



UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE CUENCA

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CUENCA

Comunidad Educativa al Servicio del Pueblo

**UNIDAD ACADÉMICA DE INGENIERÍA, INDUSTRIA Y
CONSTRUCCIÓN**

CARRERA DE INGENIERIA CIVIL

**ANÁLISIS COMPARATIVO DE LAS NORMAS NEVI-2012 Y EL REGLAMENTO DE
LA LEY DE SISTEMA DE INFRAESTRUCTURA VIAL DEL TRANSPORTE
TERRESTRE VIGENTE**

**PROYECTO DE TITULACIÓN PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE
INGENIERO CIVIL**

AUTOR: PABLO ANDRES AREVALO OTORONGO

DIRECTOR: ING. FRANCISCO JOSÉ DARQUEA CÓRDOVA

CUENCA - ECUADOR

2025-2024

DIOS, PATRIA, CULTURA Y DESARROLLO



UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CUENCA

Comunidad Educativa al Servicio del Pueblo

**UNIDAD ACADÉMICA DE INGENIERÍA, INDUSTRIA Y
CONSTRUCCIÓN
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL**

ANÁLISIS COMPARATIVO DE LAS NORMAS NEVI-2012 Y EL REGLAMENTO DE
LA LEY DE SISTEMA DE INFRAESTRUCTURA VIAL DEL TRANSPORTE
TERRESTRE VIGENTE

**PROYECTO DE TITULACIÓN PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE
INGENIERO CIVIL**

AUTOR: PABLO ANDRES ARÉVALO OTORONGO

DIRECTOR: ING. FRANCISCO JOSÉ DARQUEA CÓRDOVA

CUENCA - ECUADOR

2025

DIOS, PATRIA, CULTURA Y DESARROLLO

DECLARATORIA DE AUTORÍA Y RESPONSABILIDAD

Pablo Andrés Arévalo Otorongo portador de la cédula de ciudadanía N° 0107296535. Declaro ser el autor de la obra: “Análisis comparativo de las normas NEVI-2012 y el Reglamento de la Ley de Sistema de Infraestructura Vial del Transporte Terrestre Vigente”, sobre la cual me hago responsable sobre las opiniones, versiones e ideas expresadas. Declaro que la misma ha sido elaborada respetando los derechos de propiedad intelectual de terceros y eximo a la Universidad Católica de Cuenca sobre cualquier reclamación que pudiera existir al respecto. Declaro finalmente que mi obra ha sido realizada cumpliendo con todos los requisitos legales, éticos y bioéticos de investigación, que la misma no incumple con la normativa nacional e internacional en el área específica de investigación, sobre la que también me responsabilizo y eximo a la Universidad Católica de Cuenca de toda reclamación al respecto.

Cuenca, 15 de abril de 2024

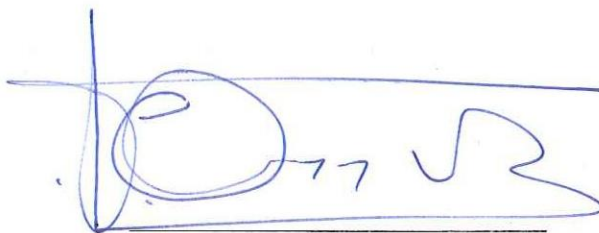
F: 
Pablo Andrés Arévalo Otorongo
0107296535

CERTIFICADO

Certifico que el presente trabajo de titulación con el tema “Análisis comparativo de las normas NEVI-2012 y el Reglamento de la Ley de Sistema de Infraestructura Vial del Transporte Terrestre Vigente”, fue desarrollado por **Pablo Andrés Arévalo Otorongo**, bajo mi supervisión.

Atentamente,

DIOS, PATRIA CULTURA Y DESARROLLO

A handwritten signature in blue ink, consisting of a large, stylized 'D' followed by 'ar' and 'C', all enclosed within a horizontal line.

Ing. Francisco José Darquea Córdova

C.I. 0103784179

DOCENTE – TUTOR

DEDICATORIA

Quiero que arregles las faltas de ortografía en este párrafo. A la memoria de mi padre, que me ayudó a salir adelante y me guio con su amor y sacrificio en cualquier situación que se me presentara en el transcurso de mi vida universitaria, que me enseñó que “La universidad, al igual que la vida, es una carrera de resistencia en la que gana el que no se da por vencido”. Me contó que cuando Alejandro Magno desembarcó en Persia con su ejército, se dio cuenta de que las tropas rivales triplicaban las suyas. Entonces ordenó quemar los barcos que los transportaban y con esto no dio opción a la retirada, la única opción era seguir adelante con determinación hacia una victoria o derrota. En el transcurso de mi vida y mi vida universitaria, ha sido un viaje en donde no hubo nunca vuelta atrás, donde cada desafío fue una oportunidad para demostrar que con esfuerzo y dedicación se puede seguir adelante. Gracias pa, por enseñarme a seguir sin miedo. Esta meta es tuya también.

AGRADECIMIENTOS

Agradezco primeramente a Dios por darme la fortaleza necesaria y a mis padres, Pablo Arévalo y Lucia Otorongo, por haber estado siempre apoyándome en esta trayectoria universitaria y brindándome sus consejos y apoyo incondicional. Esta meta cumplida es suya también porque, sin su sacrificio y enseñanzas, nada de esto habría sido posible. Les estaré eternamente agradecido por ser siempre mi motivación y por acompañarme en este camino.

A mis docentes que con su conocimiento, paciencia y motivación fueron los guías fundamentales en mi formación tanto académica como también profesional, en especial a la Ing. Paola Delgado, Ing. Francisco Darquea e Ing. César Maldonado, Eduardo Palma quienes con su dedicación, conocimiento y guía han sido fundamentales en mi formación académica y desarrollo de este trabajo.

RESUMEN

En la presente tesis se hace un análisis de las diferencias y oportunidades para mejorar en el marco de lo normativo la infraestructura vial del Ecuador, específicamente entre la Norma Ecuatoriana de Vialidad (NEVI-2012 Volumen 2A) y el Reglamento de la Ley de Sistema de Infraestructura Vial del Transporte Terrestre. Se realiza también una comparación con normativas internacionales como la American Association of State Highway and Transportation Officials (AASHTO) de Estados Unidos, el Instituto Nacional de Vías de Colombia INVIAS de Colombia y el Manual de Carreteras: Diseño Geométrico de Perú. Con el propósito de identificar las fortalezas y debilidades para planificar una posible actualización necesaria en el reglamento ecuatoriano y garantizar una infraestructura vial más adecuada, moderna y eficiente.

En las principales discrepancias está el uso del Trafico Promedio Diario Anual (TPDA) y el Trafico Promedio Diario Anual Proyectado (TPDAd) como criterios de clasificación vial. Mientras que el reglamento usa el TPDA para reflejar el tráfico actual, este parámetro resulta insuficiente para las demandas vehiculares modernas.

El reglamento de acuerdo al diseño geométrico carece de especificaciones técnicas detalladas, a diferencia de la normativa NEVI y las normativas internacionales comparadas, mismas que incorporan criterios claros como radios de curvatura, pendientes máximas, anchos de carril y datos de sostenibilidad ambiental.

Se propone una actualización del reglamento para que contenga tanto el TPDAd como criterio de planificación vial actualizado y también parámetros técnicos para el diseño

geométrico. Esto puede garantizar que la normativa ecuatoriana sea más eficiente y compatible con estándares internacionales.

Palabras clave: infraestructura vial, normativa ecuatoriana, diseño geométrico, actualización reglamentaria.

ABSTRACT

This thesis analyzes the differences and opportunities for improvement within the regulatory framework of Ecuador's road infrastructure, specifically between the Ecuadorian Road Standard (NEVI-2012 Volume 2A) and the Regulations of the Organic Law of the National Road Infrastructure System for Land Transport. It also compares these with international standards such as the American Association of State Highway and Transportation Officials (AASHTO) from the United States, Colombia's National Roads Institute (INVIAS), and Peru's Geometric Design of Roads Handbook. The aim is to identify strengths and weaknesses to plan necessary updates to the Ecuadorian regulations, ensuring a more appropriate, modern, and efficient road infrastructure system.

Among the main discrepancies is the use of the Annual Average Daily Traffic (AADT) and the Projected Annual Average Daily Traffic (PAADT) as road classification criteria. While the regulations use the AADT to reflect current traffic, this parameter is insufficient for modern vehicular demands.

According to the geometric design, the regulations lack detailed technical specifications, unlike the NEVI standard and the international comparison standards, which incorporate clear criteria such as radius of curvature, maximum slopes, lane widths, and environmental sustainability data.

The study proposes updating the regulations to incorporate the PAADT as a modern road planning criterion and technical parameters for geometric design. This would ensure that Ecuadorian regulations are more efficient and compatible with international standards.

Keywords: road infrastructure, Ecuadorian regulations, geometric design, regulatory update.

TABLA DE CONTENIDOS

DEDICATORIA	V
AGRADECIMIENTOS	VI
RESUMEN	VII
ABSTRACT	IX
TABLA DE CONTENIDOS	X
LISTA DE TABLAS	XII
CAPITULO I: GENERALIDADES	13
1.1. Antecedentes	13
1.2. Introducción	15
1.3. Justificación	16
1.4. Objetivos	18
1.4.1. Objetivos Generales	18
1.4.2. Objetivos Específicos	18
CAPITULO II: MARCO TEORICO Y ESTADO DEL ARTE	19
2.1. Marco Teórico	19
2.1.1. Conceptos claves	19
Infraestructura vial	19
Normativas viales	19
Radios de curvatura	19
Pendientes máximas	20
Ancho de carril	20
Sostenibilidad ambiental en infraestructura vial	20
El TPDA y el TPDA en la Planificación y Diseño de Infraestructura Vial	21
2.2. Estado del Arte	22
CAPITULO III: METODOLOGIA	24
3.1. Enfoque Metodológico para Análisis Comparativo	24
3.2. La Infraestructura Vial y su Impacto en el Desarrollo de Ecuador	25
3.3. Las Normativas Ecuatorianas de Vialidad (NEVI-2012) Volumen 2	26

3.4.	Reglamento de la Ley de Sistema de Infraestructura Vial del Transporte Terrestre	27
3.5.	Necesidad de Actualización y Comparación Normativa	28
3.6.	Evolución de la NEVI y su Influencia en la Infraestructura Vial	29
CAPITULO IV: ANALISIS COMPARATIVO DE LAS NORMATIVAS		31
4.1.	Análisis de las Normas Ecuatorianas de Vialidad (NEVI 2012)	31
4.1.1.	Clasificación vial.....	31
4.1.2.	Diseño geométrico.....	33
4.1.3.	Sostenibilidad ambiental	36
4.2.	Análisis del Reglamento de la ley de sistema de infraestructura vial del transporte terrestre	37
4.2.1.	Clasificación vial.....	37
4.2.2.	Diseño geométrico.....	40
4.2.3.	Sostenibilidad ambiental	41
4.3.	Análisis de la Normativa AASHTO	43
4.3.1.	Clasificación Vial.....	43
4.3.2.	Diseño Geométrico.....	44
4.3.3.	Sostenibilidad ambiental	46
4.4.	Análisis de la Normativa del Instituto Nacional de Vías INVIAS	48
4.4.1.	Clasificación vial.....	48
4.4.2.	Diseño geométrico.....	49
4.4.3.	Sostenibilidad ambiental	51
4.5.	Análisis de la Normativa Peruana, Manual de Carreteras: Diseño Geométrico ...	52
4.5.1.	Clasificación vial.....	52
4.5.2.	Diseño geométrico.....	53
4.5.3.	Sostenibilidad ambiental	56
4.6.	Resultados	58
CAPITULO V: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES		61
5.1.	Conclusiones y Recomendaciones	61
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....		63

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Clasificación funcional de las vías en base al TPDA. Fuente: NEVI 2012.....	31
Tabla 2. Clasificación de carreteras por condiciones orográficas. Fuente: NEVI-2012.....	32
Tabla 3. Radios mínimos y grados máximos de curvas Horizontales para distintas velocidades de diseño. Fuente: A Policy on Geometric Design of Highways and Streets.....	34
Tabla 4. Pendientes Máximas	35
Tabla 5. Volumen promedio anual de tráfico diario proyectado según Reglamento. Elaborado por: Autor.....	39
Tabla 6. Pendientes máximas relativas. Fuente: AASHTO.....	45
Tabla 7. Radios mínimos para peralte máximos 6% y fricción máxima. Fuente: INVIAS.....	50
Tabla 8. Radios mínimos para peralte máximos 8% y fricción máxima. Fuente: INVIAS.....	50
Tabla 9. Pendiente Media Máxima del corredor de ruta (%) Fuente: INVIAS	51
Tabla 10. Pendientes Máximas (%) Fuente: Manual de Carreteras 2018.....	54
Tabla 11. Radios mínimos y peraltes máximos para diseño de carreteras. Fuente: Manual de Carreteras	55
Tabla 12 Matriz comparativa del reglamento, la NEVI-2012 y normativas internacionales. Fuente: AUTOR.....	58
Tabla 13. Tabla de nivel de similitud. Fuente: Autor	59
Tabla 14. Numeración y visualización del nivel de similitud. Fuente: Autor	59

CAPITULO I: GENERALIDADES

1.1. Antecedentes

Históricamente la infraestructura vial ha sido un pilar fundamental en lo que es el desarrollo económico y social de un país, en Ecuador no es la excepción. Desde el comienzo en la construcción de carreteras y caminos, el país se ha encontrado con desafíos significativos relacionados con la situación topográfica accidentada, las condiciones climáticas extremas y también una gran demanda de conectividad. Estas condiciones han dado en evidencia la necesidad de normas técnicas que puedan garantizar no solo la funcionalidad de la infraestructura vial si no también la seguridad y la sostenibilidad a largo plazo (NEVI, 2012).

