UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE LOS ANDES

FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

Tesis

Evaluación de las características geométricas y estado de transitabilidad del camino vecinal Chuquibambilla-Ccotro, Grau, Apurímac -2023

Asesor:

Ing. Acosta Valer, Hugo Virgilio

Autor:

Cuellar Minauro, Rybin

Para optar el Título Profesional: Ingeniero Civil

Abancay – Apurímac – Perú

2025

Universidad Tecnológica de los Andes

Transformando vidas

FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TÍTULO PROFESIONAL

Acta N°: 043

En la ciudad de Abancay, a los **09** días del mes de **julio del 2025**, siendo las **11:00 am** horas, se reunieron los integrantes del Jurado designado por Resolución Directoral **N° 0536-2025- EPIC-FI-UTEA-SA** de fecha **27** de **junio** del **2025**, de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil de la Facultad de Ingeniería:

Presidente	:	MSc. Ing. Angel, Maldonado Mendívil
Dictaminante	:	Ph.D. Abbon Alex, Vasquez Ramírez
Replicante	:	Ing. Holguer, Cayo Baca

Para evaluar la sustentación, en la modalidad de:

☒ Tesis ☐ Trabajo de suficiencia profesional

Titulada:

Evaluación de las características geométricas y estado de transitabilidad del camino vecinal Chuquibambilla – Ccotro, Grau, Apurímac - 2023

Desarrollado por el (los) Bachiller (es):

Br: RYBIN, CUELLAR MINAURO

Para optar el Título Profesional de:

Ingeniero Civil

Concluido el acto, el Jurado dictaminó que el (la) (los) mencionado(a) (s) bachiller (es) fue (ron) APROBADO (S):

Por: Unanimidad

(Unanimidad o Mayoría) (*)

Emitiéndose el calificativo final de:

Bachiller (Apellidos y Nombres)	Calificación (**)
RYBIN, CUELLAR MINAURO	**Aprobado**

Siendo **las 12:18am horas** concluyó la sesión, firmando los integrantes del Jurado.

Presidente: MSc. Ing. Angel, Maldonado Mendívil (.....)

Dictaminante: Ph.D. Abbon Alex, Vasquez Ramírez (.....)

Replicante: Ing. Holguer, Cayo Baca (.....)

Abancay 10 de julio del 2025

(*): **Mayoría**: Dos integrantes del jurado aprueban o desaprueban; **Unanimidad**: Todos los integrantes del jurado aprueban o desaprueban, Art.18 RGGAT.
(**): 0 a 10: Desaprobado, 11 a 15: Aprobado, 16 a 18: Aprobado Notable, 19 y 20: Aprobado con Distinción, Art. 18 RGGAT.

Se expide, la presente conforme al Libro de Actas de Sustentación de Tesis, consignado en los folios N° 340

Reporte de similitud

rybin cuellar

CUELLAR MINAURO_RYBIN-INGENIERIA CIVIL

REVISION RYBIN CUELLAR

Detalles del documento

Identificador de la entrega
trn:oid:::3117:517197361

Fecha de entrega
23 oct 2025, 16:12 GMT-5

Fecha de descarga
23 oct 2025, 16:20 GMT-5

Nombre del archivo
CUELLAR MINAURO_RYBIN-INGENIERIA CIVIL.docx

Tamaño del archivo
11.8 MB

151 páginas

31.303 palabras

148.082 caracteres

25% Similitud general

El total combinado de todas las coincidencias, incluidas las fuentes superpuestas, para ca...

Filtrado desde el informe

- Bibliografía
- Coincidencias menores (menos de 8 palabras)

Fuentes principales

18% Fuentes de Internet
2% Publicaciones
20% Trabajos entregados (trabajos del estudiante)

Marcas de integridad

N.º de alertas de integridad para revisión

Los algoritmos de nuestro sistema analizan un documento en profundidad para buscar inconsistencias que permitirían distinguirlo de una entrega normal. Si advertimos algo extraño, lo marcamos como una alerta para que pueda revisarlo.

Una marca de alerta no es necesariamente un indicador de problemas. Sin embargo, recomendamos que preste atención y la revise.

Metadatos

Datos del Autor		
Apellidos y Nombres	:	Rybin Cuellar Minauro
Tipo de Documento de Identidad	:	DNI
Número de Documento de Identidad	:	71772869
URL ORCID	:	https://orcid.org/0009-0003-7547-8674
Datos del Asesor		
Apellidos y Nombres	:	Acosta Valer Hugo Virgilio
Tipo de Documento de Identidad	:	D.N.I.
Número de Documento de Identidad	:	31036555
URL ORCID	:	https://orcid.org/0000-0003-1492-0441
Datos de la Investigación		
Facultad	:	Ingeniería
Escuela Profesional	:	Ingeniería Civil
Línea de Investigación	:	Gestión de la infraestructura para el Desarrollo sostenible
Rango de años en que realizó la Investigación	:	2023
Fuente de financiamiento	:	Autofinanciado
Porcentaje de similitud	:	25%
URL de OCDE	:	https://purl.org/pe-repo/ocde/Ford#2.01.01

Dedicatoria

Dedico este trabajo a mis padres, Modesta y Cleto, quienes han velado por mi bienestar y educación a lo largo de mi vida, siendo mi apoyo incondicional en todo momento. A mi hermana Kateryn, por su constante presencia y apoyo, que han sido fundamentales para mi realización personal, muchas gracias

Agradecimiento

Quiero expresar mi más profundo agradecimiento a todos los que han contribuido a la realización de este trabajo. A mis padres, Modesta y Cleto, por su amor, apoyo incondicional y sacrificio, que han sido mi guía e inspiración. A mi hermana, por su constante respaldo y motivación.

Acrónimos

MTC: Ministerio de Transportes y Comunicaciones

SINAC: Sistema Nacional de Carreteras

DG-2018: manual de carretera - Diseño Geométrico 2018

IVP Grau: Instituto Vial Provincial Grau

MEF: Ministerio de Economía y Finanzas

Resumen

La tesis sobre el camino vecinal Chuquibambilla-Ccotro, en la provincia de Grau, Apurímac, 2023, se centró en evaluar sus características geométricas y estado de transitabilidad. La evaluación permitió conocer el porcentaje de cumplimiento de los parámetros de diseño según el Manual de Diseño geométrico 2018, así como la condición de la superficie de rodadura, se determinaron las características geométricas del camino, encontrando que el 76% de los radios de curva, el 2% de la longitud de tramos tangentes, el 85% de las pendientes, el 100% de la longitud de curvas convexas y cóncavas, y el 76% de las calzadas cumplen con los estándares. En cuanto al estado de la superficie de rodadura se identificaron varios deterioros y fallas, teniendo como resultado que la condición de la superficie de rodadura se califica como regular, obteniendo un puntaje de 323; este resultado indica la necesidad de reparaciones y mantenimiento para mejorar la calidad de la superficie y, por ende, la transitabilidad del camino vecinal. La evaluación de la señalización mostró que solo el 20% de la señalización necesarias estaban presentes. Esta deficiencia en la señalización representa un riesgo en la seguridad vial y recalca la urgencia de su instalación. La investigación concluyó que, aunque el camino cumple con varios parámetros geométricos, hay elementos geométricos que requieren atención. La superficie de rodadura necesita mejoras mediante mantenimientos periódicos, y la falta de señalización adecuada debe abordarse para garantizar un tránsito seguro y eficiente en el camino.

Palabras clave: camino vecinal, características geométricas, transitabilidad.

Abstract

The thesis on the Chuquibambilla-Ccotro local road, in the province of Grau, Apurímac, 2023, focused on evaluating its geometric characteristics and state of passability. The evaluation allowed us to know the percentage of compliance with the design parameters according to the DG-2018, as well as the condition of the rolling surface, the geometric characteristics of the road were determined, finding that 76% of the curve radii, 2% of the length of tangent sections, 85% of the slopes, 100% of the length of convex and concave curves, and the76% of the roads meet the standards. Regarding the condition of the rolling surface, several deteriorations and failures were identified, resulting in the condition of the rolling surface being classified as "regular", obtaining a score of 323; this result indicates the need for repairs and maintenance to improve the quality of the surface and, therefore, the passability of the local road. Signage evaluation showed that only 20% of the necessary signs were present. This deficiency in signage represents a risk to road safety and underlines the urgency of its installation. In summary, the investigation concluded that, although the road meets several geometric parameters, there are geometric elements that require attention. The rolling surface needs improvement through regular maintenance, and the lack of proper signage needs to be addressed to ensure safe and efficient traffic on the road.

Keywords: local road, geometric characteristics, passability.

Índice

Portada ……i

Reporte de similitud iii

Metadatos iv

Dedicatoria v

Agradecimiento.....vi

Resumen viii

Abstract ix

Índice x

Índice de tablas xiii

Índice de figuras xiv

Índice de anexos..... xv

I. Introducción..... 16

II. Planteamiento del problema..... 17

2.1. Descripción y formulación del problema 17

2.2. Objetivos..... 20

2.2.1. Objetivos generales..... 20

2.2.2. Objetivos específicos 20

2.3. Justificación e importancia 20

2.4. Hipótesis..... 22

2.5. Variables..... 23

III. Marco teórico..... 24

3.1. Antecedentes..... 24

3.2. Bases teóricas 30
3.2.1 características geométricas 30
3.2.2 dimensiones de la variable y características geométricas 31
3.2.3 indicadores de la dimensión diseño geométrico horizontal 31
3.2.4 diseño geométrico vertical 34
3.2.5 diseño geométrico transversal 38
3.2.6 transitabilidad 39
3.2.7 dimensiones de la variable transitabilidad 40
3.2.8 señalización 43
3.2.9 teorías enfocadas a la investigación 44
3.2.10 clasificación de carreteras en el perú 45
3.2.11 clasificación por orografía 47
3.3. Definición de términos 49
IV. Metodología 51
4.1. Tipo y nivel de investigación 51
4.2. Ámbito temporal y espacial 51
4.3. Población y muestreo 52
4.4. Instrumentos 53
4.5. Procedimiento 54
4.6. Análisis de datos 54
4.7. Consideraciones éticas 54
V. Resultados y discusión 56

VI. Conclusiones..... 77

VII. Recomendaciones..... 79

VIII. Referencias 81

IX. Anexos..... 85

Índice de tablas

Tabla 1 Operacionalización de variables 23

Tabla 2 Longitud de tramo tangente 33

Tabla 3 Gravedad de lodazal y cruce de agua 42

Tabla 4 Identificación según tipo de deterioro 56

Tabla 5 Cálculo de áreas deterioradas 57

Tabla 6 Sumatoria de áreas deterioradas 58

Tabla 7 Sumatoria de áreas deterioradas encontrados por tipo de deterioro y su nivel de gravedad 59

Tabla 8 Cálculo de puntaje de condición superficial de una vía 60

Tabla 9 Velocidad de diseño dg-2018 66

Tabla 10 Sobreanchos de la trocha carrozable chuquibambilla – ccotro 73

Índice de figuras

Figura 1 Formula del radio de curvatura horizontal mínimo 32

Figura 3 Formula de la distancia de frenado 33

Figura 4 Formula de la longitud de la curva vertical..... 36

Figura 5 Formula de la longitud de curva cóncava 36

Figura 6 Formula de la longitud de curva cóncava 37

Figura 7 Formula de la longitud de curva cóncava 37

Figura 8 Escala de calificación superficial de una vía según el manual de conservación vial-2018..... 61

Figura 9 Evaluación de señales de transito..... 63

Figura 10 Variación diaria de vehículos del camino vecinal chuquibambilla -ccotro 64

Figura 11 Variación diaria de vehículos del camino vecinal 65

Figura 12 Clasificación de los vehículos..... 65

Figura 13 Evaluación de radios 67

Figura 14 Evaluación de longitud de tramo tangente..... 68

Figura 15 Evaluación del indicador pendiente 69

Figura 16 Evaluación de la longitud de curcas convexas..... 70

Figura 17 Evaluación de la longitud de curvas cóncavas..... 71

Figura 18 Evaluación del ancho de calzada 72

Índice de anexos

Anexo 1 Matriz de consistencia 85

Anexo 2 Fichas de registro de datos - IMDA... **.....86**

Anexo 3 Matrices de evaluación y análisis de datos 93

Anexo 4 Evaluacion de radios..... 123

Anexo 5 Evaluacion de tramos tangentes..... 122

Anexo 6 Evaluacion de la pendiente 127

Anexo 7 Evaluación de ancho de calzada 125

Anexo 8 Evaluacion de la longitud de curva convexa y concavas..... 128

Anexo 9 Progresiva, descripción y simbología 135

Anexo 10 Puntos topográficos 137

Anexo 11 Panel fotográfico..... 148

I. Introducción

El camino vecinal Chuquibambilla-Ccotro pertenece a la provincia de Grau, zona que está compuesta por diversos caminos vecinales con alta sinuosidad y orografía accidentada. la tesis elaborada hace énfasis en la importancia de las características geométricas del camino vecinal en sus tres componentes de diseño: diseño geométrico horizontal, diseño geométrico transversal y diseño geométrico vertical, teniendo como sustento teórico el manual de diseño geométrico de carreteras DG-2018 actualmente vigente. también se realizó la evaluación del estado de transitabilidad, determinándose la condición de la superficie de rodadura a través de la identificación de sus deterioros y fallas empleando el manual de carreteras mantenimiento o conservación vial 2018.

Esta tesis guarda una estructura organizada en capítulos: el capítulo I comprende el desarrollo de la realidad problemática existente en la zona de estudios, así como los problemas a plantearse. El capítulo II está comprendido por los antecedentes de investigación internacional y nacionales. El capítulo III se indica el tipo de metodología de investigación en la que está delimitada esta tesis. En el Capítulo IV se desarrolla todos los resultados, dividiéndolo en dos partes que son: características geométricas y estado de transitabilidad, también se responde las hipótesis planteadas; terminando en las conclusiones y recomendaciones para cada objetivo general y especificó planteado. Las mediciones fueron realizadas mediante levantamiento topográfico, empleándose para ello el instrumento de GPS diferencial y dron, realizándose las mediciones en el eje de la carretera y lados laterales de la misma, con la intención de tener mayor precisión con la información recabada del camino vecinal. Finalmente, se hace énfasis con el contenido de la tesis donde se visualizan gráficas y tablas, así como su correspondiente panel fotográfico; dando fe a su realización.

II. Planteamiento del problema

2.1.Descripción y formulación del problema

- Descripción

Las ciudades, comunidades, capitales, y provincias del mundo se conectan entre sí, a través de distintas vías que permiten cubrir necesidades básicas de educación, trabajo, alimentación y salud, y a la vez constituyen la base esencial para el funcionamiento de toda economía.

Una asombrosa cifra proporcionada por Adam Sywington de Python Maps ha dejado al descubierto la cantidad de carreteras que figuran habilitadas y operativas en el mundo, según información publicada el 18 de mayo del 2023, al menos 21 millones de km de carretera abarcan la totalidad de vías de comunicación a nivel mundial que permitió el análisis de las relaciones entre la infraestructura vial, el desarrollo, la riqueza y la distribución de la población.

A nivel internacional, en México, las redes viales no cuentan con una evaluación geométrica. La mayoría presentan deficiencias y deterioros tanto en su infraestructura como en su diseño, además de que no se les brinda un mantenimiento periódico para optimizar su estado (Altamirano & Manayay, 2022) .

En Hungría, el transporte público presenta deficiencias debido a un diseño geométrico inadecuado, lo que limita el desarrollo del país al no brindar a la población condiciones óptimas para realizar sus actividades y cubrir sus necesidades (Desta, 2021).

En Canadá, existen inconvenientes relacionados con el diseño de sus vías y el deterioro en ciertos tramos. Por ello, se están implementando nuevos métodos para

identificar, optimizar y corregir estas deficiencias, con el objetivo de lograr redes viales más eficientes y funcionales (Bourbonnais et al., 2021).

En el Perú, a lo largo de los años, se ha percibido la construcción y/o mejoramiento de la infraestructura vial como una actividad que permite el desarrollo económico y social en la comunidad localidad o región; dado que, facilita el acceso a bienes y servicios, así como la comunicación entre los pueblos.

