

UNIVERSIDAD DE HUANUCO
FACULTAD DE INGENIERIA
PROGRAMA ACADÉMICO DE INGENIERIA CIVIL



TESIS

**“Evaluación de las características del diseño geométrico y su
relación con la accidentabilidad en los caminos vecinales,
Huánuco - 2024”**

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL

AUTOR: Molina Isidro, Mayk Jhaison

ASESOR: Tuanama Lavi, José Wicley

HUÁNUCO - PERÚ

2025

U

D

H



UDH
UNIVERSIDAD DE HUANCAYO
<http://www.udh.edu.pe>

TIPO DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN:

- Tesis (X)
- Trabajo de Suficiencia Profesional ()
- Trabajo de Investigación ()
- Trabajo Académico ()

LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN: Transporte**AÑO DE LA LÍNEA DE INVESTIGACIÓN** (2020)**CAMPO DE CONOCIMIENTO OCDE:****Área:** Ingeniería, Tecnología**Sub área:** Ingeniería civil**Disciplina:** Ingeniería civil**DATOS DEL PROGRAMA:**

Nombre del Grado/Título a recibir: Título

Profesional de Ingeniero Civil

Código del Programa: P07

Tipo de Financiamiento:

- Propio (X)
- UDH ()
- Fondos Concursables ()

DATOS DEL AUTOR:

Documento Nacional de Identidad (DNI): 73795762

DATOS DEL ASESOR:

Documento Nacional de Identidad (DNI): 05860064

Grado/Título: Maestro en gerencia publica

Código ORCID: 0000-0002-5148-6384

DATOS DE LOS JURADOS:

Nº	APELLIDOS Y NOMBRES	GRADO	DNI	Código ORCID
1	Narro Jara, Luis Fernando	Maestro en ingeniería con mención en gestión ambiental y desarrollo sostenible	18206328	0000-0003-4008-7633
2	Jara Trujillo, Alberto Carlos	Maestro en ingeniería, con mención en gestión ambiental y desarrollo sostenible	41891649	0000-0001-8392-1769
3	Aguilar Alcántara, Leonel Marlo	Maestro en ingeniería civil con mención en dirección de empresas de la construcción	43415813	0000-0002-0877-5922



UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO

Facultad de Ingeniería

PROGRAMA ACADÉMICO DE INGENIERÍA CIVIL

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO(A) CIVIL

En la ciudad de Huánuco, siendo las 16:00 horas del día **miércoles 15** de octubre de 2025, en cumplimiento de lo señalado en el Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad de Huánuco, se reunieron los Jurados Calificadores integrado por los docentes:

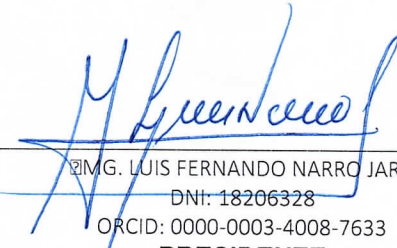
❖ MG. LUIS FERNANDO NARRO JARA	PRESIDENTE
❖ MG. ALBERTO CARLOS JARA TRUJILLO	SECRETARIO
❖ MG. LEONEL MARLO AGUILAR ALCANTARA	VOCAL

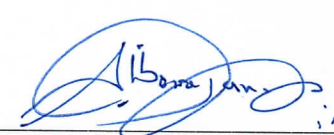
Nombrados mediante la RESOLUCIÓN No 2098-2025-D-FI-UDH, para evaluar la Tesis intitulada: "EVALUACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS DEL DISEÑO GEOMÉTRICO Y SU RELACIÓN CON LA ACCIDENTABILIDAD EN LOS CAMINOS VECINALES, HUÁNUCO –2024", presentado por el (la) Bachiller. Bach. Mayk Jhaison MOLINA ISIDRO, para optar el Título Profesional de Ingeniero(a) Civil.

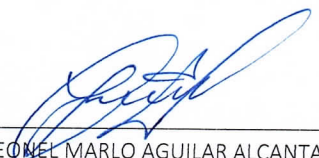
Dicho acto de sustentación se desarrolló en dos etapas: exposición y absolución de preguntas: procediéndose luego a la evaluación por parte de los miembros del Jurado.

Habiendo absuelto las objeciones que le fueron formuladas por los miembros del Jurado y de conformidad con las respectivas disposiciones reglamentarias, procedieron a deliberar y calificar, declarándolo(a) *aprobado* por *Unanimidad* con el calificativo cuantitativo de *14* y cualitativo de *Suficiente* (Art. 47).

Siendo las *17:15* horas del día 15 del mes de octubre del año 2025, los miembros del Jurado Calificador firman la presente Acta en señal de conformidad.


MG. LUIS FERNANDO NARRO JARA
DNI: 18206328
ORCID: 0000-0003-4008-7633
PRESIDENTE


MG. ALBERTO CARLOS JARA TRUJILLO
DNI: 41891649
ORCID: 0000-0001-8392-1769
SECRETARIO (A)


MG. LEONEL MARLO AGUILAR ALCANTARA
DNI: 43415813
ORCID: 0000-0002-0877-5922
VOCAL



UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO

CONSTANCIA DE ORIGINALIDAD

El comité de integridad científica, realizó la revisión del trabajo de investigación del estudiante: MAYK JHAISON MOLINA ISIDRO, de la investigación titulada "EVALUACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS DEL DISEÑO GEOMÉTRICO Y SU RELACIÓN CON LA ACCIDENTABILIDAD EN LOS CAMINOS VECINALES, HUÁNUCO - 2024", con asesor(a) JOSE WICLEY TUANAMA LAVI, designado(a) mediante documento: RESOLUCIÓN N° 1935-2024-D-FI-UDH del P. A. de INGENIERÍA CIVIL.

Puede constar que la misma tiene un índice de similitud del 25 % verificable en el reporte final del análisis de originalidad mediante el Software Turnitin.

Por lo que concluyo que cada una de las coincidencias detectadas no constituyen plagio y cumple con todas las normas de la Universidad de Huánuco.

Se expide la presente, a solicitud del interesado para los fines que estime conveniente.

Huánuco, 16 de junio de 2025



RICHARD J. SOLIS TOLEDO
D.N.I.: 47074047
cod. ORCID: 0000-0002-7629-6421



MANUEL E. ALIAGA VIDURIZAGA
D.N.I.: 71345687
cod. ORCID: 0009-0004-1375-5004

INFORME DE ORIGINALIDAD

25%

INDICE DE SIMILITUD

25%

FUENTES DE INTERNET

2%

PUBLICACIONES

7%

TRABAJOS DEL
ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1

repositorio.unheval.edu.pe

Fuente de Internet

13%

2

hdl.handle.net

Fuente de Internet

3%

3

repositorio.unc.edu.pe

Fuente de Internet

2%

4

repositorio.unprg.edu.pe

Fuente de Internet

1%

5

www.osterlingfirm.com

Fuente de Internet

1%



RICHARD J. SOLIS TOLEDO

D.N.I.: 47074047

cod. ORCID: 0000-0002-7629-6421



MANUEL E. ALIAGA VIDURIZAGA

D.N.I.: 71345687

cod. ORCID: 0009-0004-1375-5004

DEDICATORIA

A mis padres: gracias por todo el apoyo, amor y sacrificio a lo largo de los años. Me ayudaron a mantenerme en el buen camino y me guiaron a convertirme en un profesional competente en el mundo laboral.

AGRADECIMIENTOS

Mi agradecimiento a la Universidad de Huánuco por todos los años que nos albergó en sus aulas y adicionalmente, quiero agradecer a mi asesor, Mg. José Wicley Tuanama Lavi, cuya guía y experiencia me ayudó a lo largo del desarrollo de esta tesis.

ÍNDICE

DEDICATORIA	II
AGRADECIMIENTOS.....	III
ÍNDICE.....	IV
INDICE DE TABLAS	VII
INDICE DE FIGURAS	VIII
RESUMEN	IX
ABSTRACT	X
INTRODUCCIÓN	XI
CAPÍTULO I.....	13
PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN	13
1.1. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA	13
1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	14
1.2.1. PROBLEMA GENERAL.....	14
1.2.2. PROBLEMAS ESPECÍFICOS	14
1.3. OBJETIVO GENERAL.....	15
1.4. OBJETIVOS ESPECÍFICOS	15
1.5. JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN	15
1.5.1. JUSTIFICACIÓN TEÓRICA.....	16
1.5.2. JUSTIFICACIÓN PRÁCTICA	16
1.5.3. JUSTIFICACIÓN METODOLÓGICA	16
1.6. LIMITACIONES DE LA INVESTIGACIÓN	17
1.6.1. DISPONIBILIDAD DE DATOS.....	17
1.6.2. VARIABILIDAD GEOGRÁFICA	17
1.6.3. FACTORES SOCIOECONÓMICOS.....	18
1.7. VIABILIDAD DE LA INVESTIGACIÓN.....	18

1.7.1. VIABILIDAD ECONÓMICA.....	18
1.7.2. VIABILIDAD ÉTICA	18
1.7.3. VIABILIDAD OPERATIVA	18
CAPÍTULO II.....	20
MARCO TEÓRICO	20
2.1. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN	20
2.1.1. ANTECEDENTES INTERNACIONALES.....	20
2.1.2. ANTECEDENTES NACIONALES	23
2.1.3. ANTECEDENTES LOCALES	25
2.2. BASES TEÓRICAS	26
2.2.1. CARACTERÍSTICAS DEL DISEÑO GEOMÉTRICO	26
2.2.2. ACCIDENTABILIDAD EN CARRETERAS.....	41
2.3. DEFINICIONES CONCEPTUALES	44
2.4. HIPÓTESIS	47
2.4.1. HIPÓTESIS GENERAL	47
2.4.2. HIPÓTESIS ESPECÍFICAS.....	47
2.5. VARIABLES.....	47
2.5.1. VARIABLE 1.....	47
2.5.2. VARIABLE 2	47
2.6. OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES (DIMENSIONES E INDICADORES)	48
CAPÍTULO III.....	50
METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN.....	50
3.1. TIPO DE INVESTIGACIÓN	50

3.1.1. ENFOQUE.....	50
3.1.2. ALCANCE O NIVEL.....	50
3.1.3. DISEÑO.....	51
3.2. POBLACIÓN Y MUESTRA.....	51
3.2.1. POBLACIÓN.....	51
3.2.2. MUESTRA.....	51
3.3. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS ...	53
3.3.1. PARA LA RECOLECCIÓN DE DATOS	53
3.3.2. PARA LA PRESENTACIÓN DE DATOS	55
3.3.3. PARA EL ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE DATOS	56
CAPÍTULO IV.....	57
RESULTADOS.....	57
4.1. PROCESAMIENTO DE DATOS.....	57
4.1.1. DEL DISEÑO EN PLANTA	58
4.1.2. DEL DISEÑO DEL PERFIL	69
4.1.3. DEL DISEÑO DE LAS SECCIONES TRANSVERSALES	74
4.2. CONTRASTACIÓN DE HIPÓTESIS Y PRUEBA DE HIPÓTESIS.....	89
CAPÍTULO V.....	95
DISCUSIÓN DE RESULTADOS.....	95
5.1. CONTRASTACIÓN DE LOS RESULTADOS	95
CONCLUSIONES	99
RECOMENDACIONES.....	102
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	104
ANEXOS.....	109

INDICE DE TABLAS

Tabla 1 Longitudes de tramo en tangente	29
Tabla 2 Anchos mínimos de calzadas en pendiente.....	38
Tabla 3 Operacionalización de variables	48
Tabla 4 Instrumentos metodológicos e instrumentos físicos.....	55
Tabla 5 Particularidades del diseño geométrico en planta de la carretera en estudio	58
Tabla 6 Estadísticos descriptivos de las variables Radio y Longitud de Tangente.....	65
Tabla 7 Análisis de la geometría del trazado vial evaluado	69
Tabla 8 Datos estadísticos de la pendiente y longitud de curvas verticales	70
Tabla 9 Caracterización geométrica de las secciones transversales de la vía en estudio	74
Tabla 10 Medidas estadísticas del Ancho de la Vía y la Elevación Superior del Talud.....	82
Tabla 11 Frecuencia de los accidentes vehiculares en la provincia de Lauricocha	86
Tabla 12 Accidentabilidad en términos de Gravedad de las carreteras en la Provincia de Lauricocha.....	88

INDICE DE FIGURAS

Figura 1 Sección Transversal típica para carretera con una calzada de dos carriles, en poblaciones rurales	37
Figura 2 Mapa vial de la provincia de Lauricocha	53

RESUMEN

La investigación tiene como objetivo determinar la influencia del diseño geométrico en la accidentabilidad en caminos vecinales, ésta se llevó a cabo en la provincia de Lauricocha, región Huánuco, Perú, utilizando un enfoque cuantitativo, de tipo aplicada y con un nivel relacional. La muestra, no probabilística y seleccionada intencionalmente, incluyó un tramo de 10 km de la carretera entre el Centro Poblado Antacolpa y la Localidad de Lauricocha. El estudio analizó elementos del diseño geométrico de los caminos, tanto de la planta, el perfil y las secciones transversales, como radios de curva, longitud de tangentes, pendientes, longitud de curva vertical, ancho de la calzada y taludes. Los datos se recopilaron a través de observaciones de campo y registros de accidentes proporcionados por autoridades policiales. Se identificaron radios de curva y ancho de calzada menores que los establecidos en la norma DG 2018. Se comprobó que estas características están relacionadas con una mayor frecuencia y gravedad de accidentes, ya que estas deficiencias favorecen la ocurrencia de choques (relacionados a anchos de calzada angostos) y despistes (relacionados a radios de curva pequeños), confirmando la hipótesis de la relación significativa entre el diseño geométrico y la accidentabilidad. Además, aunque la inclinación de los caminos no se relacionó claramente con la gravedad de los accidentes, sí se encontró que el radio de curvas y el ancho de la calzada influyen en la severidad de los incidentes, destacando la necesidad de mejorar el diseño para reducir tanto la frecuencia como la gravedad de accidentes.

Palabras Clave: Diseño geométrico, Caminos vecinales, Calzada, Accidentabilidad, seguridad vial.

ABSTRACT

The objective of this research is to determine the influence of geometric design on accident rates on neighborhood roads, which was carried out in the province of Lauricocha, Huánuco region, Peru, using a quantitative, applied approach with a relational level. The sample, non-probabilistic and intentionally selected, included a 10 km stretch of the road between the Antacolpa Village and the Town of Lauricocha. The study analyzed elements of the geometric design of the roads, both plans, the profile and the cross-sections, such as curve radii, length of tangents, slopes, length of vertical curve, width of the roadway and slopes. The data was collected through field observations and accident records provided by law enforcement authorities. Curve radii and road width smaller than those established in the DG 2018 standard were identified. It was found that these characteristics are related to a greater frequency and severity of accidents, since these deficiencies favor the occurrence of crashes (related to narrow road widths) and absent-mindedness (related to small curve radii), confirming the hypothesis of the significant relationship between geometric design and accident rate. In addition, although the slope of the roads was not clearly related to the severity of the accidents, it was found that the radius of curves and the width of the roadway influence the severity of the incidents, highlighting the need to improve the design to reduce both the frequency and severity of accidents.

Keywords: Geometric design, rural roads, roadway, accident rate, road safety.

INTRODUCCIÓN

La investigación tiene como objetivo determinar la influencia del diseño geométrico en la accidentabilidad de caminos vecinales en Huánuco. Para lograr este objetivo, se desarrolló un estudio que se presenta en los siguientes capítulos:

En el primer capítulo, se identifica el problema principal que motivó la investigación. se desarrolla el planteamiento de la problemática de estudio, se describe el contexto general y específico de la investigación. Es decir, que se identifica el problema general conjuntamente con los problemas específicos para posteriormente establecer los objetivos generales y específicos. Asimismo, se incluye la justificación a nivel práctico, teórico y metodológico. Se presenta la viabilidad de la investigación y las limitaciones enfrentadas durante el desarrollo del proyecto.

En el segundo capítulo, el cual corresponde al marco teórico de la investigación, en esta sección del trabajo se desarrollan los conceptos teóricos y los antecedentes que respaldan la investigación, es decir, la síntesis de algunos antecedentes previos que de alguna manera tienen similitud con las variables de estudio, además se hace la recopilación de los fundamentos teóricos y conceptos básicos los cuales aportan sustento a la investigación. Posterior a estas definiciones, se presenta la operacionalización de variables de estudio

En el tercer capítulo, donde se desarrolla la Metodología aplicada en la investigación, se define el enfoque, el diseño y el nivel utilizado para el estudio. También se establece la población de estudio y se explican los métodos de selección de muestra, así como la de recolección de datos y finalmente las técnicas de análisis utilizadas.

En el cuarto capítulo, se presentan los hallazgos del estudio, organizados según los objetivos específicos, también se incluyen los gráficos, tablas, y las explicaciones técnicas sobre cada método aplicado. Asimismo, se ofrece un resumen comparativo que permitió observar tendencias y destacar las similitudes y diferencias con otros estudios. Estos datos y hallazgos permiten dar respuesta a los objetivos específicos planteados y

finalmente orientar la toma de decisiones ajustada a estos resultados permitiendo además generar recomendaciones a futuro.

En el quinto capítulo, se presenta la discusión de los resultados obtenidos del estudio, éste se ha dividido en tres numerales que contienen las evidencias principales, el contraste con otros estudios, y las fortalezas y limitaciones. En primer numeral, se exponen las evidencias obtenidas de acuerdo a cada hipótesis planteada. En el segundo numeral se hace la comparación con otros estudios similares, confrontando algunas coincidencias metodológicas, así como también algunas diferencias entre los estudios. En el tercer numeral, se describen algunas fortalezas relacionadas al proceso metodológico, así como también las limitaciones relacionadas al acceso, los datos disponibles y los recursos.

En el apartado de las Conclusiones, se exponen los hallazgos claves que además están vinculados a los objetivos e hipótesis planteadas. Es así como, a través de la narrativa de estas conclusiones, se permiten establecer prioridades y validar el modelo aplicado en esta investigación.

En la última sección correspondiente a las Recomendaciones, se hace el planteamiento de algunas propuestas específicas de acciones correctivas que dan respuesta directamente al objetivo específico número 4. Asimismo, se incluyen las sugerencias finales derivadas del estudio.

CAPÍTULO I

PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA

La seguridad vial, es una preocupación importante a nivel mundial, dado que los siniestros viales constituyen una de las principales razones de lesiones y muertes en muchas regiones. Si bien gran parte de la atención se ha centrado en las carreteras principales y autopistas, los caminos vecinales también desempeñan un papel crucial en la red de transporte de una región por cuanto muchos de ellos son vías de acceso hacia zonas rurales y urbanas, facilitando la movilidad de las comunidades locales, el intercambio de actividades agrícolas y comerciales, y además el acceso a los servicios esenciales. No obstante, muchas veces este tipo de vías vecinales suelen ser subestimadas en cuanto a sus métodos de diseño y mantenimiento, lo que en gran medida contribuye a que se presenten mayores riesgos de accidentes de tránsito en estas vías (Pérez & Nazif, 2015).

De acuerdo con Bautista, (2021) el diseño geométrico de una carretera, que incluye factores diversos, desempeña un papel crítico en la seguridad vial, debido a que un diseño geométrico inadecuado aumenta el riesgo de accidentes, más aún en caminos vecinales que constantemente muestran características particulares de la zona, como curvas extremadamente pronunciadas y variabilidad en las condiciones climáticas. A razón de ello la falta de una alineación adecuada, una calzada insuficiente o una visibilidad reducida generan situaciones peligrosas y accidentes de tráfico.

Numerosos estudios previos se han centrado en que existe una relación entre el diseño geométrico de las carreteras y la accidentabilidad en las mismas. Estos estudios han demostrado que un diseño geométrico deficiente puede aumentar significativamente la probabilidad de accidentes. Aún y cuando, un gran número de estas investigaciones se orientan hacia el estudio de carreteras principales y autopistas, hay una falta de investigación específica sobre caminos vecinales (García & Torregosa, 2009).

Indudablemente los caminos vecinales son fundamentales para la interconexión de las comunidades rurales, generalmente en estas zonas se produce el transporte de algunos rubros agrícolas y la disponibilidad de servicios esenciales en la zona de Huánuco, Perú. A pesar de su relevancia, varios de estos caminos muestran carencias en su estructura geométrica, lo que podría dar lugar a un notable incremento en la incidencia de accidentes de tráfico. En opinión de Pérez (2020), estos accidentes no solo arriesgan la vida de los usuarios de la carretera, de igual modo representa un impacto negativo en la economía local y la calidad de vida de las poblaciones rurales

Ahora bien, en el caso de Huánuco, los caminos vecinales a menudo carecen de características geométricas adecuadas, como curvas peligrosas, pendientes excesivas, falta de señalización y visibilidad limitada. Estas deficiencias pueden contribuir al aumento de la frecuencia de accidentes de tráfico.

De igual manera, la falta de un diseño geométrico adecuado se asocia con un incremento en los accidentes de tráfico en los caminos vecinales de Huánuco, lo que resulta en lesiones, pérdida de vidas humanas y costos económicos significativos para la sociedad (Aquino, 2015).

De modo que, estos accidentes generan a su vez una interrupción en el tráfico, pérdida de ingresos, gastos en atención médica y reparación de vehículos, lo que afecta negativamente a la economía local y las condiciones de vida de las comunidades rurales.

1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

1.2.1. PROBLEMA GENERAL

PG: ¿Cómo afecta el diseño geométrico en la accidentabilidad en los caminos vecinales, Huánuco – 2024?

1.2.2. PROBLEMAS ESPECÍFICOS

PE1: ¿Cuáles son los elementos específicos del diseño geométrico de los caminos vecinales en Huánuco que podrían influir en la accidentabilidad?

PE2: ¿Cuál es la relación entre las características del diseño geométrico de los caminos vecinales en Huánuco y la frecuencia de accidentes registrados en dichas vías?

PE3: ¿Cuáles son los factores del diseño geométrico de los caminos vecinales en Huánuco que contribuyen significativamente a la gravedad de los accidentes ocurridos?

PE4: ¿Cuáles son las recomendaciones específicas de mejora en el diseño geométrico de los caminos vecinales en Huánuco con el fin de reducir la accidentabilidad en estas vías?

1.3. OBJETIVO GENERAL

OG: Determinar cómo afecta el diseño geométrico en la accidentabilidad en los caminos vecinales, Huánuco – 2024.

1.4. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

OE1: Identificar y analizar los elementos específicos del diseño geométrico de los caminos vecinales en Huánuco que podrían influir en la accidentabilidad.

OE2: Evaluar la relación entre las características del diseño geométrico de los caminos vecinales en Huánuco y la frecuencia de accidentes registrados en dichas vías.

OE3: Determinar los factores del diseño geométrico de los caminos vecinales en Huánuco que contribuyen significativamente a la gravedad de los accidentes ocurridos.

OE4: Proponer recomendaciones específicas de mejora en el diseño geométrico de los caminos vecinales en Huánuco con el fin de reducir la accidentabilidad en estas vías.

