

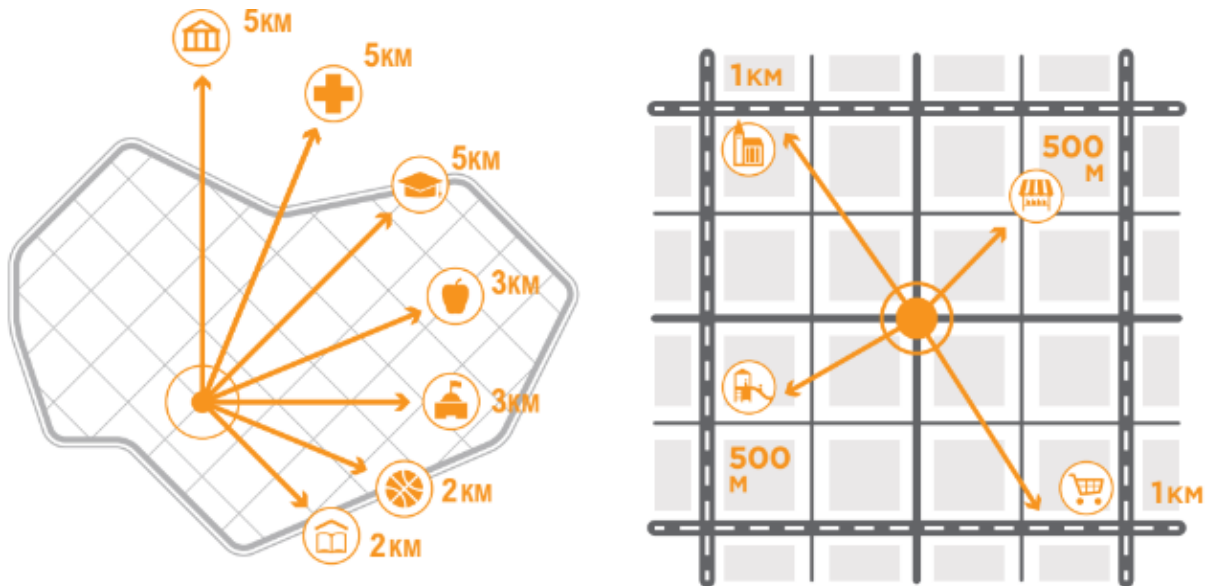
Se deben crear múltiples conexiones para peatones y ciclistas a través de una red vial interconectada, lo que permite dispersar el tránsito en vez de concentrarlo en vías arteriales. A mayor densidad ocupacional y uso mixto del suelo se debe crear una mayor conexión de vías.

Los anchos de calzada se deben minimizar para dar prioridad a los peatones, reflejando un ancho mínimo para brindar apoyo a los usuarios con vehículos de emergencias. Un ancho de calzada menor permite desacelerar el tránsito y recorta la distancia de cruce peatonal.

Se recomienda que los barrios sean diseñados de forma tal que incluyan los servicios del transporte público, parques, escuelas, comercio y otras actividades que estén a corta distancia para ir a pie, el WRI recomienda zonas de captación de un radio de 500m para estas actividades (ver figura 10).

Figura 10

Accesos a destinos



Nota. La figura representa las distancias hacia las diferentes necesidades de los usuarios, en radios de no más de 500m. Aquí se debe disponer de varios usos de suelo. Fuente: (Steer, 2015).

La densidad de población está vinculada a un mayor número de desplazamientos a pie y en transporte público, así como menor uso del vehículo particular.

2.6. ACCIDENTES DE TRÁNSITO

El reglamento de la Ley Orgánica De Transporte Terrestre, Tránsito Y Seguridad Vial en su art. 392 (2012) define como accidente de tránsito a:

Todo suceso eventual o acción involuntaria, que como efecto de una o más causas y con independencia del grado de estas, ocurre en vías o lugares destinados al uso público o privado, ocasionando personas muertas, individuos con lesiones de diversa gravedad o naturaleza y daños materiales en vehículos, vías o infraestructura, con la participación de los usuarios de la vía, vehículo, vía y/o entorno. (p. 76)

2.6.1 Definiciones de interés

Otras definiciones de interés que se encuentran en el reglamento de la Ley Orgánica De Transporte Terrestre, Tránsito Y Seguridad Vial en su art. 392 (2012) son:

- Conductor. - es la persona legalmente facultada para conducir un vehículo automotor, y quien guía, dirige o maniobra un vehículo remolcado.
- Causa basal o eficiente. - es aquella circunstancia que interviene de forma directa en la producción de un accidente de tránsito y sin la cual no se hubiera producido el mismo.
- Colisión. - impacto de más de dos vehículos.
- Causas concurrentes o coadyuvantes. - son aquellas circunstancias que por sí mismas.
- Pasajero. - es la persona que utiliza un medio de transporte para movilizarse de un lugar a otro, sin ser el conductor.
- Peatón. - es la persona que transita a pie por las vías, calles, caminos, carreteras, aceras y, las personas con discapacidad que transitan igualmente en vehículos especiales manejados por ellos o por terceros.

2.6.2 Causas probables de accidentes de tránsito

La agencia Nacional de Tránsito (ANT) define 27 causas de siniestros viales, las cuales se agrupan en causas atribuidas a la impericia del conductor, precipitación del peatón, imprudencia del pasajero, daños mecánicos, factores climáticos, deficiencias u obstáculos en la vía y casos de fuerza mayor. Las causas probables de siniestros son:

- Adelantar o rebasar a otro vehículo en movimiento en zonas o sitios peligrosos.
- Bajarse o subirse de vehículos en movimiento sin tomar las precauciones debidas.
- Caso fortuito o fuerza mayor.
- Condiciones ambientales y/o atmosféricas.
- Conduce bajo la influencia de alcohol, sustancias estupefacientes o psicotrópicas y/o medicamentos.
- Conducir desatento a las condiciones de tránsito.
- Conducir en estado de somnolencia o malas condiciones físicas
- Conducir en sentido contrario a la vía normal de circulación.
- Conducir vehículo superando los límites máximos de velocidad.
- Daños mecánicos previsibles.
- Dejar o recoger pasajeros en lugares no permitidos.
- Dispositivo regulador de tránsito en mal estado de funcionamiento (semáforo).
- Falla mecánica en los sistemas y/o neumáticos.
- Mal estacionado – el conductor que detenga o estacione vehículos en sitios o zonas que entrañen peligro, tales como zona de seguridad, curvas, puentes, túneles, pendiente.
- Malas condiciones de la vía y/o configuración (iluminación y diseño).
- No ceder el derecho de vía o preferencia de paso al peatón.

- No guardar la distancia lateral mínima de seguridad entre vehículos.
- No mantener la distancia prudencial con respecto al vehículo que antecede.
- No respetar las señales manuales del agente de tránsito.
- No respetar las señales reglamentarias de tránsito.
- No transitar por las aceras o zonas de seguridad destinadas para el efecto.
- Peatón que cruza la calzada sin respetar la señalización existente.
- Peatón transita bajo influencia de alcohol, sustancias estupefacientes o psicotrópicas y/o medicamentos.
- Peso y volumen – no cumplir con las normas de seguridad necesarias al transportar cargas.
- Presencia de agentes externos en la vía.
- Realizar cambio brusco o indebido de carril.

2.6.3 Tipos de siniestros

En la tabla 4 se presentan los tipos de siniestros que se reflejan en la Ficha Metodológica de la ANT y en las estadísticas de siniestros en su visor de Siniestralidad Nacional.

Tabla 4

Tipos de siniestros

Siniestro	Definición
Choque frontal	Impacto frontal de dos vehículos, cuyos ejes longitudinales coinciden al momento del impacto (RLOTTTSV, 2016).
Choque lateral	Es el impacto de la parte frontal de un vehículo con la parte lateral de otro, que al momento del impacto sus ejes longitudinales forman un ángulo diferente a 90 grados (RLOTTTSV, 2016).
Choque posterior	Es el impacto de un vehículo al vehículo que le antecede (RLOTTTSV, 2016).
Estrellamiento	Impacto de un vehículo en movimiento contra otro estacionado o contra un objeto fijo (RLOTTTSV, 2016).
Pérdida de carril	Es la salida del vehículo de la calzada normal de circulación (RLOTTTSV, 2016).
Pérdida de pista	Es la salida del vehículo de la calzada normal de circulación (ANT, MDI, DNCTSV, CTE).
Rozamiento	Es la fricción de las partes laterales de la carrocería de dos vehículos en movimiento, determinando daños materiales superficiales (RLOTTTSV, 2016).
Volcamiento	Accidente a consecuencia del cual la posición del vehículo se invierte o éste cae lateralmente (RLOTTTSV, 2016).
Arrollamiento	Acción por la cual un vehículo pasa con su rueda por encima del cuerpo de una persona o animal (RLOTTTSV, 2016).

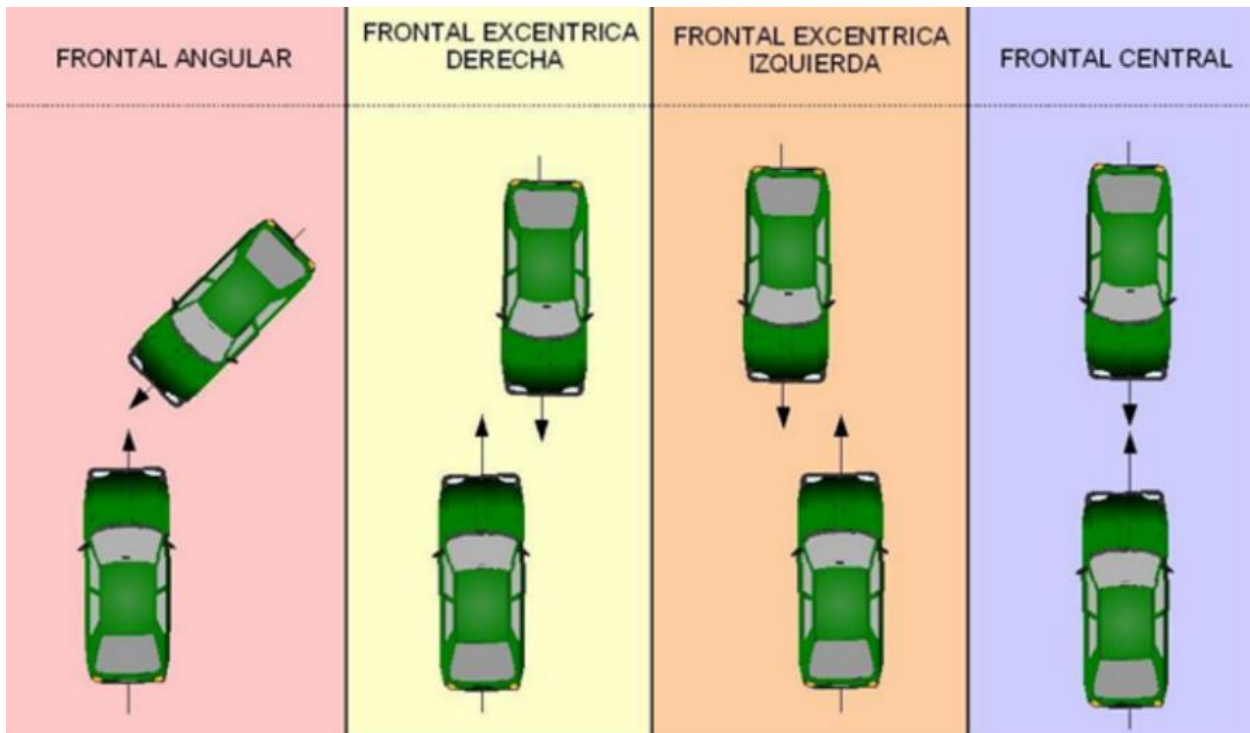
Atropello	Impacto de un vehículo en movimiento a un peatón o animal (RLOTTTSV, 2016).
Caída de pasajero	Es la pérdida de equilibrio del pasajero que produce su descenso violento desde el estribo o del interior del vehículo hacia la calzada (RLOTTTSV, 2016).
Atípico	Sucesos eventuales que no se encuentran enmarcados dentro de la tipología (ANT, MDI, DNCTSV, CTE).

Nota. La tabla presenta varios conceptos de siniestros que ocurren con frecuencia en el país.

Fuente: Ficha metodológica (ANT, 2023)

Figura 11

Tipos de choques frontales

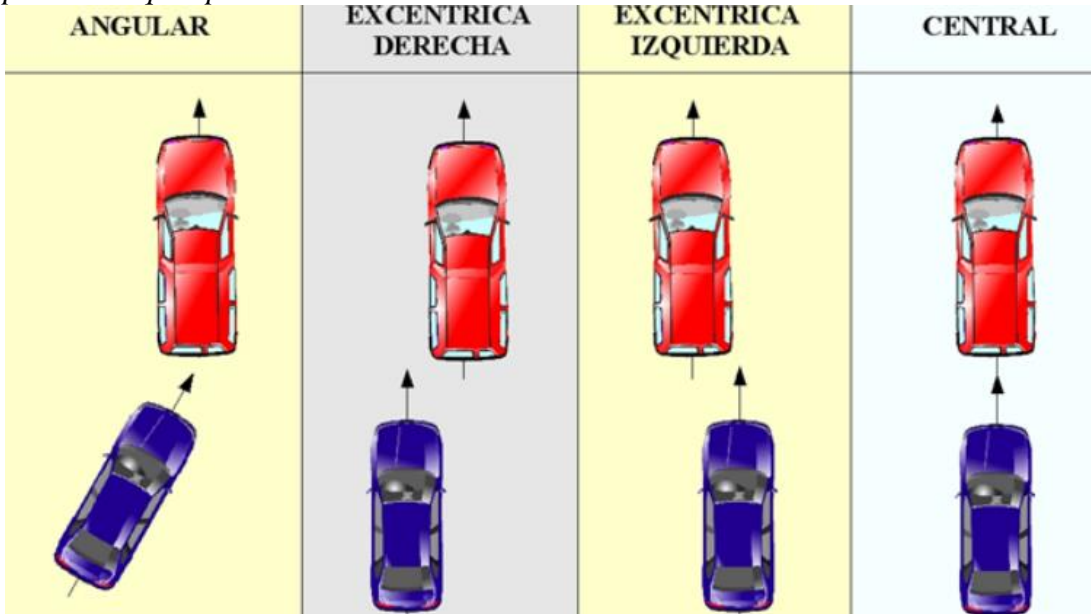


Nota. La figura muestra los diferentes impactos y ángulos de un choque frontal. Fuente:

eNOTIFY (2023). Url: acortar.link/cBKSQG

Figura 12

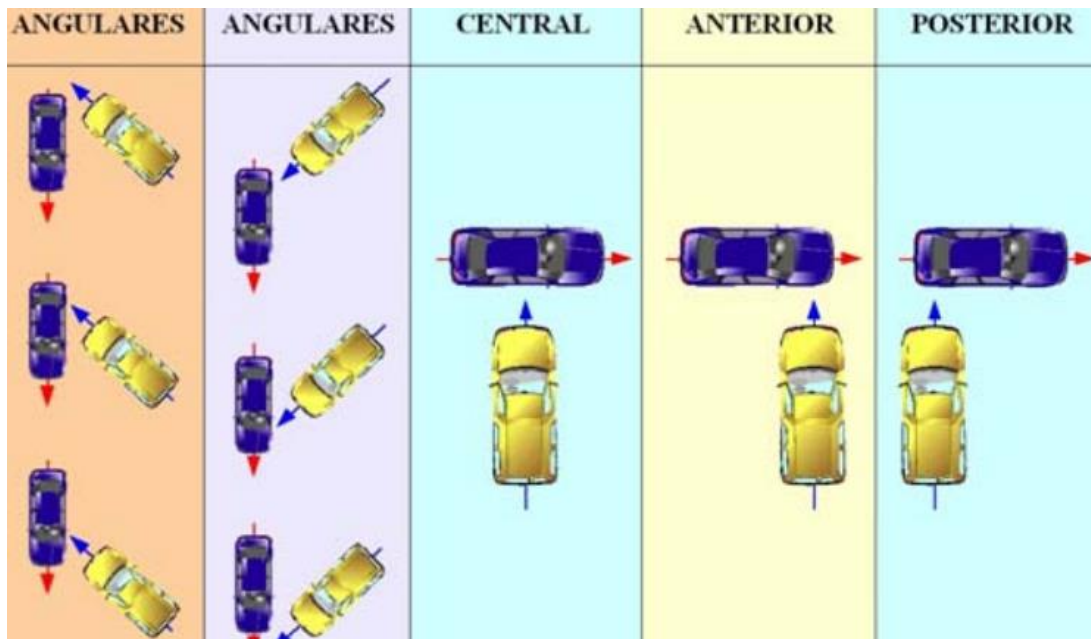
Tipos de choques posteriores o de alcance



Nota. La figura muestra lo diferentes impactos y ángulos de un choque posterior. Fuente: eNOTIFY (2023).

Figura 13

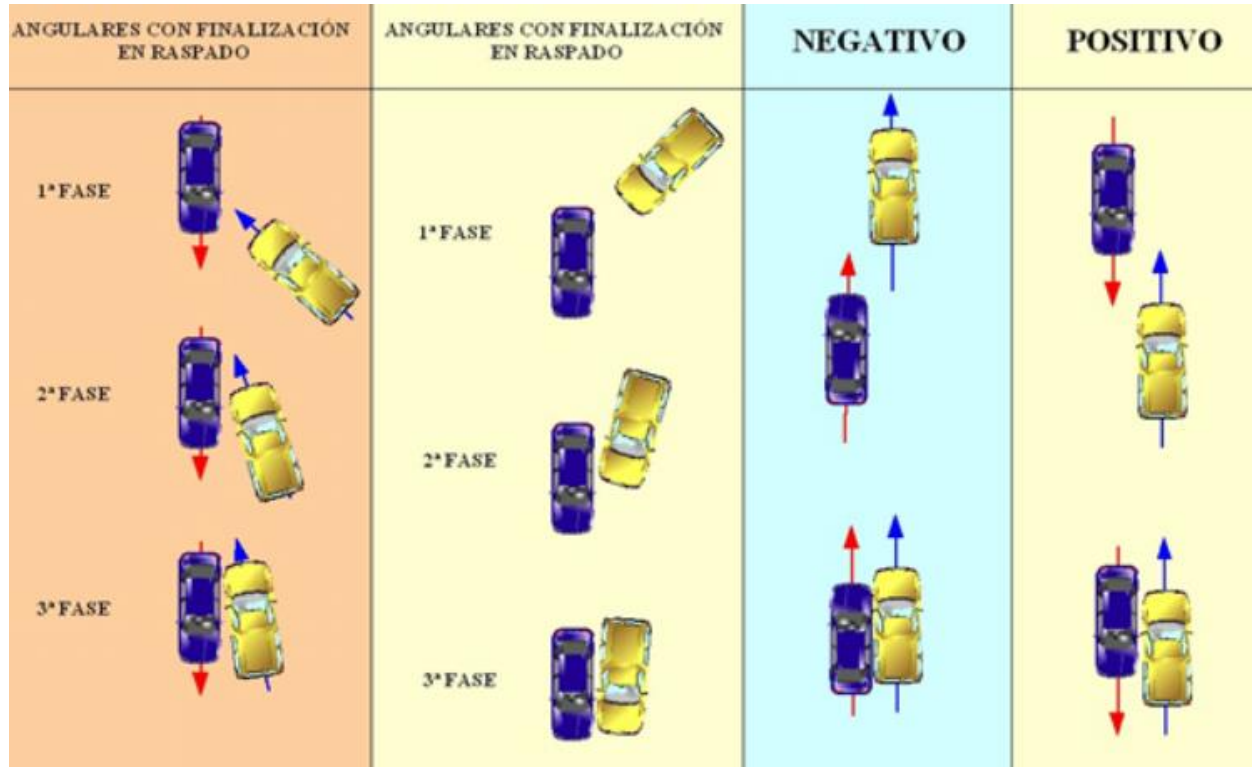
Tipos de choques laterales



Nota. La figura muestra lo diferentes impactos y ángulos en los que se puede dar un choque lateral. Fuente: eNOTIFY (2023).

Figura 14

Tipos de choques por rozamiento



Nota. La figura muestra lo diferentes impactos y ángulos en los que se puede dar un choque por rozamiento. Fuente: eNOTIFY (2023).

2.6.4 Víctimas involucrada

En la tabla 5 se presentan las víctimas involucradas y los conceptos de cada una, las cuales se reflejan en la Ficha Metodológica de la ANT y en las estadísticas de siniestros en su visor de Siniestralidad Nacional.

Tabla 5

Victimas involucradas

Descripción	Definición
Victima	Cualquier persona muerta o herida como consecuencia de un siniestro vial (RLOTTTSV, 2016).
Fallecido	Cualquier persona fallecida en el acto (en sitio) o durante los 30 días siguientes a un hecho de tránsito con víctimas, excluidos los suicidios. Se excluyen los casos en los que la autoridad competente declara que la causa de la muerte ha sido un suicidio (OISEVI)
Lesionado	Cualquier persona que, como consecuencia de un siniestro vial con víctimas, no resulte fallecida en el acto o dentro de las 24 horas siguientes, pero sufra lesiones. Normalmente, esas lesiones requieren tratamiento médico. Se excluyen los intentos de suicidio. Las personas con lesiones muy leves, como pequeños cortes o magulladuras, no suelen ser registradas como heridos. Se excluyen los casos en los que la autoridad competente declara que la causa de la herida ha sido un intento de suicidio (OISEVI).

Fuente: Ficha metodológica (ANT, 2023)

2.6.5 Tipo de vehículos involucrados

En la tabla 6 se presentan los tipos de vehículos involucrados que se reflejan en la Ficha Metodológica de la ANT y en las estadísticas de siniestros en su visor de Siniestralidad Nacional.

Tabla 6

Tipo de vehículos involucrados

Descripción	Definición
Automóvil	Vehículo liviano destinado al transporte de un reducido número de personas
Bicicleta	Vehículo de tracción humana de dos o más ruedas en línea (RLOTTTSV, 2016).
Bus	Vehículo automotor diseñado para el transporte de pasajeros compuesto por un chasis y una carrocería acondicionada para el transporte de pasajeros con una capacidad desde 36 asientos incluido el conductor (RLOTTTSV, 2016).
Camión	Vehículo a motor construido especialmente para el transporte de carga, con capacidad de más de 3.500 Kg (RLOTTTSV, 2016).
Camioneta	Vehículo a motor construido para el transporte de carga, con capacidad de hasta 3.500 Kg (RLOTTTSV, 2016).
Emergencia	El perteneciente a la Policía Nacional o al Cuerpo de Bomberos y las ambulancias de las instituciones públicas o privadas que porten los distintivos especiales determinados para el efecto (RLOTTTSV, 2016).

Especial	<p>Vehículos que pertenecen a las categorías M, N u O destinados al transporte de pasajeros o mercancías que cumplen una función adicional y que presentan características especiales tanto en su carrocería o equipamiento. Ejemplos: casa rodante, porta valores, barredor, estación médica móvil, esparcidora de asfalto, sanitario, tractor, entre otros (NTE INEN 2656:2016).</p>
Furgoneta	<p>Vehículo ligero diseñado para el transporte de pasajeros y mercancías, compuesto por una superestructura integral entre el chasis y la carrocería. Puede tener una capacidad de pasajeros entre 10 y 18 asientos incluido el conductor (RLOTTTSV, 2016).</p>
Motocicleta	<p>Vehículo automóvil de dos, tres o cuatro ruedas cuya masa en vacío no excede de 400 kg de peso. Se incluyen los vehículos con una cilindrada inferior a 50cc. Si no están incluidos en la definición de ciclomotor (OISEVI).</p>
Vehículo deportivo utilitario	<p>Vehículo utilitario fabricado con carrocería cerrada o abierta, con techo fijo o desmontable y rígido o flexible. Para cuatro o más asientos en por lo menos dos filas. Los asientos pueden tener respaldos abatibles o removibles para proveer mayor espacio de carga. Con dos o cuatro puertas laterales y apertura posterior. Por su configuración (altura libre del piso, ángulos de ataque, ventral y de salida) generalmente puede ser utilizado en carreteras en mal estado o fuera de ellas. La tracción puede estar en las cuatro ruedas o en dos. Ejemplos: todo terreno, entre otros. (NTE INEN-ISO 3833, 3.1.1.9; NTE INEN 2656:2016)</p>

Scooter
eléctrico

Entiéndase como scooter eléctrico al vehículo de dos (2) o más ruedas en línea, compuesto de una plataforma y un sistema de dirección, cuyo movimiento sea generado a partir de una fuerza que empuja o da impulsó de forma eléctrica. (Acuerdo No. 384, Bogotá, 2020) Este tipo de vehículos utilizan un motor de corriente continua para su movimiento, estos motores tienen su denominación en watts y oscilan desde los 250W hasta los 1200W. Cabe mencionar que en Ecuador este tipo de vehículo y su definición técnica todavía no han sido homologados en las normas técnicas emitidas por el INEN y la regularización de estos todavía se encuentra como un proyecto en los distintos municipios del país.

Tricimoto

Vehículos de tres ruedas simétricas al eje longitudinal del vehículo, diseñado para velocidades superiores a los 45 km/h, que su cilindrada sea mayor o igual a 50 cm³. Peso en orden de marcha < 1000 kg Vehículos de tres ruedas que no pueden clasificarse como vehículos (NTE INEN 2656:2016, 4.1)

Nota. Elaboración propia en base a los conceptos de la Agencia Nacional de Tránsito. Fuente: Ficha metodológica (ANT, 2023)

2.6.6 Tipo de servicio

La Ley De Transporte Terrestre Y Seguridad Vial en su art. 53 define las clases de servicios de transporte terrestre en:

- a) Público
- b) Comercial

- c) Por cuenta propia; y
- d) Particular

2.6.7 Código Orgánico Integral Penal y los accidentes de tránsito

El COIP establece en su art. 376 sanción de privación de libertad de diez a doce años a los conductores que ocasionen la muerte de una o más personas, como resultado de una muerte causada por conductor en estado de embriaguez o bajo los efectos de sustancias estupefacientes, psicotrópicas. En caso de que el conductor sea del transporte público, además de la sanción privativa de libertad el propietario del vehículo y la operadora de transporte a la que pertenece serán responsables de los daños civiles.

El COIP establece en su art. 377 la muerte culposa, en donde establece una sanción privativa de libertad de uno a tres años, suspensión de licencia de conducir por seis meses posterior al cumplimiento de la pena privativa. Aplica a las personas que ocasionen un accidente de tránsito que resulte en la muerte de una o más personas, por infringir un deber objetivo de cuidado. Mientras tanto, la pena privativa será de tres a cinco años, cuando el daño es producto de acciones innecesarias, peligrosas e ilegítimas como el exceso de velocidad, inobservancia a las leyes de tránsito, etc.

