

UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



TESIS

**“PROPUESTA DE ACTUALIZACIÓN DEL
DISEÑO GEOMÉTRICO DEL TRAMO VIAL RIO
NEGRO – SATIPO ACORDE A LA NORMA DE
DISEÑO GEOMÉTRICO DG-2018”**

PRESENTADO POR:

Bach. QUISPE RODRIGO, Elmer

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN INSTITUCIONAL:

TRANSPORTE Y URBANISMO

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

INGENIERO CIVIL

HUANCAYO – PERÚ

2023

ASESOR

Ing. Carlos Gerardo Flores Espinoza

HOJA DE CONFORMIDAD DE LOS JURADOS

Dr. Rubén Tapia Silguera
PRESIDENTE

Ing. Julio Fredy Porras Mayta
JURADO

Ing. Christian Mallaupoma Reyes
JURADO

Ing. Nataly Lucia Córdova Zorrilla
JURADO

Mg. Leonel Untiveros Peñaloza
SECRETARIO DE DOCENTE

DEDICATORIA

A Dios, por cuidarme y guiarme , logrando cumplir una de mis metas trazadas. A mis padres y” demás seres queridos quienes me comprendieron y apoyaron para seguir adelante.

Bach. Elmer Quispe Rodrigo

AGRADECIMIENTO

A los docentes de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil de la Universidad Peruana Los Andes, quienes me brindaron sus conocimientos y su apoyo para lograr a ser un mejor profesional y persona .

Bach. Elmer Quispe Rodrigo

CONSTANCIA 153

DE SIMILITUD DE TRABAJOS DE INVESTIGACIÓN POR EL SOFTWARE DE PREVENCIÓN DE PLAGIO TURNITIN

La Dirección de Unidad de Investigación de la Facultad de Ingeniería, hace constar por la presente, que el informe final de tesis titulado: "PROPUESTA DE ACTUALIZACIÓN DEL DISEÑO GEOMÉTRICO DEL TRAMO VIAL RIO NEGRO – SATIPO ACORDE A LA NORMA DE DISEÑO GEOMÉTRICO DG-2018".

Cuyo autor (a) : Elmer Quispe Rodrigo.

Facultad : Ingeniería

Escuela Profesional : Ingeniería Civil

Asesor (a) (es) : Ing. Carlos Gerardo Flores Espinoza

Que, fue presentado con fecha 20.03.2023 y después de realizado el análisis correspondiente en el software de prevención de plagio Turnitin con fecha 21.03.2023; con la siguiente configuración de software de prevención de plagio Turnitin:

- Excluye bibliografía.
- Excluye citas.
- Excluye cadenas menores de a 20 palabras.
- Otro criterio (especificar)

Dicho documento presenta un porcentaje de similitud de **03%**. En tal sentido, de acuerdo a los criterios de porcentajes establecidos en el artículo N°11 del Reglamento de uso de software de prevención de plagio, el cual indica que no se debe superar el **30%**. Se declara, que el trabajo de investigación: si contiene un porcentaje aceptable de similitud.

En señal de conformidad y verificación se firma y sella la presenta constancia.

Huancayo 21 de Marzo del 2023



Dr. Santiago Zevallos Salinas
Director de la Unidad de Investigación

CONTENIDO

DEDICATORIA	v
AGRADECIMIENTO	vi
CONTENIDO	vii
CONTENIDO DE TABLAS	x
RESUMEN	xiii
ABSTRACT	xiv
INTRODUCCION	xv
CAPÍTULO I PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	17
1.1. Planteamiento del problema	17
1.1.1. Espacial	18
1.1.2. Temporal	18
1.1.3. Económica	18
1.1.4. Limitaciones	18
1.2. Formulación y sistematización del problema	18
1.2.1. Problema general	18
1.2.2. Problemas específicos	18
1.3. Justificación	19
1.3.1. Social o practica	19
1.3.2. Científica o teórica	19
1.3.3. Metodológica.....	19
1.4. Objetivos.....	20
1.4.1. Objetivo general	20
1.4.2. Objetivos específicos.....	20
CAPÍTULO II MARCO TEORICO	21
2.1. Antecedentes´	21
2.1.1. ´Antecedentes internacionales´	21
2.1.2. Antecedentes Nacionales.....	22
2.1.3. Antecedentes Locales	24
2.2. Marco conceptual	25
2.2.1. Diseño Geométrico.....	25
2.2.2. Velocidad.....	26
2.2.3. Clasificación por demanda	26
2.2.4. Clasificación por orográfica”	27
2.2.5. Seguridad vial.....	28

2.3.	Definición de términos	29
2.4.	Bases legales.....	30
CAPÍTULO III HIPOTESIS.....		31
3.1.	Hipótesis	31
3.1.1.	Hipótesis general	31
3.1.2.	Hipótesis específicas	31
3.2.	Variables.....	31
3.2.1.	Definición conceptual de las variables	31
3.2.2.	Definición operacional de la variable.....	32
3.3.	Operacionalización de las variables	32
CAPÍTULO IV METODOLOGIA.....		33
4.1.	Método de investigación.....	33
4.2.	Tipo de investigación	33
4.3.	Nivel de investigación	33
4.4.	Diseño de investigación.....	34
4.5.	Población y muestra	34
4.5.1.	Población.....	34
4.5.2.	Muestra.....	34
4.6.	Técnicas e instrumentos de recolección de datos	34
4.6.1.	Técnicas de recolección de datos	34
4.6.2.	Instrumentos de recolección de datos.....	34
4.7.	Técnicas de proceso de la información y análisis de Datos	36
4.7.1.	Procesamiento de la información	36
4.7.2.	Técnicas y análisis de datos.....	37
4.8.	Aspectos éticos de la investigación	37
CAPÍTULO V RESULTADOS.....		38
5.1.	Características generales.....	38
5.2.	Análisis del estado actual del “Diseño geométrico y cumplimiento con la seguridad vial – nominal “.....	42
5.3.	Propuesta de diseño geométrico	67
CAPÍTULO VI DISCUSION DE RESULTADOS.....		83
RECOMENDACIONES.....		87
REFERENCIAS BIBLIOGRAFÍA		88
ANEXOS		91
ANEXO 1 - MATRIZ DE CONSISTENCIA		92

ANEXO 2 - REGISTRO DE DENUNCIAS NO FATALES POR TIPO, SEGÚN DEPARTAMENTO, 2021	95
ANEXO 3 - RESUMEN DE LA CLASIFICACIÓN VEHICULAR - ESTUDIO DE TRAFICO	97
ANEXO 5 – PLANO DE LEVANTAMIENTO TOPOGRAFICO	99
ANEXO 5 – PLANO DE PLANTA Y PERFIL LONGITUDINAL	101
ANEXO 6 – PLANO DE SECCIONES TRANSVERSALES.....	103
ANEXO 7 – PLANO DE PROPUESTA DE DISEÑO GEOMÉTRICO.....	105
ANEXO 8 - VISTA FOTOGRAFICA	107

CONTENIDO DE TABLAS

Tabla 01: Operacionalización de variables.....	32
Tabla 02: Ficha de recolección para conteo y clasificación vehicular	35
Tabla 02: Ficha de recolección para Orografía Transversal y Longitudinal	35
Tabla 03: Clasificación de carreteras en función a su Demanda.....	42
Tabla 03: Pendientes transversales de la Via	42
Tabla 04: Pendientes transversales de la Vía	44
Tabla 05: Clasificación de carreteras en función a su Orografía.....	44
Tabla 06: Velocidad de Diseño de la Vía.....	45
Tabla 07: Velocidad de diseño de la vía.....	46
Tabla 08: Contraste de la Longitud en Tangentes	47
Tabla 09: Contraste del Radio Mínimo”	49
Tabla 10: Pendientes máximas (%)	50
Tabla 11: La pendiente en Diseño y Elementos de Alineamiento Vertical.....	50
Tabla 12: La pendiente en Diseño y Elementos de Alineamiento Vertical.....	54
Tabla 13: Anchos Mínimos de calzada en tangente	55
Tabla 14: Anchos de berma.....	56
Tabla 15: Anchos de calzada y bermas	57
Tabla 16: Valores de bombeo de la vía	59
Tabla 17: Evaluación de Bombeos	59
Tabla 18: Valores establecidos para los peraltes	61
Tabla 19: Valores establecidos para peraltes máximos.....	61
Tabla 20: Peraltes existentes en el Tramo en Estudio	62
Tabla 21: Evaluación de peraltes.....	62
Tabla 22: Estándar de las dimensiones mínimas de las cunetas triangulares.....	63
Tabla 23: Evaluación de las cunetas lado izquierdo.....	63
Tabla 24: Evaluación de las cunetas lado derecho	65
Tabla 25: Resumen de parámetros de Diseño	67
Tabla 26: Resumen de los resultados de evaluación	67
Tabla 27: Clasificación de carreteras en función a su demanda.....	68
Tabla 28: Pendientes transversales de la vía	69
Tabla 29: Pendientes Longitudinales de la vía	70
Tabla 30: Clasificación de carreteras en función a su orografía	70
Tabla 31: Velocidad de diseño de la vía.....	71

Tabla 32: Velocidad de diseño de la Vía.....	72
Tabla 33: Contraste de la longitud en tangentes.....	73
Tabla 34: Contraste del Radio Mínimo	75
Tabla 35: Pendientes máximas (%)	75
Tabla 36: La pendiente en Diseño y elementos de Alineamiento Vertical	76
Tabla 37: La pendiente en Diseño y elementos de Alineamiento Vertical	77
Tabla 38: Anchos mínimos de calzada en tangente.....	78
Tabla 39: Anchos de bermas	79
Tabla 40: Valor del bombeo en la vía	79
Tabla 41: Valores establecidos para los peraltes	80
Tabla 42: Valores establecidos para peraltes máximos.....	80
Tabla 43: Peraltes para el diseño propuesto	81
Tabla 43: Evaluación de peraltes propuestos	81
Tabla 44: Estándar de las dimensiones mínimas de las cunetas triangulares.....	82
Tabla 46: Resumen de los resultados de evaluación de la propuesta.....	82

CONTENIDO DE FIGURAS

Figura 01: Datos de Fuente Secundaria - INEI	36
Figura 02: Departamento de Junín	39
Figura 03: Ubicación de la provincia de Satipo	40
Figura 04: Ubicación del Distrito de Rio Negro	40
Figura 05: Ubicación del Tramo vial Rio Negro - Satipo	41
Figura 06: Longitud Mínima de Curva Vertical Convexa con Distancia de Velocidad de Parada”.....	52
Figura 07: Longitud Mínima de Curva Vertical Cóncava con Distancia de Velocidad de Parada	53

RESUMEN

La presente investigación se planteó como problemática principal: ¿Cómo se debe determinar la actualización en el diseño geométrico del tramo vial Rio Negro – Satipo, acorde a “la DG-2018, ¿para mejorar su seguridad vial – nominal” ?, el objetivo general que se busca es: Determinar que la actualización del diseño geométrico del tramo vial Rio Negro – Satipo, acorde a la DG-2018, mejore su seguridad vial – nominal”. “Como hipótesis general se plantea que: La actualización del diseño geométrico del tramo vial Rio Negro – Satipo acorde a la DG-2018 mejora su seguridad vial – nominal, la metodología empleada fue: “el método” general fue el científico, de tipo de investigación fue aplicada, de “nivel descriptivo-explicativo” con un “diseño” no “experimental”. Como población se tiene a las carreteras y caminos de la provincia de Satipo, y con un muestreo por conveniencia se seleccionó a la carretera en el tramo vial Rio Negro –Satipo (PE-5S, tramo puente Rio Negro – puente Caracol), en cual se efectuó “un análisis del estado y características que presenta su diseño geométrico”, para luego proponer un nuevo diseño geométrico que “cumple con lo establecido en el manual de diseño geométrico de carreteras DG-2018” y con ello se logre mejorar su seguridad vial – nominal; producto de la investigación se concluyó que: De la evaluación efectuada “de todos los elementos de diseño geométrico en planta, perfil y sección transversal”, se concluye que el diseño geométrico con que cuenta actualmente el tramo vial Rio Negro – Satipo, “no cumple con los parámetros establecidos en el manual de diseño geométrico DG-2018”, y por ende no cumple con ofrecer la “seguridad vial-nominal necesaria”.

Palabras Clave: Diseño geométrico, seguridad vial, velocidad de diseño, tráfico, planta, perfil, secciones transversales .

ABSTRACT

The present investigation was raised as the main problem: How should the update in the geometric design of the Rio Negro-Satipo Road section be determined, according to DG-2018, to improve its road safety - nominal? the general objective sought is: Determine that updating the geometric design of the Rio Negro-Satipo Road section, in accordance with DG-2018, improves its nominal road safety. As a general hypothesis, it is proposed that: The updating of the geometric design of the Rio Negro-Satipo Road section according to DG-2018 improves its nominal road safety, the methodology used was: the general method was scientific, the type of investigation was applied, descriptive-explanatory level with a non-experimental design. As a population, we have the highways and roads of the province of Satipo, and with a convenience sampling, the highway was selected in the Rio Negro - Satipo road section (PE-5S, Rio Negro bridge section - Caracol bridge), in which An analysis of the state and characteristics of its geometric design was carried out, to then propose a new geometric design that complies with the provisions of the DG-2018 road geometric design manual and thereby improves its nominal road safety; As a result of the investigation, it was concluded that: From the evaluation carried out of all the elements of geometric design in plan, profile and cross section, it is concluded that the geometric design that the Rio Negro - Satipo road section currently has does not meet the parameters established in the geometric design manual DG-2018, and therefore does not comply with offering the necessary road-nominal safety .

Keywords: Geometric design, road safety, design speed, traffic, plan, profile, cross sections .

INTRODUCCION

Un adecuado sistema de transporte que brinda servicios a la población, mejora el flujo de bienes y servicios y permite el acceso a la salud pública, y educación, ya que las vías de comunicación son el soporte de desarrollo de un país. Para ello, se necesita contar con una infraestructura vial bien diseñada, que tome en consideración la movilidad, seguridad y el confort de sus usuarios, así como las condiciones físicas existentes donde se encuentra el trazo de la vía .

En el Perú gran parte de las infraestructuras viales, no cumplen con los requerimientos técnicos vigentes establecidos en el Manual de Carreteras Diseño Geométrico DG – 2018, para el diseño geométrico en planta perfil y sección transversal, de tal manera que necesitan ser modificadas en su diseño geométrico, ya que a través de esta se establece su configuración geométrica tridimensional a fin de garantizar a comodidad y seguridad de los usuarios al moverse, es decir brindar la seguridad vial-nominal que es parte fundamental del objetivo del diseño geométrico .

Frente a lo expuesto, surge la necesidad de evaluar el diseño geométrico existente del tramo vial Rio Negro – Satipo (PE-5S, tramo puente Rio Negro – puente Caracol) de 1.5km en base al Manual de Diseño Geométrico de Carreteras DG-2018, con el fin de proponer su actualización en su diseño geométrico en planta, perfil y sección transversal, que si cumpla con dichos parámetros que permita mejorar la seguridad vial-nominal de la vía .

Para el desarrollo de la presente investigación se divide en cinco capítulos, donde el primer capítulo se desarrolla el planteamiento del problema, formulando el problema principal y los secundarios; definiendo los objetivos de la investigación, exponiendo la justificación e importancia, delimitando el área de estudio y mencionando las limitaciones cuando se realizó la investigación. El segundo capítulo se desarrollará el marco teórico, como los antecedentes de la investigación, las bases teóricas, y las definiciones de términos básicos, además planteará la hipótesis y las variables que servirán de indicadores. En el tercer capítulo, se desarrolla la metodología de investigación utilizada, donde se define el diseño metodológico y los métodos de recolección de datos, posterior a ello se detalla la población y la muestra elegida para realizar el estudio, también se especifica las técnicas e instrumentos utilizados para la recolección de datos . El cuarto capítulo, se desarrolla la presentación de resultados, donde se detalla los procedimientos que se llevaron a cabo para obtener los resultados y

se muestra de manera detallada los resultados obtenidos. El quinto capítulo, se presentarán la discusión de los resultados. Por último, se desarrolla las conclusiones, recomendaciones, referencias bibliográficas y anexos de la investigación .

CAPÍTULO I

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1. Planteamiento del problema

El diseño de la infraestructura vial influye en el crecimiento económico y el desarrollo de actividades como la agricultura, turismo y otros, ya que mejora el flujo de bienes y servicios, siendo necesario que su diseño cumpla con requerimientos técnicos mínimos establecidos en las normas a fin de garantizar a comodidad y seguridad de los usuarios al moverse, siendo la seguridad vial un requerimiento necesario para mejorar el diseño, construcción y operación de las vías .

La vía Rio Negro – Satipo (PE-5S, tramo puente Rio Negro – puente Caracol) de 1.5km de longitud, forma parte de la red vial nacional ruta PE-5S con coordenada de inicio -11.200695127929546, -74.66529899171248 y final de -11.240807007915649, -74.63484725054474, a nivel de asfaltado con radios menores a lo establecido por la norma, con peraltes mínimos y con pendientes muy elevados, características que ponen en riesgo a los usuarios, ante la escasa seguridad vial-nominal de la vía, sobre todo con el tránsito de vehículos pesados que ante las curvas de menor radio invaden el carril contrario ocasionado accidentes que restringen la transitabilidad y afectan el crecimiento económico y social que afectan a la población. En la región Junín, que de acuerdo al reporte de víctimas por accidentes de tránsito no fatales para el año 2021 (INEI) el 46% se produce por choques, el 19% por despistes y el 2% por volcaduras. Accidentes de tránsito que pueden ser atribuidos al inadecuado diseño geométrico que no permite brindar la suficiente seguridad vial-nominal en la vía”. “Frente a ello, es necesario

conocer las características geométricas del tramo vial Rio Negro – Satipo (PE-5S, tramo puente Rio Negro – puente Caracol) con el fin de poder proponer mejorar su diseño en base al Manual de Diseño Geométrico de Carreteras DG-2018 .

1.1.1. Espacial

La investigación se llevará a cabo en el departamento de Junín, provincia de Satipo, específicamente en el distrito de Rio Negro con respecto al tramo vial, tramo puente Rio Negro – puente Caracol de la ruta nacional PE-5S.

1.1.2. Temporal

La delimitación temporal corresponde al año 2021, año en el que se recopilara la información, se procesara y se presentaran los resultados.

1.1.3. Económica

La elaboración de la investigación fue autofinanciada, para la obtención de materiales, ensayos realizados en laboratorio y demás gastos que se hicieron para la culminación de esta investigación.

1.1.4. Limitaciones

El desarrollo de la investigación, fue desarrollado en la pandemia del COVID-19 lo cual se limitó por las estables inmovilizaciones que se daban.

1.2. Formulación y sistematización del problema

1.2.1. Problema general

¿Cómo se debe determinar la actualización del diseño geométrico del tramo vial Rio Negro – Satipo, acorde a la DG-2018, para mejorar su seguridad vial – nominal?

1.2.2. Problemas específicos

- a) ¿Cuál es el resultado de evaluar el estado actual del diseño geométrico del tramo vial Rio Negro – Satipo, y su cumplimiento con la seguridad vial – nominal?
- b) ¿Cómo se debe determinar la actualización del diseño geométrico en planta o alineamiento horizontal del tramo vial Rio Negro – Satipo para mejorar su seguridad vial – nominal?

- c) ¿Cómo se debe determinar la actualización del diseño geométrico en perfil del tramo vial Rio Negro – Satipo para mejorar su seguridad vial – nominal?
- d) ¿Cómo se debe determinar la actualización del diseño geométrico en secciones transversales del tramo vial Rio Negro – Satipo para mejorar su seguridad vial – nominal?

1.3. Justificación

1.3.1. Social o practica

Los resultados que se obtendrán en la investigación permitirán garantizar la seguridad vial-nominal del tramo vial en estudio, a través de la evaluación de sus características geométricas actuales a fin de poder proponer un nuevo diseño en base a lo establecido en el Manual de Diseño Geométrico de Carreteras DG-2018, que logre prevenir los accidentes de tránsito, el cual se genera ante las deficiencias funcionales de la vía, que esta intervención se traduce en un beneficio para la población .

1.3.2. Científica o teórica

En la investigación que se realizará, se aplicará una metodología que busca encontrar respuestas y soluciones a los problemas de infraestructuras viales dado sus características geométricas que no brinden la seguridad vial-funcional necesaria para las personas que hacen uso de ella, ya que un estudio exhaustivo garantiza contar con propuestas acorde los requerimientos técnicos establecidos. Siendo este tipo de estudio una referencia útil para diferentes trabajos académicos en diseño geométrico apara que apliquen técnicas, métodos y herramientas propuestas.

1.3.3. Metodológica

En la investigación se empleará una metodología mixta, como es la investigación es documental la cual es recopilada a través de estudios básicos como son el estudio topográfico, geológico, hidrológico e hidráulico, y por otra parte se efectuará la contratación de la información recolectada mediante una ficha de observación. Técnicas que nos proporcionara la información necesaria para efectuar propuestas que sean adecuadas a las condiciones del terreno y se logre cumplir con los requerimientos técnicos, teniendo en cuenta que la ingeniería de un proyecto deba proponer soluciones ante factores geológicos que condicionen un adecuado diseño geométrico. Esta investigación servirá para quienes deseen investigar las características geométricas de una infraestructura vial.

1.4.Objetivos

1.4.1. Objetivo general

Determinar que la actualización del diseño geométrico del tramo vial Rio Negro – Satipo, acorde a la DG-2018, mejore su seguridad vial – nominal.

1.4.2. Objetivos específicos

- a) Analizar el estado actual del diseño geométrico del tramo vial Rio Negro – Satipo, y su cumplimiento con la seguridad vial – nominal.
- b) Determinar que la actualización del diseño geométrico en planta o alineamiento horizontal del tramo vial Rio Negro – Satipo mejore su seguridad vial – nominal.
- c) Determinar que la actualización del diseño geométrico en perfil del tramo vial Rio Negro – Satipo mejore su seguridad vial – nominal.
- d) Determinar que la actualización del diseño geométrico en secciones transversales del tramo vial Rio Negro – Satipo mejore su seguridad vial – nominal.

CAPÍTULO II

MARCO TEORICO

2.1. Antecedentes

2.1.1. Antecedentes internacionales

Según: (1), en su trabajo de investigación denominado "Diseño geométrico probabilístico de carreteras: una revisión", efectuó la revisión del proceso de diseño probabilístico o basado en confiabilidad en la referencia de consideraciones de distancia visual y alineación horizontal, asimismo procedió en recomendar en base a la confiabilidad del diseño, incorporar la metodología para establecer un vínculo entre la probabilidad de incumplimiento y la frecuencia de colisión obtenida de los datos de accidentes". "Asimismo, recomienda que una técnica de optimización basada en la confiabilidad se convierte en una herramienta viable para garantizar un nivel uniforme de seguridad en una carretera diseñada con base en la confiabilidad".