1.5. JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

La justificación se abordará a nivel teórico, práctico, metodológico y de usuarios, clientes y beneficiarios, como se describen a continuación:

1.5.1. JUSTIFICACIÓN TEÓRICA

Si bien se ha investigado la relación entre el diseño geométrico y la seguridad vial en carreteras principales, existe una necesidad de datos empíricos específicos para caminos vecinales, que a menudo presentan características y desafíos únicos, siendo esta la brecha que pretende abarcar esta investigación. A nivel teórico se justifica debido a la importancia de abordar la seguridad vial en caminos vecinales, donde las deficiencias en el diseño geométrico pueden ser un factor significativo en la ocurrencia de accidentes. Al evaluar esta problemática, el estudio permite suministrar información práctica y favorecer la optimización de los factores de seguridad en estas vías, lo cual beneficia a los pueblos rurales usuarios de estos caminos. A su vez facilita la elaboración de estrategias y a la toma de decisiones en base a la estructura de las carreteras.

1.5.2. JUSTIFICACIÓN PRÁCTICA

La investigación puede ayudar a promover que las carreteras cumplan con las normativas y regulaciones de seguridad vial, lo que es esencial para la responsabilidad social y gubernamental. De igual modo, identificar los factores de diseño geométrico que contribuyen a la frecuencia de accidentes permite proponer medidas contextualizadas ajustadas a las necesidades particulares de las vías locales. Finalmente, al mejorar la seguridad en estas carreteras beneficia directamente a la calidad de vida de las comunidades locales.

1.5.3. JUSTIFICACIÓN METODOLÓGICA

A nivel metodológico se justifica debido a que se centra en el uso de una metodología sólida que permita la recopilación, el análisis y la interpretación de datos de manera objetiva y rigurosa, con el objetivo de analizar la relación entre el diseño geométrico de los caminos vecinales y la seguridad vial. Esta metodología es esencial para generar hallazgos confiables que puedan respaldar decisiones efectivas en la planificación y el diseño de carreteras.

DE LOS USUARIOS, CLIENTES Y BENEFICIARIOS

Los usuarios, son aquellos que utilizarán los resultados de la investigación, pueden incluir a autoridades a nivel local o regional o nacional que están a cargo de la planificación y el mantenimiento de las carreteras vecinales que pueden utilizar los resultados para tomar decisiones informadas sobre la inversión en infraestructura vial, los beneficiarios son aquellos que experimentarán los efectos positivos de la investigación, en este contexto, los beneficiarios pueden incluir las comunidades rurales, los usuarios y los conductores de los caminos vecinales, y los clientes son aquellos que financian o patrocinan la investigación como pueden ser empresas de ingeniería o consultoría que se especializan en proyectos de infraestructura vial y que pueden ser clientes de la investigación si desean utilizar los resultados en su trabajo y proyectos.

1.6. LIMITACIONES DE LA INVESTIGACIÓN

Las limitaciones de una investigación, según refiere Avello et al., (2019), son aspectos que pueden restringir su validez, aplicabilidad e interpretación de los resultados a continuación se presentan algunas limitaciones que podrían surgir en el desarrollo de la investigación:

1.6.1. DISPONIBILIDAD DE DATOS

La falta de acceso a datos históricos confiables sobre accidentes en caminos vecinales de la región Huánuco puede limitar la capacidad de analizar la relación entre el diseño geométrico y la frecuencia de accidentes.

1.6.2. VARIABILIDAD GEOGRÁFICA

Los caminos vecinales pueden variar considerablemente en términos de características geográficas, climáticas y de tráfico. Esta variabilidad puede dificultar la generalización de los resultados a otras regiones o condiciones.

1.6.3. FACTORES SOCIOECONÓMICOS

Las condiciones socioeconómicas de las comunidades a lo largo de los caminos vecinales pueden influir en la frecuencia de accidentes. La investigación puede encontrar limitaciones en la capacidad para controlar y analizar estos factores.

Hay que precisar que en el desarrollo de la investigación fueron minimizadas todas las limitaciones que se presentaron o que estuvieron subyacentes.

1.7. VIABILIDAD DE LA INVESTIGACIÓN

1.7.1. VIABILIDAD ECONÓMICA

Se cuentan con los recursos financieros necesarios para llevar a cabo la investigación que corrió a cuenta del investigador, estuvieron disponibles y fueron suficientes para cubrir todos los costos asociados con la investigación, esto incluye costos de personal, equipos, herramientas, viajes de campo, análisis de datos y otros gastos relacionados con la investigación.

1.7.2. VIABILIDAD ÉTICA

La viabilidad ética de esta investigación se basa en el respeto por los principios éticos fundamentales, la protección de los participantes y la minimización de riesgos; para ello, se utilizará el consentimiento informado para garantizar que las personas comprendan los objetivos, procedimientos y posibles riesgos de la investigación antes de participar, además de resguardar la privacidad y la protección de estos datos, lo cual incluye el manejo seguro de la información y confidencialidad de los mismos.

1.7.3. VIABILIDAD OPERATIVA

La ejecución exitosa de este estudio depende de la existencia de recursos humanos, técnicos y financieros, así como de la habilidad para

planificar, llevar a cabo y comunicar la investigación de manera eficaz. Se llevaron a cabo las previsiones necesarias para garantizar estos aspectos.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN

2.1.1. ANTECEDENTES INTERNACIONALES

Panas et al., (2023) en su artículo presentan su estudio sobre los niveles de seguridad vial y la consistencia del diseño geométrico en una red de carreteras en Grecia en cuanto a las características de alineación de la carretera. La literatura publicada ha demostrado que los accidentes de tráfico y la seguridad vial, en general, están directamente conectados con el diseño geométrico de la red de carreteras. Por lo tanto, se ha intentado seleccionar el diseño de carreteras utilizando sistemas computacionales modernos en los últimos años. Su objetivo fue evaluar el nivel de riesgo de la red de carreteras existente, identificando los tramos de carretera y las curvas de carretera con un nivel reducido de seguridad vial y, por lo tanto, con una mayor posibilidad de accidentes de tráfico, y correlacionar los resultados entre dos softwares ampliamente utilizados. Esta investigación examina dos metodologías discretas en la actualidad para evaluar el nivel de seguridad vial proporcionado en función de una carretera estudio de caso de la red sobre Quíos en Grecia oriental. Las dos metodologías presentan resultados similares, destacando su ventajas y desventajas, y tienen una correlación estadísticamente significativa según el nivel de seguridad vial Logrado. La investigación concluye que la correlación es proporcionalmente mayor en los segmentos de carretera con radios de curva más grandes. Un tema de expansión de la investigación podría ser la inserción del número o la gravedad de los accidentes en el análisis para obtener una noción holística de la condición de seguridad vial.

En su investigación Garnaik et al., (2023) emplearon el Sistema de Inferencia Difusa (FIS) para predecir el número de siniestros en un tramo de carretera en la India. Para ello usaron datos sobre la vía para

identificar peligros asociados a sus características y, mediante el sistema, calcularon las tendencias de accidentes. Efectivamente, en este estudio los resultados evidencian que este tipo de sistema resulta ser una herramienta útil para prever las tasas de accidentes y además comprender los factores que influyen en ello. De igual manera, encontraron vínculos que son relevantes a nivel estadístico entre algunos elementos geométricos y las tasas de accidente, destacando la importancia de un adecuado diseño de carreteras para garantizar la seguridad de la vía. Es decir, que el uso de sistemas de inferencia difusa en la predicción de accidentes se muestra como una estrategia prometedora para entender las complejas relaciones entre diversos factores relacionados con los accidentes. El modelo se verificó a través de simulación y análisis de datos, mostrando su aptitud para su uso práctico en la seguridad vial. Las conclusiones de este estudio permiten evidenciar las ventajas de uso de este sistema para la predicción de la cantidad de accidentes en carreteras vecinales lo cual sirve de guía para futuras investigaciones. Además, resalta la relevancia de tener en cuenta algunos aspectos geométricos en la planificación de carreteras para garantizar su seguridad implementar medidas que sean apropiadas para la reducción de los accidentes.

En una investigación llevada a cabo en un distrito de Nairobi, Mirzahosseini et al. (2023) analizaron la influencia que tiene un diseño geométrico correcto en la seguridad vial. Con este fin, definieron dos objetivos. Primero, se dedicaron a estudiar la frecuencia, tipo y gravedad de los accidentes en dicha carretera usando información tanto de primera mano como de fuentes secundarias. De este modo, detectaron que los accidentes ocurridos en el periodo de 2016/2019, la imprudencia de los conductores resultó ser el factor más común. Como segundo objetivo, analizaron datos de velocidad, plano de construcción final y conteo vehicular, encontrando una relación directa entre la reducción de velocidad y la disminución de los accidentes, también buscaron valorar las medidas de coherencia del diseño y cómo éstas repercutían en la seguridad vial. Además, propuso considerar la velocidad real de los

vehículos al diseñar carreteras y se recomendó instalar señalizaciones antes de los puntos considerados críticos como medida de prevención. Finalmente, el estudio concluye que la estructura geométrica de la vía en estudio, se ajustaba a los criterios de un diseño apropiado y que los sucesos viales registrados se debían, sobre todo, a factores relacionados con la conducción en la vía.

Al-Sahili y Dwaikat (2019) desarrollaron su estudio para determinar la coherencia entre el diseño geométrico y su incidencia en la seguridad vial en la carretera en estudio. Se evaluaron 118 km de carreteras rurales de dos carriles en Palestina, considerando la velocidad de operación, la estabilidad del vehículo, la alineación y la carga del conductor como factores clave de coherencia que influyen en la seguridad vial. Se recopilaron datos de accidentes entre 2008 y 2012, un total de 263, desarrollando un modelo de regresión lineal generalizada para analizar la relación entre las medidas de consistencia del diseño y la seguridad vial. El estudio encontró que varias medidas de consistencia de diseño geométrico influyen en la seguridad vial, con factores como la longitud del segmento, el volumen de tráfico, las diferencias en velocidades, así como la relación entre el radio de curvatura individual y el promedio siendo significativos. Los resultados sugieren que los diseñadores de carreteras deben prestar especial atención a la coherencia en los diseños de carreteras rurales de dos carriles para reducir la incidencia de accidentes.

Alghafli et al., (2021) desarrolló una investigación con el propósito de ayudar a las autoridades a identificar los factores clave que contribuyen a esta problemática en las intersecciones señalizadas, se llevó a cabo un estudio que utilizó un modelo de regresión binomial negativa. El estudio investigó cómo las condiciones geométricas de las carreteras en las intersecciones de tres y cuatro tramos, así como diferentes tipos de intersecciones, influyen en los daños a la propiedad, las violaciones de semáforos en rojo y los accidentes graves, que son indicadores de seguridad vial. Los resultados revelaron que, en la mayoría de los accidentes y violaciones de semáforos en rojo en

intersecciones de tres y cuatro tramos, las calles menores son las involucradas. Además, el estudio identificó que la velocidad del tráfico es un factor clave que contribuye a problemas de seguridad en estas intersecciones, y propuso la implementación de límites de velocidad en dichos puntos. Asimismo, se encontró que, en ciertas circunstancias, los accidentes con daños a la propiedad son significativamente más comunes, posiblemente debido a la presencia de propiedades potencialmente peligrosas o defectos en el diseño de la carretera. Este efecto requiere una investigación adicional, para determinar las propiedades peligrosas o las deficiencias en el diseño de las carreteras que causan estos accidentes.

2.1.2. ANTECEDENTES NACIONALES

Heredia y Pérez (2023) realizaron un estudio que tiene como objetivo establecer parámetros fundamentales para el diseño de caminos de acceso desde una perspectiva de seguridad activa, es decir, la idea central es prevenir accidentes a través de la geometría vial. La metodología utilizada fue de tipo cuantitativa, no experimental. Se concluye que, la falta de directrices específicas en el Manual (DG 2018) para el diseño de trochas carrozables ha llevado a un enfoque que adapta la configuración de las vías al terreno para reducir los costos de excavación, pero esto compromete la seguridad y aumenta los gastos de mantenimiento. Es recomendable analizar los costos-beneficios en la etapa de diseño para equilibrar construcción, mantenimiento y seguridad. Es importante destacar que las carreteras de tercera clase, que operan a velocidades más altas y manejan mayor tráfico, difieren de las trochas carrozables. Sin pautas específicas, algunos diseñadores siguen los criterios de tercera clase, lo que resulta en diseños arbitrarios basados principalmente en la anchura de la calzada, como en el proyecto evaluado.

Rojas (2021) presentó una investigación cuyo propósito fue identificar el diseño geométrico y las medidas de seguridad vial en los accesos a áreas rurales con el objetivo de establecer pautas de diseño utilizando técnicas computacionales. El enfoque de la investigación es

no experimental. Se ha observado que el diseño geométrico y las prácticas de seguridad vial en estos accesos son inadecuados, en gran parte debido a que las normativas actuales de diseño geométrico y seguridad vial no tienen en cuenta las zonas de ingreso a áreas rurales como puntos críticos. Además, al emplear un camión C2 como vehículo de diseño, se genera un riesgo significativo en los accesos a las zonas rurales. Es importante señalar que en su mayoría los vehículos utilizados para el transporte en estas áreas son semirremolques, lo que ha contribuido a un aumento en la incidencia de accidentes. Se concluye que, al definir un diseño geométrico y medidas de seguridad vial apropiadas para las entradas a zonas rurales, se han establecido directrices de diseño que posibilitan el tránsito seguro de vehículos de gran tamaño. Estas pautas pueden ser eficientemente replicadas mediante técnicas computacionales, beneficiando así a los profesionales encargados del diseño y la planificación de vías de acceso.

Romo (2022) presentó un estudio y el objetivo fundamental fue examinar los resultados de la evaluación técnica del diseño geométrico en seguridad vial en carreteras sin pavimentar de bajo tráfico en un distrito de Huanta durante el año 2018. La metodología se fundamentó en un diseño descriptivo sin incluir la experimentación aplicando técnicas analíticas y sintéticas de carácter práctico. La población objeto de estudio abarcó un tramo de carretera de una progresiva, y se utilizó un método de muestreo no probabilístico o dirigido, eligiendo específicamente un segmento de 2 km, desde la progresiva 5+000 hasta la 7+000 del proyecto. En el estudio se concluye que, el diseño geométrico en las vías de bajo tráfico y que están sin pavimentar como es el caso del distrito Llochegua - Canayre - Huanta genera un impacto en la seguridad vial, incrementando el riesgo de accidentes.

Ávila (2022) su estudio consistió en evaluar el nivel de seguridad vial de la carretera que conecta el Centro Poblado Llimbe con el Caserío Laguna Sulluscocha, focalizándose en su coherencia. La investigación se ubica en el ámbito de la investigación aplicada y cuantitativa, excluyendo la experimentación, y se desarrolló de manera transversal.

Se llevó a cabo un muestreo por conveniencia, seleccionando un tramo de carretera que se extiende desde el Centro Poblado Llimbe hasta el Caserío Laguna Sulluscocha en Cajamarca, el cual presenta características geométricas comunes de una carretera de Clase I, Tipo II. Los resultados llevaron a la conclusión de que el nivel de seguridad vial de la carretera Centro Poblado Llimbe - Caserío Laguna Sulluscocha, evaluado en términos de coherencia, indicó que el criterio de estabilidad dinámica mostró un 58.06% de diseño deficiente, mientras que los criterios I y II de Lamm obtuvieron un promedio de 3.74% de diseño deficiente.

2.1.3. ANTECEDENTES LOCALES

En su estudio, el autor Jacinto (2019) utilizó un método descriptivo no experimental bajo un enfoque cuantitativo, eligiendo como su muestra tres segmentos de las vías rurales en la región de Pachitea, los cuales recibieron mejoras en su geometría para cumplir su objetivo de analizar la relación existente entre la seguridad de las carreteras y las características de estas vías rurales. Después de estas mejoras se comprobó que los elementos fundamentales del diseño geométrico, como el plano, perfil longitudinal y sección transversal, estaban diseñados conforme a las normativas detalladas en el DG -2018. Además, se pudo evaluar la coherencia del diseño de los segmentos estudiados en relación con las velocidades de operación estimadas en las curvas horizontales utilizando el modelo de velocidad colombiano adoptado. Los resultados llevaron a la conclusión de que la geometría de los caminos cercanos a la Provincia de Pachitea es insegura, ya que cualquier punto del trazado presenta peligros que afectan la seguridad del tráfico.

El estudio desarrollado por Villar (2019), se centró en analizar la pendiente vertical en caminos rurales pavimentados en la región Huánuco. La investigación no tuvo fase experimental, solo fue descriptiva y aplicada; para confirmar la hipótesis planteada se aplicó la prueba chi cuadrado. Los hallazgos revelaron una conexión importante entre las 2 variables examinadas. En el entorno de áreas montañosas se

observó que las vías vecinales estudiadas mostraban un porcentaje de pendiente vertical mayor al límite inferior fijado en el DG- 2018. Esta situación generó patologías como la aparición de baches, deformaciones y erosión en estos caminos. En comparación a las regiones montañosas, los caminos vecinales afirmados mostraron un porcentaje de inclinación vertical que excedía el límite máximo estipulado por la normativa. En este contexto, se llegó a la conclusión de que las hipótesis formuladas son aceptables puesto que se documentaron patologías vinculadas a la erosión, deformaciones, baches y otros que de acuerdo a los porcentajes observados en cada uno de ellos sobrepasaron los límites definidos.

2.2. BASES TEÓRICAS

2.2.1. CARACTERÍSTICAS DEL DISEÑO GEOMÉTRICO

Según lo expone García (2006), esta etapa es clave en un proyecto de vial, porque establece las bases necesarias para definir la configuración geométrica ideal en sus 3 dimensiones. Esta configuración debe alinearse y satisfacer los objetivos centrales del proyecto tales como: su operatividad, la seguridad, la comodidad, la armonía con el ambiente, la estética, la viabilidad a nivel económico y la capacidad para adaptarse a diferentes condiciones.

En consecuencia, la solidez del diseño geométrico de la carretera, como señala García (2006), requiere adaptar su forma a las percepciones y expectativas del conductor. Así como los fallos en el diseño puede identificarse como elementos geométricos o sus combinaciones que muestran irregularidades que pueden comprometer la seguridad del conductor. Estas situaciones pueden llevar a una elección errónea de la velocidad o hacer maniobras que eleven el riesgo a los accidentes. Se han creado métodos de análisis basados en la velocidad, características propias de la vía y la capacidad de respuesta del conductor.

Es por ello que, el diseño geométrico de las carreteras se considera como un aspecto crucial en la planificación, construcción y

mantenimiento de las distintas infraestructuras viales seguras y eficientes. Por tal motivo, comprende varias dimensiones que incluye la planta, el perfil y la sección transversal, las cuales son fundamentales para garantizar la seguridad y bienestar de los usuarios, así como para optimizar la capacidad y funcionalidad de la vía.

DISEÑO DE PLANTA

En su edición de Manual de Carreteras 2018, el Ministerio de Transportes y Comunicaciones, define que el diseño geométrico de la carretera, también conocido como alineamiento horizontal, está compuesto de tramos rectos y curvas con diferentes radios de curvatura, los cuales facilitan una transición fluida entre tramos rectos y curvas, ya sea en ambas direcciones. En base a estas directrices, el alineamiento horizontal debe ser diseñado de manera que los vehículos puedan mantener una velocidad constante durante la mayor longitud posible de la carretera.

Ahora bien, la planta de una carretera se refiere al plano horizontal de la vía, que permite determinar su trazado y alineamiento, en ella se incluyen aspectos como curvas horizontales y verticales, rectas y cambios de carril. Un buen diseño de la planta garantiza en gran proporción la seguridad y fluidez del tráfico, disminuyendo los riesgos y maximizando la eficiencia del transporte.

Para la American Association of State Highway and Transportation Officials [AASHTO, 2018], el diseño geométrico de la planta se enfoca en la configuración y el diseño de la alineación horizontal de las carreteras, que incluye la ubicación de las curvas y tangentes y los puntos de intersección.

Mientras que para el Department of transportation Federal Highway Administration (2010) el diseño geométrico de la planta incluye la disposición física de la carretera en el plano horizontal, incluida la ubicación y diseño de las curvas, la separación de carriles, las intersecciones y los accesos.

Las definiciones coinciden en que el diseño geométrico de la planta incluye la configuración horizontal de la carretera, incluidos los accesos, las curvas, las intersecciones y la alineación. Para garantizar la seguridad vial, la eficiencia de la circulación y la comodidad de los usuarios es esencial tener en cuenta estos elementos al diseñar una carretera.

Según Cárdenas (2013), este tipo de diseño se describe como la representación del eje real o tridimensional sobre un plano horizontal, y las curvas sirven para conectar los tramos rectos en dicho eje horizontal.

Radio Mínimo de Curva: De acuerdo con lo que expone el MTC (DG-2018), el radio mínimo de una curva en una carretera va a depender de varios factores, como la velocidad de diseño, el coeficiente de fricción, la peralte y la inclinación de la vía. Según la normativa, el radio mínimo se calcula con la siguiente ecuación:

$$R = V^2 / (127 * (e + f))$$

Donde: **R** es el radio mínimo en metros, **V** es la velocidad de diseño en km/h, **e** es el peralte expresado en tanto por uno y **f** es el coeficiente de fricción longitudinal.

En el (DG,2018), se reseña que el radio mínimo se utiliza para diseñar las curvas horizontales de una carretera, de forma que se garantice la seguridad y el confort de los usuarios. Un radio demasiado pequeño puede provocar derrapes, vuelcos o salidas de la vía, mientras que un radio demasiado grande puede resultar innecesario o costoso.

Según el MTC peruano (DG-2018), el radio mínimo para las carreteras nacionales es de 15 metros, mientras que para las carreteras departamentales y vecinales es de 10 metros. Estos parámetros se definen con el propósito de avalar la seguridad y el movimiento fluido de vehículos en las carreteras.

Longitud Mínima de Tangente: Las extensiones mínimas aceptables y las longitudes ideales máximas de los segmentos rectos, según la velocidad de diseño, se encuentran detalladas en la tabla 1.

Tabla 1*Longitudes de tramo en tangente*

V (km/h)	L mín.s (m)	L mín.o (m)	L máx (m)
30	42	84	500
40	56	111	668
50	69	139	835
60	83	167	1002
70	97	194	1169
80	111	222	1336
90	125	250	1503
100	139	278	1670
110	153	306	1837
120	167	333	2004
130	180	362	2171

Nota. Tabla extraída del Manual de Carreteras DG-2018.

Dónde:

L mín. s se refiere a la longitud mínima (en metros) aplicable a trazados en forma de "S" (donde se mantiene una línea recta entre alineamientos con radios de curvatura en direcciones opuestas)

L mín. o, por otro lado, indica la longitud mínima (en metros) para otros casos, como alineamientos rectos entre alineamientos con radios de curvatura en la misma dirección.

L máx. : Longitud máxima deseable (m).

