

**UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE LOS ANDES**

**FACULTAD DE INGENIERÍA**

**ESCUELA PROFESIONAL: INGENIERÍA CIVIL**



**Tesis**

**Evaluación del diseño geométrico de la carretera nacional PE-3SF  
desviación Chuquibambilla - Matara aplicando el Manual de Carreteras DG-  
2018**

Asesor:

Ph. D. Vásquez Ramírez, Abbon Álex

Autor:

Rojas Condori, Yomira Marilu

Para optar el título profesional: Ingeniero Civil

Abancay – Apurímac – Perú

2024



# Universidad Tecnológica de los Andes



Transformando vidas

FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

## ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TÍTULO PROFESIONAL

Acta N°: 046

En la ciudad de Abancay, a los 14 días del mes de octubre del 2024, siendo las 10:00 am horas, se reunieron los integrantes del Jurado designado por Resolución Directoral N° 0637-2024- EPIC-FI-UTEA-SA de fecha 02 de octubre del 2024, de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil de la Facultad de Ingeniería:

Presidente :	MSc. Ing. Maldonado Mendivil, Angel
Dictaminante :	Ing. Cayo Baca, Holguer
Replicante :	Ing. Gamarra Mota, Rubén

Para evaluar la sustentación, en la modalidad de:

Tesis  Trabajo de suficiencia profesional

Titulada:

**Evaluación del diseño geométrico de la carretera nacional PE-3SF desviación Chuquibambilla – Matara aplicando el Manual de Carreteras DG - 2018**

Desarrollado por el (los) Bachiller (es):

**Br: Rojas Condori, Yomira Marilu**

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 (**)
<b>Rojas Condori, Yomira Marilu</b>	<b>Aprobada</b>

Siendo las 11:46am horas concluyó la sesión, firmando los integrantes del Jurado.

Presidente: MSc. Ing. Maldonado Mendivil, Angel

Dictaminante: Ing. Cayo Baca, Holguer

Replicante: Ing. Gamarra Mota, Rubén

Abancay 14 de julio del 2025

Se expide la presente conforme al Libro de Actas de Sustentación de Tesis, consignado en los folios N° 287

(\*) 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 a 20: Aprobado con Distinción, Art. 18 RGGAT.

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE LOS ANDES  
Ciudad Universitaria Av. Perú N° 700, Abancay, Central Telefónica 051 (083) 321559  
Filial Cusco, Av. Grau N° 516, Teléfono (084) 251565  
Filial Andahuaylas, Juan Antonio Trelles N° 513 Teléfono (083) 421752  
[www.utes.edu.pe](http://www.utes.edu.pe)

# Evaluación del diseño geométrico de la carretera nacional PE-35F desviación Chuquibambilla - Matara aplicando el Manual de Carreteras DG-2018

## INFORME DE ORIGINALIDAD

<b>18%</b>	<b>18%</b>	<b>1%</b>	<b>11%</b>
INDICE DE SIMILITUD	FUENTES DE INTERNET	PUBLICACIONES	TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

## FUENTES PRIMARIAS

<b>1</b>	<b>hdl.handle.net</b> Fuente de Internet	<b>4%</b>
<b>2</b>	<b>Submitted to Universidad Tecnologica de los Andes</b> Trabajo del estudiante	<b>1%</b>
<b>3</b>	<b>repositorio.udh.edu.pe</b> Fuente de Internet	<b>1%</b>
<b>4</b>	<b>repositorio.unasam.edu.pe</b> Fuente de Internet	<b>1%</b>
<b>5</b>	<b>repositorio.unc.edu.pe</b> Fuente de Internet	<b>1%</b>
<b>6</b>	<b>Submitted to uncedu</b> Trabajo del estudiante	<b>1%</b>
<b>7</b>	<b>dspace.unitru.edu.pe</b> Fuente de Internet	<b>1%</b>
<b>8</b>	<b>repositorio.uprit.edu.pe</b> Fuente de Internet	<b>1%</b>

## Metadatos

<b>Datos del Autor</b>	
Apellidos y nombres	: Rojas Condori, Yomira Marilu
Tipo de Documento de Identidad	: DNI
Numero de Documento de Identidad	: 72032783
URL ORCID	: <a href="https://orcid.org/0009-0004-0002-2506">https://orcid.org/0009-0004-0002-2506</a>
<b>Datos del Asesor</b>	
Apellidos y nombres	: Vásquez Ramírez, Abbon Álex
Tipo de Documento de Identidad	: DNI
Numero de Documento de Identidad	: 06532658
URL ORCID	: <a href="https://orcid.org/0000-0001-7299-5367">https://orcid.org/0000-0001-7299-5367</a>
<b>Datos de la investigación</b>	
Facultad	: Ingeniería
Escuela Profesional	: Ingeniería civil
Línea de investigación	: Gestión de la infraestructura para el desarrollo sostenible
Rango de años que se realizó la investigación	: 1 año (2023)
Fuente de financiamiento	: Autofinanciado
Porcentaje de similitud	: 18%
URL de OCDE	: <a href="https://purl.org/pe-repo/ocde/Ford# 2.01.01">https://purl.org/pe-repo/ocde/Ford# 2.01.01</a>

## **Dedicatoria**

Dedico la presente investigación a Dios por otorgarme dirección y fortaleza en el transcurso de este camino.

A mi madre Bertha por su esfuerzo y sacrificio, gracias a ella he logrado culminar este logro tan anhelado.

A mi tía Nérida por acompañarme en cada paso que doy en la búsqueda de ser mejor persona y profesional.

## **Agradecimiento**

Agradezco de todo corazón a Dios por orientarme en la dirección correcta y brindarme la fortaleza para avanzar a pesar de los desafíos.

También expreso mi más sincera gratitud a mi asesor de tesis cuya amplia experiencia y apoyo constante hicieron posible el desarrollo y culminación de este estudio.

Asimismo, agradezco a mi madre y tía, por el respaldo necesario durante toda la etapa universitaria hasta la culminación de mi tesis.

## **Resumen**

La presente investigación tuvo como objetivo determinar el porcentaje de cumplimiento del diseño geométrico de la carretera nacional PE-3SF desviación Chuquibambilla – Matara según los criterios del manual de carreteras DG-2018, para ello se realizó un análisis comparativo entre los parámetros normativos y las condiciones actuales de la vía, a partir de un levantamiento topográfico y un conteo vehicular.

Empleando un método deductivo y un enfoque cuantitativo se identificó el porcentaje de conformidad de los diferentes elementos evaluados del diseño geométrico, los resultados obtenidos revelan que el diseño geométrico en planta alcanzó un 8% de cumplimiento, evidenciando deficiencias en cuanto a los radios mínimos y las longitud de tramos en tangente, el diseño geométrico en perfil tuvo un cumplimiento del 45% observándose inconsistencia en las pendientes, en cuanto a las secciones transversales se obtuvo un 2% de cumplimiento respecto a los lineamientos establecidos en el manual de carreteras vigente, evidenciando deficiencias significativas en la geometría de la vía que podrían afectar la seguridad y operatividad vial.

Se concluye que las condiciones geométricas actuales de la vía no garantizan un tránsito seguro y eficiente, lo que podría incrementar el riesgo de accidentes. Ante estos hallazgos se recomienda realizar un rediseño geométrico que permita corregir las irregularidades identificadas.

Palabras clave: Diseño geométrico, Seguridad vial, Manual de carreteras DG-2018.

## **Abstract**

The purpose of this investigation was to determine the percentage of compliance of the geometric design of the National Highway PE-3SF Chuquibambilla - Matara bypass according to the criteria of the DG-2018 Highway Manual. To this end, a comparative analysis was conducted between the regulatory parameters and the current conditions of the roadway, based on a topographic survey and a vehicle count.

Using a deductive method and a quantitative approach, the percentage of compliance of the different evaluated elements of the geometric design was identified. The results obtained reveal that the geometric design in plan view achieved 8% compliance, evidencing deficiencies in minimum radii and the length of tangent sections. The geometric design in profile achieved 45% compliance, with inconsistencies observed in the slopes. Regarding the cross sections, 2% compliance was achieved with the guidelines established in the current Highway Manual, evidencing significant deficiencies in the geometry of the roadway that could affect road safety and operation. It is concluded that the current geometric conditions of the road do not guarantee safe and efficient traffic, which could increase the risk of accidents. Based on these findings, a geometric redesign is recommended to correct the identified irregularities.

Keywords: Geometric design, Road safety, DG-2018 Highway Manual.

## Índice general

<b>Portada</b> .....	<b>i</b>
<b>Acta de sustentación</b> .....	<b>ii</b>
<b>Reporte de similitud</b> .....	<b>iii</b>
<b>Metadatos</b> .....	<b>iv</b>
<b>Dedicatoria</b> .....	<b>v</b>
<b>Agradecimiento</b> .....	<b>vi</b>
<b>Resumen</b> .....	<b>vii</b>
<b>Abstract</b> .....	<b>viii</b>
<b>Índice general</b> .....	<b>ix</b>
<b>Índice de tablas</b> .....	<b>xi</b>
<b>Índice de figuras</b> .....	<b>xiii</b>
<b>Índice de anexos</b> .....	<b>xiv</b>
<b>I. Introducción</b> .....	<b>15</b>
<b>II. Planteamiento del problema</b> .....	<b>16</b>
2.1 Descripción y formulación del problema .....	16
2.1.1 Descripción del problema .....	16
2.1.2 Formulación del problema .....	17
2.2 Objetivos .....	18
2.2.1 Objetivo general .....	18
2.2.2 Objetivos específicos:.....	18
2.3 Justificación e importancia .....	18

2.4	Hipótesis .....	19
2.5	Variables .....	20
<b>III.</b>	<b>Marco Teórico .....</b>	<b>22</b>
3.1	Antecedentes .....	22
3.2	Bases teóricas .....	26
3.3	Definición de terminos.....	54
<b>IV.</b>	<b>Metodología .....</b>	<b>57</b>
4.1	Tipo y nivel de investigacion .....	57
4.2	Ámbito temporal y espacial .....	58
4.3	Población y muestra .....	59
4.4	Instrumentos .....	59
4.5	Procedimientos .....	60
4.6	Análisis de datos.....	61
4.7	Consideraciones éticas.....	61
<b>V.</b>	<b>Resultados y Discusión .....</b>	<b>62</b>
<b>VI.</b>	<b>Conclusiones.....</b>	<b>103</b>
<b>VII.</b>	<b>Recomendaciones.....</b>	<b>105</b>
<b>VIII.</b>	<b>Referencias .....</b>	<b>106</b>
<b>IX.</b>	<b>Anexos .....</b>	<b>111</b>

## Índice de Tablas

<b>Tabla 1</b> Operacionalización de variables.....	20
<b>Tabla 2</b> <i>clasificación de carreteras según su demanda</i> .....	28
<b>Tabla 3</b> <i>Clasificación de carreteras según la orografía</i> .....	29
<b>Tabla 4</b> <i>Rangos de la Velocidad de Diseño en función a su demanda y orografía</i> .....	32
<b>Tabla 5</b> <i>Deflexión máxima</i> .....	37
<b>Tabla 6</b> <i>Longitudes de tramos en tangente</i> .....	38
<b>Tabla 7</b> <i>Radios mínimos y peraltes máximos para diseño de carreteras</i> .....	40
<b>Tabla 8</b> <i>Pendientes Máximas</i> .....	45
<b>Tabla 9</b> <i>Anchos mínimos de calzada en tangente</i> .....	50
<b>Tabla 10</b> Ancho de bermas.....	52
<b>Tabla 11</b> Valores de bombeo.....	53
<b>Tabla 12</b> Valores de peralte.....	53
<b>Tabla 13</b> Resumen del conteo diario.....	64
<b>Tabla 14</b> <i>Resumen del tipo de terreno</i> .....	66
<b>Tabla 15</b> Características del vehículo de diseño.....	67
<b>Tabla 16</b> <i>Velocidad de diseño de la vía</i> .....	67
<b>Tabla 17</b> Elementos de curva.....	68
<b>Tabla 18</b> Verificación de la longitud de tramos tangentes.....	73
<b>Tabla 19</b> <i>Resumen de tramos tangentes</i> .....	76
<b>Tabla 20</b> <i>.Verificación de radios mínimos</i> .....	77
<b>Tabla 21</b> <i>.Resumen de radios mínimos</i> .....	79
<b>Tabla 22</b> <i>Evaluación de longitud de curvas</i> .....	81
<b>Tabla 23</b> <i>Resumen de longitud de curvas</i> .....	83
<b>Tabla 24</b> <i>Evaluación de sobreamchos mínimos</i> .....	84
<b>Tabla 25</b> <i>Resumen de sobreamchos mínimos</i> .....	86
<b>Tabla 26</b> <i>Evaluación de berma y ancho de calzada</i> .....	88

<b>Tabla 27</b>	Resumen de ancho de calzada .....	93
<b>Tabla 28</b>	<i>Resumen de evaluación de peralte</i> .....	94
<b>Tabla 29</b>	<i>Resumen de evaluación de peraltes</i> .....	95
<b>Tabla 30</b>	<i>Evaluación de pendientes</i> .....	96
<b>Tabla 31</b>	<i>Resumen de pendientes</i> .....	97
<b>Tabla 32</b>	Evaluación de curvas certicales .....	98
<b>Tabla 33</b>	<i>Resumen de longitud de curvas verticales</i> .....	98
<b>Tabla 34</b>	Valores de los parámetros evaluados .....	99

## Índice de Figuras

<b>Figura 1</b>	<i>Componentes del Diseño Geométrico</i> .....	26
<b>Figura2</b>	<i>Distancia de visibilidad de parada</i> .....	34
<b>Figura 3</b>	<i>Distancia de visibilidad de adelantamiento</i> .....	35
<b>Figura 4</b>	<i>Simbología de la curva circular</i> .....	39
<b>Figura 5</b>	<i>Visibilidad de parada (<math>D_p</math>) y visibilidad de adelantamiento (<math>D_a</math>)</i> .....	42
<b>Figura 6</b>	<i>Visibilidad de curva</i> .....	43
<b>Figura 7</b>	<i>Tipos de curvas verticales convexas y cóncavas</i> .....	46
<b>Figura8</b>	<i>Tipos de curvas verticales simétricas y asimétricas</i> .....	48
<b>Figura 9</b>	<i>Resumen de conteo de tráfico semanal</i> .....	63
<b>Figura 10</b>	<i>Índice medio diario</i> .....	64
<b>Figura 11</b>	<i>Porcentaje del tipo de orografía</i> .....	66
<b>Figura 12</b>	<i>Camion C-2</i> .....	67
<b>Figura 13</b>	<i>Resumen de longitud de tramo en tangente</i> .....	76
<b>Figura 14</b>	<i>Resumen de radios mínimos</i> .....	80
<b>Figura 15</b>	<i>Resumen de longitud de curvas</i> .....	83
<b>Figura 16</b>	<i>Resumen de sobrecanchos mínimos</i> .....	87
<b>Figura 17</b>	<i>Resumen de ancho de calzada</i> .....	93
<b>Figura 18</b>	<i>Resumen de evaluación de peraltes</i> .....	96
<b>Figura 19</b>	<i>Resumen de pendientes</i> .....	97
<b>Figura 20</b>	<i>Resumen de longitud de curvas verticales</i> .....	99

## Índice de Anexos

<b>Anexo 1</b> Matriz de consistencia.....	112
<b>Anexo 2</b> Operacionalización de variables.....	113
<b>Anexo 3</b> Conteo vehicular.....	115
<b>Anexo 4</b> Precipitación de la zona en estudio.....	129
<b>Anexo 5</b> Certificado de calibración.....	133
<b>Anexo 6</b> Certificado de punto geodésico.....	134
<b>Anexo 7</b> Reporte policial.....	135
<b>Anexo 8</b> Panel fotográfico .....	139
<b>Anexo 9</b> Planos.....	142

## **I. Introducción**

La geometría vial de las carreteras es un aspecto importante en la proyección y ejecución de vías de comunicación porque influye de manera significativa en el confort, así como la seguridad de los usuarios, en es este contexto el Manual de Carreteras DG-2018 especifica técnicas necesarias que permitan que una carretera sea segura y eficiente.

En nuestro país muchas carreteras requieren de mejoras tal es el caso de la carretera nacional PE-3SF que presenta deficiencias en su diseño las cuales han sido uno de los aspectos que mayor influencia han tenido en el incremento de accidentes ocurridos en esta ruta, este estudio es importante porque nos permitió identificar los elementos de diseño que requieren mejoras, con la intención de minimizar los riesgos de accidentes y mejorar la fluidez del tránsito.

Esta tesis tuvo como objetivo evaluar las características geométricas de la carretera nacional PE-3SF desviación Chuquibambilla – Matara, en comparación al manual de carreteras DG-2018 las cuales permitieron identificar áreas críticas de incumplimiento.

El contenido de la presente tesis está constituido de la siguiente manera I Introducción, II Planteamiento del problema, en esta sección se conceptualizo el problema, se determinó los objetivos y se realizó la justificación de la investigación, III Marco teórico describe los antecedentes, así como las bases teóricas. IV Metodología describe el tipo y nivel de investigación, población y muestra, instrumentos, procedimientos y análisis de datos. V Resultados y discusión, VI Conclusiones, VII Recomendaciones, VIII Referencias y IX Anexos.

## **II. Planteamiento del problema**

### **2.1 Descripción y formulación del problema**

#### **2.1.1 Descripción del problema**

Actualmente muchas carreteras necesitan modificaciones y ampliaciones ya que sus características geométricas no proporcionan condiciones adecuadas que garanticen la seguridad vial, el incremento de accidentes viales en estas rutas evidencia un problema significativo que genera consecuencias negativas tanto en pérdidas humanas como daños materiales.

A nivel global anualmente se registran aproximadamente 1,19 millones de víctimas mortales que están relacionados con accidentes vehiculares reportándose entre 20 y 50 millones de daños no mortales. La seguridad de los usuarios puede verse influenciada por el diseño de una carretera (OMS, 2023).

A nivel nacional se registraron 5449 accidentes de tránsito en toda red vial nacional cuyas víctimas mortales fueron 930 personas y 7817 heridos las causas principales de estos accidentes durante el año 2022 fueron choque con 47% y despiste con 45% según el reporte estadístico de siniestros viales (SUTRAN, 2022).

A nivel de la región de Apurímac se registró 136 accidentes ocurridos en la vía nacional de las cuales hubo 10 fallecidos y 119 heridos durante el año 2022 según reporte estadístico de siniestros viales (SUTRAN, 2022).

A nivel local Según el reporte policial de los últimos 5 años (2018-2023) de la comisaría de Lambrama se obtuvo un total de 119 accidentes de tránsito, 107 heridos y 10 fallecidos en la ruta nacional PE-3SF tramo Desviación Chuquibambilla- Lambrama.

El tramo Dv. Chuquibambilla Matara forma parte de la ruta nacional PE-3SF emitido mediante el Decreto Supremo "N°011-2016-MTC", esta ruta desempeña un rol importante en la actividad minera ya que conecta con uno de los proyectos mineros más grandes del Perú las Bambas, actualmente la carretera en estudio presenta problemas de transitabilidad debido al reducido ancho de calzada que presenta, dificultando el transporte

de vehículos que circulan en ambas direcciones, este problema es crítico en tramos donde existen curvas pronunciadas que limitan la visibilidad, la presencia de estas características sugiere que la ruta en estudio no dispone de un adecuado diseño geométrico, la falta de adecuación de esta carretera con respecto a las normas vigentes dificulta el tránsito incrementando el riesgo de accidentes.

### **2.1.2 Formulación del problema**

El diseño geométrico de las carreteras desempeña un rol fundamental en la seguridad vial, durante los últimos años se ha registrado un incremento de accidentes de tránsito ocurrido en la ruta desviación Chuquibambilla – Matara, lo cual sugiere que sus características geométricas podrían estar incumpliendo los estándares mínimos indicados en el Manual de Carreteras DG-2018, bajo este contexto resulta necesario conocer el estado actual de esta carretera que nos permita identificar posibles deficiencias y proponer mejoras según las normativas vigentes para tener una infraestructura más segura.

#### **Problema general**

¿Cuál es el porcentaje de cumplimiento del diseño geométrico de la carretera nacional PE-3SF desviación Chuquibambilla- Matara, aplicando el manual de carreteras DG-2018?

#### **Problemas específicos**

**PE1:** ¿La carretera nacional PE-3SF desviación Chuquibambilla- Matara cumplirá con el diseño geométrico en planta según el manual de carreteras DG-2018?

**PE2:** ¿La carretera nacional PE-3SF desviación Chuquibambilla- Matara cumplirá con el diseño geométrico en perfil según el manual de carreteras DG-2018?

**PE3:** ¿La carretera nacional PE-3SF desviación Chuquibambilla- Matara cumplirá con el diseño geométrico de las secciones transversales según el manual de carreteras DG-2018?

## **2.2 Objetivos**

### **2.2.1 Objetivo general**

Determinar el porcentaje de cumplimiento del diseño geométrico de la carretera nacional PE-3SF desviación Chuquibambilla - Matara, aplicando el manual de carreteras DG-2018.

### **2.2.2 Objetivos específicos:**

**OE1:** Analizar el diseño geométrico en planta de la carretera Nacional PE-3SF Desviación Chuquibambilla- Matara, con lo establecido en el Manual de Carreteras DG – 2018.

**OE2:** Analizar el diseño geométrico en perfil de la carretera Nacional PE-3SF Desviación Chuquibambilla- Matara, con lo establecido en el Manual de Carreteras DG – 2018.

**OE3:** Analizar el diseño geométrico de las secciones transversales de la carretera Nacional PE-3SF Desviación Chuquibambilla- Matara, con lo establecido en el Manual de Carreteras DG – 2018.

## **2.3 Justificación e importancia**

La justificación de este trabajo radica en la importancia de conocer las condiciones actuales de los elementos geométricos de la ruta nacional PE-3SF tramo desviación Chuquibambilla –Matara ya que esta ruta desempeña un rol importante en el desarrollo económico regional, sin embargo su diseño geométrico presenta deficiencias significativas que podrían comprometer la seguridad vial, evaluando su diseño respecto a los lineamientos del manual nos permitirá identificar los elementos más críticos, dado que una carretera que se ajusta a los estándares de diseño geométrico contribuirá significativamente en el desarrollo económico de la zona al facilitar un transporte más seguro y eficiente.

## **2.4 Hipótesis**

### **2.4.1 Hipótesis general**

El diseño geométrico de la carretera nacional PE-3SF desviación Chuquibambilla-Matara, no cumple con lo establecido en el Manual de Carreteras DG- 2018.

### **2.4.2 Hipótesis específicas**

**HE1:** El diseño geométrico en planta de la carretera Nacional PE-3SF Desviación Chuquibambilla- Matara, no cumple con lo establecido en el Manual de Carreteras DG – 2018.

**HE2:** El diseño geométrico en perfil de la carretera Nacional PE-3SF Desviación Chuquibambilla- Matara, no cumple con lo establecido en el Manual de Carreteras DG – 2018.

**HE3:** El diseño geométrico de las secciones transversales de la carretera Nacional PE-3SF Desviación Chuquibambilla- Matara, no cumple con lo establecido en el Manual de Carreteras DG – 2018.

## 2.5 Variables

**Tabla 1: Operacionalización de variables.**

VARIABLES	DIMENSIONES	INDICADOR	Ítems	ESCALA DE MEDICION
<b>DEPENDIENTE</b>  <b>Diseño Geométrico de la carretera nacional PE-3SF Desviación Chuquibambilla - Matara</b>	<b>Diseño Geométrico en Planta</b> Este diseño se conforma de curvas circulares, alineamientos rectos y grados de curvatura variable cuya finalidad es permitir un desplazamiento ligero al desplazarse de una curva a un tramo recto o al revés de igual manera entre dos curvas circulares de radios diferentes, este diseño debe permitir el flujo continuo de vehículos manteniendo la velocidad proyectada durante la mayor distancia del recorrido. (Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2018)	Tramos en tangente	2.2.9.2	m
		curvas circulares	2.2.9.3	m
		sobreechanco	2.2.9.7	m
		pendientes	2.2.10.1	%
		curvas verticales	2.2.10.2	m
		bermas	2.2.11.3	m
		bombeo	2.2.11.4	%
	peralte	2.2.11.5	%	
	<b>Diseño Geométrico en Secciones Transversales</b> Este diseño muestra la descripción de elementos viales respecto a un corte vertical perpendicular a su alineamiento horizontal permitiendo identificar la dimensión y disposición de los elementos en cada sección y la relación con su topografía, este diseño es variable en distintos puntos debido a la forma en que los diversos componentes se unen para formar la carretera, el tamaño y la forma dependerán de las funciones que desempeñan cada componente, así como el trazo y la topografía, el elemento fundamental de esta sección se relaciona con la calzada ya que sus dimensiones deben garantizar un flujo interrumpido a la velocidad proyectada sin inconvenientes. (Ministerio de Transportes y Comunicaciones ,2018)			

*Nota:* La tabla muestra la variable dependiente de la investigación

VARIABLES	DIMENSIONES	INDICADOR	Ítems	ESCALA DE MEDICION
<p><b>Independiente</b></p> <p><b>Parámetros del Manual de carreteras DG-2018</b></p>	<b>Diseño Geométrico en Planta</b>			
	<p>Este diseño se conforma de curvas circulares, alineamientos rectos y grados de curvatura variable cuya finalidad es permitir un desplazamiento ligero al desplazarse de un tramo recto a una curva o al revés de igual manera entre dos curvas circulares de radios diferentes, este diseño debe permitir el flujo continuo de vehículos manteniendo la velocidad proyectada durante la mayor distancia del recorrido. (Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2018)</p>	Tramos en tangente	2.2.9.2	m
		curvas circulares	2.2.9.3	m
		sobreeancho	2.2.9.7	m
	<b>Diseño Geométrico en Perfil</b>			
	<p>Este diseño está conformado por un conjunto de tramos rectos unidos mediante curvas parabólicas, donde estos tramos son tangentes; una pendiente positiva representa el incremento de cotas y una pendiente negativa representa la reducción de cotas esta dirección estará se definirá según la progresión del kilometraje, este alineamiento busca mantener una circulación fluida a lo largo de su recorrido manteniendo su velocidad de proyectada. (Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2018)</p>	pendientes	2.2.10.1	%
		curvas verticales	2.2.10.2	m
	<b>Diseño Geométrico en Secciones Transversales</b>			
	<p>Este diseño muestra la descripción de elementos viales respecto a un corte vertical perpendicular a su alineamiento horizontal que facilita definir la dimensión y disposición de los elementos en cada sección y la relación con su topografía, este diseño es variable en distintos puntos debido a la forma en que los diversos componentes se unen para formar la carretera, el tamaño y la forma dependerán de las funciones que desempeñan cada componente, así como el trazo y la topografía, el elemento fundamental de esta sección se relaciona con la calzada ya que sus dimensiones deben garantizar un flujo interrumpido a la velocidad proyectada sin inconvenientes. (Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2018)</p>	bermas	2.2.11.3	m
bombeo		2.2.11.4	%	
peralte		2.2.11.5	%	

*Nota:* La tabla muestra la variable independiente de la investigación

### **III. Marco Teórico**

#### **3.1 Antecedentes**

##### **3.1.1 A nivel internacional**

Llopis ( 2018) en su investigación “Desarrollo de una metodología para el diseño y mejora de carreteras convencionales a partir del análisis de la seguridad vial mediante modelos de consistencia”, el objetivo principal consistió en desarrollar una metodología que permitiera mejorar el diseño geométrico de carreteras a partir de dos nuevos enfoques de consistencia uno se desarrolló en el ámbito local y otro global, permitiendo que usuarios no sean sorprendidos mientras conducen, es decir que los conductores encuentren lo que esperan durante su trayecto, indicando que una alineación geométrica uniforme asegura que los componentes de la carretera funcionen de manera sincronizada generando que el conductor se sienta cómodo y confiado, De esta manera se reduciría la cantidad de accidentes. Llegando a la conclusión de cuanto mayor sea la diferencia entre las dos velocidades mayor será la posibilidad de que ocurra un accidente porque existe mayor discrepancia entre la perspectiva del conductor y la operatividad de la carretera.