Según: (2), en su trabajo de investigación denominada "Proyecto constructivo de la variante de las carreteras CV-35 y CV-345 a su paso por el municipio de Titaguas (provincia de Valencia). Diseño geométrico y firmes", "presento una "propuesta de diseño geométrico de la ruta alterna de las carreteras CV-35 y CV-345" ante las deficiencias de seguridad vial en su diseño presentaba, para lo cual procedió con una evaluación de la situación actual, identificando los factores que determinan el diseño del nuevo trazo vial, con el cual se procedió a plantear alternativas de solución con el fin de poder determinar la solución óptima en base a sus variables como el terreno de calzada, el nivel de subrasante, tipo de vehículos, la señalización e iluminación con el fin de garantizar la seguridad vial en el nuevo diseño propuesto.

Según: (3) en su trabajo de investigación denominado Análisis de tráfico y la Seguridad Vial de la carretera N-332 a su paso por el término Municipal de Favara (Valencia) ; efectuó el análisis de la seguridad vial y el tráfico que se produce en la “carretera N-322 a fin de poder “reducir la velocidad para evitar accidentes de tráfico, para lo cual propuso como solución la incorporación de glorietas que advertirá al conductor el cambio de las características del trazo de la vía, o efectuar el “estrechamiento óptico” con la implementación “de una franja longitudinal entre los carriles” que aparente su estrechamiento a fin de reducir la velocidad, y por último en considerar la instalación de depósitos que permitan a los vehículos modificar su trayectoria”.

Según: (4), en su trabajo de investigación denominado Análisis del diseño geométrico y alternativas de solución en la vía Cantagallo--El Jurón, Parroquia Puerto Cayo, cantón Jipijapa ; procedió con efectuar el análisis del diseño geométrico de la vía Cantagallo--El Jurón, Parroquia Puerto Cayo, cantón Jipijapa, con el fin de determinar sus componentes geométricos negativos en base a las normas nacionales e internacionales establecidas, y con ello poder formular alternativas de mejora, Como resultado determino que la vía no cumple con las normas y especificaciones técnicas para el diseño geométrico .

2.1.2. Antecedentes Nacionales

Según: (5), en su trabajo investigativo denominado Estudio de los efectos del diseño geométrico sobre la seguridad vial utilizando la norma dg 2013 en la carretera Cajamarca - Bambamarca en el tramo del km 1+ 000 hasta el km 5+ 000 (Tesis parcial) , determino que efectos produce el diseño geométrico en la seguridad vial de la carretera Cajamarca – Bambamarca tramo kilómetro 01+000 y el kilómetro 05+000, basando su evaluación en parámetros geométricos como radios, peraltes, sobreechors, banquetas de visibilidad, ancho de calzada, anchos de bermas, pendientes, longitud de curvas verticales y distancias de visibilidad .

Arribo a la conclusión de las características geométricas actuales de la carretera no cumplen con las normas vigentes, de tal manera que la vía no presenta las condiciones necesarias para brindar un tráfico seguro, cómodo y económico .

Según: (6), en su trabajo de investigación denominado “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”, “en base al Manual de Diseño Geométrico de Carreteras (DG-2018) procedió con la evaluación del diseño geométrico del camino vecinal Nuevo Trujillo – El Mirador desde el km 0+00.00 hasta el km 17+646.00, efectuando el estudio de tráfico vehicular y la comprobación de los peraltes de las curvaturas de la vía medidos con eclímetro”. “De tal manera que pudo concluir que el tramo de la carretera en estudio no cumple con ciertos parámetros de diseño geométrico establecidos en el Manual de Diseño Geométrico de Carreteras DG – 2018, con respecto a tangente y peraltes, siendo necesario mejorar la calidad con ciertos dispositivos de control para tener un tráfico vehicular seguro, cómodo y económico”.

Según: (7), en su trabajo investigativo denominado Evaluación de las características geométricas de la carretera Cajamarca-Gavilán (km 173-km 158) de acuerdo con las normas de diseño geométrico de carreteras DG-2013 logro determinar y evaluar las características geométricas de la carretera Cajamarca-Gavilán (km 173-km 158) en base al Manual de Diseño Geométrico de Carreteras DG-2013, a través de estudios básicos como el levantamiento topográfico, estudio de tráfico y estudio de suelos . Entre las conclusiones que arriba es que el tramo en estudio no cumple con algunos de los parámetros establecidos en el Manual de Diseño Geométrico de Carreteras DG-2013, como son en tangentes y radios mínimos, planteando la necesidad de mejorar la calidad de los dispositivos de control de tránsito a fin de poder garantizar la seguridad vial de la carretera .

Según: (8), en su trabajo de investigación denominado “Evaluación de la seguridad vial-nominal de la carretera Enaco-Abra Ccorao de acuerdo a la consistencia del diseño geométrico”, “procedió con evaluar la seguridad vial – nominal, de la carretera Enaco - Abra Ccorao en consistencia al diseño geométrico establecido bajo el criterio de Lamm y del perfil de velocidades”. “Para efectuar dicha evaluación efectuó el conteo vehicular, levantamiento topográfico y procesamiento de datos, obteniendo información sobre las características geométricas de la vía, como las curvas horizontales, tangentes, pendientes, curvas verticales, distancias de visibilidad, sobre anchos y peraltes máximos”. “Logro concluir que en un 41.7% de la longitud de la carretera se presenta elementos geométricos inconsistentes o puntos de riesgo (seguridad vial – nominal), y no cumplieron con los parámetros establecidos del Manual de Diseño Geométrico de Carreteras DG-2014”.

Según: (9), en su trabajo de investigación denominado “Evaluación de las características geométricas de la carretera Paccha Iglesia Pampa centro poblado Laurel Pampa km 00.0+ 00-km 05.5+ 00 de acuerdo con las normas de diseño geométrico de carreteras DG 2013”, “efectuó su evaluación de las características geométricas de la carretera Paccha –Iglesia Pampa – Centro Poblado Laurel Pampa (Km 00.0+00 – Km 05.5+00) en función a los parámetros establecidos en la norma DG-2013, del cual obtuvo como resultado que la carretera no llega a cumplir con algunos parámetros establecidos en dicha norma, requiriendo proponer una mejora con respecto a sus dispositivos de control de tránsito con lo cual se garantice la seguridad vial”.

Según: (10), en su trabajo de investigación denominado “Propuesta para la actualización del diseño geométrico de la carretera Chancos – Vicos – Wiyash según criterios de seguridad y economía”, “propone la solución a las deficiencias geométricas de la carretera Chancos – Vicos – Wiyash mediante la actualización de su diseño en base al manual DG2014 que permita salvaguardar la integridad y seguridad de los usuarios dentro del marco de viabilidad económica”. “Con los trabajos de campo, efectuados sobre la carretera en estudio extrajo parámetros necesarios para la actualización del diseño dentro de las nuevas dimensiones y alineamientos que la norma exige, interviniendo necesariamente en sus radios mínimos, pendientes máximas, ancho de calzada, velocidad de diseño, y la señalización vertical, y así mismo logro concluir que esta actualización del diseño logra un ahorro social de 2,223,821.20 soles, un VANS de 3,284,192.43 y un TIR de 18%”.

2.1.3. Antecedentes Locales

Según: (11) en su trabajo de investigación denominado 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 - Junín , efectuó un análisis del estado actual del diseño geométrico que presenta la vía fin de poder compararlo con lo estipulado en el manual de diseño geométrico de carreteras DG 2018, concluyendo que el actual diseño geométrico de la carretera existente de Carhuamayo-Junín, no cumple con lo establecido en el manual de DG-2018, con respecto a las tangentes, radios de curvas horizontales, curvas verticales y sección transversal en ancho de coronado y bombeo, por ende no brinda seguridad vial – nominal necesaria . Frente a lo expuesto, plantea establecer un diseño

geométrico en planta, perfil y sección transversal, que cumpla con lo dispuesto en la DG-2018 .

2.2.Marco conceptual

2.2.1. Diseño Geométrico

Con el diseño geométrico se evalúa y determina los valores geométricos en el proceso de elaboración y trazo de una carretera, cumpliendo especificaciones técnicas validadas por las diferentes entidades con el velar por la seguridad en la operación, manejo armónico y bajo impacto de las condiciones ambientales, brindando viabilidad técnica y económica en los proyectos . (12)

De acuerdo al capítulo II, sección 201.01 del Manual de Diseño Geométrico de carreteras DG-2018, señala que con la geometría de la vía se busca diseñar en si una carretera que reúna las características apropiadas que satisfagan las demandas del proyecto, cumpliendo con lo normado y siendo viable económicamente . (13)

Se debe tener en cuenta que velocidad de diseño y categoría de una vía determinan el al diseño en sus elementos geométricos como son el perfil, planta, y sección trasversal. A continuación, procedemos a desarrollar :

➤ Diseño geométrico en planta

De acuerdo con (14), el diseño geométrico en planta es la primera fase, al ser el eje del camino, de modo que representa la proyección del eje del espacio tridimensional, sobre un plano horizontal, para obtener la planimetría y altimetría .

De acuerdo (13) al en su Manual de Diseño Geométrico DG-2018, el diseño geométrico en planta o alineamiento horizontales está constituido por alineamientos rectos, curvas circulares y de grado de curvatura variable, que permiten una transición suave al pasar de alineamientos rectos a curvas circulares o viceversa o también entre dos curvas circulares de curvatura diferente . En la sección 302 de dicho Manuel se encuentra los rangos y criterios que deben ser tomados para efectuar el diseño geométrico en planta . Asimismo, se debe entender por trazo de planta al eje que define punto en cada sección transversal .

➤ Diseño geométrico en perfil

Para (7), el diseño geométrico en perfil o alineamiento vertical permite la operación interrumpida de los vehículos, por ello, se encuentra constituido por una serie de rectas enlazadas por curvas verticales tangentes, donde las pendientes definen el avance del

kilometraje . Donde el elemento de control para el radio de las curvas verticales; cóncavas o convexas, y de la velocidad de diseño, es el relieve del terreno, que también controla la distancia de visibilidad de la vía .

De acuerdo al (13) en su Manual de Diseño Geométrico DG-2018, la topografía, distancias de visibilidad, alineamiento horizontal, velocidad de proyecto, categoría de la vía, seguridad, costos de construcción, drenaje y valores estéticos, son parámetros que controlan el perfil longitudinal de la vía . En la sección 303 de dicho Manuel se encuentra las consideraciones preestablecidas para diferentes casos .

➤ **Diseño geométrico en sección transversal**

Según (15) se debe generar una planilla base para el diseño de una obra vial, que representa la sección transversal, que, aunado con la velocidad y el tipo de carretera, nos determinara el dimensionamiento geométrico .

De acuerdo al (13) en su Manual de Diseño Geométrico DG-2018, la sección transversal varía de un punto a otro, al ser la combinación de distintos elementos, como son la calzada, bermas, aceras, cunetas, taludes y complementarios, donde la calzada o superficie de rodadura es su elemento más importante . Por ello el diseño geométrico de la sección transversal, es la descripción de los elementos de la carretera en un plano de corte vertical normal al alineamiento horizontal. En la sección 304 de dicho Manuel se encuentra las consideraciones que deben tomarse al diseñarse la sección transversal .

2.2.2. Velocidad

Se define a la velocidad de diseño a la máxima velocidad segura que puede conservarse en una sección de carretera condicionada por características de diseño, en base a la normativa de ASHTO .

De acuerdo al (13), en su Manual de Diseño Geométrico DG-2018, la velocidad de diseño es seleccionada en base a dos factores como son la clasificación de la vía por demanda y por orografía .

2.2.3. Clasificación por demanda

➤ **Autopista de primera clase**

Presenta un Índice Medio Diario Anual (IMDA) mayor a 6 000 veh/día, con calzadas divididas por medio de un separador central mínimo de 6.00 m; como mínimo cada calzada debe contar con dos o más carriles de 3.60 m de ancho, con una carpeta de rodadura

pavimentada donde el flujo vehicular debe ser continuo, con control total de accesos, sin cruces o pasos a nivel y con puentes peatonales en zonas urbanas .

➤ **Autopista de segunda clase**

Presenta un Índice Medio Diario Anual (IMDA) entre 6000 y 4001 veh/día, con calzadas divididas por medio de un separador que puede variar de 6.00 m a 1.00m; por ello se debe instalar un sistema de contención vehicular, cada calzada como mínimo debe contar con dos o más carriles de 3.60 m de ancho, pero con un control parcial a fin de proporcionar un flujo vehicular continuo, con una carpeta de rodadura pavimentada, además puede tener cruces o pasos a nivel y con puentes peatonales en zonas urbanas .

➤ **Carreteras de primera clase**

Presenta un Índice Medio Diario Anual (IMDA) entre 4000 y 2001 veh/día, con calzadas con superficie de rodadura pavimentada de dos carriles con un mínimo de 3.60m de ancho, pudiendo tener cruces o pasos a nivel y con puentes peatonales en zonas urbanas, o alguna disposición de seguridad vial .

➤ **Carreteras de segunda clase**

Presenta un Índice Medio Diario Anual (IMDA) entre 2000 y 400 veh/día, con calzada con superficie de rodadura pavimentada de dos carriles con un mínimo de 3.30m de ancho, pudiendo tener cruces o pasos a nivel y con puentes peatonales en zonas urbanas, o alguna disposición de seguridad vial .

➤ **Carreteras de Tercera Clase**

Presenta un Índice Medio Diario Anual (IMDA) menor a 400 veh/día, con calzada con superficie de rodadura con soluciones básicas o económicas (estabilizadores de suelos, emulsiones asfálticas y/o micro pavimentos; o en afirmado), de dos carriles con un mínimo de 3.00m de ancho, pero excepcionalmente con sustento técnico puede contar con carriles de hasta 2.50m .

2.2.4. Clasificación por orográfica

➤ **Terreno plano – Tipo 1**

Al eje de la vía, presenta pendientes transversales menores e iguales al 10%, y sus pendientes longitudinales son menores a 3% demandando un mínimo movimiento de tierras, es decir no presenta dificultades en su trazo .

➤ **Terreno Ondulado – Tipo 2**

Al eje de la vía, presenta pendientes transversales entre 11% y 50%, y pendientes longitudinales entre 3% y 6%, que demanda un ligero movimiento de tierras para alinear los rectos, alternados con curvas de radios amplios, es decir sin mayores dificultades en su trazo .

➤ **Terreno accidentado – Tipo 3**

Al eje de la vía, presenta pendientes transversales entre 51% y 100%, y pendientes longitudinales entre 6% y 8%, que demanda importantes movimientos de tierras que presenta dificultades en su trazo .

➤ **Terreno escarpado – Tipo 4**

Al eje de la vía, presenta pendientes transversales superiores al 100%, y pendientes longitudinales superiores al 8%, exigiendo el máximo movimiento de tierras que presenta grandes dificultades en su trazo .

2.2.5. Seguridad vial

Según (16), está orientado a dictar disposiciones que tienen por finalidad contribuir a la mejora de las características de la infraestructura vial y su entorno, con el propósito de incrementar la seguridad intrínseca y la calidad de protección de las redes de carreteras en beneficio de todos los usuarios de las vías

Para (17), existen cuatro dimensiones para la seguridad vial a fin de medir el grado de cumplimiento respecto a las normas, el cual tiene que ser contemplado dentro el proceso de diseño geométrico, como son :

➤ **Seguridad legal**

Referida a la responsabilidad exclusiva del conductor de la siniestralidad ya sea por una infraestructura con limitaciones, en los preceptos legales no tiene por qué garantizar ningún nivel concreto de seguridad vial, solo causa repercusiones económicas. Forma parte constituyente de la seguridad nominal .

➤ **Seguridad Sustantiva**

Esta se encuentra directamente relacionado con la siniestralidad, es decir a la cantidad de accidentes y a su gravedad, por ello es posible estimar el impacto de un determinado diseño vial o actuación de mejora, empleando métodos calibrados. Asimismo, nos permite estimar la seguridad más próxima a la realidad, pero tiene un carácter discreto .

➤ **Seguridad real**

Determinado por la siniestralidad que se produce en una red vial en explotación, pero en su investigación conjunta y rigurosa mejora el conocimiento de seguridad que propicia una seguridad sustantiva más eficiente .

➤ **Seguridad nominal**

Es definida como la condición de seguridad de un proyecto o camino existente de acuerdo al grado de cumplimiento de normas, términos de referencia, órdenes, guías y procedimientos de diseño generales del organismo vial (Sierra et al, 2013) . Medir la seguridad nominal, es efectuar una comparación de las dimensiones entre los elementos de diseño respecto a los criterios de diseños adoptados, si efectivamente cumple con lo establecido, de tal manera que al cumplir dichos criterios mínimos de diseño se le llama nominalmente seguros

2.3. Definición de términos

➤ **Carretera**

Camino para el tránsito de vehículos motorizados de por lo menos dos ejes, cuyas características geométricas, tales como: pendiente longitudinal, pendiente transversal, sección transversal, superficie de rodadura y demás elementos de la misma, deben cumplir las normas técnicas vigentes (13)

➤ **Consistencia del diseño**

El estudio en su totalidad conformadas por el estudio en partes del diseño geométricos como planta perfil y sección trasversal (13)

➤ **Derecho de vía**

Faja de terreno de ancho variable dentro del cual se encuentra comprendida la carretera y todos los elementos que la conforman, servicios, áreas previstas para futuras obras de ensanche o mejoramiento, y zonas de seguridad para el usuario (13) .

➤ **Diseño de sección transversal**

Plantilla base de la obra vial, que, junto con la velocidad de proyecto y el tipo de carretera seleccionados, forma base del diseño geométrico. (15)

➤ **Sección transversal**

Representación de una sección de la carretera en forma transversal al eje y a distancias específicas, que nombra y dimensiona los elementos que conforman la misma, dentro del Derecho de Vía. Hay dos tipos de sección transversal: (13) .

➤ **Tramos homogéneos**

Son aquellos que el diseñador identifica a lo largo de una carretera, a los que, por las condiciones orográficas, se les asigna una misma velocidad de diseño. Por lo general, una carretera tiene varios tramos homogéneos (13) .

➤ **Velocidad de operación**

Es la velocidad máxima a la que pueden circular los vehículos en un determinado tramo de una carretera, sin sobrepasar la velocidad de diseño de tramo homogéneo (13) .

2.4.Bases legales

➤ **Manual de Carreteras: Diseño Geométrico DG-2018:**

Documento técnico de carácter normativo que rige a nivel nacional y cumplimiento obligatorio, establecido por el Reglamento Nacional de Gestión de Infraestructura Vial aprobado por D.S. N° 034-2008-MTC . Este documento normativo que organiza y recopila las técnicas y procedimientos para el diseño de la infraestructura vial, en función a su concepción y desarrollo, y acorde a determinados parámetros. Contiene la información necesaria para diferentes procedimientos, en la elaboración del diseño geométrico de los proyectos, de acuerdo a su categoría y nivel de servicio, en concordancia con las demás normativas vigentes sobre la gestión de la infraestructura vial (R.D. N° 028 - 2014 - MTC/14) .

➤ **Manual de dispositivos de control de tránsito automotor para calles y carreteras:**

Documento técnico normativo aprobado mediante Resolución Directoral N° 16 - 2016 - MTC/14 por el MTC, manual que brinda información acerca de los dispositivos de control de tránsito, como son las señales verticales, reguladoras, preventivas, informativas, y otros, las cuales nos basaremos a ello para la evaluación de dispositivos de control de tránsito en el tramo de estudio .

CAPÍTULO III

HIPOTESIS

3.1.Hipótesis

3.1.1. Hipótesis general

La actualización del diseño geométrico del tramo vial Rio Negro – Satipo acorde a la DG-2018 mejora su seguridad vial - nominal.

3.1.2. Hipótesis específicas

- a) El diseño geométrico existente en el tramo vial Rio Negro – Satipo, no cumple con la seguridad vial – nominal.
- b) La actualización del diseño geométrico en planta o alineamiento horizontal del tramo vial Rio Negro – Satipo mejora su seguridad vial – nominal.
- c) La actualización del diseño geométrico en perfil del tramo vial Rio Negro – Satipo mejora su seguridad vial – nominal.
- d) La actualización del diseño geométrico en secciones transversales del tramo vial Rio Negro – Satipo mejora su seguridad vial – nominal.

3.2.Variables

3.2.1. Definición conceptual de las variables

a) Variable dependiente (X):

Seguridad Vial – Nominal: Es el grado en que los sistemas de carreteras están diseñados para evitar maniobras críticas de conducción y garantizar una operación segura del tráfico (18).

b) Variable independiente (Y):

Diseño Geométrico: Es la condición de seguridad de un proyecto o camino existente según el grado de cumplimiento de normas, términos de referencia, órdenes, guías y procedimientos de diseño generales del organismo vial (19 pág. 204)

3.2.2. Definición operacional de la variable

a) Variable dependiente (X):

Seguridad Vial – Nominal: Contempla el cumplimiento de todos los parámetros o indicadores establecidos en el manual de Diseño Geométrico de Carreteras DG 2018 .

b) Variable independiente (Y):

Diseño Geométrico: Se procede con determinar valores a los diferentes parámetros que caracterizan el diseño en planta, perfil y sección transversal, para poder compararlo con el manual de Diseño Geométrico de Carreteras DG 2018 .

3.3.Operacionalización de las variables

Tabla 1: Operacionalización de variables.

Variables	Definición Conceptual	Dimensiones	Indicadores
Seguridad Vial- Nominal (Variable dependiente)	"Es el grado en que los sistemas de carreteras están diseñados para evitar maniobras críticas de conducción y garantizar una operación segura del tráfico (Al-Masaeid et al, 1995)".	- Diseño geométrico en planta o alineamiento horizontal	- Longitud de tramos tangentes (m)
		- Diseño geométrico en perfil	- "Radio de curva (m)". - "Pendiente (%)". - "Longitud de curva vertical (m)"
		- Diseño geométrico en secciones transversales	- "Ancho de berma (m)" - "Peraltes (%)". - "Alto de cuenta (m)" - "Ancho de cuneta (m)"
Diseño Geométrico (Variable independiente)	"Es la condición de seguridad de un proyecto o camino existente según el grado de cumplimiento de normas, términos de referencia, órdenes, guías y procedimientos de diseño generales del organismo vial (Harwood, et al, 2000)".	- Cumplimiento con el manual DG-2018	- Porcentaje de espacios seguros (%)

Fuente: Elaboración propia

CAPÍTULO IV

METODOLOGIA

4.1.Método de investigación

El presente trabajo de investigación hará uso del método científico, este método se seguirá un procedimiento de investigación para poder absolver las interrogantes sobre diversos fenómenos que se presentan en la naturaleza y dificultades que se presentan en nuestra sociedad.

Por otra parte, se usará el método científico con el objetivo de seguir los procedimientos apropiados que una investigación solicita para llegar a corregir los problemas sociales, como la cuestión del presente trabajo de investigación que se orienta a identificar el grado de seguridad vial- nominal de la infraestructura vial.