V : Velocidad de diseño (km/h)

Las longitudes de tramos en tangente están calculadas de la siguiente manera:

$L_{\min. S} : 1.39 V$

$L_{\min. O} : 2.78 V$

$L_{\max.} : 16.70 V$

Consideraciones para el diseño: Los siguientes elementos están incluidos en el diseño de planta según lo establecido en DG-2018:

- Evitar alineamientos rectos demasiado extensos. Durante el día, estos caminos suelen permanecer estables, pero durante la noche, el riesgo de deslumbramiento aumenta debido a las luces de los vehículos que avanzan en sentido opuesto.
- El uso de curvas de radios amplios en lugar de alineamientos amplios es preferible.
- Para las carreteras de primer y segundo nivel, se debe utilizar una combinación de curvas de radio amplios y curvas tangentes no extensas en el trazado. Los radios deben ser suficientemente grandes para proporcionar la longitud de curva mínima L cuando los ángulos de deflexión Δ sean pequeños, iguales o inferiores a 5° (MTC, DG-2018).

DISEÑO DE PERFIL

El perfil geométrico, tal como lo describe el MTC (DG-2018) y conocido como alineamiento vertical, está conformado por una sucesión de tramos lineales que se unen a través de curvas verticales parabólicas que son tangentes a los segmentos rectos.

Durante el proceso de diseño, la dirección de las pendientes se define en función del avance del kilometraje, donde las pendientes positivas corresponden a un aumento en la elevación y las pendientes negativas indican una disminución en la elevación. De esta manera, el alineamiento vertical debe ser concebido de forma que los vehículos

puedan mantener una velocidad constante a lo largo de la mayor extensión posible de la carretera.

Cuando se habla del perfil de una carretera, se refiere a su configuración vertical que muestra la elevación y la pendiente del camino a lo largo de su trayecto. Esto abarca elementos como las cimas (puntos altos) y los valles (puntos bajos). De esta manera, un perfil adecuado es fundamental para una conducción segura y cómoda, pues disminuye las pendientes fuertes y facilita el drenaje del agua de lluvia (MTC,2018).

Según la AASTHO (2018), el diseño geométrico del perfil consiste en determinar cómo cambia la altura de una vía en función a su distancia horizontal, tomando en cuenta aspectos como inclinaciones elevaciones y depresiones. De manera que, como objetivo del diseño del perfil se debe garantizar tanto la comodidad como la seguridad del conductor, así como también un drenaje efectivo y una integración adecuada con el entorno.

Por otra parte, el MTC (2018), en su Manual de Carreteras de Perú aplica un diseño geométrico de perfil para establecer la elevación de la carretera en función a su distancia horizontal punto y seguido este diseño considera factores como pendientes, elevación en curvas y otras variaciones verticales para asegurar que los vehículos transiten de forma segura y eficaz.

Como puede apreciarse, existe concordancia en estas definiciones con respecto a que el diseño geométrico de perfil establece la variación de elevación a lo largo de la longitud de una carretera.

De modo que, en cada situación se busca garantizar la seguridad, la comodidad y la eficiencia del tráfico, además de dar cumplimiento a los requisitos y estándares técnicos establecidos en la normativa.

Debe considerarse que que las definiciones pueden tener ligeramente una variación según el país y los estándares aplicables en cada uno de ellos.

En el caso del Perú, en relación con el diseño geométrico del perfil se deben considerar las directrices proporcionadas por el MTC (DG-2018), en la cual se contemplan los siguientes aspectos:

- Cuando se trate de terreno llano, para fines de drenaje, la superficie de la carretera debe estar al nivel del suelo.
- En terrenos ondulados, por razones económicas, debe buscarse que la superficie de la carretera se adapte de la mejor manera posible a las irregularidades del terreno.
- En lo que corresponde al diseño en zonas montañosas o con terreno accidentado, es recomendable que la superficie de la carretera se ajuste a la topografía natural para evitar pendientes contrapuestas innecesarias y, por ende, reducir extensiones innecesarias.
- En el caso de los terrenos inclinados, la disposición del agua también influirá en el perfil de la carretera.
- Se enfatiza la importancia de diseñar una superficie de la carretera que incluya pendientes moderadas, adecuadas para una transición gradual en las carreteras principales, tomando en consideración el tipo de carretera y la topografía circundante.
- Se proporcionan valores específicos para la longitud crítica y la pendiente máxima, que pueden ser incorporados en el diseño en caso de ser necesario. Sin embargo, la aplicación y el momento en que se apliquen estos valores determinarán la calidad y el aspecto final de la carretera.
- Se señala contra la inclusión de gradientes bruscos, que se refieren a la conexión de dos curvas verticales a través de un tramo recto en la misma dirección. De modo que, si las curvas son cóncavas, esto resultará en errores de cálculo de distancia y curvatura.

Pendiente Máxima

De acuerdo con lo establecido en la normativa vigente del MTC (DG-2018), en función del tipo de vía y del contexto geográfico se deben considerar los valores de pendiente máxima estipulados.

En zonas montañosas o abruptas, y cuando la altitud supera los 3.000 m s.n.m., los valores máximos deben reducirse en 1 %. Por otro

lado, en vías como las autopistas, se admite que las pendientes descendentes superen hasta en 2 % los valores estándar, de acuerdo con los límites definidos en dicha directiva.

Pendientes Máximas Excepcionales

El MTC (DG-2018) establece que es posible incrementar la pendiente máxima en un 1 % en casos excepcionales, siempre que se justifique técnica y económicamente. Para carreteras de Tercera Clase, se deben cumplir condiciones adicionales:

- Implementación de áreas de descanso cada 3 km, con 500 m de longitud y una pendiente mínima del 2 %, tanto en ascensos prolongados como en pendientes superiores al 5 %.
- Evaluación técnica y económica para definir el número y ubicación de estas zonas.
- Cuando se requiera usar pendientes mayores al 10 %, estas no deben extenderse más de 180 m.
- En tramos superiores a 2.000 m, la pendiente promedio no debe sobrepasar el 6 %.
- En curvas con radios menores a 50 m, debe evitarse que las pendientes internas excedan el 8 % para evitar deformaciones excesivas.

Longitud Mínima de Curva Vertical

Conforme al MTC (DG-2018), se debe asegurar una pendiente transversal mínima del 0.5 % para garantizar el adecuado escurrimiento superficial sobre la calzada. No obstante, en determinados casos:

- Si la elevación es del 2 % y no existen cunetas o bermas, se permite una pendiente hasta del 0.2 %.
- Con una elevación del 2.5 %, se aceptan tramos con pendiente cero.
- En presencia de bermas, se recomienda una pendiente mínima de 0.5 %, siendo aceptable de manera excepcional hasta 0.35 %.
- En zonas donde se transfiere el peralte y se anula la pendiente transversal, se mantiene la exigencia de 0.5 % como valor mínimo.

Verificación en Perfil

El procedimiento de verificación en perfil permite comprobar las distancias de visibilidad para detener o adelantar en curvas verticales convexas, evaluando las restricciones operativas que pueden surgir. Para ello se utiliza una regleta de material plástico transparente, cuyas dimensiones dependen de la escala del plano, por ejemplo, 60 cm de largo y 3 cm de ancho para escalas 1000 (H) y 100 (V).

- El trazo segmentado a 1.5 mm del borde superior representa un obstáculo de 15 cm.
- La línea de visión del conductor (1.15 m) se representa mediante un trazo sólido a 11.5 mm del borde superior.
- La altura de un vehículo (1.30 m) se ubica con un trazo continuo a 13 mm.
- La distancia de visibilidad para detención se determina desde donde la línea de visión corta la rasante por segunda vez.
- La visibilidad de adelantamiento se obtiene desde el mismo punto, cuando el trazo de 1.30 m cruza la rasante.
- Como la escala del plano distorsiona las proporciones reales, las distancias deben calcularse por diferencia de kilometraje entre los puntos de intersección visual y la rasante. (MTC, DG-2018)

Aspectos a tener en cuenta en el Diseño

Es importante tener en cuenta los siguientes elementos técnicos al crear la geometría del perfil longitudinal:

- En zonas llanas (planas), se debe mantener la elevación cerca de la superficie natural para favorecer el drenaje.
- En terrenos ondulados se pretende que la elevación se adapte a las formas del terreno buscando reducir los costos.
- En superficies irregulares, es preferible seguir el contorno del terreno para evitar cortes en contra de la pendiente y recorridos excesivamente largos.
- En áreas montañosas, es necesario tener en cuenta los lugares donde se separa el agua.

- Se debe tratar de que la rasante incluya inclinaciones suaves, ajustado al tipo de carretera y condiciones del terreno.
- Es posible representar gráficamente valores críticos en longitud inclinación, aunque la fase final dependerá de su correcta implementación.
- Se deben evitar gradientes quebrados, formados por dos curvas verticales conectadas en la misma dirección con alineamientos cortos.
- Las curvas convexas tienden a generar tramos más extensos, mientras que las cóncavas pueden afectar la percepción de visibilidad y curvatura.
- Finalmente, se recomienda evaluar la factibilidad de incorporar carriles para vehículos lentos cuando los taludes superen las longitudes críticas para la clase de vía proyectada (MTC, DG-2018).

DISEÑO DE SECCIÓN TRASVERSAL

Según la descripción establecida por el MTC (DG-2018), el diseño geométrico de la sección transversal se define como la representación y descripción de los componentes de la carretera en un plano vertical que es perpendicular al alineamiento horizontal. Este proceso implica la especificación de la disposición y las dimensiones de estos elementos en cada segmento, igual como su conexión con el entorno natural.

La sección transversal de una carretera se refiere a la forma y dimensiones de la vía en un corte transversal perpendicular a su eje longitudinal. Incluye aspectos como el número de carriles, el ancho de los carriles, los arcenes, las cunetas y las bermas. Una sección transversal bien diseñada es fundamental para garantizar la seguridad, capacidad y funcionalidad de la carretera.

Las características operativas, de seguridad y estéticas del camino están influenciadas por los componentes de la sección transversal. Por esta razón deben diseñarse considerando la velocidad, la capacidad y el nivel de servicio, así como las dimensiones, las características de operación y el comportamiento del conductor (MTC,2008)

En la Normativa de Diseño Geométrico DG-2018 en lo que respecta a la sección transversal, se explica que esta resulta de la combinación de varios elementos que la componen, y su tamaño, forma e interacción estriban de las funciones que desempeñan y de las características del trazado y del terreno. Por lo tanto, la sección transversal puede variar de un punto a otro de la carretera. Además, en tramos individuales, se deben considerar elementos como intersecciones, puentes para vehículos, túneles pasos a desnivel, estaciones de peaje, básculas de puente y extensiones de plataforma de igual o mayor altura. Cuando se trata de áreas donde las personas se congregan, realizan actividad comercial y/o cruzan vehículos ligeros, maquinaria agrícola, animales, u otros elementos similares, la sección transversal se diseña para proporcionar una solución completa a estas situaciones inusuales y garantizar la seguridad del tránsito.

Los elementos que componen la sección transversal de la carretera, según lo indicado por el MTC (2018), incluyen los carriles, la superficie de rodadura o calzada, las bermas, las cunetas, los taludes y otros elementos ubicados dentro de la franja de terreno correspondiente al proyecto.

Asimismo, se especifica que cuando el tránsito de bicicletas tiene importancia, se debe considerar la posibilidad de incorporar carriles especiales para ciclistas, conocidos como ciclovías. Estos carriles los separarán tanto del tráfico de automóviles como de los peatones.

En la Figura 1, se ilustra una configuración típica de la sección transversal de una carretera con dos carriles en zonas rurales donde se concentra la población, actividades comerciales y/o tránsito de vehículos menores, incluyendo las ciclovías.

Sección Transversal típica para carretera con una calzada de dos carriles, en poblaciones rurales

Ancho Mínimo de Calzada: El MTC (DG-2018), refiere que la determinación del ancho de la carretera en una línea recta se basará en el nivel de servicio que se pretende alcanzar al finalizar la etapa de diseño. Por lo tanto, el análisis de la capacidad y los niveles de servicio se utilizarán para establecer el número de carriles y su amplitud correspondiente.

Tabla 2

Anchos mínimos de calzadas en pendiente

CLASIFICACIÓN	AUTOPISTA								CARRETERA				CARRETERA				CARRETERA			
Tipo de vehículo/día	>6.000				6.000 - 4.001				4.000 – 2.0001				2.000-400				< 400			
Tipo	Primera clase				Segunda clase				Primera clase				Segunda clase				Tercera clase			
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 m/h																			5	6
40 km/h															6.5	6.5	6.5	5		
50 km/h											7.2	7.2			6.5	6.5	6.5	6.5	5	
60 km/h					7.2	7.2	7.2	7.2	7.2	7.2	7.2	7.2	7.2	7.2	6.5	6.5	6.5	6.5		

70 km/h			7.2	7.2	7.2	7.2	7.2	7.2	7.2	7.2	7.2	7.2	7.2	7.2	6.5		6.5	6.5
80 km/h	7.2	7.2	7.2	7.2	7.2	7.2	7.2	7.2	7.2	7.2	7.2		7.2	7.2			6.5	6.5
90 km/h	7.2	7.2	7.2		7.2	7.2	7.2		7.2	7.2			7.2				6.5	6.5
100 km/h	7.2	7.2	7.2		7.2	7.2	7.2		7.2				7.2					
110 km/h	7.2	7.2			7.2								7.2					
120 km/h	7.2	7.2			7.2													
130 km/h	7.2																	

Nota. a) Orografía: Plano (1), Ondulado (2), Accidentado (3), y Escarpado (4). b) En carreteras de Tercera Clase, excepcionalmente podrán utilizarse calzadas de hasta 500 m, con el correspondiente sustento técnico y económico. Tabla referencial expuesta por el MTC, Manual de Carreteras: Diseño Geométrico DG – 2018.

Talud: De acuerdo con la definición que hace el MTC (DG-2018), el talud se refiere a la inclinación predefinida aplicada al terreno en los costados de la vía, tanto en áreas de excavación como en terraplenes. Se determina esta inclinación al calcular la tangente del ángulo creado entre la superficie del terreno y la línea horizontal teórica.

En el caso de secciones de excavación, las pendientes de los taludes variarán según las propiedades geomecánicas del suelo. La altitud, la inclinación y otros aspectos de diseño o tratamiento se determinarán en base a los estudios de mecánica de suelos o geología pertinentes. Además, se considerarán las situaciones de drenaje superficial y subterráneo, según corresponda. El objetivo es garantizar la estabilidad de los taludes, lo cual es un aspecto de suma importancia en el diseño del proyecto, especialmente en áreas con fallas geológicas o materiales inestables, donde se evaluarán diferentes soluciones para determinar la más adecuada (MTC, DG-2018).

Consideraciones de diseño: Se especifica que las carreteras de bajo tránsito tendrán una pendiente del 4% hacia el exterior de la plataforma en los tramos en tangentes (MTC, DG - 2018).

La berma más baja seguirá la inclinación del peralte cuando el valor del peralte supere el 4%. Si no, la berma se inclinará un 4%. La berma en la parte superior del peralte se inclinará en sentido contrario al peralte en un 4%, lo que indica que se inclinará hacia la cuneta. La diferencia algebraica entre la berma superior y la calzada siempre será igual o menor al 7%. Esto significa que la sección transversal de la berma será horizontal en los casos en que la inclinación del peralte es igual al 7% y superior al 7%. La berma superior hacia la calzada se inclinará igual al peralte menos 7%

Además de las características de Diseño Geométrico, se tienen otros elementos importantes como son:

Características del Tránsito: Las características del tránsito están referidas a la predicción de los volúmenes de demanda, su composición y la evolución de estas, las variaciones que pueden experimentar a lo

largo de la vida útil del Proyecto, siendo los principales indicadores, el índice medio diario anual (FA), la clasificación por tipo de vehículo y el crecimiento del tránsito (Coto, 2019)

Índice Medio Diario Anual (IMDA): Representa el promedio aritmético de los volúmenes diarios para todos los días del año, previsible o existente en una sección dada de la vía.

Su conocimiento da una idea cuantitativa de la importancia de la vía en la sección considerada y permite realizar los cálculos de factibilidad económica. Los valores de IMDA para tramos específicos de carretera, proporcionan al proyectista, la información necesaria para determinar las características del diseño de la carretera, su clasificación y desarrollar los programas de mejoras y mantenimiento (MTC,2008).

La carretera se diseña para un volumen de tránsito, que se determina como demanda diaria promedio a servir hasta el final del periodo de diseño, calculado como el número de vehículos promedio, que utilizan la vía por día actualmente y que se incrementa con una tasa de crecimiento anual (MTC,2018).

2.2.2. ACCIDENTABILIDAD EN CARRETERAS

En el campo del análisis de accidentes de tráfico, las tasas de peligrosidad y mortalidad se utilizan para hacer referencia y comparar las tasas de accidentes en función del volumen del tránsito. En el caso de este estudio, para realizar el análisis se tomarán en cuenta las dimensiones que se definen a continuación.

NIVEL DE EXPOSICIÓN AL RIESGO (NER)

El grado de probabilidad de verse involucrado en un accidente de tráfico durante un período t en una sección específica de una red vial con una longitud l , donde el volumen de tráfico se establece en función del índice IMDA, es una métrica que se obtiene a partir de los kilómetros y tramos recorridos y es calculado por cada 100 millones de kilómetros, expresando el resultado en unidades de vehículo km (VH/ km), tal como se describe en el Manual de Seguridad Vial (MTC, 2017).

La siguiente ecuación, es aplicable para identificar el nivel de exposición al riesgo:

(E¹)

$$N.E.R = \frac{IMDA * \text{Periodo de tiempo} * \text{longitud del tramo}}{100 \text{ millones de kilómetros recorridos}}$$

(E²)

$$N.E.R = \frac{IMDA * t * l}{10^8} (vh * km)$$

Donde: IMDA en vehículos/día, t en días, l en kilómetros.

ÍNDICE DE PELIGROSIDAD (IP)

Tal y como se explica en el manual del MTC (2017), el nivel de peligrosidad es definido como la proporción entre el número de accidentes con personas afectadas o víctimas y los kilómetros recorridos durante el intervalo y periodos en los que se recolectaron los datos del tráfico, éste es expresado en términos de cada 100 millones de kilómetros que transitan los automóviles.

La expresión matemática utilizada para calcularlo durante un año es la siguiente:

(E³)

$$IP = \frac{\text{Nro de Accidentes con Victimas (ACV)}}{\text{Nivel de Exposición al Riesgo}}$$

(E⁴)

$$IP = \frac{ACV \times 10^8}{IMDA * t * l}$$

Donde: ACV: n° accidentes con víctimas, IMDA en vehículos/día, t en días, l en kilómetros.

ÍNDICE DE MORTALIDAD (IM)

El índice de mortalidad se describe de manera similar como la relación entre la cantidad de víctimas fatales y la distancia en kilómetros recorrida por los vehículos en el periodo y tramo en el que se recopilaban los datos de tráfico.

Los resultados se expresan en términos de cada 100 millones de kilómetros recorridos por vehículos, según se detalla en el Manual de Seguridad Vial (MTC, 2017). La fórmula utilizada para calcularlo durante un año es la siguiente:

(E⁵)

$$IM = \frac{\text{Número de Víctimas Mortales}}{\text{Nivel de Exposición al Riesgo}}$$

(E⁶)

$$I.M = \frac{\text{Fallecidos} \cdot 10^8}{IMDA \cdot t \cdot l}$$

Donde: Fallecidos: n° víctimas mortales, IMDA en vehículos/días, t en días, l en kilómetros.

ÍNDICE DE ACCIDENTABILIDAD (IA)

Este índice establece la conexión entre los accidentes que han sido documentados y el grado de riesgo al que uno se expone para experimentar un accidente.

Refleja la relación entre los incidentes de tráfico que han sido registrados en un tramo de longitud l durante un período de tiempo t, tal como se describe en el Manual de Seguridad Vial (MTC, 2017). El cálculo de este índice se efectúa mediante la siguiente ecuación:

(E⁷)

$$IA = \frac{\text{Nro de Accidentes}}{\text{Nivel de Exposición al Riesgo}}$$

(E⁸)

$$IA = \frac{ACC * 10^8}{IMDA * t * l}$$

Donde: ACC: n° accidentes, IMDA en vehículos/día, t en días, l en kilómetros.

2.3. DEFINICIONES CONCEPTUALES

Dentro de estas definiciones se mencionan las referidas en los distintos manuales establecidos por el ente rector de carreteras en el Perú, el MTC. Por lo tanto, tiene un aval institucional.

Accidente de Tránsito: Cualquier hecho fortuito u ocurrencia entre uno o más vehículos en una vía pública o privada (MTC, Glosario de Términos de uso frecuente en proyectos de Infraestructura Vial, 2018, p.2).

Berma: Franja longitudinal, paralela y adyacente a la superficie de rodadura de la carretera, que sirve de confinamiento de la capa de rodadura y se utiliza como zona de seguridad para estacionamiento de vehículos en caso de emergencia (MTC, 2018, p.9).

Calzada: parte de una carretera para vehículos con uno o más carriles, sin bermas (MTC, 2018, p.48).

Carretera: Camino para el tránsito de vehículos motorizados, de por lo menos dos ejes, con características geométricas definidas de acuerdo con las normas técnicas vigentes en el Ministerio de Transportes y Comunicaciones (MTC, 2018, p.11).

Carril: área de la calzada diseñada para permitir que una fila de vehículos circule en el mismo sentido (MTC, 2018, p.11).

