

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA**

**FACULTAD DE INGENIERÍA**

**ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**



**TESIS**

**“ANÁLISIS DE LA SEGURIDAD NOMINAL DE LA RUTA PE - 08B TRAMO  
ENCAÑADA – EMPALME PE - 08B RVN (KM 40), CAJAMARCA – 2023”**

**PARA OPTAR POR EL TÍTULO PROFESIONAL DE  
INGENIERO CIVIL**

**AUTOR:**

**Bach. Leidy Dávila Arévalo**

**ASESOR:**

**M. en T. Ing. Alejandro Cubas Becerra**

**CAJAMARCA – PERÚ**

**2024**

## **CONSTANCIA DE INFORME DE ORIGINALIDAD**

### **- FACULTAD DE INGENIERÍA -**

- Investigador: Leidy Dávila Arévalo**  
**DNI: 72466786**  
**Escuela Profesional: Ingeniería Civil**
- Asesor: M.T Alejandro Cubas Becerra**  
**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:**  
**"ANÁLISIS DE LA SEGURIDAD NOMINAL DE LA RUTA PE - 08B TRAMO ENCAÑADA –  
EMPALME PE - 08B RVN (KM 40), CAJAMARCA – 2023"**
- Fecha de evaluación: 06/03/2024**
- Software antiplagio:**       TURNITIN       URKUND (OURIGINAL) (\*)
- Porcentaje de Informe de Similitud: 9%**
- Código Documento: oid:3117:337853623**
- Resultado de la Evaluación de Similitud:**  
 APROBADO     PARA LEVANTAMIENTO DE OBSERVACIONES O DESAPROBADO

Fecha Emisión: 11 de marzo del 2024



**FIRMA DEL ASESOR**

**Alejandro Cubas Becerra**

**DNI: 26623287**



Firmado digitalmente por:  
FERNANDEZ LEON Yvonne  
Katherine FAU 20148258801 soft  
Motivo: Soy el autor del  
documento  
Fecha: 11/03/2024 18:28:18-0500

**UNIDAD DE INVESTIGACIÓN FI**

**COPYRIGHT © 2024 BY**  
**LEIDY DÁVILA ARÉVALO**  
**© TODOS LOS DERECHOS RESERVADOS ®**

## **AGRADECIMIENTO**

**A Dios** por siempre cuidarme y guiarme por el camino correcto para cumplir mis metas, por ser misericordioso a pesar de mis errores, por nunca soltarme de su mano ante las circunstancias de la vida y brindarme la sabiduría necesaria para finalizar satisfactoriamente la tesis.

**A mis padres** María Celina y Adriano quienes siempre han luchado por darme todo lo necesario en esta vida, por inculcarme valores con su ejemplo, por darme su apoyo incondicional y alentarme en cada momento para lograr mis objetivos.

**A mi asesor** el M. en T. Ing. Alejandro Cubas Becerra por ayudarme desinteresadamente dándome su tiempo y brindándome los conocimientos necesarios para el desarrollo idóneo de la tesis.

**A mis amigos** Ximena, Ingrich, George, Max y otros quienes se tomaron el tiempo de apoyarme, ayudarme y motivarme durante el desarrollo de esta investigación.

## **DEDICATORIA**

**A mis padres** María Celina y Adriano quienes me apoyaron incondicionalmente de todas las formas posibles, para seguir adelante a pesar de las adversidades y así finalizar con éxito este trabajo de investigación.

**A mis hermanos** Alex y David quienes junto con mis padres estuvieron presentes en cada paso del desarrollo de la tesis brindándome su apoyo y cariño sincero.

## CONTENIDO

AGRADECIMIENTO .....	iii
DEDICATORIA .....	iv
ÍNDICE DE TABLAS.....	ix
ÍNDICE DE FIGURAS.....	xi
ÍNDICE DE GRÁFICOS.....	xii
ÍNDICE DE FOTOGRAFÍAS.....	xiii
ÍNDICE DE ECUACIONES .....	xiv
RESUMEN.....	xv
ABSTRACT .....	xvi
CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN .....	1
1.1 Planteamiento del problema: .....	1
1.2 Formulación del problema: .....	2
1.3 Hipótesis de la investigación: .....	2
1.4 Justificación de la investigación:.....	2
1.5 Alcances o delimitación de la investigación: .....	3
1.6 Limitaciones: .....	3
1.7 Objetivos: .....	3
1.7.1 Objetivo General: .....	3
1.7.2 Objetivos Específicos: .....	3
1.8 Definición de variables: .....	4
1.8.1 Variable independiente:.....	4
1.8.2 Variable dependiente: .....	4
1.9 Operacionalización de variables: .....	5
1.10 Matriz de consistencia: .....	6
1.11 Descripción de los capítulos de la investigación: .....	7
1.11.1 Capítulo I. Introducción .....	7
1.11.2 Capítulo II. Marco teórico.....	7
1.11.3 Capítulo III. Materiales y métodos .....	7
1.11.4 Capítulo IV. Análisis y discusión de resultados.....	7
1.11.5 Capítulo V. Conclusiones y recomendaciones .....	7
CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO .....	8
2.1 Antecedentes Teóricos de la investigación: .....	8
2.1.1 Antecedentes internacionales: .....	8
2.1.2 Antecedentes nacionales: .....	9
2.1.3 Antecedentes locales:.....	10
2.2 Bases Teóricas: .....	12

2.2.1	Levantamiento topográfico: .....	12
2.2.1.1	Método de secciones transversales:.....	12
2.2.2	Seguridad nominal: .....	12
2.2.3	Carretera: .....	13
2.2.4	Características geométricas de una carretera: .....	13
2.2.5	Clasificación de Carreteras: .....	13
2.2.5.1	Clasificación por su demanda: .....	13
2.2.5.2	Clasificación por su orografía: .....	14
2.2.5.3	Clasificación por su jerarquización vial:.....	15
2.2.6	Índice medio diario anual (IMDA): .....	15
2.2.7	Vehículos de diseño: .....	16
2.2.8	Velocidad de diseño:.....	17
2.2.9	Distancia de visibilidad:.....	19
2.2.9.1	Distancia de visibilidad de parada:.....	19
2.2.9.2	Distancia de visibilidad de paso o adelantamiento:.....	20
2.2.10	Diseño geométrico de una vía:.....	23
2.2.10.1	Diseño geométrico en planta de una vía:.....	23
2.2.10.1.1	Tramos en tangente:.....	24
2.2.10.1.2	Curvas circulares: .....	24
2.2.10.1.3	Curvas compuestas: .....	27
2.2.10.1.4	Curvas de vuelta:.....	28
2.2.10.1.5	Transición de peralte: .....	29
2.2.10.1.6	Sobreechancho: .....	30
2.2.10.1.7	Distancia de visibilidad en curvas horizontales:.....	32
2.2.10.2	Diseño geométrico en perfil de una vía: .....	34
2.2.10.2.1	Pendientes: .....	34
2.2.10.2.2	Curvas verticales: .....	35
2.2.10.3	Diseño geométrico de la sección transversal de una vía: .....	38
2.2.10.3.1	Calzada o superficie de rodadura:.....	38
2.2.10.3.2	Bermas: .....	39
2.2.10.3.3	Bombeo:.....	40
2.2.10.3.4	Peralte: .....	40
2.2.10.3.5	Derecho de vía o faja de dominio:.....	41
2.2.10.3.6	Taludes: .....	41
2.3	Definición de términos básicos:.....	42
2.3.1	Seguridad nominal: .....	42
2.3.2	Carretera: .....	42
2.3.3	Tránsito:.....	42

2.3.4	Diseño geométrico: .....	42
2.3.5	Velocidad de diseño:.....	42
2.3.6	Vehículo de diseño:.....	42
<b>CAPÍTULO III. MATERIALES Y MÉTODOS .....</b>		<b>43</b>
3.1	Ubicación del tramo de carretera en estudio:.....	43
3.1.1	Ubicación política:.....	43
3.1.2	Ubicación geográfica:.....	47
3.2	Procedimiento:.....	48
3.2.1	Trabajo de campo: .....	48
3.2.1.1	Reconocimiento de la zona de estudio: .....	48
3.2.1.2	Levantamiento topográfico del tramo de carretera:.....	48
3.2.1.3	Estudio del tránsito actual de la vía: .....	48
3.2.2	Trabajo de gabinete: .....	49
3.2.2.1	Modelamiento del tramo de la carretera en estudio: .....	49
3.2.2.2	Identificación de las estructuras viales existentes a lo largo del tramo:.....	49
3.2.2.3	Cálculo del IMDA de la vía: .....	49
3.2.2.4	Clasificación de la carretera:.....	49
3.2.2.5	Determinación de las características geométricas del tramo en estudio: .....	49
3.2.2.6	Análisis de la seguridad nominal del tramo de carretera:.....	49
3.3	Instrumentos, materiales y/o equipos:.....	50
3.4	Tratamiento y análisis de datos y presentación de resultados: .....	50
3.4.1	Tipo, nivel, método y diseño de la investigación:.....	50
3.4.1.1	Tipo: .....	50
3.4.1.2	Nivel:.....	51
3.4.1.3	Método de investigación: .....	51
3.4.1.4	Diseño de la investigación:.....	51
3.4.2	Presentación de resultados: .....	51
3.4.3	Población de estudio: .....	51
3.4.4	Muestra: .....	51
3.4.5	Unidad de análisis: .....	51
3.4.6	Unidad de observación: .....	51
<b>CAPÍTULO IV. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS .....</b>		<b>52</b>
4.1	Índice medio diario anual (IMDA):.....	52
4.2	Clasificación de la carretera: .....	62
4.2.1	Por su demanda:.....	62
4.2.2	Por su orografía:.....	62
4.2.3	Por su jerarquización vial: .....	65
4.3	Vehículo de diseño:.....	65



4.4	Velocidad de diseño:	67
4.5	Distancia de visibilidad:	67
4.5.1	Distancia de visibilidad de parada:	67
4.5.2	Distancia de visibilidad de paso o adelantamiento:	69
4.6	Diseño geométrico del tramo de carretera:	72
4.6.1	Diseño geométrico en planta:	72
4.6.1.1	Tramos en tangente:	72
4.6.1.2	Curvas circulares:	75
4.6.1.3	Curvas compuestas:	78
4.6.1.4	Curvas de vuelta:	79
4.6.1.5	Transición de peralte:	79
4.6.1.6	Sobreechancho:	86
4.6.1.7	Distancia de visibilidad en curvas horizontales:	89
4.6.2	Diseño geométrico en perfil:	93
4.6.2.1	Pendientes:	93
4.6.2.2	Curvas verticales:	94
4.6.3	Diseño geométrico de la sección transversal:	98
4.6.3.1	Calzada o superficie de rodadura:	98
4.6.3.2	Bermas:	109
4.6.3.3	Bombeo y peralte:	119
4.7	Presentación de resultados:	131
4.8	Discusión de resultados:	134
4.9	Contrastación de la hipótesis:	135
<b>CAPÍTULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES</b>		136
5.1	Conclusiones:	136
5.2	Recomendaciones:	137
<b>REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b>		138
<b>ANEXOS</b>		140
<b>Puntos de cambio de estación en el levantamiento topográfico:</b>		140
<b>Estudio de tránsito:</b>		141
<b>Precipitación media anual:</b>		148
<b>Panel Fotográfico:</b>		149

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1.</b> Operacionalización de variables.....	5
<b>Tabla 2.</b> Matriz de consistencia.....	6
<b>Tabla 3.</b> Datos básicos de los vehículos de tipo M utilizados para el dimensionamiento de carreteras	17
<b>Tabla 4.</b> Rangos de la velocidad de diseño en función a la clasificación de la carretera .....	18
<b>Tabla 5.</b> Elementos que conforman la distancia de adelantamiento.....	22
<b>Tabla 6.</b> Porcentaje de la carretera con visibilidad adecuada .....	23
<b>Tabla 7.</b> Ángulos de inflexión máximos en los que no requiere curva horizontal .....	23
<b>Tabla 8.</b> Longitudes de tramos en tangente .....	24
<b>Tabla 9.</b> Peraltes máximos y coeficientes de fricción máximos.....	26
<b>Tabla 10.</b> Dimensiones del vehículo articulado .....	32
<b>Tabla 11.</b> Valor de C en función del ancho de calzada .....	32
<b>Tabla 12.</b> Pendientes máximas (%) .....	35
<b>Tabla 13.</b> Anchos mínimos de calzada en tangente.....	39
<b>Tabla 14.</b> Ancho de bermas .....	40
<b>Tabla 15.</b> Valores del bombeo de una calzada .....	40
<b>Tabla 16.</b> Proporción del peralte (p) a desarrollar en tangente.....	40
<b>Tabla 17.</b> Anchos mínimos de derecho de vía.....	41
<b>Tabla 18.</b> Valores referenciales para taludes en corte (Relación H: V) .....	41
<b>Tabla 19.</b> Taludes referenciales en zonas de relleno (terraplenes) .....	41
<b>Tabla 20.</b> Coordenadas geográficas del punto inicial y el punto final .....	47
<b>Tabla 21.</b> Coordenadas UTM (WGS 84) – Zona 17M del punto inicial y punto final.....	47
<b>Tabla 22.</b> Días de conteo del tránsito vehicular .....	52
<b>Tabla 23.</b> Aforo vehicular de una semana organizado por horas, sentido Encañada - Empalme PE-08B RVN (Km 40).....	53
<b>Tabla 24.</b> Aforo vehicular de una semana organizado por días, sentido Encañada - Empalme PE-08B RVN (Km 40).....	53
<b>Tabla 25.</b> Aforo vehicular de una semana organizado por horas, sentido Empalme PE-08B RVN (Km 40) - Encañada.....	54
<b>Tabla 26.</b> Aforo vehicular de una semana organizado por días, sentido Empalme PE-08B RVN (Km 40) - Encañada.....	54
<b>Tabla 27.</b> Aforo vehicular de una semana organizado por horas, teniendo en cuenta ambos sentidos	55
<b>Tabla 28.</b> Aforo vehicular de una semana organizado por días, teniendo en cuenta ambos sentidos ..	55
<b>Tabla 29.</b> Índice medio diario semanal organizado por horas, sentido Encañada - Empalme PE-08B RVN (Km 40).....	57
<b>Tabla 30.</b> Índice medio diario semanal organizado por días, sentido Encañada - Empalme PE-08B RVN (Km 40).....	57
<b>Tabla 31.</b> Índice medio diario semanal organizado por horas, sentido Empalme PE-08B RVN (Km 40) - Encañada.....	58
<b>Tabla 32.</b> Índice medio diario semanal organizado por días, sentido Empalme PE-08B RVN (Km 40) - Encañada.....	58
<b>Tabla 33.</b> Índice medio diario semanal organizado por horas, teniendo en cuenta ambos sentidos.....	59
<b>Tabla 34.</b> Índice medio diario semanal organizado por días, teniendo en cuenta ambos sentidos.....	59
<b>Tabla 35.</b> IMDA por sentido y tipo de vehículo.....	61
<b>Tabla 36.</b> Análisis de las pendientes transversales de la carretera .....	62
<b>Tabla 37.</b> Clasificación de la carretera por su orografía.....	64
<b>Tabla 38.</b> Composición y porcentaje de incidencia según el tipo de vehículo .....	65

<b>Tabla 39.</b> Verificación de las distancias de visibilidad de parada.....	68
<b>Tabla 40.</b> Verificación de las distancias de visibilidad de paso o adelantamiento.....	70
<b>Tabla 41.</b> Verificación de las longitudes de los tramos en tangente.....	73
<b>Tabla 42.</b> Elementos que conforman las curvas circulares y verificación de los radios mínimos .....	76
<b>Tabla 43.</b> Verificación de la relación de los radios de las curvas que conforman las curvas compuestas .....	79
<b>Tabla 44.</b> Verificación de los radios mínimos de las curvas de vuelta.....	79
<b>Tabla 45.</b> Verificación de las longitudes mínimas de transición de peralte .....	81
<b>Tabla 46.</b> Verificación de los sobreanchos en las curvas horizontales.....	87
<b>Tabla 47.</b> Verificación de las distancias de visibilidad en las curvas horizontales .....	90
<b>Tabla 48.</b> Verificación de pendientes longitudinales mínimas y máximas .....	93
<b>Tabla 49.</b> Elementos de las curvas verticales existentes y verificación de la necesidad de las mismas.....	95
<b>Tabla 50.</b> Verificación de las longitudes de las curvas verticales .....	97
<b>Tabla 51.</b> Verificación de los anchos de calzada en tangente .....	98
<b>Tabla 52.</b> Verificación de los anchos de calzada en las curvas .....	103
<b>Tabla 53.</b> Verificación de los anchos de las bermas.....	109
<b>Tabla 54.</b> Verificación de bombeos y peraltes de calzada.....	120
<b>Tabla 55.</b> Resultados de la verificación de las características geométricas.....	131
<b>Tabla 56.</b> Coordenadas de los puntos de cambio de estación.....	140
<b>Tabla 57.</b> Aforo vehicular del día lunes 19/06/2023 en el km 35+770 del tramo de carretera Encañada - Empalme PE-08B RVN (Km 40) .....	141
<b>Tabla 58.</b> Aforo vehicular del día martes 20/06/2023 en el km 35+770 del tramo de carretera Encañada - Empalme PE-08B RVN (Km 40) .....	142
<b>Tabla 59.</b> Aforo vehicular día miércoles 21/06/2023 en el km 35+770 del tramo de carretera Encañada - Empalme PE-08B RVN (Km 40) .....	143
<b>Tabla 60.</b> Aforo vehicular del día jueves 22/06/2023 en el km 35+770 del tramo de carretera Encañada - Empalme PE-08B RVN (Km 40) .....	144
<b>Tabla 61.</b> Aforo vehicular del día viernes 23/06/2023 en el km 35+770 del tramo de carretera Encañada - Empalme PE-08B RVN (Km 40) .....	145
<b>Tabla 62.</b> Aforo vehicular del día sábado 24/06/2023 en el km 35+770 del tramo de carretera Encañada - Empalme PE-08B RVN (Km 40) .....	146
<b>Tabla 63.</b> Aforo vehicular del día domingo 25/06/2023 en el km 35+770 del tramo de carretera Encañada - Empalme PE-08B RVN (Km 40) .....	147
<b>Tabla 64.</b> Cálculo de la precipitación media anual.....	148

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1.</b> Distancia de visibilidad de adelantamiento .....	20
<b>Figura 2.</b> Simbología de la curva circular .....	25
<b>Figura 3.</b> Peralte en zona rural (Tipo 1, 2 o 3) .....	27
<b>Figura 4.</b> Configuraciones recomendables de curvas compuestas .....	28
<b>Figura 5.</b> Alineamientos de entrada y salida de una curva de vuelta .....	29
<b>Figura 6.</b> Sobreancho en las curvas.....	30
<b>Figura 7.</b> Vehículo articulado requerido para calcular sobreanchos .....	31
<b>Figura 8.</b> Determinación gráfica de distancias de visibilidad en curvas en planta.....	33
<b>Figura 9.</b> Tipos de curvas verticales convexas y cóncavas .....	35
<b>Figura 10.</b> Tipos de curvas verticales simétricas y asimétricas.....	36
<b>Figura 11.</b> Longitud mínima de una curva vertical convexa con $D_p$ .....	36
<b>Figura 12.</b> Longitudes mínimas de curvas verticales cóncavas.....	37
<b>Figura 13.</b> Sección transversal típica a media ladera de una vía de dos carriles en curva .....	38
<b>Figura 14.</b> Ubicación del tramo de carretera en el país de Perú.....	43
<b>Figura 15.</b> Ubicación del tramo de carretera en el departamento de Cajamarca.....	44
<b>Figura 16.</b> Ubicación del tramo de carretera en la provincia de Cajamarca.....	45
<b>Figura 17.</b> Ubicación del tramo de carretera en el distrito de la Encañada.....	46
<b>Figura 18.</b> Ubicación vial tramo de carretera Encañada - Empalme PE-08B RVN (Km 40) .....	47
<b>Figura 19.</b> Dimensiones del vehículo de diseño B3-1.....	66
<b>Figura 20.</b> Obtención del peralte final de una curva .....	80
<b>Figura 21.</b> Medición del ancho despejado existente en la curva horizontal 1 .....	90

## ÍNDICE DE GRÁFICOS

<b>Gráfico 1.</b> Número de vehículos que transitan por día.....	56
<b>Gráfico 2.</b> Variación vehicular y porcentual por horas .....	60
<b>Gráfico 3.</b> Variación vehicular y porcentual por días.....	60
<b>Gráfico 4.</b> Variación vehicular y porcentual por tipo de vehículo .....	61
<b>Gráfico 5.</b> Composición y porcentaje de incidencia de los vehículos pesados .....	66
<b>Gráfico 6.</b> Distribución porcentual de la verificación de las distancias de visibilidad de parada .....	69
<b>Gráfico 7.</b> Distribución porcentual de la verificación de las longitudes de los tramos en tangente .....	75
<b>Gráfico 8.</b> Distribución porcentual de la verificación de los radios de las curvas circulares .....	78
<b>Gráfico 9.</b> Distribución porcentual de la verificación 1 de las longitudes mínimas de transición de peralte.....	85
<b>Gráfico 10.</b> Distribución porcentual de la verificación 2 de las longitudes mínimas de transición de peralte.....	86
<b>Gráfico 11.</b> Distribución porcentual de la verificación de las distancias de visibilidad en las curvas horizontales .....	92
<b>Gráfico 12.</b> Distribución porcentual de la verificación de los pendientes longitudinales .....	94
<b>Gráfico 13.</b> Distribución porcentual de la verificación de las longitudes de las curvas verticales.....	98
<b>Gráfico 14.</b> Distribución porcentual de la verificación de los anchos de calzada en tangente.....	103
<b>Gráfico 15.</b> Distribución porcentual de la verificación de los bombeos de la calzada .....	130
<b>Gráfico 16.</b> Distribución porcentual de la verificación de los peraltes de la calzada.....	130
<b>Gráfico 17.</b> Distribución porcentual de la verificación de las distancias de visibilidad.....	132
<b>Gráfico 18.</b> Distribución porcentual de la verificación del diseño geométrico en planta.....	132
<b>Gráfico 19.</b> Distribución porcentual de la verificación del diseño geométrico en perfil.....	133
<b>Gráfico 20.</b> Distribución porcentual de la verificación del diseño geométrico de la sección transversal .....	133

## ÍNDICE DE FOTOGRAFÍAS

<b>Fotografía 1.</b> Toma del punto base PR mediante un GPS diferencial submétrico.....	149
<b>Fotografía 2.</b> Nivelación del equipo topográfico para la primera estación .....	149
<b>Fotografía 3.</b> Medida de la altura de instrumento para el primer estacionamiento.....	150
<b>Fotografía 4.</b> Inicio de la toma de puntos el primer día de levantamiento topográfico .....	150
<b>Fotografía 5.</b> Enfoque y toma de puntos en el tercer día de levantamiento topográfico.....	151
<b>Fotografía 6.</b> Toma de un punto de talud en el tercer día de levantamiento topográfico.....	151
<b>Fotografía 7.</b> Existencia de una curva sin visibilidad cerca al km 35 .....	152
<b>Fotografía 8.</b> Toma del punto de una señal reglamentaria en el cuarto día de levantamiento .....	152
<b>Fotografía 9.</b> Toma del punto del hito del km 36 con el apoyo de mi hermano Alex Dávila.....	153
<b>Fotografía 10.</b> Enfoque y toma de puntos en el quinto día de levantamiento topográfico.....	153
<b>Fotografía 11.</b> Toma del punto de una señal preventiva en el quinto día de levantamiento .....	154
<b>Fotografía 12.</b> Equipo estacionado cerca al km 37 en el quinto día de levantamiento .....	154
<b>Fotografía 13.</b> Toma del punto de una señal informativa en el quinto día de levantamiento .....	155
<b>Fotografía 14.</b> Nivelación del equipo en el último cambio de estación en el Empalme PE-08B .....	155
<b>Fotografía 15.</b> Toma de puntos del eje y la berma de la vía en el último día de levantamiento .....	156
<b>Fotografía 16.</b> GPS diferencial submétrico utilizado para la toma de los puntos base .....	156
<b>Fotografía 17.</b> Invasión de carril de un semi tráiler en una curva de vuelta el primer día del aforo vehicular.....	157
<b>Fotografía 18.</b> Invasión de carril de un semi tráiler en una curva de vuelta el quinto día del aforo vehicular .....	157

## ÍNDICE DE ECUACIONES

<b>Ecuación 1.</b> Cálculo del índice medio diario anual .....	16
<b>Ecuación 2.</b> Cálculo de la distancia de visibilidad de parada .....	19
<b>Ecuación 3.</b> Cálculo de la distancia de visibilidad de parada para pendientes menores al 3% .....	19
<b>Ecuación 4.</b> Cálculo de la distancia de visibilidad de parada para pendientes mayores al 3% .....	20
<b>Ecuación 5.</b> Cálculo de la distancia de visibilidad de paso o adelantamiento .....	20
<b>Ecuación 6.</b> Cálculo de la distancia de recorrido en la maniobra inicial de adelantamiento .....	21
<b>Ecuación 7.</b> Cálculo de la distancia de recorrido durante la ocupación del carril contrario .....	21
<b>Ecuación 8.</b> Cálculo de la longitud mínima para tramos en tangente en s .....	24
<b>Ecuación 9.</b> Cálculo de la longitud mínima para tramos en tangente en o .....	24
<b>Ecuación 10.</b> Cálculo de la longitud máxima para tramos tangente .....	24
<b>Ecuación 11.</b> Cálculo de la longitud de la subtangente de una curva circular .....	25
<b>Ecuación 12.</b> Cálculo de la longitud de la cuerda de una curva circular .....	25
<b>Ecuación 13.</b> Cálculo de la longitud de una curva circular .....	25
<b>Ecuación 14.</b> Cálculo de la distancia de la ordenada media de una curva circular .....	25
<b>Ecuación 15.</b> Cálculo de la distancia a externa de una curva circular .....	25
<b>Ecuación 16.</b> Cálculo del radio mínimo de una curva circular .....	26
<b>Ecuación 17.</b> Cálculo de la máxima inclinación del borde de calzada respecto al eje de la vía .....	29
<b>Ecuación 18.</b> Cálculo de la longitud mínima de transición de peralte .....	29
<b>Ecuación 19.</b> Cálculo del sobreebanco .....	30
<b>Ecuación 20.</b> Cálculo del sobreebanco para vehículos articulados .....	31
<b>Ecuación 21.</b> Cálculo del ancho de calzada en curva para vehículos articulados .....	31
<b>Ecuación 22.</b> Cálculo del ancho ocupado por el vehículo articulado en una curva .....	31
<b>Ecuación 23.</b> Cálculo del avance delantero del vehículo articulado sobre el carril adyacente .....	32
<b>Ecuación 24.</b> Cálculo del sobreebanco adicional de seguridad para un vehículo articulado .....	32
<b>Ecuación 25.</b> Cálculo del ancho máximo de despeje en una curva .....	33
<b>Ecuación 26.</b> Cálculo del ancho mínimo de despeje en una curva .....	34
<b>Ecuación 27.</b> Cálculo de la longitud mínima de una curva vertical convexa si la $D_p < L$ .....	36
<b>Ecuación 28.</b> Cálculo de la longitud mínima de una curva vertical convexa si la $D_p > L$ .....	36
<b>Ecuación 29.</b> Cálculo de la longitud mínima de una curva vertical cóncava si la $D_p < L$ .....	37
<b>Ecuación 30.</b> Cálculo de la longitud mínima de una curva vertical cóncava si la $D_p > L$ .....	37
<b>Ecuación 31.</b> Cálculo de la longitud mínima de una curva vertical cóncava cuando los efectos gravitacionales y de fuerzas centrífugas afectan en mayor proporción .....	37

## RESUMEN

Se ha observado que el tramo de carretera estudiado presenta muchas curvas donde la visibilidad es inadecuada y, que además, por este transitan vehículos de carga pesada que invaden el carril contrario, sobre todo en las curvas para que puedan pasar, esto nos indica que, las características geométricas de la vía no son las adecuadas para que este tipo de vehículos puedan transitar de manera cómoda y segura; por lo que, el presente trabajo de investigación tuvo como objetivo realizar el análisis de la seguridad nominal de la ruta PE - 08B tramo Encañada – Empalme PE - 08B RVN (Km 40); para ello, se realizó el levantamiento topográfico y el estudio de tránsito del tramo de carretera, a través de los cuales se determinó las características geométricas que lo conforman, y que la vía es una carretera de segunda clase tipo 2 que pertenece a la Red Vial Nacional; del análisis de la seguridad nominal se obtuvo que, el 97% en cuanto a las distancias de visibilidad, el 61% en cuanto al diseño geométrico en planta, el 6% en cuanto al diseño geométrico en perfil y el 68% en cuanto al diseño geométrico de la sección transversal no cumplen con lo establecido, concluyendo que en promedio el 60% de las características geométricas del tramo de carretera, no cumplen con los criterios mínimos de diseño dados por la norma actual DG – 2018; por lo que se afirma que, la ruta PE - 08B tramo Encañada – Empalme PE - 08B RVN (Km 40) no cumple con la seguridad nominal.

**Palabras claves:** Seguridad nominal, carretera, tránsito, diseño geométrico, características geométricas.



## **ABSTRACT**

It has been observed that the road section studied has many curves where visibility is inadequate and that, in addition, heavy load vehicles invade the opposite lane, especially in the curves so that they can pass, this indicates that the geometric characteristics of the road are not adequate for this type of vehicles to travel comfortably and safely; Therefore, the objective of this research work was to analyze the nominal safety of route PE - 08B Encañada - Empalme PE - 08B RVN section (Km 40); for this purpose, a topographic survey and a traffic study of the road section were carried out, through which the geometric characteristics of the road were determined, and that the road is a second class type 2 road belonging to the National Road Network; from the analysis of the nominal safety it was obtained that, 97% in terms of visibility distances, 61% in terms of geometric design in plan, 6% in terms of geometric design in profile and 68% in terms of geometric design of the cross section do not comply with the established, concluding that on average 60% of the geometric characteristics of the road section, do not comply with the minimum design criteria given by the current standard DG - 2018; therefore, it is stated that the route PE - 08B section Encañada - Empalme PE - 08B RVN (Km 40) does not comply with the nominal safety.

**Keywords:** Nominal safety, road, transit, geometric design, geometric characteristics.

## **CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN**

### **1.1 Planteamiento del problema:**

La infraestructura vial es de suma importancia en el mundo, ya que genera un cierre de brechas que nos permite un desarrollo económico y social, pero vemos que al aumentar la población de un lugar, también aumenta el flujo vehicular, lo que ocasiona que muchas carreteras necesiten modificaciones y/o ampliaciones, debido a que sus características geométricas no brindan las condiciones necesarias que permitan mantener un adecuado flujo vehicular, considerando los aspectos básicos de seguridad y comodidad, es por ello que debemos tener en cuenta que el diseño geométrico de una carretera es de suma importancia, además tiene que cumplir los requisitos técnicos mínimos según las normas vigentes para que esta sea correctamente funcional.

Según la Organización Mundial de la Salud más de 3,400 personas mueren diariamente debido a los siniestros viales, además esta estima que más del 90 % pasan en países de medios y bajos ingresos. Las investigaciones indican que los siniestros viales se deben a uno o a la mezcla de sus principales factores como lo son el usuario, el vehículo y la infraestructura vial. Una forma infalible de reducir la gravedad de los siniestros viales es educar a los usuarios para que sean mejores conductores, fabricar vehículos que cumplan con la calidad necesaria, además del correcto mantenimiento de los mismos y realizar los mejores diseños y mantenimiento de la infraestructura vial. (Dorado Pinedo et al., 2019)

En el Perú se tiene problemas relacionados a las carreteras con frecuencia, como lo son la congestión vehicular, accidentes de tránsito, la inconsistencia de los diseños geométricos con las normas actuales y el colapso de los sistemas de drenaje. Estos problemas son muchas veces debido a la falta de capacidad de la carretera que no permite a los usuarios transitar con seguridad, entonces analizando lo anteriormente mencionado se puede concluir que el eliminar el factor infraestructura vial como causa de estos problemas es de suma importancia para reducir los problemas de inseguridad en las carreteras, esto implica el cumplimiento de la norma de diseño vigente para obtener una vía que no sorprenda y sea segura para el conductor. (Melendez Muñoz, 2019)

En el departamento de Cajamarca muchos de los diseños geométricos de las carreteras se han realizado con antiguas normas, las cuales no garantizan una transitabilidad segura, cómoda y sostenible, debido a que al transcurrir el tiempo los criterios de diseño para

carreteras han ido evolucionando, además se ha visto un incremento del flujo vehicular que sobrepasa la capacidad de las vías, lo que hace que las características geométricas de las mismas necesiten modificaciones y/o ampliaciones, con el fin de brindar las condiciones óptimas para el tránsito de los usuarios en cuanto a comodidad y seguridad.

Se ha observado que el tramo de carretera a estudiar presenta muchas curvas donde la visibilidad es inadecuada y, que además, por este transitan vehículos de carga pesada que invaden el carril contrario, sobre todo en las curvas para que puedan pasar, esto nos indica que, las características geométricas de la vía no son las adecuadas para que este tipo de vehículos puedan transitar de manera cómoda y segura, es por ello que es necesario realizar el análisis de la seguridad nominal de la ruta PE - 08B tramo Encañada – Empalme PE - 08B RVN (Km 40), para saber si cumple con los requisitos mínimos según la norma actual de diseño.

## **1.2 Formulación del problema:**

¿La ruta PE - 08B tramo Encañada – Empalme PE - 08B RVN (Km 40) es nominalmente segura?

## **1.3 Hipótesis de la investigación:**

La ruta PE - 08B tramo Encañada – Empalme PE - 08B RVN (Km 40), no cumple con la seguridad nominal.

## **1.4 Justificación de la investigación:**

Las características geométricas de una carretera que no cumplan con los criterios mínimos establecidos en la norma actual de diseño, implica que esta no cumple con la seguridad nominal, y que los usuarios de esta vía no puedan transitar de manera cómoda y segura, es por ello que el cumplimiento de la norma de diseño geométrico en cuanto a seguridad nominal es importante, ya que las carreteras deben ser hechas de acuerdo a ciertos criterios, de modo que su diseño geométrico brinde seguridad a los usuarios que la transitan, siendo así necesario contar con más estudios de evaluación de las características geométricas de las carreteras, para incitar a los profesionales que realizan los proyectos de carreteras a aplicar las normas vigentes.

Esta investigación nos permitirá analizar la seguridad nominal de la ruta PE - 08B tramo Encañada – Empalme PE - 08B RVN (Km 40), mostrándonos en que grado sus características geométricas cumplen o no cumplen con los criterios mínimos de diseño establecidos en la DG - 2018, además la información obtenida puede servir como base para futuras investigaciones referidas a este tema de estudio.

## **1.5 Alcances o delimitación de la investigación:**

La presente investigación se centrará en realizar solo el análisis de la seguridad nominal de la ruta PE - 08B tramo Encañada – Empalme PE - 08B RVN (Km 40), que consiste en una comparación de las dimensiones de las características geométricas del tramo de carretera con los criterios de diseño obtenidos de la norma vigente DG - 2018, para ver si cumple o no cumple con lo mínimo establecido, y así poder afirmar si esta es nominalmente segura o si no cumple con la seguridad nominal. Esta investigación será válida en el tiempo, siempre y cuando las características geométricas del tramo de carretera no cambien, y está dirigida a estudiantes, profesionales y personas comunes que estén relacionadas o que tengan interés en esa área.

## **1.6 Limitaciones:**

No existen limitaciones.

## **1.7 Objetivos:**

### **1.7.1 Objetivo General:**

Realizar el análisis de la seguridad nominal de la ruta PE - 08B tramo Encañada – Empalme PE - 08B RVN (Km 40).

### **1.7.2 Objetivos Específicos:**

- Realizar el levantamiento topográfico de la ruta PE - 08B tramo Encañada – Empalme PE - 08B RVN (Km 40).
- Realizar el estudio de tránsito de la ruta PE - 08B tramo Encañada – Empalme PE - 08B RVN (Km 40).
- Determinar las características geométricas de la ruta PE - 08B tramo Encañada – Empalme PE - 08B RVN (Km 40).

- Realizar la verificación de las características geométricas del tramo de carretera en estudio con relación a los criterios de diseño que indica la norma DG – 2018.

## **1.8 Definición de variables:**

### **1.8.1 Variable independiente:**

Características geométricas del tramo de carretera.

### **1.8.2 Variable dependiente:**

Seguridad nominal.

## 1.9 Operacionalización de variables:

**Tabla 1.** Operacionalización de variables

"Análisis de la seguridad nominal de la ruta PE - 08B tramo Encañada - Empalme PE - 08B RVN (Km 40), Cajamarca - 2023"					
Hipótesis de la investigación	Definición conceptual de las variables/categorías	Definición operacional de las variables/categorías			Fuentes o instrumentos de recolección de datos
		Variables	Dimensiones	Indicadores	
<b>Variable independiente</b>					
La ruta PE - 08B tramo Encañada – Empalme PE - 08B RVN (Km 40), no cumple con la seguridad nominal.	Las características geométricas de una carretera quedan determinadas por tres elementos bidimensionales que dependen unos de otros, y que al unirlos forman un elemento tridimensional que corresponde a la vía propiamente.	Características geométricas del tramo de carretera.	Dimensión de cada elemento del alineamiento en planta, del alineamiento en perfil y de la sección transversal del tramo de carretera.	Distancias de visibilidad (m)	Equipo de topografía y formato para el aforo vehicular.
				Longitudes de tramos en tangente (m)	
				Radios de curvas horizontales (m)	
				Longitudes de transición de peralte (m)	
				Sobrecanchos (m)	
				Pendientes (%)	
				Longitudes de curvas verticales (m)	
				Ancho de calzada (m)	
				Ancho de bermas (m)	
				Bombeo y peralte (%)	
<b>Variable dependiente</b>					
	Condición de seguridad de una carretera existente, según el grado de cumplimiento de la norma de diseño actual del organismo vial.	Seguridad nominal.	Comparación de las dimensiones de los elementos de diseño del tramo de carretera con los criterios de diseño obtenidos de la norma de diseño actual.	Si las características geométricas del tramo de carretera cumplen al menos con los criterios mínimos de diseño, a esta se le podrá denominar nominalmente segura, mientras que, si pasa lo contrario, se podrá afirmar que el tramo de carretera no cumple con la seguridad nominal.	Norma de diseño actual DG - 2018.

## 1.10 Matriz de consistencia:

**Tabla 2. Matriz de consistencia**

"Análisis de la seguridad nominal de la ruta PE - 08B tramo Encañada - Empalme PE - 08B RVN (Km 40), Cajamarca - 2023"

Formulación del problema	Objetivos	Hipótesis de la investigación	Variables	Dimensiones	Indicadores /Cualidades	Fuentes o instrumentos de recolección de datos	Metodología de la investigación	Población y muestra		
¿La ruta PE - 08B tramo Encañada – Empalme PE - 08B RVN (Km 40) es nominalmente segura?	<b>Objetivo General</b>	La ruta PE - 08B tramo Encañada – Empalme PE - 08B RVN (Km 40), no cumple con la seguridad nominal.	Características geométricas del tramo de carretera.	Dimensión de cada elemento del alineamiento en planta, del alineamiento en perfil y de la sección transversal del tramo de carretera.	<b>Variable Independiente</b>					
	Realizar el análisis de la seguridad nominal de la ruta PE - 08B tramo Encañada – Empalme PE - 08B RVN (Km 40).				Distancias de visibilidad (m)	Equipo de topografía y formato para el aforo vehicular.	Es una investigación del tipo aplicada y cuantitativa.	La ruta PE - 08B.		
	<b>Objetivos Específicos</b>				Longitudes de tramos en tangente (m)					
					Radios de curvas horizontales (m)					
					Longitudes de transición de peralte (m)				El método de investigación es el no experimental.	El diseño de la investigación es transeccional o transversal.
					Sobreanchos (m)					
					Pendientes (%)					
					Longitudes de curvas verticales (m)					
					Ancho de calzada (m)					
					Ancho de bermas (m)					
Bombeo y peralte (%)										
<b>Variable Dependiente</b>										
Realizar el levantamiento topográfico de la ruta PE - 08B tramo Encañada – Empalme PE - 08B RVN (Km 40).	Comparación de las dimensiones de los elementos de diseño del tramo de carretera con los criterios de diseño obtenidos de la norma de diseño actual.	Si las características geométricas del tramo de carretera cumplen al menos con los criterios mínimos de diseño, a esta se le podrá denominar nominalmente segura, mientras que, si pasa lo contrario, se podrá afirmar que el tramo de carretera no cumple con la seguridad nominal.	Norma de diseño actual DG - 2018.							
Realizar el estudio de tránsito de la ruta PE - 08B tramo Encañada – Empalme PE - 08B RVN (Km 40).				Seguridad nominal.						
Determinar las características geométricas de la ruta PE - 08B tramo Encañada – Empalme PE - 08B RVN (Km 40).	Seguridad nominal.	Si las características geométricas del tramo de carretera cumplen al menos con los criterios mínimos de diseño, a esta se le podrá denominar nominalmente segura, mientras que, si pasa lo contrario, se podrá afirmar que el tramo de carretera no cumple con la seguridad nominal.	Norma de diseño actual DG - 2018.							
Realizar la verificación de las características geométricas del tramo de carretera en estudio con relación a los criterios de diseño que indica la norma DG – 2018.										

## **1.11 Descripción de los capítulos de la investigación:**

### **1.11.1 Capítulo I. Introducción**

Este capítulo contiene el planteamiento y formulación del problema, la hipótesis, las variables, la operacionalización de variables, matriz de consistencia, la justificación, los alcances o delimitación de la investigación, limitaciones y objetivos de la misma.

### **1.11.2 Capítulo II. Marco teórico**

Este capítulo contiene los antecedentes internacionales, nacionales y locales que sirven de referencia para la investigación, así como las bases teóricas en cuanto a las características geométricas en planta, perfil y sección transversal de una vía, que guardan relación con la seguridad nominal de la misma y la definición de los términos básicos utilizados.

### **1.11.3 Capítulo III. Materiales y métodos**

Este capítulo contiene la ubicación del tramo de carretera analizado, el procedimiento que abarca las técnicas, instrumentos y/o equipos para la recolección de datos, además del tratamiento, análisis de datos y presentación de resultados en el que se describe el tipo, nivel, método y diseño de la investigación, además de la población, muestra, unidad de análisis y unidad de observación para el desarrollo de la misma.

### **1.11.4 Capítulo IV. Análisis y discusión de resultados**

Este capítulo contiene el análisis de la seguridad nominal del tramo de carretera Encañada – Empalme PE - 08B RVN (Km 40), realizado mediante la verificación de las características geométricas de la misma, con relación a los criterios de diseño que indica el Manual de Carreteras: Diseño Geométrico DG – 2018, y además se discute los resultados según los antecedentes teóricos.

### **1.11.5 Capítulo V. Conclusiones y recomendaciones**

Este capítulo contiene las conclusiones a las que se llegó, de acuerdo a los objetivos y a los resultados obtenidos, dando así validación o refutación a la hipótesis planteada y brindando las recomendaciones pertinentes en relación al tema de investigación.



## **CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO**

### **2.1 Antecedentes Teóricos de la investigación:**

#### **2.1.1 Antecedentes internacionales:**

Saavedra Mota (2019) realizó en Chihuahua – México el trabajo de posgrado denominado: “REVISIÓN DE DISEÑO GEOMÉTRICO DEL LIBRAMIENTO DE CUERNAVACA (PASO EXPRÉS TLAHUICA)”, que tuvo como objetivo principal: “Realizar una revisión de las condiciones geométricas del Libramiento de Cuernavaca (Paso Expres Tlahuica), Cuernavaca, Morelos”, y llegó a la conclusión que: “Si bien la modernización de las carreteras en México es un asunto que requiere la atención de las autoridades en la materia, se debe evaluar no solo las condiciones geométricas, sino sociales y demográficas que puedan interferir en la operación de las vías, debiendo optar por los beneficios al usuario, antes que otros factores, incluyendo el costo”.

Parrales Sornoza (2017) realizó en Jipijapa, Manabí - Ecuador el trabajo de titulación denominado: “ANÁLISIS DEL DISEÑO GEOMÉTRICO Y ALTERNATIVAS DE SOLUCIÓN EN LA VÍA CANTAGALLO – EL JURÓN, PARROQUIA PUERTO CAYO, CANTÓN JIPIJAPA”, que tuvo como objetivo principal: “Analizar el diseño geométrico en la vía Cantagallo – El Jurón, Parroquia Puerto Cayo del cantón Jipijapa y plantear alternativas de solución para mejorar la viabilidad”, y llegó a la conclusión que: “El trazado geométrico actual que tiene la vía Cantagallo – El Jurón no cumple con la normativa MTOP del Ecuador, se debe tomar las decisiones para definir un rediseño de la vía. El TPDA nos dio como resultado una vía colectoras que está en la categoría IV con un ancho de 6 metros, el TPDA esperado 100 – 300, lo cual nos da dos carriles en el diseño; tiene una gradiente longitudinal máxima de 6% lo que califica como terreno llano y una pendiente transversal calzada de 4, el proyecto de vía beneficiará a las comunidades aledañas”.

Parrado Méndez & García Home (2017) realizaron en Bogotá - Colombia el trabajo de titulación denominado: “PROPUESTA DE UN DISEÑO GEOMÉTRICO VIAL PARA EL MEJORAMIENTO DE LA MOVILIDAD EN UN SECTOR PERIFÉRICO DEL OCCIDENTE DE BOGOTÁ”, que tuvo como objetivo principal: “Generar la propuesta de diseño geométrico vial para el mejoramiento de la movilidad en un sector periférico del occidente de Bogotá”, y llegaron a la conclusión que: “La propuesta de diseño vial

tipo variante para los municipios de Funza y Mosquera es una solución efectiva teniendo en cuenta los problemas de movilidad allí presentados, brindando las condiciones óptimas de seguridad y comodidad para los conductores. Los parámetros empleados para el diseño geométrico de la vía cumplen con las normas establecidas en el Manual de Diseño Geométrico de Carreteras propuesto por el INVIAS, garantizando así su funcionalidad, seguridad y demás requisitos allí presentados”.

### **2.1.2 Antecedentes nacionales:**

Alcantara Villa (2021) realizó en Huancayo – Perú la tesis titulada: “PROPUESTA DE DISEÑO GEOMÉTRICO BASADO EN LA DG-2018 PARA MEJORAR LA SEGURIDAD VIAL-NOMINAL DEL TRAMO KM 9 + 100 - 10 + 000, EN LA CARRETERA CARHUAMAYO-JUNIN”, que tuvo como objetivo principal: “Establecer un diseño geométrico basado en la DG-2018, para mejorar la seguridad vial-nominal del tramo Km 9 + 100 - 10 + 000, en la carretera Carhuamayo-Junín”, y llegó a la conclusión que: “La evaluación realizada a la carretera concluye que el actual diseño geométrico de la carretera existente de Carhuamayo-Junín, no cumple con lo establecido en el manual de DG-2018, y en consecuencia no cumple con la seguridad vial – nominal necesaria. Por lo tanto, se concluye que la propuesta de un nuevo diseño geométrico de planta, perfil y sección transversal, que cumple con lo estipulado en el Manual del DG-2018 mejora la seguridad vial-nominal del tramo Km 9 + 100 - 10 + 000, en la carretera Carhuamayo-Junín”.

Bautista Paico (2021) realizó en Piura – Perú la tesis titulada: “ANÁLISIS DE LA SEGURIDAD VIAL DESDE EL DISEÑO GEOMÉTRICO DE LA CARRETERA CANCHAQUE – HUANCABAMBA”, que tuvo como objetivo principal: “Analizar el diseño geométrico proyectado inicialmente bajo la implementación de medidas que permitan mejorar la seguridad vial”, y llegó a la conclusión principal que: “La nueva propuesta de diseño geométrico que se presenta se fundamenta en la seguridad vial. Es por ello, que los elementos geométricos del nuevo diseño cumplen con lo que se señala en las normativas definidas por el Ministerio de Transportes y Comunicaciones. En la propuesta inicial se debió garantizar la seguridad vial, la cual se ha demostrado que no se cumple porque existen deficiencias en el diseño geométrico”

Baltazar Hermitaño & Elias Gavidia (2021) realizaron en Huaraz – Perú la tesis titulada: “EVALUACIÓN Y MEJORAMIENTO DE CARACTERÍSTICAS GEOMÉTRICAS DE ACUERDO AL DG-2018 EN LA CARRETERA SUPTE SAN JORGE – GERBACIO SANTILLANA, HUÁNUCO”, que tuvo como objetivo principal: “La evaluación de las características geométricas de la carretera “Supte San Jorge – Gerbacio Santillana” de acuerdo con el Manual de Diseño Geométrico de Carreteras DG-2018”, y llegaron a la conclusión principal que: “Las características geométricas del tramo en estudio no cumplen con algunos parámetros que establece el manual DG-2018, por lo que es necesario mejorar algunos aspectos del tramo en estudio, como el ensanche de los radios de las curvas críticas, teniendo en cuenta que con estos estudios se pretende proveer una mayor comodidad y seguridad a los usuarios del camino vecinal”.

### **2.1.3 Antecedentes locales:**

Miranda Sánchez (2022) realizó en Cajamarca – Perú la tesis titulada: “EVALUACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS GEOMÉTRICAS DE LA CARRETERA LLACANORA - NAMORA, DE ACUERDO CON EL MANUAL DE DISEÑO GEOMÉTRICO DG-2018”, que tuvo como objetivo principal: “Evaluar las características geométricas de la carretera Llacanora - Namora, de acuerdo con el manual de carreteras - diseño geométrico DG-2018”, y llegó a la conclusión principal que: “Comparando las características geométricas actuales de la carretera en estudio con el manual de carreteras DG-2018 se tiene: el radio mínimo a usar es de 125m, la longitud de tramos en tangentes, no cumplen en un 76% ; los radios mínimos no cumplen en un 57%, la longitud mínima de curva, no cumplen con el 74%; los sobrecanchos necesarios no cumplen en un 36%, la banquetas de visibilidad (DL), no cumplen con el 33%; los peraltes no cumplen en un 17%; el ancho mínimo de calzada no cumple en un 30% de toda la longitud; el ancho de bermas no las cumple en todo el tramo. Por mayor incidencia de porcentajes de las características geométricas evaluadas en la carretera Llacanora-Namora, se determinó que el 65% no cumple con el manual de carreteras - diseño geométrico DG-2018”.

Moscol Vizconde (2021) realizó en Cajamarca – Perú la tesis titulada: “SEGURIDAD VIAL EN LA CARRETERA CELENDÍN – JOSÉ GÁLVEZ CONSIDERANDO LAS CARACTERÍSTICAS GEOMÉTRICAS, EN BASE A LA NORMA DE DISEÑO GEOMÉTRICO DG – 2018”, que tuvo como objetivo principal: “Determinar la

seguridad vial en la carretera Celendín – José Gálvez, considerando las características geométricas, en base a la norma de diseño geométrico (2018)”, y llegó a la conclusión principal que: “La vía Celendín – José Gálvez es insegura, considerando las características geométricas en planta, en distancias de visibilidad, en perfil, en secciones transversales. Al comparar las características geométricas con lo señalado, se tienen en algunos casos valores por encima y otros por debajo de los señalados en el documento legal, lo cual hace que se presente como insegura para los usuarios de la vía”.

Quiroz Marquez (2020) realizó en Cajamarca – Perú la tesis titulada: “EVALUACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS GEOMÉTRICAS DE LA CARRETERA CAJABAMBA-PONTE (KM 52+300 – KM 48+050) DE ACUERDO CON EL MANUAL DE DISEÑO GEOMÉTRICO DE CARRETERAS DG-2018.”, que tuvo como objetivo principal: “Evaluar las características geométricas de la carretera Cajabamba – Ponte (Km 52+300 – Km 48+050), de acuerdo con el Manual de Diseño Geométrico de Carreteras DG-2018”, y llegó a la conclusión que: “Las características geométricas de la carretera en estudio no cumplen con los parámetros mínimos establecidos por la norma DG-2018 según el siguiente detalle: en tramos en tangente respecto a L min “S” el 62 % no cumple, respecto a L min “O” el 100% no cumple, en radios mínimos en curvas simples el 72% no cumple, radios mínimos en curvas de vuelta el 100% cumple, en distancia de parada en longitudes de curvas verticales, en curvas cóncavas el 71% cumple, en curvas convexas el 86% cumple, pendientes el 96% cumple, en ancho de bermas el 86% no cumple, en ancho de calzada el 68% cumple, en peraltes el 100% cumple. En la carretera en estudio existen parámetros que no cumplen con lo estipulado en el manual de diseño geométrico de carreteras DG-2018, por lo que se recomienda mejorar y complementar con dispositivos de control que generen una mejor seguridad vial”.

## **2.2 Bases Teóricas:**

### **2.2.1 Levantamiento topográfico:**

Estos se realizan con el propósito de determinar la configuración del terreno y la ubicación de elementos naturales o construcciones hechas por el hombre sobre la superficie de la tierra, un levantamiento topográfico nos permite realizar planos en los cuales aparecen las principales características físicas del terreno y las diferencias de altura de los distintos relieves, para realizar un levantamiento el primer paso debe ser el control horizontal que consiste en establecer dos o más puntos en el terreno, los cuales deben tener distancia y dirección para luego definir las coordenadas, y el control vertical que se realiza mediante la nivelación que depende del relieve del terreno. Con una estación total la toma y registro de datos es automática, además los cálculos de coordenadas se ejecutan mediante programas de computación que se encuentran incorporados en la misma, estos datos son archivados para posteriormente ser leídos y procesados por diferentes programas de topografía. (Herrera Saravia et al., 2014)

#### **2.2.1.1 Método de secciones transversales:**

Método que consiste en levantar las secciones transversales de una carretera, las cuales son tomadas cada cierta distancia a lo largo de la misma, para ello se estaciona el equipo en un punto desde el cual se visan los puntos que forman parte de las secciones transversales para poder materializarlos, los datos previos que requiere el método son las coordenadas del punto estación y de al menos una referencia. Este método exige visibilidad desde el punto de estacionamiento hacia todos los puntos que definen las secciones transversales a levantar. (Herrera Saravia et al., 2014)

#### **2.2.2 Seguridad nominal:**

Condición de seguridad de una carretera existente, según el grado de cumplimiento de la norma de diseño actual del organismo vial. La medida de la seguridad nominal es una comparación de las dimensiones de los elementos de diseño de una carretera con los criterios de diseño obtenidos de la norma de diseño actual, para ver si cumple o no cumple con lo mínimo establecido. La excepción de diseño de una carretera nos indica que no cumple con la seguridad nominal, mientras que, si las características geométricas de una carretera satisfacen al menos los criterios mínimos de diseño, se la puede denominar nominalmente segura. (Hauer, 2000, como se citó en Sierra et al., 2013)

Las características geométricas de la infraestructura vial son importantes para la seguridad vial, es por ello que se debe reafirmar la obligación de los ingenieros responsables del diseño y ejecución de garantizar los niveles de seguridad, mediante el cumplimiento de los requisitos mínimos y las especificaciones técnicas que se establecen en la norma vigente. (MTC, 2017)

### **2.2.3 Carretera:**

Camino para el tránsito de vehículos motorizados de por lo menos dos ejes, cuyas características geométricas, tales como: pendiente longitudinal, pendiente transversal, sección transversal, superficie de rodadura y demás elementos de la misma, deben cumplir las normas técnicas vigentes del Ministerio de Transportes y Comunicaciones. (MTC, 2018)

### **2.2.4 Características geométricas de una carretera:**

Las características geométricas de una carretera quedan determinadas por tres elementos bidimensionales que dependen unos de otros, y que al unirlos forman un elemento tridimensional que corresponde a la vía propiamente. (Masoud, 2017)

### **2.2.5 Clasificación de Carreteras:**

#### **2.2.5.1 Clasificación por su demanda:**

Se clasifica en Autopistas de Primera Clase, Autopistas de Segunda Clase, Carreteras de Primera Clase, Carreteras de Segunda Clase, Carreteras de Tercera Clase y Trochas Carrozables. (MTC, 2018)

- a. Autopistas de Primera Clase** que son carreteras con un IMDA (Índice Medio Diario Anual) mayor a 6000 veh/día, de calzadas divididas por medio de un separador central mínimo de 6.00 m; cada una de las calzadas debe contar con dos o más carriles de 3.60 m de ancho como mínimo. La superficie de rodadura de estas carreteras debe ser pavimentada.
- b. Autopistas de Segunda Clase** que son carreteras con un IMDA entre 6000 y 4001 veh/día, de calzadas divididas por medio de un separador central que puede variar de 6.00 m hasta 1.00 m, en cuyo caso se instalará un sistema de contención vehicular; cada una de las calzadas debe contar con dos o más carriles de 3.60 m

de ancho como mínimo. La superficie de rodadura de estas carreteras debe ser pavimentada.

- c. **Carreteras de Primera Clase** que son carreteras con un IMDA entre 4000 y 2001 veh/día, con una calzada de dos carriles de 3.60 m de ancho como mínimo. Puede tener cruces o pasos vehiculares a nivel. La superficie de rodadura de estas carreteras debe ser pavimentada.
- d. **Carreteras de Segunda Clase** que son carreteras con un IMDA entre 2 000 y 400 veh/día, con una calzada de dos carriles de 3.30 m de ancho como mínimo. Puede tener cruces o pasos vehiculares a nivel y en zonas urbanas es recomendable que se cuente con puentes peatonales o en su defecto con dispositivos de seguridad vial, que permitan mayor seguridad. La superficie de rodadura de estas carreteras debe ser pavimentada.
- e. **Carreteras de Tercera Clase** que son carreteras con un IMDA menores a 400 veh/día, con calzada de dos carriles de 3.00 m de ancho como mínimo. De manera excepcional estas vías podrán tener carriles hasta de 2.50 m, contando con el sustento técnico correspondiente. En caso de ser pavimentadas deberán cumplirse con las condiciones geométricas estipuladas para las carreteras de segunda clase.
- f. **Trochas Carrozables** que son vías transitables, que no alcanzan las características geométricas de una carretera, que por lo general tienen un IMDA menor a 200 veh/día. Sus calzadas deben tener un ancho mínimo de 4.00 m, en cuyo caso se construirá ensanches denominados plazoletas de cruce, por lo menos cada 500 m. La superficie de rodadura puede ser afirmada o sin afirmar. (MTC, 2018)

#### 2.2.5.2 Clasificación por su orografía:

Se clasifica en Terreno plano (tipo 1), Terreno ondulado (tipo 2), Terreno accidentado (tipo 3) y Terreno escarpado (tipo 4). (MTC, 2018)

- a. **Terreno plano (tipo 1)** que tiene pendientes transversales al eje de la vía, menores o iguales al 10% y sus pendientes longitudinales son por lo general menores de tres por ciento (3%), demandando un mínimo de movimiento de tierras, por lo que no presenta mayores dificultades en su trazo.
- b. **Terreno ondulado (tipo 2)** que tiene pendientes transversales al eje de la vía entre 11% y 50% y sus pendientes longitudinales se encuentran entre 3% y 6 %, demanda un moderado movimiento de tierras, lo que permite alineamientos rectos, alternados con curvas de radios amplios, sin mayores dificultades en el trazo.

- c. **Terreno accidentado (tipo 3)** que tiene pendientes transversales al eje de la vía entre 51% y el 100% y sus pendientes longitudinales predominantes se encuentran entre 6% y 8%, por lo que requiere importantes movimientos de tierras, razón por la cual presenta dificultades en el trazo.
- d. **Terreno escarpado (tipo 4)** que tiene pendientes transversales al eje de la vía superiores al 100% y sus pendientes longitudinales excepcionales son superiores al 8%, exigiendo el máximo de movimiento de tierras, razón por la cual presenta grandes dificultades en su trazo. (MTC, 2018)

### 2.2.5.3 Clasificación por su jerarquización vial:

Se clasifica en tres redes viales, La Red Vial Nacional, La Red Vial Departamental o Regional y La Red Vial Vecinal o Rural. (MTC, 2007)

- a. **La Red Vial Nacional** que corresponde a las carreteras de interés nacional conformada por los principales ejes longitudinales y transversales, que constituyen la base del Sistema Nacional de Carreteras (SINAC), sirve como elemento receptor de las carreteras Departamentales o Regionales y de las carreteras Vecinales o Rurales.
- b. **La Red Vial Departamental o Regional** conformada por las carreteras que constituyen la red vial circunscrita al ámbito de un gobierno regional, esta articula básicamente a la Red Vial Nacional con la Red Vial Vecinal o Rural.
- c. **La Red Vial Vecinal o Rural** conformada por las carreteras que constituyen la red vial circunscrita al ámbito local, cuya función es articular las capitales de provincia con capitales de distrito, éstos entre sí, con centros poblados o zonas de influencia local y con las redes viales nacional y departamental o regional. (MTC, 2007)

### 2.2.6 Índice medio diario anual (IMDA):

Es el promedio aritmético del tráfico diario de todos los días del año, esperado u ocurrido en un determinado tramo de carretera. El valor del IMDA para cada segmento de carretera proporciona a los diseñadores la información necesaria para determinar las características de diseño de la carretera, su clasificación y el desarrollo de los programas de mejoras y mantenimiento. Este se calcula mediante la multiplicación del índice medio diario semanal (IMDS) y el factor de corrección estacional (FC). (MTC, 2018)



$$IMDA = IMDS * FC \text{ ----- Ecuación 1}$$

El índice medio diario semanal (IMDS) es el promedio del tráfico diario semanal, y el factor de corrección estacional (FC) estima el comportamiento del tráfico de pasajeros y mercancías anualmente.

### 2.2.7 Vehículos de diseño:

Las características físicas y la proporción de los vehículos de diferentes tamaños que transitan por las carreteras, son factores clave en su definición geométrica. Por lo tanto, es necesario revisar todos los tipos de vehículos, crear grupos y elegir el tamaño representativo dentro de cada grupo para utilizarlos en el diseño. Los vehículos seleccionados, con peso representativo, dimensiones y características de operación, que se utilizan para determinar los criterios de diseño de carreteras, se denominan vehículos de diseño. A la hora de elegir un vehículo de diseño, es necesario tener en cuenta la composición del tráfico que utiliza o utilizará la vía. Generalmente, la proporción de vehículos pesados es suficiente para condicionar las características del proyecto de una carretera. (MTC, 2018)

Las características de estos tipos de vehículos determinan diferentes aspectos de las dimensiones geométricas y estructurales de la vía, por ejemplo, el ancho del vehículo seleccionado influye en los anchos del carril, calzada, bermas y sobreebanco de la sección transversal, el radio mínimo de giro, las intersecciones y gálibo; la distancia entre los ejes incide en el ancho y los radios mínimos internos y externos de los carriles y la relación de peso bruto total/potencia, está relacionado con los valores de las pendientes permitidas. (MTC, 2018)

Según el Reglamento Nacional de Vehículos, los vehículos ligeros se clasifican en las categorías **L** (vehículos de menos de cuatro ruedas) y **M1** (vehículos de cuatro ruedas utilizados para transportar pasajeros con ocho asientos o menos, excluyendo el asiento del conductor). Se consideran vehículos pesados, a los vehículos que forman parte de las categorías **M** (vehículos de cuatro ruedas destinados al transporte de pasajeros, excepto la **M1**), **N** (vehículos de cuatro o más ruedas, diseñados y fabricados para el transporte de mercancías), **O** (remolques y semirremolques) y **S** (combinaciones especiales de los **M**, **N** y **O**). (MTC, 2018)

**Tabla 3.** Datos básicos de los vehículos de tipo M utilizados para el dimensionamiento de carreteras

Tipo de vehículo	Alto total	Ancho total	Vuelo lateral	Ancho de ejes	Largo total	Vuelo delantero	Separación de ejes	Vuelo trasero	Radio mín. rueda exterior
Vehículo ligero (VL)	1.30	2.10	0.15	1.80	5.80	0.90	3.40	1.50	7.30
Ómnibus de dos ejes (B2)	4.10	2.60	0.00	2.60	13.20	2.30	8.25	2.65	12.80
Ómnibus de tres ejes (B3-1)	4.10	2.60	0.00	2.60	14.00	2.40	7.55	4.05	13.70
Ómnibus de cuatro ejes (B4-1)	4.10	2.60	0.00	2.60	15.00	3.20	7.55	4.05	13.70
Ómnibus articulado (BA-1)	4.10	2.60	0.00	2.60	18.30	2.60	6.70/1.90/4.00	3.10	12.80
Semirremolque simple (T2S1)	4.10	2.60	0.00	2.60	20.50	1.20	6.00/12.50	0.80	13.70
Remolque simple (C2R1)	4.10	2.60	0.00	2.60	23.00	1.20	10.30/0.80/2.15/7.75	0.80	12.80
Semirremolque doble (T3S2S2)	4.10	2.60	0.00	2.60	23.00	1.20	5.40/6.80/1.40/6.80	1.40	13.70
Semirremolque remolque (T3S2S1S2)	4.10	2.60	0.00	2.60	23.00	1.20	5.45/5.70/1.40/2.15/5.70	1.40	13.70
Semirremolque simple (T3S3)	4.10	2.60	0.00	2.60	20.50	1.20	5.40/11.90	2.00	1

Nota. Recuperado del Manual de Carreteras: Diseño Geométrico, MTC (2018)

### 2.2.8 Velocidad de diseño:

Es la velocidad elegida para el diseño, entendiéndose que será la velocidad máxima que se podrá mantener de manera segura y cómoda, en un tramo determinado de la carretera, cuando las circunstancias sean favorables para que permanezcan las condiciones de diseño. Esto significa que, la velocidad de diseño es la velocidad elegida para determinar las dimensiones geométricas de la vía. Al determinar la velocidad de diseño, se debe dar la máxima prioridad a la seguridad de los usuarios. Por lo tanto, la velocidad de diseño a lo largo de la ruta, debe ser tal, que los conductores no se vean sorprendidos por cambios repentinos y/o muy frecuentes en la velocidad a la que pueden viajar con seguridad a lo largo de la ruta. (MTC, 2018)

Para garantizar una velocidad constante, el proyectista debe identificar secciones de ruta uniformes a las que se les pueda asignar la misma velocidad dependiendo de las condiciones del terreno. Esta velocidad se denomina velocidad de diseño de la sección transversal uniforme, la cual es la base para determinar las características de los elementos geométricos contenidos en una determinada sección transversal. Para identificar áreas homogéneas y determinar sus velocidades de diseño se deben cumplir los siguientes criterios: (MTC, 2018)

1) La longitud mínima de un tramo de carretera, con una velocidad de diseño dada, debe ser de tres (3.0) kilómetros, para velocidades entre veinte y cincuenta kilómetros por

hora (20 y 50 km/h) y de cuatro (4.0) kilómetros para velocidades entre sesenta y ciento veinte kilómetros por hora (60 y 120 km/h). (MTC, 2018)

2) La diferencia de la Velocidad de Diseño entre tramos adyacentes, no debe ser mayor a veinte kilómetros por hora (20 km/h). (MTC, 2018)

Sim embargo, si debido a la naturaleza del terreno en un tramo corto de la ruta hay un cambio notable, es necesario designar un tramo más corto que la longitud específica, entonces no se debe exceder de diez kilómetros por hora (10 km/h) su diferencia de velocidad calculada en comparación con el tramo adyacente. La velocidad de diseño se determina con base en la clasificación requerida o el terreno de la carretera diseñada. A cada tramo homogéneo se le puede asignar una Velocidad de Diseño dentro del rango especificado a continuación. (MTC, 2018)

**Tabla 4.** Rangos de la velocidad de diseño en función a la clasificación de la carretera

Clasificación		Velocidad de diseño de un tramo homogéneo VTR (km/h)										
Demanda	Orografía	30	40	50	60	70	80	90	100	110	120	130
Autopista de primera clase	Plano											
	Ondulado											
	Accidentado											
	Escarpado											
Autopista de segunda clase	Plano											
	Ondulado											
	Accidentado											
	Escarpado											
Carretera de primera clase	Plano											
	Ondulado											
	Accidentado											
	Escarpado											
Carretera de segunda clase	Plano											
	Ondulado											
	Accidentado											
	Escarpado											
Carretera de tercera clase	Plano											
	Ondulado											
	Accidentado											
	Escarpado											

Nota. Recuperado del Manual de Carreteras: Diseño Geométrico, MTC (2018)

## 2.2.9 Distancia de visibilidad:

Se trata de la longitud continua de la vía visible para el conductor del vehículo, gracias a la cual puede realizar con seguridad las operaciones individuales que se ve obligado a realizar o decide realizar. Los diseños tienen en cuenta tres distancias de visibilidad: visibilidad de parada, visibilidad de paso o adelantamiento y visibilidad de cruce con otra vía, afectando las dos primeras a la estructura de la vía en zonas abiertas. (MTC, 2018)

### 2.2.9.1 Distancia de visibilidad de parada:

Es la mínima necesaria para que un vehículo que se mueve a la velocidad de diseño se detenga, antes de alcanzar un objetivo sin movimiento en el camino. Se consideran obstáculos aquellos con una altura mayor o igual a 0.15 m, sobre el nivel de los ojos del conductor situados a 1.07 m de la superficie de la carretera. La distancia de parada para pavimentos húmedos, se calcula según la siguiente fórmula:

$$D_p = d_{tp} + d_f \text{ ----- Ecuación 2}$$

El primer término de la fórmula representa la distancia recorrida durante el tiempo de percepción más reacción ( $d_{tp}$ ) y el segundo la distancia recorrida durante el frenado hasta la detención ( $d_f$ ).

$$D_p = 0.278 * V * t_p + 0.039 * \frac{V^2}{a} \text{ ----- Ecuación 3}$$

Dónde:

$D_p$ : Distancia de parada (m)

$V$ : Velocidad de diseño (Km/h)

$t_p$ : Tiempo de percepción + reacción (s)

$a$ : Deceleración ( $m/s^2$ ) (será función del coeficiente de fricción y de la pendiente longitudinal del tramo)

El tiempo de reacción de frenado, es el tiempo transcurrido desde el momento en que el conductor percibe un objeto o peligro en la plataforma adelante del vehículo, hasta el momento en que realmente aplica los frenos. Esto indica que el tiempo de reacción será de 2 a 3 segundos, se recomienda usar un tiempo de reacción de 2.5 segundos.

Para vías con pendiente superior a 3%, tanto en ascenso como en descenso, se puede calcular con la siguiente fórmula:

$$D_p = 0.278 * V * t_p + \frac{V^2}{254 \left( \left( \frac{a}{9.81} \right) \pm i \right)} \text{----- Ecuación 4}$$

Dónde:

i: Pendiente longitudinal (tanto por uno)

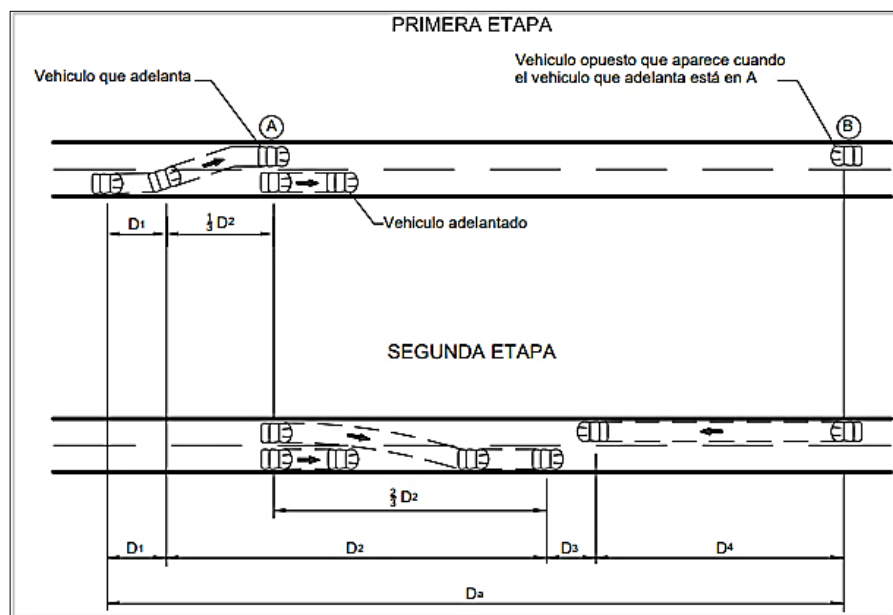
+i: Subidas respecto al sentido de circulación

-i: Bajadas respecto al sentido de circulación

### 2.2.9.2 Distancia de visibilidad de paso o adelantamiento:

Es la mínima requerida para que el conductor pueda adelantar de manera cómoda y segura a otro vehículo que circula a menor velocidad, sin cambiar la velocidad de un tercer vehículo que circula en sentido contrario por el otro carril y que se hace notable cuando comienza la maniobra de adelantamiento. La distancia de visibilidad al adelantar debe tenerse en cuenta en las carreteras que tienen dos carriles con circulación en direcciones opuestas, como se muestra en la siguiente figura y se calcula con las siguientes fórmulas:

**Figura 1.** *Distancia de visibilidad de adelantamiento*



Nota. Recuperado del Manual de Carreteras: Diseño Geométrico, MTC (2018)

$$D_a = D_1 + D_2 + D_3 + D_4 \text{----- Ecuación 5}$$

Dónde:

$D_a$ : Distancia de visibilidad de adelantamiento (m)

$D_1$ : Distancia recorrida durante el tiempo de percepción y reacción (m)

$D_2$ : Distancia recorrida por el vehículo que adelanta durante el tiempo desde que invade el carril de sentido contrario hasta que regresa a su carril (m)

$D_3$ : Distancia de seguridad, una vez terminada la maniobra, entre el vehículo que adelanta y el vehículo que viene en sentido contrario (m), distancia variable entre 30 y 90 m.

$D_4$ : Distancia recorrida por el vehículo que viene en sentido contrario (m), estimada en 2/3 de  $D_2$ .

Por seguridad, la maniobra de adelantamiento se calcula con la velocidad específica de la tangente en la que se efectúa la maniobra.

$$D_1 = 0.278 * t_1 * \left( V - m + \frac{a * t_1}{2} \right) \text{ ----- Ecuación 6}$$

Dónde:

$t_1$ : Tiempo de maniobra (s)

$V$ : Velocidad del vehículo que adelanta (km/h)

$a$ : Promedio de aceleración que el vehículo necesita para iniciar el adelantamiento (km/h/s)

$m$ : Diferencia de velocidades entre el vehículo que adelanta y el que es adelantado, igual a 15 km/h en todos los casos.

$$D_2 = 0.278 * V * t_2 \text{ ----- Ecuación 7}$$

Dónde:

$V$ : Velocidad del vehículo que adelanta (km/h)

$t_2$ : Tiempo empleado por el vehículo en realizar la maniobra para volver a su carril (s)

En las vías de doble carril y doble sentido, debido al impacto en los niveles de servicio y sobre todo en la seguridad del tráfico, es necesario intentar ampliar las longitudes lo

máximo posible, para tener la capacidad de adelantar a los vehículos más lentos, siempre y cuando el tráfico en el sentido contrario lo permita. Para las autopistas de primera y segunda clase dicha longitud es de 1500 m, para las carreteras de primera clase es de 2000 m y para las carreteras de segunda clase es de 2500 m.

Las variables de tiempo y promedio de aceleración están en función del rango de velocidades específicas de la tangente en la que se realiza la maniobra y la velocidad del vehículo que adelanta, como se muestra en la siguiente tabla.

**Tabla 5.** Elementos que conforman la distancia de adelantamiento

COMPONENTE DE LA MANIOBRA DE ADELANTAMIENTO	Rango de velocidad específica en la tangente en la que se efectúa la maniobra (km/h)			
	50 - 65	66 - 80	81 - 95	96 - 110
	Velocidad del vehículo que adelanta, V (km/h)			
	56.2	70	84.5	99.8
<b>Maniobra Inicial</b>				
a: Promedio de aceleración (km/h/s)	2.25	2.3	2.37	2.41
t1: Tiempo (s)	3.6	4	4.3	4.5
d1: Distancia de recorrido en la maniobra (m)	45	66	89	113
<b>Ocupación del carril contrario:</b>				
t2: Tiempo (s)	9.3	10	10.7	11.3
d2: Distancia de recorrido en la maniobra (m)	145	195	251	314
<b>Distancia de seguridad:</b>				
d3: Distancia de recorrido en la maniobra (m)	30	55	75	90
<b>Vehículos en sentido opuesto:</b>				
d4: Distancia de recorrido en la maniobra (m)	97	130	168	209
<b>Da = d1 + d2 + d3 + d4</b>	317	446	583	726

Nota. Recuperado del Manual de Carreteras: Diseño Geométrico, MTC (2018)

En un tramo de carretera de más de 5 km con una topografía determinada, se hará todo lo posible para garantizar que los tramos de carretera con suficiente visibilidad para adelantar, en relación con la longitud total del tramo de carretera, se encuentren dentro de los porcentajes indicados en la siguiente tabla.

**Tabla 6.** *Porcentaje de la carretera con visibilidad adecuada*

Condiciones orográficas	% mínimo	% deseable
Terreno plano Tipo 1	50	> 70
Terreno ondulado Tipo 2	33	> 50
Terreno accidentado Tipo 3	25	> 35
Terreno escarpado Tipo 4	15	> 25

Nota. Recuperado del Manual de Carreteras: Diseño Geométrico, MTC (2018)

### 2.2.10 Diseño geométrico de una vía:

Determina las características geométricas de una vía al dimensionar los elementos que la forman, basándose en factores como la topografía, las velocidades y el tránsito, en concordancia con el vehículo de diseño, de modo que estos puedan circular de una manera cómoda y segura. El diseño geométrico está compuesto por un diseño vial horizontal, vertical y de sección transversal, los cuales determinan la configuración tridimensional de una vía, es decir la ubicación y la forma geométrica definida para los elementos de la misma, de forma que la carretera sea estética, económica, acorde al medio ambiente y totalmente funcional. (Navarro Hudiel, 2017)

#### 2.2.10.1 Diseño geométrico en planta de una vía:

El diseño geométrico en planta de una vía, está constituido por tramos rectos, curvas circulares y diferentes grados de curvatura, que conceden una transición suave al pasar de tramos rectos a curvas circulares y viceversa, así como entre dos curvas circulares con diferentes curvaturas. El alineamiento horizontal debe conceder el funcionamiento continuo de los vehículos, intentando mantener la misma velocidad de diseño en la máxima distancia posible. En general, la topografía es el factor que controla el radio de las curvas horizontales y la velocidad de diseño, lo que a su vez controla la distancia de visibilidad. (MTC, 2018)

**Tabla 7.** *Ángulos de inflexión máximos en los que no requiere curva horizontal*

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

Nota. Recuperado del Manual de Carreteras: Diseño Geométrico, MTC (2018)



### 2.2.10.1.1 Tramos en tangente:

Son tramos rectos que se pueden encontrar entre alineamientos con radios de curvatura en el mismo sentido y en sentido contrario. (MTC, 2018)

**Tabla 8.** Longitudes de tramos en tangente

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

Nota. Recuperado del Manual de Carreteras: Diseño Geométrico, MTC (2018)

Las longitudes mínimas permitidas y máximas deseadas de los tramos rectos, en función a la velocidad de diseño de la tabla, se calcularon con las siguientes fórmulas:

$$L_{mín.s} = 1.39 * V \text{ ----- Ecuación 8}$$

$$L_{mín.o} = 2.78 * V \text{ ----- Ecuación 9}$$

$$L_{máx} = 16.70 * V \text{ ----- Ecuación 10}$$

Dónde:

$L_{mín.s}$ : Longitud mínima (m) para trazados en “S” (alineamiento recto entre alineamientos con radios de curvatura de sentido contrario)

$L_{mín.o}$ : Longitud mínima (m) para el resto de casos (alineamiento recto entre alineamientos con radios de curvatura del mismo sentido)

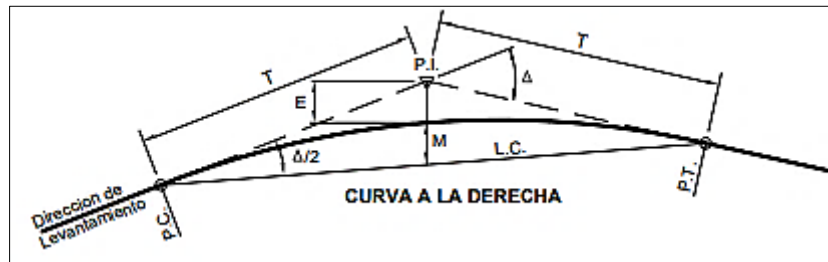
$L_{máx}$ : Longitud máxima deseable (m)

V: Velocidad de diseño (km/h)

### 2.2.10.1.2 Curvas circulares:

Son arcos de circunferencia de solo un radio que unifican dos tramos rectos consecutivos de una vía, los elementos que las conforman son los siguientes: (MTC, 2018)

**Figura 2. Simbología de la curva circular**



Nota. Recuperado del Manual de Carreteras: Diseño Geométrico, MTC (2018)

Dónde:

P.C.: Punto de inicio de la curva

P.I.: Punto de intersección

P.T.: Punto de tangencia

R: Longitud del radio de la curva (m)

T: Longitud de la subtangente (P.C a P.I. y P.I. a P.T.) (m)

$$T = R * \tan \frac{\Delta}{2} \text{ ----- Ecuación 11}$$

L.C: Longitud de la cuerda (m)

$$L.C. = 2 * R * \sin \frac{\Delta}{2} \text{ ----- Ecuación 12}$$

L: Longitud de la curva (m)

$$L = 2 * \pi * R * \frac{\Delta}{360} \text{ ----- Ecuación 13}$$

M: Distancia de la ordenada media (m)

$$M = R * \left[ 1 - \cos \left( \frac{\Delta}{2} \right) \right] \text{ ----- Ecuación 14}$$

E: Distancia a externa (m)

$$E = R * \left[ \sec \left( \frac{\Delta}{2} \right) - 1 \right] \text{ ----- Ecuación 15}$$

Δ: Ángulo de deflexión (°)

Los radios mínimos de las curvas circulares son los menores radios que pueden recorrer los vehículos de acuerdo a la velocidad de diseño y el peralte máximo, en condiciones aceptables de seguridad y comodidad, estos se pueden calcular con la siguiente fórmula:

$$R_{\text{mín}} = \frac{v^2}{127*(P_{\text{máx}}+f_{\text{máx}})} \text{ ----- Ecuación 16}$$

Dónde:

$R_{\text{mín}}$ : Radio Mínimo

$V$ : Velocidad de diseño

$P_{\text{máx}}$ : Peralte máximo asociado a  $V$  (en tanto por uno)

$f_{\text{máx}}$ : Coeficiente de fricción transversal máximo asociado a  $V$

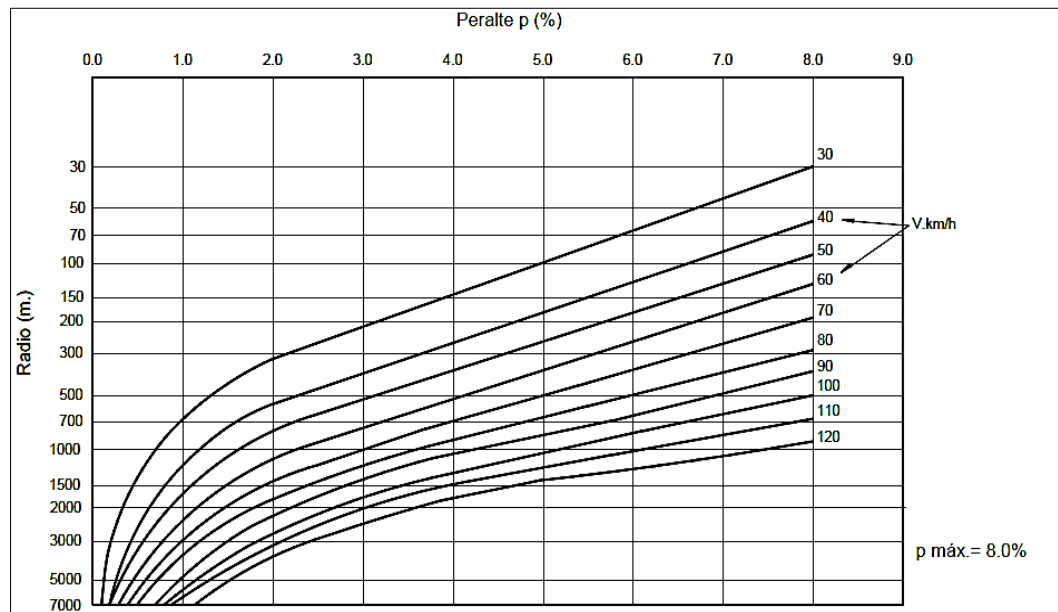
**Tabla 9.** *Peraltes máximos y coeficientes de fricción máximos*

Ubicación de la vía	Velocidad de diseño	p máx. (%)	f máx.
	30	8.00	0.17
	40	8.00	0.17
	50	8.00	0.16
	60	8.00	0.15
Área rural (plano u ondulada)	70	8.00	0.14
	80	8.00	0.14
	90	8.00	0.13
	100	8.00	0.12
	110	8.00	0.11
	120	8.00	0.09
	130	8.00	0.08

Nota. Recuperado del Manual de Carreteras: Diseño Geométrico, MTC (2018)

La siguiente figura nos permite obtener el peralte, según el radio de una curva y la velocidad de diseño, para una zona rural (Tipo 1, 2 o 3).