El COIP también habla de las lesiones causadas por accidentes de tránsito, en donde se aplicarán las sanciones previstas en el art. 153 reducidas en un cuarto de la pena mínima prevista en cada caso y una reducción de diez puntos en la licencia. Si la persona conduce en estado de embriaguez o bajo efectos de sustancias estupefacientes las sanciones del art. 152 se incrementarán en un tercio y la suspensión de la licencia de conducir.

CAPITULO III. METODOLOGÍA

3.1. Diseño metodológico

En una primera instancia se realizó una investigación exploratoria directa para proporcionar ideas o hipótesis de trabajo que luego fueron contrastadas. Consecuentemente se realizaron encuestas cualitativas y cuantitativas, mediante un formulario en línea aprovechando diversas redes sociales para compartir poder recopilar las encuestas y obtener datos sobre los desplazamientos de la población de Machala y su percepción sobre la infraestructura. Además, con esta encuesta se pudo evaluar los niveles de satisfacción de los usuarios respecto a los diferentes modos de transporte y sus preferencias al desplazarse.

Respecto al tamaño de la muestra, se ha estratificado para que sea representativa con un nivel de confianza del 95% y un error relativo siempre inferior al 5%. Se ha tomado en cuenta los habitantes reportados por el INEC en el censo del 2010. Las cuales se han distribuido entre hombres y mujeres (65/35) y en varios rangos de edad, de tal forma que se han realizado un total de 393 encuestas. En el anexo 1 se presentan las preguntas y los resultados globales de la encuesta de satisfacción sobre la movilidad en Machala.

Es importante mencionar que se ha recopilado información en diferentes entidades para conocer los patrones de movilidad, red vial urbana, parque automotor, siniestralidad, planes de movilidad, proyectos a ejecutarse, entre otros apartados que servirán para plantear estrategias de movilidad urbana sostenible.

En la figura 15 se resume la metodología para plantear las estrategias de movilidad urbana sostenible en función de lo mencionado inicialmente, para lo cual se realiza un enfoque en 3 fases que consiste en:

- Diagnóstico: evaluar las oportunidades y problemas, mediante encuestas y recopilación de información existente.
- Objetivos y metas: análisis y entrevistas para la evaluación de resultados.
- Estrategias: consiste en plantear las estrategias mediante programas que aborden diversas facetas de la movilidad en la ciudad.

Figura 15

Metodología para establecer estrategias de movilidad



Nota. Elaboración propia (2023).

3.2. Fuentes de datos e información

Se emplearán fuentes de información primarias cualitativas (entrevistas) y cuantitativas (encuestas, observación), además de información secundaria interna de la organización y externa, con estas fuentes se podrá desarrollar la data necesaria para valorar la situación existente en cuanto a la movilidad existente en la ciudad de Machala.

3.3. Recopilación de información existente

3.3.1 Componente Territorial

De acuerdo con el Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial (PDOT) del cantón Machala 2019-2030, cuenta con una extensión aproximada de 37,292.38 ha distribuida en 7 parroquias urbanas: Puerto Bolívar, Jambelí, Machala, Jubones, La Providencia, El cambio, 9 de mayo, y la parroquia rural: El retiro.”

Machala limita al Norte, con el cantón El Guabo; al Este, con los cantones Pasaje y Santa Rosa; al Sur, con el cantón Santa Rosa y al Oeste, con el Océano Pacífico y el archipiélago Jambelí perteneciente al cantón Santa Rosa.

Figura 16

Límites del cantón Machala

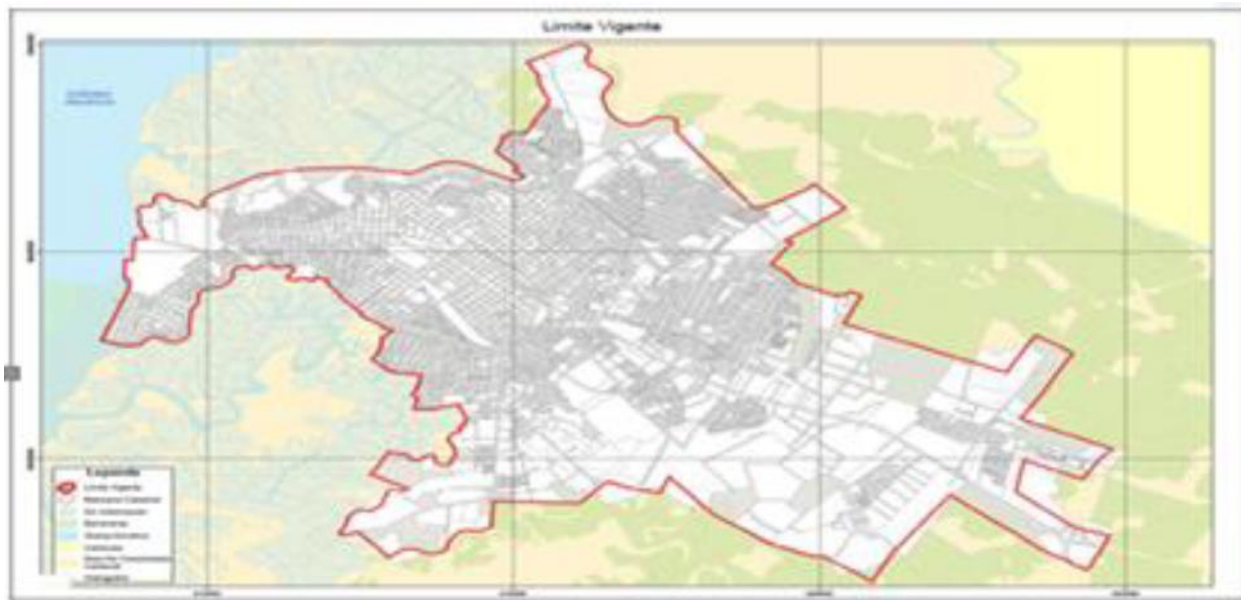


Nota. Figura elaborada por el GAD de Machala. Fuente: (Ministerio de Turismo, 2021).

“La ciudad de Machala, concretamente su conglomerado urbano, se implanta en la parte noroccidental del Cantón y lo hace sobre una planicie que se ubica en medio de un sistema de Esteros pertenecientes a la cuenca del Río Jubones” (PDOT, 2022).

Figura 17

Límite urbano Machala



Nota. Obtenido del Plan de uso y Gestión de Suelo – Machala 2020. Elaboración: DIPLAN / PUGS – GADMM (2020).

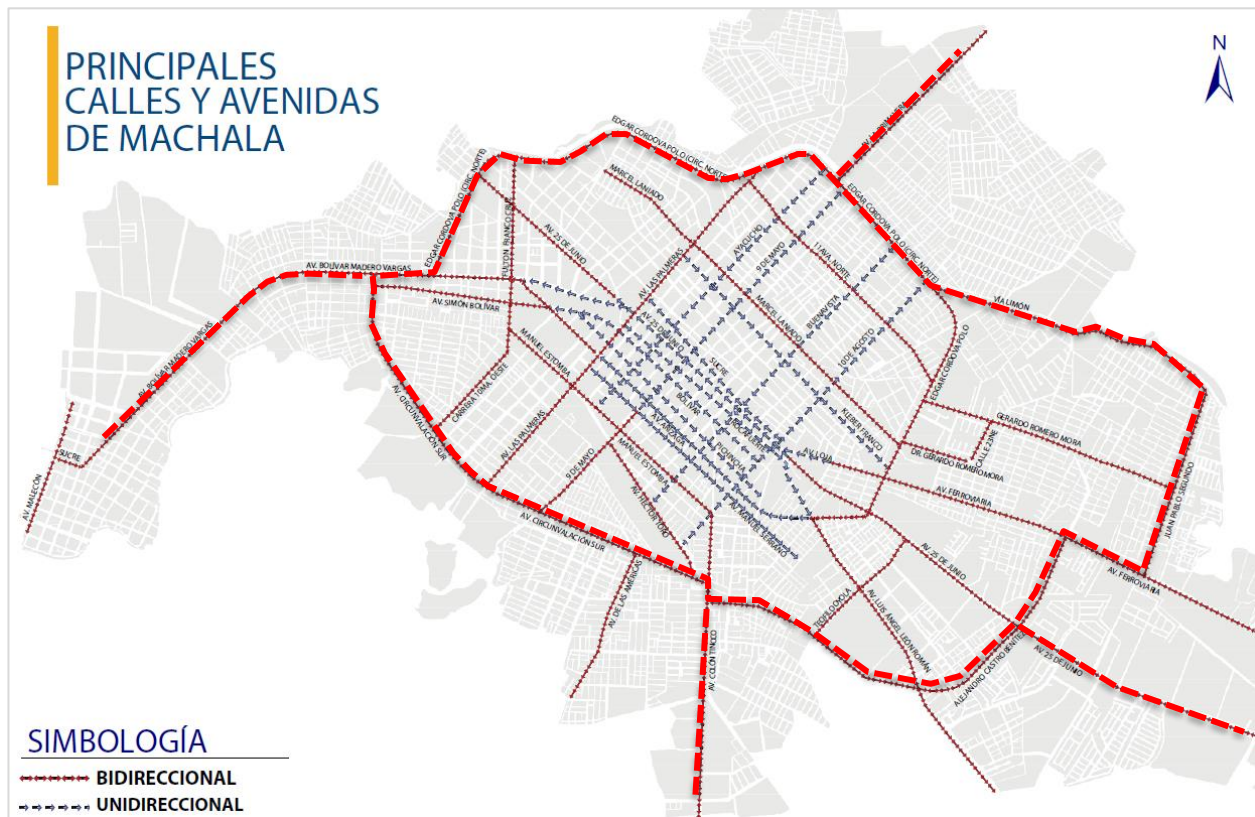
La población del cantón de Machala es de aproximadamente 256.022 habitantes de acuerdo con el Censo de Población y Vivienda 2010; sin embargo, en una proyección (INEC 2017) estimaba que para el 2020 la población en la ciudad de Machala sería aproximadamente de 289.141 habitantes (49,08% hombres y 50,92% mujeres).

En la figura 18 se puede apreciar la red vial principal de Machala, en donde se aprecian vías principales (bidireccionales) que demarcan su malla vial, en la que se asemeja medianamente un anillo vial perimetral de alta jerarquía funcional.

A medida que las ciudades van creciendo, los sistemas y servicios de transporte también. Esto a menudo conlleva a la implementación de nuevas vías y enlaces viales, entre ellos, los corredores perimetrales o anillos viales que estimulan a una red a ser altamente eficiente y segura, con proyección de futuro.

Figura 18

Red vial de Machala – calles y avenidas principales

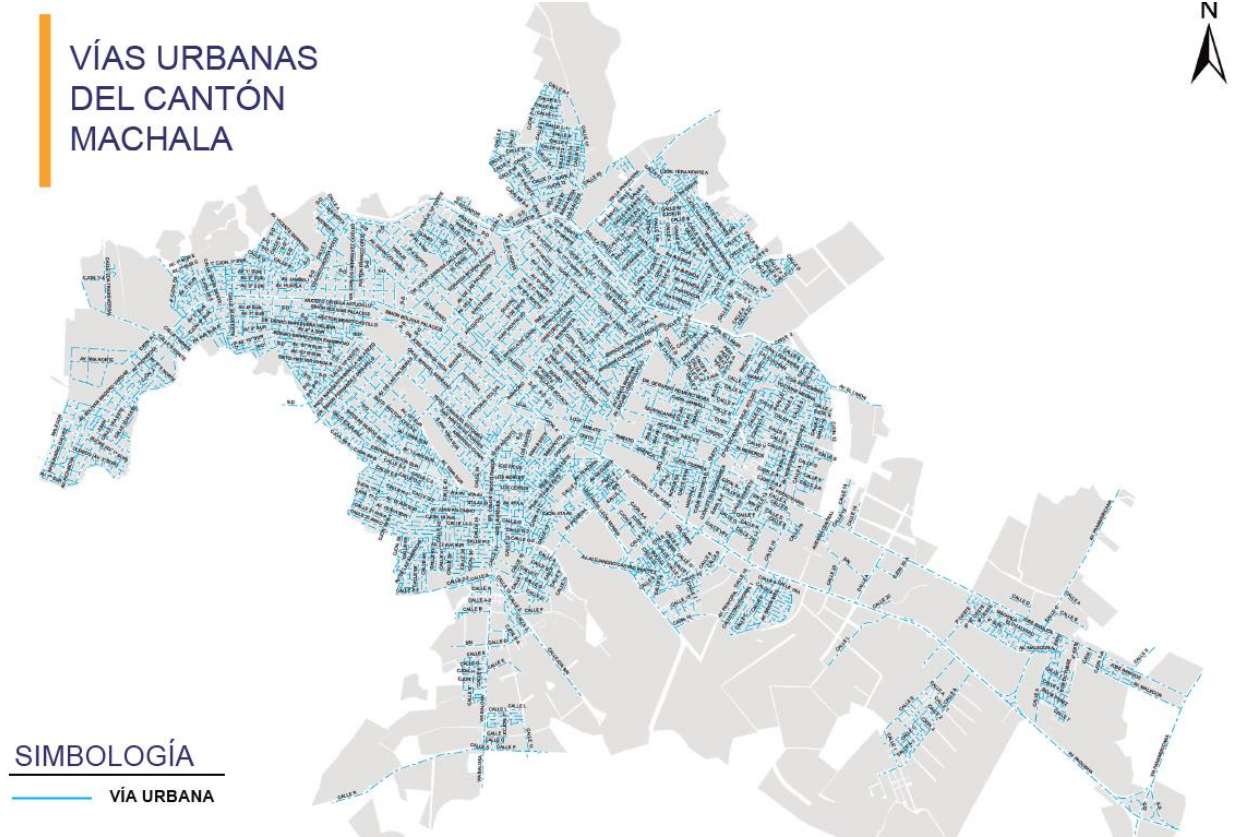


Nota. La figura se adaptó para mostrar el anillo perimetral de la ciudad y sus accesos sobre las calles y avenidas principales de la misma. Fuente: (Alcaldía de Machala, 2023)

En la figura 19 se puede apreciar la red vial de Machala, en lo que respecta a las vías urbanas, en donde se visualiza una vasta red de vías locales concentradas en la parte norte y oeste de la ciudad.

Figura 19

Red vial de Machala – calles y avenidas principales



Nota. La figura muestra la red urbana de Machala. Fuente: (Alcaldía de Machala, 2023).

Se aprecia un crecimiento urbano en auge, esto debido a que es la ciudad más poblada de toda la provincia de El Oro. Además, cuenta con uno de los puertos marítimos Bolívar más importante del Ecuador, como lo es Puerto Bolívar (ver figura 20), siendo el segundo puerto de embarque de plátano (71,84% del producto exportado) del país.

De acuerdo con el informe de rendición de cuentas de Autoridad Portuaria Puerto Bolívar, el total de la carga exportada en el año 2022 fue de 2'176.678,19 T.M. (94,71% de la carga movilizada) y 121.474,74 T.M. para la carga importada (5,29% de la carga movilizada) y un arribo de 387 buques de tráfico internacional.

Figura 20

Puerto Bolívar – Autoridad Aeroportuaria



Nota. Se aprecia el Puerto Bolívar en la noche. Fuente: (Alcaldía de Machala, 2021).

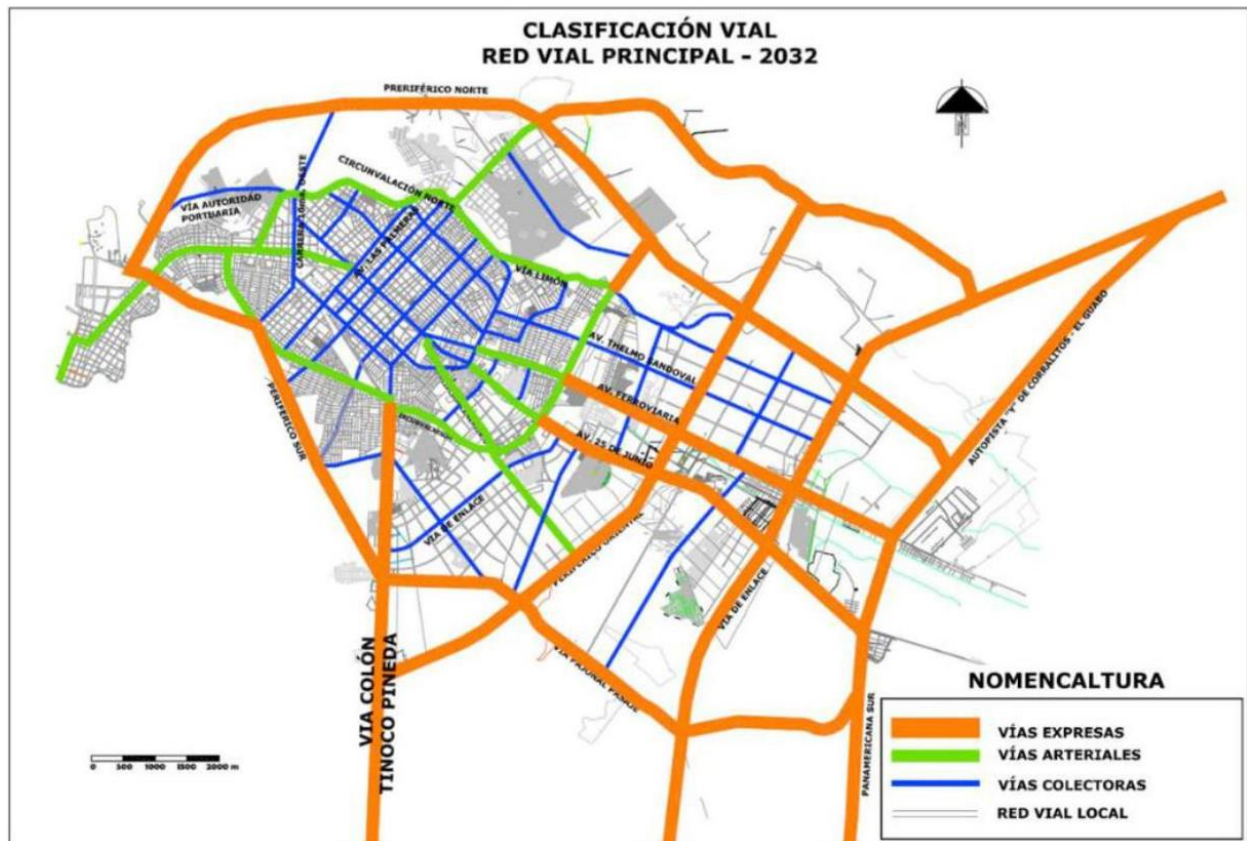
3.3.2 Plan de Movilidad Machala 2014

Para poder proponer estrategias de movilidad urbana sostenible se evaluó el plan de movilidad realizado en el 2014, el cual se resume a continuación:

- Se diseñaron anillos concéntricos para articular la circulación del tráfico
- Se propusieron vías diametrales y radiales
- Se recomendó la estructuración de la red vial juntamente con la planificación del uso de suelo y la implementación de obras de equipamiento urbano.

Figura 21

Clasificación vial de la Red principal – 2032 propuesta en el Plan Movilidad 2014



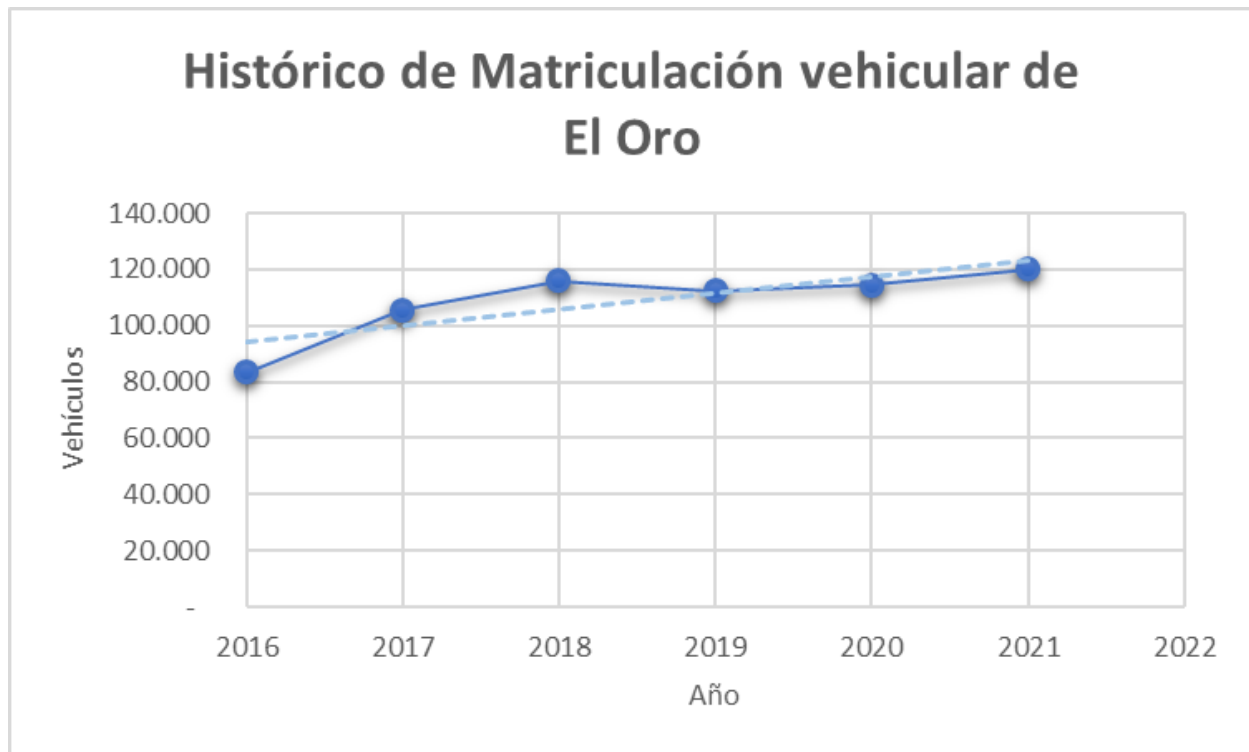
Nota. La figura muestra la vialidad de Machala y su jerarquía vial. Fuente: Plan de Movilidad de Machala. Elaboración: (A&V Cía. Ltda., 2014).

3.3.3 Matriculación vehicular

Se revisaron los datos reportados por el INEC para la provincia de El Oro, en donde se registraron 119.957 vehículos en el año 2021 y se exhibió un incremento de 36.540 vehículos desde el 2016 al 2021, lo que se puede apreciar en la figura 22, con un crecimiento promedio anual de 20%.

Figura 22

Datos históricos de Matriculación vehicular en El Oro 2016 – 2021



Nota. Se aprecia un incremento en el parque automotor de El Oro. Elaboración propia en base a datos del INEC (2023).

Mientras tanto, en la ciudad de Machala se reportaron 21466 vehículos matriculados en el año 2022, y 34336 en el año 2021 lo que representa un decrecimiento de la cantidad de vehículos matriculados, con un decrecimiento promedio anual de 37.48% de vehículos. Cabe recalcar que esto se ve afectado en el momento de entrar en operaciones el centro de revisión técnica vehicular (RTV) lo que indica una reducción de la acogida de los usuarios a realizar la matriculación en el cantón.

Tabla 7

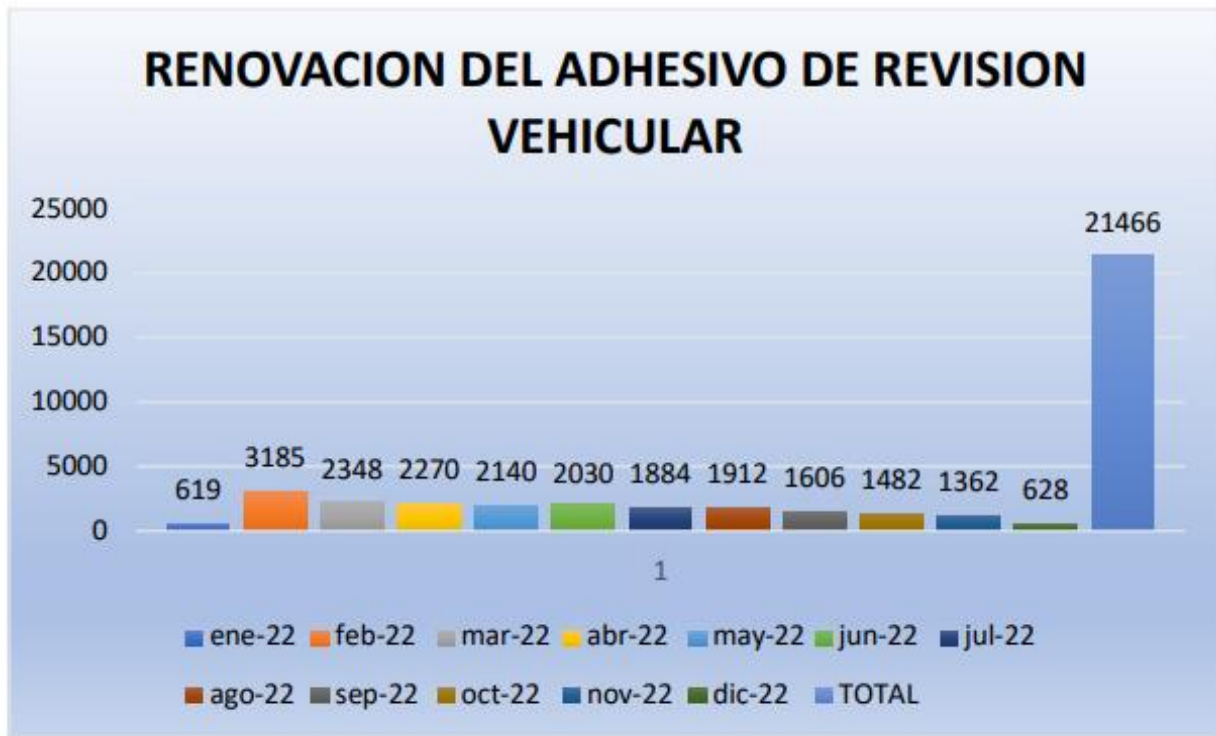
Datos históricos de Matriculación vehicular en Machala 2022

	2022												Total
	ene	feb	mar	abr	may	jun	jul	ago	sep	oct	nov	dic	
Renovación del adhesivo de revisión vehicular	619	3185	2348	2270	2140	2030	1884	1912	1606	1482	1362	628	21466

Nota. Datos tomados de la rendición de cuenta del año 2022. Fuente: MOVILIDAD MACHALA EP (2023)

Figura 23

Datos histograma de Matriculación vehicular en Machala por meses



Nota. Se aprecia un diagrama de barra de los datos de matriculación vehicular (renovación). Fuente: Movilidad Machala EP (2023)

Tabla 8

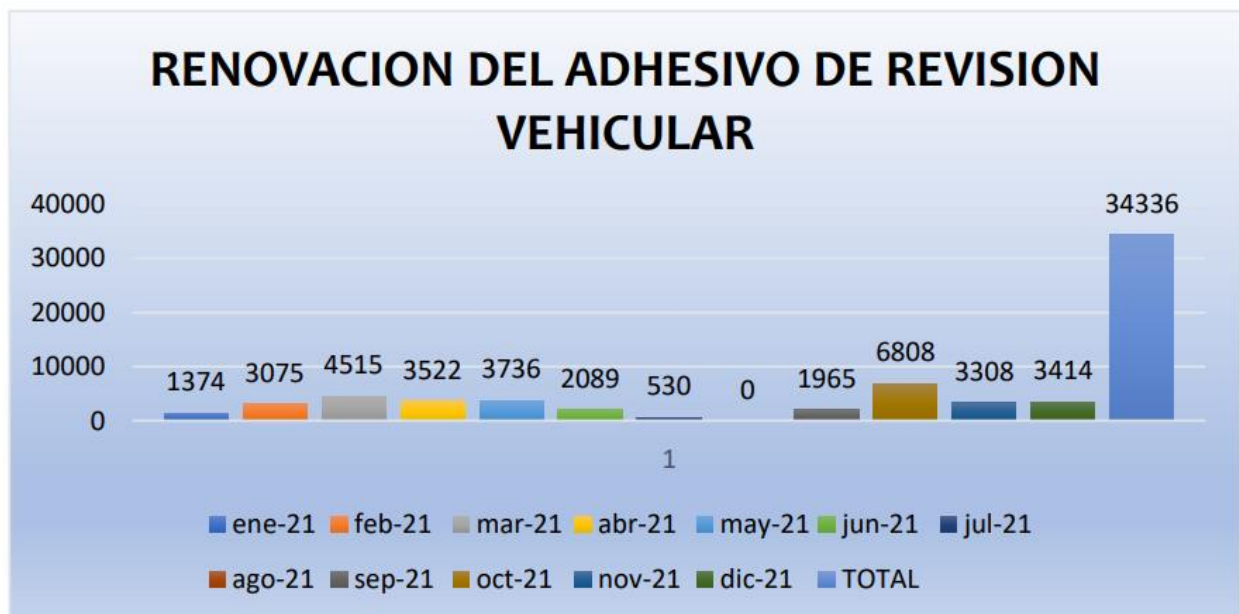
Datos históricos de Matriculación vehicular en Machala 2021

	2021												Total
	ene	feb	mar	abr	may	jun	jul	ago	sep	oct	nov	dic	
Renovación del adhesivo de revisión vehicular	1374	3075	4515	3522	3736	2089	530	0	1965	6808	3308	3414	34336

Nota. Datos tomados de la rendición de cuenta del año 2021. Fuente: MOVILIDAD MACHALA EP (2022).