Colisión: Encuentro violento entre dos vehículos, un vehículo y un objeto, o un vehículo y una persona. En el presente documento se usa este término intercambiabilmente con los términos siniestro y accidente (MTC, 2017, p.13)

Diagrama de Accidentes: Usualmente, se utiliza para ilustrar la ubicación y tipo de accidentes que ocurren en una determinada vía o intersección (MTC, 2017, p.14)

Factores de la Seguridad Vial: Existen diversos elementos que

desempeñan un papel en los accidentes de tráfico, pero es posible clasificarlos en las siguientes categorías: comportamiento del conductor, estado mecánico del vehículo, características geométricas de la carretera y las condiciones ambientales o climáticas en las que circula el vehículo (MTC, 2017, p.14)

Factores Humanos: Comportamientos relacionados exclusivamente a psicología, fisiología, o quinesiología humana (MTC, 2017, p.14)

Factor Vehículo: las condiciones mecánicas de un vehículo puede ser también la causa de los accidentes tales como: los frenos defectuosos en camiones pesados, etc. (MTC, 2017, p.14)

Factor Infraestructura: las condiciones y la calidad de la vía, el pavimento, las cunetas, las intersecciones y el sistema de control de tránsito, pueden ser factores condicionantes para que ocurran los accidentes (MTC, 2017, p.14)

Índice de Accidentalidad: Indicador que establece la cantidad de accidentes en relación con alguna métrica poblacional, como el número de habitantes o la cantidad de desplazamientos diarios. Su propósito es evaluar la incidencia de incidentes en una ubicación específica y contrastarla con otros países o regiones (MTC, 2017, p.15)

Método Predictivo: Enfoque que engloba un conjunto de fórmulas predictivas creadas a partir de datos empíricos de accidentes. Facilita la capacidad de prever o estimar la incidencia de accidentes tanto en carreteras ya existentes como en aquellas que aún están por construirse (MTC, 2017, p.15)

Punto de Concentración de Accidentes: Lugar de una calzada de una red de carreteras, en el que durante un año se haya producido tres o más accidentes con víctimas, con una separación máxima entre uno y otro de 200 metros (MTC, 2017, p.15)

Red Vial Vecinal o Rural: Conformada por las carreteras que constituyen la red vial circunscrita al ámbito local, cuya función es articular las capitales de provincia con capitales de distrito, éstas entre sí, con centros

poblados o zonas de influencia local y con las redes viales nacional y departamental o regional (MTC, 2017, p.44)

Seguridad Vial: Conjunto de medidas dirigidas a prevenir o minimizar los riesgos de accidentes para los usuarios de las carreteras, con el objetivo de disminuir los impactos sociales negativos asociados a la ocurrencia de accidentes (MTC, 2017, p.15)

Severidad: Acontecimiento de mayor seriedad en un accidente (fatal, heridos graves, etc.) (MTC, 2017, p.15)

Siniestro: Ocasión fortuita o acción que causa daño involuntario a personas o cosas. En este documento, se emplea de manera intercambiable con los términos accidente y colisión según el (MTC, 2017, p.15)

Tramo: Parte continúa de una carretera (MTC, 2018, p.49)

Tramo de Concentración de Accidentes (TCA): Es la porción de la red vial que exhibe una frecuencia de accidentes notablemente más elevada que el promedio de tramos con características similares. En estos casos, es posible que la implementación de mejoras en la infraestructura pueda llevar a una disminución efectiva de la incidencia de accidentes (MTC, 2017, p.15)

Tramos homogéneos: son los que el diseñador identifica a lo largo de una carretera, a los que se les asigna una misma velocidad de diseño debido a las condiciones orográficas. Generalmente existen varios tramos homogéneos en una carretera (MTC, DG-2018, p.11).

Tramo Potencialmente Peligroso: Se refiere a secciones de una carretera que, aunque no alcanzan la categoría de ser considerados Tramos de Concentración de Accidentes, son identificados como puntos conflictivos que demandan intervenciones para mejorar la seguridad vial (MTC, 2017, p.15)

Velocidad de diseño de tramo homogéneo: permite la definición de las características de los elementos geométricos que se incluyen en un tramo homogéneo. (MTC, 2018, p.11).

2.4. HIPÓTESIS

2.4.1. HIPÓTESIS GENERAL

HG: El diseño geométrico afecta significativamente en la accidentabilidad en los caminos vecinales, Huánuco – 2024.

2.4.2. HIPÓTESIS ESPECÍFICAS

HE1: El radio de las curvas y el ancho de la vía de los caminos vecinales en Huánuco influye significativamente en la accidentabilidad.

HE2: La relación entre las características del diseño geométrico de los caminos vecinales en Huánuco y la frecuencia de accidentes registrados en dichas vías son significativas.

HE3: Las pendientes de los caminos vecinales en Huánuco que contribuyen significativamente a la gravedad de los accidentes ocurridos en estas vías.

HE4: Ampliar el radio de las curvas horizontales y el ancho de los caminos vecinales en Huánuco reducirá significativamente la accidentabilidad en estas vías

2.5. VARIABLES

2.5.1. VARIABLE 1

Características del diseño geométrico

2.5.2. VARIABLE 2

Accidentabilidad en los caminos

2.6. OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES (DIMENSIONES E INDICADORES)

Para realizar el estudio de la variable, se estableció su definición operacional a través de dimensiones e indicadores detallados en la Tabla 3

Tabla 3

Operacionalización de variables

EVALUACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS DEL DISEÑO GEOMÉTRICO Y SU RELACIÓN CON LA ACCIDENTABILIDAD EN LOS CAMINOS VECINALES, HUÁNUCO – 2024							
Variable	Definición operacional	Dimensión	Indicador	Unidad	Tipo de Variable	Escala	Instrumento
Características del Diseño Geométrico	Al ser el diseño geométrico la expresión espacial de una carretera, esta se define en las tres dimensiones, la planta, el perfil y la sección transversal, y cada uno de ellos con sus respectivos indicadores (MTC, DG-2018)	Diseño en planta	Radio mínimo de curva	Metros	Cuantitativa	Razón, continua	Hoja de registro Anexo 4 -A
			Longitud mínima de tangentes	Metros	Cuantitativa	Razón, continua	Hoja de registro Anexo 4-A
		Diseño en Perfil	Pendiente máxima	%	Cuantitativa	Razón, continua	Hoja de registro Anexo 4-A
			Longitud mínima de curva vertical	Metros	Cuantitativa	Razón, continua	Hoja de registro Anexo 4-A

		Diseño de la sección transversal	Ancho mínimo de calzada	Metros	Cuantitativa	Razón, continua	Hoja de registro Anexo 4-A
			Talud máximo	Adimensional	Cuantitativa	Razón, continua	Hoja de registro Anexo 4-A
Accidentabilidad en los caminos	Para relacionar y comparar la accidentabilidad en una vía en función de su geometría se utilizan los índices de peligrosidad, mortalidad y accidentabilidad especificados en el Manual de Seguridad Vial (MTC, 2017)	Nivel de Exposición al Riesgo	NER	Adimensional	Cuantitativa	Razón, continua	Formato de registro Anexo 4-B
		Índice de Peligrosidad	IP	Adimensional	Cuantitativa	Razón, continua	Formato de Registro Anexo 4-B
		Índice de Mortalidad	IM	Adimensional	Cuantitativa	Razón, continua	Anexo 4-B
		Índice de Accidentabilidad	IA	Adimensional	Cuantitativa	Razón, continua	Formato de registro Anexo 4-B

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1. TIPO DE INVESTIGACIÓN

3.1.1. ENFOQUE

Esta investigación se llevó a cabo dentro del marco del paradigma positivista y se centró en un enfoque cuantitativo, dado que los datos recolectados, analizados y presentados tienen un carácter cuantitativo. De acuerdo con (Borja, 2012), este enfoque sustenta que la recopilación y el análisis de datos son una vía confiable para comprender la realidad, lo que permitirá responder a las interrogantes de la investigación y poner a prueba las hipótesis. Este tipo de estudio busca identificar patrones de comportamiento en una población a través de mediciones numéricas, recuentos y, con frecuencia, el uso de estadísticas. De manera que, los datos obtenidos en el estudio fueron procesados para su posterior análisis en el marco de la estadística descriptiva.

Así mismo se considera una investigación de tipo aplicada dado que los resultados fueron empleados para la toma de decisiones con el propósito de abordar problemas prácticos. En este contexto, el estudio se orientó a conocer cómo afecta el diseño geométrico en la accidentabilidad en los caminos vecinales aplicando para ello la teoría establecida respecto al diseño geométrico de carreteras (y sus normas) y la accidentabilidad en las vías. En cuanto a investigaciones aplicadas, de acuerdo con Chávez (2007), sucede cuando el investigador se enfoca en los métodos específicos y las medidas concretas que le permiten abordar y solucionar las situaciones problemáticas que se presentan.

3.1.2. ALCANCE O NIVEL

El estudio de acuerdo con su alcance es de nivel relacional, porque se evaluó cómo se relacionan la geometría de una carretera con la accidentabilidad en caminos vecinales.

De acuerdo con Espinoza y Ochoa (2021), la conexión entre las variables investigadas sirve para dos propósitos fundamentales: para establecer si existe alguna relación entre las variables y para evaluar la fuerza de dicha relación. La probabilidad se emplea como indicador para determinar si las variables están o no vinculadas entre sí.

3.1.3. DISEÑO

En concordancia con el objetivo del estudio, se aplicó un diseño no experimental. De acuerdo con Palella y Martins (2012), este tipo de diseño se caracteriza por no modificar conscientemente ninguna variable. En otras palabras, el investigador no interviene intencionadamente en las variables independientes; en su lugar, observa los eventos tal como se manifiestan en su contexto real y, posteriormente, los analiza en un momento específico.

En este sentido, en el desarrollo del estudio solo se observaron las características del diseño geométrico de las carreteras a estudiarse sin manipulación alguna, asimismo se recopiló la información disponible de los accidentes ocurridos en estas vías, las cuales no son plausibles de manipulación alguna.

3.2. POBLACIÓN Y MUESTRA

3.2.1. POBLACIÓN

Palella y Martins (2012), expresan que la población se considera como un conjunto de unidades de las que desea obtener información y sobre las cuales se van a generar las conclusiones (p.83). Es decir, la totalidad del fenómeno a estudiar, donde las entidades de la población poseen una característica común la cual se estudia y da origen a los datos de la investigación. Para el presente estudio, la población estará conformada por los caminos vecinales de la región Huánuco.

3.2.2. MUESTRA

En relación con la selección de la muestra para el estudio, según Palella y Martins (2012), se define como una porción o subdivisión de la población que debe reflejar con precisión ciertas características.

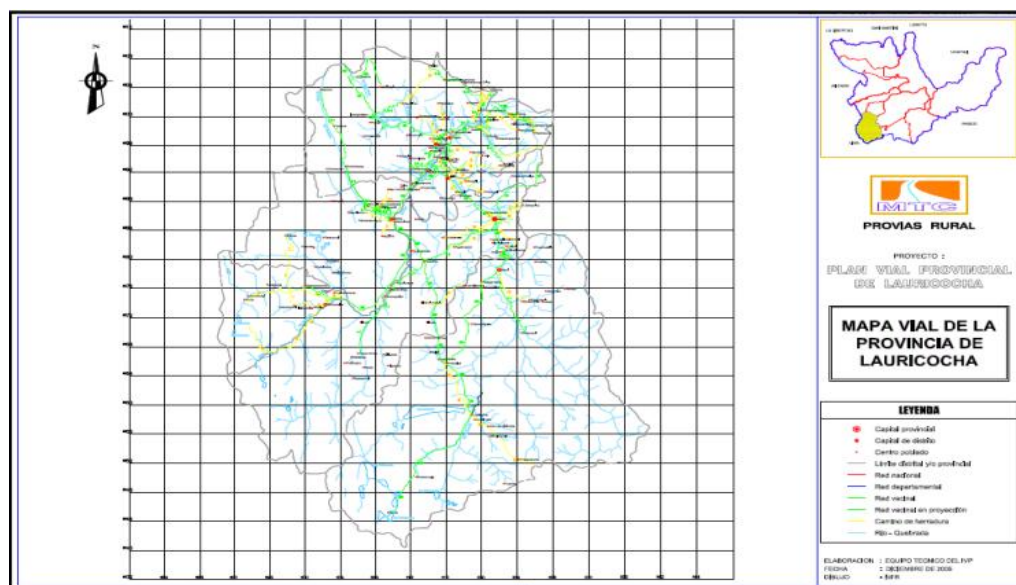
Siguiendo esta definición, se pueden categorizar las muestras en dos clasificaciones principales: las muestras no probabilísticas y las muestras probabilísticas. En este caso, se optará por una muestra no probabilística y de conveniencia, siendo seleccionada intencionalmente según el criterio del investigador y delimitada por la red de caminos vecinales de la provincia de Lauricocha.

La red vial inventariada de la provincia de Lauricocha comprende a 422.64 kilómetros de red vecinal y los caminos de herradura suman un total de 320.30Km. de longitud en 51 tramos. No se cuenta con red departamental y red nacional dentro de la jurisdicción de la provincia de Lauricocha. La red vial Provincial, comprende de 181.55 Km de superficie de rodadura en situación de afirmado y 241.09 Km en superficie de rodadura sin afirmar, haciendo un total de 422.64 Km de la red vial Provincial (Municipalidad de Lauricocha, 2022)

Esta red se compone 07 tramos clasificados por el MTC como Red Vecinal, R503: La Unión – Rondos - Baños - Queropalca, R505: Llicllatambo - Huarin - Jivia - Jesús - Cauri - Antacolpa, R511: Emp.3n (Higueras)-Coz-Yarumayo-Margos-Jesus, R568: Jivia - Pilcocancha, R569: Shagsha - Wariwayin, R609: Rumicoto - Paracsha – Mina Raura, 521: Seccha - Tantana – Huaracayog y 27 tramos que aún no han sido codificados, que se encuentra a nivel de trocha carrozable, haciendo un total de 34 tramos de caminos vecinales con un acumulado de 422.64 kilómetros de longitud, lo cual se refleja en la figura 2 ; donde se especifican las vías correspondientes a la provincia de Lauricocha.

Figura 2

Mapa vial de la provincia de Lauricocha



Nota. Mapa referencial extraído de Provias Rural. Plan vial provincial de Lauricocha.

Para los efectos del presente estudio, la muestra se delimitó a un tramo de 10 kilómetros de la carretera Centro Poblado Antacolpa – Localidad de Lauricocha. El tramo de la muestra comenzó en la progresiva Km 0+000 (cruce Lauricocha – Raura) y se extendió hasta el kilómetro 10+000, correspondiente a la Localidad de Lauricocha.

3.3. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS

3.3.1. PARA LA RECOLECCIÓN DE DATOS

Técnicas de Recolección de Datos

Se utilizaron dos técnicas, la observación de campo y el análisis de información existente para las variables diseño geométrico y accidentabilidad respectivamente, como se explican a continuación.

Observación en Campo: Esta técnica se utilizó para la variable Diseño Geométrico, para ello se realizó la observación directa de las características geométricas de las carreteras a estudiarse las que fueron registradas en los formatos establecidos en las normas, con la precisión de que los datos correspondientes a la variable Diseño Geométrico en lo

que respecta a la planta, perfil y secciones transversales fueron utilizadas del estudio antecedente en el mismo tramo de carretera realizado por Albornoz, Y. A., & Miñano, E. A. (2022). Con el título de *Evaluación del cumplimiento de las normas DG-2018 en el diseño geométrico de las carreteras departamentales de la provincia de Lauricocha, Región Huánuco*, que en una de sus recomendaciones propone que futuros estudios incorporen la variable Accidentabilidad, y es en esa línea de investigación que se desarrolla la presente tesis

Análisis de Información documental: Esta técnica se utilizó para la variable Accidentabilidad, se utilizaron las fuentes de datos existentes, como informes de accidentes, registros de mantenimiento de carreteras y datos de tráfico, para obtener información relevante en los registros de la Policía Nacional.

Instrumentos de Recolección de Datos

Equipos de Medición de Campo: Estación total, wincha, que fueron utilizados solamente como comprobación en puntos críticos de los datos ya obtenidos en el trabajo antecedente de Albornoz y Miñano (2022) respecto a la variable Diseño Geométrico cuyos datos son presentados en esa investigación en sus páginas 88 al 115, así como también los relacionados a los accidentes que fueron extraídos de los documentos en poder de las instituciones competentes en la accidentabilidad en los caminos.

Tabla 4

Instrumentos metodológicos e instrumentos físicos

Variable	Instrumento metodológico			Instrumento Físico
	Dimensión	Técnica	Instrumento	
Características del diseño geométrico	Planta	Observación de campo	Hoja de registro	Estación total
	Perfil	Observación de campo	Hoja de registro	Estación total
	Sección transversal	Observación de campo	Hoja de registro	Estación total- wincha
Accidentabilidad en los caminos	Nivel de Exposición al Riesgo NER	Análisis de información documental	Formato de registro	Documentos oficiales
	Índice de Peligrosidad IP	Análisis de información documental	Formato de registro	Documentos oficiales
	Índice de Mortalidad IM	Análisis de información documental	Formato de registro	Documentos oficiales
	Índice de Accidentabilidad IA	Análisis de información documental	Formato de registro	Documentos oficiales

3.3.2. PARA LA PRESENTACIÓN DE DATOS

En base a lo registrado en los formatos de recolección de datos, se realizó el procedimiento para tabular y presentar los datos. Esta base de datos facilitó sistematizar y organizar la información de una forma mucho más rápida. Asimismo, para hacer más comprensible la descripción de los datos analizados, los resultados finales se presentaron mediante tablas generadas de frecuencia y se complementaron con gráficos.

3.3.3. PARA EL ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE DATOS

Para el procesamiento de información se aplicó la estadística descriptiva para resumir y describir los datos recopilados, incluyendo medidas como la media, la mediana, la desviación estándar y los percentiles a efectos de obtener una visión general de las variables estudiadas, como la frecuencia de accidentes, las características del diseño geométrico y otras métricas relevantes.

De igual modo, se realizó un análisis de regresión para evaluar la relación entre variables para conocer si existen relaciones significativas entre las características del diseño geométrico (variable 1) y la accidentabilidad (variable 2), materia del problema, objetivo e hipótesis general del estudio

CAPÍTULO IV

RESULTADOS

4.1. PROCESAMIENTO DE DATOS

En esta sección se exponen los hallazgos alcanzados en la medición de las variables en estudio.

Los resultados obtenidos se han organizado en función de los objetivos del estudio, que buscan proporcionar una visión integral de cómo el diseño geométrico de estas vías impacta en la seguridad vial. De manera que, la organización de los resultados debe estar alineada con los objetivos de la investigación, lo cual proporciona una estructura clara que facilita la conexión entre los hallazgos y las preguntas establecidas para la investigación. Esto permite que los lectores comprendan cómo cada conjunto de resultados contribuye a responder las preguntas planteadas (Creswell, 2014, p. 221).

Resultado 1

Este resultado está asociado al Objetivo Específico 1: Identificar y analizar los elementos específicos del diseño geométrico de los caminos vecinales en Huánuco que podrían influir en la accidentabilidad.

En este apartado, se presentan los resultados relativos a la identificación y análisis de los elementos específicos del diseño geométrico de los caminos vecinales en Huánuco. Se examinan las características clave de la planta como el radio mínimo de las curvas y la longitud mínima de las tangentes, asimismo, respecto al perfil de la carretera se analiza la pendiente máxima y la longitud mínima de curva vertical, y, respecto a las secciones transversales se analiza el ancho mínimo de calzada y el talud superior. Estos elementos han sido evaluados en función de su posible influencia en la accidentabilidad. La información se basa en la recopilación de datos de campo y el análisis de planos de diseño, proporcionando un panorama detallado sobre cómo cada característica puede contribuir a la seguridad vial en estos caminos.

A continuación, se presentan los resultados obtenidos respecto a las características geométricas de la carretera estudiada respecto al diseño en Planta, Diseño del Perfil y del Diseño de las Secciones Transversales;

4.1.1. DEL DISEÑO EN PLANTA

Tabla 5

Particularidades del diseño geométrico en planta de la carretera en estudio

CURVA HORIZONTAL				TANGENTE
Número	PC	L (m)	Radio (m)	Longitud (m)
PI-1	0	30.92	80	
PI-2	0+127.31	15.08	160	28.09
PI-3	0+176.05	17.63	160	53.21
PI-4	0+209.37	5.17	300	31.12
PI-5	0+304.79	14.57	180	28.15
PI-6	0+365.12	10.45	180	80.85
PI-7	0+414.08	20.93	160	49.88
PI-8	0+463.54	27.62	160	28.03
PI-9	0+572.31	20.89	60	21.84
PI-10	0+648.18	12.02	160	74.80
PI-11	0+697.81	13.87	200	50.79
PI-12	0+803.93	14.45	160	35.77
PI-13	0+877.46	34.25	160	91.66
PI-14	0+945.93	28.46	160	39.29
PI-15	0+992.37	30.15	160	40.01
PI-16	1+052.88	31.35	160	16.28
PI-17	1+142.17	11.71	160	29.17
PI-18	1+191.60	9.67	200	77.58
PI-19	1+312.10	15.27	300	39.77

PI-20	1+376.32	9.69	300	105.23
PI-21	1+440.74	13.31	160	54.53
PI-22	1+644.43	7.57	200	51.12
PI-23	1+715.54	51.32	100	196.12
PI-24	1+875.25	12.34	160	19.79
PI-25	1+973.76	33.47	80	147.37
PI-26	2+050.42	13.84	30	53.80
PI-27	2+117.77	31.62	25	29.03
PI-28	2+147.58	23.98	80	13.20
PI-29	2+206.58	17.28	6	5.82
PI-30	2+251.46	25.6	100	41.71
PI-31	2+303.04	22.68	25	19.28
PI-32	2+346.47	26	25	28.90
PI-33	2+403.79	31.79	40	17.43
PI-34	2+441.38	27.66	13	25.54
PI-35	2+508.06	43.48	40	9.93
PI-36	2+556.93	18.07	15	23.20
PI-37	2+596.14	24.41	12	30.79
PI-38	2+636.14	19.55	14	14.81
PI-39	2+660.92	21.3	12	20.45
PI-40	2+684.08	16.72	80	3.48
PI-41	2+721.31	18.19	30	6.44
PI-42	2+767.03	33.05	25	19.03
PI-43	2+792.09	14.84	100	12.68
PI-44	2+838.23	9.95	120	10.22
PI-45	2+891.86	17.61	120	36.19
PI-46	2+980.69	44.75	17	36.01

PI-47	3+012.42	21.58	100	44.09
PI-48	3+042.09	14.07	120	10.15
PI-49	3+096.42	33.17	100	15.60
PI-50	3+180.88	47.46	36	21.16
PI-51	3+271.67	12.81	100	25.89
PI-52	3+329.64	40.11	15	66.87
PI-53	3+354.31	11.42	20	17.86
PI-54	3+400.85	26.2	25	13.25
PI-55	3+455.36	11.56	15	20.34
PI-56	3+501.44	36.82	30	42.94
PI-57	3+568.48	33.08	80	9.26
PI-58	3+601.98	12.8	40	33.96
PI-59	3+638.17	19.85	50	20.70
PI-60	3+705.86	57.85	100	16.34
PI-61	3+747	13.78	30	9.84
PI-62	3+768.17	12.31	30	27.35
PI-63	3+813.42	23.67	60	8.87
PI-64	3+856.88	14.84	30	21.58
PI-65	3+888	14.47	15	28.62
PI-66	3+917.07	11.41	15	16.66
PI-67	3+953.50	9.05	100	17.65
PI-68	4+002.42	20.37	80	27.38
PI-69	4+044.93	25.35	9	28.55
PI-70	4+064.60	6.53	30	17.16
PI-71	4+089.66	14.65	10	13.14
PI-72	4+106.44	9.8	15	10.42
PI-73	4+125.10	9.85	7	6.98

PI-74	4+159.88	5.75	160	8.82
PI-75	4+273.19	14.94	80	29.03
PI-76	4+328.22	24.18	80	93.37
PI-77	4+378.56	23.96	160	20.85
PI-78	4+438.23	31.13	160	21.38
PI-79	4+564.82	15.06	60	28.54
PI-80	4+597.61	20.42	60	111.54
PI-81	4+647.24	36.91	100	12.36
PI-82	4+691.18	23.46	100	12.72
PI-83	4+795.54	26.13	100	20.48
PI-84	4+847.87	22.53	20	78.23
PI-85	4+877.85	19.42	80	29.80
PI-86	4+925.92	37.64	19	10.56
PI-87	4+990.90	15.98	35	10.43
PI-88	5+028.77	7.43	30	37.57
PI-89	5+062.48	17.14	60	19.01
PI-90	5+093.52	20.54	40	16.58
PI-91	5+120.54	11.27	30	10.51
PI-92	5+201.55	42.96	120	15.75
PI-93	5+255.31	17.24	12	38.05
PI-94	5+286.52	14.45	30	36.52
PI-95	5+327.92	27.07	30	16.76
PI-96	5+371.19	16.43	80	14.32
PI-97	5+414.12	24.66	25	26.84
PI-98	5+442.19	17.93	30	18.27
PI-99	5+492.05	15.24	80	10.14
PI-100	5+551.60	26.56	20	34.62

