

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA

FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE

INGENIERÍA CIVIL



**“EVALUACIÓN DE LA SEGURIDAD VIAL DE LA CARRETERA
BAMBAMARCA-CELENDÍN, TRAMO KM 0+000 - KM 10+000
CASERÍO CHALAPAMPA EN FUNCIÓN A SUS
CARACTERÍSTICAS GEOMÉTRICAS, SEÑALIZACIÓN Y
ACCIDENTABILIDAD, 2023”**

TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO DE INGENIERO CIVIL

Presentado por: BACH. HILDER VEXLER LUMBA BERNAL

Asesor: M. Cs. ING. MANUEL RAFAEL URTEAGA TORO

CAJAMARCA – PERÚ

2024



CONSTANCIA DE INFORME DE ORIGINALIDAD

FACULTAD DE INGENIERÍA

- Investigador:** HILDER VEXLER LUMBA BERNAL
DNI: 47410239
Escuela Profesional: INGENIERIA CIVIL
- Asesor:** M. CS. ING. MANUEL RAFAEL URTEAGA TORO
Facultad: INGENIERÍA
- Grado académico o título profesional**
 Bachiller Título profesional Segunda especialidad
 Maestro Doctor
- Tipo de Investigación:**
 Tesis Trabajo de investigación Trabajo de suficiencia profesional
 Trabajo académico
- Título de Trabajo de Investigación:**
"EVALUACIÓN DE LA SEGURIDAD VIAL DE LA CARRETERA BAMBAMARCA-CELENDÍN, TRAMO KM 0+000 - KM 10+000 CASERÍO CHALAPAMPA EN FUNCIÓN A SUS CARACTERÍSTICAS GEOMÉTRICAS, SEÑALIZACIÓN Y ACCIDENTABILIDAD, 2023"
- Fecha de evaluación:** 20/11/2024
- Software antiplagio:** TURNITIN URKUND (OURIGINAL) (*)
- Porcentaje de Informe de Similitud:** 16%
- Código Documento:** oid:3117:407556548
- Resultado de la Evaluación de Similitud:**
 APROBADO PARA LEVANTAMIENTO DE OBSERVACIONES O DESAPROBADO

Fecha Emisión: 20/11/2024

FIRMA DEL ASESOR
M. CS. ING MANUEL RAFAEL URTEAGA TORO
DNI: 26637233



Firmado digitalmente por:
BAZAN DIAZ Laura Sofia
FAU 20148258601 soft
Motivo: En señal de
conformidad
Fecha: 20/11/2024 20:11:24-0500

UNIDAD DE INVESTIGACIÓN FI

COPYRIGHT @ 2024 by
HILDER VEXLER LUMBA BERNAL
Todos los derechos reservados.

DEDICATORIA

A Dios por darme fuerza y
sabiduría para seguir adelante y no
rendirme durante los momentos difíciles
en mi etapa estudiantil.

A mis padres Genaro y Catalina
por estar siempre apoyándome
incondicionalmente para seguir adelante.

A mis hermanos Ronal, Lelis y Katia
por su amor y su apoyo en todo
momento de mi vida.

AGRADECIMIENTOS

A los docentes de la EAPIC de la Universidad Nacional de Cajamarca por compartir sus sapiencias y forjarme durante mi vida universitaria.

A mi asesor Ing. Manuel Rafael Urteaga Toro por el constante apoyo y asesoramiento durante el desarrollo de mi proyecto.

A mi familia, por creer en mí y apoyarme con gran anhelo y entusiasmo durante toda mi vida.

A la Ing. Magaly Delgado, mi compañera de vida, gracias por todos los momentos vividos, juntos lograremos muchas cosas.

ÍNDICE DE CONTENIDO

RESUMEN	xv
ABSTRACT	xvi
CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN	1
1.1. Planteamiento del problema.....	3
1.2. Formulación del problema	5
1.3. Justificación de la investigación.....	5
1.4. Alcances y delimitación de la investigación.	6
1.4.1. Alcances.....	6
1.4.2. Limitaciones.....	7
1.5. Objetivos	7
1.5.1. Objetivo general.....	7
1.5.2. Objetivos específicos.....	8
1.6. Hipótesis.....	8
1.7. Variables e indicadores.....	8
1.7.1. Variable independiente	8
1.7.2. Variable dependiente	8
1.7.3. Operacionalización de variables	9
1.8. Descripción de contenidos	9
CAPÍTULO II. : MARCO TEÓRICO	11
2.1. Antecedentes teóricos de la investigación.....	11
2.1.1. Antecedentes internacionales.....	11
2.1.2. Antecedentes nacionales.....	12
2.1.3. Antecedentes locales.....	13

2.2. Bases teóricas	15
2.2.1. Leyes que gobiernan el tema de seguridad vial	15
2.2.2. Teoría de la gestión de la seguridad vial.....	20
2.2.3. Teoría de la visibilidad vial	21
2.2.4. Teoría de la psicología del conductor.....	22
2.2.5. Teoría de la ingeniería de tráfico	23
2.2.6. Carretera.....	24
2.2.7. Seguridad vial	26
2.2.8. Indicadores de seguridad vial	27
2.2.9. Infraestructura y entorno vial.....	28
2.2.10. Principios básicos de la infraestructura vial segura.....	30
2.2.11. Accidentes de tránsito.....	31
2.2.12. Accidentabilidad en el Perú	38
2.2.13. Diseño geométrico de la vía.....	40
2.3. Definición de términos básicos	61
CAPÍTULO III. MATERIALES Y MÉTODOS	63
3.1. Ubicación geográfica	63
3.2. Metodología de la investigación	67
3.2.1. Tipo, nivel de diseño y método de investigación.....	67
3.2.2. Población, muestra, unidad de análisis y unidad de observación	68
3.2.3. Técnicas e instrumentos de recopilación de información	70
3.3. Equipos, materiales, insumos, etc.	72
3.4. Procedimiento	73
3.4.1. Reconocimiento de la zona de trabajo	73
3.4.2. Planificación de los trabajos de campo y gabinete	74
3.4.3. Levantamiento topográfico.....	74
3.4.4. Conteo vehicular (estudio de tráfico).....	75
3.4.5. Estudio de accidentes de tráfico de la carretera.....	76
3.4.6. Determinación-de las características geométricas y señalización de la carretera	78
3.4.7. Trabajo de gabinete y comprobación.....	79

3.5. Tratamiento y análisis de datos	79
CAPÍTULO IV. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS	81
4.1. Características geométricas de la carretera.....	81
4.1.1. Clasificación de la carretera.....	81
4.1.2. Vehículo de diseño.....	83
4.1.3. Velocidad de diseño.....	84
4.1.4. Determinación de las características geométricas de la carretera en estudio.....	85
4.2. Evaluación de las características geométricas actuales de la carretera.	117
4.2.1. Características geométricas evaluadas en planta.	117
4.2.2. Evaluación de peraltes existentes.	122
4.2.3. Evaluación de sobrecanchos.....	128
4.2.4. Evaluación de distancias de visibilidad de adelantamiento.	133
4.2.5. Evaluación de tramos en tangente.	135
4.2.6. Características geométricas evaluadas en perfil	140
4.2.7. Características geométricas evaluadas en secciones transversales	144
4.2.8. Ancho de berma.....	145
4.3. Estudio de señalización de la carretera en estudio.....	147
4.3.1. Estudio de señalización horizontal	147
4.3.2. Estudio de señalización vertical.....	149
4.4. Accidentabilidad.....	162
4.4.1. Descripción de los accidentes	162
4.4.2. Indicadores de accidentabilidad.....	166
4.4.3. Índice de peligrosidad de accidentes totales.....	167
4.4.4. Índice de peligrosidad de accidentes con víctimas.....	168
4.4.5. Índice de severidad	168
4.5. Medidas correctivas para mejorar la seguridad vial de la carretera CA-109, tramo km 0+000 hasta km 10+000 caserío Chalapampa.....	169
4.6. Evaluación de la seguridad vial nominal de la carretera	172

4.7. Discusión de resultados.....	173
4.8. Contratación de hipótesis.....	181
CAPÍTULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	182
5.1. Conclusiones	182
5.2. Recomendaciones	183
CAPÍTULO VI. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	185
CAPÍTULO VII. ANEXOS	189
Anexo A. Matriz de consistencia.....	189
Anexo B. Conteo vehicular (estudio de tráfico).....	190
Anexo C. Panel fotográfico	198
Anexo D. Reporte Policial.....	206
Anexo E. Planos	207

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1	Matriz de Operacionalización de Variables.....	9
Tabla 2	Clasificación de Carreteras por Demanda.....	25
Tabla 3	Distancia de visibilidad y los índices de accidentes.....	35
Tabla 4	Pendiente y los accidentes.....	36
Tabla 5	Velocidad de Diseño en función a la clasificación de la carretera.....	43
Tabla 6	Distancia de visibilidad de parada con pendiente (m).....	44
Tabla 7	Mínima distancia de visibilidad de adelantamiento.....	45
Tabla 8	Deflexión máxima aceptable.....	46
Tabla 9	Longitudes de tramos en tangente.....	46
Tabla 10	Radios mínimos y peraltes máximos.....	48
Tabla 11	Radios mínimos para velocidades específicas de diseño y peraltes máximos.....	49
Tabla 12	Longitud mínima de curva de transición.....	50
Tabla 13	Pendientes máximas.....	53
Tabla 14	Valores del índice k para el cálculo de la curva vertical convexa.....	55
Tabla 15	Valores del índice k para el cálculo de la curva vertical cóncava.....	55
Tabla 16	Anchos mínimos de tramos en tangente.....	58
Tabla 17	Ancho de bermas.....	59
Tabla 18	Bombeo según tipo de superficie.....	60
Tabla 19	Anchos mínimos de derecho de vía.....	60
Tabla 20	Valores referenciales para taludes en corte (Relación H: V).....	61
Tabla 21	Valores referenciales para taludes en relleno (Relación H: V).....	61
Tabla 22	Coordenadas de inicio y final del estudio.....	63
Tabla 23	Tipo de investigación.....	68
Tabla 24	Resumen de conteo vehicular semanal.....	82
Tabla 25	Pendientes y clasificación de la vía por orografía.....	82
Tabla 26	Conteo de vehículos durante una semana.....	83
Tabla 27	Cálculo de la velocidad de diseño.....	84
Tabla 28	Cálculo del radio mínimo y peralte máximo.....	85
Tabla 29	Elementos de curva existentes.....	86
Tabla 30	Longitud de curva y tramos en tangente.....	90

Tabla 31	Peraltes existentes de la carretera en estudio.....	95
Tabla 32	Sobreechos existentes de la carretera en estudio.....	100
Tabla 33	Sobreechos calculados.....	105
Tabla 34	Distancias de adelantamiento existente.....	111
Tabla 35	Características geométricas en perfil.....	112
Tabla 36	Cálculo de pendientes máximas.....	113
Tabla 37	Pendientes longitudinales en Perfil.....	113
Tabla 38	Achos mínimos de calzada de tramos en tangente.....	114
Tabla 39	Ancho de calzada de tramos en tangente de la vía.....	115
Tabla 40	Anchos de bermas de la vía.....	116
Tabla 41	Cálculo del ancho de bermas según normativa vigente.....	117
Tabla 42	Comparación de radios existentes con radio mínimo calculado.....	118
Tabla 43	Comparación de peraltes existentes con peraltes calculados.....	123
Tabla 44	Comparación de sobreechos existentes con sobreechos calculados.....	128
Tabla 45	Comparación de distancias de adelantamiento existentes con calculadas.....	134
Tabla 46	Comparación de tramos en tangente existentes.....	135
Tabla 47	Comparación de pendientes longitudinales existentes y calculadas.....	141
Tabla 48	Longitud de Curvas Verticales.....	142
Tabla 49	Ancho de calzada.....	144
Tabla 50	Comparación de ancho de bermas existentes y calculadas.....	146
Tabla 51	Distribución de anchos de berma evaluadas.....	147
Tabla 52	Tipo de señalización horizontal que debería presentar la vía.....	148
Tabla 53	Tipo de señalización vertical reguladora que debería presentar la vía.....	149
Tabla 54	Cumplimiento de la funcionalidad de hitos kilométricos y señales informativas.....	150
Tabla 55	Propuesta para remplazo y mejora de hitos kilométricos y señales informativas.....	151
Tabla 56	Señales informativas existentes en la vía.....	152
Tabla 57	Evaluación de hitos kilométricos.....	152
Tabla 58	Evaluación de hitos señales informativas.....	153
Tabla 59	Señales preventivas existentes en la vía.....	155
Tabla 60	Evaluación de señales preventivas.....	155
Tabla 61	Propuesta para remplazo y mejora de señales preventivas.....	161
Tabla 62	Reporte de accidentes de tránsito.....	162

Tabla 63 Causa de los accidentes	164
Tabla 64 Número de accidentes de tránsito por año.....	165
Tabla 65 Tipos de accidentes de tránsito.....	166
Tabla 66 Índice de peligrosidad de accidentes totales.....	167
Tabla 67 Índice de peligrosidad de accidentes con víctimas.....	168
Tabla 68 Índice de severidad.....	169
Tabla 69 Medidas correctivas para solucionar problemas geométricos en la vía.....	170
Tabla 70 Medidas correctivas para solucionar problemas de señalización en la vía...171	
Tabla 71 Medidas correctivas para solucionar problemas de accidentes y seguridad en la vía.....	172
Tabla 72 Evaluación de la seguridad vial nominal de la carretera	172

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1	DCL para un auto que realiza una curva según un observador inercial.....	16
Figura 2	Estabilidad del Vehículo por la Fuerza Centrifuga.....	17
Figura 3	Efectos de la Gravedad en la Estabilización y Velocidad de Vehículos.....	18
Figura 4	Leyes de Newton.....	20
Figura 5	Composición de la Red Vial del Perú.....	29
Figura 6	Tipo de superficie de la Red Vial del Perú.....	30
Figura 7	Los tres factores que contribuyen a los siniestros viales.....	31
Figura 8	Índice de accidentes para carreteras de 2 y 3 carriles con relación al volumen de tránsito.....	33
Figura 9	Accidentes de tránsito en el Perú 2005-2016.....	38
Figura 10	Muertos por accidentes de tránsito en el Perú, 2005-2016.....	39
Figura 11	Causas que originan accidentes de tránsito.....	39
Figura 12	Accidentes de tránsito por regiones a nivel nacional, 2014.....	40
Figura 13	Elementos de curva circular.....	47
Figura 14	Tipos de curvas verticales.....	54
Figura 15	Sección transversal tipo a media ladera para una autopista en tangente.....	57
Figura 16	Ubicación de la Región Cajamarca dentro del mapa de Perú.....	64
Figura 17	Ubicación de la Provincia de Hualgayoc dentro del mapa de Cajamarca.....	65
Figura 18	Ubicación del Tramo en estudio.....	66
Figura 19	Ubicación satelital de la carretera.....	69
Figura 20	Formato de exportación de datos de la estación total.....	71
Figura 21	Número de vehículos según su tipo.....	84
Figura 22	Cálculo del radio mínimo y peralte máximo.....	95
Figura 23	Dimensiones de camión tipo C2.....	105
Figura 24	Distancia de visibilidad de paso (Da).....	110
Figura 25	Distribución de radios evaluados.....	122
Figura 26	Distribución de peraltes evaluados.....	127
Figura 27	Distribución de sobreamanchos evaluados.....	133
Figura 28	Distribución de distancias de adelantamiento evaluadas.....	135
Figura 29	Distribución de Tramos en tangente.....	140
Figura 30	Distribución de pendientes longitudinales evaluadas.....	141

Figura 31 Distribución de longitudes verticales evaluadas.....	143
Figura 32 Distribución de anchos de calzada evaluadas.....	145
Figura 33 Cumplimiento de la funcionalidad de hitos kilométricos y señales informativas.....	151
Figura 34 Resumen de hitos kilométricos evaluados	153
Figura 35 Distribución de señales informativas evaluadas.	154
Figura 36 Distribución Señales Preventivas Evaluadas	160
Figura 37 Distribución de accidentes de tránsito ocurridos por año	165
Figura 38 Distribución de Accidentes de Tránsito por Tipo.....	166

ÍNDICE DE ABREVIATURAS

AASHTO “American Association of State Highway and Transportation Officials”

DG Diseño geométrico

GPS Sistema de Posicionamiento Global

IMDA Índice medio diario anual

IPat índice de peligrosidad de accidentes totales

IS Índice de severidad

K índice de curvatura

MTC Ministerio de Transportes y Comunicaciones

MSV Manual de seguridad vial

OMS Organización mundial de la salud

PI Punto de intersección de 2 alineaciones consecutivas

PNP Policía Nacional del Perú

SUCS Sistema Unificado de Clasificación de suelos

UTM Universal Transverse Mercator

RESUMEN

La investigación aborda el problema de la seguridad vial en el tramo comprendido entre el km 0+000 y el km 10+000 de la carretera Bambamarca-Celendín, a la altura del caserío Chalapampa, donde se observa una alta incidencia de accidentes, deficiencias en la señalización y problemas en el diseño geométrico, factores que representan un riesgo significativo para los usuarios. El objetivo principal fue evaluar la seguridad vial de esta vía en función de sus características geométricas y señalización. Para ello, se realizó un levantamiento topográfico, toma de datos en campo y análisis en gabinete, determinando que la carretera corresponde a una vía de tercera clase tipo 3, con una longitud total de 10 km, 155 curvas horizontales y 15 curvas verticales. La evaluación de sus características geométricas, conforme a la normativa vigente DG-2018-MTC, reveló que el 24.71% de los radios evaluados no cumplen con el mínimo requerido; el 1.76% de los peraltes no se ajustan al rango normativo; el 62.94% de los sobrecanchos no alcanzan el estándar mínimo; el 35.29% de las distancias de adelantamiento resultan insuficientes; si bien las pendientes longitudinales cumplen al 100%, el 45% del ancho de la calzada es inadecuado; y en cuanto a la señalización, el 97% de las señales preventivas son ineficaces o están ausentes. Se concluye que la vía no garantiza una seguridad vial adecuada para los transportistas y la población beneficiaria.

Palabras clave: Carretera, características geométricas, seguridad vial.

ABSTRACT

This research addresses the issue of road safety along the section between km 0+000 and km 10+000 of the Bambamarca-Celendín highway, near the Chalapampa community, where there is a high incidence of accidents, deficiencies in signage, and issues in geometric design—all factors posing a significant risk to users. The main objective was to evaluate the road safety of this section based on its geometric characteristics and signage. To achieve this, a topographic survey, field data collection, and office analysis were conducted, determining that this road is classified as a third-class, type 3 road with a total length of 10 km, comprising 155 horizontal curves and 15 vertical curves. The evaluation of its current geometric characteristics, in accordance with the DG-2018-MTC regulations, revealed that 24.71% of the radii evaluated do not meet the required minimum; 1.76% of the cross slopes (superelevation) fall outside the normative range; 62.94% of the widened lanes (overwidths) do not meet the minimum standard; 35.29% of the passing distances are insufficient. While the longitudinal slopes meet the requirements 100%, 45% of the road width is inadequate. Regarding signage, 97% of the preventive signs are either ineffective or missing. It was concluded that this road does not provide adequate safety for transporters and the local population.

Key words: Road, geometric characteristics, road safety.

CAPÍTULO I.

INTRODUCCIÓN

Actualmente, la seguridad vial es un tema importante a nivel mundial. El constante aumento del tráfico, tanto de vehículos particulares como de transporte público y de carga, ha generado una preocupación creciente por la seguridad en las vías de tránsito. Es esencial contar con carreteras seguras que protejan la integridad de los usuarios y minimicen los riesgos de accidentes.

En este contexto, es crucial realizar evaluaciones continuas y sistemáticas de las condiciones de seguridad vial, especialmente en aquellas carreteras con características geométricas y señalización limitadas. Una adecuada configuración geométrica de una vía permite a los conductores maniobrar de manera segura y eficiente, evitando situaciones de riesgo. Asimismo, la señalización es fundamental para proporcionar información clara y oportuna sobre las condiciones de la vía y los posibles peligros.

Un aspecto fundamental es el estudio de las características geométricas de las vías, las cuales abarcan el diseño y la configuración de las carreteras. Estas incluyen elementos como el ancho de la calzada, la presencia de curvas, pendientes y barreras de seguridad, entre otros. Analizar estos factores es indispensable, ya que inciden directamente en la probabilidad y severidad de los accidentes. Por ejemplo, se ha comprobado que las carreteras con curvas y pendientes pronunciadas presentan un mayor riesgo de accidentes, al igual que aquellas con deficiencias en iluminación y señalización.

Un tramo que demanda una evaluación detallada de su seguridad vial corresponde al segmento del km 0+000 al km 10+000 de la carretera Bambamarca-Celendín, ubicado en el caserío Chalapampa. Este segmento, que conecta dos localidades relevantes, presenta características particulares que podrían comprometer la seguridad de sus usuarios. Entre los factores geométricos a considerar se encuentran el ancho de la calzada, el radio de las curvas

y las pendientes. Un diseño geométrico inadecuado puede dificultar el control vehicular, especialmente en zonas con pendientes pronunciadas o curvas cerradas, lo que incrementa el riesgo de accidentes. Asimismo, una señalización adecuada desempeña un papel esencial en la seguridad vial, ya que permite alertar a los conductores sobre posibles peligros y facilitar la adopción de medidas preventivas. La ausencia de señalización puede generar confusión y aumentar la probabilidad de errores al conducir.

La seguridad vial es un tema de gran importancia en la actualidad, especialmente en carreteras con limitaciones en sus características geométricas y señalización. En este contexto, el tramo comprendido entre el km 0+000 y el km 10+000 de la carretera Bambamarca-Celendín, incluyendo el caserío Chalapampa, requiere un análisis de su seguridad vial. El propósito de esta investigación es analizar las características geométricas y la señalización de dicha vía para proponer mejoras que contribuyan a una mayor seguridad.

1.1. Planteamiento del problema

La seguridad vial es un aspecto fundamental en la infraestructura de transporte de cualquier nación. Los accidentes de tránsito siguen representando un problema significativo y persistente a nivel mundial, con enormes costos económicos y sociales (Nikolau et al., 2023). De acuerdo con la última evaluación global de seguridad vial de la Organización Mundial de la Salud, anualmente pierden la vida 1.35 millones de usuarios de la vía a causa de accidentes de tránsito, lo que los convierte en la octava causa de muerte entre personas de todas las edades (OMS, 2018). Ante esta problemática, resulta esencial evaluar la seguridad vial para proteger a los usuarios, reducir la siniestralidad y promover el desarrollo sostenible.

Las características geométricas de la vía son un factor determinante en la seguridad vial. Según Khuzan & Al-Jumaili (2023), la geometría de una carretera, incluyendo la curvatura, las pendientes y la anchura de los carriles, puede influir en la probabilidad de accidentes. Ghalehni & Boroujerdian (2023) encontraron que las carreteras con curvas pronunciadas tienen una mayor incidencia de accidentes graves. Además, la señalización de la carretera es otro aspecto crucial a considerar. Estudios realizados por Prasad et al. (2022), indican que la falta de señalización adecuada puede aumentar los riesgos de accidentes de tránsito. Hang et al. (2022) también subrayan que una señalización clara y visible, que advierta sobre las características de la vía, como curvas peligrosas o limitaciones de velocidad, es esencial para reducir la accidentalidad.

En el Perú, las estadísticas del Ministerio de Transportes y Comunicaciones (MTC) muestran que, después de un récord de 3531 muertes en carreteras en 2011, se registraron 2965, 2696, 2826 y 3245 muertes en 2015, 2016, 2017 y 2018, respectivamente, con una tasa de mortalidad promedio de 13.9%. Es decir,

diariamente mueren nueve peruanos en accidentes de tránsito, de los cuales más de la mitad tiene entre 26 y 60 años, superando así el número de muertes por inseguridad ciudadana (Huerta, 2019).

En el ámbito local la carretera Bambamarca Celendín es una vía de la red departamental que tiene una denominación de CA-109, la misma no es ajena a la problemática nacional; por lo que, la accidentabilidad en la carretera Bambamarca-Celendín también es un punto relevante a evaluar. Según reportes de la Policía Nacional del Perú (PNP) en Bambamarca, se registraba un promedio de 3.6 accidentes anuales, de los cuales el 72.23% eran colisiones y/o despistes y un 27.77% por falla mecánica. Alam & Tabassum (2023) señalaron que el análisis de los patrones de accidentes en las vías proporcionaba información valiosa para identificar zonas de mayor peligro y tomar medidas preventivas. Además, Intini et al. (2022) destacaron la importancia de evaluar la accidentalidad como un indicador principal de la seguridad vial.

La señalización en este tramo también presenta deficiencias importantes que aumentan los riesgos para los conductores. A pesar de ser una carretera transitada, la señalización horizontal es escasa y muchas de las señales verticales están deterioradas o no cumplen con los estándares de visibilidad y claridad. Los estudios muestran que aproximadamente el 97% de las señales preventivas en la vía no cumplen su función o están ausentes, lo que complica la anticipación a peligros específicos, como curvas pronunciadas y pendientes, por parte de los conductores.

Ante estos problemas, se llevó a cabo la presente investigación de la seguridad vial en la carretera Bambamarca-Celendín, considerando no solo sus características geométricas sino también la efectividad de la señalización. Este análisis permitió identificar las áreas críticas y plantear soluciones adecuadas que

contribuyeron a reducir la accidentabilidad y mejorar la seguridad para todos los usuarios de la vía.

1.2. Formulación del problema

¿Cuál es el nivel de seguridad de la carretera Bambamarca- Celendín, tramo Km 0+000 – Km 10+000, en función a sus características geométricas, señalización y accidentalidad?

1.3. Justificación de la investigación

La seguridad vial es un tema de gran importancia en el mundo actual, dado que el número de accidentes de tráfico y sus consecuencias son alarmantes. Por ello, es fundamental realizar investigaciones que permitan identificar y evaluar los factores que influyen en la seguridad de las vías de comunicación. Un punto crítico en la seguridad vial son las peculiaridades geométricas de las carreteras, que incluyen aspectos como el trazado de la vía y los carriles de circulación. Estos elementos impactan directamente en la capacidad de maniobra de los conductores y en la visibilidad de la vía. Si las características geométricas no son adecuadas, el riesgo de accidentes aumenta considerablemente.

Los accidentes de tráfico se han transformado en un problema de salud pública con una elevada tasa de ocurrencia. La frecuencia de accidentes sigue aumentando cada año, lo que representa un problema nacional que requiere investigaciones y soluciones efectivas. Si no se aborda adecuadamente, esto podría resultar en un número creciente de víctimas mortales y heridos. Por lo tanto, es crucial enfocar los esfuerzos en mejorar la seguridad vial en todas las carreteras, incluyendo las nacionales, regionales y locales.

Debido a la preocupación de los pobladores, en muchas localidades se han llevado a cabo trabajos de mantenimiento y rehabilitación de carreteras. Sin embargo,

la mayoría de estas vías no cumplen con el reglamento y presentan altos índices de accidentes de tránsito. Por esta razón, el presente proyecto evaluará la seguridad vial de la carretera Bambamarca-Celendín, tramo km 0+000 hasta km 10+000, en el caserío Chalapampa, en función de sus características geométricas y señalización, con el fin de plantear soluciones y mejoras que mitiguen la inseguridad y la incomodidad de los transportistas y pasajeros.

En este contexto, éste estudio se presenta como una iniciativa relevante y necesaria. Los resultados de esta investigación permitirán identificar los puntos críticos en términos de seguridad vial en el tramo de la carretera mencionado. A partir de esta identificación, se podrán tomar medidas correctivas y preventivas para mejorar la seguridad de los conductores.

Además, esta investigación será de gran utilidad para las autoridades competentes en materia de seguridad vial, ya que les proporcionará información precisa y actualizada. Esto les permitirá tomar decisiones basadas en evidencia y asignar recursos de manera adecuada para optimar la infraestructura vial y la señalización. De esta manera, se contribuirá a disminuir los accidentes de tráfico y a proteger la vida y la integridad física de los usuarios de la carretera.

Asimismo, se busca establecer una línea de investigación en la “Facultad de Ingeniería” con el propósito de crear una secuencia en la evaluación de las carreteras. Estas evaluaciones continuas permitirán mejorar el diseño y la construcción de las vías, garantizando así una mayor seguridad vial a largo plazo.

1.4. Alcances y delimitación de la investigación.

1.4.1. Alcances

Se centra en la rama de caminos y carreteras. Tiene como objetivo principal evaluar la seguridad vial de la carretera CA-109, en el tramo comprendido entre el

km 0+000 y el km 10+000. Esta evaluación se realizará considerando las características geométricas, la señalización y la incidencia de accidentes, conforme a la normativa vigente establecida en el Manual de Carreteras DG-2018, Manual de Dispositivos de Control de Tránsito Automotor para Calles y Carreteras y Manual de Seguridad Vial. Como resultado, se propondrán soluciones adecuadas, tales como correcciones en la planta, elevación y secciones transversales (Planteamiento Geométrico), así como mejoras en la señalización, con el fin de reducir la accidentabilidad en la vía.

Además, este estudio representa una contribución significativa para las entidades involucradas en el tema de las carreteras. Permitirá implementar nuevas acciones y estrategias que promuevan mejoras en la seguridad vial y en el diseño geométrico de las carreteras.

1.4.2. Limitaciones.

Para la realización de esta investigación se tuvo limitaciones en cuanto al reporte de accidentes de tránsito ocurrido en el tramo en estudio. Este trabajo de investigación dentro de su desarrollo necesita el registro del historial de datos por las instituciones involucradas. La obtención de estos datos estuvo limitado a los años del 2017 al 2024.

1.5. Objetivos

1.5.1. Objetivo general

Evaluar la seguridad vial de la carretera Bambamarca-Celendín, tramo km 0+000 hasta km 10+000 caserío Chalapampa en función a sus características geométricas, señalización y accidentalidad, 2023.

1.5.2. *Objetivos específicos*

- Determinar las características geométricas de la carretera Bambamarca-Celendín, tramo km 0+000 hasta km 10+000 caserío Chalapampa.
- Evaluar las características geométricas de la carretera Bambamarca-Celendín, tramo km 0+000 hasta km 10+000 caserío Chalapampa, con los parámetros de diseño que normaliza la DG-2018.
- Analizar la señalización de la carretera Bambamarca-Celendín, tramo km 0+000 hasta km 10+000 caserío Chalapampa.
- Analizar la accidentabilidad de la carretera Bambamarca-Celendín, tramo km 0+000 hasta km 10+000 caserío Chalapampa.
- Plantear medidas correctivas para mejorar la seguridad vial de la carretera Bambamarca-Celendín, tramo km 0+000 hasta km 10+000 caserío Chalapampa.

1.6. *Hipótesis*

H1: El nivel de seguridad vial en la carretera Bambamarca-Celendín, tramo km 0+000 hasta km 10+000 caserío Chalapampa, en función a sus características geométricas, señalización y accidentabilidad es deficiente.

H0: El nivel de seguridad vial en la carretera Bambamarca-Celendín, tramo km 0+000 hasta km 10+000 caserío Chalapampa, en función a sus características geométricas, señalización y accidentabilidad es eficiente.

1.7. *VARIABLES E INDICADORES*

1.7.1. *Variable independiente*

Características geométricas, señalización y accidentalidad.

1.7.2. *Variable dependiente*

Seguridad vial

1.7.3. Operacionalización de variables

Tabla 1

Matriz de Operacionalización de Variables

Tipo de variable	Variable	Concepto	Indicador	Und	Índice
Independiente	Características Geométricas,	Las dimensiones y configuraciones físicas de la vía de acuerdo a la DG-2018 (MTC, 2018).	Longitud de curva	m	Razón
			Radio	m	Razón
			Peralte	m	Razón
			Visibilidad	%	Razón
			Pendiente	m	Razón
			Curvas verticales	%	Razón
			Calzada	m	Razón
			Berma	m	Razón
	Señalización	La disposición y el diseño de señales de tráfico, marcas viales y dispositivos de control de tráfico en la carretera, que comunican información importante y regulan el flujo vehicular (MTC, 2017).	Señales informativas	und	Razón
			Señales preventivas	und	Razón
			Señales reglamentarias	und	Razón
			Señales transitorias	und	Razón
	Accidentalidad	Los accidentes de tráfico en la carretera, que reflejan el nivel de riesgo y la efectividad de las medidas de seguridad implementadas (Alvarez, 2019).	Índice de accidentabilidad	%	Razón
			Índice de severidad	%	Razón
Índice de fatalidad			%	Razón	
índice de peligrosidad de accidentes totales			%	Razón	
Dependiente	Seguridad vial	La medida en que se previenen accidentes y se reducen los riesgos para los usuarios de la carretera, mediante acciones como el diseño seguro de la infraestructura y la aplicación efectiva de normas de tráfico (MTC, 2017)	carretera eficiente, carretera deficiente	%	Razón

1.8. Descripción de contenidos

Se estructura en varios capítulos que conectan coherentemente el desarrollo de la investigación. El Capítulo I introduce el tema destacando la relevancia de la seguridad vial en la vía estudiada. En el Capítulo II se profundiza en el marco teórico,

explorando estudios previos sobre características geométricas de carreteras y señalización vial. El Capítulo III describe los materiales y métodos utilizados, desde la recolección de datos hasta el análisis, estableciendo un fundamento metodológico sólido. En el Capítulo IV se analizan los resultados en relación con las características geométricas y la señalización. Finalmente, en el Capítulo V se presentan conclusiones y recomendaciones basadas en los hallazgos, destacando implicaciones prácticas para mejorar la seguridad vial y abordar problemas identificados en la carretera evaluada. Finalmente, en el Capítulo VI, se encuentran los anexos, que proporcionan detalles adicionales sobre la metodología utilizada, así como gráficos, tablas y otros datos complementarios que respaldan y enriquecen la investigación realizada, ofreciendo un respaldo sólido a los hallazgos presentados en la tesis.

CAPÍTULO II. : MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes teóricos de la investigación

2.1.1. Antecedentes internacionales

Khuzan & Al-Jumaili (2023) en su revisión bibliográfica “A review of studying the relationship of rural road accidents with geometric design” sobre la relación de los accidentes viales rurales con el diseño geométrico. Encontraron que las curvas con radios superiores a 200 m, ya sean simples o múltiples, representaban los mayores riesgos. Además, observaron que la adición de peralte mejoraba la estabilidad y la comodidad del viaje, mientras que exceder los límites de velocidad, reducir el ancho del carril y limitar el ancho de los arcenes aumentaban el riesgo de accidentes. Concluyeron que mejorar el diseño geométrico de vías es fundamental para reducir tanto el número como la gravedad de los accidentes viales.

Ghalehni & Boroujerdian (2023) tuvo como objetivo investigar la capacidad de los conductores para mantenerse en el carril en curvas horizontales. Para ello utilizaron los datos de 785 vehículos en 11 curvas horizontales (en las rutas montañosas Kashmar-Neyshabor y Siahkal-Deylam) con radios en el rango de 30 a 150 (m), ángulos de deflexión en el rango de 80°-150° y pendientes en el rango de 0 a 8%. Las variables explicativas utilizadas en el modelo incluyeron la posición del punto de partida (sp), la pendiente de la carretera (Gr), la distancia visual de frenado suficiente (Sd) y la diferencia entre las velocidades señalizadas y del vehículo en mitad de curva (DPS). El exceso de velocidad y el aumento de 70° en las curvas aumentaron la probabilidad de invasión, y las mejoras pronunciadas la exacerbaron; a una distancia de visión de frenado suficiente, alcanzó el 85%.

En la India, Bisht & Tiwari (2022) tuvieron como objetivo evaluar el impacto del ancho de los arcenes pavimentados en la frecuencia de accidentes fatales en caso

de tráfico heterogéneo en una carretera rural dividida de cuatro carriles en la India. Se empleó un diseño de casos y controles emparejados para evaluar la eficacia de seguridad del ancho de arcén pavimentado en accidentes fatales. El análisis de los datos de accidentes reveló que el 39% del total de accidentes se deben a colisiones traseras, que ocurren principalmente durante la noche. Así mismo, los resultados del modelo sugieren que la banquina pavimentada tiene beneficios de seguridad para todos los usuarios de la vía hasta un ancho de banquina de 1.5 m. Concluyeron que, la provisión de arcenes pavimentados redujo el riesgo de accidentes mortales y mejoró la seguridad de los peatones y vehículos que circulan lentamente.

2.1.2. Antecedentes nacionales

Bautista (2021) tuvo como fin examinar el diseño geométrico proyectado, primariamente diseñado con medidas de seguridad insuficientes. Tras evaluar los parámetros geométricos y de seguridad vial según normativas como DG-2014 y el Manual de Seguridad Vial MSV-2016, se identificó incumplimientos significativos. Como resultado, se modificó integralmente el diseño geométrico y de seguridad vial, incorporando elementos nuevos para cumplir con las normas del MTC, garantizando calidad, consistencia espacial y temporal.

Jacinto (2019) tuvo por fin examinar la geometría y seguridad vial de carreteras de tercera clase de la Provincia de Pachitea. Seleccionó tres tramos representativos y restauró su geometría original, verificando el cumplimiento de la DG-2018. Se centró en evaluar la consistencia del trazado y encontró que los radios de curvatura horizontal y la longitud de tangente horizontal no cumplían con los estándares establecidos, lo cual afectaba la seguridad vial. Como medida correctiva, propuso ajustes específicos en el trazado de curvas horizontales para mitigar estos problemas y mejorar la seguridad de los usuarios de la vía.

Alvarez (2019) tuvo como fin comprobar la relación entre la geometría de la vía Mollepata - Catillambi y la seguridad vial basada en la DG-2014. Realizó un levantamiento topográfico detallado, análisis de tráfico y un inventario exhaustivo de geométrico, incluyendo la planta, perfil y sección transversal. Identificó que las características geométricas no cumplían con los parámetros mínimos exigidos, especialmente en los tramos con mayores índices de accidentes. Como resultado, propuso soluciones como la colocación estratégica de señales y dispositivos de control para mejorar la seguridad vial y reducir la incidencia de accidentes en la vía.

2.1.3. Antecedentes locales

Chávez (2023) tuvo por fin examinar la seguridad vial de la carretera que une los C.P Guayao – C.P. Machaypungo enfocándose en la consistencia de la geometría. Realizó un levantamiento topográfico detallado, midió la velocidad de operación y estimó el estudio de tráfico utilizando el software "Vehicle Tracking". La vía estudiada se clasificó como una trocha carrozable con orografía ondulada, perteneciente a la red vial vecinal. Encontró que las características geométricas, especialmente en planta (55.77%), perfil (19.81%) y sección transversal (74.14%), no cumplían con los parámetros establecidos en el Manual de diseño de carreteras de bajo volumen de tránsito (2008). Además, se registraron accidentes de tránsito en varios puntos de la vía. Concluyó que la falta de consistencia en la geometría de la carretera tenía un impacto adverso en la seguridad vial, recomendando mejoras en el diseño y la señalización preventiva efectiva para reducir los riesgos para los usuarios.

Cubas (2022) tuvo como objetivo indagar si, los accidentes que ocurren en el tramo San Juan – Chotén se ven influenciados por las características geométricas de la vía en Cajamarca. Descubrió que la carretera no cumplía con los parámetros de diseño DG-2018, especialmente en los radios de curvatura y la consistencia del

trazado. Observó que los vehículos operaban a velocidades inapropiadas, contribuyendo a una mayor incidencia de accidentes en tramos específicos con problemas de consistencia. Propuso mejoras en el diseño de la carretera para adecuarla a una clasificación de primera clase tipo III, y mejorar la seguridad vial y reducir la frecuencia de accidentes.

Villena (2021) tuvo como objetivo examinar la carretera C.P. Huambocancha Alta – C.P. Porcón Bajo y su seguridad vial. Utilizó levantamientos topográficos detallados, estudios de tráfico y evaluaciones del perfil de velocidad basadas en velocidades percentil 85 (V85). La vía estudiada pertenece a la red PE-3N y está clasificada como carretera de primera clase - tipo II, con una velocidad de diseño de 60 km/h. Al evaluar la relación entre la consistencia geométrica y la seguridad vial, encontró que muchos tramos de la carretera presentaban inconsistencias significativas, especialmente aquellos con tangentes largas seguidas de curvas cerradas, lo cual aumentaba el riesgo para los usuarios de la vía. Recomendó la implementación de señalizaciones y dispositivos de control, así como la consideración de una posible ampliación de la vía para mejorar la seguridad vial y reducir la incidencia de accidentes.

2.2. Bases teóricas

2.2.1. Leyes que gobiernan el tema de seguridad vial

2.2.1.1. Dinámica del movimiento circular aplicada al diseño de carreteras

La dinámica del movimiento circular en el diseño de carreteras se basa en principios físicos como la aceleración centrípeta, que requiere una fuerza neta hacia el centro del círculo para mantener el movimiento circular uniforme. En vehículos, esta fuerza centrípeta es proporcionada por el rozamiento estático entre los neumáticos y la carretera, que evita el deslizamiento y permite mantener la trayectoria circular. Sin embargo, en curvas pronunciadas y a altas velocidades, la fuerza de rozamiento necesaria puede exceder el máximo posible, aumentando el riesgo de que el vehículo pierda estabilidad y siga una trayectoria tangencial, lo que compromete la seguridad vial (Godoy, 2016)

$$\sum F_y = N - W = 0$$

Donde: $\sum F_y$: Suma de fuerzas en la dirección vertical (eje y), N: Fuerza normal (reacción del suelo sobre el vehículo) y W: Peso del vehículo (fuerza gravitatoria actuando hacia abajo)

$$\sum F_r = f_f = u_s N = \frac{mv^2}{R}$$

Donde: $\sum F_r$: Suma de fuerzas en la dirección radial (fuerza centrípeta), f_f : Fuerza de fricción entre los neumáticos y la carretera, u_s : Coeficiente de fricción estática, N: Fuerza normal, m: Masa del vehículo, v: Velocidad del vehículo y R: Radio de la curva.

$$u_s N = \frac{mv^2}{R}$$

Donde: u_s : Coeficiente de fricción estática, N: Fuerza normal, m: Masa del vehículo

v: Velocidad del vehículo y R: Radio de la curva.

Por consiguiente, la máxima rapidez para que el auto no se deslice es:

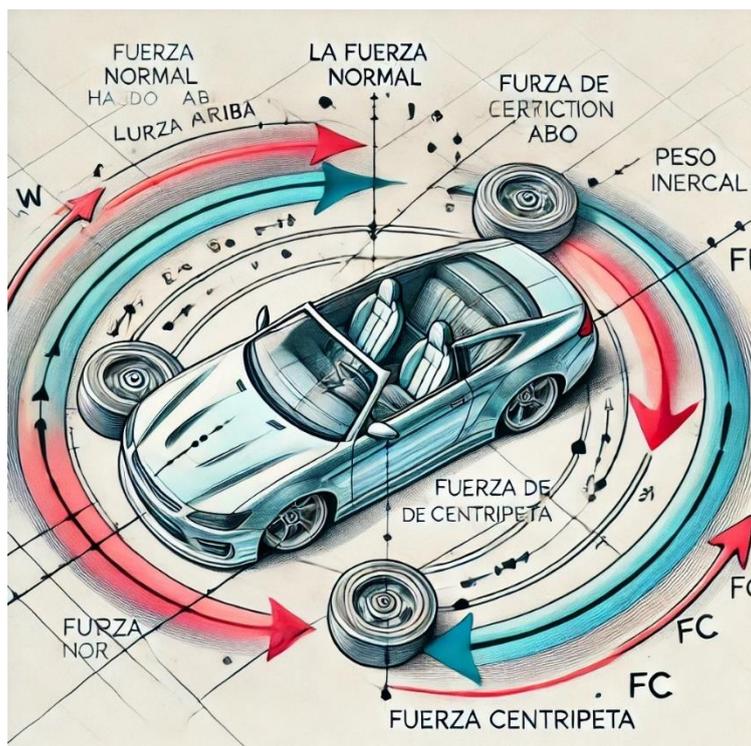
$$v = \sqrt{u_s g R}$$

Donde: v: Máxima velocidad para que el vehículo no se deslice, u_s : Coeficiente de fricción estática, g: Aceleración debida a la gravedad, R: Radio de la curva.

El peralte es una técnica en el diseño de curvas que inclina la carretera hacia el interior, redirigiendo parte del peso del vehículo hacia el centro de la curva. Esto genera una fuerza adicional centrípeta que complementa la fricción estática, mejorando la seguridad y estabilidad vehicular, especialmente en condiciones de baja fricción, como en superficies mojadas o heladas, y permitiendo completar la curva de forma segura a velocidades adecuadas (Godoy, 2016).

Figura 1

DCL para un auto que realiza una curva según un observador inercial

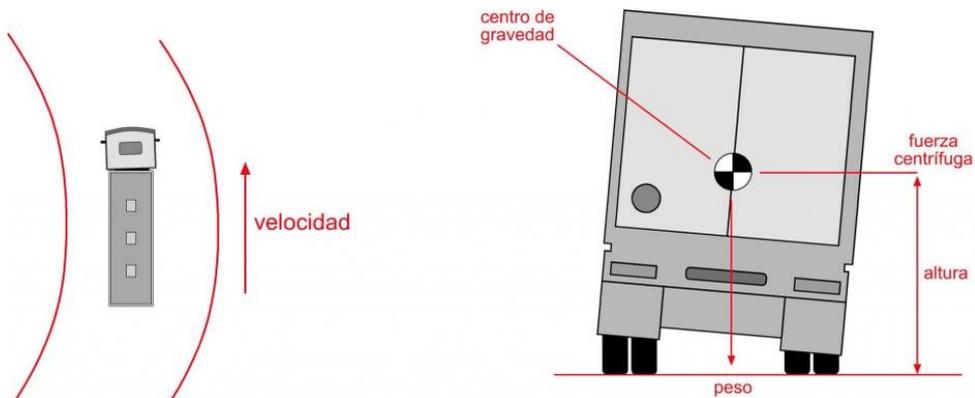


2.2.1.2.Ley de la fuerza centrífuga

La fuerza centrífuga es una fuerza aparente percibida en sistemas no inerciales, que parece empujar un objeto hacia afuera del centro de su trayectoria curva. Es proporcional a la masa del objeto, al cuadrado de su velocidad tangencial y al inverso del radio de la curva. En el diseño de carreteras, los ingenieros ajustan parámetros como el radio y el peralte de las curvas para minimizar esta fuerza, garantizando la estabilidad de los vehículos y la seguridad de los ocupantes (ANEP, 2023).

Figura 2

Estabilidad del Vehículo por la Fuerza Centrifuga



Fuente: (ANEP, 2023).

La ley de la fuerza centrífuga, fundamental en el diseño de carreteras, describe la fuerza aparente que empuja hacia afuera a un vehículo en movimiento en una curva. Su magnitud depende de la velocidad, el radio de la curva y la masa del vehículo. Para garantizar la seguridad, los ingenieros diseñan curvas con radios adecuados, minimizando fuerzas laterales excesivas que podrían causar pérdida de control y accidentes (ANEP, 2023).

2.2.1.3.Ley de la gravedad

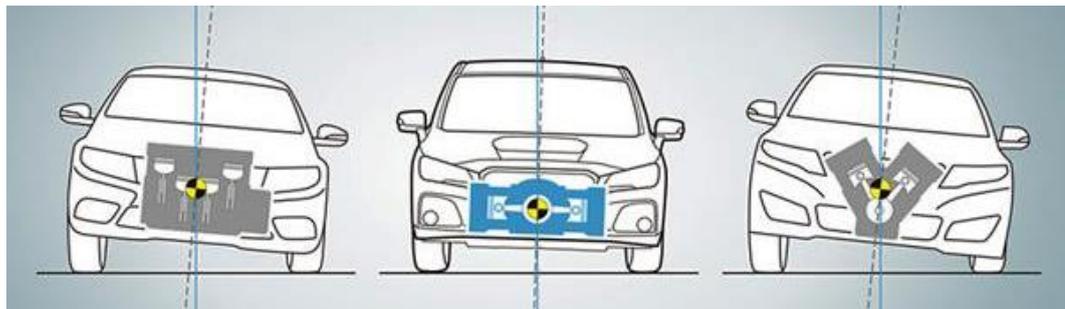
La ley de la gravedad, que establece que todos los objetos con masa se atraen mutuamente, tiene un impacto importante en la seguridad vial, especialmente en

pendientes y declives. Esta fuerza constante afecta a los vehículos dependiendo de factores como la inclinación de la carretera y la masa del vehículo (Hidalgo, 2006).

El centro de gravedad del vehículo: vehículos con un centro de gravedad elevado, como los SUVs, tienen mayor riesgo de volcar, mientras que aquellos con un centro de gravedad bajo, como los autos de carrera, pueden tomar curvas a alta velocidad con mayor estabilidad (ePermitTest, 2021).

Figura 3

Efectos de la Gravedad en la Estabilización y Velocidad de Vehículos



Fuente: (ePermitTest, 2021)

Pendientes y declives: Las pendientes de las carreteras afectan el movimiento de los vehículos debido a la gravedad. En descensos, la gravedad puede aumentar la velocidad, elevando el riesgo de pérdida de control o colisión si no se frena adecuadamente. En ascensos, la gravedad reduce la velocidad, exigiendo mayor potencia del motor para mantener una velocidad constante (Hidalgo, 2006).

Drenaje del agua: La ley de la gravedad también influye en cómo se drena el agua de la carretera. Las carreteras están diseñadas con una ligera inclinación lateral, conocida como "superficie con peralte", para permitir que el agua de lluvia drene hacia los bordes de la carretera y no se acumule en el centro. Esto reduce el riesgo de pérdida de control de los vehículos en condiciones de lluvia. (Hidalgo, 2006)

Estabilidad del terreno: En terrenos montañosos o irregulares, la gravedad puede causar erosión y deslizamientos de tierra, generando riesgos como desprendimientos de rocas que afectan la seguridad vial (Hidalgo, 2006).

Por ello, el diseño y mantenimiento de carreteras consideran la gravedad en aspectos como pendientes, drenaje y estabilidad del terreno para reducir riesgos y proteger a los usuarios.

2.2.1.4.Ley de la inercia

La ley de la inercia de Newton establece que un objeto mantiene su estado de movimiento o reposo a menos que una fuerza externa actúe sobre él. En el contexto vial, esta ley implica que un vehículo en movimiento seguirá en línea recta y a velocidad constante sin intervención externa, como frenar o girar. Cambiar su dirección o velocidad requiere la aplicación de fuerzas externas, como el uso de frenos o maniobras con el volante, para contrarrestar la inercia y adaptar el vehículo a las condiciones del camino y el tráfico (Celemín, 2005).

2.2.1.5.Ley de la acción y la reacción

La ley de la acción y reacción de Newton establece que a toda acción corresponde una reacción igual y opuesta. En seguridad vial, esta ley explica fenómenos como: (Celemín, 2005)

Frenado y aceleración: Aplicar frenos genera una fuerza de reacción que detiene el vehículo, mientras que, al acelerar, la reacción impulsa el movimiento hacia adelante.

Colisiones: En choques, las fuerzas entre los vehículos son iguales y opuestas, influyendo en la gravedad del accidente.

Maniobras: Girar el volante provoca una fuerza centrífuga hacia el exterior y una reacción centrípeta que mantiene al vehículo en la curva.

Estabilidad: La interacción entre fuerzas centrífugas y centrípetas asegura que el vehículo siga su trayectoria en curvas.

Esta ley es clave para entender y controlar las fuerzas que actúan en vehículos, fundamental para el diseño y la seguridad en carreteras (Celemín, 2005).

Figura 4

Leyes de Newton



Fuente: (ABC, 2021).

2.2.2. Teoría de la gestión de la seguridad vial

Esta teoría busca identificar y gestionar los riesgos asociados a la infraestructura vial, incluyendo las características geométricas y la señalización. Se enfoca en el análisis de datos de accidentes y propone medidas de mitigación y prevención basadas en evidencia científica (Tabasso, 2012).

Según la teoría de la gestión de la seguridad vial, es fundamental establecer estrategias eficaces para prevenir y gestionar los accidentes de tráfico. Esta teoría se basa en la idea de que la seguridad vial no es solo responsabilidad de los conductores individuales, sino que implica un enfoque multidimensional en el que intervienen factores como la infraestructura vial, los vehículos y la legislación.

Con respecto a la infraestructura vial, los estudios han demostrado que un diseño adecuado de las carreteras y calles puede reducir significativamente el riesgo de

accidentes. Un estudio realizado por Rojas y Guzmán (2018) encontró que las medidas de mejora de la infraestructura vial, como la construcción de aceras y la instalación de señales de tráfico, tuvieron un impacto positivo en reducir los accidentes de tránsito.

En cuanto a los vehículos, la incorporación de tecnologías avanzadas de seguridad, como sistemas de frenado automático y asistentes de mantenimiento de carril, puede contribuir a la prevención de accidentes. Según una investigación realizada por Johnson et al. (2019), la implementación de estos sistemas en los vehículos puede reducir de manera significativa el riesgo de colisiones.

Además de la infraestructura vial y los vehículos, la legislación desempeña un papel crucial en la gestión de la seguridad vial. Un estudio realizado por Smith et al. (2021) muestra que la implementación de leyes y regulaciones más estrictas, como límites de velocidad más bajos y controles de conducción bajo la influencia del alcohol, ha llevado a una disminución de los accidentes de tráfico.

2.2.3. Teoría de la visibilidad vial

Esta teoría se enfoca en cómo la visibilidad de la infraestructura vial, incluyendo la señalización, afecta la percepción y respuesta de los conductores. Se basa en la idea de que una buena visibilidad y señalización adecuada pueden reducir los errores y la accidentabilidad.

La teoría de la visibilidad vial es un área importante de estudio en la seguridad vial y ha sido objeto de muchas investigaciones en los últimos años. Esta teoría se centra en comprender cómo los factores de visibilidad pueden influir en la detección y percepción de los objetos en la carretera, así como en la toma de decisiones de los conductores.

Según Smith y Johnson (2018), "la visibilidad vial se refiere a la capacidad de un conductor para detectar y percibir los objetos en la carretera y para tomar decisiones basadas en esta información". Estos autores también señalan que la visibilidad vial puede verse afectada por factores como las condiciones meteorológicas, la iluminación de la carretera y la presencia de obstáculos visuales.

Brown y Miller (2019) apoyan la importancia de la teoría de la visibilidad vial al señalar que "la visibilidad adecuada es esencial para reducir los accidentes de tráfico y mejorar la seguridad vial". Estos autores también destacan la necesidad de infraestructura vial adecuada, como señales de tráfico y marcas viales, para garantizar una visibilidad óptima en la carretera.

Además, Jones et al. (2020) realizó un estudio que demostró que la visibilidad vial puede influir en la capacidad de los conductores para anticipar y reaccionar a situaciones de peligro en la carretera. Según los resultados de su investigación, una mejor visibilidad vial está asociada con tiempos de reacción más rápidos y una menor probabilidad de accidentes.

2.2.4. Teoría de la psicología del conductor

Esta teoría se basa en el estudio del comportamiento humano al volante y cómo afecta la seguridad vial. Se centra en factores como la atención, el juicio, la toma de decisiones y la respuesta a las señales de tráfico. Propone medidas para mejorar la seguridad vial a través de la educación, la concienciación y la modificación del comportamiento del conductor.

La teoría de la psicología del conductor es un campo de estudio esencial en la seguridad vial, que se centra en comprender los procesos psicológicos y cognitivos que influyen en el comportamiento de los conductores y su toma de decisiones en la carretera.

Según el estudio realizado por Reason (2008), la teoría de la psicología del conductor se enfoca en analizar cómo los factores humanos, como las habilidades cognitivas y emocionales, pueden afectar la seguridad vial. El autor destaca que la comprensión de la psicología del conductor es fundamental para desarrollar intervenciones efectivas de seguridad vial.

Stanton et al. (2016) destacan que la teoría de la psicología del conductor se ha desarrollado en base a la comprensión de los procesos cognitivos, como la atención, la percepción y la toma de decisiones, así como los factores motivacionales y emocionales que influyen en el comportamiento del conductor.

Un estudio más reciente realizado por Young et al. (2020) señala que la teoría de la psicología del conductor ha demostrado ser útil para comprender el comportamiento de los conductores en situaciones de riesgo y diseñar intervenciones efectivas para mejorar la seguridad vial. Los autores también indican que esta teoría ha evolucionado para incluir elementos relacionados con la tecnología del vehículo y la interacción con sistemas de asistencia avanzados.

2.2.5. Teoría de la ingeniería de tráfico

Esta teoría se enfoca en el diseño y manejo de la infraestructura vial para mejorar la seguridad. Propone medidas como la adecuación de las características geométricas de las carreteras, la colocación estratégica de señales de tráfico y la implementación de medidas de control del tráfico para reducir la accidentabilidad.

La teoría de la ingeniería de tráfico es un campo de estudio que se enfoca en comprender cómo los aspectos de diseño, operación y gestión de las vías y sistemas de transporte influyen en el comportamiento de los conductores y en la seguridad vial. Según la investigación realizada por Shankar et al. (2015), la teoría de la

ingeniería de tráfico busca desarrollar modelos y principios basados en la investigación empírica para mejorar la eficiencia y la seguridad del tráfico.

Un estudio más reciente realizado por Chen y Zhang (2021) destaca que la teoría de la ingeniería de tráfico se basa en el análisis de datos de tráfico, el modelado y la simulación de sistemas de transporte, y el diseño de soluciones para mejorar el flujo de vehículos y la seguridad. Los autores señalan que esta teoría ha sido fundamental en el desarrollo de herramientas y tecnologías avanzadas, como los sistemas de gestión del tráfico y los sistemas de transporte inteligente.

La teoría de la ingeniería de tráfico también ha sido estudiada en relación con los factores humanos. Por ejemplo, en un estudio llevado a cabo por Li et al. (2019), se analizó cómo la teoría de la ingeniería de tráfico puede considerar los factores psicológicos y cognitivos de los conductores al diseñar y operar sistemas de transporte. Los autores destacan la importancia de tener en cuenta cómo los conductores perciben y responden a las señales y condiciones de la carretera para mejorar la seguridad vial.

2.2.6. Carretera

Se define como una infraestructura de transporte diseñada específicamente en una franja de terreno conocida como derecho de vía, principalmente para facilitar la circulación continua de vehículos tanto en el espacio como en el tiempo, asegurando la seguridad y comodidad para los usuarios (Cárdenas, 2013). Una carretera, desde un punto de vista técnico, es una infraestructura de transporte terrestre que se construye con el propósito de permitir el desplazamiento eficiente y seguro de vehículos y peatones. Se compone de diversas capas y elementos constructivos que le confieren estabilidad y resistencia. La construcción y diseño de una carretera debe seguir normativas y estándares técnicos establecidos para garantizar su seguridad y

funcionalidad. También debe tener en cuenta factores como el volumen y tipo de tráfico, topografía del terreno, condiciones climáticas, y considerar aspectos ambientales y estéticos.

Tabla 2

Clasificación de Carreteras por Demanda

Parámetros	Carreteras		
	1ra clase	2da clase	3ra clase
IMDA (veh/día)	2001-4000	400-2000	400
Ancho de calzada (m)	Dos carriles 3.60	Dos carriles 3.30	Dos carriles de 3.00
Tipo de superficie de rodadura	Pavimentada o asfaltada	Pavimentada o asfaltada	Pavimentada o afirmada
Pendiente promedio (%)	< 4	< 6	< 8
Pendiente máxima (%)	< 6	< 9	< 10

Fuente: (MTC, 2018).

La estructura típica de una carretera se divide en tres componentes principales:

(MTC, 2018)

Calzada: Parte destinada a la circulación vehicular. Habitualmente está subdividida en carriles con marcas viales que delimitan sus bordes y su espacio de uso.

Plataforma: Es la base sobre la cual se construye la carretera. Puede estar compuesta por diferentes capas, como la subrasante que es el suelo natural del terreno, la subbase que proporciona estabilidad a la carretera y la base, que puede ser una capa de grava o de material aglutinante como el hormigón asfáltico.

Obras de drenaje: Son las estructuras que permiten el adecuado desagüe del agua de lluvia y evitan la acumulación de humedad en la carretera. Esto incluye cunetas, drenajes longitudinales, alcantarillas, puentes y otras obras hidráulicas.

Además de estos componentes principales, una carretera puede contar con elementos auxiliares como señalización (verticales y horizontales), sistemas de iluminación, barreras de seguridad, áreas de descanso, cruces, intersecciones, entre otros.

2.2.7. Seguridad vial

Se puede definir conceptualmente como el conjunto de medidas, normas y acciones destinadas a prevenir accidentes y minimizar los riesgos en las vías públicas, con el objetivo de proteger la vida y la integridad física de las personas que circulan tanto como peatones, ciclistas o conductores de vehículos motorizados. Esta definición abarca diversos aspectos fundamentales que conforman la seguridad vial, como la planificación y diseño de las vías, la regulación del tráfico y la aplicación de normas, la educación y concientización de todos los actores viales y la implementación de sistemas y tecnologías para garantizar la prevención y respuesta eficiente ante incidentes viales (Truyols et al., 2007).

En este sentido, la seguridad vial implica la adecuada señalización de las vías, la construcción y mantenimiento de infraestructuras viales seguras, el control y concienciación sobre los límites de velocidad, el respeto a las normas de tráfico, el uso correcto y responsable de los dispositivos de seguridad en vehículos, como cinturones de seguridad o sistemas de retención infantil, y el fomento de una cultura vial basada en el respeto, la responsabilidad y la empatía entre todos los usuarios de las vías. Además, la seguridad vial también implica la implementación de políticas públicas que promuevan la educación vial desde temprana edad, la formación y capacitación continua de conductores y peatones, la realización de campañas de concienciación y sensibilización sobre los riesgos y consecuencias de los accidentes de tráfico (Monclús, 2007). En definitiva, la seguridad vial es un concepto amplio y complejo que requiere de la participación y compromiso de todos los actores de la movilidad urbana, desde autoridades y entidades responsables de la planificación y gestión de las vías públicas, hasta conductores, ciclistas y peatones, con el fin de garantizar la protección y bienestar de todos los ciudadanos en la vía pública.

2.2.8. *Indicadores de seguridad vial*

IPat (Índice de peligrosidad de accidentes totales). Este indicador se calcula en función del número total de accidentes registrados en un año, dividido por la cantidad de vehículos que circulan por un sector específico de la carretera (Álvarez, 1998).

$$IPat = \frac{N \cdot 10^6}{IMD \cdot t \cdot L} \quad (1)$$

El IPat es una medida fundamental para evaluar la seguridad vial de una carretera, ya que proporciona una relación directa entre la incidencia de accidentes y el flujo de tráfico en un tramo determinado. Es utilizado por autoridades y planificadores de carreteras para identificar áreas de alto riesgo y tomar medidas preventivas que mejoren las condiciones de seguridad para los usuarios.

$$IPav = \frac{10^6 \cdot N_v}{IMD \cdot t \cdot L} \quad (2)$$

Los puntos críticos de la vía se identifican cuando el IPav es igual o mayor a 1.0. Este índice se calcula dividiendo el número total de accidentes ocurridos en un año entre la cantidad de vehículos que transitan por un sector específico de la carretera. (Álvarez, 1998). El IPav es crucial para determinar áreas de la vía con un alto riesgo de accidentes, lo cual permite a las autoridades adoptar medidas correctivas para mejorar la seguridad vial. (Álvarez, 1998).

IS (Índice de severidad). Este indicador relaciona el número total de accidentes de tránsito registrados en un año con la cantidad de vehículos que circulan por un tramo específico o sector de la vía. (Álvarez, 1998). El IS es una medida importante que ayuda a evaluar la gravedad de los accidentes en relación con el volumen de tráfico. Este índice proporciona información detallada sobre la severidad de los incidentes en una carretera, lo cual es esencial para implementar estrategias de prevención y mejorar las condiciones de seguridad para los usuarios.

$$IS = \frac{(AF*18+AS*2+Asimp)*10^6}{IMD.t.L} \quad (3)$$

Los puntos críticos de la vía son cuando el Is es mayor o igual 5

Dónde: N número de accidentes, Nv (número de accidentes con víctimas), T periodo de tiempo en días, IMDA Tráfico promedio diario (Veh/día), L Longitud del tramo (Km), A Accidentes fatales, AS Accidentes serios, Asimp Accidentes simples.

Sitios críticos. Zonas con alta concentración de accidentes, caracterizadas por índices elevados de peligrosidad, severidad, mortalidad y morbilidad. Identificarlos y analizarlos es esencial para implementar medidas preventivas que reduzcan riesgos y mejoren la seguridad vial en esas áreas específicas (Álvarez, 1998).

2.2.9. Infraestructura y entorno vial

Según el plan estratégico Nacional de Seguridad Vial PENsv 2017-2021 (MTC, 2017), la infraestructura vial es el componente central del sistema de transporte por carretera. Esta infraestructura incluye todas las instalaciones, servicios y elementos esenciales necesarios para el funcionamiento seguro y eficiente de las autopistas, carreteras y calles. La seguridad vial abarca desde el uso del suelo y la planificación de la red vial, hasta la construcción, reconstrucción y diseño de secciones e intersecciones de carretera, así como el mantenimiento y la señalización vertical y horizontal. También incluye procedimientos críticos como auditorías viales, evaluaciones de impacto e inspecciones de seguridad.

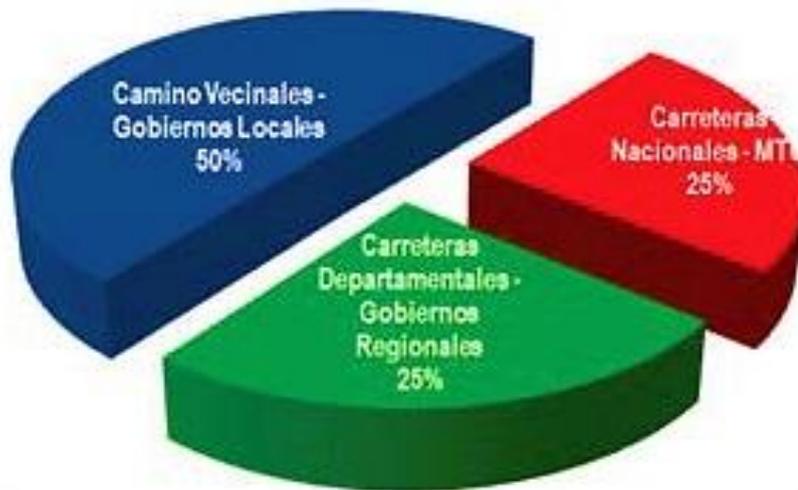
Según los datos proporcionados por el MTC, la red vial del Perú se organiza en tres niveles principales: la red primaria o nacional, la red secundaria o departamental (regional) y la red terciaria o caminos vecinales. Hasta el año 2012, la longitud total de la red vial registrada era de 95,863 kilómetros. De esta extensión, 23,076 kilómetros (24.07%) corresponden a carreteras nacionales bajo la competencia del Ministerio de Transportes y Comunicaciones. Además, 25,329 kilómetros (26.42%)

son carreteras departamentales gestionadas por los gobiernos regionales, y 47,458 kilómetros (49.51%) son caminos vecinales que están bajo la responsabilidad de los gobiernos locales.

Esta estructura de la red vial refleja la distribución y la gestión diferenciada de las carreteras según su importancia estratégica y el ámbito administrativo correspondiente, facilitando así el desarrollo y la seguridad del transporte terrestre en todo el país.

Figura 5

Composición de la Red Vial del Perú

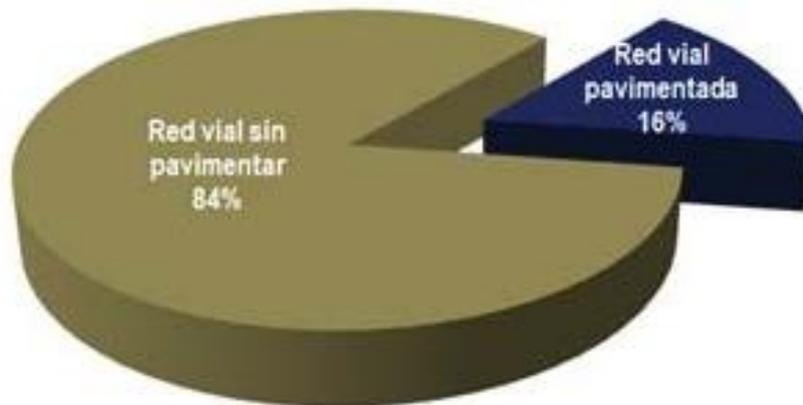


Fuente: “Ministerio de Transportes y Comunicaciones” (MTC, 2017).

En la Figura 6 se observa que 15,496 kilómetros están pavimentados, lo que representa aproximadamente el 16.16% del total. Por otro lado, hay 84,367 kilómetros que no están pavimentados, lo que corresponde al 83.84% restante de la red vial.

Figura 6

Tipo de superficie de la Red Vial del Perú



Fuente: “Ministerio de Transportes y Comunicaciones” (MTC, 2017).

2.2.10. Principios básicos de la infraestructura vial segura

El Manual de Seguridad Vial (MTC, 2017), establece principios clave para diseñar carreteras seguras y funcionales:

- **Funcionalidad:** Diseñar vías acorde a su propósito y volumen de tráfico.
- **Homogeneidad:** Reducir diferencias de velocidad, dirección y masa de vehículos.
- **Predictibilidad:** Crear diseños intuitivos que permitan anticipar decisiones de conducción.
- **Legibilidad:** Asegurar que la información vial sea clara y fácil de interpretar.
- **Credibilidad:** Proveer señalización y diseño coherentes con las expectativas de los conductores.
- **Consistencia:** Dar soluciones uniformes a problemas similares en infraestructura.
- **Carga de trabajo:** Minimizar la complejidad en puntos críticos para evitar sobrecarga cognitiva.
- **Carreteras que perdonan:** Incorporar elementos que reduzcan las consecuencias de errores humanos o mecánicos.

2.2.11. Accidentes de tránsito

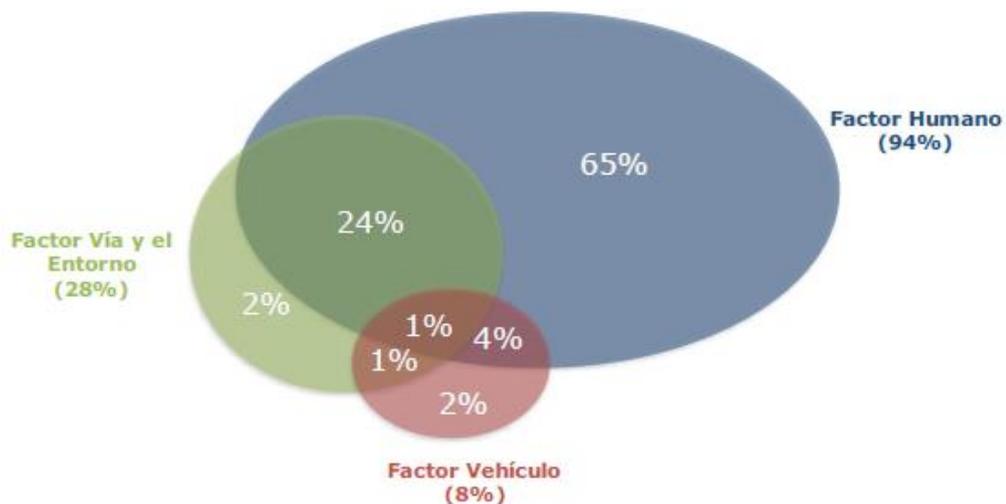
Un accidente es un evento imprevisto que resulta en daño para personas o cosas de manera involuntaria. En el contexto de las carreteras, un accidente de tránsito implica la interacción entre vehículos, peatones u otros usuarios, donde ocurre un evento indeseado con consecuencias adversas (Ramírez, 2013). Según el MTC (2017) define un accidente con víctimas como aquel en el que una o varias personas resultan heridas o muertas como consecuencia del suceso.

2.2.11.1. Principales factores que contribuyen a los accidentes de tránsito

El manual identifica tres factores principales que contribuyen a los accidentes de tránsito: la infraestructura vial, las características del vehículo y el comportamiento del usuario. Estos factores pueden interactuar de manera compleja en cada colisión, lo que dificulta la atribución precisa de responsabilidades y subraya la importancia de abordar integralmente la seguridad vial desde múltiples frentes.

Figura 7

Los tres factores que contribuyen a los siniestros viales



Fuente: New South Wales Roads and Traffic Authority (RTNSW), 1996.

2.2.11.2. Relación diseño – conductor

La relación entre el diseño de carreteras y el comportamiento del conductor es fundamental para la seguridad vial. En este contexto, se enfatiza que el diseño de la infraestructura debe estar orientado a facilitar y promover el cumplimiento de las normas de seguridad por parte de los conductores, en lugar de ajustar las reglas de seguridad según las acciones de los conductores. Se examinan detalladamente aspectos importantes como las intersecciones, los puntos de acceso, los intercambios viales, las autopistas y las carreteras en general (MTC, 2017).