García y Parrado (2017) en su investigación “Propuesta de un diseño geométrico vial para el mejoramiento de la movilidad en un sector periférico del occidente de Bogotá” se enfocaron en desarrollar una solución que permita optimizar la circulación entre el municipio de Mosquera y Funza , mediante sus hallazgos pudieron constatar un comportamiento de tránsito uniforme de velocidad constante de 45 kilómetros por hora, finalmente concluyeron que este nuevo diseño representa una adecuada estrategia de conexión entre ambos municipios ya que soluciona los problemas concernientes al flujo vehicular generando mayor productividad en la economía.

Gómez (2017) su investigación “Relación entre seguridad vial, accidentalidad y lineamientos de diseño geométrico. Estudio de caso: vía Manizales – Neira”, este estudio busca las posibles relaciones existentes entre la accidentabilidad y los lineamientos de su diseño cuya finalidad consiste en determinar áreas críticas y establecer medidas que

promuevan la seguridad en las vías, concluyendo que es importante atender las áreas críticas donde los parámetros presenta incongruencia con el manual Colombiano como es el caso de las curvas cuyos radios están por debajo de los 41m, brindando alineamientos seguros es posible reducir la vulnerabilidad en determinadas secciones ya que compensan otros factores que causan estos accidentes como los relacionados con factores humanos y vehiculares.

Canales et al.(2017) en su trabajo de investigación “Diseño geométrico del camino La Concepción – El Crucero y análisis de suelo del tramo en estudio y posibles bancos de materiales”, esta investigación propuso un diseño geométrico basándose en una óptima rasante y analizo la resistencia de carga que posee su suelo, los hallazgos de esta investigación revelaron que los suelos tienen un óptima calidad como material de sub rasante y su diseño ofrece trayectos más cortos, concluyendo que la ruta en estudio presenta un TPDA ( Tráfico Promedio Diario Anual) de 545 vehículos al día el cual es un factor primordial para el diseño geométrico ya que las normas se basan en este estudio basándose en su clasificación y también sirven de base para determinar el espesor el diseño de los pavimentos.

Blanco (2017) en su tesis “Análisis del diseño geométrico y estructural de la vía desde las Palmas hasta el Recinto San Pascual del cantón jipijapa”, para este estudio el autor utilizo el método ASSTH93 el cual le permitió determinar la composición del pavimento y su análisis se basó en función de las normas vigentes (normas NEVI-12), finalizando los diferentes estudios el autor concluye que el tramo evaluado pertenece a una categoría IV perteneciente a un camino vecinal cuyo ancho de calzada correspondiente es de 6m y su diseño estructural estará compuesto de una subbase de 7 pulgadas, una base de 4 pulgadas y por ultimo tendrá una carpeta asfáltica de 1 pulgada.

### **3.1.2 A nivel nacional**

Alvaron (2022) es su investigación “Evaluación de los parámetros del diseño geométrico de la carretera Huaraz-Santo Toribio (L=16 km) con el Manual de Diseño Geométrico 2018, año 2020” esta tesis se basó en la verificación de elementos geométricos de la carretera en análisis , según los hallazgos el autor determino una velocidad de 30 km/h para realizar el diseño de la carretera e idéntico que la vía pertenece a una ruta de tercer categoría cuya topografía presenta un terreno accidentado, la longitud mínima de secciones en tangentes fue de 42m y la máxima 500m, con una inclinación límite de 0.5% y una máxima de 10% con un radio mínimo de 55m, el investigador concluye que el diseño geométrico actual no es óptimo, basándose en sus resultados planteo soluciones que se ajusten a la normativa incluyendo rectificaciones, rediseños y ampliación de la carretera.

Carrio (2022) en su investigación “Análisis de consistencia de las características geométricas para la seguridad vial de la carretera Cajamarca - C.P. Candopampa de acuerdo con las normas de diseño geométrico de Carreteras DG-2018”, el estudio está orientado a realizar un análisis geométrico de su diseño e identifica las áreas que presentan un elevado porcentaje de accidentes, los resultados que obtuvo sobre que la carretera analizada revelaron un incumplimiento del 50.49% en el diseño en perfil, del 66.54% en el diseño en planta y 94.38% en sección transversal, concluyendo que la vía es análisis es insegura ya que la presencia de un único punto de peligro hace que esta ruta deje de ser confiable.

Miranda (2022) en su tesis “Evaluación de las características geométricas de la carretera Llacanora - Namora, de acuerdo con el manual de diseño geométrico DG-2018” su investigación consistió en el análisis y comparación de los elementos geométricos de la vía en estudio, la metodología empelada fue descriptivo y tuvo un diseño no experimental, obteniendo resultados que indican un incumplimiento del 76 % de tramos en tangente con respecto a los requisitos de manual, 57% de radios mínimos presentan incumplimientos, 74% longitud mínima de curva no cumplen con las especificaciones, 36% de sobrecanchos no se ajustan a lo establecido, 17% peraltes no cumplen con las

normativas, 30% del ancho mínimo de calzada no se adecua a los requisitos del manual y el ancho de bermas no se ajusta en ningún tramo de la vía, en base a estos resultados autor recomendó aumentar la señalización vial especialmente en tramos donde se producen cambios bruscos de velocidad, para asegurar una reducción gradual de las velocidades.

Zárate y Fernández (2021) en su investigación "Evaluación geométrica de la carretera Andamarca – Las Juntas, de acuerdo con el Diseño Geométrico de Carreteras dg-2018", este estudio se basó en el análisis y comparación de los elementos geométricos de esta carretera en relación al manual, la metodología empleada tuvo un nivel cuantitativo fue de tipo aplicada con un diseño no experimental, los resultados de obtenido constatan que la mayoría de los elementos no cumple con los criterios del manual concluyendo que este diseño es inconsistente respecto a las normas vigentes .

Solis (2018) en su investigación "Evaluación del Diseño Geométrico de la carretera Carhuaz - Chacas, tramo km 0+000 al km 9+500, aplicando el Manual de Diseño Geométrico DG-2014 año 2017", este estudio estuvo centrado a la evaluación del cumplimiento de cada característica respecto al tramo evaluado, empleando una metodología que tuvo un diseño no experimental de orientación aplicada que tuvo un enfoque mixto, los hallazgos de este estudio muestran la existencia de 99 tramos en su alineación horizontal de las cuales solo el 14% tiene mínimas longitudes, evidenciando la existencia de 97 curvas donde 79 son de circulares cumpliendo con un radio optimo solo el 14% de ellas, de las 18 curvas de vuelta solo el 22% cumplieron con los criterios límites, concluyendo que es necesario realizar las correcciones correspondiente al trazo ya que mayor parte incumple con el manual DG-2014, logrando que la vía brinde condiciones de seguridad y comodidad.

Galan y Quispe (2018), en su estudio "Evaluación de las Características Geométricas de la Carretera Huaraz – Pinar, Aplicando las Normas del M.T.C., En Independencia, Huaraz", la presente investigación consiste en evaluar los elementos geométricos pertenecientes a la carretera en análisis, que determinarán las condiciones

actuales de seguridad, estos hallazgos señalan que la ruta tiene una clasificación de segunda categoría con una topografía de accidentada, concluyendo que los 33 tramos tangentes evaluados solo 1 cumplió los requisitos, solo el 32% de curvas poseen un radios superiores a los limites establecidas, en todo el recorrido existe un incumpliendo del 100% de longitud mínima de curva, evidenciando también que el 23% de las secciones tienen pendientes mayores al 8% presentando distancias mínimas con respecto al límite.

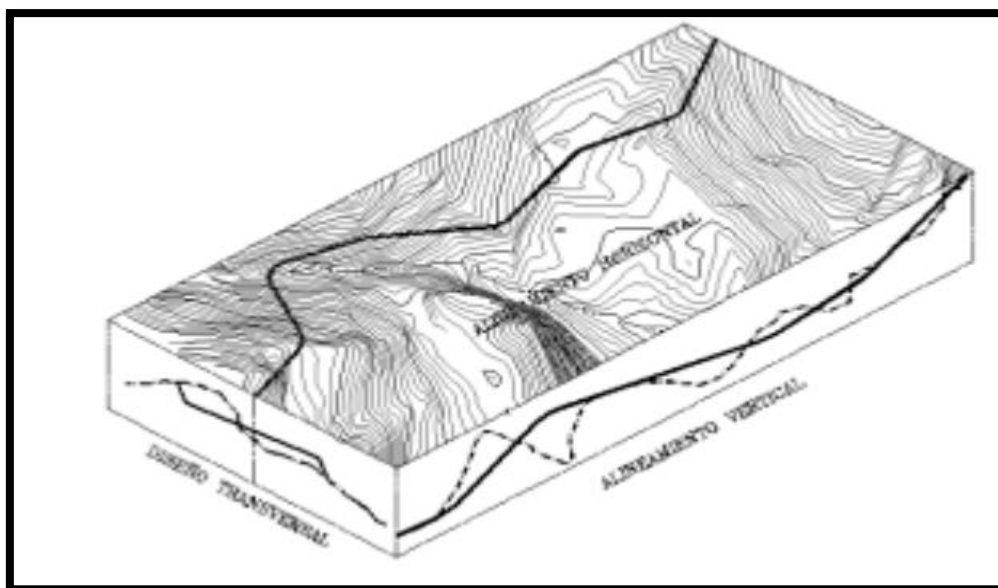
### 3.2 Bases teóricas

#### 3.2.1 *Diseño geométrico.*

Agudelo (2002) señala que el diseño geométrico establece condiciones geométricas necesarias para que una carretera sea segura y agradable de conducir según variables relacionadas al tráfico, topografía y velocidad. El cual consta de tres elementos bidimensionales conformados por alineamientos horizontales, verticales y diseños transversales que funcionan por separado, pero dependen unos de otros. Cuando estos componentes finalmente se conectan entre sí, se crea un componente tridimensional que representa la carretera.

#### Figura 1

*Componentes del Diseño Geométrico*



*Nota.* La figura muestra los componentes de diseño geométrico: Fuente: Agudelo (2002, p.44)

### **3.2.2 *Manual de diseño geométrico de carreteras DG-2018***

Es un documento técnico de carácter normativo de cumplimiento obligatorio a nivel nacional, este manual proporciona información necesaria sobre los criterios y procedimientos para diseños de infraestructuras relacionados al transporte según su desarrollo y diseño de acuerdo a criterios establecidos. (Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2018).

### **3.2.3 *Carretera***

Una carretera está definida como una red destinada de transporte que facilita el flujo vehicular que tiene un nivel de confort adecuado, velocidad y seguridad la cual puede estar constituida por uno o varias calzadas donde cada una de estas calzadas puede disponer de uno o varios carriles que tengan una o ambas direcciones, en función al estudio del tránsito. (Agudelo ,2002).

### **3.2.4 *Clasificación de las carreteras***

#### **Clasificación por demanda**

De acuerdo al manual de carreteras DG-2018 en Perú estas rutas se pueden clasificarse según el flujo vehicular que presentan.

**Tabla 2***clasificación de carreteras según su demanda*

CLASIFICACIÓN	IMD vehículos por día	Separador central	Número de carriles	Ancho mínimo de carril (m)	Superficie de rodadura
Autopistas de primera clase	superior a 6000	sí de ancho mínimo de 6m	2 por calzada	3.6	pavimentada
Autopistas de segunda clase	varia de 4000 a 6000	sí ancho variable entre 1m hasta 6 m	2 por calzada	3.6	pavimentada
Carreteras de primera clase	varia de 2001 a 4000	no	2	3.6	pavimentada
Carreteras de segunda clase	varia de 400 a 2000	no	2	3.3	pavimentada
Carreteras de tercera clase	inferior a 400	no	2	3.00 (hasta 2.50 m con sustento técnico)	pavimentada o afirmada
Trochas carrozables	inferior a 200	no	1	4	afirmada o sin afirmar

Nota. La presente tabla muestra la clasificación de las carreteras en función al IMD que presentan las carreteras, información adaptada del manual de carreteras DG-2018 (MTC, 2018)

### **Clasificación por orografía**

De acuerdo al manual de carreteras DG-2018 en Perú las rutas se clasifican de acuerdo a su orografía en:

**Tabla 3***Clasificación de carreteras según la orografía*

Tipo de terreno	pendiente transversal	Pendiente longitudinal (%)	movimiento de tierras	dificultades de trazo
terreno plano (tipo 1)	menor o igual al 10 %	menor a 3%	mínimo	no presenta dificultades de trazo
terreno ondulado (tipo 2)	Varia de 11% a 50%	Varia de 3% a 6%	moderado	permite alineamientos rectos, curvas amplias sin complicaciones en su trazo
terreno accidentado (tipo 3)	Varia de 51% a 100%	Varia de 6% a 8%	impórtate	presenta dificultad en su trazo
terreno escarpado (tipo 4)	superior a 100%	mayor a 8%	máximo	generan grandes dificultades en el trazo

*Nota.* La presente tabla muestra la clasificación de las carreteras en el Perú según el tipo de terreno predominante que presentan, información adaptada del manual de carreteras DG-2018 (MTC, 2018).

### **3.2.5 Criterios y controles básicos para el diseño geométrico**

Los criterios y factores a considerar al inicio de un estudio que determinara su diseño geométrico de infraestructuras viales recientes y de aquellas que necesitan mejoras particularmente en lo que concierne al trazo. Es importante recordar que al diseñar una vía que tenga características, proporciones y alineaciones óptimas garantizará que su capacidad final cumpla los requisitos del proyecto, manteniéndose dentro de los límites de viabilidad financiera. (Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2018).

### **3.2.6 Vehículos de diseño**

Las características geométricas de una carretera están definidas por la categoría del vehículo, tamaño, tonelaje y otras consideraciones del reglamento nacional de vehículos. Para establecer la configuración geométrica de una carretera es fundamental identificar las características y volúmenes de todos los vehículos que se desplazan por esta carretera. Por tanto es necesario evaluar la categoría vehicular determinar grupos y elegir dimensiones estándares de cada categoría a utilizar en el proyecto. (Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2018).

#### **Vehículos ligeros**

Un proyecto no se ve afectado por las dimensiones de los vehículos ligeros, excepto que sea una carretera donde no puedan circular camiones, lo que no es habitual en los proyectos de carreteras. Como referencia a continuación se indican las medidas típicas de los vehículos fabricados en Norteamérica que se caracterizan por tener dimensiones superiores de ancho 2.10m y un largo de 5.80m. (Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2018)

#### **Vehículos pesados**

Las máximas dimensiones de los vehículos que servirán como base para definir la geometría de una vía, se establecen en la norma nacional de vehículos, las cuales podrán ser utilizadas al calcular distancias de visibilidad de adelantamiento y parada, se hace indispensable determinar varias alturas que se relacionen con los vehículos ligeros para abarcar las mejores condiciones de visibilidad. (Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2018)

### **3.2.7 Velocidad de diseño**

Es la máxima velocidad que permite a un vehículo transitar con seguridad en un tramo específico a lo largo de la carretera cuando el entorno es propicio para mantener el cumplimiento de los estándares de diseño. Al establecer esta velocidad se debe prevenir que los conductores experimenten cambios inesperados o demasiado frecuentes a lo largo

del recorrido garantizando la seguridad de estos. (Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2018)

### **Velocidad de diseño del tramo homogéneo**

Esta velocidad se establece considerando la topografía y el tránsito que experimenta esta vía en desarrollo, cada sección homogénea puede tener una velocidad de diseño que se ajuste al rango especificado según la siguiente tabla. (Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2018)

Tabla 4.

Rangos de la Velocidad de Diseño en función a su demanda y orografía.

CLASIFICACION	OROGRAFIA	VELOCIDAD DE DISEÑO DE UN TRAMO HOMOGENEO VTR (KM/H)											
		30	40	50	60	70	80	90	100	110	120	130	
Autopista de primera clase	Plano												
	Ondulado												
	Accidentado												
	Escarpado												
Autopista de segunda clase	Plano												
	Ondulado												
	Accidentado												
	Escarpado												
Carretera de primera clase	Plano												
	Ondulado												
	Accidentado												
	Escarpado												
Carretera de segunda clase	Plano												
	Ondulado												
	Accidentado												
	Escarpado												
Carretera de tercera clase	Plano												
	Ondulado												
	Accidentado												
	Escarpado												

Nota. La presente tabla muestra la velocidad de diseño según la clasificación por demanda y orografía de una carretera, datos obtenidos de Manual de carreteras D-G2018 (MTC, 2018, p. 97)

### 3.2.8 Distancia de visibilidad

Representa la longitud del recorrido continuo que va hacia adelante en una carretera, donde el conductor puede ver claramente y le resulte cómodo realizar con seguridad diversas maniobras. (Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2018)

#### Distancia de visibilidad de parada

El Ministerio de Transportes y Comunicaciones (2018), señala que se trata de la mínima distancia necesaria en la cual el conductor puede detener su vehículo que se desplaza a la velocidad proyectada antes que impacte con un obstáculo fijo en su ruta.

Utilizando la siguiente fórmula podemos calcular la distancia de parada en pavimentos húmedos.

$$D_p = 0.278 * V * t_p + 0.039 \frac{V^2}{a} \dots (1)$$

Donde:

- $D_p$  : Distancia de parada expresada en metros (m).
- $V$  : Velocidad de diseño (km/h),
- $t_p$  : Tiempo de percepción más reacción.
- $a$  : desaceleración en  $m/s^2$ , está en función del coeficiente de fricción y de la pendiente longitudinal del tramo.

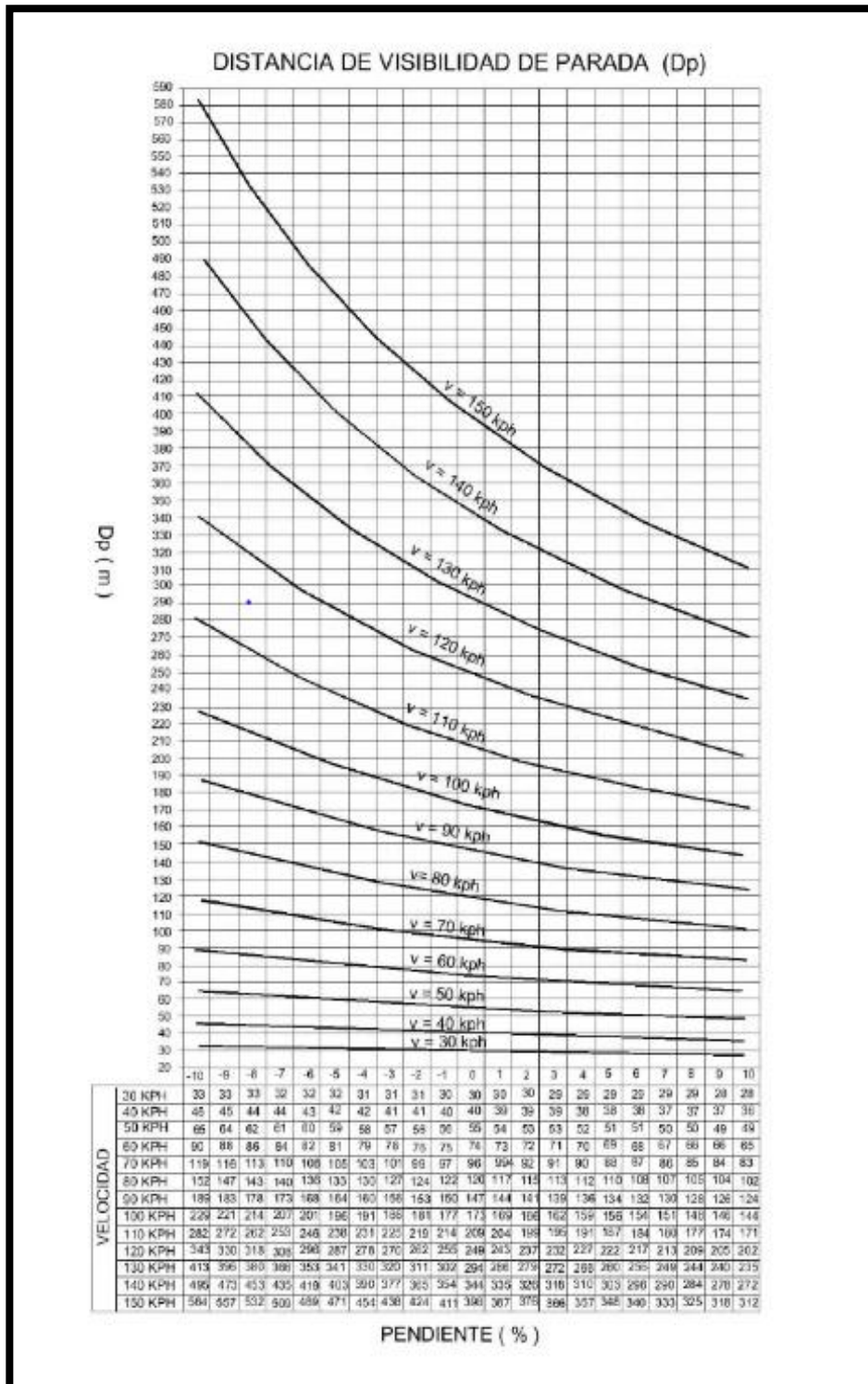
Mediante la ecuación 1 podemos estimar la mínima distancia necesaria para que un vehículo pueda detenerse de forma segura (MTC, 2018).

$$D_p = 0.278Vt_p + \frac{v^2}{254 \left( \left( \frac{a}{9.81} \right) \pm i \right)} \dots (2)$$

Mediante la ecuación 2 podemos estimar la distancia de visibilidad en carreteras que presentan pendientes superiores al 3% ya sea de bajada o subida (MTC, 2018).

Figura2

Distancia de visibilidad de parada



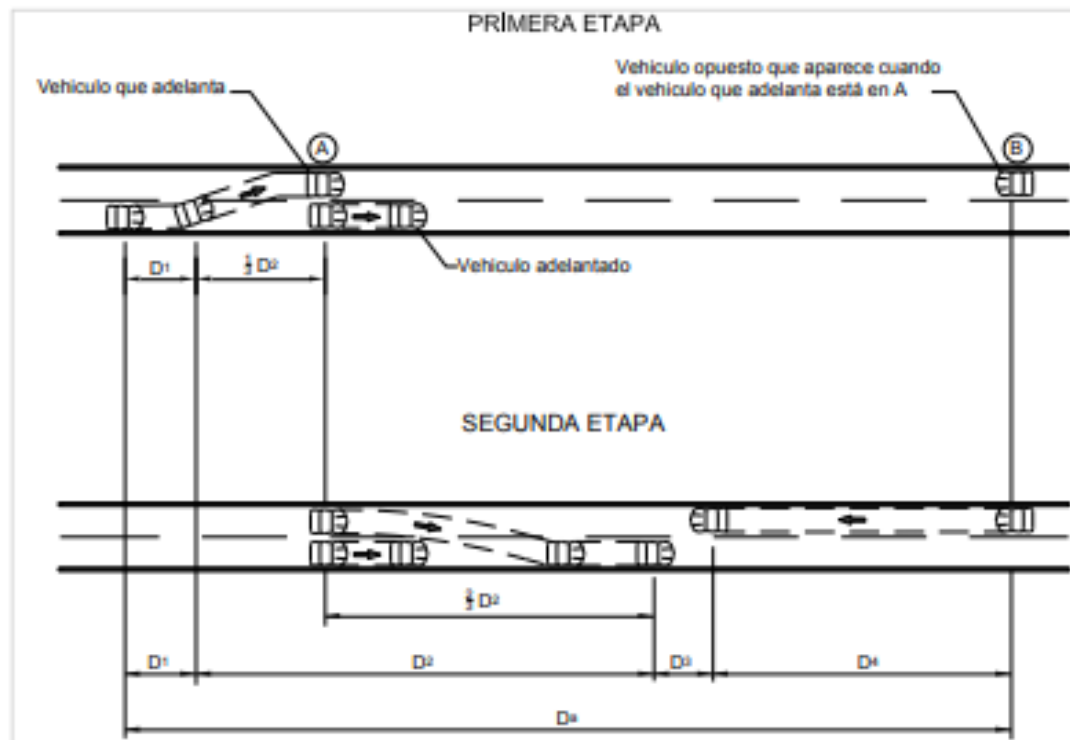
Nota: La presente figura muestra el ábaco que permite determinar la distancia de visibilidad en función a la pendiente. Fuente: Ministerio de Transportes y Comunicaciones (2018, p.106).