PI-101	5+601.35	26.19	15	32.99
PI-102	5+668.34	13.2	5	23.56
PI-103	5+698.64	10.88	120	53.80
PI-104	5+734.72	11.86	120	19.42
PI-105	5+831.81	12.97	50	24.22
PI-106	5+863.45	9.63	80	76.12
PI-107	5+898.76	10.2	80	14.02
PI-108	5+933.54	8.15	40	25.10
PI-109	6+041.76	31.55	80	16.64
PI-110	6+079.81	16.55	25	66.66
PI-111	6+114.40	24.59	25	21.50
PI-112	6+169.08	24.74	80	10.01
PI-113	6+223.14	37.08	20	29.94
PI-114	6+262.22	20.23	20	16.98
PI-115	6+301.68	11.91	30	18.85
PI-116	6+338.44	10.73	35	27.55
PI-117	6+415.16	11.42	80	14.61
PI-118	6+446.24	15.94	80	53.87
PI-119	6+499.06	20.6	80	15.14
PI-120	6+556.44	16.86	150	32.22
PI-121	6+595.61	21.36	25	40.52
PI-122	6+627.25	15.48	25	17.82
PI-123	6+649.41	10.53	40	16.16
PI-124	6+688.34	19.32	25	11.63
PI-125	6+739.93	36.42	80	19.62
PI-126	6+786.70	26.3	80	15.17
PI-127	6+868.80	33.35	20	20.46

PI-128	6+891.71	6.81	80	48.76
PI-129	6+948.36	35.14	40	16.09
PI-130	6+973.65	8.38	40	21.51
PI-131	7+006.97	20.7	25	16.91
PI-132	7+031.53	11.32	25	12.62
PI-133	7+055.42	9.83	30	13.25
PI-134	7+128.40	17.14	40	14.06
PI-135	7+148.44	11.93	30	55.84
PI-136	7+183.22	21.09	7	8.11
PI-137	7+207.52	11.07	80	13.68
PI-138	7+232.86	16	30	13.24
PI-139	7+260.96	11.58	80	9.34
PI-140	7+347.24	39.95	12	16.52
PI-141	7+378.76	13.81	30	46.33
PI-142	7+418.93	17.87	100	17.71
PI-143	7+449.36	21.1	80	19.91
PI-144	7+501.03	21.17	120	9.33
PI-145	7+605.96	43.85	80	30.50
PI-146	7+659.67	18.06	15	61.08
PI-147	7+693.84	15.78	25	35.65
PI-148	7+724.67	11.45	160	18.40
PI-149	7+800.62	31.87	160	19.37
PI-150	7+895.61	3.07	200	44.09
PI-151	8+312.04	41.14	100	91.93
PI-152	8+356.94	9.16	200	375.29
PI-153	8+391.28	8.21	200	35.74
PI-154	8+551.69	9.87	200	26.14

PI-155	8+595.26	14.64	80	150.54
PI-156	8+651.98	18.89	60	28.93
PI-157	8+691.45	13.3	25	37.83
PI-158	8+724.64	14.11	20	26.18
PI-159	8+774.08	14.6	30	19.08
PI-160	8+797.90	11.38	80	34.84
PI-161	8+820.37	9.77	80	12.44
PI-162	8+920.09	42.31	60	12.71
PI-163	8+952.01	13.01	30	57.41
PI-164	8+983.89	25.1	20	18.91
PI-165	9+030.86	25.6	20	6.78
PI-166	9+100.84	33.87	60	21.37
PI-167	9+152.16	18.63	80	36.11
PI-168	9+184.42	13.19	30	32.69
PI-169	9+237.30	33.64	15	19.07
PI-170	9+293.32	19.39	7	19.24
PI-171	9+422.18	10.34	100	36.64
PI-172	9+456.68	20.66	80	118.52
PI-173	9+498.87	11.81	80	13.84
PI-174	9+563.53	24.49	8	30.38
PI-175	9+593.95	10.93	40	40.17
PI-176	9+626.65	14.66	15	19.48
PI-177	9+649.02	17.83	15	18.04
PI-178	9+681.53	16.94	25	4.53
PI-179	9+720.04	21.4	20	15.58
PI-180	9+777.67	42.66	12	17.11
PI-181	9+824.98	18.04	65	14.97

PI-182	9+879.98	43.7	40	29.27
PI-183	9+929.77	26.34	20	11.31
PI-184	10+001.03	48.87	18	23.45
				22.40

Análisis Descriptivo

Tabla 6

Estadísticos descriptivos de las variables Radio y Longitud de Tangente

N	RADIO	LONGITUD - TANGENTE
	184	184
	0	0
Mean	71.6630	32.6079
Std. Error of Mean	4.52386	2.73657
Median	55.0000	21.4400
Mode	80.00	13.25 (a)
Std. Deviation	61.36468	37.12066
Variance	3765.624	1377.944
Range	295.00	371.81
Minimum	5.00	3.48
Maximum	300.00	375.29
Sum	13186.00	5999.85
Percentiles	25.0000	15.5850
	55.0000	21.4400
	100.0000	36.0850

Interpretación:

Radio

Al hacer el análisis de radio de la curva se observa una gran variabilidad en los valores presentes en el tramo estudiado. De hecho,

predominan curvas con radios que pudieran ser considerados como limitados, con algunas significativamente pequeñas que se consideran como un riesgo para la seguridad vial. A pesar de haber identificado algunos valores comunes que manifiestan cierto esquema en el diseño, la diferencia en los radios indica una inconsistencia en el diseño. Tales características pueden generar problemas para los conductores, sobre todo en situaciones de alta velocidad o visibilidad reducida.

Longitud de Tangente

Con respecto a las tangentes del tramo, estas presentan longitudes eminentemente cortas, lo que puede comprometer la seguridad vial al reducirse la distancia de visibilidad disponible para los conductores. No obstante, esta situación puede generar dificultades para hacer maniobras, especialmente en contextos donde se requiere anticipación, como adelantamientos o respuesta a obstáculos. Asimismo, la gran inestabilidad entre las longitudes de las tangentes fortalece la idea de un diseño geométrico con irregularidades, lo que podría impactar negativamente en la fluidez del tránsito y aumentar el riesgo de accidentes.

Por otra parte, la falta de consistencia y las irregularidades en el diseño geométrico, tanto en los radios de las curvas como en las longitudes de las tangentes, son considerados como factores de riesgo significativos para la seguridad vial. Razón por la cual estas características deben ser evaluadas y ajustadas en futuras intervenciones para mejorar la transitabilidad y disminuir los índices de accidentes viales en el tramo estudiado.

ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS OBTENIDOS

1. Análisis del Radio de las Curvas

Media: La media del radio es de 71.66 metros, lo que está por encima del mínimo requerido por la normativa. Esto sugiere que, en promedio, las curvas de la carretera cumplen con el radio mínimo permisible.

Mediana (55.00 metros): Al ser mayor que el valor mínimo de 45 metros, implica que al menos el 50% de las curvas cumplen con los requerimientos normativos. Sin embargo, el otro 50% puede incluir radios por debajo de 55 metros, que deben ser examinados más de cerca.

Mínimo (5.00 metros): El radio mínimo detectado en los datos es de 5 metros, lo cual es muy inferior al valor normativo de 45 metros. Este es un aspecto preocupante, ya que representa una curva extremadamente cerrada, que no cumple con los estándares de diseño y podría suponer un grave riesgo para la seguridad vial.

Percentil 25 (25.00 metros): Este valor implica que el 25% de las curvas tienen radios menores a 25 metros, lo cual está por debajo del estándar normativo. Estas curvas no cumplirían con los requisitos establecidos y podrían necesitar intervención para su rediseño o adecuación.

Rango (5.00 - 300.00 metros): Este rango demuestra la amplia variabilidad en los radios, desde valores peligrosamente pequeños hasta curvas que superan holgadamente el mínimo requerido.

Cumplimiento normativo del radio

Un número significativo de curvas, especialmente aquellas con radios menores a 45 metros (particularmente en el rango bajo), no cumplen con la normativa DG 2018.

2. Análisis de la Longitud de Tangente

Media (32.61 metros): La media está muy por debajo del valor mínimo normativo. Esto sugiere que, en general, los tramos rectos entre curvas son significativamente más cortos de lo requerido, lo que podría provocar transiciones abruptas entre curvas, afectando la seguridad y la comodidad de los conductores.

Mediana (21.44 metros): Al ser considerablemente menor que los 56 metros exigidos, indica que al menos el 50% de las tangentes son

más cortas de lo permitido. Esto representa un incumplimiento sustancial de la norma.

Mínimo (3.48 metros): Las tangentes más cortas tienen apenas 3.48 metros, lo que es extremadamente inferior a los 56 metros exigidos. Tramos de tangentes tan cortos no permiten a los vehículos estabilizarse adecuadamente entre curvas, lo que incrementa significativamente el riesgo de accidentes.

Percentil 75 (36.09 metros): Incluso en el percentil 75, donde el 75% de las tangentes son menores o iguales a este valor, la longitud de 36.09 metros sigue estando por debajo de los 56 metros. Esto implica que la gran mayoría de las tangentes no cumplen con el requisito normativo.

Rango (3.48 - 375.29 metros): Aunque existe una amplia variabilidad en las longitudes de tangentes, la mayoría de estas están concentradas en el rango inferior, con muy pocos tramos cumpliendo con los 56 metros mínimos.

3. Conclusiones

Curvas con radio menor al mínimo permitido: Una proporción significativa de las curvas tiene radios inferiores a los 45 metros exigidos por la normativa, lo que representa un alto riesgo para la seguridad vial, ya que las curvas más cerradas pueden provocar accidentes en carreteras con velocidad de diseño de 40 km/h.

La gran mayoría de las tangentes no cumplen con el valor mínimo normativo de 56 metros. Esta situación podría generar problemas de manejo, como transiciones muy bruscas entre curvas que pueden resultar peligrosas para los conductores, especialmente en terrenos accidentados.

Tangentes insuficientemente largas: La mayoría de las tangentes son considerablemente más cortas de lo requerido (56 metros), lo que puede resultar en una conducción incómoda y peligrosa debido a la falta de tramos rectos adecuados para estabilizar el vehículo entre curvas.

Riesgos Asociados: Los radios menores al estándar pueden resultar en curvas demasiado cerradas, dificultando el control del vehículo, especialmente a la velocidad de diseño de 40 km/h. Las tangentes cortas impiden una adecuada transición entre curvas, incrementando la complejidad de la conducción.

Accidentes Potenciales: La alta proporción de elementos geométricos fuera de norma puede derivar en un aumento de incidentes de tráfico, especialmente en condiciones climáticas adversas o durante la noche.

4.1.2. DEL DISEÑO DEL PERFIL

En la tabla 7, se observan los valores para la pendiente y curva vertical.

Tabla 7

Análisis de la geometría del trazado vial evaluado

TIPO DE CURVA	PENDIENTE			CURVA VERTICAL		
	Progresiva Inicio	Progresiva Término	Pendiente (%)	PIV	Long. de Curva Vertical	Pendiente Máxima = 10%
	0+000	0+058.76	-0.06			1
Convexa	0+058.76	0+138.76		4,186.39	80.00	
	0+138.76	0+222.12	-3.21			1
Convexa	0+222.12	0+312.12		4,180.99	90.00	
	0+312.12	0+574.44	-6.15			1
Cóncava	0+574.44	0+654.44		4,159.63	80.00	
	0+654.44	0+786.01	-2.54			1
Convexa	0+786.01	0+886.01		4,154.00	100.00	
	0+786.01	1+747.16	-3.97			1
Convexa	1+747.16	1+837.16		4,116.00	90.00	
	1+837.16	4+259.04	-5.85			1

Cóncava	4+259.04	4+349.04	3,969.00	90.00
	4+349.04	5+642.76	-0.49	1
Convexa	5+642.76	5+732.76	3,962.24	90.00
	5+732.76	6+750.43	-4.16	1
Convexa	6+750.23	6+850.34	3,916.00	100.00
	6+850.46	7+534.57	-8.55	1
Cóncava	7+534.57	7+614.57	3,849.81	80.00
	7+614.57	8+781.20	0.89	1
Cóncava	8+781.20	8+881.20	3,861.00	100.00
	8+881.20	10+019.42	8.37	1

Análisis Descriptivo

Tabla 8

Datos estadísticos de la pendiente y longitud de curvas verticales

N	PENDIENTE	LONGITUD CURVA VERTICAL
	11	11
	0	0
Mean	-2.3382	90.9091
Std. Error of Mean	1.36823	2.50619
Median	-3.2100	90.0000
Mode	-8.55 (a)	90.00 (a)
Std. Deviation	4.53789	8.31209
Variance	20.592	69.091
Range	16.92	20.00
Minimum	-8.55	80.00
Maximum	8.37	100.00
Sum	-25.72	1000.00

Interpretación

Pendiente

Al realizar el análisis de la pendiente, se observa una enorme inestabilidad en los valores del tramo estudiado. Las pendientes incluyen tanto valores negativos (descensos) como positivos (ascensos), lo que

sugiere un terreno irregular a lo largo de la vía. Esta situación puede crear un gran impacto en la seguridad vial, ya que pendientes acentuadas, especialmente negativas, pueden aumentar el riesgo de accidentes al dificultar el control de los vehículos en descensos. Aunque ciertos valores se repiten con mayor frecuencia, se observa una diversidad significativa en los datos, lo que podría indicar problemas en la consistencia del diseño geométrico.

Longitud de Curva Vertical

Al analizar la información, se puede apreciar que las longitudes de las curvas verticales suelen situarse en un intervalo bastante limitado y presenta una variación menor que las pendientes. Esto podría ser resultado de que el diseño intenta preservar algunas dimensiones que son estándar, posiblemente para adherirse a las regulaciones específicas o para garantizar la comodidad y la clara visibilidad de los conductores en la carretera. Sin embargo, es importante evaluar si estas longitudes realmente se ajustan a las pendientes existentes, ya que de esto depende que la transición a lo largo del perfil de la carretera sea segura y cómoda.

Por otro lado, la presencia longitudes de curvas verticales bastante uniformes y de pendientes irregulares con sugiere que el diseño geométrico del perfil longitudinal podría necesitar algunos ajustes. Las pendientes muy variables pueden dificultar la conducción, y aunque las curvas verticales sean consistentes, es fundamental evaluarlas en conjunto con las pendientes para asegurarse de que no se generen riesgos innecesarios para los conductores y se mantenga la seguridad en todo momento.

ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS OBTENIDOS

1. Análisis de la Pendiente

Promedio: - 2.34%

Mediana: - 3.21%

Modo: - 8.55% (existe más de un valor modal, el menor es mostrado)

Desviación estándar: 4.54%

Rango: 16.92%

Valores mínimo y máximo: - 8.55% y 8.37%

Interpretación:

Promedio: El valor promedio de la pendiente es negativo (-2.34%), lo que indica que en general las pendientes en el tramo evaluado tienden a ser descendentes.

Variabilidad: La desviación estándar de 4.54% sugiere una dispersión moderada de los valores de pendiente en torno al promedio.

Existe una diferencia considerable entre el valor mínimo (-8.55%) y el valor máximo (8.37%), lo que refleja que hay tanto tramos con fuertes pendientes negativas (descendentes) como tramos con pendientes ascendentes.

Normativa: Según la norma mencionada, la pendiente máxima permitida es del 10% en valor absoluto.

Con base en esto, se puede afirmar que todas las pendientes halladas cumplen con la norma, ya que el valor máximo hallado es 8.37%, que está por debajo del límite.

2. Análisis de la Longitud de Curva Vertical

Promedio: 90.91 m

Mediana: 90 m

Modo: 90 m

Desviación estándar: 8.31 m

Rango: 20 m

Valores mínimo y máximo: 80 m y 100 m

Interpretación:

Promedio: La longitud promedio de las curvas verticales es de 90.91 metros, con una mediana y un modo de 90 metros, lo que indica que la mayoría de las curvas se encuentran alrededor de ese valor.

Variabilidad: La desviación estándar de 8.31 metros sugiere que hay una baja variabilidad en las longitudes de las curvas verticales. El rango es de 20 metros, lo que significa que las longitudes varían desde los 80 metros hasta los 100 metros.

Normativa: En la mayoría de los casos, las longitudes de curvas verticales halladas superan los valores mínimos requeridos por la normativa (DG 2018), lo que indica un diseño que asegura la transitabilidad y seguridad vial.

Incumplimiento en el noveno valor. Hay una situación (80 m frente a 90 m) donde la longitud medida es menor que el mínimo requerido, esto podría indicar un defecto en el diseño de esa sección, lo que pudiera poner en riesgo la seguridad o comodidad de los vehículos.

3. Conclusiones

Al analizar las pendientes, se observa una disminución general en el tramo estudiado, promediando un (-2.34%). Esto sugiere que la mayoría de las pendientes son descendentes, influyendo en la velocidad de los vehículos al permitirles ir a mayor velocidad. La pendiente varía moderadamente, con una desviación de (4.54%) mostrando diferencias notables entre el valor más bajo (-8.55) y el más alto (8.37%), lo cual revela la presencia de secciones con inclinaciones pronunciadas tanto hacia arriba como hacia abajo, lo que podría incidir en la comodidad y seguridad al conducir. En cuanto al cumplimiento de las normas, todas las pendientes medidas cumplen con la normativa actual que fija un límite de (10%), siendo la inclinación máxima registrada de (8.37%) lo que garantiza un diseño adecuado en términos de pendientes.

En cuanto al estudio de la longitud de las curvas verticales, se observa una regularidad importante, con un valor de 90.91 metros y una

mediana y moda de 90 metros. Esto sugiere que la mayor parte de las curvas se agrupan cerca de estos valores, lo que facilita una experiencia de conducción estable y fácil de anticipar. Las longitudes muestran una notable similitud, dado que en la mayoría de los datos se sitúan entre 80 y 100 metros, con una desviación típica de apenas 8.31 metros y un intervalo de 20 metros. Estos hallazgos permiten poner de manifiesto que las mediciones realizadas son bastante coherentes y consistentes, además casi todos los diseños curvos cumplen con los requisitos mínimos fijados por la normativa actual lo cual ayuda a mejorar la seguridad en la vía. No obstante, también se detectó un punto asilado donde la longitud de la curva alcanza los 80 metros; esto implica que no cumple con el rango mínimo establecido que es de 90 metros, pudiendo así comprometer la seguridad del tráfico en este segmento de la vía.

4.1.3. DEL DISEÑO DE LAS SECCIONES TRANSVERSALES

A continuación, en la tabla 9, se detalla la caracterización geométrica de la carretera, lo cual permite ofrecer una perspectiva clara y organizada acerca de sus detalles técnicos.

Tabla 9

Caracterización geométrica de las secciones transversales de la vía en estudio

SECCIÓN TRANSVERSAL			SECCIÓN TRANSVERSAL		
Progresiva	Ancho de Calzada	Talud Superior	Progresiva	Ancho de Calzada	Talud superior
Km. 0			Km. 5		
20	3.30	1:2	20	3.00	1:2
40	3.30	1:2	40	3.00	1:2
60	3.30	1:2	60	3.00	1:2
80	3.30	1:2	80	3.00	1:2
100	3.30	1:2	100	3.00	1:2
120	3.30	1:2	120	3.28	1:2
140	3.40	1:2	140	3.28	1.5:1

160	3.40	1:2	160	3.28	1.5:1
180	3.40	1:2	180	3.28	1:2
200	3.40	1:2	200	3.28	1:2
220	3.40	1:2	220	3.28	1:2
240	3.40	1:2	240	3.28	1:2
260	3.40	1:2	260	3.28	1:2
280	3.40	1:2	280	3.28	1:2
300	3.40	1:2	300	3.30	1:2
320	3.40	1:2	320	3.30	1:2
340	3.40	1:2	340	3.30	1:2
360	3.40	1:2	360	3.30	1:2
380	3.50	1:2	380	3.30	1:2
400	3.50	1.5:1	400	3.30	1:2
420	3.50	1.5:1	420	3.18	1:2
440	3.50	1.5:1	440	3.18	1:2
460	3.50	1.5:1	460	3.18	1:2
480	3.50	1.5:1	480	3.18	1:2
500	3.50	1:2	500	3.18	1:2
520	3.50	1:2	520	3.18	1:2
540	3.50	1:2	540	3.18	1:2
560	3.50	1:2	560	3.24	1:2
580	3.50	1:2	580	3.24	1:2
600	3.50	1:2	600	3.24	1:2
620	3.50	1:2	620	3.24	1:2
640	3.50	1:2	640	3.24	1:2
660	3.50	1:2	660	3.24	1:2
680	3.50	1:2	680	3.24	1:2
700	3.30	1:2	700	3.24	1:2
720	3.30	1:2	720	3.20	1:2
740	3.30	1:2	740	3.20	1:2
760	3.30	1:2	760	3.20	1:2
780	3.30	1:2	780	3.20	1:2
800	3.30	1:2	800	3.20	1:2
820	3.30	1:2	820	3.20	1:2
840	3.20	1:2	840	3.20	1:2
860	3.20	1:2	860	3.30	1:2
880	3.20	1:2	880	3.30	1:2
900	3.20	1:2	900	3.30	1.5:1
920	3.20	1:2	920	3.30	1.5:1
940	3.20	1:2	940	3.30	1.5:1

960	3.20	1:2	960	3.30	1:2
980	3.20	1:2	980	3.30	1:2
Km. 1			Km. 6		
20	3.20	1:2	20	3.60	1:2
40	3.20	1:2	40	3.60	1:2
60	3.20	1:2	60	3.60	1:2
80	3.00	1:2	80	3.36	1:2
100	3.00	1:2	100	3.36	1:2
120	3.00	1:2	120	3.36	1.5:1
140	3.00	1:2	140	3.36	1.5:1
160	3.00	1:2	160	3.36	1.5:1
180	3.00	1:2	180	3.36	1.5:1
200	3.00	1:2	200	3.36	1:2
220	3.00	1:2	220	3.36	1:2
240	3.00	1:2	240	3.36	1:2
260	3.00	1:2	260	3.36	1:2
280	3.00	1:2	280	3.36	1:2
300	3.00	1:2	300	3.36	1:2
320	3.28	1:2	320	3.36	1:2
340	3.28	1:2	340	3.36	1:2
360	3.28	1:2	360	3.36	1:2
380	3.28	1:2	380	3.00	1.5:1
400	3.28	1:2	400	3.00	1.5:1
420	3.28	1:2	420	3.00	1.5:1
440	3.28	1:2	440	3.00	1.5:1
460	3.28	1:2	460	3.00	1:2
480	3.28	1:2	480	3.00	1:2
500	3.28	1:2	500	3.00	1:2
520	3.28	1:2	520	3.00	1:2
540	3.28	1:2	540	3.00	1:2
560	3.28	1:2	560	3.20	1:2
580	3.12	1:2	580	3.20	1:2
600	3.12	1:2	600	3.20	1:2
620	3.12	1:2	620	3.20	1:2
640	3.12	1:2	640	3.20	1:2
660	3.12	1:2	660	3.20	1:2
680	3.12	1:2	680	3.20	1:2
700	3.12	1:2	700	3.20	1:2
720	3.12	1:2	720	3.20	1:2