2.2.11.3. Los accidentes y el alineamiento

El diseño geométrico de las carreteras aborda tres elementos esenciales: alineamiento vertical, alineamiento horizontal y sección transversal. La velocidad de diseño juega un papel crucial en la determinación del alineamiento necesario, asegurando que los conductores tengan la visibilidad adecuada para detenerse o reducir la velocidad de manera segura según las condiciones de tráfico y factores climáticos. Un diseño eficaz busca mantener un flujo de tráfico fluido y a una velocidad constante, optimizando así la seguridad vial. Las curvas horizontales son particularmente críticas, ya que deben diseñarse para garantizar un tránsito seguro. Del mismo modo, las curvas verticales y las pendientes también influyen significativamente en la seguridad (MTC, 2017).

2.2.11.4. Los accidentes y la sección transversal

En una sección transversal de carretera, diversos parámetros como el ancho de los carriles, los acotamientos, las bermas, los sardineles, los elementos de drenaje, y la configuración de cortes y terraplenes, juegan un papel importante en la seguridad vial y la incidencia de accidentes. Especialmente, las bermas pavimentadas ofrecen

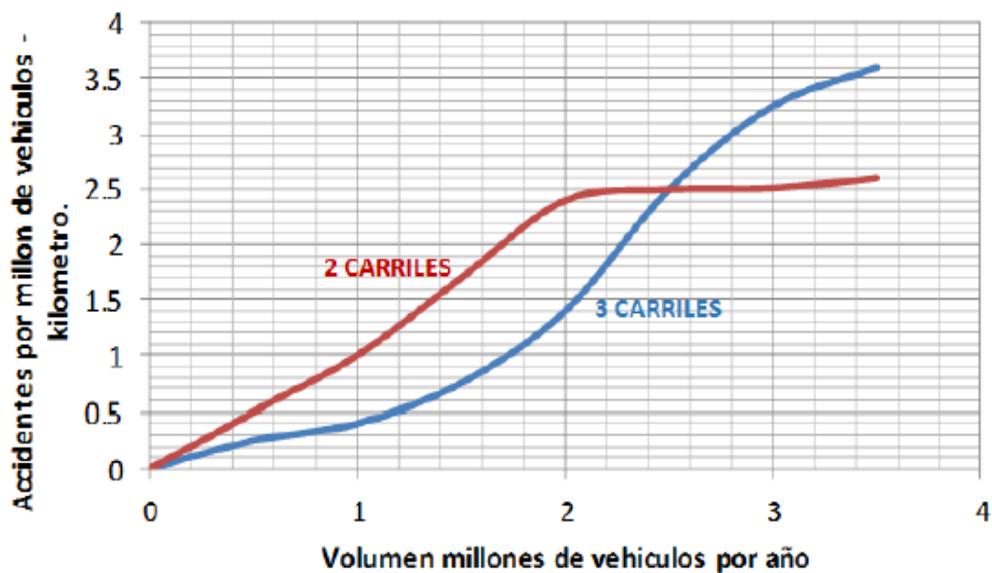
significativos beneficios al proporcionar una zona de recuperación inmediata para los vehículos que pueden perder el control y salirse de la calzada (MTC, 2017).

a) Número de carriles

Según el Manual de seguridad vial (2017). estudios iniciales realizados en Massachusetts, Estados Unidos, compararon la seguridad en carreteras con diferentes números de carriles, destacando que las carreteras de 2 carriles mostraban mayores índices de accidentes en comparación con aquellas de 3 carriles. Curiosamente, las carreteras con 4 o más carriles, diseñadas para manejar volúmenes de tránsito más altos, presentaban índices de accidentes menores que las de 2 carriles. Esto sugiere que, más que el número absoluto de carriles, la seguridad vial está más influenciada por factores como el ancho de los carriles. Esta relación es crucial al diseñar carreteras, como se ilustra en la Figura 8.

Figura 8

Índice de accidentes para carreteras de 2 y 3 carriles con relación al volumen de tránsito



Fuente: “Manual de Seguridad Vial 2017”.

2.2.11.5. Los accidentes y la distancia de visibilidad

Las vías deben ser diseñadas de manera que cualquier conductor tenga una visibilidad clara y adecuada del camino que va a recorrer, permitiéndole ejecutar maniobras de forma segura. A diferencia de la visibilidad en intersecciones, la visibilidad frontal no debe ser menor que la distancia de visibilidad necesaria para detenerse (MTC, 2017).

a) Distancia de visibilidad

Hedman, K.O (1990), el número de accidentes disminuye a medida que la distancia de visibilidad aumenta, especialmente en condiciones nocturnas. Asimismo, destaca que una visibilidad menor a 200 metros es común en curvas horizontales, donde la tasa de accidentes tiende a ser elevada.

b) Distancia de visibilidad en curvas verticales

Transportation Research Board, Washington. DC, (1987) reporta que la frecuencia de accidentes es un 52% mayor en vías con visibilidad restringida debido a curvas verticales, en comparación con tramos rectos y controlados.

En un estudio sobre la visibilidad de detención, Neuman y Glennon (1983), identificaron que diferentes condiciones geométricas se asocian con distintos niveles de peligrosidad, categorizándolos en tres grupos:

- Peligros menores: alineaciones horizontales rectas, curvas horizontales suaves (radio > 600 m), y pendientes leves ($< 3\%$).
- Peligros significativos: intersecciones de bajo volumen, curvas horizontales intermedias (radio de 300-600 m), y pendientes moderadas (3-5%).
- Grandes peligros: intersecciones de gran volumen, intersecciones en "Y", curvas horizontales pronunciadas (radio < 300 m), descensos pronunciados ($> 5\%$), puentes estrechos, pavimentos angostos, reducción de carriles en autopistas, y

accesos o salidas de autopistas. Un riesgo particularmente notable, aunque no explícitamente mencionado, es una curva horizontal (radio < 600 m) justo después de una curva vertical cóncava, situación que se ha demostrado especialmente peligrosa en estudios de accidentes con vehículos pesados en Nueva Gales del Sur (Sweatman, et al, 1990). El Transportation Research Board, Washington, DC (1987), también indica que la distancia de visibilidad en curvas convexas, determinada por la visibilidad nocturna de los faros, es adecuada para camiones de carga. No obstante, sugiere que las distancias de visibilidad en curvas horizontales pueden ser problemáticas para estos vehículos debido a la altura limitada de su campo visual. En un estudio realizado en California, se observó que, en carreteras de dos carriles con una longitud de 800 km, la tasa de accidentes disminuye a medida que la distancia de visibilidad aumenta, como se detalla en la Tabla 3.

Tabla 3

Distancia de visibilidad y los índices de accidentes

Distancia de visibilidad (m)	Índice de accidentes (por millón de vehículos – km)
Menos de 240	1.5
240 a 450	1.2
450 a 750	0.9
Mas a 750	0.7

Fuente: Manual de Seguridad vial (MTC, 2017).

Otro aspecto importante del alineamiento vertical en relación con los accidentes es la pendiente. Los estudios muestran un incremento significativo en la tasa de accidentes a medida que aumenta la inclinación de la pendiente, como se evidencia en la Tabla 4. Este fenómeno se atribuye a la disparidad de velocidades entre vehículos ligeros y pesados. Los vehículos ligeros tienden a mantener o aumentar su

velocidad en pendientes descendentes, mientras que los vehículos pesados, debido a su mayor masa y capacidad de frenado limitada, tienden a reducir su velocidad, creando una diferencia significativa que puede resultar en situaciones peligrosas y un aumento de accidentes.

Tabla 4

Pendiente y los accidentes

Pendiente (%)	Accidentes (100 millones de vehículos/ kilómetro)
0 – 1.99	46.50
2 – 3.99	67.20
4 – 5.99	190.00
6 – 8.00	210.50

Fuente: Manual de Seguridad Vial 2017 (MTC, 2017).

Por lo tanto, el diseñador debe prestar especial atención a los vehículos pesados y/o lentos, incorporando una pista adicional para evitar que interfieran con el flujo normal del tráfico.

c) Distancia de visibilidad en curvas horizontales

Granda (2023) afirma que mejorar la distancia de visibilidad en curvas horizontales es altamente rentable. Además, sugiere algunos tratamientos de bajo costo, como la eliminación de vegetación y obstáculos menores en el interior de las curvas, lo que incrementa significativamente los niveles de seguridad vial.

La distancia de visibilidad es especialmente crítica para los camiones de carga debido a sus necesidades de frenado. El Transportation Research Board de Washington, DC (1987), señala que aumentar la altura de la vista en los camiones de carga ayuda a compensar el comportamiento de frenado para la mayoría de los tamaños de camiones. Sin embargo, esta mejora no es suficiente para los camiones más grandes y pesados, los cuales requieren una mayor distancia de frenado.

2.2.11.6. Los accidentes y la señalización – elementos de apoyo

El uso adecuado de la señalización es crucial para el funcionamiento eficiente y seguro del sistema vial. Una buena señalización permite que los conductores perciban, de manera oportuna, cambios en el trazado de la vía y su aproximación a zonas de riesgo, como curvas con radios reducidos y tramos con visibilidad limitada. Fitzpatrick (2000) y Nodari (2003) establecen los principios básicos para el uso de señales verticales:

- Colocar las señales verticales con suficiente anticipación al punto de toma de decisión.
- Proveer el tiempo necesario para la respuesta del conductor.
- Ofrecer información redundante y evitar áreas donde la atención del conductor esté muy solicitada.

2.2.11.7. Los accidentes y la superficie de rodadura

Según el Manual de Seguridad Vial (2017), las condiciones estructurales del pavimento y la textura de su superficie tienen un impacto significativo en la seguridad vial. Por ello, el pavimento debe ser diseñado y construido adecuadamente para los diferentes tipos de vehículos que usan la vía y para las diversas condiciones climáticas, garantizando además las condiciones técnicas durante su vida útil.

Los accidentes más comunes causados por el deslizamiento de los vehículos incluyen colisiones traseras y transversales, así como salidas de la calzada en curvas horizontales. Noradi (2003) indica que la adopción de texturas superficiales adecuadas puede reducir los accidentes entre un 25% y un 54%, proporción que aumenta hasta un 47% - 83% en el caso de accidentes en pavimentos mojados.

2.2.12. Accidentabilidad en el Perú

Las proyecciones de la OMS indican que para 2021, las muertes resultantes del transporte vehicular aumentarán significativamente en países como el nuestro. Se prevé que, sin acciones adecuadas, las lesiones causadas por el tránsito vehicular se convertirán en la tercera causa de muertes y lesiones a nivel mundial.

En Perú, los datos estadísticos revelan una situación alarmante. En los últimos 10 años, se han reportado 32,044 fallecidos y 349,244 heridos en 763,892 accidentes de tránsito.

A continuación, en la figura se muestra como los accidentes de tránsito ha ido incrementando.

Figura 9

Accidentes de tránsito en el Perú 2005-2016



Fuente: “Secretaría técnica del Consejo Nacional de Seguridad Vial”, 2017-MTC

Figura 10

Muertos por accidentes de tránsito en el Perú, 2005-2016

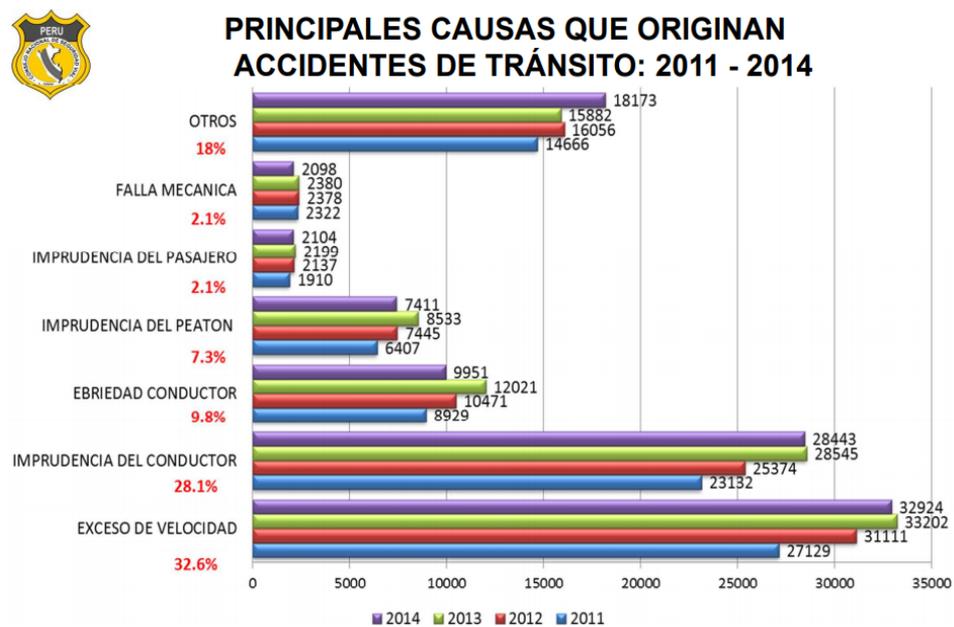


Fuente: “Secretaria Técnica del Consejo Nacional de Seguridad Vial”, 2017-MTC

En la Figura 11, se puede apreciar la estadística de muertes por accidentes de tránsito por cada año, la misma que nos muestra un número considerable de decesos.

Figura 11

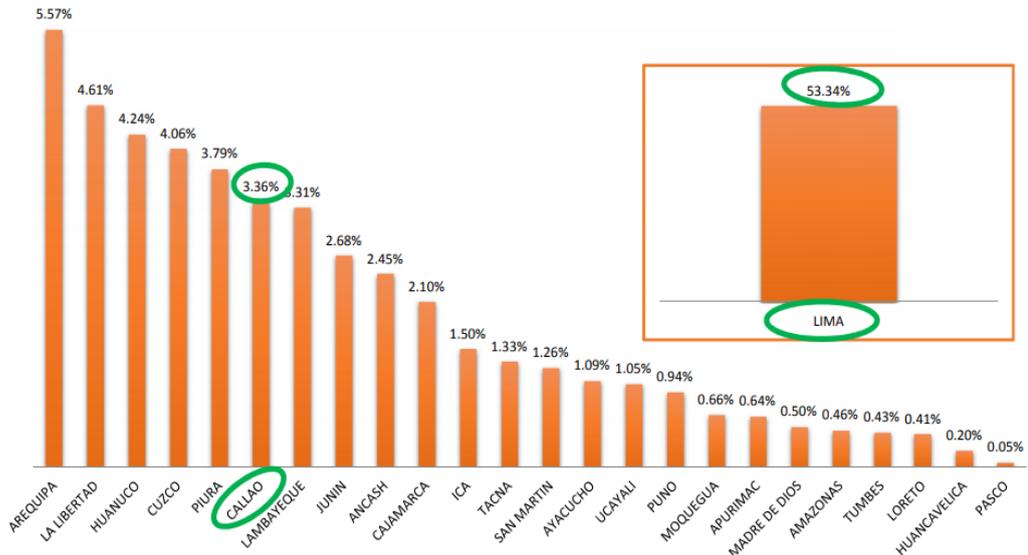
Causas que originan accidentes de tránsito.



Fuente: “Secretaria Técnica del Consejo Nacional de Seguridad Vial”, 2017-MTC

Figura 12

Accidentes de tránsito por regiones a nivel nacional, 2014



Fuente: “Secretaria técnica del consejo nacional de seguridad vial”, 2017-MTC.

2.2.13. Diseño geométrico de la vía

El diseño geométrico de una vía es el proceso de determinar todos los elementos y dimensiones de la vía, incluyendo su alineación horizontal y vertical, las curvas, pendientes y peraltes, así como la ubicación de las intersecciones y accesos. Para el diseño geométrico de una vía, se utiliza un sistema de coordenadas cartesianas, donde se establecen los puntos iniciales y finales de la vía, así como los puntos donde se ubicarán las curvas y cambios en la pendiente (Choconta, 2011).

La alineación horizontal de la vía se refiere al diseño del proyecto de la carretera en planta, es decir, la ubicación de la vía en el plano horizontal. Se realiza mediante la determinación de puntos de control y la trazabilidad de las curvas y rectas que conformarán la vía.

La alineación vertical de la vía se refiere al dimensionamiento de la carretera en perfil, es decir, la ubicación de la vía en el plano vertical. Se realizan cortes y rellenos para adaptar la vía al terreno natural, considerando las pendientes máximas y mínimas permitidas, así como la existencia de curvas verticales.

En el diseño geométrico de una vía, las curvas se emplean para suavizar los cambios de dirección y pendiente. Dependiendo de las características de la vía y las velocidades de diseño, se utilizan diferentes tipos de curvas, como curvas circulares, curvas de transición y curvas espirales. Estas curvas ayudan a garantizar una conducción más segura y cómoda. El diseño geométrico también incluye el diseño de peraltes en las curvas. Esto implica inclinar la superficie de la vía hacia el interior de la curva para contrarrestar la fuerza centrífuga y mejorar la seguridad del tránsito. Además, es esencial diseñar adecuadamente las intersecciones y accesos a la vía, considerando la correcta visibilidad y el flujo de tráfico.

2.2.13.1. Criterios y controles básicos para el diseño geométrico

El diseño geométrico se refiere al diseño de todos los elementos que conforman una estructura o espacio físico. Estos criterios y controles básicos son esenciales para asegurar que el diseño cumpla con los estándares de funcionalidad, seguridad y estética. Algunos de los criterios y controles básicos para el diseño geométrico incluyen:

a) Vehículos de diseño

La selección del vehículo de diseño para una carretera depende de la composición del tráfico, especialmente por la influencia de vehículos pesados como camiones y buses. Estas características determinan aspectos clave del diseño vial:

- Ancho del vehículo: Define dimensiones de carriles, calzada, bermas y radios de giro.

- Distancia entre ejes: Afecta radios internos y externos de giro.
- Peso/potencia: Relaciona pendientes admisibles.

Según el Reglamento Nacional de Vehículos, los vehículos ligeros incluyen categorías L (menos de 4 ruedas) y M1 (vehículos de pasajeros con hasta 8 asientos).

Los pesados comprenden las categorías M, N, O y S, diseñados para transporte de pasajeros, mercancías y remolques. La clasificación se utiliza en análisis de tráfico y costos operativos por el SNIP:

- **Vehículo de pasajeros**
 - Jeep (VL)
 - Auto (VL)
 - Bus (B2, B3, B4 y BA)
 - Camión C2
- **Vehículo de carga**
 - Pick-up (equivalent a Remolque Simple T2S1)
 - Camión C2
 - Camión C3 y C2CR
 - T3S2

b) Velocidad de diseño

La norma DG-2018 establece que la velocidad de diseño será la velocidad máxima utilizada en la carretera y debe garantizar el funcionamiento seguro y eficiente de la vía. Esta velocidad de diseño se define en función de la clasificación de la carretera según la demanda y la orografía del terreno. Para cada tramo homogéneo de la carretera, se puede asignar una velocidad de diseño dentro del rango especificado en la Tabla 5. Es fundamental que la velocidad de diseño se seleccione considerando las

Según el Diseño Geométrico – 2018, las distancias de visibilidad de parada varían en función de la velocidad de diseño y las pendientes de la carretera. Estas distancias están calculadas para asegurar que los conductores puedan frenar a tiempo y evitar accidentes.

La Tabla 6 presenta las distancias de visibilidad de parada correspondientes a diversas velocidades de diseño y pendientes de la carretera, garantizando que cada tramo de la vía ofrezca suficiente distancia para una parada segura:

Tabla 6

Distancia de visibilidad de parada con pendiente (m)

Velocidad de diseño (km/h)	Pendiente nula o en bajada			Pendiente nula o en subida		
	3%	6%	9%	3%	6%	9%
20	20	20	20	19	18	18
30	35	35	35	31	30	29
40	50	50	53	45	44	43
50	66	70	74	61	59	58
60	87	92	97	80	77	75
70	110	116	124	100	97	93
80	136	144	154	13	118	114
90	164	174	187	148	141	136
100	194	207	223	174	167	160
110	227	243	262	203	194	186
120	283	293	304	234	223	214
130	310	338	375	267	252	238

Fuente: “Manual de carreteras Diseño Geométrico” DG-2018.

Distancia de visibilidad de adelantamiento

Según el Diseño Geométrico – 2018, la distancia de visibilidad de adelantamiento es la longitud mínima que debe tener un conductor para adelantar a otro vehículo que viaja a una velocidad inferior, de manera cómoda y segura. Esta distancia asegura que el adelantamiento se realice sin riesgo de colisión con vehículos que se aproximan en sentido contrario.

La Tabla 7 presenta las distancias de visibilidad de adelantamiento recomendadas para diversas velocidades de diseño, asegurando que cada tramo de la vía ofrezca suficiente distancia para un adelantamiento seguro:

Tabla 7

Mínima distancia de visibilidad de adelantamiento

Velocidad específica en la tangente en la que se efectúa la maniobra (km/h)	Velocidad del vehículo adelantado (km/h)	Velocidad del vehículo que adelanta, V (km/h)	Mínima distancia de visibilidad de adelantamiento d_a (m)	
			Calculada	Redondeada
20	-	-	130	130
30	29	44	200	200
40	36	51	266	270
50	44	59	341	345
60	51	66	407	410
70	59	74	482	485
80	65	80	538	540
90	73	88	613	615
100	79	94	670	670
110	85	100	727	730
120	90	105	774	775
130	94	109	812	815

Fuente: “Manual de carreteras Diseño Geométrico” DG-2018.

2.2.13.2. Diseño geométrico en planta

Los elementos geométricos de una carretera (planta, perfil y sección transversal) deben estar adecuadamente interrelacionados para asegurar una circulación continua de los vehículos, manteniendo una velocidad de operación constante y adecuada a las condiciones generales de la vía.

Consideraciones para el Diseño

Las siguientes son consideraciones importantes para el diseño de la carretera:

- **Alineamientos Cortos:** Los tramos de alineamientos rectos no deben ser demasiado largos. Se recomienda reemplazarlos por curvas de radios pronunciados para evitar monotonía y mejorar la seguridad.
- **Ángulos de Deflexión Pequeños:** Cuando los ángulos de deflexión son muy pequeños (inferiores a 5°), los radios de las curvas deben ser muy grandes para mantener una longitud de curva mínima adecuada, como se muestra en la Tabla 8.

Tabla 8

Deflexión máxima aceptable

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

Fuente: Manual de carreteras Diseño Geométrico DG-2018

Tramos en tangente

El Diseño Geométrico – 2018, en la Tabla 9 establece las longitudes mínimas y máximas admisibles para tramos en tangente según su velocidad de diseño:

Tabla 9

Longitudes de tramos en tangente

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

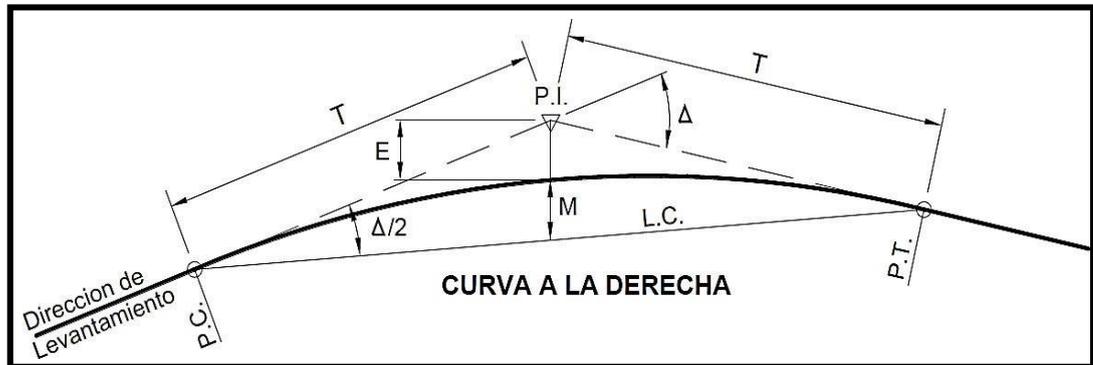
Fuente: Manual de carreteras Diseño Geométrico DG-2018

Curvas Circulares

Las curvas horizontales circulares simples, según el Manual de Carreteras Diseño Geométrico DG-2018, son arcos de circunferencia de un único radio que conectan dos tangentes consecutivas, representando la proyección horizontal de curvas espaciales (Figura 13).

Figura 13

Elementos de curva circular.



Nomenclatura	Descripción
P.C.	Punto de inicio de la curva
P.I.	Punto de intersección de 2 alineaciones consecutivas
P.T.	Punto de tangencia
E	Distancia externa (m)
M	Distancia de la ordenada media (m)
R	Longitud de radio de la curva (m)
T	Longitud de la subtangente (P.C. a P.I. y P.I. a P.T.) (m)
L	Longitud de curva (m)
L.C.	Longitud de la cuerda (m)
Δ	Angulo de deflexión (°)
ρ	Peralte; valor máximo de la inclinación transversal de la calzada (%)
Sa	Sobre ancho (m)

Fuente: Manual de carreteras Diseño Geométrico DG-2018.

En la figura anterior se muestra la nomenclatura y su descripción de todos los elementos de una curva circular, las cuales fueron tomadas del Manual de Carreteras Diseño Geométrico DG-2018. A continuación, se detallan los radios mínimos.

Radios mínimos: Son los valores más pequeños que se pueden utilizar en el diseño de una vía para garantizar un tránsito cómodo y seguro, de acuerdo con la velocidad de diseño y el peralte máximo permitido. Estos valores aseguran que los vehículos puedan recorrer las curvas sin perder estabilidad y manteniendo un nivel adecuado de confort para los ocupantes.

Según se observa en la Tabla 10, los radios mínimos están determinados por los siguientes factores:

Tabla 10

Radio s mínimos y peraltes máximos

Ubicación de la vía	Velocidad de diseño	deP máx. (%)	f máx.	Radio calculado (m)	Radio redondeado (m)
Área Urbana	30	4.00	0.17	33.7	35
	40	4.00	0.17	60.0	60
	50	4.00	0.16	98.4	100
	60	4.00	0.15	149.2	150
	70	4.00	0.14	214.3	215
	80	4.00	0.14	280.0	280
	90	4.00	0.13	375.2	375
	100	4.00	0.12	492.10	495
Área rural (con peligro de hielo)	30	6.00	0.17	30.8	30
	40	6.00	0.17	54.8	55
	50	6.00	0.16	89.5	90
	60	6.00	0.15	135.0	135
	70	6.00	0.14	192.9	195
	80	6.00	0.14	252.9	255
	90	6.00	0.13	335.9	335
	100	6.00	0.12	437.4	440
Área rural (plano u ondulada)	30	8.00	0.17	28.3	30
	40	8.00	0.17	50.4	50
	50	8.00	0.16	82.0	85
	60	8.00	0.15	123.2	125
	70	8.00	0.14	175.4	175
	80	8.00	0.14	229.1	230
	90	8.00	0.13	303.7	305
	100	8.00	0.12	393.7	395
	110	8.00	0.11	501.5	500
	120	8.00	0.09	667.0	670
	130	8.00	0.08	831.7	835
Área rural (accidentada o escarpada)	30	12.00	0.17	24.4	25
	40	12.00	0.17	43.4	45
	50	12.00	0.16	70.3	70
	60	12.00	0.15	105.0	105
	70	12.00	0.14	148.4	150
	80	12.00	0.14	193.8	195
	90	12.00	0.13	255.1	255
	100	12.00	0.12	328.1	330
	110	12.00	0.11	414.2	415
	120	12.00	0.09	539.9	540
	130	12.00	0.08	665.4	665

Fuente: Manual de carreteras Diseño Geométrico DG-2018.

Relación del peralte, radio y velocidad específica de diseño

Para esta relación se utiliza la siguiente tabla.

Tabla 11

Radios mínimos para velocidades específicas de diseño y peraltes máximos

Velocidad específica Km/h	Peralte máximo e (%)	Valor límite de fricción $f_{m\acute{a}x.}$	Calculado radio mínimo (m)	Redondeo radio mínimo (m)
30	4.0	0.17	33.7	35
40	4.0	0.17	60.0	60
50	4.0	0.16	98.4	100
60	4.0	0.15	149.1	150
30	6.0	0.17	30.8	30
40	6.0	0.17	54.7	55
50	6.0	0.16	89.4	90
60	6.0	0.15	134.9	135
30	8.0	0.17	28.3	30
40	8.0	0.17	50.4	50
50	8.0	0.16	82.0	80
60	8.0	0.15	123.2	125
30	10.0	0.17	26.2	25
40	10.0	0.17	46.6	45
50	10.0	0.16	75.7	75
60	10.0	0.15	113.3	115
30	12.0	0.17	24.4	25
40	12.0	0.17	43.4	45
50	12.0	0.16	70.3	70
60	12.0	0.15	104.9	105

Fuente: Manual de carreteras Diseño Geométrico DG-2018

2.2.8.3.4 Curvas de transición

Las curvas de transición son elementos geométricos de diseño que se utilizan para evitar las discontinuidades en la curvatura del trazado de una carretera. Estas curvas, generalmente espirales, tienen el propósito de garantizar una transición suave y gradual entre las secciones rectas y las curvas circulares.

En la Tabla 12 se muestran algunos valores mínimos de longitudes de transición (L).

Tabla 12*Longitud mínima de curva de transición*

Velocidad Km/h	Radio mín. m	J m/s ³	Peralte máx. %	A mín. m ²	Longitud de transición (L)	
					Calculada	Redondeada
					M	m
30	24	0.5	12	26	28	30
30	26	0.5	10	27	28	30
30	28	0.5	8	28	28	30
30	31	0.5	6	29	27	30
30	34	0.5	4	31	28	30
30	37	0.5	2	32	28	30
40	43	0.5	12	40	37	40
40	47	0.5	10	41	36	40
40	50	0.5	8	43	37	40
40	55	0.5	6	45	37	40
40	60	0.5	4	47	37	40
40	66	0.5	2	50	38	40
50	70	0.5	12	55	43	45
50	76	0.5	10	57	43	45
50	82	0.5	8	60	44	45
50	89	0.5	6	62	43	45
50	98	0.5	4	66	44	45
50	109	0.5	2	69	44	45
60	105	0.5	12	72	49	50
60	113	0.5	10	75	50	50
60	123	0.5	8	78	49	50
60	135	0.5	6	81	49	50
60	149	0.5	4	86	50	50
60	167	0.5	2	90	49	50
70	148	0.5	12	89	54	55
70	161	0.5	10	93	54	55
70	175	0.5	8	97	54	55
70	193	0.5	6	101	53	55
70	214	0.5	4	107	54	55
70	241	0.5	2	113	53	55
80	194	0.4	12	121	75	75
80	210	0.4	10	126	76	75
80	229	0.4	8	132	76	75
80	252	0.4	6	139	77	75
80	280	0.4	4	146	76	75
80	314	0.4	2	155	76	75
90	255	0.4	12	143	80	80
90	277	0.4	10	149	80	80
90	304	0.4	8	155	79	80
90	336	0.4	6	163	79	80
90	375	0.4	4	173	80	80
90	425	0.4	2	184	80	80

Fuente: “Manual de carreteras Diseño Geométrico” DG-2018.

Sobreancho

Es un incremento en el ancho de la superficie de rodadura de la vía, específicamente en los tramos curvos, para compensar el mayor espacio que requieren los vehículos al transitar. Este aumento en el ancho es crucial en curvas de radio pequeño y mediano, dependiendo del tipo de vehículos que circulan regularmente por la carretera. El objetivo principal del sobreancho es asegurar espacios libres adecuados, conocidos como holguras, entre los vehículos que se cruzan en calzadas bidireccionales o que se adelantan en calzadas unidireccionales, y entre los vehículos y los bordes de las calzadas.

El sobreancho necesario se determina considerando el aumento del espacio ocupado transversalmente por los vehículos al describir las curvas y las holguras teóricas adoptadas (valores medios). Es importante destacar que el sobreancho no puede lograrse a costa de una disminución del ancho de la berma, garantizando así que la carretera mantenga sus estándares de seguridad y funcionalidad.

2.2.13.3. Diseño geométrico en perfil

El diseño geométrico en perfil está constituido por una serie de rectas enlazadas por curvas verticales parabólicas, donde dichas rectas son tangentes. Estas curvas y rectas definen el perfil longitudinal de la carretera, en el cual las pendientes se clasifican en positivas, cuando implican un aumento de cotas, y negativas, cuando producen una disminución de cotas.

Pendientes

A. Pendiente mínima

La pendiente mínima utilizada es del 0.5%, lo cual es esencial para el drenaje óptimo en cualquier punto de la calzada.

B. Pendiente máxima

La pendiente máxima permitida para el diseño se determina en función de varios factores, como la velocidad de diseño, la topografía y el tipo de vehículos que circularán por la carretera. La Tabla 13 se muestra una guía visual para determinar estas pendientes máximas, asegurando que el diseño cumpla con los estándares de seguridad y eficiencia necesarios.

Estos elementos de diseño geométrico son fundamentales para garantizar una circulación fluida y segura de los vehículos, permitiendo un tránsito continuo y cómodo en todo el tramo de la carretera.

Tabla 13

Pendientes máximas

Demanda	Autopistas				Carretera				Carretera				Carretera										
	> 6.000				6.000 - 4001				4.000-2.001				2.000-400				< 400						
Características	Primera clase				Segunda clase				Primera clase				Segunda clase				Tercera clase						
Tipo de orografía	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4			
Velocidad de diseño: 30 km/h																				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	8.00	
60 km/h					6.00	6.00	7.00	7.00	6.00	6.00	7.00	7.00	6.00	7.00	8.00	9.00	8.00	8.00					
70 km/h			5.00	5.00	6.00	6.00	6.00	7.00	6.00	6.00	7.00	7.00	6.00	6.00	7.00				7.00	7.00			
80 km/h	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	6.00	6.00	6.00	6.00	6.00		6.00	6.00					7.00	7.00			
90 km/h	4.50	4.50	5.00		5.00	5.00	6.00		5.00	5.00			6.00						6.00	6.00			
100 km/h	4.50	4.50	4.50		5.00	5.00	6.00		5.00				6.00										
110 km/h	4.00	4.00			4.00																		
120 km/h	4.00	4.00			4.00																		
130 km/h	3.50																						

Fuente: Manual de carreteras Diseño Geométrico DG-2018.

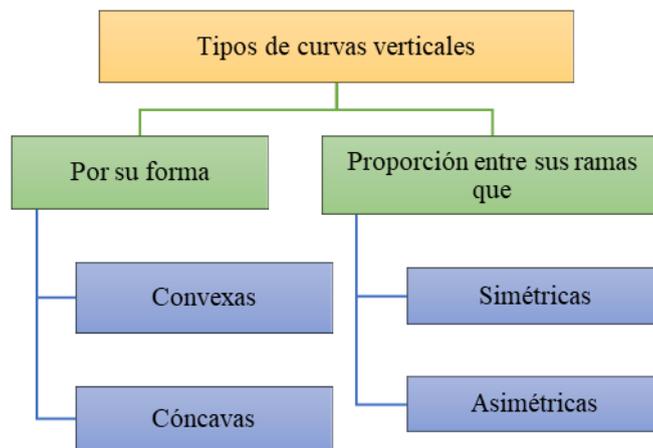
Curvas Verticales

Para este proyecto se ha establecido que, de acuerdo con el Diseño Geométrico de 2018, será necesario incorporar curvas verticales parabólicas cuando la diferencia entre las pendientes supere el 1%, ya que la carretera será pavimentada.

En el Figura 14 se describe los tipos de curvas verticales que existen según el Manual de carreteras Diseño Geométrico DG-2018.

Figura 14

Tipos de curvas verticales



Fuente: Cárdenas, 2017.

✓ Curvas verticales convexas

Las curvas verticales se utilizan para suavizar los cambios de pendiente en una carretera, proporcionando una transición gradual entre diferentes gradientes y mejorando la visibilidad y la comodidad de los conductores. Estas curvas se diseñan de manera que las rectas ascendentes y descendentes se conecten mediante un arco parabólico, lo que permite una transición más suave y menos abrupta en el cambio de pendiente. A continuación, se muestran los valores de K de estos tipos de curvas verticales, incluyendo las características específicas y los parámetros de diseño necesarios para su correcta implementación en la infraestructura vial.

Tabla 14*Valores del índice k para el cálculo de la curva vertical convexa*

Velocidad de diseño km/h	Longitud controlada por visibilidad de parada		Longitud controlada por visibilidad de paso	
	Distancia de visibilidad de parada	Índice de curvatura K	Distancia de visibilidad de paso	Índice de curvatura K
20	20	0.6		
30	35	1.9	200	46
40	50	3.8	270	84
50	65	6.4	345	138
60	85	11	410	195
70	105	17	485	272
80	130	26	540	338
90	160	39	615	438

Fuente: “Manual de carreteras Diseño Geométrico” DG-2018✓ **Curvas verticales cóncavas**

Se utilizan en los valles o puntos bajos de una carretera, donde es necesario proporcionar una transición suave en los descensos para mejorar la comodidad del conductor y reducir el riesgo de pérdida de control del vehículo.

La Tabla 15 muestra los valores de índice K para este tipo de curvas los mismos que varían según la velocidad directriz.

Tabla 15*Valores del índice k para el cálculo de la curva vertical cóncava*

Velocidad de diseño (km/h)	Distancia de visibilidad de parada (m)	Índice de curvatura K
20	20	3
30	35	6
40	50	9
50	65	13
60	85	18
70	105	23
80	130	30
90	160	38

Fuente: “Manual de carreteras Diseño Geométrico” DG-2018

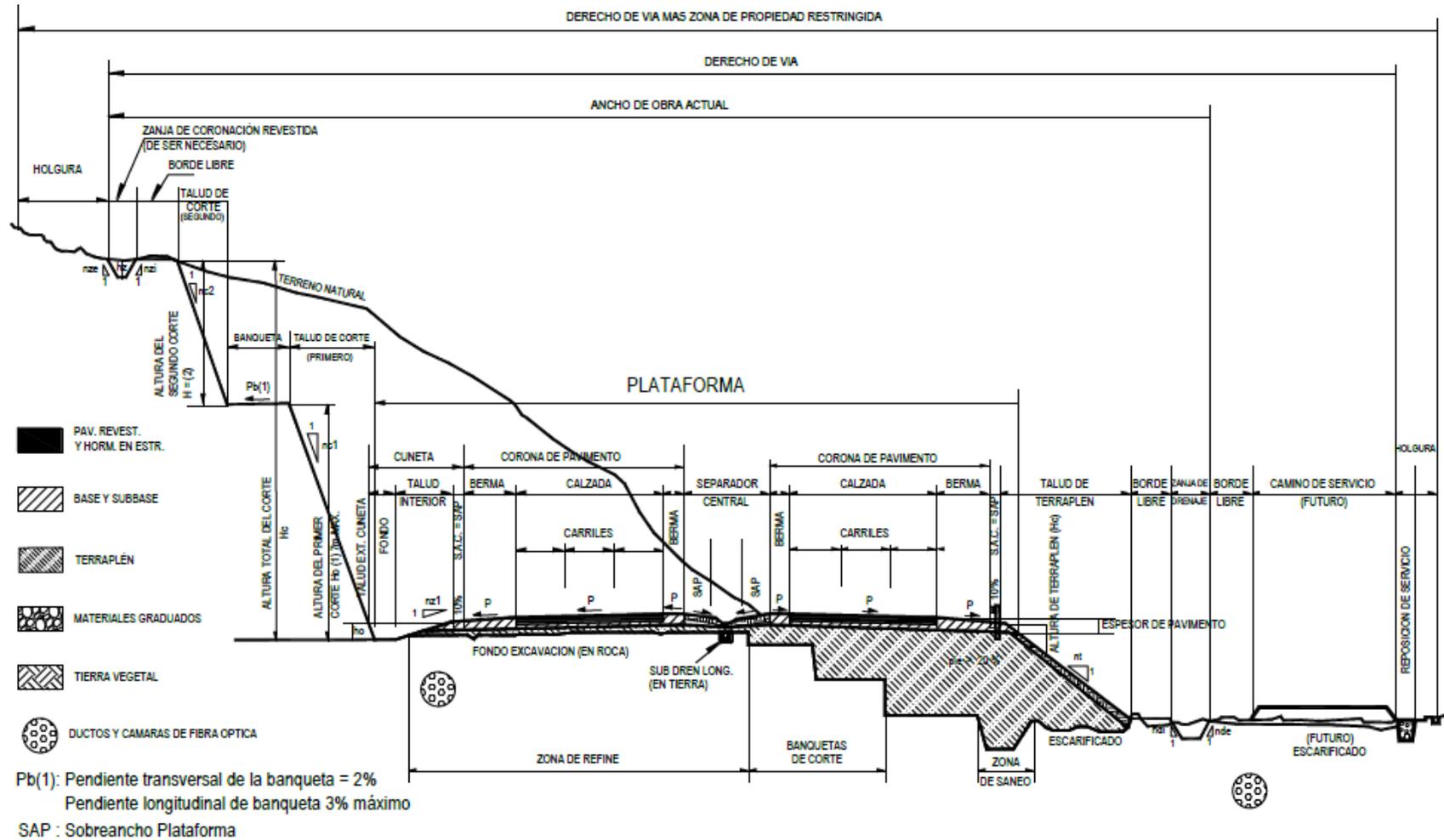
2.2.13.4. Diseño geométrico de la sección transversal

Implica la definición detallada de sus elementos en un plano vertical perpendicular al alineamiento horizontal. Este proceso es crucial para establecer la disposición y dimensiones de la calzada y sus componentes, en relación con el terreno natural circundante. (DG-2018)

Elementos de la Sección Transversal

Según el Manual de carreteras Diseño Geométrico DG-2018. incluyen los carriles destinados a la circulación vehicular, la calzada que es la superficie de rodadura principal, las bermas que sirven como zona de confinamiento y seguridad, las cunetas para el drenaje, los taludes que definen las inclinaciones laterales, y otros elementos complementarios necesarios para el funcionamiento y seguridad de la vía. En la Figura 15 se muestra los componentes de una sección transversal.

Figura 15 Sección transversal tipo a media ladera para una autopista en tangente



Fuente: "Manual de carreteras Diseño Geométrico" DG-2018

A. Calzada o superficie de rodadura

Según las normas DG-2018. La calzada, específicamente, es la parte de la carretera destinada al tráfico vehicular, compuesta por uno o más carriles y excluyendo las bermas. Los cuales el ancho mínimo se determina mediante la Tabla 16.

Tabla 16

Anchos mínimos de tramos en tangente

Clasificación	Autopista				Carretera				Carretera				Carretera							
	> 6,000				6,000 – 4,001				4,000-2.001				2,000-400				< 400			
Tipo	Primera Clase				Segunda Clase				Primera Clase				Segunda Clase				Tercera Clase			
Orografía	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Velocidad de diseño:																				
30km/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	6.00			
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	7.20	7.20	6.60	6.60	6.60			
80 km/h	7.20	7.20	7.20	7.20	7.20	7.20	7.20	7.20	7.20	7.20	7.20	7.20	7.20	6.60	6.60	6.60				
90 km/h	7.20	7.20	7.20	7.20	7.20	7.20	7.20	7.20	7.20	7.20	7.20	7.20	6.60	6.60	6.60					
100 km/h	7.20	7.20	7.20	7.20	7.20	7.20	7.20	7.20	7.20	7.20	7.20	7.20	6.60	6.60	6.60					
110 km/h	7.20	7.20	7.20	7.20	7.20	7.20	7.20	7.20	7.20	7.20	7.20	7.20	6.60	6.60	6.60					
120 km/h	7.20	7.20	7.20	7.20	7.20	7.20	7.20	7.20	7.20	7.20	7.20	7.20	6.60	6.60	6.60					
130 km/h	7.20	7.20	7.20	7.20	7.20	7.20	7.20	7.20	7.20	7.20	7.20	7.20	6.60	6.60	6.60					

Fuente: “Manual de carreteras Diseño Geométrico” DG-2018

B. Bermas

son franjas longitudinales adyacentes a la calzada que funcionan como áreas de seguridad para emergencias y como confinamiento para la capa de rodadura, como se detalla en la Tabla 17.

Tabla 17

Ancho de bermas

Clasificación Tráfico vehículos/día Características Tipo de orografía	Autopista				Carretera				Carretera				Carretera								
	> 6.000				6.000 - 4001				4.000-2.001				2.000-400				< 400				
	Primera clase				Segunda clase				Primera clase				Segunda clase				Tercera Clase				
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	
Velocidad de diseño: 30 km/h																				0.50	0.50
40 km/h																	1.20	1.20	0.90	0.50	
50 km/h											2.60	2.60			1.20	1.20	1.20	0.90	0.90		
60 km/h					3.00	3.00	2.60	2.60	3.00	3.00	2.60	2.60	2.00	2.00	1.20	1.20	1.20	1.20			
70 km/h			3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	2.00	2.00	1.20		1.20	1.20			
80 km/h	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00		2.00	2.00			1.20	1.20			
90 km/h	3.00	3.00	3.00		3.00	3.00	3.00		3.00	3.00			2.00				1.20	1.20			
100 km/h	3.00	3.00	3.00		3.00	3.00	3.00		3.00				2.00								
110 km/h	3.00	3.00			3.00																
120 km/h	3.00	3.00			3.00																
130 km/h	3.00																				

Fuente: "Manual de carreteras Diseño Geométrico" DG-2018.

C. Bombeo.

En tramos rectos o curvas con contraperalte, las calzadas deben tener un bombeo mínimo, es decir, una inclinación transversal necesaria para el drenaje efectivo de aguas superficiales. La magnitud del bombeo está determinada por el tipo de superficie de rodadura y los niveles de precipitación locales, tal como se especifica en la Tabla 18 (DG-2018).

Tabla 18

Bombeo según tipo de superficie

Tipo de Superficie	Bombeo (%)	
	Precipitación <500 mm/año	Precipitación >500 mm/año
Pavimento asfáltico y/o concreto Portland	2.0	2.5
Tratamiento superficial	2.5	2.5-3.0
Afirmado	3.0-3.5	3.0-4.0

Fuente: “Manual de carreteras Diseño Geométrico” DG-2018.

D. Derecho de vía o faja de dominio

El derecho de vía, o faja de dominio, es el área de terreno que abarca la carretera, sus obras complementarias, servicios, y zonas previstas para futuras expansiones o mejoras, así como áreas de seguridad para los usuarios, según se describe en la Tabla 19.

Tabla 19

Anchos mínimos de derecho de vía

Clasificación de carretera	1era clase	2da clase	3ra clase
Anchos mínimos (m)	25	20	16

Fuente: “Manual de carreteras Diseño Geométrico” DG-2018.

E. Taludes

Los taludes, por otro lado, son las inclinaciones diseñadas del terreno lateral, ya sea en cortes o terraplenes. Estas inclinaciones se definen mediante la tangente del ángulo formado por el plano de la superficie del terreno y la línea teórica horizontal.

Tabla 20

Valores referenciales para taludes en corte (Relación H: V)

Clasificación de materiales de corte	Roca fija	Roca suelta	Grava	Material	
				Limo arcilloso o arcilla	Arenas
Altura de corte <5 m	1:10	1:6-1:4	1:1 - 1:3	1:1	2:1
5–10 m	1:10	1:4–1:2	1:1	1:1	*
>10 m	1:8	1:2	*	*	*

Fuente: “Manual de carreteras Diseño Geométrico” DG-2018

Tabla 21

Valores referenciales para taludes en relleno (Relación H: V)

Materiales	Talud (V:H)		
	Altura (m)		
	<5	5-10	>10
Gravas, limo arenoso y arcilla	1:1.5	1:1.75	1:2
Arena	1:2	1:2.25	1:2.5
Enrocado	1:1	1:1.25	1:1.5

Fuente: “Manual de carreteras Diseño Geométrico” DG-2018

2.3. Definición de términos básicos

Accidentalidad: Mide la frecuencia y gravedad de los accidentes de tránsito, incluyendo vehículos, peatones y ciclistas. Su análisis permite identificar zonas de alto riesgo y aplicar medidas para mejorar la seguridad vial (Perez, 2016).

Accidente de tránsito: Evento imprevisto que interrumpe el flujo normal o planificado del tráfico en las vías de circulación. Estos pueden incluir desde fallas mecánicas repentinas hasta condiciones climáticas adversas, así como la

interferencia de animales o la caída de objetos como árboles debido a fuertes vientos (Perez, 2016).

Carretera: Es una infraestructura diseñada y construida para facilitar el tráfico de vehículos motorizados. Están compuestas por una superficie de rodadura pavimentada o no, cunetas, bordillos, y señalización, elementos que contribuyen a su operatividad y seguridad (Fernández, 2016)

Características geométricas: Propiedades físicas y dimensionales de una carretera, como el ancho de la calzada, curvatura, pendientes, intersecciones y elementos de drenaje, que definen su diseño y funcionalidad (Gómez y Quispe, 2017).

Elementos geométricos: Hace referencia a los factores que influyen en el diseño de una carretera, tanto en su distribución en planta, perfil longitudinal y sección transversal (Gómez y Quispe, 2017).

Seguridad Vial: Proceso integral que engloba políticas, estrategias, normativas, procedimientos y acciones destinadas a proteger a los usuarios y su entorno, respetando sus derechos fundamentales (MTC, 2008).

Señalización: Es el conjunto de dispositivos y señales instalados en las carreteras para informar, alertar y guiar a los usuarios. Incluye señales de tráfico, marcas viales, semáforos y otros dispositivos luminosos, esenciales para proporcionar información importante sobre las condiciones de la vía, restricciones y recomendaciones para los conductores (MTC, 2008).

CAPÍTULO III.

MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Ubicación geográfica

La carretera Bambamarca – Celendín, tramo km 0+000 hasta km 10+000, se ubica en el distrito de Bambamarca, provincia de Hualgayoc, Cajamarca.

- Departamento: Cajamarca
- Provincia: Hualgayoc
- Distrito: Bambamarca

Bambamarca como distrito está situado al este de la Provincia de Hualgayoc, sus límites son:

- Por el Norte : Limita con la provincia de Chota
- Por el Sur : Limita con la provincia de Celendín y Cajamarca
- Por el Este : Limita con el distrito de Hualgayoc
- Por el Oeste : Limita con el distrito de Hualgayoc

A continuación, se muestra las coordenadas de inicio y de final del tramo de carretera en estudio

Tabla 22

Coordenadas de inicio y final del estudio

Descripción	Este	Norte	Cota	Zona	Sistema de referencia
PUNTO INICIAL (Puente Corellama)	774396.948	9260015.033	2483.59	17M	WGS-84
PUNTO FINAL (Caserío Chalampampa Alto)	779500.438	9259003.491	3098.64	17M	WGS-84

Figura 16

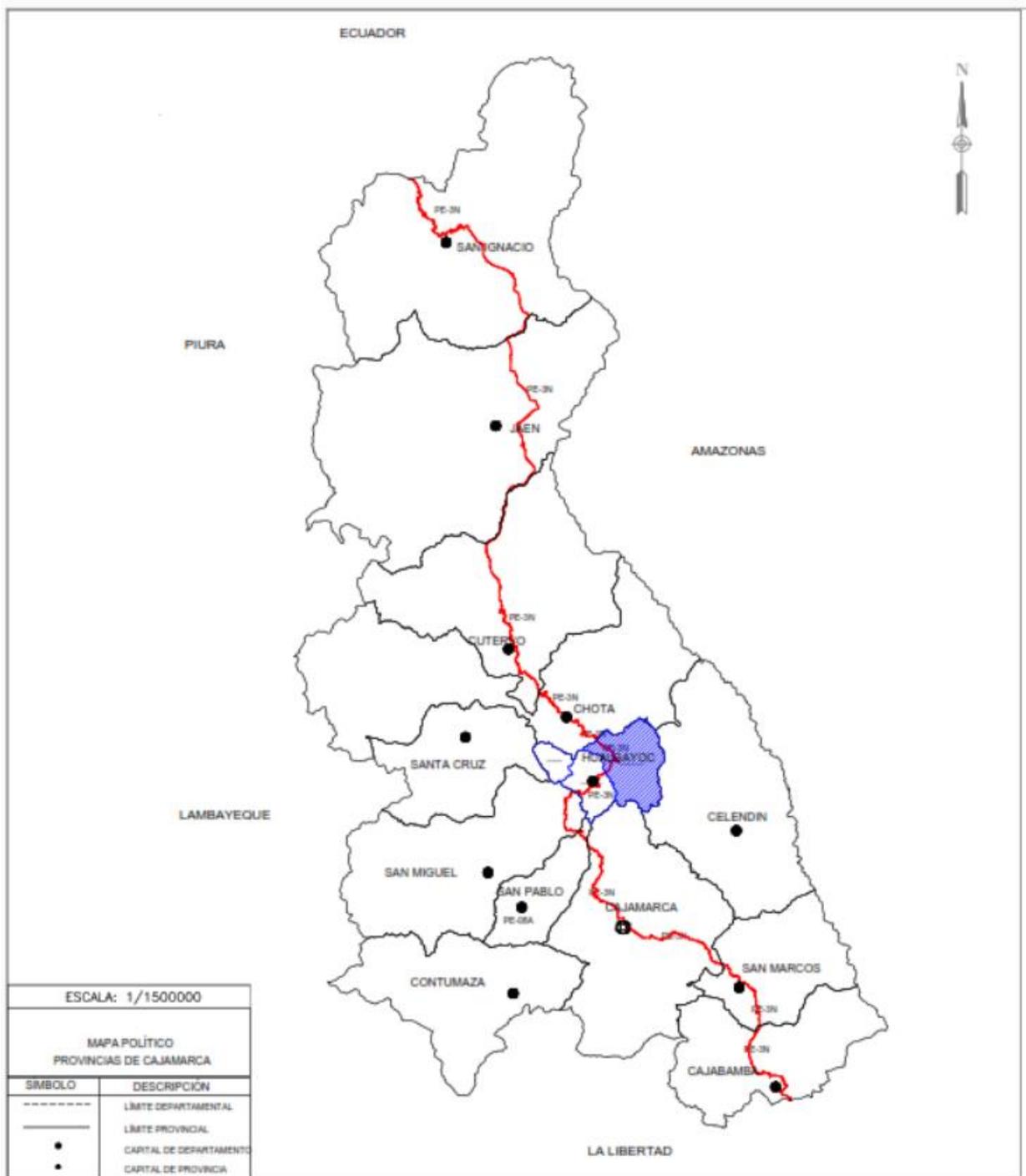
Ubicación de la Región Cajamarca dentro del mapa de Perú



Fuente: <https://bibliocad.com/>.

Figura 17

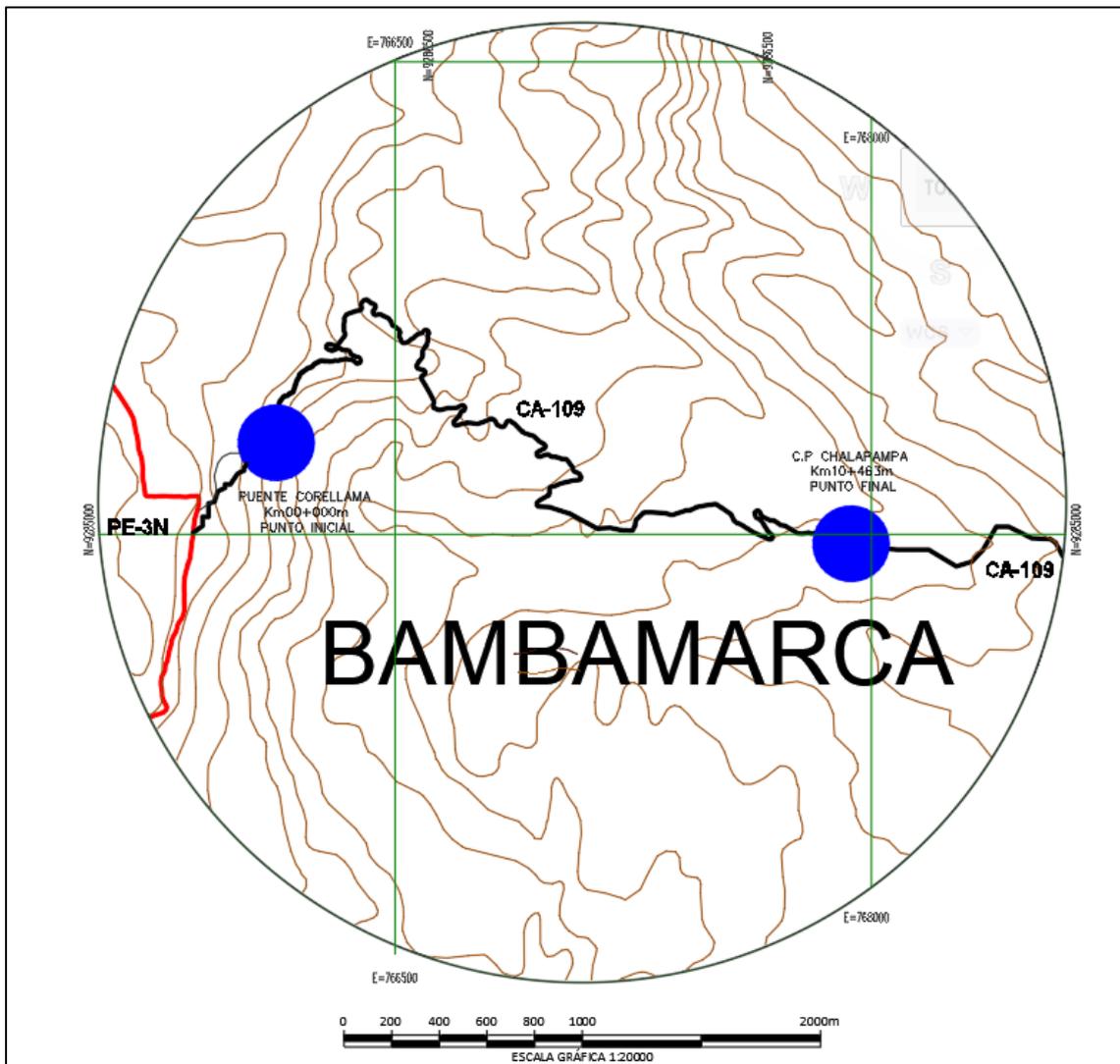
Ubicación de la Provincia de Hualgayoc dentro del mapa de Cajamarca



Fuente: <https://bibliocad.com/>.

Figura 18

Ubicación del Tramo en estudio



Fuente: <https://bibliocad.com/>.

3.2. Metodología de la investigación

3.2.1. Tipo, nivel de diseño y método de investigación

La investigación tuvo enfoque mixto debido a que combina tanto métodos cuantitativos como cualitativos en su análisis y recopilación de datos. Por un lado, se emplean métodos cuantitativos para evaluar aspectos objetivos y medibles de la seguridad vial, como la señalización existente y la accidentabilidad a través de datos estadísticos, mediciones y análisis numéricos. Estos métodos proporcionan cifras concretas y estadísticas que pueden ser analizadas y comparadas de manera sistemática. Por otro lado, se utilizan métodos cualitativos para comprender mejor el contexto y las experiencias de las personas involucradas en la seguridad vial de la carretera. Esto incluye entrevistas abiertas con conductores, residentes locales, autoridades viales u otros actores relevantes. Estos métodos cualitativos permiten explorar percepciones, opiniones, comportamientos y factores subyacentes que pueden influir en la seguridad vial de manera más profunda y holística.

Al combinar ambos enfoques, la investigación obtiene una visión más completa de la seguridad vial en cuestión, permitiendo identificar no solo los aspectos técnicos y objetivos, sino también los aspectos subjetivos y contextuales que influyen en la seguridad vial. Esto facilita el desarrollo de estrategias más efectivas para mejorar la seguridad y reducir la accidentabilidad.

Esta investigación es de tipo aplicada, ya que su objetivo principal es proporcionar información relevante y práctica para mejorar la seguridad vial en la mencionada carretera. Teniendo en cuenta que en el propósito de la investigación se pretende evaluar las características geométricas y señalización, partiendo del levantamiento topográfico de ésta; se argumenta que el tipo de investigación es aplicada, constructiva o utilitaria.

El nivel de la investigación es correlacional, ya que tiene como objetivo analizar cómo las características geométricas, la señalización y la accidentalidad de la carretera se relacionan con la seguridad vial, sin pretender identificar causas o generalizar los hallazgos. El diseño utilizado es no experimental y de corte transversal, lo que implica que no se modificaron las variables y los datos se recopilaron en un único momento.

Tabla 23

Tipo de investigación

Criterio	Tipo de investigación
Finalidad	Aplicada
Control de diseño de la prueba	No experimental
Temporalidad	Transversal (sincrónica)
Fuente de datos	Mixta
Estrategia o enfoque metodológico	Mixta
Contexto donde sucede	Biblioteca, laboratorio, campo
Objetivos	Descriptiva

Fuente: (Grajales, 2000).

3.2.2. Población, muestra, unidad de análisis y unidad de observación

3.2.2.1. Población de estudio.

Diez kilómetros (km 0+000 hasta km 10+000) de la carretera Bambamarca-Celendín, tramo Caserío Chalapampa. carretera interprovincial Bambamarca-Celendín.

3.2.2.2. Muestreo

El muestreo es no probabilístico definido por conveniencia, tomando como criterio el tramo donde se presentan observaciones en las características geométricas y el mayor número de accidentes vehiculares reportadas por la Policía Nacional de Hualgayoc.

3.2.2.3.Muestra

Diez kilómetros (km 0+000 hasta km 10+000) de la carretera Bambamarca-Celendín, tramo Caserío Chalapampa.

Figura 19

Ubicación satelital de la carretera



Fuente: Google Maps 2019.

3.2.2.4.Unidad de observación

Todas las características geométricas, la señalización y la accidentabilidad de la carretera Bambamarca-Celendín, tramo km 0+000 hasta km 10+000 Caserío Chalapampa, en el distrito de Bambamarca.

3.2.3. Técnicas e instrumentos de recopilación de información

3.2.3.1. Técnicas de recopilación de información

Las técnicas principales utilizadas son:

Levantamiento topográfico: Para obtener datos precisos sobre las características geométricas de la carretera, se pueden emplear técnicas como el uso de estaciones totales.

Estudio de tránsito vehicular: Este análisis puede realizarse mediante el conteo manual de vehículos o con dispositivos electrónicos que automatizan el proceso.

Estudio de accidentes de tráfico: Consiste en recopilar y analizar datos relacionados con los accidentes ocurridos en la carretera, incluyendo su ubicación, causas y consecuencias. Estos datos pueden provenir de registros de accidentes, informes policiales o reportes hospitalarios.

Análisis de la señalización vial: Implica evaluar la presencia y adecuación de las señales en la carretera mediante observaciones directas y fotografías, contrastándolas con las normativas vigentes.

Evaluación de la visibilidad en intersecciones y pasos peatonales: Se pueden realizar análisis de visibilidad en áreas críticas de la carretera, como intersecciones y pasos peatonales, utilizando técnicas de medición y simulación.

Diseño y análisis de curvas horizontales y verticales: Se evalúa la adecuación de las curvas de la carretera utilizando herramientas de diseño geométrico, software especializado y cálculos matemáticos.

3.2.3.2. Instrumento de recopilación de información

Los instrumentos son:

Cuaderno de campo: Registro sistemático de datos relevantes durante la investigación, como observaciones y mediciones. En el análisis de la carretera Bambamarca-Celendín, se utiliza para documentar información sobre las características geométricas y la señalización.

Figura 20

Formato de exportación de datos de la estación total

PUNTO	ESTE	NORTE	COTA	DESCRIPCIÓN

Fuente: (MTC, 2023).

Formato de conteo vehicular: Es un formulario para registrar la cantidad, tipo, dirección y horario de los vehículos que transitan por la carretera, proporcionando datos cuantitativos para el análisis de seguridad vial.

Registros de accidentes de tráfico: Detalla datos de accidentes en el tramo Bambamarca-Celendín, incluyendo fecha, hora, lugar, tipo de vehículo y víctimas, utilizado para evaluar la seguridad vial.

Matriz de análisis de la señalización vial: Es una herramienta que permite evaluar la calidad y eficacia de la señalización vial existente en la carretera. En

esta matriz se analizan aspectos como la presencia de señales de advertencia, reglamentarias e informativas, su visibilidad y legibilidad, su posicionamiento y estado de conservación, entre otros. Esta matriz ayuda a identificar deficiencias en la señalización y proponer mejoras para incrementar la seguridad vial.

Matriz de evaluación de la visibilidad en intersecciones y pasos peatonales:

Es un instrumento que se utiliza para evaluar la visibilidad en los cruces y pasos peatonales de la carretera Bambamarca-Celendín. En esta matriz se registran datos relacionados con la distancia de visibilidad, la presencia de obstáculos visuales y la necesidad de realizar mejoras para garantizar una buena visibilidad en estas zonas.

Matriz de análisis de curvas horizontales y verticales: Herramienta empleada para evaluar curvas horizontales y verticales de una carretera, registrando parámetros como el radio, peralte, super elevación y pendientes. Estos datos ayudan a identificar curvas peligrosas y a sugerir medidas para mejorar la seguridad vial.

3.3. Equipos, materiales, insumos, etc.

Los materiales y equipos que se utilizaron para la inspección en campo son:

Equipo topográfico: se necesita un equipo topográfico para medir y registrar las características geométricas de la carretera, como pendientes, curvas, peraltes, etc.

- Wincha Stanley de 30 m
- Estación Total Leyca Ts-06 Plus 3”, N° S 1367684
- Prismas Topcon
- GPS garmin 750i
- Libreta de campo
- Cámara fotográfica canon T100

- Estacas de madera
- Esmalte
- Pincel
- Laptop MSI Katana GF76 11UD-001 I7-11800H
- Materiales de escritorio

Equipo de protección personal: dado que se realizan estudios en una carretera activa, se utilizan equipos de protección personal, como cascos, chalecos reflectantes, guantes, etc.

3.4. Procedimiento

A continuación, se muestra el procedimiento o metodología:

3.4.1. Reconocimiento de la zona de trabajo

El reconocimiento de la zona de trabajo es fundamental para comenzar la investigación científica. Durante esta etapa, se llevaron a cabo las siguientes actividades:

Recorrido de la carretera: Se realizó una inspección visual del tramo de la carretera desde el kilómetro 0+000 hasta el kilómetro 10+000. Se verificaron las características de la vía, como el estado del pavimento, la presencia de baches o desniveles, y la existencia de señalización vial.

Identificación de lugares de estacionamiento: Se buscaron áreas apropiadas para estacionar el equipo topográfico utilizado en la investigación. Estos lugares deben ser seguros y accesibles para facilitar el trabajo de medición y recolección de datos.

Evaluación de dificultades: Durante el reconocimiento de la zona de trabajo, se identificaron posibles dificultades que podrían afectar la seguridad vial. Estas dificultades podrían incluir curvas peligrosas, pendientes pronunciadas, ausencia

de señalización adecuada o presencia de factores ambientales como derrumbes o deslizamientos de tierra.

3.4.2. *Planificación de los trabajos de campo y gabinete*

Luego del reconocimiento de la zona de trabajo en esta etapa se planificó los trabajos a realizar, a continuación, se muestra el orden de los trabajos a realizar.

Primero. Levantamiento topográfico de la vía en estudio.

Segundo. Establecer estaciones y realizar el conteo vehicular.

Tercero. Trabajo de gabinete.

Cuarto. Determinar la información de la vía con la normativa vigente.

3.4.3. *Levantamiento topográfico*

3.4.3.1. Equipos, materiales e insumos

Para realizar el levantamiento topográfico de la carretera Bambamarca - Celendín del km 0+000 al Km 10+000, se usó de un equipo completo de topografía, que incluyó:

Estación total Leyca Ts-06 Plus 3", N° S 1367684.

Trípode.

Prismas.

Cajón porta prismas.

Cinta métrica.

Jalones.

3.4.3.2. Procedimiento:

Planificación: se realizó un plan previo de los puntos de referencia que se van a medir a lo largo de la carretera. Estos puntos deben estar distribuidos de manera estratégica y abarcar todo el tramo a levantar.

Instalación de la estación total: se colocó en el trípode en el punto inicial en las coordenadas UTM WGS84 17S 774396.948 m E, 9260015.033 m S a 2483.59 msnm y se niveló correctamente.

Colocación de prismas: se colocó los prismas en los puntos de referencia previamente establecidos a lo largo de la carretera y se aseguró de que estén alineados con la estación total.

Medición de coordenadas: se inició el proceso de medición de coordenadas de los puntos de referencia. La estación total emitió un rayo láser hacia el prisma. Estos datos fueron registrados en la memoria de la estación total.

3.4.4. *Conteo vehicular (estudio de tráfico)*

3.4.4.1. Equipos:

Lápiz y papel.

Cámara o teléfono móvil con capacidad fotográfica.

Cronómetro.

Chaleco reflectante.

Mapa de la carretera y notas sobre las características de interés de la zona.

3.4.4.2. Procedimiento:

Establecimiento de la estación: La estación de conteo vehicular estuvo ubicada en la estación Puente Corellama, en el km 0+000 de la carretera Bambamarca - Celendín. Esta ubicación se eligió para tener una referencia fija y constante durante el estudio.

Duración del estudio: El estudio se realizó durante 7 días, las 24 horas del día, con el fin de obtener datos representativos del tráfico en diferentes momentos y condiciones.

Registro de datos: El investigador anotó en papel los siguientes datos de cada vehículo que pase por la estación de conteo vehicular:

- Hora de paso: Se registró la hora exacta en que cada vehículo atravesase la estación.
- Dirección de movimiento: Se indicó si el vehículo se dirige hacia Bambamarca o hacia Celendín.
- Tipo de vehículo: Se clasificó cada vehículo según su tipo, como automóviles, camiones, motocicletas, etc.

Observaciones adicionales: Se registró cualquier información adicional relevante, como situaciones de congestión, accidentes o cualquier otro hecho que pueda afectar el flujo de tráfico.

Toma de fotografías: En caso donde se identificaron situaciones relevantes durante el estudio, como congestión vehicular o accidentes, se tomaron fotografías como evidencia y complemento al registro escrito.

Análisis de datos: Una vez finalizado el estudio, se procedió a analizar los datos recolectados para determinar el volumen de tráfico, las horas pico y cualquier otro patrón de interés que pueda surgir del análisis.

3.4.5. Estudio de accidentes de tráfico de la carretera

El estudio de accidentes de tráfico de la carretera Bambamarca - Celendín del km 0+000 al Km 10+000 se llevó a cabo utilizando varios equipos y siguiendo un procedimiento específico. A continuación, se detalla la lista de equipos y pasos a seguir:

3.4.5.1. Equipos necesarios:

Equipo de medición de distancias y alturas (cinta métrica, nivel de mano u otro dispositivo de medición).

GPS (Sistema de Posicionamiento Global) para obtener coordenadas geográficas precisas de los puntos de accidente.

Cámara fotográfica o de video para documentar la escena del accidente.

Libreta u hojas de registro para tomar notas detalladas sobre cada accidente.

Prismáticos para observar detalles a distancia.

Computadora portátil o tableta para registrar y analizar la información recopilada.

3.4.5.2.Procedimiento:

Se obtuvo la información de las estaciones policiales aledañas. Esto implicó revisar los informes de accidentes ya registrados, solicitar datos adicionales y recopilar información sobre cualquier accidente que no haya sido reportado.

Se realizó visitas al tramo de la carretera Bambamarca - Celendín del km 0+000 al Km 10+000. Durante estas visitas, se recorrió la carretera para identificar y examinar los puntos donde se haya producido un accidente.

Se registró los detalles de cada accidente. Esto incluyó la toma de fotografías de la escena y realizar mediciones de distancias y alturas pertinentes. Además, se tomó nota de la ubicación geográfica exacta de cada punto de accidente utilizando el GPS.

Se analizaron los datos recopilados. Esto implicó revisar cuidadosamente las notas, fotografías y mediciones para identificar patrones y factores comunes en los accidentes.

Se elaboró un informe final que incluyó los resultados del análisis de los datos, así como cualquier recomendación para mejorar la seguridad vial en la carretera Bambamarca - Celendín.

3.4.6. Determinación de las características geométricas y señalización de la carretera

3.4.6.1. Equipos necesarios:

Cinta métrica.

Plomadas.

Libreta de campo y lápiz.

Computadora y software de diseño vial.

3.4.6.2. Procedimiento:

Se obtuvo la data de las estaciones policiales aledañas sobre accidentes de tránsito, congestión vial, señales de tráfico dañadas o mal ubicadas, entre otros datos relevantes.

Se determinaron las características geométricas. A partir del levantamiento topográfico se determinó la distancia entre los kilómetros 0+000 y 10+000 de la carretera Bambamarca - Celendín. Se determinó también la pendiente del terreno, el ancho de la vía, la existencia de curvas horizontales y verticales, así como obstáculos en la vía que puedan afectar la visibilidad.

Se analizó la señalización vial: Se recorrió la carretera y determinó la calidad, visibilidad y ubicación de las señales de tráfico existentes. Se identificaron señales faltantes o dañadas y se anotaron sus ubicaciones para su posterior reparación o instalación.

Se determinó la visibilidad en intersecciones y pasos peatonales: se analizó las condiciones de visibilidad en las intersecciones y pasos peatonales de la carretera.