4.2.Tipo de investigación

Este proyecto será de tipo aplicada, a través de ella se busca conocer, construir, proceder y cambiar una situación problemática. Asimismo, tiene el interés de aplicar los conocimientos teóricos sobre una problemática. Los planes de investigación de la carrera profesional de ingeniería civil están orientados dentro de este tipo de clasificación, siempre en cuando den solución alguna situación confusa.

4.3.Nivel de investigación

Esta investigación será de nivel descriptivo-explicativo, este nivel de investigación tiene por objetivo de describir las características, propiedades y rasgos fundamentales de los hechos y fenómenos de la de una determinada situación en un momento explícito. Por ello, se realizará un estudio descriptivo de las situaciones existentes del diseño

geométrico, identificándose las fallas, las inseguridades y riesgos, y cumplimiento con lo normado.

4.4. Diseño de investigación

El diseño de la investigación será no experimental, ya que basado en (20) “son aquellos diseños de investigación que sus variables independientes carecen de manipulación intencional, no tienen un grupo de control, por lo tanto, no se experimenta. Estudian los hechos y fenómenos de la realidad después de su ocurrencia” (pág. 21).

4.5. Población y muestra

4.5.1. Población

- **Población:** Carreteras y caminos de la provincia de Satipo.

4.5.2. Muestra

- **Muestra:** por conveniencia se seleccionó determinó el tamaño de la muestra utilizando el muestreo aleatorio que se a la carretera en el tramo vial Rio Negro –Satipo (PE-5S, tramo puente Rio Negro – puente Caracol).

4.6. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

En el desarrollo del presente estudio de investigación se utilizaron las siguientes técnicas e instrumentos:

✓ Para efectuar el conteo y clasificación vehicular, se empleó la técnica observacional mediante la aplicación del instrumento del conteo con una ficha de recolección de datos.

4.6.1. Técnicas de recolección de datos

- Conteo de tráfico y clasificación vehicular
- Medición de pendientes transversales y longitudinales
- Técnica documental a través de fuentes secundarios

4.6.2. Instrumentos de recolección de datos

✓ Para efectuar el conteo y clasificación vehicular, se empleó la técnica observacional mediante la aplicación del instrumento del conteo con una ficha de recolección de datos.

Tabla 2: Ficha de recolección para conteo y clasificación vehicular

ESTUDIO DE CONTEO Y CLASIFICACION VEHICULAR														
TRAMO													ESTACION	
SENTIDO													CODIGO DE LA ESTACION	
LUBRICACION													FECHA	
HORA	SENTIDO	AUTO	STATION WAGON	CAMIONETAS		MICRO	BUS			CAMION		SEMI TRAYLER		TRAYLER
ORIGEN VEH.				PICK UP	PANEL	RURAL	2 E	3 E	2 E	>3 E	2S12S2	>2S3		
E														
O														
E														
O														
E														
O														
E														
O														
E														
O														

Fuente: Elaboración propia

✓ Para efectuar la medición de pendientes transversales y longitudinales, se empleó la técnica observacional mediante la aplicación del instrumento de la estación total donde los datos fueron recopilados mediante una ficha de recolección de datos .

Tabla 3: Ficha de recolección para Orografía Transversal y Longitudinal

FICHA DE RECOLECCIÓN DE DATOS			
NOMBRE DE LA FICHA : OROGRAFIA TRANSVERSAL Y LONGITUDINAL			
METODO : OBSERVACION			
AUTOR : ISAI AMERICO ALCANTARA VILLA			
OROGRAFIA TRANSVERSAL		OROGRAFIA LONGITUDINAL	
%IZQ	KM	% DER	PROGRESIVA
			PENDIENTE (%)

	TIPO 1	TIPO 2	TIPO 3	TIPO 4
TERRENO	PLANO	ONDULADO	ACCIDENTADO	ESCARPADO
% LONGITUDINAL	< 3%	3 y 5	6 y 8	> 8%
% TRANSVERSAL	5 A 10%	11 y 50	51 y 100	>100%

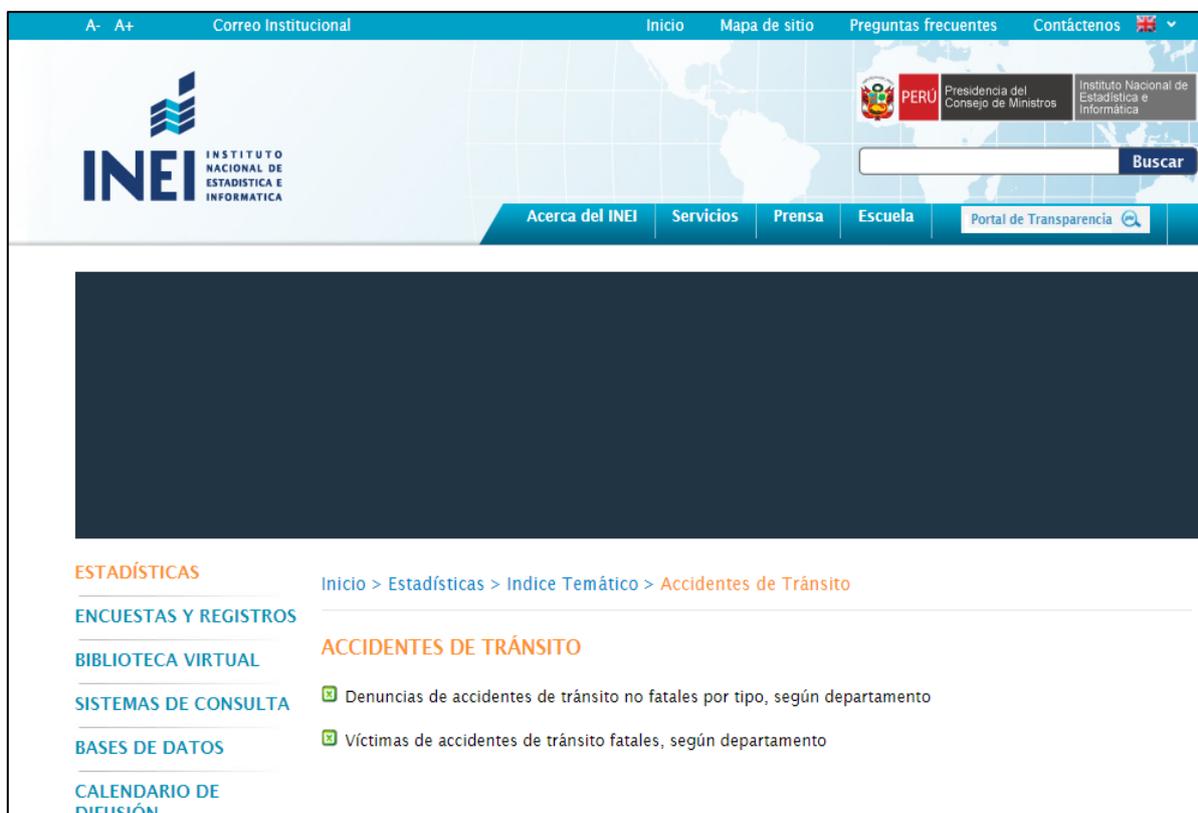
CLASIFICACION	OROGRAFIA	20	40	50	60	70	80	90	100	110	120	130
Autopista de primera clase	Plano											
	Ondulado											
	Accidentado											
Autopista de segunda clase	Plano											
	Ondulado											
	Accidentado											
Carretera de primera clase	Plano											
	Ondulado											
	Accidentado											
Carretera de segunda clase	Plano											
	Ondulado											
	Accidentado											
Carretera de tercera clase	Plano											
	Ondulado											
	Accidentado											

Fuente: Manual DC-2016, p97

Fuente: Elaboración propia

✓ Para determinar el número de accidentes de tránsito, se empleó la técnica documental a través de fuentes secundarios, del sistema de registros efectuados por el Instituto Nacional de Estadística e Informática (21).

Figura 1: Datos de Fuente Secundaria - INEI



The image shows a screenshot of the INEI (Instituto Nacional de Estadística e Informática) website. The header includes navigation links like 'Inicio', 'Mapa de sitio', 'Preguntas frecuentes', and 'Contáctenos'. The main content area is titled 'ACCIDENTES DE TRÁNSITO' and lists two data sources: 'Denuncias de accidentes de tránsito no fatales por tipo, según departamento' and 'Víctimas de accidentes de tránsito fatales, según departamento'. The breadcrumb trail indicates the path: 'Inicio > Estadísticas > Índice Temático > Accidentes de Tránsito'.

Fuente: INEI

4.7. Técnicas de proceso de la información y análisis de Datos

4.7.1. Procesamiento de la información

La información obtenida procederá ser proceda de la siguiente manera:

- ✓ El conteo vehicular, se procede con determinar el índice medio diario anual de tránsito (IMDA), para después identificar la clasificación de carreteras según su demanda, tal como lo establece el manual de diseño geométrico DG-2018 .
- ✓ Las pendientes transversales y longitudinales obtenidas se procederán a establecer una clasificación por orografía según el manual de diseño geométrico DG-2018 .
- ✓ Establecido su demanda y orografía, se procede con calcular velocidad de diseño en base a lo establecido en el manual de diseño geométrico DG-2018, y con ello se procede en establecer :
 - El análisis de diseño geométrico en planta, perfil y secciones transversales y su cumplimiento el manual de diseño geométrico DG-2018 .

- Identificado los elementos que incumplen con la norma, se procede con proponer un nuevo diseño geométrico en planta, perfil y sección transversal que cumpla con todos los parámetros establecidos en el manual de diseño geométrico DG-2018

4.7.2. Técnicas y análisis de datos

El análisis de datos se efectuará con las técnicas de descripción no inferenciales, según sea el caso, cuyos resultados estarán representadas en gráficos y tablas usando el software Excel .

4.8.Aspectos éticos de la investigación

El proyecto fue revisado, evaluado y aprobado por mi asesor y jurados de tesis de investigación, además, se realizó el cumplimiento de los aspectos éticos considerados en el reglamento de grados y títulos de la Facultad de Ingeniería; El estudio de investigación fue autofinanciado .

CAPÍTULO V

RESULTADOS

5.1. Características generales

➤ **Ubicación geográfica**

El distrito de Río Negro ubicado en la Provincia de Satipo, en su Acta de Creación mediante Ley N° 15481, contando con una población para el año 2017 de 30,651 habitantes según los datos del Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI), contando con una superficie total de 714.98km², y contando con los siguientes límites:

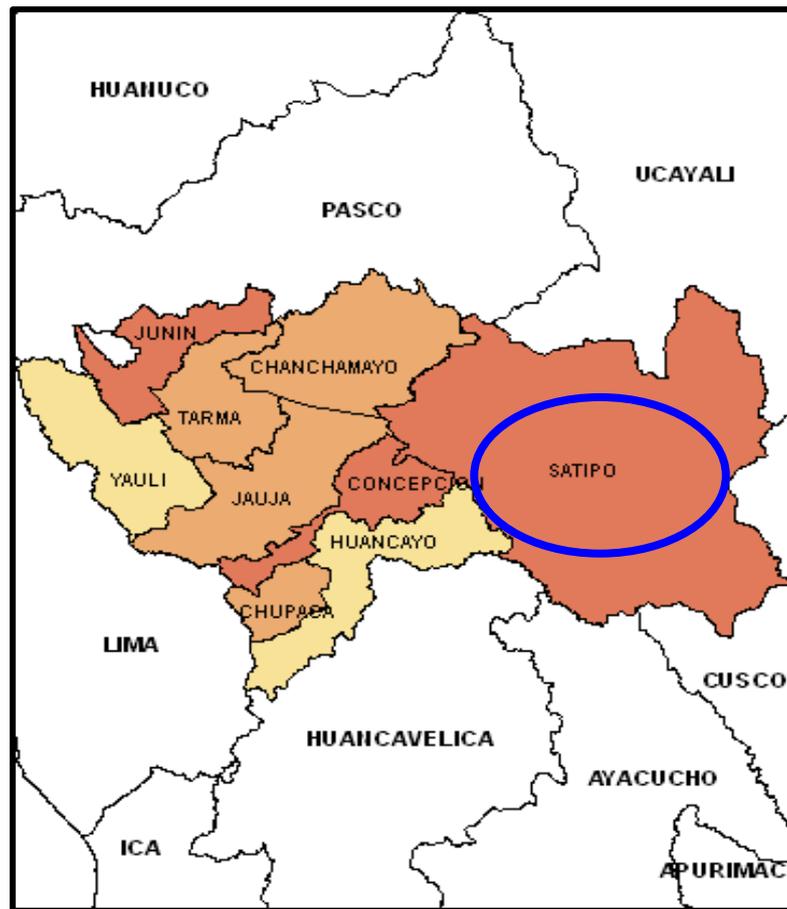
Por el norte : Distrito de Río Tambo y Pichanaqui

Por el Sur : Distrito de Satipo .

Por el este : Distrito de Satipo y Río Tambo .

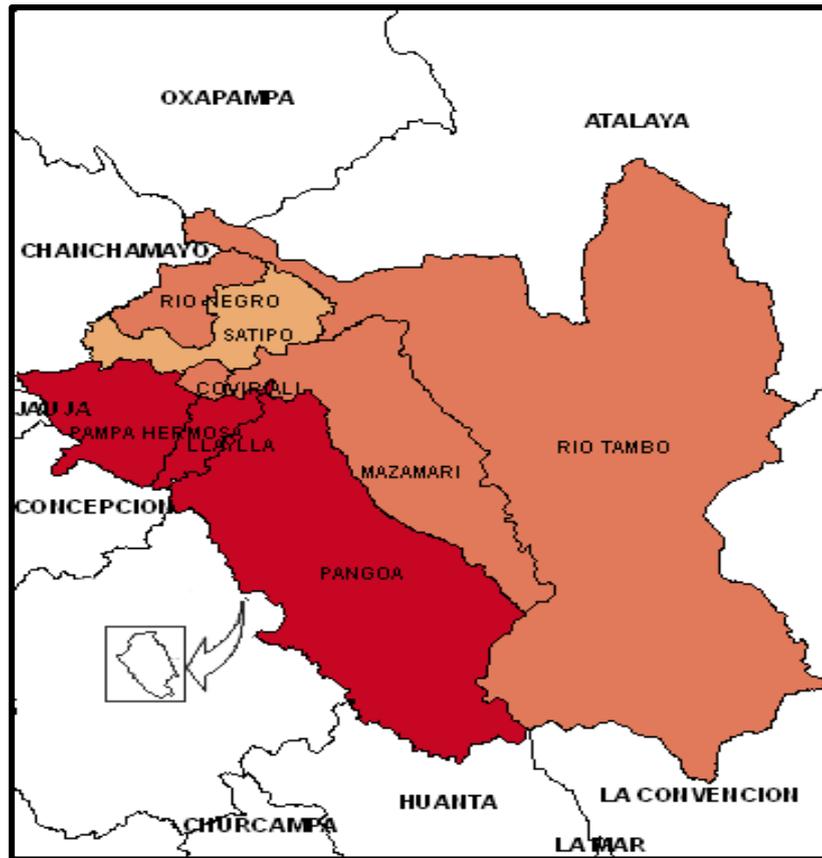
Por el oeste : Distrito de Pichanaqui

Figura 2: Departamento de Junín



Fuente: Google

Figura 3: Ubicación de la provincia de Satipo



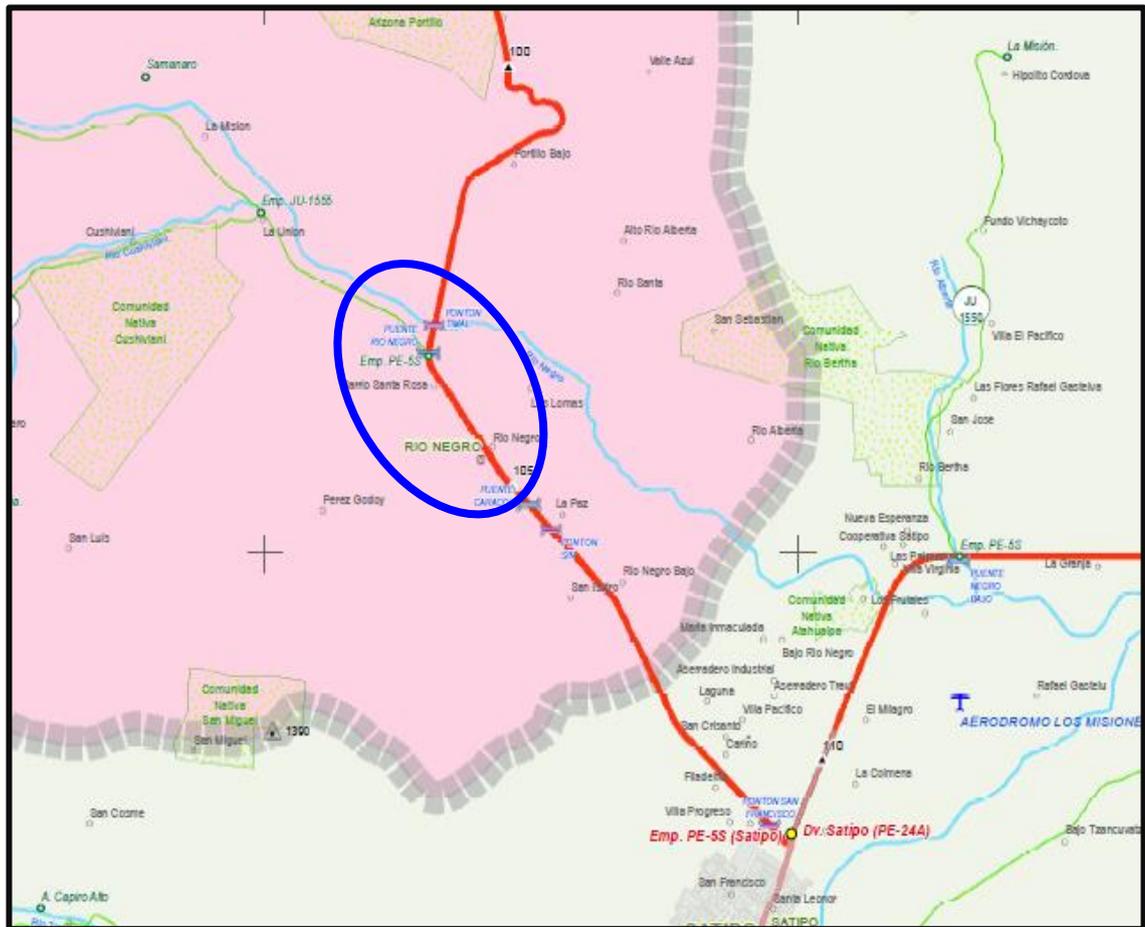
Fuente: Google

Figura 4: Ubicación del Distrito de Rio Negro



Fuente: Google

Figura 5: Ubicación del Tramo vial Rio Negro - Satipo



Fuente: Google

➤ **Características geográficas**

Geográficamente se encuentra localizada a una altitud de 644 m.s.n.m. teniendo un clima tropical lluvioso entre los meses de diciembre a marzo y una temperatura que varía a lo largo del año entre los 15°C a unos 32°C. Contando con una altitud de 644 m.s.n.m., latitud sur de 11° 15' 00'' y longitud oeste de 74° 42' 00'' .

➤ **Características topografía**

El relieve topográfico del distrito presenta terrenos con una ligera pendiente en las zonas bajas y pendientes muy pronunciadas en las partes altas.

5.2. Análisis del estado actual del Diseño geométrico y cumplimiento con la seguridad vial – nominal

En base a normatividad establecida en el Manual de Diseño Geométrico DG-2018, se obtuvo los siguientes resultados:

A. Característica del Transito

Análisis basado en estudio del índice medio diario anual de tránsito (IMDA) a partir de conteo vehicular, se logró en determinar que IMDA de la vía es de 220 veh/día, ya que esta vía es considerada como una carretera de tercera clase en concordancia a lo establecido en el Manual de Diseño Geométrico DG-2018. En anexos se adjunta el resultado en una hoja de resumen de conteo vehicular

B. Clasificación de la carretera

i. En función a la demanda

Contando con un resultado para un IMDA de 220 veh/día, entonces la via se clasifica como carretera de tercera clase, con las siguientes características que tienen que ser cumplidas, tal como lo establece el Manual de Diseño Geométrico DG-2018.

Tabla 4: Clasificación de carreteras en función a su Demanda

“Características “	“1º Clase”	“2º Clase”	“3º Clase”	Trochas Carrozables
“IMDA (veh/día)”	“4000 – 2001”	“200 – 400”	<400	<200
“Nº de carriles”	“2”	“2”	2	1
“Ancho mínimo (mm)”	“3.6”	“3.3”	3	3.5
“2Superficie de rodadura	“Pavimento”	“Pavimento”	“Pavimento”	“Afirmado”

Fuente: Manual de diseño geométrico DG-2018-MTC

ii. En función a la orografía

Con el trabajo del levantamiento topográfico, se logró determinar las pendientes longitudinales y transversales con que cuenta el terreno de la vía, y con ello nos es posible determinar su orografía, a continuación, se presenta los siguientes resultados:

Para Pendientes Transversales

Tabla 5: Pendientes transversales de la Vía

Ítem	% IZQ	KM	% DER	Item	% IZQ	KM	% DER
------	-------	----	-------	------	-------	----	-------

1	3.10	0+000	3.05	28	65.5	0+540	3.24
2	3.00	0+020	18.12	29	42.01	0+560	32.75
3	12.80	0+040	12.52	30	10.08	0+580	14.2
4	12.91	0+060	12.52	31	16.54	0+600	18.38
5	0.65	0+080	3.24	32	54.14	0+620	5.36
6	0.62	0+100	7.54	33	21.54	0+640	22.78
7	1.57	0+120	37.32	34	18.49	0+660	31.98
8	12.52	0+140	37.32	35	30.4	0+680	22.82
9	19.90	0+160	21.24	36	26.52	0+700	1.9
10	8.30	0+180	21.24	37	30.4	0+720	1.44
11	68.60	0+200	21.24	38	61.21	0+740	13.78
12	21.00	0+220	16.58	39	42.58	0+760	8.68
13	11.40	0+240	15.84	40	26.54	0+780	14.27
14	12.81	0+260	7.8	41	27.11	0+800	11.42
15	11.47	0+280	5.6	42	15.24	0+820	11.42
16	7.56	0+300	8.25	43	15.24	0+840	14.27
17	10.48	0+320	14.75	44	12.1	0+860	15.41
18	40.90	0+340	11.26	45	5.1	0+880	20.81
19	29.20	0+360	12.43	46	15.29	0+900	18.65
20	21.52	0+380	17.45	47	12.56	0+920	22.05
21	10.35	0+400	32.24	48	15.23	0+940	22.05
22	10.30	0+420	36.54	49	12.23	0+960	16.85
23	10.51	0+440	15.87	50	22.54	0+980	14.57
24	10.51	0+460	14.14	51	18.95	0+1000	12.56
25	8.80	0+480	9.8	52	15.24	0+1020	14.25
26	16.32	0+500	2.36	53	15.24	0+1040	12.58
27	9.82	0+520	3.85	54	18.24	0+1050	15.57

Fuente: Levantamiento Topográfico

Como resultados, se obtiene que la pendiente promedio de las secciones transversales, para el lado izquierdo es de 35.45% y lado derecho es de 30.12%. que en promedio de ambos lados es de 32.78%, de tal manera que puede ser considerada como una carretera de terreno ondulado (tipo 2), tal como lo establece el Manual de Diseño Geométrico DG-2018 .