Figura 24

Datos histograma de Matriculación vehicular en Machala por meses



Nota. Se aprecia un diagrama de barra de los datos de matriculación vehicular (renovación).

Fuente: Movilidad Machala EP (2022)

Movilidad Machala cuenta con un Centro de Revisión Técnica Vehicular (figura 24) es considerado el único en la provincia de El Oro que cuenta con equipos de alta tecnología para las revisiones técnicas.

“Esto permitirá verificar el estado técnico – mecánico del vehículo, reduciendo la contaminación ambiental, los índices de accidentabilidad y así proporcionar una mayor seguridad al conductor y acompañantes” (Movilidad Machala EP, 2021).

Figura 25

Centro de Revisión Técnica Vehicular de Movilidad Machala EP



Nota. Se muestra las instalaciones del centro de revisión técnica vehicular de Machala. Fuente: Movilidad Machala EP (2021).

Se han reducido los tiempos para matricular un vehículo a 25 minutos en promedio, lastimosamente muchos usuarios han confundido la RTV con dificultades de aprobación y por ende han optado por llevar sus vehículos a otros GADs, lo que conlleva a potenciales riesgos al circular en la ciudad de Machala y no ser revisados técnicamente.

De acuerdo con el informe de rendición de cuentas 2022, Movilidad Machala EP percibió ingresos por concepto de matriculación vehicular, citaciones, retenciones vehiculares y espacios tarifados, los valores reportados se aprecian en la tabla 9.

Tabla 9

Ingresos Movilidad Machala

RUBRO	VALOR	PORCENTAJE
Matriculación vehicular	\$1'070.347,00	35,89%
Citaciones	\$1'430.179,37	47,96%
Retención vehicular	\$107.113,06	3,59%
Espacios tarifados	\$374.615,43	12,56%
TOTAL	\$2'982.255,66	100,00%

Nota. Se presentan algunos de los ingresos de la empresa. Elaboración propia en base de datos de la rendición de cuentas 2022. Fuente: Movilidad Machala EP (2023)

3.3.4 Siniestralidad en Machala

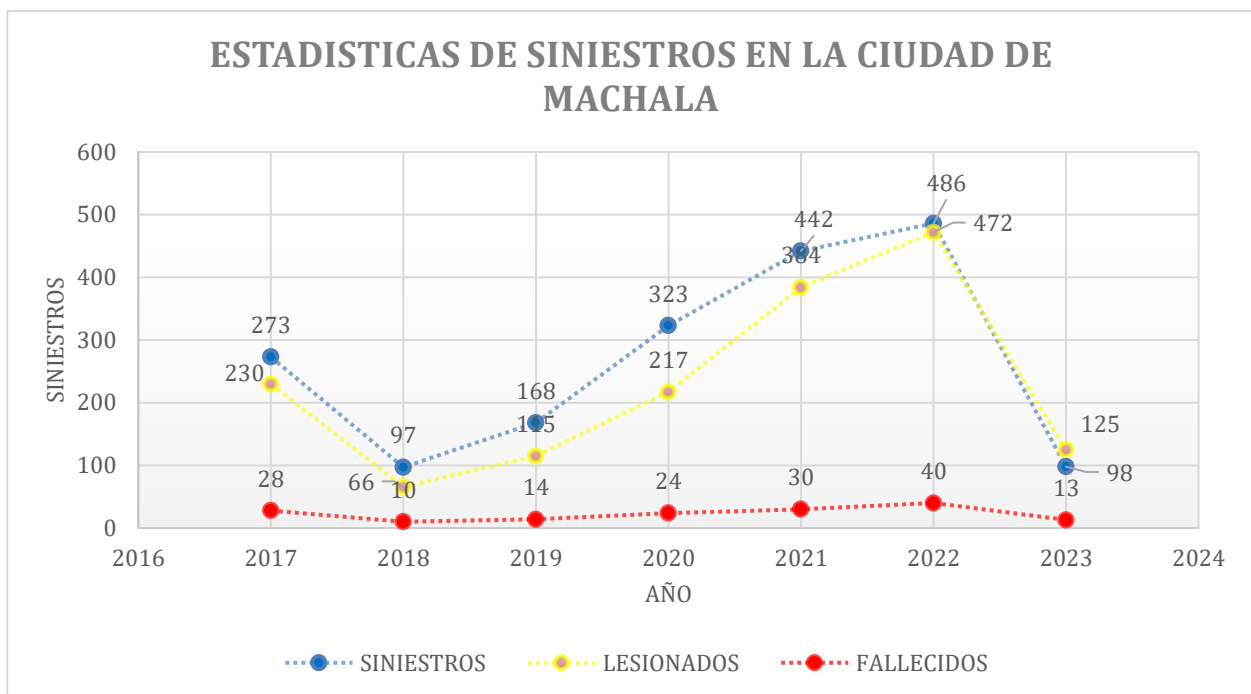
En Ecuador, en el año 2022, de acuerdo con las estadísticas de siniestros de tránsito ocurrieron 21.739 siniestros reportados, con 2.202 fallecidos y 19.006 lesionados.

El tipo de siniestro con mayor incidencia en el año 2022 a nivel nacional fueron los choques (frontal, lateral o posterior) que representaban el 44,0% del total de siniestros registrados, los estrellamientos representaban el 13,2%, los atropellos el 12,0%, las pérdidas de carril y pista el 15,0%, rozamientos el 4,4%, caídas de pasajeros 3,0% y otros tipos de siniestros el 8,4%.

Realizando un enfoque a los datos registrados en la ciudad de Machala en el periodo desde el 2017 hasta el 2023 (I semestre), en donde se tiene reportados 1914 siniestros de tránsito, 1609 lesionados y 159 fallecidos en donde el 68% de las víctimas fueron hombres y el 14% mujeres. En las figuras 25 y 26 se aprecian los datos históricos reportados por la ANT.

Figura 26

Estadísticas de siniestros en la ciudad de Machala 2017 a 2023 (I semestre)



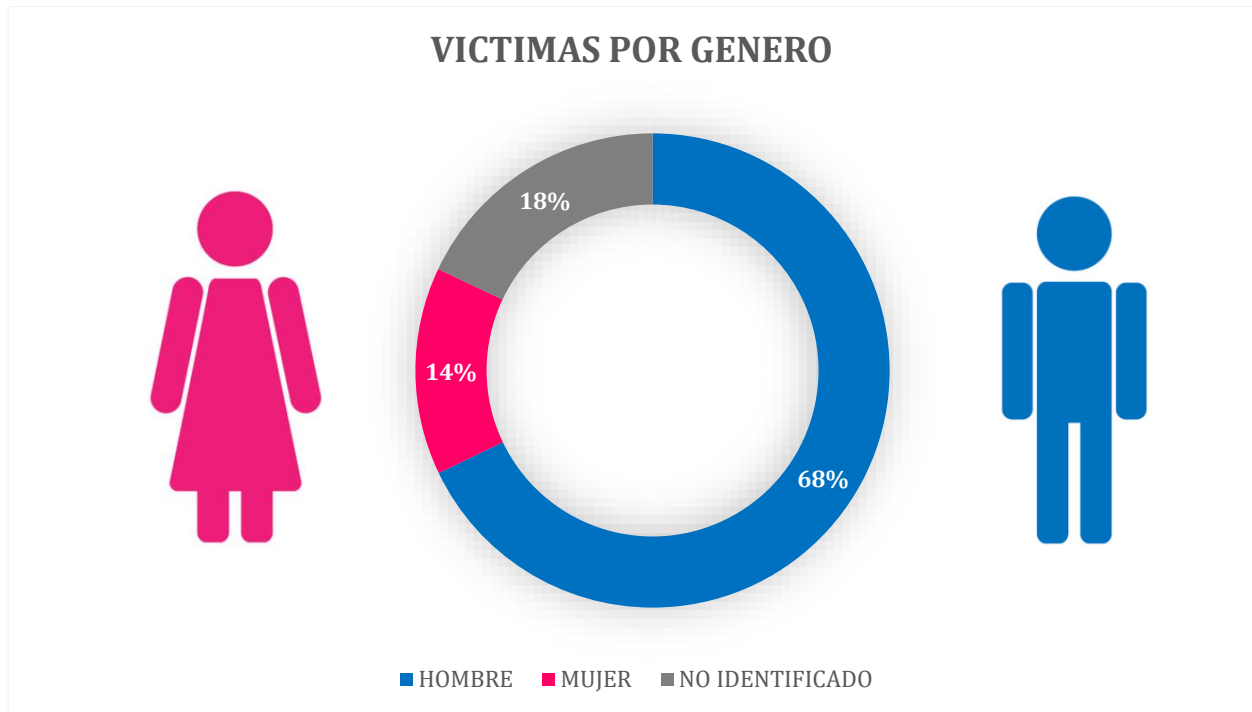
Nota. Elaboración propia en base a los datos de siniestralidad de la ciudad. Fuente: Agencia Nacional de Tránsito (2023). Url. www.ant.gob.ec/visor-de-siniestralidad-estadisticas/

Del 2022 al 2021 ha existido un incremento en la cantidad de personas heridas y fallecidas a causa de los siniestros de tránsito, por lo que se debe pensar en estrategias que permitan disminuir dichos índices.

Se registraron 3434 vehículos involucrados en los siniestros de tránsito, de los cuales el 32,67% son automóviles, 8,85% motocicletas y el 12,70% camionetas. Mientras tanto, los buses representan el 2,59% y las bicicletas el 2,21% (ver figura 27).

Figura 27

Víctimas de Siniestros por edad en la ciudad de Machala



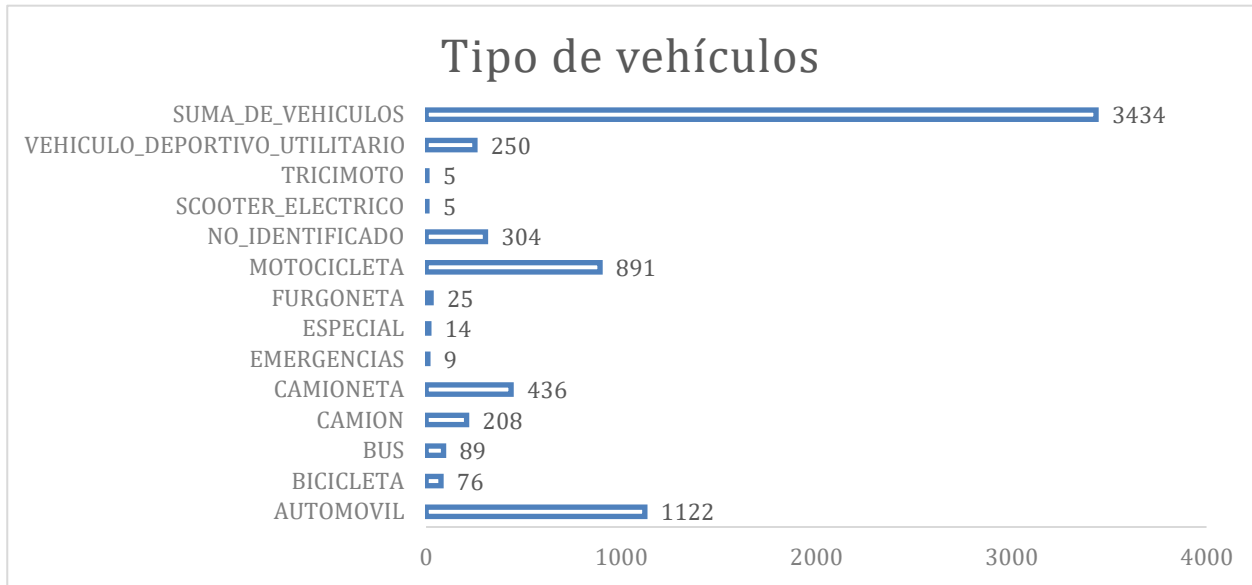
Nota. Elaboración propia en base a datos de siniestralidad de la ciudad. Fuente: (ANT, 2023).

Es importante destacar que el 80% de los siniestros ocurridos lo representan los vehículos de servicio particular, el 13% el servicio público, el 6% los de uso comercial y el 1% los del estado (ver figura 28).

De los datos recopilados de siniestros se elaboró en la figura 29 un mapa de calor para evaluar en que sectores de la ciudad se presenta la mayor ocurrencia de siniestros.

Figura 28

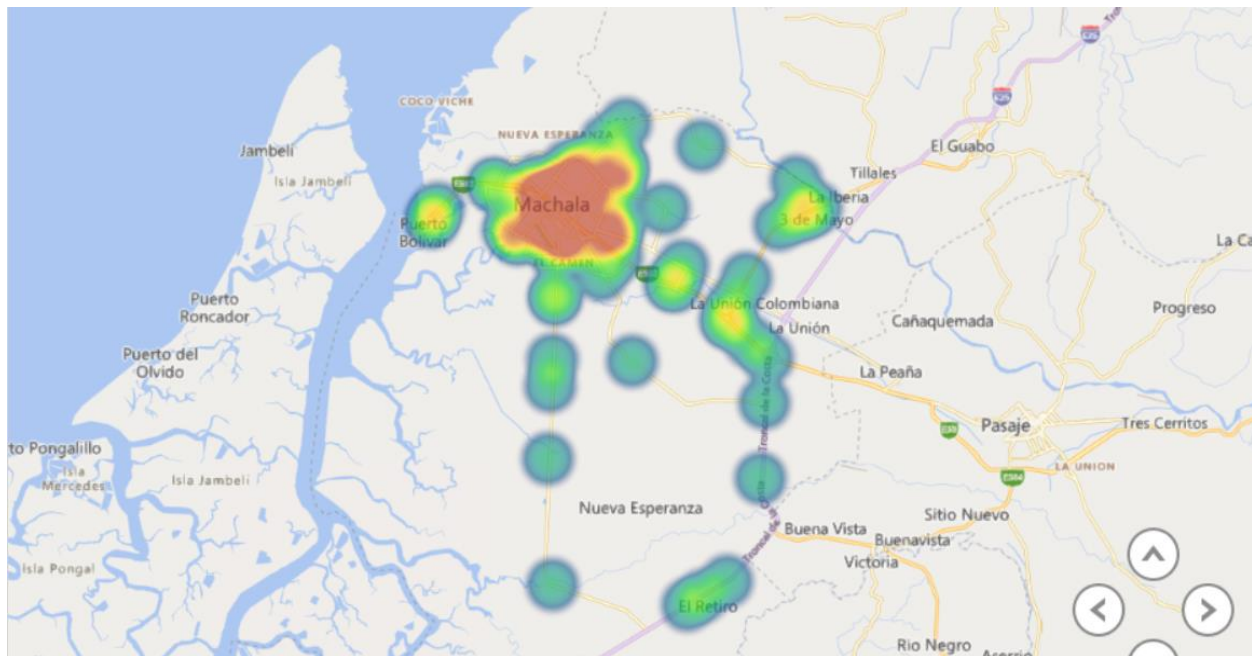
Tipos de vehículos en siniestros de tránsito - Machala 2017 a 2023 (I semestre)



Nota. Elaboración propia en base a datos de siniestralidad de la ciudad. Fuente: (ANT, 2023).

Figura 29

Mapa de calor de siniestros en la ciudad de Machala 2017 a 2023 (I semestre)



Nota. Se representan las zonas de mayor incidencia de siniestros en los últimos años.

Elaboración propia a partir de datos de la ANT (2023).

De acuerdo con los reportes de siniestro de Movilidad Machala se registraron 811 siniestros en el año 2022, de los cuales las calles y avenidas con mayor siniestralidad fueron:

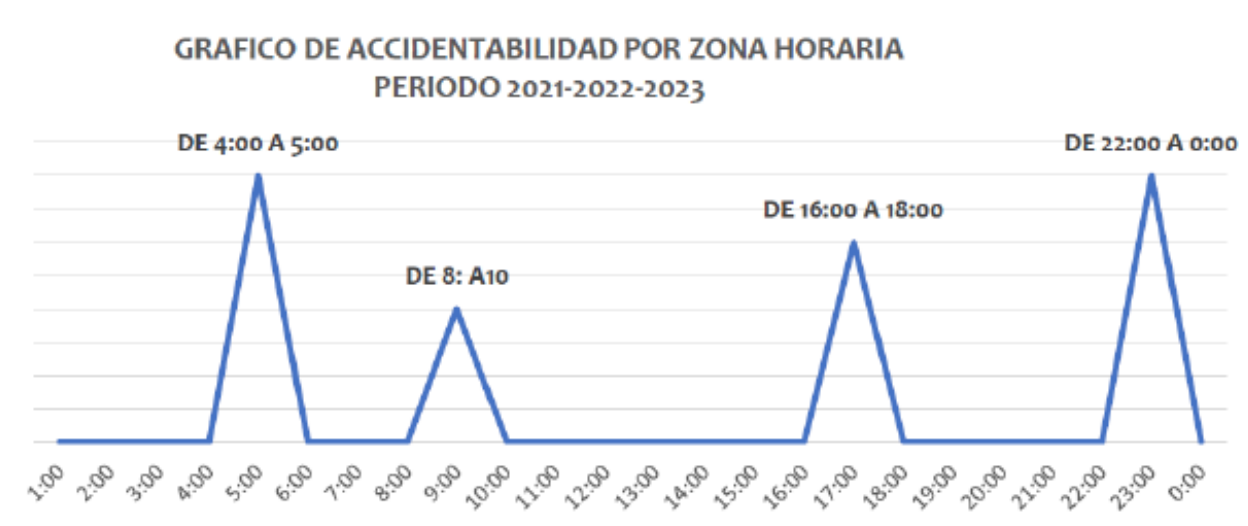
- 25 de junio
- Av. Circulación Norte
- Av. Bolívar Madero Vargas
- Ferroviaria
- Primavera
- Alejandro Casto Benítez
- Marcel Laniado

De los datos recopilados por Movilidad Macha en el periodo desde el 2021 hasta el 2023 (en curso) se ha registrado picos horarios de mayor siniestralidad, como lo son de 04:00 a 05:00, de 08:00 a 10:00, de 16:00 a 18:00 y de 22:00 a 00:00, lo cual se aprecia en la figura 30.

Mientras tanto, en la tabla 10 se presentan las diferentes causas probables que incidieron en los siniestros de tránsito en Machala. El 33% resulta de no haber respetado las señales de tránsito, el 25% de no mantener la distancia prudencial entre vehículos, el 15% de conducir desatento y el 12% de conducir bajo influencia del alcohol, lo que refleja que casi en su totalidad las causas de accidentes o siniestros fue producto del factor humano.

Figura 30

Accidentabilidad por zona horaria Machala



Nota. Se presentan las horas de mayor ocurrencia de siniestralidad, en base a datos de Movilidad Machala EP (2023).

Tabla 10

Causas probables de siniestros de tránsito Machala (2021 – 2023)

<i>CAUSA PROBABLE DE SINIESTRO</i>	<i>PORCENTAJE</i>
No respetar las señales reglamentarias de tránsito.	33%
No mantener la distancia prudencial con respecto al vehículo que le antecede.	25%
Conducir desatento a las condiciones de tránsito	15%
Conduce bajo la influencia de alcohol, sustancias estupefacientes o psicotrópicas y/o medicamentos.	12%
Imprudencia	07%
Otros	08%
<i>PORCENTAJE TOTAL</i>	<i>100%</i>

Nota. Se presentan las causas probables de siniestros más recurrentes en Machala. Elaboración propia. Fuente: Movilidad Machala EP (2023).

En la tabla 11 se aprecian 15 tipologías reportadas de los siniestros de tránsito producidos en Machala durante el mismo periodo, de los cuales destacan los choques laterales con un 47% de ocurrencia, choque posterior con un 17%, arrollamientos con el 10% y atropellos con el 7%.

Tabla 11

Tipologías de siniestros de tránsito Machala (2021 – 2023)

TIPOLOGÍAS	PORCENTAJE
Arrollamiento.	10%
Atípico	01%
Atropello	07%
Choque frontal excéntrico	02%
Choque frontal longitudinal	02%
Choque lateral angular	25%
Choque lateral perpendicular	22%
Choque posterior o por alcance	17%
Colisión	01%
Estrellamiento	03%
Roce negativo	02%
Roce positivo	05%
Volcamiento	01%
Volcamiento lateral	01%
Volcamiento longitudinal	01%
PORCENTAJE TOTAL	100%

Nota. Se presentan las tipologías de siniestros más recurrentes en Machala. Elaboración propia.

Fuente: Movilidad Machala EP (2023).

3.3.5 Evolución de un accidente en Machala

En este apartado se analiza una de las tipologías de siniestros con mayor ocurrencia en el casco urbano de la ciudad de Machala, como ejemplo se toma un siniestro ocurrido el 14 de julio del 2023, a las 17h00 aproximadamente.

3.3.5.1 Descripción técnica del lugar

El siniestro ocurrió en la intersección de la Av. 9 de mayo y la calle Guabo, en la figura 30 y 31 se presenta los datos de las calles como su señalización, composición, sentido de circulación y estado.

Figura 31

Datos de la intersección del siniestro

Calle1: GUABO	
Composición de la vía: ASFALTO	Estado de la vía: BUENA
Señalización horizontal: NO	Señalización vertical: NO
Sentido de la vía: SURESTE-NOROESTE	Semáforos vehiculares: NO
Límite de velocidad: 40km/h	Semáforos peatonales: NO
Trabajos en la vía: NO	Control de intersección: NO
Obstáculos en la vía: NO	Seguro Privado: NO
Alumbrado público: <input type="checkbox"/> ENCENDIDO E INSUFICIENTE <input type="checkbox"/> ENCENDIDO Y ADECUADO <input checked="" type="checkbox"/> NO ENCENDIDO <input type="checkbox"/> NO EXISTE	
Observaciones:	
Calle2: 9 DE MAYO	
Composición de la vía: ASFALTO	Estado de la vía: BUENA
Señalización horizontal: NO	Señalización vertical: NO
Sentido de la vía: SUROESTE- NORESTE	Semáforos vehiculares: NO
Límite de velocidad: 50km/h	Semáforos peatonales: NO
Trabajos en la vía: NO	Control de intersección: NO
Obstáculos en la vía: NO	Seguro Privado: NO
Alumbrado público: <input type="checkbox"/> ENCENDIDO E INSUFICIENTE <input type="checkbox"/> ENCENDIDO Y ADECUADO <input checked="" type="checkbox"/> NO ENCENDIDO <input type="checkbox"/> NO EXISTE	
Observaciones:	

Nota. Se muestra los datos de la intersección. Fuente: Movilidad Machala EP (2023).

Figura 32

Datos de la intersección del siniestro



Nota. Se muestra el impacto que dejó el choque en ambos vehículos. Fuente: Movilidad Machala EP (2023).