La NEVI se dio en la administración del presidente del Ecuador en cumplimiento de un mandato de la Constitución del 2008, por medio del Ministerio de transporte y Obras Públicas (MTOP), se hizo un plan estratégico para optimizar y mejorar la planificación, diseño, construcción y también mantenimiento de proyectos viales. Este plan se estuvo basado en los conocimientos científicos y normativas internacionales entorno a las condiciones ecuatorianas, esto dio como resultado la Norma Ecuatoriana de Vial NEVI-12. El objetivo de esta norma es la revisión, actualización y complementación de las normas técnicas en la parte del transporte vial, para asegurar el desarrollo nacional (NEVI, 2012).

El MOTP tiene regulaciones técnicas como son la MOP-001-F y MOP-001-E de 1974 que contribuyeron para resolver estos problemas y se actualizaron en 1993 con ciertos cambios por la Pontificia Universidad Católica del Ecuador. Los Acuerdos Ministeriales y las Normas Interinas de 1999 (Ex CORPECUADOR) brindaron una guía técnica como referencia para reducir las fallas en la reconstrucción vial (MTOP, 2012).

La entidad responsable MTOP es la encargada de formular políticas y regulaciones para garantizar un sistema de transporte intermodal y multimodal que contengan estándares internacionales e inicio la revisión y también la actualización de normas técnicas. Este esfuerzo dio paso a la realización de la Norma Ecuatoriana Vial NEVI-12, que es un documento normativo técnico importante para el desarrollo de la infraestructura vial en el Ecuador, dando a conocer principios de equidad, participación, sostenibilidad ambiental, participación y competitividad sistemática. Sin embargo, es importante señalar que, hasta la fecha, la NEVI-2012 no ha sido publicada en el Registro Oficial, lo que limita su obligatoriedad legal y genera incertidumbre en su aplicación dentro de los proyectos viales del país (NEVI, 2012).

El Reglamento de la Ley de Sistema de Infraestructura Vial del Transporte Terrestre del Ecuador es una normativa muy importante que sirve como guía en la planificación, diseño, construcción, operación y mantenimiento en lo que se refiere a la infraestructura vial del país. Este documento importe varias directrices específicas y áreas prioritarias de intervención con la finalidad de obtener eficacia en la seguridad de la vialidad del país (MTOP, 2012).

El reglamento establece criterios específicos y técnicos que sirven para el diseño geométrico, estructural y funcional de carreteras y puentes, especifica también estándares sobre el uso de materiales y métodos que se utilizan en la construcción y prácticas de ingeniería (AASHTO, 1993).

En el reglamento se muestra también ciertas recomendaciones que sirven para el mantenimiento tanto preventivo como rutinario para que se pueda tener una vida útil eficiente. Se establecen también protocolos que incluyen la señalización, el control de tráfico, y la gestión de situaciones de emergencia. Cabe destacar que también promueve practicas sostenibles en el diseño y construcción de infraestructuras, para poder así mejorar la eficiencia energética y disminuir en lo posible el impacto ambiental que se llegue a ocasionar (MTO, 2012).

En el marco de lo legal según la constitución de la República del Ecuador (2008), la implementación de las normas se encuentra en el artículo 425 de la misma. Este estipula que el orden jerárquico es el siguiente: Constitución; Tratados y Convenios Internacionales; Leyes Orgánicas; Leyes Ordinarias; Normas regionales; Ordenanzas Distritales; Decretos y Reglamentos; Ordenanzas; y finalmente, Acuerdos y Resoluciones.

1.2. Introducción

Las redes de carreteras son un elemento importante para conectar comunidades, facilitar el comercio y proporcionar un fácil acceso a los servicios. En Ecuador, el sistema enfrenta muchos desafíos debido a los cambios en el panorama ambiental, el aumento del tráfico y los efectos del cambio climático. Para satisfacer estas necesidades, se han adoptado regulaciones como NEVI 2012 y la Ley de Transporte por Carretera como procedimientos necesarios para el diseño, construcción y mantenimiento de carreteras (Lozada, 2022).

Con el avance de la tecnología y las transformaciones sociales, estas normativas requieren actualizaciones que reflejen las nuevas demandas y estándares internacionales. Esta tesis se enfoca en un análisis comparativo entre las NEVI-2012 Volumen 2 y el Reglamento de la

Ley de Sistema de Infraestructura Vial del Transporte Terrestre del Ecuador teniendo en cuenta también normativas internacionales como la American Association of State Highway and Transportation Officials (AASHTO) de Estados Unidos, el Instituto Nacional de Vías de Colombia (INVIAS) y el Manual de Carreteras: Diseño Geométrico de Perú. El propósito es identificar puntos de mejora y proponer ajustes que permitan optimizar el desarrollo de las vías en el país, asegurando una infraestructura más eficiente y segura.

El enfoque de este trabajo pretende ir más allá del análisis normativo; pretende hacer una contribución práctica a la mejora de la red vial del Ecuador. Se espera que los hallazgos sean aplicables y sirvan como base para futuras decisiones para mejorar la conectividad, la sostenibilidad y la seguridad del sistema vial del país.

Este aporte técnico es también un esfuerzo para promover el desarrollo de la infraestructura vial y conectividad del Ecuador, con carreteras que solventen las necesidades modernas y se preparen para los desafíos futuros.

1.3. Justificación

El funcionamiento vial en el Ecuador es importante para poder aumentar la competitividad de las áreas productivas y también para mejorar la calidad de vida de los ciudadanos. Las actuales normativas NEVI-2012 presentan discordancias con el Reglamento de Infraestructura Vial del Transporte Terrestre que dificultan su aplicación en contextos modernos lo que debería analizarse antes de su publicación oficial para adaptarse a los desafíos actuales y estándares internacionales (MTOP, 2012).

La actualización del Reglamento Ley del Sistema de Infraestructura Vial del Transporte Terrestre es crucial para lograr una regulación efectiva del diseño, construcción y mantenimiento de la infraestructura vial. Este procedimiento asegura la durabilidad y también la funcionalidad de las carreteras y también fomenta la sostenibilidad y la seguridad. Con ayuda de un análisis comparativo con la NEVI-2012, esta investigación busca encontrar las áreas que requieren mejoras, optimizando la operación y planificación de la infraestructura vial nacional.

Al añadir las normativas técnicas con el marco legal vigente fortalecerá la coherencia entre las disposiciones jurídicas y las necesidades técnicas del sector vial. Tal como lo establece la Constitución de la República del Ecuador (2008), las regulaciones deben estar alineadas con dirección a una sostenibilidad ambiental, seguridad vial y eficiencia. Esto permite a los proyectos de infraestructura vial obtengan los principios constitucionales y los objetivos nacionales de desarrollo.

Este estudio pretende encontrar una herramienta que sirva a los tomadores de decisiones, planificadores y profesionales del sector vial para que se pueda evaluar de manera técnica y también objetiva la necesidad de una actualización de la normativa vigente asegurando que los estándares aplicados tanto en el diseño como también en la construcción de la infraestructura vial sean acordes a las condiciones actuales del país. La implementación de la misma no solo contribuirá al desarrollo sostenible de la infraestructura vial, también promoverá el progreso socioeconómico del país, al conectar de manera eficaz a las comunidades y así poder garantizar la seguridad en la movilidad de ciudadanos y bienes.

1.4. Objetivos

1.4.1. Objetivos Generales

Analizar y comparar el Reglamento de la Ley del Sistema de Infraestructura Vial del Transporte Terrestre mediante un análisis comparativo con la normativa NEVI-2012 Volumen 2A, con el fin de identificar oportunidades de mejora y alineación normativa que fortalezcan el diseño, y mantenimiento de la red vial en Ecuador, bajo estándares modernos de seguridad, sostenibilidad y eficiencia.

1.4.2. Objetivos Específicos

- Investigar y revisar el reglamento establecido por la Ley de Sistema de Infraestructura Vial del transporte terrestre en Ecuador, examinando las disposiciones legales, estándares técnicos y procedimientos administrativos relacionados con la infraestructura vial en el país.
- Analizar exhaustivamente las Normas Ecuatorianas de la Vialidad (NEVI-2012) Volumen 2, identificando los requisitos técnicos, criterios de diseño y parámetros de calidad establecidos para la planificación, diseño, construcción y mantenimiento de infraestructuras viales en Ecuador.
- Proponer recomendaciones concretas para la actualización del reglamento establecido por la Ley de Sistema de Infraestructura Vial del transporte terrestre en Ecuador, con el objetivo de mejorar su pertinencia, eficacia y alineación con los estándares internacionales y las necesidades específicas del contexto vial en Ecuador.

CAPITULO II: MARCO TEORICO Y ESTADO DEL ARTE

2.1. Marco Teórico

2.1.1. *Conceptos claves*

Infraestructura vial

Se define como un conjunto de elementos físicos que permiten una circulación de vehículos y peatones, eficiente y segura. Aquí están incluidos carreteras, túneles, puentes y también estructuras que ayudan con el transporte terrestre. El mantenimiento y la planificación de una infraestructura vial son esenciales para el desarrollo socioeconómico del país debido a que estas influyen en la movilidad y conectividad al igual que en la productividad (García & Pérez, 2020).

Normativas viales

Son lineamientos para el diseño, construcción y mantenimiento de las carreteras. Estos lineamientos buscan garantizar una infraestructura de transporte segura, accesible y sostenible a lo largo del tiempo. Varios países han desarrollado normativas específicas de acuerdo a su situación geográfica y climática, como la AASHTO en EE.UU., el Manual de Carreteras en Perú, y las normas Ecuatorianas de Vialidad (NEVI-2012) en Ecuador (Martínez & Rodríguez, 2019).

Radios de curvatura

Es un parámetro en el diseño vial que es fundamental para garantizar la comodidad y también la seguridad de los usuarios. Es definido como la distancia desde el centro de una curva hasta la trayectoria del vehículo y está directamente relacionado con la velocidad de diseño y la

inclinación transversal de la vía, mientras más grande el radio de curvatura se permiten giros más suaves y reducen la fuerza centrífuga sobre los vehículos aumentando la seguridad disminuyendo accidentes por derrapes (García & Pérez, 2020).

Pendientes máximas

En el diseño vial las pendientes máximas establecen una inclinación permitida en una carretera, esto influye en la seguridad y la eficiencia del tránsito. En un diseño adecuado de pendientes se evita esfuerzos excesivos en los vehículos, reduce la erosión del pavimento y mejora la accesibilidad en zonas montañosas. Normativas como la AASHTO y las NEVI-2012 establecen estos límites de acuerdo a la velocidad de diseño y la clasificación vial (Martínez & Rodríguez, 2019).

Ancho de carril

Este factor es determinante en la capacidad y seguridad de una vía. Los carriles más anchos mejoran la maniobrabilidad según los diseños de infraestructura vial y también reducen la probabilidad de colisiones, especialmente en vías de alta velocidad. Sin embargo, deben ser equilibrados con factores como la disponibilidad de derecho de vía y los costos de construcción. Los anchos de carril en las normativas internacionales varían de 3.0 y 3.6 metros dependiendo del tipo de vía (Fernández & López, 2021).

Sostenibilidad ambiental en infraestructura vial

La sostenibilidad ambiental en la planificación y construcción de carreteras implica minimizar los impactos negativos sobre el medio ambiente y fomentar prácticas responsables en

el uso de materiales y recursos. Esto incluye la reducción de emisiones de carbono, la incorporación de pavimentos reciclados, la conservación de ecosistemas aledaños y la implementación de medidas de drenaje sostenible. En las últimas décadas, diversas normativas han integrado criterios ambientales en el diseño vial, promoviendo soluciones innovadoras para reducir la huella ecológica de los proyectos de infraestructura (Ramírez & Torres, 2022).

