



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE MACHALA

CENTRO DE POSGRADOS

MAESTRÍA EN INGENIERÍA CIVIL

**METODOLOGÍA DE EVALUACIÓN DEL IMPACTO VIAL PARA
EQUIPAMIENTOS URBANOS EN CIUDADES MEDIANAS DE HASTA 300.000
HABITANTES**

AUTOR: RONALD BOLÍVAR FRANCO BOHÓRQUEZ

**TRABAJO DE TITULACIÓN PREVIO LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE
MAGÍSTER EN INGENIERÍA CIVIL, MENCIÓN VIALIDAD**

TUTORA: ING. YUDY PATRICIA MEDINA SÁNCHEZ

MACHALA

2024

PENSAMIENTO

“No existen carreteras equivocadas que nos lleven a ningún sitio”

Norton Juster

DEDICATORIA

Dedicado a Dios, mi madre, mi familia y a todos los que hicieron posible y participaron en el desarrollo de esta tesis.

AGRADECIMIENTOS

Agradecimiento a todos quienes contribuyen cada día con el desarrollo del intelecto, manteniendo nuestro legado milenario de conocimiento.

RESPONSABILIDAD DE AUTORÍA

Yo, Ronald Bolívar Franco Bohórquez con C.I. 0704619626, declaro que el trabajo de titulación “METODOLOGÍA DE EVALUACIÓN DEL IMPACTO VIAL PARA EQUIPAMIENTOS URBANOS EN CIUDADES MEDIANAS DE HASTA 300.000 HABITANTES” en opción al título de Magister en Ingeniería Civil con Mención Vialidad es original y auténtico; cuyo contenido: conceptos, definiciones, datos empíricos, criterios, comentarios y resultados son de mi exclusiva responsabilidad.



RONALD BOLIVAR FRANCO BOHORQUEZ

C.I. 0704619626

Machala, 15 de mayo de 2024

REPORTE DE SIMILITUD URKUND/TURNITIN

CERTIFICACIÓN DEL TUTOR

Yo, Yudy Patricia Medina Sánchez con C.I. 0703642850 en calidad de Tutora del trabajo de titulación “METODOLOGÍA DE EVALUACIÓN DEL IMPACTO VIAL PARA EQUIPAMIENTOS URBANOS EN CIUDADES MEDIANAS DE HASTA 300.000 HABITANTES” elaborado por el Ing. Ronald Bolívar Franco Bohórquez, en opción al título de Magister en Ingeniería Civil con Mención Vialidad ha sido revisado, enmarcado en los procedimientos científicos, técnicos, metodológicos y administrativos establecidos por el Centro de Posgrado de la Universidad Técnica de Machala (UTMACH), razón por la cual doy fe de los méritos suficientes para que sea presentado a evaluación.



Ing. Yudy Patricia Medina Sánchez

C.I. 0703642850

Machala, 15 de mayo de 2024

CESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR

- Yo, Ing. Ronald Bolívar Franco Bohórquez, con cédula de ciudadanía No.- 0704619626, autor del trabajo de titulación denominado “METODOLOGÍA DE EVALUACIÓN DEL IMPACTO VIAL PARA EQUIPAMIENTOS URBANOS EN CIUDADES MEDIANAS DE HASTA 300.000 HABITANTES en opción al título de Magister en Ingeniería Civil con Mención Vialidad, El trabajo aquí descrito es de mi autoría, que no ha sido presentado previamente para ningún grado o calificación profesional. En consecuencia, asumo la responsabilidad frente a cualquier reclamo o demanda por parte de terceros de manera exclusiva.
- Cede a la Universidad Técnica de Machala de forma exclusiva con referencia a la obra en formato digital los derechos de:
 - a. Incorporar la mencionada obra en el repositorio institucional para su demostración a nivel mundial, respetando lo establecido por la Licencia *Creative Commons Attribution-NoCommercial* – Compartir Igual 4.0 Internacional (CC BY NCSA 4.0); la Ley de Propiedad Intelectual del Estado Ecuatoriano y el Reglamento Institucional.
 - b. Adecuarla a cualquier formato o tecnología de uso en INTERNET, así como correspondiéndome como Autor la responsabilidad de velar por dichas adaptaciones con la finalidad de que no se desnaturalice el contenido o sentido de la misma.



Ronald Bolívar Franco Bohórquez

C.I. 0704619626

Machala, 15 de mayo de 2024

CERTIFICACIÓN DE PUBLICACIÓN

RESUMEN

La presente investigación, producto de un exhaustivo análisis de fuentes primarias y secundarias, tiene como objetivo principal desarrollar una metodología para evaluar el impacto vial generado por equipamientos urbanos en ciudades con una población inferior a 300.000 habitantes. Esta herramienta busca ser un apoyo fundamental para el desarrollo urbano sostenible en ciudades de similar tamaño.

La investigación se justifica en virtud de la necesidad de evaluar el impacto generado por los equipamientos urbanos sobre la infraestructura vial existente en sus alrededores, así como en la toma de decisiones informadas en la planificación urbana de la ciudad.

La metodología desarrollada, de enfoque exploratorio y descriptivo, emplea diversas técnicas para la recolección y análisis de datos: levantamiento de información geométrica de las vías, aforo de tráfico, estimación de flujo vehicular, estudio de conflictos vehiculares (vehículo-vehículo, vehículo-ciclista y vehículo-peatón), análisis de afluencias y número de viajes. Su eficacia se validó mediante un estudio de caso con el centro comercial "Paseo Shopping Machala" ubicado en la Av. 25 de Junio en la ciudad de Machala.

Los resultados de este estudio proporcionarán una base sólida para comprender de manera objetiva y sistemática el impacto vial de los equipamientos urbanos en ciudades de menor escala, así como para informar y respaldar la toma de decisiones en la planificación y diseño urbano.

Palabras claves:

Equipamientos Urbanos, Impacto Vial, Metodología de Evaluación, Planificación Urbana.

ABSTRACT

This research, the product of an exhaustive analysis of primary and secondary sources, has as its main objective to develop a methodology to evaluate the traffic impact generated by urban facilities in cities with a population of less than 300,000 inhabitants. This tool seeks to be a fundamental support for sustainable urban development in cities of similar size.

The research is justified by the need to evaluate the impact generated by urban facilities on the existing road infrastructure in their surroundings, as well as to make informed decisions in urban planning.

The developed methodology, with an exploratory and descriptive approach, employs various techniques for data collection and analysis: geometric information survey of roads, traffic counts, vehicle flow estimation, study of vehicular conflicts (vehicle-vehicle, vehicle-cyclist and vehicle-pedestrian), analysis of inflows and number of trips. Its effectiveness was validated through a case study with the shopping center "Paseo Shopping Machala" located on Av. 25 de Junio in the city of Machala.

The results of this study will provide a solid basis for understanding in an objective and systematic way the traffic impact of urban facilities in smaller cities, as well as for informing and supporting decision-making in urban planning and design.

Keywords:

Urban Facilities, Road Impact, Evaluation Methodology, Urban planning.

CONTENIDO

PENSAMIENTO	1
DEDICATORIA.....	2
AGRADECIMIENTOS.....	3
RESPONSABILIDAD DE AUTORÍA.....	4
REPORTE DE SIMILITUD URKUND/TURNITIN	5
CERTIFICACIÓN DEL TUTOR.....	6
CESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR	7
CERTIFICACIÓN DE PUBLICACIÓN.....	8
RESUMEN	9
ABSTRACT.....	10
CONTENIDO.....	11
ÍNDICE DE DIAGRAMAS	13
ÍNDICE DE TABLAS.....	14
ÍNDICE DE ILUSTRACIONES	15
LISTA DE ABREVIATURAS Y SÍMBOLOS	16
INTRODUCCIÓN	17
CAPÍTULO I.....	22
1. MARCO TEÓRICO	22
1.1. ANTECEDENTES HISTÓRICOS	22
1.2. ANTECEDENTES CONCEPTUALES	23
1.3. ANTECEDENTES CONTEXTUALES.....	26
CAPÍTULO II	28
2. METODOLOGÍA.....	28

2.1.	TIPO DE ESTUDIO	28
2.2.	ENFOQUE.....	28
2.3.	POBLACIÓN Y MUESTRA.....	28
2.3.1.	Población	28
2.3.2.	Muestra	29
2.4.	MÉTODOS.....	30
2.4.1.	Método teórico	30
2.4.2.	Método empírico.....	31
2.5.	OPERACIÓN DE VARIABLE	32
2.5.1.	Variable Dependiente	32
2.5.2.	Variable Independiente.....	33
2.6.	PLAN DE PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN.....	34
	<i>CAPITULO III.....</i>	<i>35</i>
3.	<i>PROPUESTA METODOLÓGICA</i>	<i>35</i>
3.1.	DATOS INFORMATIVOS	35
3.1.1.	Título de la propuesta.....	35
3.1.2.	Línea de investigación	35
3.1.3.	Programa	35
3.2.	ANTECEDENTES DE LA PROPUESTA.....	35
3.3.	JUSTIFICACIÓN	36
3.4.	OBJETIVOS.....	37
3.5.	FUNDAMENTACIÓN CIENTIFICA – TÉCNICA	37
3.6.	PROPUESTA METODOLOGICA	41
3.6.1.	Primera fase: Alcance	41
3.6.3.	Segunda Fase: Evaluación.....	44
	<i>CAPÍTULO IV</i>	<i>55</i>
4.	<i>ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS</i>	<i>55</i>
4.1.	ANÁLISIS DE RESULTADOS.....	55
4.1.1.	Resultados de la Fase 1: Alcance	55

4.1.2. Resultados de la Fase 2: Evaluación.....	57
4.2. Interpretación de los datos.....	65
CONCLUSIONES.....	69
RECOMENDACIONES.....	70
REFERENCIAS.....	71
ANEXOS.....	76

ÍNDICE DE DIAGRAMAS

Diagrama 1. Plan de Manejo de la información propuesto	34
Diagrama 2. Diagrama de Flujo de la metodología de evaluación de impacto vial propuesta para ciudades de hasta 300.000 habitantes.....	54

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Variable Dependiente Impacto Vial	32
Tabla 2 Variable Independiente Cuerpos Urbanos.....	33
Tabla 3. Categorización sugerida por Técnico especialista de Movilidad Machala E.P..	42
Tabla 4. Clasificación de equipamientos urbanos para ciudades de hasta 300.000 habitantes	43
Tabla 5. Radios de Giro y geometría por tipos de vehículos.....	44
Tabla 6. Distancias de visibilidad de parada y de decisión	46
Tabla 7. Características del nivel de Servicio en Áreas Urbanas planas	47
Tabla 8. Volúmenes totales de diseño para diferentes categorías de terreno urbano	48
Tabla 9. Parámetros para la evaluación del impacto vial de un equipamiento urbano..	49
Tabla 10. Intervalos cuantitativos, cualitativos e interpretación para la evaluación de impacto vial del equipamiento urbano.....	53
Tabla 11. Resultados de la Evaluación de Impacto Vial del Paseo Shopping Machala	67
Tabla 12. Ficha de Categorización de Equipamientos Urbanos.....	76

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1. Mapa urbano de la ciudad de Machala,	29
Ilustración 2. Diseño de la metodología de la investigación	40
Ilustración 3. Área de influencia del equipamiento urbano.....	57
Ilustración 4. Plazas de parqueo del Paseo Shopping Machala.....	59
Ilustración 5. Radio de giro en esquinas y en las plazas de estacionamiento.....	59
Ilustración 6. Representación de la cola generada en el acceso y salida del Paseo Shopping Machala	60
Ilustración 7. Radios de giro implantados en acceso y salida del establecimiento	60
Ilustración 8. Zona de Visibilidad libre de obstáculos visuales	61
Ilustración 9. Puntos de conflicto presentes en el equipamiento urbano.....	62
Ilustración 10. Conflictos vehículo-vehículo, vehículo-ciclista y vehículo-peatón.	63
Ilustración 11. Simulación de tráfico para el área de influencia del Paseo Shopping Machala.....	64

LISTA DE ABREVIATURAS Y SÍMBOLOS

Abreviatura o Símbolo	Significado
E.I.V.	Estudio de Impacto Vial.
E.U.	Equipamiento Urbano
C.C.	Centro Comercial
NEVI	Norma Ecuatoriana Vial.
PODT	Plan de Ordenamiento Territorial
MTOP	Ministerio de Transporte y Obras Públicas
INEC	Instituto Nacional de Estadísticas y Censos
PUGS	Plan de Uso y Gestión de Suelos
G.A.D.	Gobierno Autónomo Descentralizado
S.E.A.	Servicio de Evaluación Ambiental
E.P.	Empresa Pública
V/C	Relación Volumen/Capacidad
Veh/h	Vehículos por hora

INTRODUCCIÓN

Importancia del tema

El crecimiento demográfico y la expansión de los centros urbanos han resultado en un aumento de los desplazamientos hacia áreas comerciales, educativas, sociales y residenciales, conocidas como equipamientos urbanos. Estos desplazamientos generan un flujo vehicular significativo en las vías adyacentes. En este contexto, este trabajo aborda la importante cuestión de correlacionar el impacto vial con los equipamientos urbanos en las ciudades de menor escala. Entender esta relación es crucial para abordar eficazmente los desafíos modernos del crecimiento urbano. (Mafla y otros, 2021).

Actualidad de la problemática.

El rápido desarrollo urbano de las ciudades, acompañado de la construcción descontrolada de equipamientos urbanos, ha generado un desequilibrio entre la capacidad vial y la demanda de transporte. La proliferación de centros comerciales, educativos, sociales y urbanizaciones sin un respaldo técnico adecuado a las características locales ha ocasionado una saturación temporal de las vías, diseñadas para un volumen de tráfico considerablemente menor. Esta situación, lejos de ser pasajera, se ha convertido en un problema que genera congestión vehicular, contaminación del aire, pérdida de tiempo para los usuarios y, en última instancia, un deterioro de la calidad de vida en los ciudadanos. (Moses y otros, 2021). Con lo anterior expuesto, es imperativo identificar las variables más importantes que se puedan cuantificar del impacto vial producido por un equipamiento urbano, lo que permite una planificación urbana sostenible y eficiente que garantice el bienestar de sus ciudadanos.

Formulación del problema científico

Las ciudades medianas se encuentran en un proceso de constante transformación, expandiendo sus límites urbanos para responder a la creciente demanda de bienes, productos y servicios. Para satisfacer estas necesidades, sus habitantes dependen en gran medida del transporte privado, debido a la falta de confianza en el sistema de transporte público. Esta situación genera un aumento significativo en la cantidad de vehículos que circulan por las vías, intensificando la congestión vehicular. Los sectores de educación, salud, comercio, finanzas y vivienda son los principales generadores de este flujo vehicular diario. Estudiantes que se

dirigen a sus clases, oficinistas que van a sus trabajos, pacientes que acuden a consultas médicas y clientes que se trasladan a locales comerciales, todos ellos confluyen en las calles durante las denominadas "horas pico", generando un panorama desfavorable que afecta al usuario final.

En grandes ciudades de países como China e India, se han desarrollado modelos viales que analizan en profundidad el comportamiento de los viajes generados por un equipamiento urbano, abarcando desde su etapa de planificación hasta una proyección posterior a su puesta en funcionamiento. Estos modelos tienen como objetivo principal cuantificar el impacto vial del equipamiento en cuestión, proporcionando información valiosa para fundamentar la toma de decisiones que permitan mitigar el incremento en los tiempos de viaje ya existentes. (Xiaofang y otros, 2012).

Si bien los estudios de impacto vial son abundantes en ciudades de gran tamaño, con una amplia gama de indicadores considerados, es fundamental reconocer que no todos estos indicadores son aplicables directamente a ciudades más pequeñas. Los valores considerados estándar en grandes urbes pueden diferir significativamente de los valores estándar en ciudades de menor tamaño, o incluso ciertos indicadores pueden perder su relevancia en este contexto. Ante esta realidad, surge la pregunta: *¿Cómo evaluar el impacto vial producido por los equipamientos urbanos en ciudades menores a 300.000 habitantes?*

Delimitación del campo de estudio

Este trabajo se enfoca en el análisis del impacto vial generado por un equipamiento urbano específico en una ciudad con una población de hasta 300.000 habitantes. Para ello, se delimita tanto el ámbito espacial como el temporal del estudio.

En cuanto al ámbito espacial, se seleccionó la ciudad de Machala, Ecuador, como caso de estudio. Esta ciudad cuenta con una población de 288.072 habitantes (Instituto Nacional de Estadísticas y Censos, 2022). El área de estudio específica se delimita a la avenida 25 de Junio, desde la intersección del redondel del Bananero hasta un kilómetro de avance en dirección hacia la parroquia "El Cambio". Dentro de esta área, se seleccionó un equipamiento urbano de gran escala: el "Centro Comercial Paseo Shopping Machala". Para la selección de la muestra de equipamientos urbanos, se consideró el universo de equipamientos urbanos de gran escala existentes en la ciudad. Se empleó una muestra aleatoria de 45 equipamientos urbanos, los cuales

sirvieron como base para el estudio y permitieron obtener resultados representativos de la población objetivo.

Respecto al ámbito temporal, la recolección de datos se llevó a cabo durante el mes de enero del año 2024. Esto asegura que la información utilizada en el estudio sea lo más actual posible y refleje la realidad contemporánea.

Preguntas científicas

Para dar respuesta al problema científico se formulan las siguientes preguntas científicas: ¿Cuáles son los sustentos teóricos y técnicos necesarios para evaluar el impacto vial de un equipamiento urbano ubicando en una ciudad de hasta 300.000 habitantes? ¿Cuáles son los parámetros que permiten evaluar el impacto vial de un equipamiento urbano ubicando en una ciudad de hasta 300.000 habitantes? y ¿Qué metodología fundamenta la evaluación del impacto vial producido por un equipamiento urbano ubicado en una ciudad de hasta 300.000 habitantes?

Justificación

Las grandes urbes, como Singapur, Nueva Delhi, Bogotá o Santiago de Chile, han desarrollado sus propias metodologías para evaluar el impacto vial de equipamientos urbanos, pero estas no siempre se ajustan a la realidad de las ciudades más pequeñas. En este contexto, surge la necesidad de contar con herramientas de evaluación adaptadas a las características y desafíos de estas ciudades. Este trabajo se propone identificar los indicadores más relevantes para evaluar el impacto vial de equipamientos urbanos en ciudades de hasta 300.000 habitantes. Se considerará tanto el uso final del equipamiento como su entorno, permitiendo una evaluación integral del impacto en la movilidad urbana.

Finalmente, los resultados de esta investigación ofrecerán una metodología general y adaptable que las agencias municipales encargadas de la movilidad urbana podrán adoptar. Esta metodología permitirá cuantificar indicadores clave, categorizar el impacto en una escala y, en consecuencia, tomar decisiones más informadas y efectivas en pro de sus habitantes.

Objetivo General:

- Desarrollar una metodología integral, para evaluar el impacto vial producido por un equipamiento urbano en ciudades de hasta 300.000 habitantes que sirva para proporcionar una escala cuantitativa, objetiva y confiable en la toma de decisiones relacionadas a movilidad urbana.

Objetivos Específicos:

- Investigar en la literatura científica actual, utilizando fuentes primarias indexadas, para identificar y analizar los fundamentos teóricos necesarios para evaluar el impacto vial de un equipamiento urbano en ciudades de hasta 300.000 habitantes.
- Parametrizar variables cuantitativas utilizando como base guías metodológicas, investigaciones previas y datos de campo relevantes para evaluar el impacto vial de un equipamiento urbano en ciudades de hasta 300.000 habitantes
- Elaborar una metodología integral, utilizando las variables cuantitativas parametrizadas, para evaluar el impacto vial de un equipamiento urbano en ciudades de hasta 300.000 habitantes.