**Figura 3.** Peralte en zona rural (Tipo 1, 2 o 3)

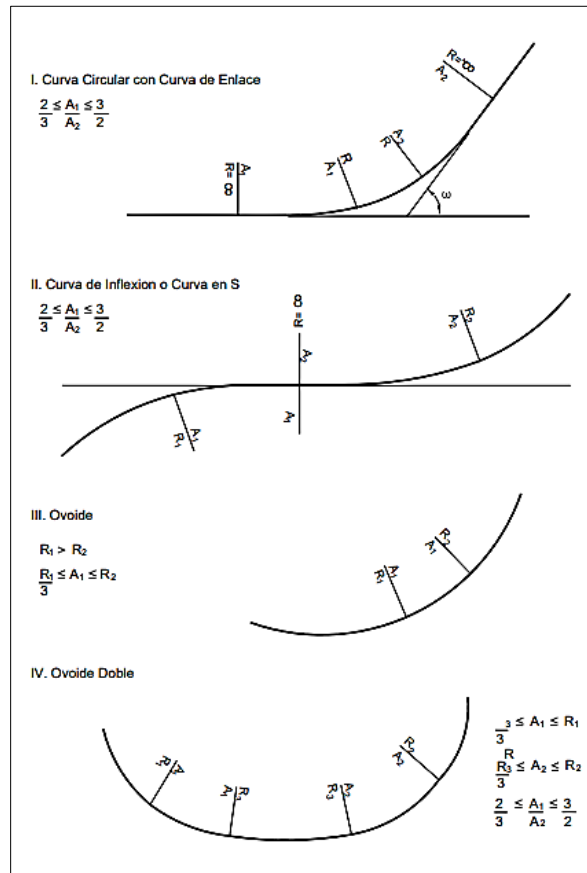


Nota. Recuperado del Manual de Carreteras: Diseño Geométrico, MTC (2018)

### 2.2.10.1.3 Curvas compuestas:

Son dos o más curvas de diferente radio en la misma dirección, y además una seguida de la otra; estas se usarán solamente en casos excepcionales, y si se trata de una curva de tres centros conocida como policéntrica, se deberá tener en cuenta que, el radio de una de las curvas no exceda 1.5 veces el radio de la otra, y si la sucesión de curvas es decreciente, entonces cada una de las curvas deberán permitir una desaceleración gradual. (MTC, 2018)

**Figura 4. Configuraciones recomendables de curvas compuestas**

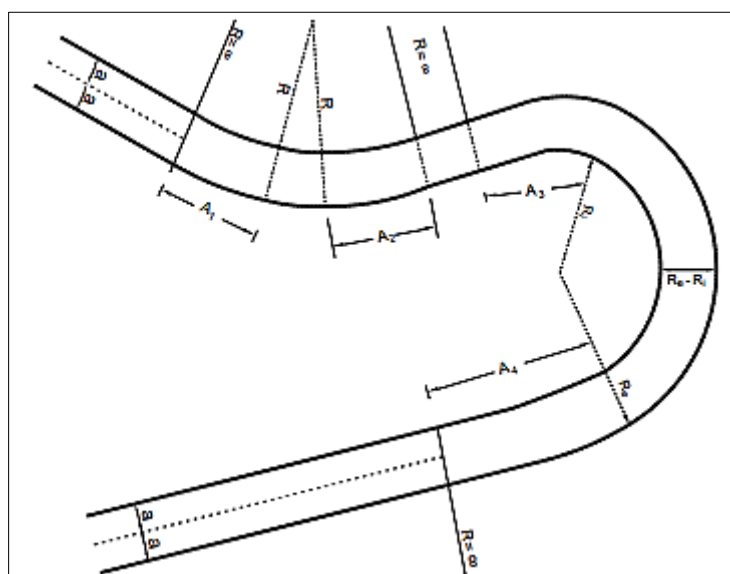


Nota. Recuperado del Manual de Carreteras: Diseño Geométrico, MTC (2018)

**2.2.10.1.4 Curvas de vuelta:**

Son curvas que se proyectan en terrenos accidentados, con el fin de alcanzar una cota mayor sin superar las pendientes máximas. Estas curvas no pueden ser usadas en autopistas, en carreteras de primera clase solo se podrán usar en casos excepcionales, con un radio interior mínimo de 20 m, y para los demás tipos de carreteras se puede tomar como un mínimo normal un radio interior de 8 m. (MTC, 2018)

**Figura 5.** Alineamientos de entrada y salida de una curva de vuelta



Nota. Recuperado del Manual de Carreteras: Diseño Geométrico, MTC (2018)

Cabe mencionar que el radio de una curva de vuelta está en función al ancho de la calzada y la berma, y estos en función de la velocidad de diseño.

#### 2.2.10.1.5 Transición de peralte:

Traza del borde de la calzada en la que su pendiente cambia gradualmente, entre la parte tangente e inclinada de la curva; el peralte máximo se calcula con la siguiente fórmula: (MTC, 2018)

$$ip_{m\acute{a}x} = 1.8 - 0.01 * V \text{ ----- Ecuación 17}$$

Dónde:

$ip_{m\acute{a}x}$ : Máxima inclinación del borde de la calzada respecto al eje de la vía (%)

V: Velocidad de diseño (km/h)

La longitud mínima de la transición del peralte se calcula con la siguiente fórmula:

$$L_{m\acute{i}n} = \frac{p_f - p_i}{ip_{m\acute{a}x}} * B \text{ ----- Ecuación 18}$$

Dónde:

$L_{m\acute{i}n}$ : Longitud mínima del tramo de transición del peralte (m)

$p_f$ : Peralte final con su signo (%)

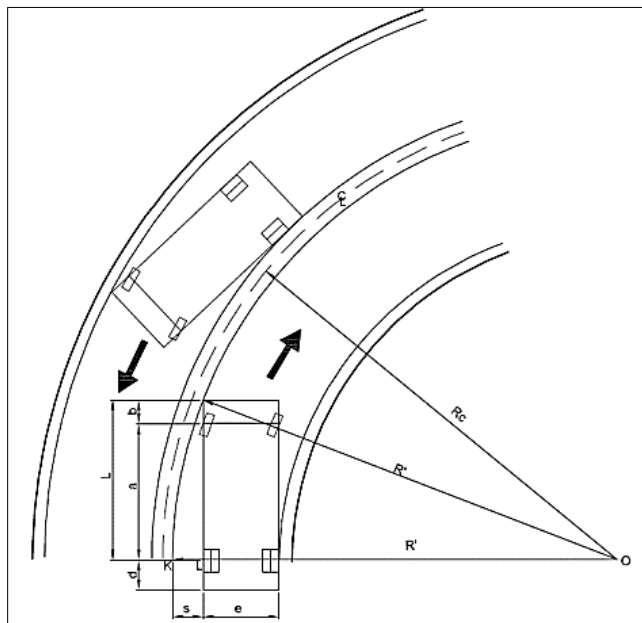
$p_i$ : Peralte inicial con su signo (%)

$B$ : Distancia del borde de la calzada al eje de giro del peralte (m)

### 2.2.10.1.6 Sobreancho:

Es el ancho que se le agrega a la calzada de la vía, según el espacio requerido por los vehículos en las curvas; en las curvas que presenten radios pequeños y medianos se debe tener un sobreancho para asegurar holguras entre los vehículos que se cruzan, y entre los vehículos y el borde de la calzada. El sobreancho requerido es el aumento del espacio ocupado transversalmente por los vehículos más las holguras teóricas adoptadas, sin disminuir el ancho de la berma. (MTC, 2018)

**Figura 6.** *Sobreancho en las curvas*



Nota. Recuperado del Manual de Carreteras: Diseño Geométrico, MTC (2018)

El sobreancho varía según el tipo de vehículo, el radio de la curva y la velocidad de diseño, y se calcula con la siguiente fórmula:

$$Sa = n * (R - \sqrt{R^2 - L^2}) + \frac{V}{10\sqrt{R}} \text{ ----- Ecuación 19}$$

Dónde:

$Sa$ : Sobreancho (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)

En el caso del sobreebanco para vehículos articulados, el Manual de Diseño Geométrico de Carreteras del Instituto Nacional de Vías (INVIAS) indica el siguiente procedimiento:

$$S = A_C - A_T \text{ ----- Ecuación 20}$$

Dónde:

$S$ : Sobreebanco para vehículo articulado (m)

$A_C$ : Ancho de calzada en curva (m)

$A_T$ : Ancho de calzada en tangente dado por la norma (m)

$$A_C = n * (U + C) + F_A * (n - 1) + Z \text{ ----- Ecuación 21}$$

Dónde:

$n$ : Número de carriles de la calzada

$U$ : Ancho ocupado por el vehículo en la curva (m)

$$U = u + R_C - \sqrt{R_C^2 - (L_1 + L_2 + L_3)^2} \text{ ----- Ecuación 22}$$

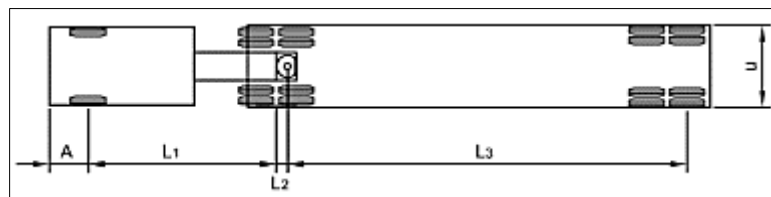
Dónde:

$u$ : Ancho ocupado por el vehículo en tangente (m)

$R_C$ : Radio de la curva (m)

$L_1, L_2$  y  $L_3$ : Medidas del vehículo articulado (m)

**Figura 7.** Vehículo articulado requerido para calcular sobreebanchos



Nota. Recuperado del Manual de Diseño Geométrico de Carreteras, INVIAS (2008)



$F_A$ : Avance del voladizo delantero del vehículo sobre el carril adyacente (m)

$$F_A = \sqrt{R_C^2 + A * (2 * L_1 + A)} - R_C \text{ ----- Ecuación 23}$$

Dónde:

$R_C$ : Radio de la curva (m)

A: Medida del voladizo delantero del vehículo (m)

$L_1$ : Distancia entre el eje delantero y el eje trasero del vehículo (m)

C: Espacio lateral de seguridad que requiere el vehículo (m)

**Tabla 10.** Dimensiones del vehículo articulado

CATEGORÍA	A (m)	L <sub>1</sub> (m)	L <sub>2</sub> (m)	L <sub>3</sub> (m)	u (m)
3S2 Tractocamión de tres ejes con semirremolque de dos ejes	1.22	5.95	0.0	12.97	2.59

Nota. Recuperado del Manual de Diseño Geométrico de Carreteras, INVIAS (2008)

**Tabla 11.** Valor de C en función del ancho de calzada

	ANCHO DE CALZADA EN TANGENTE (m)		
	6.00	6.60	7.20
C (m)	0.60	0.75	0.90

Nota. Recuperado del Manual de Diseño Geométrico de Carreteras, INVIAS (2008)

Z: Sobrancho adicional de seguridad (m)

$$Z = 0.1 * \sqrt{\frac{V_{CH}}{R_C}} \text{ ----- Ecuación 24}$$

Dónde:

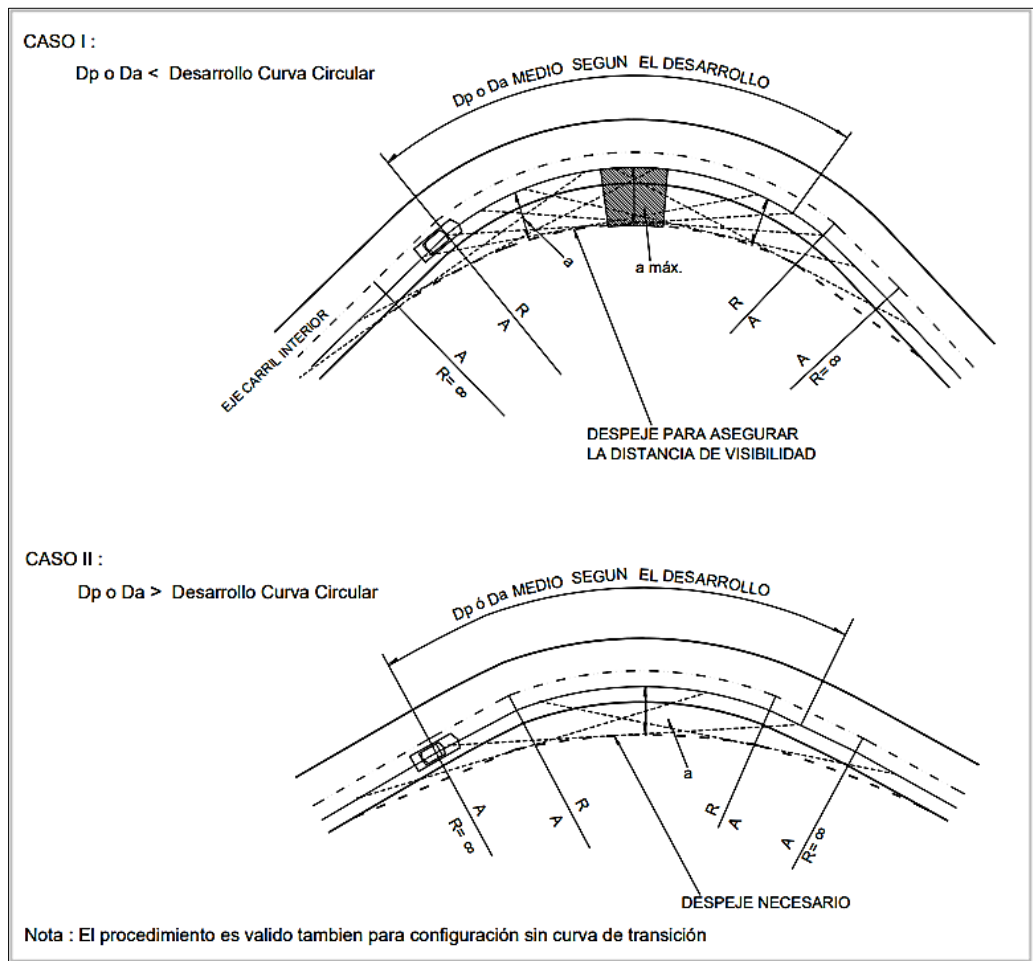
$V_{CH}$ : Velocidad específica en la curva (km/h)

$R_C$ : Radio de la curva (m)

#### 2.2.10.1.7 Distancia de visibilidad en curvas horizontales:

La normativa nos indica que hay dos casos a evaluar para la verificación de la distancia de visibilidad en curvas horizontales, el primero cuando la distancia de visibilidad de parada es menor al desarrollo de la curva y el segundo cuando la distancia de visibilidad de parada es mayor al desarrollo de la curva.

**Figura 8.** Determinación gráfica de distancias de visibilidad en curvas en planta



Nota. Recuperado del Manual de Carreteras: Diseño Geométrico, MTC (2018)

De darse el caso I, se nos indica que debe de haber un ancho máximo de despeje para que exista una distancia de visibilidad optima, este ancho máximo de despeje se calcula con la siguiente formula:

$$a_{m\acute{a}x} = \frac{Dv^2}{8 \cdot R} \text{ ----- Ecuación 25}$$

Dónde:

Dv: Distancia de visibilidad de parada (m)

R: Radio de la curva (m)

De darse el caso II, la norma nos indica que por lo menos la línea de visibilidad de la curva debe ser igual a la distancia de visibilidad de parada, quedando un ancho mínimo libre de obstrucciones, este ancho mínimo se calcula con la siguiente formula:

$$a_{\min} = R * \left(1 - \cos \frac{28.65 * D_p}{R}\right) \text{ ----- Ecuación 26}$$

Dónde:

R: Radio de la curva (m)

Dp: Distancia de visibilidad de parada (m)

#### **2.2.10.2 Diseño geométrico en perfil de una vía:**

El diseño geométrico en perfil, está constituido por una serie de líneas rectas conectadas por curvas verticales parabólicas, a las cuales dichas líneas rectas son tangentes; en cuyo desarrollo, el sentido de las pendientes se determina según el avance del kilometraje, las pendientes positivas, son aquellas que conducen al aumento de la altura y las pendientes negativas las que conducen a una disminución de la altura. El alineamiento vertical debe permitir que los vehículos operen continuamente, intentando mantener la misma velocidad de diseño en la mayor distancia posible. En general, la topografía es el factor que controla el radio de las curvas verticales cóncavas o convexas, y la velocidad de diseño que, a su vez, controla la distancia de visibilidad. (MTC, 2018)

#### **2.2.10.2.1 Pendientes:**

##### **2.2.10.2.1.1 Pendiente mínima:**

Se recomienda dar una pendiente mínima de 0.5 %, para asegurar el drenaje de las aguas superficiales a lo largo de toda la vía; sin embargo se pueden dar casos especiales, por ejemplo: si la calzada tiene un bombeo de 2% y no tiene bermas y/o cunetas, entonces a algunos tramos se les podrá asignar una pendiente del 0.2 %, si esta tiene un bombeo de 2.5 % se adoptará pendientes iguales a 0, si hay bermas la pendiente variará desde la mínima excepcional de 0.35 % hasta la pendiente mínima deseable de 0.5 %, y en las zonas de transición de peralte en que la pendiente transversal se anula, la pendiente mínima deberá ser de 0.5%. (MTC, 2018)

##### **2.2.10.2.1.2 Pendiente máxima:**

Se considerarán las pendientes máximas en función a la clasificación de la carretera por su demanda vehicular, su orografía y las velocidades de diseño, como se indica en la siguiente tabla: (MTC, 2018)

**Tabla 12.** Pendientes máximas (%)

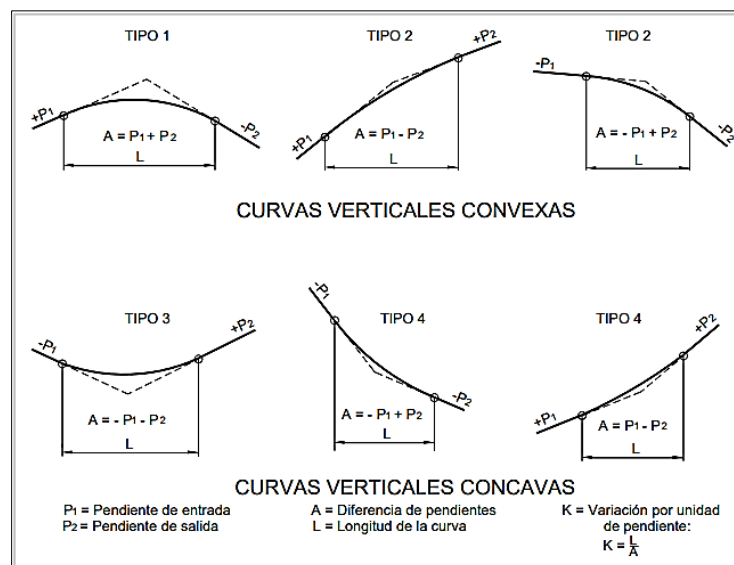
Demanda	Autopistas				Carretera				Carretera				Carretera								
Veh/día	> 6,000				6,000 - 4,001				4,000 - 2,001				2,000 - 400				< 400				
Características	Primera clase				Segunda clase				Primera clase				Segunda clase				Tercera clase				
Tipo de Orografía	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	
<b>Velocidad de diseño</b>																					
30 km/h																			10	10	
40 km/h																		9	8	9	10
50 km/h											7	7					8	9	8	8	8
60 km/h					6	6	7	7	6	6	7	7	6	7	8	9	8	8			
70 km/h			5	5	6	6	6	7	6	6	7	7	6	6	7			7	7		
80 km/h	5	5	5	5	5	5	6	6	6	6	6			6	6				7	7	
90 km/h	4.5	4.5	5		5	5	6		5	5				6					6	6	
100 km/h	4.5	4.5	4.5		5	5	6		5					6							
110 km/h	4	4			4																
120 km/h	4	4			4																
130 km/h	3.5																				

Nota. Recuperado del Manual de Carreteras: Diseño Geométrico, MTC (2018)

**2.2.10.2.2 Curvas verticales:**

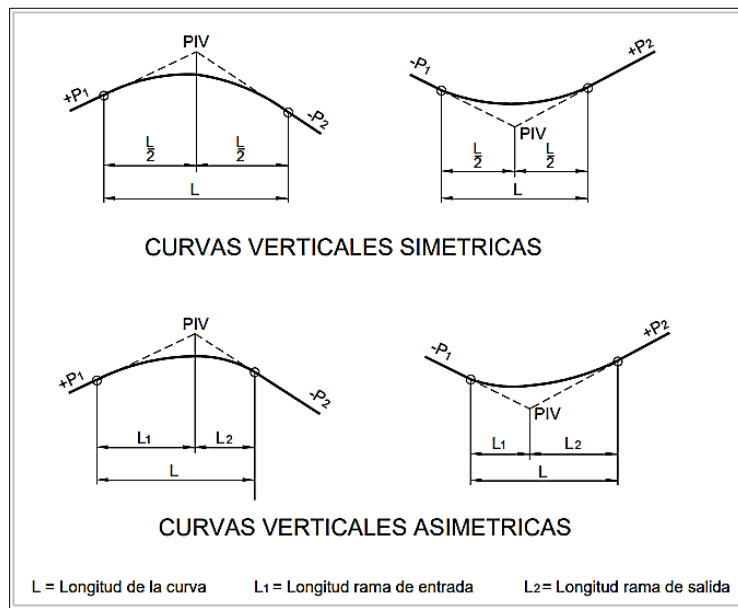
Los tramos consecutivos de rasante, serán conectados mediante curvas verticales parabólicas, si la diferencia algebraica de sus pendientes es superior al 1%, para caminos pavimentados y del 2% para otros caminos. Las curvas verticales se clasifican por su forma como curvas verticales convexas y cóncavas, y según la proporción entre sus ramas que las forman como simétricas y asimétricas. (MTC, 2018)

**Figura 9.** Tipos de curvas verticales convexas y cóncavas



Nota. Recuperado del Manual de Carreteras: Diseño Geométrico, MTC (2018)

**Figura 10.** Tipos de curvas verticales simétricas y asimétricas

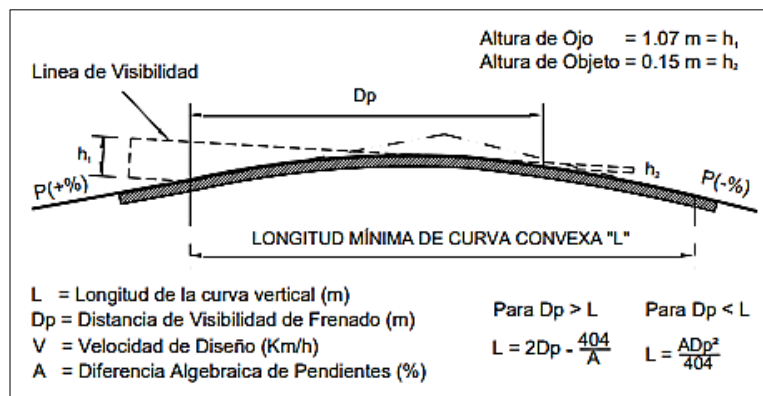


Nota. Recuperado del Manual de Carreteras: Diseño Geométrico, MTC (2018)

**2.2.10.2.2.1 Curvas verticales convexas:**

La longitud de las curvas verticales convexas para contar con la visibilidad de parada ( $D_p$ ), se determina con las siguientes formulas: (MTC, 2018)

**Figura 11.** Longitud mínima de una curva vertical convexa con  $D_p$



Nota. Recuperado del Manual de Carreteras: Diseño Geométrico, MTC (2018)

Si  $D_p < L$ :

$$L = \frac{A D_p^2}{100(\sqrt{2h_1} + \sqrt{2h_2})^2} \text{ ----- Ecuación 27}$$

Si  $D_p > L$ :

$$L = 2D_p - \frac{200(\sqrt{h_1} + \sqrt{h_2})^2}{A} \text{ ----- Ecuación 28}$$

Donde:

L: Longitud de la curva vertical (m)

$D_p$ : Distancia de visibilidad de parada (m)

A: Diferencia algebraica de pendientes (%)

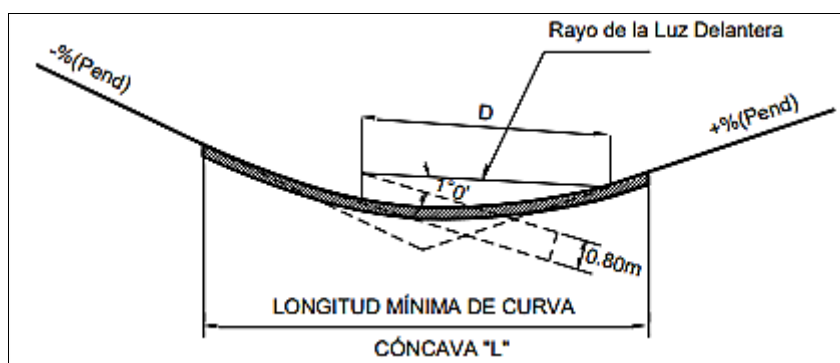
$h_1$ : Altura del ojo sobre la rasante (m)

$h_2$ : Altura del objeto sobre la rasante (m)

#### 2.2.10.2.2 Curvas verticales cóncavas:

La longitud de las curvas verticales cóncavas, se determina con las siguientes fórmulas: (MTC, 2018)

**Figura 12.** Longitudes mínimas de curvas verticales cóncavas



Nota. Recuperado del Manual de Carreteras: Diseño Geométrico, MTC (2018)

Si  $D < L$ :

$$L = \frac{A D^2}{120 + 3.5 D} \text{ ----- Ecuación 29}$$

Si  $D > L$ :

$$L = 2D - \left( \frac{120 + 3.5 D}{A} \right) \text{ ----- Ecuación 30}$$

Por efectos gravitacionales y fuerzas centrífugas, se utilizará la siguiente fórmula:

$$L = \frac{A V^2}{395} \text{ ----- Ecuación 31}$$

Donde:

L: Longitud de la curva vertical (m)

D =  $D_p$ : Distancia desde los faros a la rasante (m)

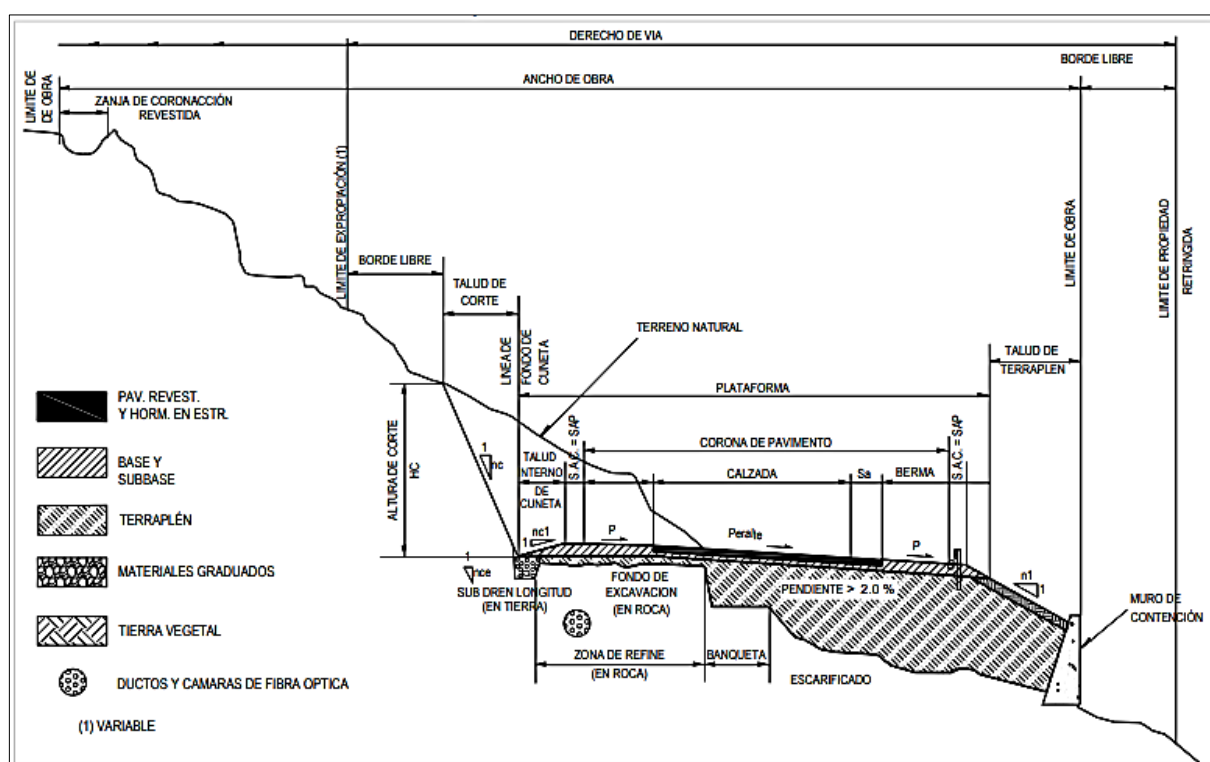
V: Velocidad del proyecto (km/h)

A: Diferencia algebraica de pendientes (%)

### 2.2.10.3 Diseño geométrico de la sección transversal de una vía:

La sección transversal varía de un punto a otro de la vía, ya que es el resultado de la combinación entre sus diversas partes, cuyo tamaño, forma e interrelación depende de sus funciones y de las características del trazado y del terreno. El elemento más importante de la sección transversal es el área destinada a la superficie de rodadura o calzada de la vía, cuyas dimensiones deben asegurar el nivel de servicio acorde al diseño, sin afectar la importancia de los otros elementos de la sección transversal, tales como bermas, cunetas, taludes y elementos adicionales. (MTC, 2018)

**Figura 13.** Sección transversal típica a media ladera de una vía de dos carriles en curva



Nota. Recuperado del Manual de Carreteras: Diseño Geométrico, MTC (2018)

#### 2.2.10.3.1 Calzada o superficie de rodadura:

Parte de la carretera compuesta por uno o más carriles, los cuales están destinados a la circulación de vehículos, el ancho de la calzada depende de la cantidad de carriles que la conforman y del ancho de los mismos, según el manual los anchos de carril a utilizar serán de 3.00 m, 3.30 m y de 3.60 m, teniendo en cuenta que en el caso de autopistas como mínimo tendrá dos carriles por calzada, y en el caso de las carreteras que cuentan con una única calzada serán dos carriles por calzada. (MTC, 2018)

**Tabla 13. Anchos mínimos de calzada en tangente**

Clasificación	Autopistas				Carretera				Carretera				Carretera									
Tráfico Veh/día	> 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		
<b>Velocidad de diseño</b>																						
30 km/h																			6.0	6.0		
40 km/h																			6.6	6.6	6.6	6.0
50 km/h										7.2	7.2							6.6	6.6	6.6	6.6	6.0
60 km/h					7.2	7.2	7.2	7.2	7.2	7.2	7.2	7.2	7.2	7.2	6.6	6.6	6.6	6.6	6.6	6.6		
70 km/h			7.2	7.2	7.2	7.2	7.2	7.2	7.2	7.2	7.2	7.2	7.2	7.2	6.6			6.6	6.6			
80 km/h	7.2	7.2	7.2	7.2	7.2	7.2	7.2	7.2	7.2	7.2	7.2			7.2	7.2			6.6	6.6			
90 km/h	7.2	7.2	7.2		7.2	7.2	7.2		7.2	7.2				7.2				6.6	6.6			
100 km/h	7.2	7.2	7.2		7.2	7.2	7.2		7.2					7.2								
110 km/h	7.2	7.2			7.2																	
120 km/h	7.2	7.2			7.2																	
130 km/h	7.2																					

Nota. Recuperado del Manual de Carreteras: Diseño Geométrico, MTC (2018)

Si la sección transversal de una carretera requiere elementos complementarios, como barreras de seguridad u otros, se tendrá en cuenta los anchos adicionales que requiera la instalación de estos elementos. En el caso de los tramos en curva se debe agregar el sobreebanco que corresponda para poder determinar el ancho mínimo de calzada.

### 2.2.10.3.2 Bermas:

Son franjas longitudinales adyacentes a la calzada, usadas para detenciones ocasionales y como zona de seguridad en casos de emergencia, además estas deben mantener el mismo nivel e inclinación (bombeo o peralte) de la calzada, y en el caso de las carreteras de calzada única, estas deberán tener anchos iguales. (MTC, 2018)



**Tabla 14.** Ancho de bermas

Clasificación	Autopistas				Carretera				Carretera				Carretera									
	> 6,000				6,000 - 4,001				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		
<b>Velocidad de diseño</b>																						
30 km/h																			0.5	0.5		
40 km/h																			1.2	1.2	0.9	0.5
50 km/h											2.6	2.6			1.2	1.2	1.2	0.9	0.9			
60 km/h					3.0	3.0	2.6	2.6	3.0	3.0	2.6	2.6	2.0	2.0	1.2	1.2	1.2	1.2				
70 km/h			3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	2.0	2.0	1.2			1.2	1.2			
80 km/h	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0		2.0	2.0				1.2	1.2			
90 km/h	3.0	3.0	3.0		3.0	3.0	3.0		3.0	3.0			2.0					1.2	1.2			
100 km/h	3.0	3.0	3.0		3.0	3.0	3.0		3.0				2.0									
110 km/h	3.0	3.0			3.0																	
120 km/h	3.0	3.0			3.0																	
130 km/h	3.0																					

Nota. Recuperado del Manual de Carreteras: Diseño Geométrico, MTC (2018)

### 2.2.10.3.3 Bombeo:

Es la inclinación transversal mínima presente en tramos en tangente o curvas en contra peralte, cuya finalidad es drenar las aguas superficiales. (MTC, 2018)

**Tabla 15.** Valores del bombeo de una calzada

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

Nota. Recuperado del Manual de Carreteras: Diseño Geométrico, MTC (2018)

### 2.2.10.3.4 Peralte:

Es la inclinación transversal presente en los tramos de curva de una carretera, cuya finalidad es contrarrestar la fuerza centrífuga de los vehículos, el cambio desde el bombeo hasta el peralte se realiza a lo largo de la curva de transición, pero si esta no existiera, se desarrolla una parte en la tangente y otra en la curva. (MTC, 2018)

**Tabla 16.** Proporción del peralte (p) a desarrollar en tangente

$p < 4.5\%$	$4.5\% < p < 7\%$	$p > 7\%$
0.5 p	0.7 p	0.8 p

Nota. Recuperado del Manual de Carreteras: Diseño Geométrico, MTC (2018)

### 2.2.10.3.5 Derecho de vía o faja de dominio:

Es la faja de terreno de ancho variable en la que se encuentra la vía, que sirve para futuros ensanches o mejoramientos; para determinar la faja de dominio se debe tener en cuenta la instalación de dispositivos auxiliares y obras básicas que se necesiten para que la vía funcione. (MTC, 2018)

**Tabla 17.** *Anchos mínimos de derecho de vía*

Clasificación	Anchos mínimos (m)
Autopistas Primera Clase	40
Autopistas Segunda Clase	30
Carretera Primera Clase	25
Carretera Segunda Clase	20
Carretera Tercera Clase	16

Nota. Recuperado del Manual de Carreteras: Diseño Geométrico, MTC (2018)

### 2.2.10.3.6 Taludes:

Es la inclinación de diseño dada al terreno lateral de la vía, sea en zonas de corte o relleno. Los taludes en zonas de corte dependerán de las características geomecánicas del terreno, como la altura de corte y el tipo de suelo. (MTC, 2018)

**Tabla 18.** *Valores referenciales para taludes en corte (Relación H: V)*

Clasificación de materiales de corte	Roca fija	Roca suelta	Material			
			Grava	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	*	*	*

Nota. Recuperado del Manual de Carreteras: Diseño Geométrico, MTC (2018)

Los taludes en zona de relleno al igual que en zona de corte dependerán de las características geomecánicas del terreno, según tipo de suelo y la altura de relleno.

**Tabla 19.** *Taludes referenciales en zonas de relleno (terraplenes)*

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

Nota. Recuperado del Manual de Carreteras: Diseño Geométrico, MTC (2018)

## **2.3 Definición de términos básicos:**

### **2.3.1 Seguridad nominal:**

Condición de seguridad de una carretera existente, según el grado de cumplimiento de la norma de diseño actual del organismo vial. (Hauer, 2000, como se citó en Sierra et al., 2013)

### **2.3.2 Carretera:**

Camino para el tránsito de vehículos motorizados de por lo menos dos ejes, cuyas características geométricas, tales como: pendiente longitudinal, pendiente transversal, sección transversal, superficie de rodadura y demás elementos de la misma, deben cumplir las normas técnicas vigentes del ministerio de transportes y comunicaciones. (MTC, 2018)

### **2.3.3 Tránsito:**

“Conjunto de desplazamientos de personas, vehículos y animales por las vías terrestres de uso público (Circulación)”. (MTC, 2018)

### **2.3.4 Diseño geométrico:**

El diseño geométrico está compuesto por un diseño vial horizontal, vertical y de sección transversal, los cuales determinan la configuración tridimensional de una vía, de forma que la carretera sea estética, económica, acorde al medio ambiente y totalmente funcional. (Navarro Hudiel, 2017)

### **2.3.5 Velocidad de diseño:**

Es la velocidad elegida para el diseño, entendiendo que será la velocidad máxima que se podrá mantener de manera segura y cómoda, en un tramo determinado de la carretera. (MTC, 2018)

### **2.3.6 Vehículo de diseño:**

Tipo de vehículo cuyo peso, dimensiones y características se utilizan para determinar los criterios de diseño de una carretera. (MTC, 2018)

## CAPÍTULO III. MATERIALES Y MÉTODOS

### 3.1 Ubicación del tramo de carretera en estudio:

#### 3.1.1 Ubicación política:

País: Perú

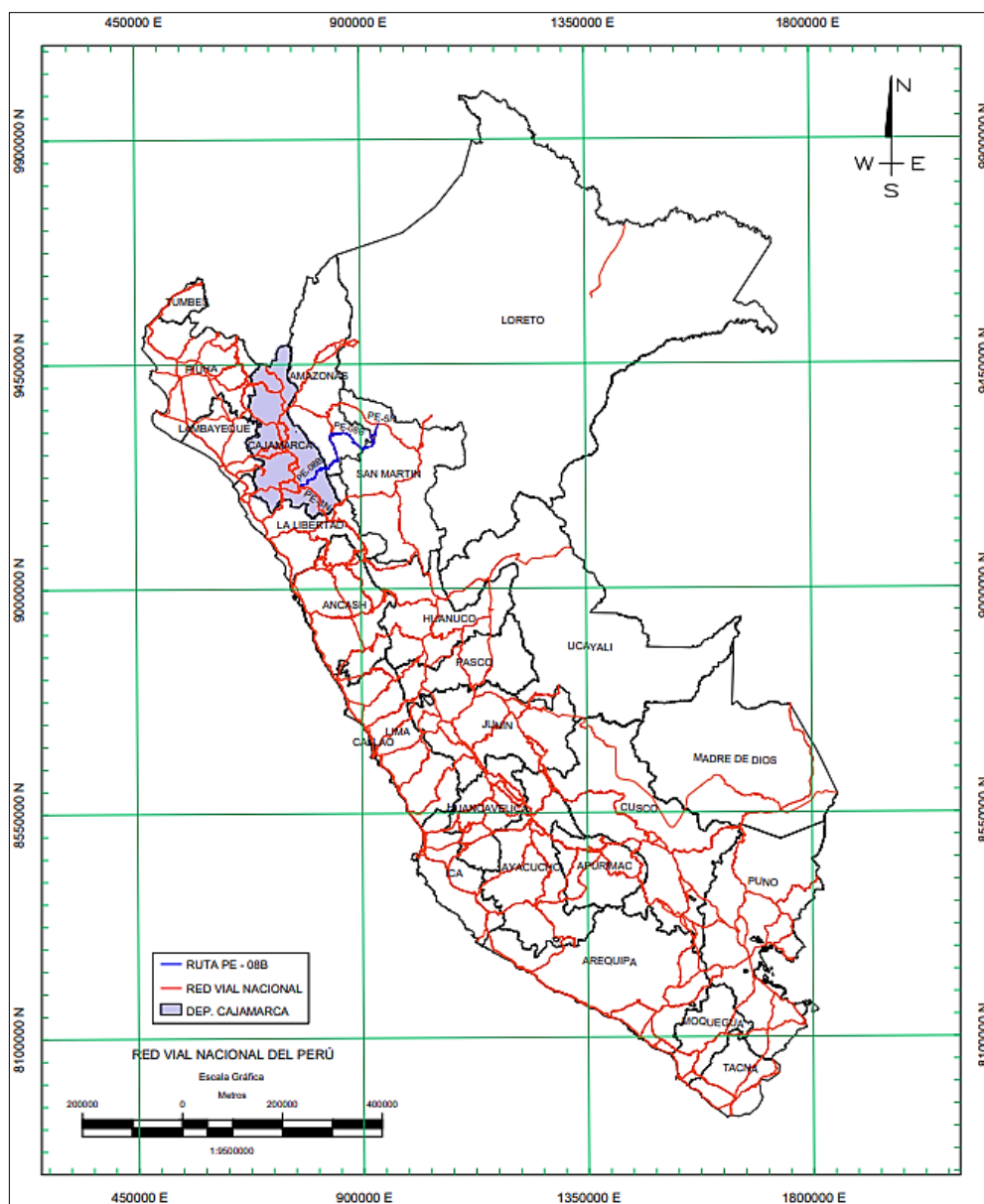
Departamento: Cajamarca

Provincia: Cajamarca

Distrito: Encañada

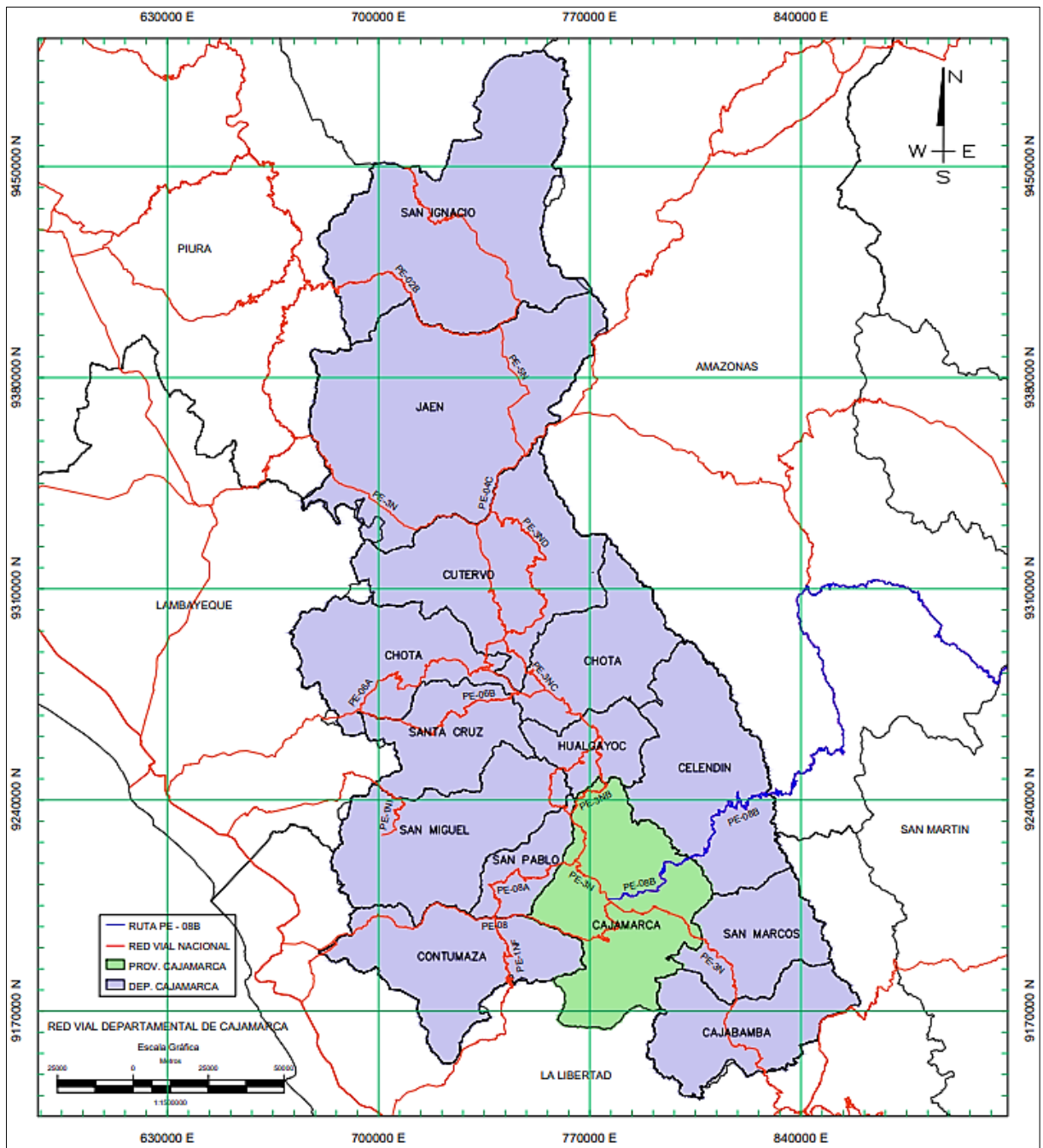
Centro poblado: Encañada – Empalme PE - 08B RVN (Km 40)

**Figura 14.** Ubicación del tramo de carretera en el país de Perú



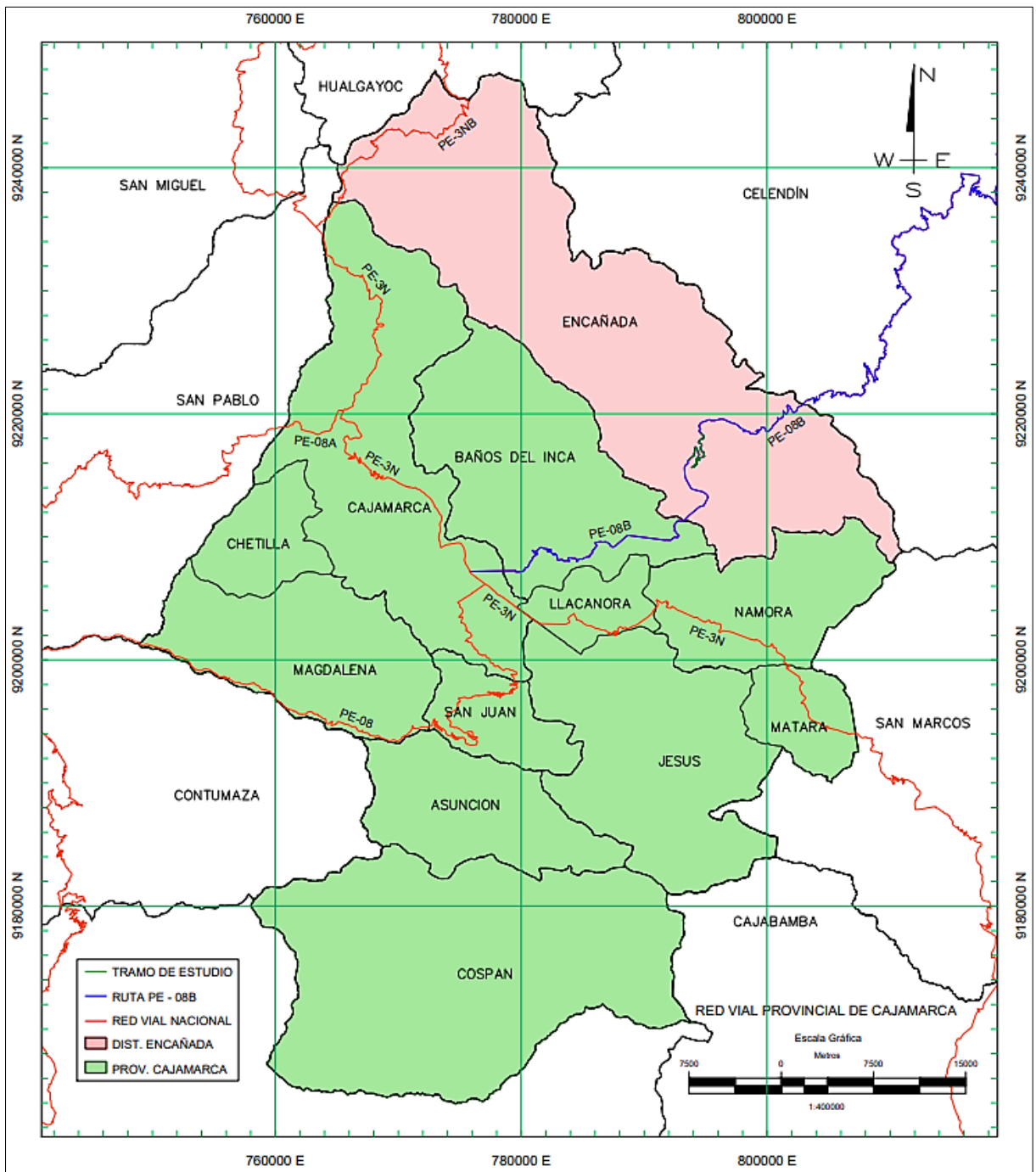
Nota. Adaptado del Mapa Vial del Perú, MTC (2020)

**Figura 15.** Ubicación del tramo de carretera en el departamento de Cajamarca



Nota. Adaptado del Mapa Vial del Perú, MTC (2020)

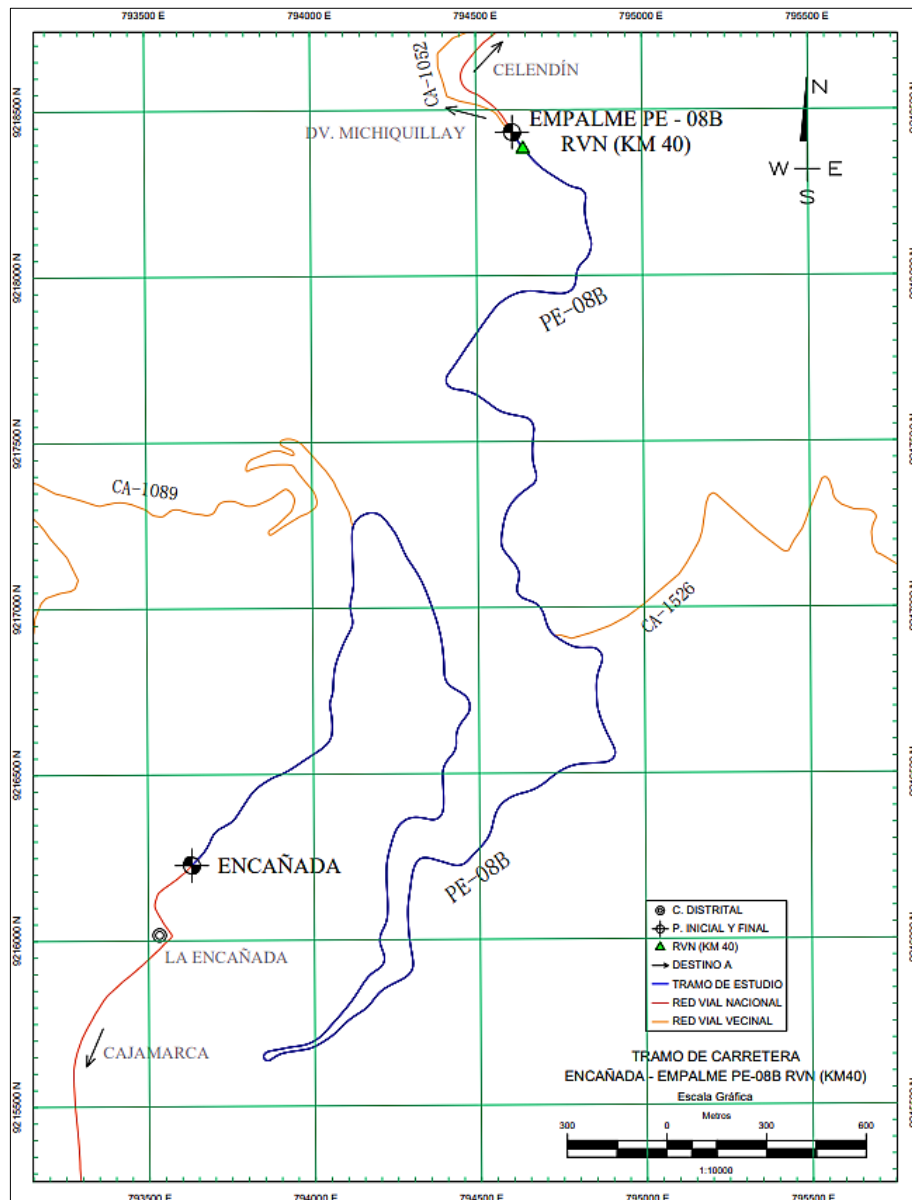
**Figura 16.** Ubicación del tramo de carretera en la provincia de Cajamarca



Nota. Adaptado del Mapa Vial del Perú, MTC (2020)



**Figura 18.** Ubicación vial tramo de carretera Encañada - Empalme PE-08B RVN (Km 40)



Nota. Adaptado del Mapa Vial del Perú, MTC (2020)

### 3.1.2 Ubicación geográfica:

**Tabla 20.** Coordenadas geográficas del punto inicial y el punto final

Puntos	Latitud (°)	Longitud (°)	Altitud (m.s.n.m)
Encañada	S7° 04' 58.95"	W78° 20' 31.30"	3134.960
Empalme PE-08B RVN (Km 40)	S7° 03' 47.13"	W78° 19' 59.69"	3383.161

**Tabla 21.** Coordenadas UTM (WGS 84) – Zona 17M del punto inicial y punto final

Puntos	Este (m)	Norte (m)	Cota (m.s.n.m)
Encañada	793626.4125	9216230.9302	3134.960
Empalme PE-08B RVN (Km 40)	794609.8113	9218433.1880	3383.161



## **3.2 Procedimiento:**

### **3.2.1 Trabajo de campo:**

#### **3.2.1.1 Reconocimiento de la zona de estudio:**

Consistió en la observación previa de la zona de estudio, para poder ver los elementos que la conforman, y tener una referencia de donde ubicar las estaciones para la realización del levantamiento topográfico.

#### **3.2.1.2 Levantamiento topográfico del tramo de carretera:**

Se tomaron dos puntos base a través del GPS diferencial submétrico, luego se realizó la nivelación de la estación total mediante el trípode y los tornillos nivelantes, para estacionarla a través de la configuración origen con coordenadas ingresando los puntos base tomados anteriormente, con el fin de orientar la estación total, después se realizó la toma de los puntos (eje central, bermas, cunetas, bordes y taludes) que conforman a las diferentes secciones transversales presentes a lo largo de la vía, tomados cada 20 m en los tramos tangentes y cada 5 m en las curvas; cuando ya no se tenía visibilidad se hizo cambios de estación, teniendo en cuenta el punto visado como siguiente estación, en el cual nos volvemos a estacionar tomando como referencia el punto de la estación anterior, continuando con la toma de los puntos mediante el método de secciones transversales, adicionalmente se tomaron puntos de las estructuras existentes a lo largo del tramo en estudio, como las alcantarillas, puentes, señales de tránsito, guardavías, gibas, muros de contención y las viviendas. Cabe mencionar que el periodo de levantamiento topográfico se realizó en los días 05, 06, 07, 08, 09, 12, 13 y 14 del mes de junio del año 2023.

#### **3.2.1.3 Estudio del tránsito actual de la vía:**

Consistió en el aforo de los vehículos que transitan por el tramo de estudio, mediante un formato en el que se tuvo en cuenta el tipo de vehículo, el sentido y la cantidad de horas diarias, desde las 6: am hasta las 8:00 pm en los días 19, 20, 21, 22, 23, 24 y 25 del mes de junio del año 2023, con el fin de calcular el IMDA y obtener el vehículo de diseño. Cabe mencionar que para realizar el aforo primero se tuvo que ubicar la zona más adecuada, en este caso en una curva de vuelta.

### **3.2.2 Trabajo de gabinete:**

#### **3.2.2.1 Modelamiento del tramo de la carretera en estudio:**

Se realizó el procesamiento de los datos obtenidos del levantamiento topográfico, mediante el uso del programa Civil 3d, a través del cual los puntos fueron triangulados correctamente, dando como resultado la superficie de la cual forman parte, luego se trazó el alineamiento del eje y se obtuvo la planta, el perfil y las secciones transversales del tramo de carretera en estudio.

#### **3.2.2.2 Identificación de las estructuras viales existentes a lo largo del tramo:**

Una vez realizado el modelamiento, se identificó cada una de las estructuras viales existentes a lo largo del tramo de carretera, como las alcantarillas, puentes, señales de tránsito, guardavías, gibas, muros de contención y las viviendas, las cuales cuentan con su respectiva simbología, que se verá en el plano clave del tramo en estudio.

#### **3.2.2.3 Cálculo del IMDA de la vía:**

Se procesaron los datos obtenidos del estudio de tránsito actual de la vía a través del programa Excel, en el que se trabajó con los datos de la semana por ambos sentidos, de esto se obtuvo el índice medio diario semanal de la carretera, y como se determinó que no hay un peaje cercano que realmente influya para utilizar algún factor de corrección, se decidió darle el valor de 1 a ese factor para finalmente obtener el IMDA de la vía.

#### **3.2.2.4 Clasificación de la carretera:**

Con el IMDA de la vía y la topografía del tramo, se logró clasificar la carretera tanto por demanda como por orografía, lo que a su vez nos sirvió para determinar datos base como la velocidad de diseño y el vehículo de diseño del tramo en estudio.

#### **3.2.2.5 Determinación de las características geométricas del tramo en estudio:**

Se determinaron las características geométricas en planta (tramos en tangente, curvas horizontales, transición de peralte, sobreechanco y visibilidad), en perfil (pendientes y curvas verticales) y de la sección transversal (calzada, bermas, bombeo y peralte), a través del modelamiento del tramo de carretera, teniendo en cuenta las bases teóricas y mediante el uso del programa Excel.

#### **3.2.2.6 Análisis de la seguridad nominal del tramo de carretera:**

Esto se realizó mediante la comparación de las dimensiones de las características geométricas del tramo de carretera en estudio con los criterios de diseño obtenidos de

la norma DG – 2018, determinando si cada uno de los elementos que conforman la planta, el perfil y las secciones transversales de la vía cumplen o no cumplen con lo mínimo establecido, y por ende si el tramo de carretera cumple o no cumple con la seguridad nominal.

### **3.3 Instrumentos, materiales y/o equipos:**

Los instrumentos para la recolección de datos en campo fueron fichas elaboradas como es el caso del formato para el aforo vehicular, los materiales usados fueron una libreta de campo, un aerosol, un corrector, clavos y lapiceros; además los equipos utilizados a través de los cuales los datos fueron recolectados adecuadamente para su posterior proceso fueron:

- EPP.
- Estación total.
- GPS diferencial submétrico.
- Trípode.
- Prismas.
- Jalones.
- Wincha de 50 m.
- Wincha de 5 m.
- Celular para las fotografías.

Los instrumentos para el procesamiento de los datos tomados fueron los programas Civil 3d, Excel y Word, los materiales usados fueron los diferentes útiles de escritorio necesarios como lapiceros, hojas bond, etc., y finalmente los equipos utilizados fueron una laptop e impresoras, los cuales nos permitieron desarrollar y presentar este trabajo.

### **3.4 Tratamiento y análisis de datos y presentación de resultados:**

#### **3.4.1 Tipo, nivel, método y diseño de la investigación:**

##### **3.4.1.1 Tipo:**

El tipo de investigación que se llevó a cabo es una investigación aplicada, ya que la toma de datos se realizó en campo, y luego en su procesamiento se empleó la norma DG – 2018 para analizar la seguridad nominal de la vía, además según los datos que se tomaron, esta investigación es de tipo cuantitativa, ya que estos nos permitieron comparar y evaluar su cumplimiento según la norma.

#### **3.4.1.2 Nivel:**

Es una investigación de nivel descriptivo y explicativo, ya que tuvo como finalidad realizar el análisis de la seguridad nominal mediante la comparación de las dimensiones de las características geométricas existentes del tramo de carretera con los criterios de diseño obtenidos de la norma de diseño actual.

#### **3.4.1.3 Método de investigación:**

La metodología utilizada es el método no experimental, debido a que las características geométricas del tramo de carretera ya se encontraron presentes, y no hubo ninguna manipulación y/o control por parte del investigador.

#### **3.4.1.4 Diseño de la investigación:**

El diseño de la investigación es transeccional o transversal, porque la observación y el registro de datos se dio en un plazo fijado.

#### **3.4.2 Presentación de resultados:**

La presentación de resultados se realizó a través de tablas y gráficos, que nos indican si las características geométricas con las que cuenta el tramo de carretera cumplen o no cumplen con lo que indica la DG - 2018, y por ende si el tramo de carretera cumple o no cumple con la seguridad nominal.

#### **3.4.3 Población de estudio:**

La ruta PE - 08B.

#### **3.4.4 Muestra:**

La ruta PE - 08B tramo Encañada – Empalme PE - 08B RVN (Km 40).

#### **3.4.5 Unidad de análisis:**

Seguridad Nominal.

#### **3.4.6 Unidad de observación:**

Características geométricas del tramo de carretera.

## CAPÍTULO IV. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

### 4.1 Índice medio diario anual (IMDA):

Los días y las horas en las que se realizó el aforo vehicular, para el cálculo del IMDA se presentan a continuación:

**Tabla 22.** *Días de conteo del tránsito vehicular*

<b>N°</b>	<b>DÍA</b>	<b>FECHA</b>	<b>HORA</b>	<b>ESTACIÓN</b>
1	Lunes	19/06/2023	6.00 am - 8.00 pm	35+770
2	Martes	20/06/2023	6.00 am - 8.00 pm	35+770
3	Miércoles	21/06/2023	6.00 am - 8.00 pm	35+770
4	Jueves	22/06/2023	6.00 am - 8.00 pm	35+770
5	Viernes	23/06/2023	6.00 am - 8.00 pm	35+770
6	Sábado	24/06/2023	6.00 am - 8.00 pm	35+770
7	Domingo	25/06/2023	6.00 am - 8.00 pm	35+770

Se realizó el aforo vehicular a lo largo de la semana en ambos sentidos de la vía, para luego acumular lo contabilizado y analizar los datos por hora y por día, como se muestra a continuación:

**Tabla 23.** Aforo vehicular de una semana organizado por horas, sentido Encañada - Empalme PE-08B RVN (Km 40)

HORA	AUTO	CAMIONETAS		MICRO	BUS		CAMIÓN			SEMI TRAYLER					TRAYLER				TOTAL	PORC. %		
		PICKUP	RURAL COMBI		2 E	3E	2 E	3E	4 E	2S1	2S2	2S3	3S1	3S2	>=3S3	2T2	2T3	3T2			3T3	
06:00 - 07:00	52.00	24.00	20.00	-	-	-	15.00	5.00	1.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	117.00	3.29
07:00 - 08:00	135.00	96.00	38.00	-	3.00	-	34.00	1.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	307.00	8.64
08:00 - 09:00	112.00	97.00	27.00	-	-	-	15.00	5.00	1.00	-	-	-	-	-	3.00	-	-	-	2.00	-	262.00	7.37
09:00 - 10:00	119.00	88.00	20.00	1.00	-	4.00	15.00	1.00	-	-	-	-	-	-	1.00	-	-	-	-	-	249.00	7.01
10:00 - 11:00	107.00	78.00	32.00	-	1.00	7.00	22.00	5.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	252.00	7.09
11:00 - 12:00	125.00	104.00	22.00	-	-	-	18.00	5.00	1.00	-	-	-	-	-	1.00	-	-	-	2.00	-	278.00	7.82
12:00 - 13:00	117.00	57.00	38.00	-	-	-	19.00	8.00	-	-	-	-	-	-	3.00	-	-	-	-	-	242.00	6.81
13:00 - 14:00	85.00	71.00	30.00	-	-	-	15.00	4.00	-	-	-	-	1.00	-	1.00	-	-	-	-	-	207.00	5.83
14:00 - 15:00	135.00	71.00	48.00	-	-	-	18.00	2.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	274.00	7.71
15:00 - 16:00	132.00	98.00	27.00	-	4.00	-	23.00	3.00	-	-	-	-	-	-	2.00	-	-	-	-	-	289.00	8.13
16:00 - 17:00	156.00	69.00	38.00	-	-	-	25.00	6.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	294.00	8.27
17:00 - 18:00	167.00	96.00	31.00	-	-	-	42.00	2.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	338.00	9.51
18:00 - 19:00	130.00	68.00	29.00	-	5.00	-	19.00	-	-	-	-	-	-	-	5.00	-	-	-	-	-	256.00	7.21
19:00 - 20:00	102.00	36.00	26.00	-	2.00	-	16.00	4.00	-	-	-	-	-	1.00	1.00	-	-	-	-	-	188.00	5.29
<b>TOTAL</b>	1674.00	1053.00	426.00	1.00	15.00	11.00	296.00	51.00	3.00	0.00	0.00	0.00	1.00	1.00	17.00	0.00	0.00	0.00	4.00	<b>3553.00</b>	100.00	
%	47.12	29.64	11.99	0.03	0.42	0.31	8.33	1.44	0.08	0.00	0.00	0.00	0.03	0.03	0.48	0.00	0.00	0.00	0.11	100.00		

**Tabla 24.** Aforo vehicular de una semana organizado por días, sentido Encañada - Empalme PE-08B RVN (Km 40)

DÍA	AUTO	CAMIONETAS		MICRO	BUS		CAMIÓN			SEMI TRAYLER					TRAYLER				TOTAL	%		
		PICKUP	RURAL COMBI		2 E	3E	2 E	3E	4 E	2S1	2S2	2S3	3S1	3S2	>=3S3	2T2	2T3	3T2			3T3	
<b>LUNES</b>	271.00	145.00	55.00	-	2.00	1.00	59.00	4.00	1.00	-	-	-	-	-	2.00	-	-	-	-	-	540.00	15.20
<b>MARTES</b>	217.00	147.00	55.00	-	1.00	2.00	22.00	8.00	-	-	-	-	-	-	2.00	-	-	-	1.00	-	455.00	12.81
<b>MIÉRCOLES</b>	285.00	177.00	81.00	-	3.00	2.00	63.00	12.00	-	-	-	-	1.00	-	4.00	-	-	-	2.00	-	630.00	17.73
<b>JUEVES</b>	192.00	151.00	64.00	-	1.00	2.00	29.00	6.00	2.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1.00	-	448.00	12.61
<b>VIERNES</b>	215.00	168.00	56.00	1.00	3.00	2.00	35.00	9.00	-	-	-	-	-	1.00	6.00	-	-	-	-	-	496.00	13.96
<b>SÁBADO</b>	255.00	138.00	67.00	-	3.00	1.00	39.00	5.00	-	-	-	-	-	-	2.00	-	-	-	-	-	510.00	14.35
<b>DOMINGO</b>	239.00	127.00	48.00	-	2.00	1.00	49.00	7.00	-	-	-	-	-	-	1.00	-	-	-	-	-	474.00	13.34
<b>TOTAL</b>	1674.00	1053.00	426.00	1.00	15.00	11.00	296.00	51.00	3.00	0.00	0.00	0.00	1.00	1.00	17.00	0.00	0.00	0.00	4.00	<b>3553.00</b>	100.00	
%	47.12	29.64	11.99	0.03	0.42	0.31	8.33	1.44	0.08	0.00	0.00	0.00	0.03	0.03	0.48	0.00	0.00	0.00	0.11	100.00		

**Tabla 25.** Aforo vehicular de una semana organizado por horas, sentido Empalme PE-08B RVN (Km 40) - Encañada

HORA	AUTO	CAMIONETAS		MICRO	BUS		CAMIÓN			SEMI TRAYLER					TRAYLER				TOTAL	PORC. %	
		PICKUP	RURAL COMBI		2 E	3E	2 E	3E	4 E	2S1	2S2	2S3	3S1	3S2	>=3S3	2T2	2T3	3T2			3T3
06:00 - 07:00	59.00	27.00	47.00	-	8.00	-	9.00	1.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	151.00	4.17
07:00 - 08:00	66.00	58.00	20.00	-	1.00	-	13.00	1.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2.00	161.00	4.45
08:00 - 09:00	84.00	73.00	21.00	-	2.00	-	17.00	1.00	-	-	-	-	1.00	-	5.00	-	-	-	-	204.00	5.64
09:00 - 10:00	116.00	69.00	16.00	-	-	-	14.00	1.00	-	-	-	-	-	2.00	1.00	-	-	-	-	219.00	6.05
10:00 - 11:00	125.00	76.00	22.00	-	-	-	15.00	6.00	-	1.00	-	-	-	-	4.00	-	-	-	-	249.00	6.88
11:00 - 12:00	140.00	80.00	26.00	-	-	-	18.00	3.00	1.00	-	-	-	-	1.00	-	-	-	-	-	269.00	7.44
12:00 - 13:00	112.00	55.00	18.00	-	-	-	40.00	2.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	227.00	6.27
13:00 - 14:00	91.00	66.00	34.00	-	-	-	26.00	1.00	-	-	-	-	-	-	4.00	-	-	-	-	222.00	6.14
14:00 - 15:00	140.00	90.00	32.00	-	2.00	13.00	31.00	5.00	-	-	-	-	-	-	1.00	-	-	-	1.00	315.00	8.71
15:00 - 16:00	149.00	108.00	38.00	-	-	1.00	40.00	0.00	-	-	-	-	-	-	3.00	-	-	-	2.00	341.00	9.43
16:00 - 17:00	169.00	105.00	34.00	-	-	-	27.00	6.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	341.00	9.43
17:00 - 18:00	170.00	113.00	51.00	-	-	-	27.00	7.00	-	-	-	-	-	-	1.00	-	-	-	2.00	371.00	10.25
18:00 - 19:00	166.00	114.00	46.00	-	-	-	28.00	4.00	1.00	-	-	-	-	2.00	3.00	-	-	1.00	-	365.00	10.09
19:00 - 20:00	92.00	49.00	25.00	-	-	-	16.00	1.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	183.00	5.06
<b>TOTAL</b>	1679.00	1083.00	430.00	0.00	13.00	14.00	321.00	39.00	2.00	1.00	0.00	0.00	1.00	5.00	22.00	0.00	0.00	1.00	7.00	<b>3618.00</b>	100.00
%	46.41	29.93	11.89	0.00	0.36	0.39	8.87	1.08	0.06	0.03	0.00	0.00	0.03	0.14	0.61	0.00	0.00	0.03	0.19	100.00	

**Tabla 26.** Aforo vehicular de una semana organizado por días, sentido Empalme PE-08B RVN (Km 40) - Encañada

DÍA	AUTO	CAMIONETAS		MICRO	BUS		CAMIÓN			SEMI TRAYLER					TRAYLER				TOTAL	PORC. %	
		PICKUP	RURAL COMBI		2 E	3E	2 E	3E	4 E	2S1	2S2	2S3	3S1	3S2	>=3S3	2T2	2T3	3T2			3T3
<b>LUNES</b>	294.00	148.00	59.00	-	1.00	2.00	36.00	4.00	-	-	-	-	-	-	2.00	-	-	-	1.00	547.00	15.12
<b>MARTES</b>	225.00	148.00	58.00	-	2.00	2.00	28.00	6.00	-	-	-	-	-	-	4.00	-	-	-	2.00	475.00	13.13
<b>MIÉRCOLES</b>	248.00	180.00	78.00	-	2.00	2.00	52.00	8.00	-	1.00	-	-	1.00	-	5.00	-	-	-	1.00	578.00	15.98
<b>JUEVES</b>	209.00	135.00	68.00	-	1.00	2.00	38.00	5.00	2.00	-	-	-	-	1.00	3.00	-	-	-	1.00	465.00	12.85
<b>VIERNES</b>	205.00	173.00	50.00	-	2.00	2.00	43.00	9.00	-	-	-	-	-	-	3.00	-	-	1.00	-	488.00	13.49
<b>SÁBADO</b>	244.00	147.00	59.00	-	3.00	2.00	65.00	4.00	-	-	-	-	-	2.00	2.00	-	-	-	-	528.00	14.59
<b>DOMINGO</b>	254.00	152.00	58.00	-	2.00	2.00	59.00	3.00	-	-	-	-	-	2.00	3.00	-	-	-	2.00	537.00	14.84
<b>TOTAL</b>	1679.00	1083.00	430.00	0.00	13.00	14.00	321.00	39.00	2.00	1.00	0.00	0.00	1.00	5.00	22.00	0.00	0.00	1.00	7.00	<b>3618.00</b>	100.00
%	46.41	29.93	11.89	0.00	0.36	0.39	8.87	1.08	0.06	0.03	0.00	0.00	0.03	0.14	0.61	0.00	0.00	0.03	0.19	100.00	

**Tabla 27.** Aforo vehicular de una semana organizado por horas, teniendo en cuenta ambos sentidos

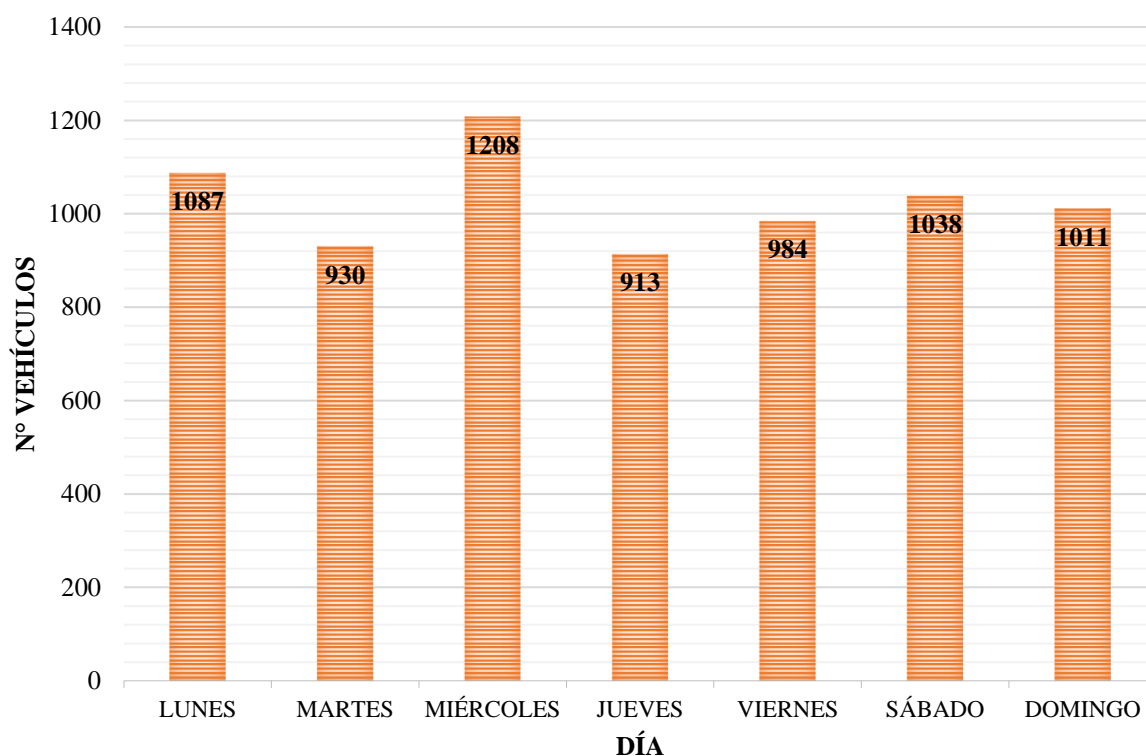
HORA	AUTO	CAMIONETAS			MICRO	BUS		CAMIÓN			SEMI TRAYLER					TRAYLER				TOTAL	PORC. %
		PICKUP	RURAL COMBI			2 E	3E	2 E	3E	4 E	2S1	2S2	2S3	3S1	3S2	>=3S3	2T2	2T3	3T2		
06:00 - 07:00	111.00	51.00	67.00	-	8.00	-	24.00	6.00	1.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	268.00	3.74
07:00 - 08:00	201.00	154.00	58.00	-	4.00	-	47.00	2.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2.00	468.00	6.53
08:00 - 09:00	196.00	170.00	48.00	-	2.00	-	32.00	6.00	1.00	-	-	-	1.00	-	8.00	-	-	-	2.00	466.00	6.50
09:00 - 10:00	235.00	157.00	36.00	1.00	-	4.00	29.00	2.00	-	-	-	-	-	2.00	2.00	-	-	-	-	468.00	6.53
10:00 - 11:00	232.00	154.00	54.00	-	1.00	7.00	37.00	11.00	-	1.00	-	-	-	-	4.00	-	-	-	-	501.00	6.99
11:00 - 12:00	265.00	184.00	48.00	-	-	-	36.00	8.00	2.00	-	-	-	-	1.00	1.00	-	-	-	2.00	547.00	7.63
12:00 - 13:00	229.00	112.00	56.00	-	-	-	59.00	10.00	-	-	-	-	-	-	3.00	-	-	-	-	469.00	6.54
13:00 - 14:00	176.00	137.00	64.00	-	-	-	41.00	5.00	-	-	-	-	1.00	-	5.00	-	-	-	-	429.00	5.98
14:00 - 15:00	275.00	161.00	80.00	-	2.00	13.00	49.00	7.00	-	-	-	-	-	-	1.00	-	-	-	1.00	589.00	8.21
15:00 - 16:00	281.00	206.00	65.00	-	4.00	1.00	63.00	3.00	-	-	-	-	-	-	5.00	-	-	-	2.00	630.00	8.79
16:00 - 17:00	325.00	174.00	72.00	-	-	-	52.00	12.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	635.00	8.86
17:00 - 18:00	337.00	209.00	82.00	-	-	-	69.00	9.00	-	-	-	-	-	-	1.00	-	-	-	2.00	709.00	9.89
18:00 - 19:00	296.00	182.00	75.00	-	5.00	-	47.00	4.00	1.00	-	-	-	-	2.00	8.00	-	-	1.00	-	621.00	8.66
19:00 - 20:00	194.00	85.00	51.00	-	2.00	-	32.00	5.00	-	-	-	-	-	1.00	1.00	-	-	-	-	371.00	5.17
<b>TOTAL</b>	<b>3353.00</b>	<b>2136.00</b>	<b>856.00</b>	<b>1.00</b>	<b>28.00</b>	<b>25.00</b>	<b>617.00</b>	<b>90.00</b>	<b>5.00</b>	<b>1.00</b>	<b>0.00</b>	<b>0.00</b>	<b>2.00</b>	<b>6.00</b>	<b>39.00</b>	<b>0.00</b>	<b>0.00</b>	<b>1.00</b>	<b>11.00</b>	<b>7171.00</b>	<b>100.00</b>
<b>%</b>	<b>46.76</b>	<b>29.79</b>	<b>11.94</b>	<b>0.01</b>	<b>0.39</b>	<b>0.35</b>	<b>8.60</b>	<b>1.26</b>	<b>0.07</b>	<b>0.01</b>	<b>0.00</b>	<b>0.00</b>	<b>0.03</b>	<b>0.08</b>	<b>0.54</b>	<b>0.00</b>	<b>0.00</b>	<b>0.01</b>	<b>0.15</b>	<b>100.00</b>	

**Tabla 28.** Aforo vehicular de una semana organizado por días, teniendo en cuenta ambos sentidos

DÍA	AUTO	CAMIONETAS			MICRO	BUS		CAMIÓN			SEMI TRAYLER					TRAYLER				TOTAL	PORC. %
		PICKUP	RURAL COMBI			2 E	3E	2 E	3E	4 E	2S1	2S2	2S3	3S1	3S2	>=3S3	2T2	2T3	3T2		
<b>LUNES</b>	565.00	293.00	114.00	-	3.00	3.00	95.00	8.00	1.00	-	-	-	-	-	4.00	-	-	-	1.00	1087.00	15.16
<b>MARTES</b>	442.00	295.00	113.00	-	3.00	4.00	50.00	14.00	-	-	-	-	-	-	6.00	-	-	-	3.00	930.00	12.97
<b>MIÉRCOLES</b>	533.00	357.00	159.00	-	5.00	4.00	115.00	20.00	-	1.00	-	-	2.00	-	9.00	-	-	-	3.00	1208.00	16.85
<b>JUEVES</b>	401.00	286.00	132.00	-	2.00	4.00	67.00	11.00	4.00	-	-	-	-	1.00	3.00	-	-	-	2.00	913.00	12.73
<b>VIERNES</b>	420.00	341.00	106.00	1.00	5.00	4.00	78.00	18.00	-	-	-	-	-	1.00	9.00	-	-	1.00	-	984.00	13.72
<b>SÁBADO</b>	499.00	285.00	126.00	-	6.00	3.00	104.00	9.00	-	-	-	-	-	2.00	4.00	-	-	-	-	1038.00	14.47
<b>DOMINGO</b>	493.00	279.00	106.00	-	4.00	3.00	108.00	10.00	-	-	-	-	-	2.00	4.00	-	-	-	2.00	1011.00	14.10
<b>TOTAL</b>	<b>3353.00</b>	<b>2136.00</b>	<b>856.00</b>	<b>1.00</b>	<b>28.00</b>	<b>25.00</b>	<b>617.00</b>	<b>90.00</b>	<b>5.00</b>	<b>1.00</b>	<b>0.00</b>	<b>0.00</b>	<b>2.00</b>	<b>6.00</b>	<b>39.00</b>	<b>0.00</b>	<b>0.00</b>	<b>1.00</b>	<b>11.00</b>	<b>7171.00</b>	<b>100.00</b>
<b>%</b>	<b>46.76</b>	<b>29.79</b>	<b>11.94</b>	<b>0.01</b>	<b>0.39</b>	<b>0.35</b>	<b>8.60</b>	<b>1.26</b>	<b>0.07</b>	<b>0.01</b>	<b>0.00</b>	<b>0.00</b>	<b>0.03</b>	<b>0.08</b>	<b>0.54</b>	<b>0.00</b>	<b>0.00</b>	<b>0.01</b>	<b>0.15</b>	<b>100.00</b>	



**Gráfico 1.** *Número de vehículos que transitan por día*



Según el gráfico 1 se observa que, el día en el que transitan la mayor cantidad de vehículos es el día miércoles, con un total de 1208 vehículos, y el día en el que transitan la menor cantidad de vehículos es el día jueves, con un total de 913 vehículos.