Para Pendientes Longitudinal

Tabla 6: Pendientes transversales de la Vía

Progresiva	Pendiente
0+018.52	-5.95%
0+042.12	-3.44%
0+423.27	-5.28%
0+512.54	-4.44%
0+612.72	-6.52%
0+708.01	-4.11%
0+800.10	-1.47%
0+990.52	-3.56%

Fuente: Levantamiento Topográfico

Como resultados, se obtiene que la pendiente promedio para secciones longitudinales, como valor mínimo de 1.47%, valor máximo 6.60% y como valor promedio de ambos se tiene el 4.48%, por tanto, la vía es clasificada como una carretera de terreno ondulado (tipo 2), tal como lo establece el Manual de Diseño Geométrico DG-2018 .

Tabla 7: Clasificación de carreteras en función a su Orografía

Características	Tipo 1	Tipo 2	Tipo 3	Tipo 4
“Terreno”	“Plano”	“Ondulado”	“Accidentado”	“Escarpado”
“% Longitudinal”	<3%	3 y 6	6 y 8	>8%
“% Transversal”	≤ 10%	11 y 50	51 y 100	>100%

Fuente: Manual de diseño geométrico DG-2018-MTC

C. Velocidad de diseño

Con los resultados obtenidos de la clasificación por demanda y orografía, se logra determinar la velocidad de diseño para la vía en estudio, obteniendo los siguientes resultados :

Tabla 8: Velocidad de Diseño de la Vía

"Clasificación"	"Orografía"	"Velocidad de Diseño de un tramo homogéneo VTR (Km/h)"										
		30	40	50	60	70	80	90	100	110	120	130
"Autopistade Primera Clase"	"Plano"											
	"Ondulado"											
	"Accidentado"											
	"Escarpado"											
"Autopistade 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"											

Fuente: Manual de diseño geométrico DG-2018-MTC

Por tanto, podemos señalar que, en el tramo de estudio, la velocidad que presenta es de 40 a 90 km/h, de tal manera que se tomara como velocidad de diseño de 50 km/h.

D. El Análisis del Diseño Geométrico en Planta o Alineamiento Horizontal

De acuerdo a los resultados del trabajo de campo, procedemos a señalar los elementos de curva que contiene la vía en estudio, como se observa en la siguiente tabla.

Tabla 9: Velocidad de diseño de la vía

P.I. #	Delta (° ' ")	Sentido	R (m)	T (m)	Lc (m)	C (m)	EXT (m)	P.I.	P.C.	P.T.	Peralte (%)	Sobre Ancho (m)	Este	Norte
PI:1	0°23'39	DER	500	1.794	3.58	3.58	0.00	0+232.27	0+230.47	0+232.07	1.00	0	392998,9385	8794801,6312
PI:2	12°49'39	DER	90	9.715	18.33	18.23	0.59	0+305.30	0+295.60	0+313.90	3.00	0	393056,5577	8794846,5363
PI:3	1°09'03	DER	500	5.021	10.02	10.02	0.03	0+367.98	0+362.96	0+363.10	0.00	0	393113,8513	8794872,1452
PI:4	53°23'39	DER	54	27.659	51.27	49.43	6.54	0+570.67	0+543.00	0+594.24	5.00	0	393300,5231	8794951,1245
PI:5	24°17'29	DER	90	20.205	39.74	39.40	2.24	0+697.03	0+665.81	0+716.54	6.00	0	393412,9244	8794884,9730
PI:6	7°16'29	IZQ	100	5.371	12.62	12.62	0.20	0+757.21	0+750.80	0+762.55	2.00	0	393447,1331	8794834,6633
PI:7	11°03'34	DER	100	8.816	17.59	17.54	0.39	0+829.44	0+820.62	0+831.22	4.00	0	393495,0162	8794780,5508
PI:8	1°08'39	DER	500	5.054	10.13	10.13	0.03	0+928.65	0+923.64	0+933.81	1.00	0	393546,8190	8794695,7785
PI:9	11°23'35	IZQ	80	8.054	10.03	15.01	0.4	0+986.40	0+977.89	0.994.94	2.00	0	393575,9073	8794645,9355

Fuente: Estudio de levantamiento topográfico

i. Los tramos en tangente

Para poder identificar que los tramos en tangente cuentan con las longitudes adecuadas en concordancia al Manual de Diseño Geométrico de Carreteras DG-2018, se establece los criterios mínimos como resultado de las ecuaciones de dicho manual, como son :

- ✓ Dos curvas de sentido contrario en S – Longitud recta mínima es resultado de:

$$L(\text{min. } S) = 1.39Vd \quad (Vd \text{ es la velocidad de diseño})$$

Al remplazar valores se obtiene:

$$L(\text{min. } S) = 1.39 * 50 = 69.5\text{m}$$

- ✓ Dos curvas del mismo sentido O – Longitud recta mínima es resultado de:

$$L(\text{min. } O) = 2.78Vd \quad (Vd \text{ es la velocidad de diseño})$$

Al remplazar valores se obtiene:

$$L(\text{min. } S) = 2.78 * 50 = 139\text{m}$$

- ✓ En tramo recto, su longitud máxima es:

$$L_{\text{max}} = 16.70Vd \quad (Vd \text{ es la velocidad de diseño})$$

Al remplazar valores se obtiene:

$$L(\text{min. } S) = 16.70 * 50 = 835\text{m}$$

Realizado los cálculos de las longitudes, se procede en efectuar las comparaciones con las longitudes en tramos en tangente con que cuenta la vía en estudio, de tal manera que nos permita determinar su cumplimiento con lo establecido en el manual de diseño

Tabla 10: Contraste de la Longitud en Tangentes

P.I. #	Radio (m)	Deflexión	Sen tido	En Tangente	L.T.T (m)	Clasificación "O" / "S"	L. min (m)	Verificación
Inicio	----	---	---	Inicio – PI1	230.473	----	---	---
PI1	500	0°23'39	D	PI1 – PI2	60.328	L. min. O	139	No cumple
PI2	90	12°49'39	D	PI2 – PI3	46.806	L. min. O	139	No cumple
PI3	500	1°09'03	D	PI3-PI4	170.002	L. min. O	139	Cumple
PI4	55	53°23'39	D	PI4-PI5	82.548	L. min. O	139	No cumple

PI5	90	24°17'29	D	PI5-PI6	34.261	L. min. S	69.5	No cumple
PI6	100	7°16'29	I	PI6-PI7	57.069	L. min. S	69.5	No cumple
PI7	100	11°03'34	D	PI7-PI8	85.467	L. min. O	139	No cumple
PI8	500	1°08'39	D	PI8-PI9	44.092	L. min. S	69.5	No cumple
PI9	80	11°23'35	I	PI9-PI10	5.023	L. min. O	139	No cumple

Fuente: Elaboración propia / Manual de Diseño Geométrico DG-2018. – MTC

Ante la contrastación efectuada, se concluye que, del total de los nueve tramos en tangente, se halló que solo un tramo cumple con la longitud exigida en el Manual de Diseño Geométrico DG-2018, es decir representaría que en un 89% de los tramos en tangente no cumplen con lo establecido en dicho manual .

ii. En curvas circulares

Para poder identificar que los radios de las curvas circulares cumplen con los radios mínimos establecidos en el Manual de Diseño Geométrico de Carreteras DG-2018, se procede en determinar los radios mínimos teniendo en cuenta la velocidad de diseño de 50 km/h, con peralte máximo de 8% y un valor de fricción de 0.16, a través de la siguiente ecuación :

$$R_{\min} = \frac{V^2}{1.27(0.01 * P_{\max} + f_{\max})}$$

$$R_{\min} = \frac{50^2}{1.27(0.01 * 8 + 0.16)}$$

$$R_{\min} = 82.02\text{m}$$

De acuerdo al Manual de Diseño Geométrico de Carreteras DG-2018, se efectúa necesariamente el redondeo al valor calculado, se obtiene un resultado de radio mínimo de 85m .

En el caso de curvas de vuelta, el radio mínimo se calcula con la siguiente ecuación:

$$R_{\min} = 15 + \frac{\text{ancho de calzada}}{2}$$

$$R_{\min} = 15 + \frac{6.00}{2}$$

$$R_{\min} = 18\text{m}$$

Realizado los cálculos de los radios mínimos, se procede en efectuar las comparaciones con los radios mínimos con que cuenta la vía en estudio, para determinar su cumplimiento con lo establecido en el manual de diseño.

Tabla 11: Contraste del Radio Mínimo

P.I. #	Progresiva Inicial	Progresiva Final	Radio (m)	R. min (m)	Verificación
PI1	0+230.47	0+232.07	500	85	Cumple
PI2	0+295.60	0+313.90	90	85	Cumple
PI3	0+362.96	0+363.10	500	85	Cumple
PI4	0+543.00	0+594.24	55	85	No cumple
PI5	0+665.81	0+716.54	90	85	Cumple
PI6	0+750.80	0+762.55	100	85	Cumple
PI7	0+820.62	0+831.22	100	85	Cumple
PI8	0+923.64	0+933.81	500	85	Cumple
PI9	0+977.89	0.994.94	80	85	Cumple

Fuente: Elaboración propia / Manual de Diseño Geométrico DG-2018. – MTC

Ante la contrastación efectuada, se concluye que, de los nueve tramos, se halló que solo un tramo no cumple el radio mínimo exigido en el Manual de Diseño Geométrico DG-2018, es decir representaría que en un 11% de los radios evaluados no cumplen con lo establecido en dicho manual .

E. El Análisis del Diseño Geométrico en Perfil

De acuerdo a los resultados del trabajo de campo, procedemos a señalar los elementos que contiene la vía en estudio.

i. En pendiente

Que de acuerdo al Manual de Diseño Geométrico de Carreteras DG-2018, la pendiente mínima no deberá ser menor a 0.5%, y si la calzada posee un bombeo de 2%, al no existir cunetas y/o bermas, excepcionalmente se puede adoptar sectores con pendientes mínimas de 0.2%, y en el caso de las pendientes máximas se muestra en el siguiente cuadro:

Tabla 12: Pendientes máximas (%)

Clasificación	Carretera				Carretera				Carretera			
Tráfico de Vehículos / día	4,000 – 2,001				2,000 - 400				< 400			
Características	Primera Clase				Segunda Clase				Tercera Clase			
Tipo de Orografía	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Velocidad de Diseño												
30 km/h											10.0	10.0
40 km/h								9.00	8.00	9.00	10.0	
50 km/h			7.00	7.00			8.00	9.00	8.00	8.00	8.00	
60 km/h	6.00	6.00	7.00	7.00	6.00	7.00	8.00	9.00	8.00	8.00		
70 km/h	6.00	6.00	7.00	7.00	6.00	6.00	7.00		7.00	7.00		
80 km/h	6.00	6.00	6.00		6.00	6.00			7.00	7.00		
90 km/h	5.00	5.00			6.00				6.00	6.00		
100 km/h	5.00				6.00							
110 km/h												
120 km/h												
130 km/h												

Fuente: Manual de Diseño Geométrico DG-2018. – MTC

Tabla 13: La pendiente en Diseño y Elementos de Alineamiento Vertical

P.I. #	Tipo de Curva	Pendiente (%)		Longitud de Curva	Progresiva Piv. (m)	Elevación Piv. (msnm)	Progresiva PTV (m)
		Entrada	Salida				
PI1	Cóncava	-5.96	-3.88	25	0+019.53	4395.168	0+006.42
PI2	Convexa	-3.88	-5.38	25	0+046.20	4396.105	0+034.62
PI3	Cóncava	-5.38	-4.66	50	0+478.53	4373.891	0+453.53
PI4	Convexa	-4.66	-6.6	20	0+548.61	4370.523	0+538.62
PI5	Cóncava	-6.6	-4.33	50	0+611.72	4355.450	0+584.24
PI6	Cóncava	-4.33	-1.47	50	0+708.04	4361.122	0+683.00
PI7	Convexa	-1.47	-3.56	20	0+801.65	4360.158	0+790.55

Fuente: Elaboración propia / Manual de Diseño Geométrico DG-2018. – MTC

Ante la contrastación efectuada, se concluye que los siete de tipos de curva con respecto a su pendiente han cumplido lo mínimo y máximo de acuerdo a lo establecido en el Manual de Diseño Geométrico DG-201 8.

ii. En curvas verticales

En el proceso del diseño de las curvas verticales, al ser una carretera asfaltada, es necesario considerar los tramos consecutivos que tengan en sus pendientes una diferencia algebraica de igual o mayor a 1%

Para verificar si las curvas verticales cumplen con los parámetros de diseño establecidos por Manual de Diseño Geométrico DG-2018, en su distancia de visibilidad se usó la pendiente más crítica, por ello se modeló en el programa de AUTOCAD CIVL 3D las curvas verticales cóncavas y convexas simétricas, obteniéndose los siguientes resultados :

✓ Convexas

De acuerdo al Manual de Diseño Geométrico DG-2018, en su cálculo, de tal manera que se cuente con su visibilidad de parada (D_p), se utiliza la altura de ojo ($h_1 = 1.07\text{m}$) y de objeto ($h_2=0.15\text{m}$), y así como las siguientes ecuaciones :

$$\text{Si } D_p < L$$

$$L = \frac{ADp^2}{404}$$

$$\text{Si } D_p > L$$

$$L = 2Dp - \frac{404}{A}$$

✓ Cóncavas

Asimismo, de acuerdo al Manual de Diseño Geométrico DG-2018, en su cálculo, de tal manera que se cuente con su visibilidad de parada (D_p), para una mayor se debe considerar el valor de D igual a D_p y de utilizar las siguientes ecuaciones :

$$\text{Si } D_p < L$$

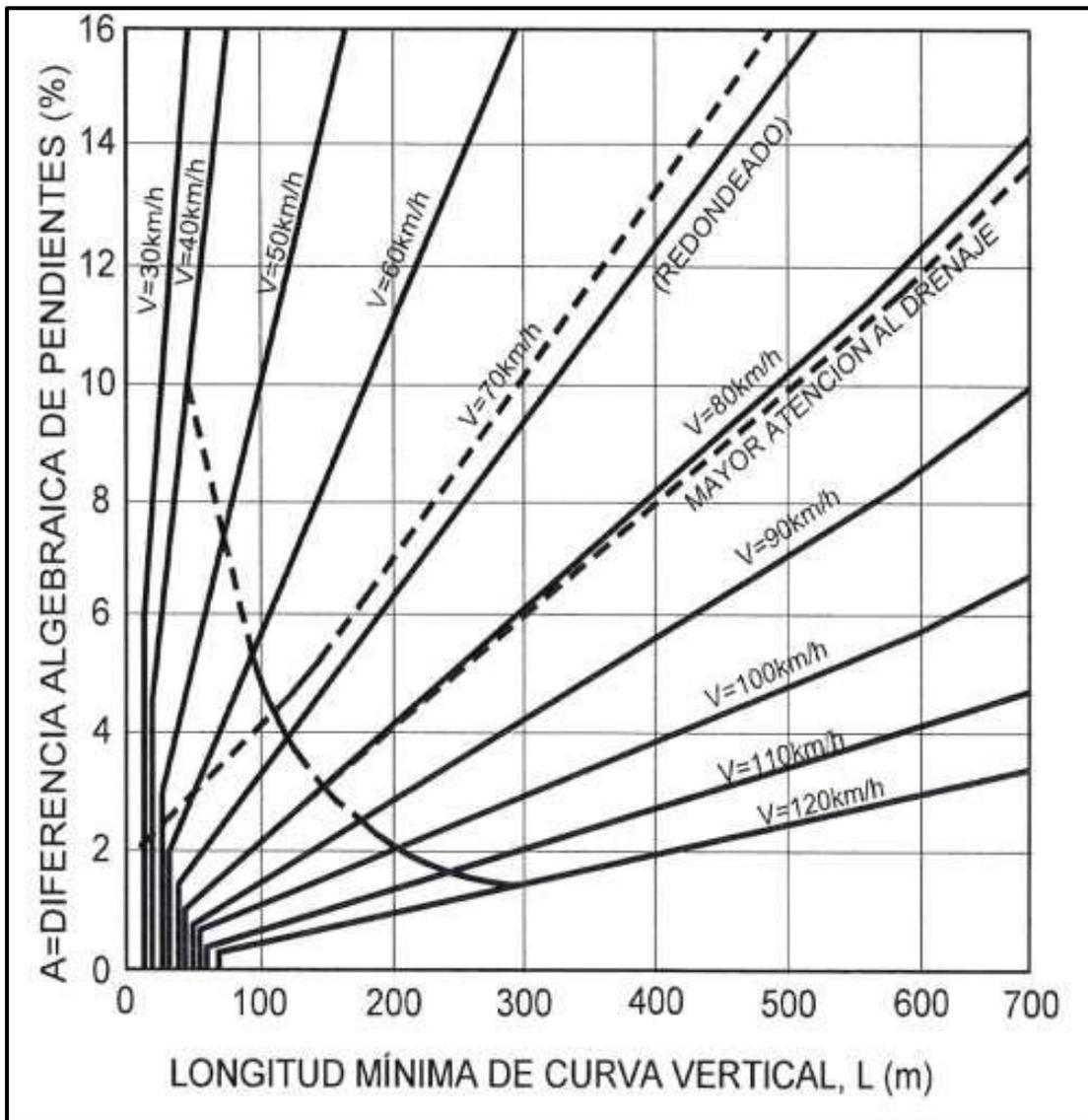
$$L = \frac{AD_a^{2x}}{946}$$

$$\text{Si } D_p > L$$

$$L = 2Da - \frac{946}{A}$$

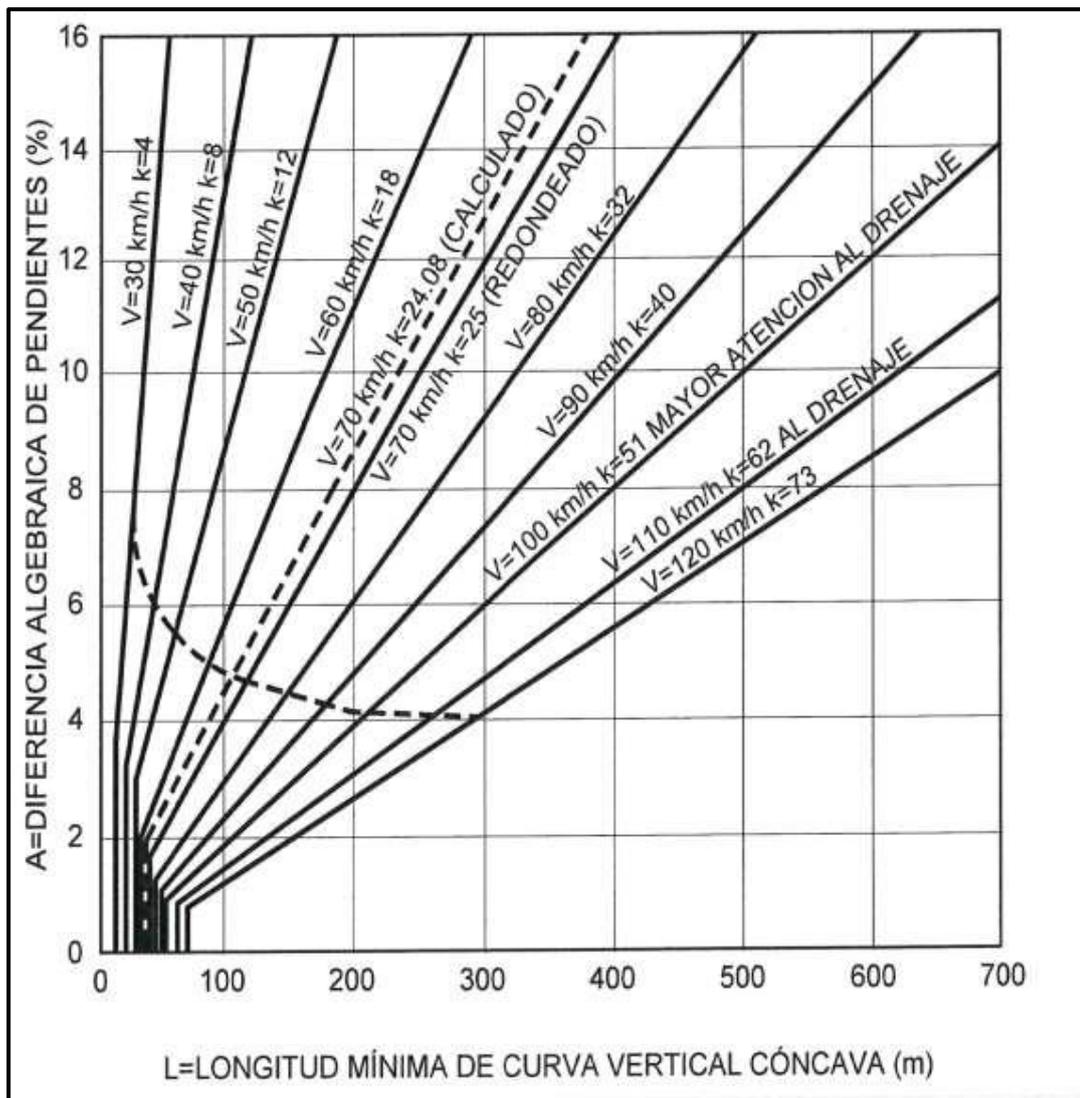
Por tanto, se necesitarán curvas solo si existe una diferencia algebraica de las pendientes mayor a 1%, de acuerdo al Manual de Diseño Geométrico DG-2018, asimismo como establece este manual, la longitud mínima de una curva vertical cóncava y convexa debe ser calculada a partir de las siguientes figuras:

Figura 6: Longitud Mínima de Curva Vertical Convexa con Distancia de Velocidad de Parada



Fuente: Manual de Diseño Geométrico DG-2018. – MTC

Figura 7: Longitud Mínima de Curva Vertical Cónca con Distancia de Velocidad de Parada



Fuente: Manual de Diseño Geométrico DG-2018. – MTC

Entre las conclusiones a la que podemos arribar, ante una diferencia algebraica de la pendiente en el rango de 0 y 2.5 con una velocidad de diseño del 50km/h, so n:

- Convexo: La longitud mínima de curva vertical convexa permanece constante y su valor aproximado de 25m .
- Cóncavo: La longitud mínima de curva vertical cóncava toma un valor aproximado de 12m

Contando con los resultados de las longitudes mínimas de curvas verticales cóncavas y convexas, en función al Manual de Diseño Geométrico DG-2018, se evalúa

si los elementos de alineamiento vertical en el tramo de estudio cumplen con los parámetros establecidos en el manual .