El TPDA y el TPDA_d en la Planificación y Diseño de Infraestructura Vial

El Transito Promedio Diario Anual (TPDA) es el volumen promedio de vehículos que transitan en un tramo vial a lo largo de un año, el Transito Promedio Diario Anual Proyectado (TPDA_d) tiene proyecciones de crecimiento vehicular para estimar el tráfico esperado en el futuro para poder diseñar vías que sean funcionales toda su vida útil (Peña, 2021).

El TPDA se obtiene dividiendo el total de vehículos que transitan por una vía en un año entre los días del año:

$$TPDA = \frac{\sum \text{vehículos en un año}}{365} \quad (1)$$

Mientras que el TPDA_d tiene un factor de crecimiento que permite estimar el tráfico en un año futuro a partir de una tasa de crecimiento anual compuesta:

$$TPDA_d = TPDA \times (1 + r)^n \quad (2)$$

En donde:

- TPDA es el tránsito promedio diario anual actual,
- r es la tasa de crecimiento del tráfico, y

- n es el número de años de proyección.

Cabe resaltar que los años de operación (n) es el tiempo desde la inauguración de un proyecto hasta que culmina su vida útil, con las siguientes consideraciones:

Proyectos de perfeccionamientos y rehabilitación _____ n= 20 años

Proyectos especiales de vías nuevas _____ n= 30 años

Mega proyectos nacionales _____ n= 50 años.

2.2. Estado del Arte

Un análisis en donde se comparan normativas viales, ayuda a definir fortalezas y también debilidades en cuanto a la regulación de transporte analizada. En varios países se han realizado estudios en donde las normativas nacionales tienen un contraste con estándares internacionales. En Colombia, por ejemplo, Pérez y Ramírez (2019) elaboraron un estudio en donde se realizó una comparación entre la normativa del Instituto Nacional de Vías (INVIAS) y la American Association of State Highway and Transportation Officials (AASHTO).

Los resultados de esta comparativa a pesar de que la normativa colombiana ya hace uso de varios parámetros de AASHTO, existen discrepancias significativas en parámetros de diseño geométrico y seguridad vial. Estas diferencias se encontraban en los radios de curvatura, visibilidad en carreteras y la resistencia de materiales utilizados. Al final se concluyó que la actualización de la normativa colombiana al tener una actualización en base a estándares internacionales podría tener una mejora en la operatividad y seguridad de la red vial del país (Pérez & Ramírez, 2019).

De igual manera un estudio realizado en Chile, González (2020) en donde se elaboró una comparativa entre el Manual de Carreteras de Chile y las normativas europeas en cuanto al diseño estructural y la selección de materiales. Se pudo identificar que, aunque la normativa chilena tiene especificaciones adecuadas para su situación geográfica y climática, las normativas europeas son más exigentes en términos de sostenibilidad, estrategias para la reducción del impacto ambiental y la durabilidad de los pavimentos. Se destacó que las normativas europeas hacen un mayor uso o son más exigentes en cuanto al uso de las tecnologías para la reutilización de materiales y también optimización del drenaje vial (González & Muñoz, 2020).

En definitiva, en los estudios realizados se recomienda la incorporación de estos criterios en la normativa chilena para mejorar la vida útil de las carreteras y también reducir los costos del mantenimiento a largo plazo(González & Muñoz, 2020).

CAPITULO III: METODOLOGIA

3.1. Enfoque Metodológico para Análisis Comparativo

Esta investigación tiene como objetivo principal analizar y comparar los lineamientos técnicos establecidos en las Normas Ecuatorianas de Vialidad (NEVI-2012) Volumen 2 y el Reglamento de la Ley de Sistema de Infraestructura Vial del Transporte Terrestre. Se hace uso de una metodología comparativa con ayuda de un enfoque metodológico basado en un análisis cualitativo. Este proceso busca establecer, cómo estos marcos normativos contribuyen al diseño y construcción de una red vial eficiente, segura y sostenible en Ecuador (Creswell, 2014).

Se hizo una revisión exhaustiva de los documentos normativos. Para esto se analizó el Volumen 2A de la NEVI porque es el que más se ajusta a la investigación ya que aborda el diseño geométrico, clasificación vial, y sostenibilidad ambiental. Se analizaron también las disposiciones correspondientes en el reglamento al igual que en las normativas internacionales AASHTO, Manual de carreteras: Diseño Geométrico y la INVIAS. Esta investigación permitió acumular información muy importante sobre los parámetros técnicos, como anchos de carril, radios de curvatura, pendientes máximas y velocidades de diseño, con el fin de establecer una base para el análisis comparativo.

Con esta información se realizó una matriz comparativa para facilitar la información de los datos y la identificación de puntos de convergencia y divergencia. Se analizó también las implicaciones en la práctica de las diferencias encontradas considerando el aspecto económico y geográfico del Ecuador y así poder entender cómo las normativas responden a las necesidades del país.

Se han elaborado propuestas específicas de acuerdo a la información recopilada que sincronizan las disposiciones regulatorias con las normas técnicas de NEVI-2012 Volumen 2A. Sabiendo las discrepancias existentes y tratando de asegurar que no solo las disposiciones regulatorias satisfagan las necesidades actuales de tráfico y la demanda de una infraestructura más sostenible. El análisis realizado adopta así un enfoque metodológico, combinando un análisis técnico exhaustivo con una perspectiva del mundo real, para garantizar que los resultados obtengan utilidad para mejorar las regulaciones y la realización de intervenciones viales.

3.2. La Infraestructura Vial y su Impacto en el Desarrollo de Ecuador

En Ecuador se busca cambiar la matriz productiva, el desarrollo de la infraestructura vial se vuelve de suma importancia. De acuerdo con un informe del Banco mundial (2020), en las vías para que sean resilientes y tengan una sostenibilidad ambiental requieren una inversión que pudiera traer beneficios a largo plazo como el aumento del PIB (Producto Interno Bruto) y la reducción de pobreza en zonas rurales. Al contar con criterios de sostenibilidad ambiental en la planificación y construcción de las carreteras, se puede disminuir en lo máximo los impactos geológicos y también se logra fomentar un uso responsable de los recursos (Banco mundial, 2020).

Ecuador implementa normativas como la NEVI-2012 y el Reglamento de la ley de Sistema de Infraestructura Vial del Transporte Terrestre, con el objetivo de internacionalizarse con estándares que garanticen una infraestructura moderna y segura. Estos estándares no solo establecen especificaciones técnicas si no también prácticas de mantenimiento preventivo y

sostenibilidad ambiental, información clave para aumentar la durabilidad a largo plazo de las infraestructuras y reducir costos futuros (AASHTO, 2011).

En la modernidad la red vial y su adecuada gestión representan una oportunidad para que Ecuador promueva desarrollo integral, garantizando la inclusión social y aumentando su competitividad internacionalmente. Con este contexto, la infraestructura vial no es simplemente un medio de transporte; es una herramienta estratégica que contribuye a un desarrollo sostenible y equitativo (MTOPE, 2012).

3.3. Las Normativas Ecuatorianas de Vialidad (NEVI-2012) Volumen 2

El Volumen 2A de las NEVI-2012 es muy importante porque establece criterios precisos para el diseño geométrico y funcional de la infraestructura vial en el Ecuador. Se encuentran criterios que aseguran que las vías sean seguras, eficientes, y adecuadas para el país en lo que respecta a sus características. Los conceptos y criterios que se abordan son: las velocidades de diseño, radios de curvatura, pendientes máximas y las distancias de visibilidad, estos adaptados a diversos tipos de terreno, ya sean planos ondulados o montañosos. (NEVI, 2012).

Con esto no solo se busca una mejor calidad de las vías sino también asegurar el cumplimiento de necesidades tanto de movilidad como seguridad de los usuarios en un contexto geográfico diverso.

En contraste con otros tipos de regulaciones que ofrecen pautas más generales, el Volumen 2A de la NEVI-2012 se centra en dar parámetros técnicos concretos para el diseño autopistas, al igual que con las carreteras primarias, secundarias y terciarias. Este volumen

analiza y detalla cómo deben ser diseñadas las intersecciones, carriles de incorporación y las zonas de adelantamiento, asegurando que estas infraestructuras satisfagan las necesidades actuales y futuras del tráfico vehicular. En este contexto, se facilita una planificación más precisa de los proyectos de infraestructura vial y también se permite una construcción que maximiza la durabilidad a lo largo del tiempo (NEVI, 2012).

Se incorporan en esta normativa también principios de sostenibilidad, que promueven las prácticas de construcción y buscan reducir el impacto ambiental y también mejorar la eficiencia energética. Esto hace alusión a un compromiso con la funcionalidad de la infraestructura vial, con la conservación del entorno natural y el bienestar de las comunidades locales. El volumen 2A de la NEVI-2012 no se limita a solamente establecer un marco teórico sino también juega un papel importante para el fomento del desarrollo vial e influye a que sea sostenible y que también responda a las necesidades del país (Banco Mundial, 2020).

3.4. Reglamento de la Ley de Sistema de Infraestructura Vial del Transporte Terrestre

El Reglamento de la Ley de Sistema de Infraestructura Vial del Transporte Terrestre del Ecuador Es una normativa que se usa como una herramienta dentro del marco legal de Ecuador. Su principal objetivo es imponer directrices claras para la planificación, diseño, construcción, operación y mantenimiento de la infraestructura vial en el país. Este reglamento busca asegurar que la red vial tenga altos estándares de seguridad, funcionalidad y sostenibilidad, adaptándose a las particularidades del contexto ecuatoriano y siguiendo las mejores prácticas a nivel internacional (MTOPE, 2012).

El reglamento establece lineamientos muy importantes que incluyen parámetros técnicos para el diseño estructural y geométrico de las carreteras. Define también especificaciones que aseguran la fortaleza y funcionamiento eficiente de las vías y puentes. El reglamento también contiene directrices que tratan sobre el mantenimiento preventivo y la gestión en caso de emergencias, promoviendo un uso seguro de la infraestructura vial y minimizando al máximo las fallas estructurales o condiciones adversas (MTOP, 2012).

Se destaca también la importancia de lo que concierne a la sostenibilidad ambiental en la gestión de la infraestructura vial. Fomenta la recolección de información acerca de los métodos constructivos que reduzcan los impactos negativos sobre el medio ambiente y que promuevan la eficiencia energética. Este enfoque no solo respalda la conservación del entorno natural, sino que también ayuda a Ecuador a cumplir con los compromisos internacionales que ha asumido y a alcanzar los objetivos establecidos en el Plan Nacional del Buen Vivir (Banco Mundial, 2020).

3.5. Necesidad de Actualización y Comparación Normativa

La actualización de las Normas Ecuatorianas de Vialidad (NEVI-2012) es crucial para asegurar que las especificaciones técnicas se mantengan relevantes y efectivas. Comparar estas normas con el Reglamento de la Ley de Sistema de Infraestructura Vial del Transporte Terrestre es fundamental para identificar inconsistencias, redundancias o áreas de mejora que puedan fortalecer el marco normativo nacional, así como también se toma en cuenta otras normativas internacionales para tener un punto de vista más amplio de las áreas en las que puede existir inconsistencias o redundancias (MTOP, 2012).

Estas normativas tienen la necesidad de ser actualizadas debido a que deben reflejar las mejores prácticas internacionales en ingeniería vial y ponerse acorde a las prioridades nacionales, como lo son la sostenibilidad y la resiliencia ante desastres naturales. Según el Banco Mundial (2020), una actualización de la normativa permitiría sumar avances tecnológicos en materiales y diseño, lo que ayudaría a mejorar no solo la durabilidad y seguridad de las infraestructuras, sino que también reduce costos a largo plazo. Una normativa más actualizada a la modernidad tiende a incorporar enfoques innovadores para la gestión de riesgos y el mantenimiento, ayudando así a fortalecer la red vial del país.

Realizando una comparación de las normativas se puede ayudar a encontrar las brechas que existen entre la NEVI-2012 y el Reglamento de infraestructura vial. El análisis de estas normativas no solo facilita la armonización de las regulaciones, sino que también asegura que se cumplan estándares internacionales y que las disposiciones legales respondan a las características geográficas y climáticas del Ecuador. Esto es sumamente importante en un enfoque donde se prioriza la sostenibilidad y el impacto ambiental, tal como se establece en los tratados internacionales y en el Plan Nacional del Buen Vivir (Banco Mundial, 2020; MTOP, 2012).