Los datos acumulados tanto por hora como por día divididos entre 7, que es el número de días que conforman la semana, me dio como resultado el índice medio diario semanal (IMDS), además la organización de los mismos me permitió obtener gráficos en los que se puede observar el tipo de vehículo, la cantidad, el porcentaje que representan, y la hora pico que tiene un mayor flujo vehicular, como se muestra a continuación:

**Tabla 29.** Índice medio diario semanal organizado por horas, sentido Encañada - Empalme PE-08B RVN (Km 40)

HORA	AUTO	CAMIONETAS			MICRO	BUS		CAMIÓN			SEMI TRAYLER					TRAYLER				TOTAL	PORC. %
		PICKUP	RURAL COMBI			2 E	3E	2 E	3E	4 E	2S1	2S2	2S3	3S1	3S2	>=3S3	2T2	2T3	3T2		
06:00 - 07:00	7	3	3	-	-	-	2	1	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	17	3.29
07:00 - 08:00	19	14	5	-	0	-	5	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	44	8.64
08:00 - 09:00	16	14	4	-	-	-	2	1	0	-	-	-	-	-	0	-	-	-	0	37	7.38
09:00 - 10:00	17	13	3	0	-	1	2	0	-	-	-	-	-	-	0	-	-	-	-	36	7.00
10:00 - 11:00	15	11	5	-	0	1	3	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	36	7.09
11:00 - 12:00	18	15	3	-	-	-	3	1	0	-	-	-	-	-	0	-	-	-	0	40	7.82
12:00 - 13:00	17	8	5	-	-	-	3	1	-	-	-	-	-	-	0	-	-	-	-	35	6.81
13:00 - 14:00	12	10	4	-	-	-	2	1	-	-	-	-	0	-	0	-	-	-	-	30	5.82
14:00 - 15:00	19	10	7	-	-	-	3	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	39	7.71
15:00 - 16:00	19	14	4	-	1	-	3	0	-	-	-	-	-	-	0	-	-	-	-	41	8.14
16:00 - 17:00	22	10	5	-	-	-	4	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	42	8.28
17:00 - 18:00	24	14	4	-	-	-	6	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	48	9.52
18:00 - 19:00	19	10	4	-	1	-	3	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	37	7.20
19:00 - 20:00	15	5	4	-	0	-	2	1	-	-	-	-	-	0	0	-	-	-	-	27	5.29
<b>TOTAL</b>	239	150	61	0	2	2	42	7	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	1	<b>507</b>	100.00
<b>%</b>	47.13	29.64	11.99	0.02	0.42	0.31	8.33	1.43	0.08	0.00	0.00	0.00	0.03	0.03	0.48	0.00	0.00	0.00	0.11	100.00	

**Tabla 30.** Índice medio diario semanal organizado por días, sentido Encañada - Empalme PE-08B RVN (Km 40)

DÍA	AUTO	CAMIONETAS			MICRO	BUS		CAMIÓN			SEMI TRAYLER					TRAYLER				TOTAL	PORC. %
		PICKUP	RURAL COMBI			2 E	3E	2 E	3E	4 E	2S1	2S2	2S3	3S1	3S2	>=3S3	2T2	2T3	3T2		
<b>LUNES</b>	39	21	8	-	0	0	8	1	0	-	-	-	-	-	0	-	-	-	-	77	15.20
<b>MARTES</b>	31	21	8	-	0	0	3	1	-	-	-	-	-	-	0	-	-	-	0	65	12.81
<b>MIÉRCOLES</b>	41	25	12	-	0	0	9	2	-	-	-	-	0	-	1	-	-	-	0	90	17.74
<b>JUEVES</b>	27	22	9	-	0	0	4	1	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	64	12.61
<b>VIERNES</b>	31	24	8	0	0	0	5	1	-	-	-	-	-	0	1	-	-	-	-	71	13.94
<b>SÁBADO</b>	36	20	10	-	0	0	6	1	-	-	-	-	-	-	0	-	-	-	-	73	14.36
<b>DOMINGO</b>	34	18	7	-	0	0	7	1	-	-	-	-	-	-	0	-	-	-	-	68	13.34
<b>TOTAL</b>	239	150	61	0	2	2	42	7	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	1	<b>507</b>	100.00
<b>%</b>	47.13	29.64	11.99	0.03	0.42	0.31	8.33	1.43	0.08	0.00	0.00	0.00	0.03	0.00	0.48	0.00	0.00	0.00	0.11	100.00	

**Tabla 31. Índice medio diario semanal organizado por horas, sentido Empalme PE-08B RVN (Km 40) - Encañada**

HORA	AUTO	CAMIONETAS			MICRO	BUS		CAMIÓN			SEMI TRAYLER					TRAYLER				TOTAL	PORC. %
		PICKUP	RURAL COMBI			2 E	3E	2 E	3E	4 E	2S1	2S2	2S3	3S1	3S2	>=3S3	2T2	2T3	3T2		
06:00 - 07:00	8	4	7	-	1	-	1	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	22	4.17
07:00 - 08:00	9	8	3	-	0	-	2	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	23	4.45
08:00 - 09:00	12	10	3	-	0	-	2	0	-	-	-	-	0	-	1	-	-	-	-	29	5.64
09:00 - 10:00	17	10	2	-	-	-	2	0	-	-	-	-	-	0	0	-	-	-	-	31	6.05
10:00 - 11:00	18	11	3	-	-	-	2	1	-	0	-	-	-	-	1	-	-	-	-	36	6.88
11:00 - 12:00	20	11	4	-	-	-	3	0	0	-	-	-	-	0	-	-	-	-	-	38	7.43
12:00 - 13:00	16	8	3	-	-	-	6	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	32	6.27
13:00 - 14:00	13	9	5	-	-	-	4	0	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	32	6.14
14:00 - 15:00	20	13	5	-	0	2	4	1	-	-	-	-	-	-	0	-	-	-	0	45	8.71
15:00 - 16:00	21	15	5	-	-	0	6	0	-	-	-	-	-	-	0	-	-	-	0	49	9.43
16:00 - 17:00	24	15	5	-	-	-	4	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	49	9.43
17:00 - 18:00	24	16	7	-	-	-	4	1	-	-	-	-	-	-	0	-	-	-	0	53	10.26
18:00 - 19:00	24	16	7	-	-	-	4	1	0	-	-	-	-	0	0	-	-	0	-	52	10.09
19:00 - 20:00	13	7	4	-	-	-	2	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	26	5.06
<b>TOTAL</b>	240	155	61	0	2	2	46	6	0	0	0	0	0	1	3	0	0	0	1	<b>517</b>	100.00
<b>%</b>	46.41	29.94	11.89	0.00	0.36	0.39	8.87	1.08	0.05	0.03	0.00	0.00	0.03	0.14	0.61	0.00	0.00	0.03	0.20	100.00	

**Tabla 32. Índice medio diario semanal organizado por días, sentido Empalme PE-08B RVN (Km 40) - Encañada**

DÍA	AUTO	CAMIONETAS			MICRO	BUS		CAMIÓN			SEMI TRAYLER					TRAYLER				TOTAL	PORC. %
		PICKUP	RURAL COMBI			2 E	3E	2 E	3E	4 E	2S1	2S2	2S3	3S1	3S2	>=3S3	2T2	2T3	3T2		
LUNES	42	21	8	-	0	0	5	1	-	-	-	-	-	-	0	-	-	-	0	78	15.12
MARTES	32	21	8	-	0	0	4	1	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	0	68	13.13
MIÉRCOLES	35	26	11	-	0	0	7	1	-	0	-	-	0	-	1	-	-	-	0	83	15.97
JUEVES	30	19	10	-	0	0	5	1	0	-	-	-	-	0	0	-	-	-	0	66	12.85
VIERNES	29	25	7	-	0	0	6	1	-	-	-	-	-	-	0	-	-	0	-	70	13.49
SÁBADO	35	21	8	-	0	0	9	1	-	-	-	-	-	0	0	-	-	-	-	75	14.60
DOMINGO	36	22	8	-	0	0	8	0	-	-	-	-	-	0	0	-	-	-	0	77	14.85
<b>TOTAL</b>	240	155	61	0	2	2	46	6	0	0	0	0	0	1	3	0	0	0	1	<b>517</b>	100.00
<b>%</b>	46.40	29.93	11.88	0.00	0.36	0.39	8.87	1.08	0.06	0.03	0.00	0.00	0.03	0.14	0.61	0.00	0.00	0.03	0.19	100.00	

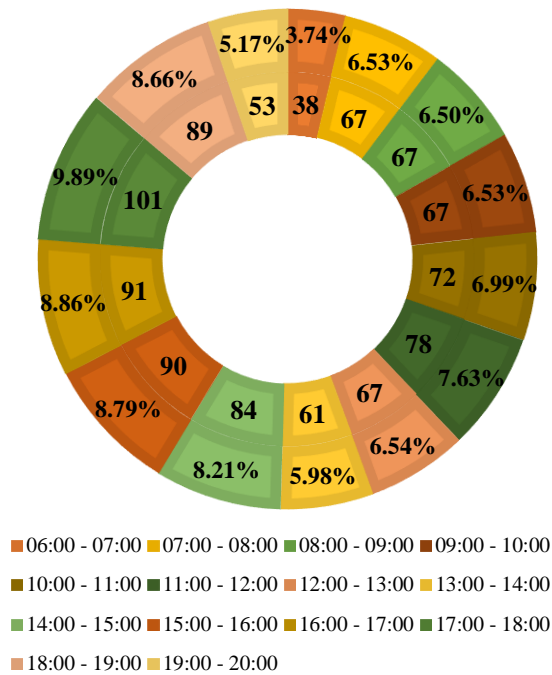
**Tabla 33. Índice medio diario semanal organizado por horas, teniendo en cuenta ambos sentidos**

HORA	AUTO	CAMIONETAS			MICRO	BUS		CAMIÓN			SEMI TRAYLER					TRAYLER				TOTAL	PORC. %
		PICKUP	RURAL COMBI			2 E	3E	2 E	3E	4 E	2S1	2S2	2S3	3S1	3S2	>=3S3	2T2	2T3	3T2		
06:00 - 07:00	16	7	10	-	1	-	3	1	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	38	3.74
07:00 - 08:00	29	22	8	-	1	-	7	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	67	6.53
08:00 - 09:00	28	24	7	-	0	-	5	1	0	-	-	-	0	-	1	-	-	-	0	67	6.50
09:00 - 10:00	34	22	5	0	-	1	4	0	-	-	-	-	-	0	0	-	-	-	-	67	6.53
10:00 - 11:00	33	22	8	-	0	1	5	2	-	0	-	-	-	-	1	-	-	-	-	72	6.99
11:00 - 12:00	38	26	7	-	-	-	5	1	0	-	-	-	-	0	0	-	-	-	0	78	7.63
12:00 - 13:00	33	16	8	-	-	-	8	1	-	-	-	-	-	-	0	-	-	-	-	67	6.54
13:00 - 14:00	25	20	9	-	-	-	6	1	-	-	-	-	0	-	1	-	-	-	-	61	5.98
14:00 - 15:00	39	23	11	-	0	2	7	1	-	-	-	-	-	-	0	-	-	-	0	84	8.21
15:00 - 16:00	40	29	9	-	1	0	9	0	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	0	90	8.79
16:00 - 17:00	46	25	10	-	-	-	7	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	91	8.86
17:00 - 18:00	48	30	12	-	-	-	10	1	-	-	-	-	-	-	0	-	-	-	0	101	9.89
18:00 - 19:00	42	26	11	-	1	-	7	1	0	-	-	-	-	0	1	-	-	0	-	89	8.66
19:00 - 20:00	28	12	7	-	0	-	5	1	-	-	-	-	-	0	0	-	-	-	-	53	5.17
<b>TOTAL</b>	479	305	122	0	4	4	88	13	1	0	0	0	0	1	6	0	0	0	2	<b>1024</b>	100.00
<b>%</b>	46.76	29.79	11.94	0.01	0.39	0.35	8.60	1.26	0.07	0.01	0.00	0.00	0.03	0.08	0.54	0.00	0.00	0.01	0.16	100.00	

**Tabla 34. Índice medio diario semanal organizado por días, teniendo en cuenta ambos sentidos**

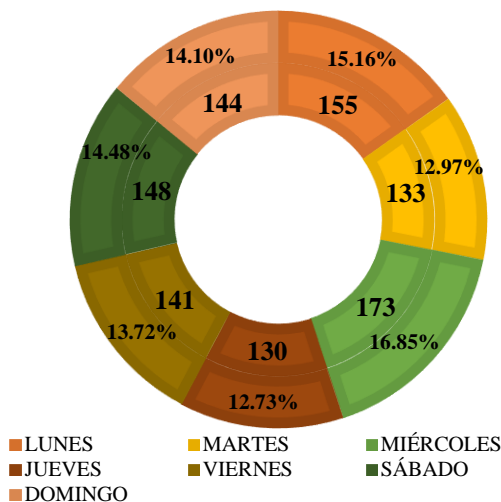
DÍA	AUTO	CAMIONETAS			MICRO	BUS		CAMIÓN			SEMI TRAYLER					TRAYLER				TOTAL	PORC. %
		PICKUP	RURAL COMBI			2 E	3E	2 E	3E	4 E	2S1	2S2	2S3	3S1	3S2	>=3S3	2T2	2T3	3T2		
LUNES	81	42	16	-	0	0	14	1	0	-	-	-	-	-	1	-	-	-	0	155	15.16
MARTES	63	42	16	-	0	1	7	2	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	0	133	12.97
MIÉRCOLES	76	51	23	-	1	1	16	3	-	0	-	-	0	-	1	-	-	-	0	173	16.85
JUEVES	57	41	19	-	0	1	10	2	1	-	-	-	-	0	0	-	-	-	0	130	12.73
VIERNES	60	49	15	0	1	1	11	3	-	-	-	-	-	0	1	-	-	0	-	141	13.72
SÁBADO	71	41	18	-	1	0	15	1	-	-	-	-	-	0	1	-	-	-	-	148	14.48
DOMINGO	70	40	15	-	1	0	15	1	-	-	-	-	-	0	1	-	-	-	0	144	14.10
<b>TOTAL</b>	479	305	122	0	4	4	88	13	1	0	0	0	0	1	6	0	0	0	2	<b>1024</b>	100.00
<b>%</b>	46.76	29.79	11.94	0.01	0.39	0.35	8.60	1.26	0.07	0.01	0.00	0.00	0.03	0.08	0.54	0.00	0.00	0.01	0.15	100.00	

**Gráfico 2.** Variación vehicular y porcentual por horas



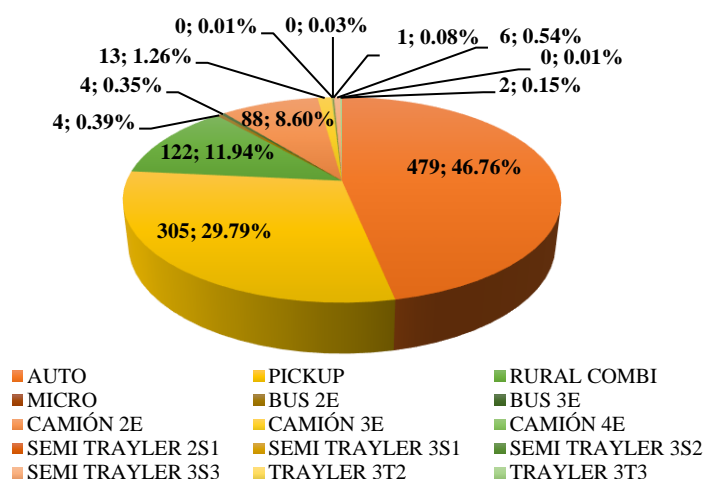
El gráfico 2 muestra la variación vehicular y porcentual que existe entre las horas transcurridas desde las 6 am hasta las 8 pm, además se puede ver que la hora en la que se presenta un mayor flujo vehicular es desde las 5 pm hasta las 6pm, con un total de 101 vehículos que abarcan el 9.89%, y la hora en la que se presenta un menor flujo vehicular es desde las 6 am hasta las 7 am, con un total de 38 vehículos que abarcan el 3.74%.

**Gráfico 3.** Variación vehicular y porcentual por días



El grafico 3 muestra la variación vehicular y porcentual que existe entre los días transcurridos desde el lunes hasta el domingo, además se puede ver que el día en el que se presenta un mayor flujo vehicular es el día miércoles, con un total de 173 vehículos que abarcan el 16.85%, y el día en el que se presenta un menor flujo vehicular es el día jueves, con un total de 130 vehículos que abarcan el 12.73%.

**Gráfico 4.** Variación vehicular y porcentual por tipo de vehículo



Según el grafico 4 se puede observar que el mayor flujo vehicular corresponde a los vehículos ligeros como son los autos, pickups y combis, con un total de 907 vehículos que abarcan el 88.49%, y el menor flujo vehicular corresponde a los vehículos pesados, con un total de 117 vehículos que abarcan el 11.51%.

Para el cálculo del índice medio diario anual (IMDA) se utilizó la ecuación 1 del marco teórico, por ello se multiplicó el índice medio diario semanal (IMDS) por un factor de corrección estacional (FC), al cual se le dio el valor de 1, no solo porque el estudio se realizó con datos actuales, sino porque la estación de peaje Ciudad de Dios que es la estación más cercana para adquirir información, no cuenta con características similares de flujo vehicular; por lo tanto, **el IMDA es de 1024 veh/día.**

**Tabla 35.** IMDA por sentido y tipo de vehículo

SENTIDO	AUTO	CAMIONETAS			BUS		CAMIÓN			SEMI TRAYLER				TRAYLER		IMDA (Veh/día)
		PICKUP	RURAL COMBI	MICRO	2 E	3E	2 E	3E	4 E	2S1	3S1	3S2	>=3S3	3T2	3T3	
E	239	150	61	0	2	2	42	7	0	0	0	0	2	0	1	507
S	240	155	61	0	2	2	46	6	0	0	0	1	3	0	1	517
<b>TOTAL</b>	<b>479</b>	<b>305</b>	<b>122</b>	<b>0</b>	<b>4</b>	<b>4</b>	<b>88</b>	<b>13</b>	<b>1</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>1</b>	<b>6</b>	<b>0</b>	<b>2</b>	<b>1024</b>
<b>%</b>	<b>46.76</b>	<b>29.79</b>	<b>11.94</b>	<b>0.01</b>	<b>0.39</b>	<b>0.35</b>	<b>8.60</b>	<b>1.26</b>	<b>0.07</b>	<b>0.01</b>	<b>0.03</b>	<b>0.08</b>	<b>0.54</b>	<b>0.01</b>	<b>0.15</b>	<b>100.00</b>

## 4.2 Clasificación de la carretera:

### 4.2.1 Por su demanda:

Para clasificar la carretera por su demanda se tuvo en cuenta el índice medio diario anual (IMDA) que esta presenta:

$$400 \text{ veh/día} < 1024 \text{ veh/día} < 2000 \text{ veh/día}$$

Según el manual DG – 2018, como el IMDA de la vía en estudio se encuentra entre 400 veh/día y 2000 veh/día, se trata de una **Carretera de Segunda Clase**.

### 4.2.2 Por su orografía:

Para clasificar la carretera por su orografía se debe tener en cuenta las pendientes transversales y las pendientes longitudinales, pero en este caso las pendientes longitudinales no se tuvieron en cuenta debido a que la carretera existe, es por ello que solo se realizó el análisis de las pendientes transversales según el kilometraje de la carretera, como se muestra a continuación:

**Tabla 36.** *Análisis de las pendientes transversales de la carretera*

Progresiva		Pendiente transversal i (%)		Clasificación por orografía	
Inicial	Final	Izquierdo	Derecho	Izquierdo	Derecho
0+000.00	1+000.00	42.81%	33.86%	Tipo 2	Tipo 2
		12.38%	38.44%	Tipo 2	Tipo 2
		28.16%	27.57%	Tipo 2	Tipo 2
		97.78%	11.22%	Tipo 3	Tipo 2
		97.15%	18.30%	Tipo 3	Tipo 2
		97.20%	13.12%	Tipo 3	Tipo 2
		68.40%	7.78%	Tipo 3	Tipo 1
		34.86%	11.02%	Tipo 2	Tipo 2
		47.46%	7.09%	Tipo 2	Tipo 1
		16.61%	4.46%	Tipo 2	Tipo 1
1+000.00	2+000.00	5.06%	5.70%	Tipo 1	Tipo 1
		4.12%	7.64%	Tipo 1	Tipo 1
		15.93%	3.83%	Tipo 2	Tipo 1
		19.48%	13.27%	Tipo 2	Tipo 2
		38.06%	8.48%	Tipo 2	Tipo 1
		39.06%	7.54%	Tipo 2	Tipo 1
2+000.00	3+000.00	36.15%	11.34%	Tipo 2	Tipo 2
		22.20%	13.11%	Tipo 2	Tipo 2
		32.52%	19.45%	Tipo 2	Tipo 2
		32.73%	26.21%	Tipo 2	Tipo 2

Progresiva		Pendiente transversal i (%)		Clasificación por orografía	
Inicial	Final	Izquierdo	Derecho	Izquierdo	Derecho
		64.07%	14.41%	Tipo 3	Tipo 2
		48.05%	18.17%	Tipo 2	Tipo 2
		58.97%	9.69%	Tipo 3	Tipo 1
		25.41%	12.96%	Tipo 2	Tipo 2
		6.95%	10.08%	Tipo 1	Tipo 2
		61.45%	9.77%	Tipo 3	Tipo 1
		49.43%	12.57%	Tipo 2	Tipo 2
		43.54%	11.20%	Tipo 2	Tipo 2
		137.67%	18.51%	Tipo 4	Tipo 2
		49.23%	16.11%	Tipo 2	Tipo 2
		8.06%	20.02%	Tipo 1	Tipo 2
3+000.00	4+000.00	40.12%	8.42%	Tipo 2	Tipo 1
		89.97%	7.91%	Tipo 3	Tipo 1
		132.99%	6.80%	Tipo 4	Tipo 1
		66.68%	7.48%	Tipo 3	Tipo 1
		68.80%	8.82%	Tipo 3	Tipo 1
		65.94%	8.87%	Tipo 3	Tipo 1
		112.59%	14.47%	Tipo 4	Tipo 2
		113.90%	11.63%	Tipo 4	Tipo 2
		61.44%	19.41%	Tipo 3	Tipo 2
4+000.00	5+000.00	38.07%	11.01%	Tipo 2	Tipo 2
		48.26%	12.07%	Tipo 2	Tipo 2
		5.10%	9.47%	Tipo 1	Tipo 1
		2.99%	3.16%	Tipo 1	Tipo 1
		2.11%	2.21%	Tipo 1	Tipo 1
		2.39%	4.80%	Tipo 1	Tipo 1
		4.56%	7.50%	Tipo 1	Tipo 1
		6.63%	4.67%	Tipo 1	Tipo 1
		6.16%	4.02%	Tipo 1	Tipo 1
5+000.00	6+000.00	7.83%	6.68%	Tipo 1	Tipo 1
		7.69%	7.48%	Tipo 1	Tipo 1
		13.54%	6.13%	Tipo 2	Tipo 1
		5.78%	11.92%	Tipo 1	Tipo 2
		13.33%	4.82%	Tipo 2	Tipo 1
		2.65%	6.98%	Tipo 1	Tipo 1
		4.36%	4.80%	Tipo 1	Tipo 1
		2.31%	7.89%	Tipo 1	Tipo 1
6+000.00	7+000.00	5.31%	4.14%	Tipo 1	Tipo 1
		5.99%	11.19%	Tipo 1	Tipo 2
		2.87%	4.48%	Tipo 1	Tipo 1
		9.91%	12.92%	Tipo 1	Tipo 2



Progresiva		Pendiente transversal i (%)		Clasificación por orografía	
Inicial	Final	Izquierdo	Derecho	Izquierdo	Derecho
		9.22%	7.63%	Tipo 1	Tipo 1
		6.39%	7.96%	Tipo 1	Tipo 1
		2.44%	19.16%	Tipo 1	Tipo 2
		13.44%	7.06%	Tipo 2	Tipo 1
		16.71%	25.27%	Tipo 2	Tipo 2
7+000.00	7+705.41	21.01%	30.85%	Tipo 2	Tipo 2
		26.70%	21.44%	Tipo 2	Tipo 2
		22.95%	25.54%	Tipo 2	Tipo 2
		30.60%	31.59%	Tipo 2	Tipo 2

Después de realizar el análisis de las pendientes transversales, se hizo un conteo según los tipos de orografía que se presentan, para poder ver cuál de estas es la que predomina en la carretera, como se muestra en la siguiente tabla:

**Tabla 37.** *Clasificación de la carretera por su orografía*

Clasificación por orografía	Cantidad (N°)	Porcentaje (%)
Tipo 1	59	42.14
<b>Tipo 2</b>	<b>65</b>	<b>46.43</b>
Tipo 3	12	8.57
Tipo 4	4	2.86
<b>Total</b>	<b>140</b>	<b>100.00</b>

Según la tabla 37 las pendientes entre 0% y 10% que corresponden a un terreno plano (tipo 1) representan un 42.14%, las pendientes entre 11% y 50% que corresponden a un terreno ondulado (tipo 2) representan un 46.43%, las pendientes entre 51% y 100% que corresponden a un terreno accidentado (tipo 3) representan un 8.57% y las pendientes mayores al 100% que corresponden a un terreno escarpado (tipo 4) representan un 2.86% del total.

Por lo tanto, existe un rango representativo de pendientes transversales entre 10% y 50%, que nos permiten afirmar que el tramo de carretera estudiado según su orografía pertenece a una **Carretera de terreno ondulado (tipo 2)**.

#### 4.2.3 Por su jerarquización vial:

El tramo de carretera en estudio forma parte de la ruta **PE-08B**, la cual es una carretera transversal que pertenece a la **Red Vial Nacional**.

#### 4.3 Vehículo de diseño:

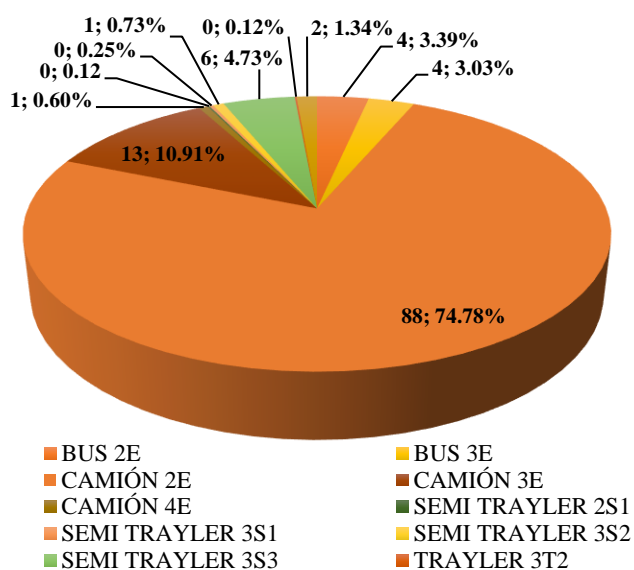
Para seleccionar un vehículo de diseño se debe tener en cuenta la composición y el porcentaje de incidencia de los vehículos pesados, con el fin de elegir según este tipo de vehículos al más significativo que condicionará las características de la vía.

**Tabla 38.** *Composición y porcentaje de incidencia según el tipo de vehículo*

<b>TIPO DE VEHÍCULO</b>	<b>IMDA</b>	<b>%</b>
<b>VEHÍCULOS LIGEROS</b>	<b>907</b>	<b>88.49</b>
AUTO	479	46.76
PICKUP	305	29.79
RURAL COMBI	122	11.94
MICRO	0	0.01
<b>VEHÍCULOS PESADOS</b>	<b>117</b>	<b>11.51</b>
BUS 2E	4	0.39
BUS 3E	4	0.35
CAMIÓN 2E	88	8.60
CAMIÓN 3E	13	1.26
CAMIÓN 4E	1	0.07
SEMI TRAYLER 2S1	0	0.01
SEMI TRAYLER 3S1	0	0.03
SEMI TRAYLER 3S2	1	0.08
SEMI TRAYLER 3S3	6	0.54
TRAYLER 3T2	0	0.01
TRAYLER 3T3	2	0.15
<b>TOTAL</b>	<b>1024</b>	<b>100.00</b>

Acorde a la tabla 38 se tiene que el 88.49% de la composición del tránsito corresponde a los vehículos ligeros, y el 11.51% corresponde a los vehículos pesados.

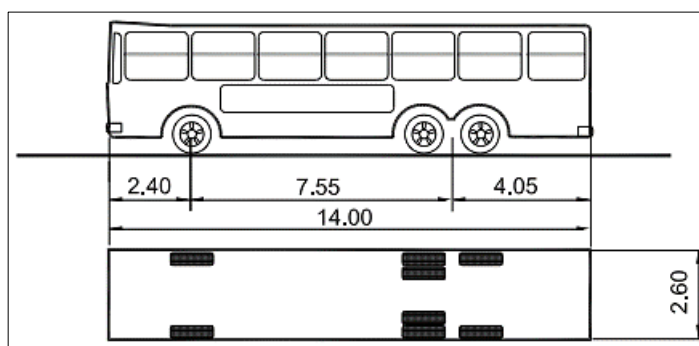
**Gráfico 5.** Composición y porcentaje de incidencia de los vehículos pesados



Según el gráfico 5 se tiene que, dentro de los vehículos pesados el de mayor incidencia es el camión 2E con un 74.78%, seguido del camión 3E con un 10.91%, el bus 2E con un 3.39% y el bus 3E con un 3.03%.

Según lo reglamentario, para la elección del vehículo de diseño se tendrá en cuenta los diferentes tipos de vehículos pesados que conforman el tránsito de la vía, a excepción de los vehículos articulados (semi tráiler y tráiler), el camión 2E y el camión 3E, los cuales no están dispuestos para ese fin, además se evaluará cuál de estos es el tipo de vehículo más crítico como vehículo de diseño, por lo que, a pesar de que el bus 2E tiene mayor porcentaje de incidencia que el bus 3E, el vehículo de diseño para el tramo de carretera en estudio será el bus 3E (B3-1).

**Figura 19.** Dimensiones del vehículo de diseño B3-1



Nota. Recuperado del Manual de Carreteras: Diseño Geométrico, MTC (2018)

#### 4.4 Velocidad de diseño:

Según la tabla 4, la cual nos indica el rango de velocidades de diseño en función a la clasificación de la carretera tanto por demanda como por orografía, que en este caso viene a ser una Carretera de Segunda Clase Tipo 2; se tiene que:

$$60 \text{ km/h} \leq V_d \leq 80 \text{ km/h}$$

Para la verificación de las características geométricas del tramo de carretera en estudio se tomó como velocidad de diseño el menor valor según el rango, es decir **60 km/h**, debido a que esta velocidad vendría a ser la más crítica en cuanto al diseño geométrico de la carretera.

#### 4.5 Distancia de visibilidad:

##### 4.5.1 Distancia de visibilidad de parada:

La distancia de visibilidad de parada está en función a la pendiente de los tramos en tangente, sin contar las curvas horizontales ni las curvas verticales, según la normativa DG – 2018 para pendientes menores al 3% se aplica la ecuación 3, y para pendientes mayores al 3% se aplica la ecuación 4 del marco teórico.

Para la obtención de la distancia de visibilidad de parada que debería de tener el primer tramo se utilizó la ecuación 4, ya que este tramo tiene una pendiente de 3.17%, además se utilizaron datos como la velocidad de diseño de 60 km/h, el tiempo de percepción más reacción de 2.50 s y la desaceleración de 3.40 m/s<sup>2</sup> como se indica en la norma.

$$D_p = 0.278 * 60 * 2.50 + \frac{60^2}{254 \left( \left( \frac{3.40}{9.81} \right) + 0.0317 \right)} = 79.17 \text{ m}$$

Para el sentido opuesto se aplicó la misma fórmula:

$$D_p = 0.278 * 60 * 2.50 + \frac{60^2}{254 \left( \left( \frac{3.40}{9.81} \right) - 0.0317 \right)} = 86.71 \text{ m}$$

De las distancias de visibilidad de parada obtenidas seleccionamos la mayor de 86.71 m, la cual vendría a ser la más crítica, y la comparamos con la distancia de visibilidad de parada existente entre las progresivas 0+000.00 – 0+037.69 de 37.69 m, verificando que esta no cumple ni como mínimo con la distancia de visibilidad de parada más crítica.

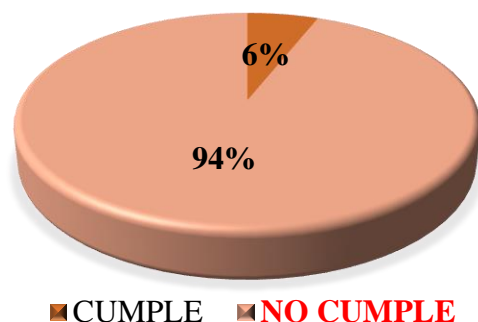
De igual manera se realizó para el resto de tramos, como se muestra a continuación:

**Tabla 39.** Verificación de las distancias de visibilidad de parada

Progresiva		Dp Existente (m)	Pendiente Ascendente (i%)	Dp DG - 2018 (m)	Pendiente Descendente (i%)	Dp DG - 2018 (m)	Dp máx. DG - 2018 (m)	Verificación
Inicial	Final							
0+000.00	0+037.69	37.69	3.17%	79.17	-3.17%	86.71	86.71	<b>NO CUMPLE</b>
0+153.70	0+168.63	14.93	4.46%	77.93	-4.46%	88.63	88.63	<b>NO CUMPLE</b>
0+259.54	0+271.87	12.33	3.69%	78.66	-3.69%	87.47	87.47	<b>NO CUMPLE</b>
0+365.66	0+399.03	33.37	3.02%	79.32	-3.02%	86.50	86.50	<b>NO CUMPLE</b>
0+501.87	0+539.94	38.07	4.16%	78.21	-4.16%	88.17	88.17	<b>NO CUMPLE</b>
0+708.61	0+717.77	9.16	3.99%	78.37	-3.99%	87.91	87.91	<b>NO CUMPLE</b>
0+853.08	0+859.93	6.85	1.01%	82.99	-1.01%	82.99	82.99	<b>NO CUMPLE</b>
0+889.44	0+918.94	29.50	1.01%	82.99	-1.01%	82.99	82.99	<b>NO CUMPLE</b>
1+012.56	1+026.57	14.01	-0.04%	82.99	0.04%	82.99	82.99	<b>NO CUMPLE</b>
1+141.14	1+163.98	22.84	0.36%	82.99	-0.36%	82.99	82.99	<b>NO CUMPLE</b>
1+446.12	1+472.49	26.37	2.86%	82.99	-2.86%	82.99	82.99	<b>NO CUMPLE</b>
1+602.27	1+687.47	85.20	3.41%	78.93	-3.41%	87.06	87.06	<b>NO CUMPLE</b>
1+828.49	1+877.16	48.67	3.41%	78.93	-3.41%	87.06	87.06	<b>NO CUMPLE</b>
1+911.16	1+962.64	51.48	3.41%	78.93	-3.41%	87.06	87.06	<b>NO CUMPLE</b>
2+026.41	2+068.83	42.42	3.20%	79.14	-3.20%	86.75	86.75	<b>NO CUMPLE</b>
2+113.94	2+124.02	10.08	3.20%	79.14	-3.20%	86.75	86.75	<b>NO CUMPLE</b>
2+169.80	2+191.66	21.86	3.20%	79.14	-3.20%	86.75	86.75	<b>NO CUMPLE</b>
2+228.97	2+337.79	108.82	3.20%	79.14	-3.20%	86.75	86.75	CUMPLE
2+397.75	2+404.10	6.35	3.20%	79.14	-3.20%	86.75	86.75	<b>NO CUMPLE</b>
2+528.37	2+584.51	56.14	3.31%	79.03	-3.31%	86.91	86.91	<b>NO CUMPLE</b>
2+650.33	2+771.66	121.33	3.31%	79.03	-3.31%	86.91	86.91	CUMPLE
2+816.70	2+835.88	19.18	3.31%	79.03	-3.31%	86.91	86.91	<b>NO CUMPLE</b>
2+949.27	2+975.00	25.73	2.56%	82.99	-2.56%	82.99	82.99	<b>NO CUMPLE</b>
3+027.07	3+054.24	27.17	2.81%	82.99	-2.81%	82.99	82.99	<b>NO CUMPLE</b>
3+100.72	3+144.52	43.80	2.81%	82.99	-2.81%	82.99	82.99	<b>NO CUMPLE</b>
3+293.88	3+340.17	46.29	2.42%	82.99	-2.42%	82.99	82.99	<b>NO CUMPLE</b>
3+374.38	3+392.25	17.87	2.42%	82.99	-2.42%	82.99	82.99	<b>NO CUMPLE</b>
3+513.30	3+563.30	50.00	3.10%	79.24	-3.10%	86.61	86.61	<b>NO CUMPLE</b>
3+611.61	3+623.77	12.16	3.10%	79.24	-3.10%	86.61	86.61	<b>NO CUMPLE</b>
3+763.78	3+775.57	11.79	3.36%	78.98	-3.36%	86.98	86.98	<b>NO CUMPLE</b>
3+826.81	3+844.57	17.76	3.36%	78.98	-3.36%	86.98	86.98	<b>NO CUMPLE</b>
3+924.21	3+944.25	20.04	2.49%	82.99	-2.49%	82.99	82.99	<b>NO CUMPLE</b>
3+998.14	4+053.77	55.63	2.92%	82.99	-2.92%	82.99	82.99	<b>NO CUMPLE</b>
4+353.80	4+404.62	50.82	3.72%	78.63	-3.72%	87.51	87.51	<b>NO CUMPLE</b>
4+490.59	4+547.95	57.36	3.56%	78.78	-3.56%	87.28	87.28	<b>NO CUMPLE</b>
4+616.18	4+636.13	19.95	3.56%	78.78	-3.56%	87.28	87.28	<b>NO CUMPLE</b>
4+828.34	4+862.74	34.40	4.45%	77.94	-4.45%	88.62	88.62	<b>NO CUMPLE</b>

Progresiva		Dp Existente (m)	Pendiente Ascendente (i%)	Dp DG - 2018 (m)	Pendiente Descendente (i%)	Dp DG - 2018 (m)	Dp máx. DG - 2018 (m)	Verificación
Inicial	Final							
4+993.69	5+012.77	19.08	6.02%	76.54	-6.02%	91.19	91.19	NO CUMPLE
5+086.60	5+127.69	41.09	7.86%	75.03	-7.86%	94.59	94.59	NO CUMPLE
5+604.80	5+616.32	11.52	3.58%	78.77	-3.58%	87.30	87.30	NO CUMPLE
5+664.43	5+691.79	27.36	3.58%	78.77	-3.58%	87.30	87.30	NO CUMPLE
5+741.18	5+760.31	19.13	3.58%	78.77	-3.58%	87.30	87.30	NO CUMPLE
5+809.08	5+850.31	41.23	3.58%	78.77	-3.58%	87.30	87.30	NO CUMPLE
5+904.84	5+950.90	46.06	3.58%	78.77	-3.58%	87.30	87.30	NO CUMPLE
6+412.48	6+463.82	51.34	2.92%	82.99	-2.92%	82.99	82.99	NO CUMPLE
6+525.30	6+553.42	28.12	2.92%	82.99	-2.92%	82.99	82.99	NO CUMPLE
6+609.22	6+782.15	172.93	2.92%	82.99	-2.92%	82.99	82.99	CUMPLE
6+993.59	7+074.16	80.57	3.08%	79.26	-3.08%	86.58	86.58	NO CUMPLE
7+620.95	7+634.65	13.70	2.52%	82.99	-2.52%	82.99	82.99	NO CUMPLE
7+700.00	7+705.41	5.41	2.52%	82.99	-2.52%	82.99	82.99	NO CUMPLE

**Gráfico 6.** Distribución porcentual de la verificación de las distancias de visibilidad de parada



Del gráfico 6 podemos observar que el 94% de las distancias de visibilidad de parada no cumplen, debido a que no superan la distancia mínima exigida, mientras que el 6% restante si cumplen con lo mínimo estipulado por la normativa vigente.

#### 4.5.2 Distancia de visibilidad de paso o adelantamiento:

La distancia de visibilidad de paso o adelantamiento se verificó en los tramos tangentes horizontales, para ello se utilizaron las ecuaciones 5, 6 y 7 del marco teórico como nos indica la norma; además según la tabla 5 para una velocidad específica en la tangente de 60 km/h se tiene que la velocidad del vehículo que adelanta es de 56.20 km/h, lo que determina las demás variables presentes en las ecuaciones como el t1 (Tiempo de maniobra inicial) de 3.60 s, el a (Promedio de aceleración) de 2.25 km/h/s, y el t2

(Tiempo de ocupación del carril contrario) de 9.30 s, aplicando las ecuaciones antes mencionadas, para el primer tramo se tuvo que:

$$D_1 = 0.278 * 3.60 * \left( 56.20 - 15 + \frac{2.25 * 3.60}{2} \right) = 45.286 \text{ m}$$

$$D_2 = 0.278 * 56.20 * 9.30 = 145.299 \text{ m}$$

$$D_3 = 30 \text{ m}$$

$$D_4 = \frac{2}{3} * 145.299 = 96.866 \text{ m}$$

$$D_a = 45.286 + 145.299 + 30 + 96.866 = 317.452 \text{ m}$$

Según el resultado, se obtuvo que la distancia de visibilidad de paso o adelantamiento es de 317.452 m, que al compararla con la distancia de visibilidad de paso o adelantamiento existente en el primer tramo de 44.75 m, nos lleva a la conclusión que no se cumple con lo mínimo establecido por la norma, de igual forma se procedió para el resto de tramos como se observa en la siguiente tabla.

**Tabla 40.** Verificación de las distancias de visibilidad de paso o adelantamiento

Progresiva		Da	D1 (m)	D2 (m)	D3 (m)	D4 (m)	Da	Verificación
Inicial	Final	Existente (m)					DG - 2018 (m)	
0+000.00	0+044.75	44.75	45.286	145.299	30	96.866	317.452	<b>NO CUMPLE</b>
0+076.69	0+098.73	22.04	45.286	145.299	30	96.866	317.452	<b>NO CUMPLE</b>
0+153.70	0+168.63	14.93	45.286	145.299	30	96.866	317.452	<b>NO CUMPLE</b>
0+207.46	0+271.87	64.41	45.286	145.299	30	96.866	317.452	<b>NO CUMPLE</b>
0+362.83	0+399.03	36.20	45.286	145.299	30	96.866	317.452	<b>NO CUMPLE</b>
0+443.94	0+539.94	96.00	45.286	145.299	30	96.866	317.452	<b>NO CUMPLE</b>
0+626.01	0+664.70	38.69	45.286	145.299	30	96.866	317.452	<b>NO CUMPLE</b>
0+708.61	0+717.77	9.16	45.286	145.299	30	96.866	317.452	<b>NO CUMPLE</b>
0+753.80	0+772.59	18.79	45.286	145.299	30	96.866	317.452	<b>NO CUMPLE</b>
0+815.62	0+859.93	44.31	45.286	145.299	30	96.866	317.452	<b>NO CUMPLE</b>
0+889.44	0+918.94	29.50	45.286	145.299	30	96.866	317.452	<b>NO CUMPLE</b>
0+954.81	0+972.79	17.98	45.286	145.299	30	96.866	317.452	<b>NO CUMPLE</b>
1+012.56	1+026.57	14.01	45.286	145.299	30	96.866	317.452	<b>NO CUMPLE</b>
1+078.40	1+202.61	124.21	45.286	145.299	30	96.866	317.452	<b>NO CUMPLE</b>
1+357.46	1+386.68	29.22	45.286	145.299	30	96.866	317.452	<b>NO CUMPLE</b>
1+446.12	1+472.49	26.37	45.286	145.299	30	96.866	317.452	<b>NO CUMPLE</b>
1+518.38	1+536.06	17.68	45.286	145.299	30	96.866	317.452	<b>NO CUMPLE</b>
1+602.27	1+687.47	85.20	45.286	145.299	30	96.866	317.452	<b>NO CUMPLE</b>

Progresiva		Da	D1 (m)	D2 (m)	D3 (m)	D4 (m)	Da	Verificación
Inicial	Final	Existente (m)				DG - 2018 (m)		
1+828.49	1+877.16	48.67	45.286	145.299	30	96.866	317.452	<b>NO CUMPLE</b>
1+911.16	1+962.64	51.48	45.286	145.299	30	96.866	317.452	<b>NO CUMPLE</b>
2+026.41	2+068.83	42.42	45.286	145.299	30	96.866	317.452	<b>NO CUMPLE</b>
2+113.94	2+124.02	10.08	45.286	145.299	30	96.866	317.452	<b>NO CUMPLE</b>
2+169.80	2+191.66	21.86	45.286	145.299	30	96.866	317.452	<b>NO CUMPLE</b>
2+228.97	2+337.79	108.82	45.286	145.299	30	96.866	317.452	<b>NO CUMPLE</b>
2+397.75	2+433.04	35.29	45.286	145.299	30	96.866	317.452	<b>NO CUMPLE</b>
2+528.37	2+584.51	56.14	45.286	145.299	30	96.866	317.452	<b>NO CUMPLE</b>
2+650.33	2+771.66	121.33	45.286	145.299	30	96.866	317.452	<b>NO CUMPLE</b>
2+816.70	2+835.88	19.18	45.286	145.299	30	96.866	317.452	<b>NO CUMPLE</b>
2+883.51	2+903.34	19.83	45.286	145.299	30	96.866	317.452	<b>NO CUMPLE</b>
2+949.27	2+975.00	25.73	45.286	145.299	30	96.866	317.452	<b>NO CUMPLE</b>
3+027.07	3+054.24	27.17	45.286	145.299	30	96.866	317.452	<b>NO CUMPLE</b>
3+100.72	3+202.40	101.68	45.286	145.299	30	96.866	317.452	<b>NO CUMPLE</b>
3+293.88	3+340.17	46.29	45.286	145.299	30	96.866	317.452	<b>NO CUMPLE</b>
3+374.38	3+392.25	17.87	45.286	145.299	30	96.866	317.452	<b>NO CUMPLE</b>
3+458.24	3+478.77	20.53	45.286	145.299	30	96.866	317.452	<b>NO CUMPLE</b>
3+513.30	3+563.30	50.00	45.286	145.299	30	96.866	317.452	<b>NO CUMPLE</b>
3+611.61	3+702.95	91.34	45.286	145.299	30	96.866	317.452	<b>NO CUMPLE</b>
3+763.78	3+775.57	11.79	45.286	145.299	30	96.866	317.452	<b>NO CUMPLE</b>
3+826.81	3+844.57	17.76	45.286	145.299	30	96.866	317.452	<b>NO CUMPLE</b>
3+894.31	3+954.16	59.85	45.286	145.299	30	96.866	317.452	<b>NO CUMPLE</b>
3+998.14	4+053.77	55.63	45.286	145.299	30	96.866	317.452	<b>NO CUMPLE</b>
4+205.89	4+288.72	82.83	45.286	145.299	30	96.866	317.452	<b>NO CUMPLE</b>
4+353.80	4+430.19	76.39	45.286	145.299	30	96.866	317.452	<b>NO CUMPLE</b>
4+479.48	4+547.95	68.47	45.286	145.299	30	96.866	317.452	<b>NO CUMPLE</b>
4+616.18	4+636.13	19.95	45.286	145.299	30	96.866	317.452	<b>NO CUMPLE</b>
4+727.44	4+767.41	39.97	45.286	145.299	30	96.866	317.452	<b>NO CUMPLE</b>
4+828.34	4+862.74	34.40	45.286	145.299	30	96.866	317.452	<b>NO CUMPLE</b>
4+966.69	5+028.38	61.69	45.286	145.299	30	96.866	317.452	<b>NO CUMPLE</b>
5+083.15	5+162.12	78.97	45.286	145.299	30	96.866	317.452	<b>NO CUMPLE</b>
5+219.33	5+279.07	59.74	45.286	145.299	30	96.866	317.452	<b>NO CUMPLE</b>
5+339.20	5+354.45	15.25	45.286	145.299	30	96.866	317.452	<b>NO CUMPLE</b>
5+413.77	5+436.58	22.81	45.286	145.299	30	96.866	317.452	<b>NO CUMPLE</b>
5+591.05	5+616.32	25.27	45.286	145.299	30	96.866	317.452	<b>NO CUMPLE</b>
5+664.43	5+691.79	27.36	45.286	145.299	30	96.866	317.452	<b>NO CUMPLE</b>
5+741.18	5+760.31	19.13	45.286	145.299	30	96.866	317.452	<b>NO CUMPLE</b>
5+809.08	5+850.31	41.23	45.286	145.299	30	96.866	317.452	<b>NO CUMPLE</b>
5+904.84	5+950.90	46.06	45.286	145.299	30	96.866	317.452	<b>NO CUMPLE</b>
6+061.07	6+094.80	33.73	45.286	145.299	30	96.866	317.452	<b>NO CUMPLE</b>



Progresiva		Da	D1 (m)	D2 (m)	D3 (m)	D4 (m)	Da	Verificación
Inicial	Final	Existente (m)					DG - 2018 (m)	
6+137.40	6+157.90	20.50	45.286	145.299	30	96.866	317.452	<b>NO CUMPLE</b>
6+198.33	6+270.59	72.26	45.286	145.299	30	96.866	317.452	<b>NO CUMPLE</b>
6+316.90	6+353.86	36.96	45.286	145.299	30	96.866	317.452	<b>NO CUMPLE</b>
6+412.48	6+463.82	51.34	45.286	145.299	30	96.866	317.452	<b>NO CUMPLE</b>
6+525.30	6+553.42	28.12	45.286	145.299	30	96.866	317.452	<b>NO CUMPLE</b>
6+609.22	6+844.87	235.65	45.286	145.299	30	96.866	317.452	<b>NO CUMPLE</b>
6+993.59	7+075.74	82.15	45.286	145.299	30	96.866	317.452	<b>NO CUMPLE</b>
7+132.49	7+152.13	19.64	45.286	145.299	30	96.866	317.452	<b>NO CUMPLE</b>
7+193.63	7+213.57	19.94	45.286	145.299	30	96.866	317.452	<b>NO CUMPLE</b>
7+268.57	7+329.01	60.44	45.286	145.299	30	96.866	317.452	<b>NO CUMPLE</b>
7+380.00	7+400.83	20.83	45.286	145.299	30	96.866	317.452	<b>NO CUMPLE</b>
7+438.23	7+451.50	13.27	45.286	145.299	30	96.866	317.452	<b>NO CUMPLE</b>
7+502.19	7+541.98	39.79	45.286	145.299	30	96.866	317.452	<b>NO CUMPLE</b>
7+620.95	7+634.65	13.70	45.286	145.299	30	96.866	317.452	<b>NO CUMPLE</b>
7+700.00	7+705.41	5.41	45.286	145.299	30	96.866	317.452	<b>NO CUMPLE</b>

Según la tabla 6 del marco teórico, la cual indica que para un tramo de carretera mayor a 5 km que cuenta con una orografía del Tipo 2, el porcentaje mínimo del tramo de carretera con visibilidad adecuada debería de ser de un 33%, porcentaje que no se alcanza debido a que como se observa en la tabla anterior, el 100% de las distancias de visibilidad de paso o adelantamiento analizadas no cumplen con lo establecido en la normativa vigente.

#### 4.6 Diseño geométrico del tramo de carretera:

##### 4.6.1 Diseño geométrico en planta:

##### 4.6.1.1 Tramos en tangente:

Para calcular las longitudes mínimas que deberían de tener los tramos en tangente se tuvo en cuenta el tipo de trazado, para la forma en S se utilizó la ecuación 8 del marco teórico, para la forma en O se utilizó la ecuación 9 del marco teórico, y para el cálculo de la longitud máxima se utilizó la ecuación 10 del marco teórico, cabe mencionar que la norma nos indica que estas longitudes están en función de la velocidad de diseño, y su cálculo se muestra a continuación:

$$L_{mín.s} = 1.39 * 60 = 83.40 \text{ m}$$

$$L_{mín.o} = 2.78 * 60 = 166.80 \text{ m}$$

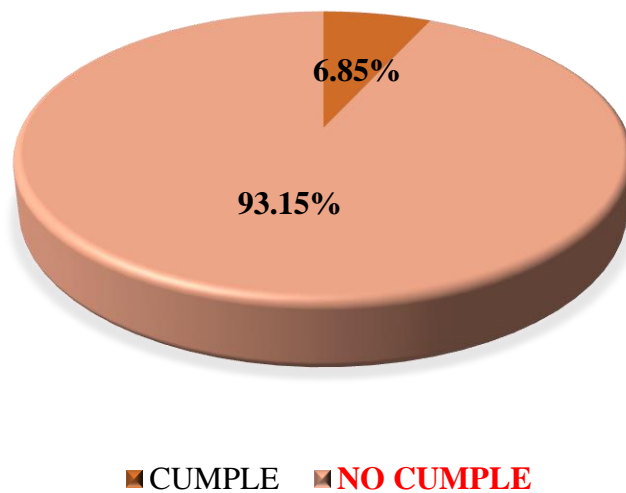
$$L_{\text{máx}} = 16.70 * 60 = 1002 \text{ m}$$

**Tabla 41.** Verificación de las longitudes de los tramos en tangente

Progresiva		Tipo de Tramo Tangente	Longitud Existente (m)	Longitud Mínima DG - 2018 (m)	Longitud Máxima DG - 2018 (m)	Verificación
Inicial	Final					
0+000.00	0+044.75	O	44.75	166.80	1002.00	<b>NO CUMPLE</b>
0+076.69	0+098.73	S	22.04	83.40	1002.00	<b>NO CUMPLE</b>
0+153.70	0+168.63	S	14.93	83.40	1002.00	<b>NO CUMPLE</b>
0+207.46	0+271.87	S	64.41	83.40	1002.00	<b>NO CUMPLE</b>
0+362.83	0+399.03	S	36.20	83.40	1002.00	<b>NO CUMPLE</b>
0+443.94	0+539.94	O	96.00	166.80	1002.00	<b>NO CUMPLE</b>
0+626.01	0+664.70	S	38.69	83.40	1002.00	<b>NO CUMPLE</b>
0+708.61	0+717.77	S	9.16	83.40	1002.00	<b>NO CUMPLE</b>
0+753.80	0+772.59	S	18.79	83.40	1002.00	<b>NO CUMPLE</b>
0+815.62	0+859.93	O	44.31	166.80	1002.00	<b>NO CUMPLE</b>
0+889.44	0+918.94	S	29.50	83.40	1002.00	<b>NO CUMPLE</b>
0+954.81	0+972.79	S	17.98	83.40	1002.00	<b>NO CUMPLE</b>
1+012.56	1+026.57	S	14.01	83.40	1002.00	<b>NO CUMPLE</b>
1+078.40	1+202.61	S	124.21	83.40	1002.00	CUMPLE
1+357.46	1+386.68	O	29.22	166.80	1002.00	<b>NO CUMPLE</b>
1+446.12	1+472.49	S	26.37	83.40	1002.00	<b>NO CUMPLE</b>
1+518.38	1+536.06	S	17.68	83.40	1002.00	<b>NO CUMPLE</b>
1+602.27	1+687.47	O	85.20	166.80	1002.00	<b>NO CUMPLE</b>
1+828.49	1+877.16	S	48.67	83.40	1002.00	<b>NO CUMPLE</b>
1+911.16	1+962.64	S	51.48	83.40	1002.00	<b>NO CUMPLE</b>
2+026.41	2+068.83	S	42.42	83.40	1002.00	<b>NO CUMPLE</b>
2+113.94	2+124.02	S	10.08	83.40	1002.00	<b>NO CUMPLE</b>
2+169.80	2+191.66	S	21.86	83.40	1002.00	<b>NO CUMPLE</b>
2+228.97	2+337.79	S	108.82	83.40	1002.00	CUMPLE
2+397.75	2+433.04	S	35.29	83.40	1002.00	<b>NO CUMPLE</b>
2+528.37	2+584.51	O	56.14	166.80	1002.00	<b>NO CUMPLE</b>
2+650.33	2+771.66	S	121.33	83.40	1002.00	CUMPLE
2+816.70	2+835.88	S	19.18	83.40	1002.00	<b>NO CUMPLE</b>
2+883.51	2+903.34	S	19.83	83.40	1002.00	<b>NO CUMPLE</b>
2+949.27	2+975.00	S	25.73	83.40	1002.00	<b>NO CUMPLE</b>
3+027.07	3+054.24	S	27.17	83.40	1002.00	<b>NO CUMPLE</b>
3+100.72	3+202.40	O	101.68	166.80	1002.00	<b>NO CUMPLE</b>
3+293.88	3+340.17	S	46.29	83.40	1002.00	<b>NO CUMPLE</b>
3+374.38	3+392.25	O	17.87	166.80	1002.00	<b>NO CUMPLE</b>
3+458.24	3+478.77	S	20.53	83.40	1002.00	<b>NO CUMPLE</b>
3+513.30	3+563.30	S	50.00	83.40	1002.00	<b>NO CUMPLE</b>
3+611.61	3+702.95	S	91.34	83.40	1002.00	CUMPLE

Progresiva		Tipo de Tramo Tangente	Longitud Existente (m)	Longitud Mínima DG - 2018 (m)	Longitud Máxima DG - 2018 (m)	Verificación
Inicial	Final					
3+763.78	3+775.57	S	11.79	83.40	1002.00	<b>NO CUMPLE</b>
3+826.81	3+844.57	S	17.76	83.40	1002.00	<b>NO CUMPLE</b>
3+894.31	3+954.16	S	59.85	83.40	1002.00	<b>NO CUMPLE</b>
3+998.14	4+053.77	S	55.63	83.40	1002.00	<b>NO CUMPLE</b>
4+205.89	4+288.72	O	82.83	166.80	1002.00	<b>NO CUMPLE</b>
4+353.80	4+430.19	S	76.39	83.40	1002.00	<b>NO CUMPLE</b>
4+479.48	4+547.95	O	68.47	166.80	1002.00	<b>NO CUMPLE</b>
4+616.18	4+636.13	S	19.95	83.40	1002.00	<b>NO CUMPLE</b>
4+727.44	4+767.41	S	39.97	83.40	1002.00	<b>NO CUMPLE</b>
4+828.34	4+862.74	S	34.40	83.40	1002.00	<b>NO CUMPLE</b>
4+966.69	5+028.38	S	61.69	83.40	1002.00	<b>NO CUMPLE</b>
5+083.15	5+162.12	S	78.97	83.40	1002.00	<b>NO CUMPLE</b>
5+219.33	5+279.07	O	59.74	166.80	1002.00	<b>NO CUMPLE</b>
5+339.20	5+354.45	S	15.25	83.40	1002.00	<b>NO CUMPLE</b>
5+413.77	5+436.58	S	22.81	83.40	1002.00	<b>NO CUMPLE</b>
5+591.05	5+616.32	S	25.27	83.40	1002.00	<b>NO CUMPLE</b>
5+664.43	5+691.79	S	27.36	83.40	1002.00	<b>NO CUMPLE</b>
5+741.18	5+760.31	S	19.13	83.40	1002.00	<b>NO CUMPLE</b>
5+809.08	5+850.31	S	41.23	83.40	1002.00	<b>NO CUMPLE</b>
5+904.84	5+950.90	O	46.06	166.80	1002.00	<b>NO CUMPLE</b>
6+061.07	6+094.80	S	33.73	83.40	1002.00	<b>NO CUMPLE</b>
6+137.40	6+157.90	S	20.50	83.40	1002.00	<b>NO CUMPLE</b>
6+198.33	6+270.59	S	72.26	83.40	1002.00	<b>NO CUMPLE</b>
6+316.90	6+353.86	S	36.96	83.40	1002.00	<b>NO CUMPLE</b>
6+412.48	6+463.82	S	51.34	83.40	1002.00	<b>NO CUMPLE</b>
6+525.30	6+553.42	S	28.12	83.40	1002.00	<b>NO CUMPLE</b>
6+609.22	6+844.87	O	235.65	166.80	1002.00	CUMPLE
6+993.59	7+075.74	S	82.15	83.40	1002.00	<b>NO CUMPLE</b>
7+132.49	7+152.13	S	19.64	83.40	1002.00	<b>NO CUMPLE</b>
7+193.63	7+213.57	S	19.94	83.40	1002.00	<b>NO CUMPLE</b>
7+268.57	7+329.01	S	60.44	83.40	1002.00	<b>NO CUMPLE</b>
7+380.00	7+400.83	S	20.83	83.40	1002.00	<b>NO CUMPLE</b>
7+438.23	7+451.50	S	13.27	83.40	1002.00	<b>NO CUMPLE</b>
7+502.19	7+541.98	O	39.79	166.80	1002.00	<b>NO CUMPLE</b>
7+620.95	7+634.65	O	13.70	166.80	1002.00	<b>NO CUMPLE</b>
7+700.00	7+705.41	S	5.41	83.40	1002.00	<b>NO CUMPLE</b>

**Gráfico 7.** Distribución porcentual de la verificación de las longitudes de los tramos en tangente



Del gráfico 7 podemos observar que, el 93.15% de las longitudes de los tramos en tangente no cumplen con las longitudes mínimas obtenidas de los cálculos realizados, mientras que el 6.85% de las longitudes restantes si cumplen con las longitudes mínimas calculadas según la normativa.

#### 4.6.1.2 Curvas circulares:

Para el cálculo de los elementos que conforman las curvas circulares se utilizaron las ecuaciones 11, 12, 13, 14 y 15 del marco teórico, estas están en función al ángulo de deflexión ( $\Delta$ ) y al radio de la curva ( $R$ ) que se analice, y para el cálculo del radio mínimo se utilizó la ecuación 16 del marco teórico, la cual está en función a la velocidad de diseño, en nuestro caso de 60 km/h, al peralte máximo de 8% y al coeficiente de fricción máximo de 0.15, estos dos últimos datos fueron obtenidos de la tabla 9 presente en el marco teórico, la cual nos indica que están en función del tipo de área donde está ubicada la vía, el tipo de orografía y la velocidad de diseño.

A continuación, se muestra los cálculos realizados para la primera curva circular:

$$L = 2 * \pi * 93.97 * \frac{19^\circ 28' 33.38''}{360} = 31.94 \text{ m}$$

$$T = 93.97 * \tan \frac{19^\circ 28' 33.38''}{2} = 16.13 \text{ m}$$

$$L.C. = 2 * 93.97 * \sin \frac{19^\circ 28' 33.38''}{2} = 31.79 \text{ m}$$

$$M = 93.97 * \left[ 1 - \cos\left(\frac{19^\circ 28' 33.38''}{2}\right) \right] = 1.35 \text{ m}$$

$$E = 93.97 * \left[ \sec\left(\frac{19^\circ 28' 33.38''}{2}\right) - 1 \right] = 1.37 \text{ m}$$

$$R_{\min} = \frac{60^2}{127 * (0.08 + 0.15)} = 123.25 \text{ m}$$

El radio de la primera curva circular es de 93.97 m, y al compararlo con el radio mínimo calculado de 123.25 m, podemos ver que es menor a este, lo que nos indica que no cumple con lo mínimo establecido por la normativa vigente.

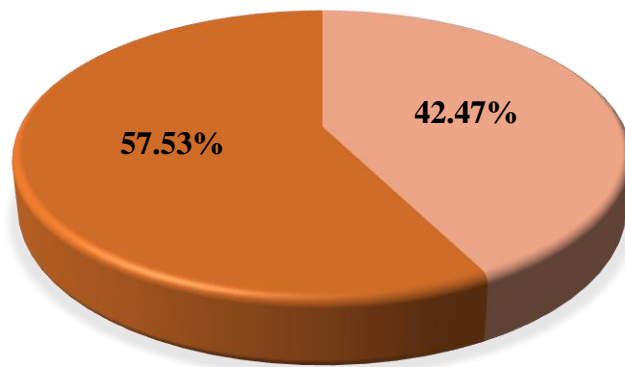
**Tabla 42.** Elementos que conforman las curvas circulares y verificación de los radios mínimos

N° Curva	Δ			Radio (m)	Longitud Curva L (m)	Tangente T (m)	Cuerda L.C. (m)	Flecha M (m)	Externa E (m)	Radio mín. (m)	Verificación
	G°	M'	S''								
C1	19	28	33.38	93.97	31.94	16.13	31.79	1.35	1.37	123.25	<b>NO CUMPLE</b>
C2	38	5	13.77	82.70	54.97	28.54	53.97	4.53	4.79	123.25	<b>NO CUMPLE</b>
C3	29	50	22.82	74.56	38.83	19.87	38.39	2.51	2.60	123.25	<b>NO CUMPLE</b>
C4	34	16	49.94	152.02	90.95	46.88	89.60	6.75	7.07	123.25	CUMPLE
C5	11	58	47.36	214.79	44.91	22.54	44.83	1.17	1.18	123.25	CUMPLE
C6	63	51	25.37	77.23	86.07	48.12	81.68	11.68	13.77	123.25	<b>NO CUMPLE</b>
C7	23	6	24.17	108.87	43.91	22.26	43.61	2.21	2.25	123.25	<b>NO CUMPLE</b>
C8	13	30	10.50	152.89	36.03	18.10	35.95	1.06	1.07	123.25	CUMPLE
C9	20	34	5.62	119.86	43.03	21.75	42.80	1.93	1.96	123.25	<b>NO CUMPLE</b>
C10	4	4	44.09	414.51	29.51	14.76	29.50	0.26	0.26	123.25	CUMPLE
C11	34	15	35.89	60.00	35.88	18.49	35.34	2.66	2.79	123.25	<b>NO CUMPLE</b>
C12	21	25	15.80	106.36	39.77	20.12	39.54	1.85	1.89	123.25	<b>NO CUMPLE</b>
C13	14	52	50.68	199.55	51.83	26.06	51.68	1.68	1.69	123.25	CUMPLE
C14	59	53	36.97	76.67	80.15	44.17	76.55	10.24	11.81	123.25	<b>NO CUMPLE</b>
C15	86	26	48.87	49.51	74.69	46.53	67.81	13.43	18.43	123.25	<b>NO CUMPLE</b>
C16	12	20	29.19	275.95	59.44	29.84	59.33	1.60	1.61	123.25	CUMPLE
C17	12	26	29.30	211.32	45.89	23.03	45.8	1.24	1.25	123.25	CUMPLE
C18	15	55	41.01	238.14	66.20	33.32	65.99	2.30	2.32	123.25	CUMPLE
C19	17	50	2.98	453.05	141.02	71.08	140.45	5.48	5.54	123.25	CUMPLE
C20	56	5	47.02	34.73	34.00	18.50	32.66	4.08	4.62	123.25	<b>NO CUMPLE</b>
C21	95	22	58.92	38.30	63.77	42.08	56.66	12.52	18.60	123.25	<b>NO CUMPLE</b>
C22	43	4	35.50	60.00	45.11	23.68	44.05	4.19	4.50	123.25	<b>NO CUMPLE</b>
C23	49	1	51.92	53.49	45.78	24.40	44.39	4.82	5.30	123.25	<b>NO CUMPLE</b>
C24	45	48	20.61	46.66	37.30	19.71	36.32	3.68	3.99	123.25	<b>NO CUMPLE</b>
C25	103	53	54.94	33.07	59.96	42.25	52.08	12.69	20.58	123.25	<b>NO CUMPLE</b>
C26	84	34	23.75	64.59	95.34	58.74	86.91	16.81	22.72	123.25	<b>NO CUMPLE</b>

N° Curva	Δ			Radio (m)	Longitud Curva L (m)	Tangente T (m)	Cuerda L.C. (m)	Flecha M (m)	Externa E (m)	Radio mín. (m)	Verificación
	G°	M'	S''								
C27	17	27	51.17	215.94	65.82	33.17	65.56	2.50	2.53	123.25	CUMPLE
C28	24	20	24.91	106.00	45.03	22.86	44.69	2.38	2.44	123.25	<b>NO CUMPLE</b>
C29	44	37	28.10	61.15	47.62	25.09	46.43	4.58	4.95	123.25	<b>NO CUMPLE</b>
C30	76	0	35.07	34.62	45.93	27.05	42.63	7.34	9.32	123.25	<b>NO CUMPLE</b>
C31	23	24	38.55	127.44	52.07	26.40	51.71	2.65	2.71	123.25	CUMPLE
C32	8	54	56.63	298.70	46.48	23.29	46.43	0.9	0.91	123.25	CUMPLE
C33	40	41	5.84	128.83	91.48	47.76	89.57	8.03	8.57	123.25	CUMPLE
C34	2	17	24.16	855.86	34.21	17.11	34.21	0.17	0.17	123.25	CUMPLE
C36	26	46	13.24	73.91	34.53	17.59	34.22	2.01	2.06	123.25	<b>NO CUMPLE</b>
C37	40	43	39.62	67.95	48.30	25.22	47.29	4.25	4.53	123.25	<b>NO CUMPLE</b>
C38	14	31	43.28	239.87	60.83	30.58	60.66	1.93	1.94	123.25	CUMPLE
C39	21	48	22.21	134.64	51.24	25.94	50.94	2.43	2.48	123.25	CUMPLE
C40	27	14	30.62	104.61	49.74	25.35	49.27	2.94	3.03	123.25	<b>NO CUMPLE</b>
C41	72	58	40.70	34.52	43.97	25.53	41.06	6.77	8.42	123.25	<b>NO CUMPLE</b>
C42	17	20	53.27	502.40	152.12	76.64	151.54	5.75	5.81	123.25	CUMPLE
C43	98	5	59.09	38.01	65.08	43.80	57.42	13.10	19.99	123.25	<b>NO CUMPLE</b>
C44	66	29	18.49	42.48	49.29	27.84	46.57	6.95	8.31	123.25	<b>NO CUMPLE</b>
C45	27	54	45.54	140.07	68.24	34.81	67.56	4.13	4.26	123.25	CUMPLE
C46	61	46	31.38	84.68	91.30	50.66	86.95	12.01	13.99	123.25	<b>NO CUMPLE</b>
C47	22	16	12.98	156.76	60.93	30.86	60.55	2.95	3.01	123.25	CUMPLE
C48	35	29	43.08	167.79	103.95	53.70	102.30	7.99	8.38	123.25	CUMPLE
C49	111	52	41.66	28.04	54.76	41.48	46.47	12.34	22.03	123.25	<b>NO CUMPLE</b>
C50	20	26	25.72	160.35	57.20	28.91	56.90	2.54	2.59	123.25	CUMPLE
C51	28	20	22.56	121.57	60.13	30.69	59.52	3.70	3.81	123.25	<b>NO CUMPLE</b>
C52	113	47	31.04	29.87	59.32	45.81	50.04	13.55	24.82	123.25	<b>NO CUMPLE</b>
C53	31	40	59.65	140.02	77.43	39.73	76.44	5.32	5.53	123.25	CUMPLE
C54	43	5	38.11	102.44	77.05	40.45	75.24	7.16	7.70	123.25	<b>NO CUMPLE</b>
C55	54	35	7.36	50.50	48.11	26.06	46.31	5.62	6.33	123.25	<b>NO CUMPLE</b>
C56	83	40	11.96	33.82	49.39	30.28	45.12	8.62	11.57	123.25	<b>NO CUMPLE</b>
C57	54	44	2.65	51.05	48.77	26.43	46.94	5.71	6.43	123.25	<b>NO CUMPLE</b>
C58	49	41	25.75	62.87	54.53	29.11	52.84	5.82	6.41	123.25	<b>NO CUMPLE</b>
C59	44	53	45.84	140.60	110.17	58.09	107.38	10.65	11.53	123.25	CUMPLE
C60	68	2	56.99	35.87	42.60	24.22	40.14	6.14	7.41	123.25	<b>NO CUMPLE</b>
C61	17	11	52.70	134.70	40.43	20.37	40.28	1.51	1.53	123.25	CUMPLE
C62	83	20	24.45	31.84	46.31	28.34	42.34	8.06	10.78	123.25	<b>NO CUMPLE</b>
C63	26	6	20.97	128.67	58.62	29.83	58.12	3.32	3.41	123.25	CUMPLE
C64	26	17	27.14	133.97	61.47	31.29	60.94	3.51	3.61	123.25	CUMPLE
C65	115	51	25.61	27.60	55.80	44.04	46.77	12.94	24.38	123.25	<b>NO CUMPLE</b>
C66	59	10	2.24	144.01	148.71	81.75	142.19	18.77	21.59	123.25	CUMPLE
C67	88	9	23.8	36.88	56.75	35.72	51.31	10.39	14.46	123.25	<b>NO CUMPLE</b>
C68	35	17	47.11	67.37	41.50	21.43	40.85	3.17	3.33	123.25	<b>NO CUMPLE</b>

N° Curva	$\Delta$			Radio (m)	Longitud Curva L (m)	Tangente T (m)	Cuerda L.C. (m)	Flecha M (m)	Externa E (m)	Radio mín. (m)	Verificación
	G°	M'	S''								
C69	54	12	40.15	58.12	54.99	29.75	52.97	6.38	7.17	123.25	<b>NO CUMPLE</b>
C70	16	10	1.18	180.68	50.98	25.66	50.81	1.80	1.81	123.25	CUMPLE
C71	75	31	33.36	28.38	37.40	21.98	34.75	5.94	7.52	123.25	<b>NO CUMPLE</b>
C72	15	0	4.73	193.60	50.69	25.49	50.54	1.66	1.67	123.25	CUMPLE
C73	18	26	56.97	245.24	78.97	39.83	78.63	3.17	3.21	123.25	CUMPLE
C74	6	10	40.68	606.03	65.35	32.70	65.31	0.88	0.88	123.25	CUMPLE

**Gráfico 8.** Distribución porcentual de la verificación de los radios de las curvas circulares



■ CUMPLE ■ **NO CUMPLE**

Del gráfico 8 podemos observar que, el 57.53% de los radios de las curvas circulares son inferiores al radio mínimo exigido por la normativa vigente, y solo el 42.47% logran cumplir con dicha condición.

#### 4.6.1.3 Curvas compuestas:

El manual indica que se debe tener en cuenta la relación de los radios de las curvas que las conforman, este dice que el radio de una de las curvas no debe exceder 1.5 veces el radio de la otra, su verificación se muestra a continuación.

**Tabla 43.** Verificación de la relación de los radios de las curvas que conforman las curvas compuestas

N° Curva	$\Delta$			Radio (m)	Longitud Curva (m)	Tangente (m)	Cuerda (m)	Flecha (m)	Externa (m)	0.67<R1/R2 <1.50 (m)	Verificación
	G°	M'	S''								
C14	59	53	36.97	76.67	80.15	44.17	76.55	10.24	11.81	1.55	<b>NO CUMPLE</b>
C15	86	26	48.87	49.51	74.69	46.53	67.81	13.43	18.43		
C53	31	40	59.65	140.02	77.43	39.73	76.44	5.32	5.53	1.37	CUMPLE
C54	43	5	38.11	102.44	77.05	40.45	75.24	7.16	7.70		

Teniendo en cuenta la verificación antes realizada en la tabla 43, se puede decir que la mitad de las curvas compuestas cumplen, mientras que la otra mitad no cumplen con lo estipulado en el manual.

#### 4.6.1.4 Curvas de vuelta:

En cuanto a las curvas de vuelta se tuvo como base el vehículo de diseño, en este caso el B3 – 1, el cual según el manual necesita un radio mínimo de giro de 13.70 m, como se muestra en la tabla 3 presente en el marco teórico.

**Tabla 44.** Verificación de los radios mínimos de las curvas de vuelta

N° Curva	$\Delta$			Radio (m)	Longitud Curva (m)	Tangente (m)	Cuerda (m)	Flecha (m)	Externa (m)	Radio mín. (m)	Verificación
	G°	M'	S''								
C35	200	47	44.82	18.83	65.99	102.62	37.04	22.23	123.17	13.70	CUMPLE

Teniendo en cuenta lo anteriormente mencionado, se comparó el radio de 18.83 m que presenta la curva, con el radio mínimo de giro de 13.70 m que nos indica la norma, y se pudo afirmar que esta curva de vuelta cumple con lo estipulado por el manual.

#### 4.6.1.5 Transición de peralte:

Para calcular la longitud mínima de transición de peralte se utilizó la ecuación 18 presente en el marco teórico, pero para aplicar esta ecuación primero se tuvo que determinar las variables que la componen, como el peralte máximo (ip máx.), el peralte final (pf), el peralte inicial (pi) y la distancia del borde de la calzada al eje de giro del peralte (B), a continuación se muestra la determinación de cada una de las variables y la aplicación de las ecuaciones antes mencionadas para una longitud de transición, con las demás se procedió de la misma manera:



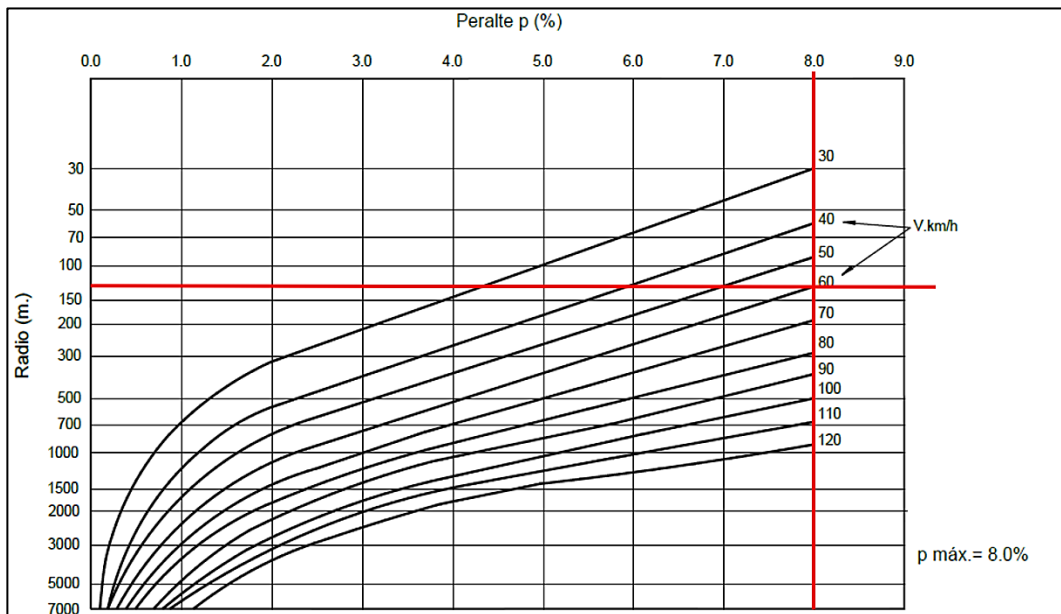
Para el cálculo del peralte máximo ( $i_{p\text{máx}}$ ) se utilizó la ecuación 17 presente en el marco teórico, la cual está en función de la velocidad de diseño:

$$i_{p\text{máx}} = 1.8 - 0.01 * 60$$

$$i_{p\text{máx}} = 1.20\%$$

Para determinar el peralte final (pf) se utilizó la siguiente figura, la cual está en base a la zona, la orografía, la velocidad de diseño y a los radios de curvatura:

**Figura 20.** Obtención del peralte final de una curva



Nota. Recuperado del Manual de Carreteras: Diseño Geométrico, MTC (2018)

Como se observa en la figura 20 para una velocidad de diseño de 60 km/h y radios menores a 130 m, el peralte que se debe usar es el peralte máximo de 8%.

El peralte inicial ( $p_i$ ) vendría a ser el bombeo de la calzada, el cual según la tabla 15, la cual nos indica los valores del bombeo de una calzada según el tipo de superficie, en este caso pavimento asfáltico y la precipitación por año, en este caso mayor a 500 mm/año como se muestra en los anexos, tenemos que el valor del bombeo es de 2.50%.

La distancia del borde de la calzada al eje de giro del peralte (B) vendría a ser la mitad del ancho de la calzada, entonces según la tabla 13 tenemos que para una carretera de segunda clase tipo 2 y una velocidad de diseño de 60 km/h, el ancho mínimo de calzada en tangente es de 7.20 m, por lo que la distancia del borde de la calzada al eje de giro del peralte(B) sería de 3.60 m.

Luego de obtener las variables presentes en la ecuación 18, reemplazamos y obtenemos la longitud mínima de transición de peralte:

$$L_{t_{min}} = \frac{8 - (-2.50)}{1.20} * 3.60 = 31.50 \text{ m}$$

Para saber que parte del total de la longitud de transición es la longitud de transición de bombeo y la longitud de transición de peralte se empleó la misma ecuación, lo único que se cambió fueron los valores del peralte final y el peralte inicial respectivamente, como se muestra a continuación:

$$L_b = \frac{0 - (-2.50)}{1.20} * 3.60 = 7.50 \text{ m}$$

$$L_p = \frac{8 - 0}{1.20} * 3.60 = 24.00 \text{ m}$$

Se calculó la proporción de peralte a desarrollar en tangente para la primera curva según la tabla 16 presente en el marco teórico, esta curva presenta un peralte máximo de 8% y es por ello que se aplicó lo siguiente:

$$L_{t_{Tangente}} = 0.80 * 31.50 = 25.20 \text{ m}$$

Finalmente se evaluó dos condiciones, la primera donde la longitud de transición se desarrolla completamente en tangente y la segunda donde una proporción del peralte se desarrolla en tangente, como se muestra en la siguiente tabla.

**Tabla 45.** Verificación de las longitudes mínimas de transición de peralte

TT / Nº Curva	Radio (m)	Pf (%)	Lt (m)	Lb (m)	Lp (m)	Lt en Tangente (m)	Lt1 + Lt2 (m)	Lt1 + Lt2 en Tangente (m)	Tangente PT - PC (m)	Verificación 1	Verificación 2
C1	93.97	8.00	31.50	7.50	24.00	25.20					
T2							63.00	50.40	22.04	<b>NO CUMPLE</b>	<b>NO CUMPLE</b>
C2	82.70	8.00	31.50	7.50	24.00	25.20					
T3							63.00	50.40	14.93	<b>NO CUMPLE</b>	<b>NO CUMPLE</b>
C3	74.56	8.00	31.50	7.50	24.00	25.20					
T4							61.50	49.20	64.41	CUMPLE	CUMPLE
C4	152.02	7.50	30.00	7.50	22.50	24.00					
T5							57.30	43.11	36.20	<b>NO CUMPLE</b>	<b>NO CUMPLE</b>
C5	214.79	6.60	27.30	7.50	19.80	19.11					
T6							58.80	44.31	96.00	CUMPLE	CUMPLE
C6	77.23	8.00	31.50	7.50	24.00	25.20					

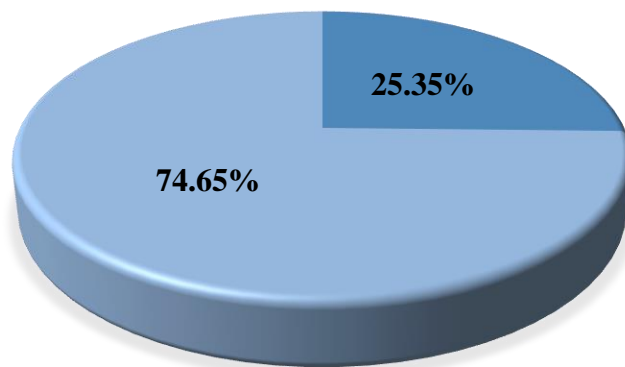
TT / Nº Curva	Radio (m)	Pf (%)	Lt (m)	Lb (m)	Lp (m)	Lt en Tangente (m)	Lt1 + Lt2 (m)	Lt1 + Lt2 en Tangente (m)	Tangente PT - PC (m)	Verificación 1	Verificación 2
T7							63.00	50.40	38.69	<b>NO CUMPLE</b>	<b>NO CUMPLE</b>
C7	108.87	8.00	31.50	7.50	24.00	25.20					
T8							61.50	49.20	9.16	<b>NO CUMPLE</b>	<b>NO CUMPLE</b>
C8	152.89	7.50	30.00	7.50	22.50	24.00					
T9							61.50	49.20	18.79	<b>NO CUMPLE</b>	<b>NO CUMPLE</b>
C9	119.86	8.00	31.50	7.50	24.00	25.20					
T10							53.40	40.53	44.31	<b>NO CUMPLE</b>	CUMPLE
C10	414.51	4.80	21.90	7.50	14.40	15.33					
T11							53.40	40.53	29.50	<b>NO CUMPLE</b>	<b>NO CUMPLE</b>
C11	60.00	8.00	31.50	7.50	24.00	25.20					
T12							63.00	50.40	17.98	<b>NO CUMPLE</b>	<b>NO CUMPLE</b>
C12	106.36	8.00	31.50	7.50	24.00	25.20					
T13							59.10	44.52	14.01	<b>NO CUMPLE</b>	<b>NO CUMPLE</b>
C13	199.55	6.70	27.60	7.50	20.10	19.32					
T14							59.10	44.52	124.21	CUMPLE	CUMPLE
C14	76.67	8.00	31.50	7.50	24.00	25.20					
C15	49.51	8.00	31.50	7.50	24.00	25.20					
T15							56.55	42.74	29.22	<b>NO CUMPLE</b>	<b>NO CUMPLE</b>
C16	275.95	5.85	25.05	7.50	17.55	17.54					
T16							52.35	36.65	26.37	<b>NO CUMPLE</b>	<b>NO CUMPLE</b>
C17	211.32	6.60	27.30	7.50	19.80	19.11					
T17							53.40	37.38	17.68	<b>NO CUMPLE</b>	<b>NO CUMPLE</b>
C18	238.14	6.20	26.10	7.50	18.60	18.27					
T18							46.80	28.62	85.20	CUMPLE	CUMPLE
C19	453.05	4.40	20.70	7.50	13.20	10.35					
T19							52.20	35.55	48.67	<b>NO CUMPLE</b>	CUMPLE
C20	34.73	8.00	31.50	7.50	24.00	25.20					
T20							63.00	50.40	51.48	<b>NO CUMPLE</b>	CUMPLE
C21	38.30	8.00	31.50	7.50	24.00	25.20					
T21							63.00	50.40	42.42	<b>NO CUMPLE</b>	<b>NO CUMPLE</b>
C22	60.00	8.00	31.50	7.50	24.00	25.20					
T22							63.00	50.40	10.08	<b>NO CUMPLE</b>	<b>NO CUMPLE</b>
C23	53.49	8.00	31.50	7.50	24.00	25.20					
T23							63.00	50.40	21.86	<b>NO CUMPLE</b>	<b>NO CUMPLE</b>
C24	46.66	8.00	31.50	7.50	24.00	25.20					
T24							63.00	50.40	108.82	CUMPLE	CUMPLE
C25	33.07	8.00	31.50	7.50	24.00	25.20					
T25							63.00	50.40	35.29	<b>NO CUMPLE</b>	<b>NO CUMPLE</b>
C26	64.59	8.00	31.50	7.50	24.00	25.20					
T26							58.65	44.21	56.14	<b>NO CUMPLE</b>	CUMPLE

TT / Nº Curva	Radio (m)	Pf (%)	Lt (m)	Lb (m)	Lp (m)	Lt en Tangente (m)	Lt1 + Lt2 (m)	Lt1 + Lt2 en Tangente (m)	Tangente PT - PC (m)	Verificación 1	Verificación 2
C27	215.94	6.55	27.15	7.50	19.65	19.01					
T27							58.65	44.21	121.33	CUMPLE	CUMPLE
C28	106.00	8.00	31.50	7.50	24.00	25.20					
T28							63.00	50.40	19.18	<b>NO CUMPLE</b>	<b>NO CUMPLE</b>
C29	61.15	8.00	31.50	7.50	24.00	25.20					
T29							63.00	50.40	19.83	<b>NO CUMPLE</b>	<b>NO CUMPLE</b>
C30	34.62	8.00	31.50	7.50	24.00	25.20					
T30							63.00	50.40	25.73	<b>NO CUMPLE</b>	<b>NO CUMPLE</b>
C31	127.44	8.00	31.50	7.50	24.00	25.20					
T31							55.80	42.21	27.17	<b>NO CUMPLE</b>	<b>NO CUMPLE</b>
C32	298.70	5.60	24.30	7.50	16.80	17.01					
T32							55.80	42.21	101.68	CUMPLE	CUMPLE
C33	128.83	8.00	31.50	7.50	24.00	25.20					
T33							47.10	33.00	46.29	<b>NO CUMPLE</b>	CUMPLE
C34	855.86	2.70	15.60	7.50	8.10	7.80					
T34							47.10	33.00	17.87	<b>NO CUMPLE</b>	<b>NO CUMPLE</b>
C35	18.83	8.00	31.50	7.50	24.00	25.20					
T35							63.00	50.40	20.53	<b>NO CUMPLE</b>	<b>NO CUMPLE</b>
C36	73.91	8.00	31.50	7.50	24.00	25.20					
T36							63.00	50.40	50.00	<b>NO CUMPLE</b>	<b>NO CUMPLE</b>
C37	67.95	8.00	31.50	7.50	24.00	25.20					
T37							57.90	43.68	91.34	CUMPLE	CUMPLE
C38	239.87	6.30	26.40	7.50	18.90	18.48					
T38							57.75	43.56	11.79	<b>NO CUMPLE</b>	<b>NO CUMPLE</b>
C39	134.64	7.95	31.35	7.50	23.85	25.08					
T39							62.85	50.28	17.76	<b>NO CUMPLE</b>	<b>NO CUMPLE</b>
C40	104.61	8.00	31.50	7.50	24.00	25.20					
T40							63.00	50.40	59.85	<b>NO CUMPLE</b>	CUMPLE
C41	34.52	8.00	31.50	7.50	24.00	25.20					
T41							51.15	35.03	55.63	CUMPLE	CUMPLE
C42	502.40	4.05	19.65	7.50	12.15	9.83					
T42							51.15	35.03	82.83	CUMPLE	CUMPLE
C43	38.01	8.00	31.50	7.50	24.00	25.20					
T43							63.00	50.40	76.39	CUMPLE	CUMPLE
C44	42.48	8.00	31.50	7.50	24.00	25.20					
T44							62.55	50.04	68.47	CUMPLE	CUMPLE
C45	140.07	7.85	31.05	7.50	23.55	24.84					
T45							62.55	50.04	19.95	<b>NO CUMPLE</b>	<b>NO CUMPLE</b>
C46	84.68	8.00	31.50	7.50	24.00	25.20					
T46							60.90	48.72	39.97	<b>NO CUMPLE</b>	<b>NO CUMPLE</b>

TT / Nº Curva	Radio (m)	Pf (%)	Lt (m)	Lb (m)	Lp (m)	Lt en Tangente (m)	Lt1 + Lt2 (m)	Lt1 + Lt2 en Tangente (m)	Tangente PT - PC (m)	Verificación 1	Verificación 2
C47	156.76	7.30	29.40	7.50	21.90	23.52					
T47							58.35	46.68	34.40	<b>NO CUMPLE</b>	<b>NO CUMPLE</b>
C48	167.79	7.15	28.95	7.50	21.45	23.16					
T48							60.45	48.36	61.69	CUMPLE	CUMPLE
C49	28.04	8.00	31.50	7.50	24.00	25.20					
T49							60.75	48.60	78.97	CUMPLE	CUMPLE
C50	160.35	7.25	29.25	7.50	21.75	23.40					
T50							60.75	48.60	59.74	<b>NO CUMPLE</b>	CUMPLE
C51	121.57	8.00	31.50	7.50	24.00	25.20					
T51							63.00	50.40	15.25	<b>NO CUMPLE</b>	<b>NO CUMPLE</b>
C52	29.87	8.00	31.50	7.50	24.00	25.20					
T52							62.55	50.04	22.81	<b>NO CUMPLE</b>	<b>NO CUMPLE</b>
C53	140.02	7.85	31.05	7.50	23.55	24.84					
C54	102.44	8.00	31.50	7.50	24.00	25.20					
T53							63.00	50.40	25.27	<b>NO CUMPLE</b>	<b>NO CUMPLE</b>
C55	50.50	8.00	31.50	7.50	24.00	25.20					
T54							63.00	50.40	27.36	<b>NO CUMPLE</b>	<b>NO CUMPLE</b>
C56	33.82	8.00	31.50	7.50	24.00	25.20					
T55							63.00	50.40	19.13	<b>NO CUMPLE</b>	<b>NO CUMPLE</b>
C57	51.05	8.00	31.50	7.50	24.00	25.20					
T56							63.00	50.40	41.23	<b>NO CUMPLE</b>	<b>NO CUMPLE</b>
C58	62.87	8.00	31.50	7.50	24.00	25.20					
T57							62.55	50.04	46.06	<b>NO CUMPLE</b>	<b>NO CUMPLE</b>
C59	140.60	7.85	31.05	7.50	23.55	24.84					
T58							62.55	50.04	33.73	<b>NO CUMPLE</b>	<b>NO CUMPLE</b>
C60	35.87	8.00	31.50	7.50	24.00	25.20					
T59							62.85	50.28	20.50	<b>NO CUMPLE</b>	<b>NO CUMPLE</b>
C61	134.70	7.95	31.35	7.50	23.85	25.08					
T60							62.85	50.28	72.26	CUMPLE	CUMPLE
C62	31.84	8.00	31.50	7.50	24.00	25.20					
T61							63.00	50.40	36.96	<b>NO CUMPLE</b>	<b>NO CUMPLE</b>
C63	128.67	8.00	31.50	7.50	24.00	25.20					
T62							62.85	50.28	51.34	<b>NO CUMPLE</b>	CUMPLE
C64	133.97	7.95	31.35	7.50	23.85	25.08					
T63							62.85	50.28	28.12	<b>NO CUMPLE</b>	<b>NO CUMPLE</b>
C65	27.60	8.00	31.50	7.50	24.00	25.20					
T64							61.95	49.56	235.65	CUMPLE	CUMPLE
C66	144.01	7.65	30.45	7.50	22.95	24.36					
T65							61.95	49.56	82.15	CUMPLE	CUMPLE
C67	36.88	8.00	31.50	7.50	24.00	25.20					

TT / N° Curva	Radio (m)	Pf (%)	Lt (m)	Lb (m)	Lp (m)	Lt en Tangente (m)	Lt1 + Lt2 (m)	Lt1 + Lt2 en Tangente (m)	Tangente PT - PC (m)	Verificación 1	Verificación 2
T66							63.00	50.40	19.64	<b>NO CUMPLE</b>	<b>NO CUMPLE</b>
C68	67.37	8.00	31.50	7.50	24.00	25.20					
T67							63.00	50.40	19.94	<b>NO CUMPLE</b>	<b>NO CUMPLE</b>
C69	58.12	8.00	31.50	7.50	24.00	25.20					
T68							60.00	45.15	60.44	CUMPLE	CUMPLE
C70	180.68	7.00	28.50	7.50	21.00	19.95					
T69							60.00	45.15	20.83	<b>NO CUMPLE</b>	<b>NO CUMPLE</b>
C71	28.38	8.00	31.50	7.50	24.00	25.20					
T70							59.55	44.84	13.27	<b>NO CUMPLE</b>	<b>NO CUMPLE</b>
C72	193.60	6.85	28.05	7.50	20.55	19.64					
T71							54.00	37.80	39.79	<b>NO CUMPLE</b>	CUMPLE
C73	245.24	6.15	25.95	7.50	18.45	18.17					
T72							44.25	27.32	13.70	<b>NO CUMPLE</b>	<b>NO CUMPLE</b>
C74	606.03	3.60	18.30	7.50	10.80	9.15					

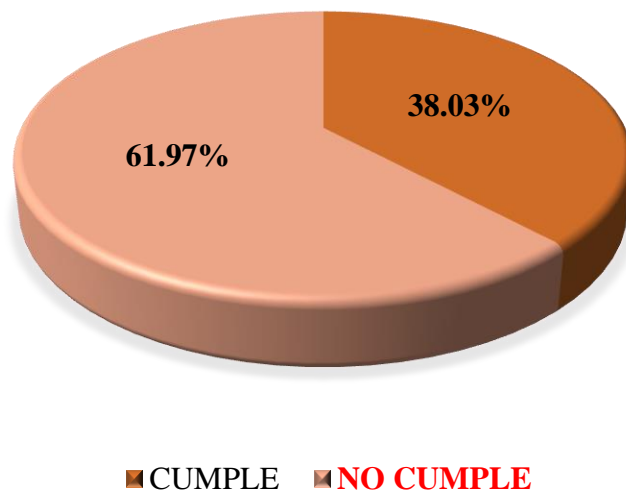
**Gráfico 9.** Distribución porcentual de la verificación 1 de las longitudes mínimas de transición de peralte



■ CUMPLE ■ **NO CUMPLE**

El gráfico 9 nos muestra que 74.65% de las longitudes de las tangentes no son suficientes para la transición de peralte, y que el 25.35% si cumplen con lo mínimo establecido según el manual.