Tabla 14: La pendiente en Diseño y Elementos de Alineamiento Vertical

N° Curva	Tipo de Curva	Pendiente (%)		Diferencia Algebraica	Necesita Curva	Longitud de Curva mín (m)	Longitud de Curva mín (m)	Evaluación
		P1	P2					
1	Cóncava	-5.96	-3.88	2.08	SI	25.00	25.00	Cumple
2	Convexa	-3.88	-5.38	1.50	SI	25.00	25.00	Cumple
3	Cóncava	.538	-4.66	0.72	NO	---	50.00	Cumple
4	Convexa	-4.66	-6.6	1.94	SI	25.00	20.00	No cumple
5	Cóncava	-6.6	-4.33	2.27	SI	25.00	50.00	Cumple
6	Cóncava	-4.33	-1.47	2.86	SI	25.00	50.00	Cumple
7	Convexa	-1.47	-3.56	2.09	SI	25.00	20.00	No cumple

Fuente: Elaboración propia / Manual de Diseño Geométrico DG-2018. – MTC

Ante la contrastación efectuada, se concluye que solo cinco de las siete longitudes de curvas verticales han superado las longitudes de curvas mínimas calculadas según lo establecido en el Manual de Diseño Geométrico DG-2018 .

F. El análisis del diseño geométrico en secciones transversales

Se procede con efectuar un análisis de los parámetros de diseño que debe contemplar las secciones transversales y su respectivo cumplimiento con la seguridad vial –nominal establecida en el Manual de Diseño Geométrico DG-2018 .

i. Superficie de rodadura o calzada

En función al Manual de Diseño Geométrico DG-2018, los anchos mínimos de calzada de tangentes, el ancho mínimo de la calzada para esta vía debe de ser 6.6m contando con 2 carriles, como se detalla a continuación :

Tabla 15: Anchos Mínimos de calzada en tangente

Clasificación	Carretera				Carretera					Carretera			
	4,000 – 2,001				2,000 - 400					< 400			
Características	Primera Clase				Segunda Clase					Tercera Clase			
Tipo de Orografía	1	2	3	4	1	2	3	4		1	2	3	4
Velocidad de Diseño													
30 km/h												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	6.60	6.60		6.60	6.60		
70 km/h	7.20	7.20	7.20	7.20	7.20	7.20		6.60		6.60			
80 km/h	7.20	7.20	7.20		7.20			6.60		6.60			
0 km/h	7.20	7.20			7.20			6.60		6.60			
100 km/h	7.20				7.20								
110 km/h													
120 km/h													
130 km/h													

Fuente: Manual de Diseño Geométrico DG-2018 – MTC

En lo que concierne al ancho de calzada y radios de giro, se tendrá en consideración lo indicado en el Manual de Carreteras DG-2018, tópico 202.36 Giro mínimo de vehículos tipo

ii. Bermas

De acuerdo a la velocidad de diseño y orografía la clasificación de la vía establece un ancho de berma de 0.90m a cada lado, tal como lo establece el Manual de Diseño Geométrico DG-2018 .

Tabla 16: Anchos de berma

Clasificación	Carretera				Carretera				Carretera			
Tráfico de Vehículos / día	4,000 – 2,001				2,000 - 400				< 400			
Características	Primera Clase				Segunda Clase				Tercera Clase			
Tipo de Orografía	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Velocidad de Diseño												
30 km/h											0.5	0.5
40 km/h							1.2	1.2	1.2	0.9	0.5	
50 km/h			2.6	2.6			1.2	1.2	1.2	0.9	0.9	
60 km/h	3.0	3.0	2.6	2.6	2.0	2.0	1.2	1.2	1.2	1.2		
70 km/h	3.0	3.0	3.0	3.0	2.0	2.0	1.2		1.2	1.2		
80 km/h	3.0	3.0	3.0		2.0	2.0			1.2	1.2		
90 km/h	3.0				2.0				1.2	1.2		
100 km/h	3.0				2.0							
110 km/h												
120 km/h												
130 km/h												

Fuente: Manual de Diseño de Carreteras – DG-2018-MTC

A continuación, se procede con efectuar el análisis sobre las calzadas y bermas en el tramo en estudio y su cumplimiento con lo establecido en el Manual de Diseño Geométrico DG-2018 .

Tabla 17: Anchos de calzada y bermas

Progresiva	Tipo de Sección	Ancho de Corona Medido (m)	Ancho de Calzada	Ancho de Berma	Nº Bermas	Ancho de Corona (m)	Evaluación
0+000	"A media ladera"	7.95	"6.60"	"0.90"	"2"	"8.40"	"No cumple"
0+020	"A media ladera"	7.95	"6.60"	"0.90"	"2"	"8.40"	"No cumple"
0+040	"A media ladera"	7.80	"6.60"	"0.90"	"2"	"8.40"	"No cumple"
0+060	"A media ladera"	7.72	"6.60"	"0.90"	"2"	"8.40"	"No cumple"
0+080	"A media ladera"	7.75	"6.60"	"0.90"	"2"	"8.40"	"No cumple"
0+100	"A media ladera"	7.82	"6.60"	"0.90"	"2"	"8.40"	"No cumple"
0+120	"Corte cerrado"	7.70	"6.60"	"0.90"	"2"	"8.40"	"No cumple"
0+140	"Corte cerrado"	7.70	"6.60"	"0.90"	"2"	"8.40"	"No cumple"
0+160	"A media ladera"	7.73	"6.60"	"0.90"	"2"	"8.40"	"No cumple"
0+180	"A media ladera"	7.68	"6.60"	"0.90"	"2"	"8.40"	"No cumple"
0+200	"A media ladera"	7.61	"6.60"	"0.90"	"2"	"8.40"	"No cumple"
0+220	"A media ladera"	7.84	"6.60"	"0.90"	"2"	"8.40"	"No cumple"
0+240	"A media ladera"	7.81	"6.60"	"0.90"	"2"	"8.40"	"No cumple"
0+260	"Corte cerrado"	7.93	"6.60"	"0.90"	"2"	"8.40"	"No cumple"
0+280	"A media ladera"	7.56	"6.60"	"0.90"	"2"	"8.40"	"No cumple"
0+300	"A media ladera"	7.56	"6.60"	"0.90"	"2"	"8.40"	"No cumple"
0+320	"A media ladera"	7.80	"6.60"	"0.90"	"2"	"8.40"	"No cumple"
0+340	"Corte cerrado"	7.97	"6.60"	"0.90"	"2"	"8.40"	"No cumple"
0+360	"Corte cerrado"	7.71	"6.60"	"0.90"	"2"	"8.40"	"No cumple"
0+380	"Corte cerrado"	7.51	"6.60"	"0.90"	"2"	"8.40"	"No cumple"
0+400	"Corte cerrado"	7.53	"6.60"	"0.90"	"2"	"8.40"	"No cumple"
0+420	"Corte cerrado"	7.81	"6.60"	"0.90"	"2"	"8.40"	"No cumple"
0+440	"Corte cerrado"	7.98	"6.60"	"0.90"	"2"	"8.40"	"No cumple"
0+460	"Corte cerrado"	7.98	"6.60"	"0.90"	"2"	"8.40"	"No cumple"
0+480	"A media ladera"	7.95	"6.60"	"0.90"	"2"	"8.40"	"No cumple"
0+500	"A media ladera"	7.95	"6.60"	"0.90"	"2"	"8.40"	"No cumple"
0+520	"Corte cerrado"	7.90	"6.60"	"0.90"	"2"	"8.40"	"No cumple"
0+540	"Corte cerrado"	8.50	"6.60"	"0.90"	"2"	"8.40"	"No cumple"
0+560	"Corte cerrado"	8.84	"6.60"	"0.90"	"2"	"8.40"	"No cumple"
0+580	"Corte cerrado"	7.81	"6.60"	"0.90"	"2"	"8.40"	"No cumple"
0+600	"Corte cerrado"	7.80	"6.60"	"0.90"	"2"	"8.40"	"No cumple"
0+620	"Corte cerrado"	7.74	"6.60"	"0.90"	"2"	"8.40"	"No cumple"
0+640	"Corte cerrado"	8.15	"6.60"	"0.90"	"2"	"8.40"	"No cumple"
0+660	"Corte cerrado"	8.24	"6.60"	"0.90"	"2"	"8.40"	"No cumple"

0+680	"A media ladera"	8.12	"6.60"	"0.90"	"2"	"8.40"	"No cumple"
0+700	"A media ladera"	7.87	"6.60"	"0.90"	"2"	"8.40"	"No cumple"
0+720	"Corte cerrado"	7.58	"6.60"	"0.90"	"2"	"8.40"	"No cumple"
0+740	"Corte cerrado"	7.87	"6.60"	"0.90"	"2"	"8.40"	"No cumple"
0+760	"Corte cerrado"	7.80	"6.60"	"0.90"	"2"	"8.40"	"No cumple"
0+780	"A media ladera"	7.98	"6.60"	"0.90"	"2"	"8.40"	"No cumple"
0+800	"A media ladera"	8.30	"6.60"	"0.90"	"2"	"8.40"	"No cumple"
0+820	"A media ladera"	8.29	"6.60"	"0.90"	"2"	"8.40"	"No cumple"
0+840	"A media ladera"	8.14	"6.60"	"0.90"	"2"	"8.40"	"No cumple"
0+860	"A media ladera"	7.96	"6.60"	"0.90"	"2"	"8.40"	"No cumple"
0+880	"A media ladera"	7.67	"6.60"	"0.90"	"2"	"8.40"	"No cumple"
0+900	"A media ladera"	7.70	"6.60"	"0.90"	"2"	"8.40"	"No cumple"
0+920	"A media ladera"	7.86	"6.60"	"0.90"	"2"	"8.40"	"No cumple"
0+940	"A media ladera"	7.93	"6.60"	"0.90"	"2"	"8.40"	"No cumple"
0+960	"A media ladera"	7.43	"6.60"	"0.90"	"2"	"8.40"	"No cumple"
0+980	"A media ladera"	7.32	"6.60"	"0.90"	"2"	"8.40"	"No cumple"
0+1000	"A media ladera"	7.86	"6.60"	"0.90"	"2"	"8.40"	"No cumple"
0+1020	"A media ladera"	7.93	"6.60"	"0.90"	"2"	"8.40"	"No cumple"
0+1040	"A media ladera"	7.43	"6.60"	"0.90"	"2"	"8.40"	"No cumple"
0+1050	"A media ladera"	7.32	"6.60"	"0.90"	"2"	"8.40"	"No cumple"

Fuente: Elaboración Propia / Manual de Diseño de Carreteras – DG-2018-MTC

Ante la contrastación efectuada, se concluye que, en el tramo de estudio que el ancho de la corona (2 veces la berma + calzada), solo dos progresivas están cumpliendo con el ancho de corona establecida en el Manual de Diseño Geométrico DG-2018, es decir representaría que en un 4% de las secciones evaluadas cumplen con lo establecido en dicho manual, mientras un 96% no logran cumplir con lo establecido .

iii. Bombeo

De acuerdo al trabajo de campo la vía tiene un bombeo de 2% y 3%, y que de acuerdo a lo establecido en el Manual de Diseño Geométrico DG-2018, un bombeo para una vía pavimentada con precipitaciones mayores a 500mm/año debe de ser de 2.5% .

Tabla 18: Valores de bombeo de la vía

Tipo de Superficie	Bombeo	
	Precipitaciones < 500 mm/año	Precipitaciones > 500 mm/año
Pavimento asfáltico y/o concreto portland	2	2.5
Tratamiento superficial	2.5	2.5 – 3.0
Afirmado	3.0 – 3.5	3.0 – 4.0

Fuente: Manual de Diseño de Carreteras – DG-2018-MTC

Tabla 19: Evaluación de Bombeos

Progresiva	Lado Izquierdo	Lado Derecho	Lado Izquierdo	Lado Derecho
0+000	2.00%	2.50%	No cumple	Cumple
0+020	2.00%	3.00%	No cumple	No cumple
0+040	2.50%	2.50%	Cumple	Cumple
0+060	3.00%	2.00%	No cumple	No cumple
0+080	2.00%	2.50%	No cumple	Cumple
0+100	2.50%	3.50%	Cumple	No cumple
0+120	3.50%	2.00%	No cumple	No cumple
0+140	2.50%	2.50%	Cumple	No cumple
0+160	2.50%	2.50%	Cumple	Cumple
0+180	2.50%	2.50%	Cumple	Cumple
0+200	2.50%	2.50%	Cumple	Cumple
0+220	2.00%	2.00%	No cumple	No cumple
0+240	2.50%	3.00%	Cumple	No cumple
0+260	2.00%	2.50%	No cumple	Cumple
0+280	2.00%	2.50%	No cumple	No cumple
0+300	2.00%	2.50%	No cumple	No cumple
0+320	2.00%	2.50%	Cumple	Cumple
0+340	2.00%	2.50%	No cumple	No cumple
0+360	2.00%	2.50%	No cumple	Cumple
0+380	2.00%	2.50%	No cumple	Cumple
0+400	2.00%	2.50%	Cumple	Cumple
0+420	2.00%	2.50%	Cumple	Cumple
0+440	2.00%	2.50%	Cumple	Cumple
0+460	2.00%	2.50%	No cumple	No cumple
0+480	2.00%	2.50%	No cumple	No cumple
0+500	2.00%	2.50%	Cumple	Cumple
0+520	2.00%	2.50%	No cumple	No cumple

0+540	2.00%	2.50%	No cumple	No cumple
0+560	2.00%	2.50%	No cumple	No cumple
0+580	2.00%	2.50%	No cumple	Cumple
0+600	2.00%	2.50%	No cumple	Cumple
0+620	2.00%	2.50%	No cumple	No cumple
0+640	2.00%	2.50%	Cumple	Cumple
0+660	2.00%	2.50%	No cumple	Cumple
0+680	2.00%	2.50%	Cumple	Cumple
0+700	2.00%	2.50%	Cumple	Cumple
0+720	2.00%	2.50%	Cumple	Cumple
0+740	2.00%	2.50%	No cumple	No cumple
0+760	2.00%	2.50%	Cumple	Cumple
0+780	2.00%	2.50%	Cumple	Cumple
0+800	2.00%	2.50%	No cumple	No cumple
0+820	2.00%	2.50%	Cumple	Cumple
0+840	2.00%	2.50%	No cumple	No cumple
0+860	2.00%	2.50%	No cumple	No cumple
0+880	2.00%	2.50%	Cumple	Cumple
0+900	2.00%	2.50%	Cumple	Cumple
0+920	2.00%	2.50%	Cumple	Cumple
0+940	2.00%	2.50%	No cumple	No cumple
0+960	2.00%	2.50%	No cumple	No cumple
0+980	2.00%	2.50%	Cumple	Cumple
0+1000	2.00%	2.50%	Cumple	No cumple
0+1020	2.00%	2.50%	No cumple	No cumple
0+1040	2.00%	2.50%	Cumple	Cumple
0+1050	2.00%	2.50%	Cumple	No cumple

Fuente: *Elaboración Propia / Manual de Diseño de Carreteras – DG-2018-MTC*

Ante la contrastación efectuada, se concluye que, en el tramo de estudio el bombeo para el lado izquierdo de la calzada solo 19 secciones cumplen con tener un bombeo de 2.5%, y para el lado derecho de la calzada solo 22 secciones cumplen con tener un bombeo de 2.5%, con respecto a lo establecido en el Manual de Diseño Geométrico DG-2018, es decir representaría que en un 48% de las secciones evaluadas cumplen con lo establecido en dicho manual, mientras un 52% no logran cumplir con lo establecido .

iv. Peralte

De acuerdo al Manual de Diseño Geométrico DG-2018 las curvas deben presentar los siguientes peraltes, como se muestra en la siguiente tabla:

Tabla 20: Valores establecidos para los peraltes

“Velocidad (km/h)”	40	60	80	≥ 100
“Radio (m)”	3,500	3,500	3,500	7,500

Fuente: Manual de Diseño de Carreteras – DG-2018-MTC

Asimismo, en la siguiente tabla se puede determinar que el peralte máximo para áreas con terrenos accidentados o escarpados es de un 8%, como a continuación se procede a detallar:

Tabla 21: Valores establecidos para peraltes máximos

Pueblo o Ciudad	Peralte Máximo (p)	
	Absoluto	Normal
“Atravesamiento de zonas urbanas”	6.0%	4.0%
“Zona rural (T. Plano, Ondulado o Accidentado)”	8.0%	8.0%
“Zona rural (T. Accidentado o Escarpado)”	12.0%	8.0%
“Zona rural con peligro de hielo”	8.0%	6.0%

Fuente: Manual de Diseño de Carreteras – DG-2018-MTC

De tal manera, que, para el cálculo de los peraltes de las curvas en cada PI del tramo de estudio, es necesario usar la siguiente formula :

$$P = \frac{V^2}{127R} - f$$

Donde:

“P: peralte máximo asociado a V”

“V: Velocidad de diseño (km/h)”

“R: Radio mínimo absoluto (m)”

“f: Coeficiente de fricción lateral máximo asociado a V”.

Que, de acuerdo al levantamiento de información en los trabajos de campo, se muestra a continuación los valores de los peraltes existentes en el tramo en estudio, como a continuación se muestra en el siguiente cuadro:

Tabla 22: Peraltes existentes en el Tramo en Estudio

Descripción	%
PI -01	0.84
PI -02	4.30
PI -03	0.15
PI -04	4.62
PI -05	6.24
PI -06	2.26
PI -07	3.82
PI -08	1.10
PI -05	1.87

Fuente: Trabajo de Campo

Seguidamente procedemos con efectuar la evaluación entre los resultados del trabajo de campo para hallar los peraltes con respecto a lo establecido en el Manual de Diseño Geométrico DG-202.2618, obteniendo los siguientes resultados :

Tabla 23: Evaluación de peraltes

Descripción	Peralte Calculado		Peralte Absoluto Según Norma	Peralte en Campo	Evaluación
	Radio	%			
PI -01	500	3.10	“8”	1.00	“Cumple”
PI -02	90	8.00	“8”	4.00	“No cumple”
PI -03	500	3.10	“8”	0.00	“No cumple”
PI -04	55	19.79	“8”	5.00	“No cumple”
PI -05	90	8.00	“8”	6.00	“No cumple”
PI -06	100	3.70	“8”	2.00	“No cumple”
PI -07	100	3.70	“8”	4.00	“Cumple”
PI -08	500	3.10	“8”	1.00	“No cumple”
PI -05	90	8.00	“8”	2.00	“No cumple”

Fuente: Manual de Diseño de Carreteras – DG-2018-MTC

Ante la contrastación efectuada, se concluye que, en el tramo de estudio solo existe dos curvas que cumple y siete curvas que no cumplen con el peralte establecido por el Manual de Diseño Geométrico DG-2018, es decir representaría que en un 22% de las curvas evaluadas cumplen con lo establecido en dicho manual, mientras un 87.5% no logran cumplir con lo establecido .

v. Cunetas

Efectuado el trabajo de campo, la vía presenta cunetas de forma triangular de concreto revestidas, pero de diferentes medidas, no cumplimiento con la sección de 0.40*1.20 m establecido en el Manual de Hidrología, Hidráulica y Drenaje del MTC, como a continuación se muestra en las siguientes tablas :

Tabla 24: Estándar de las dimensiones mínimas de las cunetas triangulares

Región	Profundidad (m)	Ancho (m)
“Seca (<400mm/año)”	0.20	0.50
“Lluviosa (De 400 a < 1600 mm/año)”	0.30	0.75
“Muy lluviosa (De 1600 a < 3000 mm/año)”	0.40	1.20
“Muy lluviosa > (3000 mm/año)”	0.30*	1.20

“(*Sección Trapezoidal con un ancho mínimo de fondo de 0.30)”

Fuente: Manual de Hidrología, Hidráulica y Drenaje (2012)-MTC

Tabla 25: Evaluación de las cunetas lado izquierdo

Progresiva	Tipo de Sección	Ancho de Cuneta	Según Criterio	Alto de Cuneta	Según Criterio
0+000	“A media Ladera”	1.21	“Cumple”	0.37	“Cumple”
0+020	“A media Ladera”	1.2	“Cumple”	0.35	“Cumple”
0+040	“A media Ladera”	1.19	“Cumple”	0.35	“Cumple”
0+060	“A media Ladera”	1.21	“Cumple”	0.34	“Cumple”
0+080	“A media Ladera”	1.22	“Cumple”	0.35	“Cumple”
0+100	“A media Ladera”	1.22	“Cumple”	0.34	“Cumple”
0+120	“Corte cerrado”	1.22	“Cumple”	0.35	“Cumple”
0+140	“Corte cerrado”	1.23	“Cumple”	0.38	“Cumple”
0+160	“A media Ladera”	1.2	“Cumple”	0.37	“Cumple”
0+180	“A media Ladera”	1.21	“Cumple”	0.37	“Cumple”
0+200	“A media Ladera”	1.2	“Cumple”	0.33	“Cumple”
0+220	“A media Ladera”	1.2	“Cumple”	0.3	“Cumple”
0+240	“A media Ladera”	1.23	“Cumple”	0.56	“Cumple”

0+260	Corte cerrado	1.22	"Cumple"	0.35	"Cumple"
0+280	"A media Ladera"	1.22	"Cumple"	0.38	"Cumple"
0+300	"A media Ladera"	1.22	"Cumple"	0.39	"Cumple"
0+320	"No tiene"	---	---	---	---
0+340	"No tiene"	---	---	---	---
0+360	"No tiene"	---	---	---	---
0+380	"No tiene"	---	---	---	---
0+400	"No tiene"	---	---	---	---
0+420	"No tiene"	---	---	---	---
0+440	"Corte abierto"	1.21	"Cumple"	0.35	"Cumple"
0+460	"Corte abierto"	1.22	"Cumple"	0.39	"Cumple"
0+480	"A media Ladera"	1.22	"Cumple"	0.4	"Cumple"
0+500	"A media Ladera"	1.23	"Cumple"	0.33	"Cumple"
0+520	"Corte cerrado"	1.22	"Cumple"	0.35	"Cumple"
0+540	"Corte cerrado"	1.21	"Cumple"	0.36	"Cumple"
0+560	"Corte cerrado"	1.2	"Cumple"	0.34	"Cumple"
0+580	"Corte abierto"	1.22	"Cumple"	0.39	"Cumple"
0+600	"No tiene"	---	---	---	---
0+620	"No tiene"	---	---	---	---
0+640	"No tiene"	---	---	---	---
0+660	"Corte abierto"	1.22	"Cumple"	0.33	"Cumple"
0+680	"A media Ladera"	1.22	"Cumple"	0.34	"Cumple"
0+700	"A media Ladera"	1.21	"Cumple"	0.35	"Cumple"