En el departamento de La Libertad el 84.40% de la red vial vecinal no se encuentra asfaltada o afirmada (MTC, 2021), ocasionando un estancamiento en sus actividades económicas: agricultura, ganadería, mina, turismo, entre otras. Además, según el MEF (2020), en el año 2019 solo el 45% de los recursos destinados para el sector transporte se direccionó para las vías rurales; y del cual, menos del 60% se utilizó para la ejecución de los proyectos.

El departamento de Apurímac tiene un total de 20593.168 km de red vial, que consta de 2410.261 km de red nacional, 2290.155 km de red departamental y 15892.753 km de red vecinal, (MTC, 2023).

El sistema vial de la provincia Grau tiene 1036.117 Km, de los cuales, la red vial nacional es de 130.465 Km que representa el 13%, la red vial departamental es de 159.500 Km que representa el 15% y la red vial vecinal cuenta con 746.152 Km que representa el 72%, de esta red vecinal se tiene registradas una longitud de 530.105 Km y las no registradas con una longitud de 216.047 Km, (IVP Grau, 2020).

En el Sistema vial vecinal hay 92 caminos vecinales, 50 registrados y 42 no registradas con una longitud total de 746.152 Km. (IVP Grau, 2020).

Las características geométricas del camino vecinal AP-840: Chuquibambilla-Ccotro presentan deficiencias que comprometen su seguridad y funcionalidad. La ausencia de un diseño geométrico adecuado puede manifestarse en curvas muy cerradas, pendientes excesivas, o la falta de ancho de carril, lo cual aumenta el riesgo de accidentes, dificulta el tránsito fluido de vehículos y peatones.

El estado de transitabilidad del camino vecinal AP-840: Chuquibambilla-Ccotro, exhibe serias limitaciones que afectan tanto la eficiencia del transporte como la accesibilidad de la población a servicios y oportunidades. Condiciones deficientes en la superficie de rodadura, como baches, deformaciones, erosión, escalamiento y lodazal que generan un recorrido incómodo y peligroso, especialmente durante condiciones climáticas adversas.

Asimismo, la falta de señalización adecuada agrava la situación, ya que los usuarios pueden enfrentarse a confusiones en cuanto a la dirección a seguir o a la presencia de obstáculos inesperados. La ausencia de señales compromete la seguridad vial, aumenta el riesgo de colisiones y accidentes.

- Formulación del problema

Problema general

¿Cuáles son las características geométricas y el estado de transitabilidad del camino vecinal Chuquibambilla-Ccotro, Grau, Apurímac, 2023?

Problema especifico

a. ¿Qué características geométricas presenta el camino vecinal Chuquibambilla-Ccotro Grau, Apurímac, 2023?

b. ¿Cuál es el estado de la superficie de rodadura del camino vecinal Chuquibambilla-Ccotro Grau, Apurímac, 2023?
c. ¿Qué señalizaciones presenta el camino vecinal Chuquibambilla-Ccotro Grau, Apurímac, 2023?

2.2.Objetivos

2.2.1.Objetivos Generales

Evaluar las características geométricas y el servicio de transitabilidad del camino vecinal Chuquibambilla-Ccotro, Grau, Apurímac, 2023.

2.2.2.Objetivos Específicos

a. Determinar las características geométricas que presenta el camino vecinal Chuquibambilla-Ccotro Grau, Apurímac, 2023.
b. Identificar el estado de la superficie de rodadura del camino vecinal Chuquibambilla-Ccotro Grau, Apurímac, 2023.
c. Verificar las señalizaciones con las que cuenta el camino vecinal Chuquibambilla-Ccotro Grau, Apurímac, 2023.

2.3.Justificación e importancia

Justificación Teórica

Su fundamentación teórica es la necesidad de comprender y aplicar los principios y conocimientos existentes en las áreas de ingeniería vial. La teoría existente en estos campos proporciona la base conceptual para entender los factores que influyen en la calidad y seguridad de una vía, así como las técnicas para su evaluación y mejora.

Los investigadores en ingeniería vial han desarrollado teorías y modelos que explican cómo diversos factores geométricos, como la pendiente, curvatura y ancho de la vía, afectan la seguridad y transitabilidad de una carretera.

Justificación Práctica

La evaluación del camino vecinal Chuquibambilla-Ccotro es esencial para identificar y abordar los problemas existentes en la infraestructura vial de la región de Grau, Apurímac. Este camino desempeña un papel crucial en la conectividad de comunidades locales, el transporte de productos agrícolas y el acceso a servicios básicos como la salud y la educación. Por lo tanto, mejorar su estado de transitabilidad no solo beneficiará a los residentes locales, sino que también contribuirá al desarrollo económico y social de la región.

La justificación práctica de esta evaluación radica en la necesidad de proporcionar soluciones concretas y viables para resolver los problemas de mantenimiento, seguridad y accesibilidad que enfrenta el camino vecinal. Al comprender las condiciones actuales de la vía y sus implicaciones para los usuarios, será posible proponer estrategias efectivas de mantenimiento y rehabilitación que optimicen su funcionamiento y prolonguen su vida útil.

Justificación Metodológica

La justificación metodológica de este estudio reside en la propuesta de un enfoque sistemático y riguroso para la evaluación de las características geométricas y el estado de transitabilidad del camino vecinal Chuquibambilla-Ccotro. Se buscará un método de investigación que combine técnicas de relevamiento topográfico, análisis geotécnico y evaluación estructural para obtener información precisa y confiable sobre el estado de la vía.

2.4.Hipótesis

- Hipótesis General

Las características geométricas y el estado de transitabilidad del camino Vecinal Chuquibambilla-Ccotro, en Grau, Apurímac, 2023, cumplen con los parámetros establecido en su normatividad.

- Hipótesis Especifica

a. Las características geométricas del camino vecinal Chuquibambilla-Ccotro, en Grau, Apurímac, 2023 cumplen con los parámetros establecidos por la DG 2018.

b. El estado de la superficie de rodadura del camino vecinal Chuquibambilla-Ccotro, en Grau, Apurímac, 2023 cumplen con los parámetros establecido en el manual de carreteras mantenimiento o conservación vial 2018.

c. Las señalizaciones del camino vecinal Chuquibambilla-Ccotro Grau, Apurímac, 2023 cumplen con los parámetros establecidos en el manual de carreteras mantenimiento o conservación vial 2018.

2.5.Variables

Tabla 1

Operacionalización de Variables

VARIABLES	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	ESCALA DE MEDICIÓN
Variable 1 **Características geométricas**	Esto implica cuantificar los resultados para. Interpretar y determinar si el diseño geométrico y el estado actual que presenta la vía se ha realizado correctamente de acuerdo con el manual DG-2018. (Mishti Quenhua, 2020)	Para determinar se verificará el cumplimiento de cada elemento geométrico de la trocha Carrozable basado en el diseño horizontal, vertical y transversal según el manual DG-2018	Diseño Geométrico Horizontal	Velocidad de diseño	Km/h
				Radio	m
				Longitud de Tramo Tangente	m
			Diseño Geométrico Vertical	Pendiente	%
				Longitud de curva convexa	m
				Longitud de curva cóncava	m
			Diseño Geométrico Transversal	Ancho de calzada	m
				Sobreanchos	m
				Berma	m
Variable 2 **Transitabilidad.**	La Transitabilidad es una medida importante de la calidad de servicio de las infraestructuras viales que aseguren un flujo vehicular constante (MTC, 2020)	Para determinar la Transitabilidad se medirá en función de las condiciones de la superficie de rodadura, demanda y señalización que asegure un estado óptimo y asegure el normal movimiento de los vehículos en un determinado periodo de tiempo. (MTC,2018).	Condiciones de la superficie de rodadura	Deformaciones Erosión Baches Encalaminado Lodazal y cruce de agua	Ordinal
			Señalizaciones	Visibilidad de las señales	Ordinal
				Ubicación de las señales	

Nota: se puede observar la operacionalización de variables.

III. Marco teórico

3.1.Antecedentes

En Kenia encontramos a Mercyberly, (2022) en su tesis titulado: “Effect of geometric design consistency on road safety: a case study of Nairobi Southern Bypass (UCA-2) Road”, tiene con objetivo Analizar el impacto de la consistencia del diseño geométrico en la seguridad vial, con énfasis en la carretera de circunvalación sur de Nairobi (UCA-2) metodología Utilizando un enfoque cuantitativo con un diseño descriptivo, considerando una población de 12 policías, 2,500 conductores y 300 peatones. De los resultados de acuerdo con los objetivos planteados, se determinó que la velocidad de operación fue calculada en 91 km/h, considerando una velocidad de diseño de 90 km/h. Esta diferencia de 1 km/h sugiere que, según las proyecciones realizadas, los accidentes de tránsito podrían incrementarse en el año 2023; llegando a la conclusión que: la estabilidad, los índices de alineación y la carga de trabajo del conductor se mantienen constantes; por ello, el diseño geométrico de la circunvalación sur de Nairobi es apropiado y adecuado. Los accidentes ocurridos no están relacionados con el diseño geométrico, sino con factores como el deficiente mantenimiento de la vía, la falta de atención por parte de los usuarios, fallas en los vehículos y condiciones climáticas adversas.

También encontramos en la India, encontramos a Chakole & Wadhai, (2022)en el artículo titulado “The comparison of geometric design using Civil 3D software and manual Method.” Que tiene como objetivo principal fue: elaborar la alineación de la carretera de manera más rápida y con alta precisión mediante el uso de Civil 3D. Metodología Se utilizó un enfoque de investigación descriptivo para analizar una vía de 97,37 km, aplicando criterios de diseño basados en la geometría establecida en el manual de estándares de diseño (IRC: SP:20-2002). Se desarrollaron diseños geométricos que incluyen la alineación

horizontal de la línea central, el perfil longitudinal y las secciones transversales de la calzada conforme a las directrices de dicho manual. Los resultados los resultados obtenidos en esta investigación provienen de la recopilación de datos en el software Civil 3D, a través del cual se generó el diseño geométrico de la vía conforme a los parámetros establecidos en el manual de diseño; concluyendo las funcionalidades de AutoCAD Civil 3D eliminan las principales desventajas de un diseño manual, una estrategia que resulta compleja, consume mucho tiempo y es altamente propensa a errores costosos.

En Ecuador tenemos a Fandiño & Porras, (2020) en su investigación titulada "Propuesta de un diseño geométrico vial para el mejoramiento de la movilidad en la comunidad de Calpaquí perteneciente a la provincia de Imbabura" cuyo objetivo Se planteó el diseño geométrico de una vía con el objetivo de mejorar la movilidad en la comunidad de Calpaquí, ubicada en la provincia de Imbabura. Metodología fue inductiva, descriptiva de corte transversal y enfoque cuantitativo por medio de la propuesta de un diseño geométrico para el mejoramiento de la movilidad de la población. Para lo cual se sigue el procedimiento para proyectos viales propuesto por el Ministerio de Transporte y Obras Públicas para estudios de carreteras y el Manual de Diseño MTOP y la conclusión Se realiza un estudio de tráfico para conocer el volumen futuro de vehículos que circularán por este camino como eje primordial para identificar la clasificación de la vía y continuar con la realización de este trabajo.

En Malaysia encontramos a Islam, Teik, & Azarkerdar, (2019)en el artículo científico titulado: "Relationship of Accident Rates and Road Geometric Design", tiene como Objetivo principal es analizar y examinar cómo los elementos del diseño geométrico influyen en los accidentes de tránsito, considerando además los modelos estadísticos aplicados a lo largo del tiempo y comparando los hallazgos de estudios realizados en

diferentes países.; empleando una metodología de modelado estadístico incluyen enfoques como la regresión lineal, regresión múltiple, modelos de Poisson, modelos Gamma, modelos binomiales negativos y modelos de parámetros aleatorios.; obteniendo como resultados que el modelado mediante modelos estadísticos de calzadas de dos carriles o multidireccionales con altas velocidades de diseño indica que estas carreteras de tamaño mediano tienen un efecto positivo en la seguridad al ayudar a prevenir colisiones frontales. Sin embargo, cuando su ancho es de 3 metros, se produce una reducción. En este contexto, la tasa de accidentes en vías con más de 12 metros de ancho aún no se ha determinado.; en este contexto llegaron a la conclusión que una dificultad identificada al analizar la relación entre el diseño geométrico de las carreteras, sus elementos y la tasa de accidentes de tráfico radica en las interacciones entre estos componentes. Factores como una distancia visual reducida y un radio de curva pequeño pueden incrementar notablemente la frecuencia y gravedad de los accidentes. Por ello, los elementos del diseño geométrico de una vía juegan un papel crucial en la determinación de la ocurrencia de estos siniestros.

En México encontramos a Cruz, (2019) en su tesis titulada “Anteproyecto geométrico de la carretera Santa María Puxmetacán-Tierra Negra”, su principal objetivo es proponer una nueva vía de comunicación que conectará los municipios de San Juan Cotzokon y San Juan Mazatlán a través de las ciudades de Santa María Puxmetacán y Santa Cruz Tierra Negra, metodología fue Explicativa , de enfoque cuantitativo, de corte transversal, los resultados permitieron conocer que en las dos regiones entre las que en actualmente no hay una ruta directa. En general, se concluyó que, con el análisis técnico realizado en relación al diseño geométrico, la implementación de la vía investigada podría llevarse a cabo de manera eficiente.

En la ciudad de Tarapoto encontramos Pinedo & Tafur, (2023) en su investigación titulada “Diseño geométrico del camino vecinal Santa Rosa para mejorar la transitabilidad vehicular, Bajo Biavo, 2023” cuyo objetivo se llevó a cabo el diseño geométrico del camino vecinal con el propósito de optimizar la transitabilidad vehicular en Santa Rosa, distrito de Bajo Biavo. El análisis se fundamentó en la elaboración de un diseño geométrico preciso para mejorar un tramo específico de la vía, garantizando que cumpla con los criterios técnicos adecuados, como el ancho de calzada, las pendientes longitudinales y transversales, así como la incorporación de obras de drenaje, entre otros aspectos. Metodología Se empleó una investigación de tipo aplicada, con un enfoque cuantitativo con un diseño no experimental – propositivo, con la influencia del tráfico actual de la vía y satisfacer las necesidades actuales de las poblaciones inmersas en el proyecto se planteó el diseño geométrico de la carretera, el cual consiste en el diseño geométrico en planta, perfil y sección transversal de acuerdo con la Norma DG 2018. Resultados, Para el cumplimiento del diseño se emplearon el software especializado en ingeniería como AutoCAD y otros afines a ingeniería. De esta forma se pudo determinar con la clasificación de la vía de tercera tipo, con apresuramiento de diseño de 25 Km/h, pendientes máximas de 11%. Con una calzada de 4,5 m con bombeo de 3%, plazoletas de cruce cada 500m y cunetas triangulares, conclusiones se han establecido plazoletas de cruce cada 500 metros, lo cual contribuye a mejorar la transitabilidad de los vehículos en la vía.

En la provincia de Jaén encontramos a Manayay & Altamirano, (2022) cuyo título fue “La evaluación geométrica y estado de transitabilidad de la trocha carrozable la unión – cruce el cóndor, distrito Huabal, provincia jaén – 2022.” Como objetivo evaluar su geometría vial y estado de transitabilidad, según la metodología es de tipo básica y un diseño no experimental, siguiendo las directrices establecidas en el Manual de Conservación Vial y la

normativa DG-2018. Como resultado Se registró un flujo de 44 veh/día, el 94% de longitudes de tramos en tangente no cumplen con lo establecido en la normativa, el 94% de radios de curvas horizontales no cumple, el 98% de longitudes de curvas no cumplen, el 36% de las pendientes de entrada y salida en curvas verticales no cumple, el 64% de las longitudes de curvas no cumplen, además presenta una condición regular con puntaje de 303.86 según el manual de conservación vial. Concluyendo que la geometría de esta trocha carrozable no se ajusta a los criterios de diseño estipulados en la norma DG-2018. Por ello, se plantea un nuevo diseño que optimiza las longitudes de los tramos tangentes en un 9 %, incrementa los radios mínimos en un 81 % y mejora las pendientes de entrada y salida en curvas verticales en un 36 %.