740	3.12	1:2	740	3.20	1:2
760	3.12	1:2	760	3.20	1:2
780	3.28	1:2	780	3.20	1:2
800	3.28	1:2	800	3.20	1:2
820	3.28	1:2	820	3.20	1:2
840	3.28	1:2	840	3.02	1:2
860	3.28	1:2	860	3.02	1:2
880	3.28	1:2	880	3.02	1:2
900	3.28	1:2	900	3.02	1:2
920	3.28	1:2	920	3.02	1:2
940	3.28	1:2	940	3.02	1:2
960	3.38	1:2	960	3.02	1:2
980	3.38	1:2	980	3.02	1:2
Km. 2			Km. 7		
20	3.38	1:2	20	3.02	1:2
40	3.38	1:2	40	3.02	1:2
60	3.38	1:2	60	3.02	1:2
80	3.38	1:2	80	3.02	1:2
100	3.38	1:2	100	3.02	1:2
120	3.38	1:2	120	3.02	1:2
140	3.38	1:2	140	3.02	1:2
160	3.38	1:2	160	3.30	1:2
180	3.40	1:2	180	3.30	1:2
200	3.40	1:2	200	3.30	1:2
220	3.40	1:2	220	3.30	1:2
240	3.40	1:2	240	3.30	1:2
260	3.40	1:2	260	3.30	1:2
280	3.40	1:2	280	3.30	1:2
300	3.40	1:2	300	3.30	1:2
320	3.40	1:2	320	3.30	1:2
340	3.40	1:2	340	3.30	1:2
360	3.40	1:2	360	3.30	1:2
380	3.40	1:2	380	3.30	1:2
400	3.40	1:2	400	3.20	1:2
420	3.40	1:2	420	3.20	1:2
440	3.40	1:2	440	3.20	1:2
460	3.40	1:2	460	3.20	1:2
480	3.40	1:2	480	3.20	1.5:1
500	3.40	1:2	500	3.20	1.5:1

520	3.40	1:2	520	3.20	1.5:1
540	3.40	1:2	540	3.20	1.5:1
560	3.52	1:2	560	3.20	1.5:1
580	3.52	1:2	580	3.20	1:2
600	3.52	1:2	600	3.20	1:2
620	3.52	1:2	620	3.20	1:2
640	3.52	1:2	640	3.20	PUENTE
660	3.52	1:2	660	3.20	PUENTE
680	3.52	1:2	680	3.36	1:2
700	3.52	1:2	700	3.36	1:2
720	3.52	1:2	720	3.36	1:2
740	3.52	1:2	740	3.36	1:2
760	3.52	1:2	760	3.36	1:2
780	3.52	1:2	780	3.36	1:2
800	3.52	1:2	800	3.36	1:2
820	3.52	1:2	820	3.36	1:2
840	3.52	1:2	840	3.36	1:2
860	3.20	1:2	860	3.36	1:2
880	3.20	1:2	880	3.36	1:2
900	3.20	1:2	900	3.36	1:2
920	3.20	1:2	920	3.36	1:2
940	3.20	1:2	940	3.36	1:2
960	3.20	1:2	960	3.36	1:2
980	3.20	1:2	980	3.36	1:2
Km. 3			Km. 8		
0	3.20	1:2	0	3.54	1:2
20	3.20	1:2	20	3.54	1:2
40	3.20	1:2	40	3.54	1:2
60	3.30	1:2	60	3.54	1:2
80	3.30	1:2	80	3.54	1:2
100	3.30	1:2	100	3.54	1:2
120	3.30	1:2	120	3.54	1:2
140	3.30	1:2	140	3.54	1:2
160	3.30	1:2	160	3.54	1:2
180	3.30	1:2	180	3.54	1:2
200	3.30	1:2	200	3.54	1:2
220	3.30	1:2	220	3.54	1:2
240	3.30	1:2	240	3.54	1:2
260	3.30	1:2	260	3.30	1:2

280	3.30	1:2	280	3.30	1:2
300	3.30	1:2	300	3.30	1:2
320	3.30	1:2	320	3.30	1:2
340	3.30	1:2	340	3.30	1:2
360	3.30	1:2	360	3.30	1:2
380	3.30	1:2	380	3.30	1:2
400	3.30	1:2	400	3.30	1:2
420	3.30	1:2	420	3.30	1:2
440	3.42	1:2	440	3.30	1:2
460	3.42	1:2	460	3.30	1:2
480	3.42	1:2	480	3.42	1:2
500	3.42	1:2	500	3.42	1:2
520	3.42	1:2	520	3.42	1:2
540	3.42	1:2	540	3.42	1:2
560	3.42	1:2	560	3.42	1:2
580	3.42	1:2	580	3.42	1:2
600	3.42	1:2	600	3.42	1:2
620	3.42	1:2	620	3.42	1:2
640	3.42	1:2	640	3.42	1:2
660	3.42	1:2	660	3.42	1.5:1
680	3.42	1:2	680	3.42	PUENTE
700	3.42	1:2	700	3.42	1.5:1
720	3.42	1:2	720	3.40	1:2
740	3.42	1:2	740	3.40	1:2
760	3.42	1:2	760	3.40	1:2
780	3.18	1:2	780	3.40	1:2
800	3.18	1:2	800	3.40	1:2
820	3.18	1:2	820	3.40	1:2
840	3.18	1:2	840	3.40	1:2
860	3.18	1:2	860	3.40	1:2
880	3.18	1:2	880	3.40	1.5:1
900	3.18	1:2	900	3.40	1.5:1
920	3.18	1:2	920	3.40	1.5:1
940	3.18	1:2	940	3.40	1.5:1
960	3.18	1:2	960	3.40	1:2
980	3.18	1:2	980	3.40	1:2
Km. 4			Km. 9		
20	3.18	1:2	20	3.40	1:2
40	3.18	1:2	40	3.20	1:2

60	3.18	1.5:1	60	3.20	1:2
80	3.18	1.5:1	80	3.20	1:2
100	3.18	1.5:1	100	3.20	1:2
120	3.42	1.5:1	120	3.20	1:2
140	3.42	1:2	140	3.20	1:2
160	3.42	1:2	160	3.20	1:2
180	3.42	1:2	180	3.20	1:2
200	3.42	1:2	200	3.20	1:2
220	3.42	1:2	220	3.20	1:2
240	3.42	1:2	240	3.20	1:2
260	3.42	1:2	260	3.20	1:2
280	3.42	1:2	280	3.20	1:2
300	3.42	1:2	300	3.20	1:2
320	3.42	1:2	320	3.20	1:2
340	3.42	1:2	340	3.20	1:2
360	3.42	1:2	360	3.20	1:2
380	3.46	1:2	380	3.20	1:2
400	3.46	1:2	400	3.20	1:2
420	3.46	1:2	420	3.20	1:2
440	3.46	1:2	440	3.20	1:2
460	3.46	1:2	460	3.20	1:2
480	3.46	1:2	480	3.20	1:2
500	3.46	1:2	500	3.20	1:2
520	3.46	1:2	520	3.20	1:2
540	3.46	1:2	540	3.20	1:2
560	3.46	1:2	560	3.20	1:2
580	3.46	1:2	580	3.20	1:2
600	3.46	1:2	600	3.20	1:2
620	3.46	1:2	620	3.40	1:2
640	3.46	1:2	640	3.40	1:2
660	3.46	1:2	660	3.40	1:2
680	3.38	1:2	680	3.40	1:2
700	3.38	1:2	700	3.40	1:2
720	3.38	1:2	720	3.40	1.5:1
740	3.38	1:2	740	3.40	1:2
760	3.38	1:2	760	3.40	1:2
780	3.38	1:2	780	3.40	1:2
800	3.38	1:2	800	3.40	1:2
820	3.38	1:2	820	3.40	1:2
840	3.38	1:2	840	3.40	1:2

860	3.38	1:2	860	3.40	1:2
880	3.00	1:2	880	3.40	1:2
900	3.00	1:2	900	3.40	1:2
920	3.00	1:2	920	3.40	1:2
940	3.00	1:2	940	3.40	1:2
960	3.00	1:2	960	3.40	1:2
980	3.00	1:2	980	3.40	1:2
Km. 5			KM. 10		
20	3.00	1:2	20		
40	3.00	1:2	40		
60	3.00	1:2	60		
80	3.00	1:2	80		
100	3.00	1:2	100		
120	3.28	1:2	120		
140	3.28	1.5:1	140		
160	3.28	1.5:1	160		
180	3.28	1:2	180		
200	3.28	1:2	200		
220	3.28	1:2	220		
240	3.28	1:2	240		
260	3.28	1:2	260		
280	3.28	1:2	280		
300	3.30	1:2	300		
320	3.30	1:2	320		
340	3.30	1:2	340		
360	3.30	1:2	360		
380	3.30	1:2	380		
400	3.30	1:2	400		
420	3.18	1:2	420		
440	3.18	1:2	440		
460	3.18	1:2	460		
480	3.18	1:2	480		
500	3.18	1:2	500		
520	3.18	1:2	520		
540	3.18	1:2	540		
560	3.24	1:2	560		
580	3.24	1:2	580		
600	3.24	1:2	600		
620	3.24	1:2	620		

640	3.24	1:2	640
660	3.24	1:2	660
680	3.24	1:2	680
700	3.24	1:2	700
720	3.20	1:2	720
740	3.20	1:2	740
760	3.20	1:2	760
780	3.20	1:2	780
800	3.20	1:2	800
820	3.20	1:2	820
840	3.20	1:2	840
860	3.30	1:2	860
880	3.30	1:2	880
900	3.30	1.5:1	900
920	3.30	1.5:1	920
940	3.30	1.5:1	940
960	3.30	1:2	960
980	3.30	1:2	980

Análisis Descriptivo

Tabla 10

Medidas estadísticas del Ancho de la Vía y la Elevación Superior del Talud

N	ANCHO CALZADA	TALUD_SUPERIOR
	541	541
	0	0
Mean	3.2931	1.2222
Std. Error of Mean	0.00599	0.00338
Median	3.3000	1.2000
Mode	3.20	1.20
Std. Deviation	0.13940	0.07867
Variance	0.019	0.008
Range	0.60	0.30
Minimum	3.00	1.20
Maximum	3.60	1.50
Sum	1781.56	661.20

Interpretación

Ancho de Calzada

Al hacer el análisis del ancho de la vía se puede notar que los valores se mantienen bastante consistentes a lo largo del tramo que ha sido evaluado. De manera que, esta baja variabilidad sugiere que existe una intención clara de mantener la uniformidad en cuanto al aspecto del diseño geométrico de la carretera. Sin embargo, al comparar este ancho promedio con las normas establecidas pudiera resultar un poco estrecho, especialmente en aquellas carreteras de doble carril o con mucho tráfico de vehículos pesados. Esta condición puede afectar la seguridad y comodidad de los conductores, sobre todo en momentos de tráfico intenso o al momento de realizar maniobras. Por lo tanto, este aspecto pudiera ser un factor importante que incida en la seguridad vial en este tramo en particular.

Talud Superior

Al observar el talud superior, se puede percibir que su variación es aún más reducida que la del ancho de la calzada, lo que muestra un diseño geométrico pensado para mantener una uniformidad tanto en los cortes como en los taludes. Esta consistencia pudiera ser beneficiosa desde el punto de vista estructural y también facilitar el mantenimiento. Sin embargo, el rango tan reducido de estos valores podría generar problemas en terrenos irregulares o en situaciones donde se necesiten taludes más amplios que garanticen una mayor la estabilidad del terreno y la seguridad vial.

Por otro lado, los valores constantes tanto en el ancho de la calzada como en el talud superior reflejan un diseño bastante uniforme, lo cual puede ser positivo para que los conductores tengan una experiencia más predecible y además para simplificar las labores de mantenimiento. No obstante, el ancho de la vía puede resultar insuficiente en momentos de alta congestión vehicular.

De igual manera, también es necesario hacer una evaluación cuidadosa de los taludes para evaluar a fondo la estabilidad del terreno ante posibles situaciones imprevistas. Por esta razón estos factores deben ser integrados en un análisis más amplio del diseño geométrico de la carretera, con el propósito de mejorar su funcionabilidad como la seguridad para quienes transiten en ella.

ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS OBTENIDOS

1. Ancho de Calzada

Al analizar el ancho de la calzada, se encontró que el promedio de los valores medidos es de aproximadamente 3.2931 metros, con una mediana muy cercana, de 3.3000 metros. Esto quiere decir que, en general, los anchos observados están bastante por debajo del mínimo de los 6 metros que exige la norma (DG-2018). Además, el valor que más se repite entre (la moda), es 3.20 metros, lo que confirma que la mayoría de las calzadas son estrechas.

La desviación estándar, que mide cuánto varían los datos, es bastante baja (0.13940) metros, lo que indica que la mayoría de los anchos están bastante cerca del promedio. Aunque los datos muestran cierta uniformidad, todos están por debajo del nivel requerido con un rango de (0.60) metros, ya que los valores van desde 3.00 hasta 3.60 metros. Además, la varianza de (0,19), confirma que la dispersión de los datos es bastante baja, es decir, que los valores no se alejan mucho entre sí.

En consecuencia, estos datos evidencian que el ancho de las carreteras observadas no se ajusta a las normativas actuales, comprometiendo la seguridad y el buen funcionamiento de la vía.

2. Talud Superior

Al revisar la variable del talud superior, se encontró que el promedio es de 1.22, con una mediana de 1.20. Estos números están por encima del límite máximo recomendado de 1.1 según la norma DG 2018, lo que

sugiere que los taludes podrían representar un riesgo en cuanto a la estabilidad y seguridad.

El valor más frecuente, 1.20 indica que la inclinación a sobrepasar el límite es bastante común. También se observa, que la variación de los datos es moderada, reflejada en una desviación estándar de 0.07867 metros, lo que sugiere que algunos taludes tienen una inclinación mayor que otros-Por otra parte, el rango de los valores varía entre 1.20 y 1.50 m, lo que indica que, a pesar de las discrepancias, todos superan el límite indicado. Asimismo, la baja varianza de 0.06 también es un indicador de que los datos no son muy dispersos

Finalmente, estos resultados demuestran que los taludes superiores analizados no cumplen con las normas vigentes, lo que puede comprometer la seguridad de las edificaciones y aumentar la probabilidad de deslizamientos.

3. Conclusiones

Ambas variables analizadas presentan resultados que no cumplen con las normativas vigentes, lo que sugiere la necesidad de una revisión y posible intervención en las infraestructuras evaluadas. Es fundamental considerar estos hallazgos en el contexto de la planificación y diseño de obras viales para garantizar la seguridad y funcionalidad de estas.

Finalmente, con los valores hallados se identifica que de los elementos específicos del diseño geométrico de la carretera analizada; el radio de las curvas horizontales (en lo que respecta al diseño en planta), y el ancho de calzada (en lo que respecta al diseño de las secciones transversales) son los en su mayoría no cumplen con los rangos permisibles establecidos por la norma DG 2018 en lo que respecta a este tipo de carreteras en el entorno geográfico que discurren.

Resultado 2

Este resultado está asociado al Objetivo Específico 2: Evaluar la relación entre las características del diseño geométrico de los caminos

vecinales en Huánuco y la frecuencia de accidentes registrados en dichas vías.

En este sentido, y para relacionar las características geométricas que pueden influir en la accidentabilidad (radio y ancho de calzada ya determinados en el Resultado 1) se presentan los valores de la variable Accidentabilidad en su dimensión de Frecuencia de los accidentes, lo que se muestra en la siguiente tabla;

Tabla 11

Frecuencia de los accidentes vehiculares en la provincia de Lauricocha

N°	Fecha	Ubicación	Tipo de Accidente		
			Choque	Volteo	Despiste
1	21/06/2021	Carretera Huamalfes - Jesús	X		
2	16/01/2022	Carretera Jivia - Huarin			X
3	24/06/2022	Carretera Jesús - Jivia			X
4	13/12/2022	Carretera C.P Tupac Amaru			X
5	19/12/2022	Carretera Los Incas - Jesús	X		
6	28/01/2023	Carretera Progreso - Jesús	X		
7	15/08/2023	Carretera Jesús - Jivia	X		
8	26/11/2023	Carretera Huánuco - Jesús	X		

Nota. Datos suministrados por la Comisaría de Lauricocha (2024).

Análisis e interpretación de los resultados obtenidos

Frecuencia por Tipo de Accidente:

Choque: Ocurrió 4 veces (2021, 2022, 2023) en diferentes carreteras.

Volteo: No se reportaron accidentes de volteo.

Despiste: Ocurrió 3 veces (2022) en diferentes carreteras.

En general, los accidentes de choque tienen mayor frecuencia, seguidos por los de despiste, mientras que no se reportaron accidentes de volteo en el período analizado.

Frecuencia Anual de Accidentes:

2021: 1 accidente (choque).

2022: 4 accidentes (2 choques, 2 despistes).

2023: 3 accidentes (3 choques).

Finalmente, los datos nos indican que respecto a la Frecuencia de los accidentes el año con más accidentes reportados fue 2022, seguido de 2023, mientras que en 2021 solo se reportó un accidente. Los accidentes de choque son los más frecuentes, ocurriendo en distintos años y carreteras, mientras que los despistes fueron menos frecuentes y solo en 2022. No se reportaron volteos. La frecuencia de accidentes ha aumentado en 2022 y 2023 en comparación con 2021, hay que precisar que los choques son los accidentes más frecuentes.

Resultado 3

Este resultado está asociado al Objetivo Específico 3: Determinar los factores del diseño geométrico de los caminos vecinales en Huánuco que contribuyen significativamente a la gravedad de los accidentes ocurridos.

De acuerdo con el anterior párrafo, para relacionar las características geométricas que pueden influir en la accidentabilidad (radio, longitud de tangente y ancho de calzada ya determinados en el Resultado 1) se presentan los valores de la variable Accidentabilidad en su dimensión de gravedad de los accidentes, lo que se muestra en la siguiente tabla;

Tabla 12

Accidentabilidad en términos de Gravedad de las carreteras en la Provincia de Lauricocha

N.º	Fecha	Ubicación	Consecuencias	
			Fallecidos	Heridos
1	21/06/2021	Carretera Huamálies - Jesús		1
2	16/01/2022	Carretera Jivia - Huarín		3
3	24/06/2022	Carretera Jesús - Jivia	1	2
4	13/12/2022	Carretera C.P Tupac Amaru	1	
5	19/12/2022	Carretera Los Incas - Jesús		4
6	28/01/2023	Carretera Progreso - Jesús		1
7	15/08/2023	Carretera Jesús - Jivia	0	0
8	26/11/2023	Carretera Huánuco - Jesús		2

Nota. Datos suministrados por la Comisaría de Lauricocha (2024).

Análisis e interpretación de los resultados obtenidos

Análisis por Gravedad

Accidentes con Fallecidos:

En total, se reportaron 3 fallecidos en 3 diferentes accidentes (2022: 2 fallecidos, 2021: 1 fallecido). 2023 no reportó accidentes con fallecidos.

Accidentes con Heridos:

Se reportaron 13 heridos en 5 accidentes, con la siguiente distribución:

2022: 9 heridos (4 en un accidente de choque, 5 en dos accidentes de despiste). 2023: 3 heridos (2 heridos en 1 accidente de choque).

Accidentes sin víctimas:

Hubo 1 accidente en 2023 sin fallecidos ni heridos.

Finalmente, estos valores nos indican que respecto a la Gravedad de los Accidentes se tiene que; los accidentes en 2022 fueron los más graves, con 9 heridos y 2 fallecidos, lo que lo convierte en el año con mayor número de víctimas. El año 2023 muestra una disminución en la gravedad, con solo 3 heridos y ningún fallecido, hay que precisar que, aunque los despistes ocurrieron menos veces que los choques, la gravedad fue considerablemente alta, ya que en solo tres incidentes hubo 2 fallecidos y 5 heridos, lo que sugiere que los despistes, aunque menos frecuentes, son más severos en términos de consecuencias para las personas involucradas.

4.2. CONTRASTACIÓN DE HIPÓTESIS Y PRUEBA DE HIPÓTESIS

DE LA HIPÓTESIS ESPECÍFICA 1

La hipótesis específica 1 planteada es: El radio de las curvas y el ancho de la vía de los caminos vecinales en Huánuco influyen en la accidentabilidad.

Dado que es una hipótesis descriptiva de pronóstico que sostiene que los radios de las curvas y los anchos de calzada de las carreteras vecinales en Huánuco influyen en la accidentabilidad, para su prueba se han analizado las características geométricas de la carretera, tanto de la planta, el perfil y las secciones transversales, encontrando que los radios de las curvas horizontales y el ancho de calzada no cumplen con los estándares requeridos en las normas DG 2018. Los resultados obtenidos muestran que, al comparar los radios medidos y los anchos de calzada con los valores mínimos establecidos por la norma, se evidencia un incumplimiento que sugiere que estas deficiencias geométricas son un factor que contribuye a la accidentabilidad en las carreteras analizadas.

Aunque no se establece una correlación estadística (al ser un análisis descriptivo), se argumenta que el incumplimiento de las normas de diseño geométrico está relacionado con un aumento en la probabilidad de accidentes, basándose en principios de seguridad vial.

En conclusión, dado que los resultados indican que los radios de las curvas y los anchos de calzada no cumplen con los estándares de la norma DG 2018, se puede confirmar que estos factores influyen en la accidentabilidad

Prueba de Hipótesis:

Hipótesis nula (H0): El radio de las curvas y el ancho de la vía no influyen en la accidentabilidad.

Hipótesis alternativa (H1): El radio de las curvas y el ancho de la vía influyen en la accidentabilidad.

Resultados

Los resultados del análisis mostraron que el radio de las curvas y el ancho de la vía no cumplían con los rangos establecidos en la norma DG 2018. Esta falta de conformidad sugiere que estos elementos del diseño geométrico podrían tener un impacto en la accidentabilidad.

Conclusión de la Contrastación

A la luz de los resultados hallados, se acepta la hipótesis alternativa (H1). Esto significa que se concluye que el radio de las curvas y el ancho de la vía de los caminos vecinales en Huánuco sí influyen en la accidentabilidad.

La evidencia sugiere que la falta de cumplimiento con los estándares de diseño puede estar relacionada con un aumento en la frecuencia de accidentes.