3.3.5.2 Evolución del accidente

En la evolución del accidente se consideran las posiciones o denominados “puntos” como elementos determinantes de la investigación de reconstrucción del accidente, identificándose las siguientes posiciones:

- PPP=Posición de percepción posible
- PPR=Posición de percepción real
- PD=Posición de decisión
- PCL=Posición clave
- PC=Posición de conflicto o colisión

Figura 33

Evolución del accidente



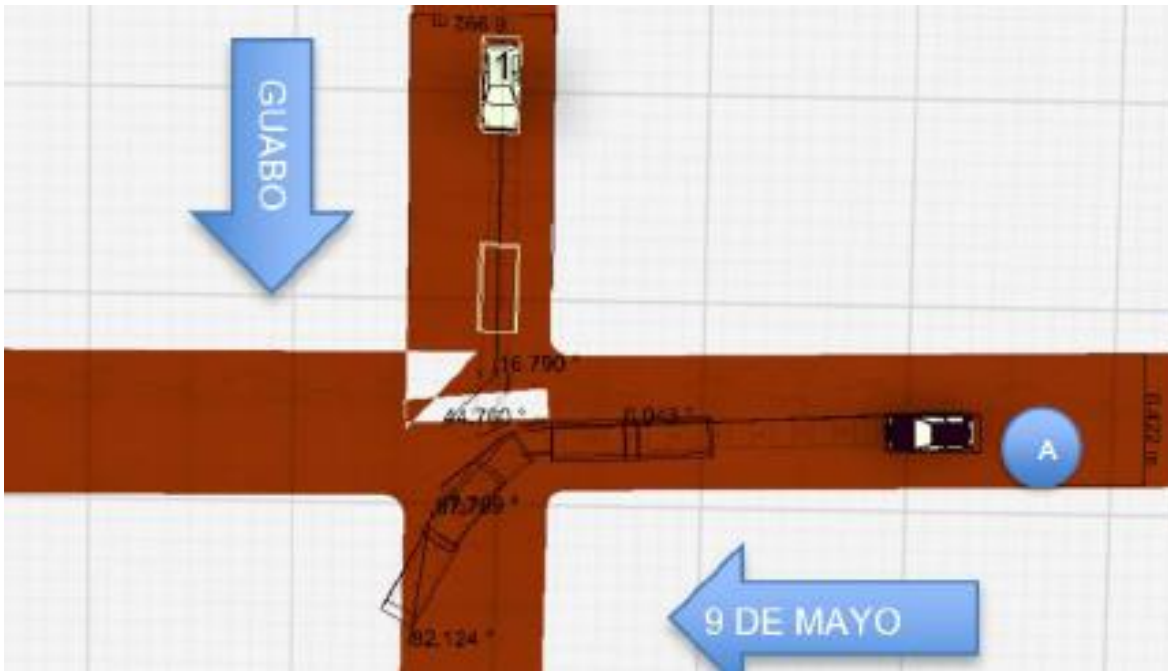
Nota. Se presenta un esquema de la evolución del accidente. Fuente: Elaboración propia (2023).

Para el vehículo que va en la Av. 9 de Mayo el punto de percepción posible se origina a 20 m de la intersección, el punto de percepción real a unos 15m en donde el conductor ya dispone de visibilidad de la calle Guabo. Mientras tanto, el punto de decisión se origina a 10m de la intersección y el punto clave frente a esta y en donde se debiera haber detenido el conductor.

Para el otro vehículo que iba en la calle Guabo el punto de percepción posible se origina a 15m de la intersección, el punto de percepción real a unos 10m en donde se puede tener ya visibilidad de la Av. 9 de Mayo. Mientras tanto, el punto de decisión se origina a 10 m de la intersección y el punto clave a 2m de la intersección en donde pudiera haber frenado y/o realizado una maniobra de evasión para evitar el accidente. El punto de colisión coincide con el punto final del accidente.

Figura 34

Análisis de distancia de recorrido antes del accidente



Fuente: Elaboración propia (2023)

Figura 35

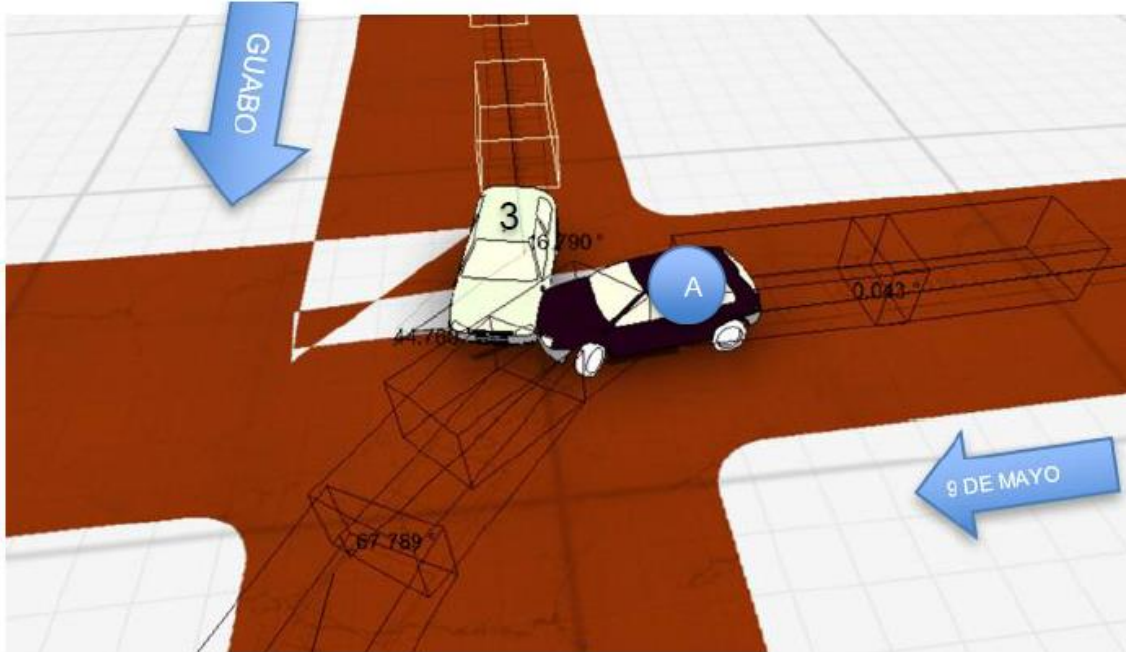
Punto de decisión antes del impacto



Fuente: Elaboración propia (2023)

Figura 36

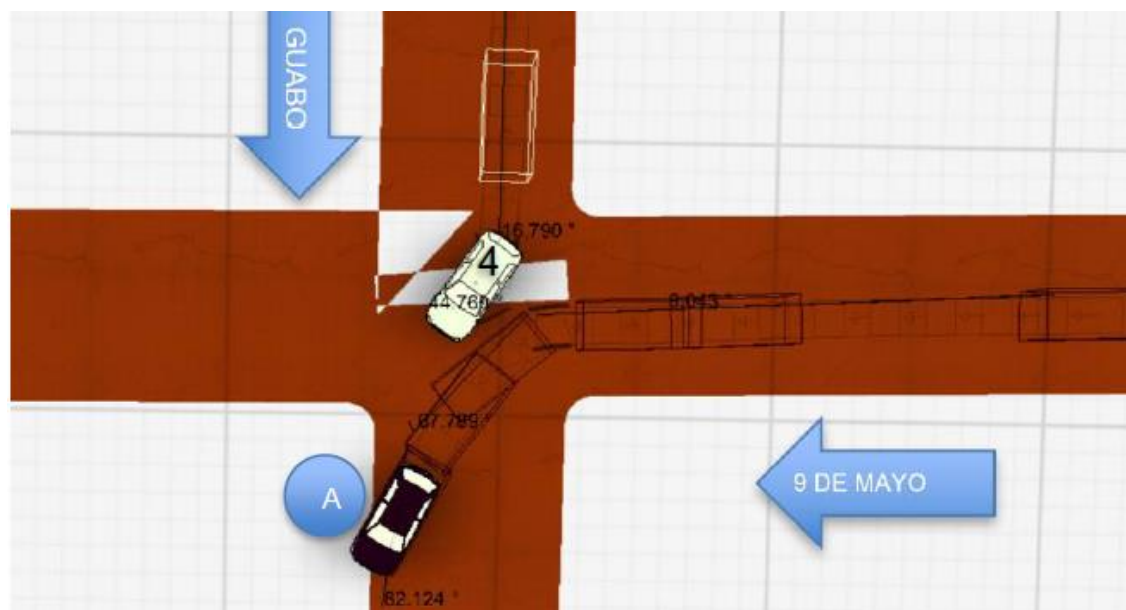
Esquema 3D de visualización del impacto de los vehículos



Fuente: Elaboración propia (2023)

Figura 37

Posicionamiento final de los vehículos después del accidente de tránsito



Fuente: Elaboración propia (2023)

Observación: No se presencia señalización vertical de disco pare, por lo cual se toma determinación el art. 201 del Reglamento a la ley de transporte terrestre tránsito y seguridad vial (RLTTTSV), la cual estipula que en las intersecciones donde no existan semáforos, intersecciones en «T» o en intersecciones controladas con señales de PARE O CEDA EL PASO, los conductores observarán las siguientes reglas:

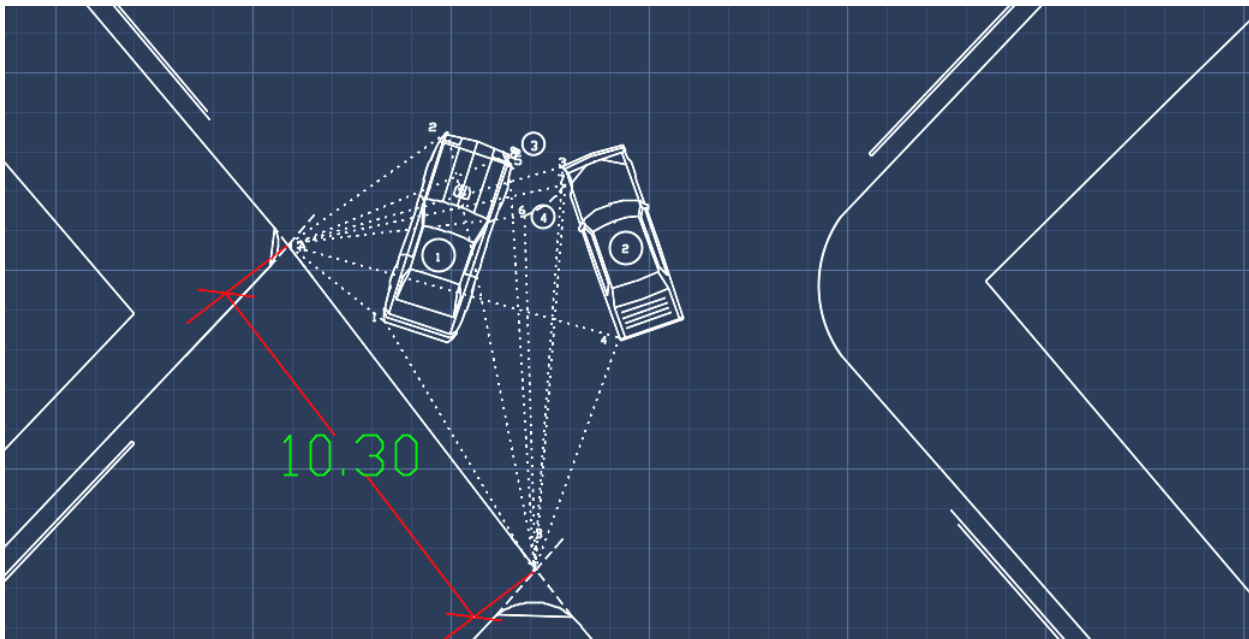
1. Cuando dos vehículos llegaren simultáneamente a una intersección, tendrá derecho de vía el que se aproxime por su derecha;
2. Cuando un vehículo va a girar a la izquierda, deberá ceder el paso al vehículo que llega desde la derecha, o en sentido opuesto;

3.3.5.3 Triangulación del accidente

A continuación, se presenta en la figura 38 la triangulación del accidente.

Figura 38

Esquema del accidente – triangulación



Fuente. Elaboración propia (2023)

Tabla 12

Datos de triangulación del incidente de tránsito.

	X o A	Y o B	Descripción
1	3.12	7.3	vértice posterior izquierdo vehículo 1
2	4.93	11.14	vértice anterior izquierdo vehículo 1
3	7.17	10.13	vértice anterior izquierdo vehículo 2
4	8.71	6.16	vértice posterior izquierdo vehículo 2
5	6.2	10.4	vidrios farola derecha vehículo 1
6	6.28	9	Inicio derrape vehículo 2
7	7.19	9.71	Fin huella de derrape vehículo 2

Nota. Se presentan los datos de la triangulación mostrada en la figura 38. Fuente: Elaboración propia (2023).

3.3.6 Transporte público en Machala

Se disponen de 20 líneas que realizan el recorrido por la urbe de Machala, en la tabla 10 se aprecian brevemente los recorridos de estas líneas, mientras tanto, en la figura 39 se aprecian las rutas en el mapa urbano de Machala.

Tabla 13

Líneas de buses y recorridos del transporte Público

Líneas	Recorrido
Línea 1	El cambio, Universidad, RTV, Terminal Terrestre, C.C. Paseo Shopping, C.C. La Piazza, Campus UTMACH, Cementerio General, Parque Colón, Movilidad Machala EP, Aguas Machala EP, Estadio, Mercado Buenos Aire, Puerto Bolívar, ECU 911, Comando de Policía, Mercado 25 de Junio
Línea 2	C.C. La Piazza, Torre Medica La Carolina, C.C. UNIORO, Hospital Teófilo Dávila, SOLCA, Estadio, Parque Lineal, Coliseo Walter Saco, Ex Granja, Parque Centenario, Cuerpo de Bomberos, Comando de Policía, Cementerio General
Línea 3	C.C. La Piazza, Campus UTMACH, Cementerio General, Parque Urbano, Centro de Rehabilitación Social, Comando de Policía, Aguas Machala EP, Parque Centenario, Estadio, Ex Granja, Coliseo Walter Saco, Parque Lineal, Mercado 25 de Junio, Torre Medica La Carolina, C.C. UNIORO
Línea 4	RTV, Terminal Terrestre, C.C. Paseo Shopping, Hospital IESS, Parque Pica piedra
Línea 5	El Cambio, Universidad, RTV, Terminal Terrestre, C.C. Paseo Shopping, Torre Medica La Carolina, C.C. UNIORO, Camposanto Parque de la Paz, Hospital Teófilo Dávila, SOLCA, estadio, Mercado de Mi Ciudad, Cuerpo de Bomberos
Línea 6	Camposanto Parque de la Paz, Torre Medica La Carolina, C.C. UNIORO, Campus UTMACH, Cementerio General, Parque Colón, Cuerpo de Bomberos, Fuerte Militar, ECU 911, Coliseo Walter Saco, Movilidad Machala EP, Mercado 25 de Junio
Línea 6T	Universidad, RTV, Terminal Terrestre, C.C. Paseo Shopping, Parroquia Jubones, SOLCA, Hospital Teófilo Dávila, Ex Granja, Estadio 9 de Mayo, Mercado de Mi Ciudad, Prefectura
Línea 7	Parroquia Jubones, Hospital Teófilo Dávila, SOLCA, Ex Granja, Estadio, Parque Lineal, Cuerpo de Bomberos, Coliseo de Deportes Machala

Línea 7C	Terminal Terrestre, C.C. Paseo Shopping, C.C. La Piazza, Campus UTMACH, Cementerio General, Parque Colón, Cruz Roja, Estadio, Ex Granja, Cuerpo de Bomberos, Comando de Policía, Agua Machala EP, Prefectura, SOLCA, Hospital Teófilo Dávila
Línea 8	C.C. La Piazza, Hospital IESS, Cementerio General, Movilidad Machala EP, Aguas Machala EP, Coliseo de Deportes Machala, Estadio 9, Ex Granja, Sauces, Mercado 25 de Junio, Campus UTMACH, Torre Medica La Carolina, C.C. UNIORO
Línea 10	Cdla. Las Brisas, Torre Medica La Carolina, C.C. UNIORO, Campus UTMACH, Cementerio General, Parque Colón, Cuerpo de Bomberos, ECU 911, Coliseo Walter Saco, Fuerte Militar, Coliseo de Deportes Machala, Sauces, Ex Granja, Estadio 9, Movilidad Machala EP, Hospital IESS, C.C. La Piazza
Línea 11	Parque Pica piedra, Mercado de Mi Ciudad, Mercado 25 de Junio, Cementerio General, Campus, UTMACH, Parque Colón, Cuerpo de Bomberos
Línea 12	Vía Balosa, Movilidad Machala EP, Aguas Machala EP, Coliseo Walter Saco, Ex Granja, Parroquia Jubones, SOLCA, Hospital Teófilo Dávila, Estadio, Movilidad Machala EP, Mercado 25 de Junio
Línea 13	El Cambio, Universidad, RTV, Terminal Terrestre, C.C. Paseo Shopping, C.C. La Piazza, Campus UTMACH, Cementerio General, Parque Colón, Movilidad Machala EP, Aguas Machala EP, Estadio 9, Mercado Buenos AIRE, Puerto Bolívar, ECU 911, Comando de Policía, Mercado 25 de Junio
Línea 14	San Ramón, Campus UTMACH, Cementerio General, Hospital Teófilo Dávila, SOLCA, Ex Granja, Cuerpo de Bomberos, Movilidad Machala EP
Línea 14C	Hospital IESS, C.C. La Piazza, Campus UTMACH, Cementerio General, Hospital Teófilo Dávila, SOLCA, Estadio, Movilidad Machala EP, Mercado 25 de Junio
Línea 15	Florida, Mercado de Mi Ciudad, Movilidad Machala EP, Prefectura, Hospital Teófilo, Dávila, SOLCA, Parque Colón, Cuerpo de Bomberos, Estadio

Línea 16 Florida, Movilidad Machala EP, Mercado 25 de Junio, Campus UTMACH, Torre Medica La Carolina, C.C. UNIORO, Camposanto Parque de la Paz, Parque Centenario, Coliseo de Deportes Machala, Ex Granja, Cementerio General, Cuerpo de Bomberos

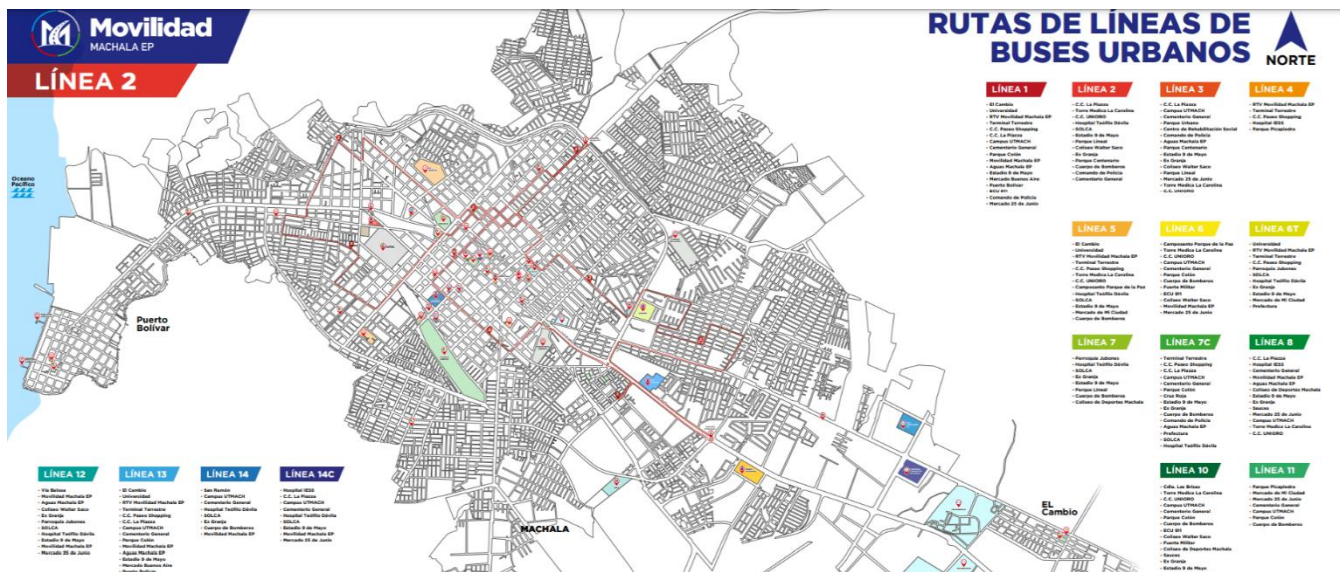
Línea 18 El Cambio, Universidad, Terminal Terrestre, RTV, Hospital Velasco Ibarra, Cementerio General, Cuerpo de Bomberos, Ex Granja, Estadio, Fuerte Militar, Coliseo Machala, Coliseo Walter Saco, Mercado Buenos Aire, Coliseo de Deportes Machala

Línea 20 El Retiro, Universidad, C.C. Paseo Shopping, C.C. La Piazza, Campus UTMACH, Cementerio General, Hospital Teófilo Ávila, SOLCA, Estadio, Movilidad Machala EP, Mercado 25 de Junio

Nota. Elaboración propia. Fuente: Movilidad Machala EP (2023)

Figura 39

Rutas de transporte público



Fuente. Movilidad Machala EP (2023)

3.3.6.1 Seguros para transporte público en Machala

En este apartado se describen algunos datos de los seguros de transporte público que se ofertan en Machala, para el caso puntual se revisaron las pólizas de la compañía de seguros VAZ

SEGUROS S.A. y la empresa OROCONTI COMPAÑÍA DE TRANSPORTE S.A. que es un proveedor de transporte público en Machala.

La compañía OROCONTI contrató el seguro de vehículos de 73 socios (autobuses) con una responsabilidad civil de \$10.000,00 cada uno (daños materiales \$5.000,00 y daños corporales \$5.000,00), sumando en total \$730.000,00 con una prima total de \$ 24.310,07. En la figura 40 se aprecia el desglose de costos del seguro de todas las unidades y el número de cuotas con sus respectivos valores, siendo este seguro valido en territorio ecuatoriano.

Figura 40

Costo del seguro de vehículos de las 73 unidades de ORONTI S.A.

COSTO DEL SEGURO		FORMA DE PAGO No. 477610 CUOTA INICIAL		FACTURA #001-002-000200003 SALDO EN CUOTAS			
		2.025,83		22.284,24			
		No.	VENCIMIENTOS	VALOR	No.	VENCIMIENTOS	VALOR
PRIMA NETA	20.861,94						
SUPERINTENDENCIA DE BANCOS	730,17						
CONTRIB. SEGURO SOCIAL CAMPESINO	104,31	1	02/06/2023	2.025,84	2	02/07/2023	2.025,84
SEGURO CAMPESINO NO RETENIDO	0,00	3	02/08/2023	2.025,84	4	02/09/2023	2.025,84
DERECHO DE EMISION	9,00	5	02/10/2023	2.025,84	6	02/11/2023	2.025,84
OTROS CARGOS SUJETOS I.V.A.	0,00	7	02/12/2023	2.025,84	8	02/01/2024	2.025,84
I.V.A. TARIFA 12.0	2.604,65	9	02/02/2024	2.025,84	10	02/03/2024	2.025,84
INTERES FINANCIACION	0,00						
OTROS CARGOS NO SUJETOS I.V.A.	0,00	11	02/04/2024	2.025,84			
PRIMA TOTAL	24.310,07						

Nota. Se presentan los costos de seguro de una flota de buses de las operadoras de buses en Machala. Fuente: (Oroconti Compania de Transporte S.A., 2023)

La cobertura del seguro de accidentes personales es de \$3.000,00 por muerte accidental e invalidez por cada pasajero, tripulante o socio de la compañía de transporte. La cobertura por gastos médicos es de \$1.500,00 por pasajero, tripulante o socio.

El seguro contratado por ORONTI contempla a 2920 pasajeros (73 unidades), 146 tripulantes y 73 socios, por una prima total de \$8.798,26 (desglose en figura 41).

El límite máximo por evento catastrófico y agregado anual es de hasta \$50.000,00 por muerte accidental y/o gastos médicos por accidente por unidad.

Figura 41

Costo del seguro de accidentes personales de ORONTI S.A.

COSTO DEL SEGURO		FORMA DE PAGO No. 477610			SALDO EN CUOTAS		
		CUOTA INICIAL			8.065,09		
PRIMA NETA	8.451,21	733,17					
SUPERINTENDENCIA DE BANCOS	295,79	No.	VENCIMIENTOS	VALOR	No.	VENCIMIENTOS	VALOR
CONTRIB. SEGURO SOCIAL CAMPESINO	42,26	1	02/06/2023	733,19	2	02/07/2023	733,19
SEGURO CAMPESINO NO RETENIDO	0,00	3	02/08/2023	733,19	4	02/09/2023	733,19
DERECHO DE EMISION	9,00	5	02/10/2023	733,19	6	02/11/2023	733,19
OTROS CARGOS SUJETOS I.V.A.	0,00	7	02/12/2023	733,19	8	02/01/2024	733,19
I.V.A. TARIFA 12.0	0,00	9	02/02/2024	733,19	10	02/03/2024	733,19
INTERES FINANCIACION	0,00	11	02/04/2024	733,19			
OTROS CARGOS NO SUJETOS I.V.A.	0,00						
PRIMA TOTAL	8.798,26						

Nota. Se presentan los costos de seguro personal de una de las operadoras de buses en Machala.

Fuente: (Oroconti Compania de Transporte S.A., 2023)

3.3.7 Evaluación de los factores de riesgos

Existe una conexión directa entre el transporte y el crecimiento de una ciudad. En la actualidad la poca o mala planificación territorial y el desarrollo de la ciudad ha generado un incremento sustancial en los desplazamientos de las personas desde sus domicilios hasta sus trabajos, en donde la falta de corredores radiales y carreteras bien definidas han favorecido a incrementar los tiempos de desplazamientos. En este escenario han tomado protagonismo los medios de transporte motorizados especialmente los vehículos particulares.

Esta nueva situación ha provocado impactos sociales, económicos y ambientales significativos en la ciudad, no solo para los trabajadores, sino para los usuarios en general, es por aquello que en este apartado se evalúan los factores de riesgos de mayor incidencia en los desplazamientos de los habitantes de la ciudad de Machala, en donde la mayoría de las causas probables de siniestro ocurren por el *factor de riesgo humano con un 92%* de ocurrencia, tal cual se pudo apreciar en la tabla 10, en donde destacaron el irrespeto a la señalización de tránsito, distracciones, influencia de alcohol e imprudencia al volante.

Figura 42

Acciones que generan riesgo en el factor humano – Siniestralidad Machala



Nota. Elaborado en base a datos de siniestralidad de Machala. Fuente: Movilidad Machala EP (2023)

El irrespeto a las señales de tránsito y el no mantener la distancia prudencial entre vehículos son las acciones de riesgo que han generado el 58% de los siniestros ocurrido en los últimos años en Machala.

Como consecuencia de las causas mencionadas anteriormente, el 47% de siniestros fueron choques laterales, 17% choques posteriores, arrollamientos el 10% y atropellos el 7%, tipologías de siniestros que encajan con el factor de riesgo humano (ver tabla 11).

A continuación, se realiza una matriz de los factores de riesgo viales anteriormente detectados, para lo cual se realizó una estimación del impacto potencial, degradación de los activos y evaluó la probabilidad de materialización de los diferentes escenarios.

En la figura 43 se aprecia una estimación cualitativa del impacto considerando la degradación del activo, que puede ser el vehículo, conductor, peatón u otro tipo usuario de la vía.