Se verificó si existen obstáculos visuales que puedan dificultar la visión de los conductores o peatones y proponer soluciones para mejorar la visibilidad, como la colocación de espejos convexos o la poda de árboles.

Se diseñó y analizó las curvas horizontales y verticales: utilizando la información recopilada sobre las curvas existentes en la carretera, se realizaron cálculos y análisis para determinar si cumplen con los estándares de diseño vial. En caso de ser necesario, se propuso modificaciones en el trazado de las curvas para mejorar la seguridad vial.

3.4.7. Trabajo de gabinete y comprobación

Luego de realizar los procedimientos previos se continuó con el trabajo de gabinete que consiste en el procesamiento de datos obtenidos en campo para ello se usaron las siguientes herramientas informáticas:

Microsoft Excel 2022. Este software se utilizó para el ordenamiento de puntos exportados de la estación total Leyca Ts-06 Plus, los puntos fueron guardados en un formato csv para la importación al AutoCAD Civil 3D 2020.

AutoCAD Civil 3D 2022. En este software se procesa los datos tomados en campo para presentar planos de la vía.

3.5. Tratamiento y análisis de datos

Para el tratamiento y análisis de datos de la investigación científica, el primer paso fue recopilar los datos necesarios para la investigación. Esto incluyó información sobre las características geométricas de la carretera, como la longitud, el ancho, las curvas, las pendientes, etc., así como la señalización existente en el tramo de carretera seleccionado y la accidentabilidad a partir de datos otorgados por la PNP. Una vez que se recopilaron los datos, se organizaron y procesaron para que sean adecuados para el análisis. Esto implicó la estandarización de los datos, la corrección de posibles errores o inconsistencias y la eliminación de valores atípicos o datos faltantes.

Luego, se utilizaron varias técnicas de análisis de datos para estudiar la relación entre las características geométricas, la señalización, la accidentabilidad y la seguridad vial de la carretera. Esto incluyó el uso de técnicas estadísticas para calcular medidas de frecuencia y probabilidades de accidentes en función de las variables analizadas.

Además, se realizó análisis de correlación para determinar si existe una relación significativa entre las características geométricas, la señalización y la ocurrencia de accidentes. Esto implicó el cálculo de coeficientes de correlación y el uso de pruebas estadísticas para evaluar la significancia de las relaciones encontradas.

Finalmente, se realizó el análisis descriptivo para resumir resultados y presentar conclusiones de la investigación. Esto implicó la creación de gráficos, tablas y resúmenes estadísticos para comunicar claramente los hallazgos obtenidos.

CAPÍTULO IV.

ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

4.1. Características geométricas de la carretera

4.1.1. Clasificación de la carretera

Por su demanda

Para clasificar por demanda se realizó el conteo vehicular diario por horas, el cual se muestra en el anexo A. El conteo se realizó durante la semana de lunes 19/04/2024 hasta el domingo 25/04/2024, durante 24 horas.

Para el cálculo del IMDA, consideraremos un factor de corrección $FC=1$ debido a que durante todo el tramo no se cuenta con ningún peaje.

En la Tabla 24 se muestra el conteo semanal de los vehículos desde el 19/04/2021 hasta el 25/04/2021 en el cual se obtiene un IMDS de 204 veh/día. Para el cálculo el IMDA se realizará el siguiente cálculo.

$$\text{IMDA} = \text{IMDS} \times \text{FC}$$

$$\text{IMDA} = (204 \text{ veh/día}) \times 1$$

$$\text{IMDA} = 204 \text{ veh/día}$$

Los datos calculados corresponden a una carretera de tercera clase $\text{IMDA} < 400$ veh/día.

Tabla 24*Resumen de conteo vehicular semanal*

Día	Vehículos ligeros			Camiones unitarios		Total	%
	Autos	CAM. Pick Up	C.RURAL	C2	C3		
Lunes	68	86	72	30	8	264	18.53
Martes	63	64	55	20	8	210	14.74
Miércoles	50	64	59	16	11	200	14.04
Jueves	61	68	50	14	8	201	14.11
Viernes	57	78	54	16	7	212	14.88
Sábado	71	83	63	27	13	257	18.04
Domingo	22	27	29	3	0	81	5.68
Total	392	470	382	126	55	1425	100.00

Por su orografía

Para clasificar esta carretera se realizó el cálculo de las pendientes longitudinales y transversales por donde es el trazo de la vía en estudio, los cálculos de pendientes se realizaron en el software Auto CAD Civil3D.

Las medidas obtenidas se muestran en la siguiente Tabla 25.

Tabla 25*Pendientes y clasificación de la vía por orografía*

Progresiva inicial	Progresiva final	Pendiente transversal	Pendiente longitudinal existente	Tipo de carretera
0+00	1+181.2	55%	6.14%	Tipo 3: Accidentado
1+181.2	2+086.71	51%	6.44%	Tipo 3: Accidentado
2+086.71	2+332.47	23%	4.77%	Tipo2: Ondulado
2+332.47	2+761.57	53%	7.91%	Tipo 3: Accidentado
2+761.57	3+198.62	50%	6.32%	Tipo 3: Accidentado
3+198.62	4+048.22	55%	6.91%	Tipo 3: Accidentado
4+048.22	4+687.92	52%	6.31%	Tipo 3: Accidentado
4+687.92	5+111.00	53%	7.83%	Tipo 3: Accidentado
5+111.00	5+569.15	55%	6.09%	Tipo 3: Accidentado

Progresiva inicial	Progresiva final	Pendiente transversal	Pendiente longitudinal existente	Tipo de carretera
5+569.15	6+404.31	55%	6.77%	Tipo 3: Accidentado
6+404.31	7+625.61	11%	3.93%	Tipo2: Ondulado
7+625.61	8+428.11	13%	2.07%	Tipo2: Ondulado
8+428.11	10+071.55	50%	8.53%	Tipo 3: Accidentado
10+071.55	10+462.99	15%	1.31%	Tipo2: Ondulado

De la Tabla 25 podemos apreciar la topografía del terreno con mayor presencia es tipo 3 accidentado, clasificándola como una carretera con orografía Tipo III (accidentada).

4.1.2. Vehículo de diseño

El vehículo de diseño se seleccionó con base en el conteo vehicular, eligiendo aquel con mayor frecuencia de tránsito dentro de la categoría de vehículos pesados que circularon por la estación de conteo designada en la vía. La Tabla 26 presenta la cantidad de vehículos que transitaron por el tramo estudiado.

Tabla 26

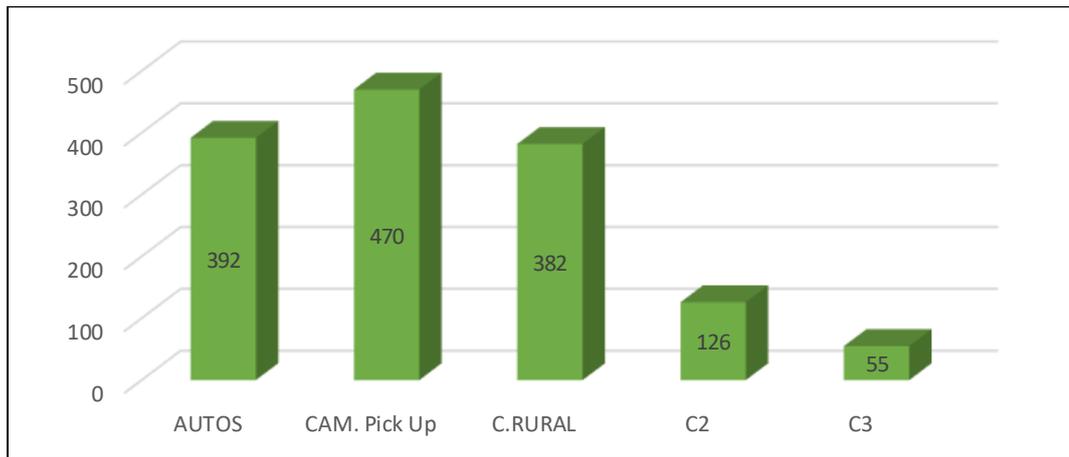
Conteo de vehículos durante una semana

Tipo de vehículo	Cantidad Veh/sem
Autos	392
CAM. Pick Up	470
C. Rural	382
C2	126
C3	55

Observando la Figura 21 se llega a la conclusión que el vehículo pesado que transitó con mayor frecuencia es el de tipo C2, consecuentemente, fue elegido como vehículo para la evaluación del presente estudio.

Figura 21

Número de vehículos según su tipo



4.1.3. Velocidad de diseño

De acuerdo a las normas vigentes de diseño geométrico podemos calcular la velocidad de diseño del tramo de carretera en estudio en base a la siguiente Tabla 27.

Tabla 27

Cálculo de la velocidad de diseño

Clasificación	Orografía	Velocidad de diseño VTR (km/hora)							
		30	40	50	60	70	80	90	100
Carretera de tercera clase	Plano	30	40	50	60	70	80	90	100
	Ondulado	30	40	50	60	70	80	90	100
	Accidentado	30	40	50	60	70	80	90	100
	Escarpado	30	40	50	60	70	80	90	100

Fuente: Manual de carreteras Diseño Geométrico DG-2018.

De la Tabla 27 llegamos a la conclusión que el rango de velocidad varía desde 30km/h hasta 50 km/h del cual elegimos una **velocidad de diseño de 30 km/h.**

4.1.4. *Determinación de las características geométricas de la carretera en estudio*

Para realizar una correcta comparación de los parámetros de la vía existente con los parámetros de la normativa vigente DG-2018 realizaremos los siguientes cálculos.

- Planta. Radios de curvas horizontales, peralte de curvas horizontales, sobrecanchos.
- Perfil. Pendientes longitudinales.
- Secciones transversales. Calzada y bermas.

a) Estudio de radios de curvas horizontales

Determinación de los radios mínimos según normativa vigente.

Para el cálculo del radio mínimo usamos la Tabla 28 la cual se usa en base al tipo de carretera y la velocidad de diseño calculada en la Tabla 27.

Tabla 28

Cálculo del radio mínimo y peralte máximo.

Ubicación de la vía	Velocidad de diseño	P máx. (%)	f máx.	Ubicación de la vía	Radio mínimo (m)
Área rural (accidentada a escarpada)	30	12.00	0.17	24.4	25
	40	12.00	0.17	43.4	45
	50	12.00	0.16	70.3	70
	60	12.00	0.15	105.0	105

Fuente: “Manual de carreteras Diseño Geométrico” DG-2018.

De la Tabla 28 se llega a la conclusión que el radio que debe tener la carretera en estudio como mínimo es de 25.00 m.

b) Radios existentes de la carretera en estudio

Para la obtención de estos resultados se realizó el levantamiento topográfico y posteriormente se realizó el procesamiento de datos en el software AutoCAD Civil3D, obteniendo la siguiente tabla:

Tabla 29*Elementos de curva existentes.*

Número Pi	Delta	Senti do	R (m)	T (m)	L (m)	LC (m)	E (m)	M (m)	Sa (m)	P
PI:1	14°53'52"	I	30.00	3.92	7.80	7.78	0.26	0.25	1.20	6.9%
PI:2	18°04'08"	D	30.00	4.77	9.46	9.42	0.38	0.37	1.90	5.1%
PI:3	10°13'12"	I	30.00	3.61	7.19	5.34	0.12	0.22	2.40	3.6%
PI:4	25°52'40"	D	20.00	6.92	13.50	8.96	0.52	0.91	1.60	5.3%
PI:5	28°42'48"	I	20.00	6.37	12.47	9.92	0.64	0.77	0.90	5.8%
PI:6	16°34'51"	D	30.00	4.82	9.56	8.65	0.32	0.38	1.50	4.7%
PI:7	15°12'48"	D	30.00	4.01	7.97	7.94	0.27	0.26	2.10	5.6%
PI:8	43°11'05"	D	25.00	9.89	18.84	18.40	1.89	1.75	1.90	3.8%
PI:9	40°39'32"	I	25.00	8.63	16.62	17.37	1.66	1.37	1.60	3.3%
PI:10	25°15'04"	D	15.00	5.26	10.37	6.56	0.37	0.54	1.40	5.4%
PI:11	48°47'13"	I	30.00	13.95	26.12	24.78	2.94	2.80	0.80	5.1%
PI:12	10°44'13"	D	30.00	2.82	5.62	5.61	0.13	0.13	1.40	3.4%
PI:13	14°14'19"	I	30.00	3.28	6.54	7.44	0.23	0.18	1.50	2.7%
PI:14	38°55'25"	D	30.00	10.38	19.99	19.99	1.82	1.65	1.50	4.7%
PI:15	22°49'21"	D	30.00	6.34	12.49	11.87	0.60	0.65	1.00	5.7%
PI:16	28°51'18"	I	30.00	8.99	17.47	14.95	0.98	1.26	1.80	4.5%
PI:17	15°12'43"	D	30.00	4.22	8.38	7.94	0.27	0.29	2.10	3.1%
PI:18	31°36'57"	D	30.00	8.97	17.43	16.34	1.18	1.26	2.20	3.4%
PI:19	25°08'47"	I	30.00	6.69	13.17	13.06	0.74	0.72	1.70	3.8%
PI:20	23°31'56"	D	30.00	6.25	12.32	12.23	0.64	0.63	1.00	4.6%
PI:21	25°24'05"	I	30.00	6.76	13.30	13.19	0.75	0.73	1.20	4.9%
PI:22	12°59'02"	D	30.00	3.41	6.80	6.78	0.19	0.19	0.90	4.6%
PI:23	17°02'16"	D	30.00	4.49	8.92	8.89	0.33	0.33	0.90	2.9%
PI:24	24°49'51"	D	30.00	8.15	15.91	12.90	0.72	1.05	1.90	5.1%
PI:25	162°11'08"	D	15.00	98.23	66.08	29.64	81.9	18.8	2.40	4.2%
PI:26	17°53'01"	I	30.00	11.82	22.08	9.33	0.37	2.40	1.60	3.3%
PI:27	24°40'51"	D	30.00	5.03	9.96	12.82	0.71	0.41	0.90	2.9%
PI:28	73°16'06"	D	15.00	8.34	16.11	17.90	3.69	1.29	2.10	4.9%
PI:29	80°26'01"	I	15.00	16.34	28.95	19.37	4.64	4.08	1.90	4.9%
PI:30	49°56'24"	D	15.00	5.28	10.41	12.66	1.55	0.54	0.90	2.6%
PI:31	111°28'08"	I	12.00	12.16	22.63	19.83	9.31	2.52	0.60	5.9%
PI:32	100°18'59"	D	19.00	10.44	19.78	29.18	10.7	1.93	1.70	3.8%
PI:33	171°06'02"	I	9.00	196.5	74.33	17.95	107	22.90	2.20	4.3%
PI:34	78°19'14"	I	20.00	16.11	28.62	25.26	5.79	3.99	1.30	2.7%
PI:35	66°52'47"	D	15.00	15.04	27.06	16.53	2.98	3.58	1.00	5.7%

Número Pi	Delta	Senti do	R (m)	T (m)	L (m)	LC (m)	E (m)	M (m)	Sa (m)	P
PI:36	27°50'41"	D	15.00	5.45	10.73	7.22	0.45	0.57	0.80	3.7%
PI:37	10°59'49"	I	30.00	2.50	4.9	5.75	0.14	0.10	0.60	6.1%
PI:38	16°24'00"	D	20.00	3.35	6.66	5.71	0.21	0.22	1.40	4.7%
PI:39	39°13'16"	I	20.00	8.38	16.17	13.42	1.23	1.30	0.60	3.8%
PI:40	39°08'20"	D	20.00	8.83	17.08	13.40	1.23	1.44	0.80	2.9%
PI:41	13°36'25"	D	30.00	3.56	7.09	7.11	0.21	0.21	0.50	5.4%
PI:42	91°30'45"	D	25.00	26.45	40.68	35.82	10.8	7.83	1.70	5.2%
PI:43	42°23'50"	I	30.00	12.18	23.14	21.70	2.18	2.20	1.20	4.0%
PI:44	96°42'49"	D	35.00	39.36	59.08	52.31	17.8	11.74	2.10	3.0%
PI:45	26°40'22"	I	30.00	6.80	13.37	13.84	0.83	0.74	0.70	12.2%
PI:46	100°22'43"	D	15.00	31.98	45.36	23.04	8.43	9.60	0.90	5.4%
PI:47	124°46'02"	I	16.00	58.12	58.23	28.35	18.5	15.12	1.00	5.1%
PI:48	35°46'53"	D	30.00	10.84	20.80	18.43	1.52	1.78	1.70	2.7%
PI:49	28°16'14"	D	30.00	7.56	14.80	14.65	0.94	0.91	1.60	3.2%
PI:50	24°51'46"	D	30.00	6.61	13.02	12.92	0.72	0.70	0.90	4.1%
PI:51	58°26'32"	I	30.00	16.78	30.60	29.29	4.37	3.82	1.00	5.0%
PI:52	18°49'06"	D	20.00	4.14	8.21	6.54	0.27	0.34	0.70	6.7%
PI:53	38°02'02"	D	25.00	8.62	16.60	16.29	1.44	1.36	1.00	4.3%
PI:54	27°11'58"	D	25.00	6.05	11.87	11.76	0.72	0.70	0.70	3.7%
PI:55	39°00'05"	I	30.00	10.62	20.42	20.03	1.83	1.72	2.00	5.0%
PI:56	84°19'24"	I	20.00	22.64	36.79	26.85	6.98	6.47	1.70	4.5%
PI:57	20°48'07"	I	30.00	5.51	10.89	10.83	0.50	0.49	0.80	3.7%
PI:58	6°48'40"	D	30.00	1.79	3.57	3.56	0.05	0.05	1.40	2.7%
PI:59	13°11'24"	I	30.00	3.47	6.91	6.89	0.20	0.20	1.20	4.9%
PI:60	10°13'01"	D	30.00	2.68	5.35	5.34	0.12	0.12	0.60	6.1%
PI:61	26°22'36"	D	30.00	7.03	13.81	13.69	0.81	0.79	1.00	5.0%
PI:62	42°01'23"	I	30.00	12.06	22.94	21.51	2.14	2.17	1.70	3.2%
PI:63	164°15'33"	D	15.00	133.4	69.28	29.72	94.5	20.40	2.20	3.4%
PI:64	14°41'14"	I	30.00	4.21	8.36	7.67	0.25	0.29	0.60	4.8%
PI:65	16°56'55"	D	30.00	4.82	9.56	8.84	0.33	0.38	1.40	4.7%
PI:66	17°11'03"	D	30.00	4.53	9.00	8.96	0.34	0.34	1.70	4.2%
PI:67	31°53'05"	I	30.00	8.57	16.69	16.48	1.20	1.15	1.20	5.1%
PI:68	35°51'18"	D	30.00	9.71	18.77	18.47	1.53	1.46	1.00	5.1%
PI:69	13°28'23"	I	30.00	3.54	7.05	7.04	0.21	0.21	1.70	2.7%
PI:70	98°08'46"	I	20.00	30.47	44.18	30.22	10.5	9.14	1.40	3.2%
PI:71	151°52'56"	D	11.00	59.05	58.51	21.34	34.3	15.25	1.60	3.7%
PI:72	112°43'50"	D	15.00	24.47	38.74	24.98	12.1	7.13	1.10	4.9%
PI:73	3°46'09"	D	30.00	0.15	0.31	1.97	0.02	0.00	1.40	4.1%

Número Pi	Delta	Senti do	R (m)	T (m)	L (m)	LC (m)	E (m)	M (m)	Sa (m)	P
PI:74	2°44'29"	D	30.00	0.72	1.44	1.44	0.01	0.01	1.60	3.3%
PI:75	39°17'36"	D	30.00	10.71	20.57	20.17	1.85	1.75	0.70	6.0%
PI:76	81°13'07"	I	15.00	21.43	35.44	19.53	4.76	6.02	1.40	4.7%
PI:77	34°30'09"	I	28.00	8.69	16.86	16.61	1.32	1.26	1.10	3.5%
PI:78	10°07'18"	D	35.00	3.10	6.18	6.17	0.14	0.14	0.40	7.0%
PI:79	19°29'25"	I	35.00	7.37	14.53	11.85	0.51	0.75	0.90	4.3%
PI:80	157°20'13"	D	13.00	754	76.88	25.49	53.2	24.17	0.70	6.0%
PI:81	30°12'35"	I	30.00	10.07	19.14	15.64	1.07	1.81	1.40	3.4%
PI:82	29°33'59"	D	30.00	6.31	12.36	15.31	1.03	0.76	2.10	12.1%
PI:83	110°19'08"	D	15.00	85.55	64.32	24.62	11.3	17.99	1.10	5.6%
PI:84	12°18'13"	D	30.00	3.86	7.68	6.43	0.17	0.25	0.90	3.6%
PI:85	6°09'04"	D	30.00	161	3.22	3.22	0.04	0.04	1.00	4.0%
PI:86	24°24'44"	I	30.00	6.49	12.78	12.69	0.69	0.68	1.30	4.0%
PI:87	5°55'23"	I	30.00	1.55	3.10	3.10	0.04	0.04	1.50	4.3%
PI:88	78°09'45"	D	40.00	32.49	54.57	50.43	11.5	8.95	1.40	4.7%
PI:89	17°38'26"	D	30.00	4.66	9.24	9.20	0.36	0.35	1.10	4.5%
PI:90	49°12'51"	I	30.00	13.74	25.77	24.98	3.00	2.72	1.50	2.7%
PI:91	82°54'01"	I	20.00	22.08	36.17	26.48	6.68	6.26	0.90	5.8%
PI:92	94°38'28"	D	25.00	27.11	41.29	36.76	11.9	8.05	0.90	5.1%
PI:93	11°23'44"	D	30.00	2.99	5.97	5.96	0.15	0.15	1.70	3.2%
PI:94	4°11'56"	I	30.00	1.10	2.20	2.20	0.02	0.02	1.80	2.6%
PI:95	9°33'17"	I	30.00	2.51	5.00	5.00	0.10	0.10	0.70	5.2%
PI:96	15°46'47"	I	30.00	4.16	8.26	8.24	0.29	0.28	2.10	4.9%
PI:97	27°37'59"	D	40.00	9.84	19.29	19.11	1.19	1.16	1.60	5.1%
PI:98	13°45'26"	I	30.00	3.62	7.20	7.19	0.22	0.22	0.90	6.5%
PI:99	116°14'52"	D	22.00	44.94	53.16	37.36	19.7	12.85	2.30	2.2%
PI:100	166°39'19"	I	10.00	281.9	74.12	19.86	76.1	22.79	1.90	1.9%
PI:101	45°39'21"	D	30.00	14.88	27.63	23.28	2.55	3.12	1.40	4.3%
PI:102	35°34'55"	I	30.00	9.63	18.63	18.33	1.51	1.43	0.80	5.1%
PI:103	20°08'32"	D	35.00	6.22	12.30	12.24	0.55	0.54	1.20	4.4%
PI:104	21°05'56"	I	30.00	5.59	11.05	10.99	0.52	0.51	2.00	2.5%
PI:105	54°41'16"	D	30.00	15.51	28.63	27.56	3.77	3.35	2.40	4.8%
PI:106	27°12'57"	D	35.00	8.47	16.63	16.47	1.01	0.98	1.10	3.5%
PI:107	59°10'24"	I	23.00	14.19	25.82	22.71	3.45	3.26	0.90	5.8%
PI:108	44°39'03"	D	35.00	11.71	22.60	26.59	2.84	1.81	1.70	4.5%
PI:109	114°12'04"	D	10.00	41.04	51.19	16.79	8.41	12.00	1.90	3.2%
PI:110	3°08'13"	I	30.00	2.53	5.05	1.64	0.01	0.11	1.20	5.6%
PI:111	11°55'31"	I	30.00	2.73	5.54	6.23	0.16	0.12	2.00	5.0%

Número Pi	Delta	Senti do	R (m)	T (m)	L (m)	LC (m)	E (m)	M (m)	Sa (m)	P
PI:112	10°25'34"	D	30.00	2.74	5.46	5.45	0.12	0.12	1.60	4.6%
PI:113	77°03'30"	I	18.00	19.91	33.62	22.42	5.01	5.44	1.80	5.8%
PI:114	61°33'13"	D	30.00	17.87	32.23	30.70	4.92	4.22	1.30	4.1%
PI:115	16°34'09"	I	30.00	2.38	4.74	8.65	0.32	0.09	1.10	3.5%
PI:116	128°19'12"	I	15.00	66.89	60.66	27.00	19.4	16.25	1.60	5.3%
PI:117	11°47'05"	D	30.00	3.94	7.84	6.16	0.16	0.26	1.90	4.4%
PI:118	10°50'42"	D	30.00	2.85	5.68	5.67	0.13	0.13	0.90	3.6%
PI:119	31°53'48"	I	40.00	11.43	22.27	21.98	1.60	1.54	1.70	2.6%
PI:120	15°22'56"	D	40.00	5.40	10.74	10.71	0.36	0.36	1.30	4.8%
PI:121	9°05'33"	I	45.00	3.58	7.14	7.13	0.14	0.14	0.70	6.0%
PI:122	70°37'34"	I	32.00	22.67	39.45	36.99	7.22	5.89	1.10	4.9%
PI:123	16°27'04"	I	30.00	4.34	8.61	8.58	0.31	0.31	2.00	3.1%
PI:124	39°23'45"	D	30.00	10.74	20.63	20.22	1.86	1.76	1.00	4.0%
PI:125	44°05'20"	D	15.00	10.12	19.24	11.26	1.18	1.83	1.00	4.1%
PI:126	4°16'13"	D	45.00	1.68	3.35	3.35	0.03	0.03	1.60	4.2%
PI:127	10°03'19"	D	45.00	3.96	7.90	7.89	0.17	0.17	2.30	12.2%
PI:128	32°08'18"	I	45.00	12.96	25.24	24.91	1.83	1.76	1.90	4.1%
PI:129	15°32'09"	D	30.00	4.09	8.13	8.11	0.28	0.28	1.30	2.7%
PI:130	24°01'14"	I	30.00	6.38	12.58	12.49	0.67	0.66	1.60	5.3%
PI:131	16°24'38"	D	40.00	5.77	11.46	11.42	0.41	0.41	1.10	4.9%
PI:132	3°07'05"	D	40.00	1.09	2.18	2.18	0.01	0.01	1.30	3.4%
PI:133	41°35'53"	D	30.00	11.40	21.78	21.31	2.09	1.96	1.60	3.3%
PI:134	32°07'36"	D	30.00	8.64	16.82	16.60	1.22	1.17	1.80	2.6%
PI:135	27°36'36"	I	35.00	8.60	16.87	16.70	1.04	1.01	1.70	2.9%
PI:136	17°46'31"	I	35.00	5.47	10.86	10.81	0.43	0.42	1.40	3.2%
PI:137	11°20'17"	D	35.00	3.47	6.93	6.91	0.17	0.17	1.40	5.1%
PI:138	10°22'00"	I	30.00	2.27	4.52	5.42	0.12	0.09	1.20	5.3%
PI:139	6°24'02"	D	35.00	0.08	0.16	3.91	0.05	0.00	0.60	6.4%
PI:140	175°38'58"	D	9.00	200.3	72.33	17.99	228	21.90	1.00	7.1%
PI:141	10°23'32"	D	30.00	5.22	10.33	5.43	0.12	0.44	2.20	4.3%
PI:142	11°46'43"	I	30.00	7.87	15.39	6.16	0.16	0.98	0.90	5.8%
PI:143	45°38'09"	D	30.00	10.87	20.50	23.27	2.55	2.07	0.60	6.1%
PI:144	151°15'24"	I	11.00	363.2	75.10	21.31	33.3	23.28	1.40	6.1%
PI:145	33°10'03"	I	30.00	11.51	21.97	17.13	1.30	1.99	1.70	2.3%
PI:146	23°25'49"	I	30.00	5.56	11.00	12.18	0.64	0.50	1.20	3.9%
PI:147	30°17'51"	D	30.00	8.12	15.86	15.68	1.08	1.04	1.00	5.0%
PI:148	26°56'16"	I	30.00	7.19	14.10	13.98	0.85	0.83	1.70	7.1%
PI:149	23°10'06"	D	30.00	6.15	12.13	12.05	0.62	0.61	1.40	8.1%

Número Pi	Delta	Sentido	R (m)	T (m)	L (m)	LC (m)	E (m)	M (m)	Sa (m)	P
PI:150	27°33'36"	I	40.00	9.81	19.24	19.06	1.19	1.15	1.60	5.3%
PI:151	15°38'04"	I	30.00	4.12	8.19	8.16	0.28	0.28	1.10	3.9%
PI:152	28°38'50"	D	30.00	7.66	15.00	14.84	0.96	0.93	2.30	3.5%
PI:153	29°46'38"	I	30.00	7.98	15.59	15.42	1.04	1.01	1.40	4.7%
PI:154	17°27'13"	D	30.00	4.61	9.14	9.10	0.35	0.35	1.60	4.2%
PI:155	25°24'59"	D	30.00	6.77	13.31	13.20	0.75	0.73	0.70	4.5%

Tabla 30

Longitud de curva y tramos en tangente

Número Pi	Pi	Pc	Pt	LC (m)	Lt (m)
PI:1	0+033.04	0+029.12	0+036.92	7.78	29.12
PI:2	0+055.06	0+050.29	0+059.75	9.42	13.37
PI:3	0+081.14	0+078.46	0+083.81	5.34	17.78
PI:4	0+172.71	0+168.12	0+177.15	8.96	78.47
PI:5	0+192.25	0+187.13	0+197.15	9.92	15.00
PI:6	0+223.26	0+218.89	0+227.57	8.65	15.37
PI:7	0+255.61	0+251.60	0+259.57	7.94	23.58
PI:8	0+312.06	0+302.17	0+321.01	18.40	42.60
PI:9	0+344.27	0+335.01	0+352.75	17.37	14.63
PI:10	0+365.03	0+361.67	0+368.28	6.56	11.68
PI:11	0+404.26	0+390.66	0+416.20	24.78	16.02
PI:12	0+513.09	0+510.27	0+515.89	5.61	93.72
PI:13	0+557.94	0+554.19	0+561.65	7.44	38.77
PI:14	0+586.28	0+575.68	0+596.06	19.99	14.78
PI:15	0+682.25	0+676.19	0+688.14	11.87	78.81
PI:16	0+709.54	0+701.82	0+716.93	14.95	13.55
PI:17	0+753.43	0+749.43	0+757.39	7.94	31.11
PI:18	0+818.29	0+809.80	0+826.35	16.34	51.37
PI:19	0+923.86	0+917.17	0+930.33	13.06	90.34
PI:20	0+949.01	0+942.76	0+955.08	12.23	12.43
PI:21	0+988.93	0+982.17	0+995.47	13.19	27.09
PI:22	1+007.34	1+003.93	1+010.73	6.78	8.46
PI:23	1+057.99	1+053.50	1+062.42	8.89	42.77
PI:24	1+117.96	1+111.35	1+124.35	12.90	47.38
PI:25	1+267.12	1+171.41	1+213.87	29.64	38.91

Número Pi	Pi	Pc	Pt	LC (m)	Lt (m)
PI:26	1+231.69	1+226.97	1+236.33	9.33	10.13
PI:27	1+279.22	1+272.66	1+285.58	12.82	36.54
PI:28	1+324.00	1+312.85	1+332.03	17.90	23.31
PI:29	1+352.14	1+339.46	1+360.52	19.37	7.53
PI:30	1+395.98	1+388.99	1+402.07	12.66	42.96
PI:31	1+461.56	1+443.95	1+467.29	19.83	21.72
PI:32	1+512.91	1+490.14	1+523.40	29.18	47.50
PI:33	1+713.14	1+597.49	1+624.37	17.95	29.55
PI:34	1+718.02	1+701.73	1+729.07	25.26	54.67
PI:35	1+860.59	1+850.69	1+868.20	16.53	102.02
PI:36	1+880.86	1+877.14	1+884.43	7.22	15.21
PI:37	1+960.11	1+957.22	1+962.98	5.75	58.39
PI:38	1+995.14	1+992.26	1+997.99	5.71	24.04
PI:39	2+015.05	2+007.92	2+021.61	13.42	13.34
PI:40	2+057.94	2+050.83	2+064.49	13.40	26.19
PI:41	2+152.94	2+149.36	2+156.48	7.11	83.11
PI:42	2+206.17	2+180.50	2+220.43	35.82	25.12
PI:43	2+254.39	2+242.75	2+264.95	21.70	21.00
PI:44	2+322.22	2+282.85	2+341.93	52.31	17.36
PI:45	2+380.23	2+373.11	2+387.08	13.84	31.50
PI:46	2+428.19	2+410.20	2+436.48	23.04	14.25
PI:47	2+531.06	2+500.47	2+535.31	28.35	34.09
PI:48	2+585.03	2+575.34	2+594.08	18.43	22.45
PI:49	2+675.52	2+667.97	2+682.77	14.65	72.74
PI:50	2+722.16	2+715.54	2+728.56	12.92	32.77
PI:51	2+751.94	2+735.16	2+765.76	29.29	6.60
PI:52	2+778.24	2+774.93	2+781.49	6.54	8.34
PI:53	2+831.96	2+823.35	2+839.94	16.29	41.02
PI:54	2+852.72	2+846.67	2+858.54	11.76	6.73
PI:55	2+886.61	2+875.99	2+896.41	20.03	17.45
PI:56	2+965.71	2+947.59	2+977.03	26.85	46.66
PI:57	3+013.83	3+008.33	3+019.22	10.83	26.77
PI:58	3+049.02	3+047.23	3+050.80	3.56	28.01
PI:59	3+078.68	3+075.21	3+082.11	6.89	24.41
PI:60	3+102.95	3+100.27	3+105.62	5.34	18.16
PI:61	3+137.82	3+130.79	3+144.60	13.69	25.17
PI:62	3+171.44	3+159.92	3+181.92	21.51	14.78
PI:63	3+319.15	3+210.64	3+253.64	29.72	11.84

Número Pi	Pi	Pc	Pt	LC (m)	Lt (m)
PI:64	3+300.47	3+296.60	3+304.29	7.67	21.07
PI:65	3+348.05	3+343.58	3+352.45	8.84	40.61
PI:66	3+385.00	3+380.47	3+389.47	8.96	27.67
PI:67	3+444.39	3+435.82	3+452.52	16.48	46.36
PI:68	3+511.02	3+501.32	3+520.09	18.47	48.80
PI:69	3+571.14	3+567.60	3+574.65	7.04	47.50
PI:70	3+630.09	3+607.02	3+641.28	30.22	24.97
PI:71	3+737.17	3+693.24	3+722.40	21.34	42.24
PI:72	3+766.71	3+744.16	3+773.68	24.98	13.22
PI:73	3+887.17	3+886.18	3+888.15	1.97	74.85
PI:74	3+964.47	3+963.76	3+965.19	1.44	76.44
PI:75	4+053.46	4+042.75	4+063.32	20.17	77.56
PI:76	4+111.13	4+098.27	4+119.53	19.53	26.38
PI:77	4+172.64	4+163.95	4+180.81	16.61	35.84
PI:78	4+248.51	4+245.41	4+251.60	6.17	64.60
PI:79	4+338.31	4+332.30	4+344.20	11.85	79.34
PI:80	4+467.52	4+402.65	4+438.35	25.49	36.14
PI:81	4+480.02	4+471.92	4+487.74	15.64	20.99
PI:82	4+504.66	4+496.74	4+512.22	15.31	13.62
PI:83	4+626.72	4+605.17	4+634.05	24.62	68.47
PI:84	4+731.48	4+728.24	4+734.69	6.43	87.56
PI:85	4+767.11	4+765.50	4+768.72	3.22	30.18
PI:86	4+834.67	4+828.18	4+840.96	12.69	59.46
PI:87	4+885.43	4+883.87	4+886.98	3.10	42.91
PI:88	4+988.76	4+956.27	5+010.84	50.43	69.30
PI:89	5+028.54	5+023.89	5+033.13	9.20	13.05
PI:90	5+053.28	5+039.54	5+065.30	24.98	6.41
PI:91	5+119.43	5+101.76	5+130.70	26.48	32.04
PI:92	5+201.68	5+174.56	5+215.86	36.76	39.45
PI:93	5+265.18	5+262.19	5+268.15	5.96	46.33
PI:94	5+337.18	5+336.08	5+338.28	2.20	67.92
PI:95	5+362.97	5+360.46	5+365.47	5.00	22.19
PI:96	5+394.14	5+389.98	5+398.25	8.24	24.52
PI:97	5+477.49	5+467.65	5+486.94	19.11	69.41
PI:98	5+544.71	5+541.09	5+548.30	7.19	54.15
PI:99	5+645.63	5+610.25	5+654.89	37.36	52.39
PI:100	5+824.71	5+739.22	5+768.31	19.86	59.15
PI:101	5+859.36	5+846.73	5+870.63	23.28	59.76

Número Pi	Pi	Pc	Pt	LC (m)	Lt (m)
PI:102	5+901.89	5+892.26	5+910.89	18.33	19.37
PI:103	5+941.88	5+935.66	5+947.97	12.24	24.77
PI:104	6+000.59	5+995.00	6+006.05	10.99	47.04
PI:105	6+041.94	6+026.43	6+055.07	27.56	20.38
PI:106	6+143.82	6+135.34	6+151.97	16.47	80.28
PI:107	6+175.87	6+162.81	6+186.56	22.71	9.70
PI:108	6+228.22	6+213.85	6+241.13	26.59	28.82
PI:109	6+289.19	6+273.73	6+293.66	16.79	16.79
PI:110	6+387.83	6+387.01	6+388.65	1.64	42.62
PI:111	6+479.50	6+476.37	6+482.61	6.23	120.14
PI:112	6+533.65	6+530.91	6+536.37	5.45	48.70
PI:113	6+590.44	6+576.11	6+600.31	22.42	34.16
PI:114	6+656.91	6+639.04	6+671.27	30.70	33.15
PI:115	6+746.95	6+742.58	6+751.26	8.65	73.30
PI:116	6+825.36	6+794.39	6+827.98	27.00	31.69
PI:117	6+930.98	6+927.88	6+934.05	6.16	87.14
PI:118	7+133.88	7+131.04	7+136.71	5.67	196.13
PI:119	7+426.46	7+415.03	7+437.30	21.98	278.32
PI:120	7+546.82	7+541.41	7+552.15	10.71	104.12
PI:121	7+650.00	7+646.42	7+653.56	7.13	94.27
PI:122	7+759.73	7+737.07	7+776.51	36.99	83.50
PI:123	7+813.32	7+808.98	7+817.60	8.58	32.47
PI:124	7+856.56	7+845.82	7+866.45	20.22	28.22
PI:125	7+962.83	7+956.75	7+968.29	11.26	86.26
PI:126	8+033.77	8+032.09	8+035.45	3.35	59.75
PI:127	8+156.20	8+152.25	8+160.14	7.89	116.80
PI:128	8+229.00	8+216.04	8+241.28	24.91	55.90
PI:129	8+368.03	8+363.94	8+372.07	8.11	122.66
PI:130	8+408.56	8+402.18	8+414.75	12.49	30.10
PI:131	8+473.76	8+467.99	8+479.45	11.42	53.24
PI:132	8+578.31	8+577.23	8+579.40	2.18	97.78
PI:133	8+652.76	8+641.36	8+663.14	21.31	61.96
PI:134	8+823.48	8+814.84	8+831.66	16.60	151.70
PI:135	8+889.22	8+880.62	8+897.48	16.70	48.95
PI:136	8+920.28	8+914.81	8+925.67	10.81	17.33
PI:137	8+962.78	8+959.30	8+966.23	6.91	33.64
PI:138	9+102.75	9+100.03	9+105.45	5.42	134.25
PI:139	9+310.37	9+308.41	9+312.32	3.91	150.09

Número Pi	Pi	Pc	Pt	LC (m)	Lt (m)
PI:140	9+592.90	9+355.95	9+383.54	17.99	5.52
PI:141	9+491.30	9+488.57	9+494.01	5.43	33.58
PI:142	9+664.85	9+661.76	9+667.92	6.16	119.80
PI:143	9+713.21	9+700.58	9+724.48	23.27	35.79
PI:144	9+781.69	9+738.76	9+767.79	21.31	20.73
PI:145	9+800.28	9+791.35	9+808.71	17.13	27.56
PI:146	9+910.64	9+904.42	9+916.69	12.18	71.99
PI:147	9+949.83	9+941.71	9+957.57	15.68	25.67
PI:148	10+022.25	10+015.07	10+029.17	13.98	57.50
PI:149	10+061.29	10+055.14	10+067.27	12.05	25.97
PI:150	10+201.52	10+191.71	10+210.95	19.06	124.44
PI:151	10+247.86	10+243.74	10+251.93	8.16	32.79
PI:152	10+297.04	10+289.38	10+304.38	14.84	37.46
PI:153	10+333.83	10+325.86	10+341.45	15.42	21.47
PI:154	10+364.73	10+360.12	10+369.26	9.10	18.67
PI:155	10+439.83	10+433.06	10+446.37	13.20	63.80

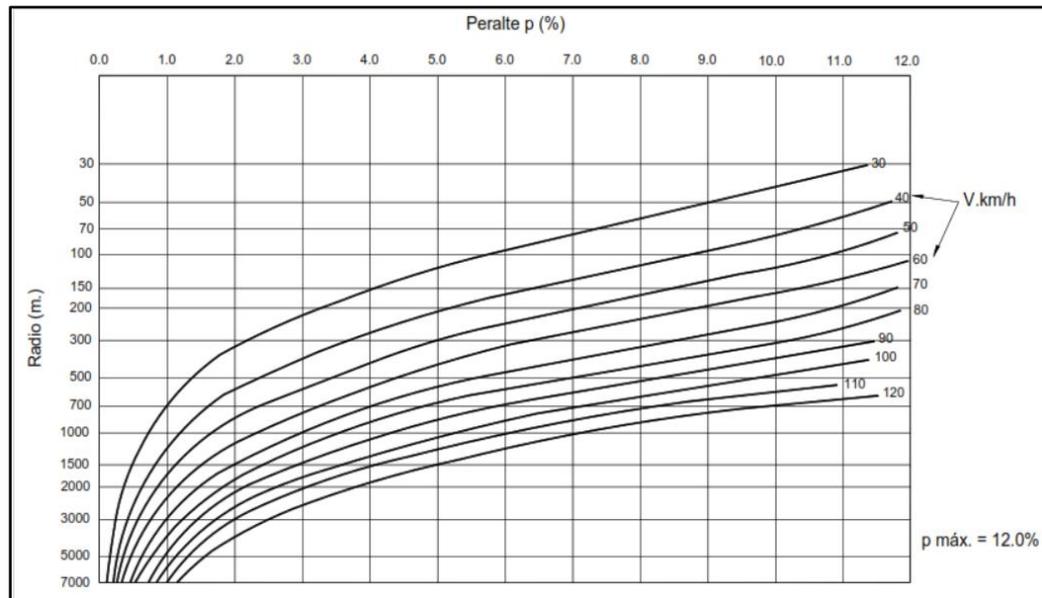
c) Estudio de peraltes máximos

Determinación de peraltes máximos según normativa vigente

El cálculo del peralte máximo se muestra en la Tabla 28 el cual nos presenta un peralte máximo de 12% para una velocidad de diseño de 30 km/h y un radio mínimo de 25.00m.

Figura 22

Cálculo del radio mínimo y peralte máximo.



Fuente: Manual de carreteras Diseño Geométrico DG-2018

Peraltes existentes de la carretera en estudio

Los peraltes obtenidos en las curvas existentes de la vía se realizaron con la ayuda del equipo eclímetro ubicado en el eje de la vía para obtener datos certeros de este estudio. En la Tabla 31 se muestra los peraltes obtenidos de todas las curvas horizontales.

Tabla 31

Peraltes existentes de la carretera en estudio

Número Pi	Pi	Pc	Pt	Corona + Sobreebanco	Peralte Existente (%)
PI:1	0+033.04	0+029.12	0+036.92	7.20	6.9%
PI:2	0+055.06	0+050.29	0+059.75	7.90	5.1%
PI:3	0+081.14	0+078.46	0+083.81	8.40	3.6%
PI:4	0+172.71	0+168.12	0+177.15	7.60	5.3%
PI:5	0+192.25	0+187.13	0+197.15	6.90	5.8%
PI:6	0+223.26	0+218.89	0+227.57	7.50	4.7%

Número Pi	Pi	Pc	Pt	Corona + Sobreechancho	Peralte Existente (%)
PI:7	0+255.61	0+251.60	0+259.57	8.10	5.6%
PI:8	0+312.06	0+302.17	0+321.01	7.90	3.8%
PI:9	0+344.27	0+335.01	0+352.75	7.60	3.3%
PI:10	0+365.03	0+361.67	0+368.28	7.40	5.4%
PI:11	0+404.26	0+390.66	0+416.20	6.80	5.1%
PI:12	0+513.09	0+510.27	0+515.89	7.40	3.4%
PI:13	0+557.94	0+554.19	0+561.65	7.50	2.7%
PI:14	0+586.28	0+575.68	0+596.06	7.50	4.7%
PI:15	0+682.25	0+676.19	0+688.14	7.00	5.7%
PI:16	0+709.54	0+701.82	0+716.93	7.80	4.5%
PI:17	0+753.43	0+749.43	0+757.39	8.10	3.1%
PI:18	0+818.29	0+809.80	0+826.35	8.20	3.4%
PI:19	0+923.86	0+917.17	0+930.33	7.70	3.8%
PI:20	0+949.01	0+942.76	0+955.08	7.00	4.6%
PI:21	0+988.93	0+982.17	0+995.47	7.20	4.9%
PI:22	1+007.34	1+003.93	1+010.73	6.90	4.6%
PI:23	1+057.99	1+053.50	1+062.42	6.90	2.9%
PI:24	1+117.96	1+111.35	1+124.35	7.90	5.1%
PI:25	1+267.12	1+171.41	1+213.87	8.40	4.2%
PI:26	1+231.69	1+226.97	1+236.33	7.60	3.3%
PI:27	1+279.22	1+272.66	1+285.58	6.90	2.9%
PI:28	1+324.00	1+312.85	1+332.03	8.10	4.9%
PI:29	1+352.14	1+339.46	1+360.52	7.90	4.9%
PI:30	1+395.98	1+388.99	1+402.07	6.90	2.6%
PI:31	1+461.56	1+443.95	1+467.29	6.60	5.9%
PI:32	1+512.91	1+490.14	1+523.40	7.70	3.8%
PI:33	1+610.93	1+597.49	1+624.37	8.20	4.3%
PI:34	1+718.02	1+701.73	1+729.07	7.30	2.7%
PI:35	1+860.59	1+850.69	1+868.20	7.00	5.7%
PI:36	1+880.86	1+877.14	1+884.43	6.80	3.7%
PI:37	1+960.11	1+957.22	1+962.98	6.60	6.1%
PI:38	1+995.14	1+992.26	1+997.99	7.40	4.7%
PI:39	2+015.05	2+007.92	2+021.61	6.60	3.8%
PI:40	2+057.94	2+050.83	2+064.49	6.80	2.9%
PI:41	2+152.94	2+149.36	2+156.48	6.50	5.4%
PI:42	2+206.17	2+180.50	2+220.43	7.70	5.2%
PI:43	2+254.39	2+242.75	2+264.95	7.20	4.0%

Número Pi	Pi	Pc	Pt	Corona + Sobrecancho	Peralte Existente (%)
PI:44	2+322.22	2+282.85	2+341.93	8.10	3.0%
PI:45	2+380.23	2+373.11	2+387.08	6.70	12.2%
PI:46	2+428.19	2+410.20	2+436.48	6.90	5.4%
PI:47	2+531.06	2+500.47	2+535.31	7.00	5.1%
PI:48	2+585.03	2+575.34	2+594.08	7.70	2.7%
PI:49	2+675.52	2+667.97	2+682.77	7.60	3.2%
PI:50	2+722.16	2+715.54	2+728.56	6.90	4.1%
PI:51	2+751.94	2+735.16	2+765.76	7.00	5.0%
PI:52	2+778.24	2+774.93	2+781.49	6.70	6.7%
PI:53	2+831.96	2+823.35	2+839.94	7.00	4.3%
PI:54	2+852.72	2+846.67	2+858.54	6.70	3.7%
PI:55	2+886.61	2+875.99	2+896.41	8.00	5.0%
PI:56	2+965.71	2+947.59	2+977.03	7.70	4.5%
PI:57	3+013.83	3+008.33	3+019.22	6.80	3.7%
PI:58	3+049.02	3+047.23	3+050.80	7.40	2.7%
PI:59	3+078.68	3+075.21	3+082.11	7.20	4.9%
PI:60	3+102.95	3+100.27	3+105.62	6.60	6.1%
PI:61	3+137.82	3+130.79	3+144.60	7.00	5.0%
PI:62	3+171.44	3+159.92	3+181.92	7.70	3.2%
PI:63	3+219.15	3+210.64	3+253.64	8.20	3.4%
PI:64	3+300.47	3+296.60	3+304.29	6.60	4.8%
PI:65	3+348.05	3+343.58	3+352.45	7.40	4.7%
PI:66	3+385.00	3+380.47	3+389.47	7.70	4.2%
PI:67	3+444.39	3+435.82	3+452.52	7.20	5.1%
PI:68	3+511.02	3+501.32	3+520.09	7.00	5.1%
PI:69	3+571.14	3+567.60	3+574.65	7.70	2.7%
PI:70	3+630.09	3+607.02	3+641.28	7.40	3.2%
PI:71	3+737.17	3+693.24	3+722.40	7.60	3.7%
PI:72	3+766.71	3+744.16	3+773.68	7.10	4.9%
PI:73	3+887.17	3+886.18	3+888.15	7.40	4.1%
PI:74	3+964.47	3+963.76	3+965.19	7.60	3.3%
PI:75	4+053.46	4+042.75	4+063.32	6.70	6.0%
PI:76	4+111.13	4+098.27	4+119.53	7.40	4.7%
PI:77	4+172.64	4+163.95	4+180.81	7.10	3.5%
PI:78	4+248.51	4+245.41	4+251.60	6.40	7.0%
PI:79	4+338.31	4+332.30	4+344.20	6.90	4.3%
PI:80	4+419.52	4+402.65	4+438.35	6.70	6.0%

Número Pi	Pi	Pc	Pt	Corona + Sobrecancho	Peralte Existente (%)
PI:81	4+480.02	4+471.92	4+487.74	7.40	3.4%
PI:82	4+504.66	4+496.74	4+512.22	8.10	12.1%
PI:83	4+626.72	4+605.17	4+634.05	7.10	5.6%
PI:84	4+731.48	4+728.24	4+734.69	6.90	3.6%
PI:85	4+767.11	4+765.50	4+768.72	7.00	4.0%
PI:86	4+834.67	4+828.18	4+840.96	7.30	4.0%
PI:87	4+885.43	4+883.87	4+886.98	7.50	4.3%
PI:88	4+988.76	4+956.27	5+010.84	7.40	4.7%
PI:89	5+028.54	5+023.89	5+033.13	7.10	4.5%
PI:90	5+053.28	5+039.54	5+065.30	7.50	2.7%
PI:91	5+119.43	5+101.76	5+130.70	6.90	5.8%
PI:92	5+201.68	5+174.56	5+215.86	6.90	5.1%
PI:93	5+265.18	5+262.19	5+268.15	7.70	3.2%
PI:94	5+337.18	5+336.08	5+338.28	7.80	2.6%
PI:95	5+362.97	5+360.46	5+365.47	6.70	5.2%
PI:96	5+394.14	5+389.98	5+398.25	8.10	4.9%
PI:97	5+477.49	5+467.65	5+486.94	7.60	5.1%
PI:98	5+544.71	5+541.09	5+548.30	6.90	6.5%
PI:99	5+645.63	5+610.25	5+654.89	8.30	2.2%
PI:100	5+824.71	5+739.22	5+768.31	7.90	1.9%
PI:101	5+859.36	5+846.73	5+870.63	7.40	4.3%
PI:102	5+901.89	5+892.26	5+910.89	6.80	5.1%
PI:103	5+941.88	5+935.66	5+947.97	7.20	4.4%
PI:104	6+000.59	5+995.00	6+006.05	8.00	2.5%
PI:105	6+041.94	6+026.43	6+055.07	8.40	4.8%
PI:106	6+143.82	6+135.34	6+151.97	7.10	3.5%
PI:107	6+175.87	6+162.81	6+186.56	6.90	5.8%
PI:108	6+228.22	6+213.85	6+241.13	7.70	4.5%
PI:109	6+289.19	6+273.73	6+293.66	7.90	3.2%
PI:110	6+387.83	6+387.01	6+388.65	7.20	5.6%
PI:111	6+479.50	6+476.37	6+482.61	8.00	5.0%
PI:112	6+533.65	6+530.91	6+536.37	7.60	4.6%
PI:113	6+590.44	6+576.11	6+600.31	7.80	5.8%
PI:114	6+656.91	6+639.04	6+671.27	7.30	4.1%
PI:115	6+746.95	6+742.58	6+751.26	7.10	3.5%
PI:116	6+825.36	6+794.39	6+827.98	7.60	5.3%
PI:117	6+930.98	6+927.88	6+934.05	7.90	4.4%

Número Pi	Pi	Pc	Pt	Corona + Sobrecancho	Peralte Existente (%)
PI:118	7+133.88	7+131.04	7+136.71	6.90	3.6%
PI:119	7+426.46	7+415.03	7+437.30	7.70	2.6%
PI:120	7+546.82	7+541.41	7+552.15	7.30	4.8%
PI:121	7+650.00	7+646.42	7+653.56	6.70	6.0%
PI:122	7+759.73	7+737.07	7+776.51	7.10	4.9%
PI:123	7+813.32	7+808.98	7+817.60	8.00	3.1%
PI:124	7+856.56	7+845.82	7+866.45	7.00	4.0%
PI:125	7+962.83	7+956.75	7+968.29	7.00	4.1%
PI:126	8+033.77	8+032.09	8+035.45	7.60	4.2%
PI:127	8+156.20	8+152.25	8+160.14	8.30	12.2%
PI:128	8+229.00	8+216.04	8+241.28	7.90	4.1%
PI:129	8+368.03	8+363.94	8+372.07	7.30	2.7%
PI:130	8+408.56	8+402.18	8+414.75	7.60	5.3%
PI:131	8+473.76	8+467.99	8+479.45	7.10	4.9%
PI:132	8+578.31	8+577.23	8+579.40	7.30	3.4%
PI:133	8+652.76	8+641.36	8+663.14	7.60	3.3%
PI:134	8+823.48	8+814.84	8+831.66	7.80	2.6%
PI:135	8+889.22	8+880.62	8+897.48	7.70	2.9%
PI:136	8+920.28	8+914.81	8+925.67	7.40	3.2%
PI:137	8+962.78	8+959.30	8+966.23	7.40	5.1%
PI:138	9+102.75	9+100.03	9+105.45	7.20	5.3%
PI:139	9+310.37	9+308.41	9+312.32	6.60	6.4%
PI:140	9+592.90	9+355.95	9+383.54	7.00	7.1%
PI:141	9+491.30	9+488.57	9+494.01	8.20	4.3%
PI:142	9+664.85	9+661.76	9+667.92	6.90	5.8%
PI:143	9+713.21	9+700.58	9+724.48	6.60	6.1%
PI:144	9+781.69	9+738.76	9+767.79	7.40	6.1%
PI:145	9+800.28	9+791.35	9+808.71	7.70	2.3%
PI:146	9+910.64	9+904.42	9+916.69	7.20	3.9%
PI:147	9+949.83	9+941.71	9+957.57	7.00	5.0%
PI:148	10+022.25	10+015.07	10+029.17	7.70	7.1%
PI:149	10+061.29	10+055.14	10+067.27	7.40	8.1%
PI:150	10+201.52	10+191.71	10+210.95	7.60	5.3%
PI:151	10+247.86	10+243.74	10+251.93	7.10	3.9%
PI:152	10+297.04	10+289.38	10+304.38	8.30	3.5%
PI:153	10+333.83	10+325.86	10+341.45	7.40	4.7%
PI:154	10+364.73	10+360.12	10+369.26	7.60	4.2%

Número Pi	Pi	Pc	Pt	Corona + Sobreechancho	Peralte Existente (%)
PI:155	10+439.83	10+433.06	10+446.37	6.70	4.5%

d) Estudio de sobreanchos

Sobreeanchos existentes de la carretera en estudio

El sobreancho del tramo de vía en estudio no se muestra en la plataforma de la carretera debido a que la superficie de rodadura es una capa de afirmado, por ello es que para evaluar los sobreanchos en cada curva se procedió a obtener la diferencia de longitudes entre la medida del ancho de vía existente y el ancho de calzada para una carretera de tercera clase. La Tabla 32 nos permite observar los sobreanchos medidos.

Tabla 32

Sobreeanchos existentes de la carretera en estudio

Número PI	Radio (m)	Pi	Pc	Pt	Sobreechancho existente (SA)
PI:1	30.00	0+033.04	0+029.12	0+036.92	1.20
PI:2	30.00	0+055.06	0+050.29	0+059.75	1.90
PI:3	30.00	0+081.14	0+078.46	0+083.81	2.40
PI:4	20.00	0+172.71	0+168.12	0+177.15	1.60
PI:5	20.00	0+192.25	0+187.13	0+197.15	0.90
PI:6	30.00	0+223.26	0+218.89	0+227.57	1.50
PI:7	30.00	0+255.61	0+251.60	0+259.57	2.10
PI:8	25.00	0+312.06	0+302.17	0+321.01	1.90
PI:9	25.00	0+344.27	0+335.01	0+352.75	1.60
PI:10	15.00	0+365.03	0+361.67	0+368.28	1.40
PI:11	30.00	0+404.26	0+390.66	0+416.20	0.80
PI:12	30.00	0+513.09	0+510.27	0+515.89	1.40
PI:13	30.00	0+557.94	0+554.19	0+561.65	1.50
PI:14	30.00	0+586.28	0+575.68	0+596.06	1.50
PI:15	30.00	0+682.25	0+676.19	0+688.14	1.00
PI:16	30.00	0+709.54	0+701.82	0+716.93	1.80

Número PI	Radio (m)	Pi	Pc	Pt	Sobreechancho existente (SA)
PI:17	30.00	0+753.43	0+749.43	0+757.39	2.10
PI:18	30.00	0+818.29	0+809.80	0+826.35	2.20
PI:19	30.00	0+923.86	0+917.17	0+930.33	1.70
PI:20	30.00	0+949.01	0+942.76	0+955.08	1.00
PI:21	30.00	0+988.93	0+982.17	0+995.47	1.20
PI:22	30.00	1+007.34	1+003.93	1+010.73	0.90
PI:23	30.00	1+057.99	1+053.50	1+062.42	0.90
PI:24	30.00	1+117.96	1+111.35	1+124.35	1.90
PI:25	15.00	1+267.12	1+171.41	1+213.87	2.40
PI:26	30.00	1+231.69	1+226.97	1+236.33	1.60
PI:27	30.00	1+279.22	1+272.66	1+285.58	0.90
PI:28	15.00	1+324.00	1+312.85	1+332.03	2.10
PI:29	15.00	1+352.14	1+339.46	1+360.52	1.90
PI:30	15.00	1+395.98	1+388.99	1+402.07	0.90
PI:31	12.00	1+461.56	1+443.95	1+467.29	0.60
PI:32	19.00	1+512.91	1+490.14	1+523.40	1.70
PI:33	9.00	1+713.14	1+597.49	1+624.37	2.20
PI:34	20.00	1+718.02	1+701.73	1+729.07	1.30
PI:35	15.00	1+860.59	1+850.69	1+868.20	1.00
PI:36	15.00	1+880.86	1+877.14	1+884.43	0.80
PI:37	30.00	1+960.11	1+957.22	1+962.98	0.60
PI:38	20.00	1+995.14	1+992.26	1+997.99	1.40
PI:39	20.00	2+015.05	2+007.92	2+021.61	0.60
PI:40	20.00	2+057.94	2+050.83	2+064.49	0.80
PI:41	30.00	2+152.94	2+149.36	2+156.48	0.50
PI:42	25.00	2+206.17	2+180.50	2+220.43	1.70
PI:43	30.00	2+254.39	2+242.75	2+264.95	1.20
PI:44	35.00	2+322.22	2+282.85	2+341.93	2.10
PI:45	30.00	2+380.23	2+373.11	2+387.08	0.70
PI:46	15.00	2+428.19	2+410.20	2+436.48	0.90
PI:47	16.00	2+531.06	2+500.47	2+535.31	1.00
PI:48	30.00	2+585.03	2+575.34	2+594.08	1.70
PI:49	30.00	2+675.52	2+667.97	2+682.77	1.60
PI:50	30.00	2+722.16	2+715.54	2+728.56	0.90
PI:51	30.00	2+751.94	2+735.16	2+765.76	1.00
PI:52	20.00	2+778.24	2+774.93	2+781.49	0.70
PI:53	25.00	2+831.96	2+823.35	2+839.94	1.00
PI:54	25.00	2+852.72	2+846.67	2+858.54	0.70

Número PI	Radio (m)	Pi	Pc	Pt	Sobreechancho existente (SA)
PI:55	30.00	2+886.61	2+875.99	2+896.41	2.00
PI:56	20.00	2+965.71	2+947.59	2+977.03	1.70
PI:57	30.00	3+013.83	3+008.33	3+019.22	0.80
PI:58	30.00	3+049.02	3+047.23	3+050.80	1.40
PI:59	30.00	3+078.68	3+075.21	3+082.11	1.20
PI:60	30.00	3+102.95	3+100.27	3+105.62	0.60
PI:61	30.00	3+137.82	3+130.79	3+144.60	1.00
PI:62	30.00	3+171.44	3+159.92	3+181.92	1.70
PI:63	15.00	3+319.15	3+210.64	3+253.64	2.20
PI:64	30.00	3+300.47	3+296.60	3+304.29	0.60
PI:65	30.00	3+348.05	3+343.58	3+352.45	1.40
PI:66	30.00	3+385.00	3+380.47	3+389.47	1.70
PI:67	30.00	3+444.39	3+435.82	3+452.52	1.20
PI:68	30.00	3+511.02	3+501.32	3+520.09	1.00
PI:69	30.00	3+571.14	3+567.60	3+574.65	1.70
PI:70	20.00	3+630.09	3+607.02	3+641.28	1.40
PI:71	11.00	3+737.17	3+693.24	3+722.40	1.60
PI:72	15.00	3+766.71	3+744.16	3+773.68	1.10
PI:73	30.00	3+887.17	3+886.18	3+888.15	1.40
PI:74	30.00	3+964.47	3+963.76	3+965.19	1.60
PI:75	30.00	4+053.46	4+042.75	4+063.32	0.70
PI:76	15.00	4+111.13	4+098.27	4+119.53	1.40
PI:77	28.00	4+172.64	4+163.95	4+180.81	1.10
PI:78	35.00	4+248.51	4+245.41	4+251.60	0.40
PI:79	35.00	4+338.31	4+332.30	4+344.20	0.90
PI:80	13.00	4+467.52	4+402.65	4+438.35	0.70
PI:81	30.00	4+480.02	4+471.92	4+487.74	1.40
PI:82	30.00	4+504.66	4+496.74	4+512.22	2.10
PI:83	15.00	4+626.72	4+605.17	4+634.05	1.10
PI:84	30.00	4+731.48	4+728.24	4+734.69	0.90
PI:85	30.00	4+767.11	4+765.50	4+768.72	1.00
PI:86	30.00	4+834.67	4+828.18	4+840.96	1.30
PI:87	30.00	4+885.43	4+883.87	4+886.98	1.50
PI:88	40.00	4+988.76	4+956.27	5+010.84	1.40
PI:89	30.00	5+028.54	5+023.89	5+033.13	1.10
PI:90	30.00	5+053.28	5+039.54	5+065.30	1.50
PI:91	20.00	5+119.43	5+101.76	5+130.70	0.90
PI:92	25.00	5+201.68	5+174.56	5+215.86	0.90

Número PI	Radio (m)	Pi	Pc	Pt	Sobreechancho existente (SA)
PI:93	30.00	5+265.18	5+262.19	5+268.15	1.70
PI:94	30.00	5+337.18	5+336.08	5+338.28	1.80
PI:95	30.00	5+362.97	5+360.46	5+365.47	0.70
PI:96	30.00	5+394.14	5+389.98	5+398.25	2.10
PI:97	40.00	5+477.49	5+467.65	5+486.94	1.60
PI:98	30.00	5+544.71	5+541.09	5+548.30	0.90
PI:99	22.00	5+645.63	5+610.25	5+654.89	2.30
PI:100	10.00	5+824.71	5+739.22	5+768.31	1.90
PI:101	30.00	5+859.36	5+846.73	5+870.63	1.40
PI:102	30.00	5+901.89	5+892.26	5+910.89	0.80
PI:103	35.00	5+941.88	5+935.66	5+947.97	1.20
PI:104	30.00	6+000.59	5+995.00	6+006.05	2.00
PI:105	30.00	6+041.94	6+026.43	6+055.07	2.40
PI:106	35.00	6+143.82	6+135.34	6+151.97	1.10
PI:107	23.00	6+175.87	6+162.81	6+186.56	0.90
PI:108	35.00	6+228.22	6+213.85	6+241.13	1.70
PI:109	10.00	6+289.19	6+273.73	6+293.66	1.90
PI:110	30.00	6+387.83	6+387.01	6+388.65	1.20
PI:111	30.00	6+479.50	6+476.37	6+482.61	2.00
PI:112	30.00	6+533.65	6+530.91	6+536.37	1.60
PI:113	18.00	6+590.44	6+576.11	6+600.31	1.80
PI:114	30.00	6+656.91	6+639.04	6+671.27	1.30
PI:115	30.00	6+746.95	6+742.58	6+751.26	1.10
PI:116	15.00	6+825.36	6+794.39	6+827.98	1.60
PI:117	30.00	6+930.98	6+927.88	6+934.05	1.90
PI:118	30.00	7+133.88	7+131.04	7+136.71	0.90
PI:119	40.00	7+426.46	7+415.03	7+437.30	1.70
PI:120	40.00	7+546.82	7+541.41	7+552.15	1.30
PI:121	45.00	7+650.00	7+646.42	7+653.56	0.70
PI:122	32.00	7+759.73	7+737.07	7+776.51	1.10
PI:123	30.00	7+813.32	7+808.98	7+817.60	2.00
PI:124	30.00	7+856.56	7+845.82	7+866.45	1.00
PI:125	15.00	7+962.83	7+956.75	7+968.29	1.00
PI:126	45.00	8+033.77	8+032.09	8+035.45	1.60
PI:127	45.00	8+156.20	8+152.25	8+160.14	2.30
PI:128	45.00	8+229.00	8+216.04	8+241.28	1.90
PI:129	30.00	8+368.03	8+363.94	8+372.07	1.30
PI:130	30.00	8+408.56	8+402.18	8+414.75	1.60

Número PI	Radio (m)	Pi	Pc	Pt	Sobreecho existente (SA)
PI:131	40.00	8+473.76	8+467.99	8+479.45	1.10
PI:132	40.00	8+578.31	8+577.23	8+579.40	1.30
PI:133	30.00	8+652.76	8+641.36	8+663.14	1.60
PI:134	30.00	8+823.48	8+814.84	8+831.66	1.80
PI:135	35.00	8+889.22	8+880.62	8+897.48	1.70
PI:136	35.00	8+920.28	8+914.81	8+925.67	1.40
PI:137	35.00	8+962.78	8+959.30	8+966.23	1.40
PI:138	30.00	9+102.75	9+100.03	9+105.45	1.20
PI:139	35.00	9+310.37	9+308.41	9+312.32	0.60
PI:140	9.00	9+592.90	9+355.95	9+383.54	1.00
PI:141	30.00	9+491.30	9+488.57	9+494.01	2.20
PI:142	30.00	9+664.85	9+661.76	9+667.92	0.90
PI:143	30.00	9+713.21	9+700.58	9+724.48	0.60
PI:144	11.00	9+781.69	9+738.76	9+767.79	1.40
PI:145	30.00	9+800.28	9+791.35	9+808.71	1.70
PI:146	30.00	9+910.64	9+904.42	9+916.69	1.20
PI:147	30.00	9+949.83	9+941.71	9+957.57	1.00
PI:148	30.00	10+022.25	10+015.07	10+029.17	1.70
PI:149	30.00	10+061.29	10+055.14	10+067.27	1.40
PI:150	40.00	10+201.52	10+191.71	10+210.95	1.60
PI:151	30.00	10+247.86	10+243.74	10+251.93	1.10
PI:152	30.00	10+297.04	10+289.38	10+304.38	2.30
PI:153	30.00	10+333.83	10+325.86	10+341.45	1.40
PI:154	30.00	10+364.73	10+360.12	10+369.26	1.60
PI:155	30.00	10+439.83	10+433.06	10+446.37	0.70

Cálculo de sobreechos en función a la normativa vigente.

El cálculo de sobreecho se realizó en base a la normativa vigente DG-2018, para dicho cálculo se utilizó la siguiente formula.

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

Dónde: Sa: Sobreecho (m); n: Número de carriles; R: Radio de curvatura circular (m); L: Distancia entre eje posterior y parte frontal (m); V: Velocidad de diseño (km/h)

De la ecuación anterior debemos calcular el valor de L, para lo cual se realizará en base al camión de diseño C2 el mismo que se muestra en la Figura 23.

Características del camión de diseño.

Descripción: Camión simple de dos ejes C2, Freightliner M2 25K.

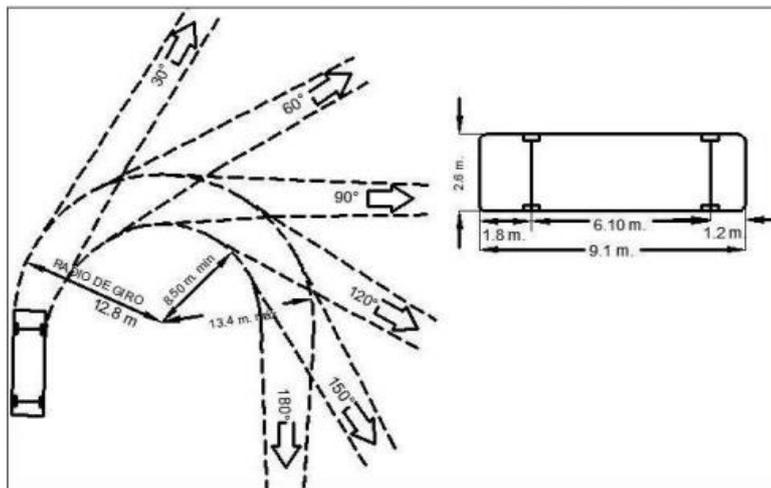
Dimensiones: Longitud entre ejes: 6.10m

Long. Eje delantero-parte frontal: 1.20m

Con los datos anteriores se calcula **L**: $L = 1.20 \text{ m.} + 6.10 \text{ m.}$ **L = 7.30 m.**

Figura 23

Dimensiones de camión tipo C2



Fuente: Reglamento Nacional de Vehículos (MTC).

Con los datos obtenidos se procede a calcular el sobreancho los cuales se describe en la siguiente Tabla 33.