En la libertad tenemos a Arteaga & Niell, (2022) con su estudio titulado “Diseño Geométrico para el mejoramiento a nivel de afirmado del tramo Mache - Pampas de Cochaya, distrito de Mache – Otuzco - La Libertad” cuyo objetivo fue objetivo demostrar que el Diseño Geométrico es una técnica adecuada para el mejoramiento a nivel de afirmado del tramo Mache - Pampas de Cochaya, distrito de Mache – Otuzco – La Libertad. Metodología la investigación es aplicativa con enfoque cuantitativo, no experimental – descriptiva, con la variable independiente “Diseño Geométrico” y la variable dependiente “Mejoramiento a nivel de afirmado”. La observación y el análisis documental son las técnicas de recolección de datos para la muestra de siete calicatas ubicadas a largo de los 6.39 km de la carretera Mache - Pampas de Cochaya. Como resultado, la carretera es denominada de tercera clase, por su aforo de 56 veh/día en el año 2031, de terreno accidentado Tipo 3, cuenta con una velocidad de diseño de 30 km/h, dos carriles de tránsitabilidad, superficies de rodaduras de 7m, anchos de calzadas de 6m, bermas de 0.50m, radios mínimos de 35m, pendientes entre 0.50 % y 12 %, peraltes máximos del 8 %, entre

otras. Conclusiones nos permite conocer la situación real y actual de la carretera, para mantener una relación coherente entre la propuesta de diseño y su contexto físico.

De igual forma encontramos a Carrasco, (2021)en su tesis titulada “Diseño geométrico en vías de alta pendiente y Transitabilidad vehicular en el camino vecinal del distrito de Ccapi - Paruro, Región Cusco” cuyo objetivo fue evaluar el diseño geométrico del trazo de la carretera Ccpi paruro, está se llevó a cabo en el distrito de Ccapi, provincia de Paruro, departamento de Cusco en el año 2021. metodología el presente estudio tiene un enfoque cuantitativo, es de tipo aplicada, tiene un nivel de investigación descriptivo y también un diseño no experimental; además, se utilizó el tipo de análisis descriptivo. Resultados M. diario 43 corresponde a un 0.30% de vehículos, IM. semanal 304 corresponde al 2.08% de vehículos, IM. mensual 1216 corresponde al 8.33% de vehículos y el IM. anual 14592 corresponde al 100.00% de vehículos. Conclusiones Se planteó las propuestas, cumpliendo la norma DG-2018 con los parámetros de pendientes máximos con el fin de mejorar la Transitabilidad vehicular para minimizar los accidentes entre vehículos.

En la ciudad de Huánuco tenemos a Ojeda, (2021) la presente tesis titulada “Diseño geométrico empleando norma DG-2018 para mejorar la transitabilidad vehicular-camino vecinal de Agua Blanca distrito de Monzón-Huánuco”, tiene como objetivo realizar el diseño geométrico horizontal y vertical de la carretera de camino vecinal del distrito de Monzón-Huánuco, para lo cual se empleará el Manual de Diseño Geométrico DG-2018 del Ministerio de Transportes y Comunicaciones. Metodología presenta una investigación aplicada, no experimental y de alcance descriptivo con enfoque cuantitativo. Resultados Las características que mejorarán la transitabilidad de la vía son las siguientes: ancho de calzada de 5m, Bombeo de 2%, Velocidad de diseño de 30 Km/h y la implementación de cunetas, conclusión siempre se recomienda establecer especificaciones de diseño de acuerdo con los

estándares de diseño de carreteras, la Guía de Diseño Geométrico DG-2018 y las condiciones topográficas y viales existentes en el sitio.

En su tesis Soto, (2019)en su estudio titulado “Evaluación de las características geométricas del camino vecinal, caserío la Laguna, San Martin, San Pedro, Santa Rosa, El Porvenir, distrito de Sucre, provincia de Celendín - Cajamarca, en función a sus parámetros de diseño”. Metodología es aplicativa con enfoque cuantitativo, no experimental – descriptiva, resultados que el 73.33% del tramo cumple con el mínimo ancho de plataforma para que un vehículo pueda transitar, pero no tiene un ancho suficiente para que dos vehículos puedan pasar o cruzar entre ellos; el 26.67% no cumple con el mínimo ancho de plataforma conclusiones Se establecieron los parámetros de diseño de la vía, incluyendo el ancho de la plataforma, los taludes de corte y relleno, la longitud de las curvas horizontales, los radios, los sobreanchos, los peraltes, la longitud de transición del peralte, las distancias de visibilidad, así como la longitud de las curvas verticales y horizontales, y las pendientes de la carretera. Estos valores fueron comparados con las condiciones actuales de la vía.

3.2.Bases teóricas

3.2.1 Características geométricas

Las características geométricas de un camino vecinal se refieren a los elementos físicos y dimensionales que definen su forma, diseño y disposición. Estas características son fundamentales para garantizar la seguridad y la eficiencia del tráfico vehicular y peatonal en el camino. Incluyen aspectos como el ancho de la calzada, la pendiente longitudinal y transversal, el radio de curvatura, el peralte, los ángulos de intersección y la visibilidad. El diseño cuidadoso de estas características permite que el camino pueda ser utilizado de

manera segura y cómoda por los usuarios, además de contribuir al adecuado drenaje de agua de lluvia y a la reducción de riesgos de accidentes, (Gonzales et al., 2012).

3.2.2 Dimensiones de la variable y características geométricas

Diseño Geométrico Horizontal

Los diseños geométricos que se utilizan en direcciones planas o horizontales pueden incluir líneas rectas, curvas circulares y curvas variables que combinan líneas rectas con curvas circulares o que van de una curva circular a otra de diferente curvatura. Estos diseños permiten transiciones suaves", (Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2018)

Alineamiento Horizontal

Las rutas horizontales consisten en rutas rectas, rotondas y curvas con curvatura variable, que proporcionan. Un cambio fluido entre una ruta recta y una rotonda o viceversa, o entre dos rotondas de diferente curvatura. La alineación horizontal debe garantizar la seguridad y comodidad al circular a la velocidad de diseño, (República de Colombia, 2008).

3.2.3 Indicadores de la dimensión diseño geométrico horizontal

Velocidad de diseño

La velocidad de diseño es la velocidad máxima que se puede mantener para garantizar la seguridad y comodidad de los usuarios en un tramo de carretera. Al determinar la velocidad de diseño, la seguridad del tráfico debe ser una prioridad máxima. Por lo tanto, la velocidad vial de diseño debe ser talque el conductor no se sorprenda por los cambios de velocidad repentinos y repetidos y pueda conducir con seguridad, (Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2018).

"La velocidad de diseño se selecciona para conocer los elementos geométricos de la vía y es la velocidad máxima que se puede conservar con seguridad en ella, teniendo en

cuenta las condiciones de diseño existentes.”, (Republica dominicana secretaria de estado de obras publicas y comunicaciones, 1982).

Radio mínimo

Según el Ministerio de Transportes y Comunicaciones, (2018), el radio mínimo es el límite de curvatura para una velocidad determinada en función de la altura máxima y el coeficiente de fricción lateral máximo. El radio de curvatura más pequeño solo debe utilizarse en casos extremos donde no es posible utilizar un radio mayor, (República de Colombia, 2008).

“El radio de curvatura horizontal mínimo es el radio más pequeño que se puede utilizar a la circular a la velocidad prevista y la altura máxima con un nivel aceptable de seguridad y comodidad” (Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2018), Para este cálculo se utilizará la siguiente fórmula.

Figura 1

Formula del radio de curvatura horizontal mínimo

$$R_{min} = \frac{V^2}{127(P_{max} + f_{max})}$$

Nota: El radio mínimo de curvatura horizontal es el menor radio que permite un giro seguro y cómodo a la velocidad y altura previstas, según él (Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2018).

Dónde: Rmin: Radio Mínimo, V: velocidad de diseño, Pmax: Peralte máximo asociado a V (en tanto por uno), Fmax: Coeficiente de fricción transversal máximo asociado a V.

Longitud de tramo tangente

Las longitudes mínimas admisibles y máximas deseables de los tramos en tangente, en función a la velocidad de diseño a continuación se mostrará las relaciones siguientes:

Tabla 2

Longitud de tramo tangente

V (km/h)	L mín.s (m)	L mín.o (m)	L max (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: Las longitudes de tramos en tangente deben ajustarse a rangos mínimos y máximos según la velocidad de diseño, según el Ministerio de Transportes & Comunicaciones, (2018).

Distanciamiento de parada

Deacuerdo al Ministerio de Transportes & Comunicaciones, (2018) “La distancia menor máxima necesaria para que un medio de transporte que circula con su propia velocidad de diseño pueda detenerse antes de chocar con un cuerpo estacionario en su trayecto”.

Figura 2

Formula de la distancia de frenado

$$D_p = 0.278 * V * t_p + 0.039 * \frac{V^2}{a}$$

Nota: La distancia de frenado es la mínima distancia necesaria para detener un vehículo en movimiento antes de colisionar con un obstáculo, según el Ministerio de Transportes & Comunicaciones, (2018).

Dónde: Dp: Distancia de parada (m), V: Velocidad de diseño (km/h), tp: Tiempo de percepción+ reacción (s), a: deceleración en m/s2 (será función del coeficiente y de la pendiente longitudinal del tramo).

3.2.4 Diseño geométrico vertical

Un perfil o diseño geométrico colocado verticalmente y que se fundamenta en una serie de segmentos unidos por curvas verticales parabólicas tangentes a esos segmentos; en su incremento, la dirección de la pendiente se determina en función del aumento de kilometraje, los números positivos indican un aumento de altura y los números negativos indican una disminución de altura. La posición vertical permite que el vehículo circule continuamente y trate de mantener/ la misma velocidad de diseño durante el mayor tiempo posible, (Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2018).

Alineamiento vertical

El alineamiento vertical en el contexto del diseño geométrico transversal se refiere a la disposición y la geometría de la carretera o vía en términos de su perfil longitudinal. En otras palabras, se trata de cómo se ajusta la superficie de la carretera en relación con el terreno circundante en la dirección vertical. Este proceso implica determinar la pendiente y las curvas verticales necesarias para garantizar un viaje seguro y cómodo para los usuarios de la vía. El alineamiento vertical en el diseño geométrico transversal se preocupa por aspectos como las crestas, las depresiones, las curvas de cambio de grado y cualquier otra característica que afecte la elevación de la carretera a lo largo de su longitud. Un alineamiento vertical bien planificado es fundamental para optimizar la seguridad, la eficiencia y la comodidad del tráfico en la carretera (Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2018).

Pendiente máxima

La pendiente máxima se refiere a la mayor inclinación que puede presentar una vía o carretera en un tramo específico.

Según el Ministerio de Transportes & Comunicaciones, (2018) es práctico considerar la pendiente máxima determinada por los requerimientos y el terreno, sin embargo, pueden presentarse los siguientes casos especiales:

- ✓ A una altitud superior a 3000 metros, en terreno accidentado o escarpado, el valor máximo se reducirá en un 1%.
- ✓ En las autopistas, las pendientes deben superar el máximo especificado del 2%.

Pendiente mínima

Según el Ministerio de Transportes & Comunicaciones, (2018) se recomienda una pendiente de al menos 0,5% para asegurar el drenaje de aguas superficiales en toda la superficie de la sección de vía. Pueden darse las siguientes circunstancias especiales:

- Excepcionalmente se podrán utilizar zonas con pendiente de hasta 0,2% si el caudal de bombeo de la vía es del 2% y no existen presas y/o zanjas.
- Si el bombeo es del 2,5%, se puede utilizar como excepción una pendiente igual a cero.
- Si hay berma, la pendiente mínima ideal sería del 0,5%, salvo una pendiente mínima del 0,35%.
- En áreas de transición con voladizo, donde la pendiente transversal está compensada, la pendiente mínima debe ser de 0,5%.

Longitud de curva convexa

Es la medida tomada sobre el eje central de la vía que abarca toda la extensión de la curva horizontal desde su inicio hasta su final (Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2018).

Según el Ministerio de Transportes & Comunicaciones, (2018) “La longitud de la curva vertical está determinada por la siguiente fórmula, por lo que empezamos a conocer el parámetro de visibilidad de la parada (Dp) cuando Dp < L”.

Figura 3

Formula de la longitud de la curva vertical

$$L = \frac{A * D_p^2}{100(\sqrt{2h_1} + \sqrt{2h_2})^2}$$

Nota: La visibilidad de parada se analiza en función de la longitud de la curva vertical, especialmente cuando la distancia de parada (Dp) es menor que dicha longitud.

Longitud de curva cóncava

Corresponde al tramo del eje de la vía que abarca toda la extensión de una curva vertical cóncava, la cual une dos pendientes en descenso continuo final (Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2018).

Cuando Dp>L

Figura 4

Formula de la longitud de curva cóncava

$$L = 2D_p - \frac{200(\sqrt{2h_1} + \sqrt{2h_2})^2}{A}$$

Nota: Fórmula para calcular la longitud (L) de una curva vertical cóncava en un tramo con pendientes descendentes según el Ministerio de Transportes & Comunicaciones, (2018).

Dónde: L: longitud de la curva vertical (m), Dp: Distancia de visibilidad de parada (m), A: Diferencia algebraica de pendientes (%), h1: Altura del ojo sobre la rasante (m), h2: Altura del objeto sobre la rasante (m).

La longitud de una curva vertical cóncava se determina mediante la siguiente fórmula:

Cuando: D<L

Caso 1

Figura 5

Formula de la longitud de curva cóncava

$$L = \frac{A * D^2}{120 + 3.5 * D}$$

Nota: Fórmula para el tramo del eje vial que abarca una curva vertical cóncava.

Cuando: D>L según el Ministerio de Transportes & Comunicaciones, (2018).

Caso 2

Figura 6

Formula de la longitud de curva cóncava

$$L = 2 * D - \left(\frac{120 + 3.5 * D}{A}\right)$$

Nota: Fórmula que calcula la longitud (L) de una curva vertical cóncava considerando el alcance visual limitado por los faros del vehículo según el Ministerio de Transportes & Comunicaciones, (2018).

dónde: D: distancia entre el vehículo y el punto de intersección de la línea de faros con el suelo en un ángulo de 1º. (Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2018).

3.2.5 Diseño geométrico transversal

Según el Ministerio de Transportes & Comunicaciones, (2018) "El diseño geométrico de la sección transversal comprende los parámetros de la vía en la dirección de la sección vertical, que es perpendicular a la alineación horizontal, lo que permite determinar la posición y magnitud de los parámetros y su relación con puntos de correspondencia topográfica para cada sección.

"La sección transversal de un camino corresponde a la sección vertical perpendicular al eje horizontal del trazado, que determina la posición, tamaño y relación de cada elemento del camino con el terreno natural en cualquier punto, (Agudelo, 2002).

Ancho de calzada

"El ancho de las carreteras se delimitarán en función de la cantidad de servicio requerida al final del tiempo de diseño. Debido a ello, el ancho de la calzada y la cantidad de carriles se determinarán utilizando el análisis de la capacidad y el nivel de servicio", (Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2018).

Sobre anchos

"Para compensar el mayor espacio que necesita un vehículo en un tramo curvo, se puede ampliar la anchura de la superficie de rodadura de la carretera", (Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2018).

En algunos casos, es necesario añadir más anchura a la carretera en las curvas para evitar que los vehículos se despisten en la vía. La cantidad de anchura extra necesaria depende de las condiciones de la carretera y de la propia curva, (Agudelo Ospina, 2002).

Berma

La berma es una banda longitudinal paralela y adyacente a la superficie de la calzada o carretera que actúa como límite y zona de seguridad para el estacionamiento de vehículos

en caso de emergencia, debe tener el mismo nivel y pendiente que la acera o calzada y estar hecha de materiales similares a la superficie de la calzada, según lo determine la evaluación técnica y económica del proyecto. Además, las bermas mejoran las condiciones y la seguridad del tráfico; por ello, cumplen otras funciones dependiendo de su anchura, tales como protección de la superficie y del suelo, frenado intermitente y actuar como área segura para maniobras de emergencia en caso de que un vehículo se desvíe de la calzada, (Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2018).

3.2.6 Transitabilidad

La transitabilidad se refiere a la capacidad de un camino o vía de permitir el tránsito o movimiento de personas, vehículos u otros objetos sin restricciones significativas. La transitabilidad es una medida importante de la calidad de las infraestructuras de transporte, y es esencial para la conectividad de las comunidades, la movilidad de las personas y la economía en general, (Agudelo, 2002).