### Distancia de visibilidad de paso o adelantamiento

Es la mínima distancia en la cual un conductor sobrepasa de forma confiable a un vehículo que se está desplazando más despacio que él, sin interferir la velocidad de un tercer vehículo que vine aproximándose en dirección contraria que fue perceptible al iniciar la maniobra de adelantamiento. Cuando un automóvil se está desplazando a una velocidad proyectada y se aproximan dos vehículos en dirección opuesta que mantienen una diferencia de 15 km/h entre ambas velocidades se logra garantizar un adelantamiento seguro. (Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2018)

**Figura 3**

*Distancia de visibilidad de adelantamiento*



Nota. La figura muestra la distancia de visibilidad de adelantamiento. Fuente Ministerio de Transportes y Comunicaciones (2018, p.107).

### **3.2.9 Diseño geométrico en planta**

Este diseño se conforma de curvas circulares, alineamientos rectos y grados de curvatura variable cuya finalidad es permitir un desplazamiento ligero al desplazarse por un tramo recto que conecte con una curva o al revés de la misma forma entre dos curvas circulares de radios diferentes, este diseño debe permitir el flujo continuo de vehículos manteniendo la velocidad proyectada durante la mayor distancia del recorrido. (Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2018)

#### **Consideraciones para el alineamiento horizontal**

Se destaca la importancia de evitar segmentos con alineamientos prolongados ya que durante el día estos tramos pueden resultar monótonos y por la noche la visibilidad disminuye por las luces que generan por vehículos que transitan en dirección contraria. Es mejor optar por curvas de grados radios que puedan sustituir alineamientos extensos. Para ángulos cuya deflexión  $\Delta$  es inferior o igual a  $5^\circ$ , es necesario garantizar radios de curvatura suficientemente amplios que cumplan la longitud mínima requerida en curvas. Es contraproducente tener dos curvas seguidas con la misma dirección cuando entre ambas se encuentre un tramo recto será conveniente sustituirlas por una curva amplia o caso contrario el tramo recto será reemplazada por un arco circular. En ángulos donde la deflexión sea reducida las curvas deben ser amplias de longitud mínima de 150m, la mínima longitud de curva establecida para las carreteras principales será el triple en relación a su velocidad de proyecto  $L_c=3V$  Km/h, y en rutas de altas velocidades como las autopistas la longitud mínima será el doble que la descrita anteriormente y será  $L_c=6V$ . (Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2018)

**Tabla 5***Deflexión máxima*

Velocidad de diseño Km/h	Deflexión máxima aceptable sin curva circular
30	2° 30´
40	2° 15´
50	1° 50´
60	1° 30´
70	1° 20´
80	1° 10´

*Nota.* La tabla muestra la deflexión máxima según la velocidad de diseño. Fuente Ministerio de Transportes y Comunicaciones (2018, p. 126)

### **Tramos en tangente**

Los tramos en tangente deben cumplir con los estándares establecidos en el manual de carreteras DG-2018 para garantizar una transición adecuada entre secciones (MTC, 2018).

La longitud mínima en metros para alineaciones rectas con radios de curvatura en dirección opuesta se calcula con la siguiente fórmula.

$$L_{min.s} = 1. \dots (3)$$

Longitud mínima en metros para alineaciones rectas con radios de curvatura en la misma dirección.

$$L_{min.o} = 2. \dots (4)$$

Longitud máxima (m)

$$L_{máx} = 16. \dots (5)$$

Las presentes ecuaciones fueron obtenidas del Ministerio de Transportes y Comunicaciones (2018, p. 127)

**Tabla 6***Longitudes de tramos en tangente*

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

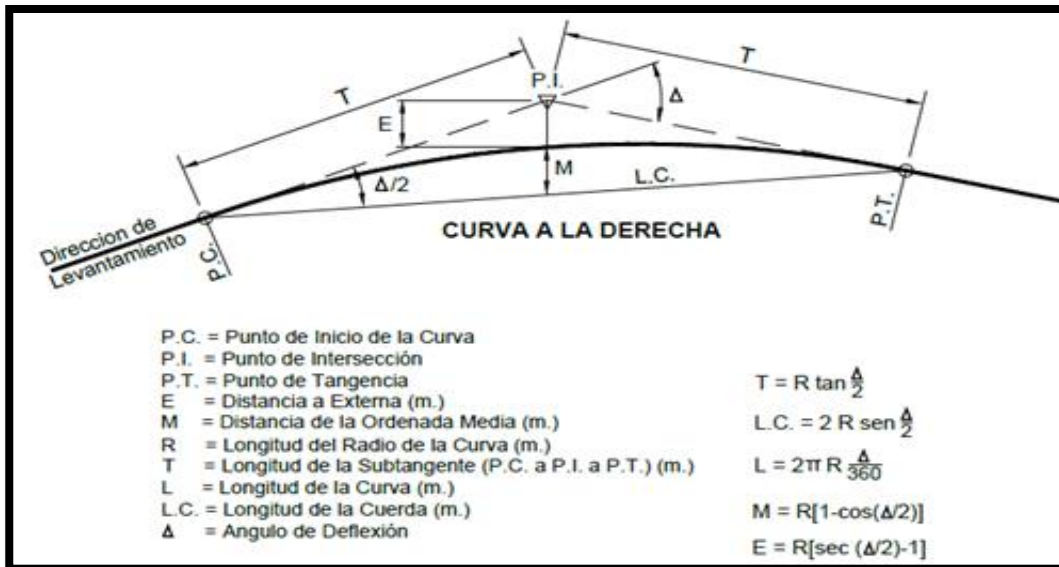
*Nota.* La presente tabla muestra las longitudes mínimas y máximas de tangentes en función de la velocidad de diseño. Fuente Ministerio de Transportes y Comunicaciones (2018, pág. 127).

### **Curvas circulares**

Son elementos geométricos pertenecientes a una carretera que consisten en la conexión de los segmentos de una circunferencia de único radio con dos tramos sucesivos, constituyendo una estimación de las curvas reales o espaciales en un tramo horizontal. (Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2018)

Figura 4

Simbología de la curva circular



Nota. La presente figura muestra los elementos de una curva circular. Fuente Ministerio de Transportes y Comunicaciones (2018, p.128).

### Radios mínimos

Son los radios más reducidos donde un vehículo puede desplazarse a la velocidad de diseño con un porcentaje máximo de peralte manteniendo un nivel aceptable de seguridad y confort, estos radios pueden calcularse utilizando la formula siguiente. (Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2018)

$$R_{min} = \frac{v^2}{127(P_{m\acute{a}x} + f_{m\acute{a}x})} \dots (6)$$

Dónde:

- $R_{mín}$  = Radio Mínimo.
- $V$  = Velocidad de Diseño.
- $P_{m\acute{a}x}$  = Peralte máximo asociado a  $V$  (en tanto por uno).
- $f_{m\acute{a}x}$  = Factor máximo de fricción transversal máximo asociado a  $V$ .

Tabla 7

*Radios mínimos y peraltes máximos para diseño de carreteras*

Ubicación de la vía	Velocidad de diseño	$P$ máx. (%)	$f$ máx.	Radio calculado (m)	Radio redondeado (m)
Área urbana	30	4	0.17	33.7	35
	40	4	0.17	60	60
	50	4	0.16	98.4	100
	60	4	0.15	149.2	150
	70	4	0.14	214.3	215
	80	4	0.14	280	280
	90	4	0.13	375.2	375
	100	4	0.12	492.1	495
	110	4	0.11	635.2	635
	120	4	0.09	872.2	875
	130	4	0.08	1,108.90	1,110
Área rural (con peligro de hielo)	30	6	0.17	30.8	30
	40	6	0.17	54.8	55
	50	6	0.16	89.5	90
	60	6	0.15	135	135
	70	6	0.14	192.9	195
	80	6	0.14	252.9	255
	90	6	0.13	335.9	335
	100	6	0.12	437.4	440
	110	6	0.11	560.4	560
	120	6	0.09	755.9	755
	130	6	0.08	950.5	950
Área rural (plano u ondulada)	30	8	0.17	28.3	30
	40	8	0.17	50.4	50
	50	8	0.16	82	85
	60	8	0.15	123.2	125
	70	8	0.14	175.4	175
	80	8	0.14	229.1	230
	90	8	0.13	303.7	305
	100	8	0.12	393.7	395
	110	8	0.11	501.5	500
	120	8	0.09	667	670
	130	8	0.08	831.7	835
Área rural (accidentada o escarpada)	30	12	0.17	24.4	25
	40	12	0.17	43.4	45
	50	12	0.16	70.3	70
	60	12	0.15	105	105
	70	12	0.14	148.4	150
	80	12	0.14	193.8	195
	90	12	0.13	255.1	255
	100	12	0.12	328.1	330
	110	12	0.11	414.2	415
	120	12	0.09	539.9	540
	130	12	0.08	665.4	665

*Nota.* La tabla muestra los radios mínimos en función a la ubicación de la vía, la velocidad de diseño y el peralte máximo. Fuente: Ministerio de Transportes y Comunicaciones (2018, p. 129).

### **Transición de peralte**

El peralte viene a ser la pendiente transversal de la carretera en las secciones de curva, asignada a compensar la fuerza centrífuga que los vehículos experimentan al desplazarse por una curva, la transición de peralte describe el proceso gradual de cambio de inclinación en el borde de la calzada, que va desde el tramo recto hasta donde se encuentra la curva peraltada. (Ministerio de Transportes y Comunicaciones 2018)

### **Curvas de vuelta**

Estas curvas son utilizadas cuando no se pueden emplear trazos alternativos en laderas o terrenos cuya orografía es accidentado en el cual es necesario alcanzar mayor altura sin sobrepasar las inclinaciones permitidas, el uso de estas curvas es restringido en autopistas, usándose excepcionalmente en carreteras de primera clase. (Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2018)

### **Sobreechancho**

Según el Manual de Carreteras DG-2018 del MTC (2018), el sobreechancho viene a ser el espacio adicional de la calzada en secciones donde exista una curva cuya finalidad radica en compensar el espacio adicional que necesitan los vehículos para mantenerse dentro de carril y transitar de manera segura y cómoda.

El sobreechancho se ajusta según el tipo de vehículo, el radio de curvatura y la velocidad de diseño, se calcula utilizando la fórmula siguiente:

$$Sa = n \left( R - \sqrt{R^2 - L^2} \right) + \frac{V}{10\sqrt{R}} \dots (7)$$

Dónde:

Sa = Sobreancho (m).

n = Número de carriles.

R = Radio (m).

L = Distancia entre el eje posterior y parte frontal (m).

V = Velocidad de diseño (km/h).

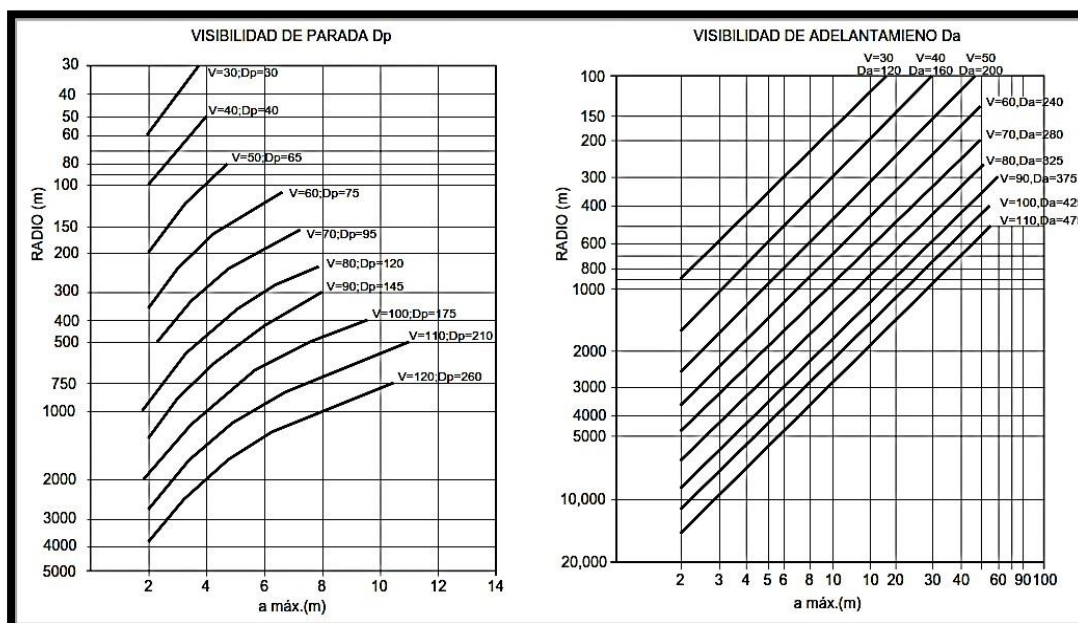
La ecuación 7 se encuentra en Manual de Carreteras DG-2018 (Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2018, p. 161).

### Banqueta de visibilidad

Según el MTC (2018), las curvas horizontales deben garantizar una visibilidad que permita cumplir con una mínima distancia de parada, si una curva posee una distancia de visibilidad adecuada se procederá a evaluar este requisito y se determinará el ancho máximo (a máx) según la figura 5.

**Figura 5**

*Visibilidad de parada (Dp) y visibilidad de adelantamiento (Da)*



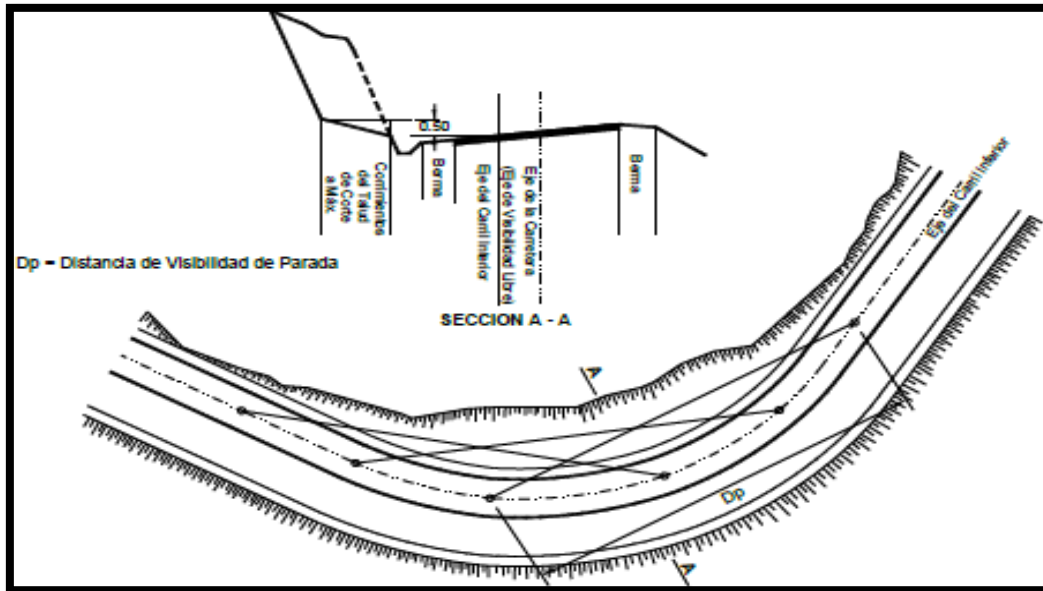
*Nota.* La presente figura muestra distancias de visibilidad de parada para distintos radios.

Fuente: Ministerio de Transportes y Comunicaciones (2018, p. 166)

Si al verificar la curva se determina que la visibilidad es insuficiente y no se puede incrementar el radio se empleara el proceso ilustrado en la figura 6.

### Figura6

#### Visibilidad de curva



*Nota.* La presente figura muestra distancias de visibilidad de parada en curvas. Fuente: Ministerio de Transportes y Comunicaciones (2018, p. 167).

### 3.2.10 Diseño geométrico en perfil

Este diseño se conforma por una serie de tramos rectos unidos por curvas parabólicas, donde estos tramos son tangentes; una pendiente positiva representa el incremento de cotas y una pendiente negativa representa la reducción de cotas esta dirección estará definida según la progresión del kilometraje, este alineamiento busca mantener una circulación fluida a lo largo de su recorrido manteniendo su velocidad de proyectada. (Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2018).

#### 3.2.10.1 Pendientes

##### Pendiente mínima

El manual de carretas señala que es práctico asignar una inclinación de 0.5% como límite que garantiza una adecuada evacuación de aguas pluviales durante el recorrido de la vía. Cuando una carretera no disponga de cunetas ni bermas y tenga un bombeo del

2%, se permitirá como excepción que los sectores presenten pendientes de hasta el 0.2%. En situaciones excepcionales las pendientes pueden ser iguales a cero si el bombeo es de 2.5%. En tramos con bermas es recomendable inclinaciones hasta el 0.5% con una mínima excepción del 0.35%. En tramos donde se anule la inclinación transversal y exista un cambio de peralte le corresponderá una inclinación mínima de 0.05% (Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2018)

### **Pendiente máxima**

En zonas con altitudes que superen los 3.000 msnm, la inclinación disminuirá en 1% en terrenos accidentados, para las autopistas se permite que las inclinaciones de descenso superen los valores máximos establecidos hasta en 2%. (Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2018).

**Tabla 8***Pendientes Máximas*

Demanda Veh/Día	Autopistas				Carretera				Carretera				Carretera							
	> 6000 Primera Clase		6000 - 4001 Segunda Clase		4000 -2001 Primera Clase				2000 - 400 Segunda Clase				< 400 Tercera Clase							
Características	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Tipo de Orografía																				
Velocidad de diseño:																				
30 Km/H																			10	10
40 Km/H															9	8	9	10		
50 Km/H											7	7	8	9	8	8				
60 Km/H					6	6	7	7	6	6	7	7	6	7	8	9	8	8		
70 Km/H				5	5	6	6	6	7	6	6	7	7	6	6	7	7	7		
80 Km/H	5	5	5	5	5	5	6	6	6	6	6	6	6	6	6	7	7			
90 Km/H	4.5	4.5	5	5	5	6	5	5	6	6	6	6	6	6	6	6				
100 Km/H	4.5	4.5	4.5	5	5	6	5	6	6	6	6	6	6	6	6					
110 Km/H	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4				
120 Km/H	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4				
130 Km/H	3.5	3.5	3.5	3.5	3.5	3.5	3.5	3.5	3.5	3.5	3.5	3.5	3.5	3.5	3.5	3.5				

*Nota.* La presente tabla muestra pendientes máximas. Fuente Ministerio de Transportes y Comunicaciones (2018, p. 171).

### 3.2.10.2 Curvas verticales

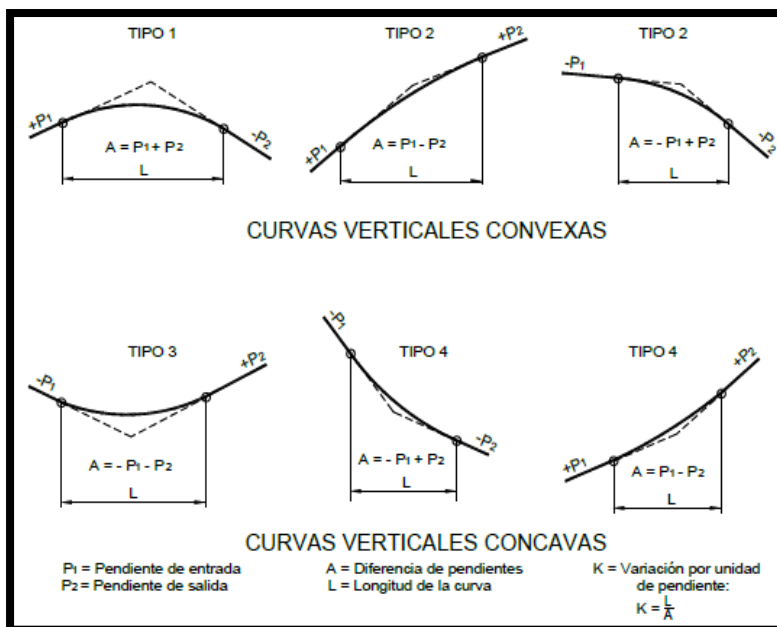
Son elementos que conectan secciones continuas de rasante en relación a las curvas verticales parabólicas, cuando exista una variación superior a 1% en pendientes de rutas pavimentadas y del 2% en otras vías. Estas curvas parabólicas se definen en función de su parámetro de curvatura  $K$  que representa la distancia de la curva en un plano horizontal expresado en metros por cada 1% de variación en su inclinación. (Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2018)

#### Tipos de curva verticales

Estas curvas se pueden categorizar en función de la proporción que existe entre sus ramas que las conforman se dividen en asimétricas y simétricas y según su forma como convexas y cóncavas. (Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2018).

**Figura 7**

*Tipos de curvas verticales convexas y cóncavas*



**Nota:** La presente figura muestra los tipos de curvas verticales. Fuente: Ministerio de Transportes y Comunicaciones (2018, p. 175).

### Longitud de curva convexa

El Ministerio de Transportes y Comunicaciones (2018), indica que la distancia de una curva vertical convexa se puede determinar mediante las siguientes fórmulas:

**Cuando  $DP < L$**

$$L = \frac{A * Dp^2}{404} \dots (8)$$

**Cuando  $DP > L$**

$$L = 2Dp - \frac{404}{A} \dots (9)$$

**Donde**

L= Longitud de curva vertical (m)

Dp= Distancia de visibilidad de frenado (m)

V= Velocidad de diseño (Km/h)

A= Diferencia algebraica de pendientes (%)

### Longitudes mínimas de curvas cóncavas

El MTC (2018), indica que las distancias de las curvas cóncavas se calculan utilizando las fórmulas siguientes:

- **Cuando  $Dp < L$**

$$L = \frac{A * D^2}{120 + 3.5D} \dots (10)$$

- **Cuando  $Dp > L$**

$$L = 2Dp - \left( \frac{120 + 3.5D}{A} \right) \dots (11)$$

Donde:

L= Longitud de curva vertical (m)

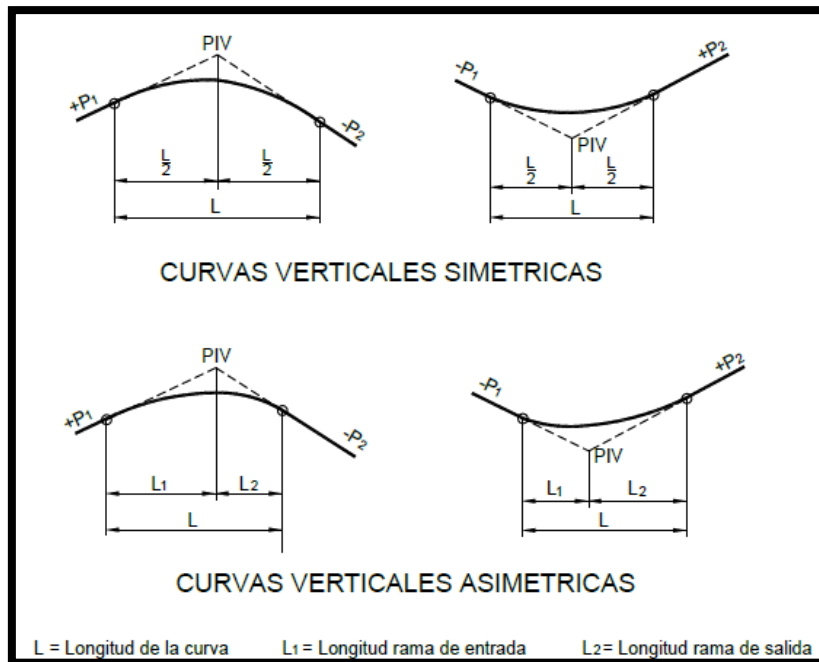
V= Velocidad de diseño (Km/h)

A= Diferencia algebraica de pendientes (%)

Dp= Distancia de visibilidad de frenado (m)

**Figura8**

*Tipos de curvas verticales simétricas y asimétricas*



*Nota.* La presente imagen muestra los tipos de curvas verticales. Fuente: Ministerio de Transportes y Comunicaciones (2018, p. 175).

### **3.2.11 Diseño geométrico de la sección transversal**

Este diseño muestra la descripción de los elementos viales respecto a un corte vertical perpendicular a su alineamiento horizontal mediante el cual podemos establecer la dimensión y disposición de los elementos en cada sección y la relación con su topografía, este diseño es variable en distintos puntos debido a la forma en que los diversos componentes se unen para formar la carretera, el tamaño y la forma dependerán de las funciones que desempeñan cada componente, así como el trazo y la topografía, el elemento fundamental de esta sección se relaciona con la calzada ya que sus dimensiones deben garantizar un flujo interrumpido a la velocidad proyectada sin inconvenientes . (Ministerio de Transportes y Comunicaciones ,2018)

### **3.2.11.1 Elementos de la sección transversal**

Las secciones transversales de las carreteras se conforman por calzadas, carriles, bermas, taludes, cunetas y algunos componentes adicionales pertenecientes al derecho de vía según lo especificado en el proyecto. En situaciones donde el flujo de bicicletas sea considerable se evaluará la implementación de carriles exclusivos para su circulación. (Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2018)

#### **Calzada o superficie de rodadura**

Sección de una vía destinada para transportar automóviles constituido por uno o varios carriles excluyendo la berma, cada carril debe facilitar el flujo continuo de varios automóviles circulan en la misma dirección de, el estudio de tráfico establece los carriles necesarios que satisfagan la demanda, los anchos de carril usados son 3,00 m, 3,30 m y 3,60 m (Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2018).

#### **Ancho de la calzada en tangente.**

La dimensión de las calzadas en tramos rectos es definida en función a la eficiencia y confort esperados cuando se haya concluido el diseño de la carretera, por medio de una evaluación de capacidad y niveles de servicio se terminará la cantidad y dimensión de los carriles. (Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2018, p.190)

**Tabla 9***Anchos mínimos de calzada en tangente*

Clasificación	Autopistas				Carretera				Carretera				Carretera							
	Trafico vehículos/día				Trafico vehículos/día				Trafico vehículos/día				Trafico vehículos/día							
Tipo	> 6000				6000 - 4001				4000 -2001				2000 -400				< 400			
Orografía	Primera Clase				Segunda Clase				Primera Clase				Segunda Clase				Tercera Clase			
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Velocidad de diseño:																				
30 Km/H																	6.60	6.00	6.00	
40 Km/H													6.60	6.60	6.60	6.00				
50 Km/H									7.20	7.20	6.60	6.60	6.60	6.60	6.00					
60 Km/H					7.20	7.20	7.20	7.20	7.20	7.20	7.20	7.20	7.20	7.20	6.60	6.60	6.60	6.60		
70 Km/H			7.20	7.20	7.20	7.20	7.20	7.20	7.20	7.20	7.20	7.20	7.20	7.20	6.60	6.60	6.60			
80 Km/H	7.20	7.20	7.20	7.20	7.20	7.20	7.20	7.20	7.20	7.20	7.20	7.20	7.20	6.60	6.60					
90 Km/H	7.20	7.20	7.20	7.20	7.20	7.20	7.20	7.20	7.20	6.60	6.60									
100 Km/H	7.20	7.20	7.20	7.20	7.20	7.20	7.20	7.20												
110 Km/H	7.20	7.20	7.20																	
120 Km/H	7.20	7.20	7.20																	
130 Km/H	7.20																			

*Nota.* La presente tabla muestra los anchos mínimos de calzada según la clasificación por demanda y la velocidad de diseño. Fuente Ministerio de Transportes y Comunicaciones (2018, p. 191).