3.6. Evolución de la NEVI y su Influencia en la Infraestructura Vial

La evolución de las Normas Ecuatorianas de Vialidad (NEVI) hace alusión a un constante esfuerzo por establecer un tipo de marco técnico que sirva como guía para el desarrollo de la infraestructura vial en el Ecuador. Desde su creación las NEVI han tenido actualizaciones y constantes revisiones para adaptarse a las demandas modernas del sector vial y los avances en energía y tecnología. La edición más reciente de las NEVI-2012, estableció una serie de normas

actualizadas que refuerzan los principios de seguridad, sostenibilidad y eficiencia en el diseño y construcción de carreteras y puentes, teniendo en cuenta por supuesto las particularidades geográficas y climáticas del país (MTO, 2012).

Según AASHTO (2011), la incorporación de estándares técnicos definidos contribuye a que las carreteras y otras estructuras viales sean más resistentes, funcionales y seguras. Aunque la normativa de vialidad NEVI-2012 no ha sido publicada en el Registro Oficial, si ha sido utilizada como un documento técnico de consulta en el diseño y planificación de proyectos viales. Debido a la falta de oficialización puede generar incertidumbre en su aplicación y en la estandarización de criterios dentro del sector. El enfoque que se tiene en la actualidad acerca de la sostenibilidad ha fomentado el uso de métodos de construcción que reduzcan el impacto ambiental y promueven la eficiencia energética, consolidando así el papel de las vías como motor del desarrollo económico y social (NEVI, 2012).

Las NEVI-2012 son relevantes esto debido a que su capacidad para armonizar las políticas viales nacionales con estándares internacionales. Al incorporar principios de normativas globales como las propuestas por AASHTO, Ecuador ha buscado mejorar la calidad de su infraestructura vial enfocándose en optimizar su planificación, mantenimiento y calidad. Aun así, enfrenta dificultades para aplicar de una manera eficiente los estándares establecidos lo que resalta la importancia de seguir fortaleciendo los procesos de diseño, conservación de la infraestructura vial y construcción. (Banco Mundial, 2020).

CAPITULO IV: ANALISIS COMPARATIVO DE LAS NORMATIVAS

4.1. Análisis de las Normas Ecuatorianas de Vialidad (NEVI 2012)

4.1.1. Clasificación vial

En cuanto a la **clasificación vial por capacidad** la Normativa NEVI 2012-Volumen 2A organiza las carreteras mediante algunos criterios, uno de ellos es una clasificación funcional en donde se hace uso de un **TPDAd (Tránsito Promedio Diario Anual de Diseño)**. Con este enfoque, se busca garantizar que las carreteras sean capaces de satisfacer la demanda proyectada durante su período de uso.

Tabla 1. Clasificación funcional de las vías en base al TPDAd. Fuente: NEVI 2012.

Clasificación Funcional de las Vías en base al TPDAd			
Descripción	Clasificación Funcional	Tráfico Promedio Diario Anual (TPDAd) al año horizonte	
		Límite Inferior	Límite Superior
Autopista	AP2	80000	12000
	AP1	50000	80000
Autovía o Carretera Multicarril	AV2	26000	50000
	AV1	8000	26000
Carretera de 2 carriles	C1	1000	8000
	C2	500	1000
	C3	0	500

Como se observa en la Tabla 1. El TPDAd correspondiente al año horizonte o de diseño esta delimitada por un límite inferior y superior de vehículos en donde se divide en Autopistas de primera y segunda clase (AP1, AP2), Vías Arteriales de primera y segunda clase (AV1, AV2) y Vías colectoras de primera, segunda y tercera clase (C1, C2, C3) (NEVI, 2012).

También las clasifica por la importancia en la red vial que pueden ser de tres tipos como los Corredores Arteriales que son carreteras de jerarquía alta que conectan Capitales de Provincias, puertos marítimos y pasos de frontera. También están las Vías Colectoras que son las de mediana jerarquía y recolectan el tráfico de zonas rurales y sirven el tráfico de recorridos intermedios o regionales. Y por último los Caminos Vecinales que son carreteras básicas que integran a los caminos rurales que no se encuentran en las denominaciones anteriores (NEVI, 2012).

La NEVI-2012 en su clasificación según las condiciones orográficas considera la diversidad del terreno ecuatoriano al ajustar los parámetros geométricos dependiendo si el tramo vial se encuentra en diversos tipos de terrenos como planos, ondulados o montañosos con una máxima inclinación media como se muestra en la Tabla 2. Este enfoque es esencial en un país con características geográficas diversas como Ecuador. Las especificaciones técnicas varían para poder garantizar la seguridad y funcionalidad de las vías, adaptándose a las diversas condiciones específicas del entorno y respetando las limitaciones del terreno (NEVI, 2012).

Tabla 2. Clasificación de carreteras por condiciones orográficas. Fuente: NEVI-2012

TIPO DE RELIEVE	MÁXIMA INCLINACIÓN MEDIA
Llano	$i \leq 5$
Ondulado	$5 < i \leq 15$
Accidentado	$15 < i \leq 25$
Muy accidentado	$25 \leq i$

Otra de las maneras en la que clasifica es, según el número de calzadas que pueden ser: Carreteras de calzadas separadas que es donde existe una calzada diferente para cada sentido de

circulación, con una separación entre ambas que debe ser física y no marcas viales sobre el pavimento o bordillos con una altura inferior a 15 cm, Otra es la Carretera de calzada única que son las que tienen una sola calzada para ambos sentidos, sin una separación física. Por último, existe una clasificación de acuerdo a la superficie de rodamiento que pueden ser: Pavimentos Flexibles, Pavimentos Rígidos, Afirmados y de Superficie Natural (NEVI, 2012).

4.1.2. Diseño geométrico

La **NEVI-2012 Volumen 2A** establece un conjunto detallado de parámetros técnicos para el diseño geométrico de las carreteras, adaptándose a las condiciones geográficas y climáticas del Ecuador. Este documento busca garantizar que las vías sean seguras, funcionales y sostenibles, respondiendo a las demandas específicas de cada tipo de carretera. Los principales criterios como son las velocidades de diseño, los radios de curvatura, los anchos de carril, las pendientes máximas y las distancias de visibilidad se encuentran ajustados a una clasificación funcional de las vías y a las características del terreno donde se sitúan (MTOPI, 2012).

La relación entre las velocidades de diseño y los elementos geométricos de las vías son un aspecto fundamental. Un claro ejemplo es que para autopistas con velocidades de diseño superiores a los 100 km/h, se requieren radios de curvatura más grandes y pendientes suaves que para garantizar la seguridad y comodidad de los usuarios. Por otra parte, las carreteras secundarias o terciarias, que manejan volúmenes de tránsito más bajos y velocidades menores, tienen parámetros geométricos más flexibles permitiéndose así adaptarse a las condiciones locales (AASHTO, 2011).

La normativa tiene en consideración la parte geográfica del Ecuador y se ajusta a los parámetros según el tipo de terreno que pueden ser; plano, ondulado o montañoso. Por dar un ejemplo se establecen límites diferentes para pendientes máximas, radios mínimos y distancias de visibilidad, asegurando así que las vías sean más funcionales y seguras en entornos complejos. Esto permite minimizar en lo más posible el impacto ambiental y también optimizar los costos de construcción, respetando las particularidades del territorio ecuatoriano (Banco Mundial, 2020).

El diseño geométrico en la NEVI-2012 Volumen 2A tiene flexibilidad y rigor técnico para poder así garantizar que cada carretera cumpla con los estándares de seguridad y eficiencia. Al tener un equilibrio en las demandas del tránsito con las condiciones específicas del terreno, esta normativa contribuye significativamente al desarrollo de una red vial robusta y sostenible, adaptada a las necesidades actuales y futuras del país (MTO, 2012).

Tabla 3. Radios mínimos y grados máximos de curvas Horizontales para distintas velocidades de diseño. Fuente: A Policy on Geometric Design of Highways and Streets.

Velocidad de Diseño (Km/h)	Factor de Fricción Máxima	Peralte máximo 4%			Peralte máximo 6%		
		Radio (m)		Grado de curva	Radio (m)		Grado de Curva
		Calculado	Recomendado		Calculado	Recomendado	
30	0,17	33,7	35	32° 44	30,8	30	32° 44
40	0,17	60,0	60	19° 06	54,8	55	20° 50
50	0,16	98,4	100	11° 26	89,5	90	12° 44
60	0,15	149,2	150	7° 24	135,0	135	8° 29
70	0,14	214,3	215	5° 20	192,9	195	5° 53
80	0,14	260,0	280	4° 05	252,0	260	4° 35
90	0,13	375,2	375	3° 04	335,7	335	3° 25
100	0,12	492,1	490	2° 20	437,4	435	2° 38
110	0,11	635,2	635	1° 48	560,4	560	2° 03
120	0,09	872,2	870	1° 19	765,9	775	1° 29

Velocidad de Diseño (Km/h)	Factor de Fricción Máxima	Peralte máximo 8%			Peralte máximo 10%		
		Radio (m)		Grado de curva	Radio (m)		Grado de Curva
		Calculado	Recomendado		Calculado	Recomendado	
30	0,17	28,3	30	38° 12	28,2	25	45° 50
40	0,17	50,4	60	22° 55	46,7	45	25° 28
50	0,16	82	80	14° 19	75,7	75	15° 17

60	0,15	123,2	120	9° 33	113,4	115	9° 58
70	0,14	175,4	175	6° 33	160,6	160	7° 10
80	0,14	229,1	230	4° 59	210,0	210	5° 27
90	0,13	300,7	305	3° 46	277,3	275	4° 10
100	0,12	390,7	395	2° 54	367,9	360	3° 11
110	0,11	501,5	600	2° 17	453,7	455	2° 31
120	0,09	667	665	1° 43	596,8	594	1° 56

En cuanto a los radios mínimos que son valores mínimos de una curva para una velocidad de diseño planteada, se relaciona con la sobreelevación máxima y la máxima fricción lateral escogida para diseño como se puede observar en la Tabla 3. Se toman los establecido por la A Policy on Geometric Design of Highways and Streets, debido a que la normativa NEVI extrae varios datos establecidos por esta normativa (AASHTO, 2011).

Tabla 4. Pendientes Máximas

Orografía	Terreno plano	Terrano Ondulado	Terreno Montañoso	Terreno Escarpado
Velocidad				
20	8	9	10	12
30	8	9	10	12
40	8	9	10	10
50	8	8	8	8
60	8	8	8	8
70	7	7	7	7
80	7	7	7	7
90	6	6	6	6
100	6	5	5	5
110	5	5	5	5

En la normativa NEVI se evita emplear pendientes que sean menores a 0.5%, generalmente en la normativa se tiene a consideración no sobrepasar los límites o pendientes

máximas como se muestra en la Tabla 4. Donde se encuentran las pendientes máximas de acuerdo a la velocidad y el tipo de terreno (NEVI, 2012).

Las autopistas deben tener un ancho de carril exigible de 3.65 metros por cada carril, la calidad del pavimento tiene que ser alta y la superficie del rodaje debe ser resistente al deslizamiento y una adecuada capacidad estructural (NEVI, 2012).

4.1.3. Sostenibilidad ambiental

La **NEVI-2012 Volumen 2A** integra la sostenibilidad ambiental como un eje fundamental en el diseño y construcción de infraestructuras viales. Este enfoque busca minimizar los impactos negativos sobre el medio ambiente, mediante la implementación de buenas prácticas durante la planificación, ejecución y mantenimiento de las vías. Entre las medidas que establece se encuentran el uso de materiales reciclados, el manejo adecuado de aguas pluviales y la reducción de emisiones de carbono asociadas a las actividades de construcción (MTO, 2012).

Las practicas más promovidas es el uso de materiales sostenibles, como pueden ser los reciclados o provenientes de fuentes locales, para minimizar el impacto ambiental y reducir los costos asociados al transporte de insumos. Esto a parte de contribuir a la eficiencia energética de los proyectos también fomenta la economía circular y el aprovechamiento de los recursos disponibles en el entorno inmediato (OMS, 2018).

También la normativa recalca el manejo de aguas pluviales, diseñando sistemas de drenaje que eviten la erosión del suelo y la contaminación de los cuerpos de agua cercanos. Estas medidas son muy importantes para proteger los ecosistemas locales y garantizar la funcionalidad

de las carreteras en condiciones climáticas extremas. Al poner en marcha estas prácticas en el diseño vial, se asegura que las obras sean resilientes y sostenibles a largo plazo (AASHTO, 2011).