Figura 43

Estimación cualitativa del impacto y degradación del activo

Impacto	Degradación del activo		
	Inferior al 1%	Del 1 al 10%	Superior al 10%
Muy alto	Medio	Alto	Muy alto
Alto	Bajo	Medio	Alto
Medio	Muy bajo	Bajo	Medio
Bajo	Muy bajo	Muy bajo	Bajo

Nota. Elaboración propia (2023).

Dependiendo el factor de riesgo se ha considerado como activo el vehículo u otros daños materiales y las personas (conductores o peatones), estimando la degradación del 1 hasta el 10% o más para lo material y se ha considerado para las pérdidas humanas una degradación del 100%.

En la tabla 11 se presenta una categorización de la probabilidad u ocurrencia con la que se puede producir una incidencia de seguridad, clasificándose en 5 categorías.

Tabla 14

Categorización de la probabilidad de materialización de una amenaza

Probabilidad	Escala	Descripción	Valor
Muy probable	80-100%	Casi siempre ocurre	5
Probable	60-80%	Puede ocurrir bastantes veces	4
Medianamente probable	40-60%	Puede ocurrir o no ocurrir	3
Poco probable	20-40%	Solo ocurre en situaciones excepcionales	2
Improbable	0-20%	Eventualidad casi nula	1

Fuente: Elaboración propia (2023).

En la Figura 44 se aprecia la matriz de los principales factores de riesgo viales en el casco urbano de la ciudad de Machala, aquí se determinó el nivel de riesgo con la estimación del impacto de cada factor y la probabilidad de ocurrencia de estos, de la siguiente manera:

$$\text{Riesgo} = \text{Impacto} \times \text{Probabilidad}$$

Figura 44

Matriz de los principales factores de riesgo vial en el casco urbano de la ciudad

ROL EN LA VÍA	FACTORES DE RIESGO	DESCRIPCIÓN DEL PELIGRO	CONSECUENCIAS	ACTIVO	IMPACTO	DEGRADACIÓN DEL ACTIVO	PROBABILIDAD	NIVEL DE RIESGO	PLAN DE MITIGACIÓN
CONDUCTOR	Conducir desatento a las condiciones de tránsito (Uso de celular)	Siniestros de tránsito: choques, colisión, estrellamiento, volcamiento, roce	Lesiones, daños materiales	Vehículo	Alto	Del 1 al 10% del activo	Medianamente probable	IMPORTANTE	Estacionar el vehículo en un lugar seguro para responder llamadas, no usar el celular durante la conducción, campañas de concientización.
	No mantener la distancia prudencial entre vehículo que antecede	Siniestros de tránsito: choques posterior o por alcance	Lesiones, daños materiales	Vehículo	Medio	Del 1 al 10% del activo	Medianamente probable	MODERADO	Capacitaciones, conducción a la defensiva
	Conduce bajo la influencia de medicamentos	Sueño y causar daños materiales (siniestros de tránsito)	Lesiones, daños materiales	Vehículo	Medio	Del 1 al 10% del activo	Medianamente probable	MODERADO	Campaña de concientización, no conducir bajo el efecto de medicamentos
	Conduce bajo la influencia de alcohol, sustancias estupefacientes o psicotrópicas	Siniestros de tránsito: choques, colisión, estrellamiento, volcamiento, roce, atropellamientos, pérdida de pista	Lesiones, daños materiales, muerte	Vehículo y personas	Alto	Superior al 10% del activo	Medianamente probable	IMPORTANTE	Control por las autoridades competentes, campañas de concientización
	Distracciones	Siniestros de tránsito sin fallecidos	Lesiones, daños materiales	Vehículo	Medio	Del 1 al 10% del activo	Muy probable	MODERADO	Capacitaciones de educación vial, operativos de control.
	No respetar las señales reglamentarias de tránsito.	Siniestros de tránsito: choques, colisión, estrellamiento, volcamiento, roce, atropellamientos	Lesiones, daños materiales, muerte	Vehículo y personas	Alto	Del 1 al 10% del activo	Probable	IMPORTANTE	Capacitaciones de educación vial, operativos de control, instalación de fotoradares, campañas de concientización
	Conducir superando los límites de velocidad	Siniestros de tránsito: choques, colisión, estrellamiento, volcamiento, roce, atropellamientos	Lesiones, daños materiales y hasta la muerte	Vehículo y personas	Alto	Superior al 10% del activo	Medianamente probable	IMPORTANTE	Capacitaciones de educación vial, operativos de control, instalación de fotoradares, campañas de concientización
	Realizar cambio brusco o indebido de carril.	Siniestros de tránsito sin fallecidos	Lesiones, daños materiales	Vehículo	Medio	Del 1 al 10% del activo	Muy probable	MODERADO	Capacitaciones de educación vial, operativos de control.
PEATON	No transitar por las aceras o zonas de seguridad destinadas para el efecto	Siniestro de tránsito: Atropello o arrollamiento	Lesiones, fracturas	Personas	Medio	Superior al 10% del activo	Medianamente probable	MODERADO	Aceras más anchas y libres de obstáculos, señalización
	Peaton que cruza la calzada sin respetar la señalización existente	Siniestro de tránsito: Atropello o arrollamiento	Lesiones, fracturas y hasta la muerte	Personas	Medio	Superior al 10% del activo	Poco probable	MODERADO	Control de autoridades, cruce peatonal a nivel de acera, límites de velocidad zona 30
	Peaton tránsito bajo influencia de alcohol, sustancias estupefacientes o psicotrópicas y/o medicamentos	Siniestro de tránsito: Atropello o arrollamiento	Lesiones, fracturas y hasta la muerte	Personas	Alto	Superior al 10% del activo	Poco probable	IMPORTANTE	Campañas de concientización, control de autoridades
FACTOR VIA	Vía en mal estado	Vías que se encuentran sin mantenimiento y con el tiempo su infraestructura se deteriora, causando huecos en la vía que pueden afectar físicamente la infraestructura de los vehículos	daños materiales, lesiones, daños materiales, muerte	Vehículo y personas	Alto	Superior al 10% del activo	Poco probable	MODERADO	Realizar el levantamiento de información sobre la infraestructura vial de la ciudad de Machala determinado por zonas de calor previamente determinadas con la data de siniestralidad, con el fin de proponer en el caso de ser necesario una readecuación de las vías
	carencia de señalización horizontal	Inexistencia de la correcta señalización la cual permita dirigir al usuario al momento de la conducción, provoca siniestros e incidentes	daños materiales, lesiones, daños materiales, muerte	Vehículo y personas	Alto	Superior al 10% del activo	Poco probable	MODERADO	Realizar el levantamiento de información sobre la infraestructura vial de la ciudad de Machala determinado por zonas de calor previamente determinadas con la data de siniestralidad, con el fin de proponer en el caso de ser necesario una readecuación de las vías
	carencia de señalización vertical	falta de señalización que permita entender o comprender al conductor sobre las directrices de la vía y puedan provocar siniestros	daños materiales, lesiones, daños materiales, muerte	Vehículo y personas	Alto	Superior al 10% del activo	Poco probable	MODERADO	Realizar el levantamiento de información sobre la infraestructura vial de la ciudad de Machala determinado por zonas de calor previamente determinadas con la data de siniestralidad, con el fin de proponer en el caso de ser necesario una readecuación de las vías

Nota. Se presenta la matriz de riesgo de la ciudad en cuanto a siniestros de tránsito. Fuente:

Elaboración propia (2023)

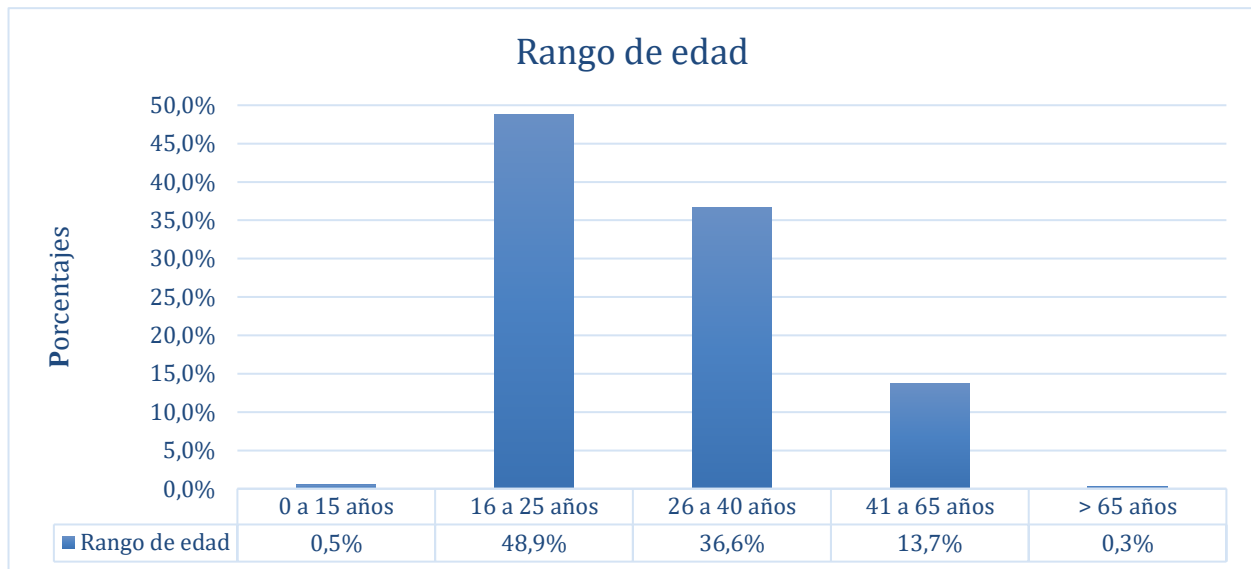
3.3.8 Resultados de las encuestas

Para el análisis de movilidad y satisfacción de los usuarios sobre los diferentes modos de transporte se realizaron 393 encuestas, los resultados se muestran a continuación:

En primer lugar, se identificó el género de los encuestados, en donde el 64,4% pertenecen al masculino y el 35,6% al femenino. La edad de los encuestados sigue la distribución mostrada en la figura 45, en donde el 48,9% está en el rango de 16 a 25 años y el 36,6% de 26 a 40 años.

Figura 45

Porcentaje de encuestados por rango de edad – Encuesta 2023



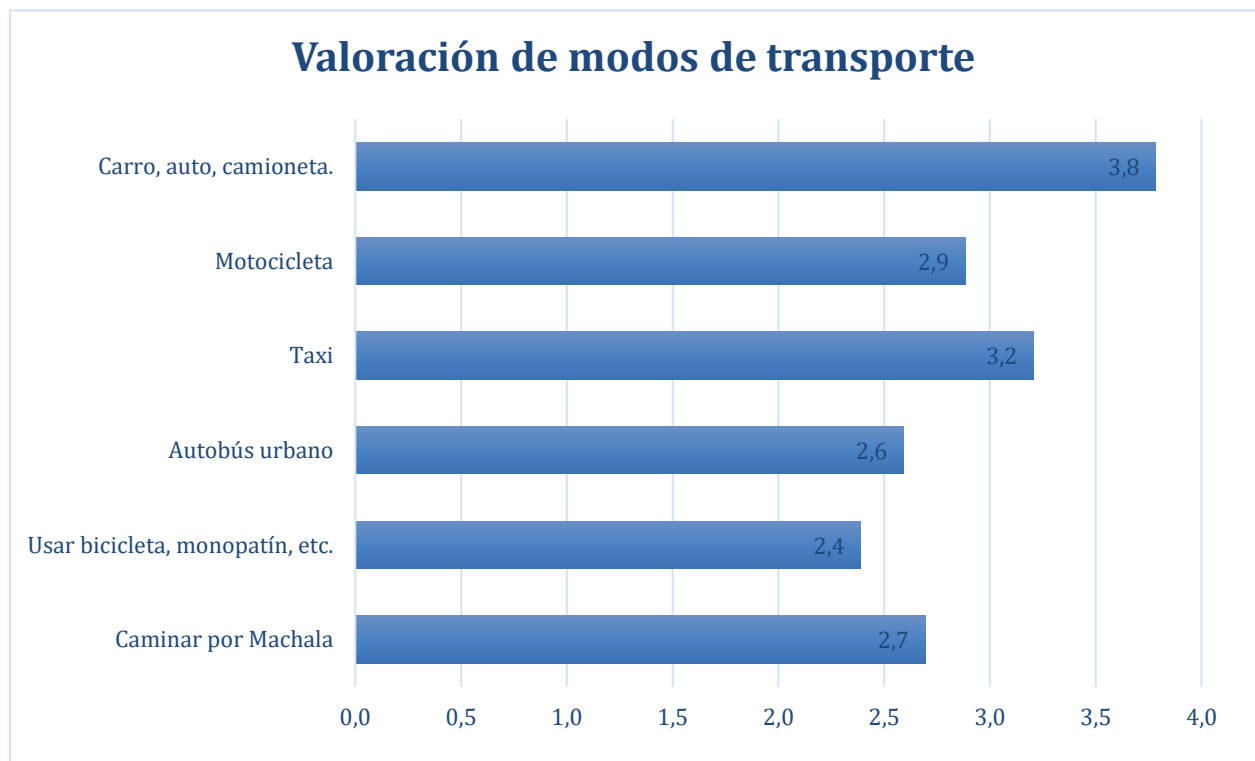
Nota. Se presentan los rangos de edad de los encuestados, en donde destaca que la mayoría son de 16 a 25 años. Toma de datos 2023. Fuente: Elaboración propia (2023)

En la realización de la encuesta se preguntaron aspectos sobre la valoración de la movilidad en los diferentes modos de transporte, infraestructura y elección de movilización. Las preguntas fueron genéricas para todo individuo que accedió a la encuesta, preguntas como su percepción de la infraestructura y movilidad en Machala, además de preguntas específicas según la respuesta obtenida sobre el modo de transporte usado.

La pregunta genérica “Valore la satisfacción que siente al desplazarse en Machala en los diferentes modos de transporte. En la escala del 0 (muy malo) a 5 (excelente)” dio como resultado que el vehículo particular fuera el mejor puntuado (3,8), seguido del taxi (3,2), posteriormente la motocicleta (2,9) y caminar por Machala (2,7). Dejando como los menos valorados a usar bicicleta, monopatín, etc. (2,4) y al autobús urbano (2,6) con valores cercanos a la media de la puntuación máxima (ver figura 46).

Figura 46

Valoración de modos de transporte – Encuesta 2023

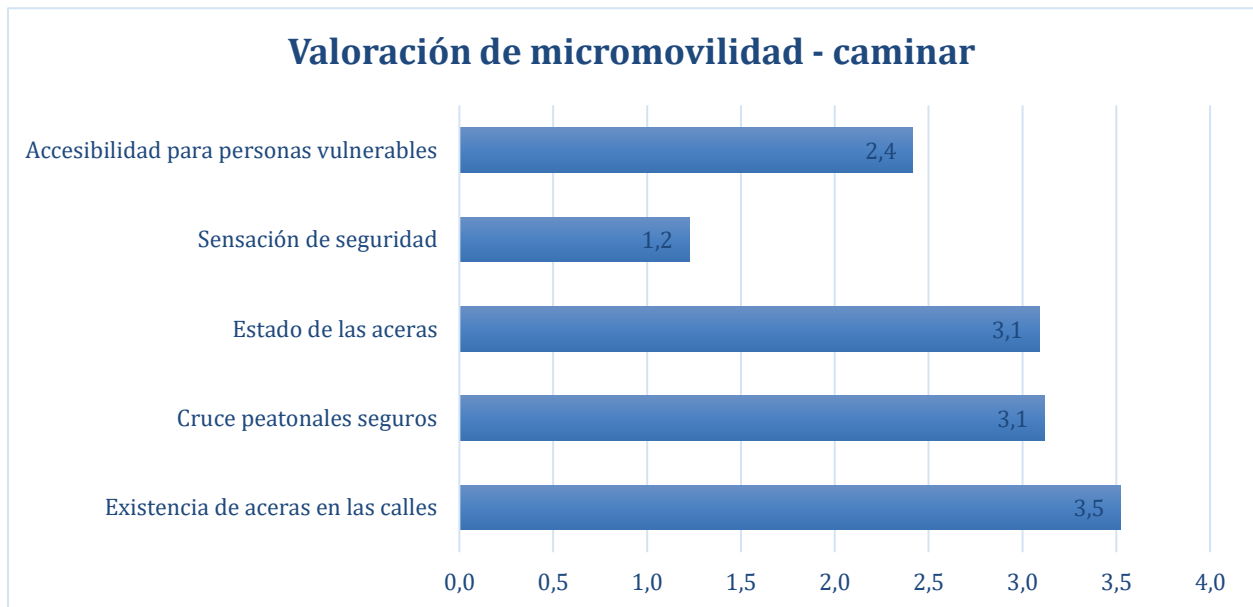


Nota. La valoración del transporte es superior para el vehículo particular (carro, auto, camioneta) en comparación al transporte público. Toma de datos de la encuesta 2023. Fuente: Elaboración propia (2023).

La pregunta genérica “Valore las siguientes afirmaciones sobre desplazamientos en caminata en la ciudad de Machala. En la escala de 0 (muy malo) a 5 (excelente)” dio como resultado que la existencia de aceras en la calle (3,5) fue la mejor puntuada, seguida de los cruces peatonales y el estado de las aceras (3,1), en tercer lugar y con un valor de la media de la valoración máxima es la accesibilidad para personas vulnerables (2,4) y la peor calificada fue la inseguridad ante asaltos, discriminación (1,2) (ver figura 47).

Figura 47

Valoración de micro movilidad (caminar) – Encuesta 2023

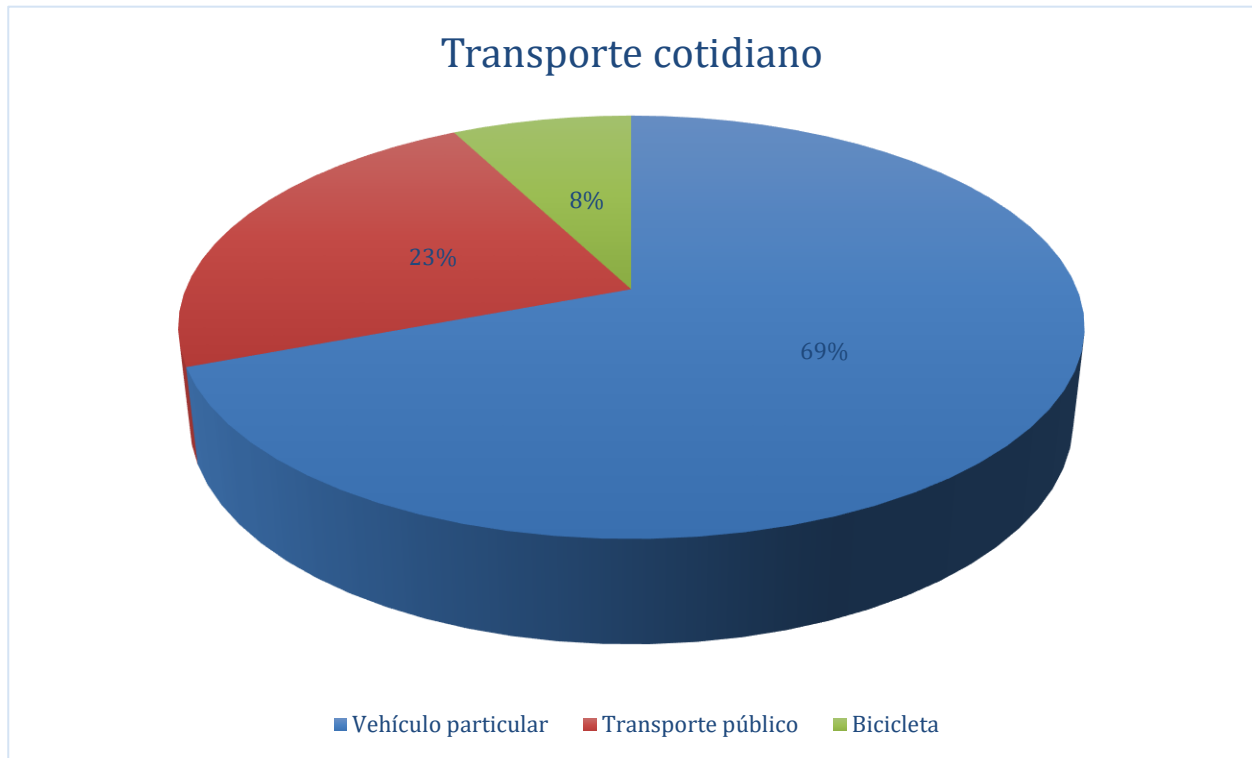


Nota. La valoración de seguridad es la menos valorada en la micro movilidad. Toma de datos 2023. Fuente: Elaboración propia (2023).

En cuanto a los modos de transporte utilizados los resultados dieron una marcada predilección a desplazarse en vehículo particular con un 69,2%, seguido del uso de transporte público con un 23,2% y en tercer lugar el uso de bicicletas con un 7,6%.

Figura 48

Elección de transporte para uso cotidiano – Encuesta

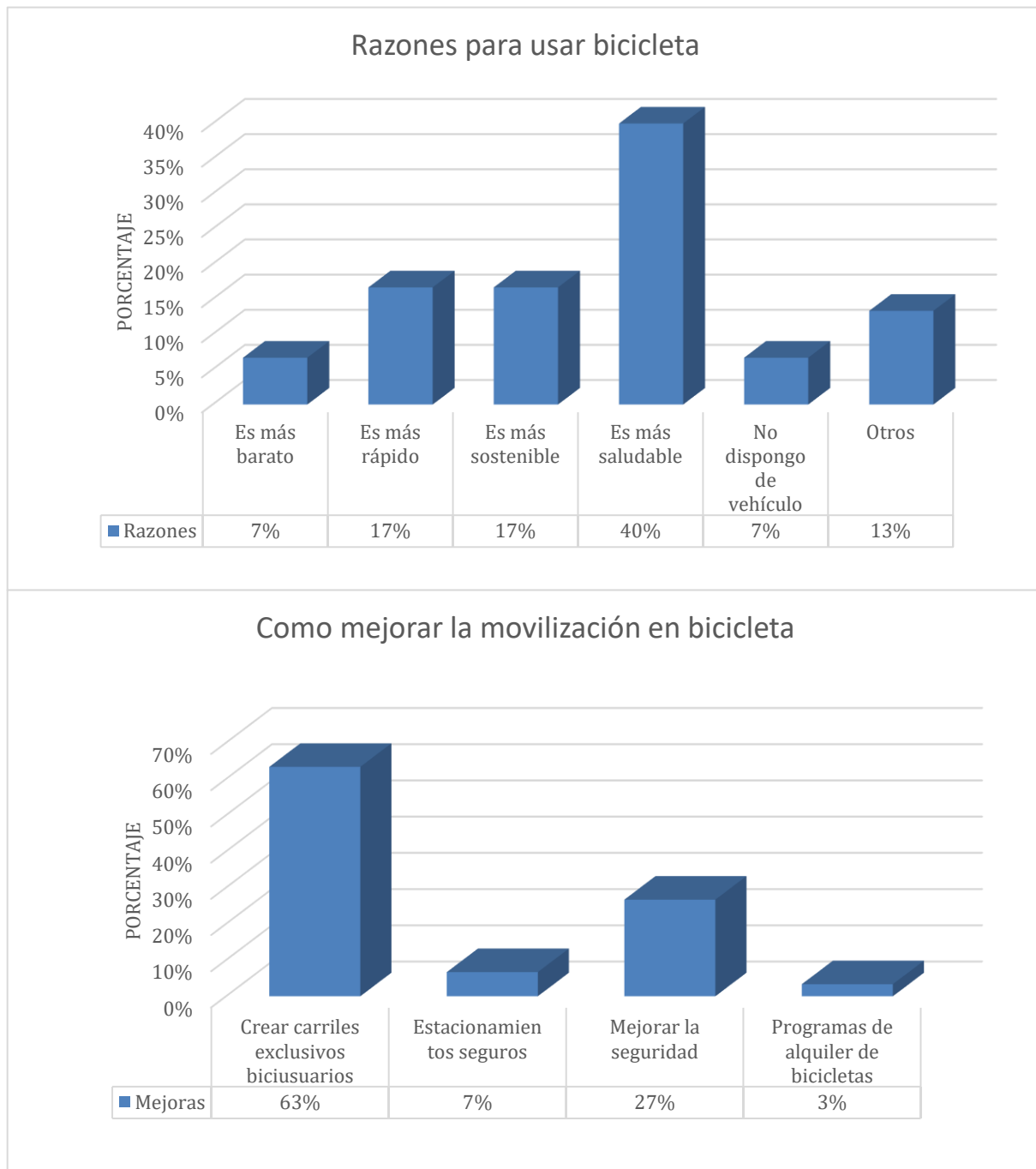


Nota. El vehículo particular es el más usado por los encuestados con una clara diferencia sobre el transporte público. Toma de datos 2023. Fuente: Elaboración propia (2023).

Partiendo de la pregunta del uso de transporte cotidiano se realizaron preguntas específicas a cada grupo de los tres modos de transporte utilizados frecuentemente. Al grupo que prefiere y usa la bicicleta se le consultó “¿Por qué razones prefiere usarla antes que el transporte público o privado?” de lo cual el 40% de encuestados que usan bicicleta prefiere su uso porque considera es más saludable y el 63% piensa que mejoraría su experiencia y se atraerían más usuarios si se instauraran carriles exclusivos para biciusuario.