**Gráfico 10.** Distribución porcentual de la verificación 2 de las longitudes mínimas de transición de peralte



El gráfico 10 nos muestra que 61.97% de las longitudes de las tangentes no son las mínimas necesarias para las longitudes de transición de peralte, y que el 38.03% si cumplen con lo mínimo establecido según el manual.

#### 4.6.1.6 Sobreancho:

Para calcular el sobreancho se utilizó la ecuación 19 presente en el marco teórico, esta ecuación involucra la velocidad de diseño de 60 km/h, el número de carriles que en este caso es 2, la distancia entre el eje posterior y la parte frontal del vehículo de diseño, que según la figura 19 es de 9.95 m y los radios de cada curva, a continuación se muestra el cálculo para la primera curva:

$$Sa = 2 * \left( 93.97 - \sqrt{93.97^2 - 9.95^2} \right) + \frac{60}{10 * \sqrt{93.97}} = 1.68 \text{ m}$$

Según el cálculo realizado el sobreancho para la primera curva es de 1.68 m, a este lo comparamos con el sobreancho existente, el cual lo obtenemos de restar el ancho de calzada existente con el ancho mínimo de calzada dado por la norma, para la primera curva tenemos que el sobreancho existente es de 0 m, ya que esta no cumple ni con el ancho mínimo de calzada estipulado en la normativa vigente, de igual manera se procedió para el resto de las curvas existentes.

Además de esto se realizó el cálculo del sobreancho para un vehículo articulado, mediante las ecuaciones 20, 21, 22, 23 y 24 presentes en el marco teórico, estas ecuaciones involucran el número de carriles, la velocidad de diseño, el radio de cada

curva, las dimensiones del vehículo articulado como se muestra en la tabla 10 y el valor del espacio lateral de seguridad que requiere el vehículo como se muestra en la tabla 11, a continuación se muestra los cálculos que se realizaron para la primera curva, para el resto de curvas se realizó el mismo procedimiento.

$$Z = 0.1 * \sqrt{\frac{60}{93.97}} = 0.08 \text{ m}$$

$$F_A = \sqrt{93.97^2 + 1.22 * (2 * 5.95 + 1.22)} - 93.97 = 0.09 \text{ m}$$

$$U = 2.59 + 93.97 - \sqrt{93.97^2 - (5.95 + 0 + 12.97)^2} = 4.51 \text{ m}$$

$$A_c = 2 * (4.51 + 0.90) + 0.09 * (2 - 1) + 0.08 = 10.99 \text{ m}$$

$$S = 10.99 - 7.20 = 3.79 \text{ m}$$

Según el cálculo realizado el sobreebanco para un vehículo articulado en la primera curva es de 3.79 m, a este lo comparamos con el sobreebanco existente de 0 m, ya que la calzada no cumple ni con el ancho mínimo estipulado en la normativa vigente.

**Tabla 46.** Verificación de los sobreebanco en las curvas horizontales

N° Curva	Δ			Radio (m)	Distancia B - B (m)	Sobreebanco Existente (m)	Sobreebanco Calculado (m)	Sobreebanco Articulado (m)	Verificación
	G°	M'	S''						
C1	19	28	33.38	93.97	6.21	0.00	1.68	3.79	<b>NO CUMPLE</b>
C2	38	5	13.77	82.70	6.61	0.00	1.86	4.35	<b>NO CUMPLE</b>
C3	29	50	22.82	74.56	6.68	0.00	2.03	4.86	<b>NO CUMPLE</b>
C4	34	16	49.94	152.02	6.51	0.00	1.14	2.26	<b>NO CUMPLE</b>
C5	11	58	47.36	214.79	6.56	0.00	0.87	1.54	<b>NO CUMPLE</b>
C6	63	51	25.37	77.23	7.22	0.02	1.97	4.68	<b>NO CUMPLE</b>
C7	23	6	24.17	108.87	6.50	0.00	1.49	3.24	<b>NO CUMPLE</b>
C8	13	30	10.50	152.89	6.59	0.00	1.13	2.25	<b>NO CUMPLE</b>
C9	20	34	5.62	119.86	7.01	0.00	1.38	2.92	<b>NO CUMPLE</b>
C10	4	4	44.09	414.51	6.32	0.00	0.53	0.70	<b>NO CUMPLE</b>
C11	34	15	35.89	60.00	7.16	0.00	2.44	6.14	<b>NO CUMPLE</b>
C12	21	25	15.80	106.37	6.91	0.00	1.51	3.32	<b>NO CUMPLE</b>
C13	14	52	50.68	199.55	6.73	0.00	0.92	1.67	<b>NO CUMPLE</b>
C14	59	53	36.97	76.67	6.91	0.00	1.98	4.71	<b>NO CUMPLE</b>
C15	86	26	48.87	49.51	7.47	0.27	2.87	7.57	<b>NO CUMPLE</b>
C16	12	20	29.19	275.95	6.52	0.00	0.72	1.15	<b>NO CUMPLE</b>
C17	12	26	29.30	211.32	6.54	0.00	0.88	1.57	<b>NO CUMPLE</b>
C18	15	55	41.01	238.14	6.57	0.00	0.80	1.37	<b>NO CUMPLE</b>



N° Curva	Δ			Radio (m)	Distancia B - B (m)	Sobreebanco Existente (m)	Sobreebanco Calculado (m)	Sobreebanco Articulado (m)	Verificación
	G°	M'	S''						
C19	17	50	2.98	453.05	6.46	0.00	0.50	0.62	<b>NO CUMPLE</b>
C20	56	5	47.02	34.73	8.36	1.16	3.93	11.35	<b>NO CUMPLE</b>
C21	95	22	58.92	38.31	7.90	0.70	3.60	10.11	<b>NO CUMPLE</b>
C22	43	4	35.50	60.00	7.39	0.19	2.44	6.14	<b>NO CUMPLE</b>
C23	49	1	51.92	53.49	7.62	0.42	2.69	6.95	<b>NO CUMPLE</b>
C24	45	48	20.61	46.66	7.77	0.57	3.02	8.08	<b>NO CUMPLE</b>
C25	103	53	54.94	33.07	8.35	1.15	4.11	12.05	<b>NO CUMPLE</b>
C26	84	34	23.75	64.59	7.27	0.07	2.29	5.67	<b>NO CUMPLE</b>
C27	17	27	51.17	215.94	6.62	0.00	0.87	1.53	<b>NO CUMPLE</b>
C28	24	20	24.91	106.00	6.91	0.00	1.52	3.34	<b>NO CUMPLE</b>
C29	44	37	28.10	61.15	7.47	0.27	2.40	6.01	<b>NO CUMPLE</b>
C30	76	0	35.07	34.62	8.13	0.93	3.94	11.40	<b>NO CUMPLE</b>
C31	23	24	38.55	127.44	6.78	0.00	1.31	2.74	<b>NO CUMPLE</b>
C32	8	54	56.63	298.70	6.12	0.00	0.68	1.05	<b>NO CUMPLE</b>
C33	40	41	5.84	128.83	6.84	0.00	1.30	2.70	<b>NO CUMPLE</b>
C34	2	17	24.16	855.86	6.42	0.00	0.32	0.23	<b>NO CUMPLE</b>
C35	200	47	44.82	18.83	9.65	2.45	7.07	36.81	<b>NO CUMPLE</b>
C36	26	46	13.24	73.91	7.49	0.29	2.04	4.90	<b>NO CUMPLE</b>
C37	40	43	39.62	67.95	7.32	0.12	2.19	5.37	<b>NO CUMPLE</b>
C38	14	31	43.28	239.87	6.58	0.00	0.80	1.36	<b>NO CUMPLE</b>
C39	21	48	22.21	134.64	6.88	0.00	1.25	2.58	<b>NO CUMPLE</b>
C40	27	14	30.62	104.61	6.94	0.00	1.54	3.38	<b>NO CUMPLE</b>
C41	72	58	40.70	34.52	8.38	1.18	3.95	11.44	<b>NO CUMPLE</b>
C42	17	20	53.27	502.40	6.39	0.00	0.46	0.54	<b>NO CUMPLE</b>
C43	98	5	59.09	38.01	7.99	0.79	3.62	10.20	<b>NO CUMPLE</b>
C44	66	29	18.49	42.48	8.02	0.82	3.28	8.98	<b>NO CUMPLE</b>
C45	27	54	45.54	140.07	6.85	0.00	1.21	2.47	<b>NO CUMPLE</b>
C46	61	46	31.38	84.68	7.10	0.00	1.83	4.24	<b>NO CUMPLE</b>
C47	22	16	12.98	156.76	6.70	0.00	1.11	2.18	<b>NO CUMPLE</b>
C48	35	29	43.08	167.79	6.65	0.00	1.05	2.03	<b>NO CUMPLE</b>
C49	111	52	41.66	28.05	8.64	1.44	4.78	14.90	<b>NO CUMPLE</b>
C50	20	26	25.72	160.35	6.68	0.00	1.09	2.13	<b>NO CUMPLE</b>
C51	28	20	22.56	121.57	6.98	0.00	1.36	2.88	<b>NO CUMPLE</b>
C52	113	47	31.04	29.87	8.51	1.31	4.51	13.70	<b>NO CUMPLE</b>
C53	31	40	59.65	140.02	6.80	0.00	1.22	2.47	<b>NO CUMPLE</b>
C54	43	5	38.11	102.44	6.84	0.00	1.56	3.46	<b>NO CUMPLE</b>
C55	54	35	7.36	50.50	7.68	0.48	2.82	7.40	<b>NO CUMPLE</b>
C56	83	40	11.96	33.82	8.08	0.88	4.03	11.72	<b>NO CUMPLE</b>
C57	54	44	2.65	51.05	7.63	0.43	2.80	7.32	<b>NO CUMPLE</b>
C58	49	41	25.75	62.87	7.46	0.26	2.34	5.83	<b>NO CUMPLE</b>
C59	44	53	45.84	140.60	6.66	0.00	1.21	2.46	<b>NO CUMPLE</b>

N° Curva	Δ			Radio (m)	Distancia B - B (m)	Sobreecho Existente (m)	Sobreecho Calculado (m)	Sobreecho Articulado (m)	Verificación
	G°	M'	S''						
C60	68	2	56.99	35.87	8.24	1.04	3.82	10.92	<b>NO CUMPLE</b>
C61	17	11	52.70	134.70	6.83	0.00	1.25	2.58	<b>NO CUMPLE</b>
C62	83	20	24.45	31.84	8.49	1.29	4.25	12.63	<b>NO CUMPLE</b>
C63	26	6	20.97	128.67	6.72	0.00	1.30	2.71	<b>NO CUMPLE</b>
C64	26	17	27.14	133.97	6.66	0.00	1.26	2.59	<b>NO CUMPLE</b>
C65	115	51	25.61	27.60	8.44	1.24	4.85	15.23	<b>NO CUMPLE</b>
C66	59	10	2.24	144.01	6.76	0.00	1.19	2.40	<b>NO CUMPLE</b>
C67	88	9	23.8	36.88	8.14	0.94	3.72	10.57	<b>NO CUMPLE</b>
C68	35	17	47.11	67.37	7.30	0.10	2.21	5.42	<b>NO CUMPLE</b>
C69	54	12	40.15	58.12	7.50	0.30	2.50	6.35	<b>NO CUMPLE</b>
C70	16	10	1.18	180.68	6.72	0.00	0.99	1.87	<b>NO CUMPLE</b>
C71	75	31	33.36	28.38	8.80	1.60	4.73	14.66	<b>NO CUMPLE</b>
C72	15	0	4.73	193.60	6.81	0.00	0.94	1.73	<b>NO CUMPLE</b>
C73	18	26	56.97	245.24	6.15	0.00	0.79	1.32	<b>NO CUMPLE</b>
C74	6	10	40.68	606.03	6.11	0.00	0.41	0.42	<b>NO CUMPLE</b>

Como se observa en la tabla anterior, el 100% de los sobreechos en las curvas no cumplen con los valores obtenidos de los cálculos realizados según la norma actual.

#### 4.6.1.7 Distancia de visibilidad en curvas horizontales:

Como ya se ha mencionado en el marco teórico, para la verificación de la distancia de visibilidad en curvas horizontales es necesario determinar cuál de los casos se nos presenta, según como se muestra en la figura 8, estos involucran la distancia de visibilidad de parada y la longitud de la curva, una vez determinado el caso se aplicará la ecuación 25 o la ecuación 26 para calcular ese ancho libre necesario.

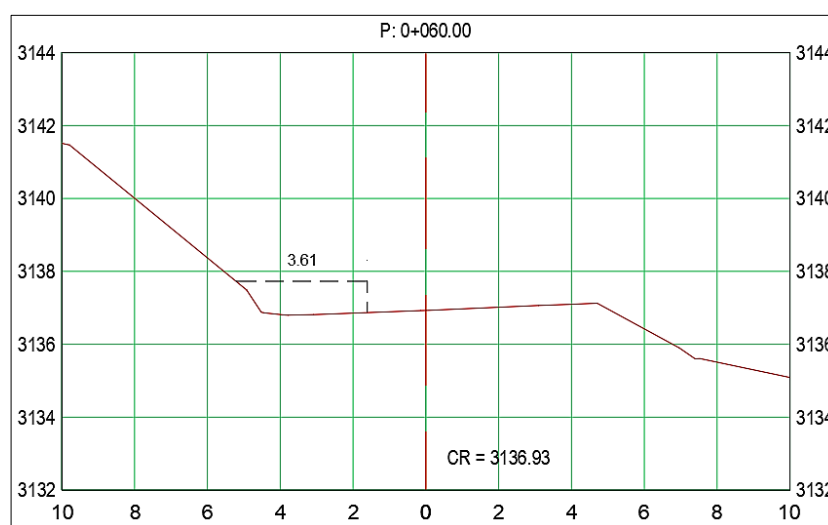
A continuación, se muestra el procedimiento que se realizó para la primera curva, cabe recalcar que el cálculo de las distancias de visibilidad de parada fue determinado como en el ítem 4.5.1.

La distancia de visibilidad de parada que debería tener la primera curva es de 86.71 m y la longitud de esta es de 31.94 m, como se puede ver la  $D_p > L_c$ , entonces estamos ante el caso II, por lo que se aplicó la ecuación 26 para determinar el ancho mínimo necesario.

$$a_{\min} = 93.97 * \left(1 - \cos \frac{28.65 * 86.71}{93.97}\right) = 9.83 \text{ m}$$

Según el cálculo el ancho mínimo necesario para la primera curva horizontal es de 9.83 m, y de acuerdo a la evaluación de las secciones transversales a una altura de 0.86 m, la cual vendría a ser el promedio entre el obstáculo para distancia de visibilidad de parada de 0.65 m y la altura del ojo del conductor de 1.07 m, la distancia hasta el límite de la visual es de 3.61 m, siendo esta menor al ancho mínimo calculado, por lo que podemos decir que no se cumple con lo que la norma indica.

**Figura 21.** Medición del ancho despejado existente en la curva horizontal 1



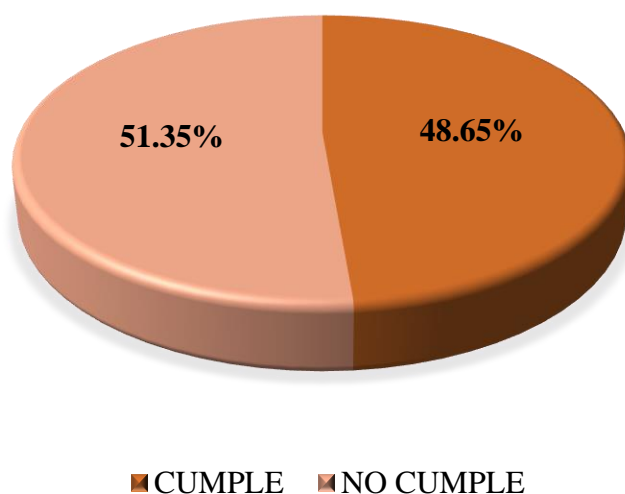
**Tabla 47.** Verificación de las distancias de visibilidad en las curvas horizontales

N° Curva	Δ			Radio (m)	Longitud de Curva (m)	Pendiente Descendente (i%)	Dp máx DG - 2018 (m)	Condición	Caso I: a máx, Caso II: a mín. (m)	Ancho Despejado Existente (m)	Verificación
	G°	M'	S''								
C1	19	28	33.38	93.97	31.94	-3.17%	86.71	Caso II	9.83	3.61	<b>NO CUMPLE</b>
C2	38	5	13.77	82.70	54.97	-4.46%	88.63	Caso II	11.59	Libre	CUMPLE
C3	29	50	22.82	74.56	38.83	-4.46%	88.63	Caso II	12.79	3.55	<b>NO CUMPLE</b>
C4	34	16	49.94	152.02	90.95	-3.69%	87.47	Caso I	6.29	4.32	<b>NO CUMPLE</b>
C5	11	58	47.36	214.79	44.91	-3.02%	86.50	Caso II	4.34	4.92	CUMPLE
C6	63	51	25.37	77.23	86.07	-4.16%	88.17	Caso II	12.25	4.84	<b>NO CUMPLE</b>
C7	23	6	24.17	108.87	43.91	-3.99%	87.91	Caso II	8.75	4.40	<b>NO CUMPLE</b>
C8	13	30	10.50	152.89	36.03	-3.99%	87.91	Caso II	6.28	4.62	<b>NO CUMPLE</b>
C9	20	34	5.62	119.86	43.03	-5.14%	89.71	Caso II	8.30	Libre	CUMPLE
C10	4	4	44.09	414.51	29.51	-1.01%	82.99	Caso II	2.08	Libre	CUMPLE
C11	34	15	35.89	60.00	35.88	-1.01%	82.99	Caso II	13.79	4.88	<b>NO CUMPLE</b>
C12	21	25	15.80	106.36	39.77	0.04%	82.99	Caso II	7.99	4.45	<b>NO CUMPLE</b>
C13	14	52	50.68	199.55	51.83	0.04%	82.99	Caso II	4.30	4.35	CUMPLE
C14	59	53	36.97	76.67	80.15	-0.55%	82.99	Caso II	10.96	Libre	CUMPLE

N° Curva	Δ			Radio (m)	Longitud de Curva (m)	Pendiente Descendente (i%)	Dp máx DG - 2018 (m)	Condición	Caso I: a máx, Caso II: a mín. (m)	Ancho Despejado Existente (m)	Verificación
	G°	M'	S''								
C15	86	26	48.87	49.51	74.69	-2.86%	82.99	Caso II	16.40	4.60	<b>NO CUMPLE</b>
C16	12	20	29.19	275.95	59.44	-2.86%	82.99	Caso II	3.11	3.77	CUMPLE
C17	12	26	29.30	211.32	45.89	-2.86%	82.99	Caso II	4.06	4.76	CUMPLE
C18	15	55	41.01	238.14	66.20	-3.41%	87.06	Caso II	3.97	Libre	CUMPLE
C19	17	50	2.98	453.05	141.02	-3.41%	87.06	Caso I	2.09	Libre	CUMPLE
C20	56	5	47.02	34.73	34.00	-3.41%	87.06	Caso II	23.89	5.36	<b>NO CUMPLE</b>
C21	95	22	58.92	38.30	63.77	-3.41%	87.06	Caso II	22.19	7.84	<b>NO CUMPLE</b>
C22	43	4	35.50	60.00	45.11	-3.20%	86.75	Caso II	15.01	5.33	<b>NO CUMPLE</b>
C23	49	1	51.92	53.49	45.78	-3.20%	86.75	Caso II	16.65	Libre	CUMPLE
C24	45	48	20.61	46.66	37.30	-3.20%	86.75	Caso II	18.75	5.31	<b>NO CUMPLE</b>
C25	103	53	54.94	33.07	59.96	-3.20%	86.75	Caso II	24.60	Libre	CUMPLE
C26	84	34	23.75	64.59	95.34	-3.31%	86.91	Caso I	14.62	4.79	<b>NO CUMPLE</b>
C27	17	27	51.17	215.94	65.82	-3.31%	86.91	Caso II	4.36	8.61	CUMPLE
C28	24	20	24.91	106.00	45.03	-3.31%	86.91	Caso II	8.78	Libre	CUMPLE
C29	44	37	28.10	61.15	47.62	-3.31%	86.91	Caso II	14.80	4.42	<b>NO CUMPLE</b>
C30	76	0	35.07	34.62	45.93	-3.31%	86.91	Caso II	23.88	Libre	CUMPLE
C31	23	24	38.55	127.44	52.07	-2.81%	82.99	Caso II	6.70	4.15	<b>NO CUMPLE</b>
C32	8	54	56.63	298.70	46.48	-2.81%	82.99	Caso II	2.88	Libre	CUMPLE
C33	40	41	5.84	128.83	91.48	-2.81%	82.99	Caso I	6.68	Libre	CUMPLE
C34	2	17	24.16	855.86	34.21	-2.42%	82.99	Caso II	1.01	4.13	CUMPLE
C35	200	47	44.82	18.83	65.99	-3.10%	86.61	Caso II	31.38	7.52	<b>NO CUMPLE</b>
C36	26	46	13.24	73.91	34.53	-3.10%	86.61	Caso II	12.33	4.41	<b>NO CUMPLE</b>
C37	40	43	39.62	67.95	48.30	-3.10%	86.61	Caso II	13.34	4.92	<b>NO CUMPLE</b>
C38	14	31	43.28	239.87	60.83	-3.36%	86.98	Caso II	3.93	5.17	CUMPLE
C39	21	48	22.21	134.64	51.24	-3.36%	86.98	Caso II	6.96	Libre	CUMPLE
C40	27	14	30.62	104.61	49.74	-3.36%	86.98	Caso II	8.91	4.63	<b>NO CUMPLE</b>
C41	72	58	40.70	34.52	43.97	-3.23%	86.80	Caso II	23.88	Libre	CUMPLE
C42	17	20	53.27	502.40	152.12	-2.92%	82.99	Caso I	1.71	4.14	CUMPLE
C43	98	5	59.09	38.01	65.08	-3.72%	87.51	Caso II	22.53	5.16	<b>NO CUMPLE</b>
C44	66	29	18.49	42.48	49.29	-3.72%	87.51	Caso II	20.61	Libre	CUMPLE
C45	27	54	45.54	140.07	68.24	-3.56%	87.28	Caso II	6.74	Libre	CUMPLE
C46	61	46	31.38	84.68	91.30	-3.56%	87.28	Caso I	11.24	6.78	<b>NO CUMPLE</b>
C47	22	16	12.98	156.76	60.93	-4.45%	88.62	Caso II	6.22	Libre	CUMPLE
C48	35	29	43.08	167.79	103.95	-4.45%	88.62	Caso I	5.85	Libre	CUMPLE
C49	111	52	41.66	28.04	54.76	-7.86%	94.59	Caso II	31.29	Libre	CUMPLE
C50	20	26	25.72	160.35	57.20	-7.86%	94.59	Caso II	6.93	4.73	<b>NO CUMPLE</b>
C51	28	20	22.56	121.57	60.13	-3.15%	86.68	Caso II	7.65	6.72	<b>NO CUMPLE</b>
C52	113	47	31.04	29.87	59.32	-3.90%	87.78	Caso II	26.85	Libre	CUMPLE
C53	31	40	59.65	140.02	77.43	-3.90%	87.78	Caso II	6.82	5.26	<b>NO CUMPLE</b>

N° Curva	Δ			Radio (m)	Longitud de Curva (m)	Pendiente Descendente (i%)	Dp máx DG - 2018 (m)	Condición	Caso I: a máx, Caso II: a mín. (m)	Ancho Despejado Existente (m)	Verificación
	G°	M'	S''								
C54	43	5	38.11	102.44	77.05	-3.58%	87.30	Caso II	9.16	5.73	<b>NO CUMPLE</b>
C55	54	35	7.36	50.50	48.11	-3.58%	87.30	Caso II	17.72	Libre	CUMPLE
C56	83	40	11.96	33.82	49.39	-3.58%	87.30	Caso II	24.47	5.80	<b>NO CUMPLE</b>
C57	54	44	2.65	51.05	48.77	-3.58%	87.30	Caso II	17.55	Libre	CUMPLE
C58	49	41	25.75	62.87	54.53	-3.58%	87.30	Caso II	14.56	5.12	<b>NO CUMPLE</b>
C59	44	53	45.84	140.60	110.17	-3.58%	87.30	Caso I	6.78	6.08	<b>NO CUMPLE</b>
C60	68	2	56.99	35.87	42.60	-3.38%	87.01	Caso II	23.31	5.16	<b>NO CUMPLE</b>
C61	17	11	52.70	134.70	40.43	-3.38%	87.01	Caso II	6.97	5.20	<b>NO CUMPLE</b>
C62	83	20	24.45	31.84	46.31	-2.92%	82.99	Caso II	23.43	10.35	<b>NO CUMPLE</b>
C63	26	6	20.97	128.67	58.62	-2.92%	82.99	Caso II	6.63	5.64	<b>NO CUMPLE</b>
C64	26	17	27.14	133.97	61.47	-2.92%	82.99	Caso II	6.38	Libre	CUMPLE
C65	115	51	25.61	27.60	55.80	-2.92%	82.99	Caso II	25.75	5.60	<b>NO CUMPLE</b>
C66	59	10	2.24	144.01	148.71	-3.54%	87.25	Caso I	6.61	5.09	<b>NO CUMPLE</b>
C67	88	9	23.8	36.88	56.75	-3.08%	86.58	Caso II	22.62	Libre	CUMPLE
C68	35	17	47.11	67.37	41.50	-3.08%	86.58	Caso II	13.44	5.44	<b>NO CUMPLE</b>
C69	54	12	40.15	58.12	54.99	-3.08%	86.58	Caso II	15.39	15.20	<b>NO CUMPLE</b>
C70	16	10	1.18	180.68	50.98	-3.08%	86.58	Caso II	5.16	5.53	CUMPLE
C71	75	31	33.36	28.38	37.40	-2.52%	82.99	Caso II	25.30	4.49	<b>NO CUMPLE</b>
C72	15	0	4.73	193.60	50.69	-2.52%	82.99	Caso II	4.43	5.88	CUMPLE
C73	18	26	56.97	245.24	78.97	-2.52%	82.99	Caso II	3.50	5.71	CUMPLE
C74	6	10	40.68	606.03	65.35	-2.52%	82.99	Caso II	1.42	5.14	CUMPLE

**Gráfico 11.** Distribución porcentual de la verificación de las distancias de visibilidad en las curvas horizontales



El grafico 11 nos muestra que, 51.35% de las distancias de visibilidad en las curvas horizontales no cumplen con las distancias necesarias obtenidas según los cálculos, y que el otro 48.65% si cumplen con lo establecido según el manual.

#### 4.6.2 Diseño geométrico en perfil:

##### 4.6.2.1 Pendientes:

La norma nos recomienda dar una pendiente mínima de 0.5 %, para asegurar el drenaje de las aguas superficiales en toda la calzada, además según la tabla 12, la cual nos indica las pendientes máximas tenemos que, para una carretera de segunda clase tipo 2 y una velocidad de diseño de 60 km/h la pendiente máxima permitida es de 7%.

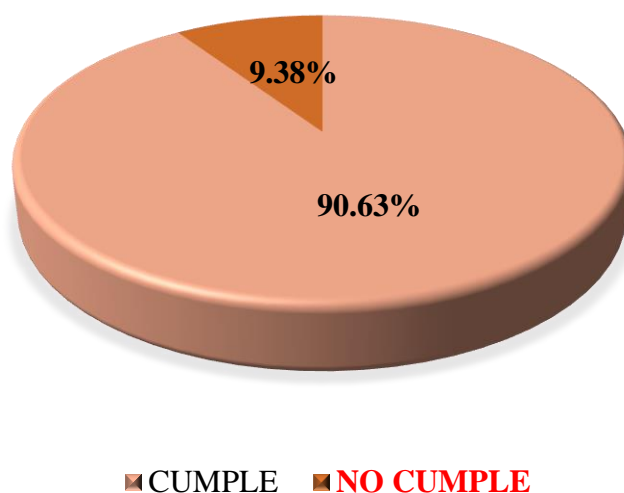
El primer tramo tiene una pendiente de 3.17%, por lo que, según lo descrito anteriormente si se cumple con la pendiente mínima y máxima dispuesta por la norma, para el resto de tramos se efectuó de la misma manera.

**Tabla 48.** Verificación de pendientes longitudinales mínimas y máximas

Progresiva P-PIV		i Existente (%)	Pendiente DG - 2018		Verificación
Inicial	Final		i Mínima (%)	i Máxima (%)	
0+000.00	0+087.69	3.17%	0.50%	7.00%	CUMPLE
0+087.69	0+219.54	4.46%	0.50%	7.00%	CUMPLE
0+219.54	0+327.32	3.69%	0.50%	7.00%	CUMPLE
0+327.32	0+451.87	3.02%	0.50%	7.00%	CUMPLE
0+451.87	0+651.47	4.16%	0.50%	7.00%	CUMPLE
0+651.47	0+764.35	3.99%	0.50%	7.00%	CUMPLE
0+764.35	0+823.37	5.14%	0.50%	7.00%	CUMPLE
0+823.37	0+968.79	1.01%	0.50%	7.00%	CUMPLE
0+968.79	1+101.14	-0.04%	0.50%	7.00%	<b>NO CUMPLE</b>
1+101.14	1+195.32	0.36%	0.50%	7.00%	<b>NO CUMPLE</b>
1+195.32	1+350.24	0.55%	0.50%	7.00%	CUMPLE
1+350.24	1+529.01	2.86%	0.50%	7.00%	CUMPLE
1+529.01	2+454.10	3.41%	0.50%	7.00%	CUMPLE
2+454.10	2+908.00	3.31%	0.50%	7.00%	CUMPLE
2+908.00	3+204.52	2.81%	0.50%	7.00%	CUMPLE
3+204.52	3+445.94	2.42%	0.50%	7.00%	CUMPLE
3+445.94	3+663.77	3.10%	0.50%	7.00%	CUMPLE
3+663.77	3+895.50	3.36%	0.50%	7.00%	CUMPLE
3+895.50	3+969.43	2.49%	0.50%	7.00%	CUMPLE
3+969.43	4+221.13	3.23%	0.50%	7.00%	CUMPLE
4+221.13	4+447.61	3.72%	0.50%	7.00%	CUMPLE
4+447.61	4+728.73	3.56%	0.50%	7.00%	CUMPLE

Progresiva P-PIV		i Existente (%)	Pendiente DG - 2018		Verificación
Inicial	Final		i Mínima (%)	i Máxima (%)	
4+728.73	4+973.70	4.45%	0.50%	7.00%	CUMPLE
4+973.70	5+049.69	6.02%	0.50%	7.00%	CUMPLE
5+049.69	5+218.03	7.86%	0.50%	7.00%	<b>NO CUMPLE</b>
5+218.03	5+386.54	3.15%	0.50%	7.00%	CUMPLE
5+386.54	5+512.46	3.90%	0.50%	7.00%	CUMPLE
5+512.46	5+590.11	3.21%	0.50%	7.00%	CUMPLE
5+590.11	6+189.62	3.58%	0.50%	7.00%	CUMPLE
6+189.62	6+879.41	2.92%	0.50%	7.00%	CUMPLE
6+879.41	7+337.19	3.54%	0.50%	7.00%	CUMPLE
7+337.19	7+705.41	2.52%	0.50%	7.00%	CUMPLE

**Gráfico 12.** Distribución porcentual de la verificación de los pendientes longitudinales



El gráfico 12 nos muestra que 9.38% de las pendientes longitudinales no cumplen la pendiente mínima y máxima establecida, y que el 90.63% si cumplen con lo estipulado por el manual.

#### 4.6.2.2 Curvas verticales:

Según el levantamiento topográfico que se hizo, se pudo definir los elementos de cada una de las curvas verticales existentes en el tramo de carretera en estudio, además de verificar la necesidad de las mismas, de acuerdo a la diferencia algebraica de sus pendientes (A), si esta es menor al 1% no se necesita y si es mayor al 1% si se necesita, como se muestra a continuación:

**Tabla 49. Elementos de las curvas verticales existentes y verificación de la necesidad de las mismas**

Progresiva		Pendiente de Entrada (%)	Pendiente de Salida (%)	Tipo de Curva Vertical	A (   P1% + P2%   )	Longitud C. V (m)	K	Necesidad
Inicial (PCV)	Final (PTV)							
0+037.69	0+137.69	3.17	4.46	Cóncava Tipo 4	1.29	100.00	77.702	NECESITA
0+179.54	0+259.54	4.46	3.69	Convexa Tipo 2	0.76	80.00	104.616	<b>NO NECESITA</b>
0+288.99	0+365.66	3.69	3.02	Convexa Tipo 2	0.67	76.668	114.520	<b>NO NECESITA</b>
0+401.87	0+501.87	3.02	4.16	Cóncava Tipo 4	1.13	100.00	88.212	NECESITA
0+601.47	0+701.47	4.16	3.99	Convexa Tipo 2	0.17	100.00	587.128	<b>NO NECESITA</b>
0+739.73	0+788.97	3.99	5.14	Cóncava Tipo 4	1.15	49.239	42.842	NECESITA
0+793.67	0+853.08	5.14	1.01	Convexa Tipo 2	4.13	59.413	14.391	NECESITA
0+939.04	0+998.53	1.01	-0.04	Convexa Tipo 1	1.05	59.497	56.689	NECESITA
1+061.14	1+141.14	-0.04	0.36	Cóncava Tipo 3	0.40	80.00	199.770	<b>NO NECESITA</b>
1+163.98	1+226.66	0.36	0.55	Cóncava Tipo 4	0.19	62.674	332.956	<b>NO NECESITA</b>
1+285.21	1+415.28	0.55	2.86	Cóncava Tipo 4	2.31	130.072	56.280	NECESITA
1+504.01	1+554.01	2.86	3.41	Cóncava Tipo 4	0.55	50.00	90.778	<b>NO NECESITA</b>
2+404.10	2+504.10	3.20	3.31	Cóncava Tipo 4	0.12	100.00	841.771	<b>NO NECESITA</b>
2+883.55	2+932.45	3.31	2.56	Convexa Tipo 2	0.76	48.907	64.445	<b>NO NECESITA</b>
3+144.52	3+264.52	2.81	2.42	Convexa Tipo 2	0.39	120.00	310.070	<b>NO NECESITA</b>
3+395.94	3+495.94	2.42	3.10	Cóncava Tipo 4	0.68	100.00	146.154	<b>NO NECESITA</b>
3+623.77	3+703.77	3.10	3.36	Cóncava Tipo 4	0.26	80.00	309.874	<b>NO NECESITA</b>
3+866.78	3+924.21	3.36	2.49	Convexa Tipo 2	0.87	57.430	66.171	<b>NO NECESITA</b>
3+944.25	3+994.61	2.49	3.23	Cóncava Tipo 4	0.73	50.358	68.561	<b>NO NECESITA</b>
4+120.22	4+322.03	2.92	3.72	Cóncava Tipo 4	0.81	201.813	250.086	<b>NO NECESITA</b>
4+404.62	4+490.59	3.72	3.56	Convexa Tipo 2	0.16	85.971	524.978	<b>NO NECESITA</b>
4+675.73	4+781.73	3.56	4.45	Cóncava Tipo 4	0.89	105.995	119.475	<b>NO NECESITA</b>
4+953.72	4+993.69	4.45	5.71	Cóncava Tipo 4	1.26	39.970	31.606	NECESITA
5+012.77	5+086.60	6.02	7.86	Cóncava Tipo 4	1.84	73.832	40.113	NECESITA
5+127.69	5+308.37	7.86	3.15	Convexa Tipo 2	4.71	180.688	38.329	NECESITA
5+327.82	5+445.25	3.15	3.90	Cóncava Tipo 4	0.75	117.439	155.876	<b>NO NECESITA</b>
5+486.65	5+538.26	3.90	3.21	Convexa Tipo 2	0.70	51.614	74.162	<b>NO NECESITA</b>
5+575.42	5+604.80	3.21	3.58	Cóncava Tipo 4	0.37	29.379	78.493	<b>NO NECESITA</b>
6+015.85	6+363.40	3.38	2.92	Convexa Tipo 2	0.46	347.550	757.001	<b>NO NECESITA</b>
6+782.15	6+976.66	2.92	3.54	Cóncava Tipo 4	0.62	194.503	314.892	<b>NO NECESITA</b>
7+074.16	7+600.22	3.08	2.52	Convexa Tipo 2	0.56	526.058	933.041	<b>NO NECESITA</b>

Las curvas verticales deben de tener una longitud mínima que nos permita contar con la distancia de visibilidad de parada, por ello la norma indica que, si se trata de una curva vertical convexa y la distancia de visibilidad de parada (Dp) es menor a la longitud de la curva (L), se debe utilizar la ecuación N° 27 para calcular esta longitud



mínima, y si la distancia de visibilidad de parada ( $D_p$ ) es mayor a la longitud de la curva ( $L$ ), se debe utilizar la ecuación N° 28 presente en el marco teórico, estas ecuaciones se basan en la distancia de visibilidad de parada ( $D_p$ ), la diferencia algebraica de pendientes ( $A$ ), la altura del ojo sobre la rasante ( $h_1$ ) de 1.07 m y la altura del objeto sobre la rasante ( $h_2$ ) de 0.15 m.

Si se trata de una curva vertical cóncava en la que la distancia de visibilidad de parada ( $D_p$ ) es menor a la longitud de la curva ( $L$ ), se debe utilizar la ecuación N° 29 para calcular esta longitud mínima, en cambio si la distancia de visibilidad de parada ( $D_p$ ) es mayor a la longitud de la curva ( $L$ ), se debe utilizar la ecuación N° 30, además considerando que los efectos gravitacionales y de fuerzas centrífugas afectan en mayor proporción a las curvas cóncavas se debe utilizar la ecuación N° 31 presente en el marco teórico, estas ecuaciones se basan en la distancia de visibilidad de parada ( $D_p$ ), la diferencia algebraica de las pendientes ( $A$ ) y la velocidad del proyecto ( $V$ ).

A continuación, se muestra el procedimiento que se realizó para la primera curva, cabe recalcar que el cálculo de las distancias de visibilidad de parada fue determinado como en el ítem 4.5.1.

La distancia de visibilidad de parada que debería de tener la primera curva es de 88.63 m y la longitud de esta es de 100 m, como se puede ver la  $D_p < L$ , entonces estamos ante el primer caso para una curva vertical cóncava, por lo que se aplicó la ecuación N° 29 para determinar la longitud mínima necesaria.

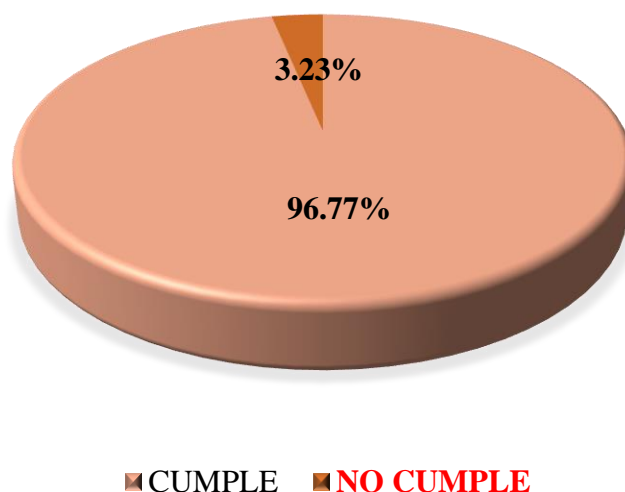
$$L = \frac{1.29 * 88.63^2}{120 + 3.5 * 88.63} = 23.50 \text{ m}$$

Según el cálculo, la longitud mínima que debería tener la primera curva vertical es de 23.50 m, a esta la comparamos con la longitud que tiene la curva que es de 100 m, y vemos que la longitud de la curva es mayor a la longitud mínima calculada, por lo que se puede afirmar que en este caso se cumple con la longitud mínima que nos permite contar con la distancia de visibilidad de parada como indica la norma, cabe mencionar que para el resto de curvas se realizó el mismo procedimiento.

**Tabla 50.** Verificación de las longitudes de las curvas verticales

Progresiva		Pendiente de Entrada (%)	Pendiente de Salida (%)	Tipo de Curva Vertical		A (  P1% + P2%  )	Dp DG - 2018 (m)	Longitud C.V. (m)	Longitud mín. C.V. DG - 2018 (m)	Verificación
Inicial (PCV)	Final (PTV)									
0+037.69	0+137.69	3.17	4.46	Cóncava	Tipo 4	1.29	88.63	100.00	23.50	CUMPLE
0+179.54	0+259.54	4.46	3.69	Convexa	Tipo 2	0.76	88.63	80.00	-351.38	CUMPLE
0+288.99	0+365.66	3.69	3.02	Convexa	Tipo 2	0.67	87.47	76.67	-428.89	CUMPLE
0+401.87	0+501.87	3.02	4.16	Cóncava	Tipo 4	1.13	88.17	100.00	20.56	CUMPLE
0+601.47	0+701.47	4.16	3.99	Convexa	Tipo 2	0.17	88.17	100.00	3.28	CUMPLE
0+739.73	0+788.97	3.99	5.14	Cóncava	Tipo 4	1.15	89.71	49.24	10.47	CUMPLE
0+793.67	0+853.08	5.14	1.01	Convexa	Tipo 2	4.13	89.71	59.41	81.50	<b>NO CUMPLE</b>
0+939.04	0+998.53	1.01	-0.04	Convexa	Tipo 1	1.05	82.99	59.50	-219.18	CUMPLE
1+061.14	1+141.14	-0.04	0.36	Cóncava	Tipo 3	0.40	82.99	80.00	3.65	CUMPLE
1+163.98	1+226.66	0.36	0.55	Cóncava	Tipo 4	0.19	82.99	62.67	1.72	CUMPLE
1+285.21	1+415.28	0.55	2.86	Cóncava	Tipo 4	2.31	82.99	130.07	38.78	CUMPLE
1+504.01	1+554.01	2.86	3.41	Cóncava	Tipo 4	0.55	87.05	50.00	5.02	CUMPLE
2+404.10	2+504.10	3.20	3.31	Cóncava	Tipo 4	0.12	86.92	100.00	2.12	CUMPLE
2+883.55	2+932.45	3.31	2.56	Convexa	Tipo 2	0.76	86.92	48.91	-358.84	CUMPLE
3+144.52	3+264.52	2.81	2.42	Convexa	Tipo 2	0.39	82.99	120.00	6.59	CUMPLE
3+395.94	3+495.94	2.42	3.10	Cóncava	Tipo 4	0.68	86.62	100.00	12.13	CUMPLE
3+623.77	3+703.77	3.10	3.36	Cóncava	Tipo 4	0.26	86.99	80.00	2.35	CUMPLE
3+866.78	3+924.21	3.36	2.49	Convexa	Tipo 2	0.87	86.99	57.43	-291.80	CUMPLE
3+944.25	3+994.61	2.49	3.23	Cóncava	Tipo 4	0.73	86.79	50.36	6.69	CUMPLE
4+120.22	4+322.03	2.92	3.72	Cóncava	Tipo 4	0.81	87.52	201.81	14.50	CUMPLE
4+404.62	4+490.59	3.72	3.56	Convexa	Tipo 2	0.16	87.52	85.97	-2293.50	CUMPLE
4+675.73	4+781.73	3.56	4.45	Cóncava	Tipo 4	0.89	88.61	106.00	16.20	CUMPLE
4+953.72	4+993.69	4.45	5.71	Cóncava	Tipo 4	1.26	90.66	39.97	11.53	CUMPLE
5+012.77	5+086.60	6.02	7.86	Cóncava	Tipo 4	1.84	94.59	73.83	16.78	CUMPLE
5+127.69	5+308.37	7.86	3.15	Convexa	Tipo 2	4.71	94.59	180.69	104.35	CUMPLE
5+327.82	5+445.25	3.15	3.90	Cóncava	Tipo 4	0.75	87.78	117.44	13.59	CUMPLE
5+486.65	5+538.26	3.90	3.21	Convexa	Tipo 2	0.70	87.78	51.61	-405.28	CUMPLE
5+575.42	5+604.80	3.21	3.58	Cóncava	Tipo 4	0.37	87.31	29.38	3.41	CUMPLE
6+015.85	6+363.40	3.38	2.92	Convexa	Tipo 2	0.46	87.01	347.55	8.60	CUMPLE
6+782.15	6+976.66	2.92	3.54	Cóncava	Tipo 4	0.62	87.24	194.50	11.05	CUMPLE
7+074.16	7+600.22	3.08	2.52	Convexa	Tipo 2	0.56	86.58	526.06	10.46	CUMPLE

**Gráfico 13.** Distribución porcentual de la verificación de las longitudes de las curvas verticales



El gráfico 13 nos muestra que 3.23% de las longitudes de las curvas verticales no cumplen con las longitudes mínimas que deberían de tener, y que el 96.77% si cumplen con lo estipulado por el manual.

#### 4.6.3 Diseño geométrico de la sección transversal:

##### 4.6.3.1 Calzada o superficie de rodadura:

Según la tabla 13 presente en el marco teórico, la cual nos indica los valores de los anchos mínimos de calzada en tangente, tenemos que para una carretera de segunda clase tipo 2 y una velocidad de diseño de 60 km/h, el ancho mínimo de calzada en tangente es de 7.20 m, para la verificación se comparó el dato obtenido de la tabla con los anchos de calzada obtenidos por progresiva cada 20 m.

**Tabla 51.** Verificación de los anchos de calzada en tangente

Nº Tramo Tangente	Progresiva	Ancho de Calzada Existente (m)	Ancho de Calzada DG - 2018 (m)	Verificación
T1	0+000.00	6.12	7.20	<b>NO CUMPLE</b>
	0+020.00	6.08	7.20	<b>NO CUMPLE</b>
	0+040.00	6.09	7.20	<b>NO CUMPLE</b>
T2	0+080.00	6.07	7.20	<b>NO CUMPLE</b>
T3	0+160.00	6.41	7.20	<b>NO CUMPLE</b>
T4	0+220.00	6.10	7.20	<b>NO CUMPLE</b>
	0+240.00	6.20	7.20	<b>NO CUMPLE</b>
	0+260.00	6.31	7.20	<b>NO CUMPLE</b>

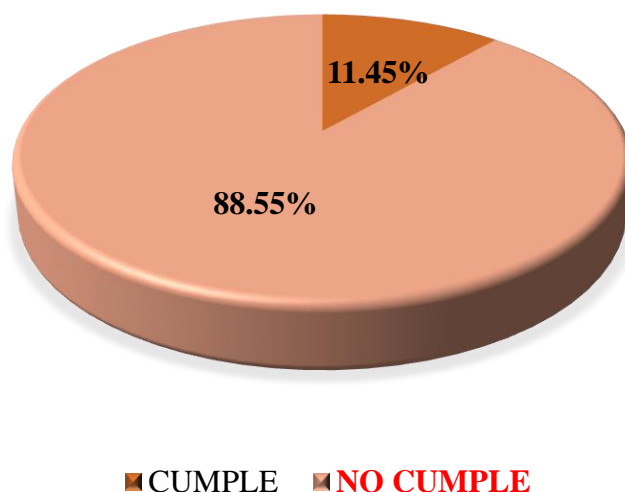
<b>N° Tramo Tangente</b>	<b>Progresiva</b>	<b>Ancho de Calzada Existente (m)</b>	<b>Ancho de Calzada DG - 2018 (m)</b>	<b>Verificación</b>
T5	0+380.00	6.23	7.20	<b>NO CUMPLE</b>
	0+460.00	6.13	7.20	<b>NO CUMPLE</b>
T6	0+480.00	6.09	7.20	<b>NO CUMPLE</b>
	0+500.00	6.18	7.20	<b>NO CUMPLE</b>
	0+520.00	6.17	7.20	<b>NO CUMPLE</b>
T7	0+640.00	6.67	7.20	<b>NO CUMPLE</b>
	0+660.00	6.36	7.20	<b>NO CUMPLE</b>
T9	0+760.00	6.88	7.20	<b>NO CUMPLE</b>
T10	0+820.00	6.17	7.20	<b>NO CUMPLE</b>
	0+840.00	6.02	7.20	<b>NO CUMPLE</b>
T11	0+900.00	6.54	7.20	<b>NO CUMPLE</b>
T12	0+960.00	7.42	7.20	CUMPLE
T13	1+020.00	6.33	7.20	<b>NO CUMPLE</b>
	1+080.00	6.10	7.20	<b>NO CUMPLE</b>
	1+100.00	6.12	7.20	<b>NO CUMPLE</b>
	1+120.00	6.11	7.20	<b>NO CUMPLE</b>
T14	1+140.00	6.10	7.20	<b>NO CUMPLE</b>
	1+160.00	6.10	7.20	<b>NO CUMPLE</b>
	1+180.00	6.10	7.20	<b>NO CUMPLE</b>
	1+200.00	6.39	7.20	<b>NO CUMPLE</b>
T15	1+360.00	7.28	7.20	CUMPLE
	1+380.00	6.73	7.20	<b>NO CUMPLE</b>
T16	1+460.00	6.60	7.20	<b>NO CUMPLE</b>
T17	1+520.00	6.56	7.20	<b>NO CUMPLE</b>
	1+620.00	6.14	7.20	<b>NO CUMPLE</b>
T18	1+640.00	6.10	7.20	<b>NO CUMPLE</b>
	1+660.00	6.12	7.20	<b>NO CUMPLE</b>
	1+680.00	6.16	7.20	<b>NO CUMPLE</b>
T19	1+840.00	6.24	7.20	<b>NO CUMPLE</b>
	1+860.00	6.32	7.20	<b>NO CUMPLE</b>
	1+920.00	7.06	7.20	<b>NO CUMPLE</b>
T20	1+940.00	6.27	7.20	<b>NO CUMPLE</b>
	1+960.00	7.18	7.20	<b>NO CUMPLE</b>
T21	2+040.00	6.70	7.20	<b>NO CUMPLE</b>
	2+060.00	6.79	7.20	<b>NO CUMPLE</b>
T22	2+120.00	7.51	7.20	CUMPLE
T23	2+180.00	7.16	7.20	<b>NO CUMPLE</b>
	2+240.00	7.63	7.20	CUMPLE
T24	2+260.00	6.94	7.20	<b>NO CUMPLE</b>
	2+280.00	6.56	7.20	<b>NO CUMPLE</b>

<b>N° Tramo Tangente</b>	<b>Progresiva</b>	<b>Ancho de Calzada Existente (m)</b>	<b>Ancho de Calzada DG - 2018 (m)</b>	<b>Verificación</b>
	2+300.00	6.23	7.20	<b>NO CUMPLE</b>
	2+320.00	6.64	7.20	<b>NO CUMPLE</b>
T25	2+400.00	7.42	7.20	CUMPLE
	2+420.00	6.76	7.20	<b>NO CUMPLE</b>
T26	2+540.00	6.12	7.20	<b>NO CUMPLE</b>
	2+560.00	6.13	7.20	<b>NO CUMPLE</b>
	2+580.00	6.26	7.20	<b>NO CUMPLE</b>
T27	2+660.00	6.12	7.20	<b>NO CUMPLE</b>
	2+680.00	6.17	7.20	<b>NO CUMPLE</b>
	2+700.00	6.14	7.20	<b>NO CUMPLE</b>
	2+720.00	6.15	7.20	<b>NO CUMPLE</b>
	2+740.00	6.14	7.20	<b>NO CUMPLE</b>
	2+760.00	6.21	7.20	<b>NO CUMPLE</b>
T28	2+820.00	7.08	7.20	<b>NO CUMPLE</b>
T29	2+900.00	7.95	7.20	CUMPLE
T30	2+960.00	7.24	7.20	CUMPLE
T31	3+040.00	6.30	7.20	<b>NO CUMPLE</b>
T32	3+120.00	6.10	7.20	<b>NO CUMPLE</b>
	3+140.00	6.16	7.20	<b>NO CUMPLE</b>
	3+160.00	6.03	7.20	<b>NO CUMPLE</b>
	3+180.00	6.11	7.20	<b>NO CUMPLE</b>
	3+200.00	6.35	7.20	<b>NO CUMPLE</b>
T33	3+300.00	6.24	7.20	<b>NO CUMPLE</b>
	3+320.00	6.08	7.20	<b>NO CUMPLE</b>
	3+340.00	6.05	7.20	<b>NO CUMPLE</b>
T34	3+380.00	8.03	7.20	CUMPLE
T35	3+460.00	9.24	7.20	CUMPLE
T36	3+520.00	6.89	7.20	<b>NO CUMPLE</b>
	3+540.00	6.26	7.20	<b>NO CUMPLE</b>
	3+560.00	6.76	7.20	<b>NO CUMPLE</b>
T37	3+620.00	6.21	7.20	<b>NO CUMPLE</b>
	3+640.00	6.12	7.20	<b>NO CUMPLE</b>
	3+660.00	6.10	7.20	<b>NO CUMPLE</b>
	3+680.00	6.09	7.20	<b>NO CUMPLE</b>
	3+700.00	6.14	7.20	<b>NO CUMPLE</b>
T39	3+840.00	6.78	7.20	<b>NO CUMPLE</b>
T40	3+900.00	6.65	7.20	<b>NO CUMPLE</b>
	3+920.00	6.18	7.20	<b>NO CUMPLE</b>
	3+940.00	6.97	7.20	<b>NO CUMPLE</b>
T41	4+000.00	7.71	7.20	CUMPLE

<b>N° Tramo Tangente</b>	<b>Progresiva</b>	<b>Ancho de Calzada Existente (m)</b>	<b>Ancho de Calzada DG - 2018 (m)</b>	<b>Verificación</b>
	4+020.00	6.47	7.20	<b>NO CUMPLE</b>
	4+040.00	6.08	7.20	<b>NO CUMPLE</b>
T42	4+220.00	6.10	7.20	<b>NO CUMPLE</b>
	4+240.00	6.07	7.20	<b>NO CUMPLE</b>
	4+260.00	6.19	7.20	<b>NO CUMPLE</b>
	4+280.00	6.79	7.20	<b>NO CUMPLE</b>
	4+360.00	7.01	7.20	<b>NO CUMPLE</b>
T43	4+380.00	6.27	7.20	<b>NO CUMPLE</b>
	4+400.00	6.14	7.20	<b>NO CUMPLE</b>
	4+420.00	6.49	7.20	<b>NO CUMPLE</b>
T44	4+480.00	7.09	7.20	<b>NO CUMPLE</b>
	4+500.00	6.46	7.20	<b>NO CUMPLE</b>
	4+520.00	6.18	7.20	<b>NO CUMPLE</b>
	4+540.00	6.38	7.20	<b>NO CUMPLE</b>
T45	4+620.00	6.80	7.20	<b>NO CUMPLE</b>
T46	4+740.00	7.02	7.20	<b>NO CUMPLE</b>
	4+760.00	6.68	7.20	<b>NO CUMPLE</b>
T47	4+840.00	6.68	7.20	<b>NO CUMPLE</b>
	4+860.00	6.72	7.20	<b>NO CUMPLE</b>
T48	4+980.00	6.15	7.20	<b>NO CUMPLE</b>
	5+000.00	6.22	7.20	<b>NO CUMPLE</b>
	5+020.00	6.99	7.20	<b>NO CUMPLE</b>
T49	5+100.00	6.48	7.20	<b>NO CUMPLE</b>
	5+120.00	6.30	7.20	<b>NO CUMPLE</b>
	5+140.00	6.18	7.20	<b>NO CUMPLE</b>
	5+160.00	6.39	7.20	<b>NO CUMPLE</b>
T50	5+220.00	6.38	7.20	<b>NO CUMPLE</b>
	5+240.00	6.14	7.20	<b>NO CUMPLE</b>
	5+260.00	6.19	7.20	<b>NO CUMPLE</b>
T51	5+340.00	7.66	7.20	CUMPLE
T52	5+420.00	7.39	7.20	CUMPLE
T53	5+600.00	6.73	7.20	<b>NO CUMPLE</b>
T54	5+680.00	7.28	7.20	CUMPLE
T55	5+760.00	7.27	7.20	CUMPLE
T56	5+820.00	6.36	7.20	<b>NO CUMPLE</b>
	5+840.00	6.27	7.20	<b>NO CUMPLE</b>
T57	5+920.00	7.21	7.20	CUMPLE
	5+940.00	6.86	7.20	<b>NO CUMPLE</b>
T58	6+080.00	6.78	7.20	<b>NO CUMPLE</b>
T59	6+140.00	7.40	7.20	CUMPLE

<b>N° Tramo Tangente</b>	<b>Progresiva</b>	<b>Ancho de Calzada Existente (m)</b>	<b>Ancho de Calzada DG - 2018 (m)</b>	<b>Verificación</b>
T60	6+200.00	6.26	7.20	<b>NO CUMPLE</b>
	6+220.00	6.10	7.20	<b>NO CUMPLE</b>
	6+240.00	6.19	7.20	<b>NO CUMPLE</b>
	6+260.00	6.65	7.20	<b>NO CUMPLE</b>
T61	6+320.00	7.64	7.20	CUMPLE
	6+340.00	6.79	7.20	<b>NO CUMPLE</b>
T62	6+420.00	6.20	7.20	<b>NO CUMPLE</b>
	6+440.00	6.11	7.20	<b>NO CUMPLE</b>
	6+460.00	6.17	7.20	<b>NO CUMPLE</b>
T63	6+540.00	6.96	7.20	<b>NO CUMPLE</b>
T64	6+620.00	6.59	7.20	<b>NO CUMPLE</b>
	6+640.00	6.43	7.20	<b>NO CUMPLE</b>
	6+660.00	6.26	7.20	<b>NO CUMPLE</b>
	6+680.00	6.15	7.20	<b>NO CUMPLE</b>
	6+700.00	6.14	7.20	<b>NO CUMPLE</b>
	6+720.00	6.13	7.20	<b>NO CUMPLE</b>
	6+740.00	6.15	7.20	<b>NO CUMPLE</b>
	6+760.00	6.20	7.20	<b>NO CUMPLE</b>
	6+780.00	6.24	7.20	<b>NO CUMPLE</b>
	6+800.00	6.20	7.20	<b>NO CUMPLE</b>
	6+820.00	6.22	7.20	<b>NO CUMPLE</b>
	6+840.00	6.39	7.20	<b>NO CUMPLE</b>
T65	7+000.00	6.23	7.20	<b>NO CUMPLE</b>
	7+020.00	6.08	7.20	<b>NO CUMPLE</b>
	7+040.00	6.10	7.20	<b>NO CUMPLE</b>
	7+060.00	6.24	7.20	<b>NO CUMPLE</b>
T66	7+140.00	7.02	7.20	<b>NO CUMPLE</b>
T67	7+200.00	7.15	7.20	<b>NO CUMPLE</b>
T68	7+280.00	6.40	7.20	<b>NO CUMPLE</b>
	7+300.00	6.12	7.20	<b>NO CUMPLE</b>
	7+320.00	6.25	7.20	<b>NO CUMPLE</b>
T69	7+380.00	6.91	7.20	<b>NO CUMPLE</b>
	7+400.00	7.57	7.20	CUMPLE
T70	7+440.00	7.83	7.20	CUMPLE
T71	7+520.00	6.17	7.20	<b>NO CUMPLE</b>
	7+540.00	6.14	7.20	<b>NO CUMPLE</b>
T73	7+700.00	6.13	7.20	<b>NO CUMPLE</b>
	7+705.41	6.11	7.20	<b>NO CUMPLE</b>

**Gráfico 14.** Distribución porcentual de la verificación de los anchos de calzada en tangente



Del gráfico 14 tenemos que un 88.55% del total de progresivas evaluadas no cumplen con el ancho mínimo de calzada en tangente, mientras que el 11.45% si cumplen con el ancho mínimo de calzada en tangente estipulado por la norma.

Para determinar los anchos mínimos de calzada en las curvas, al ancho mínimo de calzada en tangente se le sumó el sobreancho calculado para cada curva, como lo indica la normativa vigente, para la verificación se comparó el dato obtenido de la suma con los anchos de calzada en las curvas obtenidos por progresiva cada 20 m.

**Tabla 52.** Verificación de los anchos de calzada en las curvas

N° Curva	Progresiva	Ancho de Calzada Existente (m)	Sobreancho Calculado (m)	Ancho de Calzada DG - 2018 (m)	Ancho Mín. de Calzada (m)	Verificación
C1	0+060.00	6.22	1.68	7.20	8.88	<b>NO CUMPLE</b>
	0+100.00	6.29	1.86	7.20	9.06	<b>NO CUMPLE</b>
C2	0+120.00	6.58	1.86	7.20	9.06	<b>NO CUMPLE</b>
	0+140.00	6.47	1.86	7.20	9.06	<b>NO CUMPLE</b>
C3	0+180.00	6.59	2.03	7.20	9.23	<b>NO CUMPLE</b>
	0+200.00	6.65	2.03	7.20	9.23	<b>NO CUMPLE</b>
	0+280.00	6.72	1.14	7.20	8.34	<b>NO CUMPLE</b>
C4	0+300.00	6.73	1.14	7.20	8.34	<b>NO CUMPLE</b>
	0+320.00	6.54	1.14	7.20	8.34	<b>NO CUMPLE</b>
	0+340.00	6.56	1.14	7.20	8.34	<b>NO CUMPLE</b>
	0+360.00	6.57	1.14	7.20	8.34	<b>NO CUMPLE</b>
C5	0+400.00	6.49	0.87	7.20	8.07	<b>NO CUMPLE</b>



N° Curva	Progresiva	Ancho de Calzada Existente (m)	Sobreeancho Calculado (m)	Ancho de Calzada DG - 2018 (m)	Ancho Mín. de Calzada (m)	Verificación
	0+420.00	6.56	0.87	7.20	8.07	<b>NO CUMPLE</b>
	0+440.00	6.48	0.87	7.20	8.07	<b>NO CUMPLE</b>
C6	0+540.00	6.73	1.97	7.20	9.17	<b>NO CUMPLE</b>
	0+560.00	7.30	1.97	7.20	9.17	<b>NO CUMPLE</b>
	0+580.00	7.24	1.97	7.20	9.17	<b>NO CUMPLE</b>
	0+600.00	6.86	1.97	7.20	9.17	<b>NO CUMPLE</b>
	0+620.00	6.64	1.97	7.20	9.17	<b>NO CUMPLE</b>
C7	0+680.00	6.54	1.49	7.20	8.69	<b>NO CUMPLE</b>
	0+700.00	6.45	1.49	7.20	8.69	<b>NO CUMPLE</b>
C8	0+720.00	6.67	1.13	7.20	8.33	<b>NO CUMPLE</b>
	0+740.00	6.53	1.13	7.20	8.33	<b>NO CUMPLE</b>
C9	0+780.00	6.94	1.38	7.20	8.58	<b>NO CUMPLE</b>
	0+800.00	6.94	1.38	7.20	8.58	<b>NO CUMPLE</b>
C10	0+860.00	6.05	0.53	7.20	7.73	<b>NO CUMPLE</b>
	0+880.00	6.39	0.53	7.20	7.73	<b>NO CUMPLE</b>
C11	0+920.00	7.32	2.44	7.20	9.64	<b>NO CUMPLE</b>
	0+940.00	7.27	2.44	7.20	9.64	<b>NO CUMPLE</b>
C12	0+980.00	7.05	1.51	7.20	8.71	<b>NO CUMPLE</b>
	1+000.00	6.73	1.51	7.20	8.71	<b>NO CUMPLE</b>
C13	1+040.00	6.66	0.92	7.20	8.12	<b>NO CUMPLE</b>
	1+060.00	6.51	0.92	7.20	8.12	<b>NO CUMPLE</b>
C14	1+220.00	6.93	1.98	7.20	9.18	<b>NO CUMPLE</b>
	1+240.00	6.89	1.98	7.20	9.18	<b>NO CUMPLE</b>
	1+260.00	7.00	1.98	7.20	9.18	<b>NO CUMPLE</b>
	1+280.00	7.14	1.98	7.20	9.18	<b>NO CUMPLE</b>
C15	1+300.00	7.50	2.87	7.20	10.07	<b>NO CUMPLE</b>
	1+320.00	7.47	2.87	7.20	10.07	<b>NO CUMPLE</b>
	1+340.00	7.54	2.87	7.20	10.07	<b>NO CUMPLE</b>
C16	1+400.00	6.55	0.72	7.20	7.92	<b>NO CUMPLE</b>
	1+420.00	6.50	0.72	7.20	7.92	<b>NO CUMPLE</b>
	1+440.00	6.49	0.72	7.20	7.92	<b>NO CUMPLE</b>
C17	1+480.00	6.61	0.88	7.20	8.08	<b>NO CUMPLE</b>
	1+500.00	6.56	0.88	7.20	8.08	<b>NO CUMPLE</b>
C18	1+540.00	6.51	0.80	7.20	8.00	<b>NO CUMPLE</b>
	1+560.00	6.54	0.80	7.20	8.00	<b>NO CUMPLE</b>
	1+580.00	6.46	0.80	7.20	8.00	<b>NO CUMPLE</b>
	1+600.00	6.29	0.80	7.20	8.00	<b>NO CUMPLE</b>
C19	1+700.00	6.36	0.50	7.20	7.70	<b>NO CUMPLE</b>
	1+720.00	6.46	0.50	7.20	7.70	<b>NO CUMPLE</b>

N° Curva	Progresiva	Ancho de Calzada Existente (m)	Sobreeancho Calculado (m)	Ancho de Calzada DG - 2018 (m)	Ancho Mín. de Calzada (m)	Verificación
	1+740.00	6.41	0.50	7.20	7.70	<b>NO CUMPLE</b>
	1+760.00	6.46	0.50	7.20	7.70	<b>NO CUMPLE</b>
	1+780.00	6.46	0.50	7.20	7.70	<b>NO CUMPLE</b>
	1+800.00	6.43	0.50	7.20	7.70	<b>NO CUMPLE</b>
	1+820.00	6.41	0.50	7.20	7.70	<b>NO CUMPLE</b>
C20	1+880.00	7.87	3.93	7.20	11.13	<b>NO CUMPLE</b>
	1+900.00	8.23	3.93	7.20	11.13	<b>NO CUMPLE</b>
C21	1+980.00	7.95	3.60	7.20	10.80	<b>NO CUMPLE</b>
	2+000.00	7.92	3.60	7.20	10.80	<b>NO CUMPLE</b>
C22	2+020.00	7.85	3.60	7.20	10.80	<b>NO CUMPLE</b>
	2+080.00	7.55	2.44	7.20	9.64	<b>NO CUMPLE</b>
C23	2+100.00	7.50	2.44	7.20	9.64	<b>NO CUMPLE</b>
	2+140.00	7.61	2.69	7.20	9.89	<b>NO CUMPLE</b>
C24	2+160.00	7.64	2.69	7.20	9.89	<b>NO CUMPLE</b>
	2+200.00	7.71	3.02	7.20	10.22	<b>NO CUMPLE</b>
C25	2+220.00	7.94	3.02	7.20	10.22	<b>NO CUMPLE</b>
	2+340.00	7.53	4.11	7.20	11.31	<b>NO CUMPLE</b>
	2+360.00	8.22	4.11	7.20	11.31	<b>NO CUMPLE</b>
C26	2+380.00	8.27	4.11	7.20	11.31	<b>NO CUMPLE</b>
	2+440.00	7.01	2.29	7.20	9.49	<b>NO CUMPLE</b>
	2+460.00	7.37	2.29	7.20	9.49	<b>NO CUMPLE</b>
	2+480.00	7.27	2.29	7.20	9.49	<b>NO CUMPLE</b>
C27	2+500.00	7.29	2.29	7.20	9.49	<b>NO CUMPLE</b>
	2+520.00	7.06	2.29	7.20	9.49	<b>NO CUMPLE</b>
	2+600.00	6.67	0.87	7.20	8.07	<b>NO CUMPLE</b>
C28	2+620.00	6.63	0.87	7.20	8.07	<b>NO CUMPLE</b>
	2+640.00	6.51	0.87	7.20	8.07	<b>NO CUMPLE</b>
C29	2+780.00	6.79	1.52	7.20	8.72	<b>NO CUMPLE</b>
	2+800.00	6.86	1.52	7.20	8.72	<b>NO CUMPLE</b>
C30	2+840.00	7.27	2.40	7.20	9.60	<b>NO CUMPLE</b>
	2+860.00	7.47	2.40	7.20	9.60	<b>NO CUMPLE</b>
C31	2+880.00	7.62	2.40	7.20	9.60	<b>NO CUMPLE</b>
	2+920.00	8.16	3.94	7.20	11.14	<b>NO CUMPLE</b>
C32	2+940.00	8.11	3.94	7.20	11.14	<b>NO CUMPLE</b>
	2+980.00	6.84	1.31	7.20	8.51	<b>NO CUMPLE</b>
C33	3+000.00	6.78	1.31	7.20	8.51	<b>NO CUMPLE</b>
	3+020.00	6.74	1.31	7.20	8.51	<b>NO CUMPLE</b>
C34	3+060.00	6.05	0.68	7.20	7.88	<b>NO CUMPLE</b>
	3+080.00	6.15	0.68	7.20	7.88	<b>NO CUMPLE</b>

<b>N° Curva</b>	<b>Progresiva</b>	<b>Ancho de Calzada Existente (m)</b>	<b>Sobreeancho Calculado (m)</b>	<b>Ancho de Calzada DG - 2018 (m)</b>	<b>Ancho Mín. de Calzada (m)</b>	<b>Verificación</b>
	3+100.00	6.16	0.68	7.20	7.88	<b>NO CUMPLE</b>
	3+220.00	6.91	1.30	7.20	8.50	<b>NO CUMPLE</b>
C33	3+240.00	6.87	1.30	7.20	8.50	<b>NO CUMPLE</b>
	3+260.00	6.85	1.30	7.20	8.50	<b>NO CUMPLE</b>
	3+280.00	6.82	1.30	7.20	8.50	<b>NO CUMPLE</b>
	C34	3+360.00	6.55	0.32	7.20	7.52
	3+400.00	9.63	7.07	7.20	14.27	<b>NO CUMPLE</b>
C35	3+420.00	9.62	7.07	7.20	14.27	<b>NO CUMPLE</b>
	3+440.00	9.70	7.07	7.20	14.27	<b>NO CUMPLE</b>
C36	3+480.00	8.60	2.04	7.20	9.24	<b>NO CUMPLE</b>
	3+500.00	7.43	2.04	7.20	9.24	<b>NO CUMPLE</b>
C37	3+580.00	7.35	2.19	7.20	9.39	<b>NO CUMPLE</b>
	3+600.00	7.38	2.19	7.20	9.39	<b>NO CUMPLE</b>
	3+720.00	6.51	0.80	7.20	8.00	<b>NO CUMPLE</b>
C38	3+740.00	6.60	0.80	7.20	8.00	<b>NO CUMPLE</b>
	3+760.00	6.52	0.80	7.20	8.00	<b>NO CUMPLE</b>
	3+780.00	6.57	1.25	7.20	8.45	<b>NO CUMPLE</b>
C39	3+800.00	6.86	1.25	7.20	8.45	<b>NO CUMPLE</b>
	3+820.00	6.53	1.25	7.20	8.45	<b>NO CUMPLE</b>
C40	3+860.00	6.97	1.54	7.20	8.74	<b>NO CUMPLE</b>
	3+880.00	6.94	1.54	7.20	8.74	<b>NO CUMPLE</b>
C41	3+960.00	8.14	3.95	7.20	11.15	<b>NO CUMPLE</b>
	3+980.00	8.35	3.95	7.20	11.15	<b>NO CUMPLE</b>
	4+060.00	6.27	0.46	7.20	7.66	<b>NO CUMPLE</b>
	4+080.00	6.32	0.46	7.20	7.66	<b>NO CUMPLE</b>
	4+100.00	6.44	0.46	7.20	7.66	<b>NO CUMPLE</b>
C42	4+120.00	6.36	0.46	7.20	7.66	<b>NO CUMPLE</b>
	4+140.00	6.37	0.46	7.20	7.66	<b>NO CUMPLE</b>
	4+160.00	6.43	0.46	7.20	7.66	<b>NO CUMPLE</b>
	4+180.00	6.41	0.46	7.20	7.66	<b>NO CUMPLE</b>
	4+200.00	6.21	0.46	7.20	7.66	<b>NO CUMPLE</b>
		4+300.00	7.80	3.62	7.20	10.82
C43	4+320.00	7.91	3.62	7.20	10.82	<b>NO CUMPLE</b>
	4+340.00	7.91	3.62	7.20	10.82	<b>NO CUMPLE</b>
C44	4+440.00	7.89	3.28	7.20	10.48	<b>NO CUMPLE</b>
	4+460.00	8.00	3.28	7.20	10.48	<b>NO CUMPLE</b>
	4+560.00	6.73	1.21	7.20	8.41	<b>NO CUMPLE</b>
C45	4+580.00	6.86	1.21	7.20	8.41	<b>NO CUMPLE</b>
	4+600.00	6.82	1.21	7.20	8.41	<b>NO CUMPLE</b>

N° Curva	Progresiva	Ancho de Calzada Existente (m)	Sobreeancho Calculado (m)	Ancho de Calzada DG - 2018 (m)	Ancho Mín. de Calzada (m)	Verificación
C46	4+640.00	7.00	1.83	7.20	9.03	<b>NO CUMPLE</b>
	4+660.00	7.07	1.83	7.20	9.03	<b>NO CUMPLE</b>
	4+680.00	7.09	1.83	7.20	9.03	<b>NO CUMPLE</b>
	4+700.00	7.09	1.83	7.20	9.03	<b>NO CUMPLE</b>
	4+720.00	7.10	1.83	7.20	9.03	<b>NO CUMPLE</b>
C47	4+780.00	6.62	1.11	7.20	8.31	<b>NO CUMPLE</b>
	4+800.00	6.71	1.11	7.20	8.31	<b>NO CUMPLE</b>
	4+820.00	6.65	1.11	7.20	8.31	<b>NO CUMPLE</b>
C48	4+880.00	6.81	1.05	7.20	8.25	<b>NO CUMPLE</b>
	4+900.00	6.67	1.05	7.20	8.25	<b>NO CUMPLE</b>
	4+920.00	6.67	1.05	7.20	8.25	<b>NO CUMPLE</b>
	4+940.00	6.69	1.05	7.20	8.25	<b>NO CUMPLE</b>
	4+960.00	6.54	1.05	7.20	8.25	<b>NO CUMPLE</b>
C49	5+040.00	8.42	4.78	7.20	11.98	<b>NO CUMPLE</b>
	5+060.00	8.65	4.78	7.20	11.98	<b>NO CUMPLE</b>
	5+080.00	7.95	4.78	7.20	11.98	<b>NO CUMPLE</b>
C50	5+180.00	6.69	1.09	7.20	8.29	<b>NO CUMPLE</b>
	5+200.00	6.67	1.09	7.20	8.29	<b>NO CUMPLE</b>
C51	5+280.00	6.42	1.36	7.20	8.56	<b>NO CUMPLE</b>
	5+300.00	6.90	1.36	7.20	8.56	<b>NO CUMPLE</b>
	5+320.00	6.89	1.36	7.20	8.56	<b>NO CUMPLE</b>
C52	5+360.00	8.14	4.51	7.20	11.71	<b>NO CUMPLE</b>
	5+380.00	8.59	4.51	7.20	11.71	<b>NO CUMPLE</b>
	5+400.00	8.58	4.51	7.20	11.71	<b>NO CUMPLE</b>
C53	5+440.00	6.81	1.22	7.20	8.42	<b>NO CUMPLE</b>
	5+460.00	6.80	1.22	7.20	8.42	<b>NO CUMPLE</b>
	5+480.00	6.80	1.22	7.20	8.42	<b>NO CUMPLE</b>
	5+500.00	6.78	1.22	7.20	8.42	<b>NO CUMPLE</b>
C54	5+520.00	6.91	1.56	7.20	8.76	<b>NO CUMPLE</b>
	5+540.00	6.82	1.56	7.20	8.76	<b>NO CUMPLE</b>
	5+560.00	6.81	1.56	7.20	8.76	<b>NO CUMPLE</b>
	5+580.00	6.78	1.56	7.20	8.76	<b>NO CUMPLE</b>
C55	5+620.00	7.21	2.82	7.20	10.02	<b>NO CUMPLE</b>
	5+640.00	7.67	2.82	7.20	10.02	<b>NO CUMPLE</b>
	5+660.00	7.35	2.82	7.20	10.02	<b>NO CUMPLE</b>
C56	5+700.00	8.06	4.03	7.20	11.23	<b>NO CUMPLE</b>
	5+720.00	8.08	4.03	7.20	11.23	<b>NO CUMPLE</b>
	5+740.00	7.65	4.03	7.20	11.23	<b>NO CUMPLE</b>
C57	5+780.00	7.65	2.80	7.20	10.00	<b>NO CUMPLE</b>

N° Curva	Progresiva	Ancho de Calzada Existente (m)	Sobreeancho Calculado (m)	Ancho de Calzada DG - 2018 (m)	Ancho Mín. de Calzada (m)	Verificación
C58	5+800.00	7.57	2.80	7.20	10.00	<b>NO CUMPLE</b>
	5+860.00	7.40	2.34	7.20	9.54	<b>NO CUMPLE</b>
	5+880.00	7.46	2.34	7.20	9.54	<b>NO CUMPLE</b>
	5+900.00	7.56	2.34	7.20	9.54	<b>NO CUMPLE</b>
C59	5+960.00	6.72	1.21	7.20	8.41	<b>NO CUMPLE</b>
	5+980.00	6.67	1.21	7.20	8.41	<b>NO CUMPLE</b>
	6+000.00	6.63	1.21	7.20	8.41	<b>NO CUMPLE</b>
	6+020.00	6.67	1.21	7.20	8.41	<b>NO CUMPLE</b>
C60	6+040.00	6.71	1.21	7.20	8.41	<b>NO CUMPLE</b>
	6+060.00	6.63	1.21	7.20	8.41	<b>NO CUMPLE</b>
C61	6+100.00	7.85	3.82	7.20	11.02	<b>NO CUMPLE</b>
	6+120.00	8.26	3.82	7.20	11.02	<b>NO CUMPLE</b>
C62	6+160.00	6.83	1.25	7.20	8.45	<b>NO CUMPLE</b>
	6+180.00	6.83	1.25	7.20	8.45	<b>NO CUMPLE</b>
C63	6+280.00	8.31	4.25	7.20	11.45	<b>NO CUMPLE</b>
	6+300.00	8.44	4.25	7.20	11.45	<b>NO CUMPLE</b>
C64	6+360.00	6.76	1.30	7.20	8.50	<b>NO CUMPLE</b>
	6+380.00	6.72	1.30	7.20	8.50	<b>NO CUMPLE</b>
	6+400.00	6.77	1.30	7.20	8.50	<b>NO CUMPLE</b>
C65	6+480.00	6.73	1.26	7.20	8.46	<b>NO CUMPLE</b>
	6+500.00	6.74	1.26	7.20	8.46	<b>NO CUMPLE</b>
	6+520.00	6.59	1.26	7.20	8.46	<b>NO CUMPLE</b>
C66	6+560.00	8.20	4.85	7.20	12.05	<b>NO CUMPLE</b>
	6+580.00	8.43	4.85	7.20	12.05	<b>NO CUMPLE</b>
	6+600.00	8.29	4.85	7.20	12.05	<b>NO CUMPLE</b>
C67	6+860.00	6.52	1.19	7.20	8.39	<b>NO CUMPLE</b>
	6+880.00	6.75	1.19	7.20	8.39	<b>NO CUMPLE</b>
	6+900.00	6.73	1.19	7.20	8.39	<b>NO CUMPLE</b>
	6+920.00	6.76	1.19	7.20	8.39	<b>NO CUMPLE</b>
	6+940.00	6.75	1.19	7.20	8.39	<b>NO CUMPLE</b>
C68	6+960.00	6.74	1.19	7.20	8.39	<b>NO CUMPLE</b>
	6+980.00	6.68	1.19	7.20	8.39	<b>NO CUMPLE</b>
	7+080.00	6.91	3.72	7.20	10.92	<b>NO CUMPLE</b>
C69	7+100.00	8.18	3.72	7.20	10.92	<b>NO CUMPLE</b>
	7+120.00	8.09	3.72	7.20	10.92	<b>NO CUMPLE</b>
C70	7+160.00	7.38	2.21	7.20	9.41	<b>NO CUMPLE</b>
	7+180.00	7.34	2.21	7.20	9.41	<b>NO CUMPLE</b>
C71	7+220.00	7.24	2.50	7.20	9.70	<b>NO CUMPLE</b>
	7+240.00	7.50	2.50	7.20	9.70	<b>NO CUMPLE</b>

N° Curva	Progresiva	Ancho de Calzada Existente (m)	Sobreeancho Calculado (m)	Ancho de Calzada DG - 2018 (m)	Ancho Mín. de Calzada (m)	Verificación
C70	7+260.00	7.52	2.50	7.20	9.70	<b>NO CUMPLE</b>
	7+340.00	6.64	0.99	7.20	8.19	<b>NO CUMPLE</b>
	7+360.00	6.74	0.99	7.20	8.19	<b>NO CUMPLE</b>
C71	7+420.00	8.81	4.73	7.20	11.93	<b>NO CUMPLE</b>
C72	7+460.00	7.14	0.94	7.20	8.14	<b>NO CUMPLE</b>
	7+480.00	6.78	0.94	7.20	8.14	<b>NO CUMPLE</b>
	7+500.00	6.54	0.94	7.20	8.14	<b>NO CUMPLE</b>
C73	7+560.00	6.16	0.79	7.20	7.99	<b>NO CUMPLE</b>
	7+580.00	6.15	0.79	7.20	7.99	<b>NO CUMPLE</b>
	7+600.00	6.09	0.79	7.20	7.99	<b>NO CUMPLE</b>
	7+620.00	6.01	0.79	7.20	7.99	<b>NO CUMPLE</b>
C74	7+640.00	6.19	0.41	7.20	7.61	<b>NO CUMPLE</b>
	7+660.00	6.18	0.41	7.20	7.61	<b>NO CUMPLE</b>
	7+680.00	6.17	0.41	7.20	7.61	<b>NO CUMPLE</b>

Como se observa en la tabla anterior, el 100% de los anchos de calzada en las curvas no cumplen con lo establecido en la normativa vigente.

#### 4.6.3.2 Bermas:

Según la tabla 14 presente en el marco teórico, la cual nos indica los valores de los anchos de bermas, tenemos que para una carretera de segunda clase tipo 2 y una velocidad de diseño de 60 km/h el ancho de bermas es de 2 m, para la verificación se comparó el dato obtenido de la tabla con los anchos de las bermas obtenidos por progresiva cada 20 m.