La transitabilidad es especialmente importante en áreas rurales o remotas, donde la conectividad es esencial para el acceso a servicios y oportunidades. En estas áreas, la falta de transitabilidad puede tener graves consecuencias económicas y sociales, como la reducción del turismo y la inversión, el aumento del costo de transporte y la dificultad para acceder a los servicios como salud y educación, (Agudelo, 2002).

La mejora de la transitabilidad requiere una inversión significativa en infraestructuras de transporte, incluyendo carreteras, puentes y vías ferroviarias. También puede requerir el uso de técnicas de construcción innovadora y sostenible, como la construcción de carreteras con materiales reciclados o la construcción de puentes con estructuras de acero de alta resistencia, (Agudelo, 2002).

En resumen, la transitabilidad es una medida importante de la calidad y fiabilidad de las infraestructuras de transporte, que afecta la movilidad y conectividad de las comunidades y la economía en general. La mejora de la transitabilidad requiere una inversión significativa en infraestructuras de transporte y el uso de técnicas de construcción innovadora y sostenible, (Agudelo, 2002).

3.2.7 Dimensiones de la variable transitabilidad

Condiciones de la superficie de rodadura

Las condiciones de la superficie de rodadura se refieren a las características físicas y químicas de la superficie de una carretera o vía por la que circulan vehículos. Esto incluye la textura, la rugosidad, la limpieza, la adherencia y la presencia de agua, hielo, nieve u otros elementos que puedan afectar la seguridad y el desempeño de los vehículos. (MTC ,2018).

a) Deformaciones

Los hundimientos puntuales vinculados a la reducción de la capacidad portante de la subrasante, el deterioro superficial en las huellas del tráfico y la deformación tanto de la capa de grava como de la subrasante. (MTC, 2018).

Niveles de gravedad

1: Huellas/hundimientos sensibles al usuario, pero < 5 cm

2: Huellas/hundimientos entre 5 cm y 10 cm

3: Huellas/hundimientos >= 10 cm

b) Erosión

Incluye los surcos formados por la erosión debido al escurrimiento del agua, los cuales se extienden casi en paralelo al eje de la carretera. La severidad de estos surcos

depende tanto de la intensidad del flujo de agua como del tipo de suelo. (índice de plasticidad y granulometría). (MTC, 2018).

Niveles de gravedad

1: Sensible al usuario, pero profundidad < 5 cm

2: Profundidad entre 5 cm y 10 cm

3: Profundidad >= 10 cm.

c) Baches (huecos)

Los baches (huecos) resultan de aguas estancadas en la superficie de la carretera. El tráfico favorece su desarrollo. Generalmente estorban a los vehículos cuando su tamaño alcanza el orden de 0.20 m. Su calificación estará de acuerdo con el tipo de medidas correctivas requeridas (MTC, 2018).

Niveles de gravedad

1: Pueden repararse por mantenimiento rutinario

2: Necesita una capa de material adicional

3: Necesita una reconstrucción

d) Encalaminado

Ondulaciones en la superficie, resultado de las vibraciones emitidas por los vehículos sobre los agregados de material granular. (MTC, 2018).

Niveles de gravedad

1: Sensible al usuario, pero profundidad < 5 cm

2: Profundidad entre 5 cm y 10 cm

3: Profundidad >= 10 cm

e) Lodazal y cruce de Agua

Las épocas de lluvia, el suelo fino es menos transitable. En épocas secas, la falta de mantenimiento adecuado puede provocar deformaciones en la capa de rodadura, dificultando el tránsito de los vehículos. (MTC, 2018).

Tabla 3

Gravedad de lodazal y cruce de agua

Código de deterioro	Deterioros/ fallas	Gravedad
1	Deformación	1: Huellas/hundimientos sensibles al usuario, pero > 5cm 2: Huellas/hundimientos entre 5 y 10 cm 3: Huellas/hundimientos >= 10 cm
2	Erosión	1: Sensible al usuario, pero profundidad < 5 cm 2: Profundidad entre 5 cm y 10 cm 3: Profundidad >= 10 cm
3	Baches (Huecos)	1: Pueden repararse por conservación rutinaria 2: Se necesita una capa de material adicional 3: Se necesita una reconstrucción
4	Encalaminado	1: Sensible al usuario, pero profundidad < 5 cm 2: Profundidad entre 5 cm y 10 cm 3: Profundidad >= 10 cm
5 y 6	Lodazal y cruce de agua	1: Transitabilidad baja o intransatibilidad en épocas de lluvia No se definen niveles de gravedad

Nota: lodazales y cruces de agua tienen una única gravedad asociada, relacionada con la baja o nula transitabilidad en época de lluvias, por el Manual de Carreteras: Mantenimiento y Conservación, (2018).

3.2.8 Señalización

La señalización se refiere al conjunto de señales o símbolos diseñados para dirigir, advertir, o facilitar la circulación de información en diversos contextos, como el tráfico de vehículos. Esencialmente, implica la acción y efecto de señalizar, es decir, de establecer medios visuales, auditivos o táctiles que permiten comunicar mensajes específicos para controlar comportamientos, guiar acciones o advertir sobre peligros. (Arce, 1993).

Visibilidad de las señales

La visibilidad de las señales de tránsito vial se refiere a la capacidad de estas señales de ser fácilmente percibidas y comprendidas por los usuarios de la vía, ya sean conductores, ciclistas o peatones, bajo diversas condiciones ambientales y de iluminación. Esta característica es esencial para garantizar la seguridad vial, ya que una señalización adecuadamente visible ayuda a orientar, informar, y regular el comportamiento de los usuarios en las calles, carreteras, y otros espacios de tránsito.

La efectividad de las señales de tránsito en prevenir accidentes y en facilitar el flujo del tráfico se basa significativamente en su visibilidad. (Arce, 1993)

Ubicación de las señales

La ubicación de las señales de tránsito vial se refiere al posicionamiento estratégico de señales y dispositivos físicos en las vías públicas, diseñado para comunicar reglamentaciones, advertencias, y orientaciones a los usuarios de la vía, ya sean conductores, peatones, o ciclistas. Esta ubicación es crucial para la efectividad de la señalización, ya que debe asegurar máxima visibilidad y anticipación para los usuarios, permitiéndoles tiempo suficiente para reaccionar adecuadamente.

El objetivo es promover una circulación segura y eficiente, minimizando riesgos de accidentes y mejorando la fluidez del tráfico. Buscando optimizar su impacto en la conducta de los usuarios de la vía. (Arce, 1993).

3.2.9 Teorías enfocadas a la investigación

Índice medio diario anual (IMDA)

Constituye el valor medio aritmético de los volúmenes diarios de tránsito vehicular registrados durante la totalidad del año calendario en una sección específica de la vía, ya sea como dato proyectado o medido. Este indicador permite cuantificar la magnitud del flujo vehicular en dicha sección, sirviendo como insumo fundamental para análisis de jerarquización vial y estudios de factibilidad económica, (Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2018).

Carretera y camino

(Crespo, 1979), algunas personas llaman caminos a las carreteras rurales, mientras que las carreteras deben su nombre a las carreteras con características modernas diseñadas para manejar grandes volúmenes de tráfico.

Un camino o vía que se construye para que los vehículos logren circular de forma más segura y cómoda, tomando en cuenta factores como la alineación, el ancho y la pendiente. (Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2018).

Una carretera es una ruta destinada para el transporte motorizado que tiene una sección transversal y una superficie de calzada diseñadas de acuerdo con las normas técnicas aplicables del Ministerio de Transporte. Su diseño incluye elementos como la pendiente transversal y longitudinal, y debe tener al menos dos carriles para el tráfico vehicular, (Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2018).

Derecho de vía o faja de dominio

"De acuerdo con la definición de las características geométricas y clases del camino intervenido, se definirán zonas denominadas de meteorización, donde se encontrarán áreas para caminos, servicios, obras de apoyo, futuras obras de mejoramiento o ampliar la zona segura para realizar actividades de higiene física legales equivalentes", (Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2018).

Agudelo, (2002) "Se aplica a las áreas utilizadas para la construcción, la ampliación de carreteras, el mantenimiento, los servicios públicos, los servicios de seguridad y el paisajismo".

3.2.10 Clasificación de carreteras en el Perú

Autopistas de primera clase

Las carreteras de alta capacidad de tráfico son aquellas que tienen un volumen promedio diario anual de más de 6.000 vehículos. Estas carreteras suelen tener una separación central de al menos 6 metros de ancho y carriles de al menos 3,60 metros de ancho para permitir un flujo de tráfico continuo. El acceso a estas carreteras está controlado y no se permiten cruces peatonales o ferroviarios. En áreas urbanas, se pueden instalar puentes peatonales. Las superficies de rodadura de estas carreteras deben estar asfaltadas. (Ministerio de Transporte, 2018).

Autopistas de segunda clase

Carreteras que cuenta con un IMDA entre 60 00 y 4 001 veh/día, de calzadas fraccionadas por un separador central que puede variar desde 6.00 m a 1.00 m, en cuyo caso se colocara un sistema de contención vehicular; cada calzada debe tener dos o más carriles de 3.60 metros de ancho mínimo, con el control parcial de accesos que proporcionan flujos

de ingresos y salidas vehiculares continuos; pueden contar con cruces o pasos vehiculares a nivel y puentes peatonales en las zonas urbanas, (Ministerio de Transporte, 2018).

Carreteras de primera clase

Carreteras que cuenta con un IMDA entre 4 000 y 2 001 veh/día, que cuenta con una calzada de 2 carriles de 3.60 metros de ancho mínimo. Puede contar con cruces o pasos vehiculares a nivel y en las zonas urbanas se recomienda el uso de puentes peatonales o en su defecto con dispositivos para la seguridad vial, que nos permitan velocidades de operación, con mayoría confort y seguridad, (Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2018).

Carreteras de segunda clase

Carreteras que cuenta con un IMDA entre 2 000 y 400 veh/día, que cuenta con una calzada de 2 carriles de 3.30 metros de ancho mínimo. Puede contar con cruces o pasos vehiculares a nivel y en las zonas urbanas se recomienda el uso de puentes peatonales o en su defecto con dispositivos para la seguridad vial, con mayor seguridad y que nos permitan velocidades de operación, (Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2018).

Carreteras de tercera clase

Carreteras que cuenta con un IMDA menor a 400 veh/día, que cuenta con calzada de 2 carriles de 3.00 metros de ancho mínimo. Estas vías podrán tener carriles hasta de 2.50 metros de manera excepcional, teniendo en cuenta el sustento técnico correspondiente. Estos caminos se pueden utilizar con las llamadas soluciones básicas o económicas, consistentes en la aplicación de estabilizadores de suelos, emulsiones asfálticas y/o micro pavimentos; o en afirmado, en la superficie de rodadura, (Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2018).

Trochas carrozables

Se caracteriza por un tráfico vial con una geometría vial no lograda, y la mayoría de estas carreteras tienen un IMDA por debajo de 200 por día. Sus vías tienen un anchoo mínimo de 4.00 metros, en cuyo caso se construirán áreas ensanchadas denominadas/ intersecciones por lo menos cada 500 metros. Las superficies de las carreteras pueden ser pavimentadas o sin pavimentar, (Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2018).

3.2.11 Clasificación por orografía

Terreno plano (tipo 1)

Se caracteriza por pendientes transversales hacia el eje de la vía, menores o iguales al 10% Su pendiente longitudinal suele ser inferior al 3 por ciento (3%), se requiere/ un movimiento mínimo del suelo, por lo que el arreglo no causa mucha dificultad, (Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2018).

Terreno ondulado (tipo 2)

Se caracteriza por presentar pendientes transversales hacia el eje de la vía entre 11% y 50% y sus pendientes longitudinales se encuentran entre 3% y 6 %, se requiere un movimiento moderado de tierra, lo que permite ajustar líneas rectas, intercaladas con curvas de amplio radio, sin mayores problemas de contorneado, (Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2018).

Terreno accidentado (tipo 3)

Según el Ministerio de Transportes & Comunicaciones, (2018) en este tipo de suelo, la pendiente transversal del eje de la carretera está entre el 11% y el 50%, y su pendiente longitudinal suele estar entre el 3% y el 6%, lo que requiere movimientos de suelo

conservadores que aseguren una alineación recta., cambiando curvas con un amplio radio sin mucha dificultad en el trazo.

Terreno escarpado (tipo 4)

Presentan pendientes transversales al eje de la vía superiores al 100% y su pendiente longitudinal excepcional más alta que 8%, requiere el mayor movimiento de suelo, por lo que presenta grandes dificultades de trazado.

Vehículos de diseño.

Según el Ministerio de Transportes & Comunicaciones, (2018), “El diseño geométrico de la calzada se hará en función del tipo, tamaño, peso y demás parámetros del vehículo contenidos en la normativa vehicular estatal vigente”. (p.24).

“Los vehículos como participantes del tráfico se estudian tanto en relación con sus condiciones de conducción, que determinarán quién necesita ajustar el rumbo y los tramos de la vía, como su comportamiento en la calzada, que ayudará a determinar sus características de resistencia, (Escario, 1943).

Según el Ministerio de Transportes & Comunicaciones, (2018), “Como elemento educativo para los usuarios de la vía, el vehículo determinará qué instalaciones y tramos de vía son adecuados, las condiciones de conducción dual y su comportamiento en la calzada ayudarán a determinar sus características de resistencia. (p.24).

Clasificación por tipo de vehículo

Según el Ministerio de Transportes & Comunicaciones, (2018), "Muestra el porcentaje de ocurrencia de diferentes tipos de vehículos IMDA para los cuales se brinda orientación en las regulaciones nacionales de vehículos". (p.92).

3.3.Definición de términos

Características geométricas. Las características geométricas de un camino vecinal se refieren a los elementos físicos y dimensionales que definen su forma, diseño y disposición, (Gonzales et al., 2012).

Transitabilidad. La transitabilidad se refiere a la capacidad de un camino o vía de permitir el tránsito o movimiento de personas, vehículos u otros objetos sin restricciones significativas, (Agudelo, 2002).

Índice medio diario anual. El volumen diario medio de tráfico es el promedio del tráfico diario en un tramo determinado de carretera durante todo el año. Conocer este dato nos da una idea cuantitativa de la carga que soporta esa sección de carretera y nos permite evaluar su viabilidad económica, (Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2018).

Peralte. El cociente entre la diferencia de cotas y la distancia entre ellas definida como pendiente de una carretera en los tramos curvos está diseñada para que fuerza centrífuga del vehículo contrarreste la inercia del mismo.", (Correa, 2017).

Alineamiento horizontal. Las rutas horizontales consisten en rutas rectas, rotondas y curvas con curvatura variable, que proporcionan. Un cambio fluido entre una ruta recta y una rotonda o viceversa, o entre dos rotondas de diferente curvatura. La alineación horizontal debe garantizar la seguridad y comodidad al circular a la velocidad de diseño, (República de Colombia, 2008).

Distancia de parada. (Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2018), "La distancia menor máxima necesaria para que un medio de transporte que circula con su propia velocidad de diseño pueda detenerse antes de chocar con un cuerpo estacionario en su trayecto". La distancia de frenado en una carretera mojada.

Curvas circulares. (Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2018),” Una curva horizontal circular/ simple es un arco radial de proyección horizontal que une dos tangentes consecutivas para formar una curva sólida o maciza. (p.127).

Pendiente máxima. (Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2018), es práctico considerar la pendiente máxima determinada por los requerimientos y el terreno, sin embargo.

Pendiente mínima. (Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2018), se recomienda una pendiente de al menos 0,5% para asegurar el drenaje de aguas superficiales en toda la superficie de la sección de vía.

Sobreanchos. Para compensar el mayor espacio que necesita un vehículo en un tramo curvo, se puede ampliar la anchura de la superficie de rodadura de la carretera, (Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2018).

Tramos en tangente. (Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2018), "La longitud mínima permitida y máxima deseada de los segmentos tangentes depende de la velocidad de diseño". (p.127).

Diseño geométrico vertical. un perfil o diseño geométrico colocado verticalmente y que se fundamenta en una serie de segmentos unidos por curvas verticales parabólicas tangentes a esos segmentos; en su incremento, la dirección de la pendiente se determina en función del aumento de kilometraje, los números positivos indican un aumento de altura y los números negativos indican una disminución de altura. (Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2018).