## **Bermas**

Son elementos lineales situados al costado de una calzada, las cuales son diseñadas para delimitar la superficie de la vía y ofrecer un espacio seguro para detener los vehículos cuando exista alguna emergencia, independientemente la berma tendrá un acabado que deberá conservar la inclinación y nivel (peralte o bombeo) según el análisis técnico y financiero del proyecto, las bermas serán construidas con materiales semejantes utilizados en la carpeta de rodadura, en función del ancho las bermas sirven para otros fines como proteger el pavimento y a sus niveles subyacentes, proporcionan un espacio seguro para maniobras de emergencia que mejoran el funcionamiento del tránsito. (Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2018).

Tabla 10

Ancho de bermas

Clasificación	Autopistas								Carretera				Carretera				Carretera			
	> 6000				6000 - 4001				4000 -2001				2000 -400				< 400			
Trafico vehículos/día	Primera Clase				Segunda Clase				Primera Clase				Segunda Clase				Tercera Clase			
Características	Primera Clase				Segunda Clase				Primera Clase				Segunda Clase				Tercera Clase			
Tipo de Orografía	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Velocidad de diseño:																				
30 Km/H																			0.50	0.50
40 Km/H																	1.20	1.20	0.90	0.50
50 Km/H													2.60	2.60	1.20	1.20	1.20	0.90	0.90	
60 Km/H					3.00	3.00	2.60	2.60	3.00	3.00	2.60	2.60	2.00	2.00	1.20	1.20	1.20	1.20		
70 Km/H			3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	2.00	2.00	1.20	1.20	1.20			
80 Km/H	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	2.00	2.00	1.20	1.20					
90 Km/H	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	2.00	1.20	1.20									
100 Km/H	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	2.00												
110 Km/H	3.00	3.00	3.00																	
120 Km/H	3.00	3.00	3.00																	
130 Km/H	3.00																			

*Nota:* La presente tabla muestra el ancho mínimo según la clasificación por demanda y la velocidad de diseño. Fuente Ministerio de Transportes y Comunicaciones (2018, p. 193).

## Bombeo

Representa la inclinación transversal de las calzadas en curvas o secciones tangentes donde su finalidad consiste en el direccionamiento de las aguas pluviales hacia exterior de la calzada, la inclinación del bombeo es variable y depende de las especificaciones superficiales de la carpeta de rodadura y la intensidad de precipitación local. (Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2018)

**Tabla 11**

*Valores del bombeo*

Tipo de Superficie	Bombeo (%)	
	Precipitación <500 mm/año	Precipitación >500 mm/año
<b>Pavimento asfáltico y/o concreto Portland</b>	2,0	2,5
<b>Tratamiento superficial</b>	2,5	2,5 - 3,0
<b>Afirmado</b>	3,0 - 3,5	3,0 - 4,0

*Nota.* La presente tabla muestra los valores del bombeo según el tipo de superficie.

Fuente: Ministerio de Transportes y Comunicaciones (2018, p. 195)

## Peralte

Pendiente transversal que disponen las carreteras en secciones donde exista una curva, cuyo propósito es compensar la fuerza centrífuga que experimenta los vehículos al tomar una curva. (Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2018).

**Tabla 12**

*Valores de peralte*

Pueblo o ciudad	Peralte Máximo (p)	
	Absoluto	Normal
<b>Atravesamiento de zonas urbanas</b>	6,0%	4,0%
<b>Zona rural (T. Plano, Ondulado ó Accidentado)</b>	8,0%	6,0%
<b>Zona rural (T. Accidentado ó Escarpado)</b>	12,0%	8,0%
<b>Zona rural con peligro de hielo</b>	8,0%	6,0%

*Nota.* La presente tabla muestra los valores de peralte máximo. Fuente: Ministerio de Transportes y Comunicaciones (2018, p. 196).

### **3.3 Definición de terminos**

#### **Carretera**

Las carreteras son caminos destinados al transporte de vehículos automotores de dos ejes o más y deben cumplir las normas técnicas establecidas por las normas vigentes del MTC las cuales establecen requisitos mínimos en cuanto a pendientes, sección transversal y otras características geométricas. (Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2018).

#### **Seguridad Vial**

Se enfoca en mejorar las condiciones de infraestructura vial y su entorno para garantizar mayor protección y seguridad en las redes viales, con el fin de ofrecer mayores beneficios a todos los usuarios en las carreteras. (Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2018).

#### **Tramos homogéneos**

Son secciones de la vía con características geométrica uniformes que el proyectista determina durante el trayecto de la vía asignándoles velocidades de diseño constante basándose en factores orográficos, una carretera suele estar compuesta por múltiples secciones homogéneas. (Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2018).

#### **Estudio de Tránsito**

Tiene como objetivo medir la cantidad del flujo vehicular proyectado al momento de poner en servicio la carretera y analiza su evolución durante su vida útil, esta estimación es crucial para evaluar la rentabilidad de la carretera y garantizar un diseño de pavimento adecuado. Según el volumen de tránsito es posible establecer la duración de la concesión, precio de peaje y la rentabilidad. (Agudelo, 2002).

### **Índice medio diario anual (IMDA)**

Representa el promedio vehicular que circulan por un determina tramo para todos los días del año, calculado este este valor podemos tener una referencia concisa de la importancia de la vía permitiendo analizar su viabilidad económica, estos valores permiten al proyectista disponer de información esencial que evaluar planes de mantenimiento y mejora según las carteristas de la vía. (Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2018).

### **Consistencia de diseño**

La consistencia de diseño asegura que todos los elementos de una carretera, desde curvas hasta pendientes, se diseñen conforme a un conjunto uniforme de estándares. Esta coherencia es crucial para mantener un equilibrio de seguridad y eficacia a lo largo del recorrido. (Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2018)

### **Velocidad de diseño**

Se establece como la máxima velocidad permitida en un tramo de carretera donde se pueda circular con seguridad y confort bajo condiciones óptimas. Al establecer esta velocidad la seguridad de los usuarios debe ser lo primordial, los conductores no deben enfrentar variaciones repentinas o bruscas que puedan poner en riesgo su seguridad. (Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2018)

### **Vehículo de diseño**

Representa el vehículo elegido durante el diseño de una carretera determina cómo se configuran los distintos elementos de su dimensionamiento estructural y geométrico. (Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2018)

### **Sobreancho**

Representa el área más ancha de una carretera en tramos curvos, su diseño está orientado a proporcionar el espacio adicional necesario para que los vehículos puedan movilizarse de modo más seguro y eficiente. (Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2018)

### **Radios mínimos**

Representan los radios más reducidos que permiten a los vehículos transitar a la velocidad proyectada, al mismo tiempo que se aplica el índice máximo de peralte permitido manteniendo un nivel razonable de comodidad y seguridad para los conductores y pasajeros. (Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2018)

### **Peralte**

Representa la inclinación transversal de las vías en curvas, diseñada para dirigir el agua hacia el borde de la calzada y reducir el efecto centrífugo que no es compensada por el rozamiento. (Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2018)

### **Bombeo**

Representa la inclinación transversal de las calzadas en trayectos rectos o curvas cuyo objetivo consiste en direccionar las aguas pluviales al exterior de la calzada, está inclinación varía en función a la composición superficial de la capa de rodadura y la intensidad de la precipitación local. (Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2018)

### **Pendiente**

Se refiere a la inclinación de una calzada con respecto a la horizontal está pendiente se expresa en porcentaje que representa la diferencia de altura en metros que se produce en un tramo cuya proyección sobre la horizontal es de 100 metros. (Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2018)

### **Sección transversal**

Se trata de un corte vertical paralelo a su alineamiento horizontal que define la posición el tamaño y la relación entre los elementos que constituyen cada sección y el paisaje circundante en ese punto, la relevancia de una carretera, el tipo de flujo vehicular, la topografía, los distintos materiales usados en la composición del pavimento y otros factores se tienen en cuenta a la hora de normalizar las secciones transversales. (Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2018).

## **IV. Metodología**

### **4.1 Tipo y nivel de investigación**

#### **4.1.1 Tipo de investigación**

La Investigación básica o también denominada como investigación pura o teórica, estos tipos de investigación se centran exclusivamente en los principios teóricos, sin considerar sus aplicaciones prácticas. (Alan & Cortez, 2018)

La presente investigación fue básica porque busco analizar y comprender los criterios establecidos en el Manual de carreteras DG-2018, para evaluar si los parámetros actuales de la carretera en estudio son los adecuados y en caso de incumplimiento proponer mejoras a nivel teórico.

#### **4.1.2 nivel de investigación**

Descriptivo ya que tiene como objetivo identificar elementos, rasgos y propiedades esenciales de cualquier fenómeno objeto de estudio, explica los patrones dentro de una población o grupo, su único propósito es medir o recolectar datos de forma aislada o combinada sobre los conceptos o variables específicas a los que se refiere el estudio. (Hernández et al, 2014)

El nivel de esta investigación fue descriptivo porque proporciona una descripción amplia de las condiciones actuales del diseño geométrico, el cual fue esencial para identificar elementos geométricos críticos que afectan la seguridad vial.

### **Método**

El método deductivo es un proceso de razonamiento el cual se inicia con conceptos generales para llegar a conclusiones específicas, basándose en la aplicación de leyes, teoremas y demás conceptos que permiten al investigador resolver casos particulares o explicar situaciones concretas. (Bernal, 2010)

El método adoptado en la presente investigación fue deductivo porque se evaluó el diseño geométrico de la carretera nacional PE-3SF desviación Chuquibambilla - Matara,

en base al Manual de carreteras DG-2018 llegando a las conclusiones que el tramo evaluado esta fuera de los parámetros establecidos, representando un problema significativo en la seguridad vial.

### **Enfoque**

El enfoque cuantitativo utiliza el análisis estadístico y la recopilación de datos para identificar patrones de comportamiento y poner a prueba teorías, basándose en mediciones numéricas para verificar hipótesis. (Hernández et al, 2014)

La presente investigación tuvo un enfoque cuantitativo porque se realizó la recopilación de datos sobre diferentes elementos del diseño geométrico los cuales fueron comparados con los estándares del manual de carreteras, esto permitió obtener resultados numéricos como porcentajes de cumplimiento que contribuyeron a realizar una evaluación objetiva y precisa.

### **Diseño**

Una investigación de diseño no experimental se concentra en analizar los fenómenos en su contexto natural tal como se manifiestan en su entorno natural, mediante la observación y el análisis sin intervenir ni manipular intencionadamente las variables involucradas. (Hernández et al, 2014).

## **4.2 Ámbito temporal y espacial**

### **4.2.1 Temporal**

La presente investigación fue elaborada durante el año 2023.

### **4.2.2 Espacial**

La presente tesis fue ejecutada en la carretera nacional PE-3SF tramo de desviación Chuquibambilla –Matara.

## **4.3 Población y muestra**

### **4.3.1 Población**

Hernández et al. (2014), señala que población viene a ser el conjunto de todos los casos que cumplan con criterios definidos que satisfagan los requisitos estipulados.

La población de esta tesis está conformada por la carretera nacional PE-3SF tramo desviación Chuquibambilla- Matara.

### **4.3.2 Muestra**

La muestra representa una parte específica de la población de donde se recolecta la información necesaria para realizar el estudio, en esta muestra se realizan las mediciones y observaciones requeridas en el estudio. (Bernal ,2010)

La muestra de la presente investigación está conformada entre las progresivas del Km 3+000 al Km7+000 de la carretera nacional PE-3SF desviación Chuquibambilla – Matara.

### **Muestreo**

Según Hernández et al. (2014), el muestreo no probabilístico se caracteriza por seleccionar un subgrupo de la población en función a los criterios especificados del estudio sin depender de métodos probabilísticos.

El muestreo que se utilizó en este estudio fue no probabilístico porque no se realizó ningún análisis estadístico para determinar la muestra.

## **4.4 Instrumentos**

Los instrumentos de recolección de datos son herramientas específicas diseñadas para recopilar información dentro de una determinada técnica de recopilación de datos (Hernández et al. 2014).

Según Bernal (2010), Como técnica de investigación la observación es un procedimiento detallado que permite evaluar de manera más concisa el objeto de estudio facilitando una descripción y análisis de las condiciones sobre la realidad estudiada.

Los instrumentos utilizados en la investigación fueron:

- Levantamiento topográfico

Instrumento: GPS Diferencial marca South Modelo Galaxy G2

- Conteo de tráfico y clasificación vehicular

Instrumento: cámara foco modelo lantun

- Evaluación de diseño geométrico

Instrumento: Software Civil 3D y Excel

Una vez seleccionadas los instrumentos y técnicas adecuados, recopilamos y procesamos los datos sobre la Carretera Nacional PE-3SF tramo Desviación Chuquibambilla- Matara.

#### **4.5 Procedimientos**

Lo primero que se llevó a cabo fue la recopilación de información sobre la carretera nacional PE-3SF tramo desviación Chuquibambilla - Matara esta fase permitió obtener un contexto general del tramo evaluado. Para obtener información precisa sobre la geometría del tramo se procedió a realizar un levantamiento topográfico utilizando un GPS diferencial marca South modelo Galaxy G2, este instrumento permitió registrar con exactitud las coordenadas, altitudes y demás características del terreno, datos que posteriormente fueron procesados utilizando el software Civil 3D para elaborar planos y perfiles topográficos.

Posteriormente se instaló una cámara foco modelo Lantum ubicado en un punto estratégico que permitiera registrar de manera continua el flujo vehicular durante un periodo de 24 horas al día por 7 días consecutivos. Este procedimiento permitió recopilar información más precisa y representativa del flujo vehicular actual del tramo evaluado.

Finalmente, con la información obtenida del levantamiento topográfico y del conteo vehicular se procedió a realizar la evaluación del diseño geométrico de la carretera conforme a los lineamientos establecidos en el Manual de Carreteras DG-2018. Se analizaron los elementos geométricos en planta, perfil y secciones transversales. Estos

procedimientos garantizaron una recopilación de datos confiables proporcionando un análisis integral de las condiciones actuales de la vía.

#### **4.6 Análisis de datos**

Los datos obtenidos del levantamiento topográfico mediante el uso del GPS diferencial se procesaron mediante software civil 3D permitiendo obtener información precisa sobre las características geométricas del tramo evaluado, estos datos permitieron realizar tablas comparativas de los elementos geométricos tales como tramos en tangente, curvas circulares, sobreechornos, pendientes, curvas circulares, bermas y bombeo donde se evaluaron y determinaron el porcentaje de cumplimiento de cada uno de estos en función a las especificaciones de la normativa vigente de carreteras.

Los registros obtenidos mediante las grabaciones de la cámara se analizaron de manera detallada permitiendo determinar una demanda actual 616 veh/día y una demanda de tránsito futuro de 1998 veh/día. Estos datos se organizaron en tablas y gráficos para facilitar su interpretación.

Finalmente se identificaron discrepancias entre las características existentes y los requerimientos técnicos del manual normativo, señalando elementos críticos que podrían comprometer la seguridad vial como un ancho de calzada inadecuado, radios de curvatura insuficiente y pendientes excesivas.

#### **4.7 Consideraciones éticas**

Esta tesis se ha desarrollado con un firme compromiso de los principios éticos, todos los procedimientos han sido desarrollados cumpliendo las disposiciones del reglamento de investigación de la Universidad Tecnológica de los Andes, los datos recolectados en el presente estudio son auténticos y objetivos, asimismo serán procesados adecuadamente lo cual garantiza que las conclusiones se basen en evidencia verificable.

## **V. Resultados y Discusión**

### **5.1 Resultados**

En este capítulo se detalló los resultados obtenidos al evaluar los parámetros del tramo desviación Chuquibambilla-Matara, Km 3+000 al Km 7+000 en comparación a los estándares del manual de carreteras DG-2018, que permitió identificar y analizar las conformidades o posibles discrepancias.

#### **Clasificación por demanda.**

Según los resultados del estudio vehicular se determinó un IMD de 616 veh/día, según el criterio del manual esta carretera se clasifica como una carretera de segunda categoría requiriendo un ancho de calzada 6.60 metros como mínimo.

Figura 9

Resumen de conteo de tráfico semanal

**VOLUMEN DE TRAFICO PROMEDIO HORARIO**

TESIS: Evaluación del diseño geométrico de la Carretera Nacional PE-3SF Desviación Chuquibambilla- Matara aplicando en el manual de carreteras DG-2018  
 TRAMO : Desviación Chuquibambilla- Matara  
 UBICACIÓN : Matara  
 ESTACION : Matara

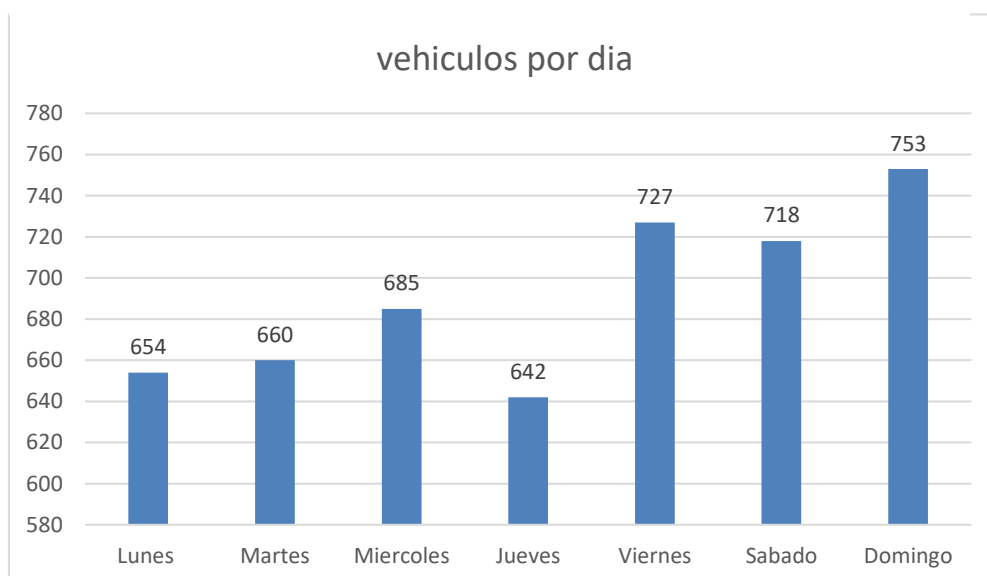
DIA	Sentido	Auto movil	Station Wagon	CAMIONETAS		Micro	BUS		CAMION			SEMITRAYLER				Traylers				TOTAL	%
				Pick UP	Rural Combi		2E	3E	2E	3E	4E	2S1/ 2S2	2S3	3S1/ 3S2	> = 3S3	2T2	2T3	3T2	>=3T3		
Lunes 31/07/2023	Subida	95	68	37	44	-	-	-	45	9										298	6.16
	Bajada	143	68	54	46	-	-	-	30	15										366	7.36
Martes 01/08/2023	Subida	107	66	38	52	-	-	-	52	26										341	7.05
	Bajada	105	50	50	46	-	-	-	50	18										319	6.59
Miercoles 02/08/2023	Subida	94	64	61	36	-	-	-	71	32										358	7.40
	Bajada	93	65	55	47	-	-	-	45	22										327	6.76
Jueves 03/08/2023	Subida	97	47	48	52	-	-	-	69	24										337	6.96
	Bajada	96	54	38	49	-	-	-	55	13										305	6.30
Viernes 04/08/2023	Subida	87	57	51	50	-	-	-	51	21										317	6.55
	Bajada	114	69	55	39	-	-	-	57	76										410	8.47
Sabado 05/07/2023	Subida	111	60	48	57	-	-	-	60	17										353	7.29
	Bajada	105	58	43	53	-	-	-	49	57										365	7.54
Domingo 30/07/2023	Subida	135	65	47	54	-	-	-	41	26										368	7.60
	Bajada	130	68	38	48	-	-	-	58	43										385	7.96
<b>TOTAL</b>		<b>1,512</b>	<b>859</b>	<b>663</b>	<b>673</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>733</b>	<b>399</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>4,839</b>	<b>100.00</b>
<b>%</b>		<b>31.25</b>	<b>17.75</b>	<b>13.70</b>	<b>13.91</b>	<b>0.00</b>	<b>0.00</b>	<b>0.00</b>	<b>15.15</b>	<b>8.25</b>	<b>0.00</b>	<b>0.00</b>	<b>0.00</b>	<b>0.00</b>	<b>0.00</b>	<b>0.00</b>	<b>0.00</b>	<b>0.00</b>	<b>0.00</b>	<b>100.00</b>	
<b>IMDs</b>		<b>216.00</b>	<b>123.00</b>	<b>95.00</b>	<b>96.00</b>	<b>0.00</b>	<b>0.00</b>	<b>0.00</b>	<b>105.00</b>	<b>57.00</b>	<b>0.00</b>	<b>0.00</b>	<b>0.00</b>	<b>0.00</b>	<b>0.00</b>	<b>0.00</b>	<b>0.00</b>	<b>0.00</b>	<b>0.00</b>	<b>692</b>	
<b>FC</b>		<b>0.8779</b>	<b>0.8779</b>	<b>0.8779</b>	<b>0.8779</b>	<b>0.9372</b>	<b>0.9372</b>	<b>0.9372</b>	<b>0.9372</b>	<b>0.9372</b>	<b>0.9372</b>	<b>0.9372</b>	<b>0.9372</b>	<b>0.9372</b>	<b>0.9372</b>	<b>0.9372</b>	<b>0.9372</b>	<b>0.9372</b>	<b>0.9372</b>		
<b>IMDa</b>		<b>190</b>	<b>108</b>	<b>83</b>	<b>84</b>	<b>0.00</b>	<b>0.00</b>	<b>0.00</b>	<b>98</b>	<b>53</b>	<b>0.00</b>	<b>0.00</b>	<b>0.00</b>	<b>0.00</b>	<b>0.00</b>	<b>0.00</b>	<b>0.00</b>	<b>0.00</b>	<b>0.00</b>	<b>616</b>	
<b>%</b>		<b>30.84</b>	<b>17.53</b>	<b>13.47</b>	<b>13.64</b>	<b>0.00</b>	<b>0.00</b>	<b>0.00</b>	<b>15.91</b>	<b>8.60</b>	<b>0.00</b>	<b>0.00</b>	<b>0.00</b>	<b>0.00</b>	<b>0.00</b>	<b>0.00</b>	<b>0.00</b>	<b>0.00</b>	<b>0.00</b>	<b>100.00</b>	

Nota. La figura muestra el resumen del conteo vehicular realizado durante una semana donde se evidencia un IMD de 616 vehículos por día.

**Tabla 13***Resumen del conteo diario*

Tipo de vehículo	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Domingo	Total
Auto móvil	238	212	187	193	201	216	265	1512
Station Wagon	136	116	129	101	126	118	133	859
Pick UP	91	88	116	86	106	91	85	663
Rural Combi	90	98	83	101	89	110	102	673
Camión 2E	75	102	116	124	108	109	99	733
Camión 3E	24	44	54	37	97	74	69	399
total	654	660	685	642	727	718	753	4839

*Nota.* La presente tabla muestra el resumen del conteo vehicular realizado durante una semana siendo el automóvil el vehículo que tiene la cantidad más representativa, seguido por el Station Wagon y el Camión 2E.

**Figura 10***Índice medio diario*

*Nota:* La presente imagen muestra el gráfico de barras del conteo vehicular realizado, donde se observa que el mayor volumen vehicular se registró el día domingo con un total de 753 vehículos.

Para poder estimar la demanda de tránsito futuro utilizaremos la ecuación 12 obtenida del Ministerio de Transportes y Comunicaciones (2018).

$$Pf = Po * (1 + Tc)^n \dots (12)$$

**Donde:**

Pf: Tránsito final

Po: Tránsito inicial

Tc: Tasa de crecimiento anual por tipo de vehículo

n: Año a estimarse (20)

Tcp = 0.059 (Tasa de crecimiento anual de la población por departamento INEI)

Tce = 0.0665 (Tasa de crecimiento anual del PBI por departamento INEI)

$Pf = Po * (1 + Tc)^{20} (Veh, Ligeros) + Po * (1 + Tc)^{20} (Veh, Pesados)$

$$Pf = 461 * (1 + 0.059)^{20} + 151 * (1 + 0.0665)^{20}$$

$$Pf = 1998 \text{ veh/día}$$

### **Clasificación por orografía.**

A partir de los planos topográficos que se obtuvo del trabajo de campo se pudo determinar que las pendientes transversales presentan valores entre 11 % y 50%, mientras que las pendientes longitudinales varían entre 3% y el 6%, estos valores indican que la ruta evaluada tiene una topografía tipo 2.

**Tabla 14***Resumen del tipo de terreno*

Terreno	Pendiente Mínima	Pendiente Máxima	Área
plano (tipo 1)	0.00%	10.00%	44373.29
ondulado (tipo 2)	10.00%	50.00%	437167.99
accidentado (tipo 3)	50.00%	100.00%	133755.36
escarpado (tipo 4)	100.00%	1000.00%	13528.93

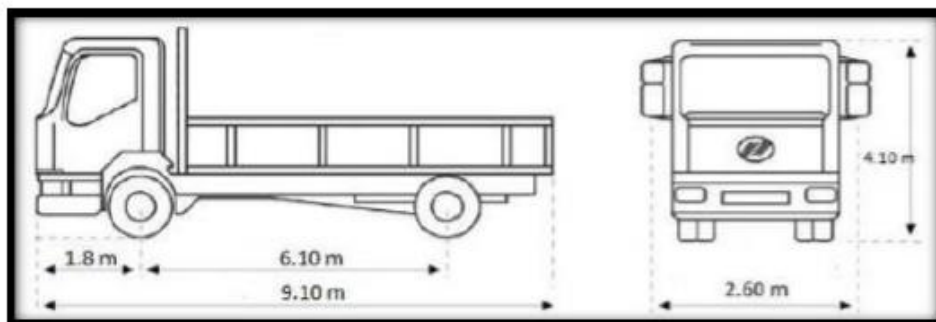
Nota. La presente tabla muestra el porcentaje de terreno predominante en la carretera evaluada.