0+720	"Corte abierto"	1.21	"Cumple"	0.38	"Cumple"
0+740	"Corte abierto"	90.32	"Cumple"	0.37	"Cumple"
0+760	"Corte abierto"	1.22	"Cumple"	0.39	"Cumple"
0+780	"A media Ladera"	1.23	"Cumple"	0.37	"Cumple"
0+800	"A media Ladera"	1.22	"Cumple"	0.36	"Cumple"
0+820	"A media Ladera"	1.21	"Cumple"	0.34	"Cumple"
0+840	"A media Ladera"	1.22	"Cumple"	0.35	"Cumple"
0+860	"A media Ladera"	1.22	"Cumple"	0.45	"Cumple"
0+880	"A media Ladera"	1.22	"Cumple"	0.33	"Cumple"
0+900	"A media Ladera"	1.22	"Cumple"	0.35	"Cumple"
0+920	"A media Ladera"	1.22	"Cumple"	0.39	"Cumple"
0+940	"No tiene"	---	---	---	---
0+960	"No tiene"	---	---	---	---
0+980	"No tiene"	---	---	---	---
0+1000	"A media Ladera"	1.21	"Cumple"	0.36	"Cumple"
0+1020	"No tiene"	---	---	---	---

0+1040	“No tiene”	---	---	---	---
0+1050	“A media Ladera”	1.23	“Cumple”		“Cumple”

Fuente: Elaboración propia / Manual de Hidrología, Hidráulica y Drenaje (2012)-MTC

Tabla 26: Evaluación de las cunetas lado derecho

Progresiva	Tipo de Sección	Ancho de Cuneta	Según Criterio	Alto de Cuneta	Según Criterio
0+000	“No tiene”	---	---	---	---
0+020	“No tiene”	---	---	---	---
0+040	“No tiene”	---	---	---	---
0+060	“No tiene”	---	---	---	---
0+080	“No tiene”	---	---	---	---
0+100	“A media Ladera”	1.22	“Cumple”	0.36	“Cumple”
0+120	“Corte cerrado”	1.21	“Cumple”	0.35	“Cumple”
0+140	“Corte cerrado”	1.23	“Cumple”	0.35	“Cumple”
0+160	“A media Ladera”	1.23	“Cumple”	0.37	“Cumple”
0+180	“No tiene”	---	---	---	---
0+200	“No tiene”	---	---	---	---
0+220	“No tiene”	---	---	---	---
0+240	“No tiene”	---	---	---	---
0+260	“No tiene”	---	---	---	---
0+280	“No tiene”	---	---	---	---
0+300	“No tiene”	---	---	---	---
0+320	“No tiene”	---	---	---	---
0+340	“No tiene”	---	---	---	---
0+360	“No tiene”	---	---	---	---
0+380	“No tiene”	---	---	---	---
0+400	“No tiene”	---	---	---	---
0+420	“No tiene”	---	---	---	---
0+440	“No tiene”	---	---	---	---
0+460	“No tiene”	---	---	---	---
0+480	“No tiene”	---	---	---	---
0+500	A media Ladera	1.22	“Cumple”	0.33	“Cumple”
0+520	“Corte cerrado”	1.23	“Cumple”	0.35	“Cumple”
0+540	“Corte cerrado”	1.22	“Cumple”	0.3	“Cumple”
0+560	“Corte cerrado”	1.21	“Cumple”	0.35	“Cumple”
0+580	“Corte abierto”	1.21	“Cumple”	1.00	“Cumple”
0+600	“No tiene”	---	---	---	---
0+620	“No tiene”	---	---	---	---

0+640	"No tiene"	---	---	---	---
0+660	Corte abierto	1.21	"Cumple"	0.36	"Cumple"
0+680	A media Ladera	1.21	"Cumple"	0.36	"Cumple"
0+700	A media Ladera	1.22	"Cumple"	0.35	"Cumple"
0+720	Corte cerrado	1.22	"Cumple"	0.36	"Cumple"
0+740	Corte cerrado	1.22	"Cumple"	0.35	"Cumple"
0+760	Corte cerrado	1.21	"Cumple"	0.36	"Cumple"
0+780	A media Ladera	1.22	"Cumple"	0.36	"Cumple"
0+800	A media Ladera	1.23	"Cumple"	0.36	"Cumple"
0+820	"No tiene"	---	---	---	---
0+840	"No tiene"	---	---	---	---
0+860	"No tiene"	---	---	---	---
0+880	"No tiene"	---	---	---	---
0+900	"No tiene"	---	---	---	---
0+920	"No tiene"	---	---	---	---
0+940	"No tiene"	---	---	---	---
0+960	"No tiene"	---	---	---	---
0+980	"No tiene"	---	---	---	---
0+1000	"No tiene"	---	---	---	---
0+1020	"No tiene"	---	---	---	---
0+1040	"No tiene"	---	---	---	---
0+1050	"No tiene"	---	---	---	---

Fuente: Elaboración propia / Manual de Hidrología, Hidráulica y Drenaje (2012)-MTC

Ante la contrastación efectuada, se concluye que, en el tramo de estudio el diseño de las cunetas existentes, sea lado izquierdo y derecho, logran cumplir con las especificaciones determinadas en el Manual de Diseño Geométrico DG-2018 .

Por lo tanto: en resumen, de todo lo evaluado en función a los parámetros de diseño geométrico en planta, perfil y sección transversal, se obtuvo los siguientes resultados :

Tabla 27: Resumen de parámetros de Diseño

Descripción	Parámetro
IMDA (Veh/día)	235 Veh/día
Clasificación de Carretera	Tercera clase
Orografía	Ondulada (tipo 2)
Vehículo de Diseño	T3S3
Velocidad de Diseño	50 km/h

Fuente: Manual de Diseño de Carreteras – DG-2018-MTC

Tabla 28: Resumen de los resultados de evaluación

Parámetros de Diseño		DG-2018 / Cálculo	Evaluación		
			Cumple	No Cumple	No Necesita
Planta	Longitud tramo en tangente (LTT)	69.50m	1	8	--
		139.00m			
	Radio mínimos (R_{min})	85m	8	1	--
Perfil	Longitud de Curva Min	25m	5	2	--
	Pendiente	1.47%	6	--	1
		6.60%			
Transversal	Ancho de Corona	8.40m	2	52	--
	Bombeo de calzada (Lado Derecho)	2.5%	22	22	
	Bombeo de calzada (Lado Izquierdo)	2.5%	19	25	
	Peraltes	8%	2	7	3
	Alto de Cuneta (Lado Derecho)	0.30m	17	--	--
	Alto de Cuneta (Lado Izquierdo)	0.30m	39	--	--
	Ancho de Cuneta (Lado Derecho)	1.20m	17	--	--
Ancho de Cuneta (Lado Izquierdo)	1.20m	39	--	--	

Fuente: Manual de Diseño de Carreteras – DG-2018-MTC

5.3. Propuesta de diseño geométrico

En base a los resultados encontrados, procedemos con efectuar la propuesta de diseño geométrico, en el cual se obtiene los siguientes resultados :

A. Característica del tránsito

En función al estudio de tráfico a través del conteo vehicular se determinó que índice medio diario anual de tránsito (IMDA) proyectado para la vía es de 235 veh/día, ya que esta vía es considerada como una carretera de tercera clase en concordancia a lo establecido en el Manual de Diseño Geométrico DG-2018. En anexos se adjunta el resultado en una hoja de resumen de conteo vehicular

B. Clasificación de la carretera

i. En función a la demanda

Contando con un resultado para un IMDA proyectado de 235 veh/día, entonces la vía se clasifica como carretera de tercera clase, presentando las siguientes características establecidas en el Manual de Diseño Geométrico DG-2018.

Tabla 29: Clasificación de carreteras en función a su demanda

Características	1° Clase	2° Clase	3° Clase	Trochas Carrozables
"IMDA (veh/día)"	4000 - 2001	200 - 400	<400	<200
"N° de carriles"	2	2	2	1
"Ancho mínimo (mm)"	3.6	3.3	3	3.5
"Superficie de rodadura"	Pavimento	Pavimento	Pavimento	Afirmado

Fuente: Manual de Diseño de Carreteras – DG-2018-MTC

i. En función a la orografía

Con el trabajo de campo, se determinó las pendientes longitudinales y transversales con que cuenta el terreno de la vía, la cual presenta los siguientes resultados:

Tabla 30: Pendientes transversales de la vía

Ítem	% IZQ	KM	% DER	Item	% IZQ	KM	% DER
1	3.10	0+000	3.05	28	65.5	0+540	3.24
2	3.00	0+020	18.12	29	42.01	0+560	32.75
3	12.80	0+040	12.52	30	10.08	0+580	14.2
4	12.91	0+060	12.52	31	16.54	0+600	18.38
5	0.65	0+080	3.24	32	54.14	0+620	5.36
6	0.62	0+100	7.54	33	21.54	0+640	22.78
7	1.57	0+120	37.32	34	18.49	0+660	31.98
8	12.52	0+140	37.32	35	30.4	0+680	22.82
9	19.90	0+160	21.24	36	26.52	0+700	1.9
10	8.30	0+180	21.24	37	30.4	0+720	1.44
11	68.60	0+200	21.24	38	61.21	0+740	13.78
12	21.00	0+220	16.58	39	42.58	0+760	8.68
13	11.40	0+240	15.84	40	26.54	0+780	14.27
14	12.81	0+260	7.8	41	27.11	0+800	11.42
15	11.47	0+280	5.6	42	15.24	0+820	11.42
16	7.56	0+300	8.25	43	15.24	0+840	14.27
17	10.48	0+320	14.75	44	12.1	0+860	15.41
18	40.90	0+340	11.26	45	5.1	0+880	20.81
19	29.20	0+360	12.43	46	15.29	0+900	18.65
20	21.52	0+380	17.45	47	12.56	0+920	22.05
21	10.35	0+400	32.24	48	15.23	0+940	22.05
22	10.30	0+420	36.54	49	12.23	0+960	16.85
23	10.51	0+440	15.87	50	22.54	0+980	14.57
24	10.51	0+460	14.14	51	18.95	0+1000	12.56
25	8.80	0+480	9.8	52	15.24	0+1020	14.25
26	16.32	0+500	2.36	53	15.24	0+1040	12.58
27	9.82	0+520	3.85	54	18.24	0+1050	15.57

Fuente: Levantamiento Topográfico

Como resultados, se obtuvo que la pendiente promedio de las secciones transversales, para el lado izquierdo es de 35.45% y lado derecho es de 30.12%. que en promedio de ambos lados es de 32.78%, de tal manera que puede ser considera como una carretera de terreno ondulado (tipo 2), tal como lo establece el Manual de Diseño Geométrico DG-2018”.

Tabla 31: Pendientes Longitudinales de la vía

Progresiva	Pendiente
0+018.52	-5.95%
0+042.12	-3.44%
0+423.27	-5.28%
0+512.54	-4.44%
0+612.72	-6.52%
0+708.01	-4.11%
0+800.10	-1.47%
0+990.52	-3.56%

Fuente: Levantamiento Topográfico

Como resultados, se obtuvo que la pendiente promedio para secciones longitudinales, como valor mínimo de 1.47%, valor máximo 6.60% y como valor promedio de ambos se tiene el 4.48%, por tanto, la vía es clasificada como una carretera de terreno ondulado (tipo 2), tal como lo establece el Manual de Diseño Geométrico DG-2018 .

Tabla 32: Clasificación de carreteras en función a su orografía

Características	Tipo 1	Tipo 2	Tipo 3	Tipo 4
Terreno	Plano	Ondulado	Accidentado	Escarpado
% Longitudinal	<3%	3 y 6	6 y 8	>8%
% Transversal	≤ 10%	11 y 50	51 y 100	>100%

Fuente: Manual de Diseño de Carreteras – DG-2018-MTC

C. Velocidad de diseño

Con los resultados obtenidos de la clasificación por demanda y orografía, se logra determinar la velocidad de diseño para la vía en estudio, obteniendo los siguientes resultados :

Tabla 33: Velocidad de diseño de la vía

Clasificación	Orografía	Velocidad de Diseño de un tramo homogéneo VTR (Km/h)										
		30	40	50	60	70	80	90	100	110	120	130
“Autopistade Primera Clase”	“Plano”											
	“Ondulado”											
	“Accidentado”											
	“Escarpado”											
“Autopistade 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”											

Fuente: Manual de Diseño de Carreteras – DG-2018-MTC

Por tanto, podemos señalar que, en el tramo de estudio, la velocidad de diseño es de 40 a 90 km/h, de tal manera que se tomara como velocidad de diseño de 50 km/h.

D. Propuesta del diseño geométrico en planta o alineamiento horizontal

De acuerdo a los resultados del trabajo de campo, procedemos a señalar los elementos de curva que contiene la vía en estudio, como se observa en la siguiente tabla.

Tabla 34: Velocidad de diseño de la Vía

P.I. #	Delta (° ' ")	Sentido	R (m)	T (m)	Lc (m)	C (m)	EXT (m)	P.I.	P.C.	P.T.	Peralte (%)	Sobre Ancho (m)	Este	Norte
PI:1	15°03'07"	DER	90	11.890	23.64	23.58	0.78	0+305.91	0+317.66	0+317.66	8.00	1.80	93056.9269	8794847.0215
PI:2	76°00'51"	DER	150	117.22	199.0	184.7	40.4	0+621.83	0+703.62	0+703.62	6.50	1.20	93347.3890	8794971.6346
PI:3	6°29'54"	DER	150	8.515	17.01	17.00	0.24	0+852.86	0+844.34	0+861.35	6.50	1.20	393508.5143	8794759.4042
PI:4	11°24'55"	IZQ	90	8.995	17.93	17.90	0.45	0+984.81	0+975.82	0+993.75	8.00	1.80	393575.9073	8794645.9355

Fuente: Estudio de Levantamiento Topográfico

➤ **Los tramos en tangente**

Para poder identificar que los tramos en tangente cuentan con las longitudes adecuadas en concordancia al Manual de Diseño Geométrico de Carreteras DG-2018, se establece los criterios mínimos como resultado de las ecuaciones de dicho manual, como son :

- ✓ Dos curvas de sentido contrario en S – Longitud recta mínima es resultado de:

$$L(\text{min. } S) = 1.39Vd \quad (Vd \text{ es la velocidad de diseño})$$

Al remplazar valores se obtiene:

$$L(\text{min. } S) = 1.39 * 50 = 69.5\text{m}$$

- ✓ Dos curvas del mismo sentido O – Longitud recta mínima es resultado de:

$$L(\text{min. } O) = 2.78Vd \quad (Vd \text{ es la velocidad de diseño})$$

Al remplazar valores se obtiene:

$$L(\text{min. } S) = 2.78 * 50 = 139\text{m}$$

- ✓ En tramo recto, su longitud máxima es:

$$L_{\text{max}} = 16.70Vd \quad (Vd \text{ es la velocidad de diseño})$$

Al remplazar valores se obtiene:

$$L(\text{min. } S) = 16.70 * 50 = 835\text{m}$$

Realizado los cálculos de las longitudes, se procede en efectuar las comparaciones con las longitudes en tramos en tangente con que cuenta la vía en estudio, de tal manera que nos permita determinar su cumplimiento con lo establecido en el manual de diseño .

Tabla 35: Contraste de la longitud en tangentes

P.I.	Radio (m)	Deflexión	Sen tido	En Tangente	L.T.T (m)	Clasificación O/ S	L. min (m)	Verificación
Inicio	----	---	---	Inicio – PI1	294.017	L. min. O	139	Cumple
PI1	90	15°03'07"	D	PI1–PI2	185.941	L. min. O	139	Cumple
PI2	150	76°00'54"	D	PI2–PI3	139.524	L. min. O	139	Cumple
PI3	150	5°28'51"	D	PI3–PI4	114.75	L. min. O	69.5	Cumple
PI4	90	11°01'10"	I	PI4–PI5	4.868	Proyección	---	----

Fuente: Elaboración propia / Manual de Diseño Geométrico DG-2018 - MTC

Ante la contrastación efectuada, se concluye que, del total de los cuatro tramos en tangente, cumplen con la longitud exigida en el Manual de Diseño Geométrico DG-2018, es decir representaría que en un 100% de los tramos en tangente cumplen con lo establecido en dicho manual .

➤ **En curvas circulares**

Para el diseño de las curvas circulares se está tomando en cuenta los radios mínimos establecidos en el Manual de Diseño Geométrico de Carreteras DG-2018, los cuales a su vez deben ser determinados de la siguiente manera :

$$R_{\min} = \frac{V^2}{1.27(0.01 * P_{\max} + f_{\max})}$$

$$R_{\min} = \frac{50^2}{1.27(0.01 * 8 + 0.16)}$$

$$R_{\min} = 82.02\text{m}$$

De acuerdo al Manual de Diseño Geométrico de Carreteras DG-2018, se efectúa necesariamente el redondeo al valor calculado, se obtiene un resultado de radio mínimo de 85m .|

En el caso de curvas de vuelta, el radio mínimo se calcula con la siguiente ecuación :

$$R_{\min} = 15 + \frac{\text{ancho de calzada}}{2}$$

$$R_{\min} = 15 + \frac{6.00}{2}$$

$$R_{\min} = 18\text{m}$$

Realizado los cálculos de los radios mínimos, se procede en efectuar las comparaciones con los radios mínimos con que cuenta la vía en estudio, para determinar su cumplimiento con lo establecido en el manual de diseño.

Tabla 36: Contraste del Radio Mínimo

P.I. #	Progresiva Inicial	Progresiva Final	Radio (m)	R. min (m)	Verificación
PI1	0+293.12	0+318.16	90	85	Cumple
PI2	0+504.62	0+706.52	150	85	Cumple
PI3	0+841.32	0+861.25	150	85	Cumple
PI4	0+975.21	0+992.14	90	85	Cumple

Fuente: Elaboración propia / Manual de Diseño Geométrico DG-2018 – MTC

E. Propuesta del diseño geométrico en perfil

➤ En Pendiente

Que de acuerdo al Manual de Diseño Geométrico de Carreteras DG-2018, la pendiente mínima no deberá ser menor a 0.5%, y si la calzada posee un bombeo de 2%, al no existir cunetas y/o bermas, excepcionalmente se puede adoptar sectores con pendientes mínimas de 0.2%, y en el caso de las pendientes máximas se muestra en el siguiente cuadro :

Tabla 37: Pendientes máximas (%)

Clasificación	Carretera				Carretera				Carretera			
	4,000 – 2,001				2,000 - 400				< 400			
Tráfico de Vehículos / día	Primera Clase				Segunda Clase				Tercera Clase			
Características	Primera Clase				Segunda Clase				Tercera Clase			
Tipo de Orografía	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Velocidad de Diseño												
30 km/h											10.0	10.0
40 km/h								9.00	8.00	9.00	10.0	
50 km/h			7.00	7.00			8.00	9.00	8.00	8.00	8.00	
60 km/h	6.00	6.00	7.00	7.00	6.00	7.00	8.00	9.00	8.00	8.00		
70 km/h	6.00	6.00	7.00	7.00	6.00	6.00	7.00		7.00	7.00		
80 km/h	6.00	6.00	6.00		6.00	6.00			7.00	7.00		
90 km/h	5.00	5.00			6.00				6.00	6.00		
100 km/h	5.00				6.00							

110 km/h												
120 km/h												
130 km/h												

Fuente: Elaboración propia / Manual de Diseño Geométrico DG-2018 – MTC

Tabla 38: La pendiente en Diseño y elementos de Alineamiento Vertical

P.I. #	Tipo de Curva	Pendiente (%)		Longitud de Curva	Progresiva Piv. (m)	Elevación Piv. (msnm)	Progresiva PTv (m)
		Entrada	Salida				
PI1	Cóncava	-5.96	-3.88	25	0+019.53	4395.168	0+007.42
PI2	Convexa	-3.88	-5.38	25	0+046.20	4396.105	0+034.62
PI3	Cóncava	-5.38	-2.8	80	0+658.53	4364.254	0+618.01
PI4	Convexa	-2.8	-3.5	50	0+848.61	4369.112	0+824.22

Fuente: Elaboración propia / Manual de Diseño Geométrico DG-2018 – MTC

Ante la contrastación efectuada, se concluye que los cuatro tipos de curva con respecto a su pendiente cumplen lo mínimo y máximo de acuerdo a lo establecido en el Manual de Diseño Geométrico DG-2018 .

➤ **En curvas verticales**

En el proceso del diseño de las curvas verticales, es necesario considerar los tramos consecutivos que tengan en sus pendientes una diferencia algebraica de igual o mayor a 1%

Para verificar si las curvas verticales cumplen con los parámetros de diseño establecidos por Manual de Diseño Geométrico DG-2018, en su distancia de visibilidad se usó la pendiente más crítica, por ello se modelo en el programa de AUTOCAD CIVL 3D las curvas verticales cóncavas y convexas simétricas, obteniéndose los siguientes resultados :

✓ **Convexas**

De acuerdo al Manual de Diseño Geométrico DG-2018, en su cálculo, de tal manera que se cuente con su visibilidad de parada (Dp), se utiliza la altura de ojo (h1 = 1.07m) y de objeto (h2=0.15m), y así como las siguientes ecuaciones :

Si Dp < L

$$L = \frac{ADp^2}{404}$$

Si Dp > L

$$L = 2Dp - \frac{404}{A}$$

✓ **Cóncavas**

Asimismo, de acuerdo al Manual de Diseño Geométrico DG-2018, en su cálculo, de tal manera que se cuente con su visibilidad de parada (Dp), para una mayor se debe considerar el valor de D igual a Dp y de utilizar las siguientes ecuaciones :

Si Dp < L

$$L = \frac{AD_a^{2x}}{946}$$

Si Dp > L

$$L = 2Da - \frac{946}{A}$$

Por tanto, en función a las ecuaciones, se procedió a calcular el siguiente cuadro:

Tabla 39: La pendiente en Diseño y elementos de Alineamiento Vertical

N° Curva	I		Diferencia Algebraica	Necesita Curva	Tipo de Curva	Pendiente Crítica (%)	Dp (m)	L. Curva (m)	K	Lcy min	Evaluación
	1 (%)	2 (%)									
Fiv-1	5.96	3.88	2.08	SI	Cóncava	5.96	65	25	13.00	25	Cumple
Fiv-2	3.88	5.38	1.50	SI	Convexa	3.88	65	25	138.00	15.65	Cumple
Fiv-3	5.38	2.7	2.68	SI	Cóncava	5.38	65	80	13.00	32.58	Cumple
Fiv-4	2.7	3.5	0.8	NO	Convexa	3.5	65	50	138.00	8.35	Cumple

Fuente: Elaboración propia / Manual de Diseño Geométrico DG-2018 – MTC

Ante la contrastación efectuada, se concluye que los cuatro tipos de curva con respecto a su pendiente cumplen lo mínimo y máximo de acuerdo a lo establecido en el Manual de Diseño Geométrico DG-2018 .