Estructura del trabajo

El documento se constituye por cinco capítulos principales titulados: Marco Teórico, Metodología, Propuesta Metodológica, Análisis e interpretación de Resultados, y Conclusiones a continuación se recopila a grandes rasgos un resumen del contenido de cada uno de los expuestos anteriormente.

En el primer capítulo se encuentra albergada la introducción necesaria para que el lector tenga una visión histórica y conceptual del tema, en la cual se empleó la investigación de artículos científicos, guías, libros y demás contemporáneos que garanticen la actualidad de los datos.

En el segundo capítulo contiene la información de la metodología seguida para el presente trabajo, el tipo de investigación, el enfoque de la investigación, la delimitación de la población y el tamaño de muestras necesarias, la caracterización de la variable independiente: Equipamientos urbanos y la variable dependiente: Impacto vial, el plan a seguir para la

recolección y el manejo de la información obtenida para la elaboración de la propuesta metodológica.

El tercer capítulo se centra en la sustentación teórica de la propuesta metodológica para evaluar el impacto vial de equipamientos urbanos en ciudades de hasta 300.000 habitantes. Se analizan metodologías existentes en países como China, Chile y Brasil, destacando la necesidad de adaptar la evaluación a las realidades locales. Se justifica el desarrollo de una metodología específica para ciudades pequeñas, considerando aspectos como el estacionamiento, el transporte público y privado, la fluidez del tráfico y la seguridad vial. Se detallan los macro indicadores y micro indicadores utilizados, ponderando su importancia en la evaluación. La metodología se divide en dos fases: la primera determina la categoría del equipamiento urbano (A, B o C) en función de la complejidad del análisis requerido. Posteriormente, se aplica un conjunto de indicadores acorde a la categoría asignada. El capítulo concluye con un diagrama conceptual que resume la metodología, incluyendo todos los macros y micro parámetros considerados.

El cuarto capítulo presenta los resultados de la aplicación de la metodología de evaluación de impacto vial al centro comercial Paseo Shopping Machala. En la primera fase, se determina que el equipamiento urbano requiere un análisis avanzado (categoría A). Posteriormente, se evalúan los indicadores correspondientes a esta categoría, obteniendo resultados en términos de "Cumple" o "No cumple", basados en los valores establecidos en el capítulo 2 obteniendo finalmente una nota de 5 puntos que equivale a un alto impacto actual. El análisis detallado de los resultados permitirá identificar los aspectos del equipamiento urbano que generan mayor impacto vial y proponer medidas de mitigación adecuadas.

El quinto capítulo concluye que la investigación cumplió los tres objetivos propuestos: fundamentar la evaluación de impacto vial en ciudades medianas, seleccionar las variables que se adoptan a la realidad local y desarrollar una metodología integral para aplicarla en un caso de estudio. Se valida la metodología con lo observado en campo y se destaca su potencial para la toma de decisiones informadas en el ámbito del desarrollo urbano.

CAPÍTULO I

1. MARCO TEÓRICO

1.1. ANTECEDENTES HISTÓRICOS

La funcionalidad de los sistemas de transporte en una ciudad puede ser comparada metafóricamente con el sistema circulatorio sanguíneo de un organismo. La eficiencia y efectividad de estos sistemas son elementos cruciales que influyen directamente en el desarrollo y crecimiento de una urbe, así como en el nivel de bienestar y satisfacción de sus residentes. (Tomasz Szczuraszek, 2018)

En el año de 1988 en Singapur, el ITE (Instituto de Educación Técnica) Technical Advisory Committee realizó una de las primeras guías en mencionar un estudio de impacto vial con enfoque generalizado nombrando su análisis y método como “Traffic Access and Impact Studies for Site Development” que significa Estudio de Acceso vial e impacto el desarrollo de sitios. (Xiaofang y otros, 2012)

A lo largo de los años, ha habido una notable evolución en los materiales y métodos utilizados en el campo de los estudios de tráfico. Desde los días en que los cálculos se realizaban manualmente en papel, hasta la actualidad, donde se cuenta con potentes ordenadores que permiten realizar complejos modelos, y simulaciones de tráfico en software especializado como AISUM o SUMO (Clemente, 2022). Además, se ha dejado atrás los aforos manuales, para adoptar tecnologías de las denominadas “ciudades inteligentes” que permiten recopilar datos en tiempo real directamente desde los propios medios de transporte (Bachechi & Po, 2019). Esto ha revolucionado la forma en que se llevan a cabo los estudios de acceso y el análisis del impacto vial, permitiendo obtener resultados más precisos y confiables. Al integrar las últimas tecnologías en los enfoques de investigación, se ha logrado una mejor comprensión, desarrollo de modelos y algoritmos (Younes & Moussa, 2018) que permiten la mejor caracterización del funcionamiento de los sistemas de transporte y la toma de decisiones informadas en la planificación urbana y el diseño de infraestructuras viales. Con cada avance, se acerca cada vez más a una comprensión completa y detallada de cómo los patrones de tráfico y las decisiones de desarrollo de sitios afectan la movilidad y la eficiencia de las ciudades. (Marlin A y otros, 2019)

En la actualidad, por dar un ejemplo, en Turquía, Estambul, se realizó un estudio del impacto vial de un centro comercial en sus calles aledañas, dando como resultado factores a considerar en la evaluación tales como el diseño del establecimiento, ubicación, afectación inmediata al sistema vial y volumen de tráfico crítico (Arian & Mustafa, 2021). Estos factores en conjunto con simulaciones de tránsito en programas computacionales logran un alto nivel de confiabilidad en los resultados obtenidos.

En los últimos años, la ciudad de Machala ha experimentado un crecimiento demográfico constante, y su economía ha seguido expandiéndose. Entre 2019 y 2022, el factor económico de la ciudad aumentó en un notable 15.90% (Franco, 2023) . El crecimiento urbano de Machala ha impulsado la demanda de infraestructura urbana, incluyendo la construcción de equipamientos clave como estadios, hospitales, escuelas, centros comerciales y espacios para conciertos. Si bien estos equipamientos son esenciales para el bienestar de los ciudadanos, también presentan desafíos en materia de movilidad y vialidad.

El aumento de la actividad comercial, educativa y recreativa en estos equipamientos genera un mayor flujo vehicular y peatonal, lo que puede ocasionar congestiones viales y afectar la eficiencia del sistema de transporte. Por lo tanto, es fundamental considerar el impacto vial al planificar y desarrollar nuevos equipamientos urbanos, a fin de garantizar una movilidad sostenible en la ciudad.

1.2. ANTECEDENTES CONCEPTUALES

Carreteras:

Se trata de un sistema de transporte que está construido en una franja de terreno llamada derecho de vía, con el objetivo de permitir el tráfico de vehículos de manera ininterrumpida en el espacio y en el tiempo, garantizando un nivel adecuado de seguridad y confort. (Ramos, 2016)

Impacto vial:

El impacto vial se refiere a las consecuencias o efectos generados por el flujo de vehículos y su interacción con la infraestructura vial y el entorno urbano. Incluye aspectos como la congestión, los tiempos de viaje, la seguridad vial y los niveles de servicio. El análisis del

impacto vial permite evaluar y cuantificar los efectos que la movilidad urbana tiene sobre la eficiencia y calidad del sistema de transporte. (Younes & Moussa, 2018)

Estudios de impacto vial:

Son análisis técnicos que evalúan el efecto que la implementación de un equipamiento urbano tiene sobre la movilidad y la vialidad, considerando aspectos como la generación de tráfico, los patrones de viaje, los estacionamientos requeridos y las medidas de mitigación necesarias.

Movilidad urbana:

La movilidad urbana es el conjunto de actividades, infraestructuras y servicios relacionados con el transporte en las ciudades. Busca facilitar el acceso eficiente y sostenible a los lugares de trabajo, educación y recreación, promoviendo la equidad y calidad de vida. Implica la gestión de la demanda y oferta de transporte, integración de modos de transporte y promoción de opciones sostenibles. (Ioannis Chatziioannou y otros, 2023)

Aforo vial:

Se refiere a la medición y registro de la cantidad de vehículos que circulan por una determinada vía durante un periodo de tiempo específico. Es una herramienta utilizada para recolectar datos cuantitativos sobre el flujo vehicular, que incluye información como la intensidad del tráfico, la velocidad promedio, la distribución temporal y espacial de los vehículos, entre otros parámetros relevantes. (Jenkins & Hall, 2018)

El proceso a seguir para el procedimiento manual es el siguiente:

1. *Selección del lugar:* Se elige el tramo de la vía donde se realizará el aforo vial. Esta selección puede basarse en diferentes criterios, como la importancia de la vía, el nivel de congestión o los objetivos del estudio.
2. *Instrumentación:* Se instalan equipos y dispositivos necesarios para recolectar los datos de flujo vehicular. Estos pueden incluir contadores de vehículos automáticos, dispositivos de conteo manual, cámaras de video o dispositivos de detección de vehículos.
3. *Duración del aforo:* El aforo vial se realiza durante un período de tiempo específico. La duración puede variar según los objetivos del estudio y las condiciones de tráfico en el lugar seleccionado. Por lo general, los aforos se llevan a cabo durante varios días, capturando información en diferentes momentos del día.

4. *Recopilación de datos:* Durante el período de aforo, se registran los datos relacionados con el flujo vehicular, que pueden incluir el número de vehículos, la velocidad promedio, la categoría de vehículos (automóviles, camiones, motocicletas, etc.) y otros parámetros relevantes.

Análisis de datos: Una vez finalizado el aforo vial, se procesan y analizan los datos recolectados. Esto puede implicar el uso de software especializado para el procesamiento de datos y la generación de informes.

Infraestructura vial:

Comprende las vías, calles, avenidas y autopistas, así como los elementos que conforman el sistema vial, como señalización, semáforos, intersecciones, estacionamientos, entre otros. (Feliz, 2016)

Nivel de Servicio:

El nivel de servicio y la capacidad vial se miden utilizando diversos parámetros y metodologías. El nivel de servicio se refiere a la calidad y eficiencia de la operación del tráfico en una determinada vía o infraestructura vial, mientras que la capacidad vial representa la cantidad máxima de vehículos que pueden circular de manera segura y fluida por una vía durante un período de tiempo específico. (Ministerio de Transporte y Obras Públicas del Ecuador, 2013)

El nivel de servicio vial se clasifica en niveles que van desde "A" (libre de congestión) hasta "F" (extremadamente congestionado). La clasificación se realiza en función de la velocidad promedio, la densidad vehicular y la capacidad de la vía. (Gutierrez y otros, 2023)

Para medir el nivel de servicio y la capacidad vial, se realizan estudios de campo que incluyen el conteo de vehículos, el análisis de velocidad y la observación de la operación del tráfico en diferentes tramos de la vía. Estos estudios proporcionan datos empíricos que se utilizan para calcular los parámetros y determinar el nivel de servicio y la capacidad vial de una vía específica. (MTOPE, 2013)

Nivel de servicio vial:

Es una medida que evalúa la calidad y eficiencia del funcionamiento de una vía, considerando aspectos como la velocidad de circulación, el flujo vehicular, los tiempos de espera y la comodidad de los usuarios.

Equipamiento Urbano

El equipamiento urbano se refiere a las instalaciones y estructuras físicas diseñadas para satisfacer las necesidades de la comunidad en un entorno urbano. Estos equipamientos pueden incluir edificios, espacios públicos, infraestructuras y servicios que contribuyen al bienestar, la funcionalidad y la calidad de vida de los residentes de una ciudad. Equipamientos educativos. (Sirel y otros, 2023)

Clasificación de Cuerpo Urbano:

Se refiere al proceso de categorizar y organizar los diferentes tipos de instalaciones y servicios que proporcionan recursos y funciones necesarios para el desarrollo y funcionamiento de una comunidad urbana. Esta clasificación puede basarse en diferentes criterios, como la función, el tamaño, la ubicación o la accesibilidad, y ayuda a comprender la distribución y disponibilidad de los equipamientos en un área urbana. (Zhou & Chang, 2021)

- Equipamientos de salud.
- Equipamientos culturales y recreativos.
- Equipamientos sociales.
- Equipamientos de transporte.
- Equipamientos comerciales.
- Equipamientos administrativos.

1.3. ANTECEDENTES CONTEXTUALES

En el inicio del siglo XXI con la aceleración de la industrialización y el incremento del comercio internacional, se ha incrementado la adquisición de vehículos motorizados para uso urbano esto conlleva a que cada vez cada familia tenga en promedio al menos un vehículo motorizado. Este aumento conduce a las autoridades competentes a elaborar planes de mitigación viales estrechamente relacionados a; planes de uso y gestión de suelos, planificación urbana (Delclós-Alió y otros, 2023), sectorización entre otros.

El campo vial está estrechamente relacionado con el plan local de uso y gestión de suelo, debido a que predispone una acumulación de equipamientos urbanos variados que puedan congestionar las vías de acceso y aumentar los tiempos de viaje significativamente (Shubham y otros, 2020) (Rodrigue, 2020)

Al estudiar de cerca ciudades de países de primer mundo se logra identificar que han desarrollado metodologías elaboradas que delimitan muy bien sus áreas de influencia, alcances y proyecciones de la evaluación de impacto vial producidas por los equipamientos urbanos, ciudades como Marana en el estado de Arizona cuenta con una de las mejores guías que explican el proceso para realizar un EIV (Estudio de Impacto Vial), lo notable de esta guía es que ofrece una aplicación versátil, ya que es adecuada tanto para escenarios en los cuales los equipamientos urbanos aún no han sido construidos como para situaciones en las que ya están en funcionamiento. (MARANA'S TRAFFIC ENGINEERING DEPARTMENT, 2017)

Dirigiendo nuestra atención hacia nuestro propio continente, es relevante destacar que, en Chile, en el año 2022, el Departamento de Servicio de Evaluación Ambiental publicó una actualización enfocada en la realización de un Estudio de Impacto Vial con énfasis en el aspecto ambiental. A pesar de esta inclinación hacia la dimensión ecológica, la metodología empleada define con claridad aspectos críticos como la delimitación del área de influencia del proyecto en cuestión, la identificación de rutas de entrada y salida, así como la determinación de los volúmenes de tráfico correspondientes. (Servicio de Evaluación Ambiental, 2022)

En nuestro país, Ecuador, una de las ciudades que mejor se ha desenvuelto en planificación urbana en general es Cuenca. El personal a cargo ha logrado en menos de dos décadas convertir la ciudad andina en uno de los mayores referentes en movilidad, transporte, ordenanzas, planificación urbanística y rural, turismo, comercio e inversión. Contemplando en sus ordenanzas municipales la necesidad de realizar estudios y evaluaciones de impacto vial de los equipamientos urbanos siguiendo una metodología propia acorde a sus necesidades. (Dirección General de Gestión de Movilidad de Cuenca, 2023)

Otra ciudad que ha tomado medidas en materia de transporte es la Metrópolis de Quito, cuya movilidad apunta a innovar en sus medios servicio de transporte público para mitigar los grandes embotellamientos que afrontan, un desafío que aún no logra encontrar solución debido a que su crecimiento está limitado por la geografía montañosa adyacente.

Machala al ser una ciudad mediana y al estar en vías de desarrollo está a tiempo de ordenar y planificar a futuro su expansión territorial, de igual manera tomar medidas necesarias para mitigar efectos adversos que interfieran con una correcta movilidad urbana.

CAPÍTULO II

2. MÉTODOLOGÍA

2.1. TIPO DE ESTUDIO

Para afrontar la metodología de evaluación es necesario una investigación mixta de índole exploratorio y descriptivo para comprender las variables Impacto vial y Equipamiento Urbano para ciudades medianas de hasta 300.000 habitantes.

2.2. ENFOQUE

El enfoque del trabajo de titulación es tanto: exploratorio; ya que se desarrolla una investigación de fuentes indexadas y de cómo otros investigadores logran afrontar situaciones similares de impacto vial a causa de equipamientos urbanos. También se cuenta con un enfoque del tipo descriptivo que busca definir, organizar o cuantificar las variables de evaluación de impacto vial y equipamientos urbanos.

2.3. POBLACIÓN Y MUESTRA

2.3.1. Población

La ciudad de Machala, según el censo de 2022 contaba con 306,309 habitantes. Sin embargo, las proyecciones del Instituto Nacional de Estadísticas y Censos para 2023 estiman una población de alrededor de 289,141 habitantes en la actualidad. De este total, el 50.80% son mujeres y el 49.20% son hombres. (Instituto Nacional de Estadísticas y Censos, 2023)

En cuanto a la distribución poblacional, la zona urbana del cantón Machala alberga aproximadamente a 288,072 residentes, mientras que la zona rural cuenta con una población de 18,237 habitantes.

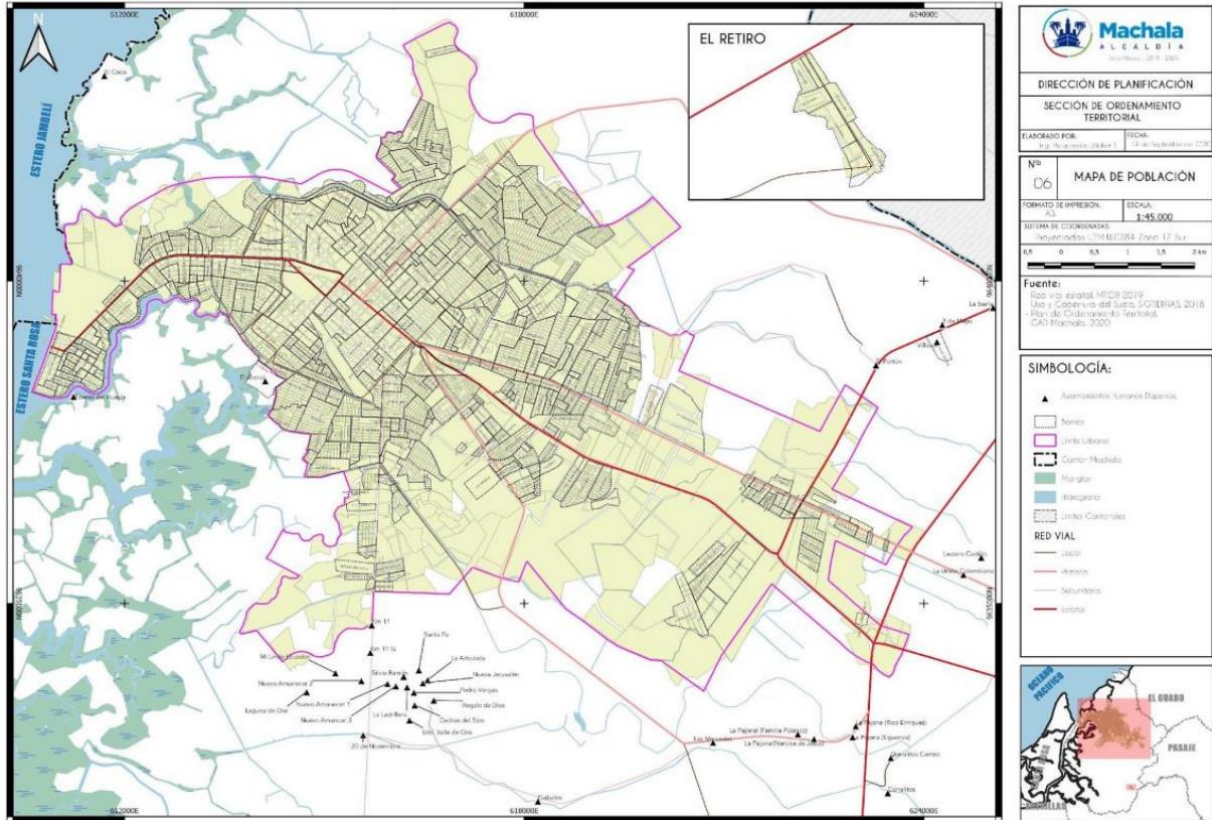


Ilustración 1. Mapa urbano de la ciudad de Machala,

Fuente: PDOT Machala GADMM 2020

2.3.2. Muestra

2.3.2.1. Poblacional

Para dimensionar el espacio muestral poblacional del estudio se necesita el dato estadístico de la población que habita en la ciudad de Machala, misma que es otorgada por el INEC es de 288,072 habitantes, se fija un error de estimación del 10% y una confiabilidad del 95%. Empleando la fórmula de cálculo del tamaño de una muestra para encuestas:

$$n = \frac{N \cdot Z^2 \cdot \rho \cdot q}{e^2 \cdot (N - 1) + Z^2 \cdot \rho \cdot q} \approx 96$$

Donde:

- N = 288,072 habitantes.