**Figura 11***Porcentaje del tipo de orografía*

Nota. La presente imagen muestra el diagrama circular del tipo de orografía de la carretera evaluada donde se determinó que el porcentaje mayoritario está constituido por terreno Ondulado con un 70%, el 7% representa terreno plano, el 21% representa terreno accidentado y el 2% representa terreno escarpado.

### **Vehículo de diseño**

Considerando que el 15.15 % del tráfico vehicular pertenece a los vehículos pesados que transitan por esta ruta, se tomara como referencia el camión simple de 2 ejes para realizar el diseño geométrico, dado que representa adecuadamente las características y dimensiones de los vehículos más relevantes en esta ruta.

**Figura 12***Camión C-2*

*Nota.* La presente imagen muestra el vehículo de diseño utilizado en la investigación.

**Tabla 15***Características del vehículo de diseño*

Camión simple C2		
Parámetro	Valor	Unidad
Ancho total	2.6	metros
Largo total	9.10	metros
Longitud entre ejes	6.10	metros
Radio mínimo rueda externa delantera	12.8	metros
Radio mínimo rueda interna trasera	8.50	metros
Longitud entre eje posterior y parte delantera	7.90	metros

*Nota.* informacion adaptada del Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2018

### **Velocidad de diseño**

El manual de carreteras indica que la velocidad de diseño se establece considerando la orografía y volumen vehicular, para una carretera de segunda categoría de topografía ondulado las velocidades recomendadas varían de 60 Km/h a 80 Km/h, para esta evaluación se considera una velocidad de 60 Km/h.

**Tabla 16***Velocidad de diseño de la vía*

Clasificación	carretera	Unid
Tipo	Segunda clase	
Orografía	Ondulado (tipo2)	
Resultado	60 -70-80	Km/h
Velocidad de diseño adoptado	60	Km/h

*Nota.* Informacion adaptada del Ministerio de Transportes y Comunicaciones (2018, p. 37)

### 5.1.1 Diseño geométrico en planta o alineamiento horizontal

Tabla 17

Elementos de curva

NÚMERO PI	DIRECCIÓN	DELTA ( $\Delta$ )	RADIO	TANG	L	LC	E	M	PC	PI	PT	PI NORTE	PI ESTE
PI:1	S21° 59' 44"W	11°53'56"	220	22.93	45.69	45.61	1.19	1.18	3+045.90	3+068.83	3+091.59	8482946	725457.4
PI:2	S7° 52' 57"W	40°07'30"	50	18.26	35.02	34.3	3.23	3.03	3+093.97	3+112.23	3+128.98	8482907.5	725437
PI:3	S5° 45' 47"E	12°50'02"	80	9	17.92	17.88	0.5	0.5	3+131.61	3+140.61	3+149.53	8482878.3	725443.3
PI:4	S12° 45' 49"W	24°13'10"	70	15.02	29.59	29.37	1.59	1.56	3+223.74	3+238.76	3+253.33	8482780.1	725442.2
PI:5	S17° 51' 01"W	14°02'46"	140	17.25	34.32	34.23	1.06	1.05	3+254.08	3+271.33	3+288.40	8482750.1	725428.3
PI:6	S18° 29' 43"W	15°20'11"	100	13.46	26.77	26.69	0.9	0.89	3+289.69	3+303.16	3+316.46	8482718.7	725422.3
PI:7	S14° 49' 18"W	22°41'01"	40	8.02	15.84	15.73	0.8	0.78	3+347.33	3+355.35	3+363.16	8482671.7	725399.2
PI:8	S18° 03' 48"W	29°10'01"	30	7.81	15.27	15.11	1	0.97	3+408.46	3+416.27	3+423.73	8482610.7	725395.5
PI:9	S38° 40' 08"W	12°02'39"	110	11.6	23.12	23.08	0.61	0.61	3+460.20	3+471.81	3+483.33	8482563.6	725365.4
PI:10	S28° 29' 56"W	32°23'04"	60	17.42	33.91	33.46	2.48	2.38	3+485.28	3+502.70	3+519.19	8482541.6	725343.6
PI:11	S22° 39' 05"W	20°41'22"	100	18.25	36.11	35.91	1.65	1.63	3+548.32	3+566.57	3+584.43	8482478.3	725329.8
PI:12	S42° 24' 27"W	18°49'22"	70	11.6	23	22.89	0.96	0.94	3+597.44	3+609.04	3+620.43	8482442.3	725306.4
PI:13	S54° 39' 14"W	5°40'13"	130	6.44	12.87	12.86	0.16	0.16	3+655.00	3+661.44	3+667.87	8482409.8	725265.1
PI:14	S50° 36' 25"W	13°45'50"	140	16.9	33.63	33.55	1.02	1.01	3+674.07	3+690.97	3+707.70	8482393.9	725240.2

NÚMERO PI	DIRECCIÓN	DELTA ( $\Delta$ )	RADIO	TANG	L	LC	E	M	PC	PI	PT	PI NORTE	PI ESTE
PI:15	S29° 08' 09"W	29°10'41"	50	13.01	25.46	25.19	1.67	1.61	3+717.12	3+730.13	3+742.58	8482365.5	725213
PI:16	S32° 23' 41"W	35°41'45"	70	22.54	43.61	42.91	3.54	3.37	3+745.44	3+767.98	3+789.05	8482328.3	725203.3
PI:17	S27° 03' 07"W	46°22'53"	60	25.7	48.57	47.26	5.27	4.85	3+825.00	3+850.71	3+873.57	8482274.5	725138.6
PI:18	S26° 25' 59"W	45°08'38"	160	66.51	126.07	122.8	13.27	12.26	3+896.40	3+962.91	4+022.47	8482159.7	725130.9
PI:19	S38° 49' 17"W	20°22'02"	260	46.7	92.42	91.94	4.16	4.1	4+049.12	4+095.83	4+141.54	8482068	725025.3
PI:20	S87° 30' 18"W	117°44'05"	25	41.39	51.37	42.8	23.35	12.07	4+216.70	4+258.09	4+268.08	8481924.7	724947.1
PI:21	N27° 53' 49"W	11°27'42"	130	13.05	26.01	25.96	0.65	0.65	4+286.08	4+299.13	4+312.09	8481985	724906.9
PI:22	N60° 38' 25"W	76°56'55"	25	19.87	33.58	31.11	6.93	5.43	4+328.51	4+348.38	4+362.08	8482030.7	724888.3
PI:23	S40° 37' 58"W	80°30'20"	80	67.73	112.41	103.4	24.82	18.94	4+415.14	4+482.87	4+527.55	8482008.4	724749.4
PI:24	S32° 47' 00"E	66°19'36"	50	32.67	57.88	54.7	9.73	8.14	4+582.52	4+615.20	4+640.40	8481853	724748.4
PI:25	N77° 51' 47"E	72°22'50"	30	21.95	37.9	35.43	7.17	5.79	4+672.57	4+694.52	4+710.47	8481817.7	724827.7
PI:26	S71° 36' 06"E	133°27'04"	25	58.12	58.23	45.93	38.27	15.12	4+765.12	4+823.24	4+823.35	8481918.3	724917.2
PI:27	S4° 01' 26"W	17°47'59"	170	26.62	52.81	52.6	2.07	2.05	4+832.73	4+859.35	4+885.54	8481824.5	724925.2
PI:28	S12° 51' 52"E	51°34'34"	80	38.65	72.01	69.61	8.85	7.97	4+948.98	4+987.63	5+021.00	8481699.1	724896.4
PI:29	N86° 16' 42"E	110°08'18"	25	35.8	48.06	40.99	18.66	10.69	5+042.62	5+078.41	5+090.67	8481624	724956.5
PI:30	N43° 04' 45"E	23°44'24"	160	33.63	66.29	65.82	3.5	3.42	5+163.69	5+197.32	5+229.98	8481745.9	725030.3
PI:31	N42° 22' 40"E	25°08'34"	100	22.3	43.88	43.53	2.46	2.4	5+285.47	5+307.77	5+329.35	8481809.8	725121.5
PI:32	N86° 27' 10"E	113°17'33"	13	19.75	25.71	21.72	10.64	5.85	5+378.77	5+398.52	5+404.48	8481889.2	725166.9

NÚMERO PI	DIRECCIÓN	DELTA (Δ)	RADIO	TANG	L	LC	E	M	PC	PI	PT	PI NORTE	PI ESTE
PI:33	S8° 07' 54"W	90°03'55"	10	10.01	15.72	14.15	4.15	2.93	5+405.85	5+415.86	5+421.57	8481864.3	725185.6
PI:34	S29° 50' 40"W	46°38'24"	25	10.78	20.35	19.79	2.22	2.04	5+437.64	5+448.42	5+457.99	8481842.2	725156.1
PI:35	S20° 16' 50"W	27°30'44"	60	14.69	28.81	28.53	1.77	1.72	5+486.91	5+501.59	5+515.72	8481788.2	725149.9
PI:36	S9° 04' 31"E	86°13'24"	20	18.72	30.1	27.34	7.4	5.4	5+549.22	5+567.95	5+579.32	8481732.7	725112.5
PI:37	N72° 58' 12"E	109°41'11"	15	21.3	28.72	24.53	11.05	6.36	5+585.23	5+606.52	5+613.94	8481704.6	725148.8
PI:38	S78° 25' 57"E	166°52'52"	12	104.36	34.95	23.84	93.05	10.63	5+630.87	5+735.23	5+665.82	8481840.1	725193.1
PI:39	S25° 50' 35"W	41°40'12"	25	9.51	18.18	17.78	1.75	1.63	5+677.77	5+687.28	5+695.95	8481714.7	725182.2
PI:40	S26° 05' 54"W	41°09'35"	130	48.81	93.39	91.39	8.86	8.3	5+813.03	5+861.84	5+906.42	8481594.4	725054.5
PI:41	S36° 22' 12"E	83°46'36"	40	35.88	58.49	53.41	13.73	10.22	6+014.84	6+050.72	6+073.33	8481402.2	725036
PI:42	N58° 23' 47"E	86°41'26"	40	37.75	60.52	54.91	15	10.91	6+073.79	6+111.54	6+134.31	8481387.1	725108.5
PI:43	N8° 14' 56"E	13°36'18"	180	21.47	42.74	42.64	1.28	1.27	6+242.72	6+264.19	6+285.46	8481549	725152
PI:44	N38° 21' 36"E	73°49'39"	13	9.77	16.75	15.62	3.26	2.61	6+315.85	6+325.61	6+332.60	8481610.6	725153.6
PI:45	S48° 51' 50"E	111°43'29"	10	14.75	19.5	16.55	7.82	4.39	6+334.73	6+349.48	6+354.23	8481617.4	725179.4
PI:46	S1° 07' 32"E	16°14'53"	80	11.42	22.69	22.61	0.81	0.8	6+365.56	6+376.98	6+388.25	8481580.2	725174.8
PI:47	S12° 39' 46"E	6°49'35"	590	35.19	70.3	70.25	1.05	1.05	6+398.09	6+433.28	6+468.39	8481524.4	725183.9
PI:48	S61° 42' 46"E	91°16'23"	35	35.79	55.76	50.04	15.06	10.53	6+476.74	6+512.52	6+532.49	8481448.2	725205.8
PI:49	N57° 57' 00"E	29°24'06"	210	55.1	107.76	106.6	7.11	6.87	6+579.39	6+634.49	6+687.16	8481489.3	725337.4
PI:50	S79° 02' 05"E	115°25'55"	15	23.74	30.22	25.36	13.08	6.99	6+702.06	6+725.80	6+732.28	8481557.6	725401.6

NÚMERO PI	DIRECCIÓN	DELTA ( $\Delta$ )	RADIO	TANG	L	LC	E	M	PC	PI	PT	PI NORTE	PI ESTE
PI:51	S11° 26' 17"E	19°45'40"	80	13.93	27.59	27.46	1.2	1.19	6+773.38	6+787.32	6+800.97	8481484.2	725430.2
PI:52	S82° 49' 18"E	162°31'42"	8	52.06	22.69	15.81	44.67	6.78	6+810.96	6+863.03	6+833.66	8481408.2	725432.3
PI:53	N3° 36' 39"E	24°36'25"	80	17.45	34.36	34.09	1.88	1.84	6+838.88	6+856.32	6+873.23	8481480.1	725452.8
PI:54	N5° 23' 21"W	6°36'26"	250	14.43	28.83	28.81	0.42	0.42	6+915.05	6+929.48	6+943.88	8481552.9	725441.6
PI:55	N13° 55' 17"W	23°40'19"	70	14.67	28.92	28.72	1.52	1.49	6+949.69	6+964.36	6+978.61	8481587.8	725440.4
PI:56	N15° 53' 34"W	19°43'45"	25	4.35	8.61	8.57	0.38	0.37	7+102.43	7+106.78	7+111.04	8481716.5	725378.3
PI:57	N72° 39' 42"E	157°22'47"	7	35	19.23	13.73	28.69	5.63	7+114.69	7+149.69	7+133.92	8481759.2	725373.8
PI:58	S31° 48' 39"E	6°19'30"	160	8.84	17.66	17.65	0.24	0.24	7+140.67	7+149.51	7+158.34	8481714.8	725398
PI:59	S37° 23' 37"E	4°50'26"	340	14.37	28.72	28.72	0.3	0.3	7+204.17	7+218.54	7+232.89	8481658.3	725437.6

*Nota.* El presente cuadro muestra los elementos de curva del tramo evaluado.

### Tramos en tangente

Las longitudes de las tangentes de la carretera fueron calculadas empleando las siguientes formulas, considerando una  $Vd = 60$  Km/h.

- ❖ Longitud recta mínima entre dos curvas de sentido opuesto S”

$$L_{min. s} = 1.39 Vd$$

$$L_{min. s} = 1.39 * 60$$

$$L_{min. s} = 83.4 \text{ m}$$

- ❖ Longitud recta mínima entre dos curvas del mismo sentido “O”

$$L_{min.0} = 2.78 Vd$$

$$L_{min.0} = 2.78 * 60$$

$$L_{min.0} = 166.8 \text{ m}$$

- ❖ Longitud máxima en tramo recto:

$$L_{max} = 16.70 * Vd$$

$$L_{max} = 16.70 * 60$$

$$L_{max} = 1002.00 \text{ m}$$

Tabla 18

Verificación de la longitud de tramos tangentes

CURVA	RADIO	TANG.	PC	PI	PT	LTT	CLASIFICACIÓN S, O	L min (m)	VERIFICACIÓN
C-1	220	22.93	3+045.90	3+068.83	3+091.59	45.9	S	87	INCUMPLE
C-2	50	18.26	3+093.97	3+112.23	3+128.98	2.38	S	87	INCUMPLE
C-3	80	9	3+131.61	3+140.61	3+149.53	2.63	S	87	INCUMPLE
C-4	70	15.02	3+223.74	3+238.76	3+253.33	74.21	O	167	INCUMPLE
C-5	140	17.25	3+254.08	3+271.33	3+288.40	0.75	S	87	INCUMPLE
C-6	100	13.46	3+289.69	3+303.16	3+316.46	1.29	S	87	INCUMPLE
C-7	40	8.02	3+347.33	3+355.35	3+363.16	30.87	S	87	INCUMPLE
C-8	30	7.81	3+408.46	3+416.27	3+423.73	45.3	S	87	INCUMPLE
C-9	110	11.6	3+460.20	3+471.81	3+483.33	36.47	O	167	INCUMPLE
C-10	60	17.42	3+485.28	3+502.70	3+519.19	1.95	S	87	INCUMPLE
C-11	100	18.25	3+548.32	3+566.57	3+584.43	29.13	S	87	INCUMPLE
C-12	70	11.6	3+597.44	3+609.04	3+620.43	13.01	O	167	INCUMPLE
C-13	130	6.44	3+655.00	3+661.44	3+667.87	34.57	O	167	INCUMPLE
C-14	140	16.9	3+674.07	3+690.97	3+707.70	6.2	S	87	INCUMPLE
C-15	50	13.01	3+717.12	3+730.13	3+742.58	9.42	O	167	INCUMPLE
C-16	70	22.54	3+745.44	3+767.98	3+789.05	2.86	S	87	INCUMPLE
C-17	60	25.7	3+825.00	3+850.71	3+873.57	35.95	S	87	INCUMPLE
C-18	160	66.51	3+896.40	3+962.91	4+022.47	22.83	S	87	INCUMPLE
C-19	260	46.7	4+049.12	4+095.83	4+141.54	26.65	S	87	INCUMPLE
C-20	25	41.39	4+216.70	4+258.09	4+268.08	75.16	S	87	INCUMPLE

CURVA	RADIO	TANG.	PC	PI	PT	LTT	CLASIFICACIÓN S, O	L min (m)	VERIFICACIÓN
C-21	130	13.05	4+286.08	4+299.13	4+312.09	18	O	167	INCUMPLE
C-22	25	19.87	4+328.51	4+348.38	4+362.08	16.42	S	87	INCUMPLE
C-23	80	67.73	4+415.14	4+482.87	4+527.55	53.06	O	167	INCUMPLE
C-24	50	32.67	4+582.52	4+615.20	4+640.40	54.97	O	167	INCUMPLE
C-25	30	21.95	4+672.57	4+694.52	4+710.47	32.17	O	167	INCUMPLE
C-26	25	58.12	4+765.12	4+823.24	4+823.35	54.65	S	87	INCUMPLE
C-27	170	26.62	4+832.73	4+859.35	4+885.54	9.38	O	167	INCUMPLE
C-28	80	38.65	4+948.98	4+987.63	5+021.00	63.44	S	87	INCUMPLE
C-29	25	35.8	5+042.62	5+078.41	5+090.67	21.62	O	167	INCUMPLE
C-30	160	33.63	5+163.69	5+197.32	5+229.98	73.02	S	87	INCUMPLE
C-31	100	22.3	5+285.47	5+307.77	5+329.35	55.49	S	87	INCUMPLE
C-32	13	19.75	5+378.77	5+398.52	5+404.48	49.42	S	87	INCUMPLE
C-33	10	10.01	5+405.85	5+415.86	5+421.57	1.37	O	167	INCUMPLE
C-34	25	10.78	5+437.64	5+448.42	5+457.99	16.07	S	87	INCUMPLE
C-35	60	14.69	5+486.91	5+501.59	5+515.72	28.92	S	87	INCUMPLE
C-36	20	18.72	5+549.22	5+567.95	5+579.32	33.5	S	87	INCUMPLE
C-37	15	21.3	5+585.23	5+606.52	5+613.94	5.91	O	167	INCUMPLE
C-38	12	104.36	5+630.87	5+735.23	5+665.82	16.93	S	87	INCUMPLE
C-39	25	9.51	5+677.77	5+687.28	5+695.95	11.95	O	167	INCUMPLE
C-40	130	48.81	5+813.03	5+861.84	5+906.42	117.08	S	87	CUMPLE
C-41	40	35.88	6+014.84	6+050.72	6+073.33	108.42	O	167	INCUMPLE
C-42	40	37.75	6+073.79	6+111.54	6+134.31	0.46	O	167	INCUMPLE
C-43	180	21.47	6+242.72	6+264.19	6+285.46	108.41	O	167	INCUMPLE

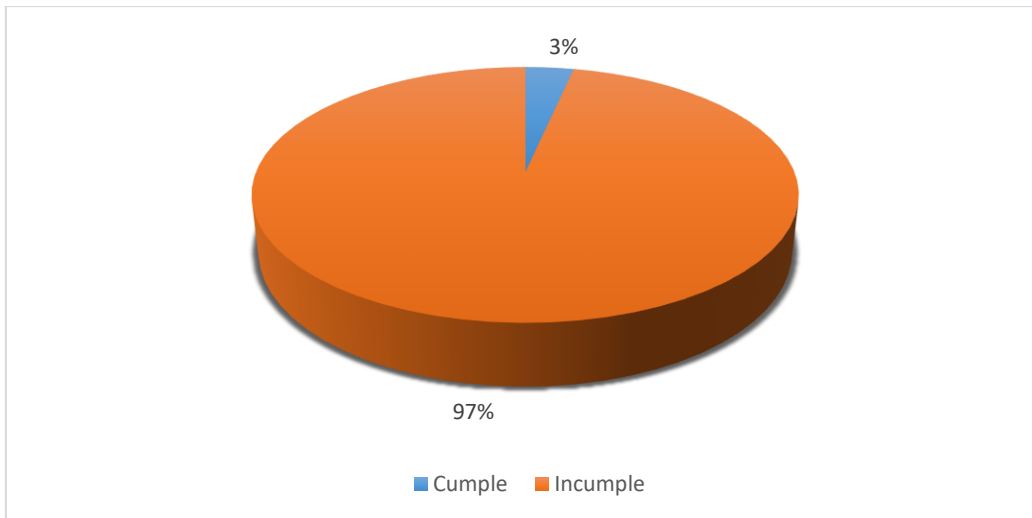
CURVA	RADIO	TANG.	PC	PI	PT	LTT	CLASIFICACIÓN S, O	L min (m)	VERIFICACIÓN
C-44	13	9.77	6+315.85	6+325.61	6+332.60	30.39	S	87	INCUMPLE
C-45	10	14.75	6+334.73	6+349.48	6+354.23	2.13	O	167	INCUMPLE
C-46	80	11.42	6+365.56	6+376.98	6+388.25	11.33	S	87	INCUMPLE
C-47	590	35.19	6+398.09	6+433.28	6+468.39	9.84	O	167	INCUMPLE
C-48	35	35.79	6+476.74	6+512.52	6+532.49	8.35	O	167	INCUMPLE
C-49	210	55.1	6+579.39	6+634.49	6+687.16	46.9	O	167	INCUMPLE
C-50	15	23.74	6+702.06	6+725.80	6+732.28	14.9	S	87	INCUMPLE
C-51	80	13.93	6+773.38	6+787.32	6+800.97	41.1	O	167	INCUMPLE
C-52	8	52.06	6+810.96	6+863.03	6+833.66	9.99	S	87	INCUMPLE
C-53	80	17.45	6+838.88	6+856.32	6+873.23	5.22	O	167	INCUMPLE
C-54	250	14.43	6+915.05	6+929.48	6+943.88	41.82	S	87	INCUMPLE
C-55	70	14.67	6+949.69	6+964.36	6+978.61	5.81	S	87	INCUMPLE
C-56	25	4.35	7+102.43	7+106.78	7+111.04	123.82	S	87	CUMPLE
C-57	7	35	7+114.69	7+149.69	7+133.92	3.65	O	167	INCUMPLE
C-58	160	8.84	7+140.67	7+149.51	7+158.34	6.75	S	87	INCUMPLE
C-59	340	14.37	7+204.17	7+218.54	7+232.89	45.83	S	87	INCUMPLE

*Nota.* La presente tabla muestra la evaluación de tramos tangentes

**Tabla 19***Resumen de tramos tangentes*

Longitud de Tramo en Tangente	
Cumple	2
No cumple	57

*Nota.* La presente tabla muestra el resumen de la evaluación de tramos tangentes

**Figura 13***Resumen de longitud de tramo en tangente*

*Nota.* La presente imagen muestra un incumpliendo del 97% de las longitudes de tramos tangentes, mientras solo el 3% restante se ajusta a la normativa.

### **Radio s mínimos**

Para calcular el radio mínimo utilizaremos la fórmula establecida en la normativa del MTC (2018), y los reemplazaremos con los siguientes datos  $V_d=60$  km/h,  $P_{máx}= 8 \%$ , y  $f_{máx}= 0.15$ .