Tabla 33

Sobreanchos calculados

Número Pi	Radio (M)	Velocidad De Diseño (Km/H)	L (M)	Pi	Pc	Pt	Sa Calculado
PI:1	30.00	30.00	7.30	0+033.04	0+029.12	0+036.92	1.45
PI:2	30.00	30.00	7.30	0+055.06	0+050.29	0+059.75	1.45

Número	Radio	Velocidad De	L	Pi	Pc	Pt	Sa
Pi	(M)	Diseño	(M)				Calculado
		(Km/H)					
PI:3	30.00	30.00	7.30	0+081.14	0+078.46	0+083.81	1.45
PI:4	20.00	30.00	7.30	0+172.71	0+168.12	0+177.15	2.05
PI:5	20.00	30.00	7.30	0+192.25	0+187.13	0+197.15	2.05
PI:6	30.00	30.00	7.30	0+223.26	0+218.89	0+227.57	1.45
PI:7	30.00	30.00	7.30	0+255.61	0+251.60	0+259.57	1.45
PI:8	25.00	30.00	7.30	0+312.06	0+302.17	0+321.01	1.69
PI:9	25.00	30.00	7.30	0+344.27	0+335.01	0+352.75	1.69
PI:10	15.00	30.00	7.30	0+365.03	0+361.67	0+368.28	2.67
PI:11	30.00	30.00	7.30	0+404.26	0+390.66	0+416.20	1.45
PI:12	30.00	30.00	7.30	0+513.09	0+510.27	0+515.89	1.45
PI:13	30.00	30.00	7.30	0+557.94	0+554.19	0+561.65	1.45
PI:14	30.00	30.00	7.30	0+586.28	0+575.68	0+596.06	1.45
PI:15	30.00	30.00	7.30	0+682.25	0+676.19	0+688.14	1.45
PI:16	30.00	30.00	7.30	0+709.54	0+701.82	0+716.93	1.45
PI:17	30.00	30.00	7.30	0+753.43	0+749.43	0+757.39	1.45
PI:18	30.00	30.00	7.30	0+818.29	0+809.80	0+826.35	1.45
PI:19	30.00	30.00	7.30	0+923.86	0+917.17	0+930.33	1.45
PI:20	30.00	30.00	7.30	0+949.01	0+942.76	0+955.08	1.45
PI:21	30.00	30.00	7.30	0+988.93	0+982.17	0+995.47	1.45
PI:22	30.00	30.00	7.30	1+007.34	1+003.93	1+010.73	1.45
PI:23	30.00	30.00	7.30	1+057.99	1+053.50	1+062.42	1.45
PI:24	30.00	30.00	7.30	1+117.96	1+111.35	1+124.35	1.45
PI:25	15.00	30.00	7.30	1+267.12	1+171.41	1+213.87	2.67
PI:26	30.00	30.00	7.30	1+231.69	1+226.97	1+236.33	1.45
PI:27	30.00	30.00	7.30	1+279.22	1+272.66	1+285.58	1.45
PI:28	15.00	30.00	7.30	1+324.00	1+312.85	1+332.03	2.67
PI:29	15.00	30.00	7.30	1+352.14	1+339.46	1+360.52	2.67
PI:30	15.00	30.00	7.30	1+395.98	1+388.99	1+402.07	2.67
PI:31	12.00	30.00	7.30	1+461.56	1+443.95	1+467.29	3.34
PI:32	19.00	30.00	7.30	1+512.91	1+490.14	1+523.40	2.15
PI:33	9.00	30.00	7.30	1+713.14	1+597.49	1+624.37	4.74
PI:34	20.00	30.00	7.30	1+718.02	1+701.73	1+729.07	2.05
PI:35	15.00	30.00	7.30	1+860.59	1+850.69	1+868.20	2.67
PI:36	15.00	30.00	7.30	1+880.86	1+877.14	1+884.43	2.67
PI:37	30.00	30.00	7.30	1+960.11	1+957.22	1+962.98	1.45
PI:38	20.00	30.00	7.30	1+995.14	1+992.26	1+997.99	2.05
PI:39	20.00	30.00	7.30	2+015.05	2+007.92	2+021.61	2.05

Número	Radio	Velocidad De	L	Pi	Pc	Pt	Sa
Pi	(M)	Diseño	(M)				Calculado
		(Km/H)					
PI:40	20.00	30.00	7.30	2+057.94	2+050.83	2+064.49	2.05
PI:41	30.00	30.00	7.30	2+152.94	2+149.36	2+156.48	1.45
PI:42	25.00	30.00	7.30	2+206.17	2+180.50	2+220.43	1.69
PI:43	30.00	30.00	7.30	2+254.39	2+242.75	2+264.95	1.45
PI:44	35.00	30.00	7.30	2+322.22	2+282.85	2+341.93	1.28
PI:45	30.00	30.00	7.30	2+380.23	2+373.11	2+387.08	1.45
PI:46	15.00	30.00	7.30	2+428.19	2+410.20	2+436.48	2.67
PI:47	16.00	30.00	7.30	2+531.06	2+500.47	2+535.31	2.51
PI:48	30.00	30.00	7.30	2+585.03	2+575.34	2+594.08	1.45
PI:49	30.00	30.00	7.30	2+675.52	2+667.97	2+682.77	1.45
PI:50	30.00	30.00	7.30	2+722.16	2+715.54	2+728.56	1.45
PI:51	30.00	30.00	7.30	2+751.94	2+735.16	2+765.76	1.45
PI:52	20.00	30.00	7.30	2+778.24	2+774.93	2+781.49	2.05
PI:53	25.00	30.00	7.30	2+831.96	2+823.35	2+839.94	1.69
PI:54	25.00	30.00	7.30	2+852.72	2+846.67	2+858.54	1.69
PI:55	30.00	30.00	7.30	2+886.61	2+875.99	2+896.41	1.45
PI:56	20.00	30.00	7.30	2+965.71	2+947.59	2+977.03	2.05
PI:57	30.00	30.00	7.30	3+013.83	3+008.33	3+019.22	1.45
PI:58	30.00	30.00	7.30	3+049.02	3+047.23	3+050.80	1.45
PI:59	30.00	30.00	7.30	3+078.68	3+075.21	3+082.11	1.45
PI:60	30.00	30.00	7.30	3+102.95	3+100.27	3+105.62	1.45
PI:61	30.00	30.00	7.30	3+137.82	3+130.79	3+144.60	1.45
PI:62	30.00	30.00	7.30	3+171.44	3+159.92	3+181.92	1.45
PI:63	15.00	30.00	7.30	3+319.15	3+210.64	3+253.64	2.67
PI:64	30.00	30.00	7.30	3+300.47	3+296.60	3+304.29	1.45
PI:65	30.00	30.00	7.30	3+348.05	3+343.58	3+352.45	1.45
PI:66	30.00	30.00	7.30	3+385.00	3+380.47	3+389.47	1.45
PI:67	30.00	30.00	7.30	3+444.39	3+435.82	3+452.52	1.45
PI:68	30.00	30.00	7.30	3+511.02	3+501.32	3+520.09	1.45
PI:69	30.00	30.00	7.30	3+571.14	3+567.60	3+574.65	1.45
PI:70	20.00	30.00	7.30	3+630.09	3+607.02	3+641.28	2.05
PI:71	11.00	30.00	7.30	3+737.17	3+693.24	3+722.40	3.68
PI:72	15.00	30.00	7.30	3+766.71	3+744.16	3+773.68	2.67
PI:73	30.00	30.00	7.30	3+887.17	3+886.18	3+888.15	1.45
PI:74	30.00	30.00	7.30	3+964.47	3+963.76	3+965.19	1.45
PI:75	30.00	30.00	7.30	4+053.46	4+042.75	4+063.32	1.45
PI:76	15.00	30.00	7.30	4+111.13	4+098.27	4+119.53	2.67

Número Pi	Radio (M)	Velocidad De Diseño (Km/H)	L (M)	Pi	Pc	Pt	Sa Calculado
PI:77	28.00	30.00	7.30	4+172.64	4+163.95	4+180.81	1.54
PI:78	35.00	30.00	7.30	4+248.51	4+245.41	4+251.60	1.28
PI:79	35.00	30.00	7.30	4+338.31	4+332.30	4+344.20	1.28
PI:80	13.00	30.00	7.30	4+467.52	4+402.65	4+438.35	3.08
PI:81	30.00	30.00	7.30	4+480.02	4+471.92	4+487.74	1.45
PI:82	30.00	30.00	7.30	4+504.66	4+496.74	4+512.22	1.45
PI:83	15.00	30.00	7.30	4+626.72	4+605.17	4+634.05	2.67
PI:84	30.00	30.00	7.30	4+731.48	4+728.24	4+734.69	1.45
PI:85	30.00	30.00	7.30	4+767.11	4+765.50	4+768.72	1.45
PI:86	30.00	30.00	7.30	4+834.67	4+828.18	4+840.96	1.45
PI:87	30.00	30.00	7.30	4+885.43	4+883.87	4+886.98	1.45
PI:88	40.00	30.00	7.30	4+988.76	4+956.27	5+010.84	1.15
PI:89	30.00	30.00	7.30	5+028.54	5+023.89	5+033.13	1.45
PI:90	30.00	30.00	7.30	5+053.28	5+039.54	5+065.30	1.45
PI:91	20.00	30.00	7.30	5+119.43	5+101.76	5+130.70	2.05
PI:92	25.00	30.00	7.30	5+201.68	5+174.56	5+215.86	1.69
PI:93	30.00	30.00	7.30	5+265.18	5+262.19	5+268.15	1.45
PI:94	30.00	30.00	7.30	5+337.18	5+336.08	5+338.28	1.45
PI:95	30.00	30.00	7.30	5+362.97	5+360.46	5+365.47	1.45
PI:96	30.00	30.00	7.30	5+394.14	5+389.98	5+398.25	1.45
PI:97	40.00	30.00	7.30	5+477.49	5+467.65	5+486.94	1.15
PI:98	30.00	30.00	7.30	5+544.71	5+541.09	5+548.30	1.45
PI:99	22.00	30.00	7.30	5+645.63	5+610.25	5+654.89	1.89
PI:100	10.00	30.00	7.30	5+824.71	5+739.22	5+768.31	4.11
PI:101	30.00	30.00	7.30	5+859.36	5+846.73	5+870.63	1.45
PI:102	30.00	30.00	7.30	5+901.89	5+892.26	5+910.89	1.45
PI:103	35.00	30.00	7.30	5+941.88	5+935.66	5+947.97	1.28
PI:104	30.00	30.00	7.30	6+000.59	5+995.00	6+006.05	1.45
PI:105	30.00	30.00	7.30	6+041.94	6+026.43	6+055.07	1.45
PI:106	35.00	30.00	7.30	6+143.82	6+135.34	6+151.97	1.28
PI:107	23.00	30.00	7.30	6+175.87	6+162.81	6+186.56	1.81
PI:108	35.00	30.00	7.30	6+228.22	6+213.85	6+241.13	1.28
PI:109	10.00	30.00	7.30	6+289.19	6+273.73	6+293.66	4.11
PI:110	30.00	30.00	7.30	6+387.83	6+387.01	6+388.65	1.45
PI:111	30.00	30.00	7.30	6+479.50	6+476.37	6+482.61	1.45
PI:112	30.00	30.00	7.30	6+533.65	6+530.91	6+536.37	1.45
PI:113	18.00	30.00	7.30	6+590.44	6+576.11	6+600.31	2.25

Número Pi	Radio (M)	Velocidad De Diseño (Km/H)	L (M)	Pi	Pc	Pt	Sa Calculado
PI:114	30.00	30.00	7.30	6+656.91	6+639.04	6+671.27	1.45
PI:115	30.00	30.00	7.30	6+746.95	6+742.58	6+751.26	1.45
PI:116	15.00	30.00	7.30	6+825.36	6+794.39	6+827.98	2.67
PI:117	30.00	30.00	7.30	6+930.98	6+927.88	6+934.05	1.45
PI:118	30.00	30.00	7.30	7+133.88	7+131.04	7+136.71	1.45
PI:119	40.00	30.00	7.30	7+426.46	7+415.03	7+437.30	1.15
PI:120	40.00	30.00	7.30	7+546.82	7+541.41	7+552.15	1.15
PI:121	45.00	30.00	7.30	7+650.00	7+646.42	7+653.56	1.04
PI:122	32.00	30.00	7.30	7+759.73	7+737.07	7+776.51	1.37
PI:123	30.00	30.00	7.30	7+813.32	7+808.98	7+817.60	1.45
PI:124	30.00	30.00	7.30	7+856.56	7+845.82	7+866.45	1.45
PI:125	15.00	30.00	7.30	7+962.83	7+956.75	7+968.29	2.67
PI:126	45.00	30.00	7.30	8+033.77	8+032.09	8+035.45	1.04
PI:127	45.00	30.00	7.30	8+156.20	8+152.25	8+160.14	1.04
PI:128	45.00	30.00	7.30	8+229.00	8+216.04	8+241.28	1.04
PI:129	30.00	30.00	7.30	8+368.03	8+363.94	8+372.07	1.45
PI:130	30.00	30.00	7.30	8+408.56	8+402.18	8+414.75	1.45
PI:131	40.00	30.00	7.30	8+473.76	8+467.99	8+479.45	1.15
PI:132	40.00	30.00	7.30	8+578.31	8+577.23	8+579.40	1.15
PI:133	30.00	30.00	7.30	8+652.76	8+641.36	8+663.14	1.45
PI:134	30.00	30.00	7.30	8+823.48	8+814.84	8+831.66	1.45
PI:135	35.00	30.00	7.30	8+889.22	8+880.62	8+897.48	1.28
PI:136	35.00	30.00	7.30	8+920.28	8+914.81	8+925.67	1.28
PI:137	35.00	30.00	7.30	8+962.78	8+959.30	8+966.23	1.28
PI:138	30.00	30.00	7.30	9+102.75	9+100.03	9+105.45	1.45
PI:139	35.00	30.00	7.30	9+310.37	9+308.41	9+312.32	1.28
PI:140	9.00	30.00	7.30	9+592.90	9+355.95	9+383.54	4.74
PI:141	30.00	30.00	7.30	9+491.30	9+488.57	9+494.01	1.45
PI:142	30.00	30.00	7.30	9+664.85	9+661.76	9+667.92	1.45
PI:143	30.00	30.00	7.30	9+713.21	9+700.58	9+724.48	1.45
PI:144	11.00	30.00	7.30	9+781.69	9+738.76	9+767.79	3.68
PI:145	30.00	30.00	7.30	9+800.28	9+791.35	9+808.71	1.45
PI:146	30.00	30.00	7.30	9+910.64	9+904.42	9+916.69	1.45
PI:147	30.00	30.00	7.30	9+949.83	9+941.71	9+957.57	1.45
PI:148	30.00	30.00	7.30	10+022.25	10+015.07	10+029.17	1.45
PI:149	30.00	30.00	7.30	10+061.29	10+055.14	10+067.27	1.45
PI:150	40.00	30.00	7.30	10+201.52	10+191.71	10+210.95	1.15

Número Pi	Radio (M)	Velocidad De Diseño (Km/H)	L (M)	Pi	Pc	Pt	Sa Calculado
PI:151	30.00	30.00	7.30	10+247.86	10+243.74	10+251.93	1.45
PI:152	30.00	30.00	7.30	10+297.04	10+289.38	10+304.38	1.45
PI:153	30.00	30.00	7.30	10+333.83	10+325.86	10+341.45	1.45
PI:154	30.00	30.00	7.30	10+364.73	10+360.12	10+369.26	1.45
PI:155	30.00	30.00	7.30	10+439.83	10+433.06	10+446.37	1.45

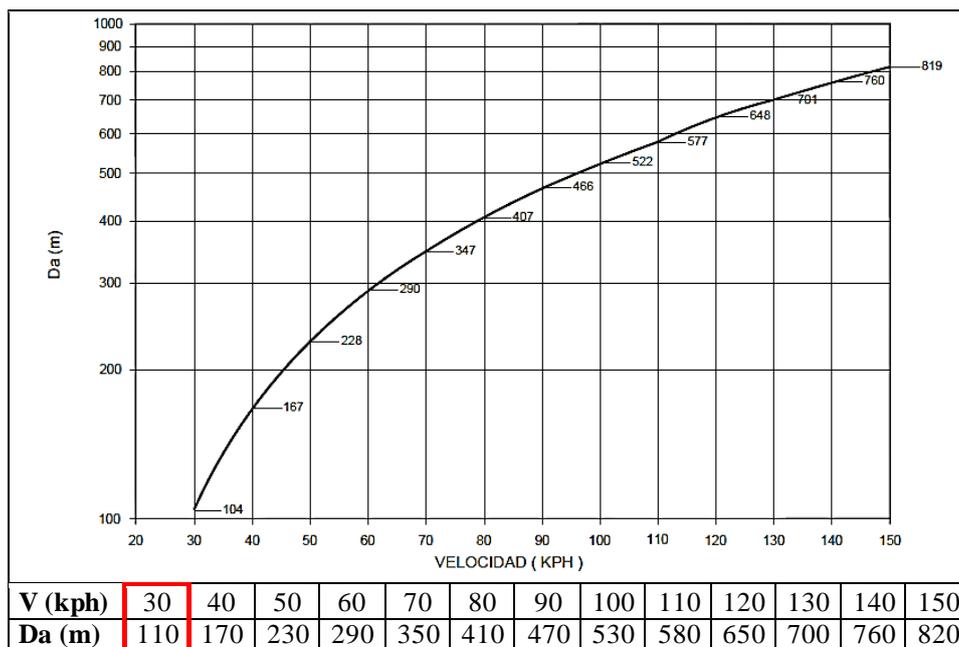
e) Estudio de distancia de visibilidad de paso o adelantamiento

Cálculo de la distancia de visibilidad de paso en base a la normativa vigente.

Para el cálculo de la distancia de paso se realizó mediante la **Figura 24** para una velocidad de diseño de 30 km/h.

Figura 24

Distancia de visibilidad de paso (Da)



Fuente: DG-2018.

De la figura anterior podemos apreciar que la distancia de visibilidad de paso que debe tener la vía es de 110 metros.

Distancias de adelantamiento existentes en la vía en estudio.

Para determinar la distancia de visibilidad de adelantamiento existente se ha tomado las medidas de campo usando equipo topográfico para las zonas de mayor longitud y wincha para las zonas con curvas cercanas, de este modo, se garantiza una mayor precisión en la toma de datos. Las medidas obtenidas se presentan en la Tabla 34.

Tabla 34

Distancias de adelantamiento existente

Nº Da	Progresiva	Longitud (M)
1	0+420.00	98.00
2	0+754.59	105.00
3	1+541.72	70.00
4	1+740.00	90.00
5	2+060.00	95.00
6	4+289.72	145.00
7	4+469.96	80.00
8	5+511.84	110.00
9	5+612.76	120.00
10	6+010.70	135.00
11	6+557.13	110.00
12	6+711.91	115.00
13	6+297.70	98.00
14	7+616.74	180.00
15	8+195.38	120.00
16	8+621.87	130.00
17	9+069.04	142.00

f) Estudio de Características Geométricas en Perfil.

En la Tabla 35 se muestra las características en perfil de la carretera en estudio.

Tabla 35*Características geométricas en perfil*

N° PIV	PIV Progresiva	PIV Elevación (m.s.n.m.)	Pendiente de ingreso (%)	Pendiente de salida (%)	Tipo de curva	A	Longitud C.V (m)
1	0+847.77	2521.77m	6.14%	6.05%	Convexo	0.09%	44.02
2	1+175.88	2539.41	6.05%	5.43%	Convexo	0.62%	150.00
3	1+305.64	2546.46	5.43%	6.87%	Cóncavo	1.44%	30.00
4	1+722.22	2575.09	6.87%	6.48%	Convexo	0.39%	50.00
5	2+081.47	2598.36	6.48%	4.78%	Convexo	1.70%	150.00
6	2+325.22	2610.02	4.78%	8.17%	Cóncavo	3.39%	150.00
7	2+741.32	2644.03	8.17%	6.32%	Convexo	1.85%	150.00
8	3+176.83	2671.57	6.32%	7.13%	Cóncavo	0.81%	150.00
9	4+002.28	2730.42	7.13%	6.18%	Convexo	0.95%	150.00
10	4+643.40	2770.02	6.18%	7.77%	Cóncavo	1.59%	81.74
11	5+074.22	2803.48	7.77%	6.16%	Convexo	1.61%	156.52
12	5+534.63	2831.83	6.16%	6.70%	Cóncavo	0.54%	150.00
13	5+975.32	2861.37	6.70%	6.81%	Cóncavo	0.11%	22.19
14	6+022.63	2864.59	6.81%	6.95%	Cóncavo	0.14%	30.00
15	6+334.37	2886.25	6.95%	3.97%	Convexo	2.98%	240.74
16	7+586.70	2936.00	3.97%	2.07%	Convexo	1.90%	373.41
17	8+388.41	2952.56	2.07%	8.55%	Cóncavo	6.48%	390.36
18	9+177.08	3019.98	8.55%	16.97%	Cóncavo	8.42%	38.76
19	9+385.03	3045.24	16.97%	7.89%	Convexo	9.10%	118.36
20	9+658.45	3071.41	7.89%	8.56%	Cóncavo	0.69%	30.00
21	9+916.65	3093.50	8.56%	1.31%	Convexo	7.25%	142.77

g) Estudio de pendientes longitudinales

Cálculo de pendientes longitudinales.

Pendiente máxima. Según las DG-2018 para el cálculo de la pendiente máxima utilizaremos la Tabla 36 **Tabla 36.**

Tabla 36

Cálculo de pendientes máximas.

Demanda	Carretera			
Vehículos/día	< 400			
Características	Tercera clase			
Tipo de orografía	1	2	3	4
Velocidad de diseño: 30 km/h			10	10
40 km/h	8	9	10	

Fuente: Manual de carreteras Diseño Geométrico DG-2018.

Pendiente mínima. La pendiente mínima según la normativa vigente es de 0.5 %.

Pendientes longitudinales existentes en la vía. Para encontrar los valores de las pendientes de la vía se utilizó el software AutoCAD Civil 3D. Como se muestra en la siguiente Tabla 38.

Tabla 37

Pendientes longitudinales en Perfil.

Progresiva inicial	Progresiva final	Cota inicial	Cota final	Pendiente longitudinal existente
0+00	1+181.20	2467.52	2540.107	6.14%
1+181.2	2+086.71	2540.107	2598.79	6.44%
2+086.71	2+332.47	2598.79	2610.72	4.77%
2+332.47	2+761.57	2610.72	2643.75	7.91%
2+761.57	3+198.62	2643.75	2671.8	6.32%
3+198.62	4+048.22	2671.8	2730.303	6.91%
4+048.22	4+687.92	2730.303	2771.14	6.31%
4+687.92	5+111.00	2771.14	2803.48	7.83%
5+111.00	5+569.15	2803.48	2831.92	6.09%
5+569.15	6+404.31	2831.92	2887.238	6.77%
6+404.31	7+625.61	2887.238	2935.103	3.93%
7+625.61	8+428.11	2935.103	2955.64	2.07%
8+428.11	10+071.55	2955.64	3092.277	8.53%
10+071.55	10+462.99	3092.277	3098.639	1.31%

h) Estudio del ancho de calzada

Cálculo del ancho de calzada según normativa vigente

De acuerdo a la Tabla 38 se puede apreciar que el ancho mínimo requerido para la carretera en estudio, clasificada como de tercera clase con una demanda de menos de 400 vehículos por día y una velocidad de diseño de 30 km/h, es de 6.00 metros. Esta medida se aplica a tramos rectos de la carretera (tangente), garantizando que la calzada proporcione suficiente espacio para el tránsito seguro de vehículos.

El análisis posterior de los anchos reales de la calzada en la vía mostró que en algunos tramos el ancho es menor al mínimo normativo de 6.00 metros, lo cual implica un riesgo para la seguridad vial. Estas discrepancias indican la necesidad de mejoras o intervenciones para adecuar la carretera a las normativas vigentes y así reducir el riesgo de accidentes por la insuficiencia del ancho de la calzada.

Tabla 38

Achos mínimos de calzada de tramos en tangente.

Demanda	Carretera			
Vehículos/día	< 400			
Características	Tercera clase			
Tipo de orografía	1	2	3	4
Velocidad de diseño: 30km/h			6	6

Fuente: Manual de carreteras Diseño Geométrico DG-2018

Ancho de calzada existente en la vía. La vía en estudio tiene diferentes anchos de calzada los cuales son irregulares para una mayor precisión se ha realizado un cálculo cada 500m. como se muestra en la Tabla 39 el ancho de la calzada en varios tramos era inferior al ancho mínimo normativo de 6.00 metros. Los anchos medidos oscilan entre 4.50 metros y 6.60 metros, lo que implica que, en varios segmentos de la carretera, la calzada no cumple con los estándares recomendados, afectando negativamente la seguridad vial. Esta irregularidad en el ancho puede

incrementar el riesgo de accidentes, especialmente en zonas de alta circulación vehicular y maniobras de adelantamiento.

Tabla 39

Ancho de calzada de tramos en tangente de la vía

Progresiva inicial	Progresiva final	Ancho de corona	Ancho de calzada
0+00	0+500	6.90	6.50
0+500	1+00	5.00	4.50
1+00	1+500	6.60	6.30
1+500	2+000	5.50	5.00
2+000	2+500	7.10	6.50
2+500	3+000	6.10	5.30
3+000	3+500	7.10	6.60
3+500	4+000	6.20	5.80
4+000	4+500	5.70	5.40
4+500	5+000	6.40	6.00
5+000	5+500	6.80	6.50
5+500	6+000	6.70	6.20
6+000	6+500	7.05	6.50
6+500	7+000	6.35	5.80
7+000	7+500	7.00	6.40
7+500	8+000	6.35	5.90
8+000	8+500	6.65	6.00
8+500	9+000	6.85	6.30
9+000	9+500	6.00	5.50
9+500	10+000	5.30	4.80

i) Estudio de bermas.

Bermas existentes en la vía. La vía en estudio tiene diferentes anchos de bermas los cuales son irregulares como se detalla en la Tabla 40 que muestra la variabilidad en el ancho de las bermas a lo largo del tramo estudiado de la carretera Bambamarca-Celendín. La medición cada 500 metros revela que los anchos de berma fluctuaban entre 0.30 y 0.80 metros. Según la normativa vigente (DG-2018), el ancho mínimo requerido para bermas en carreteras de tercera clase con

una velocidad de diseño de 30 km/h es de 0.50 metros. Sin embargo, los datos indican que aproximadamente el 40% de los tramos no cumplían con este requisito, lo que implica una reducción en la seguridad vial, ya que las bermas no ofrecían el espacio necesario para emergencias o confinamiento seguro.

Tabla 40

Anchos de bermas de la vía.

Progresiva inicial	Progresiva final	Ancho de corona	Ancho de bermas
0+00	0+500	6.90	0.40
0+500	1+00	5.00	0.50
1+00	1+500	6.60	0.30
1+500	2+000	5.50	0.50
2+000	2+500	7.10	0.60
2+500	3+000	6.10	0.80
3+000	3+500	7.10	0.50
3+500	4+000	6.20	0.40
4+000	4+500	5.70	0.30
4+500	5+000	6.40	0.40
5+000	5+500	6.80	0.30
5+500	6+000	6.70	0.50
6+000	6+500	7.05	0.45
6+500	7+000	6.35	0.55
7+000	7+500	7.00	0.60
7+500	8+000	6.35	0.45
8+000	8+500	6.65	0.65
8+500	9+000	6.85	0.55
9+000	9+500	6.00	0.50
9+500	10+000	5.30	0.50

Fuente: Manual de carreteras Diseño Geométrico DG-2018

La Tabla 41, presenta el ancho mínimo de berma requerido para carreteras de tercera clase con una demanda de menos de 400 vehículos por día y una velocidad de diseño de 30 km/h. Según la normativa DG-2018, el ancho mínimo establecido para la berma en este tipo de carretera es de 0.50 metros. Esta especificación tiene

como objetivo garantizar un espacio suficiente para emergencias y la seguridad de los usuarios en caso de salidas de la vía o maniobras imprevistas.

Tabla 41

Cálculo del ancho de bermas según normativa vigente

Demanda	Carretera			
Vehículos/día	< 400			
Características	Tercera clase			
Tipo de orografía	1	2	3	4
Velocidad de diseño: 30km/h			0.5	0.5

4.2. Evaluación de las características geométricas actuales de la carretera.

Se evaluaron los parámetros de diseño de la carretera en estudio tramo Bambamarca- Chalapampa Alto los cuales se compararon con la normativa vigente, DG-2018. Los mismos que se muestran en las tablas presentadas a continuación.

4.2.1. Características geométricas evaluadas en planta.

La Tabla 42 y Figura 25 muestra una evaluación de los radios de curvatura en la carretera en estudio en comparación con el radio mínimo establecido por la normativa DG-2018. El análisis revela que, de los 155 radios evaluados, el 23.87% no cumplen con el radio mínimo requerido de 25 metros para garantizar la seguridad vial en función de la velocidad de diseño. Esta discrepancia indica que un número significativo de curvas no proporciona la comodidad y seguridad necesarias para los vehículos, lo que aumenta el riesgo de accidentes en esos tramos.

Tabla 42*Comparación de radios existentes con radio mínimo calculado.*

Número Pi	Unidad de medida	Radio existente	Radio mínimo según DG-2018	Comprobación
PI:1	m	30.00	25.00	Cumple
PI:2	m	30.00	25.00	Cumple
PI:3	m	30.00	25.00	Cumple
PI:4	m	20.00	25.00	No cumple
PI:5	m	20.00	25.00	No cumple
PI:6	m	30.00	25.00	Cumple
PI:7	m	30.00	25.00	Cumple
PI:8	m	25.00	25.00	Cumple
PI:9	m	25.00	25.00	Cumple
PI:10	m	15.00	25.00	No cumple
PI:11	m	30.00	25.00	Cumple
PI:12	m	30.00	25.00	Cumple
PI:13	m	30.00	25.00	Cumple
PI:14	m	30.00	25.00	Cumple
PI:15	m	30.00	25.00	Cumple
PI:16	m	30.00	25.00	Cumple
PI:17	m	30.00	25.00	Cumple
PI:18	m	30.00	25.00	Cumple
PI:19	m	30.00	25.00	Cumple
PI:20	m	30.00	25.00	Cumple
PI:21	m	30.00	25.00	Cumple
PI:22	m	30.00	25.00	Cumple
PI:23	m	30.00	25.00	Cumple
PI:24	m	30.00	25.00	Cumple
PI:25	m	15.00	25.00	No cumple
PI:26	m	30.00	25.00	Cumple
PI:27	m	30.00	25.00	Cumple
PI:28	m	15.00	25.00	No cumple
PI:29	m	15.00	25.00	No cumple
PI:30	m	15.00	25.00	No cumple
PI:31	m	12.00	25.00	No cumple
PI:32	m	19.00	25.00	No cumple
PI:33	m	9.00	25.00	No cumple
PI:34	m	20.00	25.00	No cumple
PI:35	m	15.00	25.00	No cumple

Número Pi	Unidad de medida	Radio existente	Radio mínimo según DG-2018	Comprobación
PI:36	m	15.00	25.00	No cumple
PI:37	m	30.00	25.00	Cumple
PI:38	m	20.00	25.00	No cumple
PI:39	m	20.00	25.00	No cumple
PI:40	m	20.00	25.00	No cumple
PI:41	m	30.00	25.00	Cumple
PI:42	m	25.00	25.00	Cumple
PI:43	m	30.00	25.00	Cumple
PI:44	m	35.00	25.00	Cumple
PI:45	m	30.00	25.00	Cumple
PI:46	m	15.00	25.00	No cumple
PI:47	m	16.00	25.00	No cumple
PI:48	m	30.00	25.00	Cumple
PI:49	m	30.00	25.00	Cumple
PI:50	m	30.00	25.00	Cumple
PI:51	m	30.00	25.00	Cumple
PI:52	m	20.00	25.00	No cumple
PI:53	m	25.00	25.00	Cumple
PI:54	m	25.00	25.00	Cumple
PI:55	m	30.00	25.00	Cumple
PI:56	m	20.00	25.00	No cumple
PI:57	m	30.00	25.00	Cumple
PI:58	m	30.00	25.00	Cumple
PI:59	m	30.00	25.00	Cumple
PI:60	m	30.00	25.00	Cumple
PI:61	m	30.00	25.00	Cumple
PI:62	m	30.00	25.00	Cumple
PI:63	m	15.00	25.00	No cumple
PI:64	m	30.00	25.00	Cumple
PI:65	m	30.00	25.00	Cumple
PI:66	m	30.00	25.00	Cumple
PI:67	m	30.00	25.00	Cumple
PI:68	m	30.00	25.00	Cumple
PI:69	m	30.00	25.00	Cumple
PI:70	m	20.00	25.00	No cumple
PI:71	m	11.00	25.00	No cumple
PI:72	m	15.00	25.00	No cumple
PI:73	m	30.00	25.00	Cumple

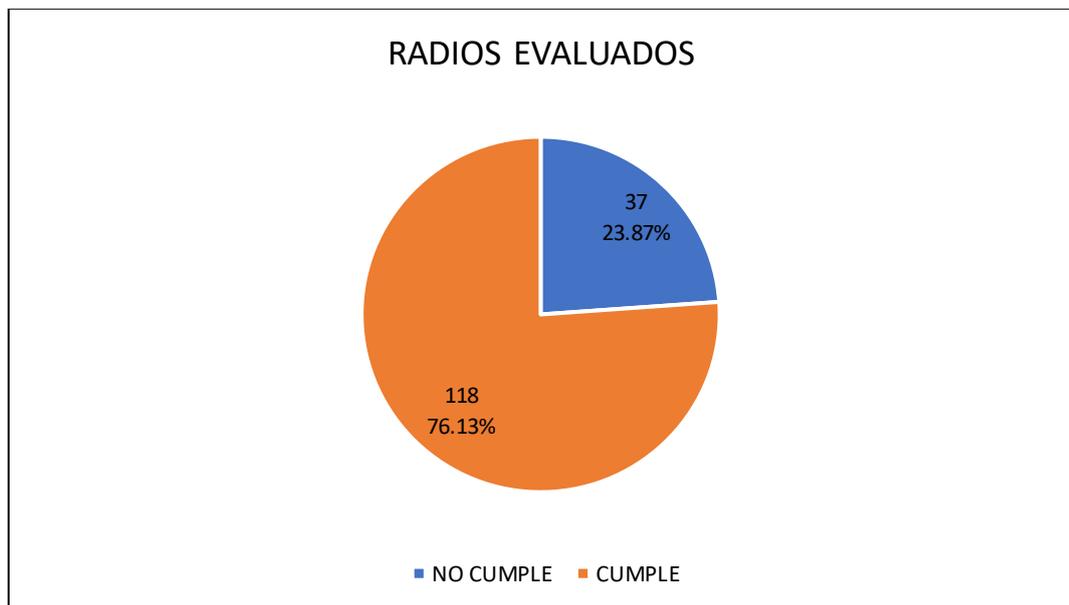
Número Pi	Unidad de medida	Radio existente	Radio mínimo según DG-2018	Comprobación
PI:74	m	30.00	25.00	Cumple
PI:75	m	30.00	25.00	Cumple
PI:76	m	15.00	25.00	No cumple
PI:77	m	28.00	25.00	Cumple
PI:78	m	35.00	25.00	Cumple
PI:79	m	35.00	25.00	Cumple
PI:80	m	13.00	25.00	No cumple
PI:81	m	30.00	25.00	Cumple
PI:82	m	30.00	25.00	Cumple
PI:83	m	15.00	25.00	No cumple
PI:84	m	30.00	25.00	Cumple
PI:85	m	30.00	25.00	Cumple
PI:86	m	30.00	25.00	Cumple
PI:87	m	30.00	25.00	Cumple
PI:88	m	40.00	25.00	Cumple
PI:89	m	30.00	25.00	Cumple
PI:90	m	30.00	25.00	Cumple
PI:91	m	20.00	25.00	No cumple
PI:92	m	25.00	25.00	Cumple
PI:93	m	30.00	25.00	Cumple
PI:94	m	30.00	25.00	Cumple
PI:95	m	30.00	25.00	Cumple
PI:96	m	30.00	25.00	Cumple
PI:97	m	40.00	25.00	Cumple
PI:98	m	30.00	25.00	Cumple
PI:99	m	22.00	25.00	No cumple
PI:100	m	10.00	25.00	No cumple
PI:101	m	30.00	25.00	Cumple
PI:102	m	30.00	25.00	Cumple
PI:103	m	35.00	25.00	Cumple
PI:104	m	30.00	25.00	Cumple
PI:105	m	30.00	25.00	Cumple
PI:106	m	35.00	25.00	Cumple
PI:107	m	23.00	25.00	No cumple
PI:108	m	35.00	25.00	Cumple
PI:109	m	10.00	25.00	No cumple
PI:110	m	30.00	25.00	Cumple
PI:111	m	30.00	25.00	Cumple

Número Pi	Unidad de medida	Radio existente	Radio mínimo según DG-2018	Comprobación
PI:112	m	30.00	25.00	Cumple
PI:113	m	18.00	25.00	No cumple
PI:114	m	30.00	25.00	Cumple
PI:115	m	30.00	25.00	Cumple
PI:116	m	15.00	25.00	No cumple
PI:117	m	30.00	25.00	Cumple
PI:118	m	30.00	25.00	Cumple
PI:119	m	40.00	25.00	Cumple
PI:120	m	40.00	25.00	Cumple
PI:121	m	45.00	25.00	Cumple
PI:122	m	32.00	25.00	Cumple
PI:123	m	30.00	25.00	Cumple
PI:124	m	30.00	25.00	Cumple
PI:125	m	15.00	25.00	No cumple
PI:126	m	45.00	25.00	Cumple
PI:127	m	45.00	25.00	Cumple
PI:128	m	45.00	25.00	Cumple
PI:129	m	30.00	25.00	Cumple
PI:130	m	30.00	25.00	Cumple
PI:131	m	40.00	25.00	Cumple
PI:132	m	40.00	25.00	Cumple
PI:133	m	30.00	25.00	Cumple
PI:134	m	30.00	25.00	Cumple
PI:135	m	35.00	25.00	Cumple
PI:136	m	35.00	25.00	Cumple
PI:137	m	35.00	25.00	Cumple
PI:138	m	30.00	25.00	Cumple
PI:139	m	35.00	25.00	Cumple
PI:140	m	9.00	25.00	No cumple
PI:141	m	30.00	25.00	Cumple
PI:142	m	30.00	25.00	Cumple
PI:143	m	30.00	25.00	Cumple
PI:144	m	11.00	25.00	No cumple
PI:145	m	30.00	25.00	Cumple
PI:146	m	30.00	25.00	Cumple
PI:147	m	30.00	25.00	Cumple
PI:148	m	30.00	25.00	Cumple
PI:149	m	30.00	25.00	Cumple

Número Pi	Unidad de medida	Radio existente	Radio mínimo según DG-2018	Comprobación
PI:150	m	40.00	25.00	Cumple
PI:151	m	30.00	25.00	Cumple
PI:152	m	30.00	25.00	Cumple
PI:153	m	30.00	25.00	Cumple
PI:154	m	30.00	25.00	Cumple
PI:155	m	30.00	25.00	Cumple
Resumen			Total	%
Total, de radios evaluados			155	100.00%
Radios evaluados que cumplen con la norma DG-2018			118	76.13%
Radios evaluados que no cumplen con la norma DG-2018			37	23.87%

Figura 25

Distribución de radios evaluados



4.2.2. Evaluación de peraltes existentes.

El peralte mínimo se calculó haciendo uso del radio y de la velocidad de diseño correspondiente a la curva. La Tabla 43 y Figura 26 muestran que el 98.00% de los peraltes evaluados cumplían con los rangos permitidos, mientras que solo un 2.00% no cumple. Esto indica que, aunque la gran mayoría de los peraltes se encuentran dentro de

los límites normativos, hay algunas excepciones que requieren ajustes para mejorar la seguridad vial en esas secciones específicas.

Tabla 43

Comparación de peraltes existentes con peraltes calculados

Curva	Pi	Peralte existente (%)	Peralte Min. DG2018	Peralte Max. DG-2018	Comprobación
C:1	0+033.04	6.9%	11.40%	12%	“Cumple”
C:2	0+055.06	5.1%	11.40%	12%	“Cumple”
C:3	0+081.14	3.6%	11.40%	12%	“Cumple”
C:4	0+172.71	5.3%	12.00%	12%	“Cumple”
C:5	0+192.25	5.8%	12.00%	12%	“Cumple”
C:6	0+223.26	4.7%	11.40%	12%	“Cumple”
C:7	0+255.61	5.6%	11.40%	12%	“Cumple”
C:8	0+312.06	3.8%	12.00%	12%	“Cumple”
C:9	0+344.27	3.3%	12.00%	12%	“Cumple”
C:10	0+365.03	5.4%	12.00%	12%	“Cumple”
C:11	0+404.26	5.1%	11.40%	12%	“Cumple”
C:12	0+513.09	3.4%	11.40%	12%	“Cumple”
C:13	0+557.94	2.7%	11.40%	12%	“Cumple”
C:14	0+586.28	4.7%	11.40%	12%	“Cumple”
C:15	0+682.25	5.7%	11.40%	12%	“Cumple”
C:16	0+709.54	4.5%	11.40%	12%	“Cumple”
C:17	0+753.43	3.1%	11.40%	12%	“Cumple”
C:18	0+818.29	3.4%	11.40%	12%	“Cumple”
C:19	0+923.86	3.8%	11.40%	12%	“Cumple”
C:20	0+949.01	4.6%	11.40%	12%	“Cumple”
C:21	0+988.93	4.9%	11.40%	12%	“Cumple”
C:22	1+007.34	4.6%	11.40%	12%	“Cumple”
C:23	1+057.99	2.9%	11.40%	12%	“Cumple”
C:24	1+117.96	5.1%	11.40%	12%	“Cumple”
C:25	1+267.12	4.2%	12.00%	12%	“Cumple”
C:26	1+231.69	3.3%	11.40%	12%	“Cumple”
C:27	1+279.22	2.9%	11.40%	12%	“Cumple”
C:28	1+324.00	4.9%	12.00%	12%	“Cumple”
C:29	1+352.14	4.9%	12.00%	12%	“Cumple”
C:30	1+395.98	2.6%	12.00%	12%	“Cumple”
C:31	1+461.56	5.9%	12.00%	12%	“Cumple”

Curva	Pi	Peralte existente (%)	Peralte Min. DG2018	Peralte Max. DG-2018	Comprobación
C:32	1+512.91	3.8%	12.00%	12%	“Cumple”
C:33	1+713.14	4.3%	12.00%	12%	“Cumple”
C:34	1+718.02	2.7%	12.00%	12%	“Cumple”
C:35	1+860.59	5.7%	12.00%	12%	“Cumple”
C:36	1+880.86	3.7%	12.00%	12%	“Cumple”
C:37	1+960.11	6.1%	11.40%	12%	“Cumple”
C:38	1+995.14	4.7%	12.00%	12%	“Cumple”
C:39	2+015.05	3.8%	12.00%	12%	“Cumple”
C:40	2+057.94	2.9%	12.00%	12%	“Cumple”
C:41	2+152.94	5.4%	11.40%	12%	“Cumple”
C:42	2+206.17	5.2%	12.00%	12%	“Cumple”
C:43	2+254.39	4.0%	11.40%	12%	“Cumple”
C:44	2+322.22	3.0%	10.80%	12%	“Cumple”
C:45	2+380.23	12.2%	11.40%	12%	No Cumple
C:46	2+428.19	5.4%	12.00%	12%	“Cumple”
C:47	2+531.06	5.1%	12.00%	12%	“Cumple”
C:48	2+585.03	2.7%	11.40%	12%	“Cumple”
C:49	2+675.52	3.2%	11.40%	12%	“Cumple”
C:50	2+722.16	4.1%	11.40%	12%	“Cumple”
C:51	2+751.94	5.0%	11.40%	12%	“Cumple”
C:52	2+778.24	6.7%	12.00%	12%	“Cumple”
C:53	2+831.96	4.3%	12.00%	12%	“Cumple”
C:54	2+852.72	3.7%	12.00%	12%	“Cumple”
C:55	2+886.61	5.0%	11.40%	12%	“Cumple”
C:56	2+965.71	4.5%	12.00%	12%	“Cumple”
C:57	3+013.83	3.7%	11.40%	12%	“Cumple”
C:58	3+049.02	2.7%	11.40%	12%	“Cumple”
C:59	3+078.68	4.9%	11.40%	12%	“Cumple”
C:60	3+102.95	6.1%	11.40%	12%	“Cumple”
C:61	3+137.82	5.0%	11.40%	12%	“Cumple”
C:62	3+171.44	3.2%	11.40%	12%	“Cumple”
C:63	3+319.15	3.4%	12.00%	12%	“Cumple”
C:64	3+300.47	4.8%	11.40%	12%	“Cumple”
C:65	3+348.05	4.7%	11.40%	12%	“Cumple”
C:66	3+385.00	4.2%	11.40%	12%	“Cumple”
C:67	3+444.39	5.1%	11.40%	12%	“Cumple”
C:68	3+511.02	5.1%	11.40%	12%	“Cumple”
C:69	3+571.14	2.7%	11.40%	12%	“Cumple”

Curva	Pi	Peralte existente (%)	Peralte Min. DG2018	Peralte Max. DG-2018	Comprobación
C:70	3+630.09	3.2%	12.00%	12%	“Cumple”
C:71	3+737.17	3.7%	12.00%	12%	“Cumple”
C:72	3+766.71	4.9%	12.00%	12%	“Cumple”
C:73	3+887.17	4.1%	11.40%	12%	“Cumple”
C:74	3+964.47	3.3%	11.40%	12%	“Cumple”
C:75	4+053.46	6.0%	11.40%	12%	“Cumple”
C:76	4+111.13	4.7%	12.00%	12%	“Cumple”
C:77	4+172.64	3.5%	11.40%	12%	“Cumple”
C:78	4+248.51	7.0%	10.80%	12%	“Cumple”
C:79	4+338.31	4.3%	10.80%	12%	“Cumple”
C:80	4+467.52	6.0%	12.00%	12%	“Cumple”
C:81	4+480.02	3.4%	11.40%	12%	“Cumple”
C:82	4+504.66	12.1%	11.40%	12%	No Cumple
C:83	4+626.72	5.6%	12.00%	12%	“Cumple”
C:84	4+731.48	3.6%	11.40%	12%	“Cumple”
C:85	4+767.11	4.0%	11.40%	12%	“Cumple”
C:86	4+834.67	4.0%	11.40%	12%	“Cumple”
C:87	4+885.43	4.3%	11.40%	12%	“Cumple”
C:88	4+988.76	4.7%	10.20%	12%	“Cumple”
C:89	5+028.54	4.5%	11.40%	12%	“Cumple”
C:90	5+053.28	2.7%	11.40%	12%	“Cumple”
C:91	5+119.43	5.8%	12.00%	12%	“Cumple”
C:92	5+201.68	5.1%	12.00%	12%	“Cumple”
C:93	5+265.18	3.2%	11.40%	12%	“Cumple”
C:94	5+337.18	2.6%	11.40%	12%	“Cumple”
C:95	5+362.97	5.2%	11.40%	12%	“Cumple”
C:96	5+394.14	4.9%	11.40%	12%	“Cumple”
C:97	5+477.49	5.1%	10.20%	12%	“Cumple”
C:98	5+544.71	6.5%	11.40%	12%	“Cumple”
C:99	5+645.63	2.2%	12.00%	12%	“Cumple”
C:100	5+824.71	1.9%	12.00%	12%	“Cumple”
C:101	5+859.36	4.3%	11.40%	12%	“Cumple”
C:102	5+901.89	5.1%	11.40%	12%	“Cumple”
C:103	5+941.88	4.4%	10.80%	12%	“Cumple”
C:104	6+000.59	2.5%	11.40%	12%	“Cumple”
C:105	6+041.94	4.8%	11.40%	12%	“Cumple”
C:106	6+143.82	3.5%	10.80%	12%	“Cumple”
C:107	6+175.87	5.8%	12.00%	12%	“Cumple”

Curva	Pi	Peralte existente (%)	Peralte Min. DG2018	Peralte Max. DG-2018	Comprobación
C:108	6+228.22	4.5%	10.80%	12%	“Cumple”
C:109	6+289.19	3.2%	12.00%	12%	“Cumple”
C:110	6+387.83	5.6%	11.40%	12%	“Cumple”
C:111	6+479.50	5.0%	11.40%	12%	“Cumple”
C:112	6+533.65	4.6%	11.40%	12%	“Cumple”
C:113	6+590.44	5.8%	12.00%	12%	“Cumple”
C:114	6+656.91	4.1%	11.40%	12%	“Cumple”
C:115	6+746.95	3.5%	11.40%	12%	“Cumple”
C:116	6+825.36	5.3%	12.00%	12%	“Cumple”
C:117	6+930.98	4.4%	11.40%	12%	“Cumple”
C:118	7+133.88	3.6%	11.40%	12%	“Cumple”
C:119	7+426.46	2.6%	10.20%	12%	“Cumple”
C:120	7+546.82	4.8%	10.20%	12%	“Cumple”
C:121	7+650.00	6.0%	9.60%	12%	“Cumple”
C:122	7+759.73	4.9%	11.10%	12%	“Cumple”
C:123	7+813.32	3.1%	11.40%	12%	“Cumple”
C:124	7+856.56	4.0%	11.40%	12%	“Cumple”
C:125	7+962.83	4.1%	12.00%	12%	“Cumple”
C:126	8+033.77	4.2%	9.60%	12%	“Cumple”
C:127	8+156.20	12.2%	9.60%	12%	No Cumple
C:128	8+229.00	4.1%	9.60%	12%	“Cumple”
C:129	8+368.03	2.7%	11.40%	12%	“Cumple”
C:130	8+408.56	5.3%	11.40%	12%	“Cumple”
C:131	8+473.76	4.9%	10.20%	12%	“Cumple”
C:132	8+578.31	3.4%	10.20%	12%	“Cumple”
C:133	8+652.76	3.3%	11.40%	12%	“Cumple”
C:134	8+823.48	2.6%	11.40%	12%	“Cumple”
C:135	8+889.22	2.9%	10.80%	12%	“Cumple”
C:136	8+920.28	3.2%	10.80%	12%	“Cumple”
C:137	8+962.78	5.1%	10.80%	12%	“Cumple”
C:138	9+102.75	5.3%	11.40%	12%	“Cumple”
C:139	9+310.37	6.4%	10.80%	12%	“Cumple”
C:140	9+592.90	7.1%	12.00%	12%	“Cumple”
C:141	9+491.30	4.3%	11.40%	12%	“Cumple”
C:142	9+664.85	5.8%	11.40%	12%	“Cumple”
C:143	9+713.21	6.1%	11.40%	12%	“Cumple”
C:144	9+781.69	6.1%	12.00%	12%	“Cumple”
C:145	9+800.28	2.3%	11.40%	12%	“Cumple”

Curva	Pi	Peralte existente (%)	Peralte Min. DG2018	Peralte Max. DG-2018	Comprobación
C:146	9+910.64	3.9%	11.40%	12%	“Cumple”
C:147	9+949.83	5.0%	11.40%	12%	“Cumple”
C:148	10+022.25	7.1%	11.40%	12%	“Cumple”
C:149	10+061.29	8.1%	11.40%	12%	“Cumple”
C:150	10+201.52	5.3%	10.20%	12%	“Cumple”
C:151	10+247.86	3.9%	11.40%	12%	“Cumple”
C:152	10+297.04	3.5%	11.40%	12%	“Cumple”
C:153	10+333.83	4.7%	11.40%	12%	“Cumple”
C:154	10+364.73	4.2%	11.40%	12%	“Cumple”
C:155	10+439.83	4.5%	11.40%	12%	“Cumple”
RESUMEN				TOTAL	%
Peraltes que cumplen con la norma DG-2018				152	98.00%
Peraltes que NO cumplen con la norma DG-2018				3	2.00%
TOTAL				155	100.00%

Figura 26

Distribución de peraltes evaluados.



4.2.3. Evaluación de sobreeanchos.

La Tabla 44 muestra que solo el 36.13% de los sobreeanchos cumplen con los valores normativos, mientras que el 73.87% no satisfacen. Estas diferencias muestran que la mayoría de los tramos tienen sobreeanchos insuficientes para garantizar la seguridad en las curvas, lo que podría aumentar el riesgo de accidentes al no proporcionar suficiente espacio para el paso seguro de vehículos.

Tabla 44

Comparación de sobreeanchos existentes con sobreeanchos calculados.

Curva	Pi	Radio (M)	Sobreeancho Existente (SA)	Sobreeancho	Comprobación
				Calculado DG 2018 (SA)	
C:1	0+033.04	30	1.2	1.45	No Cumple
C:2	0+055.06	30	1.9	1.45	“Cumple”
C:3	0+081.14	30	2.4	1.45	“Cumple”
C:4	0+172.71	20	1.6	2.05	No Cumple
C:5	0+192.25	20	0.9	2.05	No Cumple
C:6	0+223.26	30	1.5	1.45	“Cumple”
C:7	0+255.61	30	2.1	1.45	“Cumple”
C:8	0+312.06	25	1.9	1.69	“Cumple”
C:9	0+344.27	25	1.6	1.69	No Cumple
C:10	0+365.03	15	1.4	2.67	No Cumple
C:11	0+404.26	30	0.8	1.45	No Cumple
C:12	0+513.09	30	1.4	1.45	No Cumple
C:13	0+557.94	30	1.5	1.45	“Cumple”
C:14	0+586.28	30	1.5	1.45	“Cumple”
C:15	0+682.25	30	1	1.45	No Cumple
C:16	0+709.54	30	1.8	1.45	“Cumple”
C:17	0+753.43	30	2.1	1.45	“Cumple”
C:18	0+818.29	30	2.2	1.45	“Cumple”
C:19	0+923.86	30	1.7	1.45	“Cumple”
C:20	0+949.01	30	1	1.45	No Cumple
C:21	0+988.93	30	1.2	1.45	No Cumple
C:22	1+007.34	30	0.9	1.45	No Cumple
C:23	1+057.99	30	0.9	1.45	No Cumple
C:24	1+117.96	30	1.9	1.45	“Cumple”

Curva	Pi	Radio (M)	Sobrancho		Comprobación
			Existente (SA)	Calculado DG 2018 (SA)	
C:25	1+267.12	15	2.4	2.67	No Cumple
C:26	1+231.69	30	1.6	1.45	“Cumple”
C:27	1+279.22	30	0.9	1.45	No Cumple
C:28	1+324.00	15	2.1	2.67	No Cumple
C:29	1+352.14	15	1.9	2.67	No Cumple
C:30	1+395.98	15	0.9	2.67	No Cumple
C:31	1+461.56	12	0.6	3.34	No Cumple
C:32	1+512.91	19	1.7	2.15	No Cumple
C:33	1+713.14	9	2.2	4.74	No Cumple
C:34	1+718.02	20	1.3	2.05	No Cumple
C:35	1+860.59	15	1	2.67	No Cumple
C:36	1+880.86	15	0.8	2.67	No Cumple
C:37	1+960.11	30	0.6	1.45	No Cumple
C:38	1+995.14	20	1.4	2.05	No Cumple
C:39	2+015.05	20	0.6	2.05	No Cumple
C:40	2+057.94	20	0.8	2.05	No Cumple
C:41	2+152.94	30	0.5	1.45	No Cumple
C:42	2+206.17	25	1.7	1.69	“Cumple”
C:43	2+254.39	30	1.2	1.45	No Cumple
C:44	2+322.22	35	2.1	1.28	Cumple
C:45	2+380.23	30	0.7	1.45	No Cumple
C:46	2+428.19	15	0.9	2.67	No Cumple
C:47	2+531.06	16	1	2.51	No Cumple
C:48	2+585.03	30	1.7	1.45	“Cumple”
C:49	2+675.52	30	1.6	1.45	“Cumple”
C:50	2+722.16	30	0.9	1.45	No Cumple
C:51	2+751.94	30	1	1.45	No Cumple
C:52	2+778.24	20	0.7	2.05	No Cumple
C:53	2+831.96	25	1	1.69	No Cumple
C:54	2+852.72	25	0.7	1.69	No Cumple
C:55	2+886.61	30	2	1.45	“Cumple”
C:56	2+965.71	20	1.7	2.05	No Cumple
C:57	3+013.83	30	0.8	1.45	No Cumple
C:58	3+049.02	30	1.4	1.45	No Cumple
C:59	3+078.68	30	1.2	1.45	No Cumple
C:60	3+102.95	30	0.6	1.45	No Cumple
C:61	3+137.82	30	1	1.45	No Cumple

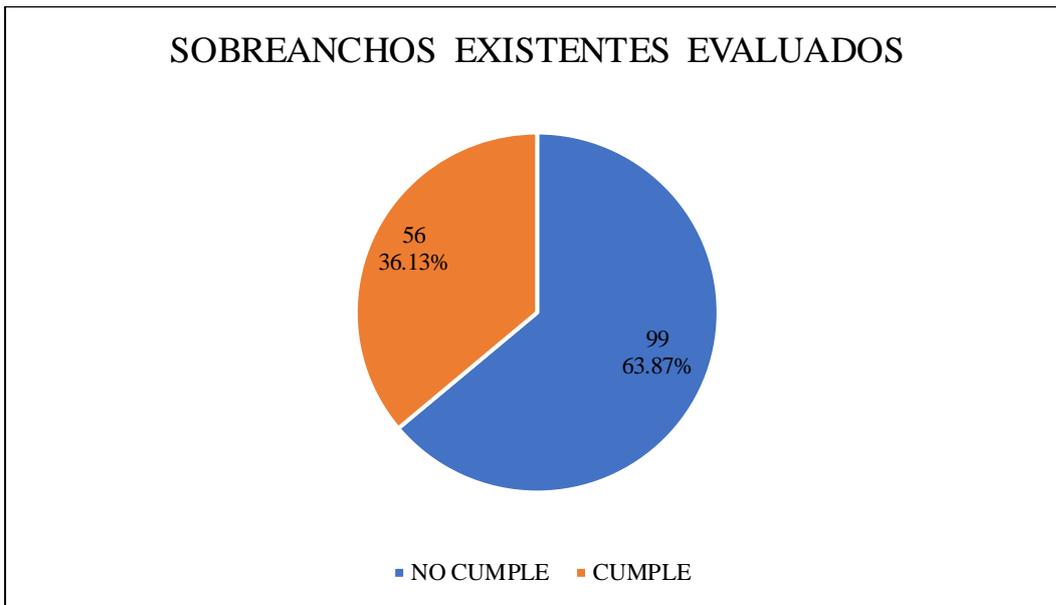
Curva	Pi	Radio (M)	Sobreaancho		Comprobación
			Existente (SA)	Calculado DG 2018 (SA)	
C:62	3+171.44	30	1.7	1.45	“Cumple”
C:63	3+319.15	15	2.2	2.67	No Cumple
C:64	3+300.47	30	0.6	1.45	No Cumple
C:65	3+348.05	30	1.4	1.45	No Cumple
C:66	3+385.00	30	1.7	1.45	“Cumple”
C:67	3+444.39	30	1.2	1.45	No Cumple
C:68	3+511.02	30	1	1.45	No Cumple
C:69	3+571.14	30	1.7	1.45	“Cumple”
C:70	3+630.09	20	1.4	2.05	No Cumple
C:71	3+737.17	11	1.6	3.68	No Cumple
C:72	3+766.71	15	1.1	2.67	No Cumple
C:73	3+887.17	30	1.4	1.45	No Cumple
C:74	3+964.47	30	1.6	1.45	“Cumple”
C:75	4+053.46	30	0.7	1.45	No Cumple
C:76	4+111.13	15	1.4	2.67	No Cumple
C:77	4+172.64	28	1.1	1.54	No Cumple
C:78	4+248.51	35	0.4	1.28	No Cumple
C:79	4+338.31	35	0.9	1.28	No Cumple
C:80	4+467.52	13	0.7	3.08	No Cumple
C:81	4+480.02	30	1.4	1.45	No Cumple
C:82	4+504.66	30	2.1	1.45	“Cumple”
C:83	4+626.72	15	1.1	2.67	No Cumple
C:84	4+731.48	30	0.9	1.45	No Cumple
C:85	4+767.11	30	1	1.45	No Cumple
C:86	4+834.67	30	1.3	1.45	No Cumple
C:87	4+885.43	30	1.5	1.45	“Cumple”
C:88	4+988.76	40	1.4	1.15	“Cumple”
C:89	5+028.54	30	1.1	1.45	No Cumple
C:90	5+053.28	30	1.5	1.45	“Cumple”
C:91	5+119.43	20	0.9	2.05	No Cumple
C:92	5+201.68	25	0.9	1.69	No Cumple
C:93	5+265.18	30	1.7	1.45	“Cumple”
C:94	5+337.18	30	1.8	1.45	“Cumple”
C:95	5+362.97	30	0.7	1.45	No Cumple
C:96	5+394.14	30	2.1	1.45	“Cumple”
C:97	5+477.49	40	1.6	1.15	“Cumple”
C:98	5+544.71	30	0.9	1.45	No Cumple

Curva	Pi	Radio (M)	Sobreaancho		Comprobación
			Existente (SA)	Calculado DG 2018 (SA)	
C:99	5+645.63	22	2.3	1.89	“Cumple”
C:100	5+824.71	10	1.9	4.11	No Cumple
C:101	5+859.36	30	1.4	1.45	No Cumple
C:102	5+901.89	30	0.8	1.45	No Cumple
C:103	5+941.88	35	1.2	1.28	No Cumple
C:104	6+000.59	30	2	1.45	“Cumple”
C:105	6+041.94	30	2.4	1.45	“Cumple”
C:106	6+143.82	35	1.1	1.28	No Cumple
C:107	6+175.87	23	0.9	1.81	No Cumple
C:108	6+228.22	35	1.7	1.28	“Cumple”
C:109	6+289.19	10	1.9	4.11	No Cumple
C:110	6+387.83	30	1.2	1.45	No Cumple
C:111	6+479.50	30	2	1.45	“Cumple”
C:112	6+533.65	30	1.6	1.45	“Cumple”
C:113	6+590.44	18	1.8	2.25	No Cumple
C:114	6+656.91	30	1.3	1.45	No Cumple
C:115	6+746.95	30	1.1	1.45	No Cumple
C:116	6+825.36	15	1.6	2.67	No Cumple
C:117	6+930.98	30	1.9	1.45	“Cumple”
C:118	7+133.88	30	0.9	1.45	No Cumple
C:119	7+426.46	40	1.7	1.15	“Cumple”
C:120	7+546.82	40	1.3	1.15	“Cumple”
C:121	7+650.00	45	0.7	1.04	No Cumple
C:122	7+759.73	32	1.1	1.37	No Cumple
C:123	7+813.32	30	2	1.45	“Cumple”
C:124	7+856.56	30	1	1.45	No Cumple
C:125	7+962.83	15	1	2.67	No Cumple
C:126	8+033.77	45	1.6	1.04	“Cumple”
C:127	8+156.20	45	2.3	1.04	“Cumple”
C:128	8+229.00	45	1.9	1.04	“Cumple”
C:129	8+368.03	30	1.3	1.45	No Cumple
C:130	8+408.56	30	1.6	1.45	“Cumple”
C:131	8+473.76	40	1.1	1.15	No Cumple
C:132	8+578.31	40	1.3	1.15	“Cumple”
C:133	8+652.76	30	1.6	1.45	“Cumple”
C:134	8+823.48	30	1.8	1.45	“Cumple”
C:135	8+889.22	35	1.7	1.28	“Cumple”

Curva	Pi	Radio (M)	Sobrancho Existente (SA)	Sobrancho	
				Calculado DG 2018 (SA)	Comprobación
C:136	8+920.28	35	1.4	1.28	“Cumple”
C:137	8+962.78	35	1.4	1.28	“Cumple”
C:138	9+102.75	30	1.2	1.45	No Cumple
C:139	9+310.37	35	0.6	1.28	No Cumple
C:140	9+592.90	9	1	4.74	No Cumple
C:141	9+491.30	30	2.2	1.45	“Cumple”
C:142	9+664.85	30	0.9	1.45	No Cumple
C:143	9+713.21	30	0.6	1.45	No Cumple
C:144	9+781.69	11	1.4	3.68	No Cumple
C:145	9+800.28	30	1.7	1.45	“Cumple”
C:146	9+910.64	30	1.2	1.45	No Cumple
C:147	9+949.83	30	1	1.45	No Cumple
C:148	10+022.25	30	1.7	1.45	“Cumple”
C:149	10+061.29	30	1.4	1.45	No Cumple
C:150	10+201.52	40	1.6	1.15	“Cumple”
C:151	10+247.86	30	1.1	1.45	No Cumple
C:152	10+297.04	30	2.3	1.45	“Cumple”
C:153	10+333.83	30	1.4	1.45	No Cumple
C:154	10+364.73	30	1.6	1.45	“Cumple”
C:155	10+439.83	30	0.7	1.45	No Cumple
RESUMEN				TOTAL	%
Sobranchos que cumplen con la norma DG-2018				56	36.13%
Sobranchos que NO cumplen con la norma DG-2018				99	63.87%
TOTAL				155	100.00%

Figura 27

Distribución de sobreanchos evaluados



4.2.4. Evaluación de distancias de visibilidad de adelantamiento.

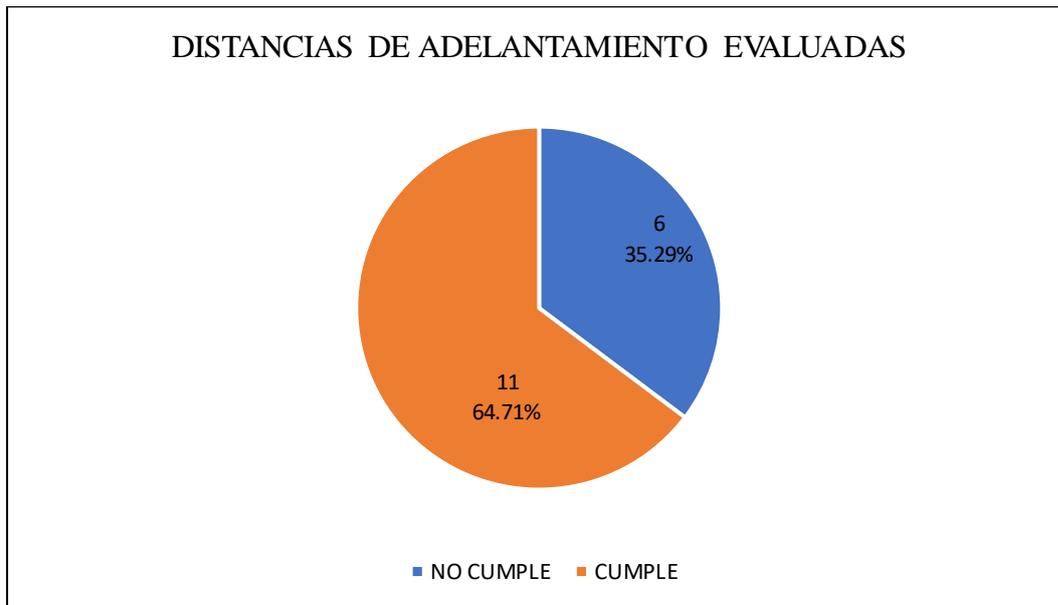
La Tabla 45 y Figura 28 muestran la evaluación de las distancias de visibilidad para adelantamiento en la carretera Bambamarca-Celendín en comparación con los valores requeridos por la normativa DG-2018. Los resultados revelan que, de las 17 distancias evaluadas, el 64.71% cumplía con la longitud mínima de 110 metros establecida para una velocidad de diseño de 30 km/h, mientras que el 35.29% no cumplía. Esto indica que, en varias secciones de la carretera, las condiciones de visibilidad para adelantar no son adecuadas, lo que podría incrementar el riesgo de colisiones durante las maniobras de adelantamiento.

Tabla 45*Comparación de distancias de adelantamiento existentes con calculadas.*

N° Da	Inicio	Fin	Distancia Existente	Distancia según DG- 2018	Comprobación
1	0+420.00	0+518.00	98.00	110.00	No Cumple
2	0+754.59	0+859.59	105.00	110.00	No Cumple
3	1+541.72	1+611.72	70.00	110.00	No Cumple
4	1+740.25	1+830.25	90.00	110.00	No Cumple
5	2+060.60	2+155.60	95.00	110.00	No Cumple
6	4+289.72	4+434.72	145.00	110.00	Cumple
7	4+469.96	4+549.96	80.00	110.00	No Cumple
8	5+511.84	5+621.84	110.00	110.00	Cumple
9	5+612.76	5+732.76	120.00	110.00	Cumple
10	6+010.75	6+145.75	135.00	110.00	Cumple
11	6+557.13	6+667.13	110.00	110.00	Cumple
12	6+711.91	6+826.91	115.00	110.00	Cumple
13	6+897.72	6+995.72	98.00	110.00	No Cumple
14	7+616.78	7+796.78	180.00	110.00	Cumple
15	8+195.34	8+315.34	120.00	110.00	Cumple
16	8+621.87	8+751.87	130.00	110.00	Cumple
17	9+069.04	9+211.04	142.00	110.00	Cumple
RESUMEN				TOTAL	%
Distancia de adelantamiento que cumplen con la norma DG-2018				11	64.71%
Distancia de adelantamiento que NO cumplen con la norma DG-2018				6	35.29%
Total				17	100.00%

Figura 28

Distribución de distancias de adelantamiento evaluadas



4.2.5. Evaluación de tramos en tangente.

Considerando la velocidad de diseño, se calculó las longitudes mínimas y máximas deseables para los tramos en tangente de acuerdo a la Tabla 9.

Teniendo como resultado:

L mín. s = 56 m

L mín. o = 111 m

L máx. = 668 m

Tabla 46

Comparación de tramos en tangente existentes.