La sostenibilidad ambiental en la normativa NEVI-2012 Volumen 2A busca equilibrar las necesidades de desarrollo con la protección del medio ambiente. Estableciendo estándares técnicos y operativos para promover el uso responsable de los recursos, la normativa ayuda a construir una infraestructura vial más eficiente y respetuosa con el entorno. Este compromiso con la sostenibilidad hace que las NEVI-2012 sea como una herramienta clave para el desarrollo vial responsable en Ecuador (Peña, 2021).

4.2. Análisis del Reglamento de la ley de sistema de infraestructura vial del transporte terrestre

4.2.1. Clasificación vial

El Reglamento de la Ley de Sistema de Infraestructura Vial del Transporte Terrestre organiza las vías del país en diferentes categorías una de ellas es por su diseño. En el nivel más alto se encuentran **las autopistas**, que son infraestructuras diseñadas para manejar grandes volúmenes de tráfico. Estas cuentan con accesos controlados, intersecciones reguladas y al menos dos carriles por sentido, lo que permite mantener velocidades constantes y ofrecer un servicio eficiente. **Las autovías**, aunque similares a las autopistas, no cumplen con todos sus estándares, pero tienen calzadas separadas para cada dirección (MTOP, 2012).

Las vías rápidas disponen de una sola calzada con dos carriles y acceso limitado a propiedades cercanas. **Las carreteras**, en cambio, cumplen con los criterios geométricos y

estructurales establecidos en las Normas Generales de Diseño, aunque no alcanzan las especificaciones avanzadas de autopistas o autovías. En un nivel más básico están los **caminos vecinales**, que conectan zonas rurales, pero no cuentan con las condiciones técnicas de una carretera formal. Finalmente, las **vías urbanas** incluyen calles y avenidas dentro de ciudades y poblaciones, organizadas según la planificación municipal (MTOP, 2012).

También las clasifica de acuerdo por **su dominio** dividiéndose en caminos públicos y privados. Los caminos públicos son todas aquellas rutas terrestres destinadas al uso común, ya sean propiedad del gobierno o consideradas de uso público por su relevancia. En cambio, los caminos privados son construidos y mantenidos por individuos en terrenos de su propiedad, sin que esto cambie quién es el dueño, a menos que una ley diga lo contrario. Aunque otros puedan usar estos caminos si el dueño lo permite, deben seguir las reglas técnicas establecidas para asegurar que sean seguros y funcionen bien. Esta forma de clasificar ayuda a saber quién es responsable de mantener y regular cada tipo de camino (MTOP, 2003).

Las clasifica también **según su uso**, diferenciando entre las que están destinadas a diversos tipos de transporte. Por ejemplo, las carreteras están diseñadas principalmente para vehículos motorizados, aunque también pueden ser utilizadas por medios de transporte de tracción mecánica, humana o animal. Por otro lado, las ferrovías son sistemas de transporte que utilizan rieles, mientras que las ciclovías están reservadas exclusivamente para bicicletas. Los senderos están destinados a la movilidad de peatones y animales, permitiendo el uso ocasional de vehículos no motorizados. Finalmente, las vías exclusivas son aquellas reservadas únicamente para el transporte público, lo que facilita una circulación más eficiente y organizada en áreas

urbanas. Esta clasificación ayuda a regular el tránsito y asegura que cada tipo de infraestructura se utilice de acuerdo con su propósito específico (MTOPI, 2003).

El Reglamento de la Ley de Sistema de Infraestructura Vial del Transporte Terrestre organiza la red vial ecuatoriana a partir de su clasificación funcional, la cual tiene como objetivo optimizar la conectividad entre las regiones y facilitar el desarrollo económico y social del país. Esta clasificación se realiza en función del TPDA (Tránsito Promedio Diario Anual), que es un criterio que mide el flujo vehicular promedio en un tramo vial durante un año. Según este valor las vías se agrupan en primarias, secundarias y terciarias, asignándoles una jerarquía según su función dentro del sistema nacional de transporte (MTOPI, 2003).

Esta clasificación facilita la gestión, mantenimiento y planificación para permitir que los recursos sean destinados de manera eficiente. En la Tabla 5, se puede observar que el TPDA como criterio principal refleja la realidad actual del tráfico y ayuda a establecer prioridades para intervenciones en la red vial permitiendo identificar cuáles son las carreteras con mayor demanda y cuales requieren mayores esfuerzos en términos de inversión y mantenimiento (Banco Mundial, 2020).

Tabla 5. Volumen promedio anual de tráfico diario proyectado según Reglamento. Elaborado por: Autor.

Clase de Carretera	Trafico Proyectado
RI-RII	más de 8000 veh
I	3000 - 8000 veh
II	1000 - 3000 veh
III	300 - 1000 veh
IV	100 - 300 veh
V	menos de 100 veh

- Corredor Arterial (Clase I y II). Carreteras con calzadas separadas consideradas Autopistas y de calzada única
- Vía Colectora (Clase I, II, III, IV). Son las destinadas a recibir el tráfico vehicular de los caminos vecinales y sirven a las principales poblaciones que no se encuentran en el sistema arterial nacional.
- Camino Vecinal (Clase IV y V). Estas vías son parte de todos los caminos rurales (Lozada, 2022).

4.2.2. Diseño geométrico

El Reglamento de la Ley de Sistema de Infraestructura Vial del Transporte Terrestre establece lineamientos generales sobre el diseño geométrico de las carreteras, con el fin de garantizar que las vías sean seguras, funcionales y adecuadas para el tránsito vehicular. Aunque no entra en detalles técnicos tan específicos como otros documentos normativos, proporciona directrices básicas sobre parámetros clave como las pendientes, los radios de curvatura y los anchos de carril. Estos lineamientos aseguran que las infraestructuras viales puedan soportar el volumen de tráfico proyectado y operen de manera eficiente en diversos tipos de terreno (MTO, 2012).

De acuerdo a las pendientes máximas, el reglamento establece límites que deben ser cumplidos para evitar riesgos de accidentes y garantizar la seguridad vial, especialmente en terrenos montañosos. En las carreteras primarias, se pueden permitir pendientes más suaves para mantener la estabilidad y la fluidez del tráfico, sin embargo, en las vías secundarias y terciarias,

los límites pueden ser más rigurosos de acuerdo a las condiciones del terreno. Estas diferencias permiten adaptar el diseño geométrico al entorno, ayudando a la seguridad y la funcionalidad (Banco Mundial, 2020).

Los radios de curvatura son considerados por el reglamento para aumentar la eficiencia, comodidad y la seguridad de los conductores, especialmente en carreteras en las que la velocidad es alta. Los radios de curvatura más amplios son requeridos por las autopistas y vías primarias, mientras que para secundarias se permite usar un radio de curvatura menor, adaptándose a las restricciones del terreno. El diseño de intersecciones y accesos deben cumplir con estándares que faciliten la integración de las diferentes vías y minimicen los riesgos de accidentes (MTOP, 2012).

El reglamento con respecto al diseño geométrico establece ciertos principios generales para la construcción de infraestructuras viales, con un enfoque en la seguridad y la funcionalidad. No proporciona detalles técnicos muy específicos, pero si las, las directrices sobre pendientes, radios de curvatura y anchos de carril permiten que las vías sean adaptadas a las condiciones geográficas de Ecuador, ayudando a que las carreteras sean aptas para el tráfico y las exigencias del entorno (MTOP, 2012).

4.2.3. Sostenibilidad ambiental

El Reglamento de la Ley de Sistema de Infraestructura Vial del Transporte Terrestre tiene información también sobre la sostenibilidad ambiental dentro del contexto de la planificación y ejecución de proyectos viales, aunque de manera más general y conceptual. Ya que la protección del medio ambiente en cuanto a la construcción es muy importante, el reglamento hace énfasis en

la necesidad de integrar criterios ambientales en todas las etapas de los proyectos, desde el diseño hasta el mantenimiento. Estos criterios buscan minimizar lo más posible los impactos negativos de la construcción y operación de infraestructuras viales, con especial atención a la preservación de los ecosistemas y la gestión responsable de los recursos naturales (MTOP, 2012).

El manejo adecuado de las aguas pluviales es uno de los parámetros más promovidos por el reglamento. Establece la importancia de diseñar sistemas de drenaje eficientes para así evitar la erosión del suelo, la contaminación de cuerpos de agua y los desastres naturales relacionados con el mal manejo del agua. La práctica de esto es muy importante para preservar la calidad de los recursos hídricos y reducir el impacto de las lluvias intensas, especialmente en áreas vulnerables (Banco Mundial, 2020).

Se menciona también la necesidad de usar materiales reciclados que sean provenientes de fuentes locales para reducir el impacto ambiental. A pesar de no tener criterios específicos sobre el uso de estos materiales, sí sugiere que los proyectos viales deben priorizar soluciones que minimicen las huellas de carbono y fomenten la eficiencia en el uso de los recursos. Estas recomendaciones están de acuerdo con los principios de sostenibilidad, ya que contribuye a la reducción de costos como a la conservación del medio ambiente (MTOP, 2012).

El Reglamento de la Ley de Sistema de Infraestructura Vial del Transporte Terrestre tiene un enfoque de sostenibilidad ambiental que, a pesar de ser más general, establece las bases para desarrollar proyectos viales que respeten lo más que sea posible el medio ambiente. Con ayuda de medidas como la gestión de aguas pluviales y el uso responsable de los recursos, el

reglamento contribuye a la realización de infraestructuras viales que minimicen su impacto negativo y ayuden a un desarrollo más equilibrado y sostenible en Ecuador (MTOPE, 2012).

4.3. Análisis de la Normativa AASHTO

4.3.1. Clasificación Vial

En la *A Policy on Geometric Design of Highways and Streets de la AASHTO*, clasifica las vías en torno a las características funcionales basándose en su propósito dentro del sistema de transporte, este criterio de clasificación se centra en las funciones de movilidad y acceso, clasificando las carreteras en autopistas, arteriales, colectoras y locales. Cada una tiene características específicas diseñadas para satisfacer las demandas de transporte y conectividad de las zonas que sirve (AASHTO, 2011).

En el diseño de las autopistas y vías arteriales principales tienen un enfoque en fortalecer la movilidad, permitiendo un tránsito fluido y continuo entre ciudades o regiones con pocas interrupciones. Mientras que las vías colectoras equilibran la movilidad con el acceso, conectando arteriales con áreas residenciales, comerciales o rurales. Y, por otra parte, las vías locales tienen prioridad en el acceso directo a propiedades, lo que las hace más adecuadas para zonas con menor volumen de tráfico y menores velocidades (AASHTO, 2011).

La clasificación de la AASHTO adapta el diseño geométrico según el contexto en que se encuentren las vías, ya sea urbano o rural. Las arterias urbanas pueden incluir semáforos, cruces peatonales y acceso frecuente a propiedades, y en áreas rurales, las mismas vías tienden a tener

recorridos más largos y menos interrupciones. Esto permite que las carreteras respondan a las necesidades específicas de cada entorno (AASHTO, 2011).

La AASHTO a pesar de no usa el TPDA como un valor de clasificación vial, si lo utiliza en el diseño geométrico al determinar elementos como el ancho de carril o la capacidad de tránsito. La clasificación vial utilizada está basada en las funciones de movilidad y acceso y ofrece un sistema completo que asegura la eficiencia y seguridad en el transporte, adaptándose tanto a las demandas actuales como a las proyecciones futuras (AASHTO, 2011).

4.3.2. Diseño Geométrico

La AASHTO establece también lineamientos técnicos claros para el diseño geométrico de carreteras y considerando factores como la seguridad, la comodidad y la eficiencia en el tránsito. Estos lineamientos van acorde a la clasificación funcional de las vías (autopistas, arteriales, colectoras y locales), y están orientados a garantizar que cada tipo de vía cumpla con los requisitos específicos de movilidad y acceso. Los elementos principales en el diseño geométrico son las velocidades de diseño, los radios de curvatura, las pendientes y los anchos de carril, ajustados según el propósito y la función de cada vía (AASHTO, 2011).

La relación entre la velocidad de diseño y las características físicas de la vía son fundamentales según la AASHTO. Se estipula que, para carreteras con altas velocidades, como autopistas y arteriales principales, se requieren radios de curvatura amplios, anchos de carril más generosos y pendientes suaves para garantizar la seguridad de los usuarios. Mientras que las vías locales, que manejan menores volúmenes de tráfico y velocidades más bajas, pueden tener

parámetros geométricos menos rigurosos, adaptándose mejor a las necesidades de las comunidades locales (AASHTO, 2011).