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

**Reemplazando**

$$R_{min} = \frac{60^2}{127(0.01 * 8 + 0.15)}$$

$R_{min} = 123.2 \text{ m}$

$R_{min} = 125 \text{ m}$

**Tabla 20**

*Verificación de radios mínimos*

NÚMERO CURVA	PROGRESIVA INICIAL	PROGRESIVA FINAL	RADIO	LC	Rmin (m)	VERIFICACION
C-1	3+045.90	3+091.59	220	45.61	125	CUMPLE
C-2	3+093.97	3+128.98	50	34.3	125	INCUMPLE
C-3	3+131.61	3+149.53	80	17.88	125	INCUMPLE
C-4	3+223.74	3+253.33	70	29.37	125	INCUMPLE
C-5	3+254.08	3+288.40	140	34.23	125	CUMPLE
C-6	3+289.69	3+316.46	100	26.69	125	INCUMPLE
C-7	3+347.33	3+363.16	40	15.73	125	INCUMPLE
C-8	3+408.46	3+423.73	30	15.11	125	INCUMPLE
C-9	3+460.20	3+483.33	110	23.08	125	INCUMPLE
C-10	3+485.28	3+519.19	60	33.46	125	INCUMPLE
C-11	3+548.32	3+584.43	100	35.91	125	INCUMPLE
C-12	3+597.44	3+620.43	70	22.89	125	INCUMPLE
C-13	3+655.00	3+667.87	130	12.86	125	CUMPLE
C-14	3+674.07	3+707.70	140	33.55	125	CUMPLE
C-15	3+717.12	3+742.58	50	25.19	125	INCUMPLE
C-16	3+745.44	3+789.05	70	42.91	125	INCUMPLE
C-17	3+825.00	3+873.57	60	47.26	125	INCUMPLE
C-18	3+896.40	4+022.47	160	122.83	125	CUMPLE
C-19	4+049.12	4+141.54	260	91.94	125	CUMPLE

NÚMERO CURVA	PROGRESIVA INICIAL	PROGRESIVA FINAL	RADIO	LC	Rmin (m)	VERIFICACION
C-20	4+216.70	4+268.08	25	42.8	125	INCUMPLE
C-21	4+286.08	4+312.09	130	25.96	125	CUMPLE
C-22	4+328.51	4+362.08	25	31.11	125	INCUMPLE
C-23	4+415.14	4+527.55	80	103.39	125	INCUMPLE
C-24	4+582.52	4+640.40	50	54.7	125	INCUMPLE
C-25	4+672.57	4+710.47	30	35.43	125	INCUMPLE
C-26	4+765.12	4+823.35	25	45.93	125	INCUMPLE
C-27	4+832.73	4+885.54	170	52.6	125	CUMPLE
C-28	4+948.98	5+021.00	80	69.61	125	INCUMPLE
C-29	5+042.62	5+090.67	25	40.99	125	INCUMPLE
C-30	5+163.69	5+229.98	160	65.82	125	CUMPLE
C-31	5+285.47	5+329.35	100	43.53	125	INCUMPLE
C-32	5+378.77	5+404.48	13	21.72	125	INCUMPLE
C-33	5+405.85	5+421.57	10	14.15	125	INCUMPLE
C-34	5+437.64	5+457.99	25	19.79	125	INCUMPLE
C-35	5+486.91	5+515.72	60	28.53	125	INCUMPLE
C-36	5+549.22	5+579.32	20	27.34	125	INCUMPLE
C-37	5+585.23	5+613.94	15	24.53	125	INCUMPLE
C-38	5+630.87	5+665.82	12	23.84	125	INCUMPLE
C-39	5+677.77	5+695.95	25	17.78	125	INCUMPLE
C-40	5+813.03	5+906.42	130	91.39	125	CUMPLE
C-41	6+014.84	6+073.33	40	53.41	125	INCUMPLE
C-42	6+073.79	6+134.31	40	54.91	125	INCUMPLE
C-43	6+242.72	6+285.46	180	42.64	125	CUMPLE
C-44	6+315.85	6+332.60	13	15.62	125	INCUMPLE
C-45	6+334.73	6+354.23	10	16.55	125	INCUMPLE
C-46	6+365.56	6+388.25	80	22.61	125	INCUMPLE

NÚMERO CURVA	PROGRESIVA INICIAL	PROGRESIVA FINAL	RADIO	LC	Rmin (m)	VERIFICACION
C-47	6+398.09	6+468.39	590	70.25	125	CUMPLE
C-48	6+476.74	6+532.49	35	50.04	125	INCUMPLE
C-49	6+579.39	6+687.16	210	106.58	125	CUMPLE
C-50	6+702.06	6+732.28	15	25.36	125	INCUMPLE
C-51	6+773.38	6+800.97	80	27.46	125	INCUMPLE
C-52	6+810.96	6+833.66	8	15.81	125	INCUMPLE
C-53	6+838.88	6+873.23	80	34.09	125	INCUMPLE
C-54	6+915.05	6+943.88	250	28.81	125	CUMPLE
C-55	6+949.69	6+978.61	70	28.72	125	INCUMPLE
C-56	7+102.43	7+111.04	25	8.57	125	INCUMPLE
C-57	7+114.69	7+133.92	7	13.73	125	INCUMPLE
C-58	7+140.67	7+158.34	160	17.65	125	CUMPLE
C-59	7+204.17	7+232.89	340	28.72	125	CUMPLE

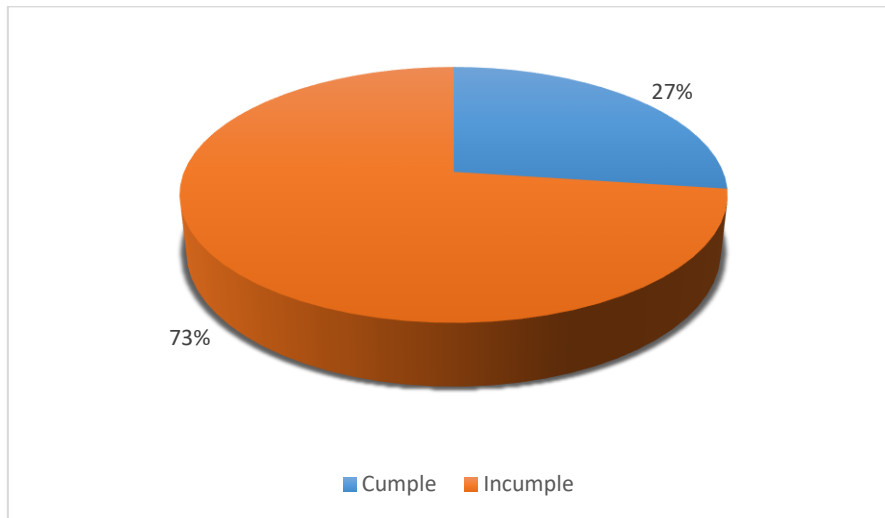
Nota: La presente tabla muestra la evaluación de radios mínimos.

**Tabla 21**

*Resumen de radios mínimos*

Radios mínimos	
Cumple	16
Incumple	43

Nota. La presente tabla muestra el resumen de los radios mínimos evaluados.

**Figura 14***Resumen de radios mínimos*

Nota. La figura muestra un incumplimiento del 73% del radio mínimo mientras que el 27% restante se ajusta a lo estipulado en la normativa.

### **Longitud de curva**

Para definir la longitud mínima de curva, reemplazaremos  $V_d = 60$  km/h en la siguiente ecuación.

$$L. \text{ min. Curva} = 3V$$

Donde:

$V$  = velocidad de diseño

### **Reemplazando**

$$L. \text{ min. Curva} = 3(60)$$

$$L. \text{ min. Curva} = 180$$

**Tabla 22***Evaluación de longitud de curvas*

NÚMERO PI	PROGRESIVA INICIAL	PROGRESIVA FINAL	DELTA (Δ)	RADIO	L	Lc según DG - 2018	VERIFICACION
PI:1	3+045.90	3+091.59	11°53'56"	220	45.69	180	INCUMPLE
PI:2	3+093.97	3+128.98	40°07'30"	50	35.02	180	INCUMPLE
PI:3	3+131.61	3+149.53	12°50'02"	80	17.92	180	INCUMPLE
PI:4	3+223.74	3+253.33	24°13'10"	70	29.59	180	INCUMPLE
PI:5	3+254.08	3+288.40	14°02'46"	140	34.32	180	INCUMPLE
PI:6	3+289.69	3+316.46	15°20'11"	100	26.77	180	INCUMPLE
PI:7	3+347.33	3+363.16	22°41'01"	40	15.84	180	INCUMPLE
PI:8	3+408.46	3+423.73	29°10'01"	30	15.27	180	INCUMPLE
PI:9	3+460.20	3+483.33	12°02'39"	110	23.12	180	INCUMPLE
PI:10	3+485.28	3+519.19	32°23'04"	60	33.91	180	INCUMPLE
PI:11	3+548.32	3+584.43	20°41'22"	100	36.11	180	INCUMPLE
PI:12	3+597.44	3+620.43	18°49'22"	70	23	180	INCUMPLE
PI:13	3+655.00	3+667.87	5°40'13"	130	12.87	180	INCUMPLE
PI:14	3+674.07	3+707.70	13°45'50"	140	33.63	180	INCUMPLE
PI:15	3+717.12	3+742.58	29°10'41"	50	25.46	180	INCUMPLE
PI:16	3+745.44	3+789.05	35°41'45"	70	43.61	180	INCUMPLE
PI:17	3+825.00	3+873.57	46°22'53"	60	48.57	180	INCUMPLE
PI:18	3+896.40	4+022.47	45°08'38"	160	126.07	180	INCUMPLE
PI:19	4+049.12	4+141.54	20°22'02"	260	92.42	180	INCUMPLE
PI:20	4+216.70	4+268.08	117°44'05"	25	51.37	180	INCUMPLE
PI:21	4+286.08	4+312.09	11°27'42"	130	26.01	180	INCUMPLE
PI:22	4+328.51	4+362.08	76°56'55"	25	33.58	180	INCUMPLE
PI:23	4+415.14	4+527.55	80°30'20"	80	112.41	180	INCUMPLE
PI:24	4+582.52	4+640.40	66°19'36"	50	57.88	180	INCUMPLE
PI:25	4+672.57	4+710.47	72°22'50"	30	37.9	180	INCUMPLE
PI:26	4+765.12	4+823.35	133°27'04"	25	58.23	180	INCUMPLE
PI:27	4+832.73	4+885.54	17°47'59"	170	52.81	180	INCUMPLE
PI:28	4+948.98	5+021.00	51°34'34"	80	72.01	180	INCUMPLE
PI:29	5+042.62	5+090.67	110°08'18"	25	48.06	180	INCUMPLE

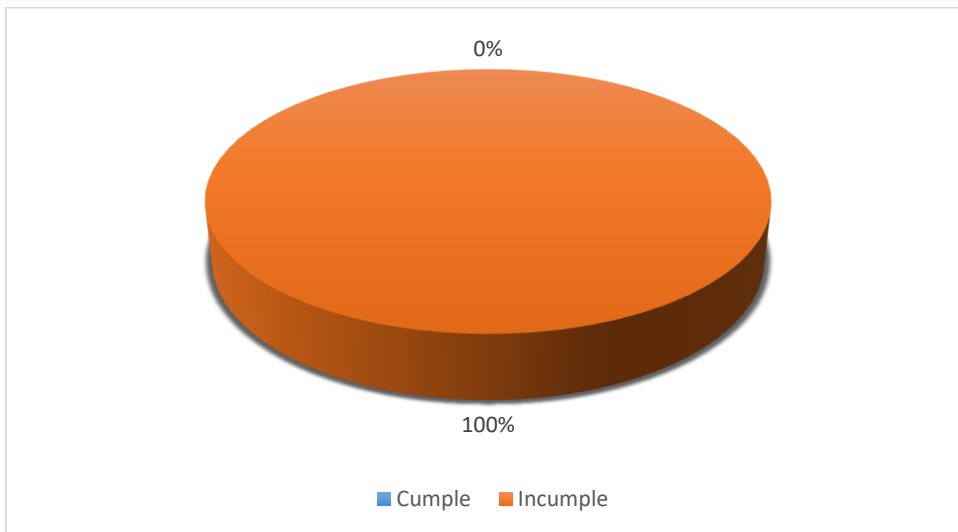
NÚMERO PI	PROGRESIVA INICIAL	PROGRESIVA FINAL	DELTA (Δ)	RADIO	L	Lc según DG - 2018	VERIFICACION
PI:30	5+163.69	5+229.98	23°44'24"	160	66.29	180	INCUMPLE
PI:31	5+285.47	5+329.35	25°08'34"	100	43.88	180	INCUMPLE
PI:32	5+378.77	5+404.48	113°17'33"	13	25.71	180	INCUMPLE
PI:33	5+405.85	5+421.57	90°03'55"	10	15.72	180	INCUMPLE
PI:34	5+437.64	5+457.99	46°38'24"	25	20.35	180	INCUMPLE
PI:35	5+486.91	5+515.72	27°30'44"	60	28.81	180	INCUMPLE
PI:36	5+549.22	5+579.32	86°13'24"	20	30.1	180	INCUMPLE
PI:37	5+585.23	5+613.94	109°41'11"	15	28.72	180	INCUMPLE
PI:38	5+630.87	5+665.82	166°52'52"	12	34.95	180	INCUMPLE
PI:39	5+677.77	5+695.95	41°40'12"	25	18.18	180	INCUMPLE
PI:40	5+813.03	5+906.42	41°09'35"	130	93.39	180	INCUMPLE
PI:41	6+014.84	6+073.33	83°46'36"	40	58.49	180	INCUMPLE
PI:42	6+073.79	6+134.31	86°41'26"	40	60.52	180	INCUMPLE
PI:43	6+242.72	6+285.46	13°36'18"	180	42.74	180	INCUMPLE
PI:44	6+315.85	6+332.60	73°49'39"	13	16.75	180	INCUMPLE
PI:45	6+334.73	6+354.23	111°43'29"	10	19.5	180	INCUMPLE
PI:46	6+365.56	6+388.25	16°14'53"	80	22.69	180	INCUMPLE
PI:47	6+398.09	6+468.39	6°49'35"	590	70.3	180	INCUMPLE
PI:48	6+476.74	6+532.49	91°16'23"	35	55.76	180	INCUMPLE
PI:49	6+579.39	6+687.16	29°24'06"	210	107.76	180	INCUMPLE
PI:50	6+702.06	6+732.28	115°25'55"	15	30.22	180	INCUMPLE
PI:51	6+773.38	6+800.97	19°45'40"	80	27.59	180	INCUMPLE
PI:52	6+810.96	6+833.66	162°31'42"	8	22.69	180	INCUMPLE
PI:53	6+838.88	6+873.23	24°36'25"	80	34.36	180	INCUMPLE
PI:54	6+915.05	6+943.88	6°36'26"	250	28.83	180	INCUMPLE
PI:55	6+949.69	6+978.61	23°40'19"	70	28.92	180	INCUMPLE
PI:56	7+102.43	7+111.04	19°43'45"	25	8.61	180	INCUMPLE
PI:57	7+114.69	7+133.92	157°22'47"	7	19.23	180	INCUMPLE
PI:58	7+140.67	7+158.34	6°19'30"	160	17.66	180	INCUMPLE
PI:59	7+204.17	7+232.89	4°50'26"	340	28.72	180	INCUMPLE

Nota. La presente tabla muestra la evaluación de longitud de curvas.

**Tabla 23***Resumen de longitud de curvas*

Longitud de curvas	
Cumple	0
Incumple	59

Nota. La presente tabla muestra el resumen de la evaluación de longitud de curvas.

**Figura 15***Resumen de longitud de curvas*

Nota. La figura muestra un diagrama circular donde se revela un incumplimiento del 100% con relación a las longitudes de curva evaluados en el tramo con respecto a los requisitos mínimos exigidos por la norma.

**Sobrecancho.**

Para calcular del sobrecancho utilizaremos la siguiente fórmula establecida en la normativa del MTC (2018).

$$Sa = n \left( R - \sqrt{R^2 - L^2} \right) + \frac{V}{10\sqrt{R}}$$

Datos

$$n = 2$$

$$L = 7.9 \text{ m}$$

$$V = 60 \text{ km/h}$$

Reemplazando

$$Sa = 2 \left( 125 - \sqrt{125^2 - 7.9^2} \right) + \frac{60}{10\sqrt{125}}$$

$$Sa = 1.04$$

**Tabla 24**

*Evaluación de sobreeanchos mínimos*

NÚMERO C	RADIO	SOBEEANCHO	SOBEEANCHO CALCULADO	VERIFICACIÓN
C-1	220	NO EXISTE	0.910731565	INCUMPLE
C-2	50	NO EXISTE	3.099922009	INCUMPLE
C-3	80	NO EXISTE	2.068203769	INCUMPLE
C-4	70	NO EXISTE	2.316306243	INCUMPLE
C-5	140	NO EXISTE	1.303242293	INCUMPLE
C-6	100	NO EXISTE	1.716139418	INCUMPLE
C-7	40	NO EXISTE	3.781397483	INCUMPLE
C-8	30	NO EXISTE	4.927927812	INCUMPLE
C-9	110	NO EXISTE	1.586256095	INCUMPLE
C-10	60	NO EXISTE	2.644202613	INCUMPLE
C-11	100	NO EXISTE	1.716139418	INCUMPLE
C-12	70	NO EXISTE	2.316306243	INCUMPLE
C-13	130	NO EXISTE	1.383822227	INCUMPLE
C-14	140	NO EXISTE	1.303242293	INCUMPLE

NÚMERO C	RADIO	SOBREANCHO	SOBREANCHO CALCULADO	VERIFICACIÓN
C-15	50	NO EXISTE	3.099922009	INCUMPLE
C-16	70	NO EXISTE	2.316306243	INCUMPLE
C-17	60	NO EXISTE	2.644202613	INCUMPLE
C-18	160	NO EXISTE	1.170740041	INCUMPLE
C-19	260	NO EXISTE	0.800367097	INCUMPLE
C-20	25	NO EXISTE	5.870208472	INCUMPLE
C-21	130	NO EXISTE	1.383822227	INCUMPLE
C-22	25	NO EXISTE	5.870208472	INCUMPLE
C-23	80	NO EXISTE	2.068203769	INCUMPLE
C-24	50	NO EXISTE	3.099922009	INCUMPLE
C-25	30	NO EXISTE	4.927927812	INCUMPLE
C-26	25	NO EXISTE	5.870208472	INCUMPLE
C-27	170	NO EXISTE	1.115531179	INCUMPLE
C-28	80	NO EXISTE	2.068203769	INCUMPLE
C-29	25	NO EXISTE	5.870208472	INCUMPLE
C-30	160	NO EXISTE	1.170740041	INCUMPLE
C-31	100	NO EXISTE	1.716139418	INCUMPLE
C-32	13	NO EXISTE	12.4723265	INCUMPLE
C-33	10	NO EXISTE	21.897366	INCUMPLE
C-34	25	NO EXISTE	5.870208472	INCUMPLE
C-35	60	NO EXISTE	2.644202613	INCUMPLE
C-36	20	NO EXISTE	7.359439563	INCUMPLE
C-37	15	NO EXISTE	10.22338737	INCUMPLE
C-38	12	NO EXISTE	14.29570524	INCUMPLE
C-39	25	NO EXISTE	5.870208472	INCUMPLE
C-40	130	NO EXISTE	1.383822227	INCUMPLE
C-41	40	NO EXISTE	3.781397483	INCUMPLE
C-42	40	NO EXISTE	3.781397483	INCUMPLE

NÚMERO C	RADIO	SOBREANCHO	SOBREANCHO CALCULADO	VERIFICACIÓN
C-43	180	NO EXISTE	1.066092778	INCUMPLE
C-44	13	NO EXISTE	12.4723265	INCUMPLE
C-45	10	NO EXISTE	21.897366	INCUMPLE
C-46	80	NO EXISTE	2.068203769	INCUMPLE
C-47	590	NO EXISTE	0.435679478	INCUMPLE
C-48	35	NO EXISTE	4.269971873	INCUMPLE
C-49	210	NO EXISTE	0.944386083	INCUMPLE
C-50	15	NO EXISTE	10.22338737	INCUMPLE
C-51	80	NO EXISTE	2.068203769	INCUMPLE
C-52	8	NO EXISTE	18.12132034	INCUMPLE
C-53	80	NO EXISTE	2.068203769	INCUMPLE
C-54	250	NO EXISTE	0.824881708	INCUMPLE
C-55	70	NO EXISTE	2.316306243	INCUMPLE
C-56	25	NO EXISTE	5.870208472	INCUMPLE
C-57	7	NO EXISTE	16.26778684	INCUMPLE
C-58	160	NO EXISTE	1.170740041	INCUMPLE
C-59	340	NO EXISTE	0.652834816	INCUMPLE

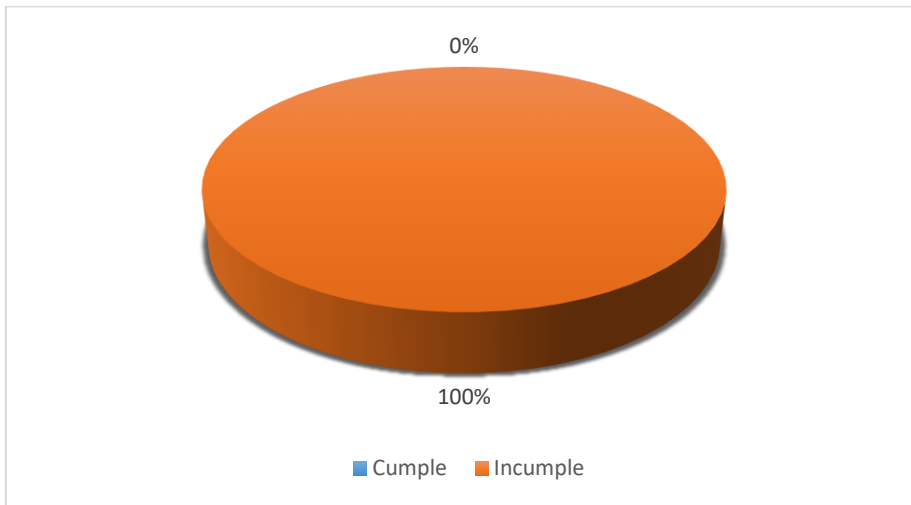
Nota. La presente tabla muestra la evaluación de sobreanchos.

**Tabla 25**

*Resumen de sobreanchos mínimos*

SOBREANCHOS	
Cumple	0
Incumple	59

Nota. La presente tabla muestra el resumen de la evaluación de sobreanchos.

**Figura 16***Resumen de sobreechornos mínimos*

Nota. La figura muestra un diagrama circular donde se revela un incumplimiento del 100% relacionado a los sobreechornos evaluados en el tramo con respecto a los requisitos mínimos exigidos por la norma.

### **Distancia de visibilidad de parada**

Se determinará usando la siguiente fórmula establecida en el manual de carreteras para lo cual se ha considerado los siguientes datos  $V_{t_p} = 2.5$ ,  $a=3.4$  m/s<sup>2</sup>,  $(i)= 3\%$ .

$$Dp = 0.278V_{t_p} + \frac{v^2}{254 \left( \left( \frac{a}{9.81} \right) \pm i \right)}$$

Reemplazando

$$Dp = 86.47$$

$$Dp = 87$$

### 5.1.2 Diseño geométrico de la sección transversal

#### Calzada o superficie de rodadura y bermas

Según las disposiciones del manual de carreteras vigente se ha considerado un ancho de calzada de 7.20m, una berma de ancho mínimo 0.5m y una calzada de dos direcciones de ancho mínimo 6,60m.

**Tabla 26**

*Evaluación de berma y ancho de calzada*

Progresiva	tipo de sección corte	Ancho de Berma medido (m)	Ancho de calzada según Norma (m)	Ancho de calzada medido en campo (m)	verificación
3+000.000	Abierto	NO EXISTE	7.2	3.2	INCUMPLE
3+020.000	Abierto	NO EXISTE	7.2	3.6	INCUMPLE
3+040.000	Abierto	NO EXISTE	7.2	3.8	INCUMPLE
3+060.000	Abierto	NO EXISTE	7.2	3.9	INCUMPLE
3+080.000	Abierto	NO EXISTE	7.2	3.9	INCUMPLE
3+100.000	Abierto	NO EXISTE	7.2	3.85	INCUMPLE
3+120.000	Abierto	NO EXISTE	7.2	3.5	INCUMPLE
3+140.000	Abierto	NO EXISTE	7.2	3.35	INCUMPLE
3+160.000	Abierto	NO EXISTE	7.2	3.5	INCUMPLE
3+180.000	Abierto	NO EXISTE	7.2	3.35	INCUMPLE
3+200.000	Abierto	NO EXISTE	7.2	3.9	INCUMPLE
3+220.000	Abierto	NO EXISTE	7.2	3.85	INCUMPLE
3+240.000	Abierto	NO EXISTE	7.2	3.85	INCUMPLE
3+260.000	Abierto	NO EXISTE	7.2	4.05	INCUMPLE
3+280.000	Abierto	NO EXISTE	7.2	3.9	INCUMPLE
3+300.000	Abierto	NO EXISTE	7.2	3.7	INCUMPLE
3+320.000	Abierto	NO EXISTE	7.2	4	INCUMPLE
3+340.000	Abierto	NO EXISTE	7.2	3.85	INCUMPLE
3+360.000	Abierto	NO EXISTE	7.2	3.6	INCUMPLE
3+380.000	Abierto	NO EXISTE	7.2	3.5	INCUMPLE
3+400.000	Abierto	NO EXISTE	7.2	3.45	INCUMPLE
3+420.000	Abierto	NO EXISTE	7.2	3.75	INCUMPLE
3+440.000	Abierto	NO EXISTE	7.2	3.4	INCUMPLE
3+460.000	Abierto	NO EXISTE	7.2	3.1	INCUMPLE
3+480.000	Abierto	NO EXISTE	7.2	3.9	INCUMPLE
3+500.000	Abierto	NO EXISTE	7.2	3.95	INCUMPLE
3+520.000	Abierto	NO EXISTE	7.2	4.05	INCUMPLE
3+540.000	Abierto	NO EXISTE	7.2	3.6	INCUMPLE
3+560.000	Abierto	NO EXISTE	7.2	3.7	INCUMPLE
3+580.000	Abierto	NO EXISTE	7.2	3.85	INCUMPLE
3+600.000	Abierto	NO EXISTE	7.2	3.9	INCUMPLE

<b>Progresiva</b>	<b>tipo de sección</b>	<b>Ancho de Berma medido (m)</b>	<b>Ancho de calzada según Norma (m)</b>	<b>Ancho de calzada medido en campo (m)</b>	<b>verificación</b>
3+620.000	Abierto	NO EXISTE	7.2	4	INCUMPLE
3+640.000	Abierto	NO EXISTE	7.2	4.15	INCUMPLE
3+660.000	Abierto	NO EXISTE	7.2	3.6	INCUMPLE
3+680.000	Abierto	NO EXISTE	7.2	3.2	INCUMPLE
3+700.000	Abierto	NO EXISTE	7.2	3.4	INCUMPLE
3+720.000	Abierto	NO EXISTE	7.2	3.9	INCUMPLE
3+740.000	Abierto	NO EXISTE	7.2	4.1	INCUMPLE
3+760.000	Abierto	NO EXISTE	7.2	3.6	INCUMPLE
3+780.000	Abierto	NO EXISTE	7.2	3.8	INCUMPLE
3+800.000	Abierto	NO EXISTE	7.2	3.9	INCUMPLE
3+820.000	Abierto	NO EXISTE	7.2	4.05	INCUMPLE
3+840.000	Abierto	NO EXISTE	7.2	4	INCUMPLE
3+860.000	Abierto	NO EXISTE	7.2	3.65	INCUMPLE
3+880.000	Abierto	NO EXISTE	7.2	4	INCUMPLE
3+900.000	Abierto	NO EXISTE	7.2	3.9	INCUMPLE
3+920.000	Abierto	NO EXISTE	7.2	3.95	INCUMPLE
3+940.000	Abierto	NO EXISTE	7.2	4.1	INCUMPLE
3+960.000	Abierto	NO EXISTE	7.2	3.95	INCUMPLE
3+980.000	Abierto	NO EXISTE	7.2	4	INCUMPLE
4+000.000	Abierto	NO EXISTE	7.2	4.05	INCUMPLE
4+020.000	Abierto	NO EXISTE	7.2	4.05	INCUMPLE
4+040.000	Abierto	NO EXISTE	7.2	3.85	INCUMPLE
4+060.000	Abierto	NO EXISTE	7.2	3.9	INCUMPLE
4+080.000	Abierto	NO EXISTE	7.2	4	INCUMPLE
4+100.000	Abierto	NO EXISTE	7.2	4.1	INCUMPLE
4+120.000	Abierto	NO EXISTE	7.2	4	INCUMPLE
4+140.000	Abierto	NO EXISTE	7.2	4.05	INCUMPLE
4+160.000	Abierto	NO EXISTE	7.2	4.1	INCUMPLE
4+180.000	Abierto	NO EXISTE	7.2	4.1	INCUMPLE
4+200.000	Abierto	NO EXISTE	7.2	3.8	INCUMPLE
4+220.000	Abierto	NO EXISTE	7.2	4.5	INCUMPLE
4+240.000	Abierto	NO EXISTE	7.2	5.6	INCUMPLE
4+260.000	Abierto	NO EXISTE	7.2	5.2	INCUMPLE
4+280.000	Abierto	NO EXISTE	7.2	5	INCUMPLE
4+300.000	Abierto	NO EXISTE	7.2	4.7	INCUMPLE
4+320.000	Abierto	NO EXISTE	7.2	5.45	INCUMPLE
4+340.000	Abierto	NO EXISTE	7.2	3.8	INCUMPLE
4+360.000	Abierto	NO EXISTE	7.2	3.8	INCUMPLE
4+380.000	Abierto	NO EXISTE	7.2	3.95	INCUMPLE
4+400.000	Abierto	NO EXISTE	7.2	4	INCUMPLE
4+420.000	Abierto	NO EXISTE	7.2	4	INCUMPLE
4+440.000	Abierto	NO EXISTE	7.2	3.9	INCUMPLE
4+460.000	Abierto	NO EXISTE	7.2	3.95	INCUMPLE
4+480.000	Abierto	NO EXISTE	7.2	4	INCUMPLE