Figura 49

Razones de preferencia de biciusuarios y mejoras al sistema – Encuesta

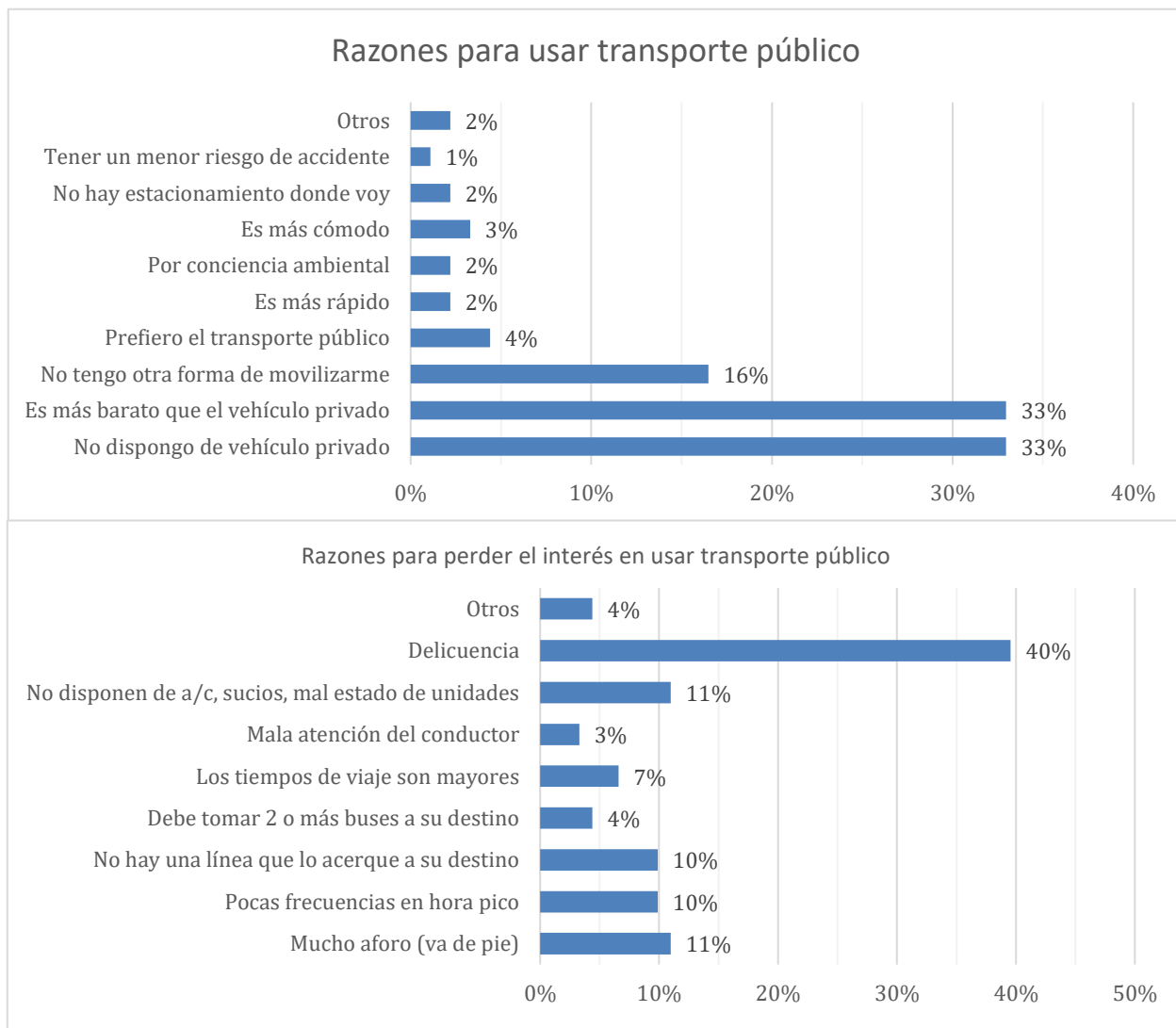


Nota. Las gráficas describen que el biciusuario la usan más por salud y considera que se requiere de carriles exclusivos de biciusuarios. Toma de datos 2023. Fuente: Elaboración propia (2023).

Al grupo que prefiere y usa el transporte público se le consulto “¿por qué motivo lo utiliza y no escoge el vehículo privado?” De lo cual el primer tercio (33%) de encuestados no disponen de vehículo privado, el segundo tercio (33%) considera que es más barato y el tercer tercio tiene varias razones más como, por ejemplo: (16%) lo usa por no tener otra forma de movilizarse.

Figura 50

Razones de preferencia de transporte público y razones para perder interés – Encuesta



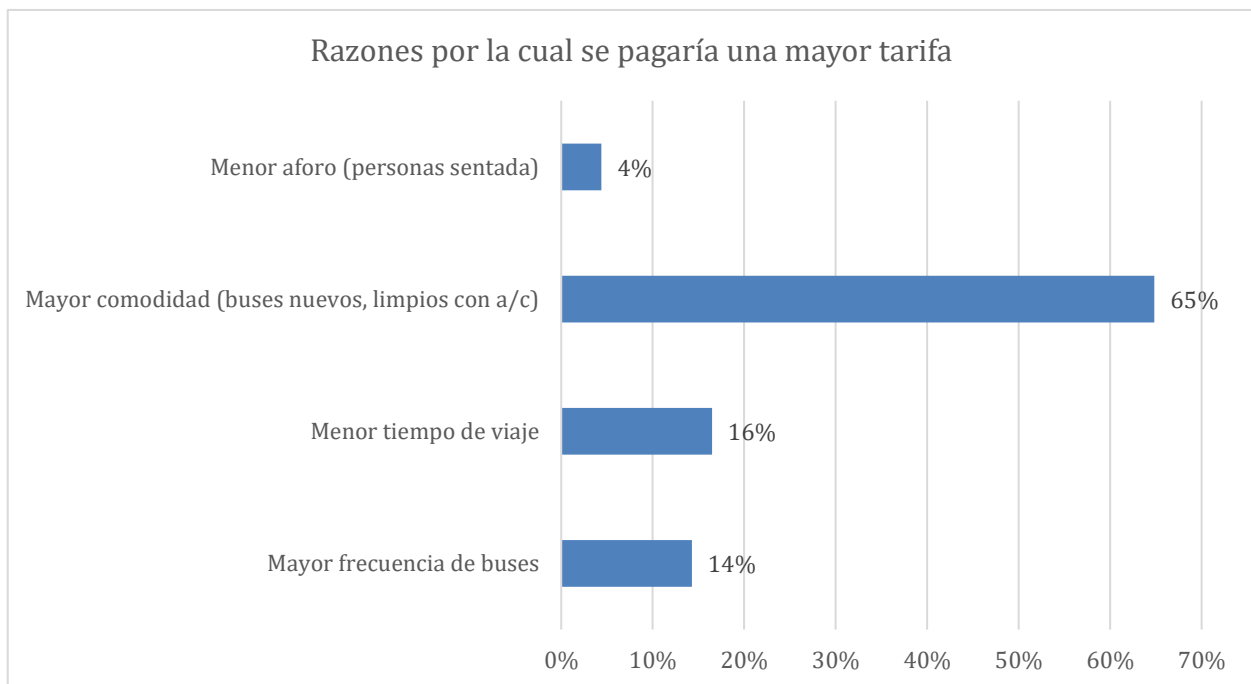
Nota. Los usuarios usan el transporte público por ser más barato y no disponer de vehículo privado, además temen por la inseguridad. Fuente: Elaboración propia (2023).

De la pregunta “señale las afirmaciones que hacen que pierda el interés en usar el transporte público” sale a presumir que el 40% de los usuarios encuestados pierde el interés por la delincuencia y el 60% por temas relacionados al servicio (mucho aforo, pocas frecuencias, no hay líneas, unidades en mal estado, sin a/c, mala atención).

Adicionalmente, se ha consultado cuales serían las mejoras al servicio por las cuales los usuarios estarían dispuestos a pagar una mayor tarifa de pasaje, en donde destaca en primer lugar con un 65% mayor comodidad (buses nuevos, limpios, con a/c, etc.) y en segundo lugar con un 16% la reducción del tiempo de viaje y una mayor frecuencia de buses con el 14%.

Figura 51

Razones por la cual se pagaría una mayor tarifa en transporte público – Encuesta

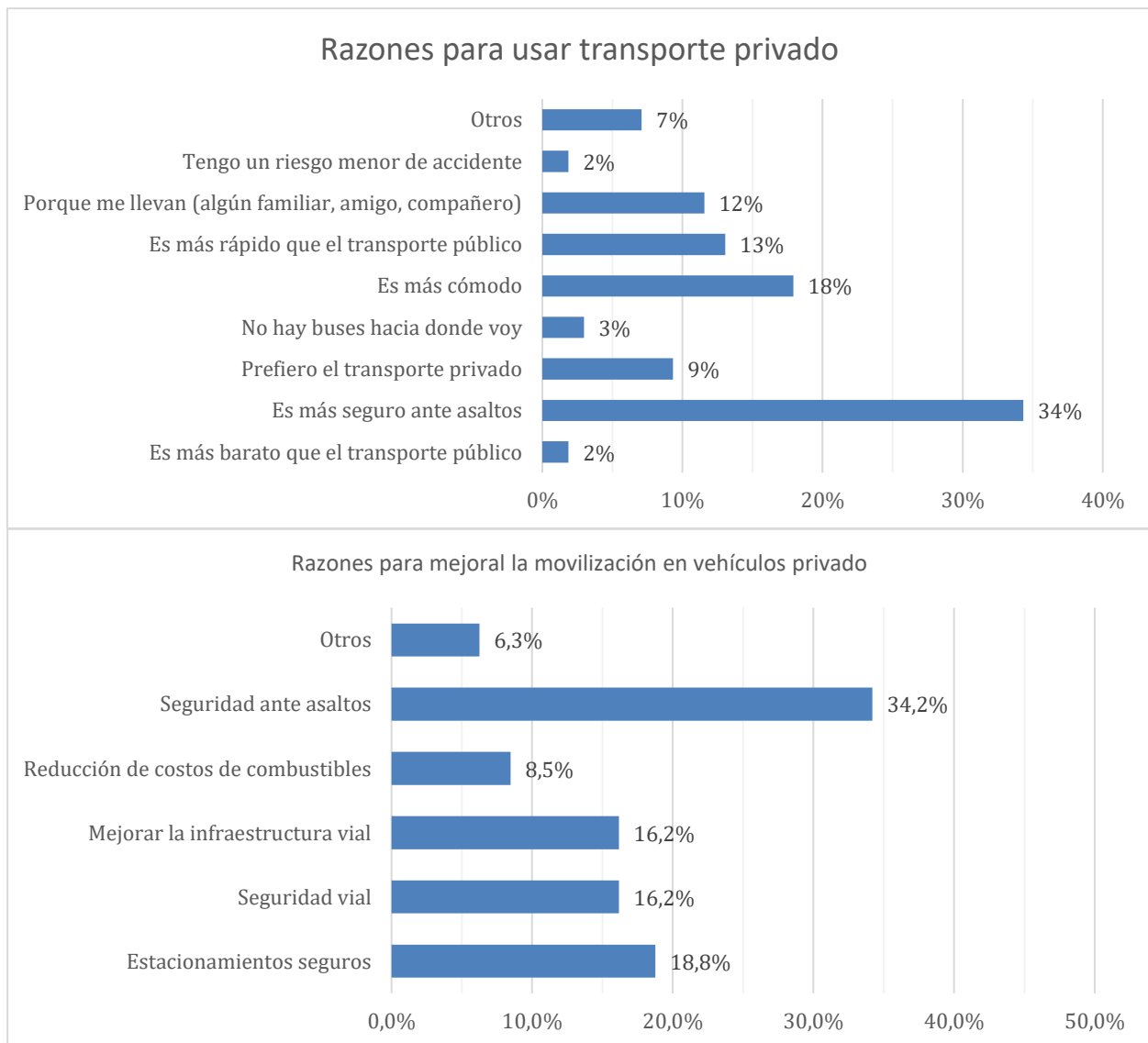


Nota. Los usuarios estarían dispuestos a pagar una mayor tarifa si existiera mayor comodidad en ellos. Fuente: Elaboración propia (2023).

Al grupo que prefiere y usa el transporte privado se le consulto “¿por qué motivo lo escoge antes que al transporte público?” De lo cual el 34% de encuestados lo prefieren por ser más seguros ante asaltos, el 18% por ser más cómodo, el 13% por ser más rápido, el 12% comparte vehículo, el 9% prefiere el vehículo privado y el 12% por otras razones.

Figura 52

Razones de preferencia de vehículos privados y mejoras al sistema - Encuesta



Nota. Los usuarios estarían dispuestos a pagar una mayor tarifa si existiera mayor comodidad en ellos. Fuente: Elaboración propia (2023).

De los encuestados que prefieren el vehículo privado se obtuvo que el 34,2% piensa que si se mejora la seguridad ante asaltos mejoraría la percepción de movilidad en este modo de transporte, otras razones son implantar estacionamientos seguros con el 18,8%, la mejora a la infraestructura vial con el 16,2%, seguridad vial con el 16,2%, entre otras.

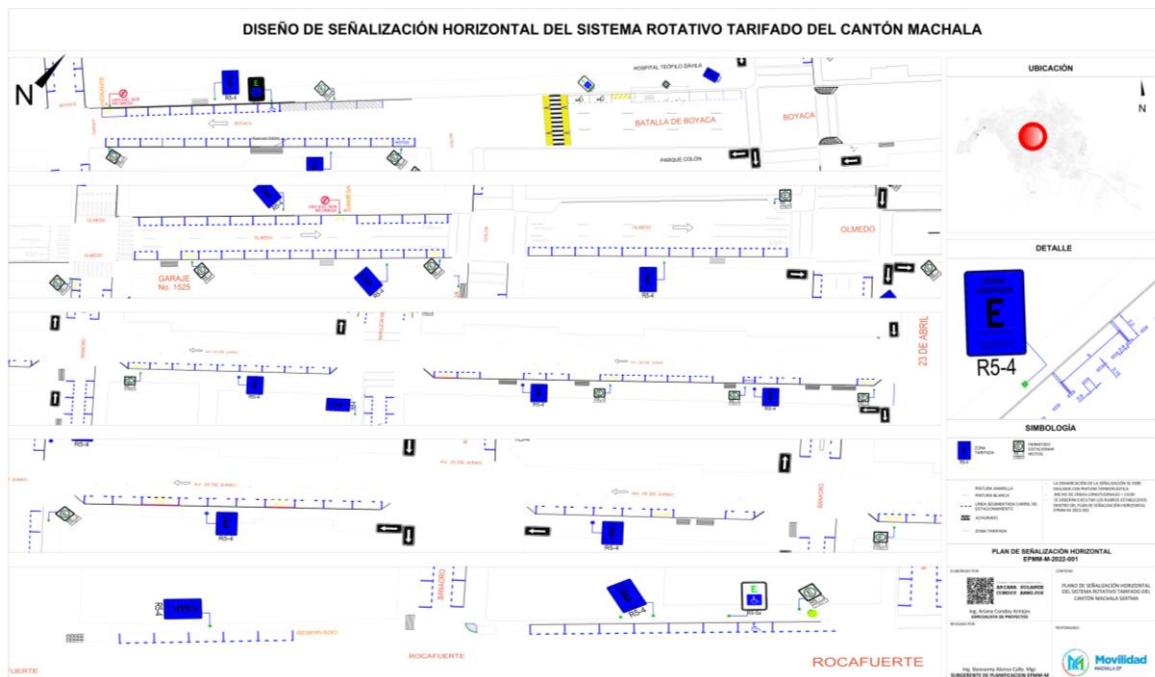
3.3.9 Diagnóstico integrado

3.3.9.1 Datos de zonas de parqueo tarifario

En la actualidad en la ciudad de Machala se realiza el control de los espacios de parqueo tarifado por medio del sistema de estacionamiento rotativo tarifado SERTMA el cual ayuda en la mitigación de la apropiación de espacios de estacionamiento por usuarios, con lo cual se permite tener mayor dinámica en la oferta de espacios de estacionamiento y así mejorar y brindar accesibilidad a más usuarios que realizan cada día sus actividades dentro de la urbe.

Figura 53

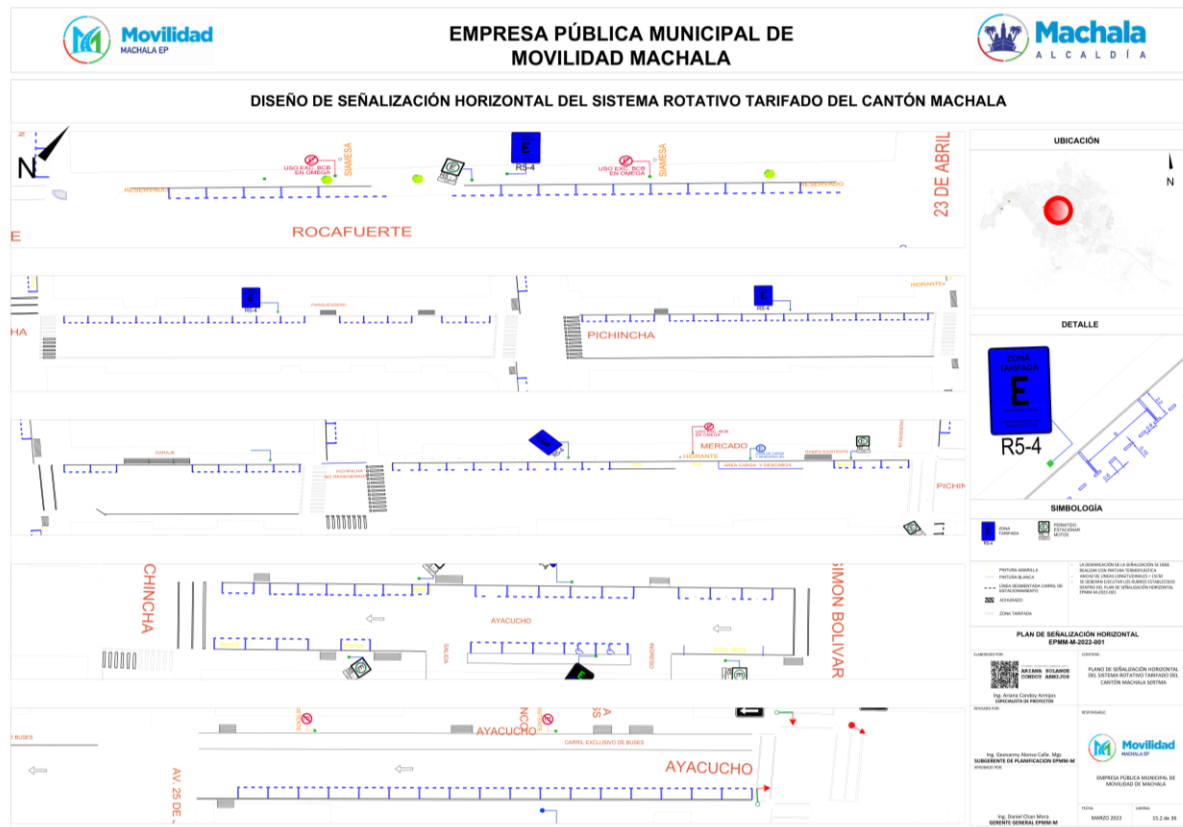
Zona de espacios del sistema rotativo de estacionamientos tarifario



Fuente: Movilidad Machala EPM (2023)

Figura 54

Zona de espacios del sistema rotativo de estacionamientos tarifario.



Nota. Esquema de las calles con estacionamiento tarifario (i.e. Rocafuerte, Ayacucho). Fuente: Movilidad Machala EP (2023).

En base a lo antes expuesto se determina que existe aún la necesidad de implementar más espacios de estacionamiento tarifado, con la finalidad de controlar más zonas conflictivas en la ciudad y reorganizar la movilidad urbana, permitiendo a todos el libre acceso a plazas de estacionamiento, esto debe implementarse en base a el casco central de la ciudad la misma que aún no cuenta con estos espacios de estacionamiento en varias calles de la ciudad.

3.3.9.2 Red de ciclovía

La ciudad de Machala posee actualmente una extensión de 8 km la misma que se encuentra en el ingreso a Machala entre el redondel del bananero y el redondel del cambio y el otro tramo en la regeneración urbana de la parroquia de puerto bolívar.

Se encuentra en propuesta actualmente por la planificación realizada por el departamento de planificación de la empresa de movilidad Machala EPM un total de 24.88 km de ciclovías proyectadas.

Tabla 15

Cantidades de ciclovías propuestas en la ciudad

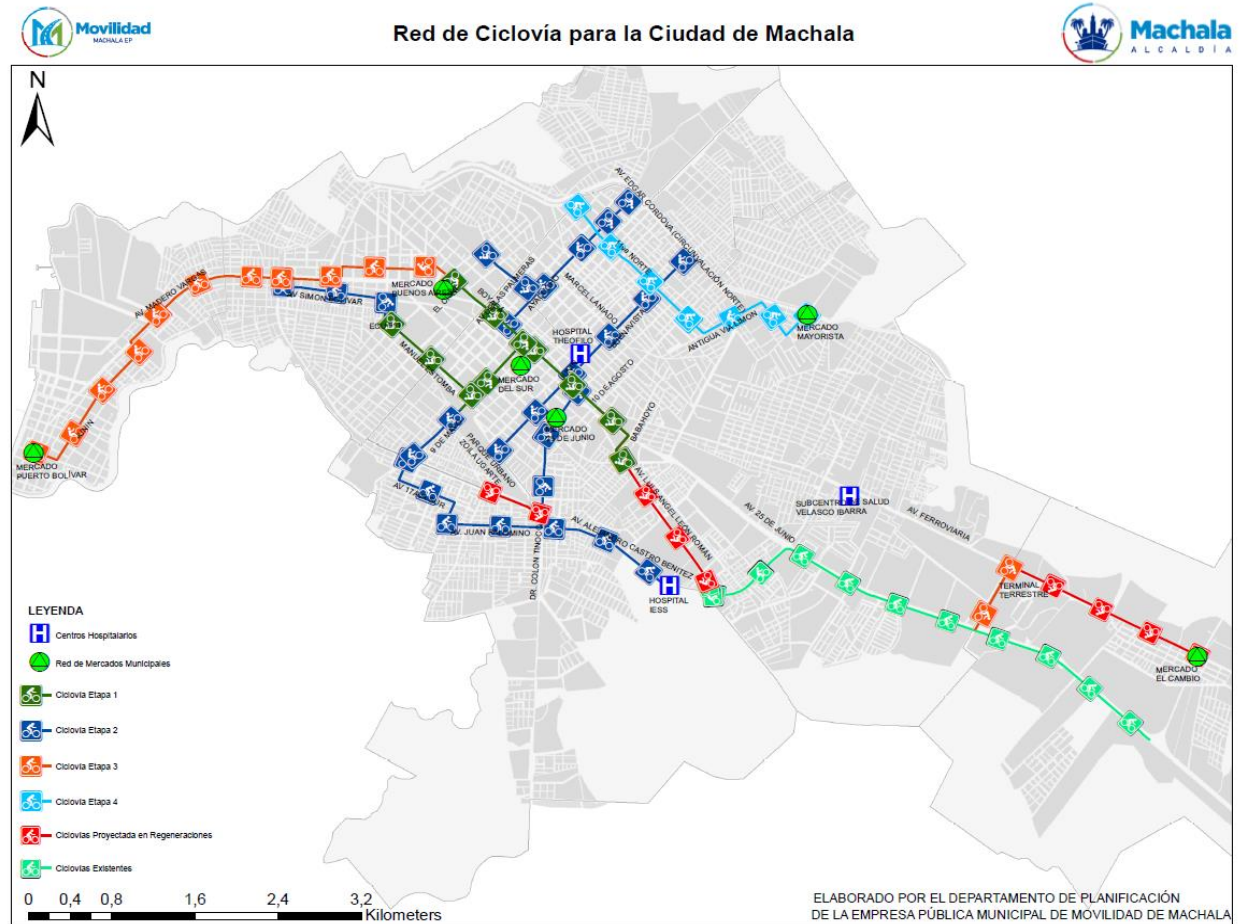
Propuesta de	Etapa 1	Etapa 2	Etapa 3	Etapa 4	Total
ciclovías	4,24 km	10,74 km	6,6 km	3,3 km	24,88 km

Nota. Longitud de ciclovía propuestas por cada etapa. Fuente: Movilidad Machala EP (2023)

En base al proyecto el cual plantea la empresa de movilidad, se determina que es una necesidad la implementación de una red de ciclovías planificadas, las mismas que cuenten con la infraestructura adecuada para el mejoramiento de los desplazamientos dentro de la urbe y de esta manera se pueda inducir hacia un modo de transporte más sostenible como lo es la bicicleta.

Figura 55

Ciclovías proyectadas y existentes



Nota. La figura muestra las 4 etapas planteadas para la construcción de una red de ciclovía para Machala. Fuente: Movilidad Machala EP (2023).

3.3.9.3 Aspectos negativos

De los datos analizados se puede concluir que:

- La movilidad en la ciudad de Machala es estresante durante las horas pico (08h00 a 10h00 y 16h00 a 18h00).
- El aumento del parque automotor fomenta el incremento del tráfico en las horas pico.
- Irrespeto a las señales de tránsito y falta de conocimiento de normas de tránsito.

- Falta de cultura de movilidad.
- Falta de infraestructura para biciusuarios
- Miedo a usar transporte público por miedo a la inseguridad.

3.3.9.4 Oportunidades de mejora

Entre las oportunidades de mejora detectadas se tiene:

- Optimización de rutas y del servicio de buses urbanos.
- Implementación de ciclovía segura.
- Pacificación del tráfico.
- Una movilización más organizada e integrada.

CAPITULO IV. DESARROLLO DE LA PROPUESTA

4.1 Estrategias de movilidad urbana sostenible

Una vez realizada la recopilación de información y evaluado las oportunidades de mejora en cuanto a la movilidad en la ciudad de Machala, se plantean a continuación las estrategias de movilidad urbana sostenible, con el fin de reducir el uso de vehículos particulares, fomentar la movilidad activa, fomentar el uso de transporte público y mitigar los siniestros de tránsito.

- Pacificación del tráfico y fomentación de micro movilidad activa,
- Seguridad vial aplicada al factor humano,
- Tecnología en la movilidad sostenible,
- Medidas aplicadas a la mitigación de accidentes de tránsito.

4.2 Pacificación del tráfico y fomentación de micro movilidad activa

4.2.1 Pacificación del tráfico

Entre las estrategias que se aplicaran se plantea la pacificación del tráfico mediante la reducción de velocidades, con las denominadas “zonas 30”. El límite de velocidad genérico en vías urbanas se recomienda de:

- 20 km/h en vías que dispongan de una calzada y acera (calles residenciales o zonas escolares)
- 30 km/h en vías de uno o dos carriles unidireccionales (zonas 30km)
- 50 km/h en vías de dos o más carriles bidireccionales (vías urbanas)

Este planteamiento se hace porque a una mayor velocidad tenemos menor capacidad de reacción ante eventos imprevistos en la proximidad del vehículo; “cuando la velocidad se reduce


de 50 km/h a 30 km/h disminuye el riesgo de siniestros, pues ampliamos la percepción del entorno por el que estamos circulando”. (Dirección General de Tráfico, 2022, p. 9)

La diferencia en los daños causados es tan grande que, si un auto atropella a una persona a 50 km/h, la probabilidad de muerte es del 80%, mientras que a 30 km/h la probabilidad de muerte se reduce al 10%.

Es importante destacar que en las **zonas 20 la prioridad de cruce la tendrá el peatón**, aquí las personas que transitan podrán utilizar la calzada y cruzar la vía en cualquier punto; mientras tanto, en las calles de 30 km/h se mantendrán las reglas convencionales de circulación, por ello es importante establecer en estas ultima una adecuada señalización vial y cruces seguros designados.