En el diseño geométrico se considera como está el terreno geográficamente y el contexto donde se ubica la carretera. Se estipula que, en áreas montañosas, las pendientes máximas y los radios mínimos de curvatura pueden ajustarse para garantizar la seguridad y funcionalidad de la vía. En las arteriales en áreas urbanas se incorporan elementos como semáforos, cruces peatonales y carriles adicionales para gestionar mejor el tránsito y mejorar la accesibilidad. Este criterio permite que las carreteras sean seguras y eficientes, respetando las características específicas de su entorno (AASHTO, 2011).

Se busca optimizar la seguridad y la funcionalidad de las carreteras mediante estándares técnicos que varían según el tipo de vía y las condiciones del terreno. Estos criterios nos ayudan a tener soluciones prácticas para diseñar infraestructuras que cumplan con las demandas de tránsito actuales y futuras, contribuyendo al desarrollo de redes viales sostenibles y eficientes (AASHTO, 2011).

Tabla 6. Pendientes máximas relativas. Fuente: AASHTO

Design Speed (km/h)	Maximum Relative Gradient(%)	Equivalent Maximum Relative Slope
20	0,80	1:125
30	0,75	1:133
40	0,70	1:143
50	0,65	1:154
60	0,60	1:167
70	0,55	1:182
80	0,50	1:200
90	0,47	1:213

100	0,44	1:227
110	0,41	1:244
120	0,38	1:263
130	0,35	1:286

En la Tabla 6. Se verán reflejadas las pendientes máximas relativas estas varían de acuerdo a la velocidad directriz para dar mayores longitudes de desarrollo cuando la velocidad sea alta y longitudes cortas cuando las velocidades sean bajas. Las pendientes relativas de acuerdo a la experiencia varían entre 0.8 y 0.35% dando aceptables longitudes de desarrollo para velocidades de entre 20 y 130 km/h. Por otro lado, la pendiente relativa es limitada hasta un valor de 0.5%, cuando las velocidades directrices son menores a 80 km/h se utilizan mayores pendientes relativas. En cuanto a los valores de las pendientes máximas se encuentran presentados en la Tabla 4. Que son los mismo utilizados en la normativa NEVI-2012 (AASHTO, 2011).

4.3.3. Sostenibilidad ambiental

La **AASHTO**, resalta la importancia de integrar principios de sostenibilidad ambiental en el diseño y construcción de infraestructuras viales. Busca reducir el impacto ambiental de las carreteras mediante la implementación de prácticas responsables en todas las etapas de un proyecto, desde la planificación inicial hasta el mantenimiento. La AASHTO desea promover un equilibrio entre el desarrollo de redes viales eficientes y la conservación del entorno natural, considerando aspectos como el manejo de recursos, la protección de ecosistemas y la eficiencia energética (AASHTO, 2011).

En la normativa estipula la incorporación de sistemas de drenaje sostenibles que permitan manejar de manera adecuada las aguas pluviales. Estos sistemas están diseñados para prevenir la erosión del suelo y evitar la contaminación de ríos, lagos y otros cuerpos de agua cercanos. Se sugiere también integrar elementos naturales, como zanjas verdes o áreas de infiltración, que no solo mejoran la funcionalidad de las carreteras, sino que también contribuyen a preservar el entorno ecológico (AASHTO, 2011).

Se fomenta el uso de materiales reciclados y de origen local en la construcción de carreteras. Esto no solo para reducir la huella de carbono asociada al transporte de materiales, sino que también promueve la economía circular, reutilizando recursos que de otra manera podrían convertirse en desechos. El cumplimiento de estas prácticas permite optimizar el consumo energético y minimizar los impactos ambientales, alineándose con los principios de sostenibilidad a largo plazo (AASHTO, 2011).

La sostenibilidad ambiental es un tema muy importante en la normativa AASHTO que influye en las recomendaciones para el diseño vial. Al tener una adecuada gestión de sus recursos, la protección de los ecosistemas y la eficiencia en el uso de materiales, la AASHTO establece un estándar para desarrollar infraestructuras viales que sean tanto funcionales como responsables con el medio ambiente. Así se asegura que el desarrollo de redes viales no solo responda a las necesidades humanas, sino que también respete y preserve el entorno natural (AASHTO, 2011).

4.4. Análisis de la Normativa del Instituto Nacional de Vías INVIAS

4.4.1. Clasificación vial

La normativa del **Instituto Nacional de Vías (INVÍAS)** clasifica la red vial de Colombia **en función de la funcionalidad** y la conectividad de las carreteras dentro del sistema de transporte nacional. Esta clasificación se organiza en vías primarias, secundarias y terciarias, cada una con objetivos específicos. Las vías primarias conectan ciudades principales y regiones estratégicas, facilitando el transporte de grandes volúmenes de tráfico y fomentando el comercio entre regiones. Las vías secundarias sirven como enlaces entre las vías primarias y poblaciones intermedias, mientras que las vías terciarias tienen un carácter más local, conectando comunidades rurales y áreas productivas con el sistema vial principal. Para esta clasificación, INVÍAS utiliza la necesidad operacional o los intereses que tiene la vía en sus diferentes niveles (INVÍAS, 2008).

Además, las clasifican también de acuerdo al tipo de terreno que depende de la topografía del tramo de estudio esto quiere decir que a lo largo del proyecto puede haber tramos homogéneos en diferentes tipos de terreno. Se clasifican en terrenos planos en donde las pendientes transversales al eje de la vía son de 5 grados y sus pendientes longitudinales son comúnmente menores a 3%, Terrenos ondulados en donde sus pendientes transversales son de 6 a 13 grados, requiere moderado movimiento de tierras y las pendientes longitudinales son de 3% a 6%, Terrenos montañosos, tiene pendientes transversales al eje de la vía de 13 a 40 grados, generalmente requiere grandes movimientos de tierra y las pendientes longitudinales se encuentran entre 6% a 8% y por ultimo Terreno escarpado que considera pendientes

transversales superiores a 40 grados y sus pendientes longitudinales son mayores a 8% (INVÍAS, 2020).

4.4.2. Diseño geométrico

La normativa del **Instituto Nacional de Vías (INVÍAS)** establece directrices claras para el diseño geométrico de las carreteras en Colombia, adaptándose a las características geográficas y climáticas del país. Se busca garantizar la seguridad, funcionalidad y eficiencia del tránsito vehicular en cada tipo de vía, ya sean primarias, secundarias o terciarias. Los principales criterios de la normativa son; los radios de curvatura, las pendientes máximas, los anchos de carril y las distancias de visibilidad, todos ajustados según el nivel de tráfico y las condiciones del terreno. Esto permite que las vías sean seguras y cómodas para los usuarios, sin comprometer la viabilidad técnica y económica de los proyectos (INVÍAS, 2020).

La INVÍAS es adaptable a terrenos montañosos y rurales que es uno de los puntos favorables y que son características comunes en Colombia. En terrenos con pendientes pronunciadas, se permite el uso de valores ajustados para pendientes máximas y radios de curvatura, siempre garantizando la seguridad del tránsito. Las vías locales y terciarias, que suelen tener un tráfico reducido, cuentan con especificaciones menos estrictas, enfocadas en mantener conectividad y accesibilidad para comunidades rurales. Esto permite a las vías cumplir con los objetivos propuestos que son la movilidad y acceso, mientras se optimizan los recursos disponibles y se minimizan los impactos ambientales (INVÍAS, 2020).

Tabla 7. Radios mínimos para peralte máximos 6% y fricción máxima. Fuente: INVIAS

VELOCIDAD ESPECIFICA (km/h)	PERALTE MAXIMO (%)	COEFICIENTE DE FRICCIÓN TRANSVERSAL	TOTAL	RADIO MINIMO (M)	
				CALCULADO	REDONDEADO
20	6,0	0,35	0,41	7,7	15
30	6,0	0,28	0,34	20,8	21
40	6,0	0,23	0,29	43,4	43
50	6,0	0,19	0,25	78,7	79
60	6,0	0,17	0,23	123,2	123

Tabla 8. Radios mínimos para peralte máximos 8% y fricción máxima. Fuente: INVIAS

VELOCIDAD ESPECIFICA (km/h)	PERALTE MAXIMO (%)	COEFICIENTE DE FRICCIÓN TRANSVERSAL	TOTAL	RADIO MINIMO (M)	
				CALCULADO	REDONDEADO
40	8,0	0,23	0,31	40,6	41
50	8,0	0,19	0,27	72,9	73
60	8,0	0,17	0,25	113,4	113
70	8,0	0,15	0,23	167,8	168
80	8,0	0,14	0,22	229,1	229
90	8,0	0,13	0,21	303,7	304
100	8,0	0,12	0,2	393,7	394
110	8,0	0,11	0,19	501,5	501
120	8,0	0,09	0,17	567,0	667
130	8,0	0,08	0,16	831,7	832

En la Tabla 7 y 8. Se encuentran los radios mínimos en función de la velocidad, el peralte y fricción máxima mientras que en la Tabla 9. Se encuentra las pendientes máximas en (%) en función de la velocidad de diseño del tramo homogéneo.

Tabla 9. Pendiente Media Máxima del corredor de ruta (%) Fuente: INVIAS

CATEGORIA DE LA CARRETERA	VELOCIDAD DE DISEÑO DEL TRAMO HOMOGENEO (km/h)									
	20	30	40	50	60	70	80	90	100	110
Primaria de dos calzadas	-		-	-		6	6	6	5	5
Primaria de una calzada	-			-	7	7	6	6	5	-
Secundaria			7	7	7	7	6			
Terciaria	7	7	7		-					

4.4.3. Sostenibilidad ambiental

La normativa del **Instituto Nacional de Vías (INVÍAS)** establece directrices claras para el diseño geométrico de las carreteras en Colombia, adaptándose a las características geográficas y climáticas del país. Estos lineamientos buscan garantizar la seguridad, funcionalidad y eficiencia del tránsito vehicular en cada tipo de vía, ya sean primarias, secundarias o terciarias. Los principales criterios regulados por la normativa son los radios de curvatura, las pendientes máximas, los anchos de carril y las distancias de visibilidad, todos ajustados según el nivel de tráfico y las condiciones del terreno. Permitiendo así que las carreteras sean seguras y cómodas para los usuarios, sin comprometer la viabilidad técnica y económica de los proyectos (INVÍAS, 2020).

4.5. Análisis de la Normativa Peruana, Manual de Carreteras: Diseño Geométrico

4.5.1. Clasificación vial

El **Manual de Carreteras: Diseño Geométrico**, emitido por el Ministerio de Transportes y Comunicaciones (MTC) de Perú, clasifica las vías **según su demanda** dentro de la red vial. Estas se dividen en:

- **Autopistas de Primera Clase**, que tienen un IMDA (Índice Promedio Diario Anual) mayor a 6000 veh/día que tienen un separador en el centro de 6m con calzadas divididas cada uno de los carriles deben medir 3.60 m mínimo.
- **Autopistas de Segunda Clase**, deben tener un IMDA de 6000 y 4000 veh/día divididas por un separador de entre 6 y 1 m y dos carriles de 3.60 m de ancho mínimo.
- **Carreteras de Primera Clase** con un IMDA de 4000 a 2000 veh/día tiene que tener una calzada de dos carriles de 3.60 m de ancho mínimo.
- **Carreteras de Segunda Clase**, con un IMDA de 2000 a 400 veh/día tiene que tener una calzada de dos carriles de 3.60 m de ancho mínimo.
- **Carreteras de Tercera Clase**, con un IMDA menores a 400 veh/día tiene que tener una calzada de dos carriles de 3 m de ancho mínimo.
- **Trochas Carrozables**, con un IMDA de 200 veh/día sus calzadas deben tener un ancho mínimo de 4 m. Cada una diseñada para cumplir con objetivos específicos de movilidad y conectividad. Las vías de primer orden, como las autopistas, están destinadas a manejar altos volúmenes de tráfico y garantizar la conexión entre ciudades principales y regiones estratégicas (MTC, 2018).

Se clasifica a las carreteras según el tipo de terreno que atraviesan: plano, ondulado, accidentado y escarpado. Con ayuda de esta clasificación se permite adaptar el diseño geométrico de la vía a las condiciones topográficas, optimizando la infraestructura vial y garantizando que cada carretera se ajuste de manera eficiente a las características geográficas del entorno (MTC, 2018).

4.5.2. Diseño geométrico

En el diseño de las carreteras el manual utiliza el IMDA (Índice Medio Diario Anual) como parámetro principal. Esto se utiliza porque permite proyectar el tráfico esperado durante la vida útil de la infraestructura, generalmente de 20 a 30 años. El uso del IMDA es muy importante para tener una garantía de que las vías sean capaces de soportar las demandas futuras, adaptándose al crecimiento poblacional, económico y vehicular. Asegurando que el diseño geométrico cumpla con los estándares necesarios para su funcionalidad a largo plazo, minimizando la necesidad de modificaciones o ampliaciones en el futuro (MTC, 2018).