- $Z = 1.96$
- $p = 50\%$
- $q = 100\% - p = 100\% - 50\% = 50\%$
- $e = 10\%$

2.3.2.2. Equipamientos Urbanos

Para dimensionar el espacio muestral de los equipamientos urbanos del estudio se necesita el dato estadístico del número de Establecimientos urbanos que operan en la ciudad de Machala, misma que es obtenida de los P.U.G.S del G.A.D. Municipal de Machala siendo un total de 74 equipamientos urbanos de escala urbana hasta el año de 2018 último estudio hecho por el mismo (G.A.D. Municipal de Machala, 2018), se fija un error de estimación del 10% y una confiabilidad del 95%. Empleando la fórmula de cálculo del tamaño de una muestra para encuestas:

$$n = \frac{N \cdot Z^2 \cdot p \cdot q}{e^2 \cdot (N - 1) + Z^2 \cdot p \cdot q} \approx 43$$

Donde:

- $N = 74$ equipamiento urbanos.
- $Z = 1.96$
- $p = 50\%$
- $q = 100\% - p = 100\% - 50\% = 50\%$
- $e = 10\%$

2.4. MÉTODOS

2.4.1. Método teórico

Al realizar una exhaustiva revisión y análisis de información científica bibliográfica existente, se establecerán las bases teóricas y conceptuales necesarias para fundamentar el trabajo de titulación en lo que respecta al impacto vial ocasionado por los equipamientos urbanos. Esta síntesis de documentación bibliográfica proporcionará una sólida fundamentación teórica y conceptual, permitiendo comprender en profundidad los efectos y las implicaciones que los equipamientos urbanos tienen en la movilidad y la vialidad de las ciudades.

2.4.2. Método empírico

Se emplea el trabajo en campo, en donde se observa el fenómeno y registra la información pertinente necesaria que conlleve a cumplir con el objetivo general del estudio. Finalmente se generará una matriz de indicadores con ponderación que resumirá la metodología.

Encuestas

Esta investigación captó datos mediante encuestas. Para ello, se seleccionaron métodos que incluyeron el uso de encuestas. Estas encuestas se llevaron a cabo de manera electrónica para reducir costos y mejorar la seguridad del encuestador sin alterar los resultados o efectividad de la muestra (Jaideep Mukherjee & Kadali, 2022) . El cuestionario utilizado abordó preguntas de un Origen y destino a los usuarios de la vía 25 de Junio para la generación de viajes. Se extrajo una muestra representativa de 96 individuos de la población total para realizar el estudio.

La encuesta, de carácter rápido, incluyó el origen del usuario del transporte particular y su destino general. Este enfoque metodológico buscó obtener una comprensión detallada y significativa de los patrones de comportamiento de los usuarios que circulaban en la avenida 25 de junio en el tramo frente al Paseo Shopping Machala.

Entrevistas

Para recopilar datos empíricos, se realizó una entrevista con un especialista en movilidad urbana con más de 10 años de experiencia del departamento técnico de Movilidad Machala E.P. La entrevista se llevó a cabo de forma virtual utilizando la plataforma de Google® Meets y se estructuró en formato elevator pitch. Este enfoque permitió presentar de manera concisa la información relevante de la investigación al especialista en un breve período de tiempo.

Posteriormente, se presentaron y explicaron las fichas preliminares de categorización, repasando los conceptos asociados a cada una de las variables consideradas. Finalmente, se planteó la pregunta: "*¿Cuáles serían los establecimientos A, B, C que ustedes, en su departamento técnico, considerarían para la ciudad de Machala?*". La contribución del especialista llegó días después, quien aportó información sobre 45 establecimientos categorizados entre las categorías A, B y C de la *Tabla 3*. Estas categorizaciones proporcionadas fueron utilizadas para calibrar la puntuación de la Ficha de Categorización (*Tabla 12*).

2.5. OPERACIÓN DE VARIABLE

2.5.1. Variable Dependiente

Tabla 1. Variable Dependiente Impacto Vial

VARIABLE DEPENDIENTE: IMPACTO VIAL							
Conceptualización	Dimensiones	Indicadores	Escala	Ítems	Técnica	Instrumentos	Informantes
Evaluación del impacto del equipamiento urbano en la movilidad vial y el tráfico en una determinada área urbana	Atracción Vehicular	Viajes por Hora	Escala Numérica	Medición de la cantidad de viajes vehiculares por hora	<ul style="list-style-type: none"> Recopilación de datos de tráfico en horas específicas 	<ul style="list-style-type: none"> Registros en video Registro de tráfico. Conteo Manual. Ficha de Aforo y Conteo. Software tabulador. 	<ul style="list-style-type: none"> Datos de tráfico Disponibles. Investigador. Aforadores.
	Área de Influencia	Radio de influencia en metros	Escala Numérica	Medición del radio de influencia	<ul style="list-style-type: none"> Uso de sistemas de información geográfica (SIG). Herramientas de cartografía. 	<ul style="list-style-type: none"> Software de SIG. Software de Dibujo Computarizado. Ortofotos. Levantamientos Planimétricos. 	<ul style="list-style-type: none"> Datos geográficos disponibles. Investigador.
	Ventana de Tiempo	Años de proyección	Escala Numérica	Medición del periodo de proyección	<ul style="list-style-type: none"> Proyección de tráfico especificado en normativa ecuatoriana. Utilización de documentos de planificación urbana. 	<ul style="list-style-type: none"> Documentos urbanísticos. Planes de Ordenamiento Territorial. Planificación vial futura propuesta acorde a la ventana de tiempo. 	<ul style="list-style-type: none"> Departamento de Movilidad. Investigador. Entidad/Propietario del Equipamiento Urbano.
	Nivel de Servicio de Vía	Demanda/ Capacidad de vía	Escala Numérica	Evaluación del nivel de servicio vial.	<ul style="list-style-type: none"> Análisis de flujo vehicular. Capacidad de la vía. 	<ul style="list-style-type: none"> Registro de Video Datos de tráfico disponibles. 	<ul style="list-style-type: none"> Planificadores Urbanos Investigador

Fuente: Elaborado por el autor

2.5.2. Variable Independiente

Tabla 2 Variable Independiente Cuerpos Urbanos

VARIABLE INDEPENDIENTE: CUERPOS URBANOS							
Conceptualización	Dimensiones	Indicadores	Escala	Ítems	Técnica	Instrumentos	Informantes
Características y atributos del equipamiento urbano, incluyendo tipo, tamaño, ubicación y diseño	Cartografía Vial	Trazado Geométrico	Escala Cualitativa	Evaluación de la geometría Vial.	• Inspección visual y Análisis	• Mapas. de • Herramientas de Cartografía.	• Inspección de vialidad. • Investigador.
	Rutas de Acceso	Número de rutas de acceso	Escala numérica	Conteo y trazado de Rutas de acceso	• Inspección de la ubicación de accesos.	• Mapas. de • Registros de Planificación urbana.	• Planificadores Urbanos. • Entidad/Propietario de Equipamiento Urbano.
	Aforo Vehicular	Flujo Vehicular	Escala Numérica	Medición del Flujo vehicular	• Conteo de vehículos en horas específicas	• Dron GNSS con cámara de 20 MPx • Computadora con Python.	• Datos de tráfico disponibles. • Inteligencia Artificial. • Personal Aforador.
	Demanda/ Capacidad de Estacionamiento	Plazas de Parqueo	Escala Numérica	Medición de la capacidad de estacionamiento	Evaluación de las instalaciones de estacionamiento	• Inspección Visual. • Registros de estacionamiento.	• Entidad/Propietario • Investigador.
	Maniobrabilidad en Estacionamiento	Radio de giro en metros	Escala Numérica	Medición del radio de giro	Evaluación de la capacidad de maniobra en estacionamiento	• Inspección visual. • Herramientas de medición.	• Investigador
	Análisis de Conflictos Viales	Diversos tipos de conflictos (vehículo-vehículo, vehículo-ciclistas, vehículos-peatones)	Escala Cuantitativa	Identificación y clasificación de conflictos.	Observación de campo y análisis de registros de tráfico.	• Registros de accidentes. de • Informes de seguridad vial. • Observación directa	• Observadores de tráfico. • Autoridades de seguridad vial.

Fuente: Elaborado por el autor

2.6. PLAN DE PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN

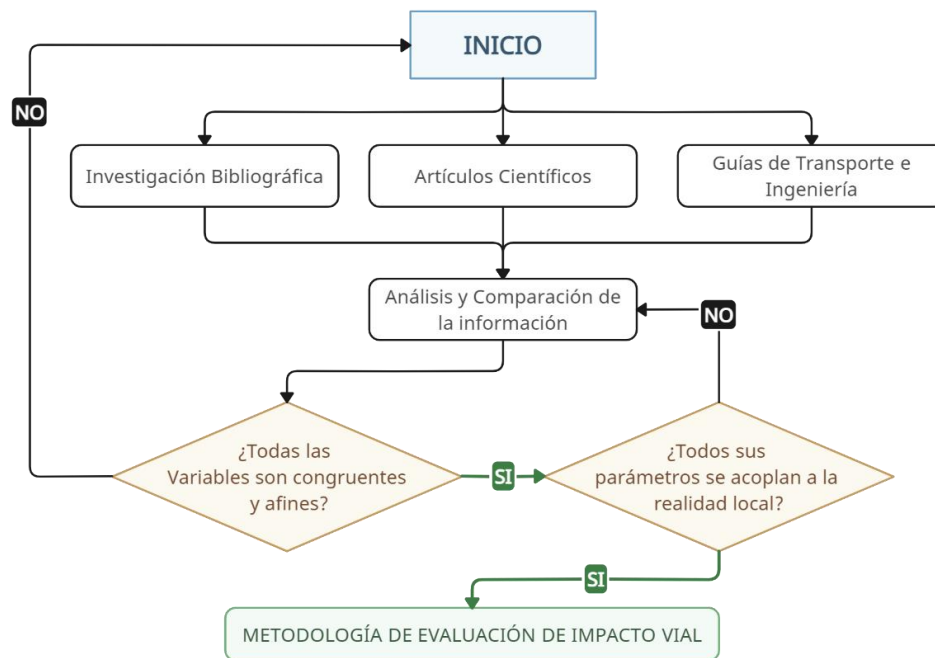
La presente propuesta metodológica para evaluar el impacto vial de equipamientos urbanos en Machala se basa en un enfoque sistemático de manejo de información.

En primer lugar, se realizó una revisión exhaustiva de literatura científica, guías, manuales y directrices tanto a nivel internacional como local. El objetivo fue identificar prácticas y variables relevantes para la evaluación del impacto vial de equipamientos urbanos. Se clasificó y sintetizó la información obtenida, destacando los elementos esenciales que se ajustan a las características específicas de Machala. Además, se integraron datos locales para adaptar y enriquecer los principios identificados durante la revisión.

La metodología se construirá considerando un estudio de caso específico en el centro comercial "Paseo Shopping Machala". Se aplicarán parámetros cuantificables como atracción vehicular, demanda/capacidad de estacionamiento, áreas y usos de suelo, entre otros.

Este proceso de manejo de información, respaldado por investigaciones científicas y datos técnicos, culminará en una propuesta metodológica sólida y adaptada.

Diagrama 1. Plan de Manejo de la información propuesto



Fuente: Elaborado por el autor

CAPITULO III

3. PROPUESTA METODOLÓGICA

3.1. DATOS INFORMATIVOS

3.1.1. Título de la propuesta

Metodología de evaluación del impacto vial para equipamientos urbanos en ciudades medianas de hasta 300.000 habitantes.

3.1.2. Línea de investigación

Movilidad, tráfico y transporte.

3.1.3. Programa

Programa de Maestrías de Ingeniería Civil – Mención Vialidad.

3.2. ANTECEDENTES DE LA PROPUESTA

Es de amplio conocimiento general que una ciudad bien planificada con sus correctas normativas y ordenanzas promueve un crecimiento acorde a sus necesidades y vuelve la vida de sus ciudadanos más eficiente, sustentable y sostenible.

En ciudades más grandes como lo son China, en el continente asiático se ha considerado imperativo realizar estudios y evaluaciones del impacto vial incluso desde la fase de construcción de un proyecto, dado que por sus vías circulan decenas de miles de vehículos diarios y no pueden darse el lujo de dejar a la suerte la circulación de los vehículos.

En nuestro continente, ciudades como Bogotá o Santiago de Chile han desarrollado sus respectivas metodologías de evaluación del impacto vial de sus proyectos dirigidos hacia propuestas comerciales, e incluso mezclando los enfoques a un impacto ambiental, social, entre otros.

En el ámbito local la ciudad de Cuenca tiene su propia metodología de evaluación, que le permite a los técnicos clasificar el nivel de profundidad de los estudios en función del equipamiento analizado.

En general todas las metodologías tienen dos variables principales que son: Impacto Vial y Equipamiento Urbano; la primera se encarga de cuantificar y medir todo lo relacionado a las vías circundantes y los vehículos que circulen dentro de las mismas, la segunda cuantifica y evalúa parámetros que relacionen a vehículos circulando desde el interior hacia el exterior del equipamiento o viceversa.

Analizando la información de la que disponemos en ciudades grandes y medianas de otros países, es posible sustentar el desarrollo de la presente metodología empleando parámetros específicos y debidamente fundamentados que se acoplen al tamaño de la ciudad de Machala.

3.3. JUSTIFICACIÓN

Para justificar de manera concreta, esta propuesta de Evaluación de Impacto Vial radica en la necesidad de contar con una serie de pasos metódicos y confiables para medir el impacto de los equipamientos urbanos en la circulación vehicular. Esta metodología se fundamenta en la utilización de variables cuantificables, recopiladas a través de estudios de campo, tales como la atracción vehicular, el área de influencia, la ventana de tiempo, la cartografía vial, las rutas de acceso, el aforo vehicular, la capacidad del estacionamiento, la maniobrabilidad en el estacionamiento, los conflictos viales y el nivel de servicio de la vía.

La propuesta metodológica se basa en una matriz cuantitativa y cualitativa respaldada por una investigación de artículos científicos exhaustiva de diversos autores. Los resultados obtenidos a través de esta metodología son una calificación numérica cuantitativa y su equivalente cualitativa.

El propósito fundamental de esta iniciativa es proporcionar a las autoridades locales y a los planificadores urbanos una herramienta objetiva que les permita tomar decisiones informadas en lo que respecta al desarrollo de equipamientos urbanos. El objetivo último es contribuir a la creación y mejora de entornos urbanos que sean funcionales, garantizando una circulación vehicular eficiente y sin problemas innecesarios.

3.4. OBJETIVOS

Elaborar una metodología de evaluación del impacto vial para equipamientos urbanos en ciudades menores a 300.000 habitantes.

3.5. FUNDAMENTACIÓN CIENTÍFICA – TÉCNICA

La indagación entre las vastas colecciones de conocimiento indexadas permitió obtener una base sólida para la composición de esta metodología, a continuación, se expondrán las principales fuentes:

Traffic Impact Assessment of a Proposed Shopping Mall in a Medium-Sized Town

Este primer artículo científico escrito por Neelu Mammen, K.C. Wilson y Vincy Verghese emplearon una metodología de cuatro etapas (Generación de viajes, distribución de viajes, elección del modo y asignación de viajes) con la cual se modela la realidad del comportamiento del tráfico generado por un centro comercial. Se recopilan datos primarios y secundarios, y realiza un análisis comparando el volumen de vehículos en diferentes horarios y periodos con las capacidades teóricas de la red vial. Finalmente, de manera adicional, desarrolla un plan de gestión de tráfico para reducir los impactos en la red vial del caso de estudio realizado.

Como conclusión de este artículo, por la construcción o creación de un espacio público, como un centro comercial, se genera un tráfico adicional y afecta la capacidad operativa de la red vial existente. (Mammen y otros, 2021)

Traffic Impact Analysis: Akasya Acibadem Shopping Mall Case Study

En este Segundo artículo científico de los autores Arian Davarnia y Mustafa Gürsoy, se realiza un estudio de caso del impacto vial del centro comercial ya construido, para lograrlo se recopilan datos primarios como: recuento de volúmenes de tráfico, encuesta de inventario de carreteras y encuesta, datos secundarios como: el uso de suelo actual y futuro de la región y otras características detalladas del centro comercial propuesto.

Se evalúan también los cuatro procesos de etapas (Generación de viajes, distribución de viajes, elección del modo y asignación de viajes) para comprender el comportamiento del tráfico en los alrededores del centro comercial. También se evalúa el nivel de servicio de la vía y la demora de la intersección cercana al centro comercial. (Arian & Mustafa, 2021)

Traffic Impact Assessment for Sustainable Development in Urban Areas

En este tercer artículo científico los autores: S. Padma, S. Velmurugan, Namrita Kalsi, Kayitha Ravinder, Madhu Erramapalli y Kannan S. Realizan un estudio que destaca la importancia de una evaluación adecuada del impacto del tráfico en el desarrollo sostenible de áreas urbanas. Para lograrlo presentan 2 casos de estudio: uno en el que evalúan el impacto del tráfico generado por un complejo de oficinas y otro que evalúa una expansión de un parque de tecnología. En su metodología realizan encuestas a hogares o establecimientos para cuantificar los viajes generados por desarrollos similares, estudios de volumen de tráfico, encuestas de ocupación, estudios de velocidad, y análisis econométricos de la tasa de crecimiento de vehículos. Estos estudios les permiten estimar la cantidad de tráfico generado y proyectarlo hacia el futuro.

Estos 3 artículos científicos conforman la raíz principal del procedimiento para realizar una evaluación del impacto vial producido por un cuerpo urbano centrado en uso comercial. Sin embargo, no es suficiente para lograr una metodología adecuada como para evaluar el impacto vial que produce un equipamiento urbano en su red vial. Por lo tanto, se citan otras metodologías empleadas en ciudades extranjeras y locales, aportando otros indicadores de evaluación y análisis.

Survey based calibration of parking entry as a single server mathematical queuing model.

El artículo científico de los autores, Mounir Mahmoud, Moghazy Abdel-Aal, aporta con una calibración de datos para modelar la realidad de la longitud de la cola que se forma en la entrada de parqueaderos grandes con una entrada, tomando datos de campo y comparándolos con la realidad reflejada. (Abdel-Aal, 2020).