IV. Metodología

4.1.Tipo y Nivel de investigación

- Tipo

Según Arias, (2012) “la generación de un conocimiento nuevo que puede tener como objetivo ampliar los fundamentos teóricos de una ciencia en particular, esto se puede referir a investigaciones de naturaleza básica”.

Los resultados de esta tesis suman conocimiento del estado actual del camino vecinal Chuquibambilla-Ccotro según el Manual de Carreteras Mantenimiento y Conservación vial 2018 y de las características geométricas que cuenta el camino vecinal Chuquibambilla-Ccotro según la DG-2018, para así generar propuestas nuevas para el mejoramiento de esta vía.

- Nivel de investigación

El nivel de la tesis será descriptivo, ya que la evaluación de las características geométricas y el estado de transitabilidad del camino vecinal Chuquibambilla-Ccotro en Grau, permite obtener una comprensión detallada y sistemática de su situación actual, proporcionando una base sólida para futuras investigaciones y acciones de mejora, (Tamayo, 2018)

4.2.Ámbito temporal y espacial

- Temporal

Se llevó a cabo la evaluación en los meses de febrero y marzo del año 2024 con una evaluación detallada de las características geométricas del camino directamente en el terreno. Este estudio incluirá la recogida de datos a través de técnicas topográficas a lo largo de toda la extensión de la ruta objeto de estudio. Se espera que los hallazgos de esta evaluación sean divulgados y puestos a disposición de la comunidad relevante a lo largo del 2024.

- Espacial

Se llevó a cabo en el área de influencia de la comunidad campesina de Ccotro, ubicada en las coordenadas geográficas X-743798.3849, Y-8440113.981, Z-Altitud-3619msnm, en el tramo que abarca desde el kilómetro 0 hasta el kilómetro 4+116 del camino vecinal Chuquibambilla-Ccotro, el cual forma parte del distrito de Chuquibambilla, en la provincia de Grau.

4.3.Población y muestreo

- Población

La población a estudiar son todas aquellas vías descritas como caminos vecinales y que según el SINAC existen 12036 caminos vecinales al cierre del 2022, que se ubican en el interior del país y tienen características de trochas carrozables y que poseen un bajo volumen de tránsito.

- Muestreo

Para determinar la muestra se realizará un muestreo "Cuando hablamos de las técnicas estadísticas de muestreo se refieren a cómo seleccionar un grupo de individuos representativo de una población completa, de forma que la información obtenida de la muestra nos permita deducir las propiedades o características de la población entera, dando como resultado errores medibles y definibles." (Antuna, 2015)**.**

El cual fue no probabilístico, intencionado. Es fundamental comprender que la elección de una muestra no probabilística responde a criterios específicos establecidos por los objetivos y el enfoque temático de la tesis, con el propósito de obtener resultados más precisos y pertinentes para la investigación, por tanto, se elegirá de forma directa el tramo de 4+116 km del camino vecinal Chuquibambilla-Ccotro.

"El muestreo no probabilístico es un procedimiento de recolección dirigida. Debido a las especificidades del estudio y no a los principios de generalización estadística".

4.4.Instrumentos

En el marco de este tema, se señala que el investigador recurre al uso de un instrumento físico como medio para la recolección de datos vinculados a la variable en estudio. A fin de asegurar la validez y precisión de los resultados obtenidos, dichos instrumentos deben contar con criterios de confiabilidad y autenticidad. (Ñaupas et al., 2014)

Para el desarrollo de la presente investigación, se emplearon los siguientes instrumentos destinados a la recopilación de datos:

- Norma DG-2018 (Manual de Carretera: Diseño Geométrico).
- Manual de Carreteras Mantenimiento y Conservación vial 2018
- Levantamiento topográfico mediante GPS diferencial y dron.
- Software AutoCAD Civil 3D.
- Nivel de mano y wincha

Por lo cual, haciendo empleo de los instrumentos indicados, se procederá de la siguiente manera:

- Se procederá a realizar la visita al camino vecinal AP-840: Chuquibambilla-Ccotro, donde se desarrollará el levantamiento topográfico mediante GPS diferencial y dron; se posicionará a los lados de la carretera y en el eje; del mismo modo se empleará un dron para hacer un barrido de la superficie. Teniendo como resultado la obtención de la data topográfica georreferenciada de error no mayor a 0.002m. Para determinar el estado de transitabilidad se utilizó wincha y nivel de mano para medir las deformaciones y también se empleó la auscultación para le verificación visual del estado de la carretera vecinal.

- Se dará un tratamiento de data mediante software, para así conseguir y tener mayor precisión a la hora de evaluar los elementos geométricos. Los datos obtenidos para determinar el estado de transitabilidad serán verificados con el manual de conservación vial 2018.
- Mediante el software Civil 3D nos apoyaremos para determinar las características geométricas y con la norma DG-2018 realizaremos las comparativas en cuadros, determinándose el cumplimiento de las mismas, de igual manera los datos filtrados del estado de transitabilidad serán colocados en cuadros para así, de esa manera determinar el puntaje (bueno, regular y malo) del camino vecinal.

4.5.Procedimiento

El procesamiento estadístico de los datos se llevó a cabo utilizando el software Microsoft Excel, mediante el cual se organizaron los datos en tablas y representaciones gráficas, facilitando así un análisis adecuado y estructurado de la información.

4.6.Análisis de datos

El desarrollo del aplicativo se basó en la revisión bibliográfica y en el análisis del Sistema de Información correspondiente - Diseño Geométrico de Carreteras según la Norma DG-2018 y Manual de Carreteras Mantenimiento y Conservación Vial 2018. El análisis realizado permitió la clasificación e interpretación de los datos.

4.7.Consideraciones éticas

La sociedad actual se exige cada vez más a los ciudadanos que asuman responsabilidad y compromiso moral en sus actos. El campo de la ética se expande cada día y cubre una amplia variedad de industrias. Por tanto, no es de extrañar que la cuestión del condicionamiento moral de los investigadores se aplique también a los resultados de sus

investigaciones en una de las principales actividades que se desarrollan en la sociedad, como es la investigación científica y humanística de las universidades.

Un investigador debe ser honesto y veraz al presentar todos los datos, métodos y resultados que considere importantes para respaldar la publicación. Pueden estar exentos de esta obligación sólo por razones éticas o legales, en cuyo caso deberán explicarlo de manera clara en la publicación.

Promover la reflexión sobre cuestiones éticas, crear espacios atractivos de divulgación pública y realizar actividades de formación en ética de la investigación dentro de la comunidad universitaria.

Las consideraciones y consentimiento de la población aledaña a terrenos colindantes a la vía a investigar serán de gran importancia para llevar a cabo este estudio, el objetivo de dicha investigación será la determinación del estado de trasitabilidad que influye en la funcionalidad de la vía y esta será informada. La recolección de información tomada in situ se manejará de manera responsable y con la veracidad que corresponde a una investigación.

V. Resultados y discusión

- Resultados

Transitabilidad

- **Determinación de la condición de la vía**

Paso 1: identificación de deterioros o fallas, código del deterioro y nivel de gravedad.

Tabla 4

Identificación según tipo de deterioro

Progresiva		Longitud (m)	Ancho de vía (m)	Tipo de Deterioro	Código del Tipo de Deterioro	Nivel de Gravedad
Desde	**Hasta**					
0+000	0+050	50		Baches (Huecos)	3	1
0+050	0+100	50		Baches (Huecos)	3	2
0+100	0+150	50		Erosión	2	2
0+150	0+200	50		Erosión	2	1
0+200	0+250	50		Baches (Huecos)	3	1
0+250	0+300	50		Deformación	1	1
0+300	0+350	50		Erosión	2	2
0+350	0+400	50		Erosión	2	1
0+400	0+450	50		Lodazal	5	1
0+450	0+500	50		Baches (Huecos)	3	1

Nota: el tramo evaluado presenta principalmente baches y erosión con niveles de gravedad bajos a moderados, además de un sector afectado por lodazal que compromete la transitabilidad, Elaboración propia.

En la Tabla Nº 4 se observa el tipo de deterioro identificado como baches, erosión y por deformación y su correspondiente nivel de gravedad a cada 50 m del camino vecinal Chuquibambilla-Ccotro.

Paso 2: cálculo de área deteriorada, en el caso de Baches (huecos) se coloca la cantidad de huecos encontrados en la densidad.

Tabla 5

Cálculo de áreas deterioradas

Tipo de Deterioro	Código del Tipo de Deterioro	Nivel de Gravedad	Clase de Densidad	Ancho del Deterioro(m)	Longitud del Deterioro(m)	Área Deteriorada (m)
Baches (Huecos)	3	1	7		50	0
Baches (Huecos)	3	2	5		50	0
Erosión	2	2		5.3	50	265
Erosión	2	1		5.4	50	270
Baches (Huecos)	3	1		3.6	50	180
Deformación	1	1		4.1	50	205
Erosión	2	2		4.9	50	245
Erosión	2	1		2.5	50	125
Lodazal	5	1	1		50	0
Baches (Huecos)	3	1	5		50	0

Nota: *En la **Tabla Nº5** se observa el cálculo de área deteriorada del tramo del camino vecinal Chuquibambilla-Ccotro, en el caso de Baches (huecos) se coloca la cantidad de huecos, elaboración propia.*

Tabla 6

Sumatoria de áreas deterioradas

Código del Tipo de Deterioro	Tipo de Deterioro	Nivel de Gravedad	Ancho del Deterioro (m)	Área Deteriorada (m)
1	Deformación	1	4	205
		2	4	0
		3	4	0
2	Erosión	1	4	395
		2	4	510
		3	4	0
3	Baches (Huecos)	1	4	12
		2	4	5
		3	4	0
4	Encalamiento	1	4	0
		2	4	0
		3	4	0
5	Lodazal	1	4	1
6	Cruce de Agua	1	4	0

*Nota: En la **Tabla Nº 6** se observa el cálculo de la sumatoria de las áreas deterioradas de un tramo del camino vecinal Chuquibambilla-Ccotro, elaboración propia.*

Tabla 7

Sumatoria de áreas deterioradas encontrados por tipo de deterioro y su nivel de gravedad

Código del Tipo de Deterioro	Tipo de Deterioro	Gravedad (G)	Área Deteriorada (m)	Ancho de la Sección Evaluada(m)	Tramo Analizado (500m)	Área de sección Evaluada (m2)	Porcentaje de Extensión del Deterioro (%)	(Área Deteriorada) X (Porcentaje de Extensión del Deterioro)	Extensión Promedio Ponderado Epp (%)
1	Deformación	1. Huellas/Hundimientos sensibles al usuario, pero < 5 cm	205	4	500	2000	10.25	2101.25	10.25
		2. Huellas/hundimientos entre 5 cm y 10 cm	0	4	500	2000	0	0	
		3. Huellas/hundimientos >= 10 cm	0	4	500	2000	0	0	
2	Erosión	1: Sensible al usuario, pero profundidad < 5 cm	395	4	500	2000	19.75	7801.25	22.99
		2: Profundidad entre 5 cm y 10 cm	510	4	500	2000	25.5	13005	
		3: Profundidad >= 10 cm	0	4	500	2000	0	0	
3	Baches (Huecos)	1: Pueden repararse por conservación rutinaria	12						17.00
		2: Se necesita una capa de material adicional	5						
		3: Se necesita una reconstrucción	0						
4	Enacalamiento	1: Sensible al usuario, pero profundidad < 5 cm	0	4	500	2000	0	0	0.00
		2: Profundidad entre 5 cm y 10 cm	0	4	500	2000	0	0	
		3: Profundidad >= 10 cm	0	4	500	2000	0	0	
5	Lodazal	1: Transitabilidad baja o intransitabilidad en épocas de lluvia No se definen niveles de gravedad	1	4	500	2000	0.05	0.05	1.00
6	Cruce de Agua	1: Transitabilidad baja o intransitabilidad en épocas de lluvia No se definen niveles de gravedad	0	4	500	2000	0	0	0.00

Nota: *en la Tabla Nº7 se observa sumatoria de áreas deterioradas según el tipo y su nivel de un tramo del camino vecinal Chuquibambilla-Ccotro.*

Tabla 8

Cálculo de puntaje de condición superficial de una vía

Tipo de Deterioro	Extensión Promedio Ponderado Epp (%)	Puntaje de Condición Según Extensión de Cada Tipo de Deterioro o Falla				Puntaje de Condición Resultante por cada Tipo de Deterioro/Falla
		0: Sin Deterioro o Sin Fallas	1: Leve EPp = Menor a 10%	2. Moderado EPp = entre 10% y 30%	3. Severo EPp = mayor a 30%	
Deformación	10.25	0	>0 y <20	>=20 y <100	100	25
Erosión	22.99	0	>0 y <20	>=20 y <100	100	80
		0: Sin Deterioro ó Sin Fallas	1: Leve EPp = Menor a 10 baches	2. Moderado EPp = entre 10 y 20	3. Severo EPp = mayor a 20	
Baches (Huecos)	17.00	0	>0 y <20	>=20 y <100	100	80
Enacalamiento	0	0	>0 y <20	>=20 y <100	100	
Lodazal	0.05	0	>0 y <10	>=10 y <50	50	2
Cruce de Agua	0.00	0	>0 y <10	>=10 y <50	50	
					sumatoria=	187

Nota: *en la **Tabla Nº8** se observan sumatoria de deterioros encontrados por tipo de deterioro y el cálculo de puntaje de condición del camino vecinal Chuquibambilla-Ccotro, elaboración propia.*

Paso 7:

Calificación de condición de vía.

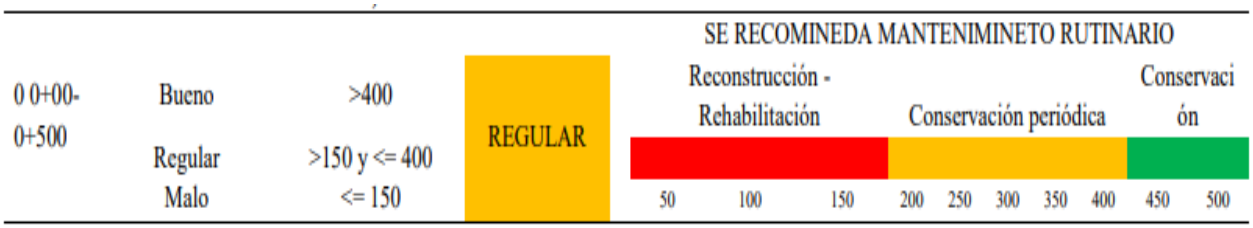
- Condición = 500 − ∑ (Puntaje de condición).

Condición = 500 – 187= 313

Usando la tabla que nos brinda la norma, podemos determinar la condición de la muestra.

Figura 7

Escala de calificación superficial de una vía según el manual de conservación vial-2018



Nota: la vía evaluada tiene una condición de 313, clasificada como regular según el Manual de Conservación Vial (2018). Se recomienda realizar mantenimiento rutinario para conservar su estado.

Paso 8: propuesta de solución

Según el Manual de carreteras mantenimiento o conservación vial 2018, puedo determinar.