Figura 56

Límites de velocidad y zona 30

	Ciudades 30	Ciudades convencionales
	Velocidad máxima para el viario no urbano	Velocidad máxima de referencia
	Velocidad máxima de referencia para todas las calles y para determinadas travesías*	Velocidad para todas las calles con un carril por sentido
	Calles en Zonas 30 , con prioridad peatonal	
	Calles residenciales , con prioridad peatonal	
	Calles en plataforma única de calzada y acera	
	Calles peatonalizadas	

Fuente: Ciudad 30 (DGT, 2022)

Entre otras medidas para pacificar el tráfico y fomentar la movilidad activa se sugiere lo siguiente:

1. Las aceras deben estar separadas y elevadas del resto de vehículos, deben ser exclusivas de peatones.
2. Calles y zonas peatonales.
3. Carriles biciusuarios, deben estar separados del resto de vehículos motorizados, por elementos consistentes que eviten la invasión de otros vehículos.
4. Cruce de peatones y ciclistas seguros.
5. Iluminación de las vías, especialmente debe hacerse hincapié en intersecciones y zonas de tránsito peatonal con circulación de vehículos
6. Programar mantenimientos preventivos y periódicos de la infraestructura vial para ciclistas y peatones.

Se recomiendan cruces peatonales a nivel de acera tanto en las intersecciones como a mitad de cuadra, lo cual ayuda a pacificar el tráfico, mejorar la accesibilidad y la seguridad de los peatones. En estos cruces se debe ubicar señalización vertical que advierta de la presencia de peatones y permitan a los conductores la reducción de velocidad y en caso de presentarse un alto volumen vehicular, se debe dar la preferencia del cruce de peatones empleando semaforización fija.

En la figura 57 se puede apreciar las recomendaciones mencionadas anteriormente, además se incluye cruce escalonados si hay volúmenes vehiculares bajos o estrechamientos de calzada para generar una distancia corta de cruce peatonal y obligar a los conductores a reducir la velocidad debido al estrechamiento de carriles.

Figura 57

Tipos de cruces peatonales



Nota. La figura muestra un cruce peatonal a nivel de acera, reducción de calzada con rampa universal, cruce cebra con mediana para resguardo de peatones y reductores de velocidad para vehículos. Fuente: (NACTO, 2016)

Las calles peatonales “o zonas libres de automóviles”, son de uso reservado para peatones (ver figura 58), prohibiendo la circulación vehicular a excepción de los camiones de entrega que pueden circular de noche en horarios específicos, y los vehículos de emergencias.

Esto se aplica en las áreas de intensa actividad peatonal, negocios minoristas o de uso mixto, aquí se puede dejar un área específica para el/la bici usuario.

Figura 58

Zonas peatonales



Nota. La figura muestra un esquema de calle peatonalizada y compartida (vehículos velocidad máxima 10 km/h). Fuente: (World Greenhouse Institute, 2016).

4.2.2 Jerarquización de vías

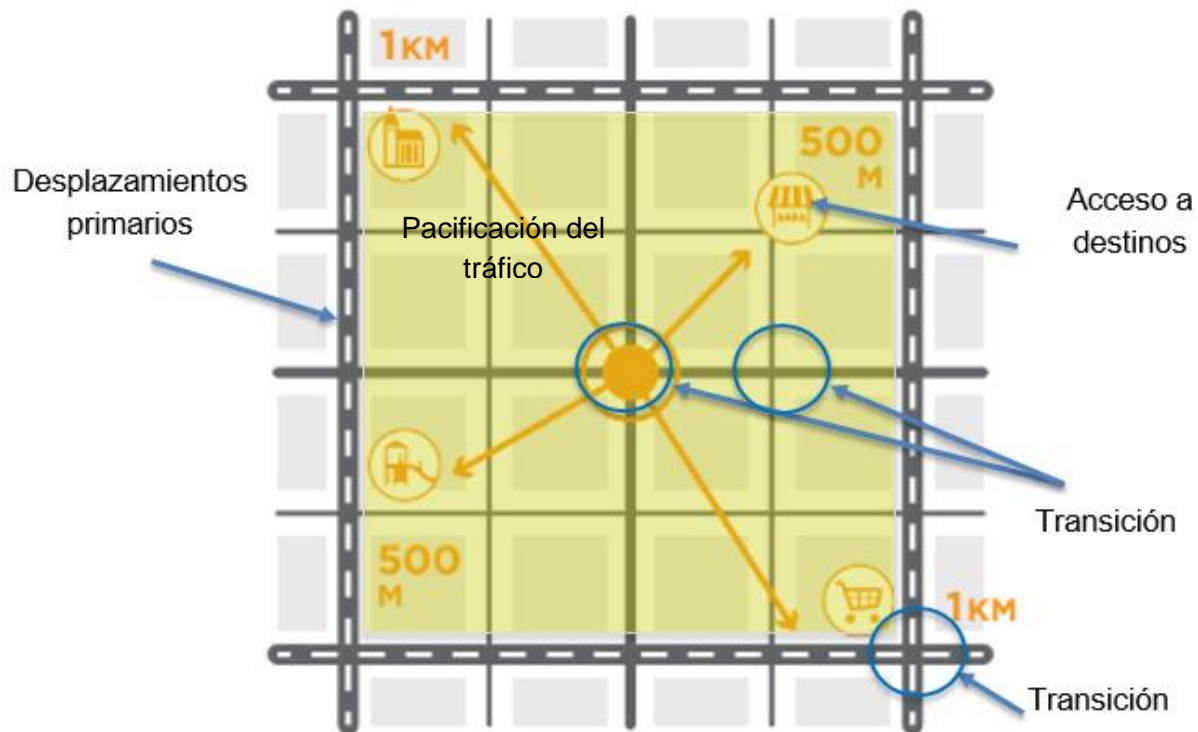
Es importante mencionar que hablar de pacificar el tránsito, no es significado de convertir a toda la red vial urbana en una zona 30 o de velocidades bajas (<50 km/h). Se debe mantener la jerarquización funcional de las vías, protegerlas y complementarlas.

Las arteriales en términos generales de acuerdo con el Institute of Transportation Engineers (EIT) comprenden aproximadamente el 75% de los viajes generados en una ciudad en una longitud de vías que comprenden aproximadamente el 10% de la red vial de una ciudad.

Es adecuado por eso una correcta planificación territorial y el respeto a la jerarquización de vías, creando mallas viales (ver figura 59) que permitan el acceso en un radio de 500m (lo ideal) o hasta 1000m (lo mínimo recomendable) hacia los diferentes servicios como lo son: educación, salud, entretenimiento, comercio, etc.

Figura 59

Mallas viales con jerarquización vial



Nota. Adaptada de “Ciudades más seguras mediante el diseño”. Fuente: (World Resources Institute, 2015)

4.2.3 Ciclo-infraestructura

La infraestructura para ciclovía debe comprender espacios designados dentro de las calles específicamente para el/la bici usuario. NACTO en su guía de diseño de calles recomienda que estas se diseñen empleando (1) una zona de mobiliario urbano que puede abarcar desde anclajes para bicicletas, sistemas de orientación y estaciones compartidas, (2) bordillos para separar físicamente de las aceras de peatones, (3) franja de circulación de biciusuarios libre de obstáculos y (4) zona de separación entre la ciclo-infraestructura y del tráfico vehicular o automóviles estacionados en las calles. En la figura 60 se aprecian esquemas de lo mencionado.

Figura 60

Ciclo infraestructura – Diseño para ciclistas



Nota. La figura muestra los espacios que se recomienda para crear una ciclovía (parqueadero, bordillos, ciclo ruta y divisor de tráfico. Fuente: (Global Designing Cities Initiative , 2016)

En resumen, en las vías arteriales que disponen de varios carriles y cuentan con transporte público, comercio, peatones y biciusuarios, es decir hay un uso mixto del suelo.

Se recomienda que el diseño para el tránsito vehicular sea a una velocidad de 30 km/h (es lo ideal) para la seguridad de los peatones, pacificar el tránsito vehicular (reductores de velocidad, resaltos, estrechamiento de calzada, refugios peatonales, etc.) y ubicar las rutas del transporte público en primera instancia en las arteriales y las colectoras. Se debe acompañar estos diseños con semaforización (ver figura 61).

- Rediseñar y restringir el acceso de vehículos en áreas urbanas clave, convirtiéndolas en espacios peatonales o compartidos.
- Fomentar la implementación de tecnologías de pago electrónico y la mejora de la frecuencia y la cobertura del servicio de transporte público.

Figura 61

Esquema de vía con mediana central, giro restringido a la izquierda y carril exclusivo de autobuses.



Nota. La figura muestra el transporte público en los carriles centrales de una vía que cuenta con ciclovia unidireccional (color rojo). Fuente: (Global Designing Cities Initiative , 2016)

Los pasos para ejecutar estas estrategias enfocadas a pacificar el tráfico y fomentar la micro movilidad activa son:

1. Campañas de comunicación
2. Revisión de la normativa vial y municipal (ordenanzas)
3. Modificación de la señalización
4. Actualización del plan de movilidad urbana sostenible
5. Elaboración y desarrollo de un programa de aplicación con las medidas de implementación de zonas 30, calles peatonales, ciclo rutas y pacificación del tráfico
6. Seguimiento de la implementación del programa mediante indicadores

4.3 Enfoque en la seguridad vial aplicadas al factor humano

Algunas de las acciones que se plantean para llegar a los usuarios y el enfoque de movilidad urbana sostenible haciéndose énfasis en seguridad vial son:

- Realizar campañas de sensibilización para fomentar la adopción de comportamientos de movilidad sostenible, promoviendo la reducción del uso del automóvil, el respeto a los peatones y ciclistas, y la promoción de estilos de vida más activos y saludables (caminatas y ciclismo).
- Promover la adopción de sistemas de carpooling (compartir coche) y ridesharing (compartir viaje), donde varias personas comparten un automóvil para moverse en la misma trayectoria.
- Formación continua y periódica para conductores con licencias profesionales (transporte público, de carga y comercio), en donde se refuerce la normativa de tránsito vigente y se

refuercen aptitudes y buenos comportamientos en la conducción relacionadas a la seguridad vial.

- Mejorar la exigencia de formación en los cursos de conducción, con instructores cualificados que instruyan a los alumnos a discernir peligros del tráfico, dominar y detectar defectos técnicos en el vehículo para no generar situaciones peligrosas y evitar factores que afecten su conducta (fatiga, alcohol, drogas, etc.)

Al inicio algunas actuaciones a implantar en cuanto a movilidad urbana sostenible pudieran generar rechazo al inicio, es por ellos que se debe involucrar a el acercamiento de Movilidad Machala EP con los representantes de todos los sectores, para dar a conocer los beneficios y la necesidad de llevar a cabo este tipo de medidas.

Es importante por esta razón contar con un plan de comunicación, así como de la participación ciudadana, permitiendo la sensibilización sobre las necesidades de todos los usuarios que aspiran un ambiente, seguro, cómodo y saludable.

Los acercamientos a diferentes sectores son fundamental, algunos de estos sectores son:

- Directores de escuela de conducción
- Representantes de los sindicatos de choferes (buses urbanos, taxis, etc.)
- Representantes de las empresas de logística (en especial del sector bananero)
- Líderes de grupo de ciclistas
- Líderes de grupos universitarios
- Departamento de obras públicas del Municipio
- Representante Terminal Terrestre
- Entre otros sectores claves.

4.4 Enfoque de la tecnología en la movilidad sostenible

Se basa en la implementación de dispositivos, elementos o medios de transporte que ayuden a mejorar el desplazamiento de personas, brindando accesibilidad y seguridad en la movilidad.

4.4.1 Bicicleta pública

En estos medios de transporte para su uso se puede implementar sistemas de tarjeta con lectura de banda y aplicativo móvil con lector de código QR para fácil accesibilidad, con un costo accesible para su uso promoviendo su alta sustentabilidad, además los sistemas de GPS implementados para el monitoreo de las unidades son indispensables para tener geolocalizadas las unidades de bicicleta pública.

Las bicicletas públicas comenzaron a funcionar en Ámsterdam en 1965 con el objetivo de marcar la diferencia en la sociedad haciendo que las principales ciudades holandesas sean más peatonales y ecológicas y conectando lugares a los que solo se puede llegar a pie o en transporte público.

En América Latina la ciudad con el mayor número de viajes es Bogotá teniendo un sistema de transporte integrado. En Ecuador ciudades como Quito, Cuenca y Guayaquil son las ciudades que representan mayor longitud de ciclovía en nuestro país.

En Ecuador un claro ejemplo de proyectos similares se aprecia en la ciudad de Cuenca, en donde el Municipio de esta localidad implementó el sistema de Bicicletas Compartidas, el cual se compone de estaciones inteligentes, distribuidas en diferentes puntos de la ciudad. Los usuarios pueden retirar la bicicleta en una estación a través de la aplicación descargada en sus móviles.

Este proyecto tiene como finalidad introducir la bicicleta como un medio de transporte sano y no contaminante, que permite combatir el sedentarismo y promover práctica de hábitos saludables en los usuarios, además de promover la humanización del ambiente urbano.

Figura 62

Bicicleta pública Cuenca



Nota. La figura muestra una estación de bici-pública que ofrece la ciudad de Cuenca. Fuente: Bici-Pública Cuenca (2023).

Este medio de transporte comparte algunas de sus mejores características que son:

- **Eficacia:** pueden cubrir de manera eficiente distancias de viaje de hasta 7 km o incluso de 15 km con mecanismos de pedaleo asistido.
- **Autonomía:** gran autonomía ya que está disponible a cualquier hora del día, es tan cómoda como un automóvil y menos estresante que el transporte público.
- **Flexibilidad:** su facilidad para abordarla y conducirla le permite estar a la par de las necesidades de sus usuarios

- **Fiabilidad:** es el modo más predecible en un entorno urbano con mayor ventaja sobre los vehículos y transporte bus urbano.

4.4.2 Bus urbano con GPS conectado al sistema de control de tránsito

El transporte público debe tener sistema de control por medio de GPS el cual permite conectarse a la central de control de tránsito, con el fin controlar el cumplimiento de las rutas y frecuencias. Esta herramienta además permite a los usuarios tener información visual y auditiva tanto de la ruta a cumplir por la unidad que abordan, así como de los tiempos de recorrido y paradas.

Este sistema denominado Global Positioning System es una herramienta de navegación originada en Estados Unidos en la década de los 70s, en un principio destinada al área militar, pero por su importancia y solvencia derivó a su uso comercial. Este sistema geo referencial se basa en tres principales elementos que son:

- Los satélites espaciales, que orbitan el planeta tierra y reciben señales de localización geográfica.
- Los dispositivos transmisores, que envían señales de su ubicación a la plataforma satelital.
- La central de monitoreo, que recibe y codifica la información enviada por el satélite y logra dar con la ubicación del dispositivo transmisor.

El uso de rastreo satelital es de importancia para tener medios de transporte seguros y eficientes tanto en vehículos particulares como de uso público ya que su implementación es de fácil uso, además permite responder a las preguntas de los usuarios como son el tiempo de llegada al destino, donde abordar o descender del transporte sin olvidar la seguridad y confianza

que enfatiza hacia los conductores y usuarios, permitiendo la seguridad por el rastreo satelital ,así como de la velocidad que otorga al contener las rutas y frecuencias adecuadas.

En ciudades como Guayaquil el uso de sistemas GPS en unidades es de régimen obligatorio establecidos por la Autoridad de Tránsito Municipal.

Un ejemplo de buses conectados a un sistema de control de tránsito y en los cuales no se paga con dinero en efectivo se desarrolló en la ciudad de Loja desde el año 2020, en donde sus buses urbanos (234) incorporan equipos GPS y a través de la aplicación móvil Clipp, el usuario puede conocer las rutas de los buses o en qué momento llegaran a una parada.

Con esta misma aplicación se puede pedir uno de las 800 taxis asociadas a la red de movilidad inteligente, perteneciente al proyecto Loja Smart. Cuando un pasajero desea pagar solo enseña su tarjeta ‘contactless’, adquirida en los puntos del consorcio de transporte público.

Figura 63

Bus urbano con GPS



Nota. La figura muestra el acceso a un bus mediante una tarjeta electrónica y la gestión del transporte en oficina mediante GPS. Fuente: (Unidad Municipal de Tránsito, 2015).

4.4.3 Contador de usuarios en ascenso y descenso con GPS

Algunos de los contadores de pasajeros se pueden instalar dentro de los buses siendo dispositivos compactos y autónomos diseñados para ser instalados sobre las puertas de los buses.

Permite la implementación de paradas mediante la data recolectada, se tienen datos actualizados sobre la demanda de usuarios y el lugar de máxima demanda para la planificación de posibles establecimientos de paradas autorizadas. Este sistema además permite obtener información de:

1. Número de pasajeros según el día de la semana, mes paradas, línea etc.
2. Identificación de flujos de pasajeros
3. Flujo de pasajeros actual según capacidad de transporte del operador
4. Mapas de concentración de usuarios
5. Ranking de paradas según la intensidad de uso
6. Número de pasajeros por expedición
7. Origen y destino de pasajeros

A través de la plataforma web se puede comparar los pasajeros contados con los reportados durante el periodo de fecha u horas especificadas, lo que ayudará a un mejor manejo de las finanzas de las cooperativas de buses, lo cual permitirá un mayor control de las unidades y a ofrecer un mejor servicio. Además, permitirá el control de las aglomeraciones y la simulación de cambios de rutas.

Figura 64

Bus urbano con sensores



Nota. La figura muestra la ubicación de sensores que sirven para el conteo de usuarios en su ascenso y descenso en las paradas. Fuente: (efisat.net, 2016)

4.7.6 Implementación de centrales semaforicas

Se trata de un sistema de prioridad inteligente, el mismo que da preferencia a vehículos del transporte público. Esto con el fin de mitigar el congestionamiento en hora pico en el casco central y zonas de mayor densidad de flujo vehicular.

Existen varios sistemas de comunicación útiles para la prioridad semaforica como son:

1. Vehicle Communication and Information Systems (VICS).
2. Probe Car System (PCS).
3. Sistema híbrido.

El sistema híbrido entre VICS y PCS donde tanto el semáforo como el vehículo están equipados con sistemas de emisión y recepción de información en tiempo real. Esto se logra

mediante sistemas GPS y odómetros sobre el camino, así como aparatos de radiofrecuencia de corto alcance instalados en el servidor del semáforo (Movimentistas, 2020).

Figura 65

Prioridad semafórica



Nota. La figura muestra el esquema de la prioridad semafórica, en donde mediante radiofrecuencia se intercomunica el sistema de semaforización con los buses para una mejor gestión del transporte público. Fuente: (Movimentistas, 2020)

Los criterios del algoritmo para dar la prioridad semafórica son:

- Longitud de cola de vehículos con la fase roja
- Tiempo de retraso en cruces e intersecciones semafóricas
- Tiempo de retraso total en más de un ciclo semafórico
- Flujo vehicular según horario
- Variabilidad de los patrones de tránsito según horario

El algoritmo procesa la información de tráfico específica y organiza esta información en tres pasos básicos: recopilación de información observada, cálculo y alineación con ciclos semafóricos posteriores. De esta forma, gracias al algoritmo, también se pueden ajustar los horarios de salida y llegada de los autobuses para ajustar el flujo de tráfico y reducir los tiempos de retraso.

4.7 Enfoque de medidas aplicadas a la mitigación de accidentes de tránsito

Entre las estrategias y acciones que se plantean para reducir la incidencia de accidentes de tránsito y minimizar sus consecuencias, se plantean medidas como:

4.5.1 Vigilancia y Control

Fortalecer la vigilancia y control del tránsito por parte de la empresa de Movilidad Machala, lo que implica la presencia activa de los agentes de tránsito en las calles, emplear cámaras de vigilancia y sistemas de control de velocidad, así como operativos de control de alcohol y drogas en conjunto con la policía Nacional, ECU911, la gobernación, Intendencia y demás instituciones afines que puedan colaborar en los controles para una movilidad más segura (ver figura 66).

Figura 66

Controles de tránsito en la ciudad de Machala



Nota. La figura muestra un vigilante realizando una prueba de alcohol a un usuario, durante un operativo nocturno. Fuente: Movilidad Machala EP (2023).

4.5.2 Fomentar alternativas de transporte

Fomentar el uso de medios alternos de transporte, como lo son el transporte público, uso de bicicletas, scooter, fomentar la caminata activa. Lo cual implica reducir el número de vehículos en las calles, para mitigar el riesgo de accidentes.

Un claro ejemplo de fomentar otras alternativas de transporte lo realiza la propia empresa de Movilidad Machala quienes han dotado desde el 2020 de Scooter a varios de sus agentes para brindar el servicio a la ciudadanía (ver figura 67). También se han planteado ciclo paseos como

en el año 2021 que por la semana de la movilidad sostenible se habilito una ruta de 8 km para ciclistas, esta y otras medidas que se complementaran entre sí, para fomentar otras movilidades más amigables con el medio ambiente.

Figura 67

Fomentación del uso de movilidad activa mediante ciclo-paseo



Nota. Entrega de Scooter a miembros de Movilidad Machala para que realicen sus recorridos diarios en la gestión del tránsito. Fuente: Movilidad Machala EP (2021).

Figura 68

Fomentación del uso de bicicletas mediante ciclo-paseo



Nota. La figura muestra una ruta de ciclo paseo para fomentar el uso de la bicicleta, en la semana de la movilidad del año 2021. Fuente: Movilidad Machala EP (2021)

4.5.3 Campañas de concienciación

Programar campañas de información y sensibilización ciudadana sobre la importancia de la seguridad vial, haciendo hincapié en los riesgos y en las consecuencias de los accidentes de tránsito. Estas campañas se podrán realizar mediante anuncio en los medios de comunicación, actividades comunitarias y de divulgación, además de campañas en escuelas, colegios, cooperativas de transporte, grupos de ciclistas, escuelas de conducción, etc.

Entre los temas de concientización y sensibilización se recomienda hacer énfasis en los siguientes:

- Respeto a las señales de tránsito
- La no utilización del teléfono móvil al volante, dado que es una de las principales causas de distracción, ni promover el uso de manos libres debido a que después de cierta duración de conversación generan distracción.

- No conducir en estado de embriaguez, la única tasa segura es del 0,0%.
- Si bebes no conduzcas, promover campañas de conductor designado.
- Descansar en trayectos largos, dormir bien antes de conducir.
- Mantenerse atento siempre al camino.
- Correcto mantenimiento del vehículo y la revisión de dirección, frenos, luces, batería, neumáticos, filtro aire acondicionado, limpiaparabrisas y fluidos (aceites, refrigerante, etc.) antes de iniciar cada viaje.
- Respeto a la distancia de seguridad vial entre vehículos.

Figura 69

Campañas de concienciación de respeto a las señales de tránsito



Nota. La figura muestra dos imágenes que la empresa de Movilidad Machala usa en sus redes sociales para concientizar el respeto de las señales de tránsito (respeto a los semáforos y no usar el celular mientras se camina). Fuente: Movilidad Machala EP (2021).

Figura 70

Campañas de concienciación de respeto a las señales de tránsito



Nota. La figura muestra dos imágenes que la empresa de Movilidad Machala usa en sus redes sociales para concientizar el respeto de las señales de tránsito (respetar los límites de velocidad y el disco pare). Fuente: Movilidad Machala EP (2021).

Actualmente Movilidad Machala en sus cuentas oficiales en redes sociales, mantiene campañas de concientización para informar a la ciudadanía en general sobre la seguridad vial y temas varios relacionados a la movilidad.

Figura 71

Campañas de concienciación del no uso de celular mientras conduce



Nota. La figura muestra dos imágenes que la empresa de Movilidad Machala usa en sus redes sociales para concienciar el respeto de las señales de tránsito (no usar el celular mientras se conduce). Fuente: Movilidad Machala EP (2021).

4.5.4 Educación vial

Fomentar la educación vial desde edades tempranas, tanto en las escuelas, colegios como en la sociedad en general. Deben existir programas de educación en seguridad vial para educar a los conductores, peatones y ciclistas sobre las normas de tránsito, el comportamiento seguro y los riesgos asociados a las vías.

Se recomienda el *manual de seguridad vial urbana en el Ecuador*, el cual refleja una visión general de la seguridad vial para los usuarios de las vías en donde se muestran ejemplos y buenas prácticas que pudieran ser impartidas en las instituciones educativas y de formadores de conductores profesionales y no profesionales.

Figura 72

Capacitación de estudiantes en los colegios de Machala



Nota. Capacitación en el colegio Eloy Alfaro. Fuente: Movilidad Machala EPM (2023)

Se debe desarrollar un plan de concientización sobre seguridad vial, movilidad urbana sostenible, se pudiera implementar una plataforma online donde se dispongan de videos guías sobre los temas mencionados anteriormente, que recopilarían los temas y enseñanzas a dar en las instituciones educativas.

Estos videos se pudieran implementar también en los buses urbanos, televisión, redes sociales, comunicados en estaciones de radios y periódicos. Para lo cual se deberá reforzar el presupuesto para comunicación y sensibilización.

4.5.5 Infraestructura vial segura

Diseñar y mantener una infraestructura vial segura, incluida la construcción de vías con medidas de seguridad adecuadas, como señalización horizontal y vertical clara, carriles exclusivos para ciclistas y aceras anchas y separadas para uso exclusivo de los peatones.

También se deben considerar medidas de control de velocidad como reductores de velocidad y cámaras de vigilancia. Además, se debe tener una buena iluminación en las noches y señalización vertical que permita visualizar a una distancia oportuna la división de vías, obstáculos, desniveles, cruces peatonales, etc.

Figura 73

Señalización vial segura e iluminación adecuada



Nota. Se presenta una adecuación a una vía de Machala en cuanto a señalización horizontal y vertical. Fuente: Movilidad Machala EP (2023).

4.5.6 Seguridad de los vehículos

Promover la implementación de tecnologías avanzadas de seguridad en los vehículos, algunas de las ADAS recomendadas o que se deberían exigir son: los sistemas de frenado automático, control de estabilidad, sistemas de advertencia de cambio de carril. Además, debe fomentarse el mantenimiento periódico y preventivo de los vehículos para garantizar su buen estado y su correcto funcionamiento.

4.7 Seguimiento y autoevaluación de las estrategias a implementar

Para evaluar la implementación de las estrategias de movilidad urbana sostenible discernidas en los apartados anteriores, se recomienda que una vez aplicadas las estrategias (por sectores o etapas) se realice una encuesta de seguimiento que permita recopilar datos cuantitativos y cualitativos de manera sistemática.

Con la encuesta de seguimiento se podrá disponer de nueva información la cual podrá ser comparada con la obtenida en la encuesta realizada en este proyecto previo a la implementación de las estrategias. De esta manera se podrá reflejar a la par aspectos importantes de la percepción de los usuarios antes y después de implementar cualquier estrategia de movilidad.