The Application of Queueing Theory in the Parking Lot: a Literature Review

El artículo científico de los autores Mai y Cuong, hacen una recopilación literaria de los distintos modelos empleados para estimar la cola formada en las entradas de los estacionamientos con entrada única y múltiple. (MAI & CUONG, 2021)

También la literatura se apoya en la existencia de guías realizadas por otras ciudades del continente americano tales como:

Transportation Impact Analysis: Marana, Arizona

En la ciudad de Marana, estado de Arizona, en Estados Unidos tiene una población que ronda los 200.000 habitantes, razón por la cual su departamento de movilidad posee una guía de estudios y requisitos necesarios para la preparación de un análisis del impacto de tráfico. El objetivo principal es identificar y mitigar los posibles problemas de viales que puedan surgir debido a un equipamiento urbano.

La metodología describe procedimientos para realizar análisis de tráfico, incluyendo el análisis de capacidad, seguridad, velocidad, control de tráfico y mejoras viales. También se mencionan los criterios del nivel de servicio que se deben tener en cuenta para evaluar el funcionamiento de las intersecciones y carreteras.

La bibliografía de la cual se han basado para realizar el documento es diversa, entre las más significativas están: El Manual de Generación de Viajes del ITE, el Manual de Capacidad de Carreteras y el Manual de Dispositivos Uniformes de Control de Tráfico (MUTCD) de la Administración Federal de Carreteras (FHWA) (MARANA'S TRAFFIC ENGINEERING DEPARTMENT, 2017)

CRITERIO DE EVALUACIÓN EN EL SEIA

El documento originario de Santiago de Chile, elaborado por el Servicio de Evaluación Ambiental (SEA), establece los antecedentes que se deben presentar de manera uniforme y estandarizada para evaluar y determinar si el proyecto inmobiliario produce efectos adversos significativos sobre la calidad de vida de los grupos humanos en términos de la libre circulación, conectividad y tiempos de desplazamiento.

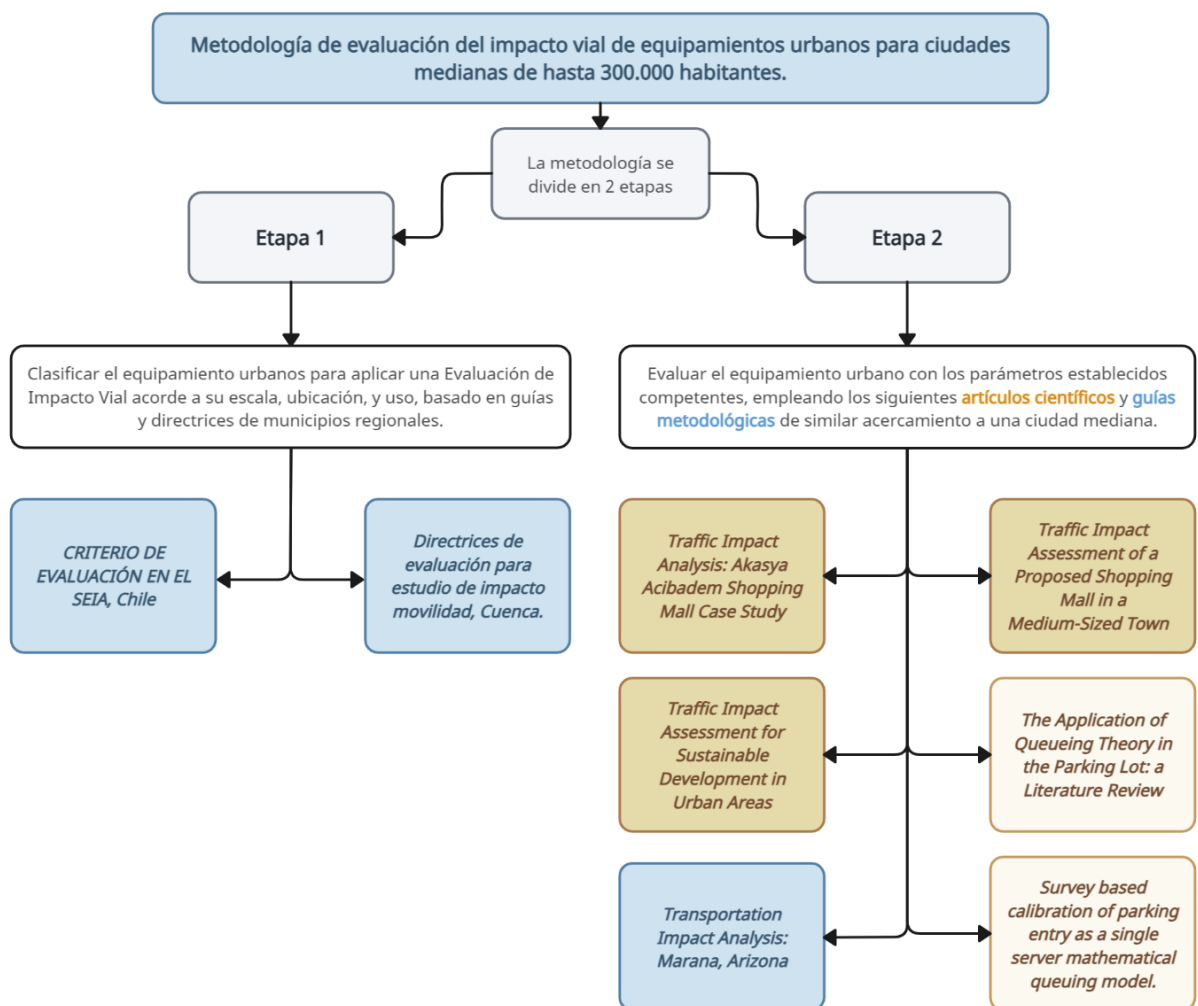
La variable principal considerada son las rutas de acceso y salida de un establecimiento, que permiten trazar los posibles conflictos generados. Además, recomienda seguir una metodología iterativa y progresiva que permita una mayor claridad en la delimitación y justificación del área de influencia. (Servicio de Evaluación Ambiental, 2022)

Directrices para Estudio de Impacto a la Movilidad

La guía de directrices proporcionada por la Empresa de Gestión de Movilidad de Cuenca, ubicada en Ecuador, introduce una metodología técnica para la clasificación de equipamientos urbanos. Esta metodología se basa en la consideración del área y el propósito de la instalación, lo que permite asignarla a una de las 2 categorías afines. En este proceso de clasificación, se lleva a cabo un análisis de diversas variables cruciales, que incluyen conflictos viales, proximidad a infraestructuras viales, utilización del suelo y disponibilidad de plazas de estacionamiento. (Dirección de Gestión de Movilidad Cuenca)

Con la información expuesta se complementa la base teórica, además de organizar la metodología en 2 etapas importantes como se describe en el siguiente organizador gráfico.

Ilustración 2. Diseño de la metodología de la investigación



Fuente: Elaborado por el autor

3.6. PROPUESTA METODOLOGICA

La metodología se basa en una revisión exhaustiva de estudios, guías y directrices de ciudades latinoamericanas y otras regiones, como se detalla en el capítulo 3.5 de esta propuesta. A partir de esta revisión, se identificaron variables relevantes y se adaptaron a las características de las ciudades con una población de hasta 300.000 habitantes.

La evaluación se realiza asignando una puntuación inicial de 10 puntos a cada parámetro. Por cada parámetro que no cumple con los criterios establecidos, se reduce la puntuación. Para que un parámetro sea considerado como "Cumple", debe alcanzar al menos el 60% de su funcionalidad o capacidad operativa. (Condoy Armijos y otros, 2023)

3.6.1. *Primera fase: Alcance*

La **primera fase** de la evaluación del impacto vial, de acuerdo a la influencia del equipamiento urbano, implica una clasificación en 3 categorías que son: C (Pequeño), B (Medio) y A (Grande). Esto se logra mediante la recopilación de datos en campo, encuestas o planos, incluyendo la **Atracción vehicular**, esta métrica se refiere a la cantidad de vehículos que deben desviarse de las rutas principales para acceder y salir del equipamiento urbano (Mammen, K. C., & Verghese, 2021); la **Demanda/Capacidad** de estacionamiento, esta relación compara la capacidad de estacionamiento del equipamiento con su demanda, abarcando tanto espacios internos como estacionamiento en vías públicas (Das & Mokaddes, 2017). Se emplean los parámetros de **Áreas** y **Usos de suelo**, que engloban el espacio físico destinado a diferentes propósitos como comercio, salud, áreas públicas, deporte, vivienda, educación, religión e industria (Dirección de Gestión de Movilidad Cuenca). También se considera la proximidad a **Obras viales**, como puentes, redondeles, intercambiadores, intersecciones semaforicas, vías principales y estatales, en relación con el equipamiento urbano (Dirección de Gestión de Movilidad Cuenca).

Una vez obtenidos los datos relacionados son ingresados en la "Ficha de Alcance para Estudio de Impacto Vial *Tabla 12. Ficha de Categorización de Equipamientos Urbanos*, con el fin de obtener una calificación cualitativa en la escala: A, B y C.

3.6.2. Primera fase: Valoración

Para realizar la asignación de los puntajes a los 3 Rangos de la precalificación se empleó el método “*Holdout Validation*” que es ampliamente utilizado para interrelacionar variables en los campos de ciencias forenses, agricultura, análisis de comida, ingeniería, etc. (Loong Chuen Lee y otros, 2018). El método establece los siguientes pasos fundamentales:

1. Dividir los datos en conjuntos, uno para entrenamiento que contenga alrededor del 80% otro para prueba que contenga el 20% restante de la muestra.
2. Entrenar el modelo de evaluación empleando el conjunto de prueba.
3. Evaluar el rendimiento del modelo de evaluación utilizando el conjunto de prueba.
4. Ajustar el modelo según los resultados obtenidos en la evaluación.

Determinando el tamaño de la muestra a tomar en la sección 2.3.2.2 de este documento.

Las categorías de evaluación fueron definidas en colaboración con un especialista en movilidad urbana del departamento técnico de Movilidad Machala E.P., quien cuenta con más de 10 años de experiencia en el ámbito. Estas categorías se detallan en la siguiente tabla.

Tabla 3. Categorización sugerida por Técnico especialista de Movilidad Machala E.P..

Estimación de categorías de equipamientos urbanos para la ciudad de Machala		
A	B	C
Entrenamiento		
Centro Comercial La Piazza.	Gasolinera P&S Brisas.	Edificios en av. Arizaga.
Centro Comercial Oro Plaza.	Gimnasio Nova Gym	Edificios comerciales en av. Arizaga.
Comercial Gran AKI.	Banco Pichincha Matriz	Edificios en av. 25 de junio.
Almacén de Ropa DePratti.	Subcentro de Salud C, la primavera	Edificios comerciales en av. 25 de junio.
Urbanización Ciudad Verde.	Centro de Distribución Pilsener.	La esquina de Ales (Arizaga)
Urbanización Ciudad Palmera	Hotel Ejecutivo Veuxor	Distribuidora Jaramillo (Ayacucho)
Urbanización Santa Inés.	Centro de Distribución Logístico Servientrega.	Cárnicos “El Idolo” -Ferroviaria
Urbanización Fontari.	Centro de Diálisis.	Restaurante Pepe’s
SuperMaxi Puerto Bolívar.	Urbanización Palma de Oro.	Restaurante Veuxor
Unidad Educativa El Pacífico.	Distribuidora de Gas.	Peluquerías.
Unidad Educativa Santa María.	Mercado 25 de Junio.	

Unidad Educativa Marcel Laniado de Wind.	Complejo deportivo Orenses.	Salones de Belleza. Heladerías pequeñas.
Prueba		
Centro Comercial Paseo Shopping Machala. Urbanización Oro Brianza. Unidad Educativa Liceo Naval Jambelí.	Cooperativa de Ahorro y Crédito JEP. IESS (Av. Alejandro Castro) Parqueaderos Públicos (25 de Junio entre Guayas y Ayacucho)	Restaurante la Olla Criolla Edificio Comercial Eliezer (Arizaga y Buenavista) Chifa Cantón Chino.

Fuente: Ing. Civil Omar Pita, especialista en movilidad urbana del departamento de Movilidad Machala E.P.

Luego de aplicar el entrenamiento del modelo de evaluación se obtuvieron los siguientes puntajes asignados a las categorías A, B y C:

Tabla 4. Clasificación de equipamientos urbanos para ciudades de hasta 300.000 habitantes

Clasificación de equipamientos urbanos para ciudades de hasta 300.000 habitantes			
Cuantitativa	Máximo	Mínimo	Descripción
A	17.00	8.00	Equipamiento urbano de gran capacidad, ocupa una gran extensión de terreno, además de estar ubicado en una zona altamente comercial o residencial, con cercanía a varias infraestructuras viales.
B	7.75	5.75	Equipamiento urbano de capacidad media, ocupa una superficie relativamente grande, además de estar ubicado en una zona comercial o residencial, con poca cercanía a infraestructuras viales.
C	5.50	3.75	Equipamiento urbano de poca capacidad, ocupa una superficie pequeña, además de estar ubicado en una zona poco comercial, con poca o nula cercanía a infraestructuras viales.
N/A	3.50	3.50	Equipamiento urbano de poca capacidad, ocupa una superficie pequeña, además de estar ubicado en una zona poco comercial, alejada de toda infraestructura vial

Fuente: Elaborado por el Autor.

3.6.3. Segunda Fase: Evaluación

La **segunda fase** corresponde a la evaluación del impacto vial del equipamiento urbano objeto de estudio. Según el nivel de alcance obtenido en la primera fase se delimitan el **radio de influencia** y la **ventana de tiempo** (Velmurugan y otros, 2020); para identificar puntos estratégicos que influyan en el nivel de servicio, distintos tipos de conflictos de la vía y proyectar el tráfico a futuro.

Una vez delimitado el alcance para la evaluación de impacto vial se continua con el análisis del macro indicador de estacionamiento con 3 parámetros generales: *Demanda/Capacidad*, *Maniobrabilidad* y *Colas de acceso*.

La ***Demanda/Capacidad*** se calcula como un porcentaje, obtenido al dividir las plazas de estacionamiento disponibles entre las plazas ocupadas durante el horario pico, nos permite identificar que tan saturado está o estará el estacionamiento (Janak y otros, 2020) (Das & Mokaddes, 2017). Para que cumpla se espera que su saturación sea inferior al 85% (Litman, 2016) en su hora pico, de no cumplir se resta 0.50 puntos al puntaje acumulativo.

La ***Maniobrabilidad*** hace referencia al cumplimiento de radios de giro mínimos establecidos por la norma NEVI-12 en su tabla 2A. 106-01 (Ministerio de Transporte y Obras Públicas del Ecuador, 2013) así como las maniobras para entrar y salir de una plaza de parqueo. De no Cumplir al menos el 60% de todos los giros dentro o fuera del estacionamiento público o privado se restará 0.50 puntos al puntaje acumulativo.

Tabla 5. Radios de Giro y geometría por tipos de vehículos

Vehículo de diseño	A	B	C	R
Altura máxima (m)	2.40	4.10	4.10	4.30
Longitud máxima (m)	5.80	13	20	>20.50*
Anchura máxima (m)	2.10	2.60	2.60	3.00
Radios mínimos de Giro				
Rueda interna	4.70	8.70	10.00	12.00
Rueda externo	7.50	12.80	16.00	20.00
Esquina externa delantera	7.90	13.40	16.00	20.00

* Remolque con tipo Dolly, la longitud máxima pudiera ser mayor a los 20.50 metros por el transporte de elementos especiales de hormigón y/o acero, así como cargas especiales para hidroeléctricas, refinerías, etc.

Las **Colas de Acceso** son aquellos colapsos formados en las entradas a los equipamientos urbanos debido a una diversidad de factores y estos podrán ser contados en campo (en caso de estar construido) o ser cuantificados mediante el uso de modelos de: Sistemas de Cola Multi-Servicios (M/M/s) o Sistemas de Cola de Servicio único (M/M/1 & M/D/1) (Abdel-Aal, 2020). En caso de existir una cola continua dentro o fuera del estacionamiento en al menos el 60% de la hora pico (equivalente a 36 minutos) se restará 0.50 puntos al puntaje acumulativo.

El segundo punto general es el análisis de los vehículos particulares, es decir toda la interacción entre la vía, móviles y el equipamiento urbano.

Los parámetros de **Maniobrabilidad** y **Visibilidad** consideran los radios de giro en las áreas de entrada y salida, además de identificar posibles obstrucciones visuales dentro de la distancia de parada mínima, de acuerdo con la velocidad de diseño de la vía de incorporación. Estas obstrucciones pueden incluir elementos como vegetación, señalización, postes y estructuras, que podrían limitar la visibilidad desde el equipamiento urbano hacia la vía pública o viceversa (MARANA'S TRAFFIC ENGINEERING DEPARTMENT, 2017) (Ministerio de Transporte y Obras Públicas del Ecuador, 2013). Para la **Visibilidad** se consideran todos los elementos visibles para el conductor que se interpongan entre él y el equipamiento urbano o su acceso en la distancia establecida por las condiciones de la *Tabla 9. Parámetros para la evaluación del impacto vial de un equipamiento urbano*. Si el 60% o más de estos elementos obstruyen parcialmente la línea de visión conductor-establecimiento, se restarán 0.50 puntos de la puntuación acumulada. De igual manera para la **Maniobrabilidad** se sigue rigiendo por la *Tabla 5* de la página 44, se consideran todos los giros existentes en el acceso al establecimiento. Si más del 60% de estos giros cumplen con los criterios de maniobrabilidad establecidos, no se resta puntaje alguno, caso contrario se restarán 0.50 puntos al puntaje acumulativo.

Tabla 6. Distancias de visibilidad de parada y de decisión

Velocidad de Diseño	Velocidad de Marcha	Tiempo de Percepción y Reacción		Coeficiente de Fricción	Distancia de Frenado	Distancia de Parada
		Tiempo (s)	Distancia (m)			
30	30 – 30	2.5	20.8 – 20.8	0.40	8.8 – 8.8	30 – 30
40	40 – 40	2.5	27.8 – 27.8	0.38	16.6 – 16.6	45 – 45
50	47 – 50	2.5	32.6 – 34.7	0.35	24.8 – 28.1	57 – 63
60	55 – 60	2.5	38.2 – 41.7	0.33	36.1 – 42.9	74 – 85
70	67 – 70	2.5	43.8 – 48.6	0.31	50.4 – 62.2	94 – 111
80	70 – 80	2.5	48.6 – 55.6	0.30	64.2 – 83.9	113 – 139
90	77 – 90	2.5	53.5 – 62.4	0.30	77.7 – 106.2	131 – 169
100	85 – 10	2.5	59.0 – 69.4	0.29	98.0 – 135.6	157 – 205
110	91 – 110	2.5	63.2 – 76.4	0.28	116.3 – 170.0	180 – 246

Fuente: NEVI-12, tabla 2A.204-01, pág. 127

Para el parámetro de *Análisis de Conflictos* se subdivide en tres categorías: conflicto *vehículo-vehículo*, conflicto *vehículo-peatón* y, si existe, conflicto *vehículo-ciclista*. El objetivo es detectar potenciales puntos de conflicto en las áreas de entrada, salida y estacionamiento del establecimiento urbano (Kakan y otros, 2023) (Dirección de Gestión de Movilidad Cuenca). De todo el conjunto de conflictos encontrados dentro de un equipamiento y en su cercanía, si al menos el 60% de estos conflictos no intervienen directamente en el flujo de tránsito no se restará puntaje, caso contrario se restará 0.50 puntos al puntaje acumulativo.