- Tramo 1 – Condición= 313 (Regular) Se Recomienda Conservación Periódica
- Tramo 2 – Condición= 273 (Regular) Se Recomienda Conservación Periódica
- Tramo 3 – Condición= 274 (Regular) Se Recomienda Conservación Periódica
- Tramo 4 – Condición= 375 (Regular) Se Recomienda Conservación Periódica
- Tramo 5 – Condición= 358 (Regular) Se Recomienda Conservación Periódica
- Tramo 6 – Condición= 375 (Regular) Se Recomienda Conservación Periódica

- Tramo 7 – Condición= 320 (Regular) Se Recomienda Conservación Periódica
- Tramo 8 – Condición= 320 (Regular) Se Recomienda Conservación Periódica
- Tramo 9 – Condición= 302 (Regular) Se Recomienda Conservación Periódica

Condición promedio = 323 (Regular) Se Recomienda Conservación Periódica

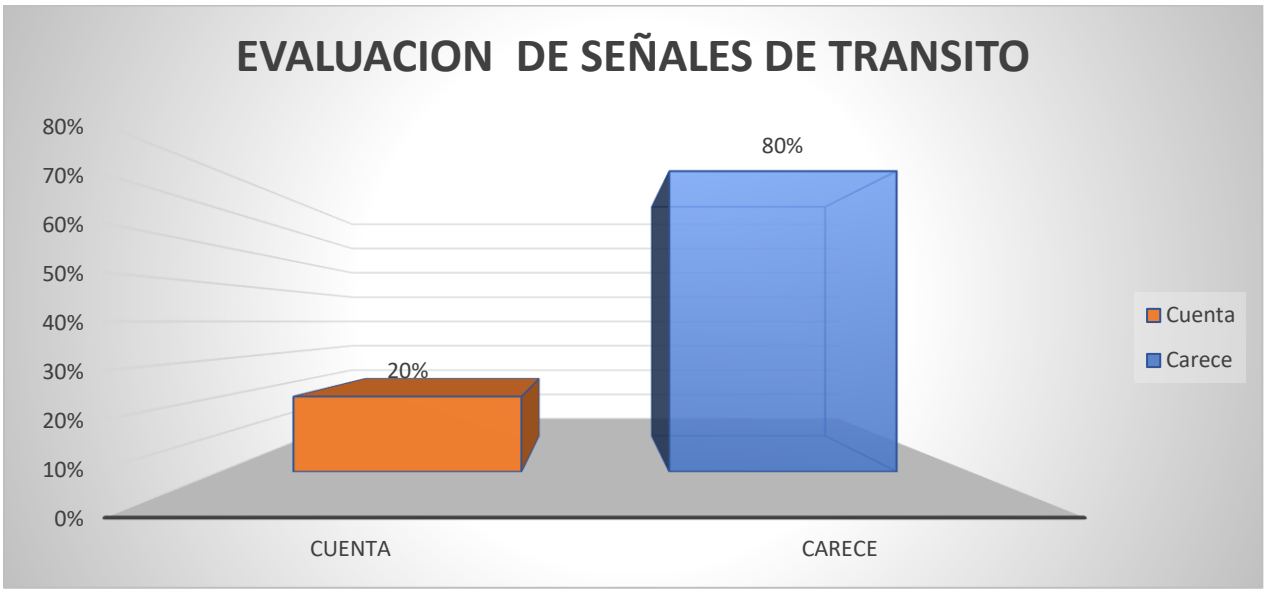
Evaluación de la señalización

Señalización vial

En la trocha carrozable Chuquibambilla-Ccotro, se identificó todas las señalizaciones estando presentes, siguiendo los criterios de ubicación y visualización según el "Manual de Carreteras Mantenimiento y Conservación Vial (2018)". La siguiente evaluación de las señales de tránsito presenta sus resultados en dos grupos, el primero es si se presenta la señal de tránsito como indica la norma y el otro grupo es que no se presente dicha señal necesaria en una progresiva. Las señales de tránsito que se encontraron fueron: curva a la derecha, curva a la izquierda, curva y contra curva, camino sinuoso, badén, cuidado con los animales en la vía, intersección en ángulo agudo con vía lateral secundaria izquierda, puente, zona urbana, zona escolar, curva en U izquierda y curva en U derecha. A continuación, se mostrará la evaluación de señales de tránsito en términos porcentuales.

Figura 8

Evaluación de señales de transito



Nota: *en la Figura Nº 9 se observa la evaluación de señalizaciones de tránsito en términos porcentuales del camino vecinal Chuquibambilla-Ccotro.*

Evaluación de las características geométricas

Características geométricas

En la trocha carrozable Chuquibambilla-Ccotro, se realizó trabajos preliminares de levantamiento topográfico mediante GPS diferencial modelo SOUTH MODELO G6 PLUS y dron modelo DRON MAVIC 3 CLASSIC, determinándose la longitud total del tramo en 04+116 km y las diferentes características geométricas.

Gracias a las imágenes proporcionadas por el dron se pudo evaluar de manera más precisamente el ancho de calzada, examinar detalla mente el daño que presenta la superficie de rodadura de la trocha carrozable Chuquibambilla-Ccotro.

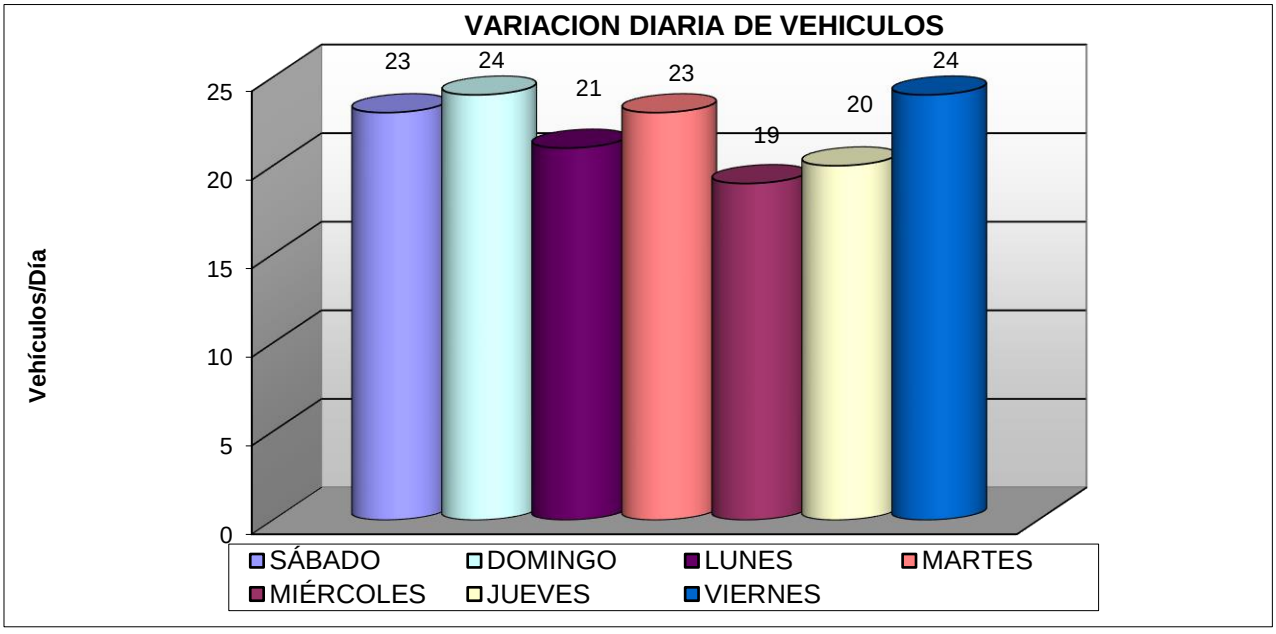
Asimismo, se llevó a cabo el correspondiente estudio de tránsito mediante la implementación de una estación en la zona denominada ramal Chuquibambilla-Ccotro,

teniendo como resultado un IMD 22 veh/día, Este análisis nos permitirá proponer el diseño geométrico adecuado para la trocha carrozable. La selección del vehículo de diseño se realizó considerando el volumen vehicular, siendo el vehículo tipo "Auto (VL)" el representativo para este estudio. Este parámetro nos servirá para definir características geométricas, como las pendientes y los sobreanchos.

El vehículo tipo VL corresponde a un vehículo ligero, cuyas dimensiones se encontrarán en el manual de diseño geométrico. La norma de diseño geométrico de carreteras DG-2018 hace hincapié en las características que define una trocha carrozable: IMD < 200 veh/día.

Figura 9

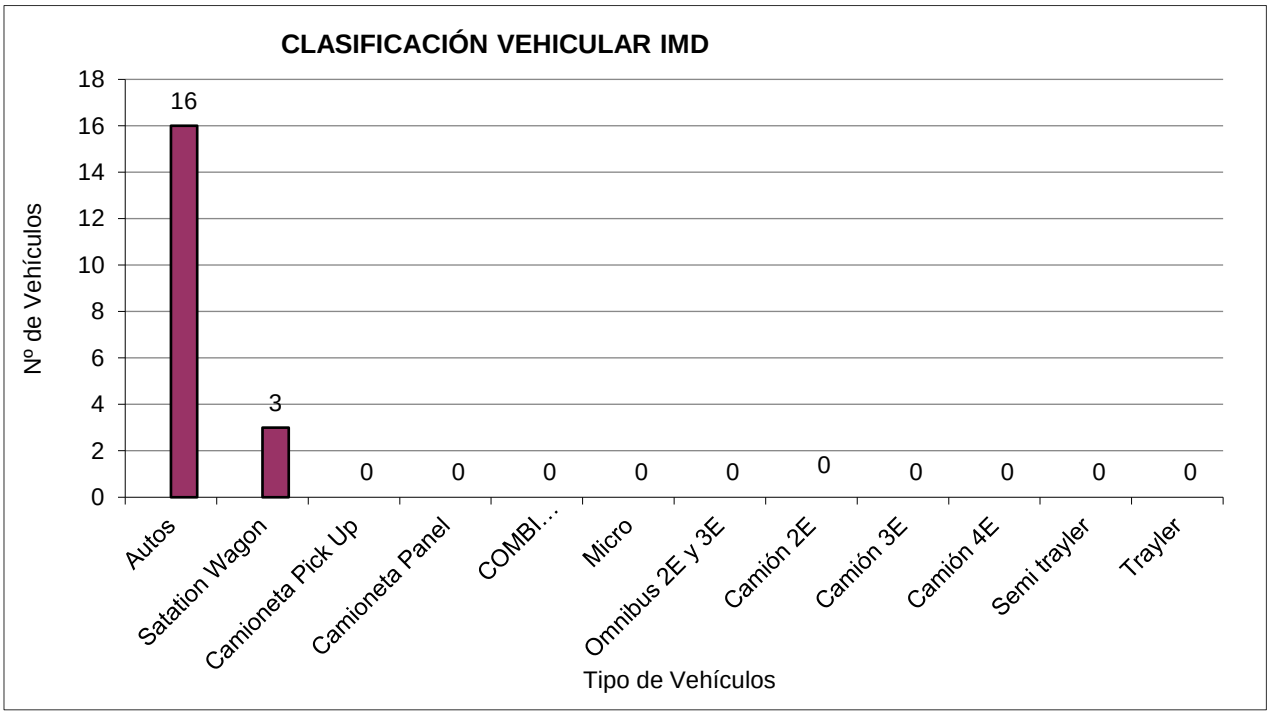
Variación diaria de vehículos del camino vecinal Chuquibambilla -Ccotro



Nota: *en la Figura Nº10 se observa la variación diaria de vehículos del camino vecinal Chuquibambilla-Ccotro.*

Figura 10

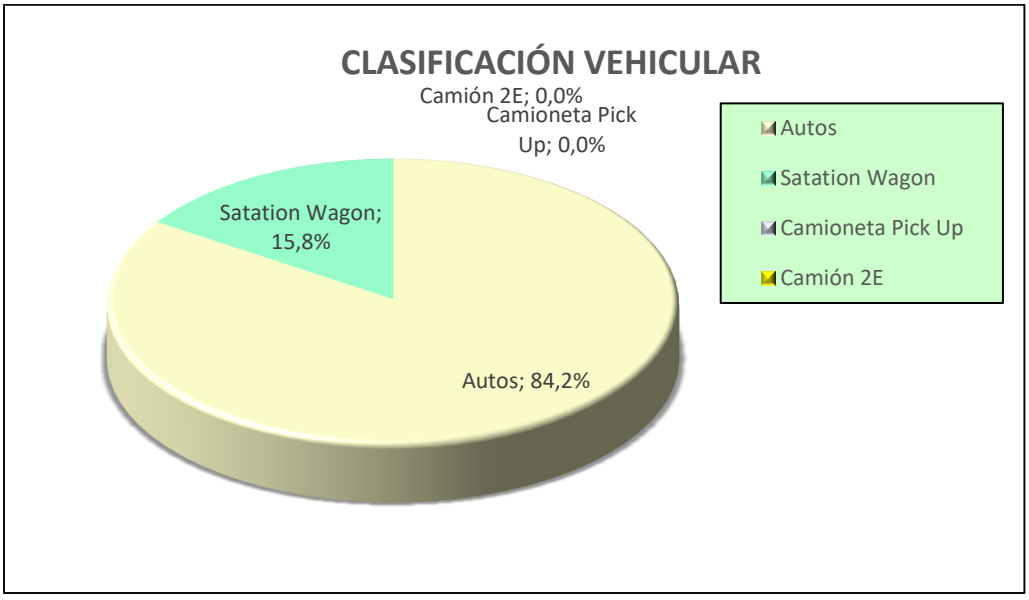
Variación diaria de vehículos del camino vecinal



Nota: *en la Figura Nº11 se observa la variación diaria de vehículos del camino vecinal Chuquibambilla-Ccotro.*

Figura 11

Clasificación de los vehículos



Nota: en la Figura Nº12 se observa la clasificación vehicular en términos porcentuales del camino vecinal Chuquibambilla-Ccotro.

a) Alineamiento horizontal

En el alineamiento horizontal evaluamos los elementos geométricos existentes en la trocha Chiquibambilla-Ccotro, usando los datos obtenidos y evaluados con la DG-2018.

- **Velocidad de Diseño**

Es la velocidad seleccionada para el diseño, entendida como la máxima que se podrá mantener de manera segura y cómoda.

Las velocidades de diseño seleccionadas para la evaluación se determinaron en función de las características de una trocha carrozable.

Tabla 9

Velocidad de diseño DG-2018

Clasificación	Orografía	Velocidad de Diseño
Trocha carrozable	Accidentado	30 km/h

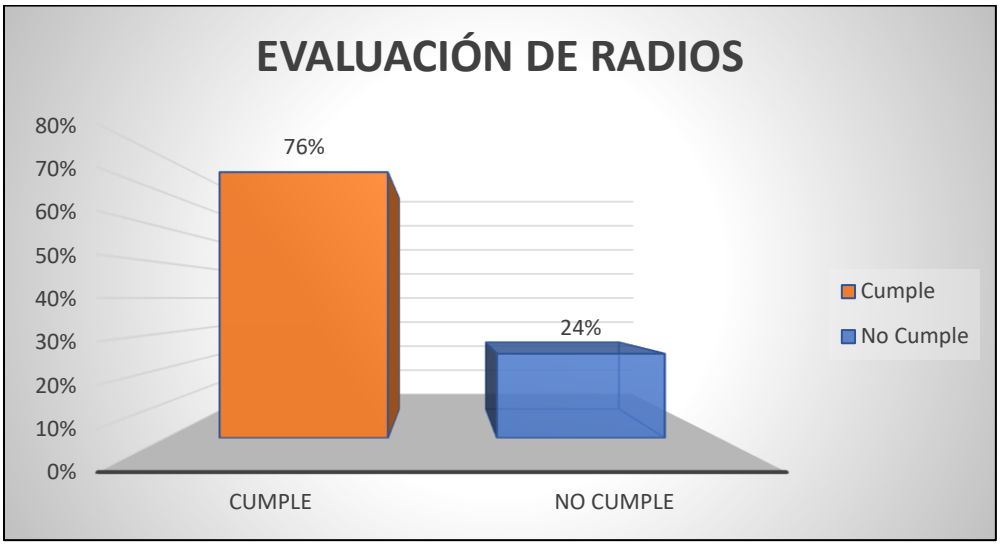
Nota: *según el Manual de Carreteras: Diseño Geométrico DG-2018 (MTC), para trochas carrozables en zonas de orografía accidentada se adopta una velocidad de diseño de 30 km/h, considerando las limitaciones topográficas y de seguridad vial*.

- **Radio mínimo**

En la evaluación de los radios mínimos de la trocha carrozable Chuquibambilla-Ccotro, basándose en el manual de carreteras DG-2018 empleando la tabla 302.02 página 129, se pudo obtener que el radio mínimo que debería tener es de 25 metros, para poder usar esta tabla solo se necesita la velocidad de diseño, evaluando con este parámetro se puedo obtener los siguientes valores.