El **Manual de Carreteras: Diseño Geométrico** estipula criterios detallados para el diseño geométrico de carreteras, adaptándose a las diversas condiciones geográficas y climáticas del país. Esta normativa ayuda a tener una regulación en las velocidades de diseño, los radios de curvatura, los anchos de carril, las pendientes máximas y las distancias de visibilidad, ajustándose a la clasificación funcional de las vías (primarias, secundarias y terciarias). El objetivo es garantizar que las carreteras sean seguras, cómodas y funcionales, proporcionando una adecuada conectividad entre las regiones y atendiendo las demandas de tráfico actuales y futuras (MTC, 2018).

Se hace énfasis en la importancia que tiene la implementación de las características del terreno. En áreas montañosas se establecen valores específicos para pendientes y radios mínimos que aseguran la estabilidad y la seguridad de los usuarios. Se considera en el diseño geométrico el entorno urbano o rural, ajustando los parámetros para optimizar la funcionalidad y la interacción con los espacios circundantes.

Este enfoque flexible permite que las carreteras respondan a las necesidades específicas del lugar, minimizando impactos ambientales y optimizando recursos. Al seguir estos lineamientos, el MTC busca desarrollar una red vial eficiente y sostenible que conecte las distintas regiones del país de manera efectiva (MTC, 2018).

En las Tablas 10, se encuentran los valores de las pendientes máximas en función a la velocidad, tipo de orografía y IMDA para saber que demanda tiene la vía y en la Tabla 11, están los radios mínimos y peraltes máximos para el diseño de carreteras de acuerdo al Manual de Carreteras (MTC, 2018).

Tabla 10. Pendientes Máximas (%) Fuente: Manual de Carreteras 2018.

Demanda	Autopistas				Carretera				Carretera				Carretera							
	> 6000				6000 - 4001				4000 - 2001				2000 - 400				< 400			
Características	Primera clase				Segunda clase				Primera clase				Segunda clase				Tercera clase			
Tipo de orografía	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Velocidad de diseño:																				
30 km/h																				
40 km/h																	9	8	9	10
50 km/h											7	7			8	9	8	8	8	8
60 km/h							6	6	7	7	6	6	7	7	6	7	8	9	8	8
70 km/h																	6	6	7	7
80 km/h																	5	5	5	5

90 km/h	4,5	4,5	4,5	5	5	6	5	5	6	6	6
100 km/h	4,5	4,5	4,5	5	5	6	5		6		
110 km/h	4	4		4							
120 km/h	4	4		4							
130 km/h	3,5										

Tabla 11. Radios mínimos y peraltes máximos para diseño de carreteras. Fuente: Manual de Carreteras

Ubicación de la vía	Velocidad de diseño	p máx. (%)	f máx.	Radio calculado (m)	Radio redondeado (m)
Área urbana	30	4	0.17	33.7	35
	40	4	0.17	60.0	60
	50	4	0.16	98.4	100
	60	4	0.15	149.2	150
	70	4	0.14	214.3	215
	80	4	0.14	280.0	280
	90	4	0.13	375.2	375
	100	4	0.12	492.10	495
	110	4	0.11	635.2	635
	120	4	0.09	872.2	875
Área rural (con peligro de hielo)	130	4	0.08	1,108.9	1,111
	30	6	0.17	30.8	30
	40	6	0.17	54.8	55
	50	6	0.16	89.5	90
	60	6	0.15	135.0	135
	70	6	0.14	192.9	195
	80	6	0.14	252.9	255
	90	6	0.13	335.9	335
	100	6	0.12	437.4	440
	110	6	0.11	560.4	560
Área rural (plano u ondulada)	120	6	0.09	755.9	755
	130	6	0.08	950.5	950
	30	8	0.17	28.3	30
	40	8	0.17	50.4	50
	50	8	0.16	82.0	85
	60	8	0.15	123.2	125
	70	8	0.14	175.4	175
	80	8	0.14	229.1	230
90	8	0.13	303.7	305	

	100	8	0.12	393.7	395
	110	8	0.11	501.5	500
	120	8	0.09	667.0	670
	130	8	0.08	831.7	835
Área rural (accidentada o escarpada)	30	12	0.17	24.4	25
	40	12	0.17	43.4	45
	50	12	0.16	70.3	70
	60	12	0.15	105.0	105
	70	12	0.14	148.4	150
	80	12	0.14	193.8	195
	90	12	0.13	255.1	255
	100	12	0.12	328.1	330
	110	12	0.11	414.2	415
	120	12	0.09	539.9	540
	130	12	0.08	665.4	665

4.5.3. Sostenibilidad ambiental

El **Manual de Carreteras: Diseño Geométrico**, elaborado por el **Ministerio de Transportes y Comunicaciones (MTC)** de Perú, integra la sostenibilidad ambiental como un componente clave en la planificación y construcción de infraestructura vial. Se estipula lineamientos para mitigar los impactos negativos de las carreteras en el medio ambiente, promoviendo prácticas que preserven los ecosistemas y los recursos naturales. Se recomienda la implementación de sistemas de drenaje eficientes para manejar las aguas pluviales, evitando la erosión del suelo y la contaminación de cuerpos de agua. Esto es sumamente importante para garantizar que las carreteras no solo sean funcionales, sino también respetuosas con el entorno natural (MTC, 2018).

Se promueve también el uso de materiales sostenibles, como aquellos reciclados o de origen local, para reducir la huella ambiental de los proyectos viales. También destaca la

importancia de planificar rutas que disminuyan la deforestación y el impacto en áreas protegidas, asegurando que las obras viales se integren armónicamente con su entorno. Esto a pesar de contribuir en la conservación del medio ambiente, también fomentan la eficiencia en el uso de recursos y la sostenibilidad a largo plazo. La normativa peruana refleja un compromiso por desarrollar una red vial moderna y sostenible, que equilibre las necesidades de conectividad con la protección del medio ambiente (MTC, 2018).

4.6. Resultados

Tabla 12 Matriz comparativa del reglamento, la NEVI-2012 y normativas internacionales. Fuente: AUTOR

Criterio	Clasificación Vial, enfoque y criterios de clasificación	Diseño geométrico	Sostenibilidad ambiental
NEVI-2012 Volumen 2	Tiene un enfoque técnico y detallado, clasifica las vías según parámetros geométricos, operativos y de diseño como son: Clasificación por Capacidad que está en función del TPDA, Clasificación por jerarquía en la red vial, Clasificación por condiciones ortográficas, clasificación por número de Calzadas, Clasificación en función de la superficie de rodamiento.	La NEVI define los anchos de carriles según la clasificación funcional de la vía como son autopistas, carreteras primarias secundarias, etc. También define pendientes máximas de acuerdo al tipo de terreno y radios de curvatura según la velocidad de diseño, especifica las distancias de visibilidad que se necesitan para adelantamientos y paradas, basadas en la velocidad de diseño, otro parámetro importante es el tránsito, que utiliza también un TPDA que indica para que servicio se construirá la vía y por lo tanto permite establecer cargas de diseño geométrico.	La NEVI-2012 induce la sostenibilidad ambiental como uno de los principios más importantes en el diseño y la construcción del sistema vial del Ecuador. Promueve las prácticas responsables que disminuyan lo más que se pueda el impacto ecológico en las etapas de planificación hasta el mantenimiento. Entre las medidas más relevantes se encuentran el uso de materiales reciclados y locales para reducir la huella de carbono, así como el diseño de sistemas de drenaje eficientes que prevengan la erosión del suelo y protejan las fuentes de agua cercanas.
Reglamento de Infraestructura Vial	Tiene un enfoque normativo y administrativo, clasifica las vías según su función y jerarquía. Tiene una clasificación, por su diseño, por su funcionalidad, por su dominio, por su uso, por su jurisdicción o competencia y por su TPDA o tráfico promedio diario anual.	El Reglamento de la Ley de Sistema de Infraestructura Vial del Transporte Terrestre no especifica anchos de carril, en cuanto a las pendientes máximas no especifica o pone límites generales, y distancias de visibilidad tampoco las especifica.	El reglamento de la Ley de Sistema de Infraestructura Vial del Transporte Terrestre trata la sostenibilidad ambiental en temas de planificación y ejecución de manera general y conceptual, reconoce la importancia de proteger el medio ambiente desde el diseño del proyecto hasta su mantenimiento y así disminuir en lo mínimo que se pueda los efectos negativos de la construcción y operación de las infraestructuras viales.
AASHTO	La AASHTO clasifica las vías según su función principal en el sistema de transporte, priorizando aspectos como la movilidad y el acceso. Las carreteras se dividen en autopistas, arteriales, colectoras y locales, asignándoles características específicas según su propósito y el entorno en el que se encuentran. Esta clasificación permite un diseño adaptable que equilibra las necesidades de tránsito y seguridad, ajustándose tanto a las condiciones locales como a las demandas futuras.	La normativa AASHTO, establece pautas fundamentales para el diseño geométrico de carreteras en Estados Unidos, Esta normativa abarca aspectos como la alineación de las vías, la disposición de curvas, el ancho de los carriles y la visibilidad, con el objetivo de ofrecer una circulación segura y fluida para los vehículos. Además, toma en cuenta la accesibilidad para otros usuarios, como peatones y ciclistas. Al comparar AASHTO con las Normas Ecuatorianas de Vialidad (NEVI) o la INVIAS y el Reglamento de infraestructura vial del transporte terrestre de Ecuador, se observan similitudes y diferencias en parámetros como los radios de curva y las dimensiones de las vías, que se ajustan a las particularidades geográficas y de tráfico (TPDA) de cada país.	Destaca la importancia de reducir los impactos ambientales de las infraestructuras viales mediante prácticas responsables desde la planificación inicial hasta el mantenimiento, uno de los puntos claves es el drenaje sostenible que permita manejar las aguas pluviales y evitar la contaminación de cuerpos de agua cercanos, sugiere las zanjas verdes de infiltración que ayudan a mejorar la funcionalidad de las carreteras. También el uso de materiales reciclados y de origen local, esto no solo reduce la huella de carbono asociada al transporte de materiales si no que también promueve una economía circular.
Normativa Colombiana INVIAS	La normativa colombiana INVIA clasifica las vías en diferentes categorías según su función y características técnicas. Estas categorías incluyen una clasificación según su funcionalidad en donde entran las vías primarias, que son las principales arterias de comunicación y tienen un alto volumen de tráfico; las vías secundarias, que conectan áreas importantes y sirven como rutas de enlace entre las primarias; y las vías terciarias, que son más locales y permiten el acceso a zonas rurales o de baja densidad de tráfico. La clasificación también considera factores como el tipo de terreno como son terrenos planos, ondulados, montañosos y escarpados.	La normativa colombiana INVIA establece directrices para el diseño geométrico de las vías, enfocándose en la alineación horizontal y vertical, la visibilidad y la seguridad vial. Define parámetros específicos para las diferentes categorías de vías (primarias, secundarias y terciarias), ajustando el diseño a las necesidades del tráfico y las condiciones del terreno. Además, establece criterios para el radio de curvas, pendientes y distancias de seguridad, buscando optimizar el flujo vehicular y la comodidad de los usuarios.	La normativa del Instituto Nacional de Vías (INVÍAS) en Colombia integra la sostenibilidad ambiental en los proyectos viales promoviendo medidas que minimicen los impactos negativos en el entorno. Entre ellas, se destaca el diseño de sistemas de drenaje para prevenir la erosión del suelo y proteger las fuentes de agua, así como el uso de materiales locales y reciclados para reducir la huella ambiental. Estas prácticas garantizan una infraestructura vial funcional que respeta los ecosistemas y fomenta un desarrollo sostenible (INVÍAS, 2020).
Normativa Peruana	La normativa peruana, según el Manual de Carreteras: Diseño Geométrico, clasifica las vías en función a la demanda donde se considera un IMDA que es el Índice Medio Diario Anual que son la cantidad de vehículos que circulan en un día, según este criterio tenemos, Autopistas de primera clase, Autopistas de segunda clase, Carreteras de primera clase, Carreteras de segunda clase, Carreteras de tercera clase y Trochas carrozables. Otro criterio de clasificación también es en función a la orografía predominante del terreno en donde se encuentran, Terreno plano tipo 1, Terreno ondulado tipo 2, Terreno accidentado tipo 3, Terreno escarpado tipo 4. (MTC, 2018).	El Manual de Carreteras: Diseño Geométrico en Perú establece parámetros técnicos claros para el diseño geométrico de las vías, como velocidades de diseño, radios de curvatura, pendientes máximas y anchos de carril. Estos criterios varían según la clasificación funcional de las carreteras (primarias, secundarias y terciarias) y las características del terreno, adaptándose a las condiciones urbanas, rurales o montañosas. El objetivo es garantizar la seguridad, funcionalidad y durabilidad de las infraestructuras viales, optimizando su operatividad y eficiencia (MTC, 2018).	Incorpora la sostenibilidad ambiental como un eje esencial, promoviendo prácticas que reduzcan el impacto en el entorno natural. Se destacan medidas como el diseño de sistemas de drenaje eficientes para evitar la erosión y la contaminación de cuerpos de agua, además del uso de materiales reciclados o locales para minimizar la huella ambiental. Estas directrices buscan equilibrar la conectividad vial con la conservación de los ecosistemas y recursos naturales (MTC, 2018).
Observaciones	La NEVI ofrece directrices técnicas para el diseño, mientras que el reglamento organiza la red vial por su importancia estratégica y conectividad. Existe una discrepancia entre el Reglamento y la normativa NEVI-2012, mientras que el reglamento usa un TPDA, la NEVI-2012 usa un TPDA en cuanto a los criterios para clasificar las vías, el valor de TPDA del reglamento se encuentra desactualizado para la demanda vehicular que existe en la modernidad mientras que la normativa NEVI-2012 está más actualizada a la realidad moderna vehicular tomando datos del MOP recabados hasta Septiembre del 2012 aunque ambos son técnicamente válidos, el reglamento debería considerar una actualización para alinearse con las necesidades actuales del sistema vial. Por otro lado, las normativas internacionales como la ASHTO, INVIAS, y el Manual de Carreteras: Diseño geométrico del Perú, muestran similitudes en la clasificación vial, usando criterios comunes como la funcionalidad y jerarquización. Sin embargo, en el caso de la normativa peruana el TPDA tiene valores comparables a los del reglamento ecuatoriano por lo que se podría considerarse desactualizado frente al crecimiento vehicular actual.	Las Normativas tienen criterios para el diseño geométrico similares sin embargo cambian ciertos aspectos como pendientes máximas y radios mínimos de acuerdo a la geografía del país de la normativa. Por otra parte el Reglamento de la Ley de Sistema de Infraestructura Vial del transporte terrestre no dispone de información suficiente en cuanto al diseño geométrico.	Las normativas tanto como el reglamento buscan garantizar la seguridad y eficiencia de las carreteras mitigando las emisiones dañinas para el medio ambiente, protegiendo ecosistemas y también la eficiencia en el uso de los recursos. Las normativas que son más recientes incorporan estos criterios de manera más integral, reconociendo la importancia de minimizar el impacto ambiental de los proyectos viales.