El macro parámetro de Transporte particular en la vía

El parámetro de *Análisis de Conflictos* guarda una estrecha relación con el análisis de las rutas de acceso desde y hacia los 4 puntos cardinales (Servicio de Evaluación Ambiental, 2022), dado que posibilita la detección de posibles conflictos vehículo-vehículo y vehículo-peatón en las rutas previamente definidas (Dirección de Gestión de Movilidad Cuenca) Esta

conexión establece un componente indirecto esencial para evaluar la seguridad vial en los alrededores del equipamiento urbano.

El *Nivel de Servicio*, un parámetro ampliamente reconocido por su clasificación cualitativa, cuantifica la facilidad de movilidad en una carretera (Gutierrez y otros, 2023) (Bachechi & Po, 2019). En este contexto, el Nivel de Servicio se clasifica principalmente según la velocidad y el factor demanda/capacidad, con la capacidad definida en la Tabla 8, página 48 de este documento. Este parámetro se Cumple cuando el nivel de servicio de la vía junto al establecimiento permanece constante al calcularlo tanto incluyendo como excluyendo los viajes desde y hacia dicho establecimiento.

Tabla 7. Características del nivel de Servicio en Áreas Urbanas planas

Niveles de Servicio	Calidad	Velocidad (kph)	V/C	Descripción
A	Flujo Libre	80	0.6	El flujo vehicular discurre a la velocidad del límite o por encima de ella, y los conductores tienen total libertad de movimiento entre carriles.
B	Flujo razonablemente libre	70	0.7	Tráfico ligeramente más denso, con cierta limitación de maniobrabilidad.
C	Cercano a Flujo libre	60	0.8	Flujo estable (más congestionado que B, no siempre se garantiza la posibilidad de adelantar o cambiar de carril, se mantiene la velocidad marcada).
D	Flujo Medio	50	0.85	Approaching unstable flow (speeds somewhat reduces, motorists hemmed in by other vehicles)
E	Flujo en su capacidad	40	0.9	Flujo inestable (el tránsito se vuelve irregular, la velocidad varía ampliamente y rara vez alcanza el límite de velocidad, lo que indica una sobrecapacidad).
F	Flujo Congestionado	15	1	Flujo forzado o interrumpido (atasco constante)

*Fuente: Guidelines for capacity of urban roads in plain areas, IRC 1990 **Texto original en ingles*

Tabla 8. Volúmenes totales de diseño para diferentes categorías de terreno urbano

No	Tipo de carril	Volúmenes totales de diseño para diferentes categorías de terreno urbano		
		Arterial (veh/h)	Sub-Arterial (veh/h)	Colectora (veh/h)
1	2 carriles (Un sentido)	2400	1900	1400
2	2 carriles (Doble sentido)	1500	1200	900
3	3 carriles (Un sentido)	3600	2900	2200
4	4 carriles sin división (Doble sentido):	3000	2400	1800
5	4 carriles divididos (Doble sentido)	3600	2900	-
6	6 carriles sin división (Doble sentido):	4800	3800	-
7	6 carriles divididos (Doble sentido)	5400	4300	-
8	8- carriles divididos (Doble sentido)	7200	-	-

Fuente: Guidelines for capacity of urban roads in plain areas, IRC 1990, pág 11. **Texto original en ingles

La categoría de transporte público cuenta con 3 parámetros y contempla a las cooperativas de buses que comparten carriles con vehículos que entran o salen del equipamiento urbano. Este análisis es fundamental para evaluar la posible interacción y conflictos entre el tráfico privado y público.

Líneas de transporte público, este parámetro toma en consideración el número de líneas de autobuses que circulan en la o las paradas de interés, en donde lo ideal para que se cumpla una disminución del congestionamiento vial es tener menos de 2 líneas de buses circulando por la misma parada. (Johari y otros, 2020).

Número de paradas, este parámetro considera la cantidad de paradas de buses que están en la cercanía del equipamiento urbano, lo ideal para disminuir el tráfico es tener 1 parada (Johari y otros, 2020)

Frecuencia, el parámetro evalúa el intervalo de tiempo que existe entre la llegada de las distintas líneas de buses (sin importar o no si son de la misma línea) a la(s) parada(s) de interés, en donde lo ideal para disminuir el tráfico es tener una frecuencia menor a 60 veh/hora. (Johari y otros, 2020)

Estos parámetros ofrecen una estructura concisa para la presente evaluación de impacto vial. Su versatilidad y parámetros los hace aplicables a múltiples escenarios de equipamientos urbanos, incluyendo instituciones educativas, de salud, edificios comerciales y más.

Tabla 9. Parámetros para la evaluación del impacto vial de un equipamiento urbano.

PROCESO	DEFINICIÓN	INDICADOR	REFERENCIAS
Parámetros de Categorización			
Atracción Vehicular	Se refiere al número de vehículos que deben desviarse de una ruta principal para acceder y salir del equipamiento urbano. Puede utilizarse tanto para equipamientos construidos, así como no construidos.	Viajes/Hora	(Mammen y otros, 2021)
Plazas de Estacionamiento	Establece una relación entre la capacidad de estacionamiento que posee el equipamiento urbano y la demanda del mismo. Este parámetro incluye tanto parqueos internos propios o parqueos públicos en la vía	Plazas de parqueo	(Das & Mokaddes, 2017)
Áreas y Usos	Se refiere al espacio físico ocupado para distintos usos como: Comercial, salud, público, deportivo, social, vivienda o urbanización, educativo, religioso, industrial.	Área en m ² o Ha	(Dirección de Gestión de Movilidad Cuenca)

Obras viales	Se refiere a la cercanía que tiene el equipamiento urbano con distintas obras viales como: puente vehicular, redondel, intercambiador, intersección semafórica, vía principal, vía estatal.	Distancia	(Dirección de Gestión de Movilidad Cuenca)	
Parámetros de Evaluación				
Parámetro	Concepto	Indicador	Fuente	No Cumple
Radio de Influencia	La cartografía vial define el área de influencia con un radio mínimo desde el centro del proyecto. Incluye detalles geométricos de vías, señales y proyecciones a largo plazo del equipamiento.	Trazado Geométrico	(MARANA'S TRAFFIC ENGINEERING DEPARTMENT, 2017) (Mammen y otros, 2021) (Velmurugan y otros, 2020)	No Aplica
Ventana de tiempo	Se define un periodo de tiempo estimado para realizar una posible proyección del tránsito que circula en dirección al equipamiento urbano.	Años de proyección	(MARANA'S TRAFFIC ENGINEERING DEPARTMENT, 2017) (Velmurugan y otros, 2020)	No Aplica
Estacionamiento				
Demanda vs Capacidad	Análisis de la demanda vs. Capacidad en el horario pico más desfavorable del estacionamiento, privado o público, se sanciona si el porcentaje es mayor al 85%	Porcentaje	(Das & Mokaddes, 2017) (Janak y otros, 2020)	- 0.50
Maniobrabilidad	Se refiere al espacio que ocupa un vehículo para maniobrar al ingreso y salida de su sitio de estacionamiento, se penaliza si más del 60% no cumple.	Radio de Giro	(MARANA'S TRAFFIC ENGINEERING DEPARTMENT, 2017) (Ministerio de Transporte y Obras	- 0.50

			Públicas del Ecuador, 2013)	
Colas de Acceso	Análisis de la cola formada en la entrada de los estacionamientos privados, se penaliza si la cola dura más del 60% de la hora pico.	Duración de la cola	(Abdel-Aal, 2020) (MAI & CUONG, 2021)	- 0.50
Transporte Particular Acceso				
Maniobrabilidad	Se refiere al espacio que ocupa un vehículo para maniobrar al ingreso y salida de su sitio de estacionamiento, se penaliza si más del 60% de giros no cumple.	Radio de Giro	(MARANA'S TRAFFIC ENGINEERING DEPARTMENT, 2017) (Ministerio de Transporte y Obras Públicas del Ecuador, 2013)	- 0.50
Visibilidad	Se refiere a la obstrucción visual entre el conductor y el establecimiento, considerando su acceso, salida y estacionamiento, se penaliza si más del 60% de los obstáculos entre la línea de visión del conductor y la entrada al establecimiento es parcialmente obstruida.	Obstáculos visuales	(MARANA'S TRAFFIC ENGINEERING DEPARTMENT, 2017) (Ministerio de Transporte y Obras Públicas del Ecuador, 2013)	- 0.50
Análisis de conflictos	Se analizan los conflictos dentro del estacionamiento o en sus linderos inmediatos para identificar los problemas entre los vehículos que circulan, con sus simultáneos; vehículos, ciclistas, y peatones. Si más del 60% de conflictos representan peligro se penaliza	Vehículo-vehículo Vehículo-Ciclistas Vehículos-Peatones	(Dirección de Gestión de Movilidad Cuenca) (Kakan y otros, 2023)	- 0.50

Transporte Particular Vía				
Análisis de conflictos	Se contemplan las rutas hacia vías principales de accesos y salidas posibles hacia los 4 puntos cardinales de la ciudad; Norte, sur, este y oeste, que estén dentro del radio de influencia para identificar los problemas entre los vehículos que circulan, con sus simultáneos; vehículos, ciclistas, y peatones.	Vehículo-vehículo Vehículo-Ciclistas Vehículos-Peatones	(Dirección de Gestión de Movilidad Cuenca) (Kakan y otros, 2023)	- 1.00
Nivel de Servicio	Parámetro que da una calificación de la calidad del servicio que presta una carretera en un momento dado.	Demanda/Capacidad de vía	(Gutierrez y otros, 2023) (Ministerio de Transporte y Obras Públicas del Ecuador, 2013)	- 1.00
Transporte Público				
Líneas de transporte público	Este parámetro se encarga de cuantificar el número de Líneas de transporte público que circulan en la cercanía del establecimiento	Líneas de transporte público	(Dirección de Gestión de Movilidad Cuenca) (Johari y otros, 2020)	- 1.00
Frecuencias	Parámetro que se encarga de cuantificar el tiempo de llegada del transporte público a la parada	Tiempo	(Dirección de Gestión de Movilidad Cuenca) (Johari y otros, 2020)	- 1.00
Número de Paradas	Este parámetro contempla la cantidad de paradas que existen en la cercanía del establecimiento	Cantidad de Paradas	(Dirección de Gestión de Movilidad Cuenca) (Johari y otros, 2020)	- 1.00

Fuente: Elaborado por el autor

Todos los equipamientos urbanos inician con una calificación base de 10. Luego, se procede a restar algebraicamente los valores obtenidos en la evaluación de cada criterio. Al sumar ambos conjuntos de valores, se obtiene una cuantificación del impacto vial en una escala numérica. Esta calificación se clasifica en intervalos cualitativos, los cuales deben reflejar lo observado en el terreno, proporcionando así un respaldo técnico a las observaciones realizadas. (Condoy Armijos y otros, 2023)

La siguiente tabla expone los intervalos expresados de forma cuantitativa, cualitativa y su respectiva interpretación técnica.

Tabla 10. Intervalos cuantitativos, cualitativos e interpretación para la evaluación de impacto vial del equipamiento urbano

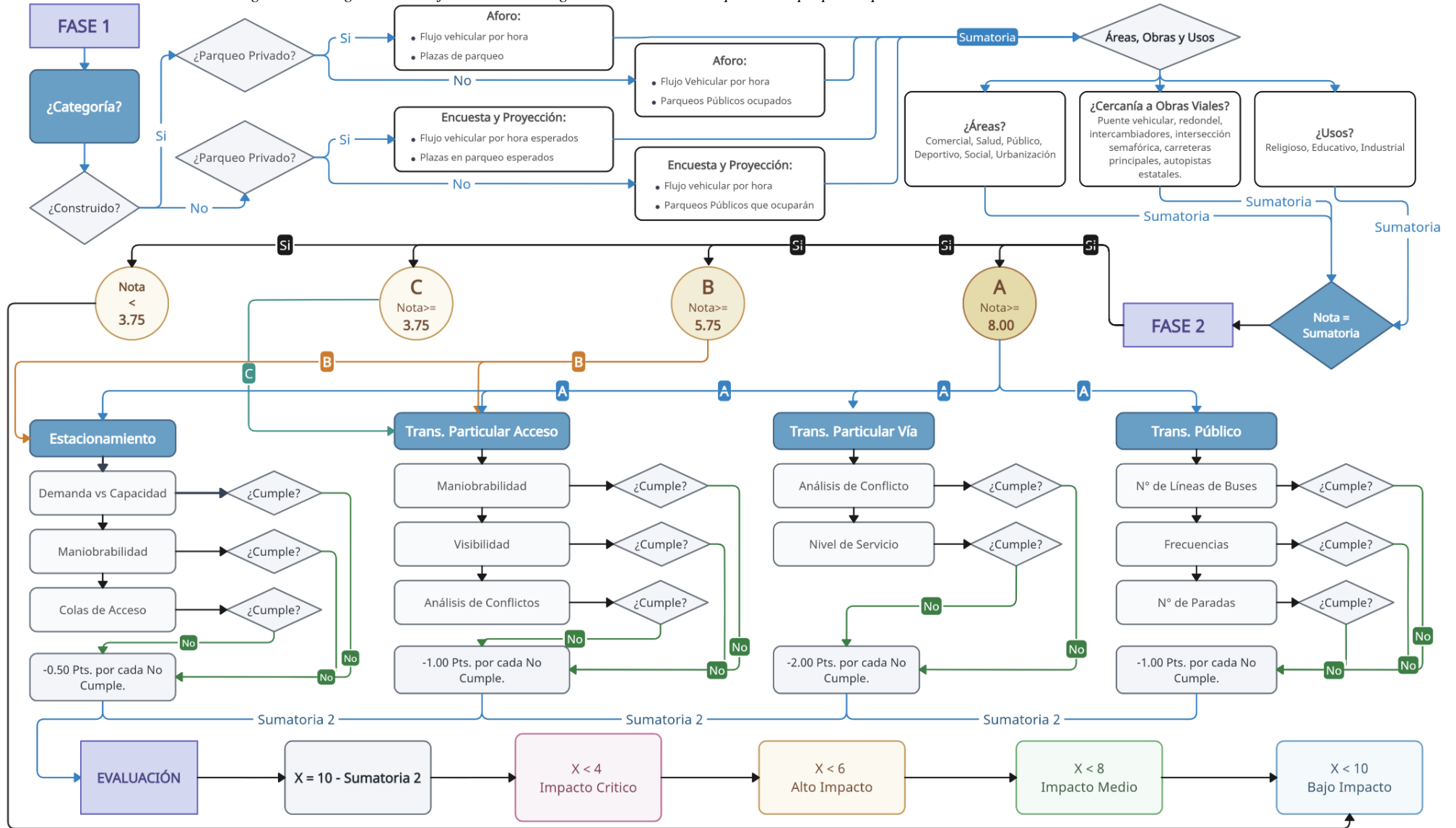
INTERVALOS CUANTITATIVOS Y CUALITATIVOS DE E.I.V. DE E.U.		
Cuantitativo	Cualitativo	Interpretación
10.00 a 8.00	Bajo Impacto	El tráfico atraído por el equipamiento es poco influyente sobre el tránsito circulante existente y permite moverse libremente por la zona de influencia.
8.00 a 6.00	Impacto Medio	El tráfico atraído por el equipamiento influye en mayor medida sobre el tránsito circulante existente y permite moverse por la zona de influencia con limitaciones.
6.00 a 4.00	Alto Impacto	El tráfico atraído por el equipamiento influye notablemente sobre el tránsito circulante existente y permite moverse con dificultad sobre la zona de influencia.
4.00 o menos	Impacto Crítico	El tráfico atraído por el equipamiento es casi en su totalidad el tránsito circulante existente provocando embotellamientos sobre la zona de influencia.

Fuente: Elaborado por el autor

METODOLOGÍA DE EVALUACIÓN DE IMPACTO VIAL DE EQUIPAMIENTOS URBANOS

Fuente: Elaborado por el autor

Diagrama 2. Diagrama de Flujo de la metodología de evaluación de impacto vial propuesta para ciudades de hasta 300.000 habitantes



CAPÍTULO IV

4. ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

4.1. ANÁLISIS DE RESULTADOS

4.1.1. Resultados de la Fase 1: Alcance

El análisis del equipamiento se llevó a cabo en el Centro Comercial Paseo Shopping Machala durante su hora pico, que ocurrió de 16h00 a 19h00, en un viernes específico. En este periodo, se juntan los viajes de salida de la oficina, el retorno a ciudades aledañas y el inicio del fin de semana.

4.1.1.1. Estacionamiento:

Siguiendo la metodología propuesta el C.C. Paseo Shopping cuenta con parqueadero privado por lo que se realiza un aforo y conteo en el estacionamiento.

Plazas de estacionamiento. Del conteo realizado dentro de las instalaciones del parqueadero del C.C. paseo shopping Machala se tienen 620 plazas de estacionamiento para vehículos livianos.

Atracción vehicular. Del aforo realizado campo se afora que el equipamiento urbano genera una atracción de más de 643 vehículos hora en su hora pico.

4.1.1.2. Áreas:

Las áreas fueron obtenidas mediante el uso de imágenes aéreas de dominio público debido a su extensión los decimales son despreciables.

Área comercial. El área computada es de alrededor de 21797 m² de superficie.

Área para salud. El establecimiento no cuenta con un área dedicada a la salud.

Área de uso público. El área computada es de alrededor de 15600 m² de superficie.

Área deportiva o social. El área computada es de alrededor de 5397 m² de superficie.

Área para vivienda o urbanización. El establecimiento no cuenta con un área dedicada para vivienda o urbanización.

4.1.1.3. Cercanía a obras o estructuras viales

Evaluando con el uso de herramientas GIS se computan las distancias aproximadas medidas desde el acceso más cercano hasta la estructura vial medida en línea recta.

Puente vehicular. El establecimiento está ubicado a 1838 m del puente de desnivel vehicular del antiguo bananero.

Redondel. El establecimiento está ubicado a 551 m del redondel del bananero nuevo.

Intercambiadores. El establecimiento está ubicado a 5125 m del distribuidor de tráfico, el trébol, ubicado en Bella-India.

Intersección semafórica. El establecimiento está ubicado a 105 m del semáforo más cercano.

Carreteras principales. El establecimiento está ubicado a menos de 100 metros de la Av. 25 de junio, también conocida como E583, principal entrada y salida de la ciudad de Machala.

Autopistas Estatales. El establecimiento está ubicado a 3520 m de la Troncal de la costa, autopista estatal también conocida como E25.

4.1.1.4. Usos especiales

En la evaluación de los usos especiales se consideran los usos religioso, educativo o industrial.

Uso para culto o religioso. El establecimiento no es empleado para uso religioso

Uso educativo superior. El establecimiento no es empleado para uso educativo universitario.

Uso educativo. El establecimiento no es empleado para uso educativo secundario.

Uso industrial. El establecimiento no es empleado con fines industriales.

Los valores obtenidos fueron ingresados a la ficha de categorización propuesta como se puede ver en el **Anexo 3**, encasillando al Paseo Shopping Machala como un equipamiento urbano de considerable influencia y atractivo para el público de todas las parroquias de la ciudad. Con un área neta que supera los 28,000 m² destinados a actividades comerciales y sociales, cuenta con un extenso estacionamiento con capacidad para más de 620 vehículos livianos. En su hora pico menos favorable, más de 640 vehículos por hora transitan por su ingreso. Situado en la avenida 25 de Junio, su proximidad al principal redondel de la ciudad, que conecta las arterias clave como la avenida 25 de Junio, la circunvalación sur y la avenida ferroviaria, en virtud de estas características, el Centro Comercial Paseo Shopping se clasifica en la **CATEGORÍA A**, confirmando las expectativas indicadas en la Tabla 4 en la página 43 de este documento.