Figura 12

Evaluación de radios



Nota: *en la Figura Nº13 se observa la evaluación de radios en términos porcentuales del camino vecinal Chuquibambilla-Ccotro.*

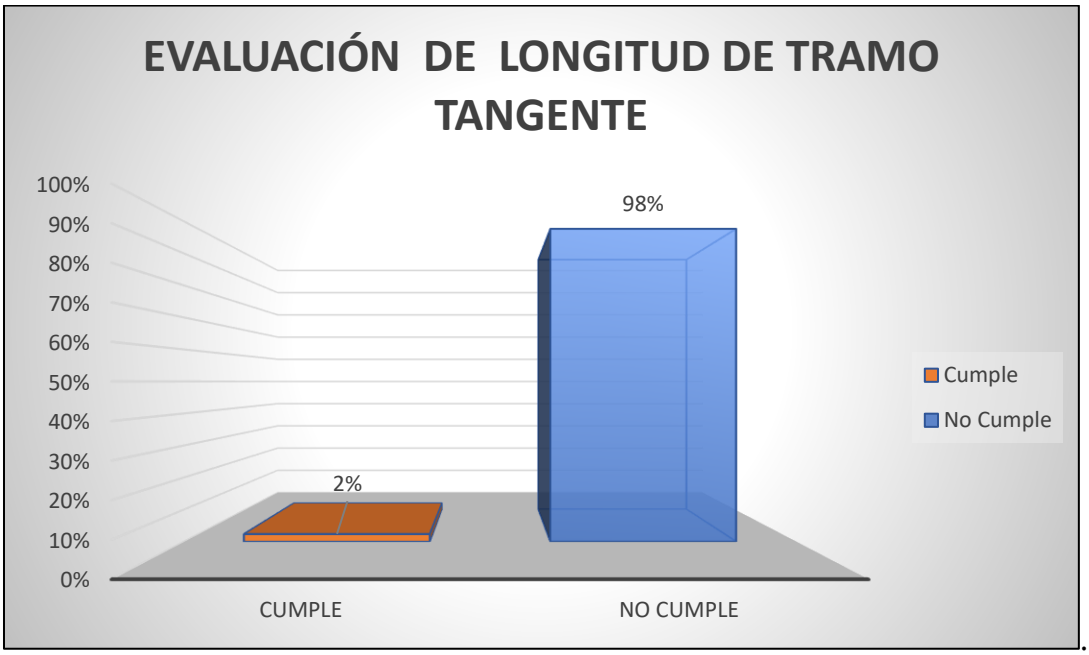
- **Longitud de tramo tangente**

En la evaluación de las longitudes de tramo tangente de la trocha carrozable Chuquibambilla-Ccotro, basándose en el manual de carreteras DG-2018 empleando la tabla 302.01 página 127 para poder usar esta tabla solo es necesario la velocidad de diseño, se pudo obtener que la longitud mínima es de 84 m, evaluando con este parámetro se puedo obtener los resultados en términos porcentuales de la evaluación desarrollada.

A continuación, se mostrará en un histograma de barras los resultados obtenidos.

Figura 13

Evaluación de longitud de tramo tangente



Nota: *en la Figura Nº14 se observa la evaluación de la longitud de tramo tangente en términos porcentuales del camino vecinal Chuquibambilla-Ccotro.*

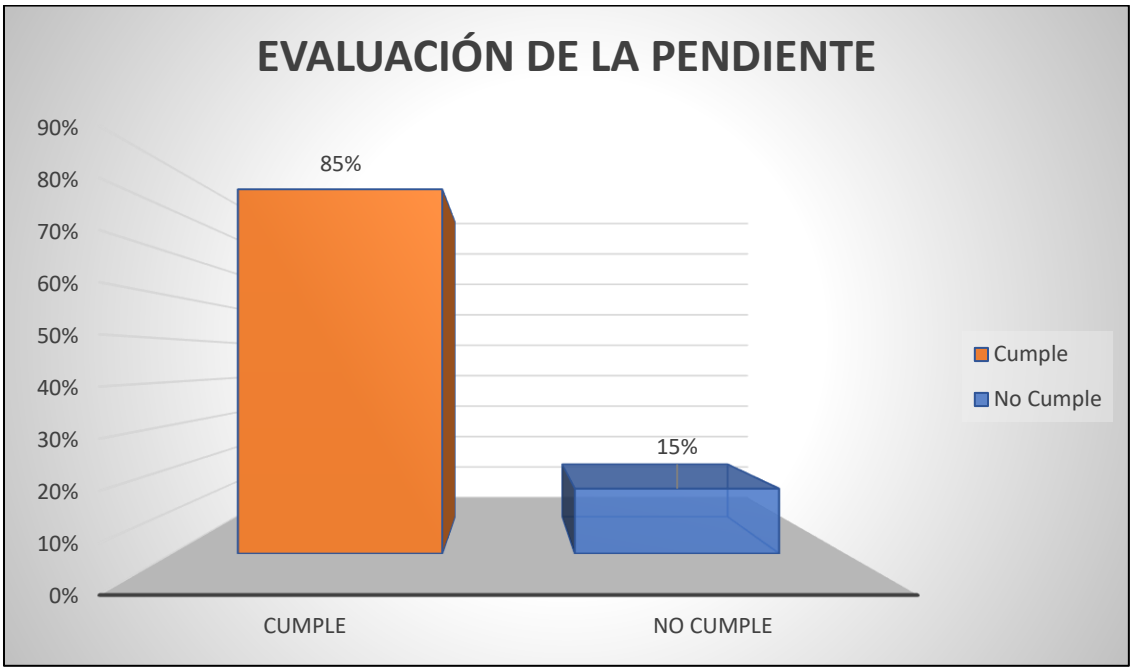
b) Alineamiento vertical

- **Pendiente**

En la evaluación de la pendiente de la trocha carrozable Chuquibambilla-Ccotro, basándose en el manual de carreteras DG-2018 utilizando la página 170 nos indica que la pendiente mínima es de 0.5%, utilizando la tabla 303.01 de la página 171 nos indica que la pendiente máxima es del 10% para poder usar estas tablas solo se necesita la velocidad de diseño, evaluando con estos parámetros obtenidos se puedo obtener los siguientes valores.

Figura 14

Evaluación del indicador pendiente



Nota: *en la Figura Nº15 se observa la evaluación del indicador pendiente en términos porcentuales del camino vecinal Chuquibambilla-Ccotro.*

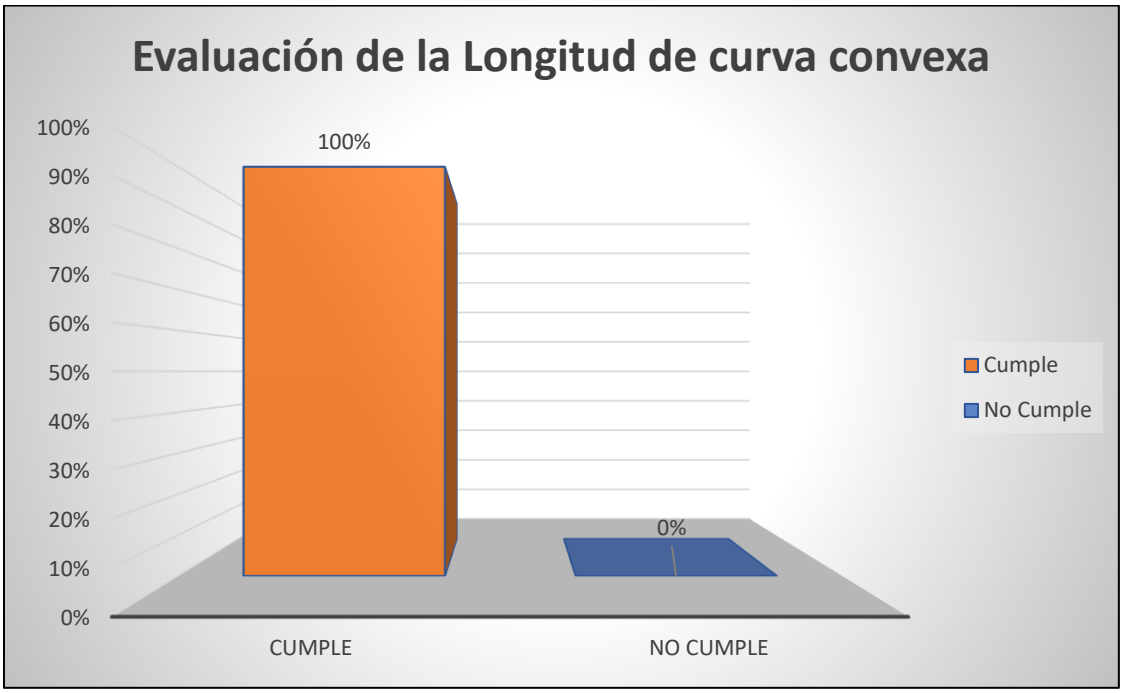
- **Longitud de Curva Convexa**

En la evaluación de longitud de curva convexa de la trocha carrozable Chuquibambilla-Ccotro, basándose en el manual de carreteras DG-2018, para poder utilizar el ábaco que se muestra en la figura 303.06 de la página 178, se debe obtener primero la diferencia entre pendiente y tener la Velocidad de Diseño.

Solo así podremos utilizar el ábaco para hallar la longitud mínima de curva vertical que debería tener la trocha carrozable.

Figura 15

Evaluación de la longitud de curcas convexas



Nota: En la Figura Nº16 se observa la evaluación de la longitud de curvas convexas en términos porcentuales del camino vecinal Chuquibambilla-Ccotro.

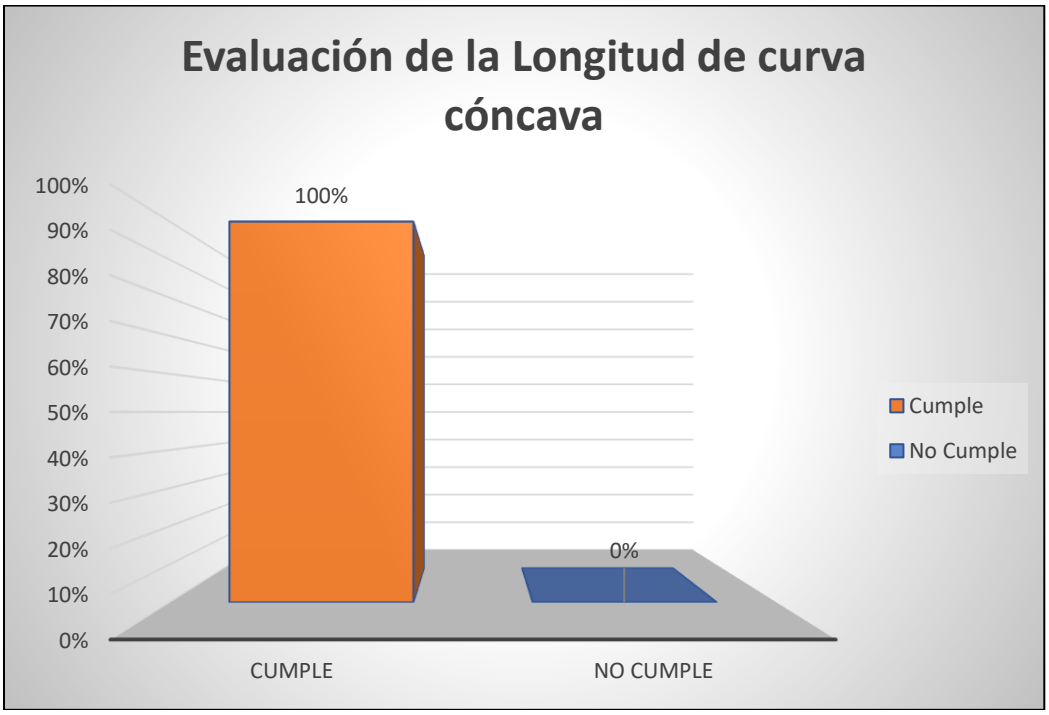
- **Longitud de Curva Cóncava**

En la evaluación de longitud de curva cóncava de la trocha carrozable Chuquibambilla-Ccotro, basándose en el manual de carreteras DG-2018, para poder utilizar el ábaco que se muestra en la figura 303.08 de la página 181, se debe obtener primero la diferencia entre pendiente y tener la Velocidad de Diseño.

Solo así podremos utilizar el ábaco para hallar la longitud mínima de curva vertical que debería tener la trocha carrozable.

Figura 16

Evaluación de la longitud de curvas cóncavas



Nota: *en la Figura Nº 17 se observa la evaluación de la longitud de curvas cóncava en términos porcentuales del camino vecinal Chuquibambilla-Ccotro.*

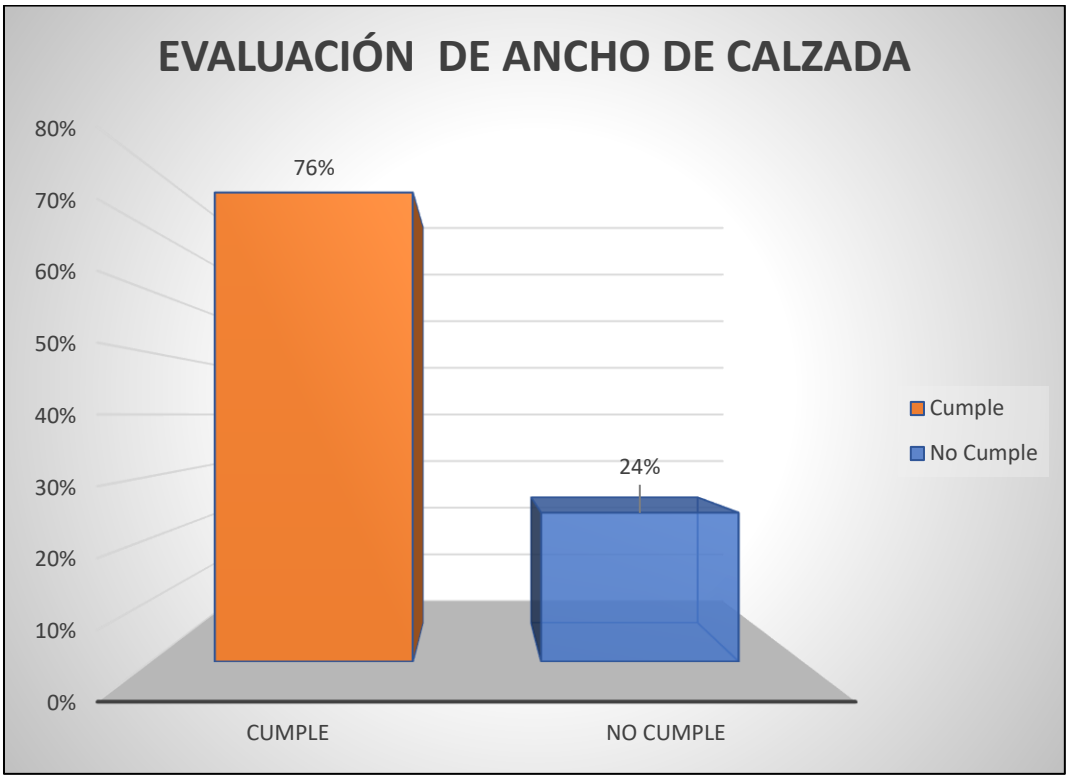
c) Alineamiento Transversal

- **Ancho de Calzada**

En la evaluación del ancho de calzada de la trocha carrozable Chuquibambilla-Ccotro, basándose en el manual de carreteras DG-2018, empleando el punto 101.06 Trochas Carrozables de la página 13, nos indica que las calzadas deben tener un ancho mínimo de 4.00 m.

Figura 17

Evaluación del ancho de calzada



Nota: *en la Figura Nº 8 se observa la evaluación de ancho de calzada en términos porcentuales del camino vecinal Chuquibambilla-Ccotro.*

- **Sobreanchos**

Se pudo observar la inexistencia de sobreanchos en la trocha carrozable Chuquibambilla-Ccotro, se halló los valores que debería tener los sobreanchos, utilizando la ecuación de sobreanchos en función de número de carriles de la DG-2018.