Nº Sitio	Inicio	Fin	Distancia Existente (m)	Tipo de trazado	L mín. s	L mín. o	L máx.	Evaluación
1	0+00.00	0+029.12	29.12	-	42.00	84.00	500.00	No Cumple
2	0+036.92	0+050.29	13.37	L.s	42.00	84.00	500.00	No Cumple
3	0+059.75	0+078.46	17.78	L.s	42.00	84.00	500.00	No Cumple
4	0+083.81	0+168.12	78.47	L.s	42.00	84.00	500.00	Cumple
5	0+177.15	0+187.13	15.00	L.s	42.00	84.00	500.00	No Cumple
6	0+197.15	0+218.89	15.37	L.o	42.00	84.00	500.00	No Cumple

N° Sitio	Inicio	Fin	Distancia		Tipo de trazado	L mín. s	L mín. o	L máx.	Evaluación
			Existente	(m)					
7	0+227.57	0+251.60	23.58		L.o	42.00	84.00	500.00	No Cumple
8	0+259.57	0+302.17	42.60		L.o	42.00	84.00	500.00	No Cumple
9	0+321.01	0+335.01	14.63		L.s	42.00	84.00	500.00	No Cumple
10	0+352.75	0+361.67	11.68		L.s	42.00	84.00	500.00	No Cumple
11	0+368.28	0+390.66	16.02		L.s	42.00	84.00	500.00	No Cumple
12	0+416.20	0+510.27	93.72		L.s	42.00	84.00	500.00	Cumple
13	0+515.89	0+554.19	38.77		L.s	42.00	84.00	500.00	No Cumple
14	0+561.65	0+575.68	14.78		L.s	42.00	84.00	500.00	No Cumple
15	0+596.06	0+676.19	78.81		L.o	42.00	84.00	500.00	No Cumple
16	0+688.14	0+701.82	13.55		L.s	42.00	84.00	500.00	No Cumple
17	0+716.93	0+749.43	31.11		L.s	42.00	84.00	500.00	No Cumple
18	0+757.39	0+809.80	51.37		L.o	42.00	84.00	500.00	No Cumple
19	0+826.35	0+917.17	90.34		L.s	42.00	84.00	500.00	Cumple
20	0+930.33	0+942.76	12.43		L.s	42.00	84.00	500.00	No Cumple
21	0+955.08	0+982.17	27.09		L.s	42.00	84.00	500.00	No Cumple
22	0+995.47	1+003.93	8.46		L.s	42.00	84.00	500.00	No Cumple
23	1+010.73	1+053.50	42.77		L.o	42.00	84.00	500.00	No Cumple
24	1+062.42	1+111.35	47.38		L.o	42.00	84.00	500.00	No Cumple
25	1+124.35	1+171.41	38.91		L.s	42.00	84.00	500.00	No Cumple
26	1+213.87	1+226.97	10.13		L.o	42.00	84.00	500.00	No Cumple
27	1+236.33	1+272.66	36.54		L.s	42.00	84.00	500.00	No Cumple
28	1+285.58	1+312.85	23.31		L.o	42.00	84.00	500.00	No Cumple
29	1+332.03	1+339.46	7.53		L.s	42.00	84.00	500.00	No Cumple
30	1+360.52	1+388.99	42.96		L.s	42.00	84.00	500.00	Cumple
31	1+402.07	1+443.95	21.72		L.s	42.00	84.00	500.00	No Cumple
32	1+467.29	1+490.14	47.50		L.s	42.00	84.00	500.00	Cumple
33	1+523.40	1+597.49	29.55		L.o	42.00	84.00	500.00	No Cumple
34	1+624.37	1+701.73	54.67		L.s	42.00	84.00	500.00	Cumple
35	1+729.07	1+850.69	102.02		L.o	42.00	84.00	500.00	Cumple
36	1+868.20	1+877.14	15.21		L.s	42.00	84.00	500.00	No Cumple
37	1+884.43	1+957.22	58.39		L.o	42.00	84.00	500.00	No Cumple
38	1+962.98	1+992.26	24.04		L.s	42.00	84.00	500.00	No Cumple
39	1+997.99	2+007.92	13.34		L.s	42.00	84.00	500.00	No Cumple
40	2+021.61	2+050.83	26.19		L.o	42.00	84.00	500.00	No Cumple
41	2+064.49	2+149.36	83.11		L.o	42.00	84.00	500.00	No Cumple
42	2+156.48	2+180.50	25.12		L.s	42.00	84.00	500.00	No Cumple
43	2+220.43	2+242.75	21.00		L.s	42.00	84.00	500.00	No Cumple

N° Sitio	Inicio	Fin	Distancia	Tipo de trazado	L mín. s	L mín. o	L máx.	Evaluación
			Existente (m)					
44	2+264.95	2+282.85	17.36	L.o	42.00	84.00	500.00	No Cumple
45	2+341.93	2+373.11	31.50	L.s	42.00	84.00	500.00	No Cumple
46	2+387.08	2+410.20	14.25	L.s	42.00	84.00	500.00	No Cumple
47	2+436.48	2+500.47	34.09	L.s	42.00	84.00	500.00	No Cumple
48	2+535.31	2+575.34	22.45	L.s	42.00	84.00	500.00	No Cumple
49	2+594.08	2+667.97	72.74	L.o	42.00	84.00	500.00	No Cumple
50	2+682.77	2+715.54	32.77	L.o	42.00	84.00	500.00	No Cumple
51	2+728.56	2+735.16	6.60	L.s	42.00	84.00	500.00	No Cumple
52	2+765.76	2+774.93	8.34	L.s	42.00	84.00	500.00	No Cumple
53	2+781.49	2+823.35	41.02	L.o	42.00	84.00	500.00	No Cumple
54	2+839.94	2+846.67	6.73	L.o	42.00	84.00	500.00	No Cumple
55	2+858.54	2+875.99	17.45	L.s	42.00	84.00	500.00	No Cumple
56	2+896.41	2+947.59	46.66	L.o	42.00	84.00	500.00	No Cumple
57	2+977.03	3+008.33	26.77	L.o	42.00	84.00	500.00	No Cumple
58	3+019.22	3+047.23	28.01	L.s	42.00	84.00	500.00	No Cumple
59	3+050.80	3+075.21	24.41	L.s	42.00	84.00	500.00	No Cumple
60	3+082.11	3+100.27	18.16	L.s	42.00	84.00	500.00	No Cumple
61	3+105.62	3+130.79	25.17	L.o	42.00	84.00	500.00	No Cumple
62	3+144.60	3+159.92	14.78	L.s	42.00	84.00	500.00	No Cumple
63	3+181.92	3+210.64	11.84	L.s	42.00	84.00	500.00	No Cumple
64	3+253.64	3+296.60	21.07	L.s	42.00	84.00	500.00	No Cumple
65	3+304.29	3+343.58	40.61	L.s	42.00	84.00	500.00	No Cumple
66	3+352.45	3+380.47	27.67	L.o	42.00	84.00	500.00	No Cumple
67	3+389.47	3+435.82	46.36	L.s	42.00	84.00	500.00	Cumple
68	3+452.52	3+501.32	48.80	L.s	42.00	84.00	500.00	Cumple
69	3+520.09	3+567.60	47.50	L.s	42.00	84.00	500.00	Cumple
70	3+574.65	3+607.02	24.97	L.o	42.00	84.00	500.00	No Cumple
71	3+641.28	3+693.24	42.24	L.s	42.00	84.00	500.00	Cumple
72	3+722.40	3+744.16	13.22	L.s	42.00	84.00	500.00	Cumple
73	3+773.68	3+886.18	74.85	L.s	42.00	84.00	500.00	Cumple
74	3+888.15	3+963.76	76.44	L.o	42.00	84.00	500.00	No Cumple
75	3+965.19	4+042.75	77.56	L.o	42.00	84.00	500.00	No Cumple
76	4+063.32	4+098.27	26.38	L.s	42.00	84.00	500.00	No Cumple
77	4+119.53	4+163.95	35.84	L.o	42.00	84.00	500.00	No Cumple
78	4+180.81	4+245.41	64.60	L.s	42.00	84.00	500.00	Cumple
79	4+251.60	4+332.30	79.34	L.s	42.00	84.00	500.00	Cumple
80	4+344.20	4+402.65	36.14	L.s	42.00	84.00	500.00	No Cumple

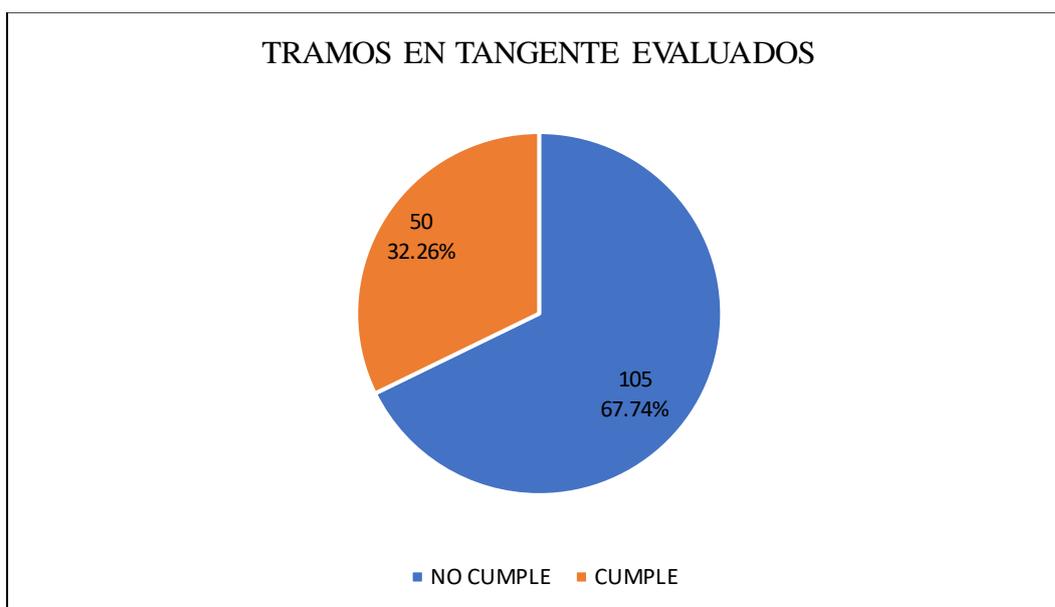
N° Sitio	Inicio	Fin	Distancia		Tipo de trazado	L mín. s	L mín. o	L máx.	Evaluación
			Existente	(m)					
81	4+438.35	4+471.92	20.99		L.s	42.00	84.00	500.00	No Cumple
82	4+487.74	4+496.74	13.62		L.s	42.00	84.00	500.00	No Cumple
83	4+512.22	4+605.17	68.47		L.s	42.00	84.00	500.00	Cumple
84	4+634.05	4+728.24	87.56		L.s	42.00	84.00	500.00	Cumple
85	4+734.69	4+765.50	30.18		L.o	42.00	84.00	500.00	No Cumple
86	4+768.72	4+828.18	59.46		L.s	42.00	84.00	500.00	Cumple
87	4+840.96	4+883.87	42.91		L.o	42.00	84.00	500.00	No Cumple
88	4+886.98	4+956.27	69.30		L.s	42.00	84.00	500.00	Cumple
89	5+010.84	5+023.89	13.05		L.o	42.00	84.00	500.00	No Cumple
90	5+033.13	5+039.54	6.41		L.s	42.00	84.00	500.00	No Cumple
91	5+065.30	5+101.76	32.04		L.o	42.00	84.00	500.00	No Cumple
92	5+130.70	5+174.56	39.45		L.s	42.00	84.00	500.00	No Cumple
93	5+215.86	5+262.19	46.33		L.o	42.00	84.00	500.00	No Cumple
94	5+268.15	5+336.08	67.92		L.s	42.00	84.00	500.00	Cumple
95	5+338.28	5+360.46	22.19		L.o	42.00	84.00	500.00	No Cumple
96	5+365.47	5+389.98	24.52		L.o	42.00	84.00	500.00	No Cumple
97	5+398.25	5+467.65	69.41		L.s	42.00	84.00	500.00	Cumple
98	5+486.94	5+541.09	54.15		L.s	42.00	84.00	500.00	Cumple
99	5+548.30	5+610.25	52.39		L.s	42.00	84.00	500.00	Cumple
100	5+654.89	5+739.22	59.15		L.s	42.00	84.00	500.00	Cumple
101	5+768.31	5+846.73	59.76		L.s	42.00	84.00	500.00	Cumple
102	5+870.63	5+892.26	19.37		L.s	42.00	84.00	500.00	No Cumple
103	5+910.89	5+935.66	24.77		L.s	42.00	84.00	500.00	No Cumple
104	5+947.97	5+995.00	47.04		L.s	42.00	84.00	500.00	Cumple
105	6+006.05	6+026.43	20.38		L.s	42.00	84.00	500.00	No Cumple
106	6+055.07	6+135.34	80.28		L.o	42.00	84.00	500.00	No Cumple
107	6+151.97	6+162.81	9.70		L.s	42.00	84.00	500.00	No Cumple
108	6+186.56	6+213.85	28.82		L.s	42.00	84.00	500.00	No Cumple
109	6+241.13	6+273.73	16.79		L.o	42.00	84.00	500.00	Cumple
110	6+293.66	6+387.01	42.62		L.s	42.00	84.00	500.00	Cumple
111	6+388.65	6+476.37	120.14		L.o	42.00	84.00	500.00	Cumple
112	6+482.61	6+530.91	48.70		L.s	42.00	84.00	500.00	Cumple
113	6+536.37	6+576.11	34.16		L.s	42.00	84.00	500.00	No Cumple
114	6+600.31	6+639.04	33.15		L.s	42.00	84.00	500.00	No Cumple
115	6+671.27	6+742.58	73.30		L.s	42.00	84.00	500.00	Cumple
116	6+751.26	6+794.39	31.69		L.o	42.00	84.00	500.00	No Cumple
117	6+827.98	6+927.88	87.14		L.s	42.00	84.00	500.00	Cumple

N° Sitio	Inicio	Fin	Distancia	Tipo de trazado	L mín. s	L mín. o	L máx.	Evaluación
			Existente (m)					
118	6+934.05	7+131.04	196.13	L.o	42.00	84.00	500.00	Cumple
119	7+136.71	7+415.03	278.32	L.s	42.00	84.00	500.00	Cumple
120	7+437.30	7+541.41	104.12	L.s	42.00	84.00	500.00	Cumple
121	7+552.15	7+646.42	94.27	L.s	42.00	84.00	500.00	Cumple
122	7+653.56	7+737.07	83.50	L.o	42.00	84.00	500.00	No Cumple
123	7+776.51	7+808.98	32.47	L.o	42.00	84.00	500.00	No Cumple
124	7+817.60	7+845.82	28.22	L.s	42.00	84.00	500.00	No Cumple
125	7+866.45	7+956.75	86.26	L.o	42.00	84.00	500.00	Cumple
126	7+968.29	8+032.09	59.75	L.o	42.00	84.00	500.00	No Cumple
127	8+035.45	8+152.25	116.80	L.o	42.00	84.00	500.00	Cumple
128	8+160.14	8+216.04	55.90	L.s	42.00	84.00	500.00	Cumple
129	8+241.28	8+363.94	122.66	L.s	42.00	84.00	500.00	Cumple
130	8+372.07	8+402.18	30.10	L.s	42.00	84.00	500.00	No Cumple
131	8+414.75	8+467.99	53.24	L.s	42.00	84.00	500.00	Cumple
132	8+479.45	8+577.23	97.78	L.o	42.00	84.00	500.00	Cumple
133	8+579.40	8+641.36	61.96	L.o	42.00	84.00	500.00	No Cumple
134	8+663.14	8+814.84	151.70	L.s	42.00	84.00	500.00	Cumple
135	8+831.66	8+880.62	48.95	L.s	42.00	84.00	500.00	Cumple
136	8+897.48	8+914.81	17.33	L.o	42.00	84.00	500.00	No Cumple
137	8+925.67	8+959.30	33.64	L.s	42.00	84.00	500.00	No Cumple
138	8+966.23	9+100.03	134.25	L.s	42.00	84.00	500.00	Cumple
139	9+105.45	9+308.41	150.09	L.s	42.00	84.00	500.00	Cumple
140	9+312.32	9+355.95	5.52	L.s	42.00	84.00	500.00	No Cumple
141	9+383.54	9+488.57	33.58	L.s	42.00	84.00	500.00	Cumple
142	9+494.01	9+661.76	119.80	L.s	42.00	84.00	500.00	Cumple
143	9+667.92	9+700.58	35.79	L.s	42.00	84.00	500.00	No Cumple
144	9+724.48	9+738.76	20.73	L.o	42.00	84.00	500.00	No Cumple
145	9+767.79	9+791.35	27.56	L.s	42.00	84.00	500.00	No Cumple
146	9+808.71	9+904.42	71.99	L.o	42.00	84.00	500.00	No Cumple
147	9+916.69	9+941.71	25.67	L.s	42.00	84.00	500.00	No Cumple
148	9+957.57	10+015.07	57.50	L.s	42.00	84.00	500.00	Cumple
149	10+029.17	10+055.14	25.97	L.s	42.00	84.00	500.00	No Cumple
150	10+067.27	10+191.71	124.44	L.s	42.00	84.00	500.00	Cumple
151	10+210.95	10+243.74	32.79	L.o	42.00	84.00	500.00	No Cumple
152	10+251.93	10+289.38	37.46	L.s	42.00	84.00	500.00	No Cumple
153	10+304.38	10+325.86	21.47	L.s	42.00	84.00	500.00	No Cumple
154	10+341.45	10+360.12	18.67	L.s	42.00	84.00	500.00	No Cumple

N° Sitio	Inicio	Fin	Distancia	Tipo de trazado	L mín. s	L mín. o	L máx.	Evaluación
			Existente (m)					
155	10+369.26	10+433.06	63.80	L.o	42.00	84.00	500.00	No Cumple
RESUMEN					TOTAL		%	
Tramos en tangente que cumplen con la norma DG-2018					50		32.26%	
Tramos en tangente que NO cumplen con la norma DG-2018					105		67.74%	
Total					155		100.00%	

Figura 29

Distribución de Tramos en tangente



4.2.6. Características geométricas evaluadas en perfil

Pendientes longitudinales

La Tabla 47 muestra que las 14 pendientes evaluadas a lo largo del tramo de la carretera Bambamarca-Celendín cumplen con el límite máximo del 10% establecido por la normativa DG-2018, con valores que varían entre 1.31% y 8.53%. Este cumplimiento total indica que la carretera presenta un perfil longitudinal adecuado para la seguridad vial, minimizando los riesgos asociados con pendientes empinadas y garantizando un tránsito seguro para los usuarios.

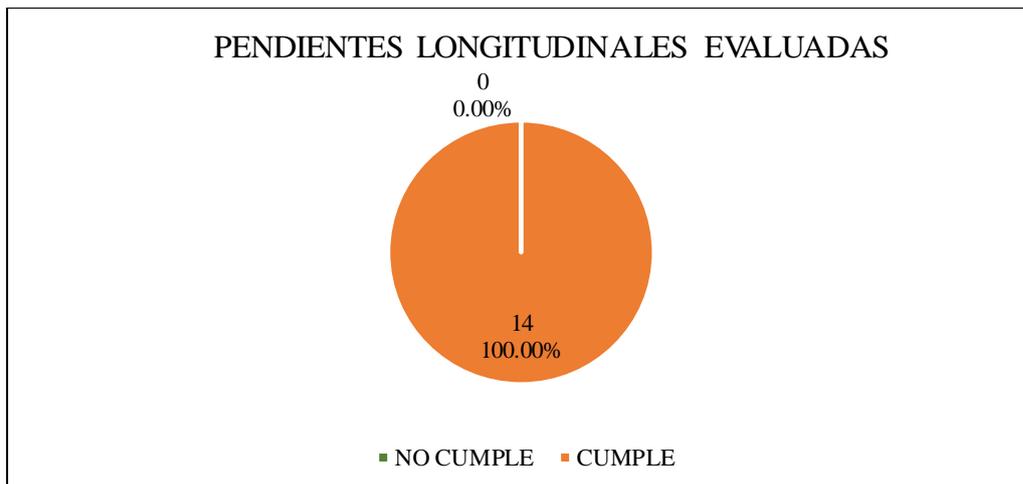
Tabla 47

Comparación de pendientes longitudinales existentes y calculadas

Progresiva inicial	Progresiva final	Pendiente longitudinal existente	Pendiente máxima según DG-2018	Comprobación
0+00	1+181.2	6.14%	10.00%	“Cumple”
1+181.2	2+086.71	6.44%	10.00%	“Cumple”
2+086.71	2+332.47	4.77%	10.00%	“Cumple”
2+332.47	2+761.57	7.91%	10.00%	“Cumple”
2+761.57	3+198.62	6.32%	10.00%	“Cumple”
3+198.62	4+048.22	6.91%	10.00%	“Cumple”
4+048.22	4+687.92	6.31%	10.00%	“Cumple”
4+687.92	5+111.00	7.83%	10.00%	“Cumple”
5+111.00	5+569.15	6.09%	10.00%	“Cumple”
5+569.15	6+404.31	6.77%	10.00%	“Cumple”
6+404.31	7+625.61	3.93%	10.00%	“Cumple”
7+625.61	8+428.11	2.07%	10.00%	“Cumple”
8+428.11	10+071.55	8.53%	10.00%	“Cumple”
10+071.55	10+462.99	1.31%	10.00%	“Cumple”
Resumen			Total	%
Pendientes que cumplen con la norma DG-2018			14	100.00%
Pendientes que NO cumplen con la norma DG-2018			0	0.00%
Total			14	100.00%

Figura 30

Distribución de pendientes longitudinales evaluadas.



Longitud de Curvas Verticales

Para el cálculo de la longitud de curvas mínimo se usó la siguiente fórmula:

$$L = KxA$$

Donde:

L : Longitud de curva

K : índice de curvatura

A : Diferencia algebraica de pendientes

Además, se usaron las tablas 2.8. y 2.9., para obtener el índice de curvatura de acuerdo al tipo de curva.

La Tabla 48 muestra la evaluación de diferentes curvas verticales en la carretera, indicando el tipo de curva (convexa o cóncava), la progresiva de ubicación (PIV), la longitud calculada de la curva, y los valores obtenidos en función del índice de curvatura (K) y la diferencia algebraica de pendientes (A). Para cada curva, se comprobó si la longitud mínima calculada cumple con la normativa vigente DG-2018, lo cual es esencial para garantizar una transición suave y segura en los cambios de pendiente. La mayoría de las curvas evaluadas cumplen con los requisitos normativos, lo que sugiere que la geometría de la carretera está diseñada adecuadamente para ofrecer comodidad y seguridad vial, con solo algunas excepciones que requerirían ajustes.

Tabla 48

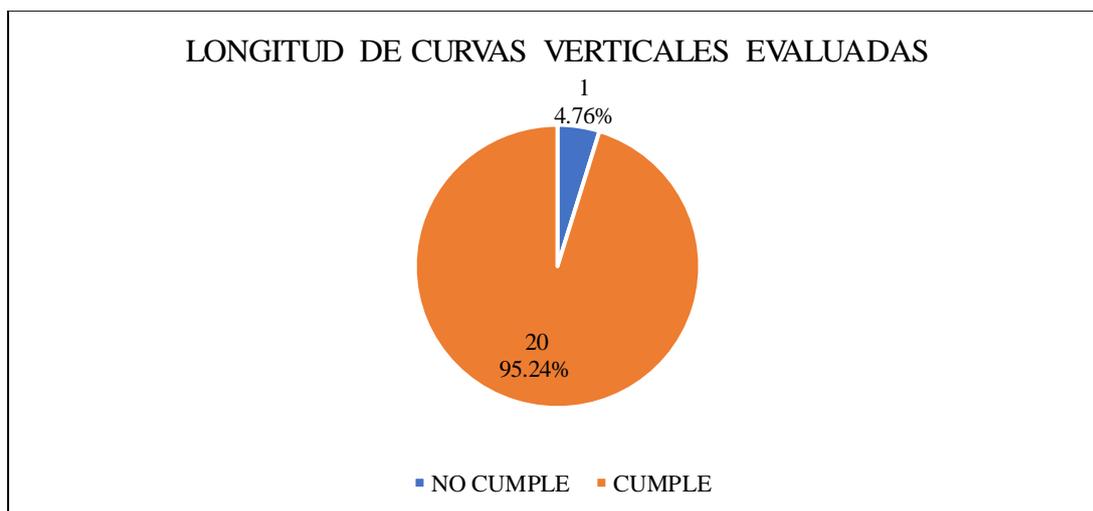
Longitud de Curvas Verticales

N° Curva	Tipo de Curva	PIV	L(m)	K	L calculado	Comprobación
				Calculado	DG-2018 (m)	
1	Convexo	0+847.77	44.02	333.33	30	“Cumple”
2	Convexo	1+175.88	150.00	48.39	30	“Cumple”
3	Cóncavo	1+305.64	30.00	20.83	30	“Cumple”
4	Convexo	1+722.22	50.00	76.92	30	“Cumple”
5	Convexo	2+081.47	150.00	17.65	30	“Cumple”

N° Curva	Tipo de Curva	PIV	L(m)	K Calculado	L calculado		Comprobación
					DG-2018	(m)	
6	Cóncavo	2+325.22	150.00	8.85	30		“Cumple”
7	Convexo	2+741.32	150.00	16.22	30		“Cumple”
8	Cóncavo	3+176.83	150.00	37.04	30		“Cumple”
9	Convexo	4+002.28	150.00	31.58	30		“Cumple”
10	Cóncavo	4+643.40	81.74	18.87	30		“Cumple”
11	Convexo	5+074.22	156.52	18.63	30		“Cumple”
12	Cóncavo	5+534.63	150.00	55.56	30		“Cumple”
13	Cóncavo	5+975.32	22.19	272.73	30		No Cumple
14	Cóncavo	6+022.63	30.00	214.29	30		“Cumple”
15	Convexo	6+334.37	240.74	13.09	39		“Cumple”
16	Convexo	7+586.70	373.41	15.79	30		“Cumple”
17	Cóncavo	8+388.41	390.36	4.63	30		“Cumple”
18	Cóncavo	9+177.08	38.76	4.51	38		“Cumple”
19	Convexo	9+385.03	118.36	12.86	117		“Cumple”
20	Cóncavo	9+658.45	30.00	43.48	30		“Cumple”
21	Convexo	9+916.65	142.77	12.83	93		“Cumple”
Resumen					Total	9.00	
Longitud de curvas que cumplen con la norma DG-2018					20	95.24%	
Longitud de curvas que NO cumplen con la norma DG-2018					1	4.76%	
Total					21	100.00%	

Figura 31

Distribución de longitudes verticales evaluadas.



4.2.7. Características geométricas evaluadas en secciones transversales

La muestra la comparación del ancho de calzada existente con el ancho mínimo requerido según la normativa DG-2018 (6.00 metros) para la carretera Bambamarca-Celendín. Se evaluaron tramos de 500 metros, y los resultados indican que el 55% de los tramos cumplen con el ancho mínimo normativo, mientras que el 45% restante no lo cumplen. Esto implica que casi la mitad de los tramos de la vía presenta anchos de calzada inferiores al estándar requerido, lo que podría afectar negativamente la seguridad vial al no proporcionar suficiente espacio para el tránsito seguro de vehículos en ambos sentidos.

Tabla 49

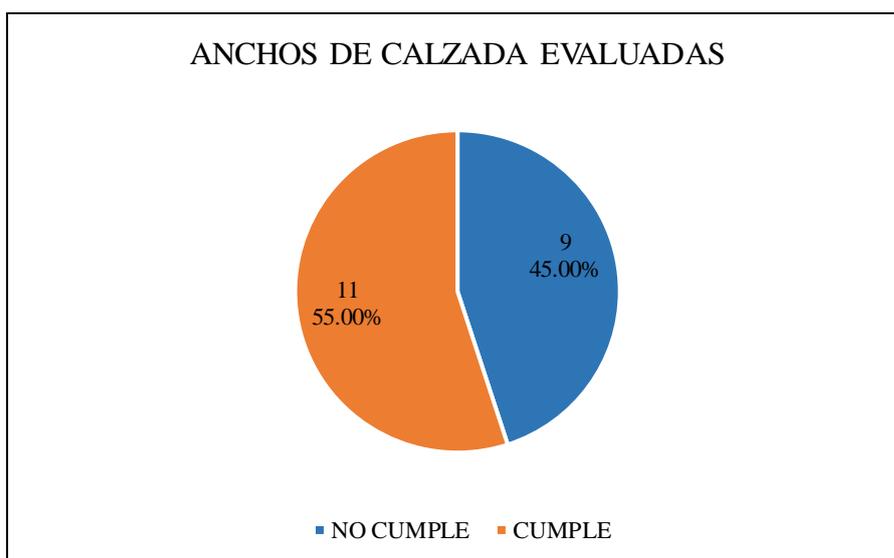
Ancho de calzada

Progresiva inicial	Progresiva final	Ancho de calzada existente	Ancho de calzada según DG-2018	Comprobación
0+00	0+500	6.50	6.00	Cumple
0+500	1+00	4.50	6.00	No Cumple
1+00	1+500	6.30	6.00	Cumple
1+500	2+000	5.00	6.00	No Cumple
2+000	2+500	6.50	6.00	Cumple
2+500	3+000	5.30	6.00	No Cumple
3+000	3+500	6.60	6.00	Cumple
3+500	4+000	5.80	6.00	No Cumple
4+000	4+500	5.40	6.00	No Cumple
4+500	5+000	6.00	6.00	Cumple
5+000	5+500	6.50	6.00	Cumple
5+500	6+000	6.20	6.00	Cumple
6+000	6+500	6.50	6.00	Cumple
6+500	7+000	5.80	6.00	No Cumple
7+000	7+500	6.40	6.00	Cumple
7+500	8+000	5.90	6.00	No Cumple
8+000	8+500	6.00	6.00	Cumple
8+500	9+000	6.30	6.00	Cumple
9+000	9+500	5.50	6.00	No Cumple
9+500	10+000	4.80	6.00	No Cumple
Resumen			Total	%

Progresiva inicial	Progresiva final	Ancho de calzada existente	Ancho de calzada según DG-2018	Comprobación
Anchos de calzada que cumplen con la norma DG-2018			11	55.00%
Anchos de calzada que NO cumplen con la norma DG-2018			9	45.00%
Total			20	100.00%

Figura 32

Distribución de anchos de calzada evaluadas.



4.2.8. Ancho de berma

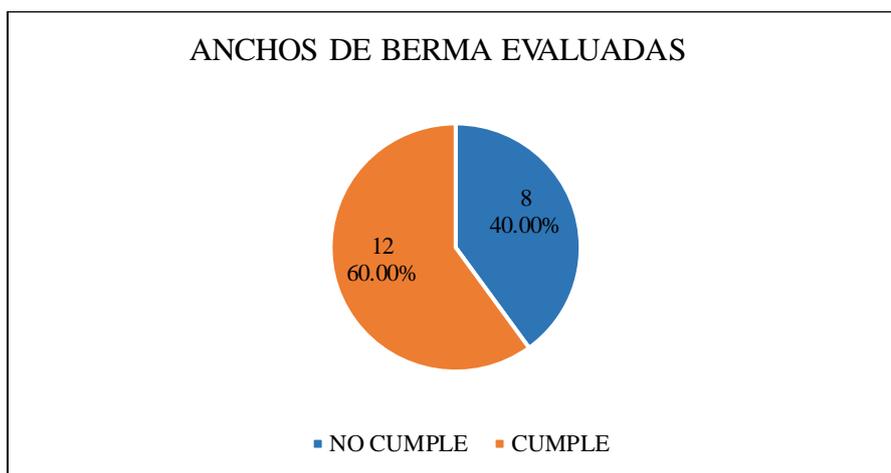
La Tabla 50 muestra la evaluación de los anchos de berma a lo largo de la carretera Bambamarca-Celendín, comparando los valores existentes con el estándar mínimo de 0.50 metros según la normativa DG-2018. De los 20 tramos evaluados, el 60% cumple con el ancho mínimo requerido, mientras que el 40% no lo hace. Esto indica que, en algunos segmentos, la berma es insuficiente para proporcionar el espacio de seguridad adecuado, lo cual podría afectar la seguridad vial, especialmente en situaciones de emergencia donde se requiere espacio adicional para el confinamiento de vehículos fuera de la calzada.

Tabla 50*Comparación de ancho de bermas existentes y calculadas*

Progresiva inicial	Progresiva final	Ancho de bermas existentes	Ancho de bermas según DG-2018	Comprobación
0+00	0+500	0.40	0.50	NO CUMPLE
0+500	1+00	0.50	0.50	CUMPLE
1+00	1+500	0.30	0.50	NO CUMPLE
1+500	2+000	0.50	0.50	CUMPLE
2+000	2+500	0.60	0.50	CUMPLE
2+500	3+000	0.80	0.50	CUMPLE
3+000	3+500	0.50	0.50	CUMPLE
3+500	4+000	0.40	0.50	NO CUMPLE
4+000	4+500	0.30	0.50	NO CUMPLE
4+500	5+000	0.40	0.50	NO CUMPLE
5+000	5+500	0.30	0.50	NO CUMPLE
5+500	6+000	0.50	0.50	CUMPLE
6+000	6+500	0.45	0.50	NO CUMPLE
6+500	7+000	0.55	0.50	CUMPLE
7+000	7+500	0.60	0.50	CUMPLE
7+500	8+000	0.45	0.50	NO CUMPLE
8+000	8+500	0.65	0.50	CUMPLE
8+500	9+000	0.55	0.50	CUMPLE
9+000	9+500	0.50	0.50	CUMPLE
9+500	10+000	0.50	0.50	CUMPLE
Resumen			Total	%
Anchos de bermas que cumplen con la norma DG-2018			12	60.00%
Anchos de bermas que NO cumplen con la norma DG-2018			8	40.00%
Total			20	100.00%

Tabla 51

Distribución de anchos de berma evaluadas.



4.3. Estudio de señalización de la carretera en estudio

4.3.1. Estudio de señalización horizontal

La ausencia de señalización horizontal en el tramo de la carretera Bambamarca - Celendín, específicamente entre el Km 0+000 y el Km 10+000, se debe a que la capa de rodadura es de afirmado (carretera no pavimentada, con una superficie de tierra compactada). En vías de afirmado, la señalización horizontal (marcas viales en el pavimento) no es común ni práctica, ya que estas marcas tienden a desaparecer rápidamente debido a la falta de adherencia y al desgaste causado por el tránsito y las condiciones climáticas.

A pesar de la ausencia de señalización horizontal, es importante proponer recomendaciones sobre el tipo de señalización que podría ser aplicable en un futuro, considerando una posible mejora de la superficie de la carretera o el uso de alternativas para mejorar la seguridad vial. A continuación, se elaboran tablas que incluyen posibles tipos de señalización horizontal, características, dimensiones, ubicación sugerida y pertinencia. La carretera en estudio no cuenta con señalización horizontal debido a que la capa de rodadura es de afirmado.

Tabla 52*Tipo de señalización horizontal que debería presentar la vía*

Señalización horizontal	Características	Dimensiones (cm)	Ubicación sugerida	Pertinencia en la vía
Línea central discontinua	Marcas discontinuas que indican la separación de carriles	10-15 cm de ancho, 4-6 m de línea, 6-8 m de espacio	Centro de la vía, en tramos rectos	Mejora la orientación y reduce el riesgo de colisiones frontales
Línea de borde	Indica el límite del carril en los lados de la carretera	10-15 cm de ancho	Ambos lados de la vía, especialmente en curvas	Aumenta la visibilidad del borde de la carretera
Cruces peatonales	Bandas transversales para el cruce seguro de peatones	30-40 cm de ancho cada banda, con 1-2 m de espacio	Cercanías de caseríos o zonas pobladas	Facilita el cruce seguro en áreas con mayor tránsito peatonal
Flechas direccionales	Indican la dirección de circulación permitida	Flechas de 80-120 cm de largo	Zonas de desvío o intersecciones	Ayuda a guiar el tráfico en zonas de cambios de dirección
Zonas de reducción de velocidad	Bandas transversales elevadas o resaltos pintados	Bandas de 50 cm de ancho, separadas 2-3 m	Antes de curvas peligrosas o intersecciones	Mejora la seguridad en áreas con riesgos de velocidad elevada
Resalto de sección circular y virtual	Franjas diagonales alternadas de color negro y amarillo	40 cm		
Resalto de sección trapezoidal	Flechas de color amarillo	50 cm		
Bandas transversales	20 líneas	12 cm		

4.3.2. Estudio de señalización vertical

Dentro de esta evaluación se encuentran tres tipos de señales las cuales se describen a continuación.

a) Señales reguladoras

La ausencia de señalización vertical reguladora en el tramo de la carretera Bambamarca - Celendín puede explicarse por la falta de una planificación adecuada de la infraestructura vial o por limitaciones presupuestarias para implementar todas las categorías de señalización. La señalización reguladora es esencial para indicar las normas de circulación, límites de velocidad, restricciones y otras normas que los conductores deben seguir. Sin estas señales, los conductores no cuentan con la información necesaria para una circulación segura y conforme a las normas de tráfico.

Para abordar esta deficiencia, se propone una tabla que especifica qué tipo de señalización vertical reguladora debería implementarse, junto con sus características, dimensiones, ubicación recomendada y pertinencia en la vía.

Tabla 53

Tipo de señalización vertical reguladora que debería presentar la vía

Señalización vertical reguladora	Características	Dimensiones (cm)	Ubicación sugerida	Pertinencia en la vía
Señal de límite de velocidad	Indica la velocidad máxima permitida en diferentes tramos	60x90	Entradas y salidas de zonas pobladas, curvas peligrosas	Controla la velocidad para evitar accidentes
Señal de prohibido adelantar	Señal que restringe el adelantamiento en zonas de alta peligrosidad	60x60	Zonas con curvas pronunciadas y visibilidad reducida	Evita colisiones frontales en áreas de riesgo

Señalización vertical reguladora	Características	Dimensiones (cm)	Ubicación sugerida	Pertinencia en la vía
Ceda el paso	Señal que indica la obligación de ceder el paso en intersecciones	75x75	Intersecciones con caminos secundarios o desvíos	Mejora la seguridad en cruces o incorporaciones
Pare	Señal de detención obligatoria	75x75	En cruces o intersecciones de alto riesgo	Obliga a detenerse y ceder el paso, reduciendo el riesgo de accidentes
Prohibido estacionar	Señal que indica la prohibición de estacionamiento	60x60	En zonas angostas o con poco espacio lateral	Evita obstrucciones en la vía y mejora el flujo vehicular

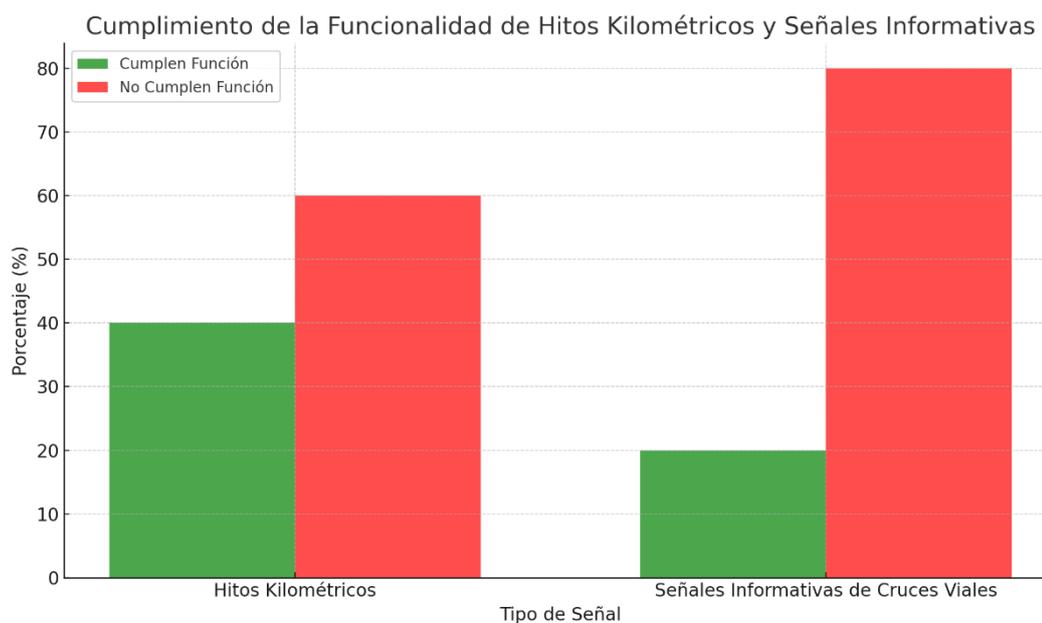
b) Señales informativas

El análisis muestra que tanto los hitos kilométricos como las señales informativas de cruces viales presentan una baja funcionalidad debido a su deterioro y desplazamiento. La gráfica ilustra que solo un 40% de los hitos y un 20% de las señales informativas cumplen con su función, lo que resalta la necesidad urgente de mejorar la señalización en este tramo de la carretera. Por lo que, la propuesta incluye reemplazar y reubicar las señales con materiales duraderos y características adecuadas, como la reflectividad y la legibilidad, para garantizar que cumplan su función en mejorar la orientación y seguridad vial.

Tabla 54

Cumplimiento de la funcionalidad de hitos kilométricos y señales informativas

Tipo de señal	Cumplen función (%)	No cumplen función (%)
Hitos kilométricos	40	60
Señales informativas de cruces viales	20	80

Figura 33*Cumplimiento de la funcionalidad de hitos kilométricos y señales informativas***Tabla 55***Propuesta para remplazo y mejora de hitos kilométricos y señales informativas*

Tipo de señal	Estado actual	Acción recomendada	Ubicación sugerida	Características propuestas
Hitos kilométricos	Deteriorados, desplazados	Reemplazo con materiales duraderos	Cada kilómetro en la vía (KM 0+000 a KM 10+000)	Altura mínima de 1.5 m, material reflectivo
		Reubicación y reemplazo si es necesario	Intersecciones importantes y accesos a caseríos	Dimensiones estándar, material reflectivo y letras legibles
Señales informativas de cruces viales	Deterioradas, desplazadas			

En la Tabla 56 se muestra la ubicación de las únicas dos señales informativas de la carretera Bambamarca – Celendín en el tramo de los 10 km, las cuales cumplen con su función informativa y se encuentran en estado regular, por lo que, deben pasar por proceso de mantenimiento.

Tabla 56*Señales informativas existentes en la vía*

Señal informativa	Progresiva	Dimensiones	Estado situacional	Funcionalidad
Desvió a Cuñacales	1+020	0.60x0.60	Regular	Cumple con su función informativa
A Centro Poblado de Chala	2+300	0.60x0.60	Regular	Cumple con su función informativa

Los hitos kilométricos existentes en la carretera presentan un estado general de deterioro, lo que afecta su visibilidad y utilidad. La función principal de los hitos es proporcionar información precisa sobre la ubicación en la carretera, pero cuando están en mal estado o desplazados de su ubicación original, no cumplen con su propósito. La evaluación muestra que un 60% de los hitos están deteriorados y requieren reemplazo inmediato o mantenimiento.

Tabla 57*Evaluación de hitos kilométricos*

Señal informativa (Hito kilométrico)	Progresiva	Dimensiones (m)	Estado situacional	Funcionabilidad
Km 0+00	0+00	1.2x0.15	Deteriorado	“No Cumple”
km 01+00	1+00	1.2x0.15	Deteriorado	“No Cumple”
km 02+00	2+00	1.2x0.15	Deteriorado	“No Cumple”
km 03+00	3+00	1.2x0.15	Deteriorado	“No Cumple”
km 04+00	4+00	1.2x0.15	Regular	“Cumple”
km 05+00	5+00	1.2x0.15	Deteriorado	“No Cumple”
km 06+00	6+00	1.2x0.15	Deteriorado	“No Cumple”
km 07+00	7+00	1.2x0.15	Regular	“Cumple”
km 08+00	8+00	1.2x0.15	Regular	“Cumple”
km 09+00	9+00	1.2x0.15	Regular	“Cumple”
km 10+00	10+00	1.2x0.15	Deteriorado	“No Cumple”
Resumen			Total	%
Hitos kilométricos que SI cumplen su función			4	40.00%
Hitos kilométricos que NO cumplen su función			6	60.00%
Total			10	100.00%

Figura 34

Resumen de hitos kilométricos evaluados



Muchas de las señales informativas en los cruces viales tampoco cumplen con su función, ya sea por estar deterioradas o porque han sido desplazadas de su posición original. Esto genera confusión en los conductores, quienes dependen de estas señales para orientarse. La falta de mantenimiento y actualización de la señalización informativa reduce la efectividad de las señales en mejorar la seguridad y orientación en la carretera.

Tabla 58

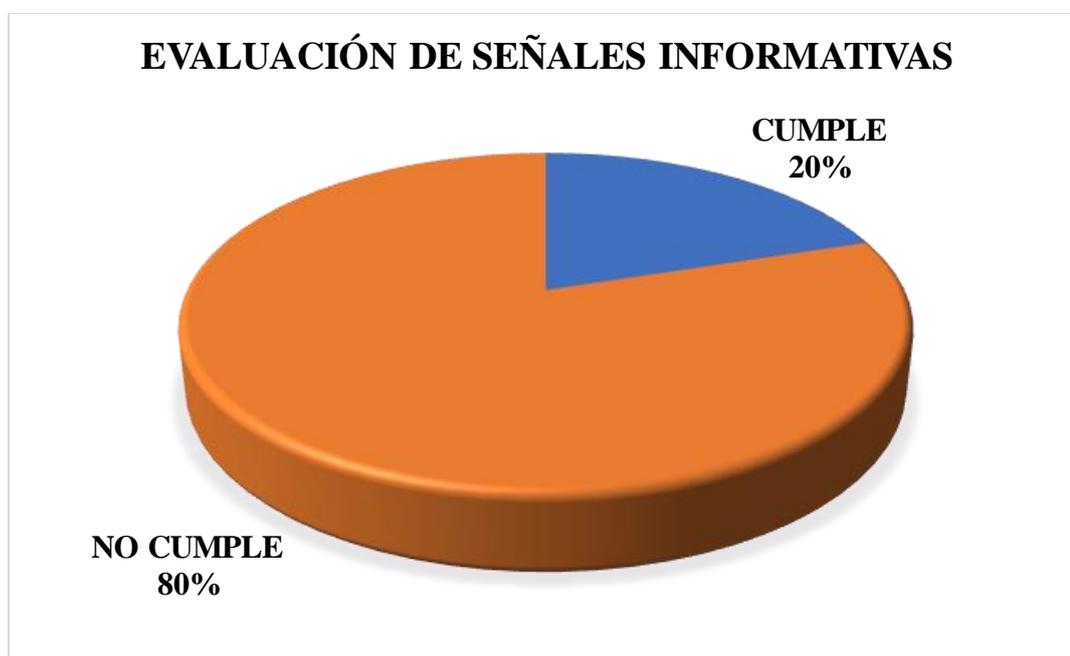
Evaluación de hitos señales informativas

Tipo de Señalización Señal Informativa	Progresiva	Dimensiones (m)	Comprobación
A Celendín- A Llaucan	0+00	1.5x0.15	“NO CUMPLE”
A Bambamarca- A Llaucan	0+00	1.5x0.15	“NO CUMPLE”
Desvió a Cuñacales- A Celendín	1+020	1.5x0.15	“CUMPLE”
A Cuñacales- A Bambamarca	1+030	1.5x0.15	“NO CUMPLE”
A Centro Poblado de Chala- A Celendín	2+300	1.5x0.15	“CUMPLE”
A Centro Poblado de Chala- A Bambamarca	2+310	1.5x0.15	“NO CUMPLE”

Tipo de Señalización	Progresiva	Dimensiones	Comprobación
Señal Informativa		(m)	
A Uñigan - A Celendín	3+500	1.5x0.15	“NO CUMPLE”
A Uñigan - A Bambamarca	3+520	1.5x0.15	“NO CUMPLE”
A Progresopampa- A Celendín	7+420	1.5x0.15	“NO CUMPLE”
A Progresopampa - A Bambamarca	7+430	1.5x0.15	“NO CUMPLE”
Resumen	Total		%
Señales informativas que SI cumplen su función	2		20.00%
Señales informativas que NO cumplen su función	8		80.00%
Total	10		100.00%

Figura 35

Distribución de señales informativas evaluadas.



c) Señales preventivas

El análisis de la señalización de la carretera Bambamarca - Celendín revela que las señales preventivas existentes no cumplen con su función debido a su mal estado de conservación. Cuando las señales preventivas están deterioradas o no son legibles, los conductores no pueden identificar los peligros en la vía, lo que aumenta el riesgo de accidentes. Esta situación es particularmente crítica en zonas

con curvas pronunciadas, pendientes o intersecciones, donde las señales preventivas son esenciales para advertir a los conductores de los riesgos y condiciones de la carretera.

Problemas identificados en las señales preventivas:

- Deterioro físico: La mayoría de las señales presentan desgaste considerable, lo que dificulta o imposibilita la lectura de las indicaciones.
- Falta de mantenimiento: Las señales no han sido reemplazadas o reparadas en mucho tiempo, lo que ha llevado a su deterioro progresivo.
- Desplazamiento o ausencia: En algunos casos, las señales están fuera de su ubicación original o han desaparecido, lo cual genera aún más confusión para los transportistas.

Descripción de las señales preventivas:

Las señales preventivas ubicadas en la vía actual se muestran en la Tabla 59.

Tabla 59

Señales preventivas existentes en la vía

Señal preventiva	Progresiva	Dimensiones	Estado	Funcionalidad
P5-2A	1+580	0.60x0.60	Regular	Cumple con su función
P5-2B	1+640	0.60x0.60	Regular	Cumple con su función

Tabla 60

Evaluación de señales preventivas

Código	Progresiva	Ubicación		Estado	Comparación
		Izquierda	Derecha		
P-2A	0+160	Señal de curva en U a la derecha		Malo	“No Cumple”

Código	Progresiva	Ubicación		Estado	Comparación
		Izquierda	Derecha		
P-2B	0+320		Señal de curva en U a la izquierda	Malo	“No Cumple”
P-2A	0+560	Señal de curva en U a la derecha		Malo	“No Cumple”
P-2B	0+620		Señal de curva en U a la izquierda	Malo	“No Cumple”
P-2A	0+780	Señal de curva en U a la derecha		Malo	“No Cumple”
P-2B	0+840		Señal de curva en U a la izquierda	Malo	“No Cumple”
P5-2B	1+150		Señal de curva en U a la izquierda	Malo	“No Cumple”
P5-2A	1+240	Señal de curva en U a la derecha		Malo	“No Cumple”
P5-1	1+280	Señal camino sinuoso a la derecha		Malo	“No Cumple”
P5-1A	1+520		Señal camino sinuoso a la izquierda	Malo	“No Cumple”
P5-2A	1+580	Señal de curva en U a la derecha		Regular	Cumple
P5-2B	1+640		Señal de curva en U a la izquierda	Bueno	Cumple
P-2B	1+160		Señal de curva en U a la izquierda	Malo	“No Cumple”
P-2A	1+750	Señal de curva en U a la derecha		Malo	“No Cumple”
P-2A	2+00	Señal de curva en U a la derecha		Malo	“No Cumple”
P-2B	2+080		Señal de curva en U a la izquierda	Malo	“No Cumple”
P-2A	2+240	Señal de curva en U a la derecha		Malo	“No Cumple”

Código	Progresiva	Ubicación		Estado	Comparación
		Izquierda	Derecha		
P-2B	2+350		Señal de curva en U a la izquierda	Malo	“No Cumple”
P-2A	2+390	Señal de curva en U a la derecha		Malo	“No Cumple”
P-2B	2+470		Señal de curva en U a la izquierda	Malo	“No Cumple”
P5-2B	2+480		Señal de curva en U a la izquierda	Malo	“No Cumple”
P5-2A	2+560	Señal de curva en U a la derecha		Malo	“No Cumple”
P-2A	2+800	Señal de curva en U a la derecha		Malo	“No Cumple”
P-2B	2+880		Señal de curva en U a la izquierda	Malo	“No Cumple”
P-2B	2+930		Señal de curva en U a la izquierda	Malo	“No Cumple”
P-2A	2+990	Señal de curva en U a la derecha		Malo	“No Cumple”
P5-2A	3+200	Señal de curva en U a la derecha		Malo	“No Cumple”
P5-2B	3+270		Señal de curva en U a la izquierda	Malo	“No Cumple”
P-2B	3+585		Señal de curva en U a la izquierda	Malo	“No Cumple”
P-2A	3+660	Señal de curva en U a la derecha		Malo	“No Cumple”
P5-1	3+665	Señal camino sinuoso a la derecha		Malo	“No Cumple”
P5-1A	3+800	Señal de curva en U a la derecha		Malo	“No Cumple”

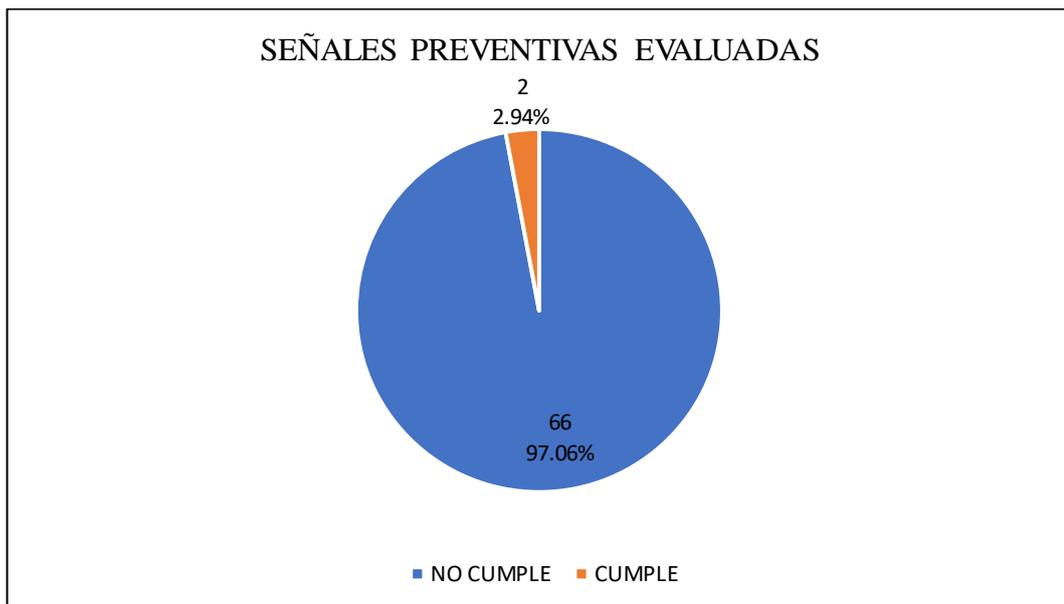
Código	Progresiva	Ubicación		Estado	Comparación
		Izquierda	Derecha		
P-2B	4+070		Señal de curva en U a la izquierda	Malo	“No Cumple”
P-2A	4+150	Señal de curva en U a la derecha		Malo	“No Cumple”
P5-2A	4+380	Señal de curva en U a la derecha		Malo	“No Cumple”
P5-2B	4+450		Señal de curva en U a la izquierda	Malo	“No Cumple”
P5-2B	4+560		Señal de curva en U a la izquierda	Malo	“No Cumple”
P5-2A	4+670	Señal de curva en U a la derecha		Malo	“No Cumple”
P-2A	4+940	Señal de curva en U a la derecha		Malo	“No Cumple”
P-2B	5+020		Señal de curva en U a la izquierda	Malo	“No Cumple”
P-2B	5+070		Señal de curva en U a la izquierda	Malo	“No Cumple”
P-2A	5+150	Señal de curva en U a la derecha		Malo	“No Cumple”
P-2A	5+160	Señal de curva en U a la derecha		Malo	“No Cumple”
P-2B	5+240		Señal de curva en U a la izquierda	Malo	“No Cumple”
P-2A	5+580	Señal de curva en U a la derecha		Malo	“No Cumple”
P-2B	5+670		Señal de curva en U a la izquierda	Malo	“No Cumple”
P5-2A	5+700	Señal de curva en U a la derecha		Malo	“No Cumple”

Código	Progresiva	Ubicación		Estado	Comparación
		Izquierda	Derecha		
P5-2B	5+790		Señal de curva en U a la izquierda	Malo	“No Cumple”
P-2A	6+00	Señal de curva en U a la derecha		Malo	“No Cumple”
P-2B	6+090		Señal de curva en U a la izquierda	Malo	“No Cumple”
P-2A	6+240	Señal de curva en U a la derecha		Malo	“No Cumple”
P-2B	6+330		Señal de curva en U a la izquierda	Malo	“No Cumple”
P-2B	6+540		Señal de curva en U a la izquierda	Malo	“No Cumple”
P-2A	6+620	Señal de curva en U a la derecha		Malo	“No Cumple”
P5-2B	6+770		Señal de curva en U a la izquierda	Malo	“No Cumple”
P5-2A	6+860	Señal de curva en U a la derecha		Malo	“No Cumple”
P-2B	7+700		Señal de curva en U a la izquierda	Malo	“No Cumple”
P-2A	7+820	Señal de curva en U a la derecha		Malo	“No Cumple”
P-2A	7+920	Señal de curva en U a la derecha		Malo	“No Cumple”
P-2B	8+020		Señal de curva en U a la izquierda	Malo	“No Cumple”
P-2A	8+600	Señal de en U a la derecha		Malo	“No Cumple”
P-2B	8+720		Señal de curva en U a la izquierda	Malo	“No Cumple”
P5-2B	9+320		Señal de curva en U a la izquierda	Malo	“No Cumple”

Código	Progresiva	Ubicación		Estado	Comparación
		Izquierda	Derecha		
P5-2A	9+420	Señal curva en “U” a la derecha		Malo	“No Cumple”
P5-2A	9+700	Señal curva en “U” a la derecha		Malo	“No Cumple”
P5-2B	9+800		Señal de curva en U a la izquierda	Malo	“No Cumple”
P-2B	10+160		Señal de curva en U a la izquierda	Malo	“No Cumple”
P-2A	10+280	Señal de en U a la derecha		Malo	“No Cumple”
RESUMEN				TOTAL	%
Señales preventivas que SI cumplen su función				2	3%
Señales preventivas que NO cumplen su función				66	97%
TOTAL				68	100%

Figura 36

Distribución Señales Preventivas Evaluadas



Recomendaciones para mejorar la señalización preventiva:

El análisis muestra que las señales preventivas en la carretera presentan un estado deficiente, lo que impide su funcionalidad y genera riesgos para los conductores. La mayoría están deterioradas, no son legibles, o están fuera de lugar. Para solucionar estos problemas, se recomiendan acciones específicas como el reemplazo, reubicación o mantenimiento de las señales. Las propuestas incluyen la instalación de nuevas señales con materiales reflectivos y dimensiones adecuadas, garantizando su visibilidad y legibilidad. Esto ayudará a mejorar la seguridad vial en zonas críticas como curvas peligrosas, pendientes, intersecciones y áreas con cruce de animales.

Tabla 61

Propuesta para reemplazo y mejora de señales preventivas

Tipo de señal	Estado actual	Acción recomendada	Ubicación sugerida	Características propuestas
Señal de curva peligrosa	No legible, deteriorada	Reemplazo con señales nuevas	En todas las curvas pronunciadas y peligrosas	Material reflectivo, tamaño estándar
Señal de pendiente pronunciada	Desgastada, no visible	Reubicación y reemplazo	En pendientes con gradiente elevado	Dimensiones de 60 x 90 cm, material reflectivo
Señal de intersección peligrosa	Ausente o desplazada	Instalación en la ubicación correcta	En cruces o intersecciones principales	Reflectividad y visibilidad óptima
Señal de camino sinuoso	Desgastada	Mantenimiento o reemplazo	Tramos con varias curvas consecutivas	Material reflectivo, legibilidad a distancia
Señal de animales en la vía	No legible, deteriorada	Reemplazo	Zonas donde hay ganado suelto o cruce de animales	Señal de 75 x 75 cm, con pictograma claro

4.4. Accidentabilidad

4.4.1. Descripción de los accidentes

Para la evaluación de la seguridad vial de la carretera CA-109, tramo km 0+00 hasta km 10+00 caserío Chalapampa, se trabajó con los datos obtenidos del historial de accidentes de tránsito de la comisaria sectorial PNP Bambamarca.

Tabla 62

Reporte de accidentes de tránsito

N.º Accidente	Fecha	Tipo de Accidente	Ubicación	Tipo de Vehículo	Consecuencia
1	03-Abr-17	Colisión	Cas. Cuñacales Alto	Camión (BDZ-760) Moto carguera (S/N)	Daños Materiales
2	10-Jun-17	Despiste	Cas. Chala	Mototaxi (9760-GB)	Daños Materiales
3	21-Jul-17	Falla Mecánica	Cas. Chalapampa	Camioneta (CIK-744)	Daños Materiales
4	15-Oct-17	Colisión	Puente Corellama Km 01 - Altura	Camionetas (AUS- 755) (A7P-858)	Daños Materiales
5	15-Ene-18	Despiste	Gras Sintético el Mirador	Mototaxi (5278-Wa)	Daños Materiales
6	14-Ago-18	Colisión	Puente Corellama	Camioneta (M1k-876)	Daños Materiales
7	22-Set-18	Colisión	Altura IEPP Chalapampa	Camión (A3P-851) Cisterna (TBC-911)	Daños Materiales
8	22-Ene-19	Despiste	Desvió A Uñegan	Moto Lineal 8387-9G	Daños Materiales
9	08-Feb-19	Falla Mecánica	Cruce A Progreso pampa	Camioneta (M3W- 889)	Daños Materiales
10	27-Jun-19	Colisión	Lugar Quilinsacucho Caserío	Camioneta (C1K-744) Moto carguera S/P	Daños Materiales
11	01-Ago-19	Falla Mecánica	Chalapampa Alto	Camión (CBB-904)	Daños Materiales
12	05-Set-19	Colisión	Desvió A Cuñacales Alto Km 02 - Altura	Camioneta (O2H-922) Automóvil (D6A-309)	Daños Materiales
13	14-May-20	Falla Mecánica	Antena Parabólica	Camioneta (D7A-802)	Y Heridos Graves
14	24-Nov-20	Despiste	Puente Corellama	Camioneta (F7W- 035)	Daños Materiales

N.º Accidente	Fecha	Tipo de Accidente	Ubicación	Tipo de Vehículo	Consecuencia
15	08-Dic-20	Colisión	Desvió A Cuñacales Alto Caserío	Camionetas (M4N- 882) (B4C-801)	Daños Materiales
16	25-Dic-20	Falla Mecánica	Chalapampa Alto	Camioneta (BOD-820)	Daños Materiales
17	15-Mar-21	Falla Mecánica	Puente Corellama	Moto carguera (8460- 4K)	Daños Materiales y Perdida Humana Menor de Iniciales D.R.T.M
18	02-Ago-21	Colisión	Km-02 (Referencia Antena) Caserío	camioneta (PGE-397) mototaxi (0322-2K)	Daños Materiales
19	24-Abr-22	Despiste	Chalapampa Alto	camioneta (f7w-935)	Daños Materiales
20	06-Jul-22	Colisión	Desvió A Uñegan	combi (rb-3982) camioneta (a9d-947)	Daños Materiales
21	10-Oct-22	Falla Mecánica	Lugar Quilinsacucho Caserío	camioneta (p4c-842)	Daños Materiales
22	03-Abr-23	Colisión	Chalapampa Alto	camioneta (m5t-889) Mototaxi (9237-ls)	Daños Materiales
23	27-Jul-23	Colisión	Lugar Quilinsacucho	Camioneta (f5o-787) Camión	Daños Materiales
24	17-Nov-23	Falla Mecánica	Puente Corellama	Camioneta (AFJ-780)	Daños Materiales
25	15-Dic-23	Colisión	Kilómetro 02 Aprox.	Mototaxi (2831-7M) Camión	Herido Leve Y Daños Materiales

Fuente: adaptado del reporte policial (anexo D).

En la Tabla 63 se observa que la mayoría de los accidentes (12 de 17, equivalente al 70.6%) fueron atribuidos a la falta de visibilidad en diversos puntos de la vía, lo que sugiere que las características de la carretera, como curvas cerradas, obstáculos visuales o señalización deficiente, influyen significativamente en la ocurrencia de estos incidentes. Además, otros accidentes están relacionados con bermas inadecuadas (2 casos), canalización inadecuada (1

caso), pavimentos resbaladizos (1 caso), y ancho del separador central inadecuado (1 caso), lo que también señala deficiencias en la infraestructura y el diseño de la vía.

Tabla 63

Causa de los accidentes

N.º Accidente	Fecha	Tipo de Accidente	Ubicación	Causas
1	03-Abr-17	Colisión	Cas. Cuñacales Alto	Falta de visibilidad
2	10-Jun-17	Despiste	Cas. Chala	Bermas inadecuadas
4	15-Oct-17	Colisión	Puente Corellama	Falta de visibilidad
5	15-Ene-18	Despiste	Km 01 - Altura Gras Sintético el Mirador	Canalización inadecuada
6	14-Ago-18	Colisión	Puente Corellama	Falta de visibilidad
7	22-Set-18	Colisión	Altura IEPP Chalapampa	Falta de visibilidad
8	22-Ene-19	Despiste	Desvió A Uñegan	Pavimentos resbaladizos
10	27-Jun-19	Colisión	Lugar Quilinsacucho	Falta de visibilidad
12	05-Set-19	Colisión	Desvió A Cuñacales Alto	Falta de visibilidad
14	24-Nov-20	Despiste	Puente Corellama	Ancho del separador central inadecuado
15	08-Dic-20	Colisión	Daños Materiales Km-02	Falta de visibilidad
18	02-Ago-21	Colisión	(Referencia Antena)	Falta de visibilidad
19	24-Abr-22	Despiste	Caserío Chalapampa Alto	Bermas inadecuadas
20	06-Jul-22	Colisión	Desvió A Uñegan	Falta de visibilidad
22	03-Abr-23	Colisión	Caserío Chalapampa Alto	Falta de visibilidad
23	27-Jul-23	Colisión	Lugar Quilinsacucho	Falta de visibilidad
25	15-Dic-23	Colisión	Kilómetro 02 Aprox.	Falta de visibilidad

La Tabla 64 y Figura 37 presentan una descripción de la frecuencia de accidentes en la carretera Bambamarca-Celendín desde 2017 hasta 2023. Los datos muestran una variabilidad en el número de accidentes anuales, con un total

de 25 accidentes registrados en los siete años evaluados. El año con mayor número de accidentes fue 2019, con 5 incidentes, mientras que el 2021 registró el menor número, con solo 2 accidentes. Esta información revela fluctuaciones en la siniestralidad vial, lo que podría estar asociado a factores específicos de cada año, como cambios en el volumen de tráfico, condiciones climáticas, o mejoras en la infraestructura vial que pudieron haber influido en la reducción o aumento de los incidentes.

Tabla 64

Número de accidentes de tránsito por año

Año	N.º de Accidentes
2017	4
2018	3
2019	5
2020	4
2021	2
2022	3
2023	4
Total	25

Figura 37

Distribución de accidentes de tránsito ocurridos por año

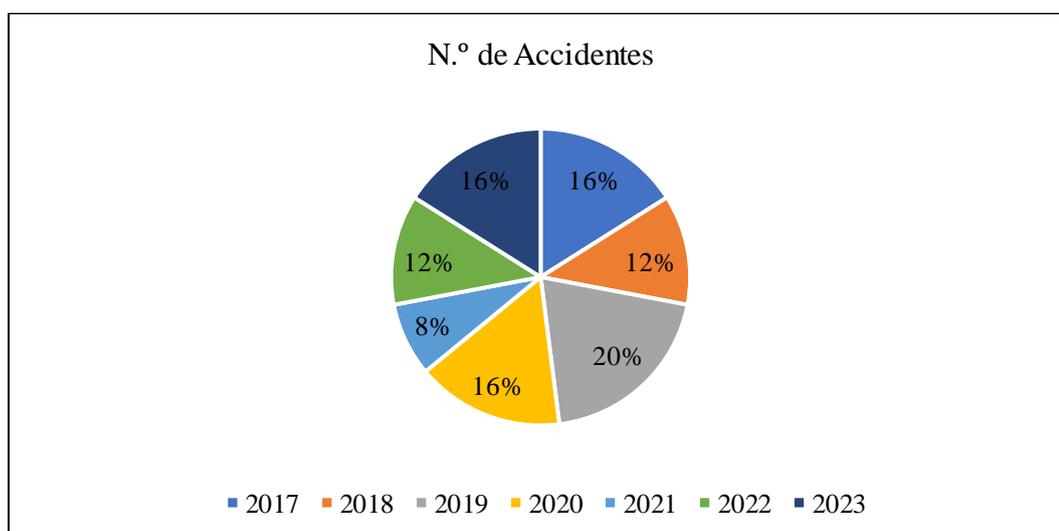


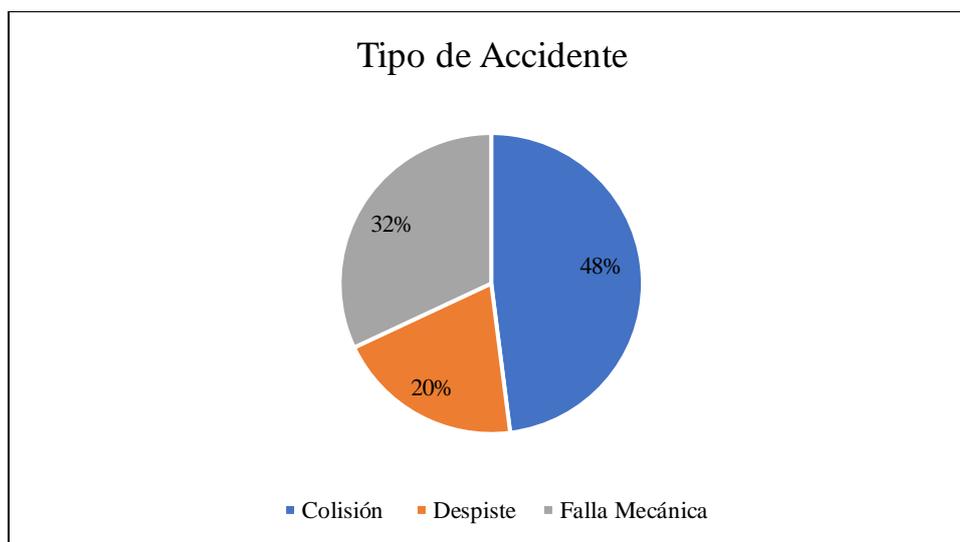
Tabla 65

Tipos de accidentes de tránsito

Tipo de Accidente	N.º de Accidentes
Colisión	12
Despiste	5
Falla Mecánica	8
Total	25

Figura 38

Distribución de Accidentes de Tránsito por Tipo.



4.4.2. Indicadores de accidentalidad.

Los indicadores de accidentalidad permitirán medir el peligro en la carretera Bambamarca- Celendín km 00+00 – km 10+00, se ha tomado como tramo cada kilómetro de carretera, para determinar los puntos críticos. Se recomienda que el periodo de evaluación sea de 5 a más años, por lo que para la presente investigación se ha tomado desde el año 2017 al 2023.

4.4.3. Índice de peligrosidad de accidentes totales.

Relaciona el número total de accidentes registrados en un periodo de tiempo año con la cantidad de vehículos que circulan por un sector determinado o tramo de vía. Por lo que los puntos críticos de la vía son cuando el IPat es mayor o igual a 1.5

$$IPat = \frac{10^6 \cdot N}{IMD \cdot t \cdot L}$$

Dónde: N: número de accidentes; t: periodo de tiempo en días; IMD: Tráfico promedio diario (Veh/día); L: Longitud del tramo (Km).

Tabla 66

Índice de peligrosidad de accidentes totales

Periodo km	N	IMD	L(km)	IPat
km 00 - km 01	6	204	1	16.12
km 01 - km 02	3	204	1	8.06
km 02 - km 03	0	204	1	0.00
km 03 - km 04	2	204	1	5.37
km 04 - km 05	0	204	1	0.00
Km 05 - km 06	1	204	1	2.69
km 06 - km 07	3	204	1	8.06
km 07 - km 08	1	204	1	2.69
km 08 - km 09	0	204	1	0.00
km 09 - km 10	2	204	1	5.37

De la Tabla 66 se tiene que los tramos correspondientes a los kms 01, 02, 04, 06, 07, 08 y 10 tienen un índice de peligrosidad de accidentes totales (IPat) mayor a 1.5, que es un valor crítico donde ocurrieron accidentes de tránsito.

4.4.4. Índice de peligrosidad de accidentes con víctimas.

Relaciona el número de accidentes con víctimas registrados en un año, con la cantidad de vehículos que circulan por un sector determinado o tramo de vía. Donde Los puntos críticos de la vía son cuando el IPav es mayor o igual a 1.0.

$$IPav = \frac{10^6 \cdot N_v}{IMD \cdot t \cdot L}$$

Dónde: Nv: (número de accidentes con víctimas); t: periodo de tiempo en días;

IMD: Tráfico promedio diario (Veh/día); L: Longitud del tramo (Km).

Tabla 67

Índice de peligrosidad de accidentes con víctimas

Periodo 2017-2023	N	IMD	L(km)	IPat
km 00 - km 01	2	204	1	5.37
km 01 - km 02	0	204	1	0.00
km 02 - km 03	0	204	1	0.00
km 03 - km 04	1	204	1	2.67
km 04 - km 05	0	204	1	0.00
Km 05 - km 06	0	204	1	0.00
km 06 - km 07	1	204	1	2.67
km 07 - km 08	0	204	1	0.00
km 08 - km 09	0	204	1	0.00
km 09 - km 10	1	204	1	2.67

De la Tabla 67 se tiene que el tramo correspondiente los kms 01, 03, 06 y 09 tienen un índice de peligrosidad de accidentes con víctimas (IPav) mayor a 1.0, que representa valor crítico.

4.4.5. Índice de severidad

Relaciona el número equivalente de accidentes de tránsito registrados con la cantidad de vehículos que circulan por un sector determinado o tramo de vía. Donde Los puntos críticos de la vía son cuando el IS es mayor o igual 5.

$$IS = \frac{(AF * 18 + AS * 2 + Asimp) * 10^6}{IMD.t.L}$$

Dónde: t: periodo de tiempo en días, IMD: Tráfico promedio diario (Veh/día), L: Longitud del tramo (Km); AF: Accidentes fatales; AS: Accidentes severos; Asimp: Accidentes simples.

Tabla 68

Índice de severidad

Periodo	Accidentes fatales (AF)	Accidentes severos (AS)	Accidentes simples	IMD	L(km)	IPat
2017-2023						
km 00 - km 01	0	2	0	204	1	5.37
km 01 - km 02	0	0	0	204	1	0.00
km 02 - km 03	0	0	0	204	1	0.00
km 03 - km 04	0	1	0	204	1	2.67
km 04 - km 05	0	0	0	204	1	0.00
Km 05 - km 06	0	0	0	204	1	0.00
km 06 - km 07	0	1	0	204	1	2.67
km 07 - km 08	0	0	0	204	1	0.00
km 08 - km 09	0	0	0	204	1	0.00
km 09 - km 10	0	1	0	204	1	2.67

De la Tabla 68 se tiene que de todos los tramos evaluados solo el km 01 tiene un índice de severidad (IS) mayor a 5 los cual representa punto crítico.

4.5. Medidas correctivas para mejorar la seguridad vial de la carretera CA-109, tramo km 0+000 hasta km 10+000 caserío Chalapampa

Es indispensable rediseñar y ampliar las curvas, ya que cerca del 25% no alcanza el radio mínimo de 25 m, comprometiendo la seguridad vial. Es necesario ajustar los peraltes en un pequeño tramo de la carretera para que no superen el límite máximo del 12%. Además, más del 50% de los sobreelevamientos no cumplen con las normativas actuales, requiriendo la ampliación de la calzada. También se deben incorporar más carriles de adelantamiento, ya que el 35% de los tramos no

garantizan adelantamientos seguros. Asimismo, se necesita ampliar la calzada en el 45% del trayecto y las bermas en el 40%, debido a que no cumplen con los anchos mínimos establecidos.

Tabla 69

Medidas correctivas para solucionar problemas geométricos en la vía

Problema	Medida correctiva	Prioridad
23.87% de los radios de curvatura < 25 m	Rediseño y ampliación de curvas para cumplir con radio mínimo	Alta
2.00% de los peraltes > 12%	Ajuste de peraltes para cumplir con la norma	Media
63.87% de los sobreamchos no cumplen norma DG-2018	Ampliación de la calzada y ajustes necesarios	Alta
35.29% de tramos no cumplen con distancia de adelantamiento	Incremento de carriles de adelantamiento donde sea posible	Media
45% del trayecto no cumple con ancho mínimo de calzada	Ampliación de la calzada a mínimo 6 m	Alta
40% de la vía no cumple con ancho de berma	Ensanchamiento de bermas a al menos 0.5 m	Alta

La carretera necesita señalización horizontal adecuada debido a la falta de esta por la capa de rodadura de afirmado. Se debe reemplazar y mantener los hitos kilométricos y las señales informativas, ya que el 60% y el 80% respectivamente no cumplen su función. Además, casi todas las señales preventivas (97%) no son efectivas, por lo que deben ser reemplazadas y mantenidas. Las señales que faltan incluyen las de advertencia de curvas peligrosas, limitación de velocidad, zonas de adelantamiento, y señalización de cruces peatonales. Las correcciones que deben realizarse a las señales existentes incluyen la actualización de materiales para mejorar la reflectividad, la reubicación de señales en lugares con mejor visibilidad, y el mantenimiento periódico para asegurar su funcionalidad. Estas medidas están descritas con mayor detalle en la sección correspondiente de medidas correctivas específicas por tramo.