DE LA HIPÓTESIS ESPECÍFICA 2

La hipótesis planteada es; La relación entre las características del diseño geométrico de los caminos vecinales en Huánuco y la frecuencia de accidentes registrados en dichas vías son significativas.

En primer lugar, las características geométricas de los caminos vecinales reflejan una serie de deficiencias, particularmente en el radio de las curvas y la longitud de las tangentes. El análisis del radio muestra que, aunque la media es de 71.66 metros, lo que está por encima del mínimo normativo, un número significativo de curvas tiene radios inferiores a lo exigido, con un mínimo

preocupante de 5 metros. Este dato sugiere que un porcentaje considerable de las curvas no cumple con los estándares de seguridad, lo cual aumenta el riesgo de despistes en estas vías. De hecho, el percentil 25 (25 metros) indica que una cuarta parte de las curvas tienen radios significativamente por debajo de lo requerido, lo que exige atención urgente.

En cuanto a la longitud de las tangentes, los tramos rectos entre curvas presentan una media de solo 32.61 metros, considerablemente inferior a los 56 metros normativos. Este incumplimiento genera transiciones abruptas entre curvas, lo que puede afectar la estabilidad de los vehículos y contribuir a una mayor frecuencia de choques.

Los datos de accidentes respaldan esta relación entre las características geométricas y la accidentabilidad. Según los registros de accidentes en las carreteras vecinales de Huánuco, los choques son el tipo de accidente más frecuente, con 5 incidentes registrados, mientras que los despistes suman un total de 3. No se registraron accidentes de tipo volteo. Los choques, que predominan en los caminos Jesús - Jivia y Huánuco - Jesús, suelen estar relacionados con un ancho de calzada insuficiente o con transiciones abruptas entre tramos rectos y curvas.

Esto coincide con los resultados de las tangentes cortas observadas en el análisis geométrico, que no permiten una adecuada estabilización de los vehículos entre curvas, lo que aumenta el riesgo de colisiones.

Por otro lado, los despistes están directamente asociados con radios de curva menores a los establecidos por la normativa. Los datos muestran que estos accidentes ocurrieron en las vías Jivia - Huarin, Jesús - Jivia, y C.P Tupac Amaru, rutas donde los radios de curva detectados en el análisis geométrico son peligrosamente bajos.

Este patrón de accidentes refleja la incapacidad de las curvas cerradas para garantizar la seguridad de los conductores, lo cual refuerza la relación entre el diseño geométrico deficiente y la frecuencia de accidentes por despiste.

En conclusión, existe una relación significativa entre las características geométricas de los caminos vecinales en Huánuco y la frecuencia de

accidentes en estas vías. Las deficiencias en el radio de las curvas y la longitud de las tangentes están directamente vinculadas con una mayor incidencia de choques y despistes, lo que valida la hipótesis planteada. Los datos empíricos de los accidentes refuerzan la necesidad de mejorar los diseños geométricos para reducir la accidentabilidad en estas rutas.

DE LA HIPÓTESIS ESPECÍFICA 3

La hipótesis planteada es: Las pendientes de los caminos vecinales en Huánuco contribuyen significativamente a la gravedad de los accidentes ocurridos en estas vías.

Análisis de la Pendiente

Los resultados del análisis de la pendiente de las carreteras estudiadas indican un promedio de -2.34%, lo que sugiere que, en general, las pendientes tienden a ser descendentes. La mediana de -3.21% y el modo de -8.55% refuerzan esta tendencia, indicando que una proporción significativa de los tramos analizados presenta pendientes negativas. La desviación estándar de 4.54% sugiere una variabilidad moderada en los valores de pendiente, con un rango de 16.92% que abarca desde -8.55% hasta 8.37%.

Este rango indica la existencia de tramos con pendientes tanto pronunciadas como suaves, cumpliendo con la normativa que establece una pendiente máxima permitida del 10% en valor absoluto.

Análisis de la Gravedad de los Accidentes

En relación con la gravedad de los accidentes ocurridos en las carreteras analizadas entre los años 2021 al 2023, se observa que, de los incidentes registrados, algunos resultaron en fallecidos (02) y otros en heridos (13)

A pesar de que se ha encontrado una variabilidad en las pendientes, el hecho de que el promedio y la mediana sean negativos sugiere que la mayoría de los tramos son descendentes. Sin embargo, la relación entre la pendiente y la gravedad de los accidentes no es necesariamente lineal.

Con base en el análisis realizado, se puede concluir que, aunque las pendientes de los caminos vecinales en Huánuco presentan una variabilidad que podría influir en la gravedad de los accidentes, no se puede afirmar de

manera concluyente que estas contribuyan significativamente a la gravedad de estos. Por lo tanto, se rechaza la hipótesis específica 3.

DE LA HIPÓTESIS ESPECÍFICA 4

La hipótesis planteada es; Ampliar el radio de las curvas horizontales y el ancho de los caminos vecinales en Huánuco reducirá significativamente la accidentabilidad en estas vías.

Se fundamenta en los hallazgos previos relacionados con la hipótesis específica 1, que establece que el radio de las curvas y el ancho de la vía de los caminos vecinales en Huánuco influyen en la accidentabilidad.

De lo visto anteriormente, la aceptación de la primera hipótesis sugiere que existe una relación directa entre las características geométricas de las vías, específicamente el radio de las curvas y el ancho de estas, y la frecuencia y gravedad de los accidentes. De hecho, se consideran como factores críticos un radio de curva adecuado y un ancho suficiente de la vía porque contribuyen a la seguridad vial, y además permiten a los conductores maniobrar de manera más efectiva y reducir la posibilidad sufrir una pérdida de control del vehículo.

Es importante señalar, que cuando las curvas horizontales tienen un radio más amplio, los vehículos pueden tomar la curva de forma más suave, lo que reduce las fuerzas centrífugas que los empujan hacia afuera. Esto ayuda a que los conductores se sientan más seguros y disminuye las posibilidades de ocurrencia de accidentes en la vía. Además que , contar con una via más ancha ofrece un espacio extra que permite a los conductores mantener una distancia cómoda entre sus vehículos y reaccionar con mayor facilidad si surge alguna emergencia, haciendo el viaje más seguro.

Existe diversos estudios que respaldan esta relación, indicando que existe una asociación entre la mejora en las características geométricas de las vías, el aumento del radio de las curvas y el ensanchamiento de estas, con la reducción estadística de accidentes.

De manera que, la hipótesis específica 4 puede ser considerada como válida empíricamente.

LA PRUEBA DE LA HIPÓTESIS GENERAL

La hipótesis general planteada es; El diseño geométrico afecta significativamente la accidentabilidad en los caminos vecinales, Huánuco – 2024.

La prueba se basa en los resultados obtenidos de las cuatro hipótesis específicas. El análisis de las características geométricas de las vías mostró que el radio de las curvas y la longitud de las tangentes son aspectos críticos que influyen directamente en la accidentabilidad. Se observó que las tangentes cortas impiden que los vehículos mantengan su trayectoria de forma adecuada, lo que aumenta la probabilidad de producirse colisiones; además de ello, en muchos casos, el radio de las curvas resulta notablemente inferior a lo estipulado por la normativa, lo que incrementa el riesgo de despistes en la vía.

En relación al ancho de la calzada, se comprobó que su deficiencia contribuye a incrementar el índice de accidentes, debido a que no proporciona el espacio necesario para realizar maniobras de manera segura. Por otra parte, aunque se analizó el impacto de las pendientes en la amenaza de accidentes, los hallazgos no fueron suficientes y no se pudo establecer que estas tengan un efecto significativo en la severidad de los incidentes, se debe hacer un estudio con mayor detalle.

A pesar de ello, los resultados de las hipótesis 1, 2 y 4 demuestran que hay una conexión evidente entre el diseño geométrico y la accidentabilidad. En particular, los radios de curva reducidos y las tangentes cortas están asociados con un aumento en la frecuencia de colisiones y despistes, lo que subraya la urgencia de mejorar estos aspectos en las carreteras analizadas.

En conclusión, se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alternativa, afirmando que el diseño geométrico tiene un impacto significativo en la accidentabilidad en los caminos vecinales de Huánuco. Los resultados sugieren que mejorar el diseño geométrico, ampliando los radios de curva y el ancho de la vía, reduciría de manera considerable la accidentabilidad en estas rutas, lo que refuerza la importancia de cumplir con los estándares de seguridad vial en la construcción y mantenimiento de las carreteras vecinales.

CAPÍTULO V

DISCUSIÓN DE RESULTADOS

5.1. CONTRASTACIÓN DE LOS RESULTADOS

En el análisis de panas et al 2023, si bien es cierto, que estos autores en su estudio emplearon algunas herramientas digitales para examinar el trazado vial, el presente estudio se concentró en hacer un análisis descriptivo sin recurrir a programas especializados. Sin embargo, a pesar de estas disparidades en las herramientas técnicas ambos estudios respaldan la noción de que el radio de curvas es un aspecto vital para la seguridad vial. De igual manera, su estudio resalta en sus conclusiones un punto esencial: y es que las curvas más pronunciadas elevan considerablemente la probabilidad de accidentes viales. Por lo tanto, este punto concuerda con los hallazgos en la investigación, donde se pudo observar que la curvas cuyo radio era menor a lo que indican los modelos actuales en las normas, reportaron más accidentes por despistes en la vía.

Por su parte, Garnaik et al., (2023), en su investigación en la India, aplicaron modelos predictivos basados en inteligencia artificial para prever accidentes en carreteras rurales. Sus hallazgos, al igual que en esta investigación, subrayan que el diseño geométrico de las carreteras (como el ancho de la vía o la pendiente de los taludes) influye de manera directa en el aumento de la accidentabilidad vial. Esta información coincide y refuerza la idea de que, independientemente del entorno geográfico, optimizar estos elementos resulta fundamental para salvaguardar a los conductores que utilizan la vía. No obstante, la diferencia clave radica en el enfoque predictivo y computacional empleado por Garnaik et al., que permitió anticipar tasas de accidentes, mientras que este trabajo se limitó a un análisis retrospectivo y descriptivo. Aun así, ambos estudios refuerzan la relevancia del diseño geométrico en la planificación de carreteras seguras.

Mirzahosseini et al. (2023), en su estudio de la carretera de circunvalación sur de Nairobi, concluyeron que los incidentes de tráfico se debían principalmente a la negligencia de los conductores más que a la

configuración geométrica. Este resultado difiere de la presente investigación, donde se encontró que las deficiencias geométricas, específicamente en el radio de las curvas y la longitud de las tangentes, influyen significativamente en la accidentabilidad. La discordancia podría estar relacionada con el tipo de vías analizadas, ya que en el caso de Nairobi se trataba de una circunvalación urbana con altos volúmenes de tráfico, mientras que los caminos vecinales en Huánuco presentan características rurales.

En cuanto al estudio de Al-Sahili y Dwaikat (2019), que abordó la coherencia del diseño geométrico en carreteras rurales de Palestina, existe una concordancia clara con los hallazgos de la presente investigación. Ambos estudios encontraron que factores geométricos como la alineación y el radio de las curvas influyen directamente en la seguridad vial. Además, al igual que en este estudio, Al-Sahili y Dwaikat observaron que la falta de consistencia en el diseño geométrico incrementa la probabilidad de accidentes. Esto subraya la necesidad de mejorar la coherencia en el diseño de los caminos vecinales para mitigar los riesgos de accidentabilidad.

En oposición con el estudio de Alghafli et al., (2021), en su investigación se centraron en la seguridad vial y las intersecciones en las carreteras demostrando que la geometría del camino y la velocidad del tráfico influyen significativamente los accidentes. Si bien ellos se enfocaron en intersecciones hay cierta similitud con el presente estudio debido a que ambos trabajos resaltan la importancia de controlar la velocidad y tener una geometría adecuada para que las vías sean más seguras. Sin embargo, en las vías rurales de Huánuco los problemas de geometría ha sido la principal variable, incluso más que la velocidad de los vehículos.

Al contrastar con los autores Heredia y Pérez (2023) , se tiene que ellos enfocaron su investigación en un problema muy importante que es la falta de normas claras y específicas para diseñar caminos vecinales. Esta ausencia ha llevado a que muchos caminos tengan diseños que ponen en riesgo la seguridad de quienes los usan. Algo similar ocurre en las carreteras del presente estudio, donde se encontraron qué detalles como curvas muy cerradas o tramos rectos demasiado cortos afectan la seguridad vial.

No cabe duda qué, cuando no existen reglas claras adaptadas a las características del terreno y al tipo de vía, el riesgo de accidentes aumenta. Ambos estudios coinciden en que es fundamental seguir guías de diseño adecuadas, incluso en caminos rurales con poco tráfico, para proteger a los usuarios y evitar accidentes.

Por su parte, Rojas (2021) encontró en su estudio que los accesos a las zonas rurales suelen carecer de un diseño adecuado y de medidas de seguridad necesarias, lo que provoca que se formen puntos críticos donde la ocurrencia de accidente es de mayor magnitud. Esto coincide completamente con lo que se observó en los caminos analizados en Huánuco, donde las deficiencias en el diseño de los caminos vecinales están relacionadas con un mayor número de accidentes (choques) y despistes en la vía. De manera que, tanto Rojas (2021), como este estudio coinciden en que es fundamental mejorar el diseño de las vías rurales para prevenir accidentes, y destacan que se debe prestar atención especial a los accesos en estas áreas como punto clave para garantizar la seguridad de todos los usuarios.

De manera similar, Romo (2022), en su evaluación de carreteras sin pavimentar en Huanta, concluyó que el diseño geométrico tiene un impacto directo en la seguridad vial, especialmente en vías de bajo tráfico. Este resultado es concordante con la presente investigación, donde también se demostró que la configuración geométrica inadecuada de los caminos vecinales en Huánuco incrementa la probabilidad de accidentes. Ambos estudios, aunque en diferentes contextos geográficos, subrayan la importancia de mejorar el diseño geométrico incluso en vías rurales de bajo volumen de tráfico para reducir la accidentabilidad.

El estudio de Ávila (2022), que evaluó la coherencia del diseño geométrico en la carretera que conecta el Centro Poblado Llimbe y el Caserío Laguna Sulluscocha, también guarda relación con los hallazgos de la presente investigación. Ávila concluyó que el diseño deficiente en aspectos como la estabilidad dinámica y otros criterios geométricos contribuyó a un 58.06% de diseño inadecuado, lo que está en línea con los resultados de Huánuco, donde los radios de curva y las tangentes no cumplen con los estándares normativos y están directamente relacionados con la accidentabilidad. Ambos estudios

coinciden en la necesidad de mejorar la coherencia del diseño geométrico para garantizar la seguridad vial.

También, el trabajo de Jacinto (2019), que analizó la geometría de vías rurales en la provincia de Pachitea, mostró que las mejoras en el diseño geométrico, especialmente en planta, perfil y secciones transversales, resultaron en una mejora significativa en la seguridad vial. Este estudio es altamente concordante con los hallazgos obtenidos en Huánuco, donde se determinó que las deficiencias geométricas en los caminos vecinales son un factor clave en la accidentabilidad. En ambos estudios se concluyó que las deficiencias en el diseño geométrico de los caminos vecinales son un factor clave que influye en la cantidad de accidentes que se producen. Por eso, coinciden en que, para ayudar a reducir significativamente los accidentes, se debe mejorar el diseño de estas vías rurales tomando en cuenta seguir los lineamientos y normativas vigentes

Finalmente, el estudio de Villar (2019), que analizó la inclinación vertical en caminos pavimentados de Huánuco, encontró una relación importante entre las pendientes y las patologías en la carretera como deformaciones, baches, y erosión. Esto coincide en parte con la presente investigación, donde también se detectaron problemas en el diseño geométrico, especialmente en el radio de las curvas y la longitud de los tramos rectos.

Sin embargo, a diferencia de Villar, en este estudio no se encontró que la pendiente fuera un factor clave para la cantidad o gravedad de los accidentes en los caminos vecinales de Huánuco. A pesar de esta diferencia, ambos trabajos coinciden en que las características geométricas de estos caminos son esenciales para asegurar la seguridad vial.

CONCLUSIONES

Según Hernández et al. (2014), las conclusiones se derivan directamente de los resultados que se hayan obtenido y además deben estar alineadas con los objetivos específicos planteados para la investigación, de manera que proporcionen una visión clara del alcance y la relevancia del trabajo que se ha realizado (p.594). En este contexto, se procederá a presentar las conclusiones de la investigación en relación con cada uno de los objetivos específicos;

OE1: Identificar y analizar los elementos específicos del diseño geométrico de los caminos vecinales en Huánuco que podrían influir en la accidentabilidad.

La investigación ha permitido identificar varias deficiencias en el diseño geométrico de los caminos vecinales en Huánuco, destacando especialmente los radios de las curvas y la longitud de las tangentes. Se evidenció que muchos radios de curva son inferiores a los estándares normativos, lo que aumenta el riesgo de accidentes, especialmente despistes. De igual manera, fue notablemente corta la longitud de las tangentes, lo que dificulta la estabilidad de los vehículos al cambiar de dirección. La agrupación de estos elementos constituye factores críticos que influyen negativamente en la accidentabilidad de estas vías.

OE2: Evaluar la relación entre las características del diseño geométrico de los caminos vecinales en Huánuco y la frecuencia de accidentes registrados en dichas vías.

Los resultados obtenidos confirman que existe una significativa relación entre el diseño geométrico de los caminos vecinales en Huánuco y la cantidad de accidentes que ocurren en ellos. Se notó que las vías con curvas muy cerradas y tramos rectos muy cortos tienden a tener más choques y despistes en la vía.

Estos resultados permitieron reiterar lo decisivo que es prestar atención a estos aspectos para mejorar la seguridad vial y finalmente aceptar la hipótesis de que las fallas en el diseño geométrico están relacionadas de manera directa con el aumento en la frecuencia de accidentes.

OE3: Determinar los factores del diseño geométrico de los caminos vecinales en Huánuco que contribuyen significativamente a la gravedad de los accidentes ocurridos.

La investigación concluyó que, aunque la inclinación de los caminos no mostró una relación clara y significativa con la gravedad de los accidentes, otros aspectos del diseño geométrico, como el radio de las curvas y el ancho de la calzada, sí tienen un impacto importante. En resumen, las deficiencias en estos elementos están vinculadas con un aumento en la gravedad de los accidentes, lo que indica que mejorar el diseño de estas características puede ayudar a reducir no solo la cantidad de incidentes, sino también su severidad.

OE4: Proponer recomendaciones específicas de mejora en el diseño geométrico de los caminos vecinales en Huánuco con el fin de reducir la accidentabilidad en estas vías.

En base a los hallazgos de la investigación, se recomienda la ampliación de los radios de las curvas para cumplir con los estándares normativos, así como el incremento de la longitud de las tangentes para facilitar transiciones más seguras entre curvas. Además, se sugiere un aumento en el ancho de la calzada, lo que permitirá a los conductores maniobrar de manera más segura y reducirá el riesgo de accidentes. Estas recomendaciones buscan mejorar la seguridad vial en los caminos vecinales de Huánuco y contribuir a una reducción significativa en la accidentabilidad.

Otras conclusiones

Influencia del Contexto Local en la Seguridad Vial

El contexto rural y las características topográficas accidentadas de los caminos vecinales en Huánuco influyen significativamente en las deficiencias del diseño geométrico, lo que evidencia la necesidad de adaptar las normativas existentes a las particularidades de estas vías para mejorar la seguridad vial.

Un Enfoque Integral para una Solución Completa

Optimizar la estructura de las rutas locales es clave, pero para disminuir los percances de manera verdadera y continua, se requiere añadir otras

acciones de forma extensiva. Esto abarca la capacitación en seguridad para choferes y transeúntes, una demarcación simple y correcta, la conservación y mantenimiento constante de las carreteras. Así, se asegura una protección vial permanente.

Limitaciones de la Administración Municipal

La escasa aptitud de los funcionarios para manejar y poner en marcha soluciones eficaces junto a la colaboración de la comunidad de la zona, supone un gran reto. Este problema destaca la necesidad de fortalecer la gobernanza local, involucrando a la comunidad y mejorando la gestión para enfrentar los problemas estructurales de los caminos vecinales.

RECOMENDACIONES

Evaluar a profundidad el diseño de los caminos vecinales, prestando especial atención a detalles como el tamaño de las curvas, el ancho de la vía y la longitud de los tramos rectos. Ajustar estas características para que cumplan con las normas establecidas en la DG 2018 ayudará a que las carreteras sean más seguras y a reducir la cantidad de accidentes.

Ajustar el radio especialmente en curvas muy pronunciadas para asegurar un manejo más seguro. Ampliarlas reduciría la fuerza centrífuga que afecta al vehículo.

Estudiar cómo cambian los accidentes después de modificar la carretera, indicaría si las mejoras implementadas son efectivas y si se necesitan cambios adicionales.

Realizar investigaciones más completas que consideren otros factores que afectan la seguridad, lo cual daría una visión más completa de lo que realmente influye en los accidentes en estos caminos como el comportamiento de los conductores, las condiciones climáticas, entre otros.

Aplicar métodos de medición cualitativos como entrevistas con conductores habituales y residentes cercanos. Sus opiniones y experiencias complementarían el análisis cuantitativo.

Utilizar modelos estadísticos complejos o de inteligencia artificial considerando distintos factores para predecir accidentes como estos modelos descubrirían patrones y relaciones ocultas que escapan de los análisis sencillos.

Desarrollar pautas específicas para caminos rurales en zonas alejadas considerando los desafíos geográficos y económicos; estas adaptaciones deben enfocarse en establecer normas realistas y aplicables priorizando la seguridad vial sin comprometer la ejecución de dichas normas.

Promover la participación de las comunidades en la organización y mejoramiento de los caminos vecinales. Organizar talleres prácticos con los residentes y autoridades locales para identificar problemas específicos y desarrollar soluciones adaptadas a las necesidades de la localidad.