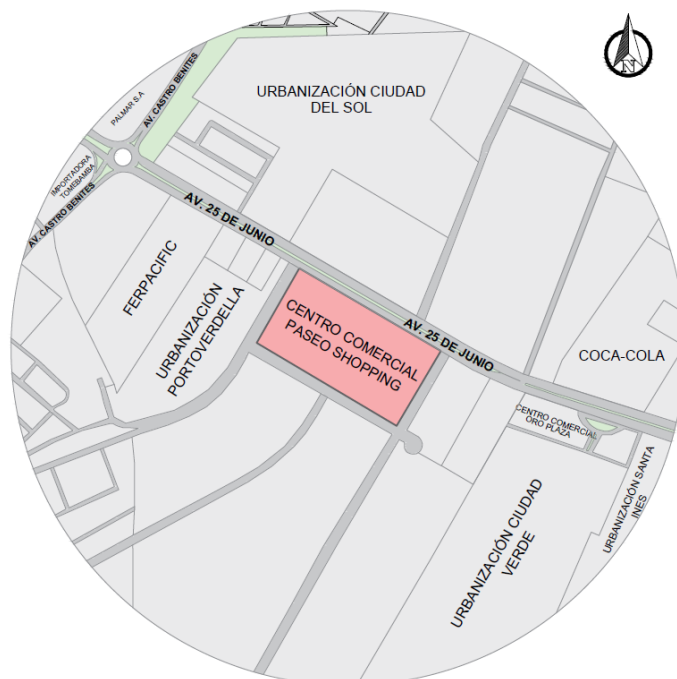
4.1.2. Resultados de la Fase 2: Evaluación

En esta fase 2 de la metodología se procede a evaluar cada parámetro establecido. Para comenzar se establecen las limitantes espaciales y temporales:

4.1.2.1. Área de influencia y ventana de tiempo.

Área de influencia del equipamiento urbano. – Se establece un límite de estudio para un radio mínimo de 500 metros medidos desde el centro del establecimiento evaluado, como se muestra en la *Ilustración 3*.

Ilustración 3. Área de influencia del equipamiento urbano



Ventana de tiempo para los análisis. – Esta estimación del tiempo servirá para realizar una posible proyección del volumen de tránsito o considerar vías que estén planificadas que puedan ser utilizadas como rutas alternas secundarias. Sin embargo, la evaluación en sí se realiza en el tiempo presente y no considera directamente la proyección futura.

Para determinar el periodo límite de una posible de la evaluación del establecimiento, se considera un rango de 10 a 20 años. La elección de un valor concreto de este intervalo se basa en el tiempo restante hasta el año límite del último Plan de Ordenamiento Territorial de la ciudad de Machala, que es el año 2030, asegurando así una evaluación acorde a la magnitud del equipamiento.

$$T = U - A \geq 10$$

$$T = 2030 - 2024 = 6 \geq 10$$

Donde:

T: es la ventana de tiempo a proyectar

U: es el año final del Plan de Ordenamiento Territorial de la ciudad de Machala (PDOT)

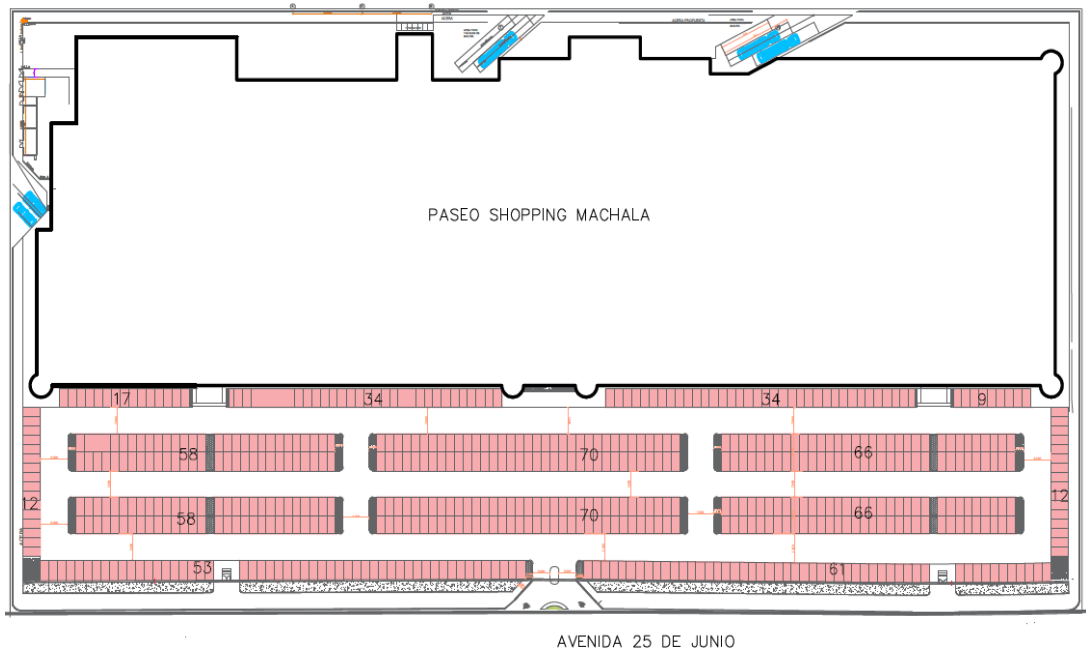
A: Es el año actual del estudio.

El valor de T obtenido es de 6 años, sin embargo, la metodología establece un mínimo por lo que la ventana de tiempo se fija en 10 años.

4.1.2.2. Estacionamiento

Demanda vs Capacidad. – Luego de que se realizó el conteo en el estacionamiento, que dispone de un total de 620 plazas, se constató que durante el horario de mayor demanda se constató una tasa de ocupación del 90%, es decir, 570 plazas ocupadas y solo 50 libres constantemente, el 10%, disponibles.

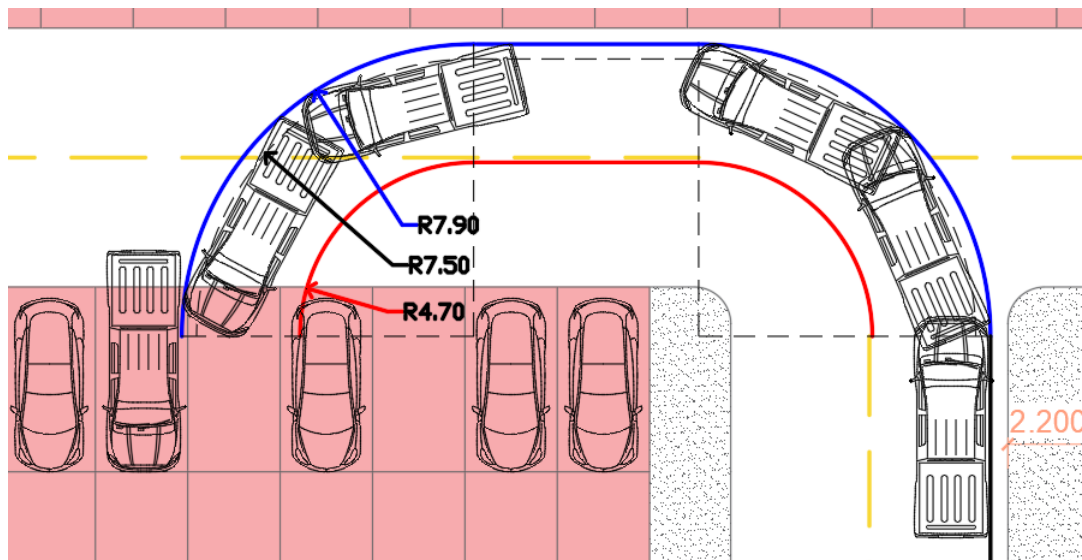
Ilustración 4. Plazas de parqueo del Paseo Shopping Machala



Fuente: Elaboración Propia

Maniobrabilidad. – El estacionamiento del establecimiento cuenta con vías de doble carril y 26 giros de 90°, todas cumplen con el radio mínimo de giro establecido en la norma NEVI-12 (Tabla 5 de este documento). Las 620 plazas también cumplen con las medidas de diseño.

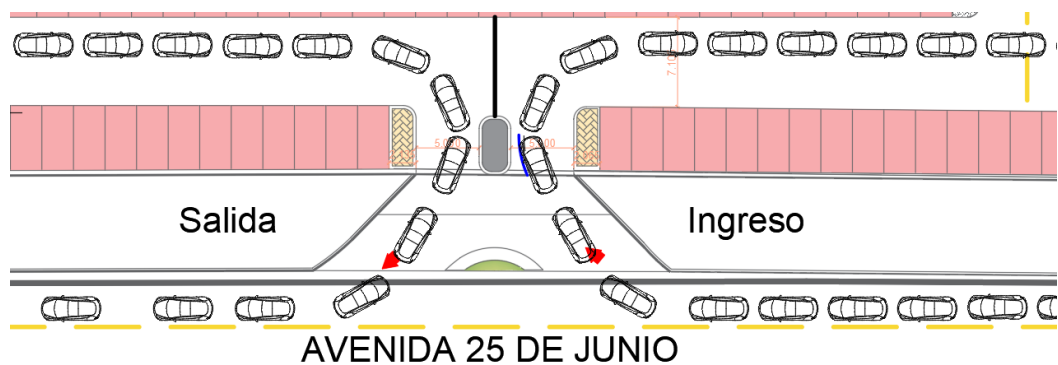
Ilustración 5. Radio de giro en esquinas y en las plazas de estacionamiento.



Fuente: Elaborado por el autor.

Formación de Colas. – El establecimiento cuenta con un único acceso para la entrada y salida de vehículos. Acorde al aforo en horario pico, se observa una tasa de ingreso máxima de 13.27 vehículos por minuto, mínima de 8.2 vehículos por minuto y un promedio de 9.96 vehículos por minuto. Las tasas de salida indican un máximo de 10.93 vehículos por minuto, mínimo de 6.2 vehículos por minuto y un promedio de 8.41 vehículos por minuto. El aforo observó que la cola formada durante la hora pico se extendió por más de 40 minutos hasta eliminarse.

Ilustración 6. Representación de la cola generada en el acceso y salida del Paseo Shopping Machala

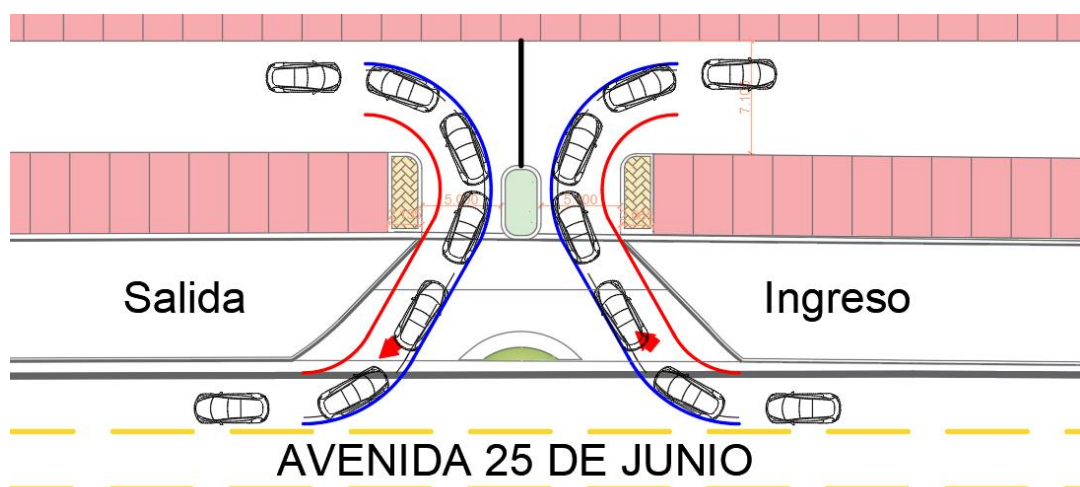


Fuente: Elaborado por el autor

4.1.3. Transporte Particular

Maniobrabilidad. _ La geometría en el único ingreso y salida habilitada por el equipamiento urbano cumple con lo establecidos en la Tabla 5 en la página 44 de este documento.

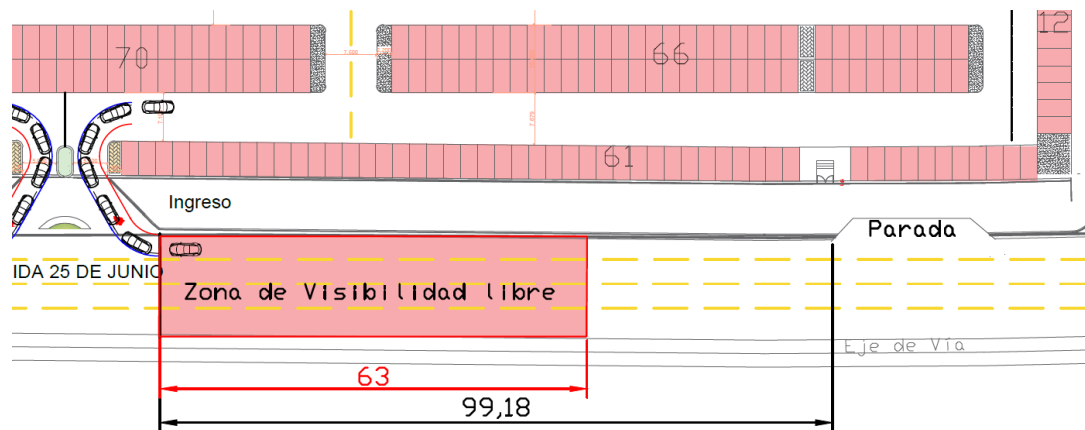
Ilustración 7. Radios de giro implantados en acceso y salida del establecimiento



Fuente: Elaborado por el autor

Visibilidad. _ La única entrada del establecimiento está ubicada en la avenida 25 de Junio. La distancia mínima de visibilidad se vincula directamente con la distancia segura de frenado establecida por las normas NEVI-12, (En la página 32 de este documento), de acuerdo con el límite de velocidad urbano de 50 kph. Esta normativa establece una distancia libre de obstáculos entre los 57.00 m y los 63.00 m. Dentro de esto se encuentran 4 elementos que obstruyen parcialmente la línea de visión entre el conductor y el equipamiento urbano que son: 3 árboles y 1 poste.

Ilustración 8. Zona de Visibilidad libre de obstáculos visuales



Fuente: Elaboración propia.

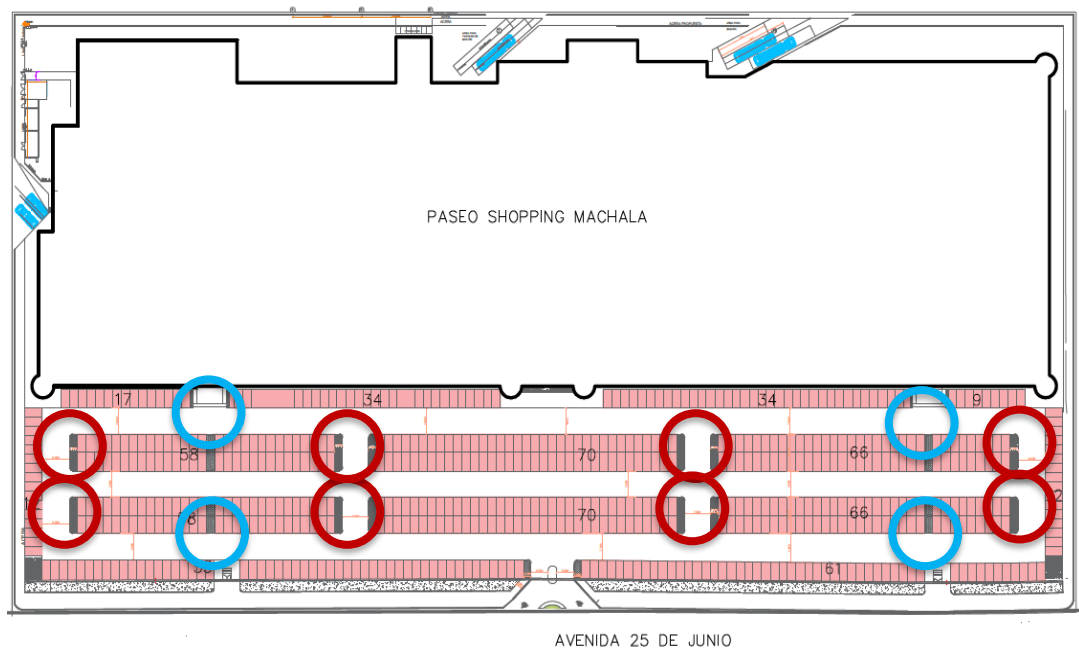
Conflictos internos:

Conflicto vehículo-vehículo. _ En la zona del estacionamiento, se identifican 8 puntos posibles de conflictos en las intersecciones de circulación presentes dentro del estacionamiento. De los cuales 8 representan un conflicto en la movilidad interna, especialmente en los giros que colindan con la salida del mismo. (Resaltos en círculos rojos)

Conflicto vehículo-peatón. _ Existen 4 pasos peatonales combinados con rompedores de velocidad, que permiten una correcta circulación. Ninguno representa un conflicto para la movilidad interna.

Conflicto vehículo-ciclista. _ Dentro del establecimiento no existe un paso exclusivo para bicicletas, ya que ocupan el mismo acceso de los peatones.

Ilustración 9. Puntos de conflicto presentes en el equipamiento urbano



Fuente: Elaboración propia.

Conflictos externos:

Conflicto vehículo-vehículo. _ En la zona de influencia ilustrada se destacan seis puntos potenciales de conflicto vehículo-vehículo, enumerados del 1 al 6. Los puntos críticos, especialmente en la ruta del punto 3 al 4, causan demoras en la salida de vehículos, lo que resulta en obstrucciones del tráfico. La congestión en el punto 4 también afecta negativamente el carril de alta velocidad. Por lo tanto, tres de los seis parámetros representan un desafío real para la movilidad en la avenida 25 de Junio.

Conflicto vehículo-peatón. _ En la Ilustración 10, el punto 3 es el único posible conflicto del tipo vehículo-peatón, ya que el paso peatonal frente al establecimiento lleva a peatones a cruzar rápidamente, y varias veces sin esperar a los conductores. Debido a esto se considera como conflicto.

Conflicto vehículo-ciclista. _ En la Ilustración 10, el punto 3 es un posible conflicto vehículo-ciclista, ya que la ciclo vía frente al establecimiento lleva a los ciclistas a cruzar rápidamente, varias veces sin esperar a los conductores. De igual manera también pasa a ser considerado un conflicto.

Ilustración 10. Conflictos vehículo-vehículo, vehículo-ciclista y vehículo-peatón.



Fuente: Elaboración propia.

Nivel de Servicio. El establecimiento ubicado en la Av. 25 de Junio cuenta con ocho carriles divididos en dos direcciones. Su capacidad máxima se estima en un volumen de tráfico de 7200 vehículos por hora. En el recuento de tráfico de enero de 2024, se registraron 2310 vehículos por hora en la dirección de Machala a El Cambio, y 2131 vehículos por hora en la dirección opuesta, sumando un total de 4441 vehículos por hora. Esto clasifica la carretera como de nivel de servicio B, con un factor de demanda/capacidad de 0.62. Al eliminar el tráfico dirigido hacia o desde el establecimiento, se observa una reducción de 643 vehículos por hora en la dirección de Machala a El Cambio y de 500 vehículos por hora en la dirección opuesta, dejando un volumen de 1667 y 1631 vehículos por hora, respectivamente. Esto resulta en un factor de demanda/capacidad de 0.46, traduciéndose en un nivel de servicio A.