Tabla 70*Medidas correctivas para solucionar problemas de señalización en la vía*

Problema	Medida correctiva	Prioridad
Ausencia de señalización horizontal	Construcción de la capa de rodadura asfaltada e instalación de señalización horizontal en la capa de rodadura	Alta
60% de hitos kilométricos no cumplen su función	Reemplazo y mantenimiento de hitos kilométricos	Media
80% de señales informativas no cumplen su función	Reemplazo y mantenimiento de señales informativas	Alta
97% de señales preventivas no cumplen su función	Reemplazo y mantenimiento de señales preventivas	Alta

Es fundamental implementar sistemas de control de velocidad y habilitar zonas para adelantamientos seguros, debido a que las colisiones constituyen el 48% de los accidentes. Para reducir el 32% de accidentes ocasionados por fallas mecánicas, se recomienda llevar a cabo campañas de inspección y mantenimiento obligatorio de vehículos. Además, resulta prioritario instalar barreras de seguridad y optimizar la visibilidad en las curvas, ya que los despistes representan el 20% de los accidentes.

Así mismo, en los kms 03, 05 y 09 son críticos, con un índice de peligrosidad de accidentes totales (IPat) menor a 1.5, y necesitan mejoras en infraestructura y señalización. Los kms 01, 03, 06 y 09 tienen un índice de peligrosidad de accidentes con víctimas (IPav) mayor a 1.0, requiriendo medidas de seguridad adicionales. El km 01 tiene un índice de severidad (IS) mayor a 5, representando un punto crítico que necesita intervenciones específicas para reducir la gravedad de los accidentes.

Tabla 71

Medidas correctivas para solucionar problemas de accidentes y seguridad en la vía

Problema	Medida correctiva	Prioridad
48% de accidentes por colisión	Implementación de sistemas de control de velocidad y zonas de adelantamiento seguro	Alta
32% de accidentes por falla mecánica	Campañas de inspección vehicular y mantenimiento obligatorio	Media
20% de accidentes por despiste	Instalación de barreras de seguridad y mejoras en la visibilidad de curvas	Alta
kms 03, 05 y 09, IPat < 1.5	Mejoras en la infraestructura vial y señalización adicional	Alta
kms 01, 03, 06 y 09, IPav > 1.0	Refuerzo en medidas de seguridad y control de velocidad	Alta
km 01, IS > 5	Implementación de medidas especiales para reducción de severidad de accidentes	Alta

4.6. Evaluación de la seguridad vial nominal de la carretera

Se refiere al grado de cumplimiento de los criterios y preceptos recogidos en las guías y normativas de diseño representado en porcentaje respecto de los puntos de riesgo o sitios inconsistentes, el resultado se recogió en el siguiente cuadro.

Tabla 72

Evaluación de la seguridad vial nominal de la carretera

Elemento Evaluado	Cumple		No Cumple	
	N°	%	N°	%
Características geométricas evaluadas en planta		61.39%		38.61%
Radio de curvatura	118.00	curvas 75.29%	37.00	curvas 24.71%
Peralte	152.00	curvas 98.00%	3.00	curvas 1.76%
Sobreancho	56.00	curvas 36.47%	99.00	curvas 62.94%
Distancia de visibilidad	11.00	curvas 64.71%	6.00	curvas 35.29%
Tramos en tangente	50	tramos 32.26%	105	tramos 67.74%

Elemento Evaluado	Cumple		No Cumple			
	N°		%	N°		%
Elementos geométricos en perfil			97.62%	2.38%		
Pendiente longitudinal	14.00	und	100.00%	0.00	und	0.00%
Curvas Verticales	20	Curvas	95.24%	1	curvas	4.76%
Elementos geométricos en sección transversal			57.50%	42.50%		
Ancho de calzada	11.00	und	55.00%	9.00	Und	45.00%
Ancho de berma	12.00	und	60.00%	8.00	Und	40.00%
Señalización			21.00%	79.00%		
Hitos kilométricos	4.00	und	40.00%	6.00	Und	60.00%
Señales informativas	2.00	und	20.00%	8.00	Und	80.00%
Señales preventivas	2.00	und	3.00%	66.00	Und	97.00%
Dotación vial	0	m	0.00%	10,000.00	M	100%
Total			59.38%	40.62%		

De la Tabla 72, donde se ha resumido todos los elementos geométricos evaluados, se ha determinado que, no cumplen el 38.91% en planta, el 2.38% en perfil, 42.50% en sección transversal y el 79.00% en señalización, de acuerdo a estos resultados obtenidos, se puede decir que la carretera es insegura.

4.7. Discusión de resultados

La carretera Bambamarca-Celendín, en el tramo km 0+000 hasta km 10+000, se clasifica como una carretera de tercera clase con un IMDA de 204 vehículos por día, en un terreno accidentado, y utiliza un vehículo de diseño tipo C2 con una velocidad de diseño de 30 km/h. Los radios de curvatura existentes varían entre 11 y 40 m, con el radio mínimo según la DG-2018 establecido en 25 m. Los peraltes oscilan entre 1.9% y 12.2%, superando en algunos casos el máximo permitido del 12%. Los sobreechornos calculados alcanzan hasta 3.70 m,

excediendo la norma DG-2018 que establece un rango de 0.60 a 2.40 m. Además, la distancia de visibilidad de paso se cumple con 110 m y las pendientes se mantienen dentro del máximo de 10% y mínimo de 0.5%. Sin embargo, el ancho de la calzada varía entre 4.8 y 6.5 m, y las bermas tienen entre 0.3 y 0.5 m, incumpliendo los 6 m y 0.5 m establecidos respectivamente en la DG-2018.

A nivel internacional, Khuzan & Al-Jumaili (2023) y Ghalehni & Boroujerdian (2023) han evidenciado que optimizar el diseño geométrico es clave para disminuir accidentes en carreteras rurales. En rutas montañosas, la bibliografía resalta la importancia de radios de curvatura y peraltes adecuados para garantizar la estabilidad y seguridad vehicular, problemas también presentes en la carretera Bambamarca-Celendín. Bisht & Tiwari (2022) señalaron que arcenes pavimentados de hasta 1.5 m mejoran significativamente la seguridad, sugiriendo la necesidad de ampliar las bermas en este tramo.

A nivel nacional, Bautista (2021), Jacinto (2019) y Álvarez (2019) subrayan la relevancia de cumplir con las normativas geométricas para mejorar la seguridad vial. Bautista demostró que ajustes en el diseño geométrico aumentan considerablemente la seguridad, una solución pertinente para la carretera Bambamarca-Celendín, donde varios parámetros geométricos no cumplen las normas. Jacinto destacó que la inconsistencia en el trazado afecta la seguridad vial, un problema evidente en esta vía por sus variaciones en radios de curvatura y anchos de calzada.

A nivel local, Chávez (2023) y Cubas (2022) analizaron la relación entre diseño geométrico y seguridad vial en carreteras de la región. Chávez concluyó que la falta de consistencia geométrica perjudica la seguridad, como ocurre en la carretera Bambamarca-Celendín con sus radios y peraltes fuera de norma. Cubas

propuso mejoras de diseño para reducir accidentes, una recomendación igualmente aplicable a este tramo

El análisis evidencia múltiples deficiencias en el tramo de la carretera Bambamarca-Celendín, entre el km 0+000 y el km 10+000, caserío Chalapampa, respecto a las normas geométricas DG-2018. Estas deficiencias incluyen radios de curvatura, peraltes, sobreanchos, distancias de adelantamiento, ancho de calzada y bermas, factores que incrementan considerablemente el riesgo de accidentes. Según Bautista (2021) y Jacinto (2019), cumplir con las normativas geométricas es esencial para mejorar la seguridad vial, lo que resalta la necesidad de corregir las deficiencias identificadas en este tramo.

En particular, el 24.71% de los radios de curvatura no cumple con el mínimo de 25 m requerido por la DG-2018, lo que representa un riesgo significativo, ya que radios menores dificultan que los vehículos permanezcan en su carril, especialmente a velocidades elevadas, aumentando la probabilidad de accidentes. Esto es consistente con Ghalehni & Boroujerdian (2023), quienes hallaron que radios pequeños aumentan el riesgo de irrupción de carril. Khuzan & Al-Jumaili (2023) resaltan que curvas con radios menores de 20 m son riesgosas, indicando que la carretera Bambamarca-Celendín, con radios menores a 25 m en algunos tramos, presenta un riesgo considerable. Ghalehni & Boroujerdian (2023) demuestran que la capacidad de los conductores para mantenerse en el carril disminuye en curvas con radios pequeños, similar a lo observado en este tramo de carretera.

Un 1.76% de los peraltes en la carretera excede el límite permitido por la DG-2018 (12% para 30 km/h y un radio mínimo de 25 m). Aunque el porcentaje

es bajo, peraltes excesivos desestabilizan vehículos, especialmente en lluvia, como también señalaron Khuzan & Al-Jumaili (2023).

El 63.87% de los sobreechornos no cumple con la norma DG-2018, lo que dificulta maniobras seguras en vehículos grandes y situaciones de emergencia, un problema destacado por Jacinto (2019) y Cubas (2022) como crítico para la seguridad vial.

Un 35.29% de los tramos no ofrece la distancia de adelantamiento requerida, limitando la visibilidad para adelantamientos seguros y aumentando el riesgo de colisiones frontales, como señalaron Bisht & Tiwari (2022).

El 45% del trayecto no cumple con el ancho mínimo de calzada de 6 m, lo que genera maniobras peligrosas en encuentros de vehículos, como destacó Villena (2021). Además, Bisht & Tiwari (2022) subrayaron la necesidad de arcenes pavimentados, otra deficiencia identificada en la vía.

El 40% del tramo no tiene bermas con el ancho mínimo de 0.5 m, limitando el espacio para emergencias y aumentando los riesgos para conductores y peatones, reafirmando las conclusiones de Bisht & Tiwari (2022).

Chávez (2023) y Cubas (2022) señalaron que la falta de consistencia geométrica afecta la seguridad vial, lo que sugiere que las deficiencias en la carretera Bambamarca-Celendín requieren atención urgente para reducir los riesgos de accidentes.

La evaluación de la señalización en la CA-109, tramo km 0+000 hasta km 10+000, proyecta derivaciones alarmantes en cuanto a la eficacia de las señales viales. Khuzan & Al-Jumaili (2023) subrayan que el perfeccionamiento del diseño geométrico y la señalización es esencial para disminuir los accidentes. La falta de señalización adecuada en la carretera Bambamarca-Celendín es un factor crítico

que contribuye al aumento del riesgo de accidentes, alineándose con sus hallazgos.

La carretera no cuenta con señalización horizontal debido a que la capa de rodadura es de afirmado. La falta de señalización horizontal, como líneas centrales y laterales, dificulta la orientación de los conductores, especialmente en condiciones de baja visibilidad o nocturnas. La ausencia de estas señales puede aumentar el riesgo de colisiones frontales y salidas de carril. Bisht & Tiwari (2022) enfatizan la importancia de arcenes adecuados y señalización clara para reducir accidentes, especialmente colisiones traseras. La falta de señalización efectiva en la carretera Bambamarca-Celendín agrava estos riesgos.

Existen dos señales informativas, de las cuales el 80% no cumplen su función. La falta de señales informativas adecuadas puede llevar a los conductores a desconocer importantes informaciones sobre el trayecto, como destinos, distancias y servicios, lo que puede generar confusión y decisiones de conducción erróneas. Villena (2021) subraya la necesidad de señalización y dispositivos de control para mejorar la seguridad. La implementación de señalización adecuada en la carretera Bambamarca-Celendín podría reducir la incidencia de accidentes.

Se identificaron 68 señales preventivas, pero el 97% no cumplen su función. Las señales preventivas son cruciales para advertir a los conductores sobre peligros inminentes y cambios en la carretera, como curvas cerradas, pendientes pronunciadas, y cruces de caminos. Su ineffectividad es un grave problema de seguridad. Ghalehni & Boroujerdian (2023) destacan la importancia de señales que alerten sobre curvas peligrosas. La ineficacia de las señales preventivas en el tramo evaluado podría aumentar la probabilidad de accidentes en curvas, una situación que se podría mitigar con una señalización adecuada.

Chávez (2023) resalta la importancia de la señalización preventiva en vías con geometría inconsistente. La falta de señales efectivas en la carretera Bambamarca-Celendín afecta negativamente la seguridad vial.

El análisis de la accidentabilidad en la carretera Bambamarca-Celendín, tramo km 0+000 hasta km 10+000, revela patrones preocupantes que deben ser abordados para mejorar la seguridad vial. En los últimos siete años, según reporte de la PNP, se han registrado 25 accidentes de tránsito, de los cuales el 48% han sido colisiones, el 32% se han debido a fallas mecánicas y el 20% a despistes. La alta incidencia de colisiones sugiere problemas relacionados con el diseño geométrico de la carretera, la velocidad excesiva y la falta de señalización adecuada. Las fallas mecánicas también representan un porcentaje significativo, lo que indica la necesidad de un mayor control y mantenimiento de los vehículos que transitan por esta vía. Los despistes, que implican la salida del vehículo de la carretera, pueden estar vinculados con la falta de señalización adecuada y las deficiencias en el diseño geométrico.

El análisis de los índices de peligrosidad muestra que los tramos correspondientes a los kilómetros 01, 02, 04, 06, 07, 08 y 10 tienen un índice de peligrosidad de accidentes totales (IPat) mayor a 1.5, lo cual representa un valor crítico. Esto indica que en estos tramos la frecuencia de accidentes es significativa y se requiere una intervención inmediata para reducir el riesgo. Además, los kilómetros 01, 03, 06 y 09 presentan un índice de peligrosidad de accidentes con víctimas (IPav) mayor a 1.0, lo que también representa un valor crítico, subrayando la necesidad de mejorar la seguridad en estos tramos específicos. El kilómetro 01 tiene un índice de severidad (IS) mayor a 5, lo que lo califica como

un punto crítico, sugiriendo que los accidentes en este tramo resultan en consecuencias graves o fatales, requiriendo medidas de seguridad urgentes.

Comparando estos resultados con antecedentes internacionales, Khuzan y Al-Jumaili (2023) identificaron que curvas con radios superiores a 200 m y la falta de peralte aumentan los riesgos de accidentes. La frecuencia de colisiones y despistes en la carretera Bambamarca-Celendín podría estar relacionada con estas características geométricas, sugiriendo que mejorar el diseño geométrico y añadir peralte podría reducir significativamente los accidentes. Ghalehni y Boroujerdian (2023) resaltaron que el exceso de velocidad en curvas horizontales y pendientes aumenta la probabilidad de invasión de carril. La carretera en estudio muestra una alta incidencia de accidentes, lo cual sugiere que las características geométricas y la falta de control de velocidad son factores contribuyentes. En la India, Bisht y Tiwari (2022) indicaron que los arcenes pavimentados reducen los accidentes fatales. En la carretera Bambamarca-Celendín, la ausencia de arcenes adecuados podría estar contribuyendo a la gravedad de los accidentes, especialmente los despistes.

A nivel nacional, Bautista (2021) señaló la importancia de cumplir con las normativas de diseño geométrico y seguridad vial. La alta incidencia de accidentes en la carretera Bambamarca-Celendín resalta la necesidad de revisar y ajustar el diseño geométrico para mejorar la seguridad vial. Jacinto (2019) enfatizó la necesidad de ajustar la geometría del trazado para cumplir con los estándares y mejorar la seguridad. Los problemas de consistencia geométrica identificados en la carretera Bambamarca-Celendín pueden estar contribuyendo a los accidentes, similar a los hallazgos de Jacinto. Alvarez (2019) propuso soluciones como la colocación de señales estratégicas para mejorar la seguridad vial. La falta de

señalización adecuada en la carretera Bambamarca-Celendín destaca la necesidad de implementar tales medidas.

A nivel local, Chávez (2023) encontró que la inconsistencia geométrica afecta la seguridad vial. En la carretera Bambamarca-Celendín, la falta de consistencia geométrica y señalización efectiva puede estar aumentando el riesgo de accidentes. Cubas (2022) observó que las características geométricas inapropiadas y la velocidad excesiva contribuyen a accidentes. Estos factores son evidentes en la carretera Bambamarca-Celendín, donde la falta de diseño geométrico adecuado y el control de velocidad son problemáticos. Villena (2021) destacó la necesidad de señalización y dispositivos de control para mejorar la seguridad. La carretera Bambamarca-Celendín presenta una falta de señalización adecuada, lo cual es crucial para reducir la incidencia de accidentes.

Por tanto, la accidentabilidad en la carretera Bambamarca-Celendín muestra una alta frecuencia y gravedad de accidentes, especialmente en ciertos tramos críticos los cuales se ubican en los kilómetros 01, 02, 04, 06, 07, 08 y 10. La falta de señalización adecuada, las características geométricas deficientes y el control insuficiente de la velocidad son factores contribuyentes significativos. Comparando estos resultados con estudios internacionales, nacionales y locales, se observa una tendencia consistente que destaca la importancia de mejorar el diseño geométrico, implementar señalización adecuada y realizar controles de velocidad efectivos para reducir la accidentabilidad y mejorar la seguridad vial. Se recomienda una revisión integral del diseño geométrico y la implementación de medidas de seguridad vial urgentes en los tramos críticos identificados.

De los resultados obtenidos de la evaluación de la seguridad vial de la carretera Bambamarca-Celendín, tramo km 0+00 hasta km 10+00 caserío

Chalapampa y tomando como referencia los antecedentes internacionales, nacionales y locales podemos afirmar que es prioritario cumplir mínimamente con los parámetros básicos de diseño para así obtener como resultado una vía más segura y con mejores condiciones para los usuarios. Alvarez (2019) propone soluciones específicas como la colocación de señales y dispositivos de control, relevantes para mejorar la seguridad en la carretera Bambamarca-Celendín.

4.8. Contrastación de hipótesis

Según los resultados obtenidos, se demuestra que la hipótesis planteada: “El nivel de seguridad vial en la carretera Bambamarca-Celendín, tramo km 0+000 hasta km 10+000 caserío Chalapampa, en función a sus características geométricas, señalización y accidentabilidad es deficiente”, es verdadera. Esto se confirma ya que, de acuerdo con los parámetros analizados, la carretera presenta un incumplimiento del 40.62% respecto a la normativa vigente en aspectos clave como el diseño geométrico, la señalización y los niveles de accidentabilidad. Las deficiencias identificadas en la geometría de la vía, el estado de la señalización y la alta frecuencia de accidentes en puntos críticos son factores determinantes que comprometen significativamente la seguridad vial en el tramo evaluado. Por lo tanto, se concluye que la hipótesis alternativa es correcta y se rechaza la hipótesis nula.

CAPÍTULO V.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. Conclusiones

De forma general la evaluación de la seguridad vial de la carretera Bambamarca-Celendín, tramo km 0+000 hasta km 10+000 caserío Chalapampa, ha revelado que la vía es insegura debido a las deficiencias significativas en sus características geométricas, señalización y alta tasa de accidentalidad. La carretera no cumple con un considerable porcentaje de los parámetros geométricos establecidos, y la señalización es insuficiente e ineficaz. Estos factores contribuyen a una alta incidencia de accidentes, subrayando la necesidad urgente de mejoras en el diseño y la implementación de medidas de seguridad.

Las características geométricas de la carretera CA-109 muestran que es una carretera de tercera clase con un IMDA de 204 vehículos por día, diseñada para un vehículo tipo C2 y una velocidad de diseño de 30 km/h. Sin embargo, varios tramos de la carretera no cumplen con los estándares geométricos establecidos por la DG-2018, incluyendo radios de curvatura, peraltes, sobreanchos, anchos de calzada y bermas, lo cual compromete la seguridad vial.

La evaluación de las características geométricas de la carretera Bambamarca-Celendín, basada en los parámetros de diseño de la DG-2018, revela que el 24.71% de los radios de curvatura no cumplen con el radio mínimo de 25 m, el 1.76% de los peraltes superan el máximo de 12%, el 62.94% de los sobreanchos no cumplen con la norma, el 35.29% de los tramos no cumplen con la distancia de adelantamiento y el 45% del trayecto no cumple con el ancho mínimo de calzada. Estos incumplimientos destacan la necesidad de revisar y ajustar el diseño geométrico para mejorar la seguridad.

El análisis de la señalización de la carretera Bambamarca-Celendín muestra que la vía tiene una capa de rodadura de afirmado y presenta una cantidad insuficiente y

deficiente de señales informativas y preventivas. El 60% de los hitos kilométricos y el 80% de las señales informativas no cumplen su función, mientras que el 97% de las señales preventivas también son ineficaces, esto se debe a que las señales están muy deterioradas. Esta falta de señalización adecuada es un factor importante que contribuye a la inseguridad vial.

El análisis de la accidentabilidad en la carretera Bambamarca-Celendín indica que en los últimos siete años han ocurrido 25 accidentes de tránsito, con un 48% de colisiones, 32% de fallas mecánicas y 20% de despistes. Los tramos correspondientes a los kilómetros 01, 02, 04, 06, 07, 08 y 10 presentan un índice de peligrosidad de accidentes totales (IPat) menor a 1.5, mientras que los kilómetros 01, 03, 06 y 09 tienen un índice de peligrosidad de accidentes con víctimas (IPav) mayor a 1.0. Además, el kilómetro 01 tiene un índice de severidad (IS) mayor a 5. Estos datos reflejan que ciertos tramos son particularmente peligrosos y requieren atención inmediata para reducir la incidencia y la gravedad de los accidentes.

Las medidas correctivas que se deben implementar en la carretera Bambamarca-Celendín, tramo km 0+000 hasta km 10+000 caserío Chalapampa para mejorar la seguridad vial son rediseñar curvas, ajustar peraltes, ampliar la calzada y mejorar la señalización.

5.2. Recomendaciones

Implementar un plan integral de mejoramiento de la carretera que incluya la revisión y adecuación de las características geométricas según los estándares vigentes, la instalación de señalización adecuada y efectiva, y el desarrollo de campañas de concienciación sobre seguridad vial para reducir la tasa de accidentalidad.

Realizar una revisión detallada y un rediseño de los tramos de la carretera que no cumplen con los estándares geométricos establecidos, asegurando que se ajusten a los parámetros de la DG-2018 para mejorar la seguridad y eficiencia de la vía.

Implementar un programa de adecuación geométrica que incluya la corrección de radios de curvatura, peraltes, sobreeanchos, distancia de adelantamiento y anchos de calzada, para asegurar que todos los tramos de la carretera cumplan con los estándares de la DG-2018, mejorando así la seguridad vial.

Desarrollar e implementar un plan integral de señalización vial que incluya la renovación de señales informativas y preventivas, asegurando que sean visibles y efectivas para mejorar la seguridad de los usuarios de la carretera.

Implementar medidas de mitigación en los tramos críticos, como la mejora de la infraestructura vial, la instalación de señalización adecuada, el control de velocidad y la realización de campañas de educación vial. Además, se debe realizar un monitoreo continuo de la accidentabilidad para evaluar la efectividad de las medidas implementadas y hacer ajustes según sea necesario.

CAPÍTULO VI.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alam, M. S., & Tabassum, N. J. (2023). Spatial pattern identification and crash severity analysis of road traffic crash hot spots in Ohio. *Heliyon*, 9(5), 1-12. [https://doi.org/https://www.cell.com/heliyon/pdf/S2405-8440\(23\)03510-7.pdf](https://doi.org/https://www.cell.com/heliyon/pdf/S2405-8440(23)03510-7.pdf)
- Álvarez, J. (1998). *Manual de planeación y diseño para la administración del tránsito y el transporte en Santa Fe de Bogotá*. Alcaldía Mayor de Santa Fe de Bogotá. <https://doi.org/https://catalogo.escuelaing.edu.co/cgi-bin/koha/opac-detail.pl?biblionumber=4013>
- Alvarez, J. F. (2019). *Influencia del diseño geométrico sobre la seguridad vial de la carretera Mollepata - Catillambi basada en los parámetros de la norma DG - 2014*. [Tesis de grado, Universidad Nacional de Cajamarca]. <http://hdl.handle.net/20.500.14074/2917>
- Bautista, J. (2021). *Análisis de la seguridad vial desde el diseño geométrico de la carretera Canchaque – Huancabamba*. [Tesis para optar el título de Ingeniero Civil, Universidad de Piura]. <https://hdl.handle.net/11042/5083>
- Bish, L. S., & Tiwari, G. (2022). Safety effects of paved shoulder width on a four-lane divided rural highway in India: A matched case-control study. *Safety science*, 147(1), 1-10. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.ssci.2021.105606>
- Cárdenas, J. (2013). *Diseño Geométrico de Carreteras*. Colombia: ECOE .
- Chávez, L. F. (2023). *Análisis de la seguridad vial de la carretera del C.P. Guayao – C.P. Machaypungo en función a la consistencia de la geometría Celendín – Cajamarca*. [Tesis de grado, Universidad Nacional de Cajamarca]. <http://hdl.handle.net/20.500.14074/5792>

- Choconta, P. A. (2011). *Disño geométrico de vías*. Escuela Colombiana de Ingeniería Julio Garavito. <http://sbiblio.uandina.edu.pe/cgi-bin/koha/opac-detail.pl?biblionumber=15166>
- Cubas, A. (2022). *Influencia de las características geométricas de la carretera San Juan – Chotén en la seguridad vial-Cajamarca*. [Tesis de grado, Universidad Privada Antenor Orrego]. <https://hdl.handle.net/20.500.12759/8684>
- Ghalehni, S. A., & Boroujerdian, A. M. (2023). Model of encroachment into opposite lanes in horizontal curves of rural roads. *IATSS Research*, 47(2), 277-285. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.iatssr.2023.04.004>
- Granda, J. J. (2023). *Características de seguridad para un buen diseño geométrico de carreteras: Una revisión literaria*. [Tesis de grado, Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo]. <http://hdl.handle.net/20.500.12423/6257>
- Hang, J., Yan, X., Li, X., & Duan, K. (2022). In-vehicle warnings for work zone and related rear-end collisions: A driving simulator experiment. *Accident Analysis & Prevention*, 174(1), 1-10. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.aap.2022.106768>
- Huerta, E. (02 de julio de 2019). La preocupante cifra de muertes por accidentes de tránsito en el Perú y sus principales causas. *El Comercio*, págs. 1-3. <https://elcomercio.pe/tecnologia/actualidad/preocupante-cifra-muertes-accidentes-transito-peru-principales-causas-ecpm-noticia-651076-noticia/>
- Intini, P., Berloco, N., Coropulis, S., Gentile, R., & Ranieri, V. (2022). The use of macro-level safety performance functions for province-wide road safety management. *Sustainability*, 14(15), 1-16. <https://doi.org/https://doi.org/10.3390/su14159245>
- Jacinto, G. E. (2019). *Análisis de la geometría del trazado en relación con la Seguridad Vial de caminos vecinales de la Provincia de Pachitea*. [Tesis de grado,

- Universidad Nacional Hermilio Valdez de Huánuco].
<https://hdl.handle.net/20.500.13080/6786>
- Khuzan, T. S., & Al-Jumaili, M. A. (2023). A review of studying the relationship of rural road accidents with geometric design. *Conference Proceedings*, 2787(1), 1-10.
<https://doi.org/https://doi.org/10.1063/5.0150006>
- Monclús, J. (2007). *Planes estratégicos de seguridad vial. Fundamentos y casos prácticos*. Etrasa.
https://doi.org/https://www.google.com.pe/books/edition/Planes_Estrat%C3%A9gicos_de_Seguridad_Vial_F/4H7uY1fnpE4C?hl=es&gbpv=1&dq=seguridad+vial&printsec=frontcover
- MTC. (2017). *Manual de seguridad vial*. Ministerio de Transportes y Comunicaciones (MTC).
- MTC. (2017). *plan estratégico Nacional de Seguridad Vial PENsv 2017-2021*. Ministerio de Transportes y Comunicaciones (MTC).
https://www.mtc.gob.pe/cnsv/documentos/PENsv_2017-2021.pdf
- MTC. (2018). *Diseño geométrico DG-2018 RD N° 03-2018-MTC/14*. Ministerio de Transportes y Comunicaciones (MTC).
- Nikolau, D., Dragomanovits, A., Ziakopoulos, A., Deliali, A., Handanos, I., Karadimas, C., . . . Yannis, G. (2023). Exploiting Surrogate Safety Measures and Road Design Characteristics towards Crash Investigations in Motorway Segments. *Infrastructures*, 8(3), 1-15.
<https://doi.org/https://doi.org/10.3390/infrastructures8030040>
- OMS. (2018). *Global Status Report on Road Safety 2018; WHO: Geneva, Switzerland*. World Health Organization (Organización Mundial de la Salud).

- Prasad, D., Anand, A., Sateesh, V. A., Surshetty, S. K., & Nath, V. (2022). Accident Avoidance and Detection on Highways. *Microelectronics, Communication Systems, Machine Learning and Internet of Things: Select Proceedings of MCMCI 2020*, 887(1), 513-528. https://doi.org/https://doi.org/10.1007/978-981-19-1906-0_44
- Ramírez, J. E. (2013). Accidentes de tránsito terrestre. *Medicina Legal de Costa Rica*, 30(2), 78-85. https://www.scielo.sa.cr/scielo.php?pid=S1409-00152013000200009&script=sci_arttext&tlng=en
- Tabasso, C. (2012). Paradigmas, teorías y modelos de la seguridad y la inseguridad vial. 5. https://doi.org/http://94.23.80.242/~aec/ivia/tabasso_124.pdf
- Truyols, S., Martínez-Osorio, J. M., & Vallejo, F. (2007). *Ingeniería de la seguridad vial*. Delta Publicaciones.
- Villena, M. F. (2021). *Análisis de la consistencia de la carretera Centro Poblado Huambocancha Alta - Centro Poblado Porcón Bajo y su relación con la seguridad vial*. [Tesis de grado, Universidad Nacional de Cajamarca]. <http://hdl.handle.net/20.500.14074/4368>

CAPÍTULO VII. ANEXOS

Anexo A. Matriz de consistencia

PROBLEMA GENERAL	HIPÓTESIS GENERAL	OBJETIVOS	VARIABLES	METODOLOGÍA
<p>¿Cuál es el nivel de seguridad de la carretera Bambamarca-Celendín, tramo Km 0+000 – Km 10+000, en función a sus características geométricas, ¿señalización y accidentalidad?</p>	<p>El nivel de seguridad vial en la carretera Bambamarca-Celendín, tramo km 0+000 hasta km 10+000b caserío Chalapampa, en función a sus características geométricas, señalización y accidentabilidad es deficiente.</p>	<p>Objetivo general: Evaluar la seguridad vial de la carretera Bambamarca-Celendín, tramo km 0+000 hasta km 10+000 caserío Chalapampa en función a sus características geométricas, señalización y accidentalidad.</p> <p>Objetivos específicos:</p> <ul style="list-style-type: none"> – Determinar las características geométricas de la carretera Bambamarca-Celendín, tramo km 0+000 hasta km 10+000 caserío Chalapampa. – Evaluar las características geométricas de la carretera Bambamarca-Celendín, tramo km 0+000 hasta km 10+000 caserío Chalapampa, con los parámetros de diseño que normaliza el manual de diseño geométrico de carreteras DG-2018. – Analizar la señalización de la carretera Bambamarca-Celendín, tramo km 0+000 hasta km 10+000 caserío Chalapampa. – Analizar la accidentabilidad de la carretera Bambamarca-Celendín, tramo km 0+000 hasta km 10+000 caserío Chalapampa. – Plantear medidas correctivas para mejorar la seguridad vial de la carretera Bambamarca-Celendín, tramo km 0+000 hasta km 10+000 caserío Chalapampa. 	<p>Variable independiente. - Características geométricas, señalización y accidentalidad.</p> <p>Variable dependiente. -Seguridad de la carretera.</p>	<p>Tipo de investigación: -Aplicada.</p> <p>Nivel de investigación: -Correlacional.</p> <p>Población: -Carretera interprovincial Bambamarca- Celendín.</p> <p>Muestra: - Diez kilómetros (km 0+000 hasta km 10+000) de la carretera Bambamarca-Celendín, tramo Caserío Chalapampa.</p> <p>Instrumento: Cuaderno de campo Formato de conteo vehicular Registros de accidentes de tráfico Matriz de análisis de la señalización vial Matriz de análisis de la geometría de la carretera. Matriz de accidentes.</p>

Anexo B. Conteo vehicular (estudio de tráfico)

ESTACIÓN DE CONTEO		:PUENTE CORELLAMA					FECHA:		LUNES 05/02/2024					UBICACIÓN		: CAJAMARCA - HUALGAYOC - BAMBAMARCA				
TESISTA		:HILDER VEXLER LUMBA BERNAL					SENTIDO		AMBOS SENTIDOS											
HORA	VEHÍCULOS LIGEROS			BUS			CAMIONES UNITARIOS			CAMIONES ACOPLADOS						TOTAL	%			
	Autos	Cam. Pick Up	C. Rural	B2	B3-1	B4	C2	C3	C4	T2S2	T2S3	T3S2	T3S3	C2R3	C3R2			C3R3		
7:00-8:00	9	10	8				3	1									31	11.74%		
8:00-9:00	8	10	9				7										34	12.88%		
9:00-10:00	2	6	5				2	1									16	6.06%		
10:00-11:00	5	8	5				3										21	7.95%		
11:00-12:00	4	5	6				2										17	6.44%		
12:00-13:00	6	5	8				2	1									22	8.33%		
13:00-14:00	5	6	3				1	1									16	6.06%		
14:00-15:00	5	9	3				4	1									22	8.33%		
15:00-16:00	6	9	8				1	2									26	9.85%		
16:00-17:00	7	7	8				2										24	9.09%		
17:00-18:00	5	5	7				2	1									20	7.58%		
18:00-19:00	6	6	2				1										15	5.68%		
TOTAL	68	86	72	0	0	0	30	8	0	0	0	0	0	0	0	0	264	100.00%		
%	25.76%	32.58%	27.27%	0.00%	0.00%	0.00%	11.36%	3.03%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	100.00%			

ESTACIÓN DE CONTEO		:PUENTE CORELLAMA					FECHA:		MARTES 06/02/2021					UBICACIÓN		: CAJAMARCA - HUALGAYOC - BAMBAMARCA				
TESISTA		:HILDER VEXLER LUMBA BERNAL					SENTIDO		AMBOS SENTIDOS											
HORA	VEHÍCULOS LIGEROS			BUS			CAMIONES UNITARIOS			CAMIONES ACOPLADOS						TOTAL	%			
	Autos	Cam. Pick Up	C. Rural	B2	B3-1	B4	C2	C3	C4	T2S2	T2S3	T3S2	T3S3	C2R3	C3R2			C3R3		
7:00-8:00	9	8	8				3										28	13.33%		
8:00-9:00	8	7	6				2	1									24	11.43%		
9:00-10:00	5	5	3				1										14	6.67%		
10:00-11:00	5	6	6				2										19	9.05%		
11:00-12:00	5	6	6				1	1									19	9.05%		
12:00-13:00	3	7	6														16	7.62%		
13:00-14:00	6	5	3				2										16	7.62%		
14:00-15:00	8	4	4				1	2									19	9.05%		
15:00-16:00	4	4	2				2										12	5.71%		
16:00-17:00	3	5	5				1	2									16	7.62%		
17:00-18:00	3	5	4				2	1									15	7.14%		
18:00-19:00	4	2	2				3	1									12	5.71%		
TOTAL	63	64	55	0	0	0	20	8	0	0	0	0	0	0	0	0	210	100.00%		
%	30.00%	30.48%	26.19%	0.00%	0.00%	0.00%	9.52%	3.81%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	100.00%			

ESTACIÓN DE CONTEO :PUENTE CORELLAMA

FECHA: MIÉRCOLES 07/02/2021

UBICACIÓN : CAJAMARCA- HUALGAYOC-
BAMBAMARCA

TESISTA :HILDER VEXLER LUMBA BERNAL

SENTIDO AMBOS SENTIDOS

HORA	VEHÍCULOS LIGEROS			BUS			CAMIONES UNITARIOS			CAMIONES ACOPLADOS						TOTAL	%	
	Autos	Cam. Pick Up	C. Rural	B2	B3-1	B4	C2	C3	C4	T2S2	T2S3	T3S2	T3S3	C2R3	C3R2			C3R3
7:00-8:00	6	9	8				2										25	12.50%
8:00-9:00	3	8	6				1										18	9.00%
9:00-10:00	6	7	4				1	3									21	10.50%
10:00-11:00	4	6	5														15	7.50%
11:00-12:00	3	3	2				1	1									10	5.00%
12:00-13:00	5	6	6				2	1									20	10.00%
13:00-14:00	3	6	6				2	1									18	9.00%
14:00-15:00	5	5	3				1										14	7.00%
15:00-16:00	4	3	5				1	2									15	7.50%
16:00-17:00	5	4	3				4	2									18	9.00%
17:00-18:00	3	4	5				1										13	6.50%
18:00-19:00	3	3	6					1									13	6.50%
TOTAL	50	64	59	0	0	0	16	11	0	0	0	0	0	0	0	0	200	100.00%
%	25.00%	32.00%	29.50%	0.00%	0.00%	0.00%	8.00%	5.50%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	100.00%	

ESTACIÓN DE CONTEO :PUENTE CORELLAMA

FECHA: JUEVES 08/02/2021

UBICACIÓN : CAJAMARCA- HUALGAYOC-
BAMBAMARCA

TESISTA :HILDER VEXLER LUMBA BERNAL

SENTIDO AMBOS SENTIDOS

HORA	VEHÍCULOS LIGEROS			BUS			CAMIONES UNITARIOS			CAMIONES ACOPLADOS						TOTAL	%	
	Autos	Cam. Pick Up	C. Rural	B2	B3-1	B4	C2	C3	C4	T2S2	T2S3	T3S2	T3S3	C2R3	C3R2			C3R3
7:00-8:00	8	8	6				2	1									25	12.44%
8:00-9:00	7	8	3				1										19	9.45%
9:00-10:00	6	6	8				1	2									23	11.44%
10:00-11:00	5	5	3				1	2									16	7.96%
11:00-12:00	6	4	2				3										15	7.46%
12:00-13:00	3	3	5					1									12	5.97%
13:00-14:00	2	5	2				1										10	4.98%
14:00-15:00	5	4	5														14	6.97%
15:00-16:00	4	6	4				2	1									17	8.46%
16:00-17:00	8	9	6				2										25	12.44%
17:00-18:00	5	4	5				1	1									16	7.96%
18:00-19:00	2	6	1														9	4.48%
TOTAL	61	68	50	0	0	0	14	8	0	0	0	0	0	0	0	0	201	100.00%
%	30.35%	33.83%	24.88%	0.00%	0.00%	0.00%	6.97%	3.98%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	100.00%	

ESTACIÓN DE CONTEO :PUENTE CORELLAMA

FECHA: VIERNES 09/02/2021

UBICACIÓN : CAJAMARCA- HUALGAYOC-
BAMBAMARCA

TESISTA :HILDER VEXLER LUMBA BERNAL

SENTIDO AMBOS SENTIDOS

HORA	VEHÍCULOS LIGEROS			BUS			CAMIONES UNITARIOS			CAMIONES ACOPLADOS						TOTAL	%	
	Autos	Cam. Pick Up	C. Rural	B2	B3-1	B4	C2	C3	C4	T2S2	T2S3	T3S2	T3S3	C2R3	C3R2			C3R3
7:00-8:00	8	9	4				2	1									24	11.32%
8:00-9:00	5	11	5				4										25	11.79%
9:00-10:00	4	7	6				1	2									20	9.43%
10:00-11:00	2	5	5				1										13	6.13%
11:00-12:00	3	4	3				2										12	5.66%
12:00-13:00	6	8	5				1	1									21	9.91%
13:00-14:00	5	9	3				1	1									19	8.96%
14:00-15:00	4	6	4														14	6.60%
15:00-16:00	6	4	5				2										17	8.02%
16:00-17:00	5	3	4				1										13	6.13%
17:00-18:00	6	7	6				1	2									22	10.38%
18:00-19:00	3	5	4														12	5.66%
TOTAL	57	78	54	0	0	0	16	7	0	0	0	0	0	0	0	0	212	100.00%
%	26.89%	36.79%	25.47%	0.00%	0.00%	0.00%	7.55%	3.30%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	100.00%	

ESTACIÓN DE CONTEO :PUENTE CORELLAMA

FECHA: SÁBADO 10/02/2021

UBICACIÓN : CAJAMARCA- HUALGAYOC-
BAMBAMARCA

TESISTA :HILDER VEXLER LUMBA BERNAL

SENTIDO AMBOS SENTIDOS

HORA	VEHÍCULOS LIGEROS			BUS			CAMIONES UNITARIOS			CAMIONES ACOPLADOS						TOTAL	%	
	Autos	Cam. Pick Up	C. Rural	B2	B3-1	B4	C2	C3	C4	T2S2	T2S3	T3S2	T3S3	C2R3	C3R2			C3R3
7:00-8:00	5	10	6				4	1									26	10.12%
8:00-9:00	8	9	4				5	1									27	10.51%
9:00-10:00	4	11	2				2	3									22	8.56%
10:00-11:00	5	8	5				2	2									22	8.56%
11:00-12:00	6	4	6				2										18	7.00%
12:00-13:00	5	5	3				2	1									16	6.23%
13:00-14:00	4	6	6				2	1									19	7.39%
14:00-15:00	5	7	4				1										17	6.61%
15:00-16:00	9	8	6				2	1									26	10.12%
16:00-17:00	8	7	8				2	2									27	10.51%
17:00-18:00	8	4	8				1	1									22	8.56%
18:00-19:00	4	4	5				2										15	5.84%
TOTAL	71	83	63	0	0	0	27	13	0	0	0	0	0	0	0	0	257	100.00%
%	27.63%	32.30%	24.51%	0.00%	0.00%	0.00%	10.51%	5.06%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	100.00%	

ESTACIÓN DE CONTEO :PUENTE CORELLAMA

FECHA: DOMINGO 11/02/2021

UBICACIÓN : CAJAMARCA- HUALGAYOC-
BAMBAMARCA

TESISTA :HILDER VEXLER LUMBA BERNAL

SENTIDO AMBOS SENTIDOS

HORA	VEHÍCULOS LIGEROS			BUS			CAMIONES UNITARIOS			CAMIONES ACOPLADOS						TOTAL	%	
	Autos 	Cam. Pick Up 	C. Rural 	B2	B3-1	B4	C2 	C3 	C4	T2S2	T2S3	T3S2	T3S3	C2R3	C3R2			C3R3
7:00-8:00	4	4	5														13	16.05%
8:00-9:00	1	3	4														8	9.88%
9:00-10:00	2	1	4														7	8.64%
10:00-11:00	3	2	2														7	8.64%
11:00-12:00	2	3	2														7	8.64%
12:00-13:00	1	1	1					1									4	4.94%
13:00-14:00	2	2	2														6	7.41%
14:00-15:00	1	3	1														5	6.17%
15:00-16:00	1	3	2					1									7	8.64%
16:00-17:00	2	2	2														6	7.41%
17:00-18:00		2	1					1									4	4.94%
18:00-19:00	3	1	3														7	8.64%
TOTAL	22	27	29	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	81	100.00%
%	27.16%	33.33%	35.80%	0.00%	0.00%	0.00%	3.70%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	100.00%	

TESISTA :HILDER VEXLER LUMBA BERNAL

FECHAS DE CONTEO DEL 05/02/2024 AL 11/02/2024

ESTACIÓN DE CONTEO :PUENTE CORELLAMA

DIA	SENTIDO	VEHÍCULOS LIGEROS			CAMIONES UNITARIOS		TOTAL	%
		AUTOS 	CAM. Pick Up 	C.RURAL 	C2 	C3 		
LUNES	IDA-VUELTA	68	86	72	30	8	264	18.53%
MARTES	IDA-VUELTA	63	64	55	20	8	210	14.74%
MIÉRCOLES	IDA-VUELTA	50	64	59	16	11	200	14.04%
JUEVES	IDA-VUELTA	61	68	50	14	8	201	14.11%
VIERNES	IDA-VUELTA	57	78	54	16	7	212	14.88%
SÁBADO	IDA-VUELTA	71	83	63	27	13	257	18.04%
DOMINGO	IDA-VUELTA	22	27	29	3	0	81	5.68%
TOTA	IDA-VUELTA	392	470	382	126	55	1425	100.00%

IMDS	56	67	55	18	8	204
-------------	-----------	-----------	-----------	-----------	----------	------------

DIA	SENTIDO	VOLUMEN POR DIA
LUNES	AMBOS	264
MARTES	AMBOS	210
MIÉRCOLES	AMBOS	200
JUEVES	AMBOS	201
VIERNES	AMBOS	212
SÁBADO	AMBOS	257
DOMINGO	AMBOS	81
IMDA	AMBOS	204



TIPO DE VEHÍCULO		CANTIDAD VEH/SEM
AUTOS		392
CAM. Pick Up		470
C.RURAL		382
C2		126
C3		55

TASA DE CRECIMIENTO CAJAMARCA

PBI	3.8
POBLACION	0.7

TIPO DE VEHICULO	TASA ANUAL
AUTO	0.7
CAMIONETA	0.7
C. RURAL	0.7
CAMIONES	3.8

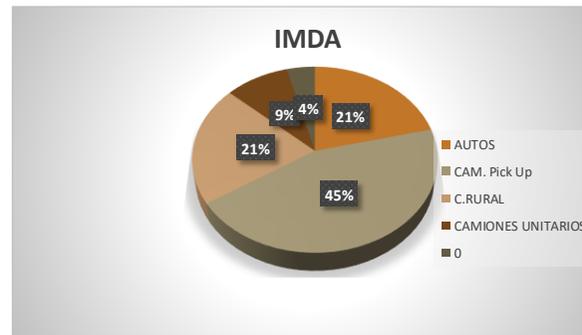
ii. Proyecciones de tráfico generado

Tipo de Intervención	% de Tráfico Normal
Mejoramiento	15
Rehabilitación	10

TIPO DE VEHICULO	AÑO										
	0 2024	1 2025	2 2026	3 2027	4 2028	5 2029	6 2030	7 2031	8 2032	9 2033	10 2034
TRAFICO NORMAL											
AUTOS	56	56	57	57	58	58	58	59	59	60	60
CAM. Pick Up	118	119	120	120	121	122	123	124	125	126	127
C.RURAL	55	55	56	56	57	57	57	58	58	59	59
CAMIONES UNITARIOS	18	19	19	20	21	22	23	23	24	25	26
0	8	8	9	9	9	10	10	10	11	11	12
TOTAL TRAFICO NORMAL	255	258	260	263	266	268	271	274	277	280	283
TRAFICO GENERADO 20%											
AUTOS	0	11	11	11	12	12	12	12	12	12	12
CAM. Pick Up	0	24	24	24	24	24	25	25	25	25	25
C.RURAL	0	11	11	11	11	11	11	12	12	12	12
CAMIONES UNITARIOS	0	4	4	4	4	4	5	5	5	5	5
0	0	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
TOTA TRAFICO GENERADO		52	52	53	53	54	54	55	55	56	57
TRAFICO NORMAL +GENERADO											
AUTOS	56	68	68	69	69	70	70	71	71	72	72
CAM. Pick Up	118	143	144	145	146	147	148	149	150	151	152
C.RURAL	55	66	67	67	68	68	69	69	70	70	71
CAMIONES UNITARIOS	18	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31
0	8	10	10	11	11	12	12	12	13	13	14
T GENERADO +T NORMAL	255	309	312	316	319	322	326	329	333	336	340

TIPO DE VEHICULO	IMDA	%
AUTOS	72	21.20%
CAM. Pick Up	152	44.66%
C.RURAL	71	20.82%
CAMIONES UNITARIOS	31	9.23%
0	14	4.10%

IMDA PROYECTO	340
----------------------	------------



TIPO DE VEHÍCULO	VEHÍCULOS POR AÑO	Fi SEGÚN REGLAMENTO	$[(1+r)^n-1]/r$	ESAL
C2	1613	4.56	12.37	9.10E+04
C3	717	3.28	12.37	2.91E+04
				1.20056E+05

r = tasa de crecimiento y n = numero de años

Anexo C. Panel fotográfico



Fotografía 1. Inicio de tramo en estudio y estación de conteo vehicular- Puente Corellama.



Fotografía 2. Vista de la sección de calzada km 0+300.



Fotografía 3. Vista de la sección de calzada y bermas km 0+800.



Fotografía 4. Vista de curvas sin señalización vertical.



Fotografía 5. Vista de calzada km 1+200.



Fotografía 6. Vista de curva sin señalización km 1+500.



Fotografía 7. Vista panorámica del estado de la vía km 2+300.



Fotografía 8. Vista panorámica de tramo en tangente.



Fotografía 9. Vista de un camión C3 circulando por la vía en estudio.



Fotografía 10. Vista del estado de la calzada y bermas.



Fotografía 11. Vista del estado de peralte en curvas



Fotografía 12. Sobre ancho en curvas horizontales.



Fotografía 13. Ancho irregular de calzadas y bermas en tramos en tangente.



Fotografía 14. Levantamiento topográfico caserío Chalapampa alto.



Fotografía 15. Levantamiento topográfico km 1+800.



Fotografía 16. Levantamiento topográfico caserío Chalapampa Bajo

Anexo D. Reporte Policial



PERÚ

MINISTERIO
DEL
INTERIOR

POLICIA NACIONAL
DEL PERU

REGION POLICIAL
CAJAMARCA

Comisaria PNP
Bambamarca

"Año del bicentenario, de la consolidación de nuestra independencia y de la conmemoración de las batallas de Junín y Ayacucho"

Bambamarca, 26 de septiembre del 2024.

OFICIO N° 063 -2024-COMOPPOL/FRENPOL CAJ/DIVOPUS-CS PNP BCA

SEÑOR : Hilder Vexler LUMBA BERNAL.
ASUNTO : Remite información solicitada.
REF. : Solicitud, de fecha 18SET2024.

Es grato dirigirme a Ud. con la finalidad remitir adjunto al presente la información solicitada en el documento indicado en la referencia, donde su persona esta solicitando información respecto a los accidentes de tránsito ocurridos entre los años 2017-2024 en la carretera Bambamarca – Celendín desde el tramo km0+000 Bambamarca (ref. puente corellama) hasta el Caserío de Chalapampa, lo que se remite para fines correspondientes.

Es propicia la oportunidad para reiterarle los sentimientos de mi especial consideración y deferente estima.

Dios guarde a Ud.

ACR/knsg.



[Handwritten signature]
43842725

**ACCIDENTES DE TRANSITO TRAMO PUENTE CORELLAMA HACIA EL CASERIO
CHALAPAMPA ALTO AÑO 2017.**

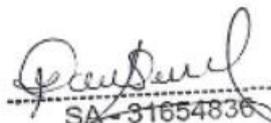
N°	FECHA	TIPO DE ACCIDENTE	LUGAR	VEHICULOS	CONSECUENCIAS
01	03ABR2017	ACCIDENTE DE TRANSITO CHOQUE	CAS. CUÑACALES ALTO	CAMION (BDZ-760) MOTOCARGER A (S/N)	DAÑOS MATERIALES
02	10JUN2017	ACCIDENTE DE TRANSITO VOLCADURA	CAS. CHALA	MOTOTAXI (9760-GB)	DAÑOS MATERIALES
03	21JUL2017	ACCIDENTE DE TRANSITO FALLA MECANICA	CAS. CHALAPAMPA	CAMIONETA (CIK-744)	DAÑOS MATERIALES
04	15OCT2017	ACCIDENTE DE TRANSITO CHOQUE	PUENTE CORELLAMA	CAMIONETAS (AUS-755) (A7P-858)	DAÑOS MATERIALES

**ACCIDENTES DE TRANSITO TRAMO PUENTE CORELLAMA HACIA EL CASERIO
CHALAPAMPA ALTO AÑO 2018.**

N°	FECHA	TIPO DE ACCIDENTE	LUGAR	VEHICULOS	CONSECUENCIAS
01	15ENO2018	ACCIDENTE DE TRANSITO DESPISTE	KILOMETRO 01 ALTURA GRAS SINTETICO EL MIRADOR	MOTOTAXI (5278-WA)	DAÑOS MATERIALES
02	14AGO2018	ACCIDENTE DE TRANSITO VOLCADURA	PUENTE CORELLAMA	CAMIONETA (M1K-876)	DAÑOS MATERIALES
03	22SET2018	ACCIDENTE DE TRANSITO CHOQUE	ALTURA IEPP CHALAPAMPA	CAMION (A3P-851) CISTERNA (TBC-911)	DAÑOS MATERIALES




 OA 249689
ALDO CÁCERES RAMOS
 MAJOR PNP
 COMISARIA PNP BAMBAMARCA
 COMISARIO


 SA 31654836
Katia N. SALAZAR GARCIA
 S1 - PNP

ACCIDENTES DE TRANSITO TRAMO PUENTE CORELLAMA HACIA EL CASERIO CHALAPAMPA ALTO AÑO 2019.

N°	FECHA	TIPO DE ACCIDENTE	LUGAR	VEHICULOS	CONSECUENCIAS
01	22 ENE2019	ACCIDENTE DE TRANSITO DESPISTE	DESVIO A UÑEGAN	MOTO LINEAL 8387-9G	DAÑOS MATERIALES
02	08FEB20219	ACCIDENTE DE TRANSITO FALLA MECANICA	CRUCE A PROGRESOP AMPA	CAMIONETA (M3W-889)	DAÑOS MATERIALES
03	27JUN2019	ACCIDENTE DE TRANSITO CHOQUE	LUGAR QUILINSACU CHO	CAMIONETA (C1K-744) COTOCARGUE RA S/P	DAÑOS MATERIALES
04	01AGO2019	ACCIDENTES DE TRANSITO FALLA MECANICA	CASERIO CHALAPAMPA ALTO	CAMION (CBB-904)	DAÑOS MATERIALES
05	05SET2019	ACCIDENTE DE TRANSITO CHOQUE	DESVIO A CUÑACALES ALTO	CAMIONETA O2H-922 AUTOMOVIL (D6A-309)	DAÑOS MATERIALES

ACCIDENTES DE TRANSITO TRAMO PUENTE CORELLAMA HACIA EL CASERIO CHALAPAMPA ALTO AÑO 2020.

N°	FECHA	TIPO DE ACCIDENTE	LUGAR	VEHICULOS	CONSECUENCIAS
01	14MAY2020	ACCIDENTE DE TRANSITO FALLA MECANICA	KM 02 - ALTURA ANTENA PARABOLICA	CAMIONETA (D7A-802)	DAÑOS MATERIALES Y HERIDOS GRAVES
02	24NOV2020	ACCIDENTE DE TRANSITO DESPISTE	PUENTE CORELLAMA	CAMIONETA (F7W-035)	DAÑOS MATERIALES
03	08DIC2020	ACCIDENTE DE TRANSITO CHOQUE	DESVIO A CUÑACALES ALTO	CAMIONETAS (M4N-882) (B4C-801)	DAÑOS MATERIALES
04	25DIC2020	ACCIDENTE DE TRANSITO FALLA MECANICA	CASERIO CHALAPAMPA ALTO	CAMIONETA (BOD-820)	DAÑOS MATERIALES



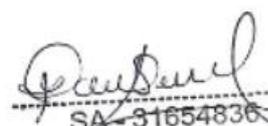
 01-499889

ALDO CAJERES RAMOS

 MAYOR PNP

 COMISARIA PNP BAMBAMARCA

 COMISARIO



 SA-31654836

Katia N. SALAZAR GARCIA

 S1 - PNP

**ACCIDENTES DE TRANSITO TRAMO PUENTE CORELLAMA HACIA EL CASERIO
CHALAPAMPA ALTO AÑO 2021.**

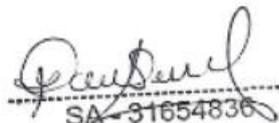
N°	FECHA	TIPO DE ACCIDENTE	LUGAR	VEHICULOS	CONSECUENCIAS
01	15MAR2021	ACCIDENTE DE TRANSITO FALLA MECANICA	PUENTE CORELLAMA	MOTOCARGUERA (8460-4K)	DAÑOS MATERIALES Y PERDIDA HUMANA MENOR DE INICIALES D.R.T.M
02	02AGO2021	ACCIDENTE DE TRANSITO CHOQUE	KM-02 (REFERENCIA ANTENA)	CAMIONETA (PGE-397) MOTOTAXI (0322-2K)	DAÑOS MATERIALES

**ACCIDENTES DE TRANSITO TRAMO PUENTE CORELLAMA HACIA EL CASERIO
CHALAPAMPA ALTO AÑO 2022.**

N°	FECHA	TIPO DE ACCIDENTE	LUGAR	VEHICULOS	CONSECUENCIAS
01	24ABR2022	ACCIDENTE DE TRANSITO DESPISTE	CASERIO CHALAPAMPA ALTO	CAMIONETA (F7W-935)	DAÑOS MATERIALES
02	06 JUL2022	ACCIDENTE DE TRANSITO CHOQUE	DESVIO A UÑEGAN	COMBI (RB-3982) CAMIONETA (A9D-947)	DAÑOS MATERIALES
03	10OCT2022	ACCIDENTE DE TRANSITO FALLA MECANICA	LUGAR QUILINSACU CHO	CAMIONETA (P4C-842)	DAÑOS MATERIALES




 CA-749889
ALDO CÁCERES RAMOS
 MAJOR PNP
 COMISARIA PNP BAMBAMARCA
 COMISARIO


 SA-31654836
Katia N. SALAZAR GARCIA
 S1 - PNP

**ACCIDENTES DE TRANSITO TRAMO PUENTE CORELLAMA HACIA EL CASERIO
CHALAPAMPA ALTO AÑO 2023.**

N°	FECHA	TIPO DE ACCIDENTE	LUGAR	VEHICULOS	CONSECUENCIAS
01	03ABR2023	ACCIDENTE DE TRANSITO CHOQUE	CASERIO CHALAPAMPA ALTO	CAMIONETA (M5T-889) MOTOTAXI (9237-LS)	DAÑOS MATERIALES
02	27JUL2023	ACCIDENTE DE TRANSITO CHOQUE	LUGAR QUILINSACU CHO	CAMIONETA (F50-787) CAMION	DAÑOS MATERIALES
03	17NOV2023	ACCIDENTE FALLA MECANICA	PUENTE CORELLAMA	CAMIONETA (AFJ-780)	DAÑOS MATERIALES
04	15DIC2023	ACCIDENTE DE TRANSITO CHOQUE	KILOMETRO 02 APROX.	MOTOTAXI (2831-7M) CAMION	HERIDO LEVE Y DAÑOS MATERIALES



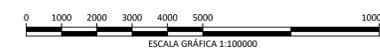
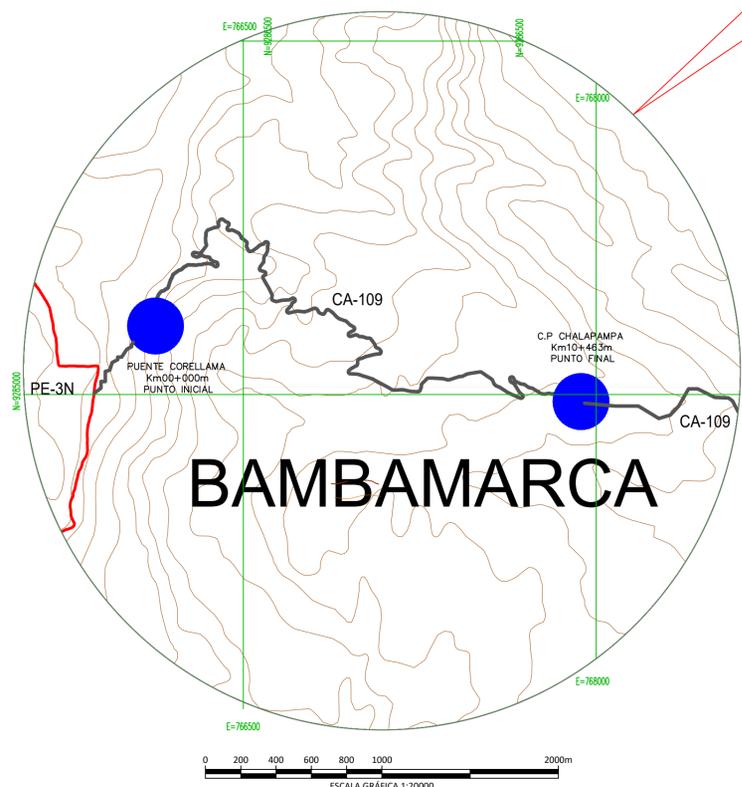
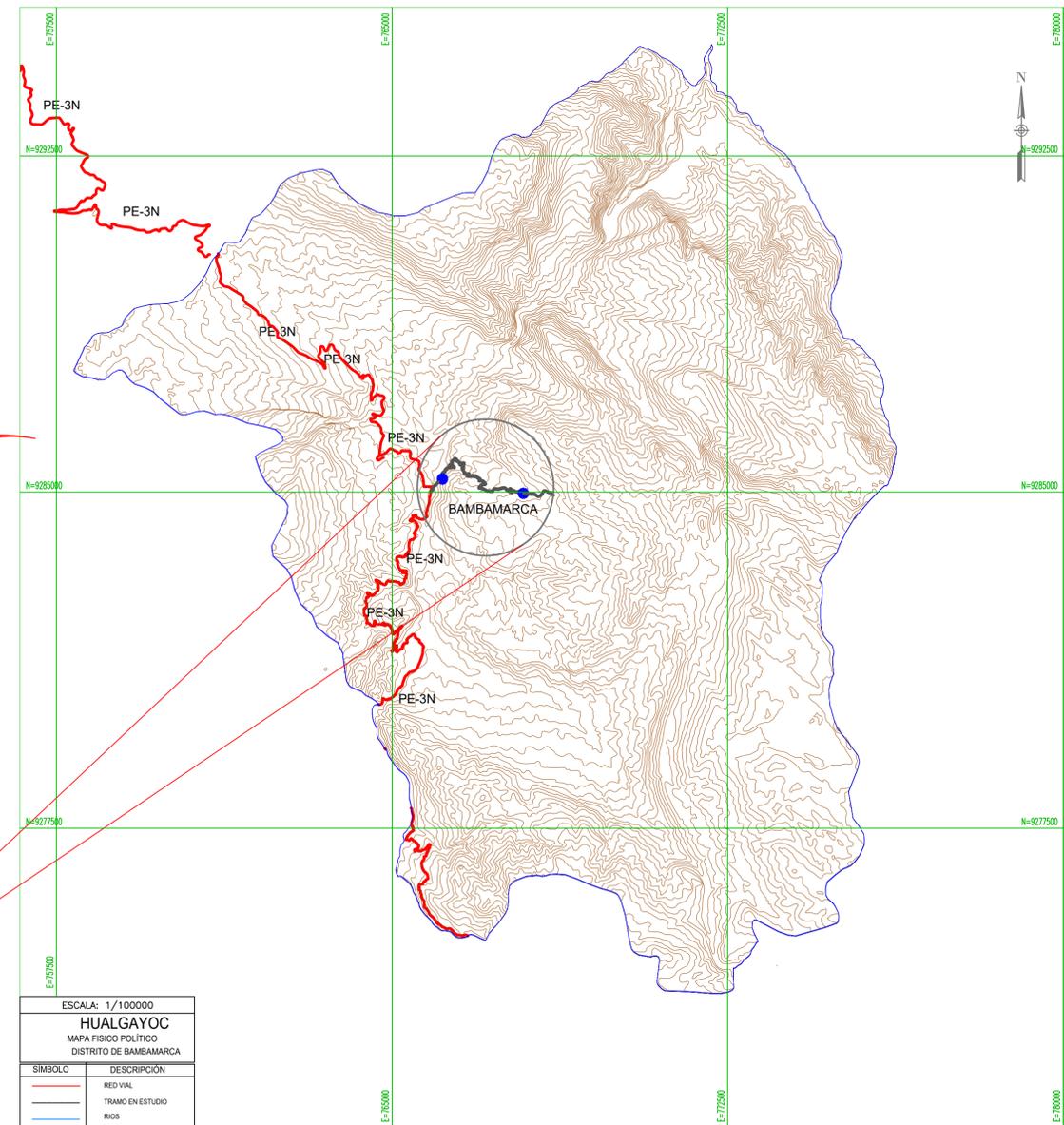
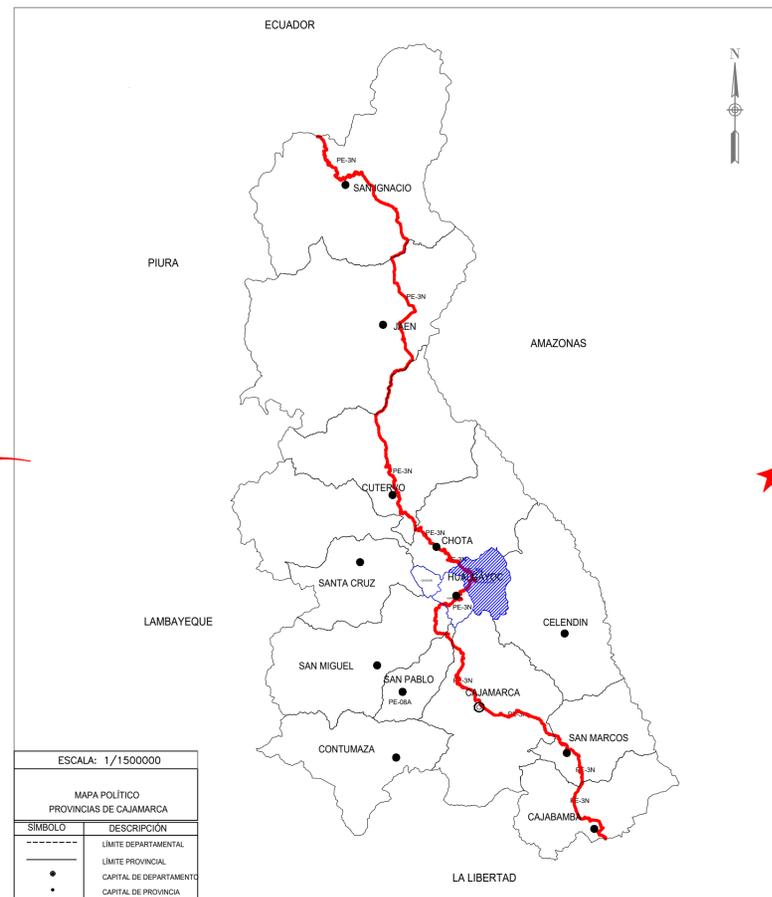
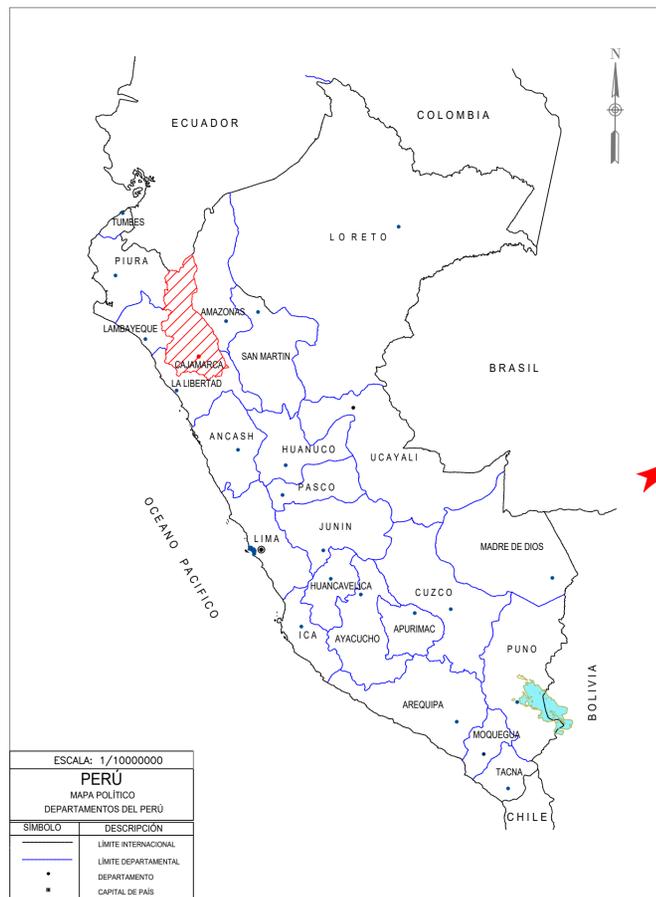
02-249689
ALDO CÁCERES RAMOS
MAYOR PNP
COMISARIA PNP BAMBAMARCA
COMISARIO

Katia N. Salazar Garcia
SA-31654836
Katia N. SALAZAR GARCIA
S1 - PNP

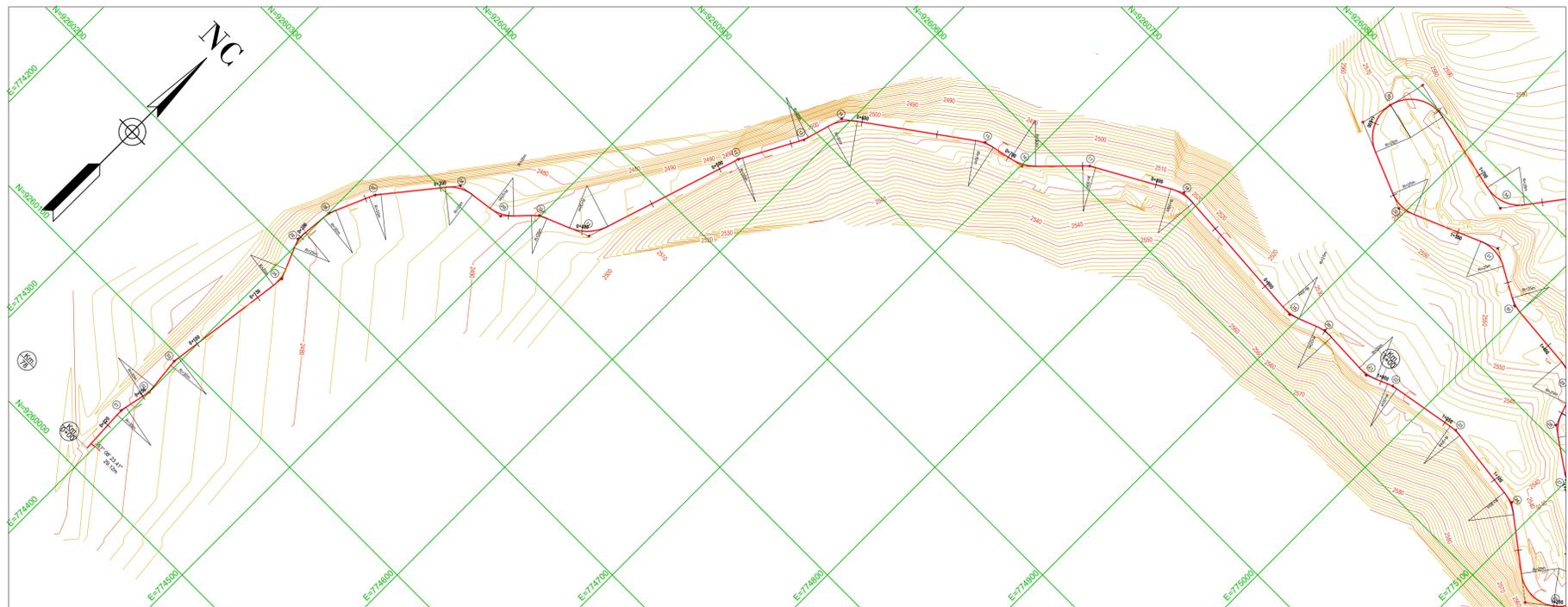
Anexo E. Planos

ÍNDICE DE PLANOS

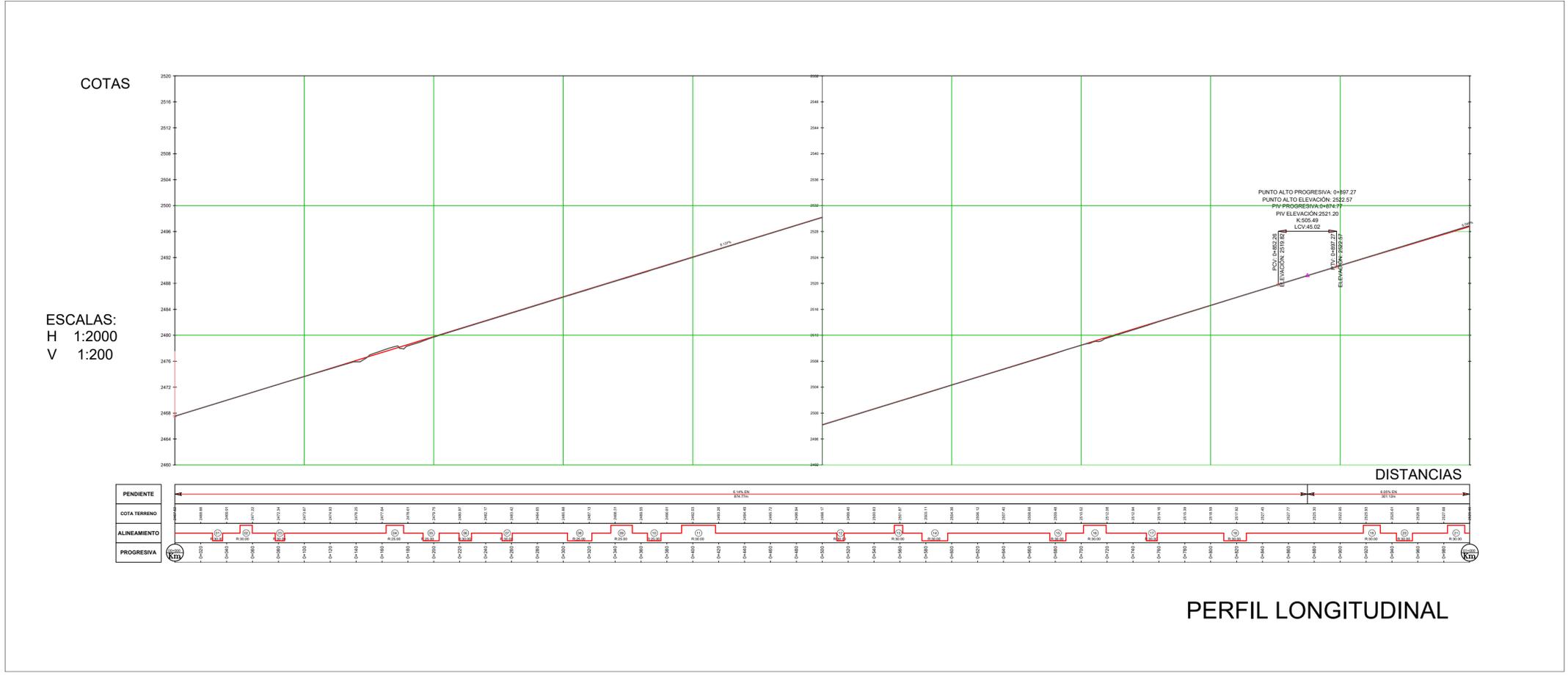
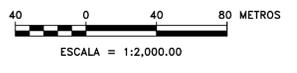
Plano 1	Plano de Ubicación	01
Plano 2	Plano en Planta y Perfil Longitudinal Tramo km 00+000-km 01+000	02
Plano 3	Plano en Planta y Perfil Longitudinal Tramo km 01+000-km 02+000	03
Plano 4	Plano en Planta y Perfil Longitudinal Tramo km 02+000-km 03+000	04
Plano 5	Plano en Planta y Perfil Longitudinal Tramo km 03+000-km 04+000	05
Plano 6	Plano en Planta y Perfil Longitudinal Tramo km 04+000-km 05+000	06
Plano 7	Plano en Planta y Perfil Longitudinal Tramo km 05+000-km 06+000	07
Plano 8	Plano en Planta y Perfil Longitudinal Tramo km 06+000-km 07+000	08
Plano 9	Plano en Planta y Perfil Longitudinal Tramo km 07+000-km 08+000	09
Plano 10	Plano en Planta y Perfil Longitudinal Tramo km 08+000-km 09+000	10
Plano 11	Plano en Planta y Perfil Longitudinal Tramo km 09+000-km 10+463	11
Plano 12	Sección Transversal Tramo km 00+000-km 00+700	12
Plano 13	Sección Transversal Tramo km 00+700-km 01+420	13
Plano 14	Sección Transversal Tramo km 01+440-km 02+140	14
Plano 15	Sección Transversal Tramo km 02+150-km 02+850	15
Plano 16	Sección Transversal Tramo km 02+880-km 03+570	16
Plano 17	Sección Transversal Tramo km 03+600-km 04+300	17
Plano 18	Sección Transversal Tramo km 04+320-km 05+020	18
Plano 19	Sección Transversal Tramo km 05+040-km 05+740	19
Plano 20	Sección Transversal Tramo km 05+760-km 06+460	20
Plano 21	Sección Transversal Tramo km 06+480-km 07+180	21
Plano 22	Sección Transversal Tramo km 07+200-km 07+900	22
Plano 23	Sección Transversal Tramo km 07+920-km 08+620	23
Plano 24	Sección Transversal Tramo km 08+640-km 09+340	24
Plano 25	Sección Transversal Tramo km 09+360-km 10+060	25
Plano 26	Sección Transversal Tramo km 10+080-km 10+440	26