**Tabla 53.** Verificación de los anchos de las bermas

Tipo de Tramo	Progresiva	Ancho de Berma Izquierda (m)	Ancho de Berma Derecha (m)	Ancho de BI DG - 2018 (m)	Ancho de BD DG - 2018 (m)	Verificación BI	Verificación BD
Tramo Recto	0+000.00	0.66	0.93	2.00	2.00	<b>NO CUMPLE</b>	<b>NO CUMPLE</b>
Tramo Recto	0+020.00	0.75	0.79	2.00	2.00	<b>NO CUMPLE</b>	<b>NO CUMPLE</b>
Tramo Recto	0+040.00	0.71	1.05	2.00	2.00	<b>NO CUMPLE</b>	<b>NO CUMPLE</b>
Tramo Curvo	0+060.00	0.70	0.89	2.00	2.00	<b>NO CUMPLE</b>	<b>NO CUMPLE</b>
Tramo Recto	0+080.00	0.76	0.82	2.00	2.00	<b>NO CUMPLE</b>	<b>NO CUMPLE</b>
Tramo Curvo	0+100.00	0.79	0.79	2.00	2.00	<b>NO CUMPLE</b>	<b>NO CUMPLE</b>
Tramo Curvo	0+120.00	0.75	0.57	2.00	2.00	<b>NO CUMPLE</b>	<b>NO CUMPLE</b>
Tramo Curvo	0+140.00	0.79	0.56	2.00	2.00	<b>NO CUMPLE</b>	<b>NO CUMPLE</b>

<b>Tipo de Tramo</b>	<b>Progresiva</b>	<b>Ancho de Berma Izquierda (m)</b>	<b>Ancho de Berma Derecha (m)</b>	<b>Ancho de BI DG - 2018 (m)</b>	<b>Ancho de BD DG - 2018 (m)</b>	<b>Verificación BI</b>	<b>Verificación BD</b>
Tramo Recto	0+160.00	0.77	0.68	2.00	2.00	<b>NO CUMPLE</b>	<b>NO CUMPLE</b>
Tramo Curvo	0+180.00	0.70	0.63	2.00	2.00	<b>NO CUMPLE</b>	<b>NO CUMPLE</b>
Tramo Curvo	0+200.00	0.70	0.70	2.00	2.00	<b>NO CUMPLE</b>	<b>NO CUMPLE</b>
Tramo Recto	0+220.00	0.86	0.68	2.00	2.00	<b>NO CUMPLE</b>	<b>NO CUMPLE</b>
Tramo Recto	0+240.00	0.70	0.77	2.00	2.00	<b>NO CUMPLE</b>	<b>NO CUMPLE</b>
Tramo Recto	0+260.00	0.72	0.61	2.00	2.00	<b>NO CUMPLE</b>	<b>NO CUMPLE</b>
Tramo Curvo	0+280.00	0.58	0.67	2.00	2.00	<b>NO CUMPLE</b>	<b>NO CUMPLE</b>
Tramo Curvo	0+300.00	0.89	0.58	2.00	2.00	<b>NO CUMPLE</b>	<b>NO CUMPLE</b>
Tramo Curvo	0+320.00	0.25	0.68	2.00	2.00	<b>NO CUMPLE</b>	<b>NO CUMPLE</b>
Tramo Curvo	0+340.00	0.23	0.94	2.00	2.00	<b>NO CUMPLE</b>	<b>NO CUMPLE</b>
Tramo Curvo	0+360.00	0.72	0.66	2.00	2.00	<b>NO CUMPLE</b>	<b>NO CUMPLE</b>
Tramo Recto	0+380.00	0.73	0.84	2.00	2.00	<b>NO CUMPLE</b>	<b>NO CUMPLE</b>
Tramo Curvo	0+400.00	0.75	0.75	2.00	2.00	<b>NO CUMPLE</b>	<b>NO CUMPLE</b>
Tramo Curvo	0+420.00	0.66	0.81	2.00	2.00	<b>NO CUMPLE</b>	<b>NO CUMPLE</b>
Tramo Curvo	0+440.00	0.78	0.62	2.00	2.00	<b>NO CUMPLE</b>	<b>NO CUMPLE</b>
Tramo Recto	0+460.00	0.66	0.81	2.00	2.00	<b>NO CUMPLE</b>	<b>NO CUMPLE</b>
Tramo Recto	0+480.00	0.73	0.81	2.00	2.00	<b>NO CUMPLE</b>	<b>NO CUMPLE</b>
Tramo Recto	0+500.00	0.71	0.62	2.00	2.00	<b>NO CUMPLE</b>	<b>NO CUMPLE</b>
Tramo Recto	0+520.00	0.77	0.76	2.00	2.00	<b>NO CUMPLE</b>	<b>NO CUMPLE</b>
Tramo Curvo	0+540.00	0.88	0.76	2.00	2.00	<b>NO CUMPLE</b>	<b>NO CUMPLE</b>
Tramo Curvo	0+560.00	0.67	0.70	2.00	2.00	<b>NO CUMPLE</b>	<b>NO CUMPLE</b>
Tramo Curvo	0+580.00	0.79	0.71	2.00	2.00	<b>NO CUMPLE</b>	<b>NO CUMPLE</b>
Tramo Curvo	0+600.00	0.76	0.55	2.00	2.00	<b>NO CUMPLE</b>	<b>NO CUMPLE</b>
Tramo Curvo	0+620.00	0.69	0.67	2.00	2.00	<b>NO CUMPLE</b>	<b>NO CUMPLE</b>
Tramo Recto	0+640.00	0.82	0.75	2.00	2.00	<b>NO CUMPLE</b>	<b>NO CUMPLE</b>
Tramo Recto	0+660.00	0.67	0.79	2.00	2.00	<b>NO CUMPLE</b>	<b>NO CUMPLE</b>
Tramo Curvo	0+680.00	0.78	0.76	2.00	2.00	<b>NO CUMPLE</b>	<b>NO CUMPLE</b>
Tramo Curvo	0+700.00	0.74	0.64	2.00	2.00	<b>NO CUMPLE</b>	<b>NO CUMPLE</b>
Tramo Curvo	0+720.00	0.51	0.67	2.00	2.00	<b>NO CUMPLE</b>	<b>NO CUMPLE</b>
Tramo Curvo	0+740.00	0.69	0.83	2.00	2.00	<b>NO CUMPLE</b>	<b>NO CUMPLE</b>
Tramo Recto	0+760.00	0.70	0.89	2.00	2.00	<b>NO CUMPLE</b>	<b>NO CUMPLE</b>
Tramo Curvo	0+780.00	0.71	0.88	2.00	2.00	<b>NO CUMPLE</b>	<b>NO CUMPLE</b>
Tramo Curvo	0+800.00	0.69	0.69	2.00	2.00	<b>NO CUMPLE</b>	<b>NO CUMPLE</b>
Tramo Recto	0+820.00	0.69	0.78	2.00	2.00	<b>NO CUMPLE</b>	<b>NO CUMPLE</b>
Tramo Recto	0+840.00	0.74	0.80	2.00	2.00	<b>NO CUMPLE</b>	<b>NO CUMPLE</b>
Tramo Curvo	0+860.00	0.88	0.92	2.00	2.00	<b>NO CUMPLE</b>	<b>NO CUMPLE</b>
Tramo Curvo	0+880.00	0.71	0.70	2.00	2.00	<b>NO CUMPLE</b>	<b>NO CUMPLE</b>
Tramo Recto	0+900.00	0.75	0.61	2.00	2.00	<b>NO CUMPLE</b>	<b>NO CUMPLE</b>
Tramo Curvo	0+920.00	0.71	0.73	2.00	2.00	<b>NO CUMPLE</b>	<b>NO CUMPLE</b>
Tramo Curvo	0+940.00	0.79	0.85	2.00	2.00	<b>NO CUMPLE</b>	<b>NO CUMPLE</b>

<b>Tipo de Tramo</b>	<b>Progresiva</b>	<b>Ancho de Berma Izquierda (m)</b>	<b>Ancho de Berma Derecha (m)</b>	<b>Ancho de BI DG - 2018 (m)</b>	<b>Ancho de BD DG - 2018 (m)</b>	<b>Verificación BI</b>	<b>Verificación BD</b>
Tramo Recto	0+960.00	0.82	0.89	2.00	2.00	<b>NO CUMPLE</b>	<b>NO CUMPLE</b>
Tramo Curvo	0+980.00	0.71	0.69	2.00	2.00	<b>NO CUMPLE</b>	<b>NO CUMPLE</b>
Tramo Curvo	1+000.00	0.75	0.75	2.00	2.00	<b>NO CUMPLE</b>	<b>NO CUMPLE</b>
Tramo Recto	1+020.00	0.76	0.76	2.00	2.00	<b>NO CUMPLE</b>	<b>NO CUMPLE</b>
Tramo Curvo	1+040.00	0.73	0.66	2.00	2.00	<b>NO CUMPLE</b>	<b>NO CUMPLE</b>
Tramo Curvo	1+060.00	0.97	0.71	2.00	2.00	<b>NO CUMPLE</b>	<b>NO CUMPLE</b>
Tramo Recto	1+080.00	0.66	0.71	2.00	2.00	<b>NO CUMPLE</b>	<b>NO CUMPLE</b>
Tramo Recto	1+100.00	0.79	0.72	2.00	2.00	<b>NO CUMPLE</b>	<b>NO CUMPLE</b>
Tramo Recto	1+120.00	1.01	0.77	2.00	2.00	<b>NO CUMPLE</b>	<b>NO CUMPLE</b>
Tramo Recto	1+140.00	0.88	0.71	2.00	2.00	<b>NO CUMPLE</b>	<b>NO CUMPLE</b>
Tramo Recto	1+160.00	0.88	0.66	2.00	2.00	<b>NO CUMPLE</b>	<b>NO CUMPLE</b>
Tramo Recto	1+180.00	0.83	0.71	2.00	2.00	<b>NO CUMPLE</b>	<b>NO CUMPLE</b>
Tramo Recto	1+200.00	0.75	0.70	2.00	2.00	<b>NO CUMPLE</b>	<b>NO CUMPLE</b>
Tramo Curvo	1+220.00	0.87	0.69	2.00	2.00	<b>NO CUMPLE</b>	<b>NO CUMPLE</b>
Tramo Curvo	1+240.00	0.91	0.49	2.00	2.00	<b>NO CUMPLE</b>	<b>NO CUMPLE</b>
Tramo Curvo	1+260.00	0.89	0.66	2.00	2.00	<b>NO CUMPLE</b>	<b>NO CUMPLE</b>
Tramo Curvo	1+280.00	1.49	1.57	2.00	2.00	<b>NO CUMPLE</b>	<b>NO CUMPLE</b>
Tramo Curvo	1+300.00	0.76	0.68	2.00	2.00	<b>NO CUMPLE</b>	<b>NO CUMPLE</b>
Tramo Curvo	1+320.00	0.67	0.73	2.00	2.00	<b>NO CUMPLE</b>	<b>NO CUMPLE</b>
Tramo Curvo	1+340.00	0.67	0.67	2.00	2.00	<b>NO CUMPLE</b>	<b>NO CUMPLE</b>
Tramo Recto	1+360.00	0.73	0.66	2.00	2.00	<b>NO CUMPLE</b>	<b>NO CUMPLE</b>
Tramo Recto	1+380.00	0.83	0.68	2.00	2.00	<b>NO CUMPLE</b>	<b>NO CUMPLE</b>
Tramo Curvo	1+400.00	0.70	0.61	2.00	2.00	<b>NO CUMPLE</b>	<b>NO CUMPLE</b>
Tramo Curvo	1+420.00	0.66	0.64	2.00	2.00	<b>NO CUMPLE</b>	<b>NO CUMPLE</b>
Tramo Curvo	1+440.00	0.89	0.68	2.00	2.00	<b>NO CUMPLE</b>	<b>NO CUMPLE</b>
Tramo Recto	1+460.00	0.72	0.68	2.00	2.00	<b>NO CUMPLE</b>	<b>NO CUMPLE</b>
Tramo Curvo	1+480.00	0.82	0.71	2.00	2.00	<b>NO CUMPLE</b>	<b>NO CUMPLE</b>
Tramo Curvo	1+500.00	0.75	0.79	2.00	2.00	<b>NO CUMPLE</b>	<b>NO CUMPLE</b>
Tramo Recto	1+520.00	0.61	0.74	2.00	2.00	<b>NO CUMPLE</b>	<b>NO CUMPLE</b>
Tramo Curvo	1+540.00	0.70	0.81	2.00	2.00	<b>NO CUMPLE</b>	<b>NO CUMPLE</b>
Tramo Curvo	1+560.00	0.65	0.71	2.00	2.00	<b>NO CUMPLE</b>	<b>NO CUMPLE</b>
Tramo Curvo	1+580.00	0.66	0.84	2.00	2.00	<b>NO CUMPLE</b>	<b>NO CUMPLE</b>
Tramo Curvo	1+600.00	0.65	0.90	2.00	2.00	<b>NO CUMPLE</b>	<b>NO CUMPLE</b>
Tramo Recto	1+620.00	0.62	0.71	2.00	2.00	<b>NO CUMPLE</b>	<b>NO CUMPLE</b>
Tramo Recto	1+640.00	0.71	0.68	2.00	2.00	<b>NO CUMPLE</b>	<b>NO CUMPLE</b>
Tramo Recto	1+660.00	0.67	0.72	2.00	2.00	<b>NO CUMPLE</b>	<b>NO CUMPLE</b>
Tramo Recto	1+680.00	0.69	0.72	2.00	2.00	<b>NO CUMPLE</b>	<b>NO CUMPLE</b>
Tramo Curvo	1+700.00	0.67	0.86	2.00	2.00	<b>NO CUMPLE</b>	<b>NO CUMPLE</b>
Tramo Curvo	1+720.00	0.63	0.77	2.00	2.00	<b>NO CUMPLE</b>	<b>NO CUMPLE</b>
Tramo Curvo	1+740.00	0.72	0.64	2.00	2.00	<b>NO CUMPLE</b>	<b>NO CUMPLE</b>



<b>Tipo de Tramo</b>	<b>Progresiva</b>	<b>Ancho de Berma Izquierda (m)</b>	<b>Ancho de Berma Derecha (m)</b>	<b>Ancho de BI DG - 2018 (m)</b>	<b>Ancho de BD DG - 2018 (m)</b>	<b>Verificación BI</b>	<b>Verificación BD</b>
Tramo Curvo	1+760.00	0.61	0.75	2.00	2.00	<b>NO CUMPLE</b>	<b>NO CUMPLE</b>
Tramo Curvo	1+780.00	0.70	0.81	2.00	2.00	<b>NO CUMPLE</b>	<b>NO CUMPLE</b>
Tramo Curvo	1+800.00	0.67	0.76	2.00	2.00	<b>NO CUMPLE</b>	<b>NO CUMPLE</b>
Tramo Curvo	1+820.00	0.59	0.84	2.00	2.00	<b>NO CUMPLE</b>	<b>NO CUMPLE</b>
Tramo Recto	1+840.00	0.60	0.84	2.00	2.00	<b>NO CUMPLE</b>	<b>NO CUMPLE</b>
Tramo Recto	1+860.00	0.76	0.74	2.00	2.00	<b>NO CUMPLE</b>	<b>NO CUMPLE</b>
Tramo Curvo	1+880.00	0.60	0.68	2.00	2.00	<b>NO CUMPLE</b>	<b>NO CUMPLE</b>
Tramo Curvo	1+900.00	0.65	0.79	2.00	2.00	<b>NO CUMPLE</b>	<b>NO CUMPLE</b>
Tramo Recto	1+920.00	0.62	0.81	2.00	2.00	<b>NO CUMPLE</b>	<b>NO CUMPLE</b>
Tramo Recto	1+940.00	0.57	0.87	2.00	2.00	<b>NO CUMPLE</b>	<b>NO CUMPLE</b>
Tramo Recto	1+960.00	0.74	0.78	2.00	2.00	<b>NO CUMPLE</b>	<b>NO CUMPLE</b>
Tramo Curvo	1+980.00	0.90	0.72	2.00	2.00	<b>NO CUMPLE</b>	<b>NO CUMPLE</b>
Tramo Curvo	2+000.00	0.85	0.86	2.00	2.00	<b>NO CUMPLE</b>	<b>NO CUMPLE</b>
Tramo Curvo	2+020.00	0.62	0.79	2.00	2.00	<b>NO CUMPLE</b>	<b>NO CUMPLE</b>
Tramo Recto	2+040.00	1.11	0.87	2.00	2.00	<b>NO CUMPLE</b>	<b>NO CUMPLE</b>
Tramo Recto	2+060.00	0.77	0.70	2.00	2.00	<b>NO CUMPLE</b>	<b>NO CUMPLE</b>
Tramo Curvo	2+080.00	0.66	0.69	2.00	2.00	<b>NO CUMPLE</b>	<b>NO CUMPLE</b>
Tramo Curvo	2+100.00	0.74	0.73	2.00	2.00	<b>NO CUMPLE</b>	<b>NO CUMPLE</b>
Tramo Recto	2+120.00	0.86	0.84	2.00	2.00	<b>NO CUMPLE</b>	<b>NO CUMPLE</b>
Tramo Curvo	2+140.00	0.94	0.71	2.00	2.00	<b>NO CUMPLE</b>	<b>NO CUMPLE</b>
Tramo Curvo	2+160.00	0.63	0.71	2.00	2.00	<b>NO CUMPLE</b>	<b>NO CUMPLE</b>
Tramo Recto	2+180.00	0.70	0.81	2.00	2.00	<b>NO CUMPLE</b>	<b>NO CUMPLE</b>
Tramo Curvo	2+200.00	0.79	0.58	2.00	2.00	<b>NO CUMPLE</b>	<b>NO CUMPLE</b>
Tramo Curvo	2+220.00	0.58	0.69	2.00	2.00	<b>NO CUMPLE</b>	<b>NO CUMPLE</b>
Tramo Recto	2+240.00	0.78	0.55	2.00	2.00	<b>NO CUMPLE</b>	<b>NO CUMPLE</b>
Tramo Recto	2+260.00	0.76	0.70	2.00	2.00	<b>NO CUMPLE</b>	<b>NO CUMPLE</b>
Tramo Recto	2+280.00	0.73	0.77	2.00	2.00	<b>NO CUMPLE</b>	<b>NO CUMPLE</b>
Tramo Recto	2+300.00	0.76	0.60	2.00	2.00	<b>NO CUMPLE</b>	<b>NO CUMPLE</b>
Tramo Recto	2+320.00	0.76	0.65	2.00	2.00	<b>NO CUMPLE</b>	<b>NO CUMPLE</b>
Tramo Curvo	2+340.00	0.68	0.76	2.00	2.00	<b>NO CUMPLE</b>	<b>NO CUMPLE</b>
Tramo Curvo	2+360.00	0.83	0.75	2.00	2.00	<b>NO CUMPLE</b>	<b>NO CUMPLE</b>
Tramo Curvo	2+380.00	0.84	0.86	2.00	2.00	<b>NO CUMPLE</b>	<b>NO CUMPLE</b>
Tramo Recto	2+400.00	0.68	0.78	2.00	2.00	<b>NO CUMPLE</b>	<b>NO CUMPLE</b>
Tramo Recto	2+420.00	0.68	0.65	2.00	2.00	<b>NO CUMPLE</b>	<b>NO CUMPLE</b>
Tramo Curvo	2+440.00	0.61	0.57	2.00	2.00	<b>NO CUMPLE</b>	<b>NO CUMPLE</b>
Tramo Curvo	2+460.00	0.68	0.56	2.00	2.00	<b>NO CUMPLE</b>	<b>NO CUMPLE</b>
Tramo Curvo	2+480.00	0.69	0.77	2.00	2.00	<b>NO CUMPLE</b>	<b>NO CUMPLE</b>
Tramo Curvo	2+500.00	0.68	0.78	2.00	2.00	<b>NO CUMPLE</b>	<b>NO CUMPLE</b>
Tramo Curvo	2+520.00	0.71	0.68	2.00	2.00	<b>NO CUMPLE</b>	<b>NO CUMPLE</b>
Tramo Recto	2+540.00	0.71	0.78	2.00	2.00	<b>NO CUMPLE</b>	<b>NO CUMPLE</b>

<b>Tipo de Tramo</b>	<b>Progresiva</b>	<b>Ancho de Berma Izquierda (m)</b>	<b>Ancho de Berma Derecha (m)</b>	<b>Ancho de BI DG - 2018 (m)</b>	<b>Ancho de BD DG - 2018 (m)</b>	<b>Verificación BI</b>	<b>Verificación BD</b>
Tramo Recto	2+560.00	0.65	0.76	2.00	2.00	<b>NO CUMPLE</b>	<b>NO CUMPLE</b>
Tramo Recto	2+580.00	0.75	0.78	2.00	2.00	<b>NO CUMPLE</b>	<b>NO CUMPLE</b>
Tramo Curvo	2+600.00	0.67	0.77	2.00	2.00	<b>NO CUMPLE</b>	<b>NO CUMPLE</b>
Tramo Curvo	2+620.00	0.65	0.77	2.00	2.00	<b>NO CUMPLE</b>	<b>NO CUMPLE</b>
Tramo Curvo	2+640.00	0.74	0.76	2.00	2.00	<b>NO CUMPLE</b>	<b>NO CUMPLE</b>
Tramo Recto	2+660.00	0.69	0.77	2.00	2.00	<b>NO CUMPLE</b>	<b>NO CUMPLE</b>
Tramo Recto	2+680.00	0.92	0.83	2.00	2.00	<b>NO CUMPLE</b>	<b>NO CUMPLE</b>
Tramo Recto	2+700.00	0.75	0.80	2.00	2.00	<b>NO CUMPLE</b>	<b>NO CUMPLE</b>
Tramo Recto	2+720.00	0.64	0.81	2.00	2.00	<b>NO CUMPLE</b>	<b>NO CUMPLE</b>
Tramo Recto	2+740.00	0.74	0.78	2.00	2.00	<b>NO CUMPLE</b>	<b>NO CUMPLE</b>
Tramo Recto	2+760.00	0.74	0.75	2.00	2.00	<b>NO CUMPLE</b>	<b>NO CUMPLE</b>
Tramo Curvo	2+780.00	0.76	0.81	2.00	2.00	<b>NO CUMPLE</b>	<b>NO CUMPLE</b>
Tramo Curvo	2+800.00	0.76	0.77	2.00	2.00	<b>NO CUMPLE</b>	<b>NO CUMPLE</b>
Tramo Recto	2+820.00	0.76	0.75	2.00	2.00	<b>NO CUMPLE</b>	<b>NO CUMPLE</b>
Tramo Curvo	2+840.00	0.80	0.78	2.00	2.00	<b>NO CUMPLE</b>	<b>NO CUMPLE</b>
Tramo Curvo	2+860.00	0.76	0.73	2.00	2.00	<b>NO CUMPLE</b>	<b>NO CUMPLE</b>
Tramo Curvo	2+880.00	0.73	0.72	2.00	2.00	<b>NO CUMPLE</b>	<b>NO CUMPLE</b>
Tramo Recto	2+900.00	0.75	0.65	2.00	2.00	<b>NO CUMPLE</b>	<b>NO CUMPLE</b>
Tramo Curvo	2+920.00	0.91	0.78	2.00	2.00	<b>NO CUMPLE</b>	<b>NO CUMPLE</b>
Tramo Curvo	2+940.00	0.67	0.82	2.00	2.00	<b>NO CUMPLE</b>	<b>NO CUMPLE</b>
Tramo Recto	2+960.00	0.75	0.72	2.00	2.00	<b>NO CUMPLE</b>	<b>NO CUMPLE</b>
Tramo Curvo	2+980.00	0.70	0.71	2.00	2.00	<b>NO CUMPLE</b>	<b>NO CUMPLE</b>
Tramo Curvo	3+000.00	0.76	0.73	2.00	2.00	<b>NO CUMPLE</b>	<b>NO CUMPLE</b>
Tramo Curvo	3+020.00	0.71	0.66	2.00	2.00	<b>NO CUMPLE</b>	<b>NO CUMPLE</b>
Tramo Recto	3+040.00	0.79	0.70	2.00	2.00	<b>NO CUMPLE</b>	<b>NO CUMPLE</b>
Tramo Curvo	3+060.00	0.80	0.84	2.00	2.00	<b>NO CUMPLE</b>	<b>NO CUMPLE</b>
Tramo Curvo	3+080.00	0.75	0.68	2.00	2.00	<b>NO CUMPLE</b>	<b>NO CUMPLE</b>
Tramo Curvo	3+100.00	0.69	0.83	2.00	2.00	<b>NO CUMPLE</b>	<b>NO CUMPLE</b>
Tramo Recto	3+120.00	0.79	0.72	2.00	2.00	<b>NO CUMPLE</b>	<b>NO CUMPLE</b>
Tramo Recto	3+140.00	0.80	0.71	2.00	2.00	<b>NO CUMPLE</b>	<b>NO CUMPLE</b>
Tramo Recto	3+160.00	0.78	0.70	2.00	2.00	<b>NO CUMPLE</b>	<b>NO CUMPLE</b>
Tramo Recto	3+180.00	0.69	0.58	2.00	2.00	<b>NO CUMPLE</b>	<b>NO CUMPLE</b>
Tramo Recto	3+200.00	0.68	0.77	2.00	2.00	<b>NO CUMPLE</b>	<b>NO CUMPLE</b>
Tramo Curvo	3+220.00	0.74	0.55	2.00	2.00	<b>NO CUMPLE</b>	<b>NO CUMPLE</b>
Tramo Curvo	3+240.00	0.74	0.60	2.00	2.00	<b>NO CUMPLE</b>	<b>NO CUMPLE</b>
Tramo Curvo	3+260.00	0.74	0.56	2.00	2.00	<b>NO CUMPLE</b>	<b>NO CUMPLE</b>
Tramo Curvo	3+280.00	0.72	0.62	2.00	2.00	<b>NO CUMPLE</b>	<b>NO CUMPLE</b>
Tramo Recto	3+300.00	0.76	0.90	2.00	2.00	<b>NO CUMPLE</b>	<b>NO CUMPLE</b>
Tramo Recto	3+320.00	0.77	0.63	2.00	2.00	<b>NO CUMPLE</b>	<b>NO CUMPLE</b>
Tramo Recto	3+340.00	0.75	0.72	2.00	2.00	<b>NO CUMPLE</b>	<b>NO CUMPLE</b>

<b>Tipo de Tramo</b>	<b>Progresiva</b>	<b>Ancho de Berma Izquierda (m)</b>	<b>Ancho de Berma Derecha (m)</b>	<b>Ancho de BI DG - 2018 (m)</b>	<b>Ancho de BD DG - 2018 (m)</b>	<b>Verificación BI</b>	<b>Verificación BD</b>
Tramo Curvo	3+360.00	0.73	0.69	2.00	2.00	<b>NO CUMPLE</b>	<b>NO CUMPLE</b>
Tramo Recto	3+380.00	0.71	0.67	2.00	2.00	<b>NO CUMPLE</b>	<b>NO CUMPLE</b>
Tramo Curvo	3+400.00	0.82	0.70	2.00	2.00	<b>NO CUMPLE</b>	<b>NO CUMPLE</b>
Tramo Curvo	3+420.00	0.70	0.73	2.00	2.00	<b>NO CUMPLE</b>	<b>NO CUMPLE</b>
Tramo Curvo	3+440.00	0.76	0.66	2.00	2.00	<b>NO CUMPLE</b>	<b>NO CUMPLE</b>
Tramo Recto	3+460.00	0.81	0.66	2.00	2.00	<b>NO CUMPLE</b>	<b>NO CUMPLE</b>
Tramo Curvo	3+480.00	0.69	0.73	2.00	2.00	<b>NO CUMPLE</b>	<b>NO CUMPLE</b>
Tramo Curvo	3+500.00	0.76	0.79	2.00	2.00	<b>NO CUMPLE</b>	<b>NO CUMPLE</b>
Tramo Recto	3+520.00	0.79	0.71	2.00	2.00	<b>NO CUMPLE</b>	<b>NO CUMPLE</b>
Tramo Recto	3+540.00	0.81	0.88	2.00	2.00	<b>NO CUMPLE</b>	<b>NO CUMPLE</b>
Tramo Recto	3+560.00	0.78	0.77	2.00	2.00	<b>NO CUMPLE</b>	<b>NO CUMPLE</b>
Tramo Curvo	3+580.00	0.86	0.69	2.00	2.00	<b>NO CUMPLE</b>	<b>NO CUMPLE</b>
Tramo Curvo	3+600.00	0.78	0.68	2.00	2.00	<b>NO CUMPLE</b>	<b>NO CUMPLE</b>
Tramo Recto	3+620.00	1.09	0.72	2.00	2.00	<b>NO CUMPLE</b>	<b>NO CUMPLE</b>
Tramo Recto	3+640.00	0.74	0.80	2.00	2.00	<b>NO CUMPLE</b>	<b>NO CUMPLE</b>
Tramo Recto	3+660.00	0.83	0.70	2.00	2.00	<b>NO CUMPLE</b>	<b>NO CUMPLE</b>
Tramo Recto	3+680.00	1.01	0.72	2.00	2.00	<b>NO CUMPLE</b>	<b>NO CUMPLE</b>
Tramo Recto	3+700.00	0.82	0.70	2.00	2.00	<b>NO CUMPLE</b>	<b>NO CUMPLE</b>
Tramo Curvo	3+720.00	0.79	0.74	2.00	2.00	<b>NO CUMPLE</b>	<b>NO CUMPLE</b>
Tramo Curvo	3+740.00	0.74	0.73	2.00	2.00	<b>NO CUMPLE</b>	<b>NO CUMPLE</b>
Tramo Curvo	3+760.00	0.76	0.68	2.00	2.00	<b>NO CUMPLE</b>	<b>NO CUMPLE</b>
Tramo Curvo	3+780.00	0.88	0.66	2.00	2.00	<b>NO CUMPLE</b>	<b>NO CUMPLE</b>
Tramo Curvo	3+800.00	0.75	0.93	2.00	2.00	<b>NO CUMPLE</b>	<b>NO CUMPLE</b>
Tramo Curvo	3+820.00	0.82	0.78	2.00	2.00	<b>NO CUMPLE</b>	<b>NO CUMPLE</b>
Tramo Recto	3+840.00	0.75	0.73	2.00	2.00	<b>NO CUMPLE</b>	<b>NO CUMPLE</b>
Tramo Curvo	3+860.00	0.76	0.66	2.00	2.00	<b>NO CUMPLE</b>	<b>NO CUMPLE</b>
Tramo Curvo	3+880.00	0.84	0.71	2.00	2.00	<b>NO CUMPLE</b>	<b>NO CUMPLE</b>
Tramo Recto	3+900.00	0.71	0.79	2.00	2.00	<b>NO CUMPLE</b>	<b>NO CUMPLE</b>
Tramo Recto	3+920.00	0.78	0.80	2.00	2.00	<b>NO CUMPLE</b>	<b>NO CUMPLE</b>
Tramo Recto	3+940.00	0.73	0.74	2.00	2.00	<b>NO CUMPLE</b>	<b>NO CUMPLE</b>
Tramo Curvo	3+960.00	0.77	0.66	2.00	2.00	<b>NO CUMPLE</b>	<b>NO CUMPLE</b>
Tramo Curvo	3+980.00	0.72	0.71	2.00	2.00	<b>NO CUMPLE</b>	<b>NO CUMPLE</b>
Tramo Recto	4+000.00	0.73	0.72	2.00	2.00	<b>NO CUMPLE</b>	<b>NO CUMPLE</b>
Tramo Recto	4+020.00	0.80	0.73	2.00	2.00	<b>NO CUMPLE</b>	<b>NO CUMPLE</b>
Tramo Recto	4+040.00	0.87	0.70	2.00	2.00	<b>NO CUMPLE</b>	<b>NO CUMPLE</b>
Tramo Curvo	4+060.00	0.65	0.79	2.00	2.00	<b>NO CUMPLE</b>	<b>NO CUMPLE</b>
Tramo Curvo	4+080.00	0.72	0.73	2.00	2.00	<b>NO CUMPLE</b>	<b>NO CUMPLE</b>
Tramo Curvo	4+100.00	0.70	0.70	2.00	2.00	<b>NO CUMPLE</b>	<b>NO CUMPLE</b>
Tramo Curvo	4+120.00	0.72	0.75	2.00	2.00	<b>NO CUMPLE</b>	<b>NO CUMPLE</b>
Tramo Curvo	4+140.00	0.82	0.81	2.00	2.00	<b>NO CUMPLE</b>	<b>NO CUMPLE</b>

<b>Tipo de Tramo</b>	<b>Progresiva</b>	<b>Ancho de Berma Izquierda (m)</b>	<b>Ancho de Berma Derecha (m)</b>	<b>Ancho de BI DG - 2018 (m)</b>	<b>Ancho de BD DG - 2018 (m)</b>	<b>Verificación BI</b>	<b>Verificación BD</b>
Tramo Curvo	4+160.00	0.88	0.70	2.00	2.00	<b>NO CUMPLE</b>	<b>NO CUMPLE</b>
Tramo Curvo	4+180.00	0.69	0.74	2.00	2.00	<b>NO CUMPLE</b>	<b>NO CUMPLE</b>
Tramo Curvo	4+200.00	0.73	0.78	2.00	2.00	<b>NO CUMPLE</b>	<b>NO CUMPLE</b>
Tramo Recto	4+220.00	0.76	0.69	2.00	2.00	<b>NO CUMPLE</b>	<b>NO CUMPLE</b>
Tramo Recto	4+240.00	0.82	0.78	2.00	2.00	<b>NO CUMPLE</b>	<b>NO CUMPLE</b>
Tramo Recto	4+260.00	0.83	0.58	2.00	2.00	<b>NO CUMPLE</b>	<b>NO CUMPLE</b>
Tramo Recto	4+280.00	1.03	0.69	2.00	2.00	<b>NO CUMPLE</b>	<b>NO CUMPLE</b>
Tramo Curvo	4+300.00	0.66	0.66	2.00	2.00	<b>NO CUMPLE</b>	<b>NO CUMPLE</b>
Tramo Curvo	4+320.00	0.95	0.76	2.00	2.00	<b>NO CUMPLE</b>	<b>NO CUMPLE</b>
Tramo Curvo	4+340.00	0.75	0.72	2.00	2.00	<b>NO CUMPLE</b>	<b>NO CUMPLE</b>
Tramo Recto	4+360.00	0.80	0.57	2.00	2.00	<b>NO CUMPLE</b>	<b>NO CUMPLE</b>
Tramo Recto	4+380.00	0.83	0.58	2.00	2.00	<b>NO CUMPLE</b>	<b>NO CUMPLE</b>
Tramo Recto	4+400.00	0.86	0.70	2.00	2.00	<b>NO CUMPLE</b>	<b>NO CUMPLE</b>
Tramo Recto	4+420.00	1.03	0.72	2.00	2.00	<b>NO CUMPLE</b>	<b>NO CUMPLE</b>
Tramo Curvo	4+440.00	0.72	0.70	2.00	2.00	<b>NO CUMPLE</b>	<b>NO CUMPLE</b>
Tramo Curvo	4+460.00	0.79	0.92	2.00	2.00	<b>NO CUMPLE</b>	<b>NO CUMPLE</b>
Tramo Recto	4+480.00	0.74	0.75	2.00	2.00	<b>NO CUMPLE</b>	<b>NO CUMPLE</b>
Tramo Recto	4+500.00	0.70	0.66	2.00	2.00	<b>NO CUMPLE</b>	<b>NO CUMPLE</b>
Tramo Recto	4+520.00	0.81	0.70	2.00	2.00	<b>NO CUMPLE</b>	<b>NO CUMPLE</b>
Tramo Recto	4+540.00	0.72	0.78	2.00	2.00	<b>NO CUMPLE</b>	<b>NO CUMPLE</b>
Tramo Curvo	4+560.00	0.86	0.74	2.00	2.00	<b>NO CUMPLE</b>	<b>NO CUMPLE</b>
Tramo Curvo	4+580.00	0.78	0.67	2.00	2.00	<b>NO CUMPLE</b>	<b>NO CUMPLE</b>
Tramo Curvo	4+600.00	0.81	0.73	2.00	2.00	<b>NO CUMPLE</b>	<b>NO CUMPLE</b>
Tramo Recto	4+620.00	0.83	0.73	2.00	2.00	<b>NO CUMPLE</b>	<b>NO CUMPLE</b>
Tramo Curvo	4+640.00	0.67	0.91	2.00	2.00	<b>NO CUMPLE</b>	<b>NO CUMPLE</b>
Tramo Curvo	4+660.00	0.82	0.72	2.00	2.00	<b>NO CUMPLE</b>	<b>NO CUMPLE</b>
Tramo Curvo	4+680.00	0.81	0.71	2.00	2.00	<b>NO CUMPLE</b>	<b>NO CUMPLE</b>
Tramo Curvo	4+700.00	0.81	0.76	2.00	2.00	<b>NO CUMPLE</b>	<b>NO CUMPLE</b>
Tramo Curvo	4+720.00	0.78	0.69	2.00	2.00	<b>NO CUMPLE</b>	<b>NO CUMPLE</b>
Tramo Recto	4+740.00	0.77	0.72	2.00	2.00	<b>NO CUMPLE</b>	<b>NO CUMPLE</b>
Tramo Recto	4+760.00	0.76	0.76	2.00	2.00	<b>NO CUMPLE</b>	<b>NO CUMPLE</b>
Tramo Curvo	4+780.00	0.85	0.73	2.00	2.00	<b>NO CUMPLE</b>	<b>NO CUMPLE</b>
Tramo Curvo	4+800.00	0.87	0.70	2.00	2.00	<b>NO CUMPLE</b>	<b>NO CUMPLE</b>
Tramo Curvo	4+820.00	0.85	0.72	2.00	2.00	<b>NO CUMPLE</b>	<b>NO CUMPLE</b>
Tramo Recto	4+840.00	0.75	0.65	2.00	2.00	<b>NO CUMPLE</b>	<b>NO CUMPLE</b>
Tramo Recto	4+860.00	0.71	0.56	2.00	2.00	<b>NO CUMPLE</b>	<b>NO CUMPLE</b>
Tramo Curvo	4+880.00	0.77	0.66	2.00	2.00	<b>NO CUMPLE</b>	<b>NO CUMPLE</b>
Tramo Curvo	4+900.00	0.82	0.66	2.00	2.00	<b>NO CUMPLE</b>	<b>NO CUMPLE</b>
Tramo Curvo	4+920.00	0.79	0.70	2.00	2.00	<b>NO CUMPLE</b>	<b>NO CUMPLE</b>
Tramo Curvo	4+940.00	0.76	0.73	2.00	2.00	<b>NO CUMPLE</b>	<b>NO CUMPLE</b>

<b>Tipo de Tramo</b>	<b>Progresiva</b>	<b>Ancho de Berma Izquierda (m)</b>	<b>Ancho de Berma Derecha (m)</b>	<b>Ancho de BI DG - 2018 (m)</b>	<b>Ancho de BD DG - 2018 (m)</b>	<b>Verificación BI</b>	<b>Verificación BD</b>
Tramo Curvo	4+960.00	0.74	0.70	2.00	2.00	<b>NO CUMPLE</b>	<b>NO CUMPLE</b>
Tramo Recto	4+980.00	0.75	0.65	2.00	2.00	<b>NO CUMPLE</b>	<b>NO CUMPLE</b>
Tramo Recto	5+000.00	0.79	0.72	2.00	2.00	<b>NO CUMPLE</b>	<b>NO CUMPLE</b>
Tramo Recto	5+020.00	0.74	0.77	2.00	2.00	<b>NO CUMPLE</b>	<b>NO CUMPLE</b>
Tramo Curvo	5+040.00	0.77	0.74	2.00	2.00	<b>NO CUMPLE</b>	<b>NO CUMPLE</b>
Tramo Curvo	5+060.00	0.89	0.78	2.00	2.00	<b>NO CUMPLE</b>	<b>NO CUMPLE</b>
Tramo Curvo	5+080.00	0.92	0.71	2.00	2.00	<b>NO CUMPLE</b>	<b>NO CUMPLE</b>
Tramo Recto	5+100.00	0.80	0.73	2.00	2.00	<b>NO CUMPLE</b>	<b>NO CUMPLE</b>
Tramo Recto	5+120.00	0.71	0.72	2.00	2.00	<b>NO CUMPLE</b>	<b>NO CUMPLE</b>
Tramo Recto	5+140.00	0.76	0.79	2.00	2.00	<b>NO CUMPLE</b>	<b>NO CUMPLE</b>
Tramo Recto	5+160.00	0.89	0.68	2.00	2.00	<b>NO CUMPLE</b>	<b>NO CUMPLE</b>
Tramo Curvo	5+180.00	0.80	0.83	2.00	2.00	<b>NO CUMPLE</b>	<b>NO CUMPLE</b>
Tramo Curvo	5+200.00	0.70	0.86	2.00	2.00	<b>NO CUMPLE</b>	<b>NO CUMPLE</b>
Tramo Recto	5+220.00	1.03	0.59	2.00	2.00	<b>NO CUMPLE</b>	<b>NO CUMPLE</b>
Tramo Recto	5+240.00	0.76	0.81	2.00	2.00	<b>NO CUMPLE</b>	<b>NO CUMPLE</b>
Tramo Recto	5+260.00	0.74	0.67	2.00	2.00	<b>NO CUMPLE</b>	<b>NO CUMPLE</b>
Tramo Curvo	5+280.00	0.77	0.78	2.00	2.00	<b>NO CUMPLE</b>	<b>NO CUMPLE</b>
Tramo Curvo	5+300.00	0.75	0.84	2.00	2.00	<b>NO CUMPLE</b>	<b>NO CUMPLE</b>
Tramo Curvo	5+320.00	0.76	0.83	2.00	2.00	<b>NO CUMPLE</b>	<b>NO CUMPLE</b>
Tramo Recto	5+340.00	0.70	1.06	2.00	2.00	<b>NO CUMPLE</b>	<b>NO CUMPLE</b>
Tramo Curvo	5+360.00	0.89	0.90	2.00	2.00	<b>NO CUMPLE</b>	<b>NO CUMPLE</b>
Tramo Curvo	5+380.00	0.70	0.67	2.00	2.00	<b>NO CUMPLE</b>	<b>NO CUMPLE</b>
Tramo Curvo	5+400.00	0.80	0.61	2.00	2.00	<b>NO CUMPLE</b>	<b>NO CUMPLE</b>
Tramo Recto	5+420.00	0.61	0.76	2.00	2.00	<b>NO CUMPLE</b>	<b>NO CUMPLE</b>
Tramo Curvo	5+440.00	0.73	0.80	2.00	2.00	<b>NO CUMPLE</b>	<b>NO CUMPLE</b>
Tramo Curvo	5+460.00	0.77	0.85	2.00	2.00	<b>NO CUMPLE</b>	<b>NO CUMPLE</b>
Tramo Curvo	5+480.00	0.75	0.83	2.00	2.00	<b>NO CUMPLE</b>	<b>NO CUMPLE</b>
Tramo Curvo	5+500.00	0.73	0.79	2.00	2.00	<b>NO CUMPLE</b>	<b>NO CUMPLE</b>
Tramo Curvo	5+520.00	0.70	0.75	2.00	2.00	<b>NO CUMPLE</b>	<b>NO CUMPLE</b>
Tramo Curvo	5+540.00	0.76	0.76	2.00	2.00	<b>NO CUMPLE</b>	<b>NO CUMPLE</b>
Tramo Curvo	5+560.00	0.77	0.77	2.00	2.00	<b>NO CUMPLE</b>	<b>NO CUMPLE</b>
Tramo Curvo	5+580.00	0.66	0.81	2.00	2.00	<b>NO CUMPLE</b>	<b>NO CUMPLE</b>
Tramo Recto	5+600.00	0.74	0.65	2.00	2.00	<b>NO CUMPLE</b>	<b>NO CUMPLE</b>
Tramo Curvo	5+620.00	0.74	0.90	2.00	2.00	<b>NO CUMPLE</b>	<b>NO CUMPLE</b>
Tramo Curvo	5+640.00	0.70	0.57	2.00	2.00	<b>NO CUMPLE</b>	<b>NO CUMPLE</b>
Tramo Curvo	5+660.00	0.86	0.66	2.00	2.00	<b>NO CUMPLE</b>	<b>NO CUMPLE</b>
Tramo Recto	5+680.00	0.59	0.78	2.00	2.00	<b>NO CUMPLE</b>	<b>NO CUMPLE</b>
Tramo Curvo	5+700.00	0.64	0.75	2.00	2.00	<b>NO CUMPLE</b>	<b>NO CUMPLE</b>
Tramo Curvo	5+720.00	0.79	0.78	2.00	2.00	<b>NO CUMPLE</b>	<b>NO CUMPLE</b>
Tramo Curvo	5+740.00	0.87	0.64	2.00	2.00	<b>NO CUMPLE</b>	<b>NO CUMPLE</b>

<b>Tipo de Tramo</b>	<b>Progresiva</b>	<b>Ancho de Berma Izquierda (m)</b>	<b>Ancho de Berma Derecha (m)</b>	<b>Ancho de BI DG - 2018 (m)</b>	<b>Ancho de BD DG - 2018 (m)</b>	<b>Verificación BI</b>	<b>Verificación BD</b>
Tramo Recto	5+760.00	0.97	0.70	2.00	2.00	<b>NO CUMPLE</b>	<b>NO CUMPLE</b>
Tramo Curvo	5+780.00	0.77	0.91	2.00	2.00	<b>NO CUMPLE</b>	<b>NO CUMPLE</b>
Tramo Curvo	5+800.00	0.78	0.73	2.00	2.00	<b>NO CUMPLE</b>	<b>NO CUMPLE</b>
Tramo Recto	5+820.00	1.03	0.68	2.00	2.00	<b>NO CUMPLE</b>	<b>NO CUMPLE</b>
Tramo Recto	5+840.00	0.91	0.74	2.00	2.00	<b>NO CUMPLE</b>	<b>NO CUMPLE</b>
Tramo Curvo	5+860.00	0.70	0.70	2.00	2.00	<b>NO CUMPLE</b>	<b>NO CUMPLE</b>
Tramo Curvo	5+880.00	0.80	0.75	2.00	2.00	<b>NO CUMPLE</b>	<b>NO CUMPLE</b>
Tramo Curvo	5+900.00	0.75	0.74	2.00	2.00	<b>NO CUMPLE</b>	<b>NO CUMPLE</b>
Tramo Recto	5+920.00	0.78	0.73	2.00	2.00	<b>NO CUMPLE</b>	<b>NO CUMPLE</b>
Tramo Recto	5+940.00	0.90	0.96	2.00	2.00	<b>NO CUMPLE</b>	<b>NO CUMPLE</b>
Tramo Curvo	5+960.00	0.71	0.67	2.00	2.00	<b>NO CUMPLE</b>	<b>NO CUMPLE</b>
Tramo Curvo	5+980.00	0.74	0.76	2.00	2.00	<b>NO CUMPLE</b>	<b>NO CUMPLE</b>
Tramo Curvo	6+000.00	0.71	0.71	2.00	2.00	<b>NO CUMPLE</b>	<b>NO CUMPLE</b>
Tramo Curvo	6+020.00	0.78	0.75	2.00	2.00	<b>NO CUMPLE</b>	<b>NO CUMPLE</b>
Tramo Curvo	6+040.00	0.75	0.75	2.00	2.00	<b>NO CUMPLE</b>	<b>NO CUMPLE</b>
Tramo Curvo	6+060.00	0.76	0.70	2.00	2.00	<b>NO CUMPLE</b>	<b>NO CUMPLE</b>
Tramo Recto	6+080.00	0.83	0.68	2.00	2.00	<b>NO CUMPLE</b>	<b>NO CUMPLE</b>
Tramo Curvo	6+100.00	0.77	0.62	2.00	2.00	<b>NO CUMPLE</b>	<b>NO CUMPLE</b>
Tramo Curvo	6+120.00	0.89	1.00	2.00	2.00	<b>NO CUMPLE</b>	<b>NO CUMPLE</b>
Tramo Recto	6+140.00	0.80	0.70	2.00	2.00	<b>NO CUMPLE</b>	<b>NO CUMPLE</b>
Tramo Curvo	6+160.00	0.70	0.69	2.00	2.00	<b>NO CUMPLE</b>	<b>NO CUMPLE</b>
Tramo Curvo	6+180.00	0.71	0.77	2.00	2.00	<b>NO CUMPLE</b>	<b>NO CUMPLE</b>
Tramo Recto	6+200.00	0.75	0.62	2.00	2.00	<b>NO CUMPLE</b>	<b>NO CUMPLE</b>
Tramo Recto	6+220.00	0.79	0.75	2.00	2.00	<b>NO CUMPLE</b>	<b>NO CUMPLE</b>
Tramo Recto	6+240.00	0.81	0.67	2.00	2.00	<b>NO CUMPLE</b>	<b>NO CUMPLE</b>
Tramo Recto	6+260.00	1.06	0.65	2.00	2.00	<b>NO CUMPLE</b>	<b>NO CUMPLE</b>
Tramo Curvo	6+280.00	0.81	0.70	2.00	2.00	<b>NO CUMPLE</b>	<b>NO CUMPLE</b>
Tramo Curvo	6+300.00	0.74	0.78	2.00	2.00	<b>NO CUMPLE</b>	<b>NO CUMPLE</b>
Tramo Recto	6+320.00	0.66	0.73	2.00	2.00	<b>NO CUMPLE</b>	<b>NO CUMPLE</b>
Tramo Recto	6+340.00	0.70	0.76	2.00	2.00	<b>NO CUMPLE</b>	<b>NO CUMPLE</b>
Tramo Curvo	6+360.00	0.76	0.63	2.00	2.00	<b>NO CUMPLE</b>	<b>NO CUMPLE</b>
Tramo Curvo	6+380.00	0.75	0.72	2.00	2.00	<b>NO CUMPLE</b>	<b>NO CUMPLE</b>
Tramo Curvo	6+400.00	0.72	0.62	2.00	2.00	<b>NO CUMPLE</b>	<b>NO CUMPLE</b>
Tramo Recto	6+420.00	0.76	0.62	2.00	2.00	<b>NO CUMPLE</b>	<b>NO CUMPLE</b>
Tramo Recto	6+440.00	0.70	0.69	2.00	2.00	<b>NO CUMPLE</b>	<b>NO CUMPLE</b>
Tramo Recto	6+460.00	0.66	0.72	2.00	2.00	<b>NO CUMPLE</b>	<b>NO CUMPLE</b>
Tramo Curvo	6+480.00	0.88	0.62	2.00	2.00	<b>NO CUMPLE</b>	<b>NO CUMPLE</b>
Tramo Curvo	6+500.00	0.75	0.86	2.00	2.00	<b>NO CUMPLE</b>	<b>NO CUMPLE</b>
Tramo Curvo	6+520.00	0.76	0.73	2.00	2.00	<b>NO CUMPLE</b>	<b>NO CUMPLE</b>
Tramo Recto	6+540.00	0.79	0.73	2.00	2.00	<b>NO CUMPLE</b>	<b>NO CUMPLE</b>

<b>Tipo de Tramo</b>	<b>Progresiva</b>	<b>Ancho de Berma Izquierda (m)</b>	<b>Ancho de Berma Derecha (m)</b>	<b>Ancho de BI DG - 2018 (m)</b>	<b>Ancho de BD DG - 2018 (m)</b>	<b>Verificación BI</b>	<b>Verificación BD</b>
Tramo Curvo	6+560.00	0.72	0.87	2.00	2.00	<b>NO CUMPLE</b>	<b>NO CUMPLE</b>
Tramo Curvo	6+580.00	0.81	0.83	2.00	2.00	<b>NO CUMPLE</b>	<b>NO CUMPLE</b>
Tramo Curvo	6+600.00	0.59	0.74	2.00	2.00	<b>NO CUMPLE</b>	<b>NO CUMPLE</b>
Tramo Recto	6+620.00	0.86	0.75	2.00	2.00	<b>NO CUMPLE</b>	<b>NO CUMPLE</b>
Tramo Recto	6+640.00	0.69	0.44	2.00	2.00	<b>NO CUMPLE</b>	<b>NO CUMPLE</b>
Tramo Recto	6+660.00	0.68	0.44	2.00	2.00	<b>NO CUMPLE</b>	<b>NO CUMPLE</b>
Tramo Recto	6+680.00	0.71	0.57	2.00	2.00	<b>NO CUMPLE</b>	<b>NO CUMPLE</b>
Tramo Recto	6+700.00	0.69	0.63	2.00	2.00	<b>NO CUMPLE</b>	<b>NO CUMPLE</b>
Tramo Recto	6+720.00	0.67	0.68	2.00	2.00	<b>NO CUMPLE</b>	<b>NO CUMPLE</b>
Tramo Recto	6+740.00	0.65	0.66	2.00	2.00	<b>NO CUMPLE</b>	<b>NO CUMPLE</b>
Tramo Recto	6+760.00	0.66	0.61	2.00	2.00	<b>NO CUMPLE</b>	<b>NO CUMPLE</b>
Tramo Recto	6+780.00	0.69	0.60	2.00	2.00	<b>NO CUMPLE</b>	<b>NO CUMPLE</b>
Tramo Recto	6+800.00	0.93	0.70	2.00	2.00	<b>NO CUMPLE</b>	<b>NO CUMPLE</b>
Tramo Recto	6+820.00	0.94	0.75	2.00	2.00	<b>NO CUMPLE</b>	<b>NO CUMPLE</b>
Tramo Recto	6+840.00	0.97	0.69	2.00	2.00	<b>NO CUMPLE</b>	<b>NO CUMPLE</b>
Tramo Curvo	6+860.00	0.95	0.73	2.00	2.00	<b>NO CUMPLE</b>	<b>NO CUMPLE</b>
Tramo Curvo	6+880.00	0.57	0.69	2.00	2.00	<b>NO CUMPLE</b>	<b>NO CUMPLE</b>
Tramo Curvo	6+900.00	0.73	0.70	2.00	2.00	<b>NO CUMPLE</b>	<b>NO CUMPLE</b>
Tramo Curvo	6+920.00	0.95	0.69	2.00	2.00	<b>NO CUMPLE</b>	<b>NO CUMPLE</b>
Tramo Curvo	6+940.00	0.80	0.62	2.00	2.00	<b>NO CUMPLE</b>	<b>NO CUMPLE</b>
Tramo Curvo	6+960.00	0.76	0.65	2.00	2.00	<b>NO CUMPLE</b>	<b>NO CUMPLE</b>
Tramo Curvo	6+980.00	0.80	0.73	2.00	2.00	<b>NO CUMPLE</b>	<b>NO CUMPLE</b>
Tramo Recto	7+000.00	0.72	0.62	2.00	2.00	<b>NO CUMPLE</b>	<b>NO CUMPLE</b>
Tramo Recto	7+020.00	0.74	0.66	2.00	2.00	<b>NO CUMPLE</b>	<b>NO CUMPLE</b>
Tramo Recto	7+040.00	0.71	0.71	2.00	2.00	<b>NO CUMPLE</b>	<b>NO CUMPLE</b>
Tramo Recto	7+060.00	0.84	0.78	2.00	2.00	<b>NO CUMPLE</b>	<b>NO CUMPLE</b>
Tramo Curvo	7+080.00	1.18	0.80	2.00	2.00	<b>NO CUMPLE</b>	<b>NO CUMPLE</b>
Tramo Curvo	7+100.00	0.63	0.68	2.00	2.00	<b>NO CUMPLE</b>	<b>NO CUMPLE</b>
Tramo Curvo	7+120.00	0.82	0.73	2.00	2.00	<b>NO CUMPLE</b>	<b>NO CUMPLE</b>
Tramo Recto	7+140.00	0.83	0.83	2.00	2.00	<b>NO CUMPLE</b>	<b>NO CUMPLE</b>
Tramo Curvo	7+160.00	0.67	0.71	2.00	2.00	<b>NO CUMPLE</b>	<b>NO CUMPLE</b>
Tramo Curvo	7+180.00	0.76	0.77	2.00	2.00	<b>NO CUMPLE</b>	<b>NO CUMPLE</b>
Tramo Recto	7+200.00	0.72	0.54	2.00	2.00	<b>NO CUMPLE</b>	<b>NO CUMPLE</b>
Tramo Curvo	7+220.00	0.88	0.83	2.00	2.00	<b>NO CUMPLE</b>	<b>NO CUMPLE</b>
Tramo Curvo	7+240.00	0.82	0.67	2.00	2.00	<b>NO CUMPLE</b>	<b>NO CUMPLE</b>
Tramo Curvo	7+260.00	0.76	0.54	2.00	2.00	<b>NO CUMPLE</b>	<b>NO CUMPLE</b>
Tramo Recto	7+280.00	0.54	0.68	2.00	2.00	<b>NO CUMPLE</b>	<b>NO CUMPLE</b>
Tramo Recto	7+300.00	0.79	0.72	2.00	2.00	<b>NO CUMPLE</b>	<b>NO CUMPLE</b>
Tramo Recto	7+320.00	0.86	0.59	2.00	2.00	<b>NO CUMPLE</b>	<b>NO CUMPLE</b>
Tramo Curvo	7+340.00	0.77	0.78	2.00	2.00	<b>NO CUMPLE</b>	<b>NO CUMPLE</b>

Tipo de Tramo	Progresiva	Ancho de Berma Izquierda (m)	Ancho de Berma Derecha (m)	Ancho de BI DG - 2018 (m)	Ancho de BD DG - 2018 (m)	Verificación BI	Verificación BD
Tramo Curvo	7+360.00	0.80	0.75	2.00	2.00	NO CUMPLE	NO CUMPLE
Tramo Recto	7+380.00	0.58	0.78	2.00	2.00	NO CUMPLE	NO CUMPLE
Tramo Recto	7+400.00	0.87	0.80	2.00	2.00	NO CUMPLE	NO CUMPLE
Tramo Curvo	7+420.00	0.79	0.76	2.00	2.00	NO CUMPLE	NO CUMPLE
Tramo Recto	7+440.00	0.78	0.78	2.00	2.00	NO CUMPLE	NO CUMPLE
Tramo Curvo	7+460.00	0.78	0.68	2.00	2.00	NO CUMPLE	NO CUMPLE
Tramo Curvo	7+480.00	0.72	0.69	2.00	2.00	NO CUMPLE	NO CUMPLE
Tramo Curvo	7+500.00	0.74	0.63	2.00	2.00	NO CUMPLE	NO CUMPLE
Tramo Recto	7+520.00	0.74	0.68	2.00	2.00	NO CUMPLE	NO CUMPLE
Tramo Recto	7+540.00	0.76	0.70	2.00	2.00	NO CUMPLE	NO CUMPLE
Tramo Curvo	7+560.00	0.68	0.70	2.00	2.00	NO CUMPLE	NO CUMPLE
Tramo Curvo	7+580.00	0.67	0.66	2.00	2.00	NO CUMPLE	NO CUMPLE
Tramo Curvo	7+600.00	0.84	0.72	2.00	2.00	NO CUMPLE	NO CUMPLE
Tramo Curvo	7+620.00	0.92	0.88	2.00	2.00	NO CUMPLE	NO CUMPLE
Tramo Curvo	7+640.00	0.86	0.70	2.00	2.00	NO CUMPLE	NO CUMPLE
Tramo Curvo	7+660.00	0.71	0.65	2.00	2.00	NO CUMPLE	NO CUMPLE
Tramo Curvo	7+680.00	0.95	0.66	2.00	2.00	NO CUMPLE	NO CUMPLE
Tramo Recto	7+700.00	0.63	0.69	2.00	2.00	NO CUMPLE	NO CUMPLE
Tramo Recto	7+705.41	0.80	0.72	2.00	2.00	NO CUMPLE	NO CUMPLE

Como se muestra en la tabla anterior, el 100% de los anchos de bermas tanto izquierdas como derechas no cumplen con lo establecido en la normativa vigente.

#### 4.6.3.3 Bombeo y peralte:

Según la tabla 15, la cual nos indica los valores del bombeo de una calzada según el tipo de superficie, en este caso pavimento asfáltico y la precipitación por año, en este caso mayor a 500 mm/año como se muestra en los anexos, tenemos que el valor del bombeo es de 2.50%.

Para el peralte se consideró los peraltes finales de la tabla 45, los cuales fueron determinados según la figura 20, como se indica en el ítem 4.6.1.5.

Para la verificación se compararon los bombeos y peraltes existentes del tramo de carretera en estudio con los bombeos y peraltes establecidos por el manual.



**Tabla 54.** Verificación de bombes y peraltes de calzada

Tipo de Tramo	Progresiva	Tipo de Inclinación	Bombeo y Peralte Existente (%)	Bombeo y Peralte DG - 2018 (%)	Verificación
Tramo Recto	0+000.00	Bombeo	2.50	2.50	CUMPLE
Tramo Recto	0+020.00	Bombeo	3.10	2.50	CUMPLE
Tramo Recto	0+040.00	Bombeo	3.20	2.50	CUMPLE
Tramo Curvo	0+060.00	Peralte	4.20	8.00	CUMPLE
Tramo Recto	0+080.00	Bombeo	2.80	2.50	CUMPLE
Tramo Curvo	0+100.00	Peralte	5.30	8.00	CUMPLE
Tramo Curvo	0+120.00	Peralte	7.30	8.00	CUMPLE
Tramo Curvo	0+140.00	Peralte	8.70	8.00	<b>NO CUMPLE</b>
Tramo Recto	0+160.00	Bombeo	0.50	2.50	<b>NO CUMPLE</b>
Tramo Curvo	0+180.00	Peralte	5.80	8.00	CUMPLE
Tramo Curvo	0+200.00	Peralte	5.10	8.00	CUMPLE
Tramo Recto	0+220.00	Bombeo	1.80	2.50	<b>NO CUMPLE</b>
Tramo Recto	0+240.00	Bombeo	2.10	2.50	<b>NO CUMPLE</b>
Tramo Recto	0+260.00	Bombeo	1.60	2.50	<b>NO CUMPLE</b>
Tramo Curvo	0+280.00	Peralte	4.00	7.50	CUMPLE
Tramo Curvo	0+300.00	Peralte	5.90	7.50	CUMPLE
Tramo Curvo	0+320.00	Peralte	6.20	7.50	CUMPLE
Tramo Curvo	0+340.00	Peralte	6.60	7.50	CUMPLE
Tramo Curvo	0+360.00	Peralte	5.00	7.50	CUMPLE
Tramo Recto	0+380.00	Bombeo	0.80	2.50	<b>NO CUMPLE</b>
Tramo Curvo	0+400.00	Peralte	2.30	6.60	<b>NO CUMPLE</b>
Tramo Curvo	0+420.00	Peralte	3.00	6.60	CUMPLE
Tramo Curvo	0+440.00	Peralte	2.40	6.60	<b>NO CUMPLE</b>
Tramo Recto	0+460.00	Bombeo	2.20	2.50	<b>NO CUMPLE</b>
Tramo Recto	0+480.00	Bombeo	2.70	2.50	CUMPLE
Tramo Recto	0+500.00	Bombeo	1.90	2.50	<b>NO CUMPLE</b>
Tramo Recto	0+520.00	Bombeo	1.80	2.50	<b>NO CUMPLE</b>
Tramo Curvo	0+540.00	Peralte	2.60	8.00	CUMPLE
Tramo Curvo	0+560.00	Peralte	6.90	8.00	CUMPLE
Tramo Curvo	0+580.00	Peralte	6.80	8.00	CUMPLE
Tramo Curvo	0+600.00	Peralte	5.30	8.00	CUMPLE
Tramo Curvo	0+620.00	Peralte	4.00	8.00	CUMPLE
Tramo Recto	0+640.00	Bombeo	3.00	2.50	CUMPLE
Tramo Recto	0+660.00	Bombeo	3.10	2.50	CUMPLE
Tramo Curvo	0+680.00	Peralte	5.60	8.00	CUMPLE
Tramo Curvo	0+700.00	Peralte	4.80	8.00	CUMPLE
Tramo Curvo	0+720.00	Peralte	2.70	7.50	CUMPLE
Tramo Curvo	0+740.00	Peralte	4.00	7.50	CUMPLE
Tramo Recto	0+760.00	Bombeo	0.60	2.50	<b>NO CUMPLE</b>

<b>Tipo de Tramo</b>	<b>Progresiva</b>	<b>Tipo de Inclinación</b>	<b>Bombeo y Peralte Existente (%)</b>	<b>Bombeo y Peralte DG - 2018 (%)</b>	<b>Verificación</b>
Tramo Curvo	0+780.00	Peralte	4.90	8.00	CUMPLE
Tramo Curvo	0+800.00	Peralte	5.00	8.00	CUMPLE
Tramo Recto	0+820.00	Bombeo	3.80	2.50	CUMPLE
Tramo Recto	0+840.00	Bombeo	3.40	2.50	CUMPLE
Tramo Curvo	0+860.00	Peralte	3.30	4.80	CUMPLE
Tramo Curvo	0+880.00	Peralte	2.40	4.80	<b>NO CUMPLE</b>
Tramo Recto	0+900.00	Bombeo	2.30	2.50	<b>NO CUMPLE</b>
Tramo Curvo	0+920.00	Peralte	3.40	8.00	CUMPLE
Tramo Curvo	0+940.00	Peralte	6.20	8.00	CUMPLE
Tramo Recto	0+960.00	Bombeo	0.80	2.50	<b>NO CUMPLE</b>
Tramo Curvo	0+980.00	Peralte	4.50	8.00	CUMPLE
Tramo Curvo	1+000.00	Peralte	4.70	8.00	CUMPLE
Tramo Recto	1+020.00	Bombeo	0.40	2.50	<b>NO CUMPLE</b>
Tramo Curvo	1+040.00	Peralte	3.90	6.70	CUMPLE
Tramo Curvo	1+060.00	Peralte	4.20	6.70	CUMPLE
Tramo Recto	1+080.00	Bombeo	1.90	2.50	<b>NO CUMPLE</b>
Tramo Recto	1+100.00	Bombeo	2.10	2.50	<b>NO CUMPLE</b>
Tramo Recto	1+120.00	Bombeo	2.30	2.50	<b>NO CUMPLE</b>
Tramo Recto	1+140.00	Bombeo	3.00	2.50	CUMPLE
Tramo Recto	1+160.00	Bombeo	1.60	2.50	<b>NO CUMPLE</b>
Tramo Recto	1+180.00	Bombeo	2.30	2.50	<b>NO CUMPLE</b>
Tramo Recto	1+200.00	Bombeo	2.60	2.50	CUMPLE
Tramo Curvo	1+220.00	Peralte	5.30	8.00	CUMPLE
Tramo Curvo	1+240.00	Peralte	5.50	8.00	CUMPLE
Tramo Curvo	1+260.00	Peralte	6.10	8.00	CUMPLE
Tramo Curvo	1+280.00	Peralte	6.30	8.00	CUMPLE
Tramo Curvo	1+300.00	Peralte	6.60	8.00	CUMPLE
Tramo Curvo	1+320.00	Peralte	7.00	8.00	CUMPLE
Tramo Curvo	1+340.00	Peralte	6.90	8.00	CUMPLE
Tramo Recto	1+360.00	Bombeo	5.80	2.50	CUMPLE
Tramo Recto	1+380.00	Bombeo	4.20	2.50	CUMPLE
Tramo Curvo	1+400.00	Peralte	2.40	5.85	<b>NO CUMPLE</b>
Tramo Curvo	1+420.00	Peralte	2.50	5.85	<b>NO CUMPLE</b>
Tramo Curvo	1+440.00	Peralte	3.10	5.85	CUMPLE
Tramo Recto	1+460.00	Bombeo	0.10	2.50	<b>NO CUMPLE</b>
Tramo Curvo	1+480.00	Peralte	3.30	6.60	CUMPLE
Tramo Curvo	1+500.00	Peralte	3.20	6.60	CUMPLE
Tramo Recto	1+520.00	Bombeo	2.50	2.50	CUMPLE
Tramo Curvo	1+540.00	Peralte	3.40	6.20	CUMPLE
Tramo Curvo	1+560.00	Peralte	4.00	6.20	CUMPLE

<b>Tipo de Tramo</b>	<b>Progresiva</b>	<b>Tipo de Inclinación</b>	<b>Bombeo y Peralte Existente (%)</b>	<b>Bombeo y Peralte DG - 2018 (%)</b>	<b>Verificación</b>
Tramo Curvo	1+580.00	Peralte	4.20	6.20	CUMPLE
Tramo Curvo	1+600.00	Peralte	3.10	6.20	CUMPLE
Tramo Recto	1+620.00	Bombeo	2.90	2.50	CUMPLE
Tramo Recto	1+640.00	Bombeo	2.90	2.50	CUMPLE
Tramo Recto	1+660.00	Bombeo	1.30	2.50	<b>NO CUMPLE</b>
Tramo Recto	1+680.00	Bombeo	2.30	2.50	<b>NO CUMPLE</b>
Tramo Curvo	1+700.00	Peralte	1.90	4.40	<b>NO CUMPLE</b>
Tramo Curvo	1+720.00	Peralte	2.80	4.40	CUMPLE
Tramo Curvo	1+740.00	Peralte	2.90	4.40	CUMPLE
Tramo Curvo	1+760.00	Peralte	2.90	4.40	CUMPLE
Tramo Curvo	1+780.00	Peralte	2.60	4.40	CUMPLE
Tramo Curvo	1+800.00	Peralte	3.00	4.40	CUMPLE
Tramo Curvo	1+820.00	Peralte	2.70	4.40	CUMPLE
Tramo Recto	1+840.00	Bombeo	1.10	2.50	<b>NO CUMPLE</b>
Tramo Recto	1+860.00	Bombeo	3.10	2.50	CUMPLE
Tramo Curvo	1+880.00	Peralte	6.50	8.00	CUMPLE
Tramo Curvo	1+900.00	Peralte	7.00	8.00	CUMPLE
Tramo Recto	1+920.00	Bombeo	3.20	2.50	CUMPLE
Tramo Recto	1+940.00	Bombeo	1.60	2.50	<b>NO CUMPLE</b>
Tramo Recto	1+960.00	Bombeo	5.50	2.50	CUMPLE
Tramo Curvo	1+980.00	Peralte	7.40	8.00	CUMPLE
Tramo Curvo	2+000.00	Peralte	7.60	8.00	CUMPLE
Tramo Curvo	2+020.00	Peralte	7.20	8.00	CUMPLE
Tramo Recto	2+040.00	Bombeo	2.60	2.50	CUMPLE
Tramo Recto	2+060.00	Bombeo	3.20	2.50	CUMPLE
Tramo Curvo	2+080.00	Peralte	6.50	8.00	CUMPLE
Tramo Curvo	2+100.00	Peralte	6.50	8.00	CUMPLE
Tramo Recto	2+120.00	Bombeo	0.80	2.50	<b>NO CUMPLE</b>
Tramo Curvo	2+140.00	Peralte	7.10	8.00	CUMPLE
Tramo Curvo	2+160.00	Peralte	6.40	8.00	CUMPLE
Tramo Recto	2+180.00	Bombeo	0.40	2.50	<b>NO CUMPLE</b>
Tramo Curvo	2+200.00	Peralte	6.20	8.00	CUMPLE
Tramo Curvo	2+220.00	Peralte	6.30	8.00	CUMPLE
Tramo Recto	2+240.00	Bombeo	2.40	2.50	<b>NO CUMPLE</b>
Tramo Recto	2+260.00	Bombeo	1.20	2.50	<b>NO CUMPLE</b>
Tramo Recto	2+280.00	Bombeo	1.50	2.50	<b>NO CUMPLE</b>
Tramo Recto	2+300.00	Bombeo	1.80	2.50	<b>NO CUMPLE</b>
Tramo Recto	2+320.00	Bombeo	2.40	2.50	<b>NO CUMPLE</b>
Tramo Curvo	2+340.00	Peralte	5.40	8.00	CUMPLE
Tramo Curvo	2+360.00	Peralte	7.80	8.00	CUMPLE

<b>Tipo de Tramo</b>	<b>Progresiva</b>	<b>Tipo de Inclinación</b>	<b>Bombeo y Peralte Existente (%)</b>	<b>Bombeo y Peralte DG - 2018 (%)</b>	<b>Verificación</b>
Tramo Curvo	2+380.00	Peralte	7.50	8.00	CUMPLE
Tramo Recto	2+400.00	Bombeo	5.20	2.50	CUMPLE
Tramo Recto	2+420.00	Bombeo	1.40	2.50	<b>NO CUMPLE</b>
Tramo Curvo	2+440.00	Peralte	5.50	8.00	CUMPLE
Tramo Curvo	2+460.00	Peralte	6.20	8.00	CUMPLE
Tramo Curvo	2+480.00	Peralte	5.80	8.00	CUMPLE
Tramo Curvo	2+500.00	Peralte	5.40	8.00	CUMPLE
Tramo Curvo	2+520.00	Peralte	5.40	8.00	CUMPLE
Tramo Recto	2+540.00	Bombeo	3.50	2.50	CUMPLE
Tramo Recto	2+560.00	Bombeo	2.40	2.50	<b>NO CUMPLE</b>
Tramo Recto	2+580.00	Bombeo	2.30	2.50	<b>NO CUMPLE</b>
Tramo Curvo	2+600.00	Peralte	3.30	6.55	CUMPLE
Tramo Curvo	2+620.00	Peralte	4.00	6.55	CUMPLE
Tramo Curvo	2+640.00	Peralte	2.90	6.55	CUMPLE
Tramo Recto	2+660.00	Bombeo	1.90	2.50	<b>NO CUMPLE</b>
Tramo Recto	2+680.00	Bombeo	2.60	2.50	CUMPLE
Tramo Recto	2+700.00	Bombeo	2.40	2.50	<b>NO CUMPLE</b>
Tramo Recto	2+720.00	Bombeo	2.50	2.50	CUMPLE
Tramo Recto	2+740.00	Bombeo	2.00	2.50	<b>NO CUMPLE</b>
Tramo Recto	2+760.00	Bombeo	1.40	2.50	<b>NO CUMPLE</b>
Tramo Curvo	2+780.00	Peralte	4.50	8.00	CUMPLE
Tramo Curvo	2+800.00	Peralte	5.20	8.00	CUMPLE
Tramo Recto	2+820.00	Bombeo	2.80	2.50	CUMPLE
Tramo Curvo	2+840.00	Peralte	5.00	8.00	CUMPLE
Tramo Curvo	2+860.00	Peralte	6.20	8.00	CUMPLE
Tramo Curvo	2+880.00	Peralte	5.20	8.00	CUMPLE
Tramo Recto	2+900.00	Bombeo	2.60	2.50	CUMPLE
Tramo Curvo	2+920.00	Peralte	6.40	8.00	CUMPLE
Tramo Curvo	2+940.00	Peralte	5.90	8.00	CUMPLE
Tramo Recto	2+960.00	Bombeo	1.00	2.50	<b>NO CUMPLE</b>
Tramo Curvo	2+980.00	Peralte	5.30	8.00	CUMPLE
Tramo Curvo	3+000.00	Peralte	5.20	8.00	CUMPLE
Tramo Curvo	3+020.00	Peralte	3.90	8.00	CUMPLE
Tramo Recto	3+040.00	Bombeo	1.40	2.50	<b>NO CUMPLE</b>
Tramo Curvo	3+060.00	Peralte	1.90	5.60	<b>NO CUMPLE</b>
Tramo Curvo	3+080.00	Peralte	2.50	5.60	<b>NO CUMPLE</b>
Tramo Curvo	3+100.00	Peralte	2.00	5.60	<b>NO CUMPLE</b>
Tramo Recto	3+120.00	Bombeo	1.90	2.50	<b>NO CUMPLE</b>
Tramo Recto	3+140.00	Bombeo	2.10	2.50	<b>NO CUMPLE</b>
Tramo Recto	3+160.00	Bombeo	2.20	2.50	<b>NO CUMPLE</b>

<b>Tipo de Tramo</b>	<b>Progresiva</b>	<b>Tipo de Inclinación</b>	<b>Bombeo y Peralte Existente (%)</b>	<b>Bombeo y Peralte DG - 2018 (%)</b>	<b>Verificación</b>
Tramo Recto	3+180.00	Bombeo	1.60	2.50	<b>NO CUMPLE</b>
Tramo Recto	3+200.00	Bombeo	2.70	2.50	CUMPLE
Tramo Curvo	3+220.00	Peralte	4.90	8.00	CUMPLE
Tramo Curvo	3+240.00	Peralte	4.50	8.00	CUMPLE
Tramo Curvo	3+260.00	Peralte	4.70	8.00	CUMPLE
Tramo Curvo	3+280.00	Peralte	4.50	8.00	CUMPLE
Tramo Recto	3+300.00	Bombeo	2.80	2.50	CUMPLE
Tramo Recto	3+320.00	Bombeo	2.00	2.50	<b>NO CUMPLE</b>
Tramo Recto	3+340.00	Bombeo	2.40	2.50	<b>NO CUMPLE</b>
Tramo Curvo	3+360.00	Peralte	2.50	2.70	<b>NO CUMPLE</b>
Tramo Recto	3+380.00	Bombeo	3.70	2.50	CUMPLE
Tramo Curvo	3+400.00	Peralte	7.80	8.00	CUMPLE
Tramo Curvo	3+420.00	Peralte	7.90	8.00	CUMPLE
Tramo Curvo	3+440.00	Peralte	7.90	8.00	CUMPLE
Tramo Recto	3+460.00	Bombeo	4.00	2.50	CUMPLE
Tramo Curvo	3+480.00	Peralte	4.00	8.00	CUMPLE
Tramo Curvo	3+500.00	Peralte	6.40	8.00	CUMPLE
Tramo Recto	3+520.00	Bombeo	4.10	2.50	CUMPLE
Tramo Recto	3+540.00	Bombeo	0.90	2.50	<b>NO CUMPLE</b>
Tramo Recto	3+560.00	Bombeo	4.50	2.50	CUMPLE
Tramo Curvo	3+580.00	Peralte	6.30	8.00	CUMPLE
Tramo Curvo	3+600.00	Peralte	6.10	8.00	CUMPLE
Tramo Recto	3+620.00	Bombeo	3.80	2.50	CUMPLE
Tramo Recto	3+640.00	Bombeo	2.60	2.50	CUMPLE
Tramo Recto	3+660.00	Bombeo	2.30	2.50	<b>NO CUMPLE</b>
Tramo Recto	3+680.00	Bombeo	3.10	2.50	CUMPLE
Tramo Recto	3+700.00	Bombeo	2.00	2.50	<b>NO CUMPLE</b>
Tramo Curvo	3+720.00	Peralte	2.90	6.30	CUMPLE
Tramo Curvo	3+740.00	Peralte	3.50	6.30	CUMPLE
Tramo Curvo	3+760.00	Peralte	3.10	6.30	CUMPLE
Tramo Curvo	3+780.00	Peralte	4.00	7.95	CUMPLE
Tramo Curvo	3+800.00	Peralte	5.10	7.95	CUMPLE
Tramo Curvo	3+820.00	Peralte	4.20	7.95	CUMPLE
Tramo Recto	3+840.00	Bombeo	1.70	2.50	<b>NO CUMPLE</b>
Tramo Curvo	3+860.00	Peralte	5.00	8.00	CUMPLE
Tramo Curvo	3+880.00	Peralte	4.80	8.00	CUMPLE
Tramo Recto	3+900.00	Bombeo	3.10	2.50	CUMPLE
Tramo Recto	3+920.00	Bombeo	0.30	2.50	<b>NO CUMPLE</b>
Tramo Recto	3+940.00	Bombeo	3.70	2.50	CUMPLE
Tramo Curvo	3+960.00	Peralte	7.40	8.00	CUMPLE

<b>Tipo de Tramo</b>	<b>Progresiva</b>	<b>Tipo de Inclinación</b>	<b>Bombeo y Peralte Existente (%)</b>	<b>Bombeo y Peralte DG - 2018 (%)</b>	<b>Verificación</b>
Tramo Curvo	3+980.00	Peralte	8.00	8.00	CUMPLE
Tramo Recto	4+000.00	Bombeo	4.60	2.50	CUMPLE
Tramo Recto	4+020.00	Bombeo	2.10	2.50	<b>NO CUMPLE</b>
Tramo Recto	4+040.00	Bombeo	2.20	2.50	<b>NO CUMPLE</b>
Tramo Curvo	4+060.00	Peralte	1.60	4.05	<b>NO CUMPLE</b>
Tramo Curvo	4+080.00	Peralte	2.30	4.05	<b>NO CUMPLE</b>
Tramo Curvo	4+100.00	Peralte	2.60	4.05	CUMPLE
Tramo Curvo	4+120.00	Peralte	2.10	4.05	<b>NO CUMPLE</b>
Tramo Curvo	4+140.00	Peralte	2.40	4.05	<b>NO CUMPLE</b>
Tramo Curvo	4+160.00	Peralte	2.20	4.05	<b>NO CUMPLE</b>
Tramo Curvo	4+180.00	Peralte	2.20	4.05	<b>NO CUMPLE</b>
Tramo Curvo	4+200.00	Peralte	1.30	4.05	<b>NO CUMPLE</b>
Tramo Recto	4+220.00	Bombeo	1.90	2.50	<b>NO CUMPLE</b>
Tramo Recto	4+240.00	Bombeo	2.00	2.50	<b>NO CUMPLE</b>
Tramo Recto	4+260.00	Bombeo	1.70	2.50	<b>NO CUMPLE</b>
Tramo Recto	4+280.00	Bombeo	3.30	2.50	CUMPLE
Tramo Curvo	4+300.00	Peralte	6.80	8.00	CUMPLE
Tramo Curvo	4+320.00	Peralte	7.70	8.00	CUMPLE
Tramo Curvo	4+340.00	Peralte	7.10	8.00	CUMPLE
Tramo Recto	4+360.00	Bombeo	3.80	2.50	CUMPLE
Tramo Recto	4+380.00	Bombeo	2.00	2.50	<b>NO CUMPLE</b>
Tramo Recto	4+400.00	Bombeo	1.90	2.50	<b>NO CUMPLE</b>
Tramo Recto	4+420.00	Bombeo	2.30	2.50	<b>NO CUMPLE</b>
Tramo Curvo	4+440.00	Peralte	7.30	8.00	CUMPLE
Tramo Curvo	4+460.00	Peralte	7.50	8.00	CUMPLE
Tramo Recto	4+480.00	Bombeo	4.20	2.50	CUMPLE
Tramo Recto	4+500.00	Bombeo	1.10	2.50	<b>NO CUMPLE</b>
Tramo Recto	4+520.00	Bombeo	1.80	2.50	<b>NO CUMPLE</b>
Tramo Recto	4+540.00	Bombeo	2.10	2.50	<b>NO CUMPLE</b>
Tramo Curvo	4+560.00	Peralte	4.50	7.85	CUMPLE
Tramo Curvo	4+580.00	Peralte	5.40	7.85	CUMPLE
Tramo Curvo	4+600.00	Peralte	4.60	7.85	CUMPLE
Tramo Recto	4+620.00	Bombeo	1.40	2.50	<b>NO CUMPLE</b>
Tramo Curvo	4+640.00	Peralte	4.30	8.00	CUMPLE
Tramo Curvo	4+660.00	Peralte	5.50	8.00	CUMPLE
Tramo Curvo	4+680.00	Peralte	5.30	8.00	CUMPLE
Tramo Curvo	4+700.00	Peralte	5.50	8.00	CUMPLE
Tramo Curvo	4+720.00	Peralte	5.50	8.00	CUMPLE
Tramo Recto	4+740.00	Bombeo	2.90	2.50	CUMPLE
Tramo Recto	4+760.00	Bombeo	2.10	2.50	<b>NO CUMPLE</b>

<b>Tipo de Tramo</b>	<b>Progresiva</b>	<b>Tipo de Inclinación</b>	<b>Bombeo y Peralte Existente (%)</b>	<b>Bombeo y Peralte DG - 2018 (%)</b>	<b>Verificación</b>
Tramo Curvo	4+780.00	Peralte	4.10	7.30	CUMPLE
Tramo Curvo	4+800.00	Peralte	4.10	7.30	CUMPLE
Tramo Curvo	4+820.00	Peralte	3.50	7.30	CUMPLE
Tramo Recto	4+840.00	Bombeo	0.40	2.50	<b>NO CUMPLE</b>
Tramo Recto	4+860.00	Bombeo	1.70	2.50	<b>NO CUMPLE</b>
Tramo Curvo	4+880.00	Peralte	4.00	7.15	CUMPLE
Tramo Curvo	4+900.00	Peralte	4.10	7.15	CUMPLE
Tramo Curvo	4+920.00	Peralte	4.10	7.15	CUMPLE
Tramo Curvo	4+940.00	Peralte	4.30	7.15	CUMPLE
Tramo Curvo	4+960.00	Peralte	3.00	7.15	CUMPLE
Tramo Recto	4+980.00	Bombeo	1.20	2.50	<b>NO CUMPLE</b>
Tramo Recto	5+000.00	Bombeo	1.50	2.50	<b>NO CUMPLE</b>
Tramo Recto	5+020.00	Bombeo	3.40	2.50	CUMPLE
Tramo Curvo	5+040.00	Peralte	7.70	8.00	CUMPLE
Tramo Curvo	5+060.00	Peralte	8.10	8.00	<b>NO CUMPLE</b>
Tramo Curvo	5+080.00	Peralte	6.10	8.00	CUMPLE
Tramo Recto	5+100.00	Bombeo	2.30	2.50	<b>NO CUMPLE</b>
Tramo Recto	5+120.00	Bombeo	1.70	2.50	<b>NO CUMPLE</b>
Tramo Recto	5+140.00	Bombeo	1.10	2.50	<b>NO CUMPLE</b>
Tramo Recto	5+160.00	Bombeo	1.90	2.50	<b>NO CUMPLE</b>
Tramo Curvo	5+180.00	Peralte	3.80	7.25	CUMPLE
Tramo Curvo	5+200.00	Peralte	3.60	7.25	CUMPLE
Tramo Recto	5+220.00	Bombeo	2.90	2.50	CUMPLE
Tramo Recto	5+240.00	Bombeo	1.80	2.50	<b>NO CUMPLE</b>
Tramo Recto	5+260.00	Bombeo	1.70	2.50	<b>NO CUMPLE</b>
Tramo Curvo	5+280.00	Peralte	2.20	8.00	<b>NO CUMPLE</b>
Tramo Curvo	5+300.00	Peralte	4.80	8.00	CUMPLE
Tramo Curvo	5+320.00	Peralte	4.60	8.00	CUMPLE
Tramo Recto	5+340.00	Bombeo	2.30	2.50	<b>NO CUMPLE</b>
Tramo Curvo	5+360.00	Peralte	4.80	8.00	CUMPLE
Tramo Curvo	5+380.00	Peralte	7.90	8.00	CUMPLE
Tramo Curvo	5+400.00	Peralte	8.00	8.00	CUMPLE
Tramo Recto	5+420.00	Bombeo	1.80	2.50	<b>NO CUMPLE</b>
Tramo Curvo	5+440.00	Peralte	4.30	7.85	CUMPLE
Tramo Curvo	5+460.00	Peralte	5.10	7.85	CUMPLE
Tramo Curvo	5+480.00	Peralte	4.70	7.85	CUMPLE
Tramo Curvo	5+500.00	Peralte	4.60	7.85	CUMPLE
Tramo Curvo	5+520.00	Peralte	4.50	8.00	CUMPLE
Tramo Curvo	5+540.00	Peralte	5.10	8.00	CUMPLE
Tramo Curvo	5+560.00	Peralte	5.20	8.00	CUMPLE

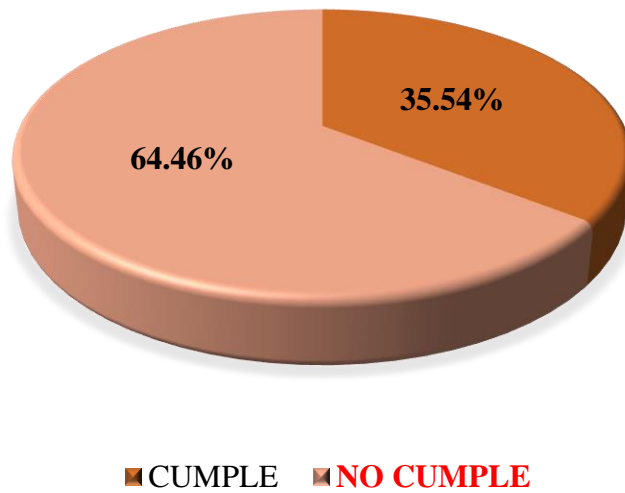
Tipo de Tramo	Progresiva	Tipo de Inclinación	Bombeo y Peralte Existente (%)	Bombeo y Peralte DG - 2018 (%)	Verificación
Tramo Curvo	5+580.00	Peralte	4.40	8.00	CUMPLE
Tramo Recto	5+600.00	Bombeo	1.30	2.50	<b>NO CUMPLE</b>
Tramo Curvo	5+620.00	Peralte	5.00	8.00	CUMPLE
Tramo Curvo	5+640.00	Peralte	6.80	8.00	CUMPLE
Tramo Curvo	5+660.00	Peralte	5.70	8.00	CUMPLE
Tramo Recto	5+680.00	Bombeo	1.30	2.50	<b>NO CUMPLE</b>
Tramo Curvo	5+700.00	Peralte	7.40	8.00	CUMPLE
Tramo Curvo	5+720.00	Peralte	7.60	8.00	CUMPLE
Tramo Curvo	5+740.00	Peralte	4.50	8.00	CUMPLE
Tramo Recto	5+760.00	Bombeo	4.30	2.50	CUMPLE
Tramo Curvo	5+780.00	Peralte	6.90	8.00	CUMPLE
Tramo Curvo	5+800.00	Peralte	6.20	8.00	CUMPLE
Tramo Recto	5+820.00	Bombeo	2.60	2.50	CUMPLE
Tramo Recto	5+840.00	Bombeo	2.20	2.50	<b>NO CUMPLE</b>
Tramo Curvo	5+860.00	Peralte	6.10	8.00	CUMPLE
Tramo Curvo	5+880.00	Peralte	6.50	8.00	CUMPLE
Tramo Curvo	5+900.00	Peralte	6.60	8.00	CUMPLE
Tramo Recto	5+920.00	Bombeo	5.60	2.50	CUMPLE
Tramo Recto	5+940.00	Bombeo	5.20	2.50	CUMPLE
Tramo Curvo	5+960.00	Peralte	4.60	7.85	CUMPLE
Tramo Curvo	5+980.00	Peralte	4.90	7.85	CUMPLE
Tramo Curvo	6+000.00	Peralte	4.40	7.85	CUMPLE
Tramo Curvo	6+020.00	Peralte	4.60	7.85	CUMPLE
Tramo Curvo	6+040.00	Peralte	4.50	7.85	CUMPLE
Tramo Curvo	6+060.00	Peralte	3.60	7.85	CUMPLE
Tramo Recto	6+080.00	Bombeo	2.10	2.50	<b>NO CUMPLE</b>
Tramo Curvo	6+100.00	Peralte	6.50	8.00	CUMPLE
Tramo Curvo	6+120.00	Peralte	7.70	8.00	CUMPLE
Tramo Recto	6+140.00	Bombeo	2.90	2.50	CUMPLE
Tramo Curvo	6+160.00	Peralte	4.10	7.95	CUMPLE
Tramo Curvo	6+180.00	Peralte	4.30	7.95	CUMPLE
Tramo Recto	6+200.00	Bombeo	1.00	2.50	<b>NO CUMPLE</b>
Tramo Recto	6+220.00	Bombeo	1.40	2.50	<b>NO CUMPLE</b>
Tramo Recto	6+240.00	Bombeo	2.20	2.50	<b>NO CUMPLE</b>
Tramo Recto	6+260.00	Bombeo	3.40	2.50	CUMPLE
Tramo Curvo	6+280.00	Peralte	7.70	8.00	CUMPLE
Tramo Curvo	6+300.00	Peralte	8.30	8.00	<b>NO CUMPLE</b>
Tramo Recto	6+320.00	Bombeo	4.40	2.50	CUMPLE
Tramo Recto	6+340.00	Bombeo	0.50	2.50	<b>NO CUMPLE</b>
Tramo Curvo	6+360.00	Peralte	4.30	8.00	CUMPLE



<b>Tipo de Tramo</b>	<b>Progresiva</b>	<b>Tipo de Inclinación</b>	<b>Bombeo y Peralte Existente (%)</b>	<b>Bombeo y Peralte DG - 2018 (%)</b>	<b>Verificación</b>
Tramo Curvo	6+380.00	Peralte	4.70	8.00	CUMPLE
Tramo Curvo	6+400.00	Peralte	4.60	8.00	CUMPLE
Tramo Recto	6+420.00	Bombeo	2.50	2.50	CUMPLE
Tramo Recto	6+440.00	Bombeo	0.80	2.50	<b>NO CUMPLE</b>
Tramo Recto	6+460.00	Bombeo	3.20	2.50	CUMPLE
Tramo Curvo	6+480.00	Peralte	5.40	7.95	CUMPLE
Tramo Curvo	6+500.00	Peralte	4.80	7.95	CUMPLE
Tramo Curvo	6+520.00	Peralte	4.40	7.95	CUMPLE
Tramo Recto	6+540.00	Bombeo	1.20	2.50	<b>NO CUMPLE</b>
Tramo Curvo	6+560.00	Peralte	6.70	8.00	CUMPLE
Tramo Curvo	6+580.00	Peralte	8.30	8.00	<b>NO CUMPLE</b>
Tramo Curvo	6+600.00	Peralte	6.80	8.00	CUMPLE
Tramo Recto	6+620.00	Bombeo	3.30	2.50	CUMPLE
Tramo Recto	6+640.00	Bombeo	2.80	2.50	CUMPLE
Tramo Recto	6+660.00	Bombeo	2.40	2.50	<b>NO CUMPLE</b>
Tramo Recto	6+680.00	Bombeo	2.00	2.50	<b>NO CUMPLE</b>
Tramo Recto	6+700.00	Bombeo	1.60	2.50	<b>NO CUMPLE</b>
Tramo Recto	6+720.00	Bombeo	1.30	2.50	<b>NO CUMPLE</b>
Tramo Recto	6+740.00	Bombeo	1.20	2.50	<b>NO CUMPLE</b>
Tramo Recto	6+760.00	Bombeo	1.50	2.50	<b>NO CUMPLE</b>
Tramo Recto	6+780.00	Bombeo	1.90	2.50	<b>NO CUMPLE</b>
Tramo Recto	6+800.00	Bombeo	1.70	2.50	<b>NO CUMPLE</b>
Tramo Recto	6+820.00	Bombeo	1.60	2.50	<b>NO CUMPLE</b>
Tramo Recto	6+840.00	Bombeo	2.10	2.50	<b>NO CUMPLE</b>
Tramo Curvo	6+860.00	Peralte	3.70	7.65	CUMPLE
Tramo Curvo	6+880.00	Peralte	4.70	7.65	CUMPLE
Tramo Curvo	6+900.00	Peralte	4.30	7.65	CUMPLE
Tramo Curvo	6+920.00	Peralte	4.20	7.65	CUMPLE
Tramo Curvo	6+940.00	Peralte	4.60	7.65	CUMPLE
Tramo Curvo	6+960.00	Peralte	4.50	7.65	CUMPLE
Tramo Curvo	6+980.00	Peralte	3.70	7.65	CUMPLE
Tramo Recto	7+000.00	Bombeo	1.80	2.50	<b>NO CUMPLE</b>
Tramo Recto	7+020.00	Bombeo	1.60	2.50	<b>NO CUMPLE</b>
Tramo Recto	7+040.00	Bombeo	1.80	2.50	<b>NO CUMPLE</b>
Tramo Recto	7+060.00	Bombeo	1.30	2.50	<b>NO CUMPLE</b>
Tramo Curvo	7+080.00	Peralte	4.70	8.00	CUMPLE
Tramo Curvo	7+100.00	Peralte	7.50	8.00	CUMPLE
Tramo Curvo	7+120.00	Peralte	6.70	8.00	CUMPLE
Tramo Recto	7+140.00	Bombeo	0.70	2.50	<b>NO CUMPLE</b>
Tramo Curvo	7+160.00	Peralte	6.00	8.00	CUMPLE

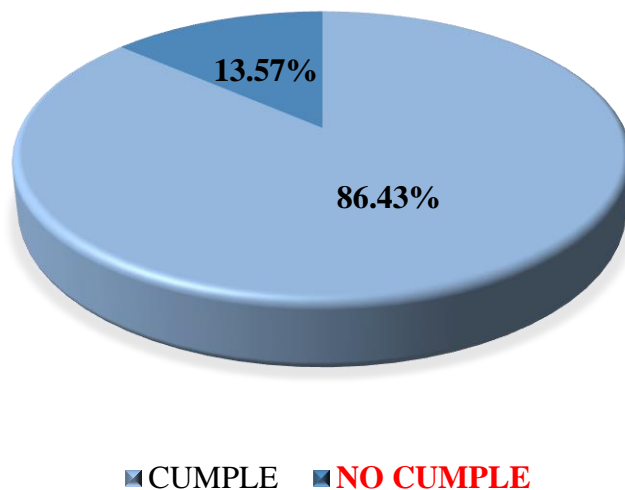
<b>Tipo de Tramo</b>	<b>Progresiva</b>	<b>Tipo de Inclinación</b>	<b>Bombeo y Peralte Existente (%)</b>	<b>Bombeo y Peralte DG - 2018 (%)</b>	<b>Verificación</b>
Tramo Curvo	7+180.00	Peralte	6.10	8.00	CUMPLE
Tramo Recto	7+200.00	Bombeo	1.70	2.50	<b>NO CUMPLE</b>
Tramo Curvo	7+220.00	Peralte	5.60	8.00	CUMPLE
Tramo Curvo	7+240.00	Peralte	6.30	8.00	CUMPLE
Tramo Curvo	7+260.00	Peralte	5.50	8.00	CUMPLE
Tramo Recto	7+280.00	Bombeo	4.10	2.50	CUMPLE
Tramo Recto	7+300.00	Bombeo	0.90	2.50	<b>NO CUMPLE</b>
Tramo Recto	7+320.00	Bombeo	1.80	2.50	<b>NO CUMPLE</b>
Tramo Curvo	7+340.00	Peralte	3.20	7.00	CUMPLE
Tramo Curvo	7+360.00	Peralte	4.20	7.00	CUMPLE
Tramo Recto	7+380.00	Bombeo	2.40	2.50	<b>NO CUMPLE</b>
Tramo Recto	7+400.00	Bombeo	5.40	2.50	CUMPLE
Tramo Curvo	7+420.00	Peralte	8.90	8.00	<b>NO CUMPLE</b>
Tramo Recto	7+440.00	Bombeo	2.60	2.50	CUMPLE
Tramo Curvo	7+460.00	Peralte	3.90	6.85	CUMPLE
Tramo Curvo	7+480.00	Peralte	3.60	6.85	CUMPLE
Tramo Curvo	7+500.00	Peralte	2.80	6.85	CUMPLE
Tramo Recto	7+520.00	Bombeo	1.90	2.50	<b>NO CUMPLE</b>
Tramo Recto	7+540.00	Bombeo	2.30	2.50	<b>NO CUMPLE</b>
Tramo Curvo	7+560.00	Peralte	1.60	6.15	<b>NO CUMPLE</b>
Tramo Curvo	7+580.00	Peralte	1.80	6.15	<b>NO CUMPLE</b>
Tramo Curvo	7+600.00	Peralte	1.90	6.15	<b>NO CUMPLE</b>
Tramo Curvo	7+620.00	Peralte	1.70	6.15	<b>NO CUMPLE</b>
Tramo Curvo	7+640.00	Peralte	1.90	3.60	<b>NO CUMPLE</b>
Tramo Curvo	7+660.00	Peralte	1.60	3.60	<b>NO CUMPLE</b>
Tramo Curvo	7+680.00	Peralte	2.10	3.60	<b>NO CUMPLE</b>
Tramo Recto	7+700.00	Bombeo	2.10	2.50	<b>NO CUMPLE</b>
Tramo Recto	7+705.41	Bombeo	2.00	2.50	<b>NO CUMPLE</b>

**Gráfico 15.** *Distribución porcentual de la verificación de los bombeos de la calzada*



Del gráfico 15 se puede ver que hay un 35.54% de las secciones analizadas que cumplen con el valor mínimo de bombeo, mientras que el 64.46% restante de las secciones no cumplen con ese valor mínimo estipulado por la norma.