<b>Progresiva</b>	<b>tipo de sección</b>	<b>Ancho de Berma medido (m)</b>	<b>Ancho de calzada según Norma (m)</b>	<b>Ancho de calzada medido en campo (m)</b>	<b>verificación</b>
4+500.000	Abierto	NO EXISTE	7.2	3.95	INCUMPLE
4+520.000	Abierto	NO EXISTE	7.2	4.1	INCUMPLE
4+540.000	Abierto	NO EXISTE	7.2	4.05	INCUMPLE
4+560.000	Abierto	NO EXISTE	7.2	4.1	INCUMPLE
4+580.000	Abierto	NO EXISTE	7.2	3.9	INCUMPLE
4+600.000	Abierto	NO EXISTE	7.2	5.55	INCUMPLE
4+620.000	Abierto	NO EXISTE	7.2	4.65	INCUMPLE
4+640.000	Abierto	NO EXISTE	7.2	4	INCUMPLE
4+660.000	Abierto	NO EXISTE	7.2	4	INCUMPLE
4+680.000	Abierto	NO EXISTE	7.2	4	INCUMPLE
4+700.000	Abierto	NO EXISTE	7.2	3.8	INCUMPLE
4+720.000	Abierto	NO EXISTE	7.2	4.05	INCUMPLE
4+740.000	Abierto	NO EXISTE	7.2	4.1	INCUMPLE
4+760.000	Abierto	NO EXISTE	7.2	4.05	INCUMPLE
4+780.000	Abierto	NO EXISTE	7.2	4.45	INCUMPLE
4+800.000	Abierto	NO EXISTE	7.2	4.85	INCUMPLE
4+820.000	Abierto	NO EXISTE	7.2	4	INCUMPLE
4+840.000	Abierto	NO EXISTE	7.2	4.1	INCUMPLE
4+860.000	Abierto	NO EXISTE	7.2	4	INCUMPLE
4+880.000	Abierto	NO EXISTE	7.2	4.1	INCUMPLE
4+900.000	Abierto	NO EXISTE	7.2	4	INCUMPLE
4+920.000	Abierto	NO EXISTE	7.2	4	INCUMPLE
4+940.000	Abierto	NO EXISTE	7.2	3.9	INCUMPLE
4+960.000	Abierto	NO EXISTE	7.2	3.95	INCUMPLE
4+980.000	Abierto	NO EXISTE	7.2	4.1	INCUMPLE
5+000.000	Abierto	NO EXISTE	7.2	4	INCUMPLE
5+020.000	Abierto	NO EXISTE	7.2	3.95	INCUMPLE
5+040.000	Abierto	NO EXISTE	7.2	3.95	INCUMPLE
5+060.000	Abierto	NO EXISTE	7.2	3.9	INCUMPLE
5+080.000	Abierto	NO EXISTE	7.2	4.15	INCUMPLE
5+100.000	Abierto	NO EXISTE	7.2	4.15	INCUMPLE
5+120.000	Abierto	NO EXISTE	7.2	4.1	INCUMPLE
5+140.000	Abierto	NO EXISTE	7.2	4.1	INCUMPLE
5+160.000	Abierto	NO EXISTE	7.2	4.15	INCUMPLE
5+180.000	Abierto	NO EXISTE	7.2	4.05	INCUMPLE
5+200.000	Abierto	NO EXISTE	7.2	3.9	INCUMPLE
5+220.000	Abierto	NO EXISTE	7.2	4.15	INCUMPLE
5+240.000	Abierto	NO EXISTE	7.2	4	INCUMPLE
5+260.000	Abierto	NO EXISTE	7.2	4.05	INCUMPLE
5+280.000	Abierto	NO EXISTE	7.2	4.2	INCUMPLE
5+300.000	Abierto	NO EXISTE	7.2	4	INCUMPLE
5+320.000	Abierto	NO EXISTE	7.2	4.05	INCUMPLE
5+340.000	Abierto	NO EXISTE	7.2	4.1	INCUMPLE
5+360.000	Abierto	NO EXISTE	7.2	4	INCUMPLE

<b>Progresiva</b>	<b>tipo de sección</b>	<b>Ancho de Berma medido (m)</b>	<b>Ancho de calzada según Norma (m)</b>	<b>Ancho de calzada medido en campo (m)</b>	<b>verificación</b>
5+380.000	Abierto	NO EXISTE	7.2	3.7	INCUMPLE
5+400.000	Abierto	NO EXISTE	7.2	5.35	INCUMPLE
5+420.000	Abierto	NO EXISTE	7.2	4.15	INCUMPLE
5+440.000	Abierto	NO EXISTE	7.2	4.15	INCUMPLE
5+460.000	Abierto	NO EXISTE	7.2	4.1	INCUMPLE
5+480.000	Abierto	NO EXISTE	7.2	3.9	INCUMPLE
5+500.000	Abierto	NO EXISTE	7.2	3.95	INCUMPLE
5+520.000	Abierto	NO EXISTE	7.2	4.25	INCUMPLE
5+540.000	Abierto	NO EXISTE	7.2	4.6	INCUMPLE
5+560.000	Abierto	NO EXISTE	7.2	4.4	INCUMPLE
5+580.000	Abierto	NO EXISTE	7.2	4.4	INCUMPLE
5+600.000	Abierto	NO EXISTE	7.2	4.85	INCUMPLE
5+620.000	Abierto	NO EXISTE	7.2	4.05	INCUMPLE
5+640.000	Abierto	NO EXISTE	7.2	4.1	INCUMPLE
5+660.000	Abierto	NO EXISTE	7.2	4.05	INCUMPLE
5+680.000	Abierto	NO EXISTE	7.2	3.9	INCUMPLE
5+700.000	Abierto	NO EXISTE	7.2	4.1	INCUMPLE
5+720.000	Abierto	NO EXISTE	7.2	4.05	INCUMPLE
5+740.000	Abierto	NO EXISTE	7.2	4.05	INCUMPLE
5+760.000	Abierto	NO EXISTE	7.2	4.1	INCUMPLE
5+780.000	Abierto	NO EXISTE	7.2	4	INCUMPLE
5+800.000	Abierto	NO EXISTE	7.2	3.9	INCUMPLE
5+820.000	Abierto	NO EXISTE	7.2	3.9	INCUMPLE
5+840.000	Abierto	NO EXISTE	7.2	3.7	INCUMPLE
5+860.000	Abierto	NO EXISTE	7.2	3.8	INCUMPLE
5+880.000	Abierto	NO EXISTE	7.2	4.1	INCUMPLE
5+900.000	Abierto	NO EXISTE	7.2	4.15	INCUMPLE
5+920.000	Abierto	NO EXISTE	7.2	4	INCUMPLE
5+940.000	Abierto	NO EXISTE	7.2	3.85	INCUMPLE
5+960.000	Abierto	NO EXISTE	7.2	4.15	INCUMPLE
5+980.000	Abierto	NO EXISTE	7.2	4.1	INCUMPLE
6+000.000	Abierto	NO EXISTE	7.2	4.1	INCUMPLE
6+020.000	Abierto	NO EXISTE	7.2	4.1	INCUMPLE
6+040.000	Abierto	NO EXISTE	7.2	4.1	INCUMPLE
6+060.000	Abierto	NO EXISTE	7.2	4	INCUMPLE
6+080.000	Abierto	NO EXISTE	7.2	3.95	INCUMPLE
6+100.000	Abierto	NO EXISTE	7.2	4.2	INCUMPLE
6+120.000	Abierto	NO EXISTE	7.2	3.9	INCUMPLE
6+140.000	Abierto	NO EXISTE	7.2	3.75	INCUMPLE
6+160.000	Abierto	NO EXISTE	7.2	3.65	INCUMPLE
6+180.000	Abierto	NO EXISTE	7.2	3.3	INCUMPLE
6+200.000	Abierto	NO EXISTE	7.2	3.7	INCUMPLE
6+220.000	Abierto	NO EXISTE	7.2	3.9	INCUMPLE
6+240.000	Abierto	NO EXISTE	7.2	3.9	INCUMPLE

<b>Progresiva</b>	<b>tipo de sección</b>	<b>Ancho de Berma medido (m)</b>	<b>Ancho de calzada según Norma (m)</b>	<b>Ancho de calzada medido en campo (m)</b>	<b>verificación</b>
6+260.000	Abierto	NO EXISTE	7.2	3.9	INCUMPLE
6+280.000	Abierto	NO EXISTE	7.2	3.95	INCUMPLE
6+300.000	Abierto	NO EXISTE	7.2	4	INCUMPLE
6+320.000	Abierto	NO EXISTE	7.2	4.5	INCUMPLE
6+340.000	Abierto	NO EXISTE	7.2	4.4	INCUMPLE
6+360.000	Abierto	NO EXISTE	7.2	4.15	INCUMPLE
6+380.000	Abierto	NO EXISTE	7.2	4.1	INCUMPLE
6+400.000	Abierto	NO EXISTE	7.2	3.95	INCUMPLE
6+420.000	Abierto	NO EXISTE	7.2	4	INCUMPLE
6+440.000	Abierto	NO EXISTE	7.2	4.05	INCUMPLE
6+460.000	Abierto	NO EXISTE	7.2	4.1	INCUMPLE
6+480.000	Abierto	NO EXISTE	7.2	4.05	INCUMPLE
6+500.000	Abierto	NO EXISTE	7.2	3.9	INCUMPLE
6+520.000	Abierto	NO EXISTE	7.2	4	INCUMPLE
6+540.000	Abierto	NO EXISTE	7.2	4.2	INCUMPLE
6+560.000	Abierto	NO EXISTE	7.2	4.2	INCUMPLE
6+580.000	Abierto	NO EXISTE	7.2	4.1	INCUMPLE
6+600.000	Abierto	NO EXISTE	7.2	3.9	INCUMPLE
6+620.000	Abierto	NO EXISTE	7.2	4	INCUMPLE
6+640.000	Abierto	NO EXISTE	7.2	4.15	INCUMPLE
6+660.000	Abierto	NO EXISTE	7.2	4.05	INCUMPLE
6+680.000	Abierto	NO EXISTE	7.2	4.05	INCUMPLE
6+700.000	Abierto	NO EXISTE	7.2	3.95	INCUMPLE
6+720.000	Abierto	NO EXISTE	7.2	4.4	INCUMPLE
6+740.000	Abierto	NO EXISTE	7.2	4	INCUMPLE
6+760.000	Abierto	NO EXISTE	7.2	3.9	INCUMPLE
6+780.000	Abierto	NO EXISTE	7.2	4	INCUMPLE
6+800.000	Abierto	NO EXISTE	7.2	4	INCUMPLE
6+820.000	Abierto	NO EXISTE	7.2	5.9	INCUMPLE
6+840.000	Abierto	NO EXISTE	7.2	4	INCUMPLE
6+860.000	Abierto	NO EXISTE	7.2	4.05	INCUMPLE
6+880.000	Abierto	NO EXISTE	7.2	4	INCUMPLE
6+900.000	Abierto	NO EXISTE	7.2	3.9	INCUMPLE
6+920.000	Abierto	NO EXISTE	7.2	3.8	INCUMPLE
6+940.000	Abierto	NO EXISTE	7.2	3.9	INCUMPLE
6+960.000	Abierto	NO EXISTE	7.2	4	INCUMPLE
6+980.000	Abierto	NO EXISTE	7.2	4.05	INCUMPLE
7+000.000	Abierto	NO EXISTE	7.2	3.8	INCUMPLE
7+020.000	Abierto	NO EXISTE	7.2	3.7	INCUMPLE
7+040.000	Abierto	NO EXISTE	7.2	3.7	INCUMPLE
7+060.000	Abierto	NO EXISTE	7.2	3.9	INCUMPLE
7+080.000	Abierto	NO EXISTE	7.2	3.95	INCUMPLE
7+100.000	Abierto	NO EXISTE	7.2	4	INCUMPLE
7+120.000	Abierto	NO EXISTE	7.2	5.2	INCUMPLE

Progresiva	tipo de sección	Ancho de Berma medido (m)	Ancho de calzada según Norma (m)	Ancho de calzada medido en campo (m)	verificación
7+140.000	Abierto	NO EXISTE	7.2	4.05	INCUMPLE
7+160.000	Abierto	NO EXISTE	7.2	3.8	INCUMPLE
7+180.000	Abierto	NO EXISTE	7.2	4	INCUMPLE
7+200.000	Abierto	NO EXISTE	7.2	4.1	INCUMPLE
7+220.000	Abierto	NO EXISTE	7.2	4	INCUMPLE
7+240.000	Abierto	NO EXISTE	7.2	4.15	INCUMPLE

*Nota:* La presente tabla muestra la evaluación de berma y ancho de calzada.

**Tabla 27**

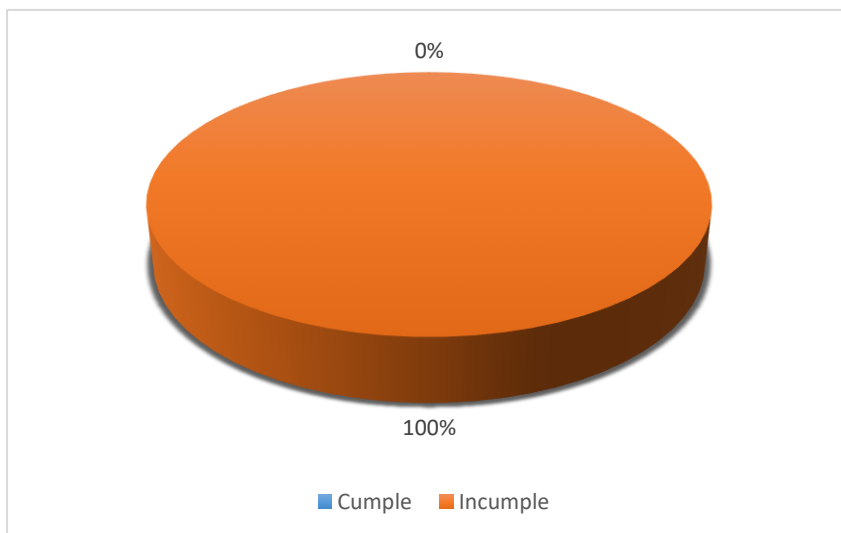
*Resumen de ancho de calzada*

Resumen de ancho de calzada	
Cumple	0
Incumple	213

*Nota.* La presente tabla muestra el resumen de la evaluación de ancho de calzada.

**Figura 17**

*Resumen de ancho de calzada*



*Nota.* La figura muestra un diagrama circular donde se muestra que el 100% de los tramos evaluados no se rigen a la normativa, asimismo se evidencia la inexistencia de bermas todo el trayecto.

## Bombeo

Según la tabla 14 del presente trabajo de investigación el bombeo para una superficie con tratamiento superficial y una precipitación superior a 500 mm/año es del 2.5%.

## Peralte

Al evaluar el peralte se consideró lo dispuestos en la tabla 15 del presente trabajo donde se incluyen los valores tanto del peralte mínimo como del máximo.

**Tabla 28**

*Resumen de evaluación de peralte*

Número C	radio	velocidad km/h	f	peralte calculado $P = \frac{V^2}{127R}$	peralte campo (%)	peralte mínimo según norma 40<V≤100	peralte máximo	verificación	
C-1	220	60	0.15	-2.1152	0.34	2%	2500<R≤3500	8%	INCUMPLE
C-2	50	60	0.15	41.6929	3.69	2%	2500<R≤3500	8%	INCUMPLE
C-3	80	60	0.15	20.4331	0.93	2%	2500<R≤3500	8%	INCUMPLE
C-4	70	60	0.15	25.4949	4.09	2%	2500<R≤3500	8%	INCUMPLE
C-5	140	60	0.15	5.2475	0.63	2%	2500<R≤3500	8%	INCUMPLE
C-6	100	60	0.15	13.3465	1.38	2%	2500<R≤3500	8%	INCUMPLE
C-7	40	60	0.15	55.8661	1.20	2%	2500<R≤3500	8%	INCUMPLE
C-8	30	60	0.15	79.4882	5.36	2%	2500<R≤3500	8%	INCUMPLE
C-9	110	60	0.15	10.7695	0.07	2%	2500<R≤3500	8%	INCUMPLE
C-10	60	60	0.15	32.2441	4.47	2%	2500<R≤3500	8%	INCUMPLE
C-11	100	60	0.15	13.3465	3.44	2%	2500<R≤3500	8%	INCUMPLE
C-12	70	60	0.15	25.4949	4.44	2%	2500<R≤3500	8%	INCUMPLE
C-13	130	60	0.15	6.8050	1.64	2%	2500<R≤3500	8%	INCUMPLE
C-14	140	60	0.15	5.2475	2.84	2%	2500<R≤3500	8%	INCUMPLE
C-15	50	60	0.15	41.6929	4.32	2%	2500<R≤3500	8%	INCUMPLE
C-16	70	60	0.15	25.4949	2.75	2%	2500<R≤3500	8%	INCUMPLE
C-17	60	60	0.15	32.2441	5.76	2%	2500<R≤3500	8%	INCUMPLE
C-18	160	60	0.15	2.7165	1.62	2%	2500<R≤3500	8%	INCUMPLE
C-19	260	60	0.15	-4.0975	1.09	2%	2500<R≤3500	8%	INCUMPLE
C-20	25	60	0.15	98.3858	4.01	2%	2500<R≤3500	8%	INCUMPLE
C-21	130	60	0.15	6.8050	0.28	2%	2500<R≤3500	8%	INCUMPLE
C-22	25	60	0.15	98.3858	2.91	2%	2500<R≤3500	8%	INCUMPLE
C-23	80	60	0.15	20.4331	4.14	2%	2500<R≤3500	8%	INCUMPLE
C-24	50	60	0.15	41.6929	3.84	2%	2500<R≤3500	8%	INCUMPLE
C-25	30	60	0.15	79.4882	6.84	2%	2500<R≤3500	8%	INCUMPLE
C-26	25	60	0.15	98.3858	8.50	2%	2500<R≤3500	8%	INCUMPLE
C-27	170	60	0.15	1.6744	3.71	2%	2500<R≤3500	8%	CUMPLE
C-28	80	60	0.15	20.4331	4.63	2%	2500<R≤3500	8%	INCUMPLE
C-29	25	60	0.15	98.3858	5.39	2%	2500<R≤3500	8%	INCUMPLE
C-30	160	60	0.15	2.7165	2.01	2%	2500<R≤3500	8%	INCUMPLE

Número C	radio	velocidad km/h	f	peralte calculado $P = \frac{V^2}{127R} -$	peralte campo (%)	peralte mínimo según norma 40<V≤100	peralte máximo	verificación	
C-31	100	60	0.15	13.3465	1.41	2%	2500<R≤3500	8%	INCUMPLE
C-32	13	60	0.15	203.0497	8.00	2%	2500<R≤3500	8%	INCUMPLE
C-33	10	60	0.15	268.4646	5.20	2%	2500<R≤3500	8%	INCUMPLE
C-34	25	60	0.15	98.3858	4.99	2%	2500<R≤3500	8%	INCUMPLE
C-35	60	60	0.15	32.2441	5.20	2%	2500<R≤3500	8%	INCUMPLE
C-36	20	60	0.15	126.7323	3.07	2%	2500<R≤3500	8%	INCUMPLE
C-37	15	60	0.15	173.9764	7.59	2%	2500<R≤3500	8%	INCUMPLE
C-38	12	60	0.15	221.2205	11.60	2%	2500<R≤3500	8%	INCUMPLE
C-39	25	60	0.15	98.3858	1.78	2%	2500<R≤3500	8%	INCUMPLE
C-40	130	60	0.15	6.8050	2.46	2%	2500<R≤3500	8%	INCUMPLE
C-41	40	60	0.15	55.8661	4.97	2%	2500<R≤3500	8%	INCUMPLE
C-42	40	60	0.15	55.8661	3.89	2%	2500<R≤3500	8%	INCUMPLE
C-43	180	60	0.15	0.7480	2.14	2%	2500<R≤3500	8%	CUMPLE
C-44	13	60	0.15	203.0497	8.98	2%	2500<R≤3500	8%	INCUMPLE
C-45	10	60	0.15	268.4646	5.01	2%	2500<R≤3500	8%	INCUMPLE
C-46	80	60	0.15	20.4331	0.94	2%	2500<R≤3500	8%	INCUMPLE
C-47	590	60	0.15	-10.1955	3.26	2%	2500<R≤3500	8%	INCUMPLE
C-48	35	60	0.15	65.9899	8.64	2%	2500<R≤3500	8%	INCUMPLE
C-49	210	60	0.15	-1.5017	4.35	2%	2500<R≤3500	8%	CUMPLE
C-50	15	60	0.15	173.9764	7.80	2%	2500<R≤3500	8%	INCUMPLE
C-51	80	60	0.15	20.4331	1.31	2%	2500<R≤3500	8%	INCUMPLE
C-52	8	60	0.15	339.3307	8.31	2%	2500<R≤3500	8%	INCUMPLE
C-53	80	60	0.15	20.4331	1.48	2%	2500<R≤3500	8%	INCUMPLE
C-54	250	60	0.15	-3.6614	1.47	2%	2500<R≤3500	8%	INCUMPLE
C-55	70	60	0.15	25.4949	4.12	2%	2500<R≤3500	8%	INCUMPLE
C-56	25	60	0.15	98.3858	6.38	2%	2500<R≤3500	8%	INCUMPLE
C-57	7	60	0.15	389.9494	9.72	2%	2500<R≤3500	8%	INCUMPLE
C-58	160	60	0.15	2.7165	4.09	2%	2500<R≤3500	8%	CUMPLE
C-59	340	60	0.15	-6.6628	0.58	2%	2500<R≤3500	8%	INCUMPLE

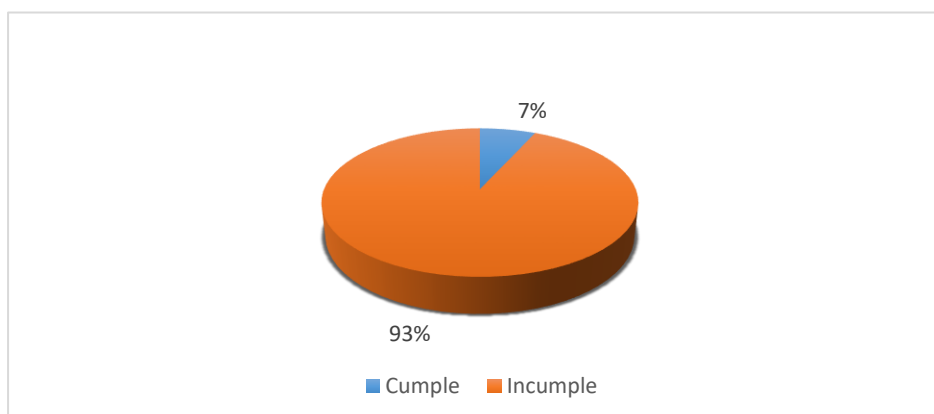
Nota. La presente tabla muestra la evaluación de peraltes.

**Tabla 29**

*Resumen de evaluación de peraltes*

Resumen de evaluación de peraltes	
Cumple	4
Incumple	55

Nota. La presente tabla muestra el resumen de la evaluación de peraltes.

**Figura 18***Resumen de evaluación de peraltes*

*Nota.* La figura muestra un diagrama circular donde se muestra un cumplimiento del 7% con respecto a los peraltes evaluados según la normativa.