REVISIONES	
Nº	FECHA

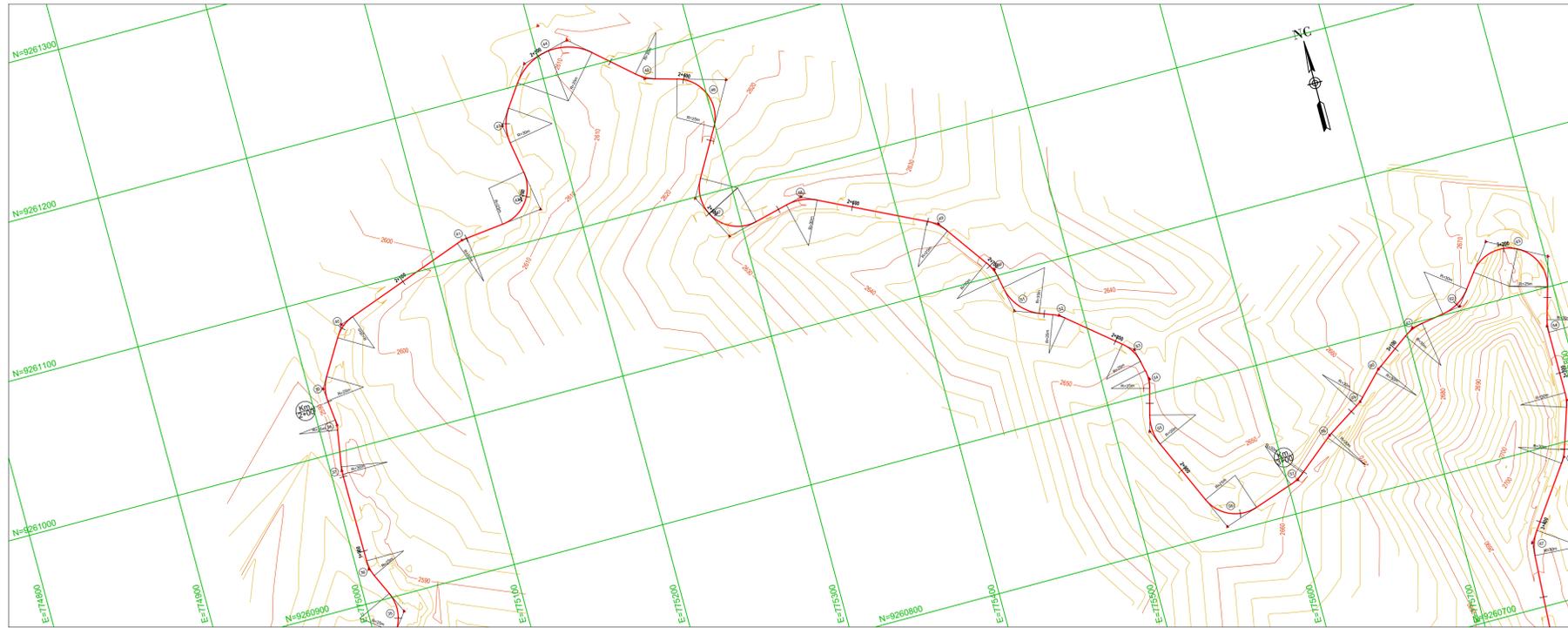


CUADRO DE ELEMENTOS DE CURVA														
NÚMERO PI	DIRECCIÓN	DELTA	RADIO	T	L	LC	E	M	PI	PC	PT	PI NORTE	PI ESTE	SENTIDO
PI-1	N4° 35' 19"E	14°53'52"	30.00	3.92	7.80	7.78	0.26	0.25	0+033.04	0+029.12	0+036.92	9260048.03	774395.30	1
PI-2	N3° 00' 11"E	18°04'08"	30.00	4.77	9.46	9.42	0.38	0.37	0+055.06	0+050.29	0+059.75	9260069.61	774399.90	8
PI-3	N0° 50' 05"E	13°43'55"	30.00	3.61	7.19	7.17	0.22	0.22	0+081.14	0+077.53	0+084.72	9260095.63	774397.15	1
PI-4	N7° 46' 17"W	30°56'39"	25.00	6.92	13.50	13.34	0.94	0.91	0+170.10	0+163.18	0+176.69	9260183.82	774409.08	8
PI-5	N8° 57' 10"W	28°34'53"	25.00	6.37	12.47	12.34	0.80	0.77	0+198.06	0+191.69	0+204.16	9260209.82	774397.91	1
PI-6	N14° 28' 18"E	18°16'02"	30.00	4.82	9.56	9.52	0.39	0.38	0+224.35	0+219.53	0+229.09	9260236.26	774400.38	8
PI-7	N3° 12' 43"E	15°12'48"	30.00	4.01	7.97	7.94	0.27	0.26	0+256.68	0+252.67	0+260.64	9260265.96	774413.36	8
PI-8	N80° 24' 40"E	43°11'05"	25.00	9.89	18.84	18.40	1.89	1.75	0+313.13	0+303.24	0+322.08	9260309.98	774448.78	8
PI-9	N62° 57' 34"E	38°05'18"	25.00	8.63	16.62	16.31	1.45	1.37	0+345.34	0+336.71	0+353.33	9260314.59	774481.61	1
PI-10	N55° 48' 05"E	23°46'21"	25.00	5.26	10.37	10.30	0.55	0.54	0+370.27	0+365.01	0+375.38	9260333.01	774499.35	8
PI-11	N42° 44' 54"E	49°52'43"	30.00	13.95	26.12	25.30	3.09	2.80	0+405.36	0+391.41	0+417.52	9260346.39	774531.04	1
PI-12	N23° 10' 39"E	10°44'13"	30.00	2.82	5.62	5.61	0.13	0.13	0+514.06	0+511.24	0+516.86	9260451.58	774565.74	8
PI-13	N22° 18' 12"E	12°29'08"	30.00	3.28	6.54	6.52	0.18	0.18	0+558.91	0+555.63	0+562.17	9260491.00	774587.18	1
PI-14	N35° 09' 08"E	38°11'00"	30.00	10.38	19.99	19.62	1.75	1.65	0+587.34	0+576.95	0+596.95	9260518.34	774595.05	8
PI-15	N66° 10' 06"E	23°50'57"	30.00	6.34	12.49	12.40	0.66	0.65	0+682.09	0+675.76	0+688.24	9260574.16	774672.57	8
PI-16	N61° 24' 51"E	33°21'26"	30.00	8.99	17.47	17.22	1.32	1.26	0+710.78	0+701.80	0+719.26	9260580.12	774700.83	1
PI-17	N52° 44' 07"E	15°59'58"	30.00	4.22	8.38	8.35	0.29	0.29	0+754.59	0+750.38	0+758.75	9260611.60	774732.02	8
PI-18	N77° 22' 50"E	33°17'28"	30.00	8.97	17.43	17.19	1.31	1.26	0+819.10	0+810.13	0+827.56	9260643.16	774788.34	8
PI-19	N81° 27' 11"E	25°08'47"	30.00	6.69	13.17	13.06	0.74	0.72	0+924.59	0+917.90	0+931.06	9260635.72	774894.08	1
PI-20	N80° 38' 45"E	23°31'56"	30.00	6.25	12.32	12.23	0.64	0.63	0+949.74	0+943.49	0+955.81	9260644.86	774917.74	8
PI-21	N79° 42' 41"E	25°24'05"	30.00	6.76	13.30	13.19	0.75	0.73	0+989.67	0+982.90	0+996.20	9260643.17	774957.81	1

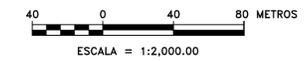


LEYENDA	
PLANTA	
EJE EN TANGENTE	—
EJE EN CURVA	⤴
CURVAS A NIVEL	⓪ 2900
NORTE DE CUADRICULA	↖
PERFIL	
RASANTE	—
TERRENO	- - - -

REVISIONES		
Nº	FECHA	DESCRIPCION



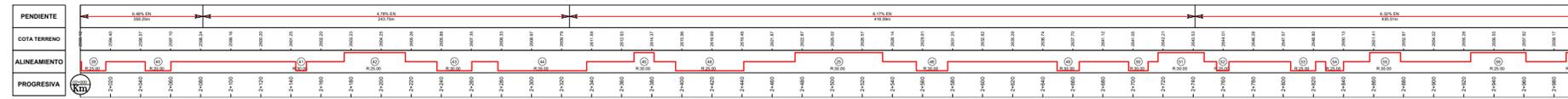
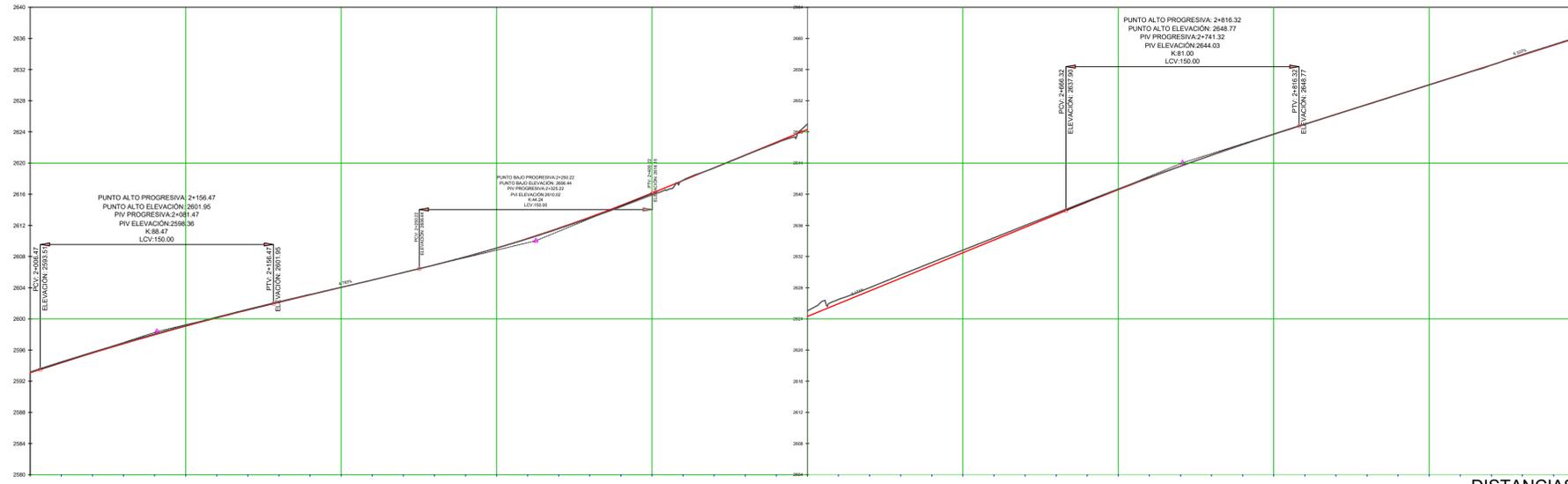
CUADRO DE ELEMENTOS DE CURVA														
NÚMERO PI	DIRECCIÓN	DELTA	RADIO	T	L	LC	E	M	PI	PC	PT	PI NORTE	PI ESTE	SENTIDO
PI-3	N1° 28' 30"E	15° 16' 09"	25.00	3.35	6.66	6.64	0.22	0.22	1+984.05	1+980.70	1+987.36	9261017.47	775012.08	8
PI-4	N12° 22' 16"E	37° 03' 42"	25.00	8.38	16.17	15.89	1.37	1.30	2+009.08	2+000.70	2+016.87	9261042.40	775009.39	1
PI-5	N50° 28' 17"E	39° 08' 20"	25.00	8.89	17.08	16.75	1.53	1.44	2+051.94	2+043.06	2+050.13	9261079.69	775031.70	8
PI-6	N76° 48' 24"E	13° 31' 54"	30.00	3.56	7.09	7.07	0.21	0.21	2+146.80	2+143.24	2+150.33	9261112.30	775121.52	8
PI-7	N36° 57' 13"E	93° 14' 16"	25.00	26.45	40.68	36.34	11.40	7.83	2+201.91	2+175.45	2+216.14	9261118.48	775176.31	8
PI-8	N12° 26' 01"E	44° 11' 52"	30.00	12.18	23.14	22.57	2.38	2.20	2+249.31	2+237.13	2+260.27	9261177.26	775166.30	1
PI-9	N82° 53' 22"E	96° 42' 49"	35.00	39.36	59.68	52.31	17.67	11.74	2+316.99	2+277.63	2+336.71	9261234.02	775205.35	8
PI-10	S61° 31' 00"E	25° 31' 33"	30.00	6.80	13.37	13.26	0.76	0.74	2+376.00	2+368.21	2+381.57	9261182.82	775263.74	1
PI-11	S22° 17' 44"E	103° 58' 06"	25.00	31.98	45.36	39.39	15.59	9.60	2+427.80	2+395.82	2+441.18	9261168.46	775314.78	8
PI-12	S37° 02' 08"E	133° 26' 53"	25.00	58.12	88.23	45.93	38.27	15.12	2+533.39	2+475.28	2+533.50	9261060.57	775253.27	1
PI-13	S83° 53' 48"E	39° 43' 33"	30.00	10.84	20.80	20.39	1.90	1.78	2+566.79	2+555.95	2+576.75	9261082.31	775342.05	8
PI-14	S49° 53' 55"E	28° 16' 14"	30.00	7.56	14.80	14.65	0.94	0.91	2+657.04	2+649.49	2+664.29	9261042.41	775423.98	8
PI-15	S23° 19' 55"E	24° 51' 46"	30.00	6.61	13.02	12.92	0.72	0.70	2+703.67	2+697.06	2+710.08	9261004.32	775451.41	8
PI-16	S40° 07' 18"E	58° 26' 32"	30.00	16.78	30.60	29.29	4.37	3.82	2+733.46	2+716.68	2+747.28	9260974.87	775457.08	1
PI-17	S59° 56' 01"E	18° 49' 06"	25.00	4.14	8.21	8.17	0.34	0.34	2+759.76	2+755.62	2+763.83	9260964.55	775484.46	8
PI-18	S31° 30' 27"E	38° 02' 02"	25.00	8.62	16.60	16.29	1.44	1.36	2+813.47	2+804.85	2+821.44	9260930.35	775525.98	8
PI-19	S1° 06' 33"W	27° 11' 58"	25.00	6.05	11.87	11.76	0.72	0.70	2+834.22	2+828.18	2+840.04	9260909.47	775530.60	8
PI-20	S4° 47' 30"E	39° 00' 05"	30.00	10.62	20.42	20.03	1.83	1.72	2+868.12	2+857.49	2+877.02	9260876.46	775521.94	1
PI-21	S66° 27' 15"E	64° 19' 24"	25.00	22.64	36.79	33.56	8.73	6.47	2+947.21	2+924.57	2+961.36	9260803.62	775554.82	1
PI-22	N80° 59' 00"E	20° 48' 07"	30.00	5.51	10.89	10.83	0.50	0.49	2+993.64	2+988.14	2+999.03	9260821.15	775606.86	1



LEYENDA	
PLANTA	
EJE EN TANGENTE	
EJE EN CURVA	
CURVAS A NIVEL	
NORTE DE CUADRICULA	
PERFIL	
RASANTE	
TERRENO	

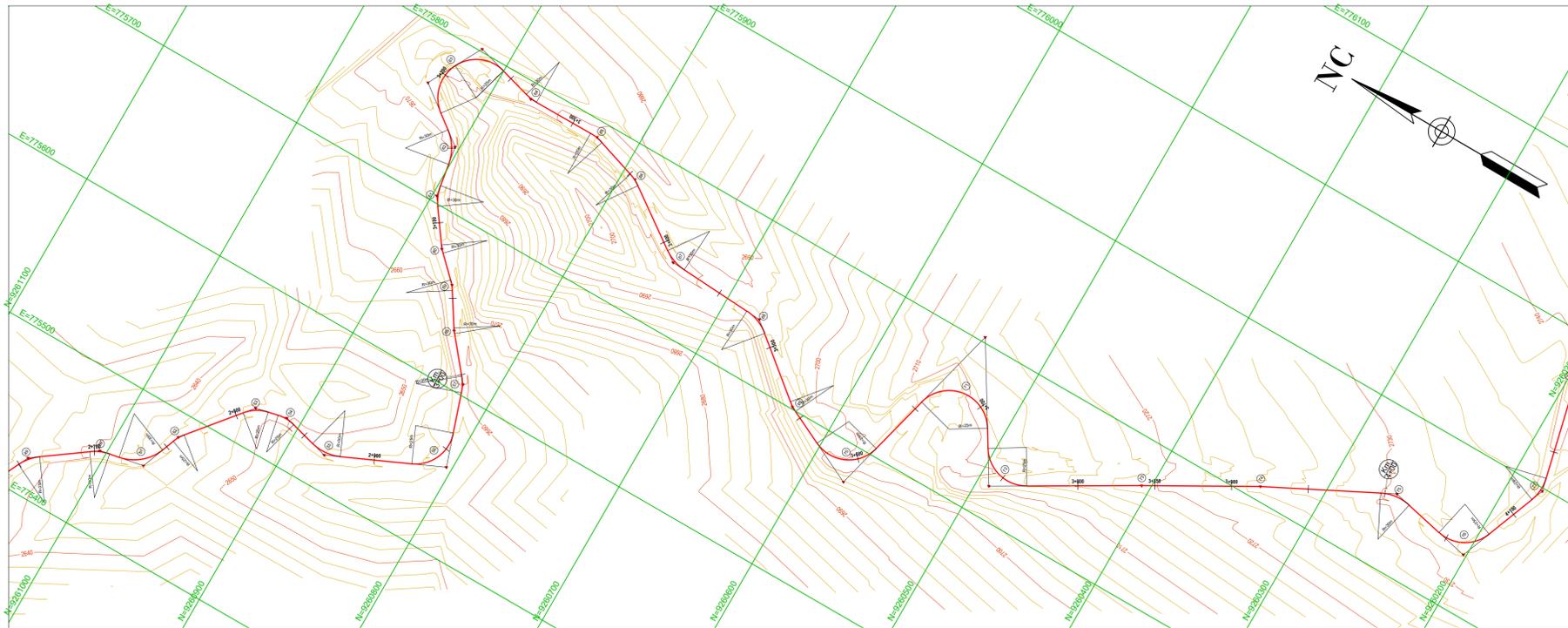
COTAS

ESCALAS:
H 1:2000
V 1:200

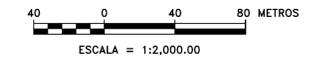


PERFIL LONGITUDINAL

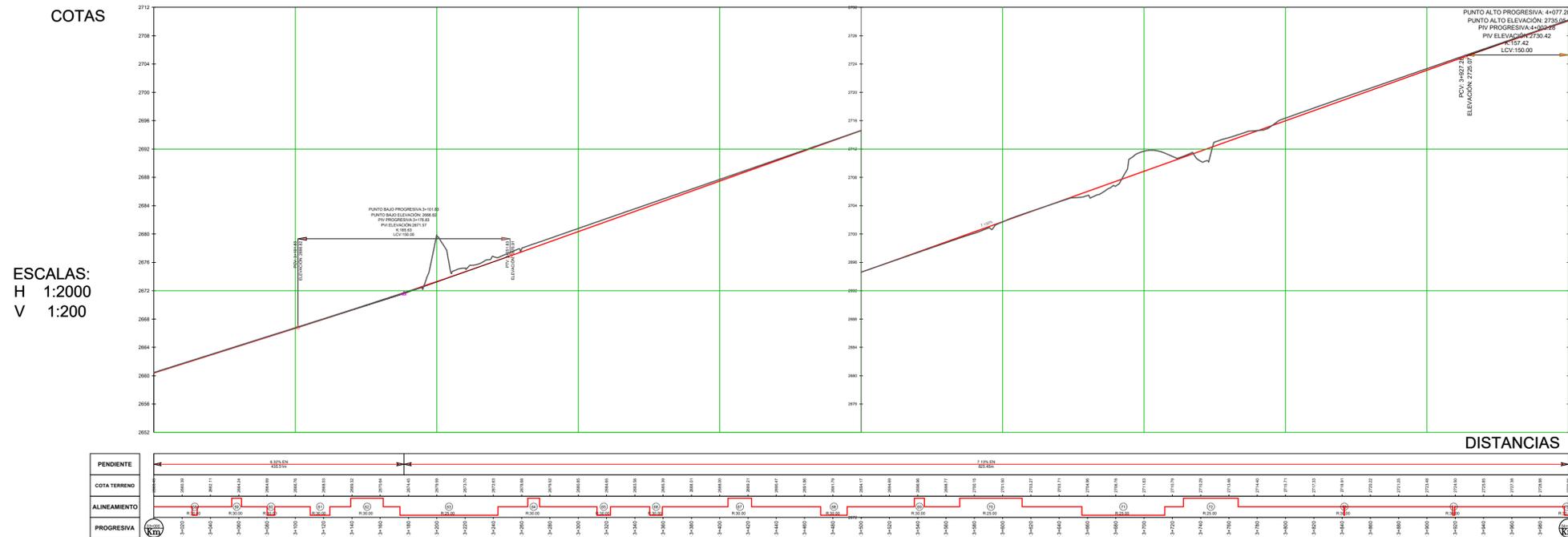
REVISIONES	
Nº	FECHA



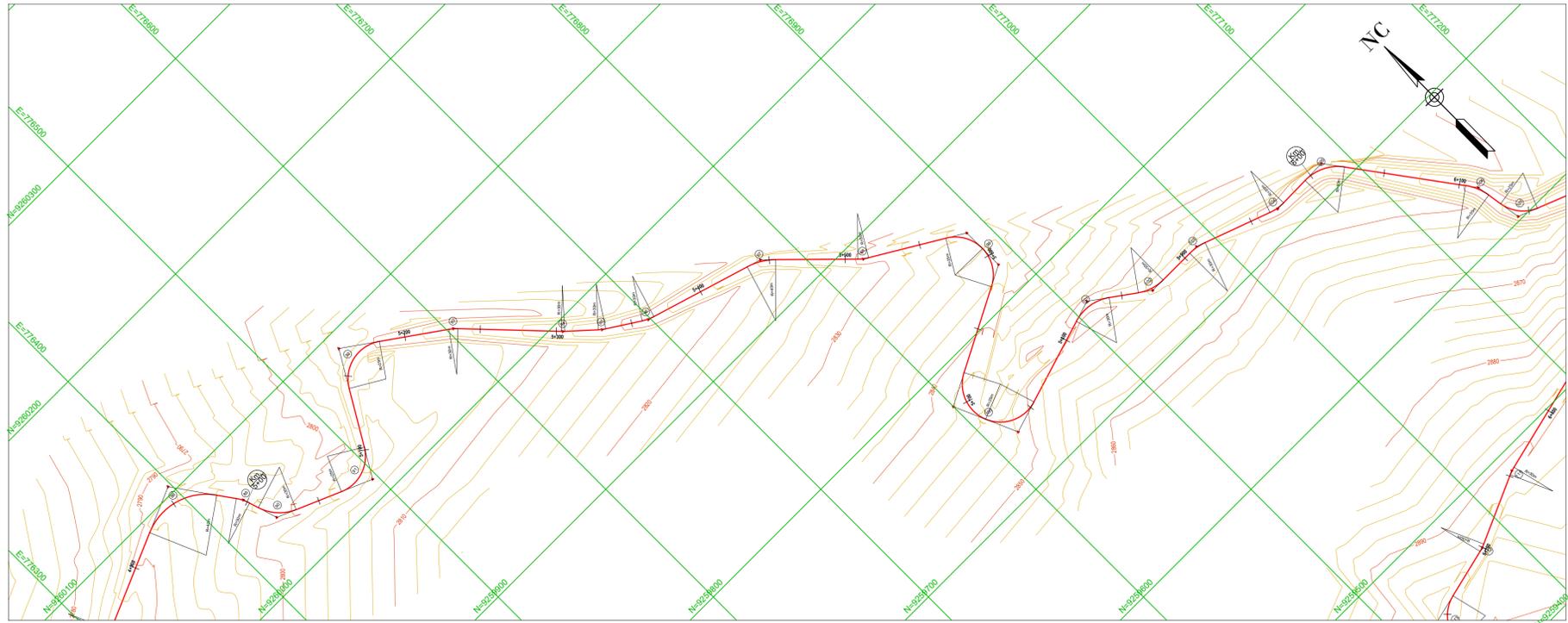
CUADRO DE ELEMENTOS DE CURVA														
NÚMERO PI	DIRECCIÓN	DELTA	RADIO	T	L	LC	E	M	PI	PC	PT	PI NORTE	PI ESTE	SENTIDO
PI-3	N53° 59' 17"E	6°48'40"	30,00	1,79	3,57	3,56	0,05	0,05	3+028,83	3+027,04	3+030,81	9260843,57	775634,14	8
PI-4	N50° 47' 55"E	13°11'24"	30,00	3,47	6,91	6,89	0,20	0,20	3+056,48	3+055,01	3+061,92	9260859,55	775659,12	1
PI-5	N49° 18' 43"E	10°13'01"	30,00	2,68	5,35	5,34	0,12	0,12	3+082,76	3+080,08	3+085,43	9260876,98	775676,07	8
PI-6	N67° 36' 32"E	26°22'36"	30,00	7,03	13,81	13,69	0,81	0,79	3+117,62	3+110,59	3+124,40	9260897,27	775704,44	8
PI-7	N58° 53' 34"E	43°48'32"	30,00	12,06	22,94	22,38	2,33	2,17	3+151,24	3+139,18	3+162,12	9260902,69	775737,87	1
PI-8	S63° 37' 18"E	158°46'48"	25,00	133,46	69,28	49,15	110,78	20,40	3+307,42	3+173,96	3+243,24	9261028,38	775832,55	8
PI-9	S7° 47' 20"W	15°57'32"	30,00	4,21	8,36	8,33	0,29	0,29	3+268,51	3+264,31	3+272,66	9260875,62	775789,41	1
PI-10	S8° 56' 16"W	18°15'25"	30,00	4,82	9,56	9,52	0,38	0,38	3+318,10	3+313,28	3+322,84	9260825,98	775789,58	8
PI-11	S26° 39' 30"W	17°11'03"	30,00	4,53	9,00	8,96	0,34	0,34	3+355,04	3+350,50	3+359,50	9260790,79	775778,10	8
PI-12	S19° 18' 29"W	31°53'05"	30,00	8,57	16,69	16,48	1,20	1,15	3+414,43	3+405,86	3+422,55	9260742,23	775743,78	1
PI-13	S21° 17' 38"W	35°51'18"	30,00	9,71	18,77	18,47	1,53	1,46	3+481,06	3+471,36	3+490,13	9260675,27	775739,84	8
PI-14	S32° 29' 03"W	13°28'23"	30,00	3,54	7,05	7,04	0,21	0,21	3+541,18	3+537,63	3+544,69	9260628,20	775701,42	1
PI-15	S24° 52' 47"E	101°15'16"	25,00	30,47	44,18	38,65	14,41	9,14	3+600,13	3+569,66	3+613,84	9260575,07	775675,80	1
PI-16	S8° 27' 18"E	134°06'15"	25,00	59,05	58,51	46,04	39,12	15,25	3+715,13	3+656,08	3+714,60	9260542,10	775803,36	8
PI-17	S14° 12' 32"W	88°46'38"	25,00	24,47	38,74	34,98	9,98	7,13	3+752,29	3+727,82	3+766,55	9260491,70	775720,80	1
PI-18	S29° 53' 09"E	0°35'15"	30,00	0,15	0,31	0,00	0,00	0,00	3+841,55	3+841,40	3+841,71	9260405,71	775770,81	8
PI-19	S28° 13' 17"E	2°44'29"	30,00	0,72	1,44	1,44	0,01	0,01	3+918,86	3+918,14	3+919,58	9260338,48	775808,98	8



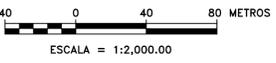
LEYENDA	
PLANTA	
EJE EN TANGENTE	
EJE EN CURVA	
CURVAS A NIVEL	
NORTE DE CUADRICULA	
PERFIL	
RASANTE	
TERRENO	



PERFIL LONGITUDINAL

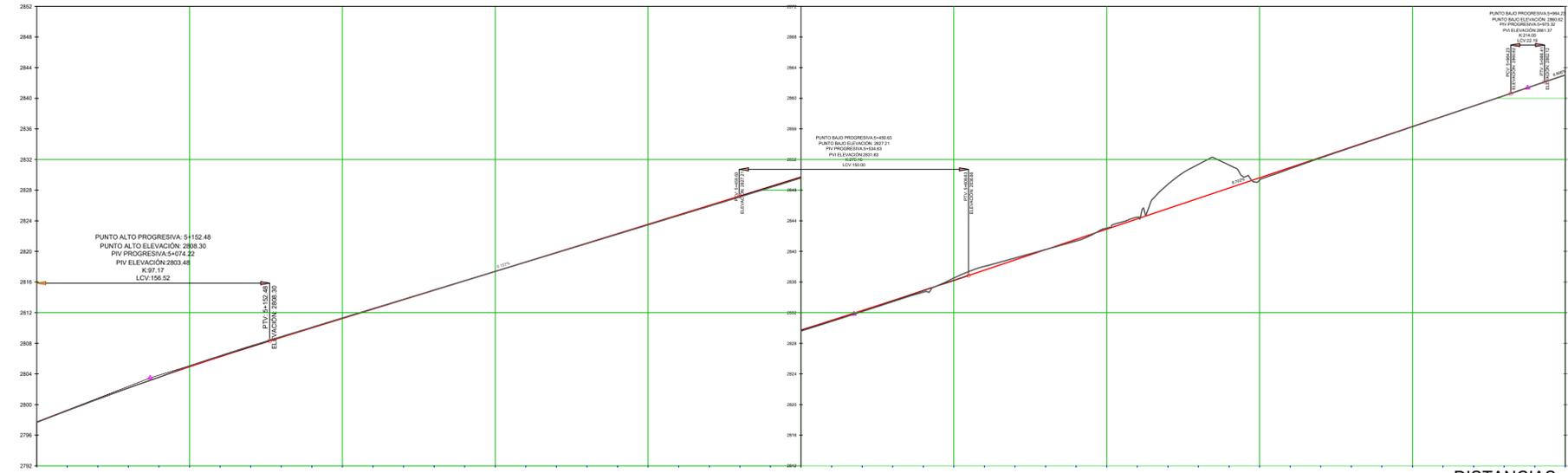


CUADRO DE ELEMENTOS DE CURVA														
NÚMERO PI	DIRECCIÓN	DELTA	RADIO	T	L	LC	E	M	PI	PC	PT	PI NORTE	PI ESTE	SENTIDO
PI-01	S42° 01' 31"E	49°12'51"	30.00	13.74	25.77	24.98	3.00	2.72	5+022.00	5+008.26	5+034.03	9260039.94	776434.03	1
PI-02	N71° 55' 03"E	82°54'01"	25.00	22.08	36.17	33.10	8.35	6.26	5+088.15	5+066.08	5+102.25	9260013.02	776496.33	1
PI-03	N77° 47' 16"E	94°38'28"	25.00	27.11	41.29	36.76	11.88	8.05	5+168.81	5+141.69	5+182.99	9260089.42	776541.27	8
PI-04	S49° 11' 38"E	11°23'44"	30.00	2.99	5.97	5.96	0.15	0.15	5+232.31	5+229.32	5+235.28	9260045.46	776603.80	8
PI-05	S45° 35' 43"E	4°11'56"	30.00	1.10	2.20	2.20	0.02	0.02	5+304.31	5+303.21	5+305.41	9259993.22	776653.37	1
PI-06	S52° 28' 20"E	9°33'17"	30.00	2.51	5.00	5.00	0.10	0.10	5+330.10	5+327.59	5+332.60	9259975.86	776672.45	1
PI-07	S65° 08' 22"E	15°46'47"	30.00	4.16	8.26	8.24	0.29	0.28	5+361.27	5+357.11	5+365.38	9259958.99	776698.67	1
PI-08	S59° 12' 46"E	27°37'59"	40.00	9.84	19.29	19.11	1.19	1.16	5+444.62	5+434.78	5+454.07	9259934.65	776778.44	8
PI-09	S50° 16' 29"E	13°45'26"	30.00	3.62	7.20	7.19	0.22	0.22	5+511.84	5+506.22	5+515.43	9259887.17	776826.58	1
PI-10	S1° 45' 31"W	121°49'27"	25.00	44.04	53.16	43.69	26.42	12.85	5+612.76	5+567.82	5+620.98	9259835.41	776913.25	8
PI-11	S22° 15' 46"E	169°52'02"	25.00	281.99	74.12	49.80	258.09	22.79	5+962.12	5+880.13	5+754.25	9259658.16	776570.26	1
PI-14	S80° 48' 56"E	52°45'42"	30.00	14.88	27.63	26.66	3.49	3.12	5+828.89	5+814.01	5+841.64	9259763.60	776910.95	8
PI-15	S72° 13' 33"E	35°34'55"	30.00	9.63	18.63	18.33	1.51	1.43	5+870.64	5+861.01	5+879.64	9259738.07	776946.64	1
PI-16	S79° 56' 44"E	20°08'32"	35.00	6.22	12.30	12.24	0.55	0.54	5+910.63	5+904.41	5+916.72	9259738.09	776987.26	8
PI-17	S80° 25' 27"E	21°05'56"	30.00	5.59	11.05	10.99	0.52	0.51	5+969.34	5+963.75	5+974.80	9259717.84	777042.51	1



COTAS

ESCALAS:
H 1:2000
V 1:200

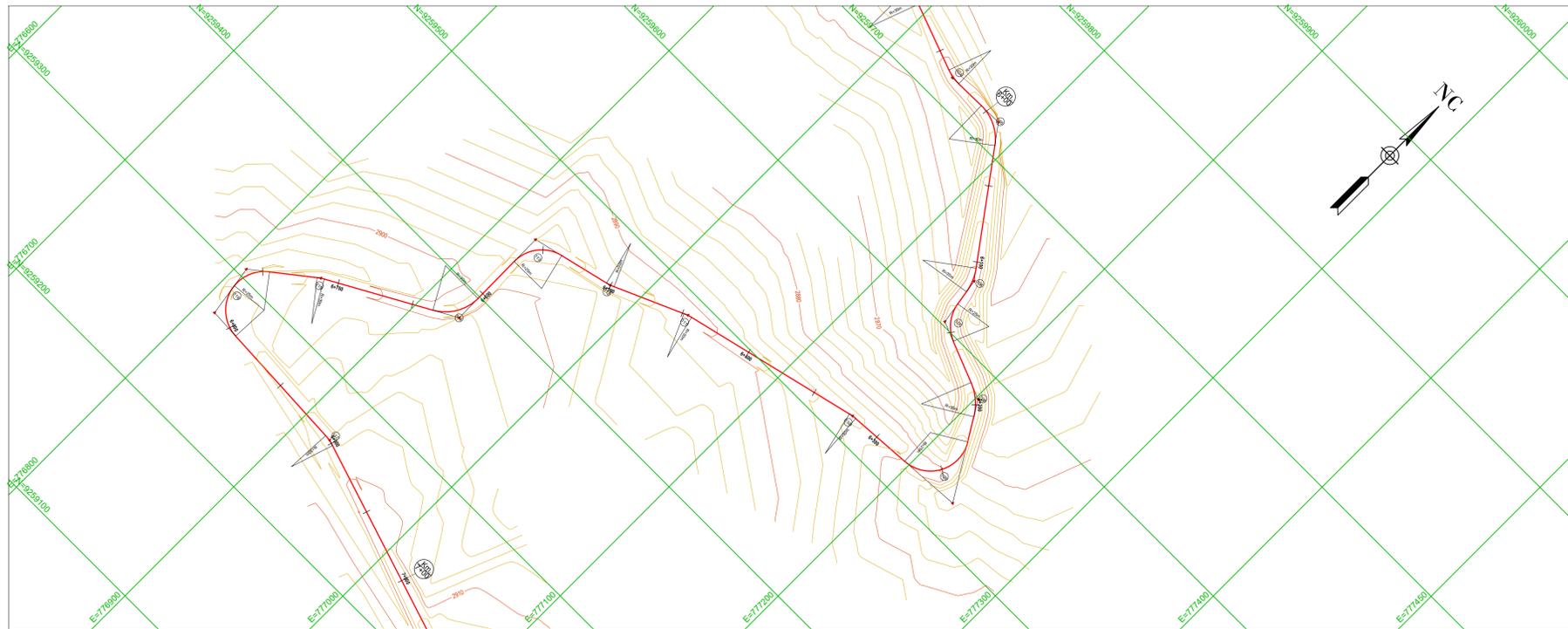


LEYENDA	
PLANTA	
EJE EN TANGENTE	—
EJE EN CURVA	⤿
CURVAS A NIVEL	⊖ 2900
NORTE DE CUADRICULA	↖
PERFIL	
RASANTE	—
TERRENO	- - -

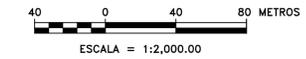


PERFIL LONGITUDINAL

REVISIONES		
Nº	FECHA	DESCRIPCION

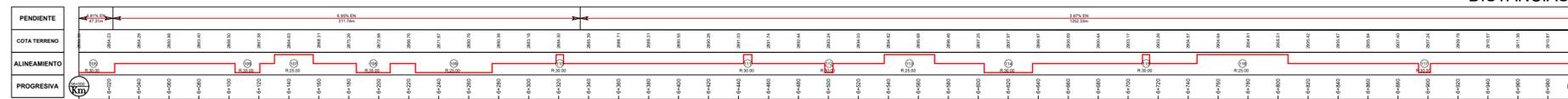
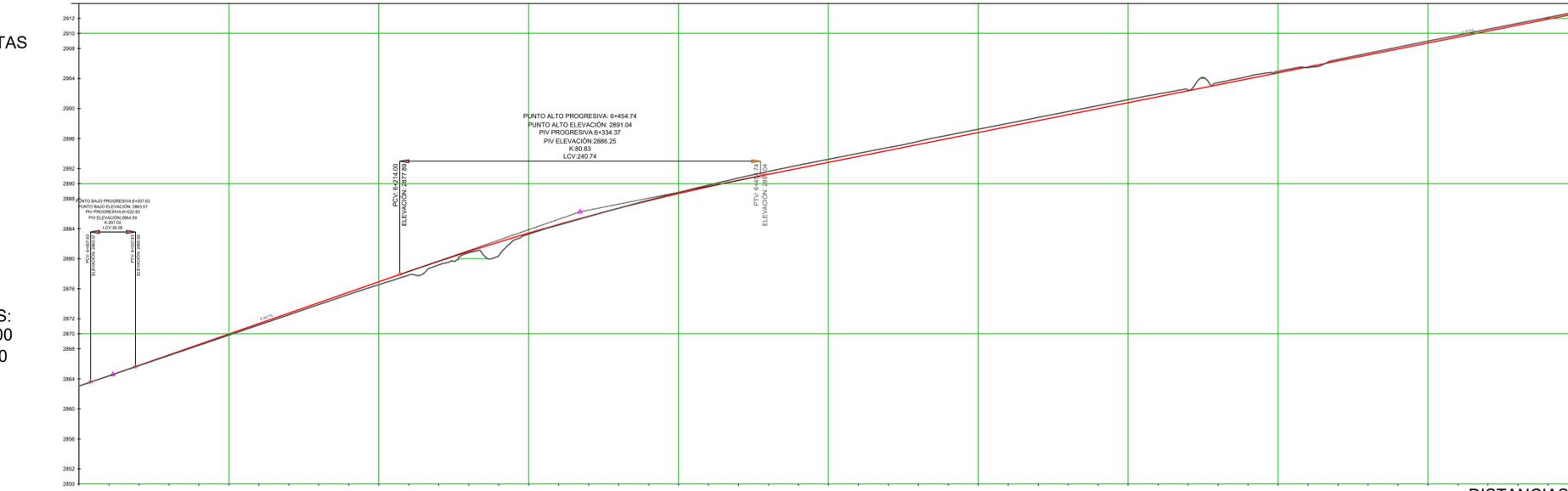


CUADRO DE ELEMENTOS DE CURVA														
NÚMERO PI	DIRECCIÓN	DELTA	RADIO	T	L	LC	E	M	PI	PC	PT	PI NORTE	PI ESTE	SENTIDO
PH-18	S63° 37' 47"E	54° 41' 16"	30.00	15.51	28.63	27.56	3.77	3.35	6+010.70	5+995.18	6+023.82	9259718.55	777083.98	8
PH-19	S22° 40' 41"E	27° 12' 57"	35.00	8.47	16.63	16.47	1.01	0.98	6+112.57	6+104.09	6+120.72	9259634.50	777145.69	8
PH-20	S38° 39' 24"E	59° 10' 24"	25.00	14.19	25.82	24.69	3.75	3.26	6+144.62	6+130.42	6+156.24	9259602.54	777150.79	1
PH-21	S49° 44' 38"E	36° 59' 58"	35.00	11.71	22.60	22.21	1.91	1.81	6+196.77	6+185.06	6+207.66	9259582.25	777201.61	8
PH-22	S27° 24' 37"W	117° 18' 32"	25.00	41.04	51.19	42.70	23.08	12.00	6+265.50	6+224.45	6+275.64	9259522.79	777237.68	8
PH-24	S81° 14' 28"W	9° 38' 51"	30.00	2.53	5.05	5.05	0.11	0.11	6+320.79	6+318.26	6+323.31	9259516.88	777151.89	1
PH-25	S71° 12' 47"W	10° 24' 30"	30.00	2.73	5.45	5.44	0.12	0.12	6+446.19	6+443.45	6+448.90	9259487.43	777029.79	1
PH-26	S71° 13' 19"W	10° 25' 34"	30.00	2.74	5.46	5.45	0.12	0.12	6+500.34	6+497.60	6+503.08	9259465.40	776980.30	8
PH-27	S37° 54' 22"W	77° 03' 30"	25.00	19.91	33.62	31.15	6.96	5.44	6+557.13	6+537.22	6+570.85	9259452.08	776925.08	1
PH-28	S30° 09' 13"W	61° 33' 13"	30.00	17.87	32.23	30.70	4.92	4.22	6+621.87	6+604.00	6+636.23	9259381.15	776925.85	8
PH-29	S56° 23' 59"W	9° 03' 42"	30.00	2.38	4.74	4.74	0.09	0.09	6+711.91	6+709.53	6+714.27	9259335.70	776844.09	1
PH-30	S17° 38' 19"E	139° 00' 55"	25.00	66.89	60.66	46.84	46.41	16.25	6+812.85	6+745.96	6+806.62	9259273.37	776764.68	1
PH-31	S79° 39' 37"E	14° 58' 20"	30.00	3.94	7.84	7.82	0.26	0.26	6+897.70	6+893.76	6+901.60	9259265.50	776922.46	8



COTAS

ESCALAS:
H 1:2000
V 1:200



PERFIL LONGITUDINAL

LEYENDA

PLANTA	
EJE EN TANGENTE	
EJE EN CURVA	
CURVAS A NIVEL	
NORTE DE CUADRICULA	
PERFIL	
RASANTE	
TERRENO	



UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA
FACULTAD DE INGENIERIA
ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL



PROYECTISTA:
BACH. HILDER VEXLER LUMBA BERNAL

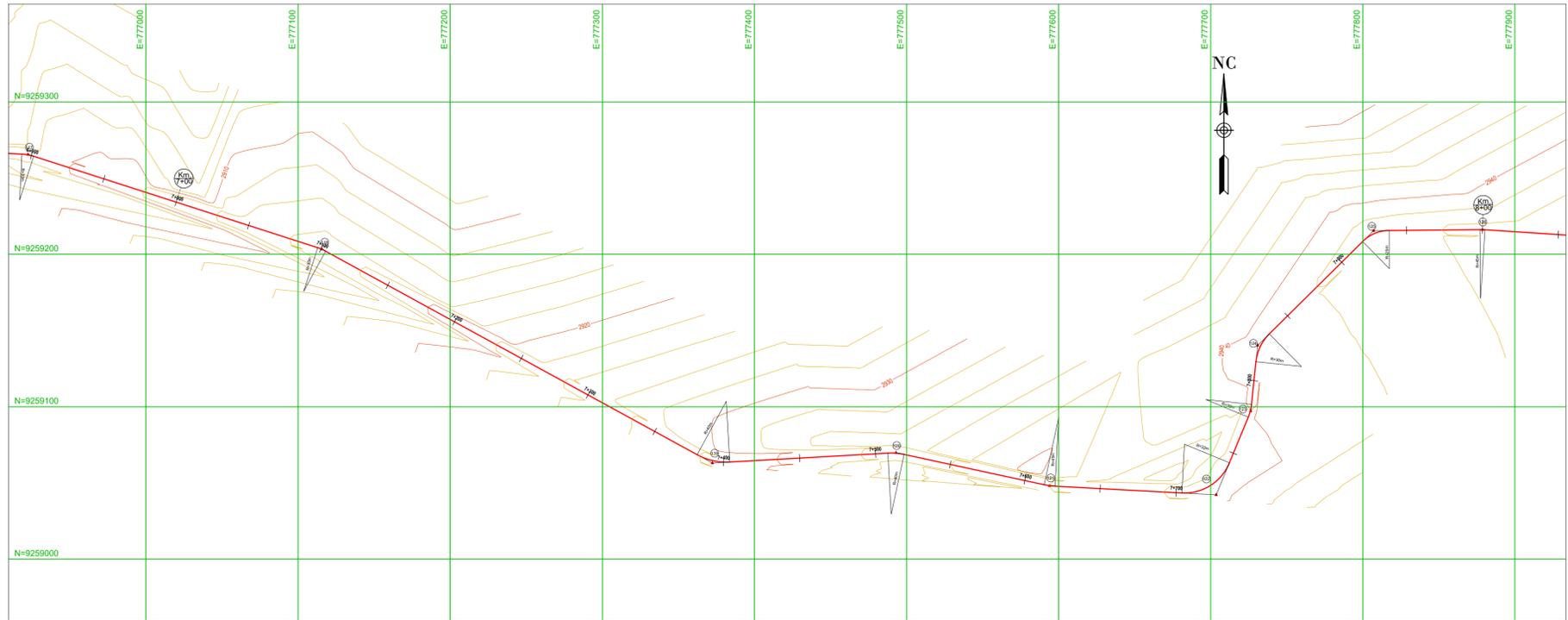
ASESOR:
M. CS. ING. MANUEL R. URTEAGA TORO

REVISIONES	
Nº	FECHA

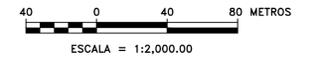
PROYECTO:
EVALUACIÓN DE LA SEGURIDAD VIAL DE LA CARRETERA
BAMBAMARCA-CELENDIN, TRAMO KM 0+00 - KM 10+00 CASERÍO
CHALAPAMPA EN FUNCIÓN A SUS CARACTERÍSTICAS GEOMÉTRICAS,
SEÑALIZACIÓN Y ACCIDENTALIDAD, 2023.

PLANO:
PLANO EN PLANTA Y PERFIL LONGITUDINAL
TRAMO:
Km 06+00 - Km 07+000

ESCALA: INDICADA
FECHA: OCT. - 2024
PLANO Nº:
PP - 07

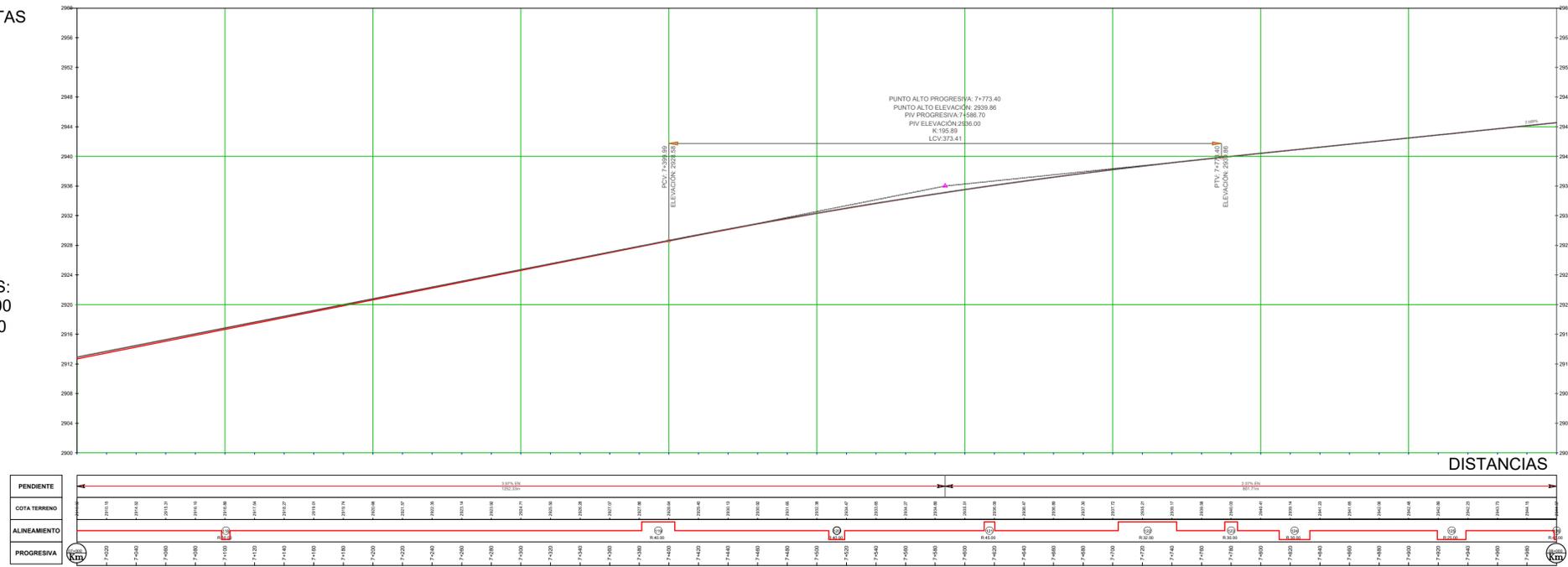


CUADRO DE ELEMENTOS DE CURVA														
NÚMERO PI	DIRECCIÓN	DELTA	RADIO	T	L	LC	E	M	PI	PC	PT	PI NORTE	PI ESTE	SENTIDO
PK-12	S66° 45' 06"E	10°50'42"	30.00	2.85	5.68	5.67	0.13	0.13	7+100.58	7+097.73	7+103.41	9259203.38	777115.64	B
PK-13	S77° 16' 39"E	31°53'48"	40.00	11.43	22.27	21.98	1.60	1.54	7+393.16	7+381.73	7+404.00	9259063.00	777372.36	1
PK-14	S85° 32' 05"E	15°22'56"	40.00	5.40	10.74	10.71	0.36	0.36	7+513.51	7+508.11	7+518.85	9259069.81	777493.12	B
PK-15	S82° 23' 24"E	9°05'33"	45.00	3.58	7.14	7.13	0.14	0.14	7+616.70	7+613.12	7+620.26	9259048.06	777594.05	1
PK-16	N57° 45' 03"E	70°37'34"	32.00	22.67	39.45	36.99	7.22	5.89	7+726.43	7+703.76	7+743.21	9259042.20	777703.64	1
PK-17	N14° 12' 44"E	16°27'04"	30.00	4.34	8.61	8.58	0.31	0.31	7+780.02	7+775.68	7+784.29	9259097.17	777726.34	1
PK-18	N25° 41' 05"E	39°23'45"	30.00	10.74	20.63	20.22	1.86	1.76	7+823.26	7+812.52	7+833.14	9259140.23	777730.86	B
PK-19	N67° 25' 37"E	44°05'20"	25.00	10.12	19.24	18.77	1.97	1.83	7+929.52	7+919.40	7+938.64	9259215.47	777807.11	B



COTAS

ESCALAS:
H 1:2000
V 1:200



PERFIL LONGITUDINAL

LEYENDA	
PLANTA	
EJE EN TANGENTE	—
EJE EN CURVA	—
CURVAS A NIVEL	—
NORTE DE CUADRICULA	—
PERFIL	
RASANTE	—
TERRENO	---



UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA
FACULTAD DE INGENIERIA
ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL



PROYECTISTA:
BACH. HILDER VEXLER LUMBA BERNAL

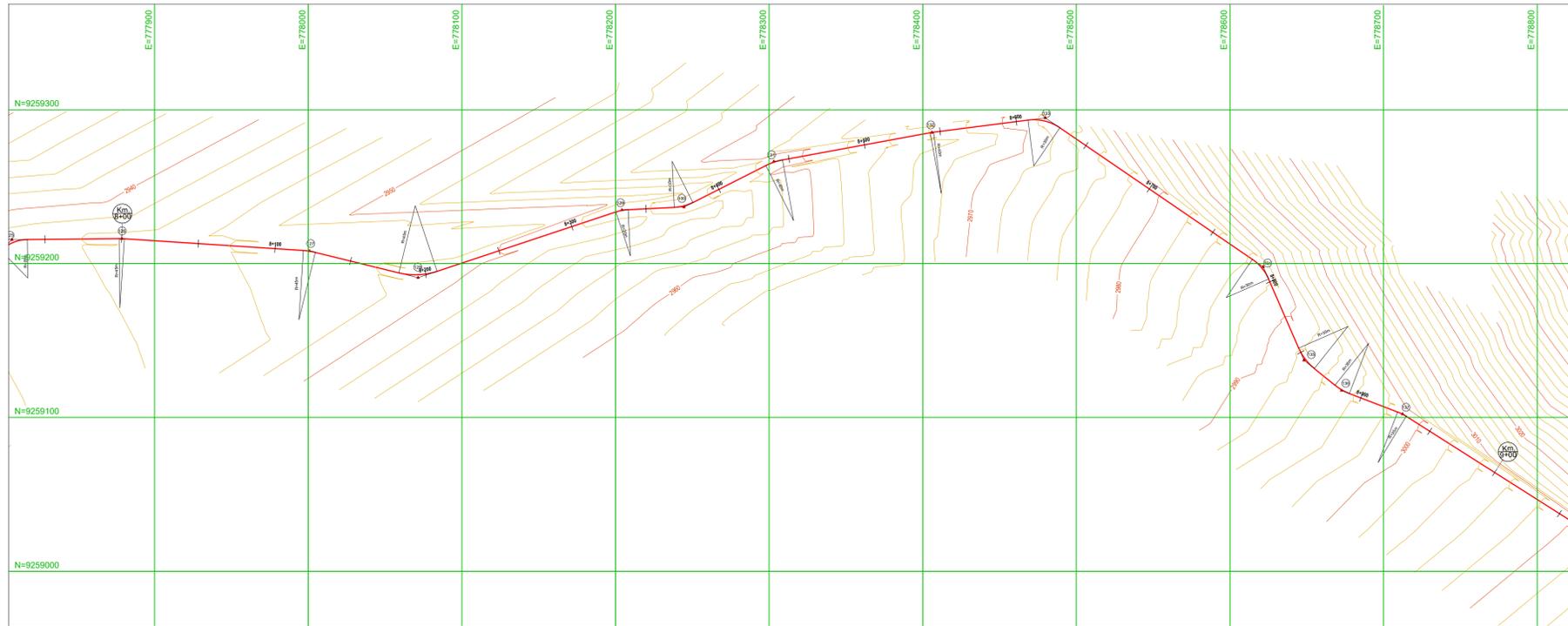
ASESOR:
M. CS. ING. MANUEL R. URTEAGA TORO

REVISIONES	
Nº	FECHA

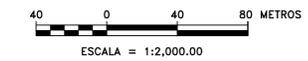
PROYECTO:
EVALUACIÓN DE LA SEGURIDAD VIAL DE LA CARRETERA BAMBAMARCA-CELENDIN, TRAMO KM 0+00 - KM 10+00 CASERÍO CHALAPAMPA EN FUNCIÓN A SUS CARACTERÍSTICAS GEOMÉTRICAS, SEÑALIZACIÓN Y ACCIDENTALIDAD, 2023.

PLANO:
PLANO EN PLANTA Y PERFIL LONGITUDINAL
TRAMO:
Km 07+000 - Km 08+000

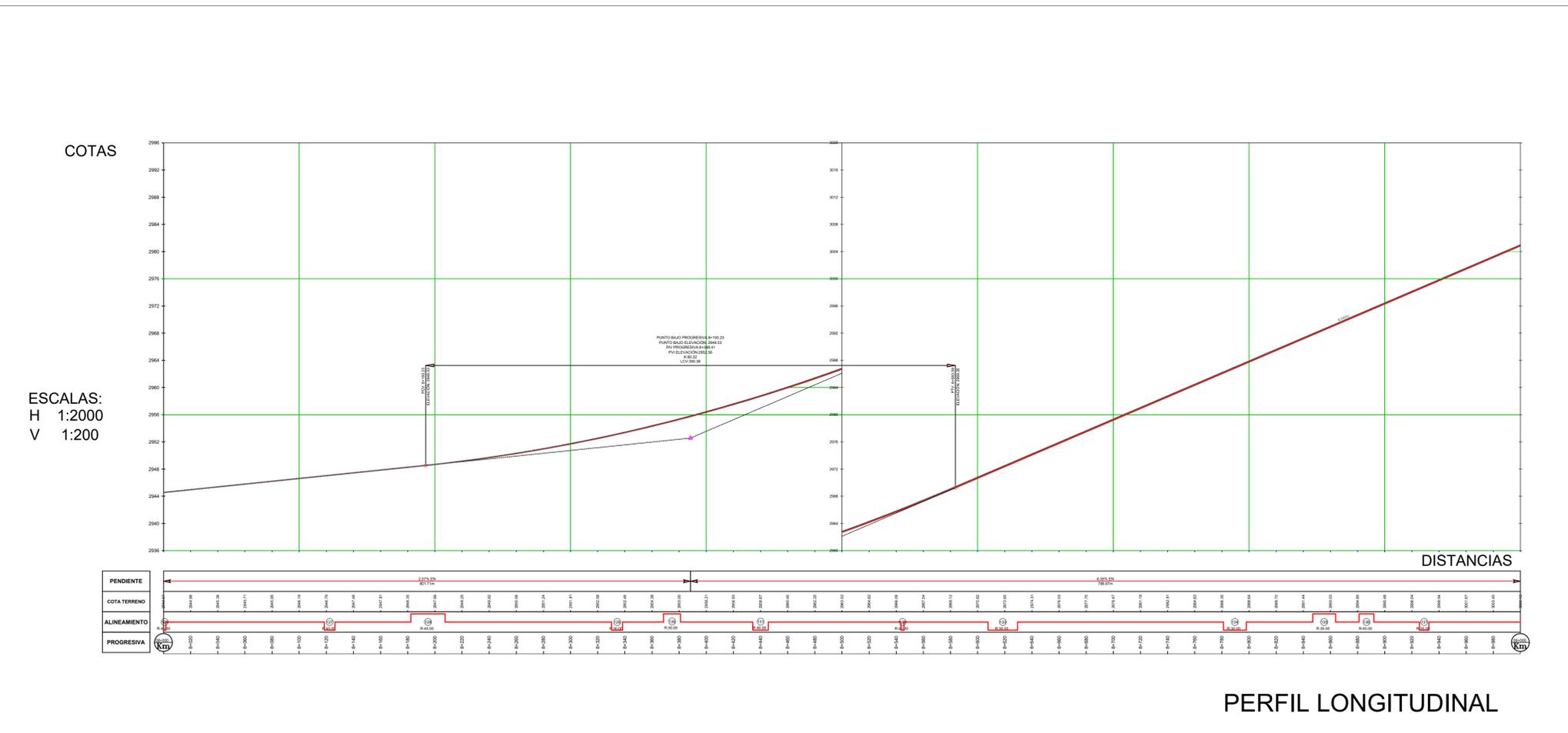
ESCALA: INDICADA
FECHA: OCT. - 2024
PLANO Nº:
PP - 08

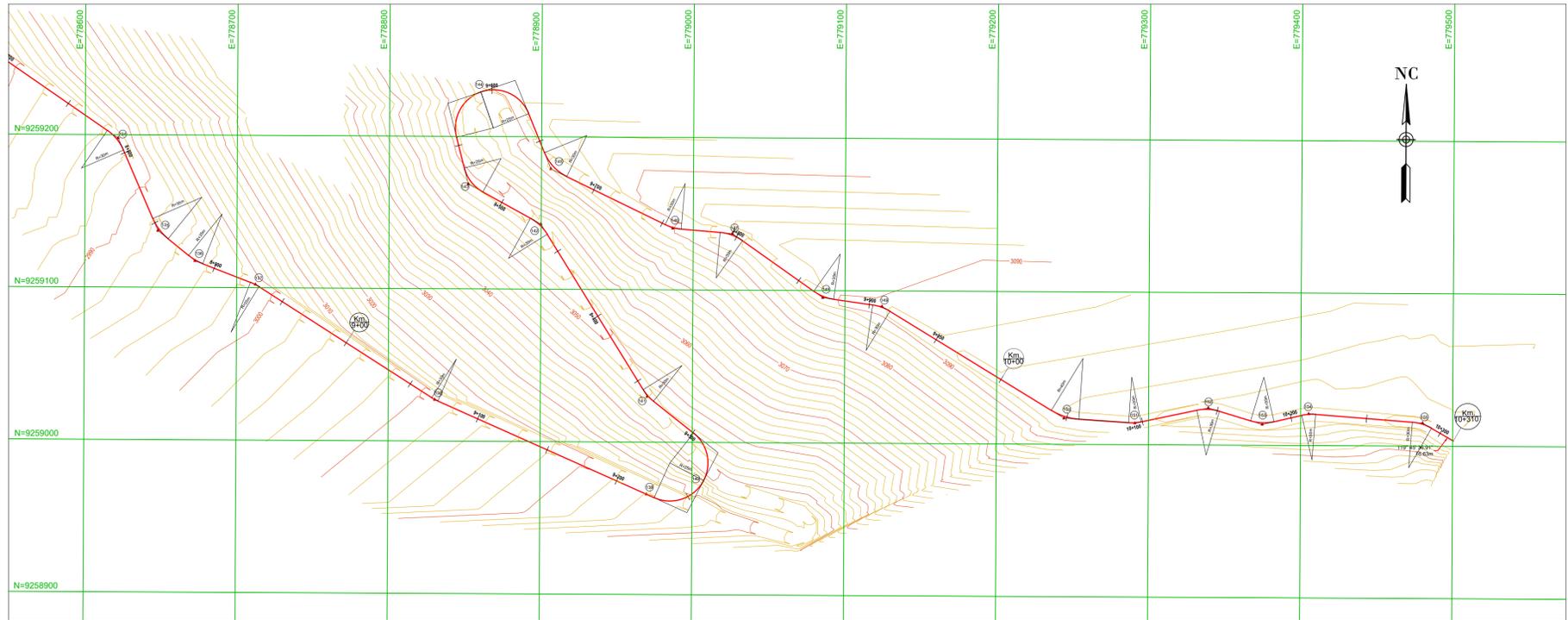


CUADRO DE ELEMENTOS DE CURVA														
NÚMERO PI	DIRECCIÓN	DELTA	RADIO	T	L	LC	E	M	PI	PC	PT	PI NORTE	PI ESTE	SENTIDO
PI140	S88° 23' 36"E	4° 16' 13"	45.00	1.68	3.35	3.35	0.03	0.03	8+000.07	7+998.39	8+001.74	9259216.13	777878.66	8
PI141	S81° 13' 50"E	10° 03' 19"	45.00	3.96	7.90	7.89	0.17	0.17	8+122.50	8+118.54	8+126.44	9259208.14	778000.83	8
PI142	N87° 43' 41"E	32° 08' 18"	45.00	12.96	25.24	24.91	1.83	1.76	8+195.30	8+182.33	8+207.58	9259190.78	778071.55	1
PI143	N79° 29' 36"E	15° 32' 09"	30.00	4.09	8.13	8.11	0.28	0.28	8+334.32	8+330.23	8+338.37	9259234.74	778204.16	8
PI144	N75° 11' 04"E	24° 01' 14"	30.00	6.38	12.58	12.49	0.67	0.66	8+374.85	8+368.47	8+381.05	9259236.73	778244.69	1
PI145	N71° 22' 46"E	16° 24' 38"	40.00	5.77	11.46	11.42	0.41	0.41	8+440.05	8+434.29	8+445.74	9259266.23	778303.04	8
PI146	N81° 08' 37"E	3° 07' 05"	40.00	1.09	2.18	2.18	0.01	0.01	8+544.61	8+543.52	8+545.70	9259285.15	778405.95	8
PI147	S76° 29' 54"E	41° 35' 53"	30.00	11.40	21.78	21.31	2.09	1.96	8+619.05	8+607.66	8+629.44	9259294.61	778479.79	8
PI148	S39° 38' 09"E	32° 07' 36"	30.00	8.64	16.82	16.60	1.22	1.17	8+789.78	8+781.14	8+797.96	9259197.83	778621.66	8
PI149	S37° 22' 40"E	27° 36' 36"	35.00	8.60	16.87	16.70	1.04	1.01	8+855.51	8+846.91	8+863.78	9259137.16	778648.13	1
PI150	S60° 04' 13"E	17° 46' 31"	35.00	5.47	10.86	10.81	0.43	0.42	8+895.57	8+881.10	8+891.96	9259117.48	778672.60	1
PI151	S63° 17' 20"E	11° 20' 17"	35.00	3.47	6.93	6.91	0.17	0.17	8+929.07	8+925.60	8+932.52	9259102.19	778712.34	8

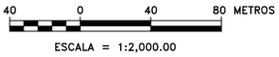


LEYENDA	
PLANTA	
EJE EN TANGENTE	—
EJE EN CURVA	⤿
CURVAS A NIVEL	⊙ 2900
NORTE DE CUADRICULA	↖
PERFIL	
RASANTE	—
TERRENO	- - - -





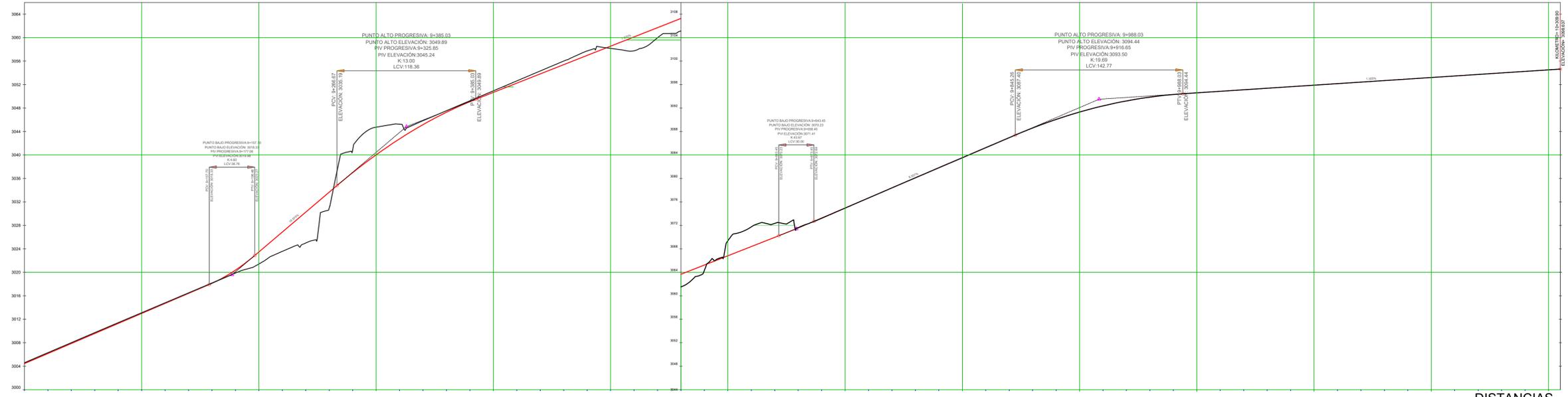
CUADRO DE ELEMENTOS DE CURVA														
NÚMERO PI	DIRECCIÓN	DELTA	RADIO	T	L	LC	E	M	PI	PC	PT	PI NORTE	PI ESTE	SENTIDO
PI-12	S61° 56' 23"E	8°38'23"	30.00	2.27	4.52	4.52	0.09	0.09	9+069.04	9+066.78	9+071.30	9259027.22	778830.57	1
PI-13	S66° 07' 41"E	0°15'47"	35.00	0.08	0.16	0.16	0.00	0.00	9+221.47	9+221.39	9+221.55	9258965.85	778970.10	8
PI-14	N31° 07' 04"E	165°46'17"	25.00	200.30	72.33	49.62	176.86	21.90	9+427.37	9+227.07	9+299.40	9258862.09	779158.20	8
PI-15	N41° 54' 23"W	19°43'22"	30.00	5.22	10.33	10.28	0.45	0.44	9+338.20	9+332.98	9+343.31	9259030.06	778970.38	8
PI-17	N46° 44' 36"W	29°23'48"	30.00	7.87	15.39	15.22	1.01	0.98	9+470.97	9+463.10	9+478.50	9259142.69	778899.88	1
PI-18	N37° 57' 02"W	46°55'56"	25.00	10.87	20.50	19.93	2.26	2.07	9+525.15	9+514.28	9+529.16	9259168.75	778851.99	8
PI-19	N71° 36' 13"E	172°07'33"	25.00	363.25	75.10	49.88	339.11	23.28	9+918.75	9+555.51	9+630.61	9259551.09	778753.40	1
PI-10	S43° 18' 58"E	41°57'54"	30.00	11.51	21.97	21.48	2.13	1.99	9+669.67	9+658.17	9+680.14	9259178.95	778906.28	1
PI-11	S74° 48' 22"E	21°00'55"	30.00	5.56	11.00	10.94	0.51	0.50	9+757.70	9+752.13	9+763.14	9259140.33	778986.53	1
PI-12	S70° 09' 54"E	30°17'51"	30.00	8.12	15.66	15.68	1.08	1.04	9+796.93	9+786.81	9+804.67	9259137.11	779025.76	8
PI-13	S68° 29' 06"E	26°56'16"	30.00	7.19	14.10	13.98	0.85	0.83	9+869.36	9+862.17	9+876.28	9259095.37	779085.41	1
PI-14	S70° 22' 11"E	23°10'06"	30.00	6.15	12.13	12.05	0.62	0.61	9+906.39	9+902.24	9+914.37	9259089.87	779124.32	8
PI-15	S72° 33' 55"E	27°33'36"	40.00	9.81	19.24	19.06	1.19	1.15	10+048.62	10+038.81	10+058.05	9259017.11	779244.39	1
PI-16	N85° 50' 15"E	15°38'04"	30.00	4.12	8.19	8.16	0.28	0.28	10+094.96	10+090.84	10+099.03	9259014.13	779291.02	1
PI-17	S87° 39' 22"E	28°38'50"	30.00	7.66	15.00	14.84	0.96	0.93	10+144.15	10+136.49	10+151.49	9259024.35	779339.18	8
PI-18	S88° 13' 17"E	29°46'38"	30.00	7.98	15.59	15.42	1.04	1.01	10+180.94	10+172.96	10+188.55	9259013.71	779374.73	1
PI-19	N85° 37' 01"E	17°27'13"	30.00	4.61	9.14	9.10	0.35	0.35	10+211.83	10+207.23	10+216.36	9259020.80	779405.17	8
PI-10	S72° 56' 53"E	25°24'59"	30.00	6.77	13.31	13.20	0.75	0.73	10+286.93	10+280.17	10+293.47	9259015.10	779480.13	8