**Gráfico 16.** *Distribución porcentual de la verificación de los peraltes de la calzada*



Del gráfico 16 se puede ver que hay un 86.43% de las secciones analizadas que cumplen con los peraltes determinados, mientras que el 13.57% restante de las secciones no cumplen con esos peraltes determinados según la norma.

#### 4.7 Presentación de resultados:

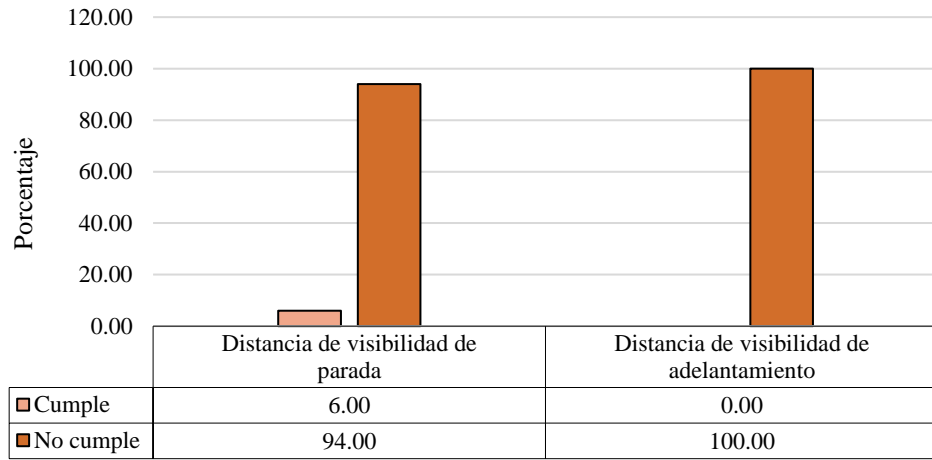
Se presentan los resultados de la verificación de las características geométricas, en cuanto a distancias de visibilidad, diseño geométrico en planta, diseño geométrico en perfil y el diseño geométrico de la sección transversal del tramo de carretera en estudio, en la siguiente tabla.

**Tabla 55.** Resultados de la verificación de las características geométricas

	<b>Cumple</b>		<b>No cumple</b>	
	Cantidad	%	Cantidad	%
<b>Distancias de visibilidad</b>				
<b>Distancia de visibilidad de parada</b>	3.00	6.00	47.00	94.00
<b>Distancia de visibilidad de adelantamiento</b>	0.00	0.00	73.00	100.00
<b>Diseño geométrico en planta</b>				
<b>Tramos en tangente</b>	5.00	6.85	68.00	93.15
<b>Curvas circulares</b>	31.00	42.47	42.00	57.53
<b>Curvas compuestas</b>	1.00	50.00	1.00	50.00
<b>Curvas de vuelta</b>	1.00	100.00	0.00	0.00
<b>Transición de peralte</b>	18.00	25.35	53.00	74.65
<b>Sobreancho</b>	0.00	0.00	74.00	100.00
<b>Visibilidad de curvas horizontales</b>	36.00	48.65	38.00	51.35
<b>Diseño geométrico en perfil</b>				
<b>Pendientes</b>	29.00	90.63	3.00	9.38
<b>Curvas verticales</b>	30.00	96.77	1.00	3.23
<b>Diseño geométrico de la sección transversal</b>				
<b>Calzada</b>	19.00	4.91	368.00	95.09
<b>Bermas</b>	0.00	0.00	387.00	100.00
<b>Bombeo</b>	59.00	35.54	107.00	64.46
<b>Peralte</b>	191.00	86.43	30.00	13.57

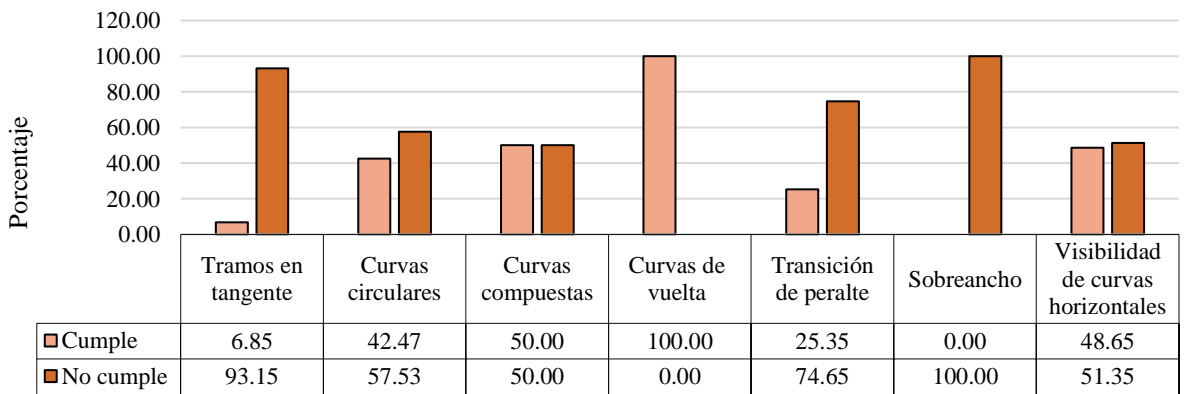
A continuación, se muestran los gráficos obtenidos de los resultados de la verificación de las características geométricas del tramo de carretera.

**Gráfico 17.** Distribución porcentual de la verificación de las distancias de visibilidad



En el gráfico de distribución porcentual de la verificación de las distancias de visibilidad se puede observar que, el 94% de las distancias de visibilidad de parada no cumplen con la distancia mínima requerida, y las distancias de visibilidad de adelantamiento no cumplen al 100% con lo mínimo requerido para poder realizar esa maniobra, por lo que en promedio se puede afirmar que el 97% de las distancias de visibilidad del tramo de carretera no cumplen con lo que se indica en la DG – 2018.

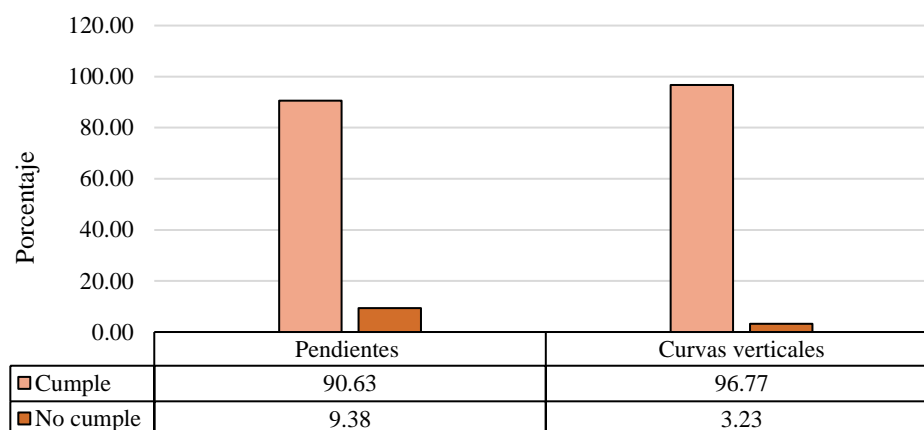
**Gráfico 18.** Distribución porcentual de la verificación del diseño geométrico en planta



En el gráfico de distribución porcentual de la verificación del diseño geométrico en planta se puede observar que, el 93.15% de los tramos en tangente, el 57.53% de las curvas circulares, el 50% de las curvas compuestas, el 74.65% de las transiciones de peralte, el 100% de los sobreebanchos y el 51.35% de la visibilidad de las curvas horizontales no

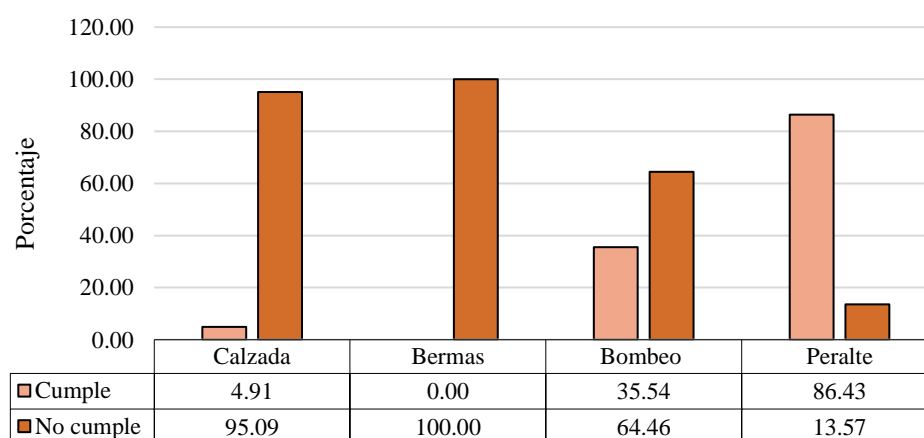
cumplen con lo mínimo requerido, por lo que en promedio se puede afirmar que el 60.95% de los elementos del diseño geométrico en planta del tramo de carretera no cumplen con lo que se indica en la DG – 2018.

**Gráfico 19.** *Distribución porcentual de la verificación del diseño geométrico en perfil*



En el gráfico de distribución porcentual de la verificación del diseño geométrico en perfil se puede observar que, el 9.38% de las pendientes y el 3.23% de las longitudes de las curvas verticales no cumplen con lo mínimo requerido, por lo que en promedio se puede afirmar que el 6.30% de los elementos del diseño geométrico en perfil del tramo de carretera no cumplen con lo que se indica en la DG – 2018.

**Gráfico 20.** *Distribución porcentual de la verificación del diseño geométrico de la sección transversal*



En el gráfico de distribución porcentual de la verificación del diseño geométrico de la sección transversal se puede observar que, el 95.09% de los anchos de la calzada, el 100% de los anchos de las bermas, el 64.46% del bombeo y el 13.57% del peralte analizado no cumplen con lo mínimo requerido, por lo que en promedio se puede afirmar que el 68.28% de los elementos del diseño geométrico de la sección transversal del tramo de carretera no cumplen con lo que se indica en la DG – 2018.

#### **4.8 Discusión de resultados:**

Los resultados obtenidos tienen relación con lo que dicen los autores a nivel internacional, (Parrales Sornoza, 2017) quien al igual que en nuestro caso, tuvo como resultado que el trazado geométrico de la vía que analizó no cumple con la normativa de diseño de su país, por lo que afirma que se debe definir un rediseño de la vía que cumpla con las normativas establecidas, con el fin de proporcionar una vía con un nivel de seguridad aceptable para los usuarios que transitan por ella, y (Parrado Méndez & García Home, 2017) quienes sostienen que los parámetros empleados para el diseño geométrico de una vía deben cumplir con las normas establecidas, garantizando así su funcionalidad, seguridad y los requisitos allí presentados.

Asimismo, tienen relación con los autores a nivel nacional, (Alcantara Villa, 2021) quien al igual que en esta investigación, concluye según sus resultados que, el diseño geométrico de la carretera evaluada no cumple con lo establecido en el manual DG – 2018, y por ende no cumple con la seguridad nominal necesaria, (Baltazar Hermitaño & Elias Gavidia, 2021) quienes mencionan que, debido a que las características geométricas del tramo de estudio no cumplen con lo que establece el manual DG – 2018, se debe mejorar algunos aspectos, teniendo en cuenta que se pretende proveer una mayor comodidad y seguridad a los usuarios, y (Bautista Paico, 2021) quien sostiene que el diseño geométrico de una vía debe cumplir con las normativas del Ministerio de Transportes y Comunicaciones, con el fin de garantizar la seguridad de la misma.

También tienen concordancia con lo que indican los autores a nivel local, (Miranda Sánchez, 2022), (Moscol Vizconde, 2021) y (Quiroz Marquez, 2020) quienes en sus investigaciones analizan carreteras con similar configuración geométrica que la carretera analizada en este trabajo de investigación, determinando que las características geométricas de las carreteras estudiadas no cumplen con los criterios mínimos establecidos por la norma DG – 2018, por lo que se las denomina inseguras.

#### **4.9 Contrastación de la hipótesis:**

Según los resultados obtenidos la hipótesis planteada es aceptada, debido a que en promedio el 60% de las características geométricas del tramo de carretera, no cumplen con los criterios mínimos de diseño dados por la norma actual DG – 2018, por lo que se afirma que, la ruta PE - 08B tramo Encañada – Empalme PE - 08B RVN (Km 40) no cumple con la seguridad nominal.



## **CAPÍTULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

### **5.1 Conclusiones:**

- Se realizó el análisis de la seguridad nominal de la ruta PE - 08B tramo Encañada – Empalme PE - 08B RVN (Km 40), concluyendo que en promedio el 60% de las características geométricas del tramo de carretera, no cumplen con los criterios mínimos de diseño dados por la norma actual DG – 2018, por lo que se afirma que, la ruta PE - 08B tramo Encañada – Empalme PE - 08B RVN (Km 40) no cumple con la seguridad nominal.
- Se realizó el levantamiento topográfico del tramo de carretera, a través del cual se determinó las características geométricas que lo conforman, y además se la clasificó por su orografía como una carretera de terreno ondulado (tipo 2).
- Se realizó el estudio de tránsito del tramo de carretera, a través del cual se calculó el IMDA de 1024 veh/día, dato que fue útil para clasificar la carretera por su demanda como una carretera de segunda clase.
- Se determinó las características geométricas en planta (tramos en tangente, curvas horizontales, transición de peralte, sobreancho y visibilidad), en perfil (pendientes y curvas verticales) y de la sección transversal (calzada, bermas, bombeo y peralte) del tramo de carretera.
- Se realizó la verificación de las características geométricas del tramo de carretera con relación a los criterios de diseño que indica la norma DG – 2018, obteniendo que el 97% en cuanto a las distancias de visibilidad, el 61% en cuanto al diseño geométrico en planta, el 6% en cuanto al diseño geométrico en perfil y el 68% en cuanto al diseño geométrico de la sección transversal no cumplen con lo establecido.

## **5.2 Recomendaciones:**

- Se recomienda que esta investigación sea puesta a disposición de las autoridades y/o entidades competentes, como el Ministerio de Transportes y Comunicaciones (MTC), con el fin de que estos busquen las soluciones más adecuadas, según las deficiencias halladas en el tramo de carretera.
- Se sugiere investigar sobre las tecnologías más innovadoras y efectivas para un levantamiento topográfico, como la tecnología LiDAR, con el fin de ampliar los conocimientos acerca de este tema.
- Se recomienda realizar el análisis del tránsito en un año, con el fin de determinar los factores de corrección, que nos permitan ajustar la estimación presentada de manera más precisa.
- Se recomienda realizar un análisis de la seguridad vial en base a las señales de tránsito, equipos de seguridad y monitoreo, condiciones de la superficie del tramo de carretera e investigaciones de la educación vial, con el fin de englobar todos los factores que forman parte de la seguridad vial.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alcantara Villa, I. A. (2021). *Propuesta de diseño geométrico basado en la DG-2018 para mejorar la seguridad vial-nominal del tramo km 9 + 100 - 10 + 000, en la carretera Carhuamayo-Junín*. Tesis de Grado. Huancayo, Perú: Universidad Peruana Los Andes. Obtenido de <https://repositorio.upla.edu.pe/handle/20.500.12848/3709>
- Baltazar Hermitaño, J. C., & Elias Gavidia, J. G. (2021). *Evaluación y mejoramiento de características geométricas de acuerdo al DG-2018 en la carretera Supte San Jorge - Gerbacio Santillana, Huánuco*. Tesis de Grado. Huaraz, Perú: Universidad César Vallejo. Obtenido de <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/88847>
- Bautista Paico, J. O. (2021). *Análisis de la seguridad vial desde el diseño geométrico de la carretera Canchaque – Huancabamba*. Tesis de Grado. Piura, Perú: Universidad de Piura. Obtenido de <https://pirhua.udep.edu.pe/handle/11042/5083?locale-attribute=en>
- Dorado Pinedo, M. L., Cadengo Ramírez, M., Casanova Zavala, W. A., & Mendoza Díaz, A. (2019). *Medidas de mejora para problemas de seguridad vial en la infraestructura*. Publicación Técnica No. 563, ISSN0188-7297. Sanfandila, México: Secretaría de Comunicaciones y Transportes, Instituto Mexicano del Transporte. Obtenido de <https://imt.mx/archivos/Publicaciones/PublicacionTecnica/pt563.pdf>
- Herrera Saravia, H. J., Sequeira Saravia, J. A., & González Aburto, F. J. (2014). *Levantamiento Topográfico de 629 metros del Cauce Camino Viejo a Masaya del Distrito V en el Departamento de Managua, Octubre 2014*. Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua, Managua. Obtenido de <https://repositorio.unan.edu.ni/5856/1/68800.pdf>
- INVIAS, I. (2008). *Manual de Diseño Geométrico de Carreteras*. Bogotá, Bogotá, Colombia: Ministerio de Transportes.
- Masoud, J. (2017). *Diseño geométrico de una carretera*. Instituto Universitario Politécnico "Santiago Mariño" , Ciudad Ojeda, Venezuela. Obtenido de <https://es.slideshare.net/qwz123/diseo-geometrico-de-una-carretera>
- Melendez Muñoz, M. Á. (2019). *Análisis técnico del diseño geométrico de la carretera nacional PE-3N, con relación al manual de carreteras DG-2018, tramo: KM. 136+000 – KM. 141+000*. Tesis de Grado. Cerro de Pasco, Perú: Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión. Obtenido de [http://repositorio.undac.edu.pe/bitstream/undac/1654/1/T026\\_46984330\\_T.pdf](http://repositorio.undac.edu.pe/bitstream/undac/1654/1/T026_46984330_T.pdf)
- Miranda Sánchez, E. P. (2022). *Evaluación de las características geométricas de la carretera Llacanora - Namora, de acuerdo con el Manual de Diseño Geométrico DG-2018*. Tesis de Grado. Cajamarca, Perú: Universidad Nacional de Cajamarca. Obtenido de <https://repositorio.unc.edu.pe/handle/20.500.14074/4730>
- Moscol Vizconde, J. A. (2021). *Seguridad vial en la carretera Celendín - José Gálvez considerando las características geométricas, en base a la norma de diseño geométrico DG - 2018*. Tesis de Grado. Cajamarca, Perú: Universidad Privada del Norte. Obtenido de <https://repositorio.upn.edu.pe/handle/11537/30233?locale-attribute=es>
- MTC. (2007). *Reglamento de Jerarquización Vial*. DS N° 017-2007-MTC. Lima, Perú: Ministerio de Transportes y Comunicaciones. Obtenido de [https://portal.mtc.gob.pe/transportes/caminos/normas\\_carreteras/MTC%20NORMAS/ARCH\\_PDF/Regl.%20de%20Jerarquizaci%C3%B3n%20Vial.pdf](https://portal.mtc.gob.pe/transportes/caminos/normas_carreteras/MTC%20NORMAS/ARCH_PDF/Regl.%20de%20Jerarquizaci%C3%B3n%20Vial.pdf)

- MTC. (2017). *Manual de Seguridad Vial*. MSV . Lima, Perú: Dirección General de Caminos y Ferrocarriles, Ministerio de Transportes y Comunicaciones. Obtenido de [https://portal.mtc.gob.pe/transportes/caminos/normas\\_carreteras/documentos/manuales/Manual\\_de\\_Seguridad\\_Vial\\_2017.pdf](https://portal.mtc.gob.pe/transportes/caminos/normas_carreteras/documentos/manuales/Manual_de_Seguridad_Vial_2017.pdf)
- MTC. (Enero de 2018). "Glosario de Términos" *De Uso Frecuente en Proyectos de Infraestructura Vial*. Lima: Ministerio de Transportes y Comunicaciones. Obtenido de [http://transparencia.mtc.gob.pe/idm\\_docs/normas\\_legales/1\\_0\\_4032.pdf](http://transparencia.mtc.gob.pe/idm_docs/normas_legales/1_0_4032.pdf)
- MTC. (2018). *Manual de Carreteras: Diseño Geométrico*. Norma DG - 2018. Lima, Perú: Dirección General de Caminos y Ferrocarriles, Ministerio de Transportes y Comunicaciones. Obtenido de [https://portal.mtc.gob.pe/transportes/caminos/normas\\_carreteras/documentos/manuales/Manual.de.Carreteras.DG-2018.pdf](https://portal.mtc.gob.pe/transportes/caminos/normas_carreteras/documentos/manuales/Manual.de.Carreteras.DG-2018.pdf)
- MTC. (2020). Mapa Vial del Perú. Obtenido de [https://portal.mtc.gob.pe/transportes/caminos/normas\\_carreteras/mapas\\_viales.html](https://portal.mtc.gob.pe/transportes/caminos/normas_carreteras/mapas_viales.html)
- Navarro Hudiel, S. J. (2017). *Diseño y cálculo geométrico de viales*. Estelí, Nicaragua: Universidad Nacional de Ingeniería. Obtenido de <https://sjnavarro.wordpress.com/disen-y-calculo-geometrico-de-viales/>
- Parrado Méndez, A. F., & García Home, A. M. (2017). *Propuesta de un diseño geométrico vial para el mejoramiento de la movilidad en un sector periférico del occidente de Bogotá*. Tesis de Grado. Bogotá, Colombia: Universidad Católica de Colombia. Obtenido de <https://repository.ucatolica.edu.co/server/api/core/bitstreams/6d6919ab-d8d9-4cf3-81a6-4b6035c45dd9/content>
- Parrales Sornoza, Á. M. (2017). *Análisis del diseño geométrico y alternativas de solución en la vía Cantagallo – El Jurón, Parroquia Puerto Cayo, cantón Jipijapa*. Tesis de Grado. Jipijapa - Manabí, Ecuador: Universidad Estatal del Sur de Manabí. Obtenido de <http://repositorio.unesum.edu.ec/handle/53000/799>
- Quiroz Marquez, J. W. (2020). *Evaluación de las características geométricas de la carretera Cajabamba-Ponte (km 52+300 – km 48+050) de acuerdo con el Manual de Diseño Geométrico de Carreteras DG-2018*. Tesis de Grado. Cajamarca, Perú: Universidad Privada del Norte. Obtenido de <https://repositorio.upn.edu.pe/bitstream/handle/11537/24743/Quiroz%20Marquez%2c%20Jheraldi%20Wilser.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Saavedra Mota, E. (2019). *Revisión de diseño geométrico del Libramiento de Cuernavaca (Paso Exprés Tlahuica)*. Tesis de Posgrado. Chihuahua, México: Universidad Autónoma de Chihuahua. Obtenido de <http://repositorio.uach.mx/259/1/Tesis%20Ing%20Eduardo%20Saavedra%20Mota.pdf>
- Sierra, F. J., Berardo, M. G., & Fissore, A. D. (2013). *Ingeniería de seguridad vial: Puntos negros de concentración de muertes en accidentes viales*. Buenos Aires, Argentina: Instituto del Transporte. Obtenido de [https://acading.org.ar/wp-content/uploads/2021/06/IT-N7-Seguridad\\_Vial.pdf](https://acading.org.ar/wp-content/uploads/2021/06/IT-N7-Seguridad_Vial.pdf)

## ANEXOS

### Puntos de cambio de estación en el levantamiento topográfico:

**Tabla 56.** *Coordenadas de los puntos de cambio de estación*

PUNTO	ESTE (m)	NORTE (m)	COTA (m.s.n.m)	DESCRIPCIÓN
1	793636.3084	9216234.4737	3135.244	E1
2	793623.5919	9216222.6587	3134.725	PRF
21	793629.8720	9216227.7218	3134.941	BM
43	793672.1481	9216288.9168	3137.314	E2
121	793745.6853	9216356.2349	3142.005	E3
259	793820.5445	9216465.3115	3147.040	E4
356	793845.8364	9216474.1611	3147.379	E5
463	793956.4246	9216533.1777	3151.770	E6
614	794054.4610	9216615.2651	3157.312	E7
824	794053.3441	9216829.1580	3166.632	E8
1005	794103.0448	9216917.7602	3167.826	E9
1166	794123.9905	9217091.2653	3168.564	E10
1287	794113.5354	9217247.5120	3169.492	E11
1402	794155.2248	9217297.4681	3170.167	E12
1484	794212.8777	9217286.1890	3170.420	E13
1664	794316.4610	9217098.4693	3175.719	E14
1817	794383.4386	9216938.8803	3182.055	E15
1990	794399.9210	9216767.7941	3187.800	E16
2312	794423.7944	9216629.6541	3194.227	E17
2447	794436.5015	9216657.6183	3192.900	E18
2549	794385.8128	9216530.0210	3197.594	E19
2672	794382.3031	9216362.2490	3203.794	E20
2784	794268.9190	9216368.5608	3206.399	E21
2958	794220.4620	9216272.5519	3209.696	E22
3224	794187.4974	9215991.7551	3219.090	E23
3390	794178.6562	9215913.7430	3221.967	E24
3496	793836.2944	9215663.7117	3233.765	E25
4020	793833.2584	9215631.2309	3235.577	E26
4126	793989.2779	9215676.1613	3242.088	E27
4396	794205.7302	9215867.9965	3248.639	E28
4674	794274.7761	9216006.4493	3253.800	E29
4889	794295.6034	9216237.0625	3261.671	E30
5082	794464.1945	9216271.8595	3269.016	E31
5311	794552.2892	9216416.4640	3275.175	E32
5441	794900.9993	9216538.0044	3292.249	E33
5632	794849.2504	9216693.7537	3303.869	E34
5806	794770.0268	9216875.2497	3314.269	E35
5969	794623.1754	9217026.8180	3322.323	E36
6159	794565.7593	9217176.2638	3328.323	E37
6423	794579.2472	9217312.2025	3333.611	E38
6632	794673.0468	9217375.8192	3336.700	E39
6743	794661.2093	9217571.6258	3342.548	E40
6874	794584.9580	9217578.0699	3344.325	E41
7051	794402.6912	9217670.2130	3350.667	E42
7109	794398.7948	9217678.9209	3350.922	E43
7206	794564.6996	9217923.5096	3359.517	E44
7274	794599.6564	9217946.8429	3360.884	E45
7349	794731.7184	9217955.3900	3365.108	E46
7452	794836.6027	9218105.5256	3371.378	E47
7657	794822.7824	9218262.3263	3376.299	E48
7726	794728.0799	9218297.8655	3378.584	E49
7727	794616.9266	9218405.2813	3382.655	PRF1
7785	794611.0700	9218416.8600	3382.797	E50
7826	794646.6117	9218388.7022	3381.557	PRF2

**Estudio de tránsito:**

**Tabla 57.** Aforo vehicular del día lunes 19/06/2023 en el km 35+770 del tramo de carretera Encañada - Empalme PE-08B RVN (Km 40)

HORA	SENTIDO	AUTO	CAMIONETAS		MICRO	BUS		CAMIÓN			SEMI TRAYLER					TRAYLER				TOTAL	%	
			PICKUP	RURAL COMBI		2 E	3E	2 E	3E	4 E	2S1	2S2	2S3	3S1	3S2	>=3S3	2T2	2T3	3T2			3T3
06:00 - 07:00	E	9.00	2.00	5.00	-	-	-	2.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	18.00	1.66
	S	13.00	5.00	10.00	-	1.00	-	1.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	30.00	2.76
07:00 - 08:00	E	20.00	11.00	4.00	-	-	-	3.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	38.00	3.50
	S	11.00	9.00	2.00	-	-	-	1.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1.00	-	24.00	2.21
08:00 - 09:00	E	17.00	10.00	5.00	-	-	-	2.00	1.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	35.00	3.22
	S	13.00	6.00	2.00	-	-	-	3.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	24.00	2.21
09:00 - 10:00	E	20.00	10.00	1.00	-	-	1.00	4.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	36.00	3.31
	S	15.00	8.00	2.00	-	-	-	2.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	27.00	2.48
10:00 - 11:00	E	19.00	16.00	4.00	-	-	-	1.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	40.00	3.68
	S	26.00	11.00	2.00	-	-	-	1.00	1.00	-	-	-	-	-	-	1.00	-	-	-	-	42.00	3.86
11:00 - 12:00	E	25.00	15.00	4.00	-	-	-	2.00	-	1.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	47.00	4.32
	S	24.00	13.00	3.00	-	-	-	2.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	42.00	3.86
12:00 - 13:00	E	21.00	9.00	4.00	-	-	-	1.00	1.00	-	-	-	-	-	-	1.00	-	-	-	-	37.00	3.40
	S	13.00	7.00	2.00	-	-	-	5.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	27.00	2.48
13:00 - 14:00	E	13.00	8.00	2.00	-	-	-	2.00	-	-	-	-	-	-	-	1.00	-	-	-	-	26.00	2.39
	S	9.00	6.00	2.00	-	-	-	2.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	19.00	1.75
14:00 - 15:00	E	16.00	12.00	6.00	-	-	-	3.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	37.00	3.40
	S	22.00	8.00	3.00	-	-	2.00	1.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	36.00	3.31
15:00 - 16:00	E	24.00	16.00	4.00	-	-	1.00	8.00	1.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	54.00	4.97
	S	21.00	11.00	4.00	-	-	-	4.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	40.00	3.68
16:00 - 17:00	E	16.00	8.00	5.00	-	-	-	10.00	1.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	40.00	3.68
	S	29.00	18.00	5.00	-	-	-	3.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	55.00	5.06
17:00 - 18:00	E	31.00	15.00	5.00	-	-	-	11.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	62.00	5.70
	S	32.00	20.00	10.00	-	-	-	3.00	1.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	66.00	6.07
18:00 - 19:00	E	19.00	8.00	4.00	-	-	1.00	7.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	39.00	3.59
	S	42.00	20.00	9.00	-	-	-	6.00	2.00	-	-	-	-	-	-	1.00	-	-	-	-	80.00	7.36
19:00 - 20:00	E	21.00	5.00	2.00	-	-	-	3.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	31.00	2.85
	S	24.00	6.00	3.00	-	-	-	2.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	35.00	3.22
<b>TOTAL</b>		565.00	293.00	114.00	0.00	3.00	3.00	95.00	8.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	4.00	0.00	0.00	0.00	1.00	<b>1087.00</b>	100.00
<b>%</b>		51.98	26.95	10.49	0.00	0.28	0.28	8.74	0.74	0.09	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.37	0.00	0.00	0.00	0.09	100.00	

**Tabla 58.** Aforo vehicular del día martes 20/06/2023 en el km 35+770 del tramo de carretera Encañada - Empalme PE-08B RVN (Km 40)

HORA	SENTIDO	AUTO	CAMIONETAS			MICRO	BUS		CAMIÓN				SEMI TRAYLER					TRAYLER				TOTAL	%
			PICKUP	RURAL COMBI			2 E	3E	2 E	3E	4 E	2S1	2S2	2S3	3S1	3S2	>=3S3	2T2	2T3	3T2	3T3		
06:00 - 07:00	E	6.00	3.00	4.00	-	-	-	2.00	1.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	16.00	1.72	
	S	6.00	5.00	8.00	-	1.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	20.00	2.15	
07:00 - 08:00	E	17.00	10.00	5.00	-	-	-	3.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	35.00	3.76	
	S	12.00	8.00	3.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1.00	-	24.00	2.58	
08:00 - 09:00	E	13.00	11.00	4.00	-	-	-	2.00	1.00	-	-	-	-	-	-	1.00	-	-	-	1.00	33.00	3.55	
	S	13.00	7.00	2.00	-	-	-	2.00	-	-	-	-	-	-	-	1.00	-	-	-	-	25.00	2.69	
09:00 - 10:00	E	19.00	11.00	1.00	-	-	1.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	32.00	3.44	
	S	17.00	8.00	4.00	-	-	-	3.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	32.00	3.44	
10:00 - 11:00	E	13.00	15.00	3.00	-	-	1.00	4.00	1.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	37.00	3.98	
	S	17.00	12.00	3.00	-	-	-	2.00	1.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	35.00	3.76	
11:00 - 12:00	E	20.00	16.00	4.00	-	-	-	1.00	1.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	42.00	4.52	
	S	23.00	13.00	2.00	-	-	-	1.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	39.00	4.19	
12:00 - 13:00	E	16.00	9.00	4.00	-	-	-	2.00	2.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	33.00	3.55	
	S	15.00	8.00	3.00	-	-	-	3.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	29.00	3.12	
13:00 - 14:00	E	11.00	8.00	2.00	-	-	-	1.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	22.00	2.37	
	S	13.00	6.00	2.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2.00	-	-	-	-	23.00	2.47	
14:00 - 15:00	E	21.00	11.00	7.00	-	-	-	2.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	41.00	4.41	
	S	20.00	9.00	4.00	-	-	1.00	2.00	3.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	39.00	4.19	
15:00 - 16:00	E	13.00	15.00	4.00	-	-	-	-	1.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	33.00	3.55	
	S	18.00	12.00	4.00	-	-	-	3.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	37.00	3.98	
16:00 - 17:00	E	17.00	9.00	5.00	-	-	-	1.00	1.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	33.00	3.55	
	S	22.00	17.00	3.00	-	-	-	2.00	2.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	46.00	4.95	
17:00 - 18:00	E	24.00	16.00	4.00	-	-	-	3.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	47.00	5.05	
	S	18.00	19.00	9.00	-	-	-	3.00	2.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1.00	52.00	5.59	
18:00 - 19:00	E	16.00	9.00	5.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1.00	-	-	-	-	31.00	3.33	
	S	21.00	18.00	8.00	-	-	-	4.00	1.00	-	-	-	-	-	-	1.00	-	-	-	-	53.00	5.70	
19:00 - 20:00	E	11.00	4.00	3.00	-	-	1.00	-	1.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	20.00	2.15	
	S	10.00	6.00	3.00	-	-	-	2.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	21.00	2.26	
<b>TOTAL</b>		442.00	295.00	113.00	0.00	3.00	4.00	50.00	14.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	6.00	0.00	0.00	0.00	3.00	<b>930.00</b>	100.00	
<b>%</b>		47.53	31.72	12.15	0.00	0.32	0.43	5.38	1.51	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.65	0.00	0.00	0.00	0.32	100.00		

**Tabla 59.** Aforo vehicular día miércoles 21/06/2023 en el km 35+770 del tramo de carretera Encañada - Empalme PE-08B RVN (Km 40)

HORA	SENTIDO	AUTO	CAMIONETAS			MICRO	BUS		CAMIÓN				SEMI TRAYLER					TRAYLER				TOTAL	%
			PICKUP	RURAL COMBI			2 E	3E	2 E	3E	4 E	2S1	2S2	2S3	3S1	3S2	>=3S3	2T2	2T3	3T2	3T3		
06:00 - 07:00	E	11.00	4.00	4.00	-	-	-	1.00	1.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	21.00	1.74	
	S	14.00	5.00	9.00	-	1.00	-	2.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	31.00	2.57	
07:00 - 08:00	E	18.00	15.00	4.00	-	1.00	-	4.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	42.00	3.48	
	S	13.00	8.00	3.00	-	-	-	3.00	1.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	28.00	2.32	
08:00 - 09:00	E	17.00	22.00	7.00	-	-	-	6.00	-	-	-	-	-	-	-	1.00	-	-	-	-	53.00	4.39	
	S	12.00	16.00	8.00	-	-	-	2.00	-	-	-	-	-	1.00	-	1.00	-	-	-	-	40.00	3.31	
09:00 - 10:00	E	20.00	14.00	1.00	-	-	1.00	3.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	39.00	3.23	
	S	18.00	12.00	3.00	-	-	-	2.00	1.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	36.00	2.98	
10:00 - 11:00	E	20.00	11.00	6.00	-	1.00	1.00	4.00	1.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	44.00	3.64	
	S	18.00	13.00	5.00	-	-	-	4.00	1.00	-	1.00	-	-	-	-	2.00	-	-	-	-	44.00	3.64	
11:00 - 12:00	E	19.00	12.00	1.00	-	-	-	5.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2.00	39.00	3.23	
	S	17.00	15.00	5.00	-	-	-	3.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	40.00	3.31	
12:00 - 13:00	E	23.00	10.00	6.00	-	-	-	5.00	2.00	-	-	-	-	-	-	1.00	-	-	-	-	47.00	3.89	
	S	16.00	8.00	2.00	-	-	-	5.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	31.00	2.57	
13:00 - 14:00	E	18.00	13.00	15.00	-	-	-	2.00	3.00	-	-	-	-	1.00	-	-	-	-	-	-	52.00	4.30	
	S	9.00	11.00	6.00	-	-	-	1.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	27.00	2.24	
14:00 - 15:00	E	23.00	12.00	12.00	-	-	-	3.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	50.00	4.14	
	S	16.00	15.00	9.00	-	1.00	2.00	11.00	4.00	-	-	-	-	-	-	1.00	-	-	-	1.00	60.00	4.97	
15:00 - 16:00	E	23.00	19.00	5.00	-	-	-	7.00	-	-	-	-	-	-	-	1.00	-	-	-	-	55.00	4.55	
	S	23.00	21.00	6.00	-	-	-	5.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	55.00	4.55	
16:00 - 17:00	E	33.00	13.00	6.00	-	-	-	4.00	3.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	59.00	4.88	
	S	18.00	9.00	3.00	-	-	-	3.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	33.00	2.73	
17:00 - 18:00	E	26.00	14.00	4.00	-	-	-	10.00	1.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	55.00	4.55	
	S	27.00	18.00	9.00	-	-	-	4.00	1.00	-	-	-	-	-	-	1.00	-	-	-	-	60.00	4.97	
18:00 - 19:00	E	18.00	13.00	7.00	-	1.00	-	6.00	-	-	-	-	-	-	-	1.00	-	-	-	-	46.00	3.81	
	S	28.00	20.00	7.00	-	-	-	5.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	60.00	4.97	
19:00 - 20:00	E	16.00	5.00	3.00	-	-	-	3.00	1.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	28.00	2.32	
	S	19.00	9.00	3.00	-	-	-	2.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	33.00	2.73	
<b>TOTAL</b>		533.00	357.00	159.00	0.00	5.00	4.00	115.00	20.00	0.00	1.00	0.00	0.00	2.00	0.00	9.00	0.00	0.00	0.00	3.00	<b>1208.00</b>	100.00	
<b>%</b>		44.12	29.55	13.16	0.00	0.41	0.33	9.52	1.66	0.00	0.08	0.00	0.00	0.17	0.00	0.75	0.00	0.00	0.00	0.25	100.00		



**Tabla 60.** Aforo vehicular del día jueves 22/06/2023 en el km 35+770 del tramo de carretera Encañada - Empalme PE-08B RVN (Km 40)

HORA	SENTIDO	AUTO	CAMIONETAS			MICRO	BUS		CAMIÓN				SEMI TRAYLER					TRAYLER				TOTAL	%
			PICKUP	RURAL COMBI			2 E	3E	2 E	3E	4 E	2S1	2S2	2S3	3S1	3S2	>=3S3	2T2	2T3	3T2	3T3		
06:00 - 07:00	E	5.00	4.00	3.00	-	-	-	2.00	1.00	1.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	16.00	1.75	
	S	8.00	3.00	6.00	-	1.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	18.00	1.97	
07:00 - 08:00	E	17.00	22.00	9.00	-	-	-	4.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	52.00	5.70	
	S	12.00	4.00	2.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	18.00	1.97	
08:00 - 09:00	E	11.00	10.00	2.00	-	-	-	1.00	2.00	1.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1.00	28.00	3.07	
	S	10.00	7.00	2.00	-	-	-	3.00	-	-	-	-	-	-	-	1.00	-	-	-	-	23.00	2.52	
09:00 - 10:00	E	16.00	22.00	7.00	-	-	1.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	46.00	5.04	
	S	16.00	7.00	2.00	-	-	-	3.00	-	-	-	-	-	-	1.00	-	-	-	-	-	29.00	3.18	
10:00 - 11:00	E	12.00	11.00	3.00	-	-	1.00	5.00	1.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	33.00	3.61	
	S	13.00	10.00	2.00	-	-	-	3.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	28.00	3.07	
11:00 - 12:00	E	16.00	13.00	5.00	-	-	-	2.00	1.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	37.00	4.05	
	S	23.00	6.00	4.00	-	-	-	2.00	-	1.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	36.00	3.94	
12:00 - 13:00	E	12.00	10.00	6.00	-	-	-	3.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	31.00	3.40	
	S	12.00	9.00	1.00	-	-	-	4.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	26.00	2.85	
13:00 - 14:00	E	8.00	11.00	4.00	-	-	-	2.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	25.00	2.74	
	S	13.00	15.00	7.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2.00	-	-	-	-	37.00	4.05	
14:00 - 15:00	E	21.00	6.00	4.00	-	-	-	3.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	34.00	3.72	
	S	19.00	15.00	6.00	-	-	2.00	4.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	46.00	5.04	
15:00 - 16:00	E	10.00	2.00	1.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	13.00	1.42	
	S	17.00	14.00	7.00	-	-	-	4.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	42.00	4.60	
16:00 - 17:00	E	19.00	10.00	5.00	-	-	-	2.00	1.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	37.00	4.05	
	S	17.00	9.00	6.00	-	-	-	3.00	2.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	37.00	4.05	
17:00 - 18:00	E	22.00	19.00	7.00	-	-	-	4.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	52.00	5.70	
	S	17.00	13.00	9.00	-	-	-	4.00	2.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1.00	46.00	5.04	
18:00 - 19:00	E	14.00	8.00	4.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	26.00	2.85	
	S	20.00	14.00	10.00	-	-	-	5.00	1.00	1.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	51.00	5.59	
19:00 - 20:00	E	9.00	3.00	4.00	-	-	1.00	-	1.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	18.00	1.97	
	S	12.00	9.00	4.00	-	-	-	3.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	28.00	3.07	
<b>TOTAL</b>		401.00	286.00	132.00	0.00	2.00	4.00	67.00	11.00	4.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	3.00	0.00	0.00	0.00	2.00	<b>913.00</b>	100.00	
<b>%</b>		43.92	31.33	14.46	0.00	0.22	0.44	7.34	1.20	0.44	0.00	0.00	0.00	0.00	0.11	0.33	0.00	0.00	0.00	0.22	100.00		

**Tabla 61.** Aforo vehicular del día viernes 23/06/2023 en el km 35+770 del tramo de carretera Encañada - Empalme PE-08B RVN (Km 40)

HORA	SENTIDO	AUTO	CAMIONETAS			MICRO	BUS		CAMIÓN				SEMI TRAYLER					TRAYLER				TOTAL	%
			PICKUP	RURAL COMBI			2 E	3E	2 E	3E	4 E	2S1	2S2	2S3	3S1	3S2	>=3S3	2T2	2T3	3T2	3T3		
06:00 - 07:00	E	5.00	4.00	2.00	-	-	-	2.00	1.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	14.00	1.42	
	S	4.00	4.00	5.00	-	1.00	-	1.00	1.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	16.00	1.63	
07:00 - 08:00	E	18.00	16.00	5.00	-	1.00	-	6.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	46.00	4.67	
	S	6.00	6.00	5.00	-	1.00	-	4.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	22.00	2.24	
08:00 - 09:00	E	10.00	15.00	4.00	-	-	-	1.00	-	-	-	-	-	-	-	1.00	-	-	-	-	31.00	3.15	
	S	15.00	16.00	3.00	-	-	-	2.00	1.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	37.00	3.76	
09:00 - 10:00	E	15.00	14.00	4.00	1.00	-	-	3.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	37.00	3.76	
	S	14.00	13.00	3.00	-	-	-	2.00	-	-	-	-	-	-	-	1.00	-	-	-	-	33.00	3.35	
10:00 - 11:00	E	14.00	12.00	4.00	-	-	2.00	2.00	2.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	36.00	3.66	
	S	17.00	13.00	3.00	-	-	-	1.00	2.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	36.00	3.66	
11:00 - 12:00	E	22.00	11.00	2.00	-	-	-	1.00	2.00	-	-	-	-	-	-	1.00	-	-	-	-	39.00	3.96	
	S	18.00	10.00	2.00	-	-	-	2.00	1.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	33.00	3.35	
12:00 - 13:00	E	14.00	9.00	5.00	-	-	-	4.00	1.00	-	-	-	-	-	-	1.00	-	-	-	-	34.00	3.46	
	S	17.00	10.00	4.00	-	-	-	4.00	1.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	36.00	3.66	
13:00 - 14:00	E	8.00	14.00	3.00	-	-	-	3.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	28.00	2.85	
	S	16.00	10.00	7.00	-	-	-	6.00	1.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	40.00	4.07	
14:00 - 15:00	E	19.00	12.00	7.00	-	-	-	4.00	2.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	44.00	4.47	
	S	14.00	14.00	3.00	-	-	2.00	5.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	38.00	3.86	
15:00 - 16:00	E	17.00	18.00	4.00	-	1.00	-	2.00	1.00	-	-	-	-	-	-	1.00	-	-	-	-	44.00	4.47	
	S	20.00	20.00	4.00	-	-	-	2.00	-	-	-	-	-	-	-	1.00	-	-	-	-	47.00	4.78	
16:00 - 17:00	E	21.00	12.00	4.00	-	-	-	1.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	38.00	3.86	
	S	20.00	9.00	3.00	-	-	-	3.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	35.00	3.56	
17:00 - 18:00	E	22.00	13.00	4.00	-	-	-	3.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	42.00	4.27	
	S	18.00	19.00	2.00	-	-	-	5.00	1.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	45.00	4.57	
18:00 - 19:00	E	21.00	14.00	5.00	-	1.00	-	2.00	-	-	-	-	-	-	-	1.00	-	-	-	-	44.00	4.47	
	S	19.00	20.00	4.00	-	-	-	4.00	-	-	-	-	-	-	-	1.00	-	-	1.00	-	49.00	4.98	
19:00 - 20:00	E	9.00	4.00	3.00	-	-	-	1.00	-	-	-	-	-	-	1.00	1.00	-	-	-	-	19.00	1.93	
	S	7.00	9.00	2.00	-	-	-	2.00	1.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	21.00	2.13	
<b>TOTAL</b>		420.00	341.00	106.00	1.00	5.00	4.00	78.00	18.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	9.00	0.00	0.00	1.00	0.00	<b>984.00</b>	100.00	
<b>%</b>		42.68	34.65	10.77	0.10	0.51	0.41	7.93	1.83	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.10	0.91	0.00	0.00	0.10	0.00	100.00		

**Tabla 62.** Aforo vehicular del día sábado 24/06/2023 en el km 35+770 del tramo de carretera Encañada - Empalme PE-08B RVN (Km 40)

HORA	SENTIDO	AUTO	CAMIONETAS			MICRO	BUS		CAMIÓN				SEMI TRAYLER					TRAYLER				TOTAL	%
			PICKUP	RURAL COMBI			2 E	3E	2 E	3E	4 E	2S1	2S2	2S3	3S1	3S2	>=3S3	2T2	2T3	3T2	3T3		
06:00 - 07:00	E	8.00	4.00	1.00	-	-	-	3.00	1.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	17.00	1.64	
	S	9.00	3.00	5.00	-	2.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	19.00	1.83	
07:00 - 08:00	E	25.00	11.00	6.00	-	1.00	-	7.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	50.00	4.82	
	S	6.00	11.00	2.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	19.00	1.83	
08:00 - 09:00	E	25.00	15.00	3.00	-	-	-	1.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	44.00	4.24	
	S	11.00	11.00	2.00	-	1.00	-	2.00	-	-	-	-	-	-	-	1.00	-	-	-	-	28.00	2.70	
09:00 - 10:00	E	15.00	9.00	3.00	-	-	-	3.00	1.00	-	-	-	-	-	-	1.00	-	-	-	-	32.00	3.08	
	S	21.00	11.00	1.00	-	-	-	1.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	34.00	3.28	
10:00 - 11:00	E	15.00	7.00	7.00	-	-	1.00	3.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	33.00	3.18	
	S	17.00	9.00	4.00	-	-	-	2.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	32.00	3.08	
11:00 - 12:00	E	12.00	19.00	3.00	-	-	-	4.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	38.00	3.66	
	S	19.00	12.00	4.00	-	-	-	4.00	2.00	-	-	-	-	-	1.00	-	-	-	-	-	42.00	4.05	
12:00 - 13:00	E	16.00	5.00	8.00	-	-	-	2.00	1.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	32.00	3.08	
	S	22.00	7.00	3.00	-	-	-	10.00	1.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	43.00	4.14	
13:00 - 14:00	E	13.00	9.00	2.00	-	-	-	2.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	26.00	2.50	
	S	18.00	9.00	5.00	-	-	-	9.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	41.00	3.95	
14:00 - 15:00	E	14.00	9.00	7.00	-	-	-	1.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	31.00	2.99	
	S	24.00	15.00	3.00	-	-	2.00	4.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	48.00	4.62	
15:00 - 16:00	E	22.00	15.00	5.00	-	1.00	-	3.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	46.00	4.43	
	S	25.00	15.00	10.00	-	-	-	12.00	-	-	-	-	-	-	1.00	-	-	-	-	-	63.00	6.07	
16:00 - 17:00	E	26.00	8.00	8.00	-	-	-	3.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	45.00	4.34	
	S	23.00	18.00	7.00	-	-	-	10.00	1.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	59.00	5.68	
17:00 - 18:00	E	23.00	11.00	6.00	-	-	-	3.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	43.00	4.14	
	S	22.00	10.00	4.00	-	-	-	6.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	42.00	4.05	
18:00 - 19:00	E	21.00	8.00	2.00	-	1.00	-	-	-	-	-	-	-	-	1.00	-	-	-	-	-	33.00	3.18	
	S	17.00	11.00	4.00	-	-	-	2.00	-	-	-	-	-	-	1.00	-	-	-	-	-	35.00	3.37	
19:00 - 20:00	E	20.00	8.00	6.00	-	-	-	4.00	2.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	40.00	3.85	
	S	10.00	5.00	5.00	-	-	-	3.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	23.00	2.22	
<b>TOTAL</b>		499.00	285.00	126.00	0.00	6.00	3.00	104.00	9.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	2.00	4.00	0.00	0.00	0.00	0.00	<b>1038.00</b>	100.00	
<b>%</b>		48.07	27.46	12.14	0.00	0.58	0.29	10.02	0.87	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.19	0.39	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00		

**Tabla 63.** Aforo vehicular del día domingo 25/06/2023 en el km 35+770 del tramo de carretera Encañada - Empalme PE-08B RVN (Km 40)

HORA	SENTIDO	AUTO	CAMIONETAS			MICRO	BUS		CAMIÓN				SEMI TRAYLER					TRAYLER				TOTAL	%
			PICKUP	RURAL COMBI			2 E	3E	2 E	3E	4 E	2S1	2S2	2S3	3S1	3S2	>=3S3	2T2	2T3	3T2	3T3		
06:00 - 07:00	E	8.00	3.00	1.00	-	-	-	3.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	15.00	1.48	
	S	5.00	2.00	4.00	-	1.00	-	5.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	17.00	1.68	
07:00 - 08:00	E	20.00	11.00	5.00	-	-	-	7.00	1.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	44.00	4.35	
	S	6.00	12.00	3.00	-	-	-	5.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	26.00	2.57	
08:00 - 09:00	E	19.00	14.00	2.00	-	-	-	2.00	1.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	38.00	3.76	
	S	10.00	10.00	2.00	-	1.00	-	3.00	-	-	-	-	-	-	1.00	-	-	-	-	-	27.00	2.67	
09:00 - 10:00	E	14.00	8.00	3.00	-	-	-	2.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	27.00	2.67	
	S	15.00	10.00	1.00	-	-	-	1.00	-	-	-	-	-	-	1.00	-	-	-	-	-	28.00	2.77	
10:00 - 11:00	E	14.00	6.00	5.00	-	-	1.00	3.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	29.00	2.87	
	S	17.00	8.00	3.00	-	-	-	2.00	1.00	-	-	-	-	-	-	1.00	-	-	-	-	32.00	3.17	
11:00 - 12:00	E	11.00	18.00	3.00	-	-	-	3.00	1.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	36.00	3.56	
	S	16.00	11.00	6.00	-	-	-	4.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	37.00	3.66	
12:00 - 13:00	E	15.00	5.00	5.00	-	-	-	2.00	1.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	28.00	2.77	
	S	17.00	6.00	3.00	-	-	-	9.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	35.00	3.46	
13:00 - 14:00	E	14.00	8.00	2.00	-	-	-	3.00	1.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	28.00	2.77	
	S	13.00	9.00	5.00	-	-	-	8.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	35.00	3.46	
14:00 - 15:00	E	21.00	9.00	5.00	-	-	-	2.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	37.00	3.66	
	S	25.00	14.00	4.00	-	-	1.00	3.00	1.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	48.00	4.75	
15:00 - 16:00	E	23.00	13.00	4.00	-	1.00	-	3.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	44.00	4.35	
	S	25.00	15.00	3.00	-	-	1.00	10.00	-	-	-	-	-	-	1.00	-	-	-	2.00	-	57.00	5.64	
16:00 - 17:00	E	24.00	9.00	5.00	-	-	-	4.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	42.00	4.15	
	S	40.00	25.00	7.00	-	-	-	3.00	1.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	76.00	7.52	
17:00 - 18:00	E	19.00	8.00	1.00	-	-	-	8.00	1.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	37.00	3.66	
	S	36.00	14.00	8.00	-	-	-	2.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	60.00	5.93	
18:00 - 19:00	E	21.00	8.00	2.00	-	1.00	-	4.00	-	-	-	-	-	-	1.00	-	-	-	-	-	37.00	3.66	
	S	19.00	11.00	4.00	-	-	-	2.00	-	-	-	-	-	-	1.00	-	-	-	-	-	37.00	3.66	
19:00 - 20:00	E	16.00	7.00	5.00	-	-	-	3.00	1.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	32.00	3.17	
	S	10.00	5.00	5.00	-	-	-	2.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	22.00	2.18	
<b>TOTAL</b>		493.00	279.00	106.00	0.00	4.00	3.00	108.00	10.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	2.00	4.00	0.00	0.00	0.00	2.00	<b>1011.00</b>	<b>100.00</b>	
<b>%</b>		48.76	27.60	10.48	0.00	0.40	0.30	10.68	0.99	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.20	0.40	0.00	0.00	0.00	0.20	100.00		

**Precipitación media anual:**

**Tabla 64.** *Cálculo de la precipitación media anual*

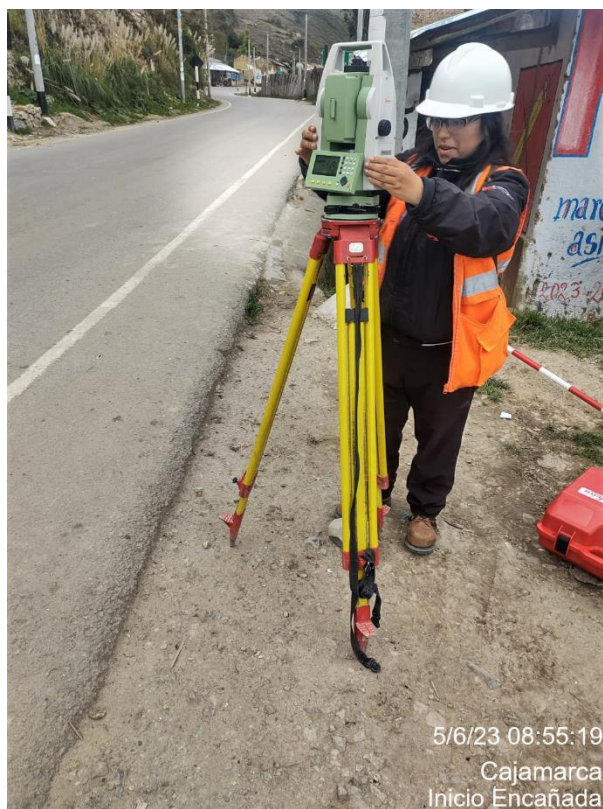
<b>Estación: LA ENCAÑADA</b>													
<b>Tipo:</b> CO - Meteorológica	<b>Departamento:</b> CAJAMARCA			<b>Provincia:</b> CAJAMARCA			<b>Distrito:</b> ENCAÑADA	<b>Código:</b> 107093					
	<b>Latitud:</b> 7°7'23.78"			<b>Longitud:</b> 78°19'59.3"			<b>Altitud:</b> 2980 msnm.						
<b>AÑO/MES</b>	<b>ENERO</b>	<b>FEBRERO</b>	<b>MARZO</b>	<b>ABRIL</b>	<b>MAYO</b>	<b>JUNIO</b>	<b>JULIO</b>	<b>AGOSTO</b>	<b>SETIEMBRE</b>	<b>OCTUBRE</b>	<b>NOVIEMBRE</b>	<b>DICIEMBRE</b>	<b>PP (mm/año)</b>
2019	46.20	128.70	199.40	152.10	56.20	15.40	7.20	0.00	19.00	134.90	69.50	171.50	1000.10
2020	67.60	47.90	109.40	73.60	47.30	19.80	54.90	1.00	19.30	45.10	110.20	206.00	802.10
2021	116.50	85.90	239.10	110.40	80.70	24.10	2.10	14.30	16.00	207.30	160.60	111.90	1168.90
2022	73.80	220.30	286.20	132.80	46.40	59.60	7.00	11.40	36.10	109.10	8.00	111.30	1102.00
2023	263.20	186.70	184.60	135.70	56.20	5.00	4.30	9.00	16.80	168.80	61.50	190.10	1281.90
													<b>1071.00</b>

La estación más cercana a la ubicación del tramo de carretera en estudio es la Estación CO – meteorológica La Encañada cuya precipitación media anual es de 1071.00 mm/año, dato que determina el bombeo del tramo de carretera en estudio.

**Panel Fotográfico:**



**Fotografía 1.** Toma del punto base PR mediante un GPS diferencial submétrico.



**Fotografía 2.** Nivelación del equipo topográfico para la primera estación



**Fotografía 3.** *Medida de la altura de instrumento para el primer estacionamiento*



**Fotografía 4.** *Inicio de la toma de puntos el primer día de levantamiento topográfico*



**Fotografía 5.** Enfoque y toma de puntos en el tercer día de levantamiento topográfico



**Fotografía 6.** Toma de un punto de talud en el tercer día de levantamiento topográfico





**Fotografía 7.** Existencia de una curva sin visibilidad cerca al km 35



**Fotografía 8.** Toma del punto de una señal reglamentaria en el cuarto día de levantamiento



**Fotografía 9.** Toma del punto del hito del km 36 con el apoyo de mi hermano Alex Dávila



**Fotografía 10.** Enfoque y toma de puntos en el quinto día de levantamiento topográfico



**Fotografía 11.** Toma del punto de una señal preventiva en el quinto día de levantamiento



**Fotografía 12.** Equipo estacionado cerca al km 37 en el quinto día de levantamiento



**Fotografía 13.** Toma del punto de una señal informativa en el quinto día de levantamiento



**Fotografía 14.** Nivelación del equipo en el último cambio de estación en el Empalme PE-08B



**Fotografía 15.** Toma de puntos del eje y la berma de la vía en el último día de levantamiento



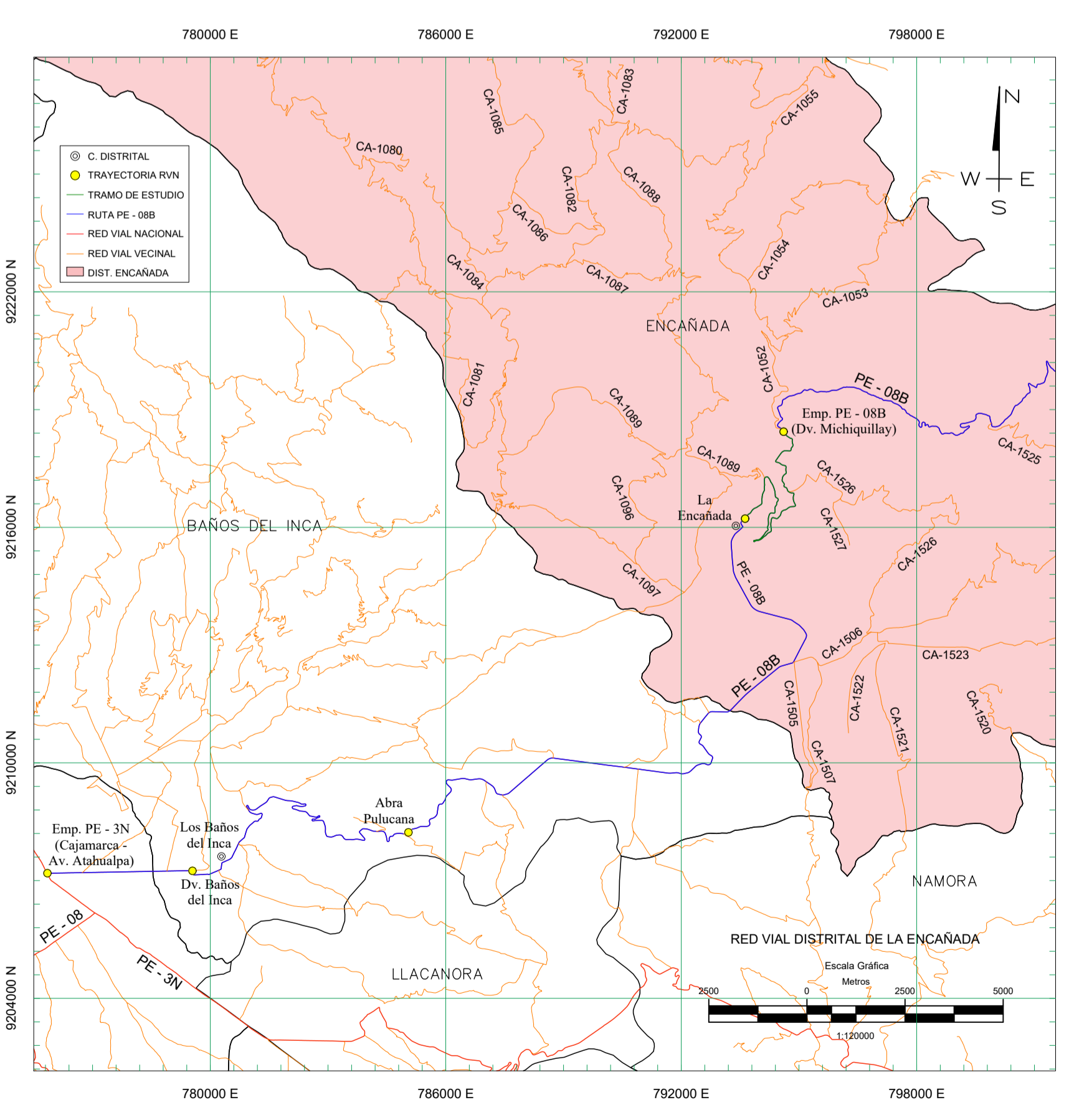
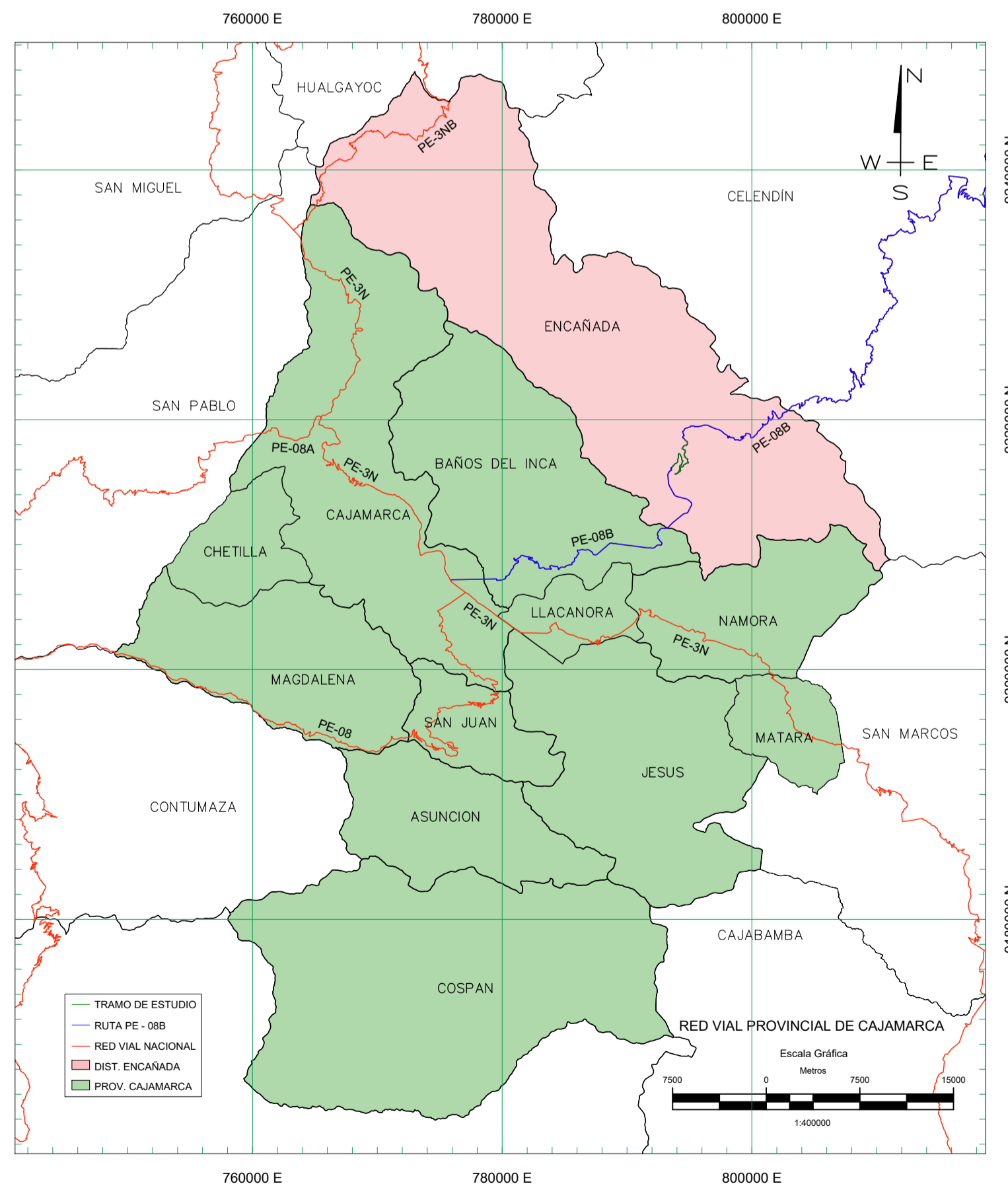
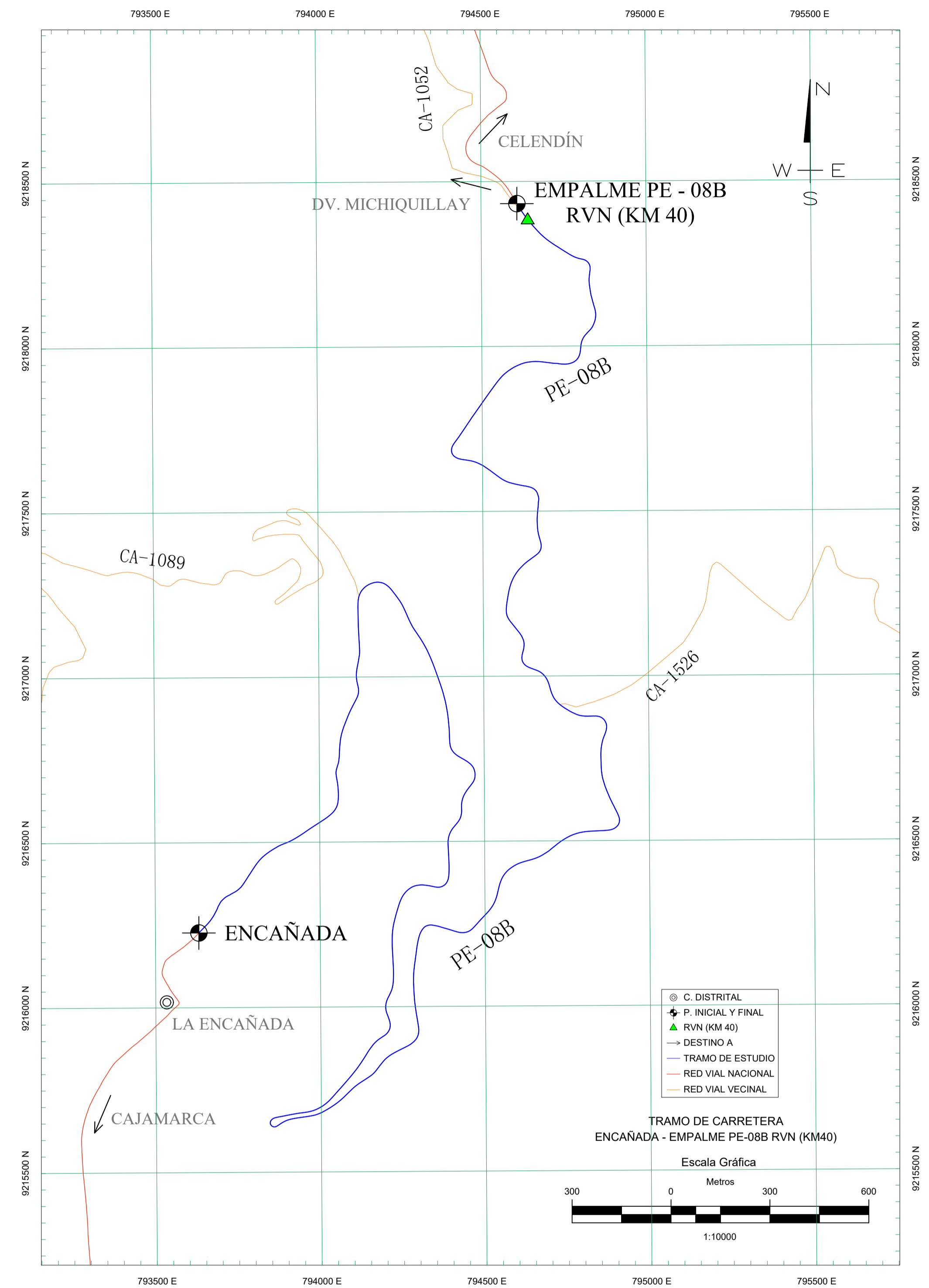
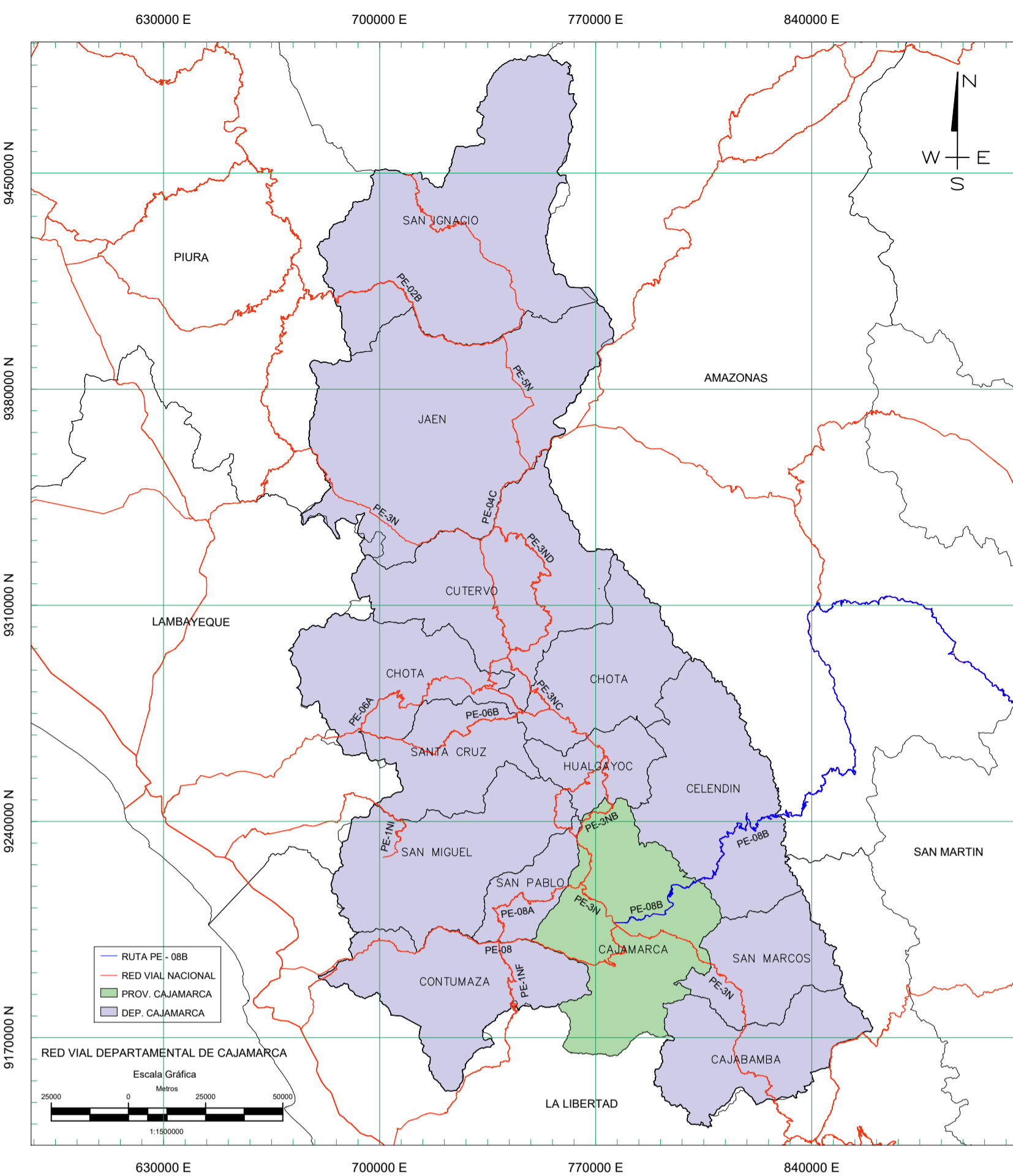
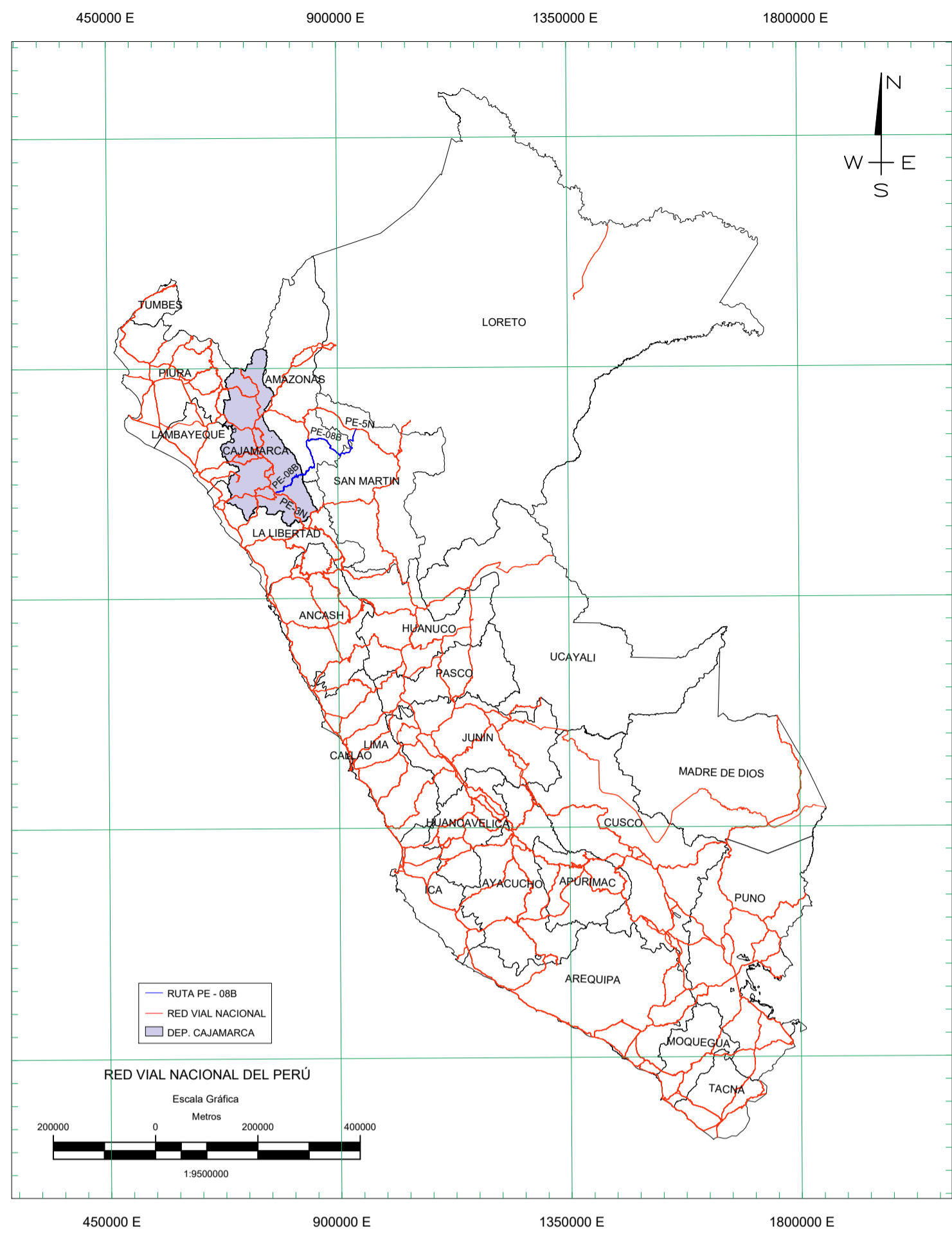
**Fotografía 16.** GPS diferencial submétrico utilizado para la toma de los puntos base