Ilustración 11. Simulación de tráfico para el área de influencia del Paseo Shopping Machala



Fuente: Simulación realizada por el autor empleando el software libre SUMO

4.1.3.1. Transporte Público

Número de línea de buses. _ Para este parámetro se considera la cantidad de líneas de buses que circulan en la parada de bus más cercana al establecimiento. En el Paseo Shopping existen 5 líneas (1, 5, 6T, 13 y 18) de las distintas cooperativas de transporte de la ciudad.

Frecuencias. _ Para este parámetro se considera la frecuencia de circulación de las líneas de buses, Al tener una gran cantidad de líneas que usan la parada del Paseo Shopping Machala, se observa en campo una frecuencia de 48 buses por hora o 1 bus por cada 1.25 minutos.

Número de paradas. _ En el acceso peatonal más cercano a la entrada del Paseo Shopping Machala existe una única parada en el carril cercano de la Av. 25 de Junio.

4.2. Interpretación de los datos

Tras la evaluación de los parámetros mostrados en la Tabla 9 en la página 32 de este documento y acorde a la metodología necesaria para un Equipamiento urbano categorizado como de gran alcance, se procede a detallar cada uno de los resultados obtenidos en los distintos indicadores.

Estacionamiento:

Demanda vs Capacidad. – Durante las horas pico, el estacionamiento alcanza una ocupación del 90%, lo que resulta en la formación de colas tanto dentro como fuera del área de estacionamiento. Actualmente, solo hay un 10% de espacio libre disponible, lo que no cumple con el requisito mínimo del 60% de disponibilidad **No cumple.**

Maniobrabilidad. - las dimensiones geométricas de las 620 plazas de estacionamiento son adecuadas, lo que facilita el ingreso y salida, con una sola maniobra lo que reduce el tiempo de espera por cada plaza de parqueo. por lo tanto, este indicador: **Cumple.**

Formación de Colas. - Es evidente que la tasa promedio de ingreso al estacionamiento, de 9.96 vehículos por hora, supera la tasa promedio de salida, que es de 8.41 vehículos por hora. Además, el tiempo transcurrido desde la formación hasta la disolución de la cola es superior a 40 minutos, debido a la alta afluencia y al giro pronunciado en el acceso. Esto obliga a los conductores a reducir bruscamente su velocidad, lo que prolonga el tiempo de maniobra y genera una segunda cola interna durante el ingreso o la salida, que dura más de 36 minutos en la hora más congestionada. Por lo tanto, este parámetro evaluado **No cumple.**

Transporte particular: Acceso

Maniobrabilidad. - Al existir un único acceso es común la formación de colas ante ciertos horarios, en este caso el correcto diseño de los radios de giro les permite a los vehículos que ingresan o salen girar en una sola maniobra de giro, es decir el 100% de los giros permite una correcta circulación, al ser mayor al 60% requerido este parámetro: **Cumple.**

Visibilidad. - Los cuatro obstáculos encontrados dentro de los 63 metros definidos por la velocidad de diseño de la vía no afectan significativamente la visibilidad del acceso. Además, dicho acceso está debidamente señalizado horizontalmente. Por lo tanto, el 100%

de estos elementos no constituye un obstáculo para la visibilidad de los conductores, al ser mayor al 60% requerido **Cumple.**

Conflictos internos. - Existen principalmente los conflictos vehículo – vehículo, y el vehículo-peatón, de los 12 puntos posibles encontrados en el interior del establecimiento, solo 4 no representan un conflicto para la movilidad interna del mismo, eso equivale al 33% de los posibles conflictos provocan un impacto negativo, al no alcanzar el mínimo porcentaje del 60% este parámetro: **No cumple.**

Transporte Particular: Vía

Conflictos externos. - De los 6 posibles conflictos generados, 4 no figuran como conflictos importantes sobre la movilidad interna del equipamiento urbano, lo que equivale al 67% de los mismos, por lo tanto, al sobrepasar el mínimo porcentaje del 60% este parámetro: **Cumple.**

Nivel de Servicio. – El establecimiento ubicado en la Av. 25 de Junio muestra una variación significativa en el nivel de servicio de la vía. Con una capacidad máxima estimada de 7200 vehículos por hora, el recuento de tráfico de enero de 2024 revela un total de 4441 vehículos por hora, clasificando la carretera como de nivel de servicio B. Sin embargo, al eliminar el tráfico asociado al establecimiento, se registra una reducción sustancial en el volumen de tráfico, resultando en una mejora del nivel de servicio al tipo A. Al indagar se evidencia que el equipamiento urbano atrae una cantidad considerable de tráfico, lo suficiente como para afectar el nivel de servicio de la vía. Al no mantenerse constante el nivel de servicio el parámetro: **No cumple.**

Número de línea de buses. - Al tener 5 líneas de transporte recogiendo y dejando usuarios en la misma parada provoca inevitablemente colas de buses, perjudicando la movilidad adyacente, dado que el límite de líneas de buses óptimo para un tránsito descongestionado es de dos simultaneas, entonces este parámetro. **No Cumple**

Frecuencias. – Durante la hora pico, en la parada de autobuses circulan 48 autobuses, lo que equivale a una frecuencia de 0.8 autobuses por minuto. La referencia para este parámetro establece que la frecuencia debe ser inferior a 60 autobuses por hora o un máximo de 1 autobús por minuto. La frecuencia de campo al estar por debajo del máximo se considera que **Cumple.**

Número de paradas. – En la avenida 25 de Junio existe una única parada en el carril cercano al acceso, la teoría indica que un óptimo flujo se logra con un máximo de hasta 2 paradas para un establecimiento urbano. Por lo tanto, este parámetro **Cumple**.

Finalmente, cada uno de los parámetros es resumido en la siguiente tabla.

Tabla 11. Resultados de la Evaluación de Impacto Vial del Paseo Shopping Machala

Resultados de los Parámetros de Evaluación				
Parámetro	Resumen	Indicador	Cumple / No Cumple	Ponderación
Estacionamiento				
Demanda vs Capacidad	Estacionamiento saturado en un 90%, cuando el valor máximo es del 85%	Porcentaje	No Cumple	- 0.50
Maniobrabilidad	620 plazas de parqueo, el 100% cumplen con el radio de giro y maniobra, es decir más del 60% cumple.	Radio de Giro	Cumple	+ 0
Colas de Acceso	La cola en el acceso constante tiene una duración de 45 minutos en la hora pico hasta desaparecer, superior al 60% de la hora pico, equivalentes a 36 minutos.	Duración de la cola	No Cumple	- 0.50
Transporte Particular Acceso				
Maniobrabilidad	El único ingreso y salida (el 100%) cumple con los parámetros de radio de giro y maniobra, es decir superior al 60%.	Radio de Giro	Cumple	+ 0
Visibilidad	De los cuatro árboles que se encuentran en el camino hacia el establecimiento (El 100%), ninguno afecta la visibilidad del conductor; es decir, más del 60% no causan molestias ni obstrucciones importantes.	Obstáculos visuales	Cumple	+ 0
Análisis de conflictos	De los 12 posibles conflictos detectados en el estacionamiento, el 33% (4 de ellos) no representan un verdadero obstáculo para la movilidad, no superan el umbral del 60%	Vehículo-vehículo Vehículo-Ciclistas Vehículos-Peatonos	No Cumple	- 1.00

Transporte Particular Vía				
Análisis de conflictos	De los 6 posibles conflictos detectados en las rutas de salida hacia los cuatro puntos cardinales inmediatos, el 50% (3 de ellos) no constituyen un auténtico obstáculo para la movilidad,	Vehículo-vehículo Vehículo-Ciclistas Vehículos-Peatonos	Cumple	+ 0
Nivel de Servicio	El nivel de servicio de la vía, considerando el tráfico completo de ida y vuelta al establecimiento, es de tipo B. Sin embargo, al eliminar este tráfico, el nivel de servicio mejora hasta alcanzar el tipo A. Esto indica que el nivel de servicio no se mantiene cuando se eliminan estos viajes.	Demanda/Capacidad de vía	No Cumple	- 2.00
Transporte Público				
Cantidad de líneas de buses	En la entrada cercana a la avenida 25 de Junio existen 1 parada en la vereda de acceso en la que circulan 5 líneas de buses, al ser superior a 2 líneas se considera que no cumple	Líneas de transporte público	No Cumple	- 1.00
Frecuencias	La frecuencia de todos los autobuses que pasan por la parada es de 48 autobuses por hora, lo que equivale a un autobús cada 1.25 minutos. Dado que este valor está por encima del límite de 60 autobuses por hora o 1 autobús cada minuto, se considera que cumple con el requisito establecido.	Tiempo	Cumple	+ 0
Número de Paradas	Se identifica una parada situada en la acera contigua al equipamiento urbano. Dado que es inferior a 2 paradas, se considera que cumple con el criterio establecido.	Cantidad de Paradas	Cumple	+ 0
Sumatoria				-5.00
Evaluación = 10 – Sumatoria			=10 - 5	5.00
Cualitativo				Alto impacto

Fuente: Elaborado por el autor

Tras realizar la evaluación técnica del equipamiento urbano C.C. “Paseo Shopping” de la ciudad de Machala, ubicado en la Av. 25 de Junio de la misma ciudad, se determina que su establecimiento genera un Alto impacto sobre la movilidad

CONCLUSIONES

- A partir de la investigación en fuentes académicas validadas se recopiló gran cantidad de artículos científicos, guías metodológicas de otros países y libros que sirvieron de fundamento teórico necesarios para evaluar el impacto vial de los equipamientos urbanos en ciudades medianas de hasta 300.000 habitantes.
- Se llevó a cabo la evaluación del impacto vial de equipamientos urbanos utilizando indicadores relacionados con el estacionamiento y el transporte público y privado en el caso específico del Centro Comercial Paseo Shopping, ubicado en la ciudad de Machala, con una población inferior a 300,000 habitantes. Los resultados muestran que este equipamiento tiene un impacto significativo, clasificado como "Alto Impacto", con una puntuación de 5 sobre 10.
- Se elaboró una metodología de evaluación del impacto vial en donde se consideraron 3 indicadores para estacionamiento: Demanda/Capacidad, Maniobrabilidad y Colas de acceso; 5 indicadores de transporte privado: Maniobrabilidad exterior, visibilidad, análisis de conflictos interiores y exteriores, Nivel de servicio; y 3 indicadores de transporte público: Número de líneas de buses, frecuencias y número de paradas. Esta metodología proporciona una evaluación integral del impacto vial basada en criterios técnicos en ciudades de hasta 300.000 habitantes, lo que facilita la toma de decisiones adecuadas ante impactos que exceden los límites aceptables para las autoridades pertinentes.

RECOMENDACIONES

Las recomendaciones dadas serán de utilidad para el lector.

- Se recomienda realizar un estudio minucioso con la demanda vehicular futura del Paseo Shopping para tomar decisión sobre la apertura de sus otros accesos y salidas, evitando que se forme cola en la avenida 25 de junio, la habilitación de vías alternas que permitan desviar el tráfico de salida hacia el retorno ubicado a 20 metros de su acceso en la vía principal.
- Se recomienda realizar una verificación de las categorías A, B y C de los equipamientos urbanos utilizando una muestra representativa del total de equipamientos urbanos de escala urbana en la ciudad. Para ello, se considerará la opinión de expertos en movilidad urbana con al menos 10 años de experiencia. En caso de fallar en más de un 90% es posible recalibrar la ficha de clasificación de acuerdo a los parámetros y la realidad local de la ciudad donde se realice la evaluación.
- Se recomienda realizar la toma de datos de campo en fechas no festivas que pudieran alterar la realidad cotidiana, así como tomar datos consistentes durante la hora pico del día.

REFERENCIAS

- Sirel, a., Uzgör, O., Gökçen, F., y Yücel, C. (February de 2023). An Investigation of Urban Equipment Design in the Historical Environment based on Hagia Sophia - Sultan Ahmed Square Example. *ResearchGate*, 8, 72-89.
- Abdel-Aal, M. M. (2020). Survey-based calibration of a parking entry as a single-server mathematical queuing model: A case study. *Alexandria Engineering Journal*, 829-838.
- Arian, D., y Mustafa, G. (04 de 2021). Traffic Impact Analysis: Akasya Acibadem Shopping Mall Case Study. *Journal of Multidisciplinary Engineering Science and Technology (JMEST)*, 8(4).
- Bachechi, C., y Po, L. (10 de 2019). Traffic Analysis in a Smart City. *Association for Computing Machinery*, 275-282.
<https://doi.org/https://doi.org/10.1145/3358695.3361842>
- Clemente, M. L. (09 de 2022). Building a real-world traffic micro-simulation. *SUMO Conference Proceedings*, 03, 215-230.
<https://doi.org/https://doi.org/10.52825/scp.v3i.109>
- Condoy Armijos, A. S., Sánchez Mendieta, C. E., Medina Sánchez, Y. P., y Campuzano Vera, F. L. (2023). Evaluación Del Transporte Público Colectivo En Ciudades Intermedias. *Revista Ciencia y Construcción*, 27 - 36.
<https://rcc.cujae.edu.cu/index.php/rcc/article/view/156>
- Das, D., y Mokaddes, A. A. (2017). Level of Service for On-street Parking. *Journal of Civil Engineering*, 1-11. <https://doi.org/10.1007/s12205-017-1538-1>
- Delclós-Alió, X., Kanai, C., Soriano, L., Quitsberg, D. A., Ju, Y., Dronova, I., . . . Rodríguez, D. A. (01 de 2023). Cars in Latin America: An exploration of the urban landscape and street network correlates of motorization in 300 cities. *Travel Behaviour and Society*, 30, 192-201.
- DIPLAN. (2019). PLAN DE USO Y GESTIÓN DE USO DE SUELO DE MACHALA. machala.gob.ec:
https://www.machala.gob.ec/SIL/2022/ter/plate/PUGS_Machala/Fase%20IV%20Vol%20I%20Modelo%20de%20Gesti%C3%B3n.pdf

- Dirección de Gestión de Movilidad Cuenca. (s.f.). Lineamientos para Estudios de Impacto a la Movilidad. Cuenca, Ecuador: Dirección de Gestión de Movilidad Cuenca.
- Dirección General de Gestión de Movilidad de Cuenca. (01 de 08 de 2023). *Alcaldía de Cuenca 2023-2027. Gestión de Movilidad*: <https://www.cuenca.gob.ec/content/solicitud-y-revision-de-estudios-de-impacto-la-movilidad>
- Feliz, I. J. (2016). *FUNDAMENTOS BASICOS Y GUIA EN LA CONSTRUCCION DE CARRETERAS*. Santo Domingo, República Dominicana.: Editorial Rosado Fucsia.
- Franco, P. T. (Marzo de 2023). ¿Machala, un imán de inversiones y nuevas empresas? [https://www.eluniverso.com/noticias/economia/machala-un-iman-de-inversiones-y-nuevas-empresas-nota/#:~:text=Al%20igual%20que%20Macas%2C%20tambi%C3%A9n,Cuenca%20\(7%2C80%20%25\)](https://www.eluniverso.com/noticias/economia/machala-un-iman-de-inversiones-y-nuevas-empresas-nota/#:~:text=Al%20igual%20que%20Macas%2C%20tambi%C3%A9n,Cuenca%20(7%2C80%20%25)).
- G.A.D. Municipal de Machala. (2018). *Plan de Uso y Gestión de Suelos (PUGS)*. Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal de Machala, Departamento de Planificación Urbana de Machala. Machala: Alcaldía de Machala. https://www.machala.gob.ec/SIL/2022/ter/plate/PUGS_Machala/Fase%20II%20B%20Diagnostico%20Territorial.pdf
- Gutierrez, R., García Depestre, R. A., y Luis Enrique, G. H. (2023). Procedimiento para determinar la velocidad promedio de viaje en carreteras rurales de dos carriles, Cuba. *Revista de Arquitectura e Ingeniería*.
- Instituto Nacional de Estadísticas y Censos. (22 de 09 de 2022). Censo Poblacional Ecuador 2023. Quit. <https://www.censoecuador.gob.ec/data-y-resultados/#pix-tab-398c8f9c-4977318>
- Instituto Nacional de Estadísticas y Censos. (Junio de 2023). Censo Poblacional 2022 Ecuador. <https://www.ecuadorencifras.gob.ec/estadisticas/>
- Ioannis Chatziioannou, Alexandros, N., Panagiotis , G. T., Efthimios, B., Alvarez Icaza, L., Chias Becerril, L., . . . Rexfelt, O. (03 de 2023). Ranking sustainable urban mobility indicators and their matching transport policies to support liveable city Futures: A MICMAC approach. *ELSEVIER*, 18.