LEYENDA	
PLANTA	
EJE EN TANGENTE	
EJE EN CURVA	
CURVAS A NIVEL	
NORTE DE CUADRICULA	
PERFIL	
RASANTE	
TERRENO	

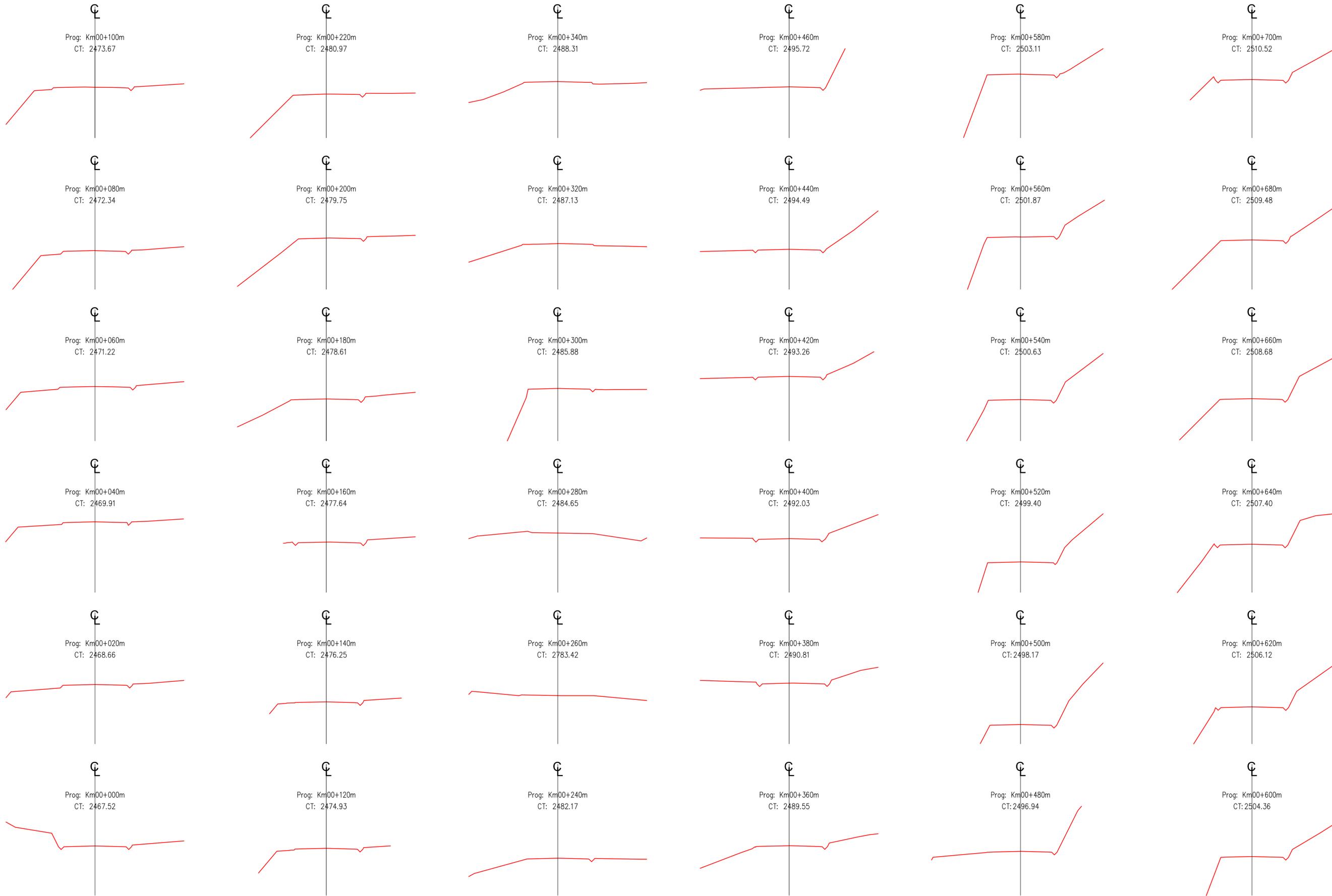
COTAS

ESCALAS:
H 1:2000
V 1:200

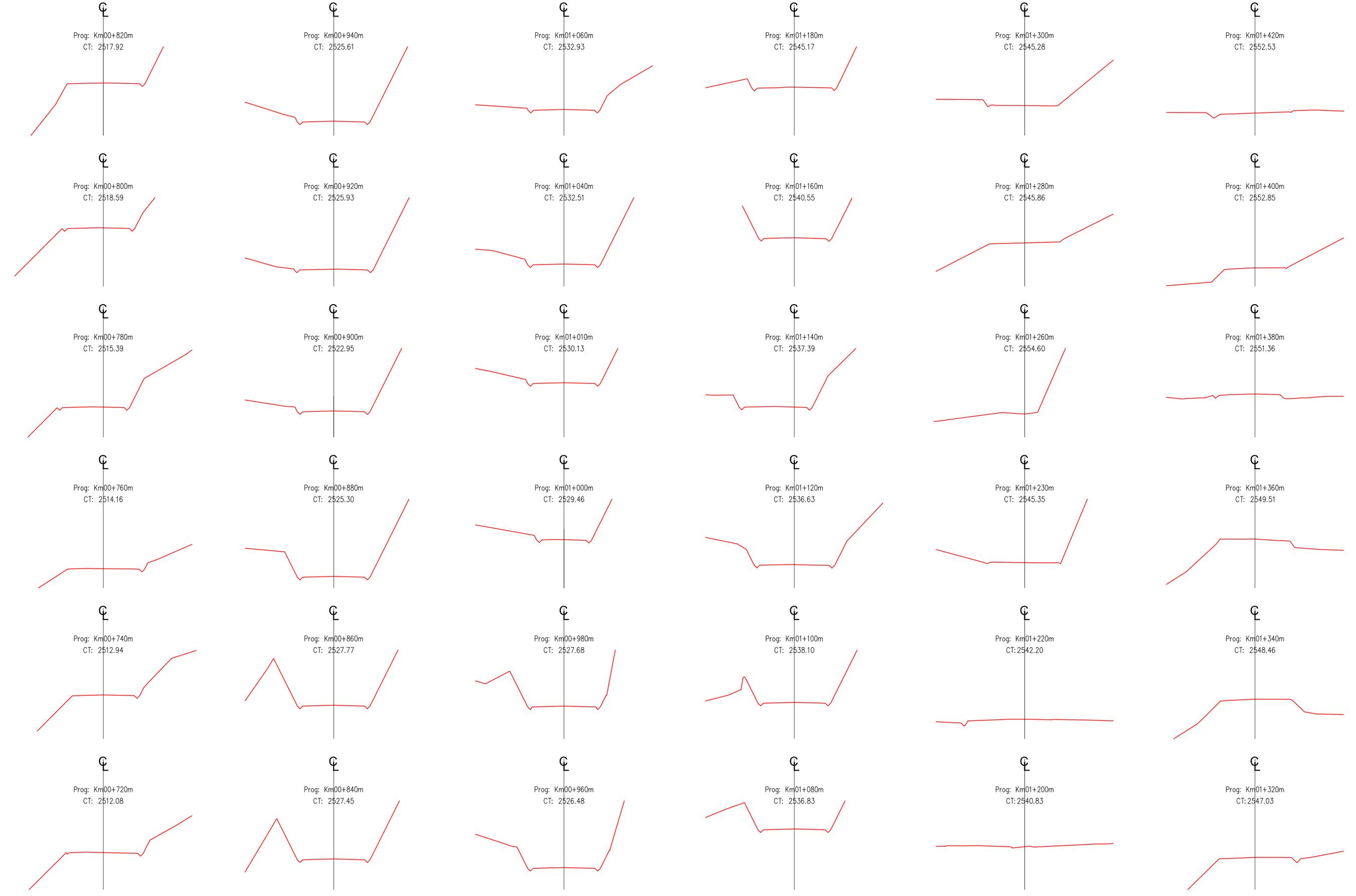


PENDIENTE	COTA TERRENO	ALINEAMIENTO	PROGRESIVA
0.00%	3004.00	0+000	0+000
0.00%	3003.50	0+050	0+050
0.00%	3003.00	0+100	0+100
0.00%	3002.50	0+150	0+150
0.00%	3002.00	0+200	0+200
0.00%	3001.50	0+250	0+250
0.00%	3001.00	0+300	0+300
0.00%	3000.50	0+350	0+350
0.00%	3000.00	0+400	0+400
0.00%	2999.50	0+450	0+450
0.00%	2999.00	0+500	0+500
0.00%	2998.50	0+550	0+550
0.00%	2998.00	0+600	0+600
0.00%	2997.50	0+650	0+650
0.00%	2997.00	0+700	0+700
0.00%	2996.50	0+750	0+750
0.00%	2996.00	0+800	0+800
0.00%	2995.50	0+850	0+850
0.00%	2995.00	0+900	0+900
0.00%	2994.50	0+950	0+950
0.00%	2994.00	1+000	1+000
0.00%	2993.50	1+050	1+050
0.00%	2993.00	1+100	1+100
0.00%	2992.50	1+150	1+150
0.00%	2992.00	1+200	1+200
0.00%	2991.50	1+250	1+250
0.00%	2991.00	1+300	1+300
0.00%	2990.50	1+350	1+350
0.00%	2990.00	1+400	1+400
0.00%	2989.50	1+450	1+450
0.00%	2989.00	1+500	1+500
0.00%	2988.50	1+550	1+550
0.00%	2988.00	1+600	1+600
0.00%	2987.50	1+650	1+650
0.00%	2987.00	1+700	1+700
0.00%	2986.50	1+750	1+750
0.00%	2986.00	1+800	1+800
0.00%	2985.50	1+850	1+850
0.00%	2985.00	1+900	1+900
0.00%	2984.50	1+950	1+950
0.00%	2984.00	2+000	2+000
0.00%	2983.50	2+050	2+050
0.00%	2983.00	2+100	2+100
0.00%	2982.50	2+150	2+150
0.00%	2982.00	2+200	2+200
0.00%	2981.50	2+250	2+250
0.00%	2981.00	2+300	2+300
0.00%	2980.50	2+350	2+350
0.00%	2980.00	2+400	2+400
0.00%	2979.50	2+450	2+450
0.00%	2979.00	2+500	2+500
0.00%	2978.50	2+550	2+550
0.00%	2978.00	2+600	2+600
0.00%	2977.50	2+650	2+650
0.00%	2977.00	2+700	2+700
0.00%	2976.50	2+750	2+750
0.00%	2976.00	2+800	2+800
0.00%	2975.50	2+850	2+850
0.00%	2975.00	2+900	2+900
0.00%	2974.50	2+950	2+950
0.00%	2974.00	3+000	3+000

PERFIL LONGITUDINAL



REVISIONES		
Nº	FECHA	DESCRIPCION



UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA
FACULTAD DE INGENIERIA
 ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL



PROYECTISTA:
BACH. HILDER VEXLER LUMBA BERNAL

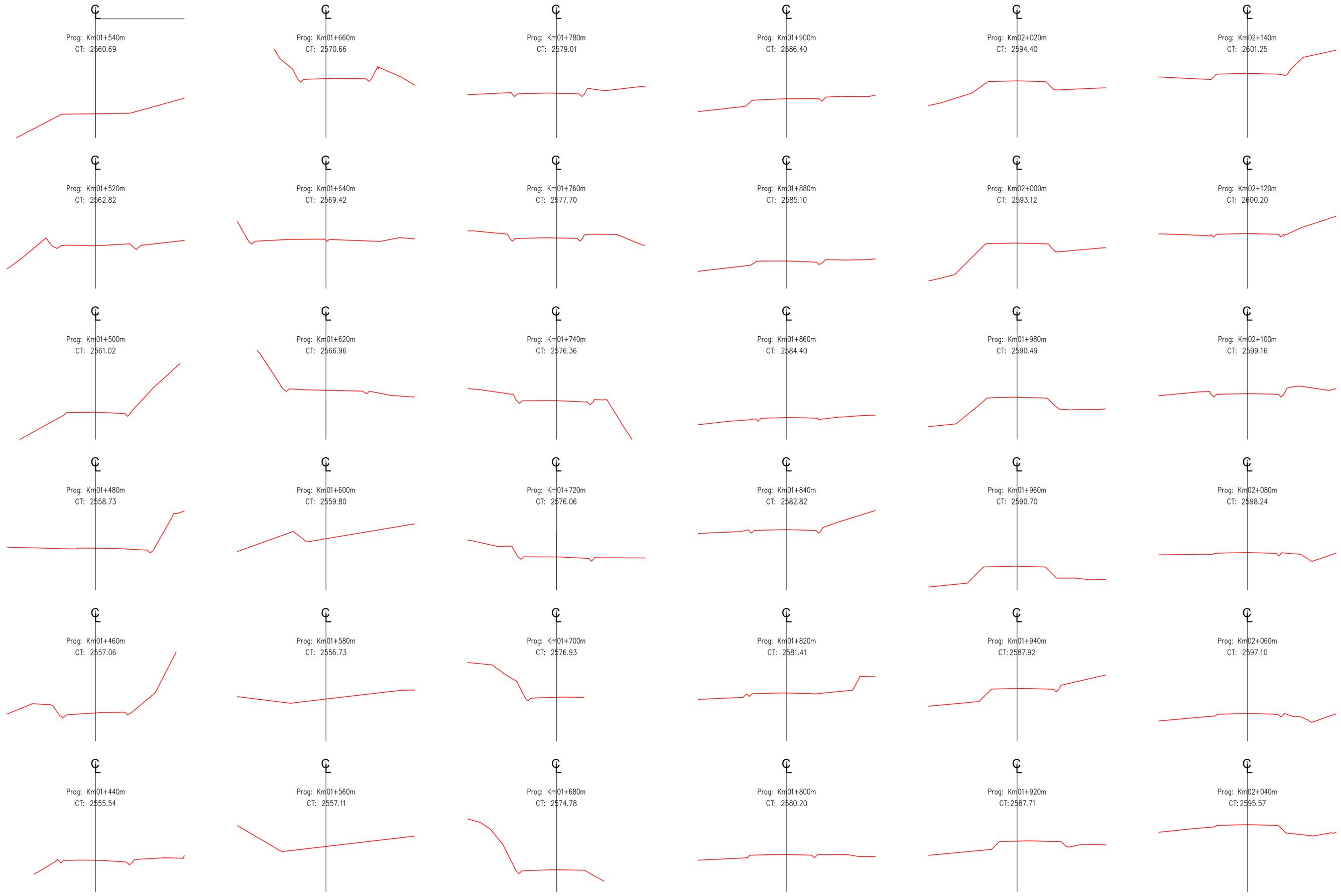
ASESOR:
 M. CS. ING. MANUEL R. URTEAGA TORO

REVISIONES	
Nº	FECHA

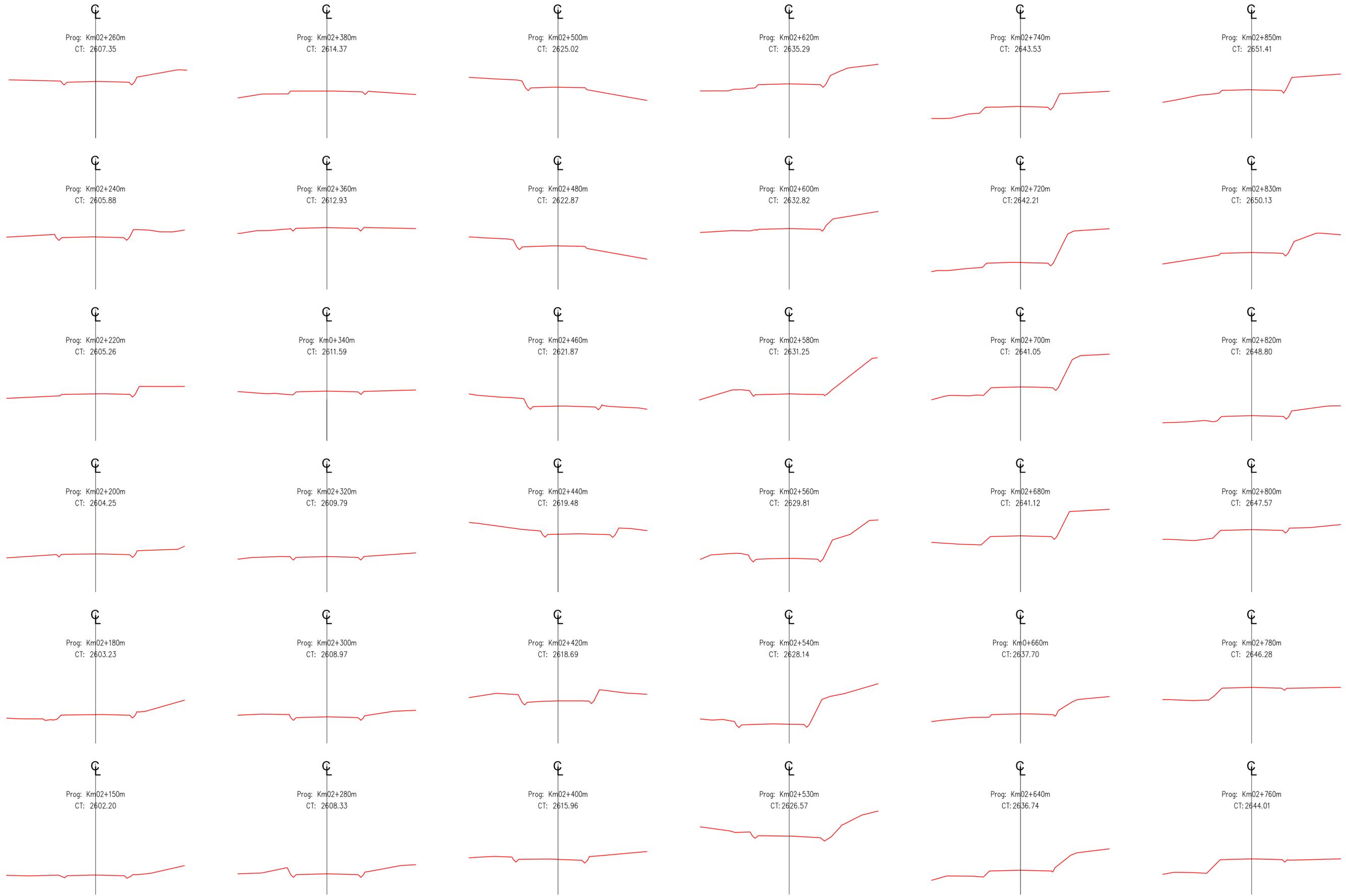
PROYECTO:
 EVALUACIÓN DE LA SEGURIDAD VIAL DE LA CARRETERA
 BAMBAMARCA-CELENDÍN, TRAMO KM 0+00 - KM 10+00 CASERÍO
 CHALAPAMPA EN FUNCIÓN A SUS CARACTERÍSTICAS GEOMÉTRICAS,
 SEÑALIZACIÓN Y ACCIDENTALIDAD, 2023.

PLANO:
SECCION TRANSVERSAL
 TRAMO:
Km 00+720 - Km 01+420

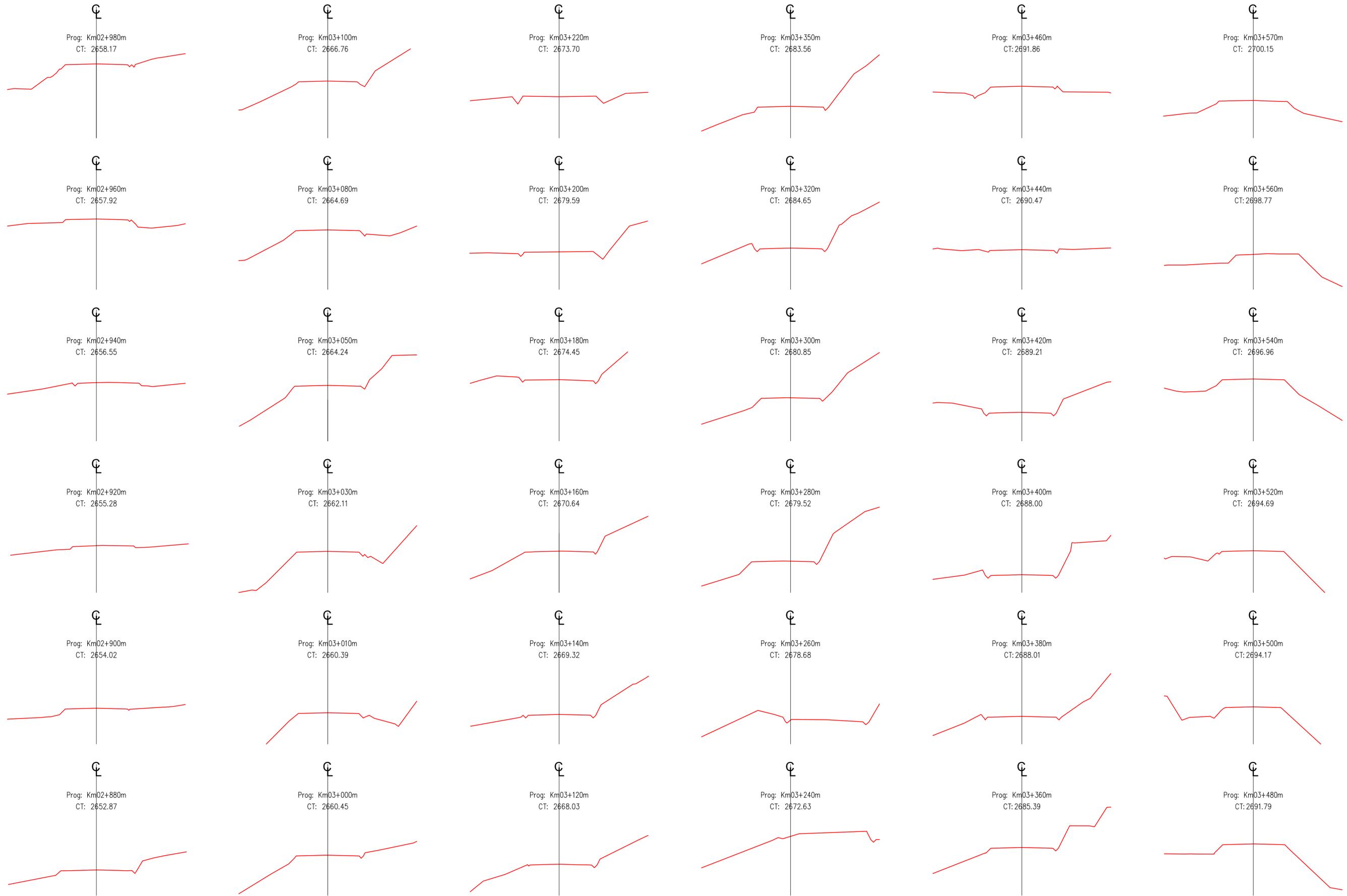
ESCALA: 1/200
 FECHA: OCT. -2024
 PLANO N°:
 ST - 2



REVISIONES	
Nº	FECHA



REVISIONES		
Nº	FECHA	DESCRIPCION



UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA
FACULTAD DE INGENIERIA
 ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL



PROYECTISTA:
 BACH. HILDER VEXLER LUMBA BERNAL

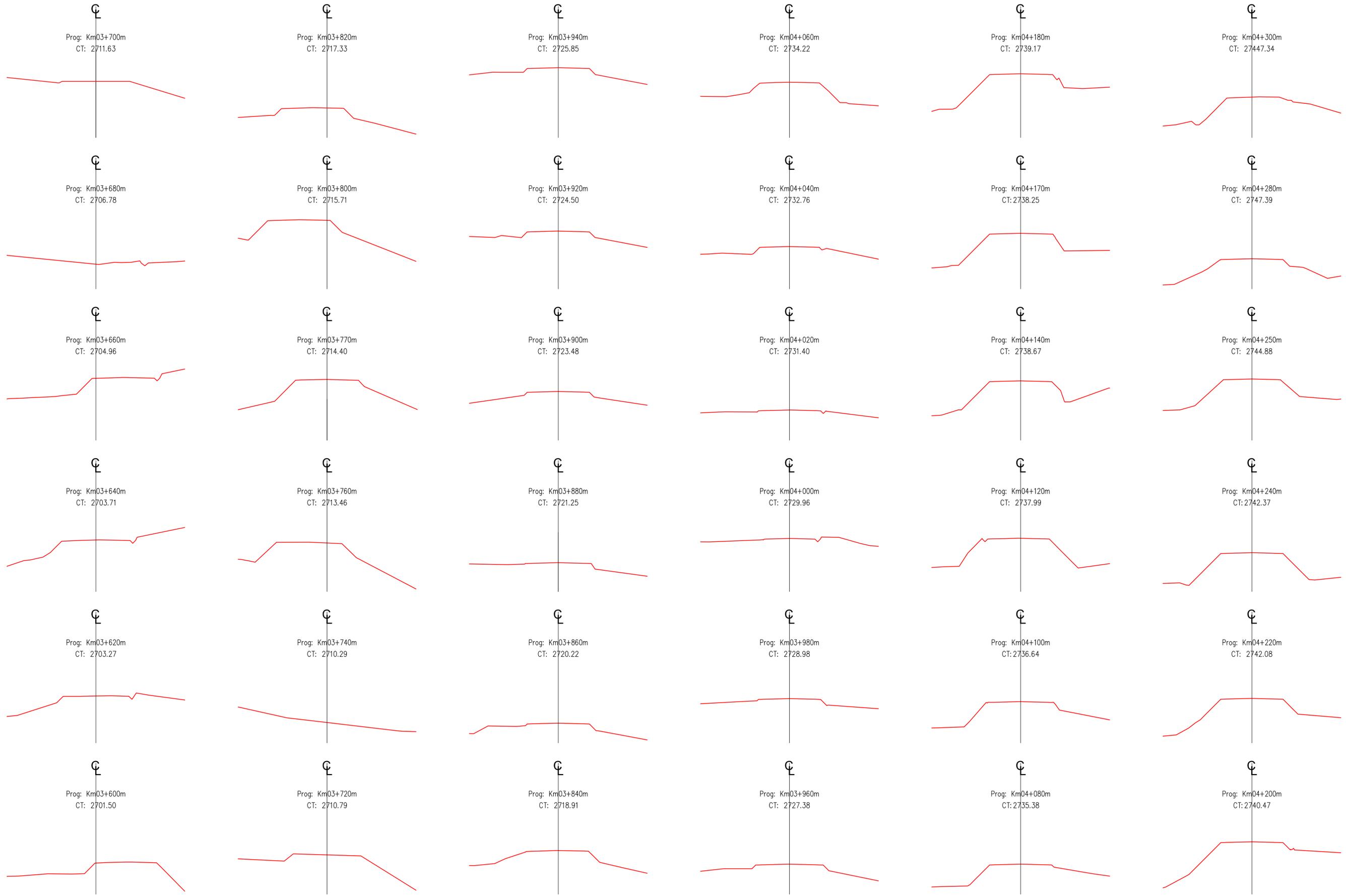
ASESOR:
 M. CS. ING. MANUEL R. URTEAGA TORO

REVISIONES	
Nº	FECHA

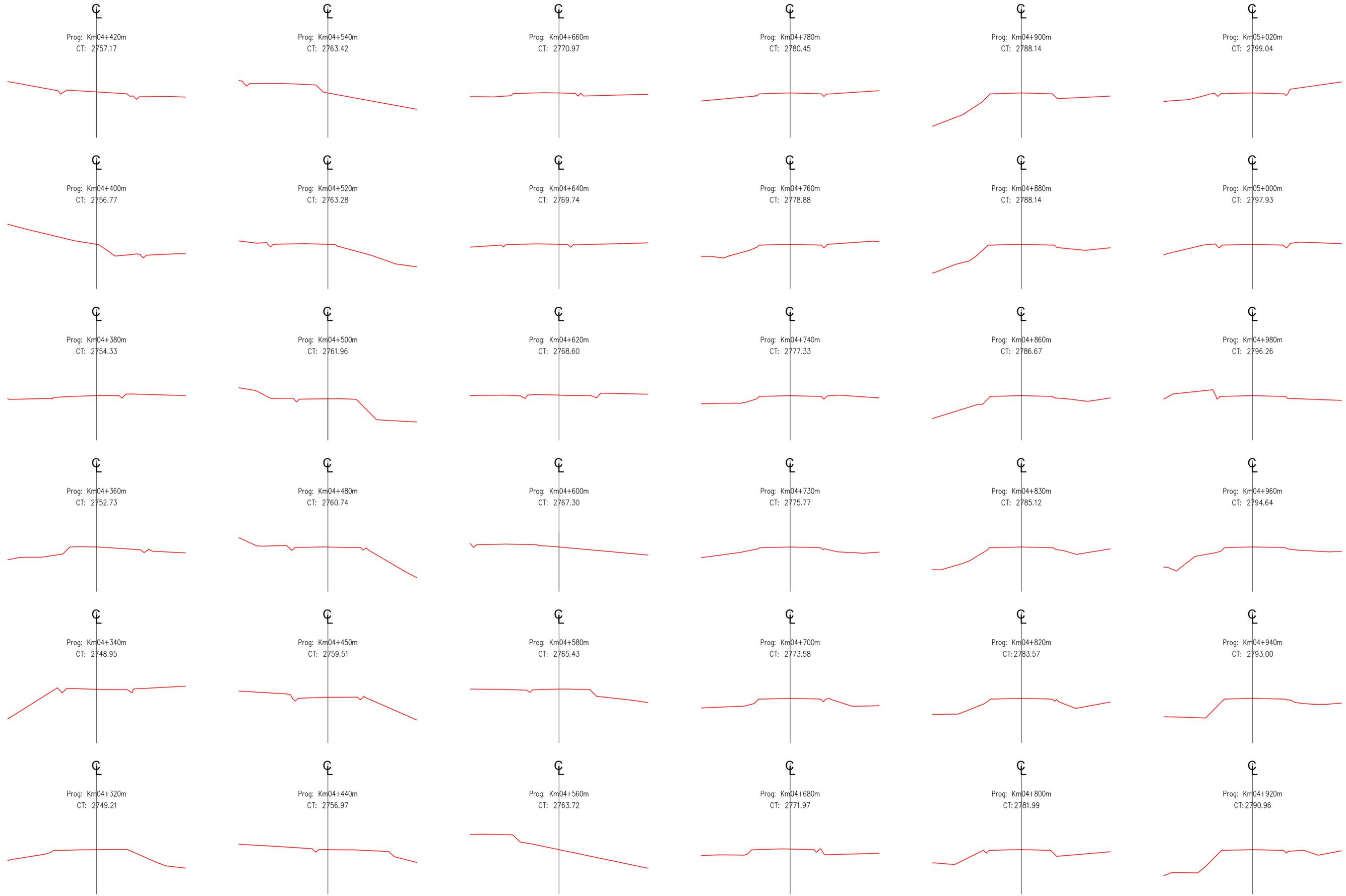
PROYECTO:
 EVALUACIÓN DE LA SEGURIDAD VIAL DE LA CARRETERA
 BAMBAMARCA-CELENDIN, TRAMO KM 0+00 - KM 10+00 CASERÍO
 CHALAPAMPA EN FUNCIÓN A SUS CARACTERÍSTICAS GEOMÉTRICAS,
 SEÑALIZACIÓN Y ACCIDENTALIDAD, 2023.

PLANO:
SECCION TRANSVERSAL
TRAMO:
Km 02+880 - Km 03+570

ESCALA: 1/200
FECHA: OCT. - 2024
PLANO N°:
 ST - 5



REVISIONES		
Nº	FECHA	DESCRIPCION



UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA
FACULTAD DE INGENIERIA
 ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL



PROYECTISTA:
 BACH. HILDER VEXLER LUMBA BERNAL

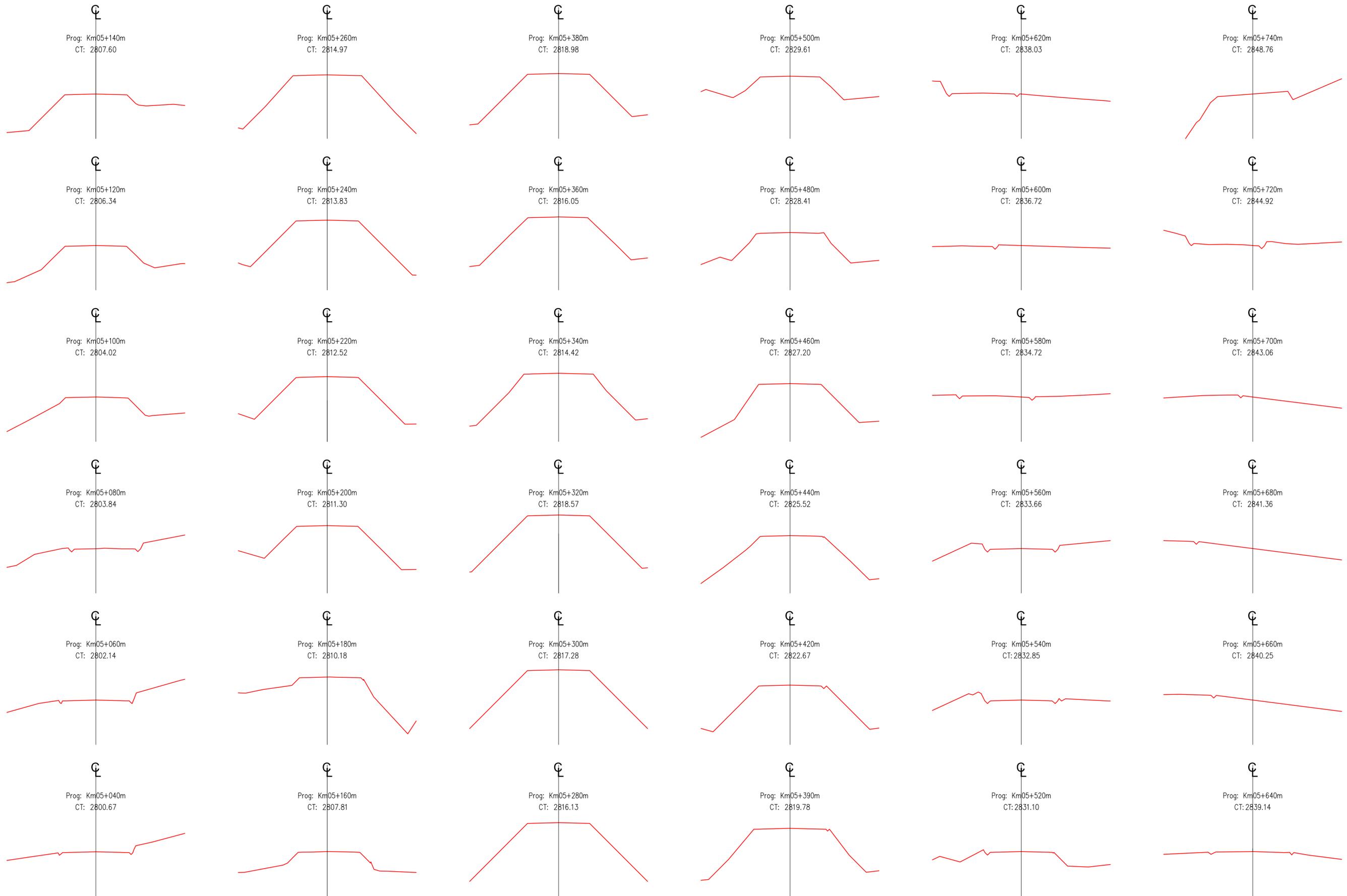
ASESOR:
 M. CS. ING. MANUEL R. URTEAGA TORO

REVISIONES	
Nº	FECHA

PROYECTO:
 EVALUACIÓN DE LA SEGURIDAD VIAL DE LA CARRETERA
 BAMBAMARCA-CELENDIN, TRAMO KM 0+00 - KM 10+00 CASERÍO
 CHALAPAMPA EN FUNCIÓN A SUS CARACTERÍSTICAS GEOMÉTRICAS,
 SEÑALIZACIÓN Y ACCIDENTALIDAD, 2023.

PLANO:
SECCION TRANSVERSAL
TRAMO:
Km 04+320 - Km 05+020

ESCALA: 1/200
FECHA: OCT. - 2024
PLANO N°:
 ST - 7



UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA
FACULTAD DE INGENIERIA
 ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL



PROYECTISTA:
BACH. HILDER VEXLER LUMBA BERNAL

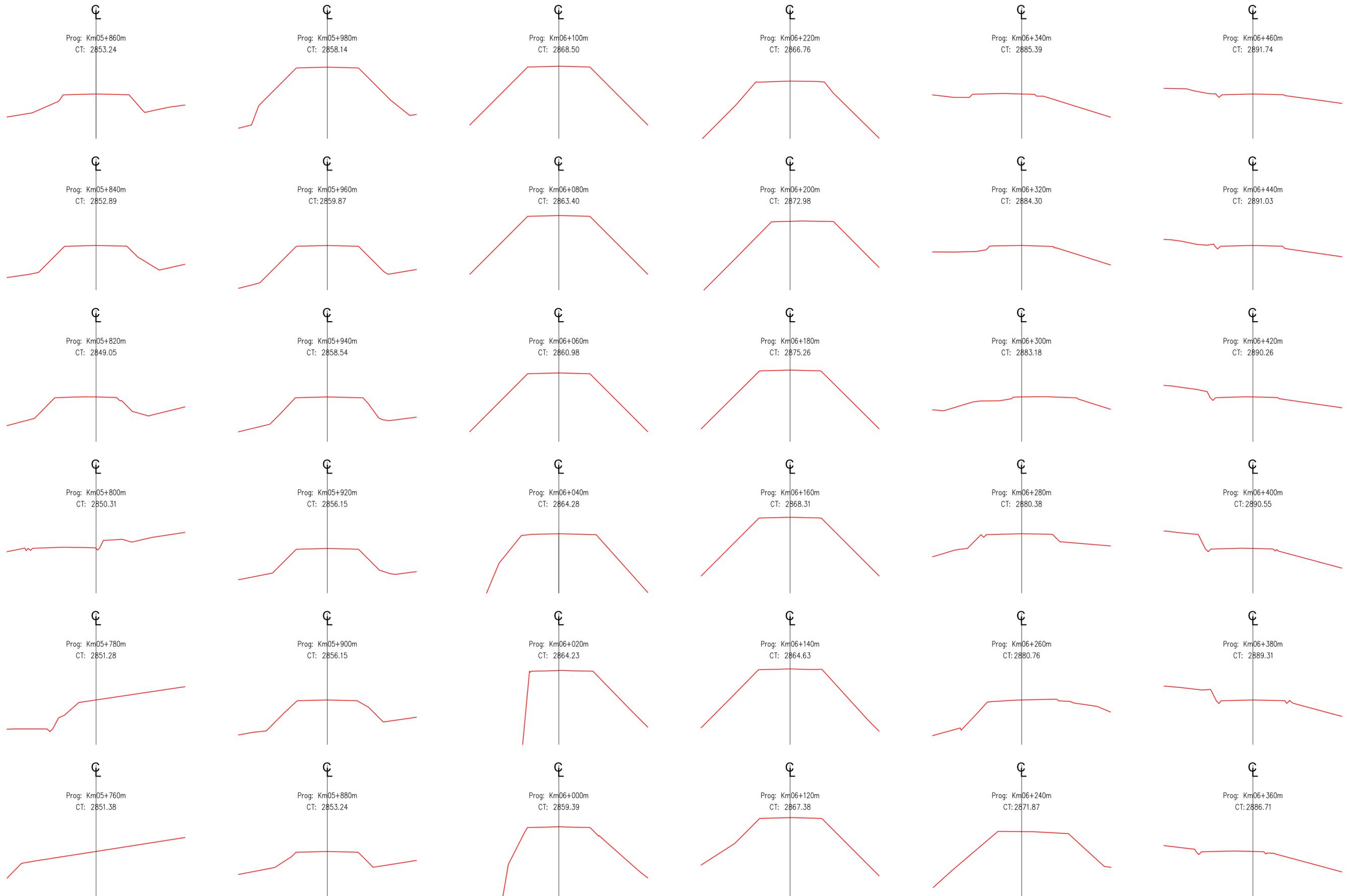
ASESOR:
 M. CS. ING. MANUEL R. URTEAGA TORO

REVISIONES	
Nº	FECHA

PROYECTO:
 EVALUACIÓN DE LA SEGURIDAD VIAL DE LA CARRETERA
 BAMBAMARCA-CELENDIN, TRAMO KM 0+00 - KM 10+00 CASERIO
 CHALAPAMPA EN FUNCIÓN A SUS CARACTERÍSTICAS GEOMÉTRICAS,
 SEÑALIZACIÓN Y ACCIDENTALIDAD, 2023.

PLANO:
SECCION TRANSVERSAL
TRAMO:
Km 05+040 - Km 05+740

ESCALA: 1/200
FECHA: OCT. - 2024
PLANO N°:
 ST - 8



UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA
FACULTAD DE INGENIERIA
 ESCUELA ACADEMICO PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL



PROYECTISTA:
 BACH. HILDER VEXLER LUMBA BERNAL

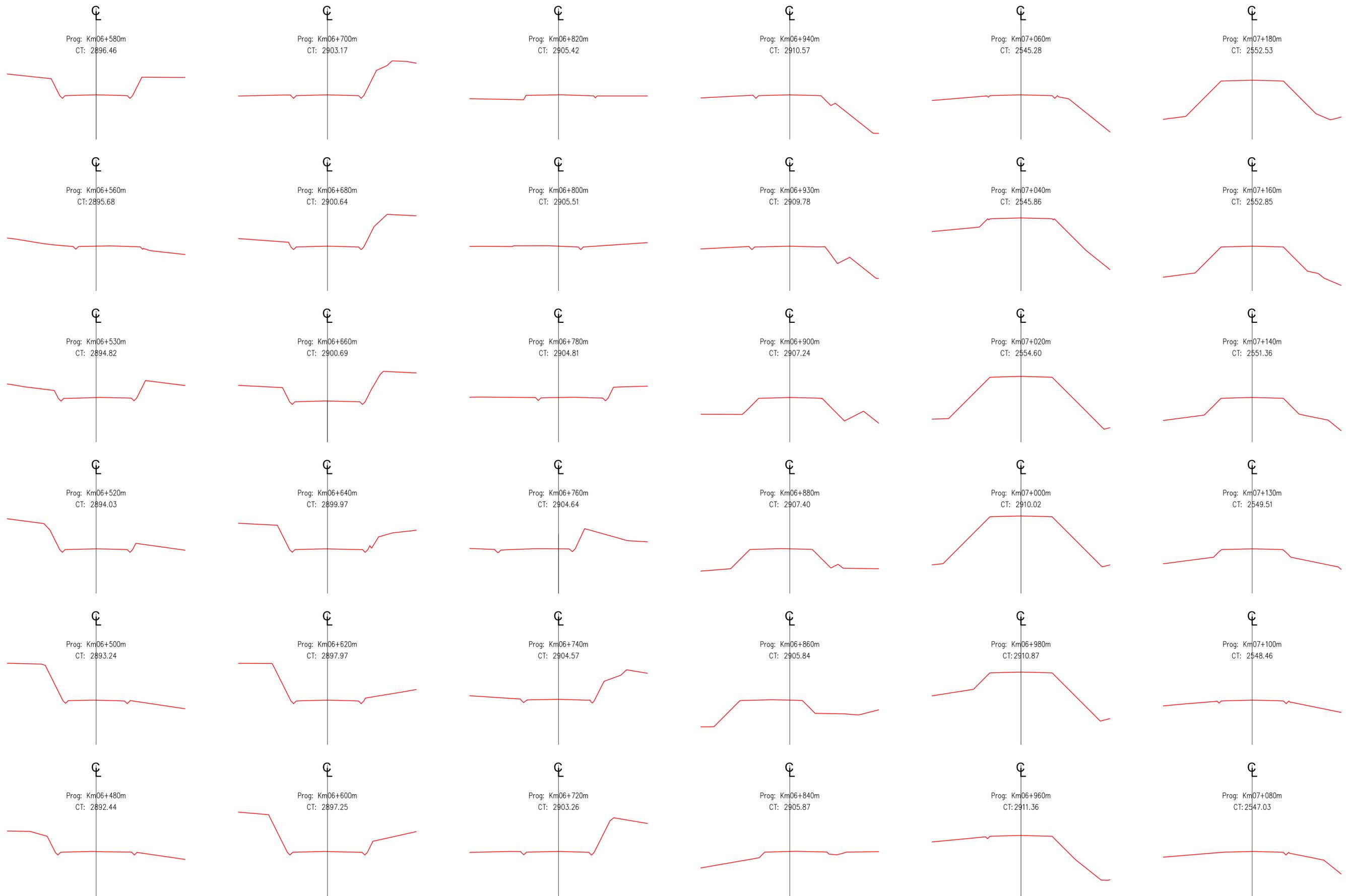
ASESOR:
 M. CS. ING. MANUEL R. URTEAGA TORO

REVISIONES	
Nº	FECHA

PROYECTO:
 EVALUACIÓN DE LA SEGURIDAD VIAL DE LA CARRETERA
 BAMBAMARCA-CELENDÍN, TRAMO KM 0+00 - KM 10+00 CASERÍO
 CHALAPAMPA EN FUNCIÓN A SUS CARACTERÍSTICAS GEOMÉTRICAS,
 SEÑALIZACIÓN Y ACCIDENTALIDAD, 2023.

PLANO:
SECCION TRANSVERSAL
TRAMO:
Km 05+760 - Km 06+460

ESCALA: 1/200
FECHA: OCT. -2024
PLANO N°:
 ST - 9



UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA
FACULTAD DE INGENIERIA
 ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL



PROYECTISTA:
 BACH. HILDER VEXLER LUMBA BERNAL

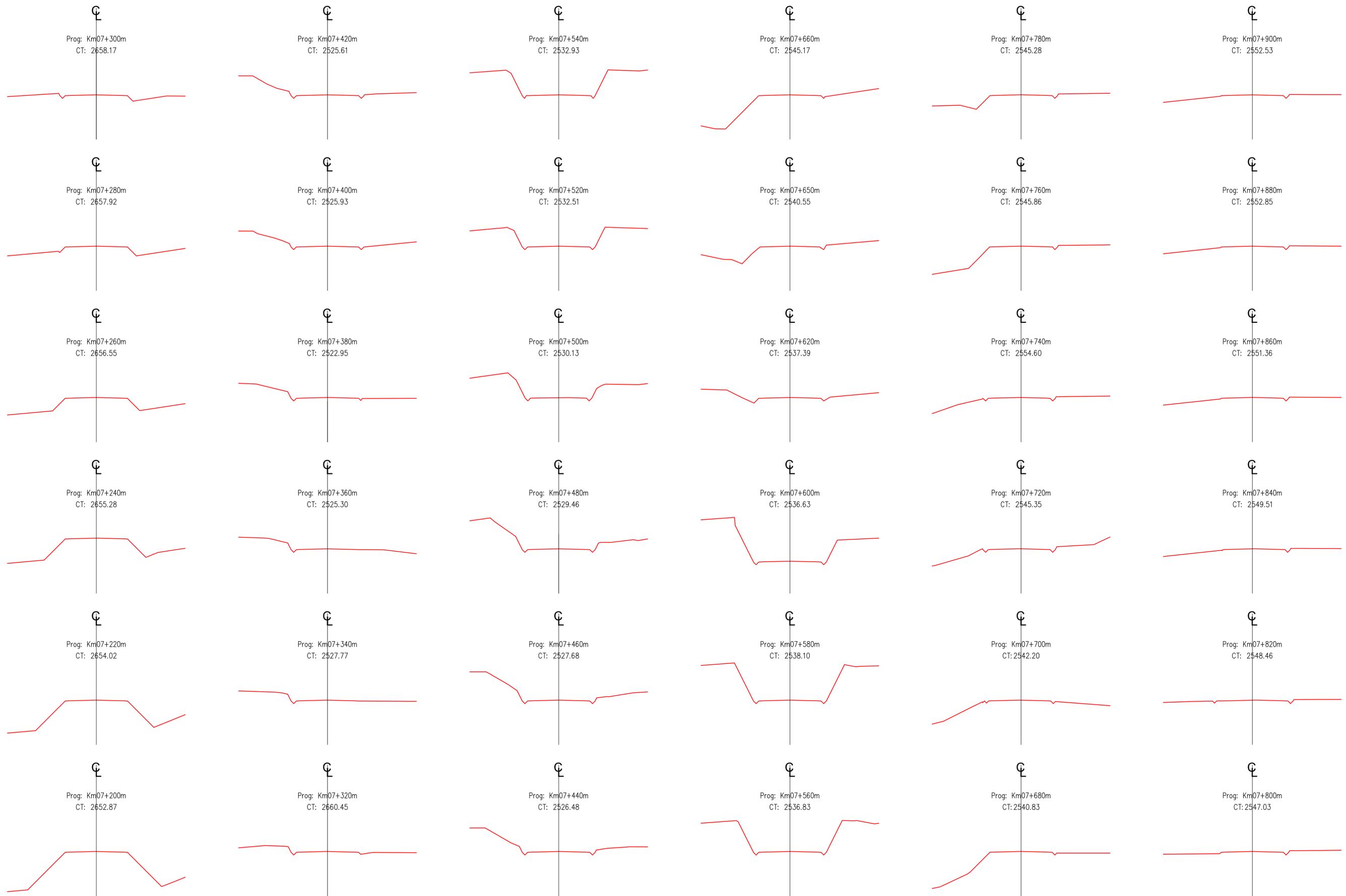
ASESOR:
 M. CS. ING. MANUEL R. URTEAGA TORO

REVISIONES	
Nº	FECHA

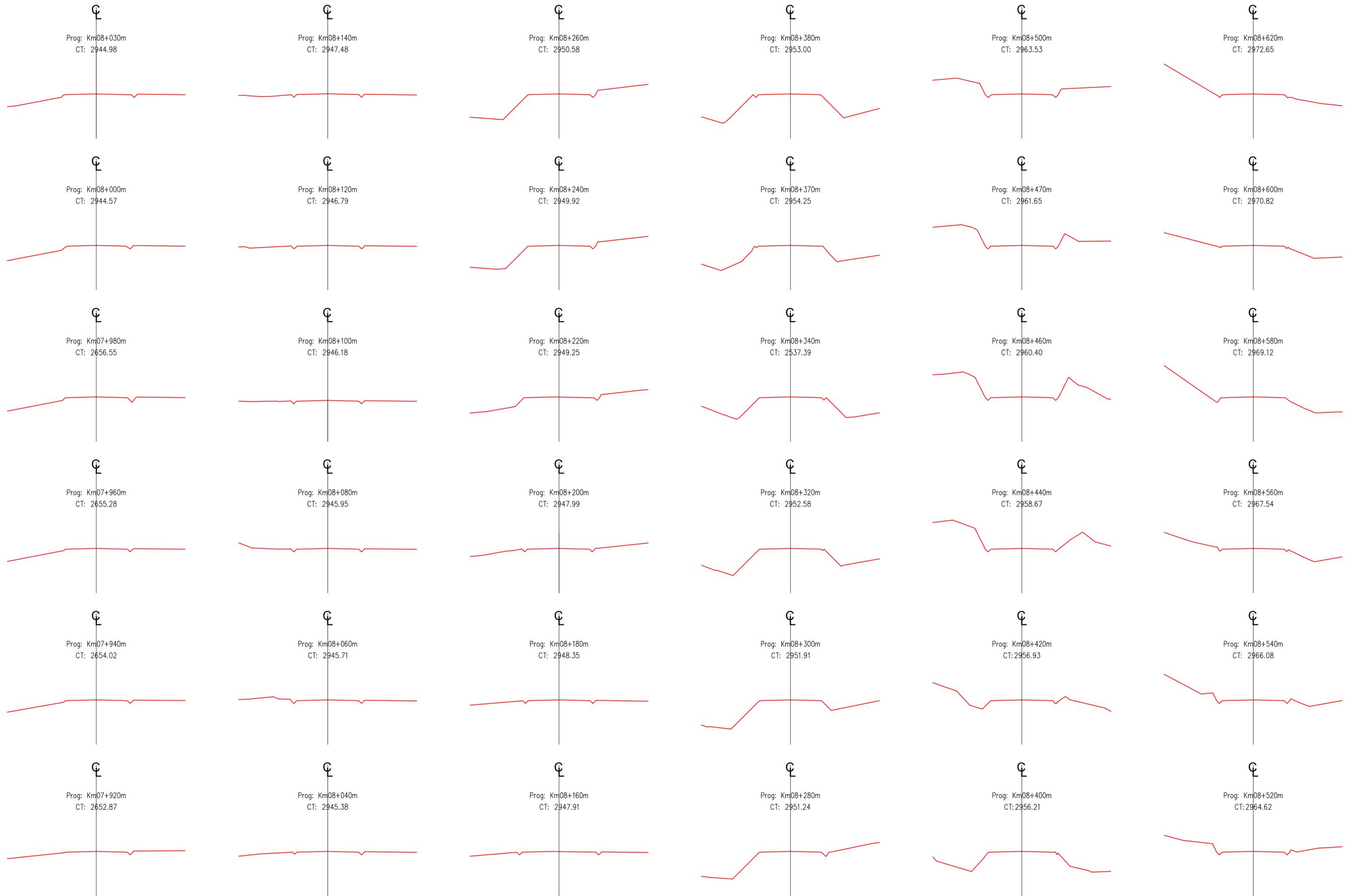
PROYECTO:
 EVALUACIÓN DE LA SEGURIDAD VIAL DE LA CARRETERA
 BAMBAMARCA-CELENDIN, TRAMO KM 0+00 - KM 10+00 CASERÍO
 CHALAPAMPA EN FUNCIÓN A SUS CARACTERÍSTICAS GEOMÉTRICAS,
 SEÑALIZACIÓN Y ACCIDENTALIDAD, 2023.

PLANO:
SECCION TRANSVERSAL
TRAMO:
Km 06+480 - Km 07+180

ESCALA: 1/200
FECHA: OCT. -2024
PLANO N°:
 ST - 10



REVISIONES	
Nº	FECHA



UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA
FACULTAD DE INGENIERIA
 ESCUELA ACADEMICO PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL



PROYECTISTA:
 BACH. HILDER VEXLER LUMBA BERNAL

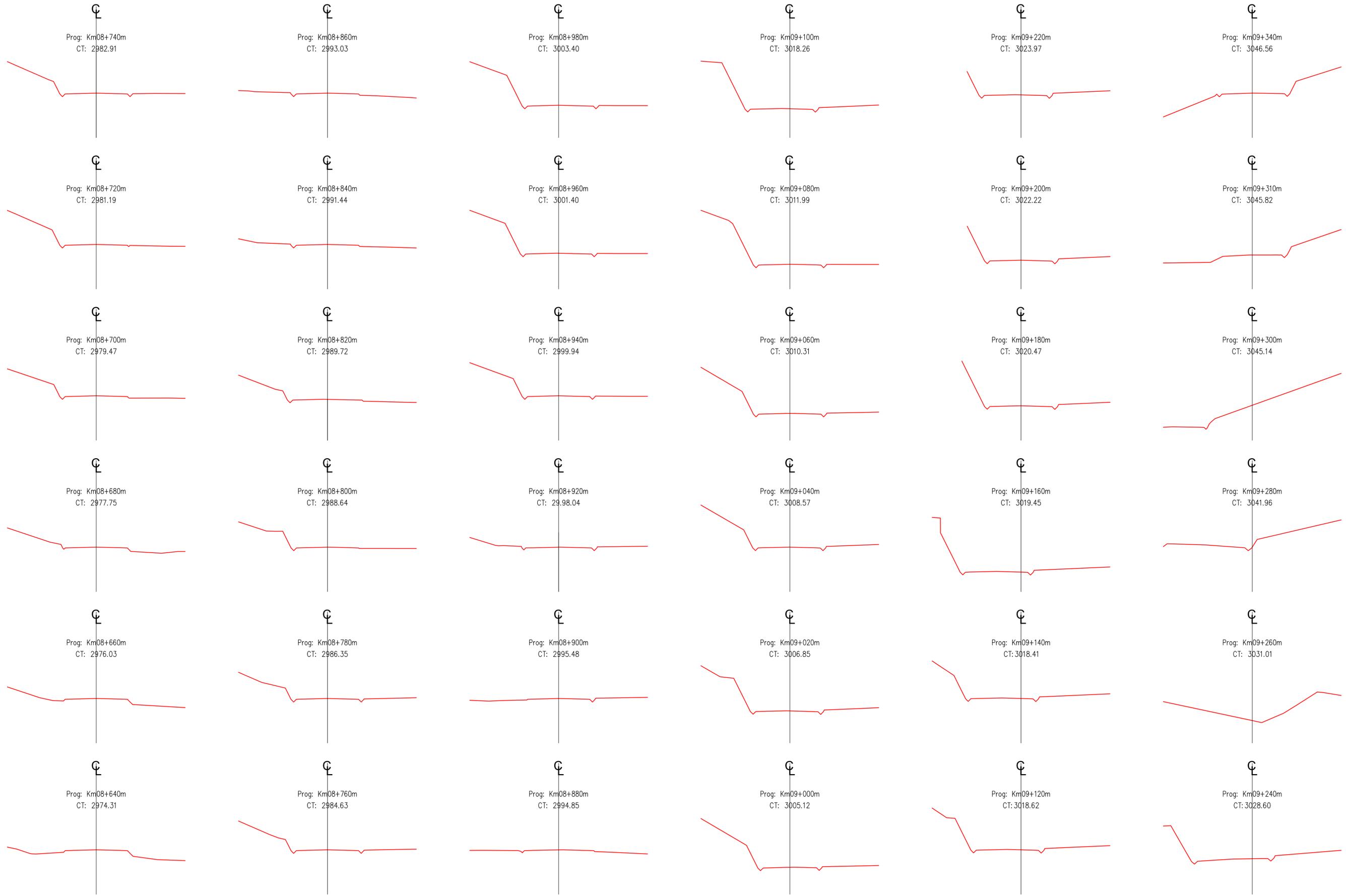
ASESOR:
 M. CS. ING. MANUEL R. URTEAGA TORO

REVISIONES	
Nº	FECHA

PROYECTO:
 EVALUACIÓN DE LA SEGURIDAD VIAL DE LA CARRETERA
 BAMBAMARCA-CELENDIN, TRAMO KM 0+00 - KM 10+00 CASERIO
 CHALAPAMPA EN FUNCIÓN A SUS CARACTERÍSTICAS GEOMÉTRICAS,
 SEÑALIZACIÓN Y ACCIDENTALIDAD, 2023.

PLANO:
SECCION TRANSVERSAL
TRAMO:
Km 07+920 - Km 08+620

ESCALA: 1/200
FECHA: OCT. -2024
PLANO N°:
 ST - 12



UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA
FACULTAD DE INGENIERIA
 ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL



PROYECTISTA:
 BACH. HILDER VEXLER LUMBA BERNAL

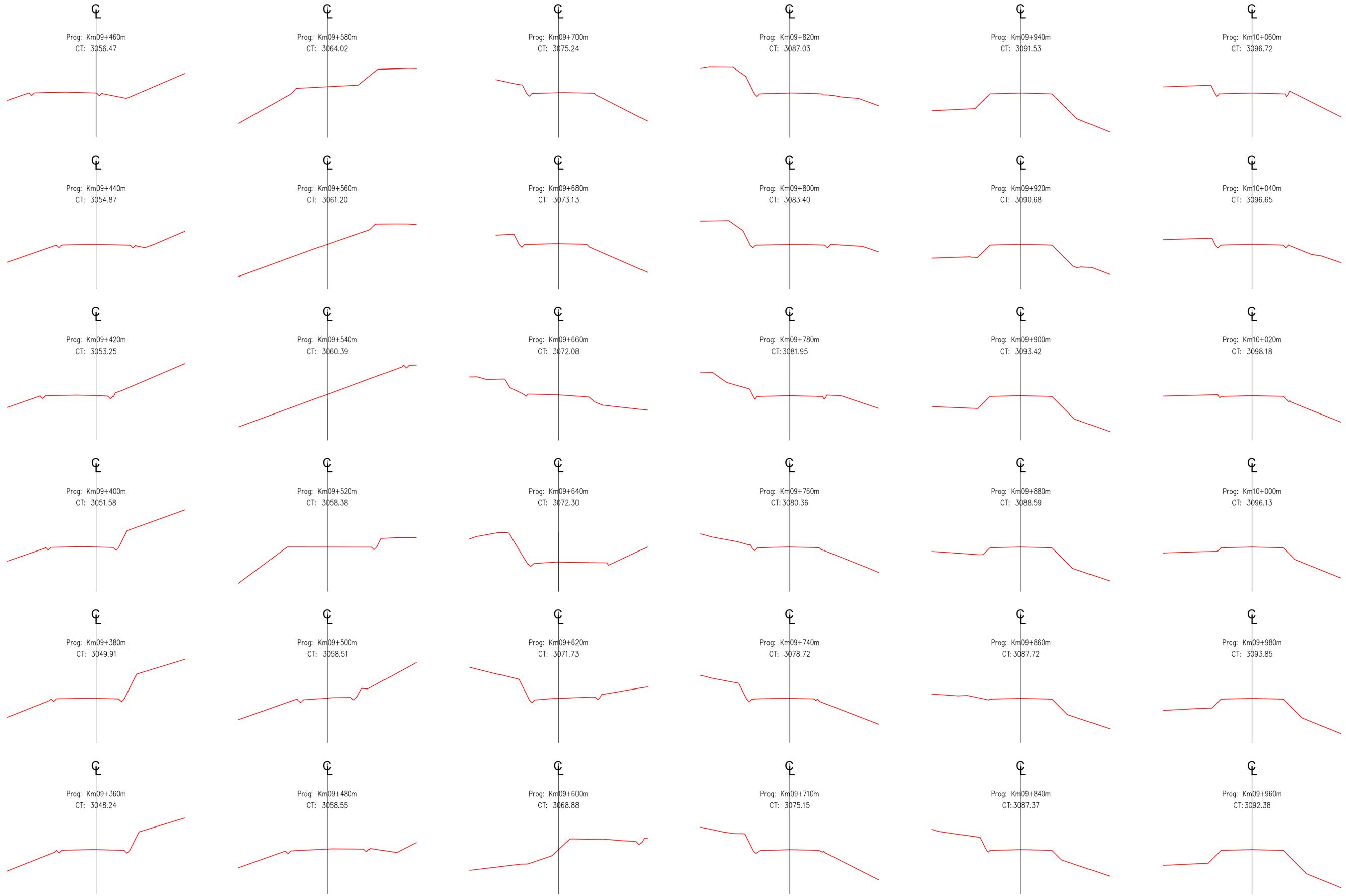
ASESOR:
 M. CS. ING. MANUEL R. URTEAGA TORO

REVISIONES		
N°	FECHA	DESCRIPCION

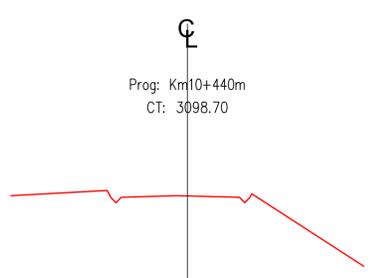
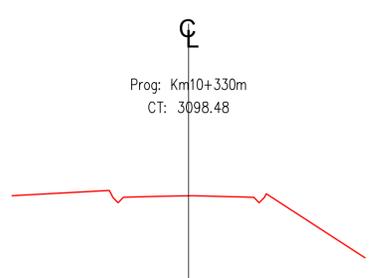
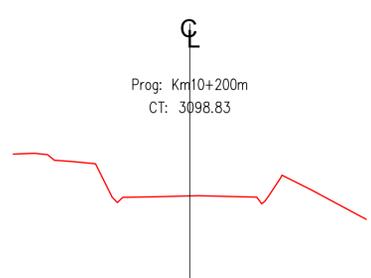
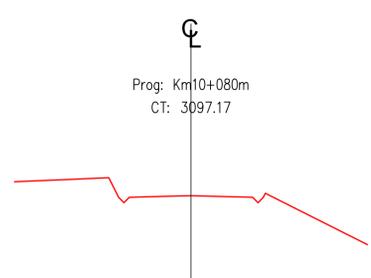
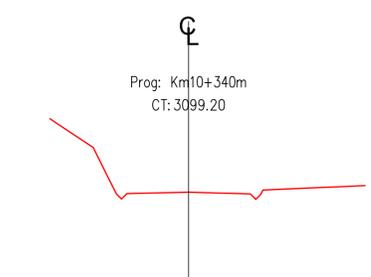
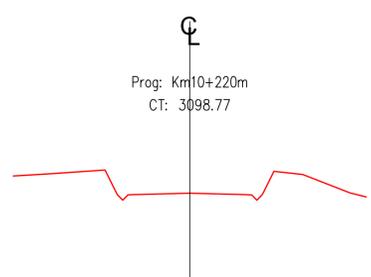
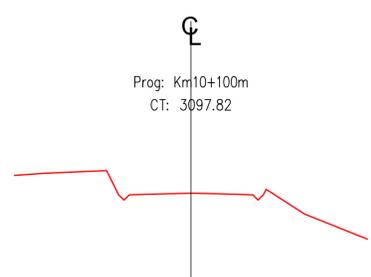
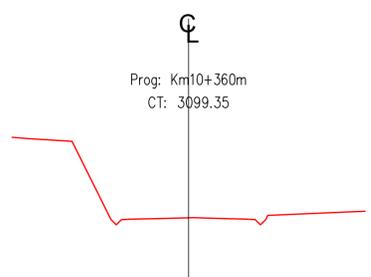
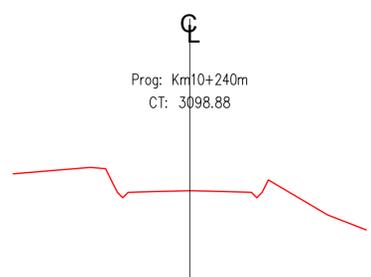
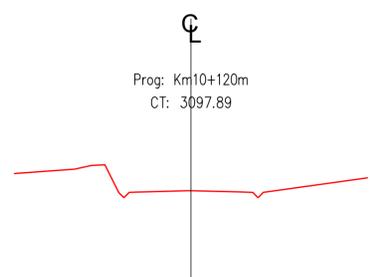
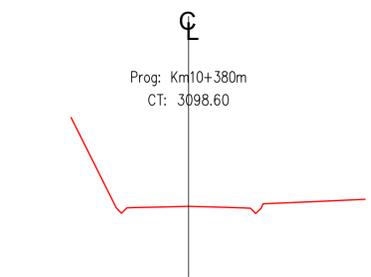
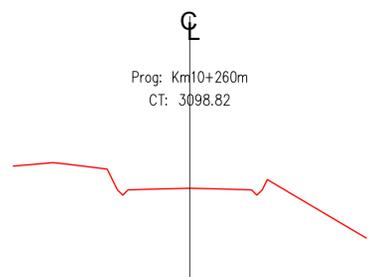
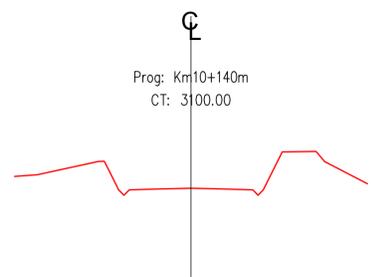
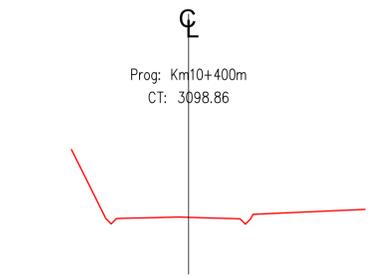
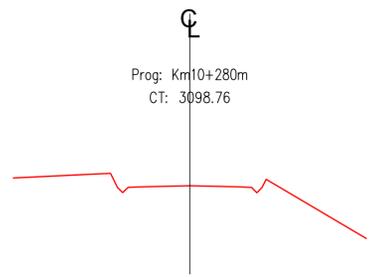
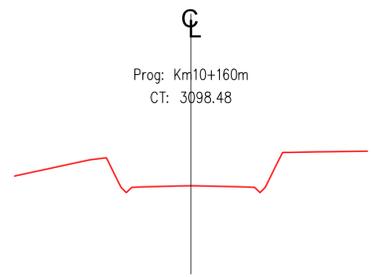
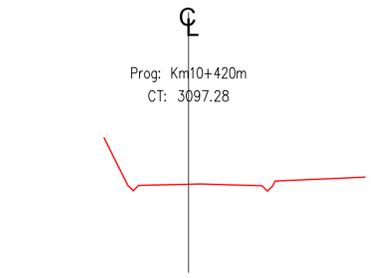
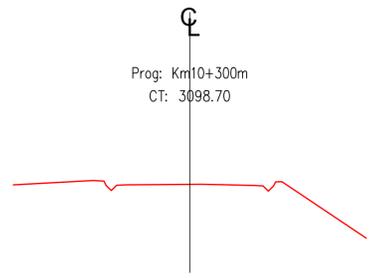
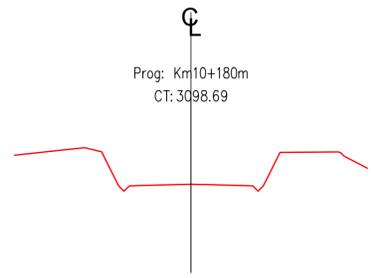
PROYECTO:
 EVALUACIÓN DE LA SEGURIDAD VIAL DE LA CARRETERA
 BAMBAMARCA-CELENDIN, TRAMO KM 0+00 - KM 10+00 CASERÍO
 CHALAPAMPA EN FUNCIÓN A SUS CARACTERÍSTICAS GEOMÉTRICAS,
 SEÑALIZACIÓN Y ACCIDENTALIDAD, 2023.

PLANO:
SECCION TRANSVERSAL
TRAMO:
Km 08+640 - Km 09+340

ESCALA: 1/200
FECHA: OCT. - 2024
PLANO N°:
 ST - 13



REVISIONES		
Nº	FECHA	DESCRIPCION



UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA
FACULTAD DE INGENIERIA
ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL



PROYECTISTA:
BACH. HILDER VEXLER LUMBA BERNAL

ASESOR:
M. CS. ING. MANUEL R. URTEAGA TORO

REVISIONES	
Nº	FECHA

PROYECTO:
EVALUACIÓN DE LA SEGURIDAD VIAL DE LA CARRETERA
BAMBAMARCA-CELENDÍN, TRAMO KM 0+00 - KM 10+00 CASERÍO
CHALAPAMPA EN FUNCIÓN A SUS CARACTERÍSTICAS GEOMÉTRICAS,
SEÑALIZACIÓN Y ACCIDENTALIDAD, 2023.

PLANO:
SECCION TRANSVERSAL
TRAMO:
Km 10+080 - Km 10+440

ESCALA: 1/200
FECHA: OCT. -2024
PLANO N°:
ST - 15