Aspectos importantes para autoevaluar serán: la percepción de los usuarios sobre la movilidad sostenible, la micro movilidad activa, transporte público, el uso de otros medios de transporte no motorizados, el respeto a las leyes de tránsito, la manera de desplazarse y los tiempos de viajes.

En la tabla 16 se aprecia un formato que resume los aspectos más importantes que se podrán comparar para autoevaluar la eficiencia y aceptabilidad de las estrategias que se llegarán a implementar.

Tabla 16

Formato para la autoevaluación de la implementación de estrategias de movilidad

Parámetro encuestado	Resultados de encuestas		Autoevaluación
	Sin implementar estrategias	Implementación de estrategias de	
Conocimiento del concepto de movilidad urbana sostenible			
Uso del transporte público (Buses)			
Uso del transporte particular			
Uso del transporte comercial (Taxis)			
Biciusuarios activos			
Otros medios de transporte no motorizados (scooter, patines, etc.)			
Uso de vehículos eléctricos			
Eficiencia del servicio de transporte público			
Tiempo de recorrido (h)			
Desplazamientos (Km)			
Percepción de la movilidad			

Nota. Esta tabla es referencial para evaluar los resultados de dos encuestas representativas sobre la movilidad y preferencias de los ciudadanos ahora y a futuro con las medidas a implementar.

Fuente: Elaboración propia (2023).

Otros parámetros para evaluar la movilidad es la de realizar estudios de tráfico en puntos estratégicos de la red vial de Machala como zonas de congestionamiento, vías arteriales, vías colectoras, intersecciones, con el fin de determinar los TPDA (Tráfico Promedio Diario Anual) y

la composición vehicular para determinar si el porcentaje de uso de vehículos particulares disminuye o no con las medidas a implementar.

En la tabla 17 se aprecia un formato que resumen los aspectos de tráfico más relevante a compararse antes y después de implementar las estrategias de movilidad sostenible. Es por ello por lo que en el capítulo 3 se presentaron datos de tráfico recopilados de la EPMMM.

Tabla 17

Comparación de datos de tráfico antes y después de implementar estrategias de movilidad

VÍA DE ESTUDIO:			
Parámetro	Sin implementar estrategias	Implementación de estrategias de	Autoevaluación
TPDA			
% Livianos (motos)			
% Livianos (vehículos)			
% Buses			
% Pesados			
% Extrapesados			
Tiempo de recorrido (h)			
Desplazamientos (Km)			
% de siniestros			

Nota. Esta tabla es una referencia para la composición del tráfico e indicadores de desempeño de un tramo vial a estudiarse (ahora y a futuro). Fuente: Elaboración propia (2023)

De esta manera se podrá evaluar la incidencia de las estrategias implementadas sobre el uso de los vehículos particulares, parámetro fundamental que reflejará la efectividad de las medidas implementadas.

Otro parámetro importante para evaluar la efectividad de estrategias es el análisis de siniestros que ocurren tanto de manera general en la ciudad de Machala, como en las zonas específicas en donde se implementen medidas de seguridad vial acorde a la movilidad sostenible y mejoras en la infraestructura vial. Aquí se busca una reducción en los siniestros, lo cual repercutirá en lo social como en lo económico.

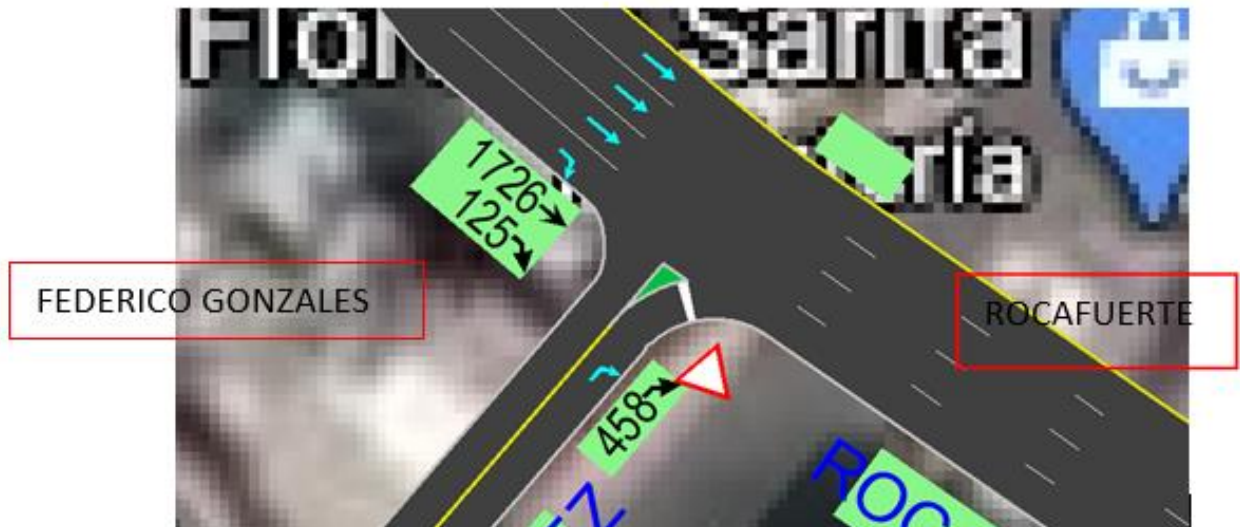
4.7 Proyectos y estudios recomendados a ejecutarse a corto plazo

A corto plazo es fundamental que se implemente nuevos tiempos del ciclo semafórico en varias calles de la ciudad, ya que con el pasar de los años el flujo de tránsito vehicular ha aumentado, esto con el fin de mejorar la circulación vehicular, mitigando el congestionamiento.

Para realizar los respectivos análisis es necesario realizar levantamientos de información como aforos vehiculares y características del entorno vial, con el fin de que se implemente tecnologías en el análisis de datos de flujo vehicular para con ello realizar simulaciones de las intersecciones a intervenir y mejorar su operatividad, además es posible realizar modificaciones en la infraestructura vial con el propósito de mejorar el nivel de servicio y la circulación segura en el sector (ver figura 74 y tabla 17).

Figura 74

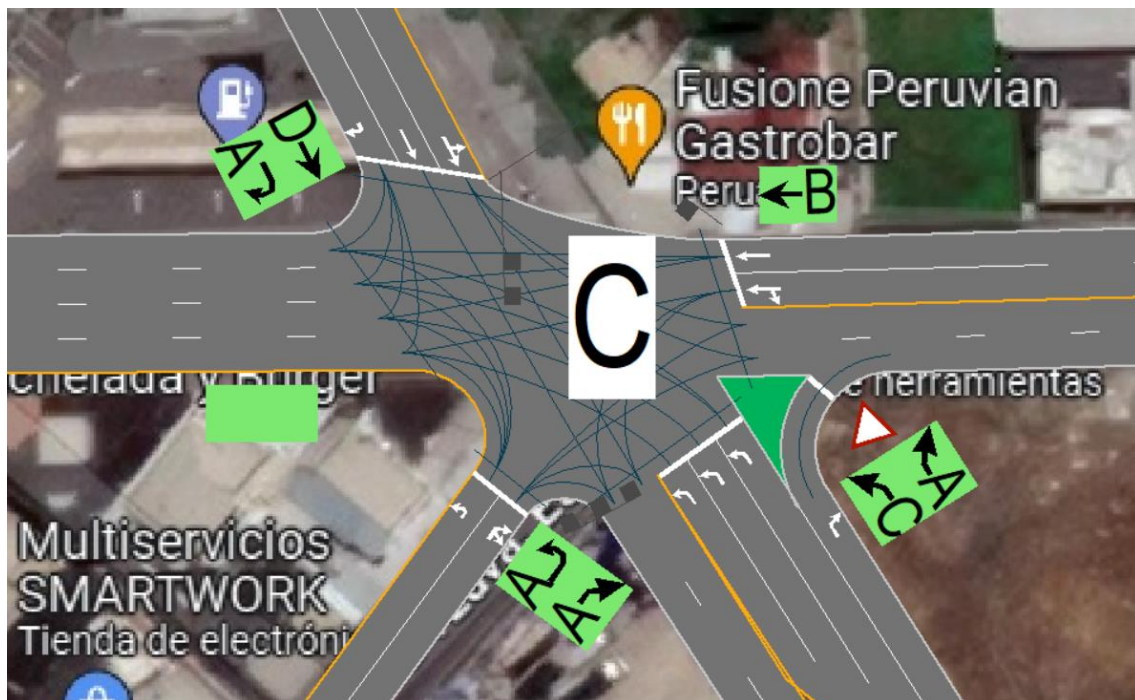
Representación gráfica simulación de tránsito vehicular



Fuente: Elaboración propia

Figura 75

Representación gráfica simulación de tránsito vehicular identifica el nivel de servicio de una intersección.



Fuente: Elaboración propia (2023)

4.8 Proyectos y estudios recomendados a ejecutarse a mediano plazo

Es indispensable realizar el análisis de tránsito en la intersección de la calle 25 de junio Alejandro castro Benítez con el fin de mejorar la circulación vehicular en la intersección actualmente controlada por un redondel el cual hace la función de distribuir la circulación de los vehículos que transitan en la intersección.

Figura 76

Intersección la av. 25 de junio y av. Alejandro castro Benítez



Fuente: Elaboración propia (2023).

Es fundamental que se realice la implementación de carriles bici y los mismos conecten con el sistema de transporte público para con ello fomentar la multimodalidad del transporte y así mitigar y reducir el nivel de siniestros viales y del congestionamiento vial que hoy se tiene.

4.9 Proyectos y estudios recomendados a ejecutarse a largo plazo

Es necesario que se mejore el servicio del transporte público en el cantón, esto con el fin de hacerlo más atractivo para el uso de la ciudadanía. Mejorar la seguridad en el medio de transporte es fundamental, el mismo que se podría lograr con sistema conectado en todas las unidades de transporte público, generando una central de control de las operaciones, esto con el fin de saber qué es lo que pasa en casa una de las unidades de transporte de la ciudad.

CAPITULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. CONCLUSIONES GENERALES

La promoción de sistemas de transporte de micro movilidad es fundamental para mejorar la salud y bienestar de los ciudadanos, siempre y cuando se implemente ciclovías para la mejora de la movilidad urbana en la ciudad de Machala ya que en base a las encuestas el 40% de encuestados que usan bicicleta prefiere su uso porque considera es más saludable y el 63% piensa que mejoraría su experiencia y se atraerían más usuarios si se instauraran carriles exclusivos para bici usuarios. Además, es fundamental acoplar el sistema de transporte público al de las bicicletas con el fin de crear un sistema de transporte integrado que ayude a desplazar a más personas dentro de la ciudad y con el uso de la menor cantidad de recursos.

5.1.1. Conclusiones Específicas

- La movilidad en la ciudad de Machala se ve reflejada en el uso del vehículo particular, ya que la mayoría de los usuarios prefiere hacer uso de vehículos particulares que hacer uso de medios de transporte público, esto se ve reflejado también por el nivel de inseguridad reflejado en la ciudad.
- En Machala el 40% de encuestados que usan bicicleta prefiere su uso porque considera es más saludable y el 63% piensa que mejoraría su experiencia y se atraerían más usuarios si se instauraran carriles exclusivos para biciusuarios.
- La implementación de ciclovías en la ciudad mejora la calidad de vida de los ciudadanos y reduce la cantidad de vehículos transitando en la ciudad ya que muchos de los viajes que las personas realizan son viajes cortos en el casco central de la ciudad, es por tal motivo que potenciando la micro movilidad ayudamos a mitigar el uso del vehículo particular.

- Los usuarios de transporte público necesitan de mejoras en el sistema de movilidad urbana, esto se define ya que en base a la encuesta el 40% de los usuarios encuestados pierde el interés por la delincuencia y el 60% por temas relacionados al servicio (mucho aforo, pocas frecuencias, no hay líneas, unidades en mal estado, sin a/c, mala atención, proponer infraestructuras adecuadas para fomentar la movilidad activa.
- Se debe mejorar el sistema de transporte implementando cámaras de alta resolución que muestren los usuarios que ingresan a la unidad, así mismo implementar sistemas de pánico el mismo que pueda tener una respuesta inmediata por parte de los miembros policiales y de la guardianía ciudadana ante algún intento de robo, además mantener interconectadas a todas las unidades y controladas en una central en la cual se pueda observar en tiempo real el estado de cada unidad y la ubicación exacta de ruta.

5.1.2. Análisis del cumplimiento de los objetivos del proyecto

En base a los objetivos planteados se puede determinar que se ha logrado el análisis de los medios de transporte existentes en la ciudad de Machala, además de determinar los medios de movilidad usados por los entes viales así como la cantidad de peatones y de vehículos de micro movilidad que se hacen uso para desplazamiento dentro de la ciudad, también se pudo determinar las necesidades que hay en que se implemente ciclovías segregadas que sean atractivas para el uso de la ciudadanía y con ello mejorar la movilidad urbana, además se determinó que el transporte público necesita mejorar ya que muchas unidades no cuentan con las características necesarias para brindar comodidad al usuario y de la misma manera se debe mejorar la seguridad en las unidades de transporte público con el fin de mejorar la percepción hacia el mismo y promover más el uso del mismo.

5.2. CONTRIBUCIONES

5.2.1. Contribución a nivel personal

La mejora de la movilidad urbana debe estar planteada en base a las necesidades que tiene el usuario a la hora de desplazarse de un punto de origen a otro de destino. Es fundamental promover la micro movilidad con la implementación de infraestructura adecuada para su uso.

5.2.2. Contribución a nivel académico

Este proyecto ayuda a comprender las tendencias de la movilidad urbana en la ciudad de Machala con la cual se pueden plantear varias propuestas, además de plantear encuestas con un formato que permita hacer uso para levantamiento de información en otras ciudades.

5.2.3. Limitaciones del proyecto

Se tuvo un poco de limitaciones por el estado en el cual hoy en día se encuentra el país a nivel de seguridad para levantar la información.

5.3. RECOMENDACIONES

Se implemente el sistema de ciclovías en la ciudad de Machala para mejorar la calidad de vida de los habitantes, implementar la multimodalidad en la que las ciclovías y las paradas de transporte público tengan congruencia y se pueda realizar el transporte multimodal, aprovechando las calles amplias de la ciudad y su geografía plana.

REFERENCIAS

- Bici Pública Cuenca. (2023). *bicicuenca*. From <https://www.bicicuenca.com/>
- A&V Cía. Ltda. (2014). *PLAN DE MOVILIDAD DEL CANTÓN MACHALA*. MACHALA: A&V Cía. Ltda.
- Agencia Nacional de Transito. (2021). *ANT.gob.ec*. From <https://www.movilidadmachala.gob.ec/web/>
- Alcaldía de Machala. (2021). *www.machala.gob.ec*. From <https://www.machala.gob.ec/>
- Alcaldía de Machala. (2023). *www.machala.gob.ec*. From <https://www.machala.gob.ec/>
- ANT. (2023). From ANT: <https://acortar.link/LrxJmr>
- Asociación Mundial PIARC. (2015). *PIARC AS*. From [https://www.piarc.org/es/pedido-de-publicacion/27270-es-Uso%20de%20la%20tierra%20y%20seguridad:%20Entender%20c%C3%B3mo%20las%20decisiones%20del%20uso%20de%20la%20tierra%20impactan%20en%20la%20seguridad%20del%20sistema%20de%20transporte%C2%A0\(en%20ingl%C3](https://www.piarc.org/es/pedido-de-publicacion/27270-es-Uso%20de%20la%20tierra%20y%20seguridad:%20Entender%20c%C3%B3mo%20las%20decisiones%20del%20uso%20de%20la%20tierra%20impactan%20en%20la%20seguridad%20del%20sistema%20de%20transporte%C2%A0(en%20ingl%C3)
- Castillo, M. d. (2019, Julio 19). *Autopista*. From *Sistemas de seguridad ADAS: cuáles son y cómo utilizarlos antes de que sean obligatorios*: <https://acortar.link/62Z13T>
- Catayud, A., Sánchez Gozález, S., Bedoya-Maya, F., Giraldez Zuñiga, F., & Márquez, J. M. (2021). *Congestión urbana en América Latina y el Caribe: características, costos y mitigación*.
- DGT . (2022, 12 10). *DGT UE 2023*. From *DGT UE 2023*: <https://www.dgt.es/conoce-el-estado-del-trafico/vigilancia-y-control/equipos-y-tramos-de-vigilancia/>
- Dirección General de Tráfico. (2022). *Ciudades 30*. From *Vías más seguras. Sistema seguro*: <https://n9.cl/s9kr9>

Dirección General de Tráfico. (2022, Noviembre). *Qué es DGT 3.0*. From Dirección General de Tráfico: <https://n9.cl/2p3ia>

Dirección General de Tráfico. (2023, abril 24). *Sistemas avanzados de ayuda a la conducción (ADAS)*. From Dirección General de Tráfico: <https://n9.cl/vmc8c>

efisat.net. (2016). From <https://www.efisat.net/>

Fraile, N. (2022, 01 07). *revista.dgt.ec*. From <https://revista.dgt.es/es/noticias/nacional/2022/01ENERO/0107-Carreteras-inteligentes.shtml>

Giraldez Zúñiga, F., Sánchez González, S., & Calatayud, A. (2022). *Hechos estilizados de la movilidad urbana en América Latina y el Caribe*. From <https://n9.cl/8abd3>

Global Designing Cities Initiative . (2016). *globaldesigningcities*. From <https://globaldesigningcities.org/>

INEC. (2021, 07 29). <https://sni.gob.ec/inicio>. From [https://sni.gob.ec/proyecciones-y-estudios-demograficos](https://sni.gob.ec/inicio:https://sni.gob.ec/proyecciones-y-estudios-demograficos)

Investigación para la definición de una metodología y herramientas de identificación y notificación automática de accidentes a partir de VANETs. (n.d.). From <https://acortar.link/cBKSQG>

LATIN NCAP. (2021). *latinncap*. From <https://www.latinncap.com/es/>

LATIN NCAP. (2023). *Sistemas de Asistencia a la Seguridad*. From LATIN NCAP: <https://n9.cl/nj9mq>

MAPFRE Fundación. (2021). *fundacionmapfre.org*. From <https://www.fundacionmapfre.org/educacion-divulgacion/seguridad-vial/sistemas-adas/>

- Ministerio de Turismo. (2021). *Plan Maestro Sectorial de destino Turístico Sostenible del Cantón Machala 2021 - 2025*. From Alcaldía de Machala: <https://n9.cl/adgox>
- Mollinedo, C. L. (2006). *Movilidad urbana sostenible: un reto para las ciudades del siglo XXI*. From Economía, Sociedad y Territorio:
<https://www2.cmq.edu.mx/index.php/est/article/view/260>
- Movilidad Machala EP. (2021, Octubre 13). *Revisión Técnica Vehicular* . From Movilidad Machala EP: <https://n9.cl/cd8fx>
- MOVILIDAD MACHALA EPM. (2022, Abril). *www.movilidadmachala.gob.ec*. From www.movilidadmachala.gob.ec: <https://www.movilidadmachala.gob.ec/web/wp-content/uploads/2022/03/Rendicion-de-Cuentas-2021-FINAL.pdf>
- Movilidad Machala EPM. (2023). *movilidadmachala.gob.ec*. From <https://www.movilidadmachala.gob.ec/web/>
- MOVILIDAD MACHALA EPM. (2023, Abril). *www.movilidadmachala.gob.ec/web/*. From www.movilidadmachala.gob.ec/web/: https://www.movilidadmachala.gob.ec/web/wp-content/uploads/2023/04/Rendicion-de-cuentas-2022-Movilidad-Machala_compressed.pdf
- Movimentistas. (2020, 04 05). *movimentistas.com*. From <https://movimentistas.com/noticias/tendencias-transporte-movilidad-2020/>
- Movimentistas. (2020, 7 9). *Sistema de prioridad semafórica inteligente*. From Movimentistas: <https://n9.cl/zwq1r>
- Naciones Unidas. (2023). *Impacto académico ONU*. From <https://www.un.org/es/impacto-acad%C3%A9mico/page/objetivos-de-desarrollo-sostenible>

- Naciones Unidas. (2023). *Objetivos de Desarrollo Sostenible*. From Naciones Unidas:
<https://n9.cl/ecjl>
- NACTO. (2016). From <https://nacto.org/2016/10/13/nacto-global-designing-cities-initiative-release-global-street-design-guide/>
- Oroconti Compania de Transporte S.A. (2023, 04 09). *www.emis.com*. From
https://www.emis.com/php/company-profile/EC/Oroconti_Compania_de_Transporte_SA_es_3977220.html
- PDOT. (2022). *Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial Cantón Machala 2019 - 2030*.
Machala.
- Pérez Prada, F., Velázquez Romera, G., Fernandez Añez, M. V., & Dorao Sánchez, J. (2015).
Movilidad inteligente. *Economía industrial*.
- PIARC. (2015). *Land use and safety: an introduction to understanding how land use*.
- RLOTTTSV. (2021). *LEY ORGÁNICA DE TRANSPORTE TERRESTRE, TRÁNSITO Y SEGURIDAD VIAL*. From <https://www.ant.gob.ec/ley-de-transito/>
- Steer, A. (2015). *publications.wri.org*. From <https://publications.wri.org/citiessafer/es/>
- Tanikawa Obregón, K., & Paz Gómez, D. (2021). El peatón como base de una movilidad urbana sostenible en Latinoamérica: una visión para construir ciudades del futuro. *Boletín de Ciencias de la Tierra*(50), 33-38.
- Unidad Municipal de Tránsito. (2015). *www.loja.gob.ec*. From
<https://www.loja.gob.ec/noticia/2015-04/rutas-de-transporte-publico-en-aplicacion-para-moviles>

Vasconcellos, E. (2019, Julio 23). *Contribuciones a un gran impulso ambiental para América Latina y el Caribe: movilidad urbana sostenible*. From

<https://repositorio.cepal.org/handle/11362/44668>

Vasconcellos, E. A. (2010). *Análisis de la movilidad urbana*. Bogotá: CAF.

World Greenhouse Institute. (2016). *www.wri.org*. From <https://www.wri.org/data/world-greenhouse-gas-emissions-2016>

World Resources Institute. (2015). *Ciudades más seguras mediante el diseño*. From <https://n9.cl/sca0w>

ANEXO A

ENCUESTA DE MOVILIDAD Y SATISFACIÓN

Encuesta de satisfacción de modos de transporte Machala

Sección 1:

1. ¿Cuál es su sexo?
 - Masculino
 - Femenino
2. ¿Cuál es su edad
 - De 0 a 15 años
 - 16 a 25 años
 - 26 a 40 años
 - 41 a 65 años
 - Mayor a 65 años

Sección 2:

Esta encuesta está destinada a conocer la satisfacción de los usuarios respecto a los diferentes modos de transporte en Machala

Valore la satisfacción que siente al desplazarse en Machala en los diferentes modos de transporte. En la escala del 0 (muy malo) a 5 (excelente)

- Caminar por Machala
- Usar bicicleta, monopatín, etc.
- Autobús Urbano
- Taxi
- Motocicleta

- Carro, auto, camioneta.

Sección 3:

Caminar por Machala

Valore las siguientes afirmaciones sobre desplazamientos en caminata en la ciudad de Machala. En la escala de 0 (muy malo) a 5 (excelente)

- Existencia de aceras en las calles
- Cruces peatonales seguros
- Estado de las aceras
- Sensación de seguridad ante situaciones de asaltos, acoso o discriminación
- Accesibilidad para personas vulnerables (tercera edad, en sillas de ruedas, con bastones, etc.)

Sección 4:

Modos de transporte utilizados de manera cotidiana

¿Cuál es el modo de transporte que usa de manera cotidiana?

- Bicicleta, scooter, etc. (Si se escoge esta opción ir a la sección 5)
- Transporte público. (Si se escoge esta opción ir a la sección 6)
- Vehículo particular o privado. (Si se escoge esta opción ir a la sección 7)

Sección 5:

Bicicleta

Responda si su respuesta en la sección 4 fue bicicleta

Si la bicicleta es lo que más usa responda: ¿Por qué razones prefiere usarla antes que el transporte público o privado?

- Es más barato
- Es más rápido que los otros transportes
- Es más sostenible
- Es más saludable
- No dispongo de vehículo
- No dispongo de una línea de bus hacia mi destino
- Otros

¿Cómo se podría mejorar su movilización en bicicleta y atraer más usuarios?

- Crear carriles exclusivos de bici-usuarios
- Estacionamientos seguros en zonas estratégicas
- Reducción de velocidad a vehículos (30 km/h)
- Programas de alquiler de bicicletas
- Mejorar la seguridad ante robos
- Otro

Sección 6:

Transporte público

Responda si su respuesta en la sección 4 fue transporte público

Si el transporte público es lo que más usa responda: ¿por qué motivo lo utiliza y no escoge el vehículo privado?

- Es más barato que el vehículo privado
- Es más rápido que el vehículo privado
- No dispongo de vehículo privado
- No hay estacionamiento donde voy

- Tengo un menor riesgo de accidente
- Es más cómodo
- Prefiero el transporte público ante el privado
- Por conciencia ambiental, para contaminar menos
- No tengo otra forma de movilizarme
- No uso transporte público
- Otro

Señale las afirmaciones que hacen que pierda el interés en usar el transporte público

- Mucho aforo (va de pie)
- Pocas frecuencias en horas pico
- No hay una línea que lo acerque a su destino
- Debe tomar dos o más buses para llegar a su destino
- Los tiempos de viaje son mayores
- Mala atención del conductor
- Delincuencia
- No disponen de aire acondicionado, sucios, mal estado de las unidades
- Otros

¿Por cuál de las siguientes opciones estaría dispuesto a pagar una mayor tarifa en el transporte público?

- Mayor frecuencia de buses
- Menor tiempo de viaje
- Mayor comodidad (buses nuevos, limpios, con aire acondicionado)
- Menor aforo

- Otro

Sección 7:

Transporte privado

Si el transporte privado es lo que más usa responda: ¿por qué motivo lo escoge antes que al transporte público?

- Es más barato que el transporte público
- Es más rápido que el transporte público
- Es más cómodo
- No hay buses hacia dónde voy
- Prefiero el transporte privado ante el público
- Es más seguro ante asaltos
- Porque me llevan (algún familiar, amigo, compañero)
- Tengo un riesgo menor de accidente
- No tengo otra opción de transporte hacia mi destino
- No uso vehículo privado
- Otro

¿Cuál de las siguientes opciones considera mejorarían la movilización en vehículos particulares?

- Estacionamientos seguros en diferentes puntos de la ciudad
- Seguridad vial
- Reducción de costos de combustible
- Mejorar la infraestructura vial (pavimento, señalización, optimización de semáforos)
- Seguridad ante asaltos