### 5.1.3 Diseño geométrico en perfil.

#### Pendiente.

**Tabla 30***Evaluación de pendientes*

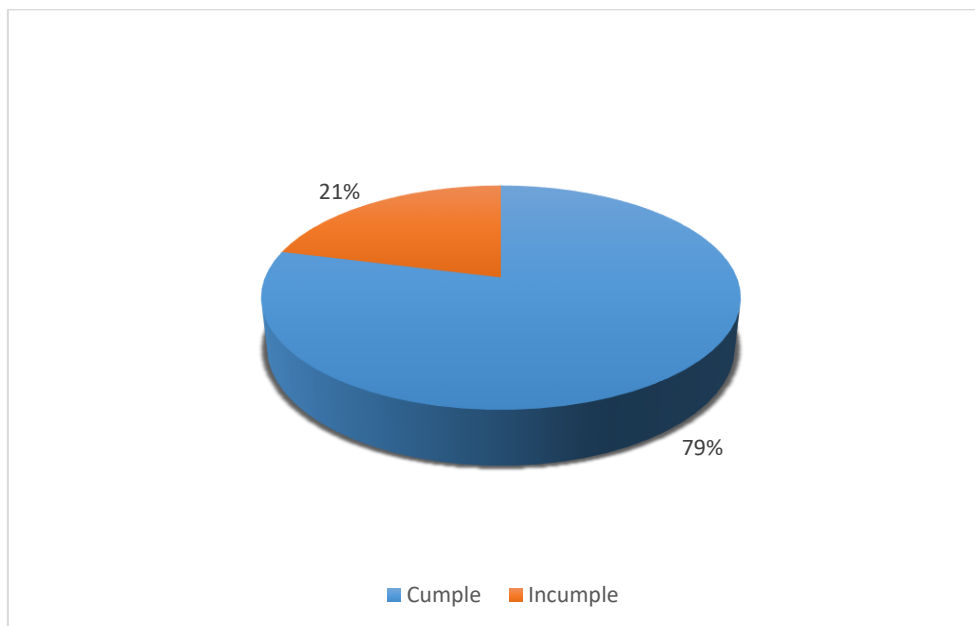
N° P	Pendiente mínima	Pendiente máxima	Pendiente de entrada (%)	Pendiente de salida (%)	verificación
inicio				6.22%	
P-1	0.50%	7.00%	6.22%	10.26%	CUMPLE
P-2	0.50%	7.00%	10.26%	4.93%	INCUMPLE
P-3	0.50%	7.00%	4.93%	11.17%	CUMPLE
P-4	0.50%	7.00%	11.17%	-0.17%	INCUMPLE
P-5	0.50%	7.00%	-0.17%	3.40%	INCUMPLE
P-6	0.50%	7.00%	3.40%	6.42%	CUMPLE
P-7	0.50%	7.00%	6.42%	2.02%	CUMPLE
P-8	0.50%	7.00%	2.02%	5.53%	CUMPLE
P-9	0.50%	7.00%	5.53%	1.30%	CUMPLE
P-10	0.50%	7.00%	1.30%	7.42%	CUMPLE
P-11	0.50%	7.00%	7.42%	2.86%	INCUMPLE
P-12	0.50%	7.00%	2.86%	6.99%	CUMPLE
P-13	0.50%	7.00%	6.99%	5.02%	CUMPLE
P-14	0.50%	7.00%	5.02%	6.16%	CUMPLE
P-15	0.50%	7.00%	6.16%	6.16%	CUMPLE
P-16	0.50%	7.00%	6.16%	6.98%	CUMPLE
P-17	0.50%	7.00%	6.98%	6.04%	CUMPLE
P-18	0.50%	7.00%	6.04%	6.01%	CUMPLE
FINAL	0.50%	7.00%	6.01%		

*Nota.* La presente tabla muestra la evaluación de pendientes del tramo evaluado.

**Tabla 31***Resumen de pendientes*

Resumen de pendientes	
Cumple	15
Incumple	4

*Nota.* La presente tabla muestra el resumen de la evaluación de sobreanchos.

**Figura 19***Resumen de pendientes*

*Nota.* La figura muestra un diagrama circular donde se puede afirmar que el 79% de las pendientes evaluadas se ajustan a los requisitos mínimos según la normativa vigente.

## Curvas verticales

**Tabla 32**

*Evaluación de curvas verticales*

N° Curva	tipo de curva		Pendiente de entrada (%)	Pendiente de salida (%)	Diferencia algebraica	Dp	Longitud de curva	Lcv calculado	verificación
Inicio				6.22%					
PVI - 02	Cóncava	Simétrico	6.22%	10.26%	-4.04%	87	150	72	CUMPLE
PVI - 03	Convexa	Simétrico	10.26%	4.93%	5.33%	87	54.68	98	INCUMPLE
PVI - 04	Cóncava	Simétrico	4.93%	11.17%	-6.24%	87	30	106	INCUMPLE
PVI - 05	Convexa	Simétrico	11.17%	-0.17%	11.34%	87	108.08	212	INCUMPLE
PVI - 06	Cóncava	Simétrico	-0.17%	3.40%	-3.57%	87	20	55	INCUMPLE
PVI - 07	Cóncava	Simétrico	3.40%	6.42%	-3.02%	87	50	41	INCUMPLE
PVI - 08	Convexa	Simétrico	6.42%	2.02%	4.40%	87	112.77	82	CUMPLE
PVI - 09	Cóncava	Simétrico	2.02%	5.53%	-3.51%	87	50	53	N INCUMPLE
PVI - 10	Convexa	Simétrico	5.53%	1.30%	4.23%	87	150	79	CUMPLE
PVI - 11	Cóncava	Simétrico	1.30%	7.42%	-6.12%	87	50	104	INCUMPLE
PVI - 12	Convexa	Simétrico	7.42%	2.86%	4.56%	87	150	85	CUMPLE
PVI - 13	Cóncava	Simétrico	2.86%	6.99%	-4.13%	87	50	71	INCUMPLE
PVI - 14	Convexa	Simétrico	6.99%	5.02%	1.97%	87	150	36	CUMPLE
PVI - 15	Cóncava	Simétrico	5.02%	6.16%	-1.14%	87	50	198	INCUMPLE
PVI - 16	Cóncava	Asimétrico	6.16%	6.16%	0.00%	87	50	-	CUMPLE
PVI - 17	Cóncava	Simétrico	6.16%	6.98%	-0.82%	87	5	356	INCUMPLE
PVI - 18	Convexa	Simétrico	6.98%	6.04%	0.94%	87	150	17	CUMPLE
PVI - 19	Cóncava	Simétrico	6.04%	6.01%	0.03%	87	150	-	CUMPLE
PVI - 20		Simétrico	6.01%						

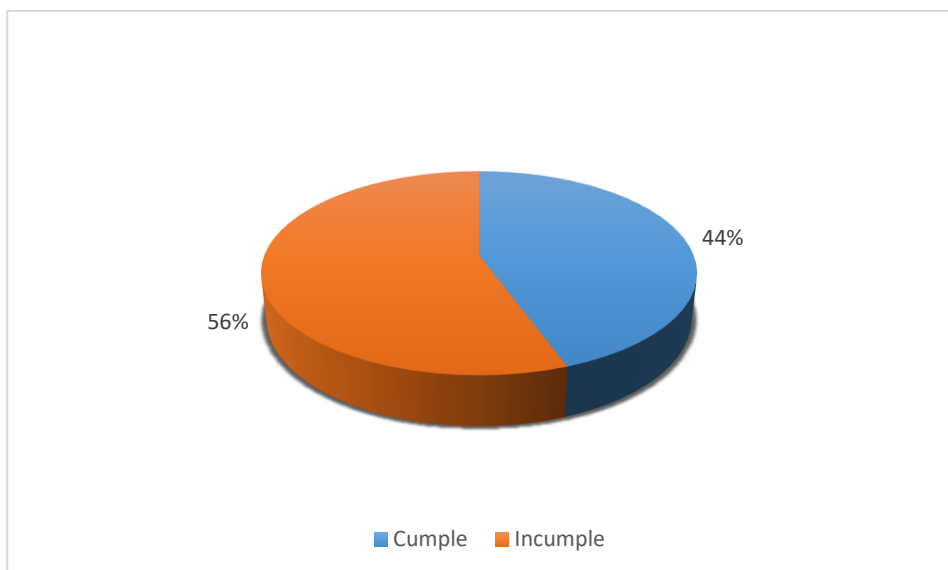
*Nota.* La presente tabla muestra la evaluación de curvas verticales.

**Tabla 33**

*Resumen de longitud de curvas verticales*

Longitud de curvas verticales	
Cumple	8
Incumple	10

*Nota.* La presente tabla muestra el resumen de la evaluación de curvas verticales.

**Figura 20***Resumen de longitud de curvas verticales*

*Nota.* La figura muestra un diagrama circular donde se puede afirmar que el 44% de las curvas verticales evaluadas cumplen con los requisitos mínimos según la normativa.

**Tabla 34***Valores de los parámetros evaluados*

Parámetros	Ítem	Norma	Valores	Cumple	No Cumple
Índice medio diario anual de tránsito (Imda)	2.3.4	DG-2018	616 veh/día		
clasificación por demanda	2.2.4.1	DG-2018	Segunda Clase		
clasificación por Orografía	2.2.4.2	DG-2018	Ondulado - Tipo 2		
Vehículo de Diseño	2.2.6	DG-2018	C-2		
Velocidad de diseño	2.2.7	DG-2018	60 km/h		
Longitud Tramos en Tangente	tabla 6	DG-2018	Variable	3%	97%
Radios Mínimos	tala 8	DG-2018	Variable	27%	73%
Longitud Mínima de Curva	tabla 4	DG-2018	Variable	0%	100%
Sobreechancho	Gráfico 8	DG-2018	Variable	0%	100%
pendiente	tala 9	DG-2018	Variable	79%	21%
Ancho de calzada	tabal 10	DG-2018	7.2	0%	100%
Ancho de berma	tabla 11	DG-2018	2	0%	100%
Peralte	tabla 13	DG-2018	Variable	7%	93%

*Nota.* La presente tabla muestra el resumen de parámetros evaluados.

## 5.2. Discusión de resultados

El primer objetivo específico de este estudio fue analizar el diseño geométrico en planta de la carretera Nacional PE-3SF tramo Desviación Chuquibambilla- Matara, con lo establecido en el Manual de Carreteras DG – 2018, a partir de este análisis se consiguieron los siguientes resultados respecto a los parámetros geométrico en planta: el 97% de los tramos en tangente no se ajustan a la normativa mientras que solo el 3% restante se ajusta a lo estipulado en la norma, respecto a los radios mínimos el 27% cumple con los requisitos, mientras que el 73% incumple la longitud de curva, incumpliendo al 100% los sobrecanchos según las especificaciones del manual, los resultados de esta investigación coinciden con los resultados obtenidos por Miranda (2022), quien identificó que el 74% de los tramos en tangente no se ajusta a la normativa, mientras que 26% cumple con ella. En cuanto a los radios mínimos el 36% está dentro de los parámetros adecuados mientras que el 57% incumple con los requisitos. La longitud mínima de curva el 93% incumplen, y respecto al sobrecancho el 57% cumple y el 36% no se ajustan a requisitos mínimos establecidos por el manual. Del mismo modo Carrio (2022), en su investigación identificó que de 63 y 17 tramos en tangente, el 97% y 100% incumplen con lo estipulado en el manual, respecto a la evaluación de radios mínimos de un total de 80 radios evaluados, el 56% está fuera de los parámetros permitidos, de la misma manera identificó que el 96% de 80 curvas evaluadas no cumplen con el sobrecancho recomendado. El análisis de los antecedentes junto con los resultados obtenidos muestra que las distancias de tramos tangentes son frecuentemente cortas generando incertidumbre y riesgo cuando los automóviles transitan a la velocidad proyectada, los radios mínimos que no cumplen con las normativas vigentes pueden provocar que los automóviles pasen al carril opuesto especialmente en curvas cerradas, resultando una experiencia incómoda e insegura para los conductores.

El segundo objetivo específico de este estudio consistió en analizar el diseño geométrico en perfil de la carretera Nacional PE-3SF tramo Desviación Chuquibambilla- Matara, con lo establecido en el Manual de Carreteras DG – 2018, los hallazgos obtenidos en relación con los parámetros geométrico en perfil :muestra que el 21% de los pendientes

incumple los límites del manual, respecto a la longitud de curvas se observó que el 100% se encuentra fuera de los parámetros establecidos, estos hallazgos coinciden con los resultados obtenidos por Alvaron (2022) quien identificó que el 15.63% de las pendientes no se ajusta a la normativa, con respecto a la distancia de curvas verticales el 99.41% están por debajo de los parámetros mínimos establecidos. Del mismo modo Carrio (2022), en su investigación identificó que el 100% de las pendientes de entrada y salida cumplen con las especificaciones del manual, respecto a la evaluación de longitud de curvas el 100% está fuera de los parámetros permitidos. El análisis de los antecedentes y los resultados del estudio actual, muestran un patrón recurrente de deficiencias en el diseño de carreteras en anteriores investigaciones se han detectado pendientes inferiores a los parámetros establecidos y longitudes de curvas verticales que no cumplen con la normativa vigente. Estas deficiencias tienen consecuencias notables en la seguridad y la funcionalidad de las carreteras. Las pendientes inadecuadas pueden dar lugar a una reducción en la visibilidad, y afectar negativamente la capacidad de frenado y el confort de los conductores. De manera similar cuando las curvas verticales se encuentran fuera de los estándares pueden provocar cambios bruscos en la trayectoria de los vehículos, generando situaciones de inseguridad que elevan el riesgo de accidentes. Estos problemas comprometen la seguridad de los conductores, y afectan la fluidez del tráfico.

El tercer objetivo específico de esta investigación fue analizar el diseño geométrico de las secciones transversales de la carretera Nacional PE-3SF tramo Desviación Chuquibambilla- Matara, con lo establecido en el Manual de Carreteras DG – 2018, según el análisis de secciones transversales se muestra un incumplimiento del 100% relacionado al ancho de calzada incumplen con la normativa vigente, respecto al ancho de berma el 100% no cumple los parámetros mínimos y en cuanto a los peraltes 93% no cumple los criterios establecidos, mientras que solo el 7% si lo hace, los hallazgos obtenidos en esta investigación son semejantes a los resultados obtenidos por Miranda (2022) quien identificó un incumplimiento en los criterios del diseño geométrico, según su estudio el 99% del ancho de calzada no se ajusta a la normativa mientras que 1% cumple con ella, el 100% del ancho

de berma está por debajo de lo requerido, en cuanto a los peraltes el 76% no cumple con los parámetros y solo el 26% si cumple y 7 no necesita. Del mismo modo Solis (2018) indica que el ancho de la calzada en su investigación fue menor a lo exigido por el manual de carreteras, evidenciado que el 100% de las bermas están por debajo del ancho mínimo según el reglamento. Carrio (2022), señala que el 83% del ancho de calzada incumple con lo recomendado por el manual DG-2018, respecto al bombeo verifico que el 100% de la vía no dispone de una adecuada evacuación de aguas pluviales, evidenciando que todo el tramo carece de bermas. El análisis de los antecedentes y los resultados obtenidos muestran un ancho de calzada insuficiente presentando deficiencias críticas en las investigaciones, un ancho de calzada inadecuado puede comprometer significativamente la seguridad vial al limitar la capacidad de maniobra, asimismo la ausencia de bermas puede afectar negativamente la seguridad de los conductores, especialmente en situaciones de emergencia o cuando los vehículos necesitan detenerse, los peraltes que no cumplen con la normativa representan una deficiencia critica ya que son cruciales para compensar la fuerza centrífuga en las curvas, y su inadecuada implementación impide una correcta reducción de la fuerza que actúa sobre los vehículos. Esto incrementa el riesgo de pérdida de control, especialmente en curvas cerradas.

## **VI. Conclusiones**

### **De acuerdo al objetivo general**

Se determinó que el porcentaje de cumplimiento del diseño geométrico en planta alcanzo un 8%, el diseño geométrico en perfil cumplió el 45% y el diseño de las secciones transversales solo alcanzo el 2% con los estándares mínimos estipulados en el manual de carreteras DG-2018, esto indica una deficiencia critica en su diseño geométrico.

### **De acuerdo al objetivo específico 1**

Según la evaluación del diseño geométrico en planta muestra: el 97% de incumplimiento de tramos en tangente, los radios mínimos muestran un incumplimiento del 73% respecto a los parámetros establecidos en la normativa vigente, este incumplimiento podría incrementar la incidencia de accidentes, especialmente en situaciones de alta velocidad, la longitud de curva y el sobreancho evaluado también incumplen al 100%. Esta falta de conformidad puede afectar negativamente la operatividad de la vía, dificultando la maniobrabilidad de los vehículos y reduciendo la seguridad en las curvas.

### **De acuerdo al objetivo específico 2**

El análisis del diseño geométrico en perfil muestra un incumplimiento del 21% de pendientes, este porcentaje de incumplimiento indica que existen tramos de la carretera donde la seguridad y la comodidad de los usuarios podrían verse comprometidos, especialmente con tráfico pesado, respecto a la longitud de curvas se observó que el 100% se encuentra fuera de los parámetros establecidos, este incumplimiento total es alarmante, ya que las curvas verticales inadecuadas pueden generar problemas de visibilidad y maniobrabilidad para los conductores.

### **De acuerdo al objetivo específico 3**

El análisis del diseño geométrico de las secciones transversales muestra un incumplimiento del 100% con respecto al ancho de calzada lo que podría afectar la capacidad de la carretera para mantener el flujo vehicular previsto, respecto al ancho de berma el 100% no cumple los parámetros mínimos, la ausencia de bermas adecuadas

puede reducir el espacio disponible para maniobras de emergencia y limitar la seguridad para vehículos averiados o detenidos al costado de la carretera, en cuanto a los peraltes el 93% incumplen los criterios establecidos, estos peraltes inadecuados pueden afectar la estabilidad de los vehículos al tomar curvas, especialmente en condiciones de alta velocidad o clima desfavorable.

## **VII. Recomendaciones**

### **De acuerdo al objetivo general**

La evaluación del diseño geométrico de la carretera nacional PE-3SF desviación Chuquibambilla- Matara, revela varias deficiencias significativas que afectan tanto la seguridad como la operatividad de la vía, Para mejorar estas características geométricas y garantizar que cumpla con los estándares de una carretera de segunda clase, se recomienda llevar a cabo un rediseño integral de la carretera. Este rediseño debe ajustarse a los criterios definidos, optimizando el diseño para mejorar la seguridad y la eficiencia a lo largo de la ruta.

### **De acuerdo al objetivo específico 1**

Para mejorar el incumplimiento del 97% en tramos en tangente, el 73% de radios mínimos y el 100% de sobreamanchos se recomienda llevar a cabo un rediseño según los parámetros definidos en el manual de carreteras DG- 2018, de esta forma se modificarán y corregirán las deficiencias identificadas mejorando la transitabilidad y se reducirán los riesgos de accidentes.

### **De acuerdo al objetivo específico 2**

Para mejorar el incumplimiento del 21% relacionado a las pendientes y el 100% de longitud de curvas se recomienda llevar a cabo un rediseño según los parámetros estipulados en el manual de carreteras DG- 2018.

### **De acuerdo al objetivo específico 3**

Para mejorar el incumplimiento del 100% del ancho de calzada, el 100% de bermas y el 93% de peraltes se recomienda llevar a cabo un rediseño según los parámetros establecidos en el manual de carreteras DG- 2018, de esta manera se modificarán y corregirán las deficiencias identificadas.

## VIII. Referencias

- Agudelo Ospina, J. J. (2002). *DISEÑO GEOMÉTRICO DE VÍAS Ajustado al Manual Colombiano*. Obtenido de <https://sjnavarro.wordpress.com/wp-content/uploads/2011/08/disec3b1o-geomc3a9trico-de-vc3adas-john-jairo-agudelo.pdf>
- Alcantara Villa, I. A. (2022). *Propuesta de Diseño Geométrico Basado en la Dg-2018 para Mejorar la Seguridad Vial-Nominal del Tramo Km 9 + 100 - 10 + 000, en la Carretera Carhuamayo-Junin*. [Tesis de licenciatura, Universidad Peruana Los Andes]. Repositorio Institucional. Obtenido de <https://hdl.handle.net/20.500.12848/3709>
- Alvaron Robles, A. J. (2022). *Evaluación de los parámetros del diseño geométrico de la carretera Huaraz-Santo Toribio (l=16 km) con el manual de diseño geométrico 2018, año 2020*. [tesis de licenciatura, Universidad Nacional Santiago Antúnez de Mayolo]. Repositorio. Obtenido de <http://repositorio.unasam.edu.pe/handle/UNASAM/5427>
- Arevalo Cordova , A. P. (2021). *Evaluación de la influencia del diseño geométrico en accidentes de la carretera Chiclayo-Lambayeque del km 785 + 800 al km 790 + 400 - 2019*. [Tesis de licenciatura, Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo]. Repositorio de Tesis USAT. Obtenido de <http://hdl.handle.net/20.500.12423/3646>
- Becerra Alberca, Yesenia, & Espinoza Fernández, José Udilver. (2021). *Evaluación del diseño geométrico para mejorar el camino vecinal a nivel afirmado según DG-2018 desde cruce Tinguillan – Quillabamba - Jaén*

2021. [Tesis de licenciatura, Universidad Cesar Vallejo]. Repositorio Institucional. Obtenido de <https://hdl.handle.net/20.500.12692/61231>
- Bernal Torres, C. A. (2010). *Metodología de la investigación* (Vol. 3 ).
- Blanco Zavala, C. A. (2017). *Análisis del diseño geométrico y estructural de la vía desde las Palmas hasta el Recinto San Pascual del cantón Jipijapa*. Obtenido de <http://repositorio.unesum.edu.ec/handle/53000/833>
- Canales Orozco, A. G., González Sánchez, M. F., & Moreno Lezama, T. E. (2017). *Diseño Geométrico del camino la concepción El Crucero y análisis de suelo del tramo en estudio y posibles Bancos de Materiales*. Obtenido de <https://catalogosiidca.csuca.org/Record/UNI.19483/Description#similar>
- Cárdenas Grisales , J. (2013). *Diseño Geometrico de Carreteras*.
- Carrio Izquierdo, A. (2022). *Análisis de consistencia de las características geométricas para la seguridad vial de la carretera Cajamarca - C.P. Candopampa de acuerdo con las normas de diseño geométrico de Carreteras DG-2018*. Obtenido de <https://repositorioslatinoamericanos.uchile.cl/handle/2250/6531804>
- Cazau, P. (2006). *INTRODUCCIÓN A LA INVESTIGACIÓN EN CIENCIAS SOCIALES*.
- Comunicaciones, M. d. (2017). *Manual de seguridad Vial*. Obtenido de [https://portal.mtc.gob.pe/transportes/caminos/normas\\_carreteras/otras\\_normas.html](https://portal.mtc.gob.pe/transportes/caminos/normas_carreteras/otras_normas.html)

- Diaz Sangama , E., & Castillo Acevedo , J. L. (2020). *Propuesta para la actualización del diseño geométrico del camino vecinal Nuevo Trujillo – El Mirador en el distrito de Buenos Aires para la seguridad vial en base a la norma de Diseño Geométrico DG – 2018*. [Tesis de licenciatura, Universidad Nacional de San Martín]. Obtenido de <http://hdl.handle.net/11458/3851>
- Galan Ramirez, F. F., & Quispe Rojas, E. H. (2018). *Evaluación de las Características Geométricas de la Carretera Huaraz – Pinar, Aplicando las Normas del M.T.C., En Independencia, Huaraz, Ancash, 2018*. Universidad Cesar Vallejo.
- García Home, A. M., & Parrado Méndez, A. F. (2017). *Propuesta de un diseño geométrico vial para el mejoramiento de la movilidad en un sector periférico del occidente de Bogotá*. Obtenido de <http://hdl.handle.net/10983/15217>
- Gómez Zapata, M. C. (2017). *Relación entre seguridad vial, accidentalidad y lineamientos de diseño geométrico. Estudio de caso: vía Manizales - Neira*. Obtenido de <https://repositorio.unal.edu.co/handle/unal/60839>
- Hernández Sampieri, R., Fernández Collado, C., & Baptista Lucio, P. (2014). *Metodología de la investigación*.
- INEI. (12 de Junio de 2024). <https://www.gob.pe/institucion/inei/informes-publicaciones/5652443-peru-producto-bruto-interno-por-departamentos-2007-2023-cifras-preliminares>.
- Llopis Castelló, D. (2018). *Desarrollo de una metodología para el diseño y mejora de carreteras convencionales a partir del análisis de la seguridad vial*

*mediante modelos de consistencia. Obtenido de*

<http://hdl.handle.net/10251/100271>

Ministerio de Transportes y Comunicaciones. (2018). *Manual de Carreteras :*

*Diseño Geometrico DG-2018.*

Miranda Sánchez, E. P. (2022). *Evaluación de las características geométricas de*

*la carretera Llacanora - Namora, de acuerdo con el manual de diseño*

*geométrico DG-2018. Obtenido de <http://hdl.handle.net/20.500.14074/4730>*

Organizacion Mundial de la Salud. (13 de diciembre de 2023). *Traumatismos*

*causados por el transito. Obtenido de [https://www.who.int/es/news-](https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/road-traffic-injuries)*

*room/fact-sheets/detail/road-traffic-injuries*

Pacheco Silva, E. (2023). *Evaluación y diseño geométrico de la carretera*

*Pacobamba - Huirony – Ccerabamba - Abra Cusqueña, distrito de*

*Pacobamba- Andahuaylas- Apurímac. [Tesis de Licenciatura, Universidad*

*de Huánuco]. Repositorio. Obtenido de*

<http://repositorio.udh.edu.pe/20.500.14257/4435>

Quiroz Marquez, J. W. (2020). *Evaluación de las características geométricas de la*

*carretera Cajabamba-Ponte (km 52+300 – km 48+050) de acuerdo con el*

*Manual de Diseño Geométrico de Carreteras DG-2018. [tesis de*

*licenciatura, Universidad Privada del Norte]. Repositorio institucional.*

*Obtenido de <https://hdl.handle.net/11537/24743>*

Quispe Rodrigo, E. (2023). *Propuesta de actualización del diseño geométrico del*

*tramo vial Rio Negro – Satipo acorde a la norma de diseño geométrico DG-*

*2018. [Tesis de Licenciatura, Universidad Privada de los Andes].*

Repositorio Institucional. Obtenido de  
<https://hdl.handle.net/20.500.12848/6229>

Rodríguez Cortez, K. R. (2021). *Análisis de seguridad vial en función a las características geométricas de la carretera*. [Tesis de licenciatura, Universidad Privada del Norte]. Repositorio Institucional. Obtenido de [//purl.org/pe-repo/ocde/ford#2.01.01](https://purl.org/pe-repo/ocde/ford#2.01.01)

Solis Ayora, L. A. (2018). *Evaluación del diseño geométrico de la carretera Carhuaz – Chacas, tramo Km 0+000 al Km 9+500, aplicando el manual de diseño geométrico DG-2014*. Obtenido de <http://repositorio.unasam.edu.pe/handle/UNASAM/3319>

SUTRAN Superintendencia de Transporte Terrestre de Personas, G. y. (2022). Reportes estadísticos de siniestros viales 2022. Obtenido de <https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/4489498/Reporte%20Estad%C3%ADstico%20de%20Siniestros%20Viales%202022.pdf?v=168269517>

Tamayo, M. T. (2014). *El Proceso de la Investigación Científica*. Limusa.

Zárate Cuba , K. R., & Fernández Molocho, W. B. (2021). *Evaluación geométrica de la carretera Andamarca – Las Juntas, de acuerdo con el diseño geométrico de carreteras DG-2018*. Obtenido de <https://hdl.handle.net/20.500.12692/75237>

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

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