F. Propuesta del Diseño Geométrico en Secciones Transversales

Propuesta que es efectuado con el análisis de los parámetros de diseño que contempla tanto las secciones transversales y su respectivo cumplimiento con la seguridad vial –nominal establecida en el Manual de Diseño Geométrico DG-2018 .

➤ Superficie de Rodadura o Calzada

En función al Manual de Diseño Geométrico DG-2018, el ancho mínimo de la calzada para esta vía debe de ser 6.6m contando con 2 carriles, como se detalla a continuación :

Tabla 40: Anchos mínimos de calzada en tangente

Clasificación	Carretera				Carretera				Carretera			
Tráfico de Vehículos / día	4,000 – 2,001				2,000 - 400				< 400			
Características	Primera Clase				Segunda Clase				Tercera Clase			
Tipo de Orografía	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Velocidad de Diseño												
30 km/h											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	6.60	6.60	6.60	6.60		
70 km/h	7.20	7.20	7.20	7.20	7.20	7.20		6.60	6.60			
80 km/h	7.20	7.20	7.20		7.20			6.60	6.60			
90 km/h	7.20	7.20			7.20			6.60	6.60			
100 km/h	7.20				7.20							
110 km/h												
120 km/h												
130 km/h												

Fuente: Manual de Diseño Geométrico DG-2018 – MTC

➤ Bermas

De acuerdo a la velocidad de diseño y orografía la clasificación de la vía le corresponde un ancho de berma de 0.90m a cada lado, tal como lo establece el Manual de Diseño Geométrico DG-2018 .

Tabla 41: Anchos de bermas

Clasificación	Carretera				Carretera				Carretera			
Tráfico de Vehículos / día	4,000 – 2,001				2,000 - 400				< 400			
Características	Primera Clase				Segunda Clase				Tercera Clase			
Tipo de Orografía	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Velocidad de Diseño												
30 km/h											0.5	0.5
40 km/h								1.2	1.2	0.9	0.5	
50 km/h			2.6	2.6			1.2	1.2	1.2	0.9	0.9	
60 km/h	3.0	3.0	2.6	2.6	2.0	2.0	1.2	1.2	1.2	1.2		
70 km/h	3.0	3.0	3.0	3.0	2.0	2.0	1.2		1.2	1.2		
80 km/h	3.0	3.0	3.0		2.0	2.0			1.2	1.2		
90 km/h	3.0				2.0				1.2	1.2		
100 km/h	3.0				2.0							
110 km/h												
120 km/h												
130 km/h												

Fuente: Manual de Diseño Geométrico DG-2018 – MTC

➤ **Bombeo**

De acuerdo a lo establecido en el Manual de Diseño Geométrico DG-2018, un bombeo para una vía pavimentada con precipitaciones mayores a 500mm/año debe de ser de 2.5%

Tabla 42: Valor del bombeo en la vía

"Tipo de Superficie"	"Bombeo"	
	"Precipitaciones < 500 mm/año"	"Precipitaciones > 500 mm/año"
"Pavimento asfáltico y/o concreto portland"	2	2.5
"Tratamiento superficial"	2.5	2.5 – 3.0
"Afirmado"	3.0 – 3.5	3.0 – 4.0

Fuente: Manual de Diseño Geométrico DG-2018 – MTC

➤ **Peralte**

De acuerdo al Manual de Diseño Geométrico DG-2018 las curvas deben presentar los siguientes peraltes, como se muestra en la siguiente tabla :

Tabla 43: Valores establecidos para los peraltes

Velocidad (km/h)	40	60	80	≥ 100
Radio (m)	3,500	3,500	3,500	7,500

Fuente: Manual de Diseño Geométrico DG-2018 – MTC

Asimismo, en la siguiente tabla se puede determinar que el peralte máximo para áreas con terrenos accidentados o escarpados es de un 8%, como a continuación se procede a detallar :

Tabla 44: Valores establecidos para peraltes máximos

Pueblo o Ciudad	Peralte Máximo (p)	
	Absoluto	Normal
“Atravesamiento de zonas urbanas”	6.0%	4.0%
“Zona rural (T. Plano, Ondulado o Accidentado)”	8.0%	8.0%
“Zona rural (T. Accidentado o Escarpado)”	12.0%	8.0%
“Zona rural con peligro de hielo”	8.0%	6.0%

Fuente: Manual de Diseño Geométrico DG-2018 – MTC

De tal manera, que, para el cálculo de los peraltes de las curvas en cada PI del tramo de estudio, es necesario usar la siguiente formula:

$$P = \frac{V^2}{127R} - f$$

Donde:

“P: peralte máximo asociado a V”

“V: Velocidad de diseño (km/h)”

“R: Radio mínimo absoluto (m)”

“f: Coeficiente de fricción lateral máximo asociado a V”.

Asimismo, en la siguiente tabla se muestra los valores de los peraltes propuestos con el presente diseño, en concordancia a lo establecido en el Manual de Diseño Geométrico DG-202.2618, obteniendo los siguientes resultados :

Tabla 45: Peraltes para el diseño propuesto

Descripción	%
PI -01	8.00
PI -02	6.50
PI -03	6.50
PI -04	8.00

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 46: Evaluación de peraltes propuestos

Descripción	Peralte Calculado		Peralte Absoluto Según Norma	Evaluación
	Radio	%		
PI -01	90	8.00	8	Cumple
PI -02	150	6.50	8	Cumple
PI -03	150	6.50	8	Cumple
PI -04	90	8.00	8	Cumple

Fuente: Manual de Diseño Geométrico DG-202.2618 – MTC

Es posible concluir que los peraltes propuestos cumplen con lo establecido por Manual de Diseño Geométrico DG-2018 , es decir representaría que en un 100% se cumplen con lo establecido en dicho manual .

➤ **Cunetas**

La propuesta, es que las cunetas sean de forma triangular de concreto revestidas, con la sección de 0.40*1.20m establecido en el Manual de Hidrología, Hidráulica y Drenaje del MTC (22) , como a continuación se muestra en las siguientes tablas :

Tabla 47: Estándar de las dimensiones mínimas de las cunetas triangulares

Región	Profundidad (m)	Ancho (m)
“Seca (<400mm/año)”	0.20	0.50
“Lluviosa (De 400 a < 1600 mm/año)”	0.30	0.75
“Muy lluviosa (De 1600 a < 3000 mm/año)”	0.40	1.20
“Muy lluviosa > (3000 mm/año)”	0.30*	1.20

“(*Sección Trapezoidal con un ancho mínimo de fondo de 0.30)”

Fuente: Manual de Hidrología, Hidráulica y Drenaje (2012)– MTC

Por lo tanto: en resumen, la propuesta se encuentra en función a los parámetros de diseño geométrico en planta, perfil y sección transversal, se obtuvo los siguientes resultados :

Tabla 48: Resumen de los resultados de evaluación de la propuesta

Parámetros de Diseño		DG-2018 / Cálculo	Evaluación		
			Cumple	No Cumple	No Necesita
Planta	Longitud tramo en tangente (LTT)	69.50m	4	--	--
		139.00m			
	Radio mínimos (R_{min})	85m	4	--	--
Perfil	Longitud de Curva Min	25m	4	--	--
	Pendiente	0.5%	4	--	--
8%					
Transversal	Ancho de Corona	8.40m	56	--	--
	Bombeo de calzada (Lado Izquierdo)	2.5%	56	--	--
	Peraltes	8%	4	--	--
	Alto de Cuneta	0.30m	56	--	--
	Ancho de Cuneta	1.20m	56	--	--

Fuente: Manual de Diseño Geométrico DG-2018 – MTC

CAPÍTULO VI

DISCUSION DE RESULTADOS

A continuación, se muestra el análisis, interpretación y discusión de los resultados obtenidos de la evaluación del diseño geométrico, obteniendo los siguientes resultados

Con respecto al diseño geométrico en planta, se determinó que solo el 11% de las longitudes de tramos tangentes (LTT) y el 89% de los radios de curvas horizontales logran cumplir con lo establecido en el Manual de Diseño Geométrico DG-2018, por lo que se puede inferir que el diseño geométrico en planta con que cuenta el tramo vial Rio Negro – Satipo no cuenta con la seguridad vial - nominal adecuada. Resultado que concuerda con el trabajo de investigación realizado por Correa (2017), que logra demostrar la existencia de deficiencias en el diseño geométrico en planta que presenta la carretera Cajamarca-Gavilán (km 173-km 158)

Con respecto al diseño geométrico en perfil, se determinó que solo el 71% de la longitud mínima de curvas verticales y que el 100% de las pendientes de diseño logran cumplir con lo establecido en el Manual de Diseño Geométrico DG-2018, por lo que se puede inferir que el diseño geométrico en perfil con que cuenta el tramo vial Rio Negro – Satipo no cuenta con la seguridad vial - nominal adecuada

Con respecto al diseño geométrico en sección transversal, se determinó que solo el 4% de los anchos de corona de curva, el 51% de bombeo en calzada lado derecho, el 44% de bombeo en calzada lado izquierdo, el 22% de los perales y que el 100% de cunetas existente, en suma logran cumplir con lo establecido en el Manual de Diseño

Geométrico DG-2018, por lo que se puede inferir que el diseño geométrico en sección transversal con que cuenta el tramo vial Rio Negro – Satipo no cuenta con la seguridad vial-nominal adecuada. Resultado que concuerda con el trabajo de investigación realizado por Cueva (2018), que logro demostrar que las deficiencias en las carreteras se deben a que no cumplen con los parámetros establecido del diseño geométrico en sección transversal como lo establece la norma .

En síntesis, podemos indicar que, efectuado la evaluación de todos los elementos de diseño geométrico en planta, perfil y sección transversal , cuyos resultados nos permite contrastar la Hipótesis Específica 1, de que el diseño geométrico existente en el tramo vial Rio Negro – Satipo, no cumple con la seguridad vial – nominal . En este sentido, una investigación con resultados similares fue el trabajo de investigación de Alcántara (2021) quien concluyo que el actual diseño geométrico de la carretera en sus elementos en planta, perfil y sección transversal no cumplen con lo establecido en el manual de DG-2018 , por ende, no brinda seguridad vial – nominal necesaria. La otra investigación es la de Quispe & Gómez (2017) quien al evaluar el diseño geométrico en la seguridad vial de la carretera determinó que sus elementos en planta, perfil y sección transversal presentan inconsistentes o puntos de riesgo (seguridad vial – nominal), y no cumplieron con los parámetros establecidos .

Frente, a ello se propuesto actualizar el diseño geométrico del tramo vial Rio Negro – Satipo, de modo que se obtuvo :

Con respecto a la propuesta del diseño geométrico en planta, se propuso en 4 puntos del tramo vial, un diseño donde las longitudes de tramos tangentes y radios de curvas horizontales , cumplan con los parámetros establecidos en el manual de diseño geométrico DG 2018 , de tal manera que nos permite contrastar la Hipótesis Especifica 2, de que actualización del diseño geométrico en planta o alineamiento horizontal del o vial Rio Negro – Satipo mejora su seguridad vial – nominal

Con respecto a la propuesta del diseño geométrico en perfil, se propuso en 4 puntos del tramo vial, un diseño donde las longitudes de curvas mínimas y pendientes de diseño, cumplan con los parámetros establecidos en el manual de diseño geométrico DG 2018, de tal manera que nos permite contrastar la Hipótesis Especifica 3, de que

actualización del diseño geométrico en perfil del tramo vial Rio Negro – Satipo mejora su seguridad vial – nominal .

Con respecto a la propuesta del diseño geométrico en secciones transversales, se propuso en 4 puntos del tramo vial, un diseño donde los anchos de corona de curva, bombeo de calzada, peraltes y dimensiones de cunetas, cumplan con los parámetros establecidos en el manual de diseño geométrico DG 2018, de tal manera que nos permite contrastar la Hipótesis Especifica 4, de que actualización del diseño geométrico en secciones transversales del tramo vial Rio Negro – Satipo mejora su seguridad vial – nominal .

En síntesis, estas últimas cuatro contrastaciones de las hipótesis específicas, ante la propuesta de actualización de los elementos de diseño geométrico en planta, perfil y sección transversal , cumpliendo con los parámetros establecidos en el manual de diseño geométrico DG-2018 , nos permite contrastar la Hipótesis General, de que actualización del diseño geométrico del tramo vial Rio Negro – Satipo acorde a la DG-2018 mejora su seguridad vial - nominal. En este sentido, una investigación con resultados similares se encuentra la de Cueva (2018), quien determino que, al proponer una mejora sobre algún elemento en el diseño geométrico de la vía, se lograr garantice la seguridad vial. La otra investigación es de Alcántara (2021) quien concluyo que una mejora de la propuesta diseño geométrico de la vía se logra asegurar su seguridad vial-nominal .

CONCLUSIONES

1. De la evaluación efectuada de todos los elementos de diseño geométrico en planta, perfil y sección transversal, se concluye que el diseño geométrico con que cuenta actualmente el tramo vial Rio Negro – Satipo, no cumple con los parámetros establecidos en el manual de diseño geométrico DG-2018, y por ende no cumple con ofrecer la seguridad vial-nominal necesaria”.
2. Que al efectuar la actualización del diseño geométrico en planta o alineamiento horizontal del tramo vial Rio Negro – Satipo, se logra mejora su seguridad vial – nominal, ya que la propuesta de diseño cumple con los parámetros establecidos en el manual de diseño geométrico DG 2018, en lo que respecta a las longitudes de tramos tangentes y radios de curvas horizontales .
3. Que al efectuar la actualización del diseño geométrico en perfil del tramo vial Rio Negro – Satipo, se logra mejora su seguridad vial – nominal, ya que la propuesta de diseño cumple con los parámetros establecidos en el manual de diseño geométrico DG 2018, en lo que respecta a las longitudes de curvas mínimas y pendientes de diseño .
4. Que al efectuar la actualización del diseño geométrico en secciones transversales del tramo vial Rio Negro – Satipo, se logra mejora su seguridad vial – nominal, ya que la propuesta de diseño cumple con los parámetros establecidos en el manual de diseño geométrico DG 2018, en lo que respecta a los anchos de corona de curva, bombeo de calzada, peraltes y dimensiones de cunetas”.
5. En síntesis, es posible concluir que al efectuar la actualización del diseño geométrico en planta, perfil y sección transversal del tramo vial Rio Negro – Satipo, se logra mejora su seguridad vial – nominal, ya que la propuesta de diseño cumple con los parámetros establecidos en el manual de diseño geométrico DG 2018”

RECOMENDACIONES

1. Se recomienda que los futuros trabajos de investigación, se procedan con evaluaciones de características geométricos de vías en cuyo caso presenten características de pendientes máximas excepcionales en concordancia con el manual de diseño geométrico DG 2018, a fin de conocer su efecto en la seguridad vial –nominal .
2. Se recomienda que de manera prioritaria se efectúe una intervención de corto plazo sobre el tramo vial Rio Negro – Satipo, con la implementación de dispositivos de control de tránsito, dado su geometría vial, con el fin de restringir las altas velocidades y con ello se logre evitar los accidentes de tránsito .
3. Se recomienda que en el largo plazo se programa la intervención sobre el tramo vial Rio Negro – Satipo, aplicando el diseño geométrico propuesto en el presente trabajo de investigación, el cual cumple con corregir el diseño geométrico a fin de que se cumpla con los parámetros establecido en el manual de diseño geométrico DG 2018, y con ello se mejore la seguridad vial-nominal necesaria”.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFÍA

1. **Farfan, K & Maurya,AK.** *Diseño geométrico probabilístico de carreteras:una revision.* s.l. : Ambato-ecuador, 2020.
2. **Mayor, Gil.** *Proyecto constructivo de la variante de las carreteras CV-35 y CV-345 a su paso por el municipio de Titaguas (provincia de Valencia). Diseño geométrico y firmes.* Titaguas : s.n., 2016.
3. **Garrido, Laura Ruiz.** *Análisis del tráfico y la seguridad vial de la carretera N-332 a su paso por el termino municipal de Favara (Valencia).* Valencia : s.n., 2016.
4. **Parrales, Sornoza.** *Análisis del diseño geométrico y alternativas de solución en la vía Cantagallo--El Jurón, Parroquia Puerto Cayo, cantón Jipijapa.* Puerto Cayo : s.n., 2017.
5. **Cruzado, Gerson Kelvin Medina.** *"Estudio de los efectos del diseño geométrico sobre la seguridad vial utilizando la norma dg 2013 en la carretera Cajamarca - Bambamarca en el tramo del km 1+ 000 hasta el km 5+ 000".* Cajamarca : s.n., 2016.
6. **Diaz Sangama, Edgardo y Castillo Acevedo, Jorge Luis.** *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.* Trujillo : s.n., 2020.
7. **Correa Saldaña, Kathia Yovana.** *"Evaluación de las características geométricas de la carretera Cajamarca-Gavilán (km 173-km 158) de acuerdo con las normas de diseño geométrico de carreteras DG-2013".* Cajamarca : s.n., 2017.
8. **Gómez Allende, Gary Rossano y Quispe Mejía, José Luis.** *"Propuesta del Diseño Geométrico del Camino Vecinal Pi-119, Trayectoria: Emp.Pe - Inm Surpampa – Oxahuay (Ayabaca), Optimizando Parámetros del Manual Dg 2018, Piura, Perú".* Cusco : s.n., 2017.

9. **Cueva Rodriguez, Oscar Berly.** *“Evaluación de las características geométricas de la carretera Paccha Iglesia Pampa centro poblado Laurel Pampa km 00.0+ 00-km 05.5+ 00 de acuerdo con las normas de diseño geométrico de carreteras DG 2013”*. Cajamarca : s.n., 2018.
10. **ALVARADO PERALTA, WILDER EDUARDO y MARTINEZ CÁRDENAS, LORENA SILVANA.** *“Propuesta para la actualización del diseño geométrico de la carretera Chancos – Vicos – Wíash según criterios de seguridad y economía”*. Lima : s.n., 2017.
11. **Alcantara Villa, Isai Americo.** *“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 - Junín”*. Carhuamayo : s.n., 2021.
12. **Corredor Daza, Juan Guillermo.** *Implementación de modelos de elevación obtenidos mediante topografía convencional y topografía con drones para el diseño geométrico de una vía en rehabilitación sector Tuluá – Rio Frio*. Bogota, Colombia : s.n., 2015.
13. **Ministerio de Transporte y Comunicaciones.** *Manual de Diseño Geometrico de Carreteras DG-2018*. 2018.
14. **Altamira, Aníbal A., Grafignna, Alberto B. y Marcet, Juan.** *HERRAMIENTA PARA LA EVALUACIÓN DEL DISEÑO GEOMÉTRICO DE CAMINOS RURALES*. Argentina : s.n., 2010.
15. **León, Jorge A, Zúñiga de León, David y Rodriguez Esparza, Alberto.** *Consideraciones, procedimientos y conceptos para la realización de un proyecto geometrico de carreteras*. Juarez : s.n., 2015.
16. **Ministerio de Transportes y comunicaciones.** *Manual de seguridad vial*. Lima : s.n., 2017.
17. *Las cuatro dimensiones de la seguridad vial*. **García García, Alfredo.** 76, 2011.

18. **Al-Masaeid, Hashem R, y otros.** *Consistency of horizontal alignment for different vehicle classes.* 1995.
19. **Harwood, Douglas W, y otros.** *Prediction of the expected safety performance of rural two-lane highways.* 2000.
20. **DIAZ, SERGIO CARRASCO.** *METODOLOGIA DE LA INVESTIGACION CIENTIFICA.* s.l. : EDITORIAL SAN MARCOS E I R LTDA, 2019.
21. **INSTITUTO NACIONAL DE ESTADISTICA E INFORMATICA.** INEI. [En línea] [Citado el: 12 de ENERO de 2022.] <https://www.inei.gob.pe/estadisticas-indice-tematico/>.
22. **Ministerio de Transporte y Comunicaciones.** *Manuel de Hidrología, Hidráulica y Drenaje .* 2012.