- Jaideep Mukherjee, y Kadali, B. R. (2022). A Comprehensive Review of Trip Generation Models based on Land Use Characteristics in the Perspective of Developing Countries' Context. *Transportation Research Part D: Transport and Environment*, 109. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.trd.2022.103340>
- Janak, P., Pritikana, D., Farhat, A., Sanjay, D., y Ravindra, K. (2020). Evaluation of Parking Characteristics: A case study of Delhi. *Transportation Research Procedia*, 48, 2744-2756. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.trpro.2020.08.242>
- Jenkins, A., y Hall, F. (2018). Traffic Flow Theory: Characteristics, Experimental Methods, and Numerical Techniques. *Transportation Research Part B: Methodological*. 110,125-137.
- Johari, M., Mehdi, K.-E., y Dong, N. (2020). Impacts of bus stop location and berth. *IET Journals*. <https://doi.org/doi:10.1049/iet-its.2019.0860>
- Kakan, C. D., Md, T. R., Subaish, D., y Amrit, M. W. (2023). Left turn phasing selection considering vehicle to vehicle and vehicle to pedestrian conflicts. *Journal of Traffic and Transportation Engineering*, 58-69. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.jtte.2021.07.006>
- Litman, T. (2016). *Parking Management Strategies, Evaluation and Planning*. Canada: Victoria Transport Policy Institute.
- Loong Chuen Lee, Choong-Yeun Liong, y Abdul Aziz Jemain. (2018). Validity of the best practice in splitting data for hold-out validation strategy as performed on the ink strokes in the context of forensic science. *MICROCHEMICAL JOURNAL*. <https://doi.org/10.1016/j.microc.2018.02.009>
- Mafla, I. G., Beltrán, D. M., y Mora, E. J. (30 de 04 de 2021). Análisis de la movilidad urbana en la ciudad de Tulcán, Ecuador. *Revista Espacios*, 4. <https://doi.org/10.48082/espacios-a21v42n08p04>
- MAI, N. T., y CUONG, D. M. (2021). The Application of Queueing Theory in the Parking Lot: a Literature Review. *Advances in Economics, Business and Management Research*.
- Mammen, N., K. C., W., y Verghese, V. (2021). Traffic Impact Assessment of a Proposed Shopping Mall in a Medium-Sized Town. *Lecture Notes in Civil Engineering*, 261, 673-688. <https://doi.org/https://doi.org/10.1007/978-981-19-2273-2>

- MARANA'S TRAFFIC ENGINEERING DEPARTMENT. (2017). Transportation Impact Analysis. Marana, Arizona, United States. https://www.maranaaz.gov/s/MaranaTransportationImpactAnalysisFINAL_20171101A.PDF
- Marlin A, A., Gómez, C., Fontalvo, J., y Gómez, A. (2019). Análisis de la Movilidad Vehicular en el Departamento de La Guajira usando Simulación. El Caso de Riohacha y Maicao.
- Ministerio de Transporte y Obras Públicas del Ecuador. (2013). Norma Ecuatoriana Vial NEVI-12-MTOP. En *NEVI-12* (pp. 500-588). Quito: Ministerio de Transporte y Obras Publicas.
- Ministerio de Transporte y Obras Públicas del Ecuador. (2013). Normas para Estudios y Diseños Viales. Quito.
- Moses, K., Punniamurthy, S., y K, M. (2021). Study of Traffic Impact Assessment on Commercial Malls in an Urban Area -A case study of the proposed mall in Cuddalore Municipality. *Tierärztliche Praxis*, 41, 516 -529.
- MTOP. (2013). NORMA PARA ESTUDIOS Y DISEÑOS VIALES. En MTOP, *NORMA ECUATORIANA VIAL NEVI-12-MTOP* (pp. 63-72). Quito, Ecuador: Ministerio de Transporte y Obras Públicas. Obras Públicas Gobierno Ecuatoriano: https://www.obraspublicas.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2013/12/01-12-2013_Manual_NEVI-12_VOLUMEN_2A.pdf
- Pallav Kumar, Manraj Singh Bains, Nipjyoti Bharadwaj, Shriniwas Arkatkar, y Gaurang Joshi. (2018). Impact assessment of driver speed limit compliance behavior on macroscopic traffic characteristics under heterogeneous traffic environmen. *Transportation Letters*. <https://doi.org/10.1080/19427867.2018.1512200>
- Ramos, R. T. (2016). *Historia de Las Carreteras y Sus Firmes. Conceptos Teoricos Basicos de las Carreteras Actuales (Historia e ingenieria de las Carreteras)* (Primera ed.). (C. I. Platform, Ed.)
- Rodrigue, J. P. (2020). Transportation and Land Use. En *International Encyclopedia of Human Geography* (pp. 470-475). New York, Estados Unidos.
- Servicio de Evaluación Ambiental. (Septiembre de 2022). Criterio de Evaluación en el SEIA: Contenidos técnicos para la Evaluación del Impacto Sobre la libre

- Circulación, conectividad y tiempos de Desplazamiento en Proyectos Inmobiliarios. (1). Santiago, Chile.
https://www.sea.gob.cl/sites/default/files/imce/archivos/2022/09/28/criterio_de_evaluacion_articulo_7b_rseia_proyectos_inmobiliarios_compressed.pdf
- Shubham, K. S., Subhrajit, B., y Indrani, C. (2020). IMPORTANCE OF TRAFFIC AND TRANSPORTATION PLAN IN THE CONTEXT OF LAND USE PLANNING FOR INDIAN CITIES. *International Journal of Town Planning and Management*, 6(2).
- Tomasz Szczuraszek, M. (15 de 07 de 2018). Transport attractiveness of shopping malls. *Technical Transactions*, 115, 101-112. <https://doi.org/10.4467/2353737XCT.18.103.8798>
- Velmurugan, S., Namrita Kalsi, Kayitha Ravinder, Madhu Erramapalli, Kannan S, y Padma S. (2020). Traffic Impact Assessment for Sustainable Development in Urban Areas. *Transportation Research*, 48, 3173-3187. <https://doi.org/10.1016/j.trpro.2020.08.165>
- Xiaofang, Z., Zhuo, W., Lei, Z., Honghui, D., Limin, J., y Yong, Q. (07 de 2012). Traffic impact analysis of urban construction projects based on traffic simulation. *2012 24th Chinese Control and Decision Conference (CCDC)*.
- Younes, R., y Moussa, N. (February de 2018). A Cellular Automata Model for Urban Traffic with Multiple Roundabouts. *Chinese Journal of Physics*.
- Zhou, P., y Chang, Y. (July de 2021). Automated classification of building structures for urban built environment identification using machine learning. *ELSEVIER*.

ANEXOS

Anexo 1. Ficha de Categorización previo a Evaluación de Impacto Vial.

DEFINICIONES Y DIRECTRICES								
Hay 17 parámetros para precalificar el estudio, del parámetro 1 al 14 deben tener asignado el valor de 1 en cada fila								
Los parámetros 15, 16 y 17 pueden quedar vacíos en caso de No aplicar								
Plazas de Estacionamiento: Incluye los espacios de estacionamiento público o privados que ocupan los usuarios al acceder al equipamiento.								
Flujo Vehicular: Son los vehículos que ingresan al equipamiento (sin importar su tiempo de estancia). En caso de no poseer estacionamiento interno se considera a los vehículos que transporten al usuario final a las cercanías del establecimiento.								
Área COMERCIAL: Área medida en m2 de construcción dedicada a comercio. No incluye el área de estacionamientos								
Área para SALUD: Área medida en m2 de construcción dedicada a centros de salud. No incluye el área de estacionamientos								
Área de espacio PÚBLICO: Área medida en m2 de áreas verdes, estacionamientos, vías, pasos peatonales, boulevares, pasillos, caminos, etc.								
Área DEPORTIVA o SOCIAL: Área medida en m2 de áreas sociales y deportivas como: canchas, piscinas, pistas, patios, gradas, etc.								
Área para VIVIENDA o URBANIZACIÓN: Área de implantación medida en Hectáreas dedicada exclusivamente a viviendas, conjuntos residenciales, edificios habitables.								
Cercanía a Obras/ Estructuras Viales: Distancia más corta medida en metros desde cualquier ingreso o salida del equipamiento urbano hasta la(s) obra(s)/estructura(s) vial(es) cercanas.								
INFORMACIÓN DEL PROYECTO / EQUIPAMIENTO								
Ciudad:								
Dirección:								
Parroquia:								
Nombre de Equipamiento Urbano:								
PARÁMETROS DE CATEGORIZACIÓN								
ID	PARÁMETRO	UNIDAD	RANGO 1	RANGO 2	RANGO 3			
ESTACIONAMIENTO Y FLUJO VEHICULAR								
1	Plazas de Estacionamiento	unidad	40 o mas	15 a 40	15 o menos			
2	Flujo Vehicular	veh/hora	50 o mas	25 a 50	25 o menos			
ÁREAS								
3	Área COMERCIAL	m2	500 o mas	250 a 500	250 o menos			
4	Área para SALUD	m2	500 o mas	250 a 500	250 o menos			
5	Área de espacio PUBLICO	m2	500 o mas	250 a 500	250 o menos			
6	Área DEPORTIVA o SOCIAL	m2	1000 o mas	500 a 1000	500 o menos			
7	Área para VIVIENDA o URBANIZACION	Ha	5 o mas	1 a 5	1 o menos			
CERCANÍA A OBRAS / ESTRUCTURAS VIALES								
8	Puente Vehicular	m	300 o menos	300 a 600	600 o mas			
9	Redondel	m	300 o menos	300 a 600	600 o mas			
10	Intercambiadores	m	200 o menos	200 a 500	500 o mas			
11	Intersección semafórica	m	200 o menos	200 a 500	500 o mas			
12	Carreteras Principales	m	200 o menos	200 a 500	500 o mas			
13	Autopistas Estatales	m	200 o menos	200 a 500	500 o mas			
USOS ESPECIALES								
14	Uso para CULTO o RELIGIOSO	Personas	100 o mas	30 a 100	30 o menos			
15	Uso EDUCATIVO	Establecimiento	Universidad	No Aplica	N/A	No Aplica	N/A	
16	Uso EDUCATIVO	Establecimiento	Basico, Secundario, Bach.	Inicial, Kinder		No Aplica	N/A	
17	Uso Industrial	Establecimiento	Industria	No Aplica	N/A	No Aplica	N/A	
			SubTotal	Sumatoria 1	Sumatoria 2	Sumatoria 3		
Ponderación			$\text{Puntaje} = 1x(\text{Sum 1}) + 0.50x(\text{Sum 2}) + 0.25x(\text{Sum 3})$ $\text{Puntaje} = 1.00x() + 0.50x() + 0.25x() =$					
TIPO DE EVALUACIÓN DE IMPACTO VIAL								
Avanzado			Puntaje mayor o igual a 8					
Medio			Puntaje mayor o igual a 5.25 y menor a 8					
Básico			Puntaje menor a 5.25					

Tabla 12. Ficha de Categorización de Equipamientos Urbanos

Anexo 2. Ficha de Requisitos para Evaluación de Impacto Vial.

FICHA DE REQUISITOS PARA EVALUACIÓN DE IMPACTO VIAL					
Área de influencia y ventana de tiempo					
Item	Delimitante Espacial y Temporal	Descripción	Avanzada	Media	Básica
A	Área de influencia del equipamiento urbano	RADIO Acorde a la influencia del equipamiento urbano, se determina un área mínima de estudio, que servirá para modelar (en caso de ser necesario) las vías, intersecciones, paradas, etc. El parámetro está dado en un radio a la redonde del centro del proyecto	500 m	250 m	intersección o vía cercana
B	Ventana de tiempo para los análisis	TIEMPO Acorde a la influencia del equipamiento urbano, se determina un intervalo de tiempo para proyectar los análisis del flujo de tránsito	10 a 20 años	3 a 10 años	1 a 3 años
Item	Descripción	Estudio o Análisis	Avanzada	Media	Básica
Estacionamiento					
1		Análisis mediante Oferta/Demanda del estacionamiento	Si	Si	No
2	Análisis de estacionamiento dentro y fuera del predio	Análisis de Maniobrabilidad dentro del estacionamiento	Si	Si	No
3		Análisis de la formación de colas en el acceso al parqueadero o en la vía(s) de acceso	Si	Si	No
Transporte Particular					
4	Análisis de la composición geométrica desde la vía(s) de acceso hasta el estacionamiento, el análisis se realizará en estado actual y proyectando el flujo de tránsito acorde al nivel de Evaluación A, B o C	Análisis de Radios de giro en acceso y salida	Si	Si	Si
5		Análisis de Visibilidad e incorporación a la vía(s) de acceso	Si	Si	Si
6		Análisis de conflicto: vehículo-vehículo	Si	Si	Si
7		Análisis de conflicto: vehículo-peatón	Si	Si	Si
8		Análisis de conflicto: vehículo-ciclista (Si y solo si existe ciclovía)	Si	Si	Si
9		Análisis del flujo de tráfico	Si	No	No
10		Análisis del conflicto vehículo- vehículo	Si	No	No
11		Análisis del conflicto vehículo-peaton	Si	No	No
12	Análisis de Capacidad y niveles de servicio de la(s) vía(s) o interseccion(es) afectadas por el equipamiento urbano en el horario pico más desfavorable CON EL TRÁNSITO GENERADO POR EL EQUIPAMIENTO URBANO	Si	No	No	
Transporte Público					
13	Análisis de la(s) línea(s) de bus(es) que puedan entrar en conflicto con el equipamiento urbano	Análisis de Líneas de buses: N° Línea de Buses, en el área de estudio	Si	No	No
14		Análisis de Líneas de buses: Frecuencia de buses en el área de estudio	Si	No	No
15		Análisis de la posición de las paradas existentes en el área de estudio	Si	No	No

Anexo 3. Ficha de Categorización - C.C. Paseo Shopping Machala.

FICHA DE CATEGORIZACIÓN PARA EVALUACIÓN DE IMPACTO VIAL									
DEFINICIONES Y DIRECTRICES									
Hay 17 parámetros para precalificar el estudio, del parámetro 1 al 14 deben tener asignado el valor de 1 en cada fila									
Los parámetros 15, 16 y 17 pueden quedar vacíos en caso de No aplicar									
Plazas de Estacionamiento: Incluye los espacios de estacionamiento público o privados que ocupan los usuarios al acceder al equipamiento.									
Flujo Vehicular: Son los vehículos que ingresan al equipamiento (sin importar su tiempo de estancia). En caso de no poseer estacionamiento interno se considera a los vehículos que transporten al usuario final a las cercanías del establecimiento.									
Área COMERCIAL: Área medida en m2 de construcción dedicada a comercio. No incluye el área de estacionamientos									
Área para SALUD: Área medida en m2 de construcción dedicada a centros de salud. No incluye el área de estacionamientos									
Área de espacio PÚBLICO: Área medida en m2 de áreas verdes, estacionamientos, vías, pasos peatonales, boulevares, pasillos, caminos, etc.									
Área DEPORTIVA o SOCIAL: Área medida en m2 de áreas sociales y deportivas como: canchas, piscinas, pistas, patios, gradas, etc.									
Área para VIVIENDA o URBANIZACIÓN: Área de implantación medida en Hectáreas dedicada exclusivamente a viviendas, conjuntos residenciales, edificios habitables.									
Cercanía a Obras/ Estructuras Viales: Distancia más corta medida en metros desde cualquier ingreso o salida del equipamiento urbano hasta la(s) obra(s)/estructura(s) vial(es) cercanas.									
INFORMACIÓN DEL PROYECTO / EQUIPAMIENTO									
Ciudad: Machala									
Dirección: Avenida 25 de Junio									
Parroquia: El Cambio									
Nombre de Equipamiento Urbano: Centro Comercial Paseo Shopping Machala									
PARÁMETROS DE CATEGORIZACIÓN									
ID	PARÁMETRO	UNIDAD	RANGO 1	RANGO 2	RANGO 3				
ESTACIONAMIENTO Y FLUJO VEHICULAR									
1	Plazas de Estacionamiento	unidad	40 o mas	1	15 a 40			15 o menos	
2	Flujo Vehicular	veh/hora	50 o mas	1	25 a 50			25 o menos	
ÁREAS									
3	Área COMERCIAL	m2	500 o mas	1	250 a 500			250 o menos	
4	Área para SALUD	m2	500 o mas		250 a 500			250 o menos	1
5	Área de espacio PUBLICO	m2	500 o mas	1	250 a 500			250 o menos	
6	Área DEPORTIVA o SOCIAL	m2	1000 o mas	1	500 a 1000			500 o menos	
7	Área para VIVIENDA o URBANIZACION	Ha	5 o mas		1 a 5			1 o menos	1
CERCANÍA A OBRAS / ESTRUCTURAS VIALES									
8	Puente Vehicular	m	300 o menos		300 a 600			600 o mas	1
9	Redondel	m	300 o menos		300 a 600	1		600 o mas	
10	Intercambiadores	m	200 o menos		200 a 500			500 o mas	1
11	Intersección semafórica	m	200 o menos	1	200 a 500			500 o mas	
12	Carreteras Principales	m	200 o menos	1	200 a 500			500 o mas	
13	Autopistas Estatales	m	200 o menos		200 a 500			500 o mas	1
USOS ESPECIALES									
14	Uso para CULTO o RELIGIOSO	Personas	100 o mas		30 a 100			30 o menos	1
15	Uso EDUCATIVO SUPERIOR	Establecimiento	Universidad		No Aplica	N/A		No Aplica	N/A
16	Uso EDUCATIVO	Establecimiento	Basico, Secundario, Bach.		Inicial, Kinder			No Aplica	N/A
17	Uso Industrial	Establecimiento	Industria		No Aplica	N/A		No Aplica	N/A
SubTotal			Sumatoria 1	7	Sumatoria 2	1	Sumatoria 3	6	
Ponderación		$\text{Puntaje} = 1x(\text{Sum 1}) + 0.75x(\text{Sum 2}) + 0.25x(\text{Sum 3})$ $\text{Puntaje} = 1.00x(7) + 0.75x(1) + 0.25x(6) =$						9.25	
TIPELECCION DE TIPO DE EVALUACION A, E La evaluación se escoge por intervalos.									
Evaluación Tipo A		Puntaje mayor o igual a 8						TIPO A	
Evaluación Tipo B		Puntaje mayor o igual a 5.25 y menor a 8							
Evaluación Tipo C		Puntaje menor a 5.25							

Anexo 4. Modelo de clasificación de equipamientos urbanos de la ciudad de Machala.

ESTABLECIMIENTO	CATEGORIA		CALIFICACION			
	ESPERADA	OBTENIDA	OBTENIDA	TIPO A	TIPO B	TIPO C
Centro Comercial "La Piazza"	A	A	9.00	9.00		
Centro Comercial Oro Plaza.	A	A	9.00	9.00		
Comercial Gran AKI.	A	A	8.50	8.50		
Almacén de Ropa DePratti.	A	A	8.00	8.00		
Centro de Diálisis.	A	B	7.00		7.00	
Urbanización Ciudad Verde.	A	A	8.75	8.75		
Urbanización Santa Inés.	A	A	8.75	8.75		
Urbanización Fontari.	A	A	8.00	8.00		
SuperMaxi (Pto Bolívar)	B	A	8.00	8.00		
Centro Deportivo Orenses.	A	B	7.25		7.25	
Unidad Educativa El Pacífico.	A	A	8.25	8.25		
Unidad Educativa Santa María.	A	A	9.75	9.75		
Unidad Educativa Marcel Laniado de Wind.	A	A	9.00	9.00		
Urbanización Oro Brianza	A	B	7.75		7.75	
Unidad Educativa Liceo Naval	A	A	9.00	9.00		
Gasolinera P&S Brisas.	B	B	7.75		7.75	
Gasolinera Primax Brisas.	B	B	7.25		7.25	
Gimnasio Nova Gym	B	B	6.75		6.75	
Subcentro de Salud C, la primavera	B	B	7.25		7.25	
Centro de Distribución Pilsener.	B	B	6.50		6.50	
Hotel Veuxot	B	B	7.75		7.75	
Centro de Distribución Logístico Servientrega Ferroviaria.	B	B	5.75		5.75	
Urbanización Ciudad Palmera.	B	A	8.25	8.25		
Centro de Dialisis	A	B	7.00		7.00	
Urbanización Palma de Oro.	B	B	5.75		5.75	
Distribuidora de Gas.	B	B	6.00		6.00	
Mercado 25 de Junio	B	B	7.75		7.75	
Cooperativa JEP	B	B	7.75		7.75	
Hospital del IEISS	B	B	7.75		7.75	
Parqueadero Público (25 de junio entre Guayas y Ayacucho)	B	B	7.00		7.00	
Restaurante PEPE'S	C	C	4.75			4.75
Edificio Rentero Eliezer	C	C	5.00			5.00
Edificio Comercial en Arizaga	C	C	5.00			5.00
Edificio Rentero Av 25 junio	C	C	5.00			5.00
Edificio Comercial Av 25 de Junio	C	C	5.00			5.00
Restaurante la Olla Criolla	C	C	5.50			5.50
Chifa Cantón Chino	C	C	5.50			5.50
La esquina de Ales	C	C	5.50			5.50
Distribuidora Jaramillo	C	C	5.50			5.50
			MINIMO	8.00	5.75	4.75
			MAXIMO	9.75	7.75	5.50

Fuente: Ing. Omar Pita, técnico especialista en movilidad urbana.

Anexo 5. Estaciones empleadas para la distribución de tránsito del redondel.

ESTACIONES	
Entradas	Salidas
E1: Entrada de la Av. Alejandro Castro Benítez.	S1: Salida de la Av. Alejandro Castro Benítez.
E2: Entrada Av. 25 de Junio, Palmar	S2: Salida de la Av. 25 de Junio, Importadora Tomebamba
E3: Entrada hacia la Ferroviaria	S3: Salida desde la Ferroviaria
E4: Entrada Av. 25 de Junio, hacia Shopping	S4: Salida Av. 25 de Junio, desde el Shopping



Ingreso y Salida del Centro Comercial Paseo Shopping punto clave de conflictos vehículo-vehículo, peatón y ciclista. Fuente: El autor



Cola en la entrada del Centro Comercial, y su interacción con el transporte público. Fuente: El autor