Tabla 13. Tabla de nivel de similitud. Fuente: Autor

Tabla de nivel de similitud					
Criterios		NEVI-2012 Volumen 2	AASHTO	Normativa Colombiana INVIAS	Normativa Peruana
Clasificación Vial, enfoque y criterios de clasificación	Reglamento de la Ley del Sistema de Infraestructura Vial del Transporte Terrestre	Yellow	Yellow	Yellow	Green
Diseño geométrico		Red	Red	Red	Red
Sostenibilidad ambiental		Yellow	Yellow	Yellow	Yellow

Tabla 14. Numeración y visualización del nivel de similitud. Fuente: Autor

Similitud Baja	1 a 5	Red
Similitud Media	5 a 10	Yellow
Similitud Alta	10 a 15	Green

Como se puede observar en las Tablas 13 y 14, se ha calificado, en un rango de 15 puntos, el nivel de similitud o concordancia entre las normativas internacionales y la Normativa NEVI-2012 con el Reglamento de la Ley de Sistema de Infraestructura Vial del Transporte Terrestre. La puntuación se distribuye de la siguiente manera: un rango de 1 a 5 puntos indica una similitud baja, lo que significa que las normativas mencionan brevemente o con poca información el criterio evaluado; un rango de 5 a 10 puntos representa una similitud media, lo que implica que las normativas incluyen información parcialmente similar al criterio evaluado; finalmente, un rango de 10 a 15 puntos indica una similitud alta, lo que sugiere que las normativas presentan información sumamente parecida o idéntica con respecto al criterio evaluado.

Al analizar las normativas y el reglamento en una matriz comparativa recolectando información de cada una como se muestra en la Tabla 12. se pudo evidenciar que existe una discrepancia entre el Reglamento de la Ley de Sistema de Infraestructura Vial del Transporte

Terrestre y la NEVI-2012 en donde se pone en evidencia la necesidad de actualizar el reglamento. Mientras que en criterios de clasificación vial el reglamento utiliza un TPDA un parámetro que hace alusión a la demanda actual del tráfico vehicular, la NEVI por otro lado emplea un TPDA_d, que hace alusión al crecimiento vehicular a largo plazo y que permite también diseñar las carreteras para necesidades futuras. Estas discrepancias hacen que el reglamento, aunque válido para su época sea insuficiente frente al crecimiento de demanda vehicular del país, debido también al crecimiento económico y poblacional.

Otro aspecto que igualmente se considera relevante enfatizar es el diseño geométrico dentro del reglamento. A diferencia de las normativas NEVI, el Manual de Carreteras: Diseño Geométrico del Perú, la AASHTO y la normativa INVÍAS, donde se detalla claramente el uso del TPDA y TPDA_d como parámetros fundamentales para establecer pendientes, radios de curvatura, anchos de carril y otros elementos generales. Esta ausencia de especificaciones técnicas precisas limita su utilidad para el diseño de las carreteras mas no para la clasificación vial de las mismas.

En este contexto, se propone también incorporar criterios claros basados en experiencias internacionales, como las de la AASHTO y la INVÍAS, permitiría que el reglamento no solo gestione de manera efectiva la red vial actual, sino que también se convierta en una herramienta técnica valiosa para futuros proyectos. Esto aseguraría que la infraestructura vial del país sea más eficiente y segura, además de estar mejor preparada para enfrentar las demandas tanto del presente como del futuro.

CAPITULO V: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. Conclusiones y Recomendaciones

Al realizar una investigación y revisión exhaustiva de las normativas NEVI-2012 y el Reglamento de la Ley de Sistema de Infraestructura Vial del Transporte Terrestre y también las normativas internacionales AASHTO, INVIAS y el Manual de Carreteras del Perú y se ha evidenciado discrepancias en cuanto a los criterios para la clasificación vial y el diseño geométrico. Mientras la NEVI-2012 utiliza un TPDA más actualizado que también está proyectado a largo plazo (TPDA_l) el Reglamento aun emplea el TPDA que refleja las condiciones de tráfico actuales, sin embargo, está desactualizado frente a la demanda vehicular moderna con este contexto se encontró también una similitud entre el reglamento y el MTC en donde coinciden valores parecidos en cuanto al TPDA que son muy bajos para la demanda vehicular moderna.

Esto resalta la necesidad de realizar una revisión y actualizar el reglamento para alinearlos a estándares internacionales y también a las necesidades reales del país. Sabiendo esto también se tiene en cuenta que a pesar de que este criterio de clasificación está desactualizado todavía existen los otros parámetros para clasificar las vías del Ecuador.

En cuanto al diseño geométrico se pudo identificar que el reglamento no contiene especificaciones técnicas claras, a diferencia de las normativas internacionales que detallan parámetros que son fundamentales como radios de curvatura, pendientes máximas, anchos de carril. Este vacío hace que el reglamento tenga una limitación en cuanto a la efectividad del mismo para ser una herramienta de uso en la planificación y el diseño de carreteras, dejando así a

los ingenieros en infraestructura vial sin directrices claras para garantizar infraestructuras que sean seguras, eficientes y también sostenibles en cuanto al reglamento.

Las normativas AASHTO, la INVIA y el Manual de Carreteras del Perú son normativas internacionales que tienen enfoques integrales, la clasificación vial de estas normativas tiende a incluir criterios como la funcionalidad y conectividad, estas añaden también datos técnicos para el diseño geométrico y la sostenibilidad ambiental. Con este punto de vista Ecuador tiene la necesidad de actualizar o modernizar la normativa vial, integrando ciertos conceptos y también alineándose con tendencias globales que prioricen la proyección del tráfico y la sostenibilidad.

Se recomienda una actualización del Reglamento de la Ley de Sistema de Infraestructura Vial del Transporte Terrestre, incorporando un TPDAd como uno de los criterios principales para la clasificación vial, dado su capacidad para proyectar el crecimiento vehicular y garantizar un diseño eficaz y sostenible. Esta actualización del reglamento se basaría en las mejores prácticas internacionales como puede ser las de la AASHTO y la INVIAS, y así poder permitir que la infraestructura vial sea eficiente y que estén acorde a las necesidades modernas y también futuras del país.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AASHTO. (1993). *Diseño de Pavimentos (AASHTO-93)*.
- AASHTO. (2011). *LIBRO VERDE AASHTO 2011 Política sobre DISEÑO GEOMÉTRICO de CAMINOS Y CALLES*.
- Banco mundial. (2020). *Informe sobre desarrollo sostenible y transporte. Washington, D.C., Estados Unidos: Banco Mundial*.
- Fernández, R., & López, M. (2021). Evolución de normativas viales en América Latina y su impacto en la infraestructura de transporte. *Revista de Ingeniería Civil*, 45–60.
- García, L., & Pérez, J. (2020). Infraestructura vial y desarrollo económico: Un análisis en América Latina. . *Editorial Universitaria*.
- González, R., & Muñoz, P. (2020). Análisis comparativo del Manual de Carreteras de Chile y normativas europeas en infraestructura vial. *Revista de Ingeniería y Transporte*, 45–62.
- INVIAS. (2008). *Manual de Diseño Geométrico de Carreteras*.
- Lozada, P. (2022). “*DISEÑO GEOMÉTRICO Y ESTRUCTURAL DE LA VÍA DE 5.3 KM QUE UNE LAS COMUNIDADES LUSHANTA – ARDILLA URKU PERTENECIENTE A LA PARROQUIA SAN PABLO DE USHPAYACU EN EL CANTÓN ARCHIDONA DE LA PROVINCIA DE NAPO*”.
- Martínez, P., & Rodríguez, S. (2019). Normativas viales y su aplicación en el diseño geométrico de carreteras. *Instituto de Investigación En Transporte*.
- MTC. (2018). *Manual de Carreteras: Diseño Geométrico DG- 2018*.
- MTOP. (2003). *Normas de Diseño Geométrico*.
- MTOP. (2012). *REGLAMENTO LEY SISTEMA INFRAESTRUCTURA VIAL DEL TRANSPORTE TERRESTRE*. www.lexis.com.ec
- NEVI. (2012). *VOLUMEN N° 2 – LIBRO A NORMA PARA ESTUDIOS Y DISEÑOS VIALES*.
- OMS. (2018). *Informe sobre la seguridad vial en el mundo. Ginebra*.
- Peña, J. + P. D. (2021). *Estimación de la contaminación del aire generada por el efecto de la circulación vehicular motorizada en la Av. Paseo de los Cañaris de la ciudad de Cuenca – Ecuador, usando la herramienta de micro simulación Aimsun 8.1*.
- Pérez, D., & Ramírez, L. (2019). Comparación de la normativa INVIAS y los estándares AASHTO en carreteras colombianas. *Revista de Ingeniería Civil y Transporte*, 15, 30–48.
- Ramírez, C., & Torres, E. (2022). Infraestructura vial sostenible: Retos y oportunidades en América Latina. *Congreso Internacional de Ingeniería Vial*.

República del Ecuador. (2008). *Constitución de la República del Ecuador*. Quito, Ecuador:
Registro Oficial.

AUTORIZACION DE PUBLICACION EN EL REPOSITORIO INSTITUCIONAL

Yo, Pablo Andrés Arévalo Otorongo portador de la cédula de ciudadanía N.º 0107296535. En calidad de autor/a y titular de los derechos patrimoniales del trabajo de titulación "Análisis comparativo de las normas NEVI-2012 y el Reglamento de la Ley de Sistema de Infraestructura Vial del Transporte Terrestre Vigente" de conformidad a lo establecido en el artículo 114 Código Orgánico de la Economía Social de los Conocimientos, Creatividad e Innovación, reconozco a favor de la Universidad Católica de Cuenca una licencia gratuita, intransferible y no exclusiva para el uso no comercial de la obra, con fines estrictamente académicos, Así mismo; autorizo a la Universidad para que realice la publicación de este trabajo de titulación en el Repositorio Institucional de conformidad a lo dispuesto en el artículo 144 de la Ley Orgánica de Educación Superior.

Cuenca, 15 de abril de 2025

F: 

Pablo Andrés Arévalo Otorongo
0107296535