Desarrollar programas educativos sobre las características de las vías rurales para los conductores y residentes. De igual manera, capacitar a los técnicos municipales y regionales en diseño geométrico y mantenimiento de caminos vecinales.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Albornoz, Y. A., & Miñano, E. A. (2022). *Evaluación del cumplimiento de las normas DG-2018 en el diseño geométrico de las carreteras departamentales de la provincia de Lauricocha, Región Huánuco* [Tesis de grado, Universidad Nacional Hermilio Valdizán]. Repositorio Institucional de la Universidad Nacional Hermilio Valdizán.
- Alghafli, A., Mohamad, E., & Ahmed, A. Z. (2021). The effect of geometric road conditions on safety performance of Abu Dhabi Road intersections. *Safety*, 7(4), 73. <https://doi.org/10.3390/safety7040073>
- Al-Sahili, K., & Dwaikat, M. (2019). Modeling geometric design consistency and road safety for two-lane rural highways in the west bank, Palestine. *Arabian Journal for Science and Engineering*, 44, 4895-4909. <https://doi.org/10.1007/s13369-018-3610-7>
- Aquino Duran, E. (2015). *Estudio de seguridad vial para caminos vecinales de la Provincia de Huánuco-2014*. [Tesis de pregrado Universidad Nacional Hermilio Valdizán] Repositorio Institucional:
<https://repositorio.unheval.edu.pe/bitstream/handle/20.500.13080/550/TIC%2000087%20A65.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- American Association of State Highway and Transportation Officials. AASHTO. (2018). *A Policy on Geometric Design of Highways and Streets*. (7th Edition).
- Avello Martínez, R., Rodríguez Monteagudo, M. A., Rodríguez Monteagudo, P., Sosa López, D., Companioni Turiño, B., & Rodríguez Cúbela, R. L. (2019). ¿Por qué enunciar las limitaciones del estudio? *MediSur*, 17(1), 10-12.
http://scielo.sld.cu/scielo.php?pid=S1727897X2019000100010&script=sci_arttext

- Ávila, M. S. (2022). *Análisis de la seguridad vial de la carretera centro poblado El Llimbe Caserío La Laguna Sulluscocha en función a la consistencia, Cajamarca 2021* [Tesis de licenciatura, Universidad Privada del Norte]. Repositorio de la Universidad Privada del Norte. Repositorio Institucional: <https://hdl.handle.net/11537/32041>
- Bautista Paico, J. O. (2021). Análisis de la seguridad vial desde el diseño geométrico de la carretera Canchaque–Huancabamba. [Tesis de pregrado Universidad de Piura] Repositorio Institucional: https://pirhua.udep.edu.pe/bitstream/handle/11042/5083/ICI_211_1.pdf?sequence=1
- Borja, M. (2012). *Metodología de Investigación Científica para Ingenieros*. https://www.academia.edu/33692697/Metodolog%C3%ADa_de_Investigaci%C3%B3n_Cient%C3%ADfica_para_ingenier%C3%ADa_Civil
- Cárdenas G, J (2013) *Diseño Geométrico de Carreteras*. https://www.academia.edu/41350934/Dise%C3%B1o_Goem%C3%A9trico_de_Carreteras_James_C%C3%A1rdenas_Grisales
- Coto-Solano, M. Estimación de Demanda de Tránsito: modelos clásicos, basado en circuitos y basado en actividades. (Revisión Literaria). *Tecnología en Marcha*. Vol. 32-2. Abril junio 2019. Pág. 112-121. DOI: <https://doi.org/10.18845/tm.v32i2.4353>
- Chávez, N. (2007). *Introducción a la Investigación Educativa*.
- Department of transportation Federal Highway Administration. (2010). *Highway Capacity Manual. HCM*. (5th Edition, Vol. 2).
- Espinoza Pajuelo, L., & Ochoa P. J. (2021). El nivel de investigación relacional en las ciencias sociales. *Acta Jurídica Peruana*, 3(2), 93-111 <http://201.234.119.250/index.php/AJP/article/view/257>
- García G, A.; Pérez Z, A. y Camacho T, F. (2006) Introducción al Diseño Geométrico de Carreteras: Concepción y Planteamiento. [Paper

científico. Universidad Politécnica Valencia] Repositorio Institucional:
<https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/16911/Introducci%C3%B3n%20al%20dise%C3%B1o%20geom%C3%A9trico%20de%20carreteras.pdf?sequence=>

García, A. G., & Torregrosa, F. J. C. (2009). Evaluación de la seguridad vial de carreteras convencionales mediante la determinación de la consistencia global de su diseño geométrico. *Carreteras: Revista técnica de la Asociación Española de la Carretera*, (163), 21-32. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=2930304>

Garnaik, MM, Giri, JP y Panda, A. (2023). Impacto del diseño de carreteras en la seguridad del tráfico: cómo los elementos geométricos afectan el riesgo de accidentes. *Ecociclos*, 9 (1), 83–

92. <https://doi.org/10.19040/ecocycles.v9i1.263>

Heredia, O. y Pérez, J. (2023). *Propuesta de parámetros para el diseño geométrico de trochas carrozables bajo el enfoque de seguridad activa y normas internacionales, aplicado a la carretera Balconcillo-Cruce San Andrés, Cutervo [Tesis para optar el título de Ingeniero Civil. Universidad de Piura]. Repositorio Institucional: <https://hdl.handle.net/11042/6034>*

Jacinto Valentín, G. E. (2019). Análisis de la geometría del trazado en relación con la Seguridad Vial de caminos vecinales de la Provincia de Pachitea. [Tesis de pregrado. Universidad Nacional Hermilio Valdizán] Repositorio Institucional:

<https://repositorio.unheval.edu.pe/bitstream/handle/20.500.13080/6786/TIC00262J13.pdf>

Ministerio de Transporte y Comunicaciones. MTC (2018). *Glosario de términos de uso frecuente en proyectos de infraestructura vial*. <http://spij.minjus.gob.pe/Graficos/Peru/2013/Julio/14/RD-18-2013-MTC-14.pdf>

Ministerio de Transportes y Comunicaciones, *Manual de Carreteras: Diseño Geométrico DG - 2018*, Lima: MTC, 2018.

https://portal.mtc.gob.pe/transportes/caminos/normas_carreteras/documentos/manuales/Manual.de.Carreteras.DG-2018.pdf

Ministerio de Transporte y Comunicaciones. MTC (2017). Manual de carreteras. Recuperado de: <https://studylib.es/doc/8809132/manual-suelos-pavimentos>

Mirzahosseini, H., Adibi, H., Khishdari, A., Afandizadeh, S., & Severino, A. (2023). Evaluating Geometric Design Characteristics of Two-Lane Two-Way Rural Roads on Crash Frequencies Occurrences. *Iranian Journal of Science and Technology, Transactions of Civil Engineering*, 1-10. <https://doi.org/10.1007/s40996-023-01072-3>

Palella S, & Martins P, F. (2012) Metodología de la investigación cuantitativa 3ra Edición.

Panas, A., Kavouria, E., & Pantouvakis, J. P. (2023). Comparative Evaluation of Road Safety Level and Geometric Design Consistency. *Journal of Engineering, Project & Production Management*,13(3)

http://www.ppml.url.tw/EPPM_Journal/volumns/13_03_September_2023/13_03_September_2023.htm

Pérez, G. (2020). *Caminos rurales: vías claves para la producción, la conectividad y el desarrollo territorial*.

https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/45781/S2000418_es.pdf?sequence=1

Pérez, G., & Nazif, J. I. (2015). *Desempeño de América Latina y el Caribe durante los primeros años de la década de acción por la seguridad vial. Informe sobre la ejecución del proyecto Mejora de la seguridad vial en el mundo: Establecimiento de objetivos regionales y nacionales para la reducción de víctimas por accidentes de tráfico (2010)*.

https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/39124/s1500953_es.pdf?sequence=4&is

Rojas Mallqui, N. J. (2021). *Análisis del diseño geométrico y seguridad vial en ingresos a zonas rurales de Lima Provincias*. [Tesis de pregrado Universidad Nacional José Faustino Carrión] Repositorio Institucional: <https://repositorio.unjfsc.edu.pe/bitstream/handle/20.500.14067/4498/ROJAS.pdf?sequence=1>

Romo Moreno, R. (2022). *Influencia del Diseño Geométrico en Seguridad Vial de Carreteras con Bajo Volumen de Tránsito No Pavimentada Llohegua-Canayre-Huanta 2018*. [Tesis de pregrado. Universidad Peruana de los Andes] Repositorio Institucional: https://repositorio.upla.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12848/4389/TSP37_45067142_T.pdf?sequence=1

Villar Villanueva, N. (2019) *Estudio de pendiente geométrica vertical en daños de caminos vecinales afirmados a nivel de plataforma, Región Huánuco-2019*. [Tesis de pregrado. Universidad Nacional Hermilio Valdizán] Repositorio Institucional:

<https://hdl.handle.net/20.500.13080/6275>

CÓMO CITAR ESTE TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

Molina Isidro, M. (2025). *Evaluación de las características del diseño geométrico y su relación con la accidentabilidad en los caminos vecinales, Huánuco – 2024*. [Tesis de pregrado, Universidad de Huánuco]. Repositorio Institucional UDH.<http://...>

ANEXOS

ANEXO 1

MATRIZ DE CONSISTENCIA

TÍTULO: “EVALUACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS DEL DISEÑO GEOMÉTRICO Y SU RELACIÓN CON LA ACCIDENTABILIDAD EN LOS CAMINOS VECINALES, HUÁNUCO – 2024”.

PROBLEMAS	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLES	METODOLOGÍA
Problema general PG: ¿Cómo afecta el diseño geométrico en la accidentabilidad en los caminos vecinales, Huánuco – 2024?	Objetivo general OG: Determinar cómo afecta el diseño geométrico en la accidentabilidad en los caminos vecinales, Huánuco – 2024	Hipótesis general HG: El diseño geométrico afecta significativamente en la accidentabilidad en los caminos vecinales, Huánuco – 2024.	<u>Variable Independiente</u> Características del Diseño geométrico <u>Variable Dependiente</u> Accidentabilidad en los caminos	<u>Paradigma,</u> Positivista <u>Enfoque,</u> Cuantitativo <u>Tipo,</u> Aplicada <u>Nivel,</u> Relacional <u>Diseño,</u> No experimental, transversal <u>Población,</u> Los caminos vecinales de la región Huánuco <u>Muestra</u> No probabilística por intención
Problema específico 1 PE1: ¿Cuáles son los elementos específicos del diseño geométrico de los caminos vecinales en Huánuco que podrían influir en la accidentabilidad?	Objetivo específico 1 OE1: Identificar y analizar los elementos específicos del diseño geométrico de los caminos vecinales en Huánuco que podrían influir en la accidentabilidad.	Hipótesis específica 1 HE1: El radio de las curvas y el ancho de la vía de los caminos vecinales en Huánuco influye significativamente en la accidentabilidad.		
Problema específico 2 PE2: ¿Cuál es la relación entre las características del diseño	Objetivo específico 2 OE2: Evaluar la relación entre las características del	Hipótesis específica 2 HE2: La relación entre las características del diseño		

geométrico de los caminos vecinales en Huánuco y la frecuencia de accidentes registrados en dichas vías?	diseño geométrico de los caminos vecinales en Huánuco y la frecuencia de accidentes registrados en dichas vías.	geométrico de los caminos vecinales en Huánuco y la frecuencia de accidentes registrados en dichas vías son significativas.	Red de caminos vecinales de la provincia de Lauricocha – <u>Estadística</u> Descriptiva
Problema específico 3	Objetivo específico 3	Hipótesis específica 3	
PE3: ¿Cuáles son los factores del diseño geométrico de los caminos vecinales en Huánuco que contribuyen significativamente a la gravedad de los accidentes ocurridos?	OE3: Determinar los factores del diseño geométrico de los caminos vecinales en Huánuco que contribuyen significativamente a la gravedad de los accidentes ocurridos.	HE3: Las pendientes de los caminos vecinales en Huánuco contribuyen significativamente a la gravedad de los accidentes ocurridos en estas vías.	
Problema Específico 4	Objetivo específico 4	Hipótesis específica 4	
PE4: ¿Cuáles son las recomendaciones específicas de mejora en el diseño geométrico de los caminos vecinales en Huánuco con el fin de reducir la accidentabilidad en estas vías?	OE4: Proponer recomendaciones específicas de mejora en el diseño geométrico de los caminos vecinales en Huánuco con el fin de reducir la accidentabilidad en estas vías.	HE4: Ampliar el radio de las curvas horizontales y el ancho de los caminos vecinales en Huánuco reducirá significativamente la accidentabilidad en estas vías.	

ANEXO 2

INSTRUMENTO DE RECOJO DE DATOS

INSTRUMENTO DE REGISTRO (DISEÑO GEOMETRICO)



HOJA DE REGISTRO

Tesis: EVALUACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS DEL DISEÑO GEOMÉTRICO Y SU RELACIÓN CON LA ACCIDENTABILIDAD EN LOS CAMINOS VECINALES, HUÁNUCO - 2024

Referencia: Los datos correspondientes a la variable Diseño Geométrico (Planta, Perfil y Secciones transversales) han sido utilizados del estudio antecedente;

Albornoz, Y. A., & Miñano, E. A. (2022). *Evaluación del cumplimiento de las normas DG-2018 en el diseño geométrico de las carreteras departamentales de la provincia de Lauricocha, Región Huánuco* [Tesis de grado, Universidad Nacional Hermilio Valdizán]. Repositorio Institucional de la Universidad Nacional Hermilio Valdizán.

Cuyos datos recogidos respecto al diseño de la planta, perfil y secciones transversales (incluido los instrumentos usados) están contenidas en las páginas del 88 al 115.

Sustento Teórico

El uso de datos preexistentes, como los generados por Albornoz y Miñano (2022), se sustenta en la literatura científica, que considera esta práctica no solo válida, sino esencial para la continuidad y eficiencia en la investigación. Como señalan Núñez y Pérez (2020), reutilizar datos existentes en nuevas investigaciones fomenta la generación de conocimiento y optimiza los recursos disponibles.

INSTRUMENTO DE REGISTRO (ACCIDENTABILIDAD)



FORMATO DE REGISTRO

Tesis: EVALUACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS DEL DISEÑO GEOMÉTRICO Y SU RELACIÓN CON LA ACCIDENTABILIDAD EN LOS CAMINOS VECINALES, HUÁNUCO – 2024.

Accidentabilidad en los caminos (Nivel de Exposición al Riesgo NER, Índice de Peligrosidad IP, Índice de Mortalidad IM, Índice de Accidentabilidad IA)

Fecha: _____

Tesista: _____

Nivel de Exposición al Riesgo NER					
Institución	Documento	Descripción del indicador		Magnitud	Observaciones

Índice de Peligrosidad IP					
Institución	Documento	Descripción del indicador		Magnitud	Observaciones

Índice de Mortalidad IM					
Institución	Documento	Descripción del indicador		Magnitud	Observaciones

]

Índice de Accidentabilidad					
Institución	Documento	Descripción del indicador		Magnitud	Observaciones

ANEXO 3

VALIDACIÓN DE EXPERTOS

FORMATO DE VALIDACIÓN POR EXPERTOS

REFERENCIA:

1. Experto: Carlos Enrique Cordova Facundo
2. Especialidad: Ingeniería Civil
3. Cargo Actual: Docente Escuela de Pos Grado UNHEVAL
4. Grado Académico: MBA
5. Institución: Universidad de Lima
6. Instrumento: Recolección de datos de la Accidentabilidad
7. Lugar y Fecha: Huánuco, 06 de diciembre del 2024
- 8.

PUNTUACIÓN:

RANGO	DESCRIPCIÓN
0 - 5	No aplicable
5 - 10	No válido (Reformular)
10 - 15	Válido (Aplicar)
15 - 20	Válido (Excelente. Aplicar)

TABLA DE VALORACIÓN

CRITERIOS	ITEM	VALORACIÓN			
		Deficiente	Regular	Bueno	Muy Bueno
		1	2	3	4
CLARIDAD	Están formulados con lenguaje apropiado que facilitan su comprensión				4
OBJETIVIDAD	Están expresados en datos medibles u observables				4
COHERENCIA	Existe relación del contenido con los indicadores y las variables				4
PERTINENCIA	Las categorías de respuestas y sus valores son apropiados				4
SUFICIENCIA	Son suficientes la cantidad y claridad de ítems en los instrumentos				4
SUBTOTAL					20
TOTAL				20	

DECISIÓN DEL EXPERTO: El instrumento debe ser aplicado: SI (X) NO ()
OBSERVACIONES Y/O RECOMENDACIONES GENERALES:


 MBA Carlos Cordova Facundo

ANEXO 4

RESOLUCIÓN DE APROBACIÓN DEL PROYECTO DE TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO

Facultad de Ingeniería

RESOLUCIÓN N° 0889-2024-D-FI-UDH

Huánuco, 25 de abril de 2024

Visto, el Oficio N° 635-2024-C-PAIC-FI-UDH, mediante el cual el Coordinador Académico de Ingeniería Civil, remite el dictamen de los jurados revisores, del Trabajo de Investigación (Tesis) intitulado: "EVALUACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS DEL DISEÑO GEOMÉTRICO Y SU RELACIÓN CON LA ACCIDENTABILIDAD EN LOS CAMINOS VECINALES, HUÁNUCO - 2024", presentado por el (la) Bach. Mayk Jhaison MOLINA ISIDRO.

CONSIDERANDO:

Que, mediante Resolución N° 006-2001-R-AU-UDH, de fecha 24 de julio de 2001, se crea la Facultad de Ingeniería, y;

Que, mediante Resolución de Consejo Directivo N° 076-2019-SUNEDU/CD, de fecha 05 de junio de 2019, otorga la Licencia a la Universidad de Huánuco para ofrecer el servicio educativo superior universitario, y;

Que, mediante Resolución N° 2728-2023-D-FI-UDH, de fecha 17 de noviembre de 2023, perteneciente al Bach. Mayk Jhaison MOLINA ISIDRO se le designó como ASESOR(A) al Mg. Juan Augusto Vasquez Salcedo, docente adscrito al Programa Académico de Ingeniería Civil de la Facultad de Ingeniería, y;

Que, según Oficio N° 635-2024-C-PAIC-FI-UDH, del Coordinador Académico quien informa que los JURADOS REVISORES del Trabajo de Investigación (Tesis) intitulado: "EVALUACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS DEL DISEÑO GEOMÉTRICO Y SU RELACIÓN CON LA ACCIDENTABILIDAD EN LOS CAMINOS VECINALES, HUÁNUCO - 2024", presentado por el (la) Bach. Mayk Jhaison MOLINA ISIDRO, integrado por los siguientes docentes: Mg. Luis Fernando Narro Jara (Presidente), Mg. Ericka Selene García Echevarría (Secretario) y Mg. Leonel Marlo Aguilar Alcántara (Vocal), quienes declaran APTO para ser ejecutado el Trabajo de Investigación (Tesis), y;

Estando a las atribuciones conferidas al Decano de la Facultad de Ingeniería y con cargo a dar cuenta en el próximo Consejo de Facultad.

SE RESUELVE:

Artículo Primero. - APROBAR, el Trabajo de Investigación (Tesis) y su ejecución intitulado: "EVALUACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS DEL DISEÑO GEOMÉTRICO Y SU RELACIÓN CON LA ACCIDENTABILIDAD EN LOS CAMINOS VECINALES, HUÁNUCO - 2024", presentado por el (la) Bach. Mayk Jhaison MOLINA ISIDRO para optar el Título Profesional de Ingeniero(a) Civil, del Programa Académico de Ingeniería Civil de la Universidad de Huánuco.

Artículo Segundo. - El Trabajo de Investigación (Tesis) deberá ejecutarse hasta un plazo máximo de 1 año de su Aprobación. En caso de incumplimiento podrá solicitar por única vez la ampliación del mismo (6 meses).

REGÍSTRESE, COMUNÍQUESE Y ARCHÍVESE



UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO
FACULTAD DE INGENIERÍA
Ing. Ethel Jhersoni Monzono Lozano
SECRETARIO DOCENTE



UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO
Mg. Bertha Campos Ríos
DECANA DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA

Distribución

Fac. de Ingeniería - PAIC - Asesor - Exp. Graduando - Interesado - Archivo.
BCR/E/ML/nto.

ANEXO 5

RESOLUCIÓN DE NOMBRAMIENTO DE ASESOR

UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO *Facultad de Ingeniería*

RESOLUCIÓN N° 1935-2024-D-FI-UDH

Huánuco, 06 de setiembre de 2024

Visto, el Oficio N° 1335-2024-C-PAIC-FI-UDH presentado por el Coordinador del Programa Académico de Ingeniería Civil y el Expediente N° 507871-0000008429, del Bach. Mayk Jhaison MOLINA ISIDRO, quien solicita cambio de Asesor de Tesis.

CONSIDERANDO:

Que, de acuerdo a la Nueva Ley Universitaria 30220, Capítulo V, Art 45º inc. 45.2, es procedente su atención, y;

Que, según el Expediente N° 507871-0000008429, presentado por el (la) Bach. Mayk Jhaison MOLINA ISIDRO, quien solicita cambio de Asesor de Tesis, para desarrollar su trabajo de investigación (Tesis), y;

Que, con Resolución N° 2728-2023-D-FI-UDH, de fecha 17 de noviembre de 2023, en la cual se designa como Asesor de Tesis del Bach. Mayk Jhaison MOLINA ISIDRO al Mg. Juan Augusto Vasquez Salcedo, quien no tiene vínculo laboral con esta universidad, y;

Que, según lo dispuesto en el Capítulo II, Art. 31 del Reglamento General de Grados y Títulos de la Universidad de Huánuco vigente, es procedente atender lo solicitado, y;

Estando a las atribuciones conferidas al Decano de la Facultad de Ingeniería y con cargo a dar cuenta en el próximo Consejo de Facultad.

SE RESUELVE:

Artículo Primero. - DEJAR SIN EFECTO, la Resolución N° 2728-2023-D-FI-UDH, de fecha 17 de noviembre de 2023.

Artículo Segundo. - DESIGNAR, como nuevo Asesor de Tesis del Bach. Mayk Jhaison MOLINA ISIDRO al Mg. Jose Wicley Tuanama Lavi, Docente del Programa Académico de Ingeniería Civil, Facultad de Ingeniería.

Artículo Tercero. - El interesado tendrá un plazo máximo de 6 meses para solicitar revisión del Trabajo de Investigación (Tesis). En todo caso deberá de solicitar nuevamente el trámite con el costo económico vigente.

REGÍSTRESE, COMUNÍQUESE Y ARCHÍVESE



Distribución:
Fac. de Ingeniería - PAIC- Asesor- Mat. y Reg.Acad. - Interesado - Archivo.
BCR/EJML/nto

ANEXO 6

PANEL FOTOGRÁFICO



Trabajos previos realizados en el inicio del tramo km. 00+000



Trabajos topográficos realizados en el inicio del tramo en estudio



Trabajos topográficos realizados en el km. 00+050



Trabajos topográficos realizados en el km. 00+150



Tesista en los trabajos topográficos realizados en el km. 00+650



Tesista en los trabajos topográficos realizados en el km. 1+150



Trabajos topográficos realizados en el km. 01+450



Trabajos topográficos realizados en el km. 01+800



Trabajos topográficos realizados en el km. 02+450



Trabajos topográficos realizados en el km. 01+700



Trabajos topográficos realizados en el km. 02+350



Trabajos topográficos realizados en el km. 02+900



Trabajos topográficos realizados en el km. 03+450



Trabajos topográficos realizados en el km. 03+940



Trabajos topográficos realizados en el km. 04+270



Trabajos topográficos realizados en el km. 04+880



Trabajos topográficos realizados en el km. 05+220



Trabajos topográficos realizados en el km. 05+930



Trabajos topográficos realizados en el km. 06+330



Trabajos topográficos realizados en el km. 06+490



Trabajos topográficos realizados en el km. 07+110



Trabajos topográficos realizados en el km. 07+990



Trabajos topográficos realizados en el km. 08+310



Trabajos topográficos realizados en el km. 08+870



Trabajos topográficos realizados en el km. 09+180



Trabajos topográficos realizados en el km. 09+630



Fin del tramo analizado Km 10+000



Equipo topográfico utilizado en el estudio, debidamente calibrado