**Fotografía 17.** *Invasión de carril de un semi tráiler en una curva de vuelta el primer día del aforo vehicular*



**Fotografía 18.** *Invasión de carril de un semi tráiler en una curva de vuelta el quinto día del aforo vehicular*



UBICACIÓN EN COORDENADAS GEOGRÁFICAS			
PUNTOS	LATITUD (°)	LONGITUD (°)	ALTITUD (m.s.n.m)
ENCAÑADA	S7° 04' 58.95"	W78° 20' 31.30"	3134.960
EMPALME PE-08B RVN (Km 40)	S7° 03' 47.13"	W78° 19' 59.69"	3383.161
UBICACIÓN EN COORDENADAS UTM (WGS 84) - ZONA 17M			
PUNTOS	ESTE (m)	NORTE (m)	COTA (m.s.n.m)
ENCAÑADA	793626.4125	9216230.9302	3134.960
EMPALME PE-08B RVN (Km 40)	794609.8113	9218433.1880	3383.161



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



TEMA: ANÁLISIS DE LA SEGURIDAD NOMINAL DE LA RUTA PE-08B TRAMO ENCAÑADA - EMPALME PE-08B RVN (KM 40), CAJAMARCA - 2023

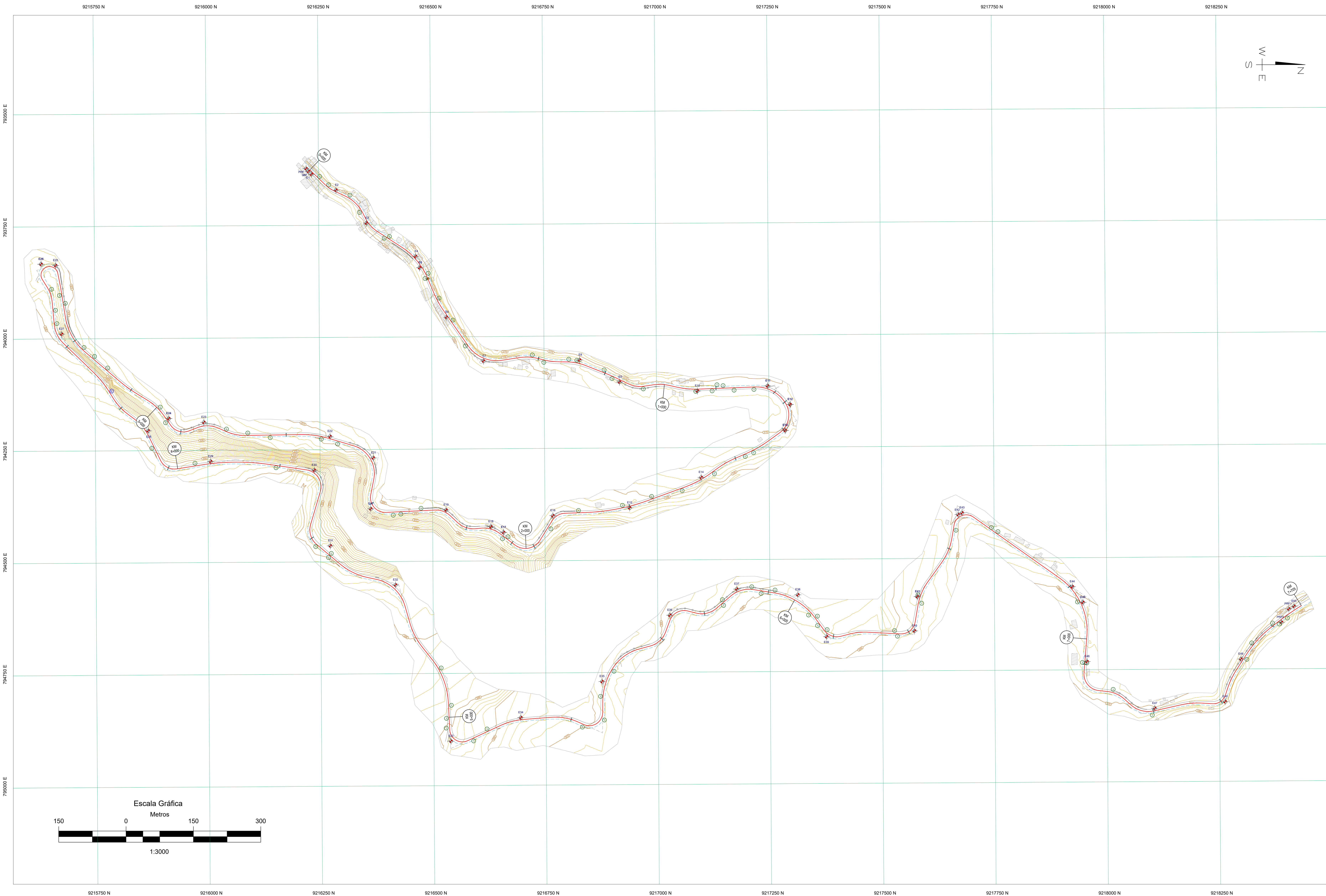
TESISTA: BACH. LEIDY DÁVILA ARÉVALO  
ASESOR: M. EN T. ING. ALEJANDRO CUBAS BECERRA

PLANO: PLANO DE UBICACIÓN

DEPARTAMENTO: CAJAMARCA  
DISTRITO: ENCAÑADA  
ESCALA: INDICADA  
PROVINCIA: CAJAMARCA  
DATUM: WGS - 84  
FECHA: SETIEMBRE 2023

PLANO N°: PU

# PLANO CLAVE KM 0+000 - KM 7+705.41



**TABLA DE COORDENADAS DE LOS CAMBIOS DE ESTACIÓN**

N° PUNTO	ESTE (m)	NORTE (m)	COTA (m s.n.m)	DESCRIPCIÓN
1	793636.3084	9216234.4737	3135.244	E1
2	793623.5919	9216222.6587	3134.725	PRF
21	793629.8720	9216227.7218	3134.541	BM
43	79372.1481	9216286.9168	3137.314	E2
121	793746.6863	9216366.2349	3143.005	E3
259	793820.5445	9216466.3115	3147.040	E4
366	793845.6384	9216474.1611	3147.379	E5
463	793966.4246	9216633.1777	3151.770	E6
614	794054.4610	9216616.2651	3157.312	E7
824	794053.3441	9216626.1590	3166.632	E8
1025	794103.0449	9216917.7922	3167.825	E9
1166	794123.9905	9217091.2553	3168.564	E10
1287	794113.5394	9217247.5120	3169.492	E11
1422	794156.2248	9217297.4881	3170.167	E12
1484	794232.8777	9217286.1850	3170.420	E13
1664	794316.4610	9217098.4953	3175.719	E14
1817	794383.4386	9216938.8003	3182.055	E15
1990	794399.9210	9216787.7541	3187.800	E16
2312	794423.7944	9216629.6541	3194.227	E17
2447	794436.9215	9216657.8183	3192.900	E18
2649	794386.8128	9216530.0210	3197.594	E19
2672	794382.3031	9216382.2490	3203.754	E20
2784	794268.9190	9216368.5608	3206.366	E21
2858	794220.4620	9216272.9519	3209.696	E22
3224	794187.4974	9216991.7551	3218.090	E23
3390	794178.6562	9216913.7430	3221.967	E24
3496	793836.2944	9216663.7117	3233.765	E25
4020	793833.2584	9216631.2309	3235.577	E26
4126	793989.2779	9216676.1613	3242.088	E27
4396	794205.7302	9215867.9965	3248.638	E28
4674	794274.7781	9216006.4453	3253.800	E29
4889	794295.6034	9216237.0625	3261.671	E30
5082	794464.1945	9216271.8595	3269.016	E31
5311	794552.2892	9216416.4640	3275.175	E32
5441	794500.9993	9216538.0044	3282.249	E33
6632	794549.2504	9216993.7537	3303.869	E34
6806	794770.0268	9216876.2497	3314.269	E35
6969	794623.1754	9217026.8190	3322.323	E36
6159	794565.7593	9217176.2638	3328.323	E37
6423	794579.2472	9217312.2025	3333.611	E38
6632	794673.0468	9217375.8192	3338.700	E39
6743	794661.2093	9217571.6258	3342.548	E40
6874	794584.9580	9217578.0699	3344.325	E41
7051	794402.6912	9217670.2130	3350.667	E42
7109	794598.7548	9217678.9209	3350.922	E43
7206	794564.6996	9217923.5096	3359.517	E44
7274	794599.6564	9217946.8429	3360.884	E45
7349	794731.7194	9217955.3900	3365.108	E46
7452	794836.6027	9218105.5256	3371.378	E47
7657	794822.7824	9218262.3263	3378.299	E48
7726	794728.0789	9218297.8655	3378.584	E49
7727	794516.9266	9218405.2813	3382.655	PRF1
7785	794511.0700	9218416.8600	3382.797	E50
7826	794546.6117	9218388.7022	3381.557	PRF2

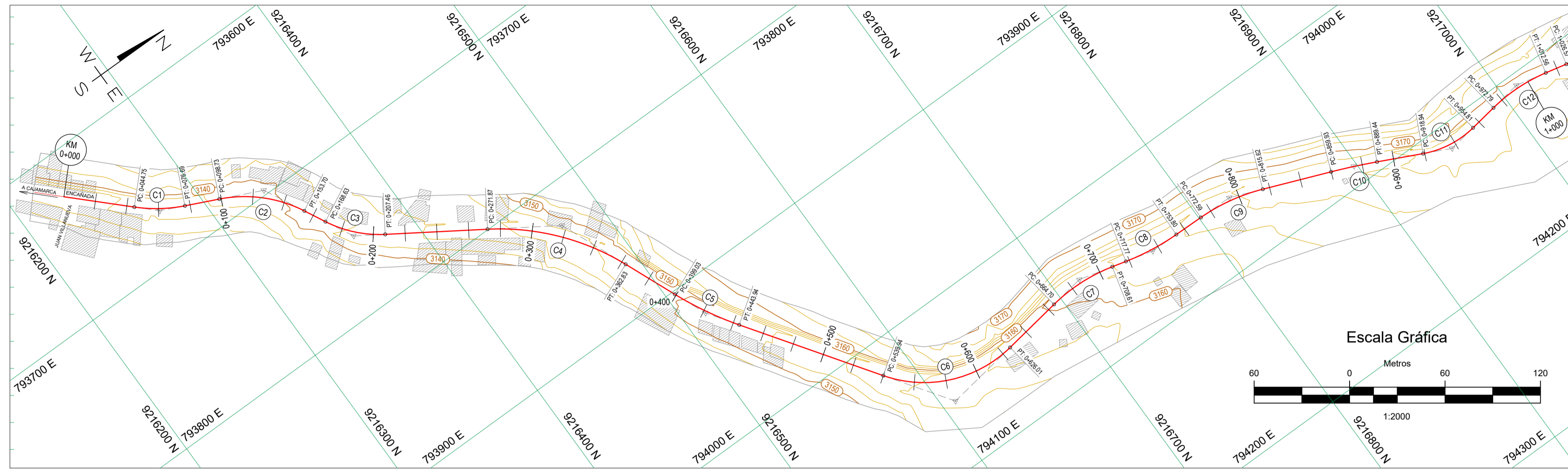
**LEYENDA**

ESTACIONES	
MURO INFORMATIVO	
SENALES	
VIVIENDAS	
CIABA	
PUENTE	
ALCANTARILLAS	
GUARDAVÍAS	
MUROS DE CONTENCIÓN	
CUNETAS	
BORDES	
EJE	
CURVAS MAYORES	
CURVAS MENORES	



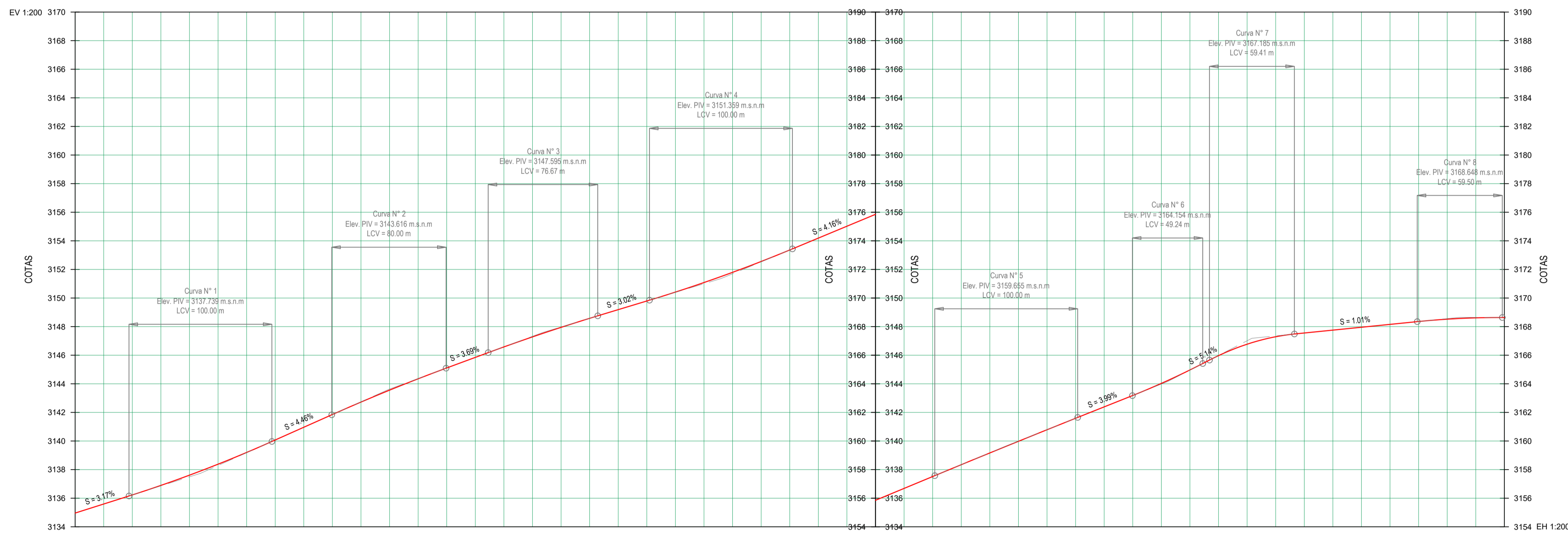


## PLANTA KM 0+000 - KM 1+000



N° DE CURVA	RADIO (m)	$\Delta$ (°)	TANGENTE (m)	L. CURVA (m)	CUERDA (m)	FLECHA (m)	EXTERNA (m)
C1	93.97	19° 28' 33.38"	16.13	31.94	31.79	1.35	1.37
C2	82.70	38° 05' 13.77"	28.54	54.97	53.97	4.53	4.79
C3	74.56	29° 50' 22.82"	19.87	38.83	38.39	2.51	2.60
C4	152.02	34° 16' 49.94"	46.88	90.95	89.60	6.75	7.07
C5	214.79	11° 58' 47.36"	22.54	44.91	44.83	1.17	1.18
C6	77.23	63° 51' 25.37"	48.12	86.07	81.68	11.68	13.77
C7	108.87	23° 06' 24.17"	22.26	43.91	43.61	2.21	2.25
C8	152.89	13° 30' 10.50"	18.10	36.03	35.95	1.06	1.07
C9	119.86	20° 34' 05.62"	21.75	43.03	42.80	1.93	1.96
C10	414.51	4° 04' 44.09"	14.76	29.51	29.50	0.26	0.26
C11	60.00	34° 15' 35.89"	18.49	35.88	35.34	2.66	2.79
C12	106.36	21° 25' 15.80"	20.12	39.77	39.54	1.85	1.89

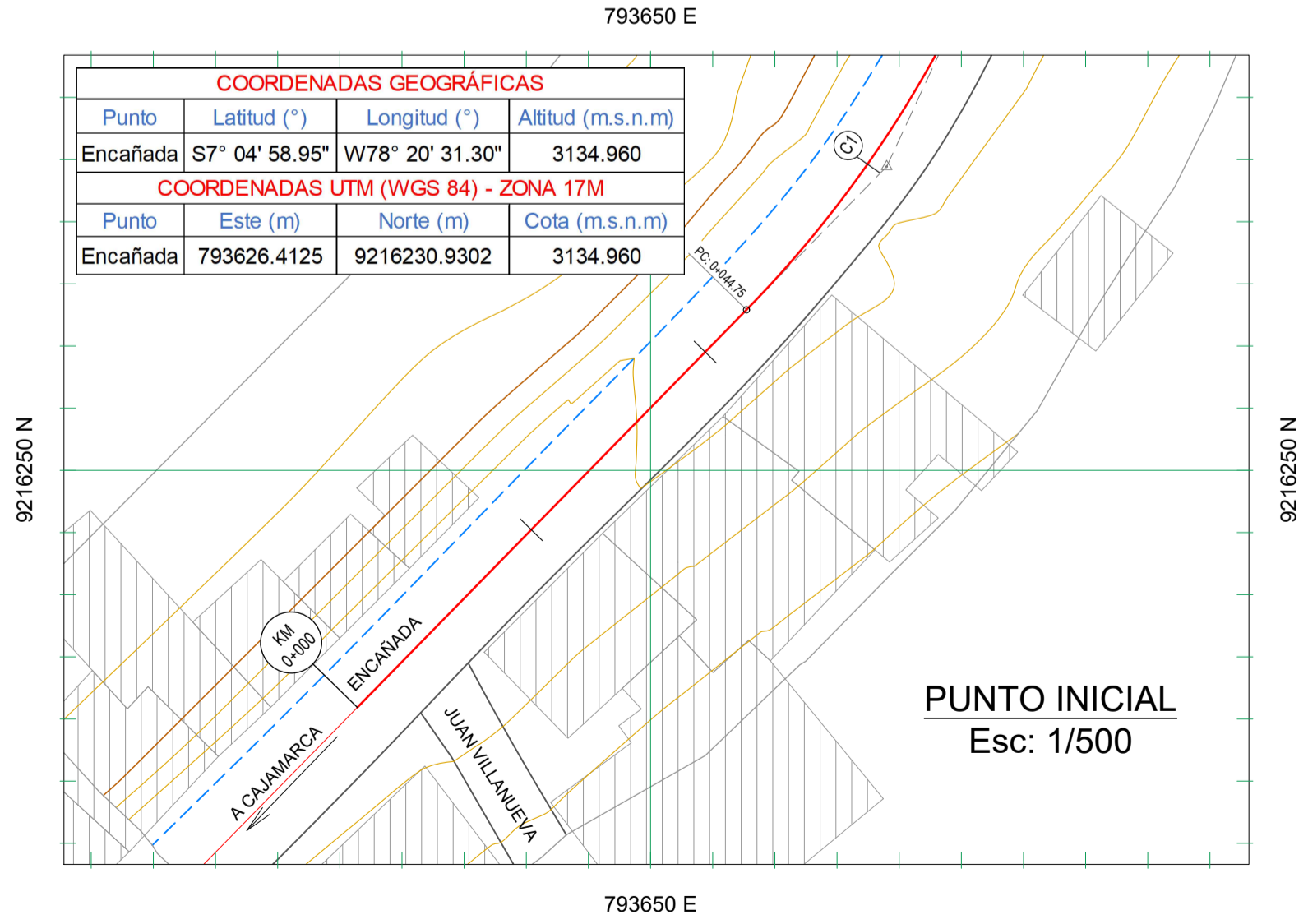
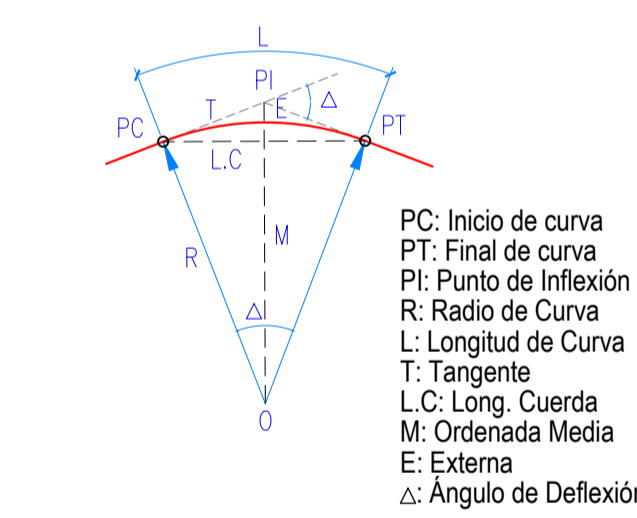
## PERFIL LONGITUDINAL KM 0+000 - KM 1+000



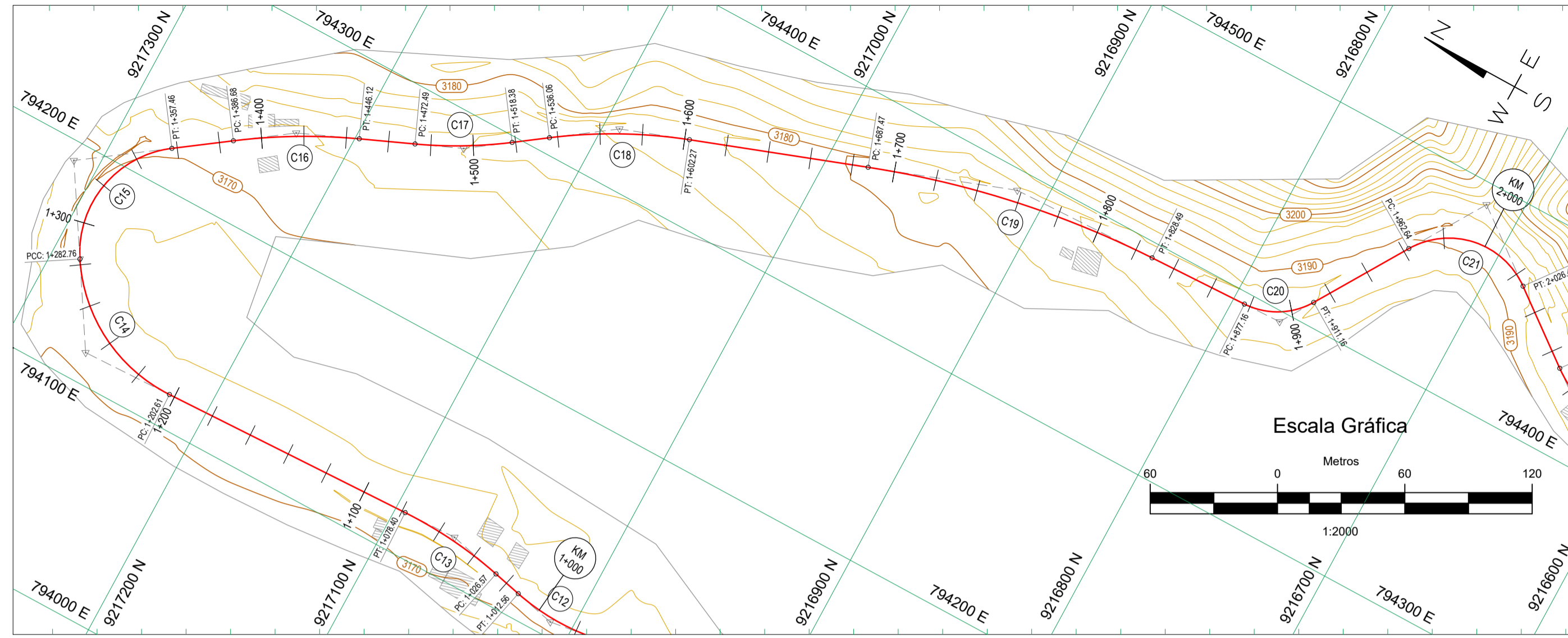
LONGITUD PENDIENTE	COTA RASANTE	ALINEAMIENTO	KILOMETRAJE
L = 37.69 m S = 3.17%	3134.56 3135.27 3135.60 3135.83 3136.26 3136.59 3137.25 3137.58 3137.91 3138.14 3138.74 3139.16 3139.58 3140.00 3140.49 3141.14 3141.87 3142.31 3143.16 3143.35 3143.95 3144.34 3144.77 3145.07 3145.80 3146.16 3146.52 3146.80 3147.25 3147.60 3147.92 3148.28 3148.65 3148.94 3149.26 3149.54 3149.85 3150.14 3150.45 3150.78 3151.07 3151.40 3151.77 3152.16 3152.54 3152.93 3153.32 3153.75 3154.18 3154.60 3155.02 3155.42 3155.82 3156.23 3156.67 3157.10 3157.58 3158.00 3158.38 3158.78 3159.18 3159.58 3160.02 3160.42 3160.80 3161.22 3161.62 3162.00 3162.40 3162.81 3163.20 3163.52 3164.02 3164.51 3165.00 3165.57 3166.40 3166.78 3167.25 3167.40 3167.52 3167.61 3167.70 3167.78 3167.90 3168.08 3168.16 3168.27 3168.40 3168.49 3168.57 3168.63 3168.68	L44.75m C1 L22.04m C2 L14.92m C3 L64.41m C4 L36.20m C5 L96.00m C6 L38.69m C7 L9.16m C8 L18.78m C9 L44.32m C10 L29.49m C11 L17.98m C12	0+000 0+100 0+200 0+300 0+400 0+500 0+600 0+700 0+800 0+900 0+1000

N° DE CURVA	PC	PI	PT	PC	PI	PT
C1	0+044.75	0+060.88	0+076.69	E = 793657.7148 N = 9216262.9114	E = 793668.9952 N = 9216274.4365	E = 793675.7876 N = 9216289.0632
C2	0+098.73	0+127.28	0+153.70	E = 793685.0702 N = 9216309.0522	E = 793697.0928 N = 9216334.9417	E = 793722.5257 N = 9216347.9023
C3	0+168.63	0+188.49	0+207.46	E = 793735.8211 N = 9216354.6776	E = 793753.5222 N = 9216363.6982	E = 793764.3882 N = 9216380.3304
C4	0+271.87	0+318.76	0+362.83	E = 793799.6186 N = 9216434.2565	E = 793825.2607 N = 9216473.5063	E = 793868.5558 N = 9216491.4951
C5	0+399.03	0+421.57	0+443.94	E = 793901.9877 N = 9216505.3859	E = 793922.8001 N = 9216514.0333	E = 793941.3643 N = 9216526.8124
C6	0+539.94	0+588.06	0+626.01	E = 794020.4423 N = 9216581.2474	E = 794060.0815 N = 9216608.5339	E = 794053.0520 N = 9216656.1406
C7	0+664.70	0+686.96	0+708.61	E = 794047.4007 N = 9216694.4134	E = 794044.1498 N = 9216716.4306	E = 794049.8001 N = 9216737.9572
C8	0+717.77	0+735.87	0+753.80	E = 794052.1266 N = 9216746.8209	E = 794056.7217 N = 9216822.9466	E = 794057.1021 N = 9216843.1438
C9	0+772.59	0+794.33	0+815.62	E = 794057.9569 N = 9216801.2028	E = 794057.9541 N = 9216822.9466	E = 794066.0211 N = 9216843.1438
C10	0+859.93	0+874.69	0+889.44	E = 794082.4598 N = 9216884.3005	E = 794087.9349 N = 9216908.0083	E = 794094.3712 N = 9216911.2919
C11	0+918.94	0+937.43	0+954.81	E = 794107.2315 N = 9216937.8338	E = 794115.2951 N = 9216954.4760	E = 794112.5909 N = 9216972.7700
C12	0+972.79	0+992.91	1+012.56	E = 794109.9617 N = 9216990.5567	E = 794107.0198 N = 9217010.4585	E = 794111.5497 N = 9217030.0600

### ELEMENTOS DE CURVA CIRCULAR

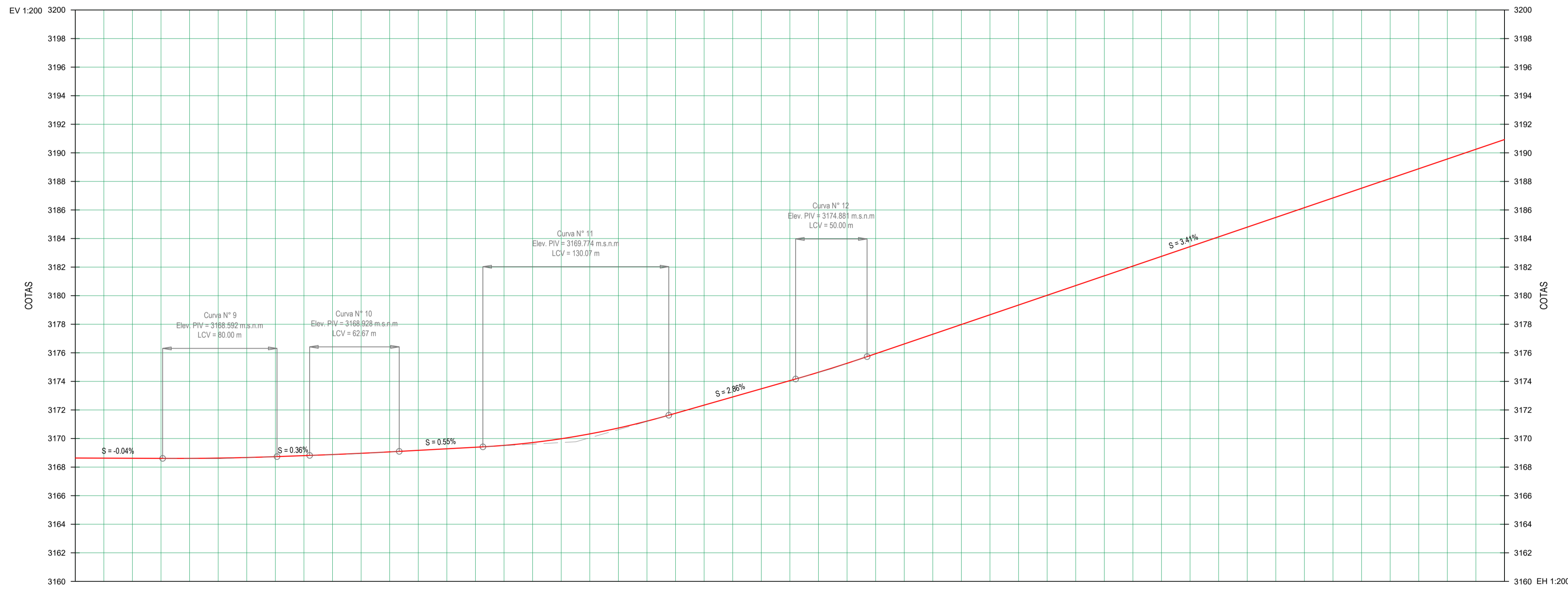


## PLANTA KM 1+000 - KM 2+000



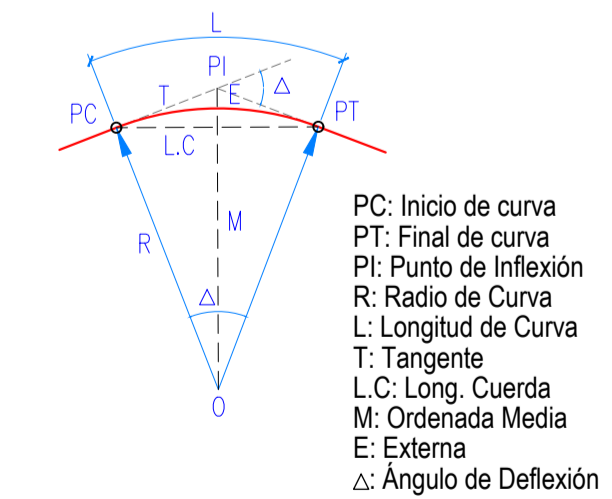
N° DE CURVA	RADIO (m)	$\Delta$ (°)	TANGENTE (m)	L. CURVA (m)	CUERDA (m)	FLECHA (m)	EXTERNA (m)
C13	199.55	14° 52' 50.68"	26.06	51.83	51.68	1.68	1.69
C14	76.67	59° 53' 36.97"	44.17	80.15	76.55	10.24	11.81
C15	49.51	86° 26' 48.87"	46.53	74.69	67.81	13.43	18.43
C16	275.95	12° 20' 29.19"	29.84	59.44	59.33	1.60	1.61
C17	211.32	12° 26' 29.30"	23.03	45.89	45.80	1.24	1.25
C18	238.14	15° 55' 41.01"	33.32	66.20	65.99	2.30	2.32
C19	453.05	17° 50' 02.98"	71.08	141.02	140.45	5.48	5.54
C20	34.73	56° 05' 47.02"	18.50	34.00	32.66	4.08	4.62
C21	38.30	95° 22' 58.92"	42.08	63.77	56.66	12.52	18.60

## PERFIL LONGITUDINAL KM 1+000 - KM 2+000



N° DE CURVA	PC	PI	PT	PC	PI	PT
C13	1+026.57	1+052.63	1+078.40	E = 794114.7045 N = 9217043.7111	E = 794120.5723 N = 9217069.1022	E = 794119.7228 N = 9217095.1486
C14	1+202.61	1+246.79	1+282.76	E = 794115.6733 N = 9217219.2985	E = 794114.2333 N = 9217263.4474	E = 794151.7040 N = 9217286.8385
C15	1+282.76	1+329.29	1+357.46	E = 794151.7040 N = 9217286.8385	E = 794191.1712 N = 9217311.4769	E = 794218.2081 N = 9217273.6124
C16	1+386.68	1+416.52	1+446.12	E = 794235.1923 N = 9217249.8266	E = 794252.5300 N = 9217225.5457	E = 794264.2773 N = 9217198.1201
C17	1+472.49	1+495.52	1+518.38	E = 794274.6585 N = 9217173.8838	E = 794283.7277 N = 9217152.7106	E = 794297.1456 N = 9217133.9885
C18	1+536.06	1+569.38	1+602.27	E = 794307.4501 N = 9217119.6105	E = 794326.8575 N = 9217092.5310	E = 794338.0884 N = 9217061.1653
C19	1+687.47	1+758.55	1+828.49	E = 794366.8099 N = 9216980.9516	E = 794390.7727 N = 9216914.0282	E = 794393.0878 N = 9216842.9818
C20	1+877.16	1+895.66	1+911.16	E = 794394.6731 N = 9216794.3321	E = 794395.2757 N = 9216775.8392	E = 794410.9605 N = 9216766.0241
C21	1+962.64	2+004.72	2+026.41	E = 794454.5962 N = 9216738.7180	E = 794490.2711 N = 9216716.3936	E = 794464.6984 N = 9216682.9704

### ELEMENTOS DE CURVA CIRCULAR



LONGITUD PENDIENTE	COTA RASANTE	ALINEAMIENTO	KILOMETRAJE
L = 62.61 m S = -0.04%	3168.65 3168.67 3168.67 3168.65 3168.62 3168.59 3168.56 3168.51 3168.45 3168.38 3168.30 3168.20 3168.05 3167.85 3167.55 3167.15 3166.65 3166.05 3165.35 3164.55 3163.65 3162.65 3161.55 3160.25	C12 L=14.01 m C13 L=24.22 m C14 C15 L=29.23 m C16 L=26.37 m C17 L=17.69 m C18 L=65.20 m C19 L=48.68 m C20 L=51.48 m C21	1+000 1+020 1+040 1+060 1+080 1+100 1+120 1+140 1+160 1+180 1+200 1+220 1+240 1+260 1+280 1+300 1+320 1+340 1+360 1+380 1+400 1+420 1+440 1+460 1+480 1+500 1+520 1+540 1+560 1+580 1+600 1+620 1+640 1+660 1+680 1+700 1+720 1+740 1+760 1+780 1+800 1+820 1+840 1+860 1+880 1+900 1+920 1+940 1+960 1+980 2+000



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



TEMA:  
ANÁLISIS DE LA SEGURIDAD NOMINAL DE LA RUTA PE-08B TRAMO ENCAÑADA - EMPALME PE-08B RVN (KM 40), CAJAMARCA - 2023

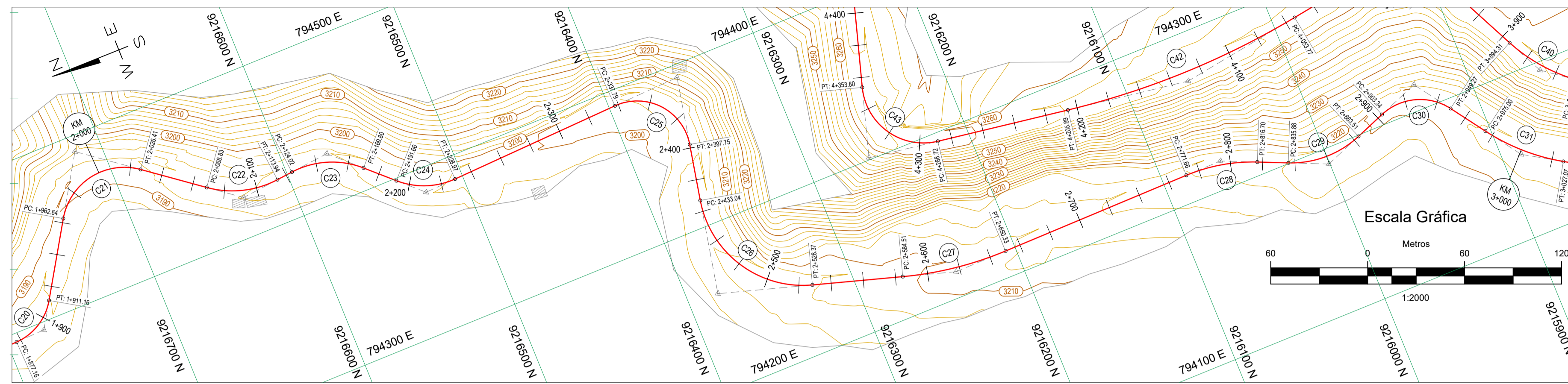
TESISTA:  
BACH. LEIDY DÁVILA ARÉVALO  
ASESOR:  
M. EN T. ING. ALEJANDRO CUBAS BECERRA

PLANO:  
PLANO PLANTA - PERFIL  
KM 1 + 000 - KM 2 + 000

DEPARTAMENTO:  
CAJAMARCA  
DISTRITO:  
ENCAÑADA  
ESCALA:  
INDICADA  
PROVINCIA:  
CAJAMARCA  
DATUM:  
WGS - 84  
FECHA:  
SEPTIEMBRE 2023

PLANO N°:  
PP-02

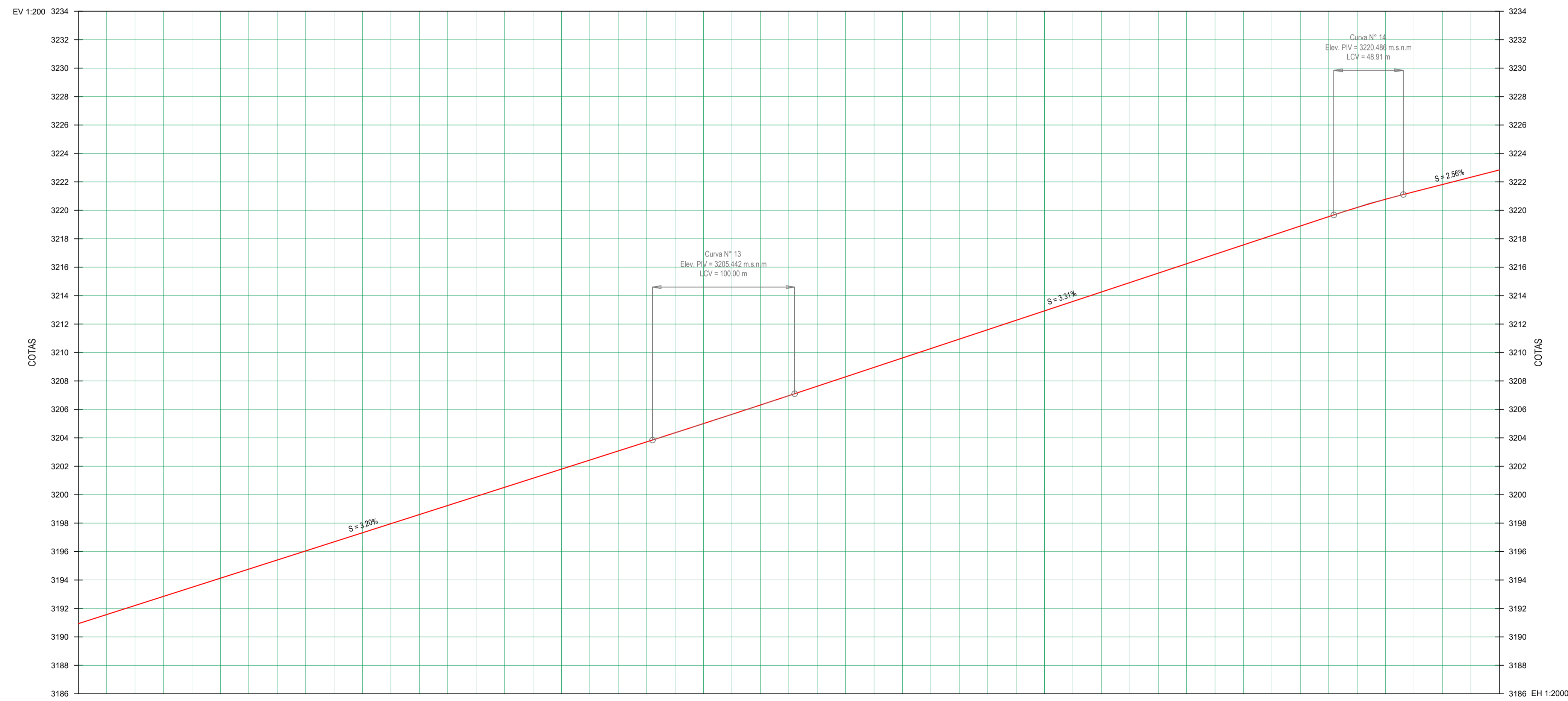
## PLANTA KM 2+000 - KM 3+000



**TABLA DE ELEMENTOS DE CURVA**

N° DE CURVA	RADIO (m)	Δ (°)	TANGENTE (m)	L. CURVA (m)	CUERDA (m)	FLECHA (m)	EXTERNA (m)
C22	60.00	43° 04' 35.50"	23.68	45.11	44.05	4.19	4.50
C23	53.49	49° 01' 51.92"	24.40	45.78	44.39	4.82	5.30
C24	46.66	45° 48' 20.61"	19.71	37.30	36.32	3.68	3.99
C25	33.07	103° 53' 54.94"	42.25	59.96	52.08	12.69	20.58
C26	64.59	84° 34' 23.75"	58.74	95.34	86.91	16.81	22.72
C27	215.94	17° 27' 51.17"	33.17	65.82	65.56	2.50	2.53
C28	106.00	24° 20' 24.91"	22.86	45.03	44.69	2.38	2.44
C29	61.15	44° 37' 28.10"	25.09	47.62	46.43	4.58	4.95
C30	34.62	76° 00' 35.07"	27.05	45.93	42.63	7.34	9.32
C31	127.44	23° 24' 38.55"	26.40	52.07	51.71	2.65	2.71

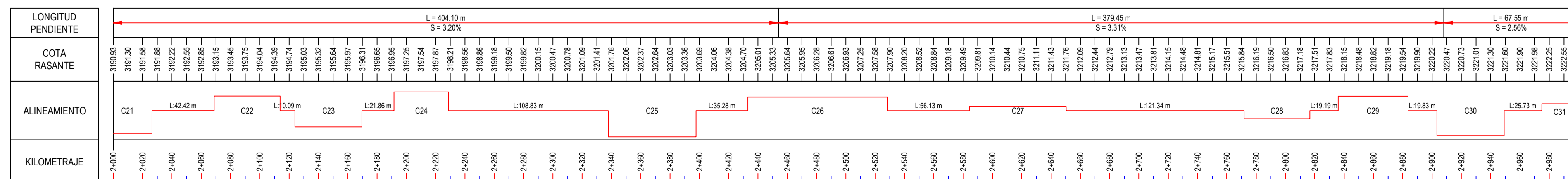
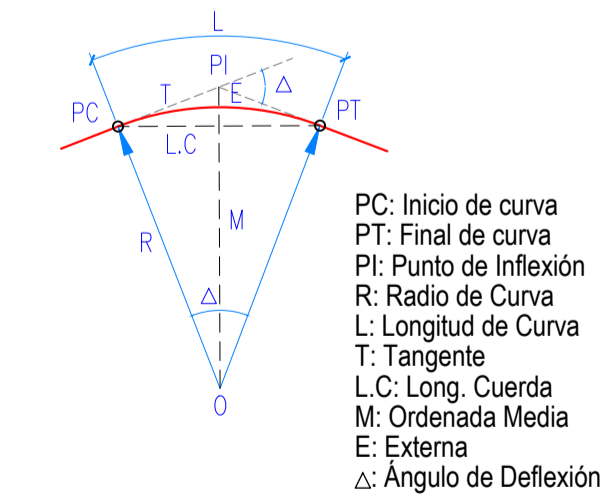
## PERFIL LONGITUDINAL KM 2+000 - KM 3+000



**TABLA DE PROGRESIVAS Y COORDENADAS**

N° DE CURVA	PC	PI	PT	PC	PI	PT
C22	2+068.83	2+092.51	2+113.94	E = 794438.9201 N = 9216649.2785	E = 794424.5303 N = 9216630.4711	E = 794426.8643 N = 9216606.9055
C23	2+124.02	2+148.42	2+169.80	E = 794427.8584 N = 9216596.8683	E = 794430.2628 N = 9216572.5914	E = 794413.5086 N = 9216554.8587
C24	2+191.66	2+211.38	2+228.97	E = 794398.4932 N = 9216538.9664	E = 794384.9558 N = 9216524.6383	E = 794385.7918 N = 9216504.9442
C25	2+337.79	2+380.04	2+397.75	E = 794390.4076 N = 9216396.2164	E = 794392.1995 N = 9216354.0077	E = 794350.7961 N = 9216362.4070
C26	2+433.04	2+491.78	2+528.37	E = 794316.2173 N = 9216369.4219	E = 794258.6469 N = 9216381.1009	E = 794241.5757 N = 9216324.8931
C27	2+584.51	2+617.67	2+650.33	E = 794225.2629 N = 9216271.1828	E = 794215.6243 N = 9216239.4472	E = 794215.9541 N = 9216206.2819
C28	2+771.66	2+794.52	2+816.70	E = 794217.1608 N = 9216084.9505	E = 794217.3881 N = 9216062.0917	E = 794208.1739 N = 9216041.1710
C29	2+835.88	2+860.98	2+883.51	E = 794200.4395 N = 9216023.6105	E = 794190.3249 N = 9216000.6454	E = 794199.2580 N = 9215977.1954
C30	2+903.34	2+930.39	2+949.27	E = 794206.3184 N = 9215958.6613	E = 794215.9489 N = 9215933.3806	E = 794193.7464 N = 9215917.9241
C31	2+975.00	3+001.41	3+027.07	E = 794172.6261 N = 9215903.2208	E = 794150.9562 N = 9215888.1350	E = 794137.0640 N = 9215865.6811

**ELEMENTOS DE CURVA CIRCULAR**



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

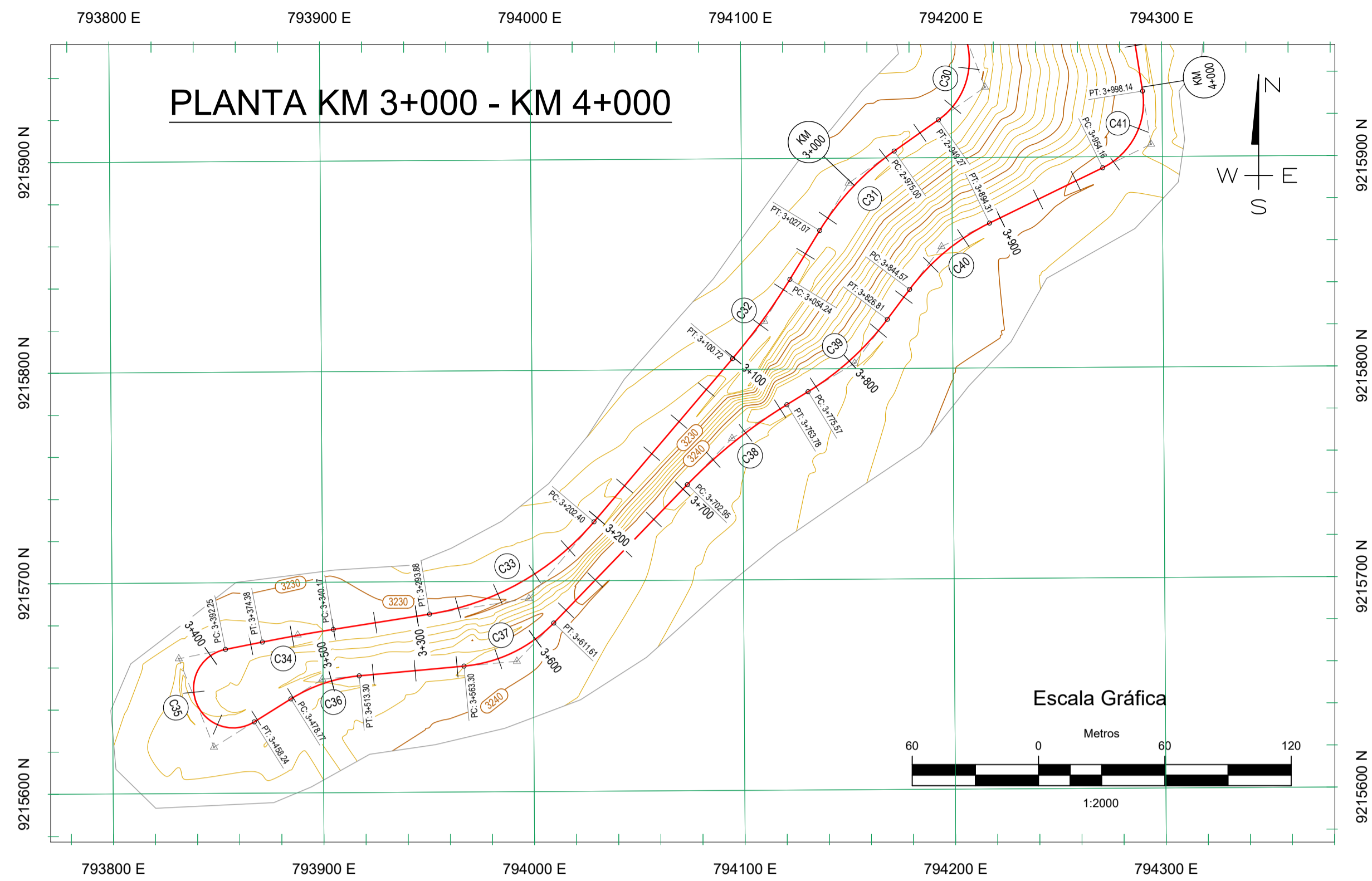


TEMA:  
**ANÁLISIS DE LA SEGURIDAD NOMINAL DE LA RUTA PE-08B TRAMO ENCAÑADA - EMPALME PE-08B RVN (KM 40), CAJAMARCA - 2023**

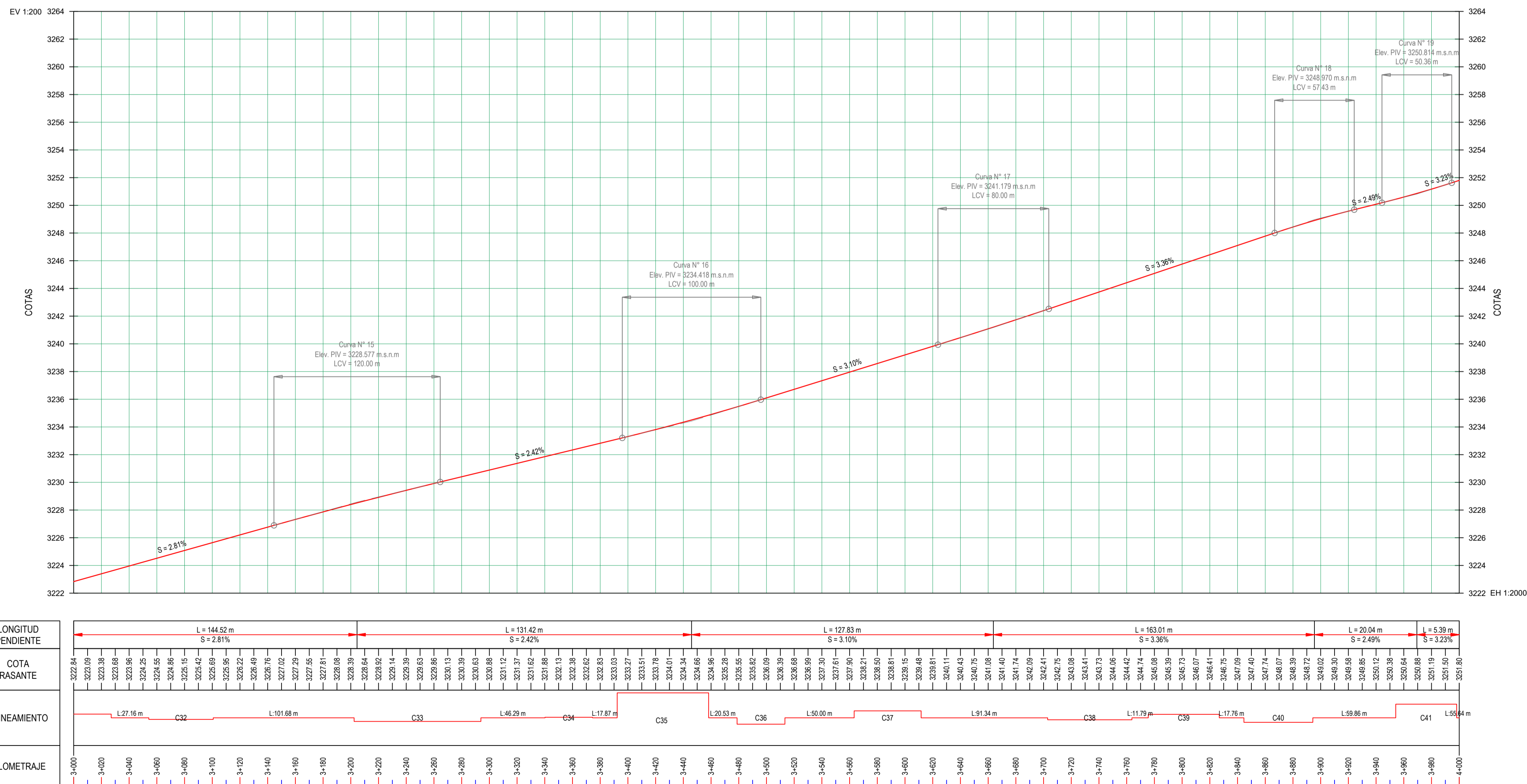
TESISTA:  
**BACH. LEIDY DÁVILA ARÉVALO**  
ASESOR:  
**M. EN T. ING. ALEJANDRO CUBAS BECERRA**

PLANO:  
**PLANO PLANTA - PERFIL  
KM 2 + 000 - KM 3 + 000**

DEPARTAMENTO: CAJAMARCA  
PROVINCIA: CAJAMARCA  
DISTRITO: ENCAÑADA  
DATUM: WGS - 84  
ESCALA: INDICADA  
FECHA: SETIEMBRE 2023  
PLANO N°: **PP-03**



PERFIL LONGITUDINAL KM 3+000 - KM 4+000



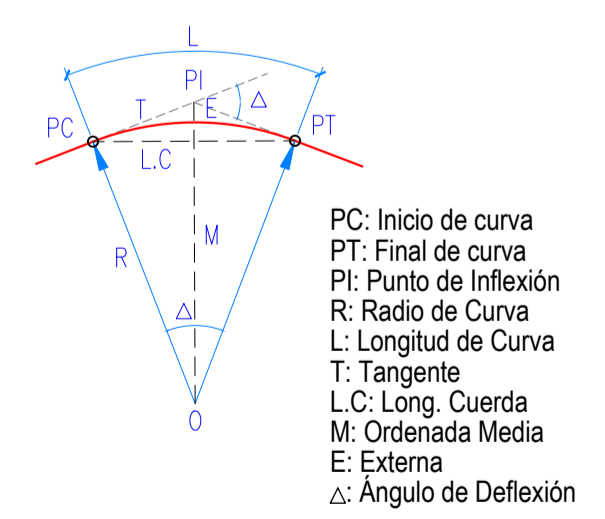
**TABLA DE ELEMENTOS DE CURVA**

Nº DE CURVA	RADIO (m)	Δ (°)	TANGENTE (m)	L. CURVA (m)	CUERDA (m)	FLECHA (m)	EXTERNA (m)
C32	298.70	8° 54' 56.63"	23.29	46.48	46.43	0.90	0.91
C33	128.83	40° 41' 05.84"	47.76	91.48	89.57	8.03	8.57
C34	855.86	2° 17' 24.16"	17.11	34.21	34.21	0.17	0.17
C35	18.83	200° 47' 44.82"	102.62	65.99	37.04	22.23	123.17
C36	73.91	26° 46' 13.24"	17.59	34.53	34.22	2.01	2.06
C37	67.95	40° 43' 39.62"	25.22	48.30	47.29	4.25	4.53
C38	239.87	14° 31' 43.28"	30.58	60.83	60.66	1.93	1.94
C39	134.64	21° 48' 22.21"	25.94	51.24	50.94	2.43	2.48
C40	104.61	27° 14' 30.62"	25.35	49.74	49.27	2.94	3.03
C41	34.52	72° 58' 40.70"	25.53	43.97	41.06	6.77	8.42

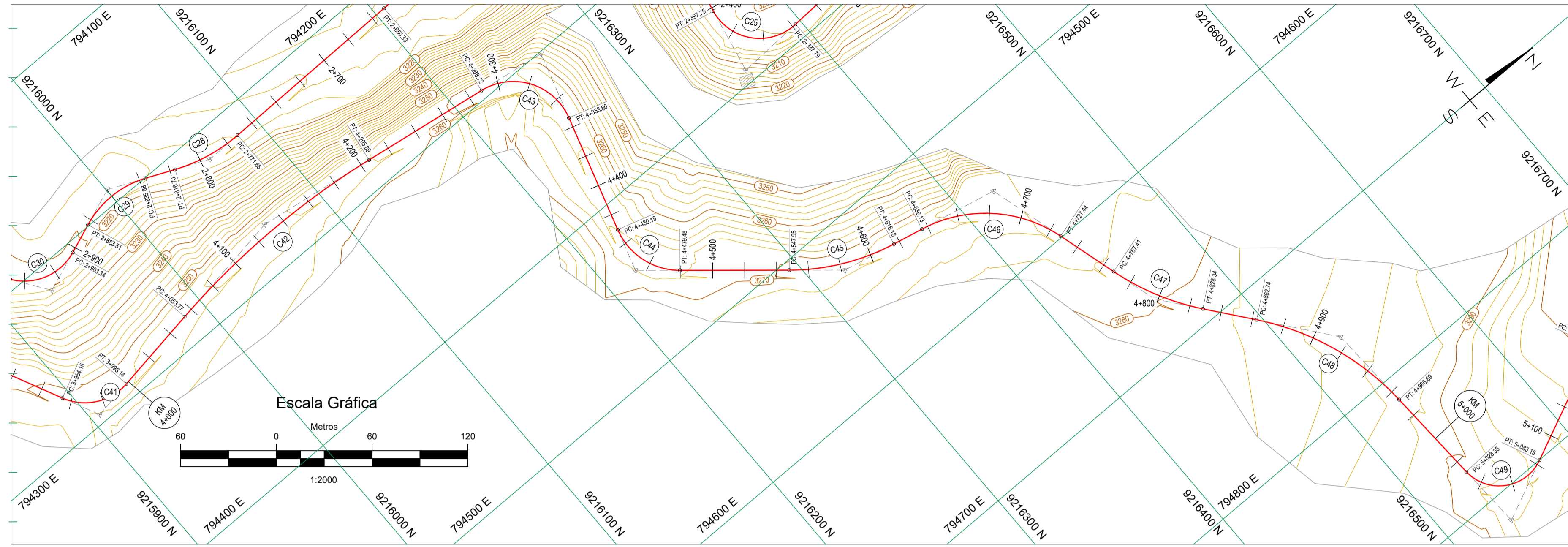
**TABLA DE PROGRESIVAS Y COORDENADAS**

Nº DE CURVA	PC	PI	PT	PC	PI	PT
C32	3+054.24	3+077.52	3+100.72	E = 794122.7736 N = 9215842.5837	E = 794110.5213 N = 9215822.7804	E = 794095.3479 N = 9215805.1151
C33	3+202.40	3+250.16	3+293.88	E = 794029.0922 N = 9215727.9791	E = 793997.9703 N = 9215691.7463	E = 793950.7502 N = 9215684.5591
C34	3+340.17	3+357.28	3+374.38	E = 793904.9842 N = 9215677.5933	E = 793888.0728 N = 9215675.0193	E = 793871.2778 N = 9215671.7716
C35	3+392.25	3+289.63	3+458.24	E = 793853.7344 N = 9215668.3792	E = 793954.4920 N = 9215687.8629	E = 793867.2161 N = 9215633.8758
C36	3+478.77	3+496.36	3+513.30	E = 793884.6720 N = 9215644.6737	E = 793899.6300 N = 9215653.9264	E = 793917.1525 N = 9215655.4502
C37	3+563.30	3+588.53	3+611.61	E = 793966.9647 N = 9215659.7817	E = 793992.0918 N = 9215661.9667	E = 794009.7080 N = 9215680.0170
C38	3+702.95	3+733.53	3+763.78	E = 794073.5073 N = 9215745.3888	E = 794094.8635 N = 9215767.2713	E = 794121.0262 N = 9215783.0965
C39	3+775.57	3+801.50	3+826.81	E = 794131.1139 N = 9215789.1983	E = 794153.3058 N = 9215802.6217	E = 794168.9235 N = 9215823.3281
C40	3+844.57	3+869.92	3+894.31	E = 794179.6182 N = 9215837.5075	E = 794194.8814 N = 9215857.7441	E = 794217.7149 N = 9215868.7494
C41	3+954.16	3+979.70	3+998.14	E = 794271.6371 N = 9215894.7387	E = 794294.6394 N = 9215905.8253	E = 794290.7721 N = 9215931.0655

ELEMENTOS DE CURVA CIRCULAR



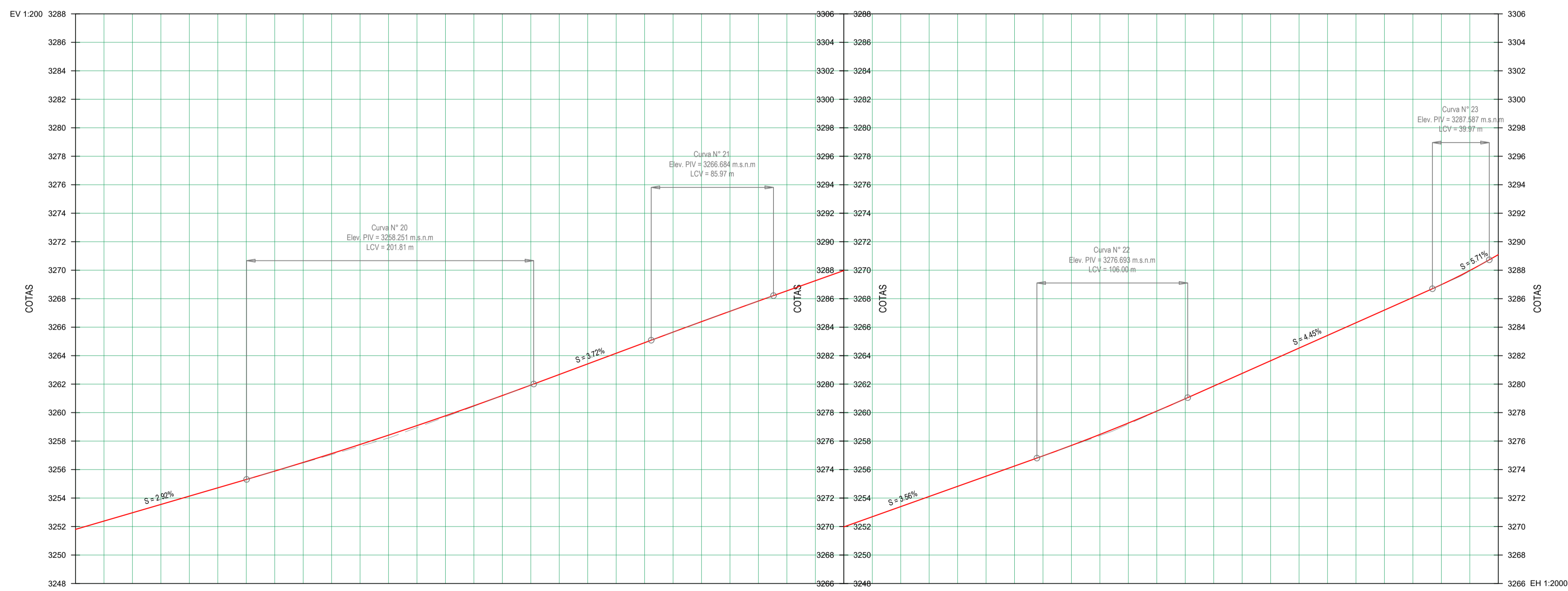
## PLANTA KM 4+000 - KM 5+000



**TABLA DE ELEMENTOS DE CURVA**

N° DE CURVA	RADIO (m)	$\Delta$ (°)	TANGENTE (m)	L. CURVA (m)	CUERDA (m)	FLECHA (m)	EXTERNA (m)
C42	502.40	17° 20' 53.27"	76.64	152.12	151.54	5.75	5.81
C43	38.01	98° 05' 59.09"	43.80	65.08	57.42	13.10	19.99
C44	42.48	66° 29' 18.49"	27.84	49.29	46.57	6.95	8.31
C45	140.07	27° 54' 45.54"	34.81	68.24	67.56	4.13	4.26
C46	84.68	61° 46' 31.38"	50.66	91.30	86.95	12.01	13.99
C47	156.76	22° 16' 12.98"	30.86	60.93	60.55	2.95	3.01
C48	167.79	35° 29' 43.08"	53.70	103.95	102.30	7.99	8.38

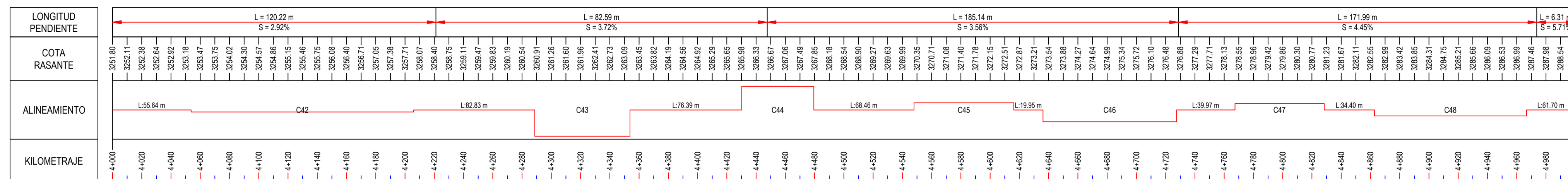
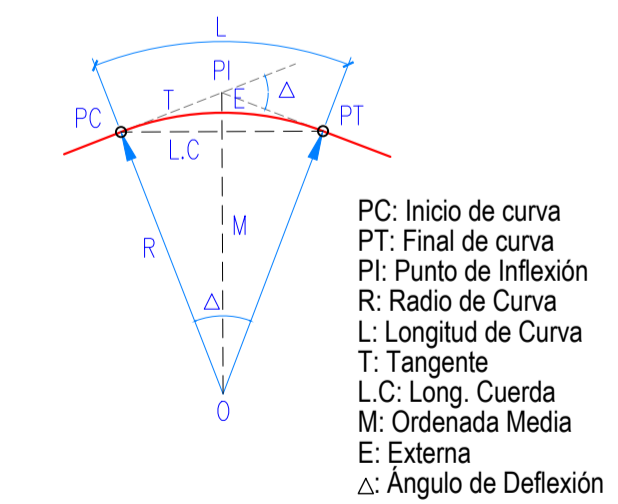
## PERFIL LONGITUDINAL KM 4+000 - KM 5+000



**TABLA DE PROGRESIVAS Y COORDENADAS**

N° DE CURVA	PC	PI	PT	PC	PI	PT
C42	4+053.77	4+130.42	4+205.89	E = 794282.3461 N = 9215986.0590	E = 794270.7381 N = 9216061.8195	E = 794282.2483 N = 9216137.5950
C43	4+288.72	4+332.52	4+353.80	E = 794294.6879 N = 9216219.4896	E = 794301.2661 N = 9216262.7964	E = 794343.2141 N = 9216250.1821
C44	4+430.19	4+458.03	4+479.48	E = 794416.3661 N = 9216228.1841	E = 794443.0302 N = 9216220.1658	E = 794461.0201 N = 9216241.4175
C45	4+547.95	4+582.76	4+616.18	E = 794505.2547 N = 9216293.6726	E = 794527.7453 N = 9216320.2411	E = 794535.1821 N = 9216354.2472
C46	4+636.13	4+686.79	4+727.44	E = 794539.4436 N = 9216373.7339	E = 794550.2659 N = 9216423.2214	E = 794598.9875 N = 9216437.0899
C47	4+767.41	4+798.26	4+828.34	E = 794637.4341 N = 9216448.0336	E = 794667.1104 N = 9216456.4809	E = 794691.3717 N = 9216475.5447
C48	4+862.74	4+916.44	4+966.69	E = 794718.4179 N = 9216496.7969	E = 794760.6450 N = 9216529.9776	E = 794814.2907 N = 9216532.4736

**ELEMENTOS DE CURVA CIRCULAR**



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



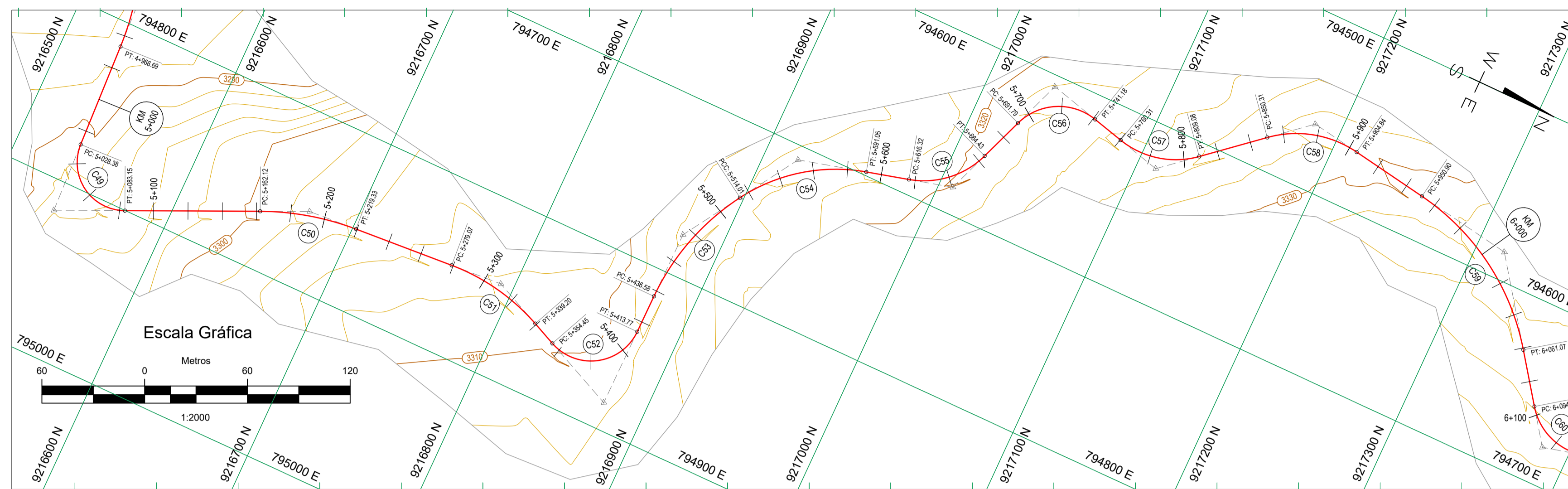
TEMA:  
ANÁLISIS DE LA SEGURIDAD NOMINAL DE LA RUTA PE-08B TRAMO ENCAÑADA - EMPALME PE-08B RVN (KM 40), CAJAMARCA - 2023

TESISTA:  
BACH. LEIDY DÁVILA ARÉVALO  
ASESOR:  
M. EN T. ING. ALEJANDRO CUBAS BECERRA

PLANO:  
PLANO PLANTA - PERFIL  
KM 4 + 000 - KM 5 + 000

DEPARTAMENTO: CAJAMARCA  
DISTRITO: ENCAÑADA  
ESCALA: INDICADA  
PLANO N°: PP-05  
PROVINCIA: CAJAMARCA  
DATUM: WGS - 84  
FECHA: SETIEMBRE 2023

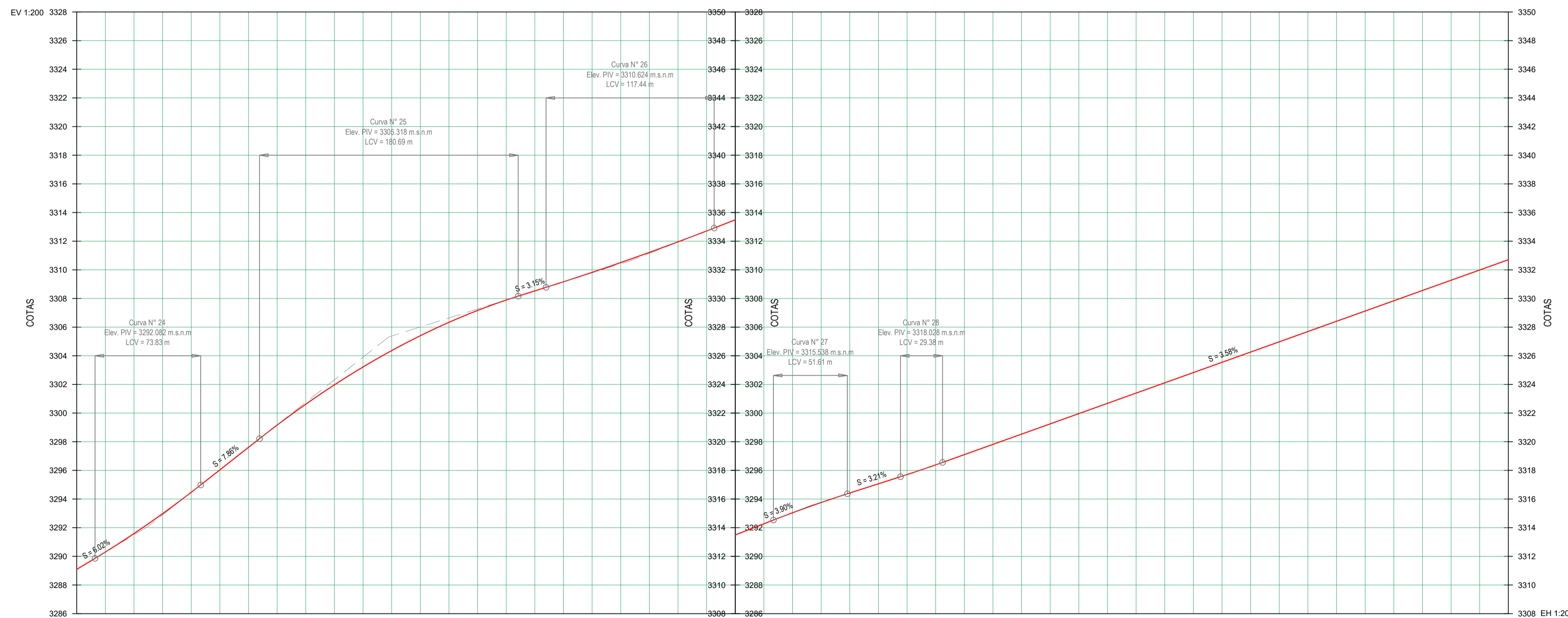
## PLANTA KM 5+000 - KM 6+000



**TABLA DE ELEMENTOS DE CURVA**

N° DE CURVA	RADIO (m)	Δ (°)	TANGENTE (m)	L. CURVA (m)	CUERDA (m)	FLECHA (m)	EXTERNA (m)
C49	28.04	111° 52' 41.66"	41.48	54.76	46.47	12.34	22.03
C50	160.35	20° 26' 25.72"	28.91	57.20	56.90	2.54	2.59
C51	121.57	28° 20' 22.56"	30.69	60.13	59.52	3.70	3.81
C52	29.87	113° 47' 31.04"	45.81	59.32	50.04	13.55	24.82
C53	140.02	31° 40' 59.65"	39.73	77.43	76.44	5.32	5.53
C54	102.44	43° 05' 38.11"	40.45	77.05	75.24	7.16	7.70
C55	50.50	54° 35' 07.36"	26.06	48.11	46.31	5.62	6.33
C56	33.82	83° 40' 11.96"	30.28	49.39	45.12	8.62	11.57
C57	51.05	54° 44' 02.65"	26.43	48.77	46.94	5.71	6.43
C58	62.87	49° 41' 25.75"	29.11	54.53	52.84	5.82	6.41
C59	140.60	44° 53' 45.84"	58.09	110.17	107.38	10.65	11.53

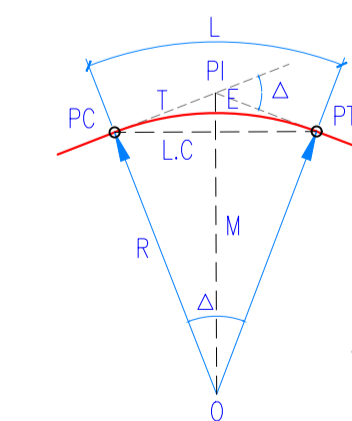
## PERFIL LONGITUDINAL KM 5+000 - KM 6+000



**TABLA DE PROGRESIVAS Y COORDENADAS**

N° DE CURVA	PC	PI	PT	PC	PI	PT
C49	5+028.38	5+069.87	5+083.15	E = 794875.9216 N = 9216535.3411	E = 794917.3600 N = 9216537.2691	E = 794900.1294 N = 9216575.0046
C50	5+162.12	5+191.03	5+219.33	E = 794867.3250 N = 9216646.8474	E = 794855.3170 N = 9216673.1452	E = 794853.2492 N = 9216701.9808
C51	5+279.07	5+309.76	5+339.20	E = 794848.9765 N = 9216761.5648	E = 794846.7811 N = 9216792.1797	E = 794859.3816 N = 9216820.1676
C52	5+354.45	5+400.26	5+413.77	E = 794865.6438 N = 9216834.0770	E = 794884.4490 N = 9216875.8464	E = 794838.6430 N = 9216876.2029
C53	5+436.58	5+476.31	5+514.01	E = 794815.6300 N = 9216876.3805	E = 794776.1005 N = 9216876.6998	E = 794742.4545 N = 9216897.8198
C54	5+514.01	5+554.45	5+591.05	E = 794742.4545 N = 9216897.8198	E = 794708.1998 N = 9216919.3284	E = 794697.8803 N = 9216958.4375
C55	5+616.32	5+642.37	5+664.43	E = 794691.4341 N = 9216982.8678	E = 794684.7865 N = 9217008.0613	E = 794660.4020 N = 9217017.2430
C56	5+691.79	5+722.06	5+741.18	E = 794634.7984 N = 9217026.8838	E = 794606.4630 N = 9217037.5532	E = 794613.9432 N = 9217066.8922
C57	5+760.31	5+786.73	5+809.08	E = 794618.6696 N = 9217085.4301	E = 794625.1981 N = 9217111.0365	E = 794608.0604 N = 9217131.1514
C58	5+850.31	5+879.42	5+904.84	E = 794581.3210 N = 9217162.5360	E = 794562.4409 N = 9217184.6958	E = 794567.1253 N = 9217213.4286
C59	5+950.90	6+008.99	6+061.07	E = 794574.5375 N = 9217258.8921	E = 794583.8846 N = 9217316.2247	E = 794630.9727 N = 9217350.2409

**ELEMENTOS DE CURVA CIRCULAR**



PC: Inicio de curva  
 PT: Final de curva  
 PI: Punto de Inflexión  
 R: Radio de Curva  
 L: Longitud de Curva  
 T: Tangente  
 L.C: Long. Cuerda  
 M: Ordenada Media  
 E: Externa  
 Δ: Angulo de Deflexión

LONGITUD PENDIENTE	COTA RASANTE	ALINEAMIENTO	KILOMETRAJE
L = 12.77 m S = 6.02%	3289.95 3289.88 3289.84 3291.81 3292.27 3293.06 3293.86 3294.62 3295.37 3296.11 3296.84 3297.56 3298.29 3299.02 3299.74 3300.47 3301.19 3301.88 3302.53 3303.16 3303.78 3304.44 3304.89 3305.39 3305.85 3306.29 3306.72 3307.11 3307.47 3307.79 3308.14 3308.51 3308.84 3309.17 3309.54 3309.89 3310.22 3310.55 3310.91 3311.31 3311.71 3312.09 3312.46 3312.83 3313.19 3313.51 3313.87 3314.22 3314.57 3314.93 3315.28 3315.63 3315.98 3316.32 3316.65 3317.06 3317.29 3317.75 3318.10 3318.46 3318.78 3319.12 3319.48 3319.83 3320.18 3320.55 3320.92 3321.30 3321.65 3321.98 3322.34 3322.71 3323.08 3323.46 3323.85 3324.19 3324.52 3324.88 3325.23 3325.61 3325.99 3326.33 3326.68 3327.03 3327.37 3327.75 3328.07 3328.42 3328.77 3329.13 3329.49 3329.84 3330.20 3330.55 3330.92 3331.29 3331.64 3331.98 3332.34	L=61.70 m C49 L=78.99 m C50 L=59.74 m C51 L=15.25 m C52 L=22.81 m C53 L=37.16 m C54 L=25.27 m C55 L=27.36 m C56 L=19.13 m C57 L=41.23 m C58 L=46.06 m C59	5+000 5+020 5+040 5+060 5+080 5+100 5+120 5+140 5+160 5+180 5+200 5+220 5+240 5+260 5+280 5+300 5+320 5+340 5+360 5+380 5+400 5+420 5+440 5+460 5+480 5+500 5+520 5+540 5+560 5+580 5+600 5+620 5+640 5+660 5+680 5+700 5+720 5+740 5+760 5+780 5+800 5+820 5+840 5+860 5+880 5+900 5+920 5+940 5+960 5+980 6+000



**UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA**  
 FACULTAD DE INGENIERÍA  
 ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