ANEXOS

ANEXO 1 - MATRIZ DE CONSISTENCIA

MATRIZ DE CONSISTENCIA

<p>PROBLEMA GENERAL:</p> <p>¿Cómo se debe determinar la actualización del diseño geométrico del tramo vial Rio Negro – Satipo, acorde a la DG-2018, para mejorar su seguridad vial – nominal?</p> <p>PROBLEMAS ESPECÍFICOS:</p> <p>a) ¿Cuál es el resultado de evaluar el estado actual del diseño geométrico del tramo vial Rio Negro – Satipo, y su cumplimiento con la seguridad vial – nominal?</p> <p>b) ¿Cómo se debe determinar la actualización del diseño geométrico en planta o alineamiento horizontal del tramo vial Rio Negro – Satipo para mejorar su seguridad vial – nominal?</p> <p>c) ¿Cómo se debe determinar la actualización del diseño geométrico en perfil del tramo vial Rio Negro – Satipo para mejorar su seguridad vial – nominal?</p> <p>d) ¿Cómo se debe determinar la actualización del diseño geométrico en secciones transversales del tramo vial Rio</p>	<p>OBJETIVO GENERAL:</p> <p>Determinar que la actualización del diseño geométrico del tramo vial Rio Negro – Satipo, acorde a la DG-2018, mejore su seguridad vial – nominal.</p> <p>OBJETIVOS ESPECÍFICOS:</p> <p>a) Analizar el estado actual del diseño geométrico del tramo vial Rio Negro – Satipo, y su cumplimiento con la seguridad vial – nominal.</p> <p>b) Determinar que la actualización del diseño geométrico en planta o alineamiento horizontal del tramo vial Rio Negro – Satipo mejore su seguridad vial – nominal.</p> <p>c) Determinar que la actualización del diseño geométrico en perfil del tramo vial Rio Negro – Satipo mejore su seguridad vial – nominal.</p> <p>d) Determinar que la actualización del diseño geométrico en secciones transversales del tramo vial Rio Negro – Satipo mejore su seguridad vial – nominal</p>	<p>HIPÓTESIS GENERAL:</p> <p>La actualización del diseño geométrico del tramo vial Rio Negro – Satipo acorde a la DG-2018 mejora su seguridad vial – nominal.</p> <p>HIPÓTESIS ESPECIFICAS</p> <p>a) El diseño geométrico existente en el tramo vial Rio Negro – Satipo, no cumple con la seguridad vial – nominal.</p> <p>b) La actualización del diseño geométrico en planta o alineamiento horizontal del tramo vial Rio Negro – Satipo mejora su seguridad vial – nominal.</p> <p>c) La actualización del diseño geométrico en perfil del tramo vial Rio Negro – Satipo mejora su seguridad vial – nominal.</p> <p>d) La actualización del diseño geométrico en secciones transversales del tramo vial Rio Negro – Satipo mejora su seguridad vial – nominal.</p>	<p>VARIABLE 1:</p> <p>Diseño Geométrico</p> <p>Dimensión 1:</p> <p>Diseño geométrico en planta o alineamiento horizontal</p> <p>Indicadores:</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ Longitud de Tramos Tangente ○ Radio de curva <p>Dimensión 2:</p> <p>Diseño Geométrico de perfil</p> <p>Indicadores:</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ Pendiente ○ Longitud de curva vertical <p>Dimensión 3:</p> <p>Diseño Geométrico de las Secciones Transversales</p> <p>Indicadores:</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ Ancho de Berma ○ Peraltes ○ Alto de cuneta ○ Ancho de cunetas 	<p>Tipo de Investigación:</p> <p>La investigación será de tipo aplicada.</p> <p>Nivel de Investigación:</p> <p>El nivel de investigación será descriptivo-explicativo.</p> <p>Método General:</p> <p>El método empleado será el método científico.</p> <p>Diseño:</p> <p>El diseño de la investigación será no experimental, como dice</p> <p style="text-align: center;">M  O</p> <p>Donde:</p> <p>M= Muestra</p> <p>O= Grado de vulnerabilidad sísmica de edificaciones de tipo albañilería confinada.</p> <p>Población: 85 viviendas</p> <p>Muestra: 31 viviendas</p> <p>TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN:</p> <p>- Técnica: Observación en campo.</p> <p>Instrumentos:</p> <p>- Información bibliográfica</p>
---	---	---	---	---

<p>Negro – Satipo para mejorar su seguridad vial – nominal?</p>			<p>VARIABLE 2: Seguridad Vial-Nominal</p> <p>Dimensión 1: Cumplimiento con la norma DG-2018</p> <p>Indicadores:</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ Porcentaje de sitios seguros 	<ul style="list-style-type: none"> - Fichas de observación - Programa el Microsoft Excel versión 2019.
---	--	--	---	--

**ANEXO 2 - REGISTRO DE DENUNCIAS NO FATALES POR TIPO,
SEGÚN DEPARTAMENTO, 2021**

DENUNCIAS DE ACCIDENTES DE TRÁNSITO NO FATALES POR TIPO, SEGÚN DEPARTAMENTO, 2021

(Casos registrados)

Departamento	Total	Tipo de accidentes de tránsito								
		Choque	Despiste	Atropello	Choque y fuga	Choque y atropello	Volcadura	Atropello y fuga	Despiste y volcadura	Otros 1/
Total	72 032	32 702	11 665	7 225	7 179	1 524	1 430	1 253	1 093	7 961
Amazonas	444	218	106	34	30	1	11	12	7	25
Áncash	2 012	761	334	211	201	12	40	30	40	383
Apurímac	866	425	210	111	23	8	30	5	27	27
Arequipa	4 427	2 408	502	354	410	52	108	87	138	368
Ayacucho	460	190	51	54	64	2	15	18	36	30
Cajamarca	1 904	864	299	203	101	57	77	24	37	242
Prov. Const. del Callao	2 742	1 542	411	295	259	30	37	34	13	121
Cusco	2 842	1 437	403	478	86	41	73	46	123	155
Huancavelica	196	64	47	20	1	-	2	2	32	28
Huánuco	1 103	497	267	134	72	6	22	22	15	68
Ica	1 570	853	230	118	123	12	14	27	39	154
Junín	3 194	1 479	618	454	231	28	71	83	42	188
La Libertad	4 139	1 737	843	411	382	123	73	73	66	431
Lambayeque	2 468	1 247	423	232	235	22	13	43	22	231
Lima Metropolitana 2/	32 554	13 776	4 478	3 278	3 931	939	679	591	227	4 655
Lima 3/	2 765	1 273	609	185	276	34	69	40	98	181
Loreto	152	77	26	23	9	-	1	3	10	3
Madre de Dios	591	400	93	18	10	16	4	3	14	33
Moquegua	482	194	86	29	28	4	23	8	32	78
Pasco	273	132	74	24	13	1	13	1	3	12
Piura	3 207	1 241	794	239	454	69	7	53	32	318
Puno	1 043	559	164	89	38	59	15	9	24	86
San Martín	1 006	429	360	73	71	1	12	15	2	43
Tacna	758	475	97	75	45	1	16	4	12	33
Tumbes	363	212	50	42	22	5	4	13	2	13
Ucayali	471	212	90	41	64	1	1	7	-	55

1/ Incluye caída, incendio del vehículo, colisión y fuga, sólo colisión y entre otros.

2/ Denominación establecida mediante Ley N° 31140, las publicaciones estadísticas referidas a la Provincia de Lima se denominarán en adelante, Lima Metropolitana y comprende los 43 distritos.

3/ Denominación establecida mediante Ley N° 31140, las publicaciones estadísticas referidas a la Región Lima, se denominarán en adelante Departamento de Lima y comprende las provincias de: Barranca, Cajatambo, Canta, Cañete, Huaral, Huarochirí, Huaura, Oyón y Yauyos.]]

Fuente: Ministerio del Interior (MININTER) - Oficina de Planeamiento y Estadística.

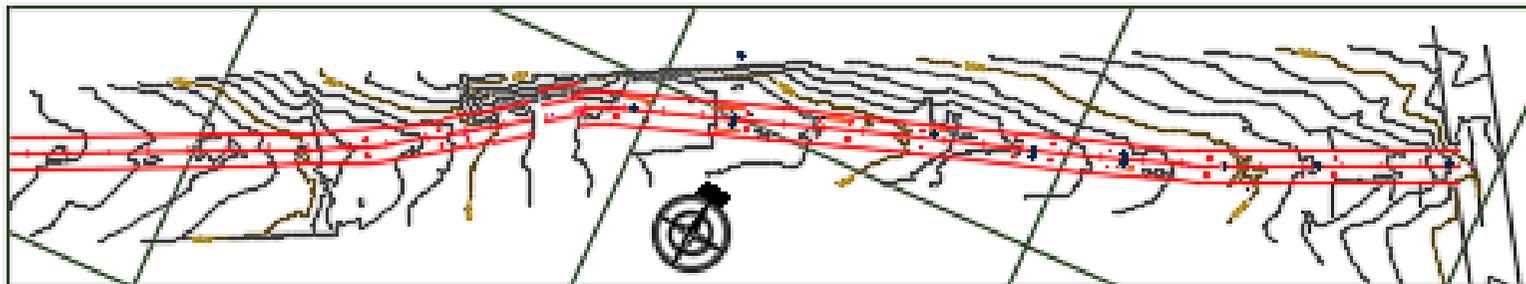
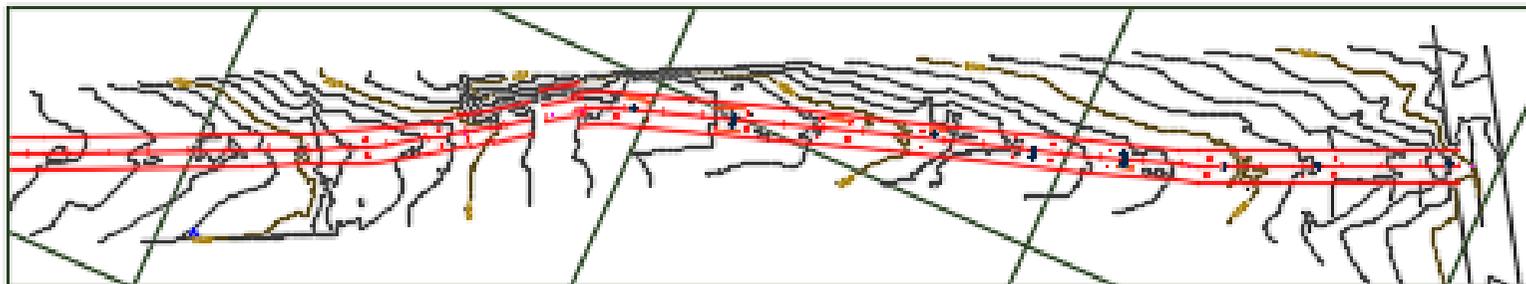
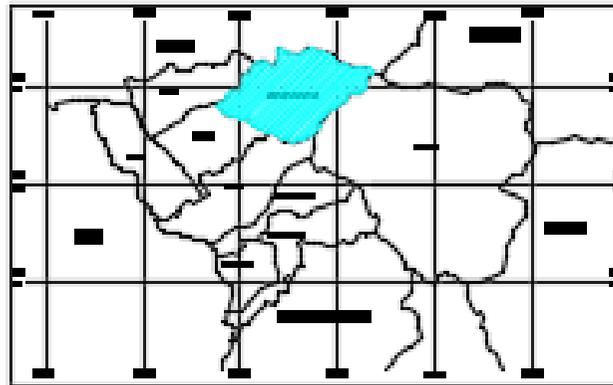
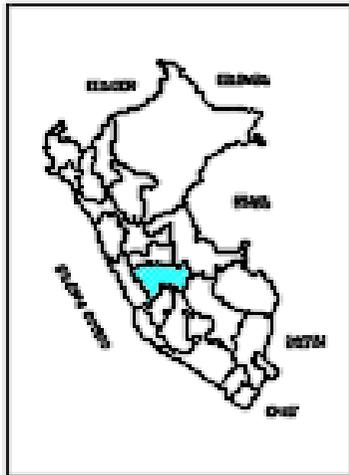
**ANEXO 3 - RESUMEN DE LA CLASIFICACIÓN VEHICULAR -
ESTUDIO DE TRAFICO**

ESTUDIO DE CLASIFICACION VEHICULAR

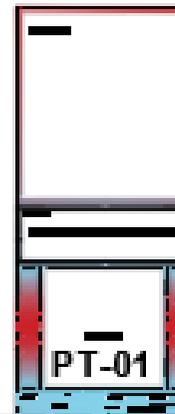
HOJA RESUMEN

TRAMO DE CARRETERA :																							
SENTIDO				E				S															
UBICACIÓN		A 200 m. PUENTE CARACOL																					
												ESTACION		CARACOL									
												CODIGO DE LA ESTACION		5S									
												FECHA		07 -13 / 05 /2022									
HORA	SEN TI DO	AUTO	STATION WAGON	CAMIONETAS			MICRO	BUS		CAMION			SEMI TRAYLER				TRAYLER				TOTAL		
				PICK UP	PANEL	RURAL Combi		2 E	3 E	2 E	3 E	4 E	2S1/2S2	2S3	3S1/3S2	>= 3S3	2T2	2T3	3T2	3T3			
7-Abr	E	20	22	24	2	9	1	12	4	10	8	2	1									115	
Doming	S	11	20	15	3	5	3	10	6	19	10	2										104	
8-Abr	E	12	23	35	5	4	3	8	6	6	5	2	1									110	
Lunes	S	10	24	43	6	5	1	11	4	12		1	2	4								123	
9-Abr	E	15	22	39	2	5	2	9	6	15	5											120	
Martes	S	12	23	35	5	6	3	6	6	11		1	3	5								116	
10-Abr	E	12	21	27	4	6	1	9	3	12	5	2										102	
Miercol.	S	13	19	35	5	4	1	3	4	17			2	2								105	
11-Abr	E	14	22	34	3	4	4	6	2	15		4		3								111	
Jueves	S	6	21	39	2	5	1	9	6	15	11	6	3	5								129	
12-Abr	E	5	22	31	2	3	1	6	4	12	5											91	
Viemes	S	4	20	25	1	3	2	5	5	10				4								79	
13-Abr	E	17	19	39	7	2	4	7	5	13	7	3	1									124	
Sabado	S	10	21	37	8	4	3	9	5	7		2	2									108	
Promed/día		23	43	65	8	9	4	16	9	25	8	4	2	3	0	220							
ENCUESTADOR : _____																							
JEFE DE BRIGADA: _____							ING.RESPONS: _____							SUPERV.MTCC : _____									

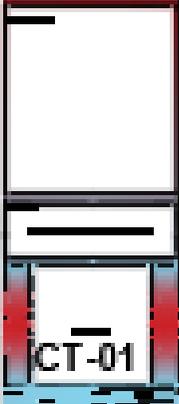
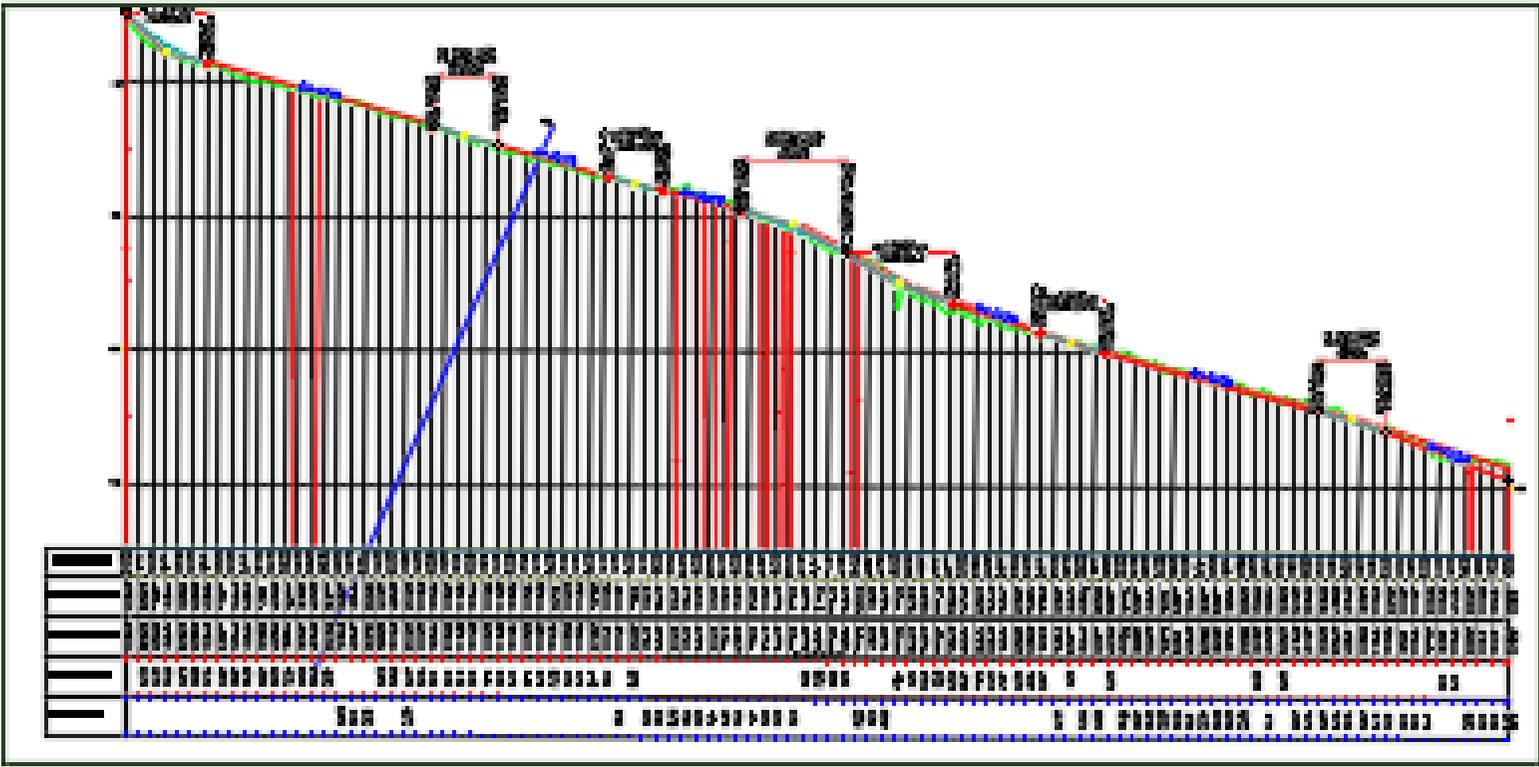
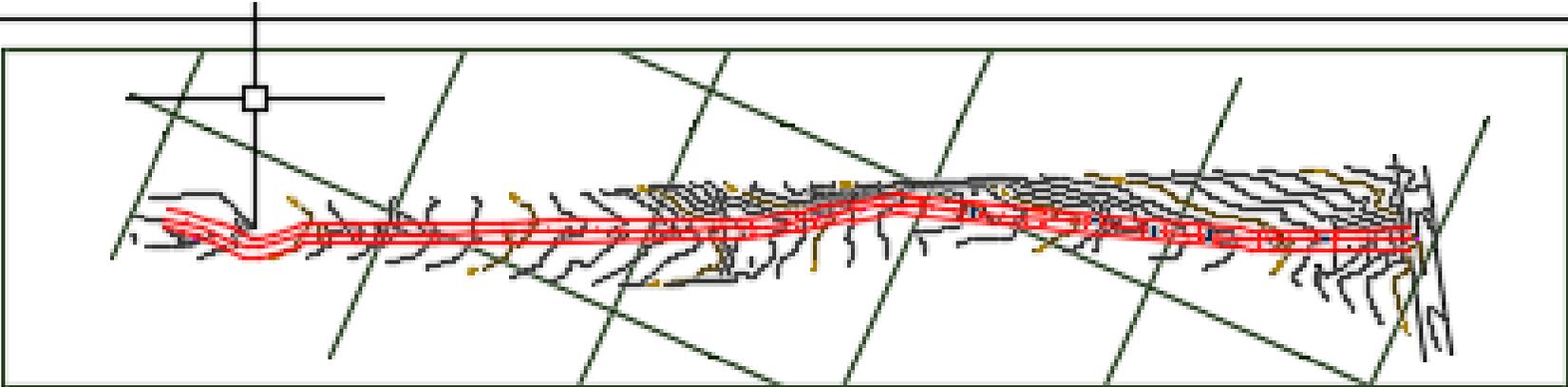
ANEXO 5 – PLANO DE LEVANTAMIENTO TOPOGRAFICO



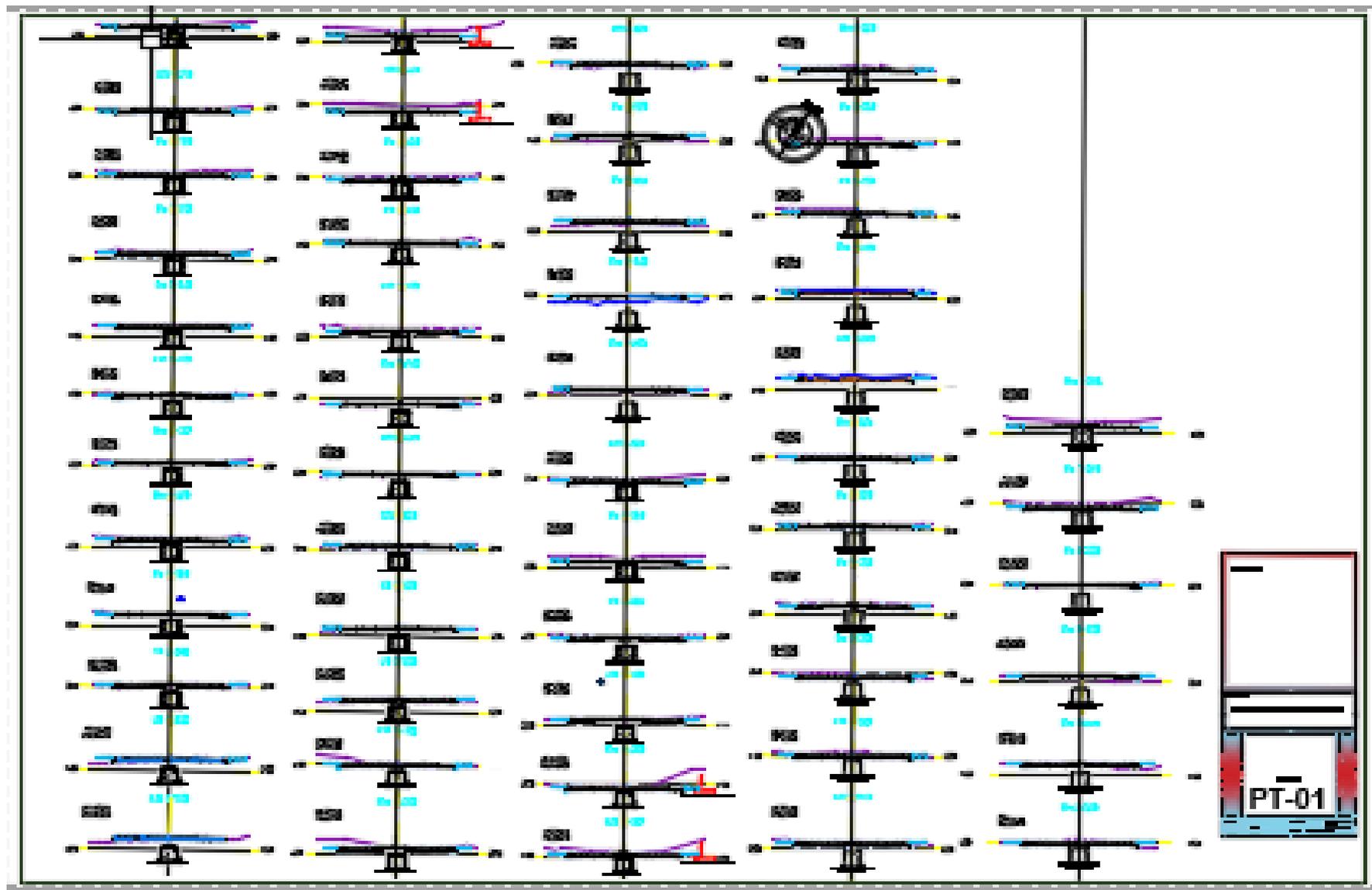
DATA RENCANA	
NO	URUTAN
1	1
2	2
3	3
4	4
5	5
6	6
7	7
8	8
9	9
10	10
11	11
12	12
13	13
14	14
15	15
16	16
17	17
18	18
19	19
20	20
21	21
22	22
23	23
24	24
25	25
26	26
27	27
28	28
29	29
30	30
31	31
32	32
33	33
34	34
35	35
36	36
37	37
38	38
39	39
40	40
41	41
42	42
43	43
44	44
45	45
46	46
47	47
48	48
49	49
50	50
51	51
52	52
53	53
54	54
55	55
56	56
57	57
58	58
59	59
60	60
61	61
62	62
63	63
64	64
65	65
66	66
67	67
68	68
69	69
70	70
71	71
72	72
73	73
74	74
75	75
76	76
77	77
78	78
79	79
80	80
81	81
82	82
83	83
84	84
85	85
86	86
87	87
88	88
89	89
90	90
91	91
92	92
93	93
94	94
95	95
96	96
97	97
98	98
99	99
100	100



ANEXO 5 – PLANO DE PLANTA Y PERFIL LONGITUDINAL



ANEXO 6 – PLANO DE SECCIONES TRANSVERSALES



ANEXO 7 – PLANO DE PROPUESTA DE DISEÑO GEOMÉTRICO

ANEXO 8 - VISTA FOTOGRAFICA

Fotografía N° 1 Inicio del tramo vial carretera Rio Negro – Satipo



Fotografía N° 2: Fin del tramo vial carretera Rio Negro – Satipo



Fotografía N° 3: Vista del diseño geométrico existente de la vía.



Fotografía N° 4: Vista de las cunetas existentes a ambos lados de la vía.



Fotografía N° 5: Vista en tramos que no cuentan con cunetas, y se observa su berma