Tabla 10

Sobreanchos de la trocha carrozable Chuquibambilla – Ccotro

Diseño de Sobreanchos			
N°	**Rc = RADIO (m)**	**n = Número de Carriles**	**S**
1	23.75	1	1.35
2	72.83	1	0.44
3	23.75	1	1.35
4	23.75	1	1.35
5	112.46	1	0.28
6	122.32	1	0.26
7	30.91	1	1.04
8	22.92	1	1.40
9	38.81	1	0.82
10	352.83	1	0.09
11	34.37	1	0.93
12	20.59	1	1.55
13	30.03	1	1.07
14	32.44	1	0.99
15	54.47	1	0.59
16	30.74	1	1.04
17	112.31	1	0.28
18	20.35	1	1.57
19	23.75	1	1.35
20	89.66	1	0.36
21	13.49	1	2.37
22	23.73	1	1.35
23	49.91	1	0.64
24	48.28	1	0.66
25	53.03	1	0.60
26	154.39	1	0.21
27	38.91	1	0.82
28	59.11	1	0.54
29	32.67	1	0.98
30	4.03	1	7.94
31	103.67	1	0.31
32	41.31	1	0.77
33	24.05	1	1.33
34	5.42	1	5.90
35	22.9	1	1.40
36	32.17	1	0.99
37	42.37	1	0.76
38	115.22	1	0.28
39	60.62	1	0.53
40	69.16	1	0.46
41	35.99	1	0.89
42	7.92	1	4.04
43	20.4	1	1.57
44	30.13	1	1.06
45	79.13	1	0.40
46	45.49	1	0.70
47	18.69	1	1.71
48	31.06	1	1.03
49	74.37	1	0.43

50	116.74	1	0.27
51	67.04	1	0.48
52	11.97	1	2.67
53	12.74	1	2.51
54	77.02	1	0.42
55	631.93	1	0.05
56	37.39	1	0.86
57	62.12	1	0.52
58	37.96	1	0.84
59	71.26	1	0.45
60	48.64	1	0.66
61	70.68	1	0.45
62	91.59	1	0.35
63	32.2	1	0.99
64	48.65	1	0.66
65	21.51	1	1.49
66	75.94	1	0.42
67	15.33	1	2.09
68	27.62	1	1.16
69	30	1	1.07
70	86.96	1	0.37
71	66.78	1	0.48
72	95.63	1	0.33
73	50	1	0.64
74	120.79	1	0.26
75	50	1	0.64
76	80	1	0.40
77	50	1	0.64
78	56.12	1	0.57
79	30	1	1.07
80	40	1	0.80
81	50	1	0.64
82	80	1	0.40
83	80	1	0.40

Nota: *se determinó los sobreanchos de la trocha carrozable Chuquibambilla – Ccotro donde "S" es el valor de sobre ancho.*

- **Berma**

Se pudo observar la inexistencia de berma en la trocha carrozable Chuquibambilla-Ccotro, utilizando Tabla 304.02 de ancho de las bermas pagina 193 de la de la DG-2018 que nos indica que debería de ser 0.50 metros de ancho de berma.

- **Discusiones**

La discusión de los resultados obtenidos en la tesis tuvo como objetivo evaluar las características geométricas y el servicio de transitabilidad del camino vecinal Chuquibambilla-

Ccotro, Grau-2024, se contextualiza a nivel internacional y nacional, en comparación con estudios previos relacionados con las condiciones reales del camino vecinal tanto en su geometría y el servicio de transitabilidad que presta a los usuarios, Tomando en consideración las dimensiones de las variables. Frente a los resultados que se obtuvo luego del procesamiento, se tuvo como resultados de los objetivos, que el 76% de los radios cumple, que el 2% de longitudes del tramo tangente cumple, el 85% de pendientes cumple, que el 100% de longitudes de curva convexa y cóncava cumple, el 76 % de anchos de calzada cumple, y que no se encontró sobreanchos y bermas. También se identificó los deterioros de tipo: baches, erosión y deformación, obteniéndose así una calificación de 323 según escala que indica la norma, esta puntuación nos indica una condición regular y se recomienda conservación periódica, y se evidencio que solo cuenta con el 20% de señalización en todo su tramo.

Según Tafur Marina & Ydrogo Pinedo, (2023) en su tesis "Diseño geométrico del camino vecinal Santa Rosa para mejorar la transitabilidad vehicular, Bajo Biavo, 2023", determino para una vía, una velocidad de diseño de 25km/h, pendiente máxima de 11% y una calzada de 4.5m, este resultado guardaría correlación con la velocidad de diseño de 30 km/h, pendiente máxima de 10% y una calzada de 4m que obtuvo en la evaluación dado que ambos fueron desarrollados según la DG-2018.

Según Altamirano & Manayay, (2023) en su tesis "Evaluación geométrica y estado de transitabilidad de la trocha carrozable la unión – cruce el cóndor, distrito Huabal, provincia jaén – 2022", tuvo como resultados de su evaluación que el 94% de longitudes de tramos tangente no cumplen, el 94% de radios de curvas horizontales no cumple y que la condición de la superficie de la vía se encuentra en condición regular con puntaje de 303.86, analizando con los resultados obtenidos el porcentaje de cumplimiento en longitudes de tramo tangente es inferior

que tiene una valor de 2%, el porcentaje de cumplimiento en radios es inferior con un 76%, la condición de la superficie de la vía determinada es superior y toma el valor de 323. Castilla,

Castilla, (2021) en su tesis "Diseño geométrico empleando norma DG-2018 para mejorar la transitabilidad vehicular-camino vecinal de Agua Blanca distrito de Monzón-Huánuco", concluye que las características que mejorarán la de la vía son las siguientes: Ancho de calzada de 5m, Velocidad de diseño de 30 Km/h, estos resultados guarda correlación con los resultados obtenido como velocidad de diseño de 30 Km/h y ancho de calzada de 4m según la guía de Diseño Geométrico DG-2018.

Minchola, (2022) con su estudio titulado "Diseño Geométrico para el mejoramiento a nivel de afirmado del tramo Mache - Pampas de Cochaya, distrito de Mache – Otuzco - La Libertad" cuyo resultados fueron, la carretera es denominada de tercera clase, por su aforo de 56 veh/día, cuenta con una velocidad de diseño de 30 km/h, dos carriles, anchos de calzadas de 6m, bermas de 0.50m, radios mínimos de 35m, pendientes entre 0.50 % y 12 %, estos resultados guardan correlación con los resultados obtenidos, se determinó que es una trocha carrozable, por su aforo de 22 veh/día, con una velocidad de diseño de 30 km/h, un solo carril, ancho de calzada de 4m, berma de 0.50, radios mínimo de 25m, pendientes entre 0.50 % y 10 %.

VI. Conclusiones

Conclusión Nº1 objetivo general

Se evalúo el camino vecinal Chuquibambilla-Ccotro que presenta cumplimiento parcial en sus características geométricas y servicio de transitabilidad, los tramos tangentes, radios de curva, pendientes, ancho de calzado no cumplen totalmente con la normativa DG-2018. La superficie de rodadura cuenta con una condición regular y solo se halló un 20% de señalización. Estos resultados evidencian la necesidad de una intervención de conservación periódica, ajustes geométricos y señalización completa para mejorar.

Conclusión Nº2 del objetivo específico "a"

Se determinó las características geométricas que presenta el camino vecinal Chuquibambilla-Ccotro Grau, Apurímac, 2023, se verifico el cumplimiento del 76% de radios, 2% de longitud de tramos tangentes, 85% de pendientes, 100% de longitud de curva convexa y cóncava y 76% de calzadas y que no se encontró sobreanchos y bermas.

Conclusión Nº3 del objetivo específico "b"

Se identificó el estado de la superficie de rodadura del camino vecinal Chuquibambilla-Ccotro Grau, Apurímac, 2023. Los resultados que se obtuvieron fue la identificación de deterioros o fallas, teniendo como calificación de la condición de la superficie del camino vecinal es de 323 considerado regular.

Conclusión Nº4 del objetivo específico "c"

Se verifico las señalizaciones con las que cuenta el camino vecinal Chuquibambilla-Ccotro Grau, Apurímac, 2023. Se identificó todas las señalizaciones presentes como también aquellas que no, concluyéndose que solo hay presencia de señalizaciones en el camino vecinal

en términos porcentuales de un 20%, estos resultados impactan de manera significativa en la seguridad vial, especialmente en horarios nocturnos, y en épocas de fuertes precipitaciones, igual mente desprendimiento de rocas y en zonas de transitabilidad peatonal, pudiendo ocasionar pérdidas humanas irrecuperables.

VII. Recomendaciones

Recomendación Nº1 del objetivo general

Se recomienda implementar un plan de mejoramiento vial integral para el camino vecinal Chuquibambilla-Ccotro priorizando intervenciones técnicas que corrijan las deficiencias geométricas identificadas. Es necesario ajustar tramos tangentes, curvas, pendiente, ancho de calzada para cumplir con la normativa DG-2018, mejorar la superficie de rodadura mediante mantenimientos periódicos que atienda baches, erosión, deformación, y ejecutar la instalación completa de señalización reglamentaria, a fin de garantizar el transito más seguro, fluido y duradero. Su ejecución contribuirá directamente al desarrollo local, al dinamizar el comercio, facilitar el acceso a servicios esenciales como educación y salud, y fortalecer la seguridad vial en beneficio de los usuarios de esta vía rural.

Recomendación Nº2 del objetivo específico “a”

Se sugiere que, a la hora de proponer un diseño geométrico este se ajuste a las necesidades correspondientes al tipo de vía deseada, y que al momento de iniciar un proyecto vial se realiza un correcto replanteo enfocándose en la revisión del cálculo del diseño geométrico.

Recomendación Nº3 del objetivo específico “b”

Se sugiere que, se haga un control semestral de la condición de calidad de la superficie de rodadura de una carretera, ello nos ayudara a gestionar una mejor toma de decisiones y tener un inventario permanentemente actualizado de las carteras y su estado de transitabilidad.

Recomendación Nº4 del objetivo específico “c”

Se sugiere que, si se encuentra ausencia de ciertas señalizaciones que son necesarias para mejorar la transitabilidad se deben llegar a implementar dichas señales teniendo en cuenta los criterios de visibilidad y ubicación, dado que estas dan soporte al diseño geométrico de una carretera y a los vicios ocultos de diseño que pueda tener.

VIII. Referencias

Agudelo, J. (2002). *Diseño geometrico de vías.* Medellín. https://es.scribd.com/document/109926563/Diseno-geometrico-de-vias-John-Jairo-Agudelo

Altamirano, A., & Manayay, H. (2023). *Evaluación geométrica y estado de transitabilidad de la trocha carrozable la Unión – cruce el cóndor, distrito Huabal, provincia Jaén.* Universidad nacional de Jaen, Jaén, Perú. https://repositorio.unj.edu.pe/bitstreams/24b897d3-139c-46de-85c2-5021f5289720/download

Arce, C. (1993). *Ley de transito por vias publicas terrestres.* https://www.google.com.pe/books/edition/Ley_de_Tr%C3%A1nsito_Por_V%C3%ADas_P%C3%BAblicas_Ter/RBEAT8b8xXwC?hl=es-419&gbpv=1

Arteaga, M., & Niell, R. (2022). *Diseño geométrico para el mejoramiento a nivel de afirmado del tramo Mache - Pampas de Cochaya, distrito de Mache – Otuzco - La Libertad.* Universidad Cesar Vallejo. https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/80192

Bourbonnais, P., Catherine, M., Trepanier, M., & Martel, É. (2021). Transit network design using a genetic algorithm with integrated road network and disaggregated O–D demand data. *Ideas*. https://doi.org/10.1007/s11116-019-10047-1

Carrasco, J. (2021). *"Diseño geométrico en vías de alta pendiente y transitabilidad vehicular en el camino vecinal del distrito de Ccapi - Paruro región Cusco.* https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/91387

Castillo, J. (2021). *Diseño geométrico empleando norma DG-2018 para mejorar la transitabilidad vehicular - camino vecinal de Agua Blanca distrito de Monzón-Huánuco.* Universidad Cesar Vallejo.

https://alicia.concytec.gob.pe/vufind/Record/UCVV_f4dbcd0a671d2c6db354d9a09bb8cdc9

Chakole, H., & Wadhai, P. (2022). The comparison of geometric design using Civil 3D software and manual method. https://doi.org/10.46501/IJMTST0806018

CRUZ, G. (2019). *Anteproyecto geométrico de la carretera Santa María.* Ciudad de México: Universidad Nacional Autónomade México, Ciudad de México, México. http://www.ptolomeo.unam.mx:8080/jspui/bitstream/132.248.52.100/16501/1/Tesis.pdf

Cruz, G. (2019). *Anteproyecto geométrico de la carretera Santa María Puxmetacán - Tierra Negra.* Universidad Nacional Autónoma de México. https://hdl.handle.net/20.500.14330/TES01000784949

Desta, D. T. (2021). *Transit performance evaluation at signalized intersections of bus rapid tansit corridors.* Publicaciones de ciencia. https://doi.org/10.5220/0010474506180625

Escario, J. (1943). *CAMINOS.*

Fandiño, J., & Porras, Y. (2020). *Propuesta de un diseño geométrico vial para el mejoramiento de la movilidad de la comunidad del barrio guamito en el municipio de Restrepo – Meta.* Universidad Cooperativa de Colombia. https://hdl.handle.net/20.500.12494/20291

Gonzales Vergara , C. J., Rincon Villalva , M. A., & Vargas Vargas , W. E. (2012). *Diseño geometrico de vias.* Medellin. https://www.google.com.pe/books/edition/Dise%C3%B1o_Geometrico_de_V%C3%ADas/YXmiEAAAQBAJ?hl=es-419&gbpv=1

Islam, H., Teik, L., & Azarkerdar, A. (2019). Relationship of accident rates and road geometric design. *IOPSCience*. https://doi.org/10.1088/1755-1315/357/1/012040

Manayay, H., & Altamirano, A. (2022). *Evaluación geométrica y estado de transitabilidad de la trocha carrozable la Unión – cruce el Cóndor, Distrito Huabal, Provincia Jaén.* Universidad nacional de Jaén. https://repositorio.unj.edu.pe/items/19d9d3f2-33a0-464d-a86f-ea5850642459

Minchola, A. R. (2022). *Diseño Geométrico para el mejoramiento a nivel de afirmado del tramo Mache - Pampas de Cochaya, distrito de Mache – Otuzco La Libertad.* Trujillo. https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/80192?locale-attribute=es

Ministerio de Transportes y Comunicaciones. (2018). *Manual de carreteras DG-2018.* Lima. https://portal.mtc.gob.pe/transportes/caminos/normas_carreteras/documentos/manuales/Manual.de.Carreteras.DG-2018.pdf

Ministerio de Transportes y Comunicaciones. (2018). *Manual de Carreteras Diseño Geometrico DG-2018.* Perú. https://portal.mtc.gob.pe/transportes/caminos/normas_carreteras/documentos/manuales/Manual.de.Carreteras.DG-2018.pdf

Ñaupas, H., Marcelino, V., Jesús, P., & Hugo, R. (2014). *Metodologia de la investigacion cuantitativa - cualitativa y redacción de la tesis.* Bogota. chrhttps://edicionesdelau.com/wp-content/uploads/2018/09/Anexos-Metodologia_%C3%91aupas_5aEd.pdf

Pinedo, Y., & Tafur, M. (2023). *Diseño geométrico del camino vecinal Santa Rosa para mejorar la Transitabilidad vehicular, Bajo Biavo, 2023.* Unicersidad Cesar Vallejo. https://alicia.concytec.gob.pe/vufind/Record/UCVV_0b2386f7840407e88152dcc6f2d204b9

Quezada, l. n. (2010). *Metodologia de la investigacion* . lima : Empresa editora macro E.I.R.L.

República de Colombia. (2008). *Manual de diseño geometrico de carreteras INVIAS.* Colombia. https://es.slideshare.net/slideshow/manual-diseo-geometrico-de-carreteras-invias-2008/263787102

Republica dominicana secretaria de estado de obras publicas y comunicaciones. (1982). *M-012 Dirección general de reglamentos y sistemas* . https://www.mopc.gob.do/media/1425/r-012-diseno-geometrico-de-carreteras.pdf

Soto, R. (2019). *Evaluación de las características geométricas del camino vecinal, Caserío La Laguna, San Martín, San Pedro, Santa Rosa, El Porvenir distrito de Sucre, Provincia de Celendín - Cajamarca en función a sus parámetros de diseño según la norma DG 2018.* Universidad Nacional de Cajamarca. https://repositorio.unc.edu.pe/handle/20.500.14074/4171?show=full

Tafur Marina, C., & Ydrogo Pinedo, K. A. (2023). *Diseño geométrico del camino vecinal Santa Rosa para mejorar la Transitabilidad vehicular, Bajo Biavo, 2023".* Tarapoto. https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/130775

Los anexos, panel fotográfico y otros documentos están resguardados en la oficina del repositorio digital institucional en la Biblioteca Central de la Universidad Tecnológica de los Andes.