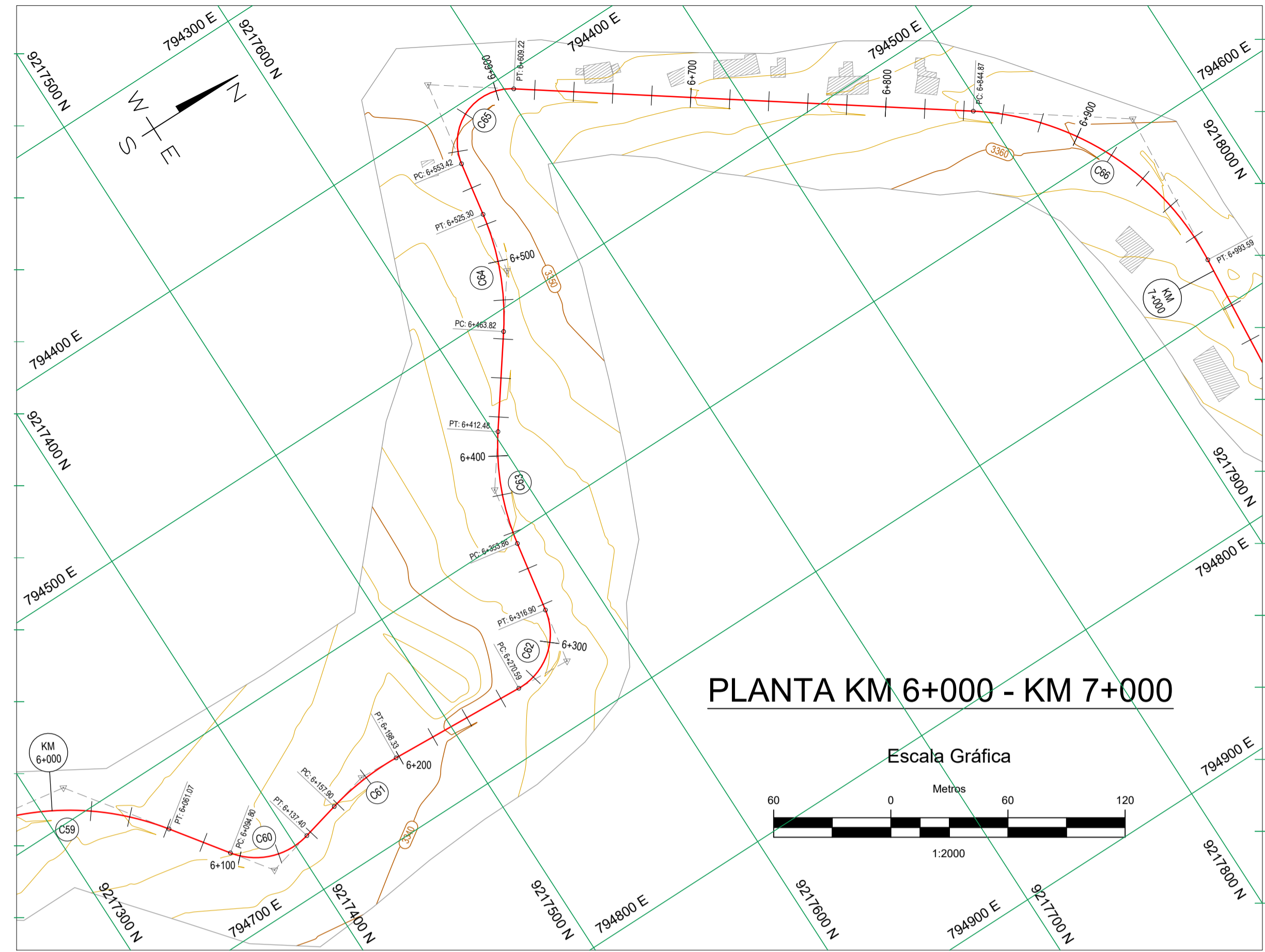


**TEMA:**  
 ANÁLISIS DE LA SEGURIDAD NOMINAL DE LA RUTA PE-08B TRAMO ENCAÑADA - EMPALME PE-08B RVN (KM 40), CAJAMARCA - 2023

**TESISTA:**  
 BACH. LEIDY DÁVILA ARÉVALO  
**ASESOR:**  
 M. EN T. ING. ALEJANDRO CUBAS BECERRA

**PLANO:**  
 PLANO PLANTA - PERFIL  
 KM 5 + 000 - KM 6 + 000

**DEPARTAMENTO:** CAJAMARCA  
**PROVINCIA:** CAJAMARCA  
**DISTRITO:** ENCAÑADA  
**DATUM:** WGS - 84  
**ESCALA:** INDICADA  
**FECHA:** SETIEMBRE 2023  
**PLANO N°:** PP-06



PLANTA KM 6+000 - KM 7+000

TABLA DE ELEMENTOS DE CURVA

N° DE CURVA	RADIO (m)	Δ (°)	TANGENTE (m)	L. CURVA (m)	CUERDA (m)	FLECHA (m)	EXTERNA (m)
C60	35.87	68° 02' 56.99"	24.22	42.60	40.14	6.14	7.41
C61	134.70	17° 11' 52.70"	20.37	40.43	40.28	1.51	1.53
C62	31.84	83° 20' 24.45"	28.34	46.31	42.34	8.06	10.78
C63	128.67	26° 06' 20.97"	29.83	58.62	58.12	3.32	3.41
C64	133.97	26° 17' 27.14"	31.29	61.47	60.94	3.51	3.61
C65	27.60	115° 51' 25.61"	44.04	55.80	46.77	12.94	24.38
C66	144.01	59° 10' 02.24"	81.75	148.71	142.19	18.77	21.59

PERFIL LONGITUDINAL KM 6+000 - KM 7+000

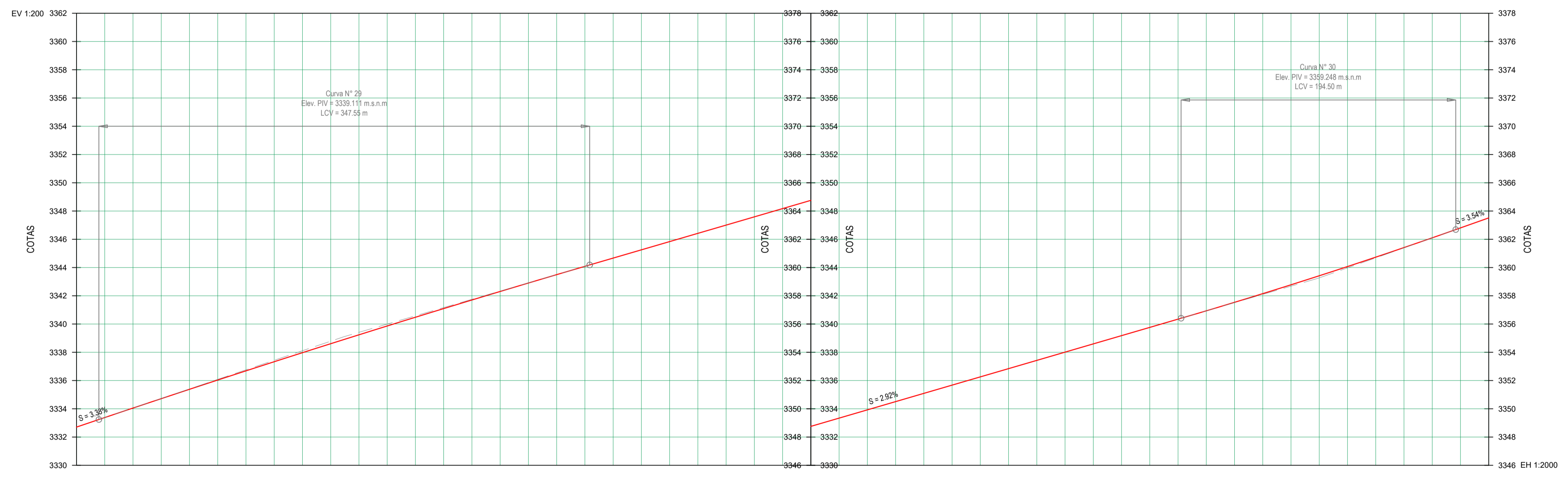
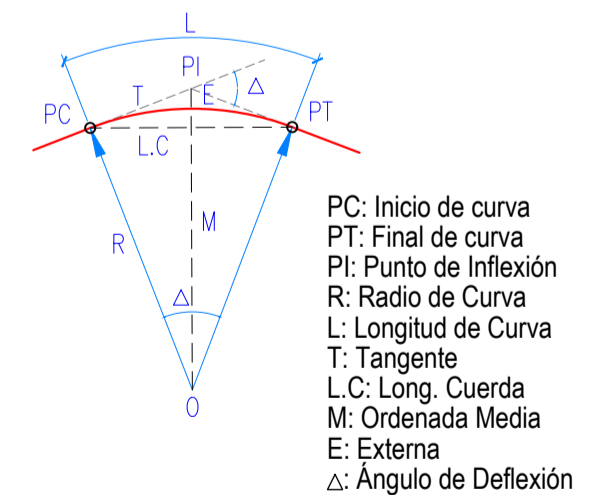


TABLA DE PROGRESIVAS Y COORDENADAS

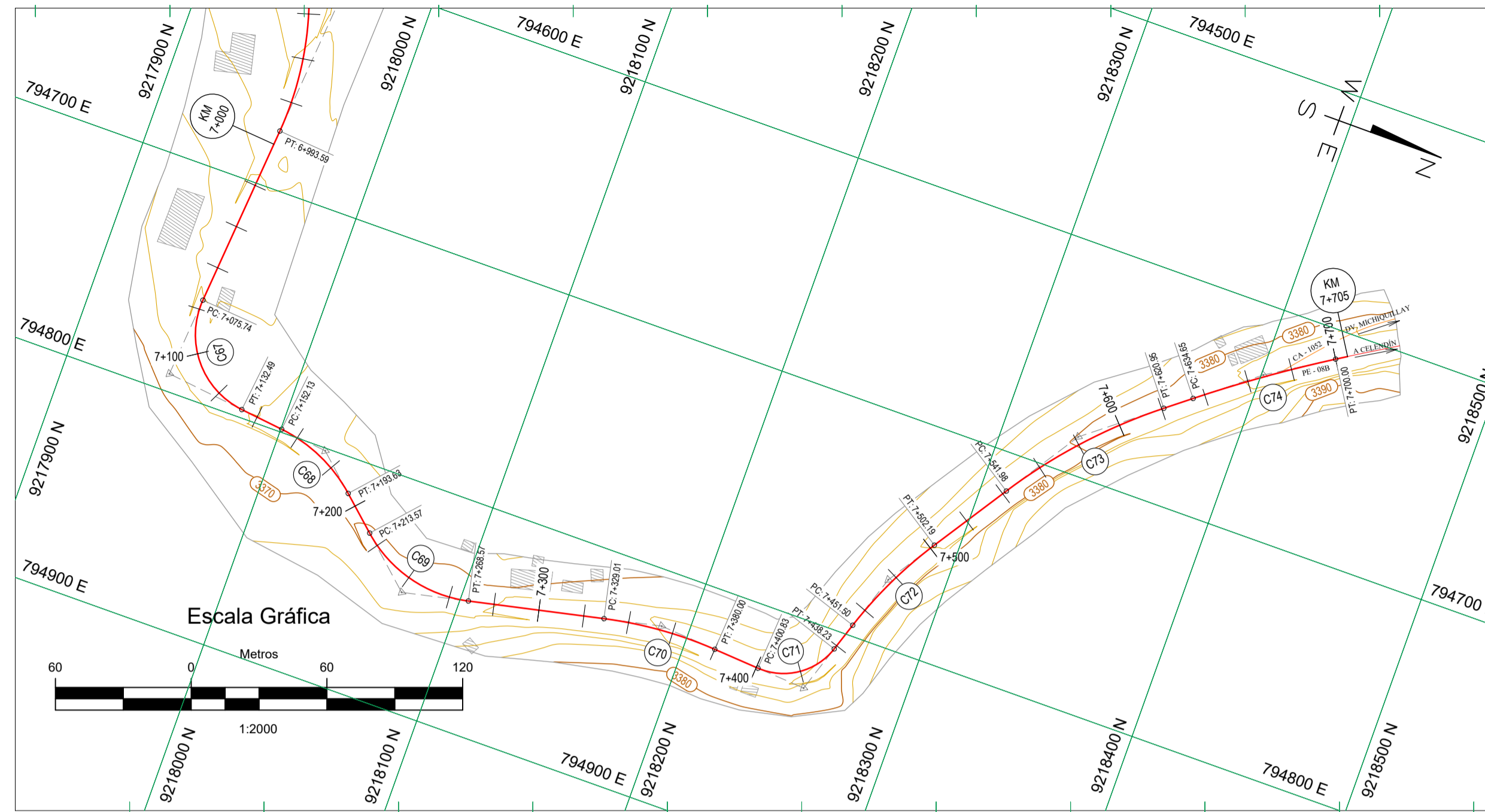
N° DE CURVA	PC	PI	PT	PC	PI	PT
C60	6+094.80	6+119.02	6+137.40	E = 794658.3130 N = 9217369.9914	E = 794677.9436 N = 9217384.1725	E = 794672.1287 N = 9217407.6811
C61	6+157.90	6+178.27	6+198.33	E = 794667.2069 N = 9217427.5790	E = 794662.3159 N = 9217447.3524	E = 794663.4901 N = 9217467.6878
C62	6+270.59	6+298.93	6+316.90	E = 794667.6552 N = 9217539.8228	E = 794669.2888 N = 9217568.1151	E = 794641.3768 N = 9217573.0189
C63	6+353.86	6+383.69	6+412.46	E = 794604.9795 N = 9217579.4135	E = 794575.5992 N = 9217584.5752	E = 794551.4875 N = 9217602.1386
C64	6+463.82	6+495.11	6+525.30	E = 794509.9901 N = 9217632.3661	E = 794484.7003 N = 9217650.7876	E = 794453.8672 N = 9217656.1020
C65	6+553.42	6+597.46	6+609.22	E = 794426.1475 N = 9217660.8798	E = 794382.7485 N = 9217668.3601	E = 794408.4074 N = 9217704.1518
C66	6+844.87	6+926.63	6+993.59	E = 794545.7070 N = 9217965.6717	E = 794593.3400 N = 9217962.1152	E = 794674.8064 N = 9217956.2688

ELEMENTOS DE CURVA CIRCULAR

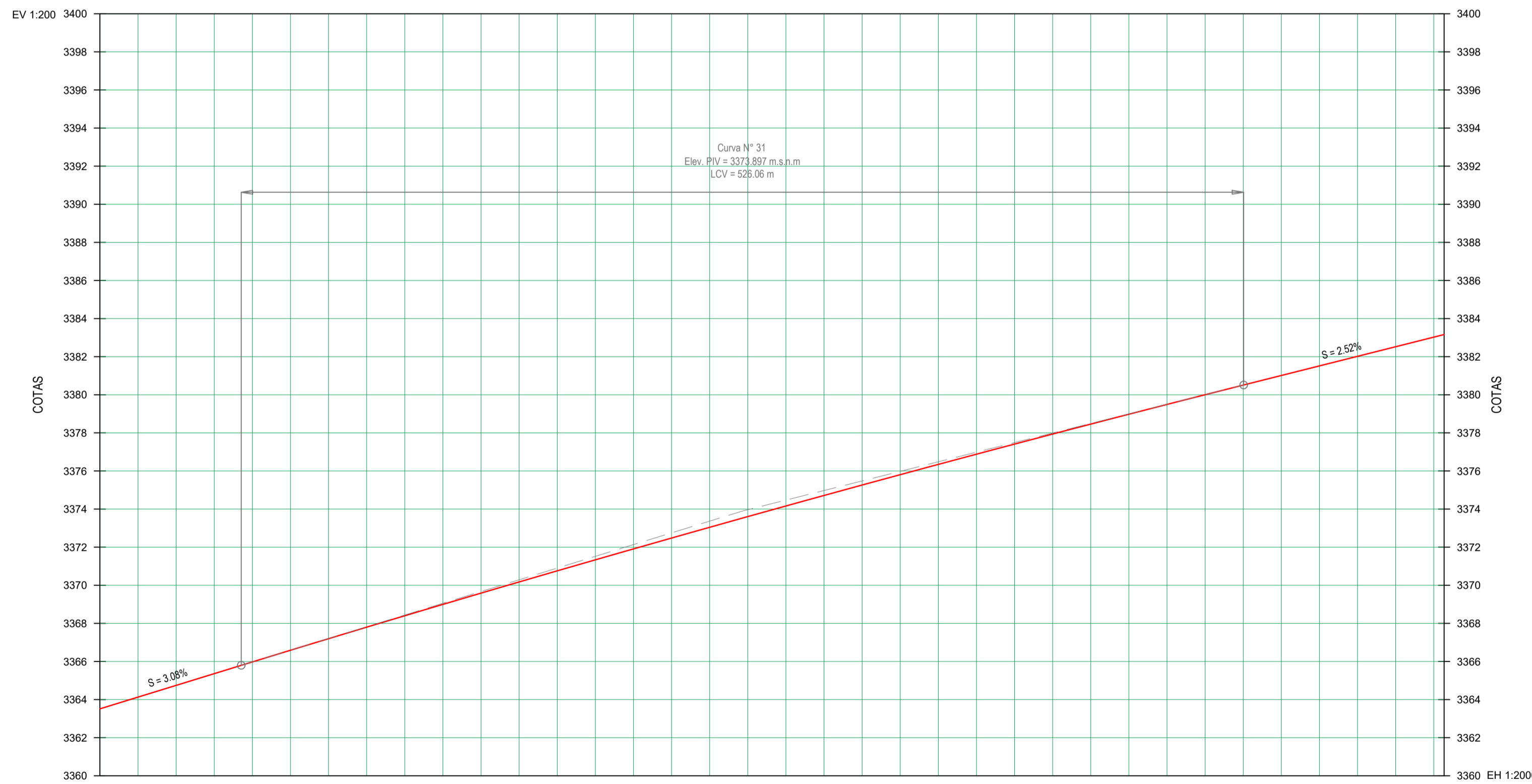


LONGITUD PENDIENTE	COTA RASANTE	ALINEAMIENTO	KILOMETRAJE
L = 15.85 m S = 3.38%	3332.70 3333.05 3333.39 3333.74 3334.10 3334.45 3334.81 3335.15 3335.49 3335.83 3336.17 3336.51 3336.85 3337.19 3337.53 3337.87 3338.21 3338.55 3338.89 3339.23 3339.57 3339.91 3340.25 3340.59 3340.93 3341.27 3341.61 3341.95 3342.29 3342.63 3342.97 3343.31 3343.65 3343.99 3344.33 3344.67 3345.01 3345.35 3345.69 3346.03 3346.37 3346.71 3347.05 3347.39 3347.73 3348.07 3348.41 3348.75 3349.09 3349.43 3349.77 3350.11 3350.45 3350.79 3351.13 3351.47 3351.81 3352.15 3352.49 3352.83 3353.17 3353.51 3353.85 3354.19 3354.53 3354.87 3355.21 3355.55 3355.89 3356.23 3356.57 3356.91 3357.25 3357.59 3357.93 3358.27 3358.61 3358.95 3359.29 3359.63 3359.97 3360.31 3360.65 3360.99 3361.33 3361.67 3362.01 3362.35 3362.69 3363.03 3363.37 3363.71	C59 L.33.73 m C60 L.20.50 m C61 L.72.26 m C62 L.36.95 m C63 L.51.34 m C64 L.28.13 m C65 L.235.65 m C66 L.92.18 m	6+000 6+020 6+040 6+060 6+080 6+100 6+120 6+140 6+160 6+180 6+200 6+220 6+240 6+260 6+280 6+300 6+320 6+340 6+360 6+380 6+400 6+420 6+440 6+460 6+480 6+500 6+520 6+540 6+560 6+580 6+600 6+620 6+640 6+660 6+680 6+700 6+720 6+740 6+760 6+780 6+800 6+820 6+840 6+860 6+880 6+900 6+920 6+940 6+960 6+980 7+000

PLANTA KM 7+000 - KM 7+705.41



PERFIL LONGITUDINAL KM 7+000 - KM 7+705.41



LONGITUD PENDIENTE	L = 74.16 m S = 3.08%		L = 105.20 m S = 2.52%	
COTA RASANTE	3363.51	3363.84	3364.17	3364.53
ALINEAMIENTO	L82.16 m	C67	L19.84 m	C68
KILOMETRAJE	7+000	7+020	7+400	7+600

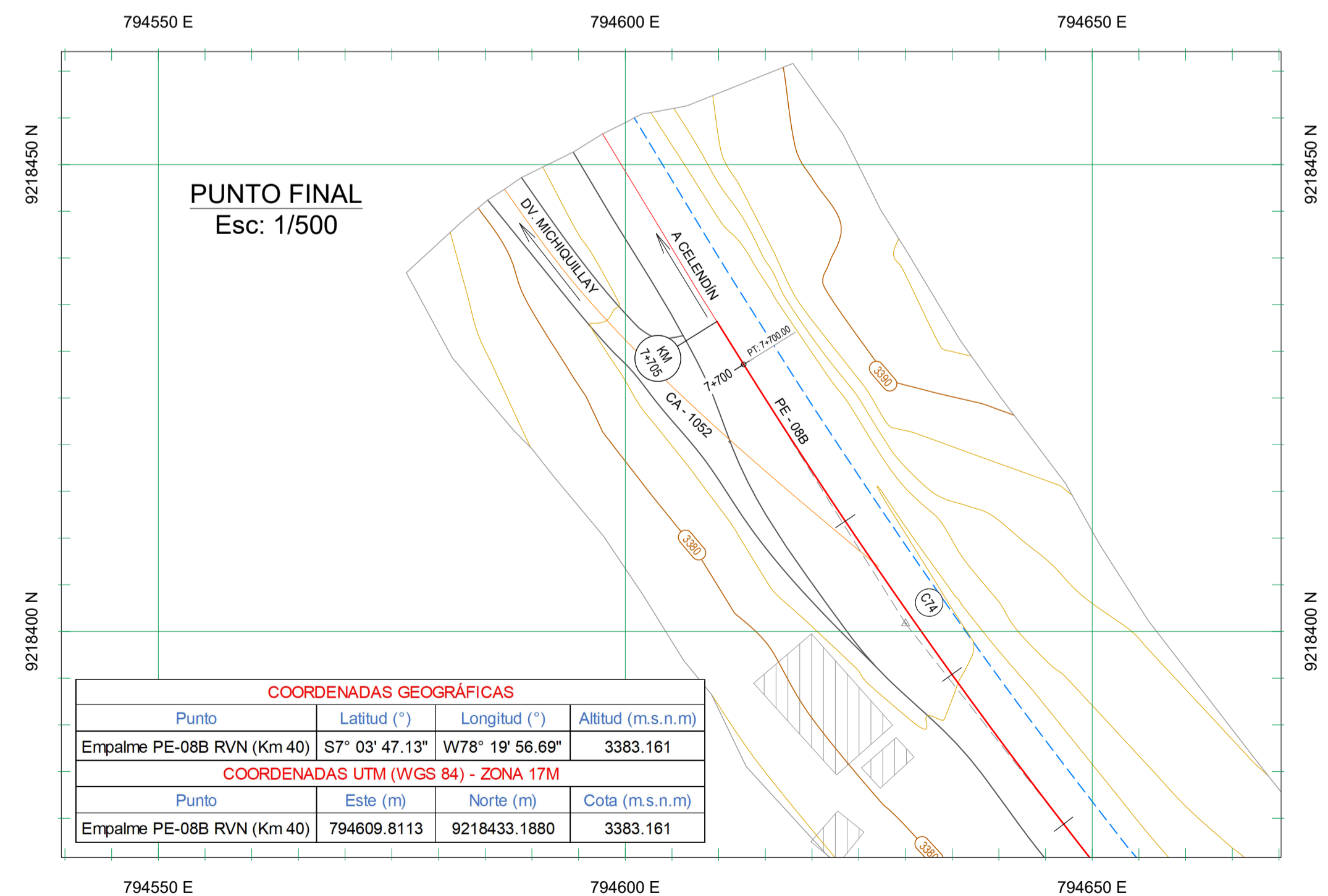
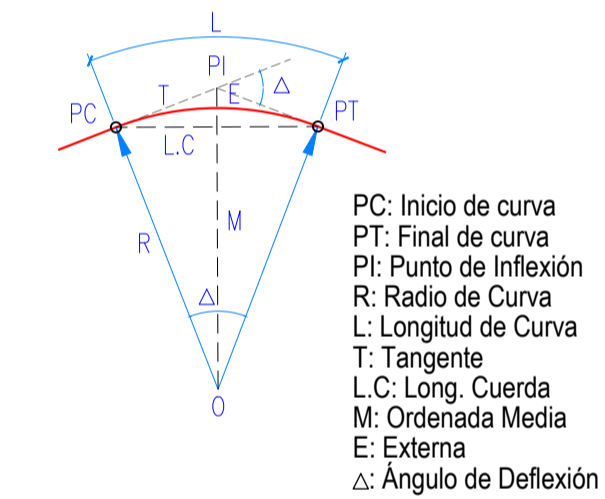
TABLA DE ELEMENTOS DE CURVA

N° DE CURVA	RADIO (m)	Δ (°)	TANGENTE (m)	L. CURVA (m)	CUERDA (m)	FLECHA (m)	EXTERNA (m)
C67	36.88	88° 09' 23.80"	35.72	56.75	51.31	10.39	14.46
C68	67.37	35° 17' 47.11"	21.43	41.50	40.85	3.17	3.33
C69	58.12	54° 12' 40.15"	29.75	54.99	52.97	6.38	7.17
C70	180.68	16° 10' 01.18"	25.66	50.98	50.81	1.80	1.81
C71	28.38	75° 31' 33.36"	21.98	37.40	34.75	5.94	7.52
C72	193.60	15° 00' 04.73"	25.49	50.69	50.54	1.66	1.67
C73	245.24	18° 26' 56.97"	39.83	78.97	78.63	3.17	3.21
C74	606.03	6° 10' 40.68"	32.70	65.35	65.31	0.88	0.88

TABLA DE PROGRESIVAS Y COORDENADAS

N° DE CURVA	PC	PI	PT	PC	PI	PT
C67	7+075.74	7+111.46	7+132.49	E = 794756.6759 N = 9217948.3886	E = 794792.2655 N = 9217945.3976	E = 794796.3997 N = 9217960.8726
C68	7+152.13	7+173.56	7+193.63	E = 794798.6728 N = 9218000.3774	E = 794801.1537 N = 9218021.6658	E = 794815.4791 N = 9218037.6073
C69	7+213.57	7+243.32	7+268.57	E = 794828.8087 N = 9218052.4406	E = 794848.6937 N = 9218074.5689	E = 794842.3725 N = 9218103.6397
C70	7+329.01	7+354.67	7+380.00	E = 794829.5288 N = 9218162.7067	E = 794824.0764 N = 9218187.7824	E = 794825.8215 N = 9218213.3846
C71	7+400.83	7+422.81	7+438.23	E = 794827.2382 N = 9218234.1681	E = 794828.7330 N = 9218256.0978	E = 794807.8730 N = 9218263.0263
C72	7+451.50	7+476.99	7+502.19	E = 794795.2820 N = 9218267.2083	E = 794771.0916 N = 9218275.2430	E = 794749.8054 N = 9218289.2652
C73	7+541.98	7+581.81	7+620.95	E = 794716.5714 N = 9218311.1581	E = 794683.3108 N = 9218333.0685	E = 794658.6934 N = 9218364.3766
C74	7+634.65	7+667.35	7+700.00	E = 794650.2261 N = 9218375.1479	E = 794630.0121 N = 9218400.8574	E = 794612.6824 N = 9218428.5929

ELEMENTOS DE CURVA CIRCULAR



COORDENADAS GEOGRÁFICAS

Punto	Latitud (°)	Longitud (°)	Altitud (m.s.n.m)
Empalme PE-08B RVN (Km 40)	S7° 03' 47.13"	W78° 19' 56.69"	3383.161

COORDENADAS UTM (WGS 84) - ZONA 17M

Punto	Este (m)	Norte (m)	Cota (m.s.n.m)
Empalme PE-08B RVN (Km 40)	794609.8113	9218433.1880	3383.161



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



TEMA:  
ANÁLISIS DE LA SEGURIDAD NOMINAL DE LA RUTA PE-08B TRAMO ENCAÑADA - EMPALME PE-08B RVN (KM 40), CAJAMARCA - 2023

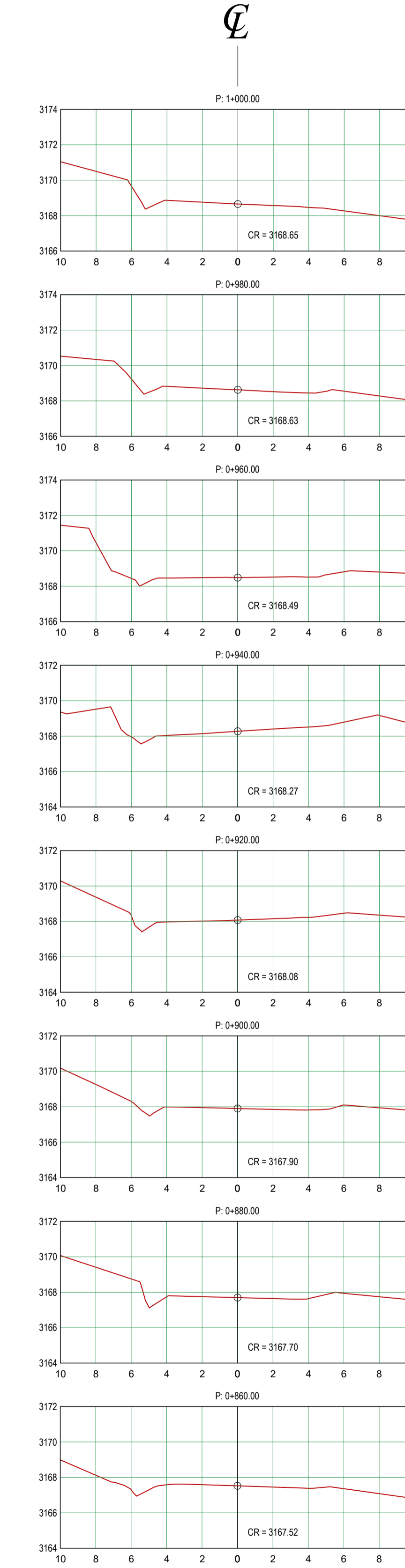
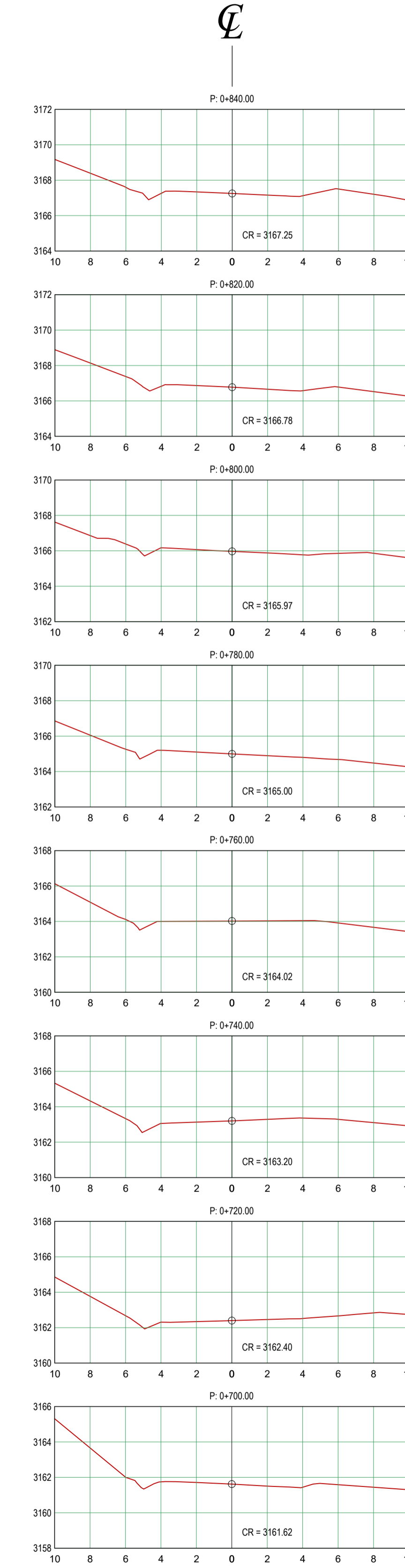
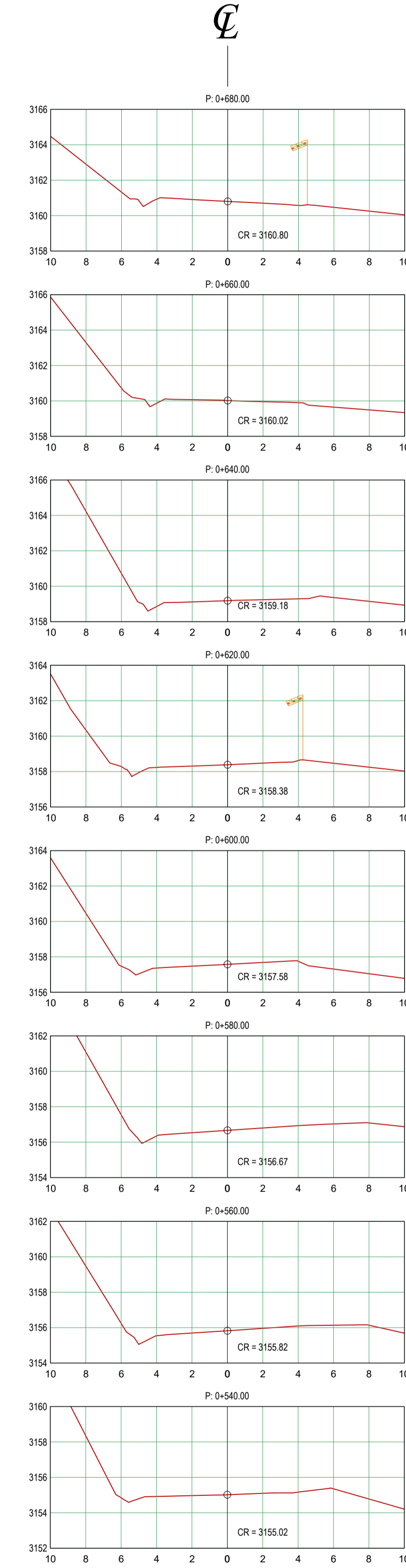
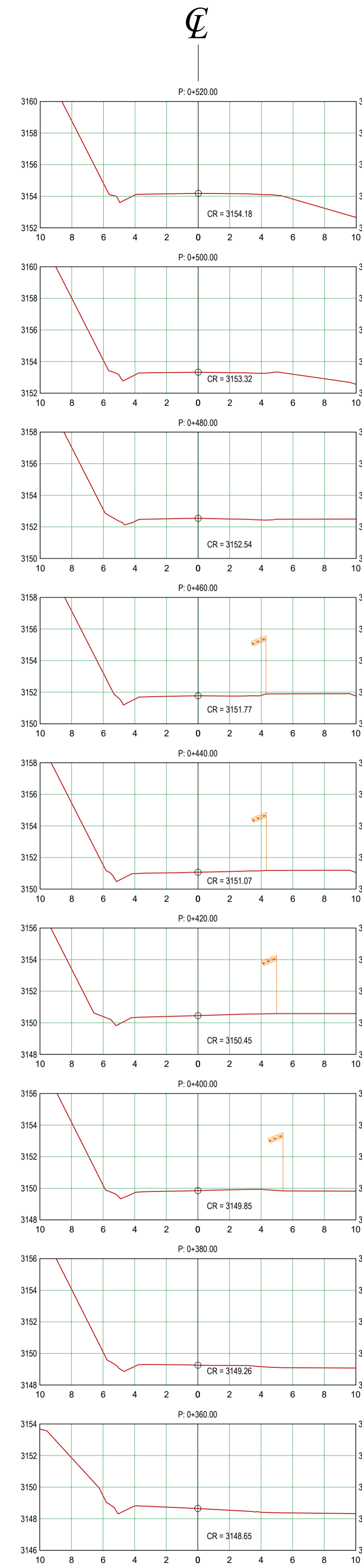
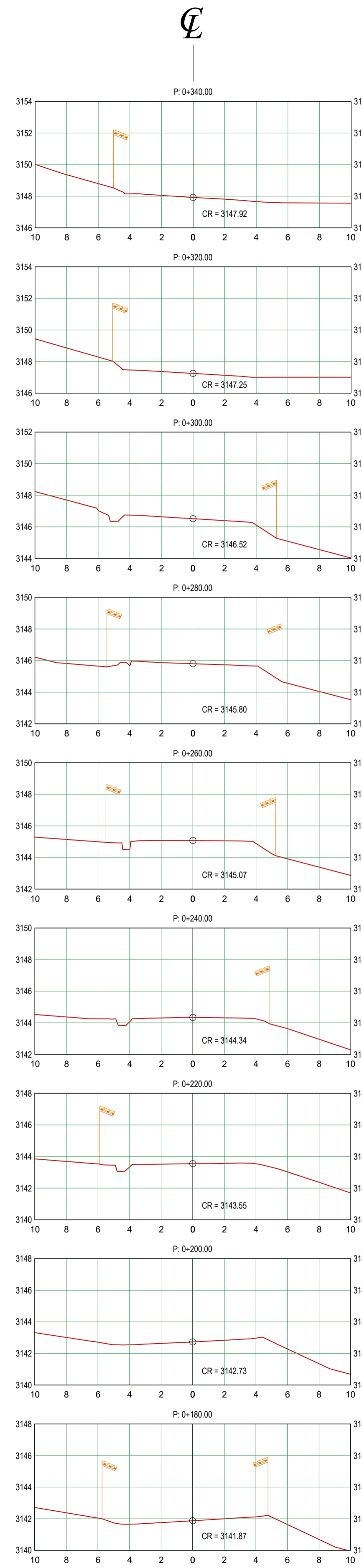
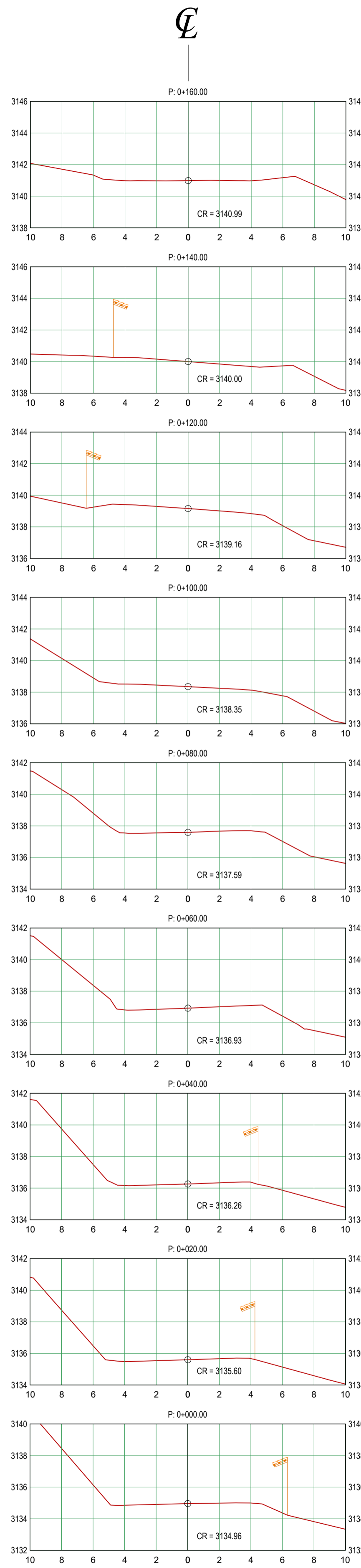
TESISTA:  
BACH. LEIDY DÁVILA ARÉVALO  
ASESOR:  
M. EN T. ING. ALEJANDRO CUBAS BECERRA

PLANO:  
PLANO PLANTA - PERFIL  
KM 7 + 000 - KM 7 + 705.41

DEPARTAMENTO:  
CAJAMARCA  
DISTRITO:  
ENCAÑADA  
ESCALA:  
INDICADA  
PROVINCIA:  
CAJAMARCA  
DATUM:  
WGS - 84  
FECHA:  
SEPTIEMBRE 2023

PLANO N°:  
PP-08





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



TEMA: ANÁLISIS DE LA SEGURIDAD NOMINAL DE LA RUTA PE-08B TRAMO ENCAÑADA - EMPALME PE-08B RVN (KM 40), CAJAMARCA - 2023

TESISTA: BACH. LEIDY DÁVILA ARÉVALO  
ASESOR: M. EN T. ING. ALEJANDRO CUBAS BECERRA

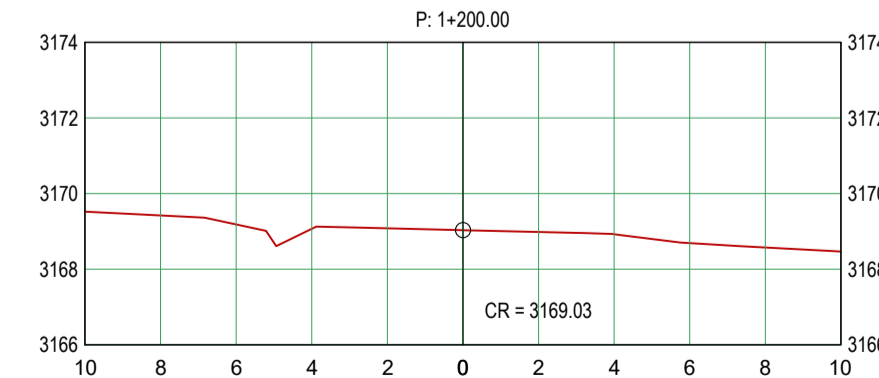
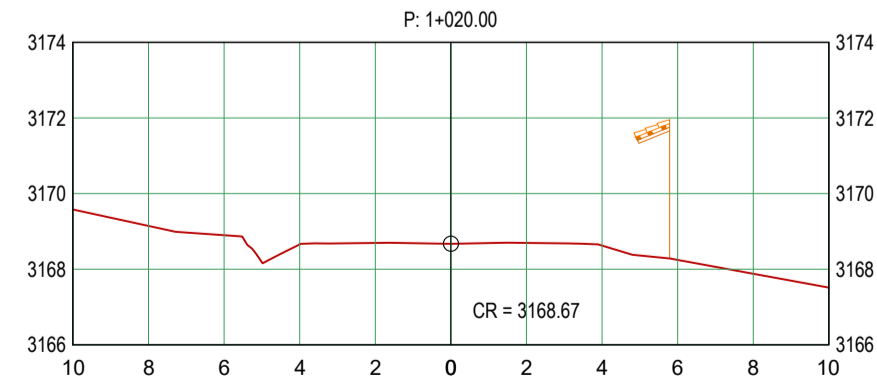
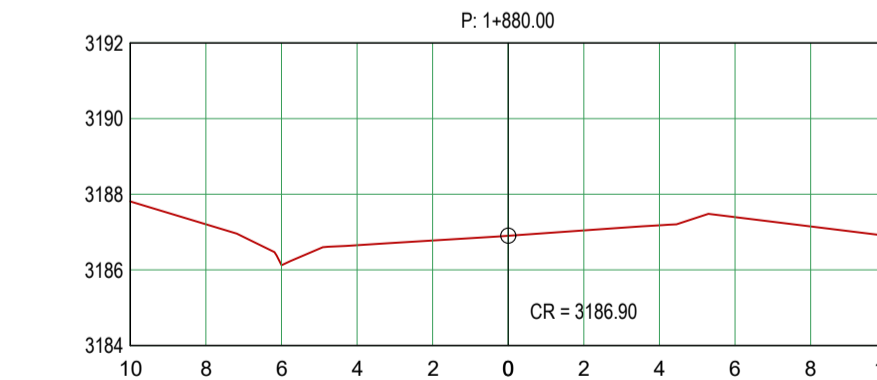
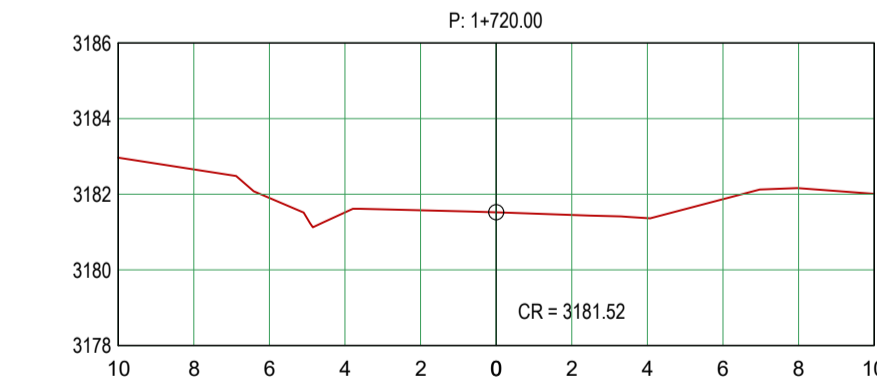
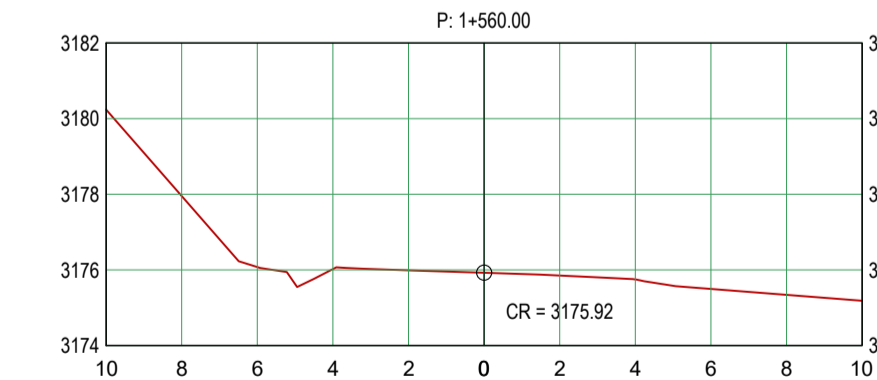
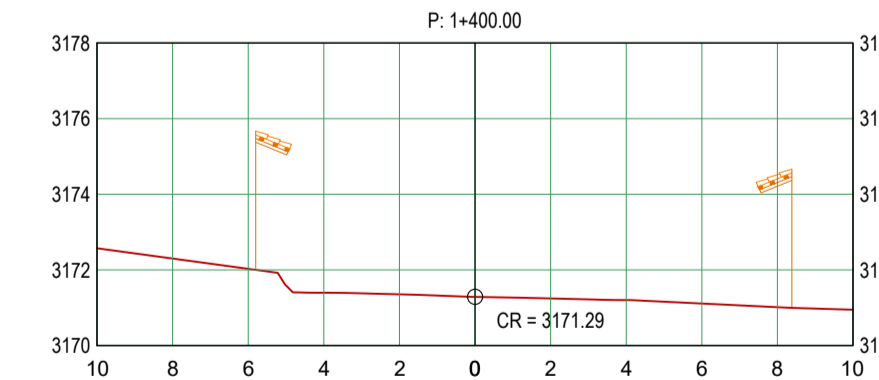
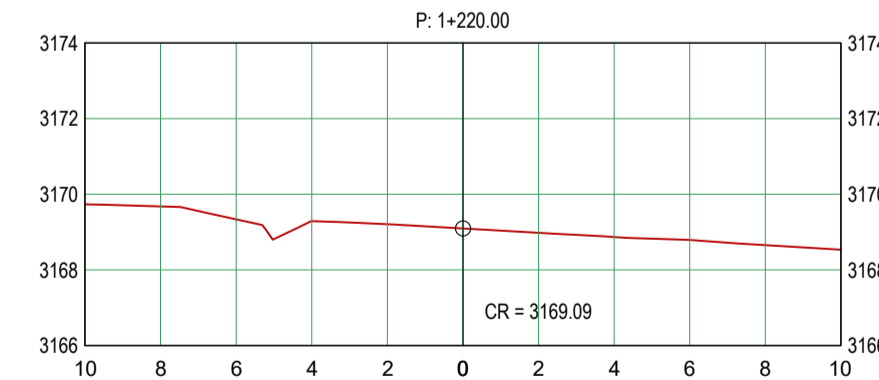
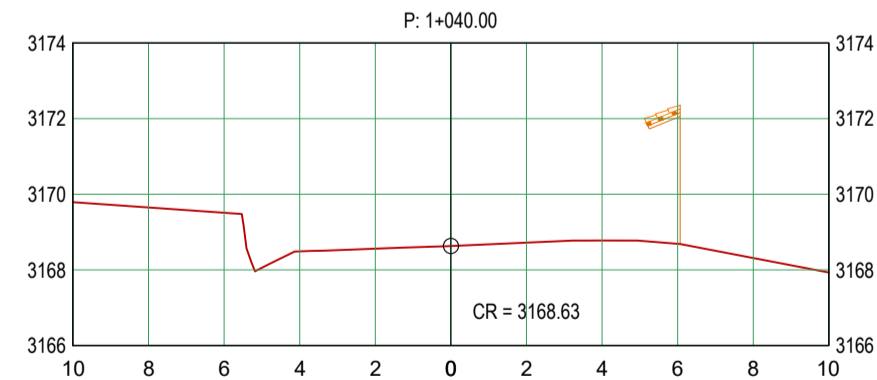
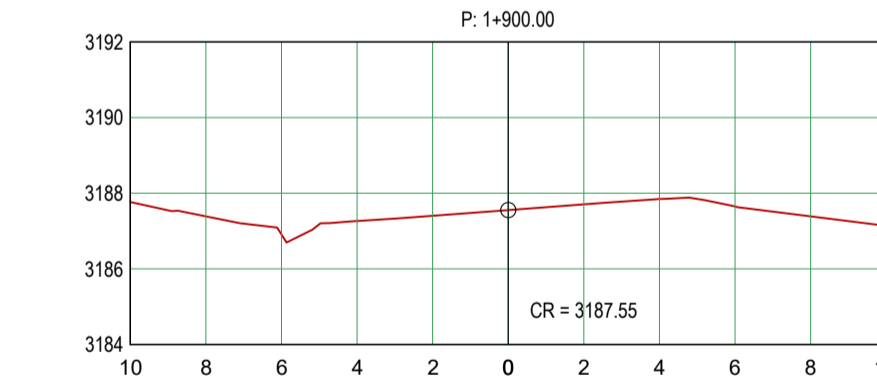
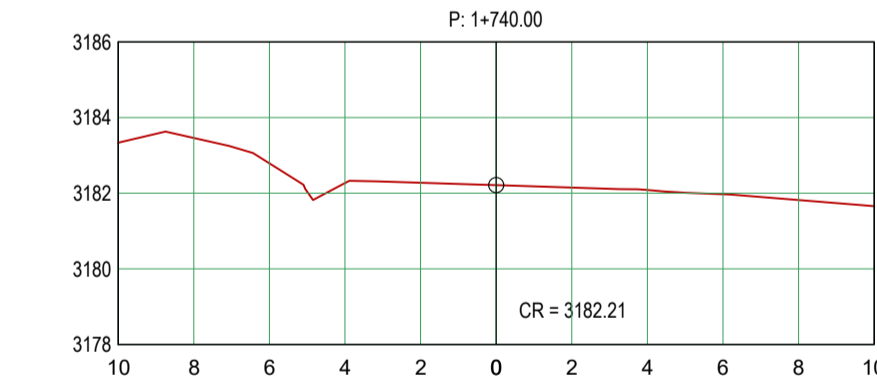
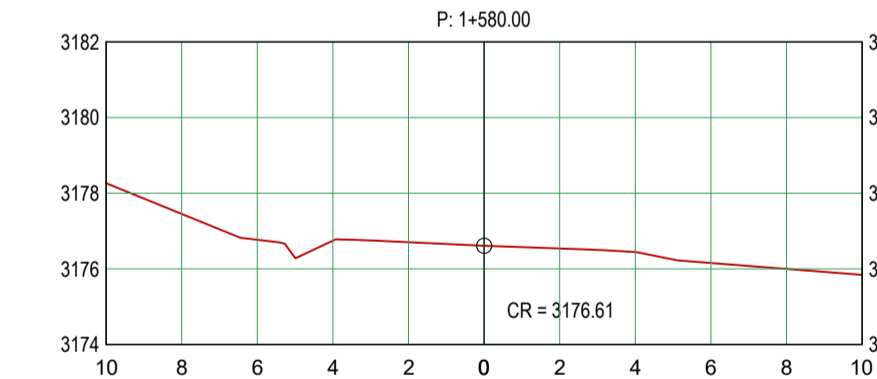
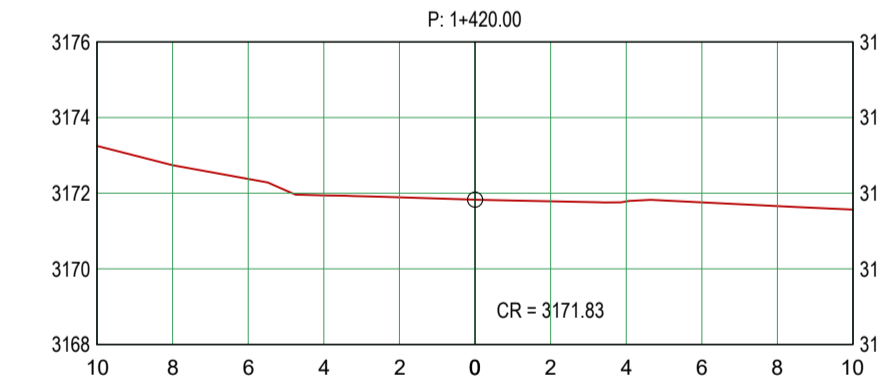
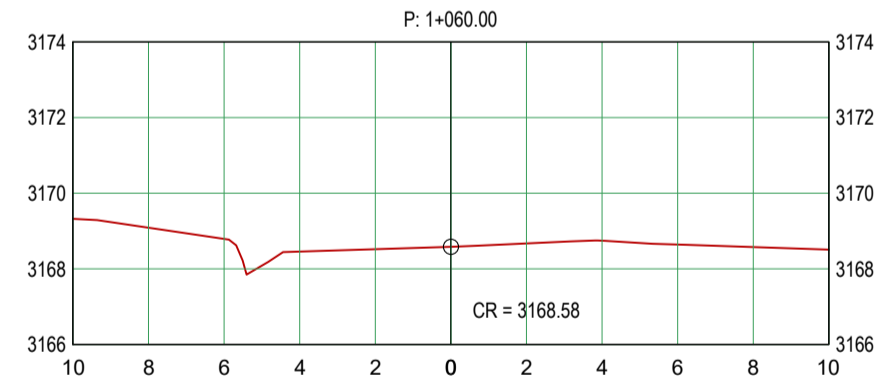
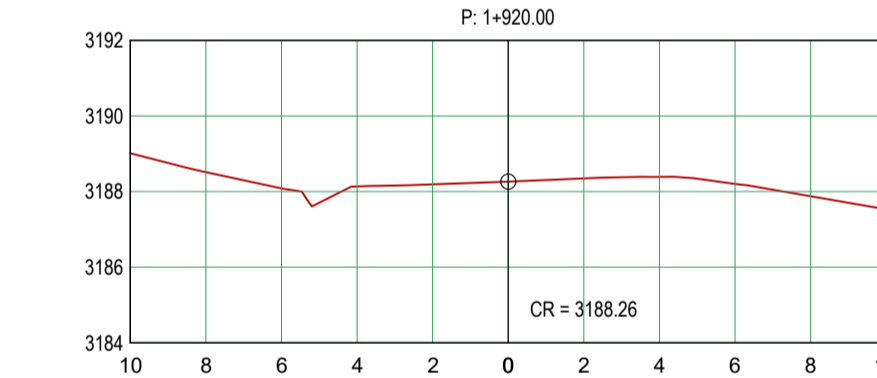
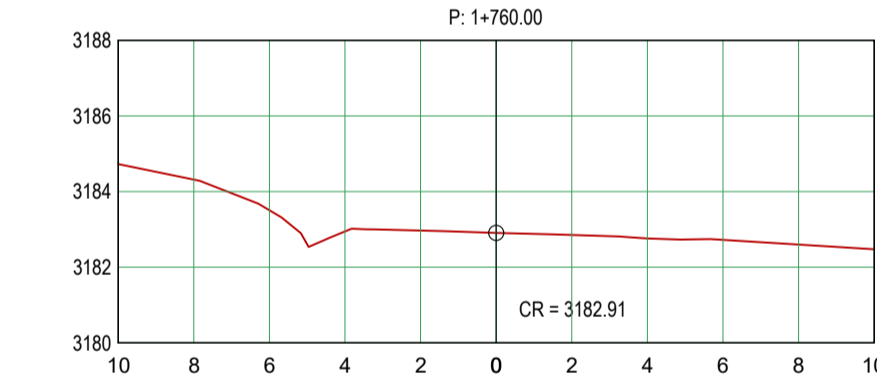
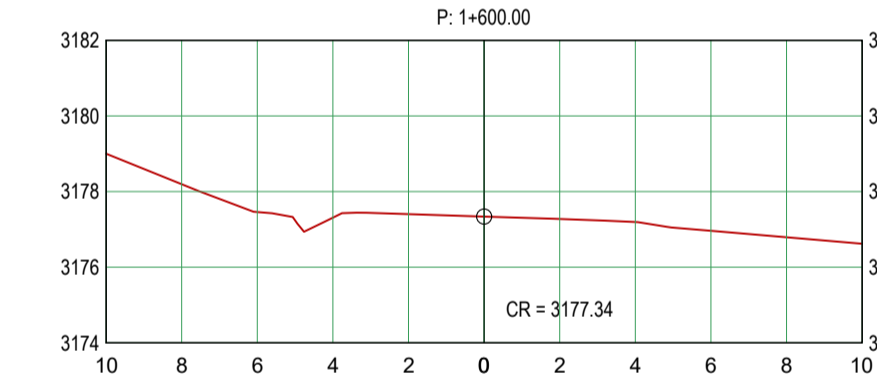
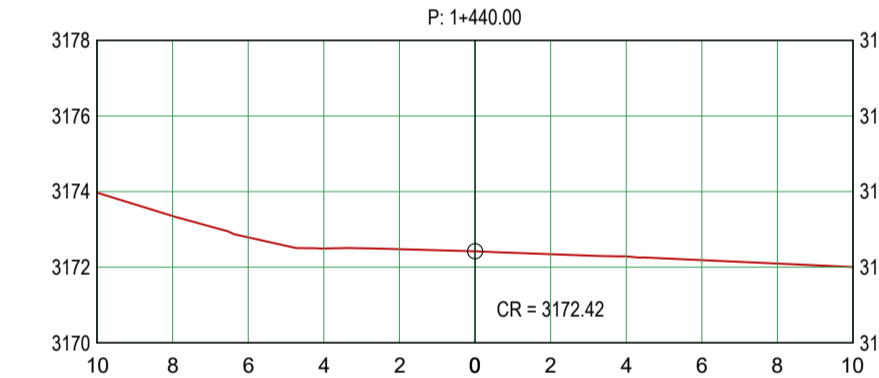
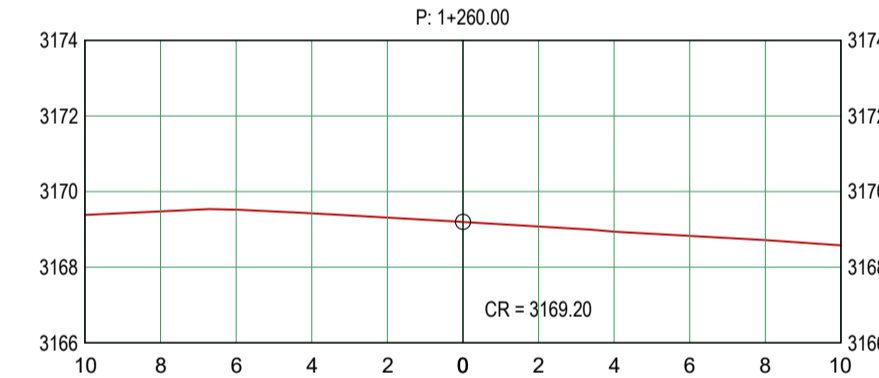
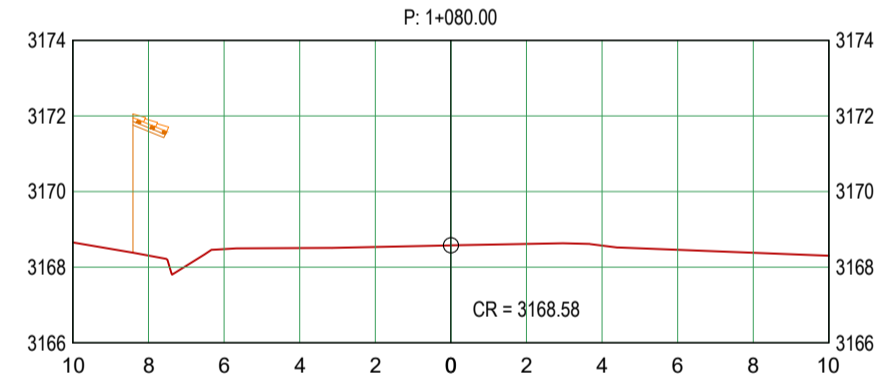
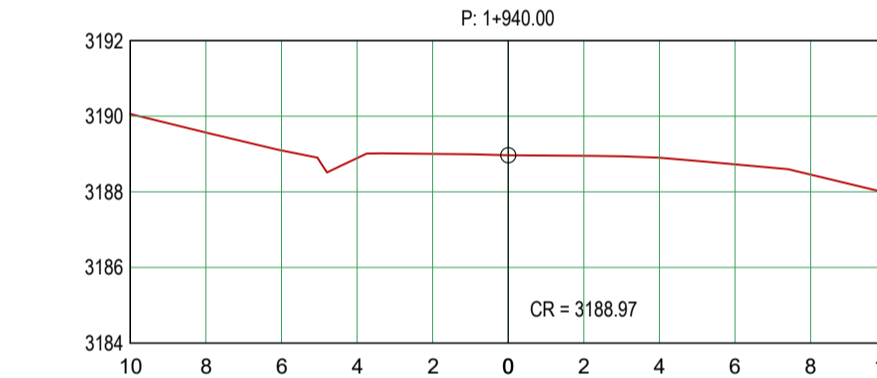
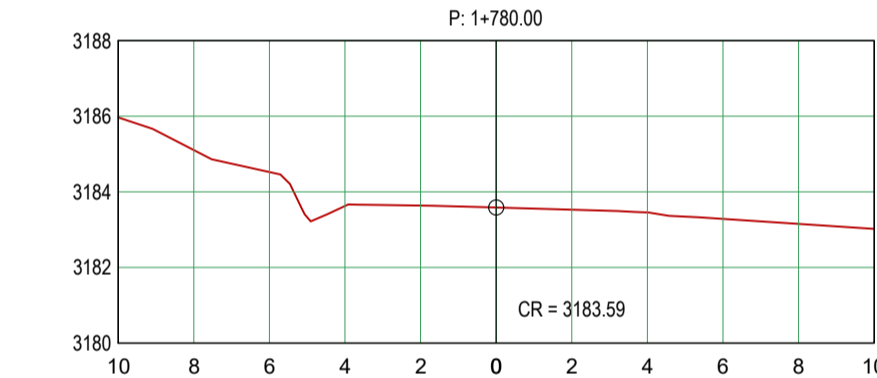
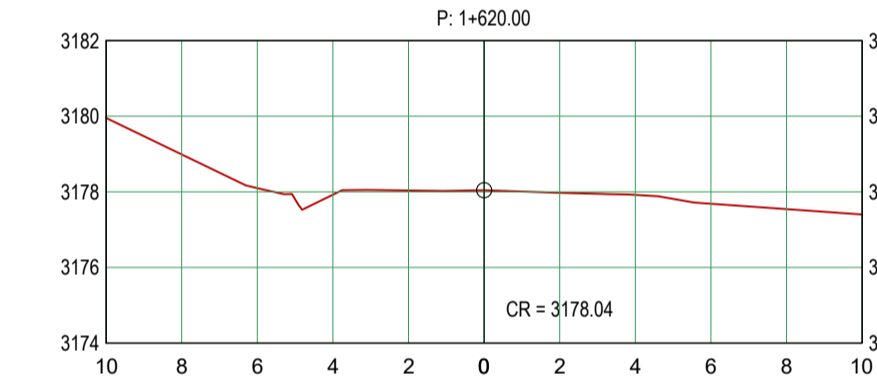
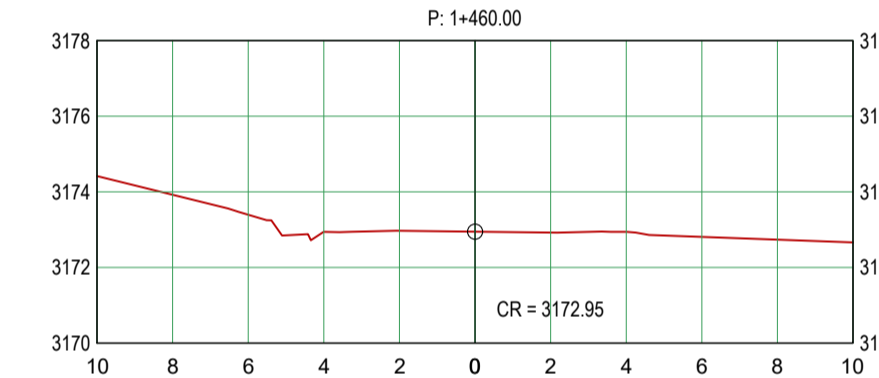
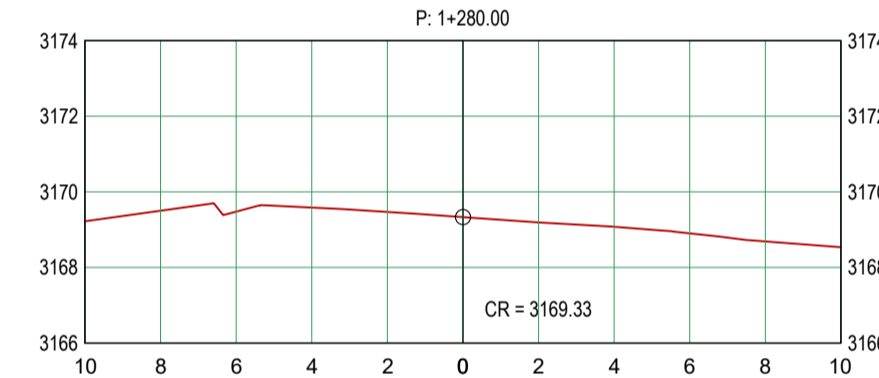
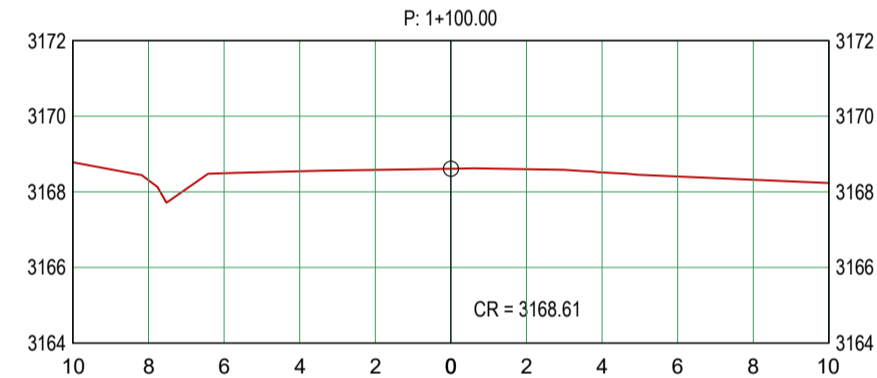
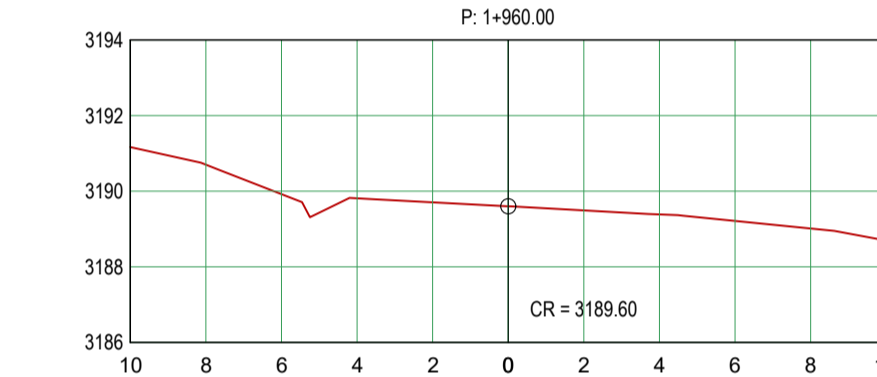
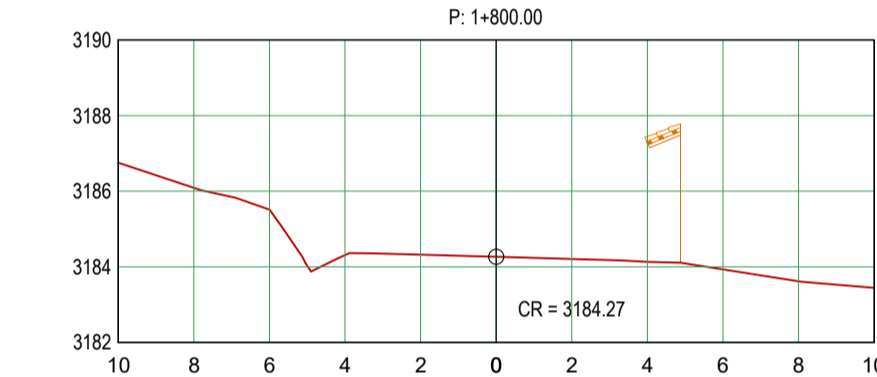
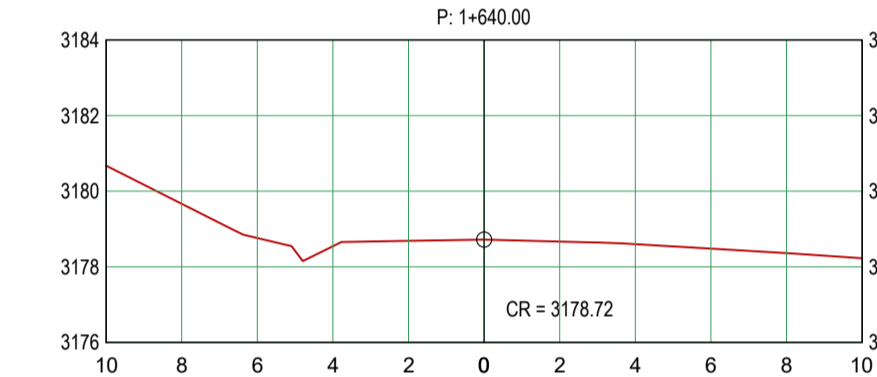
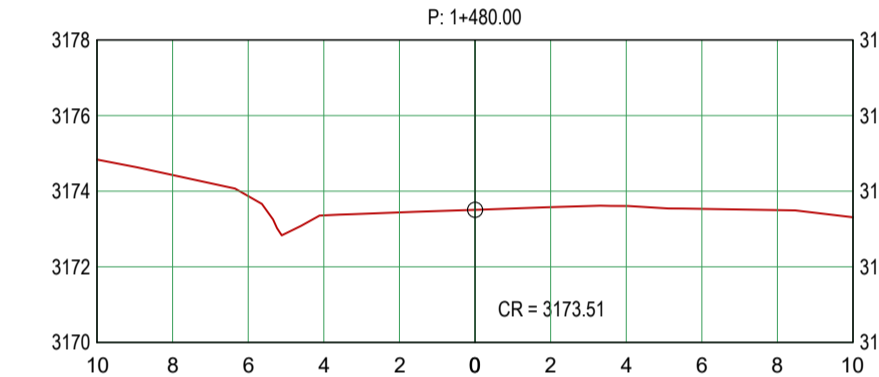
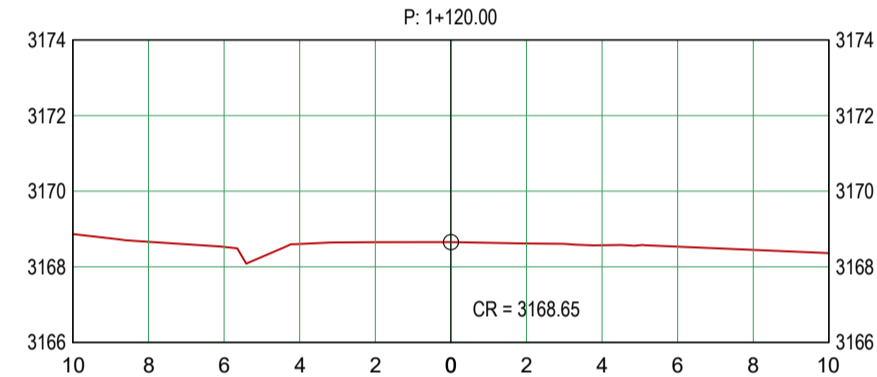
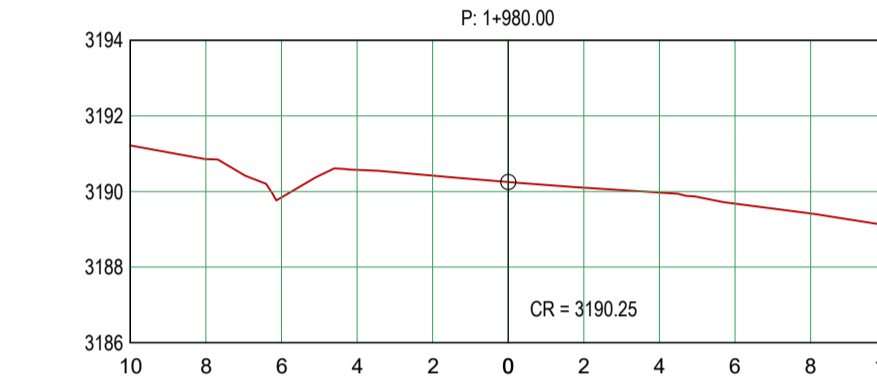
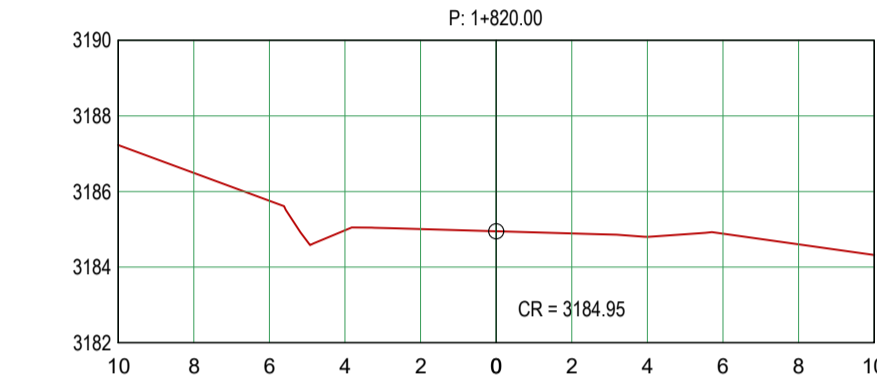
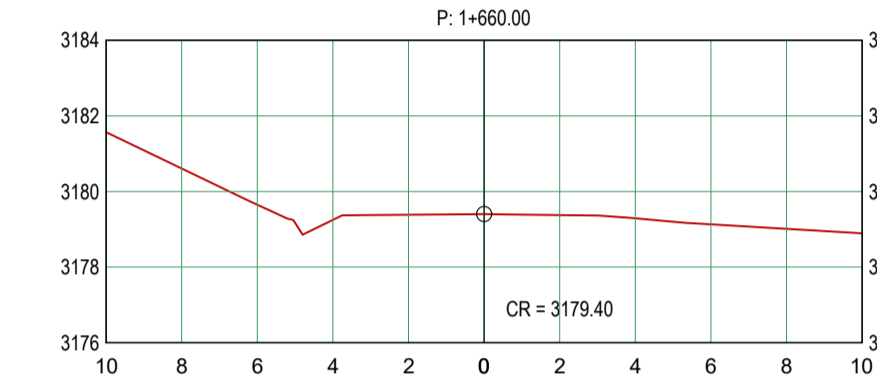
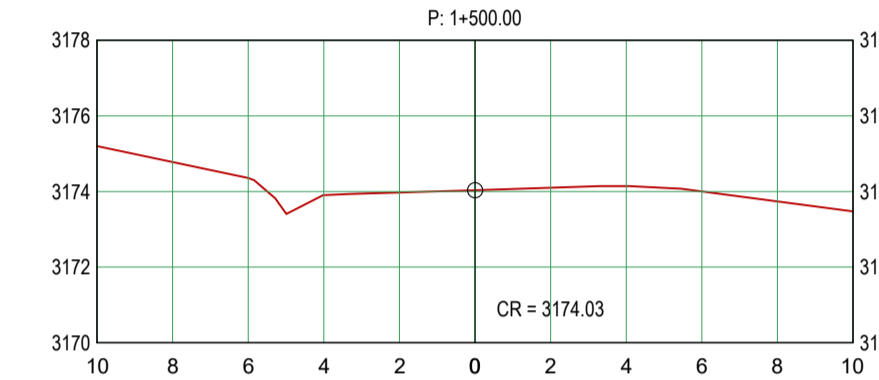
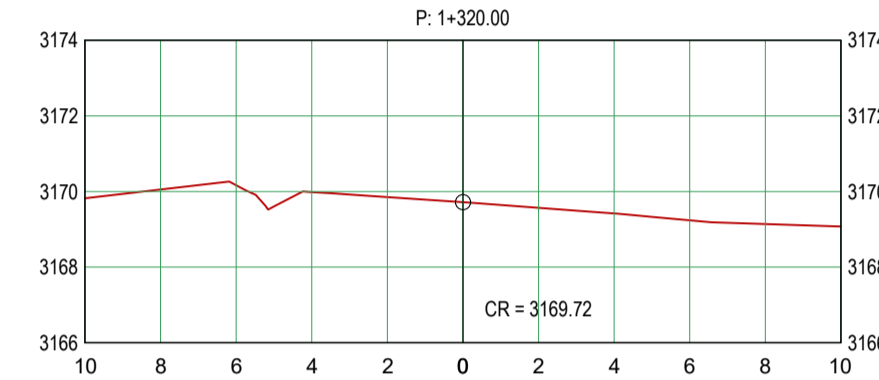
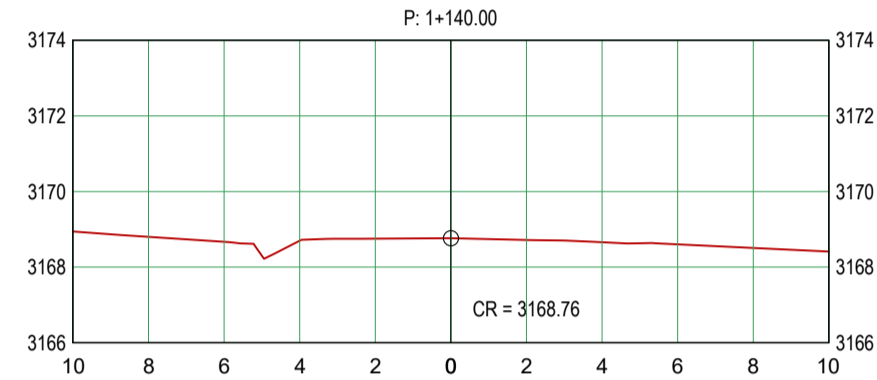
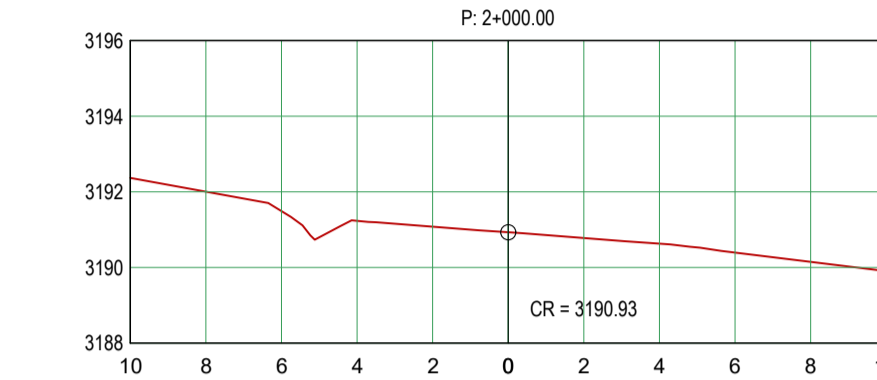
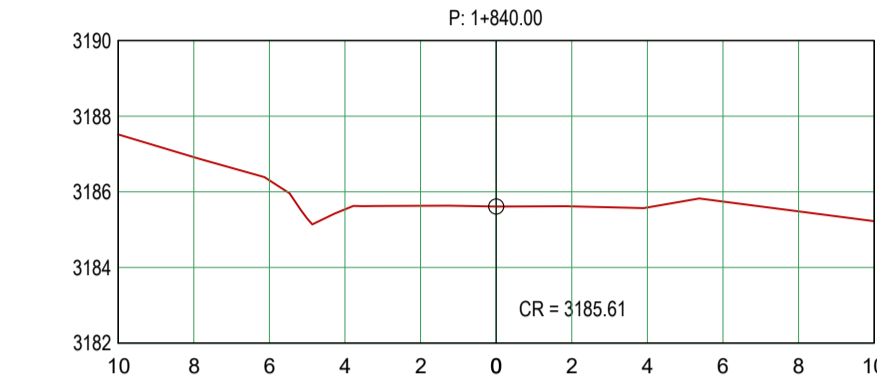
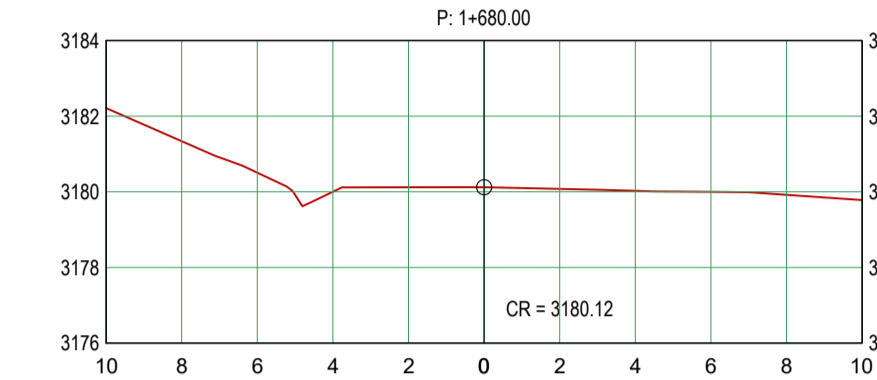
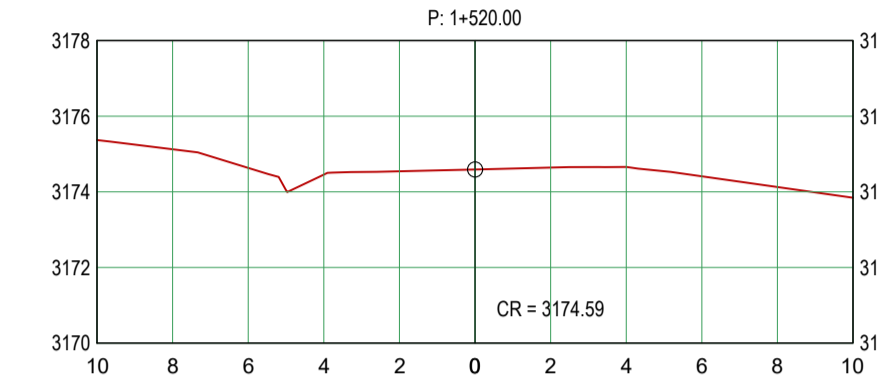
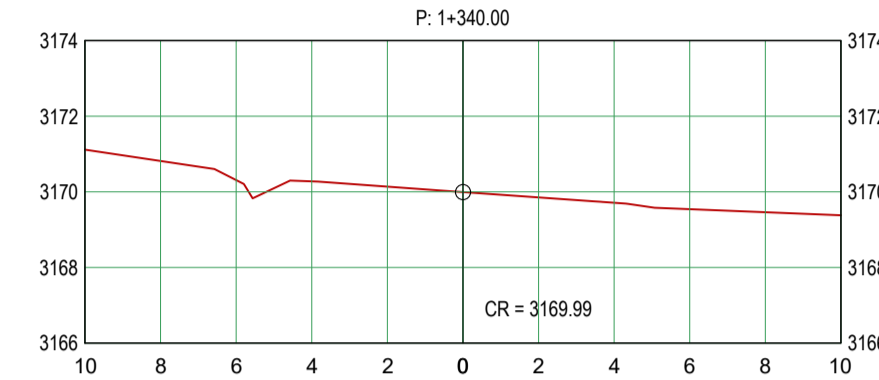
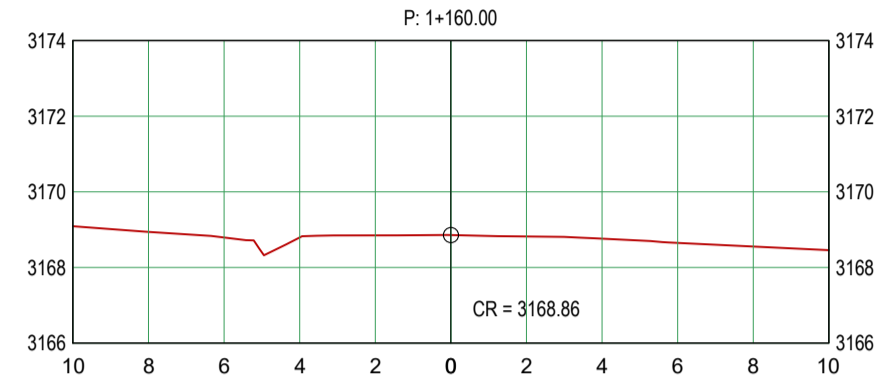
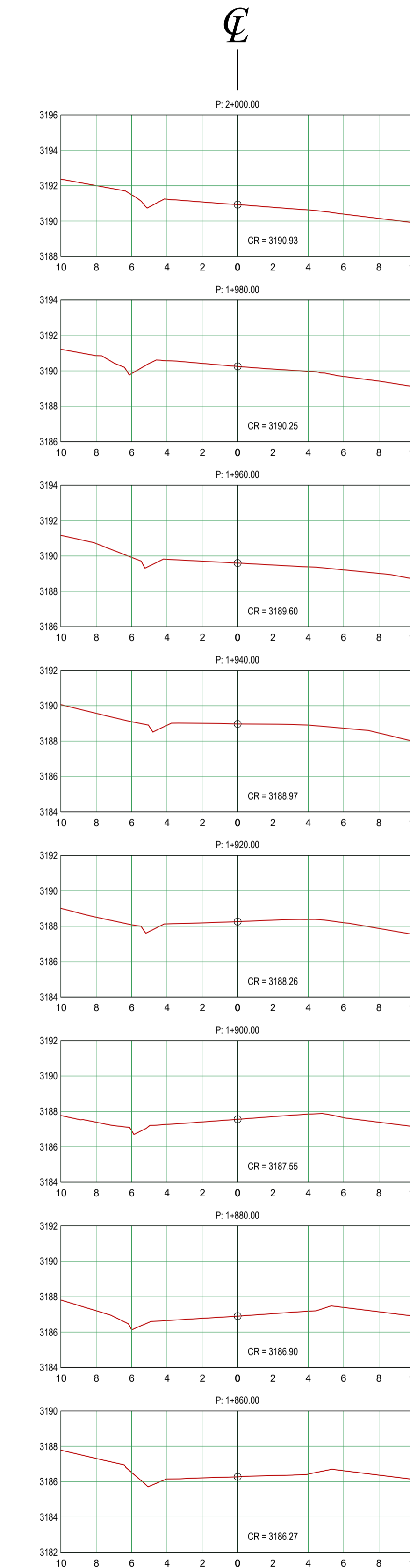
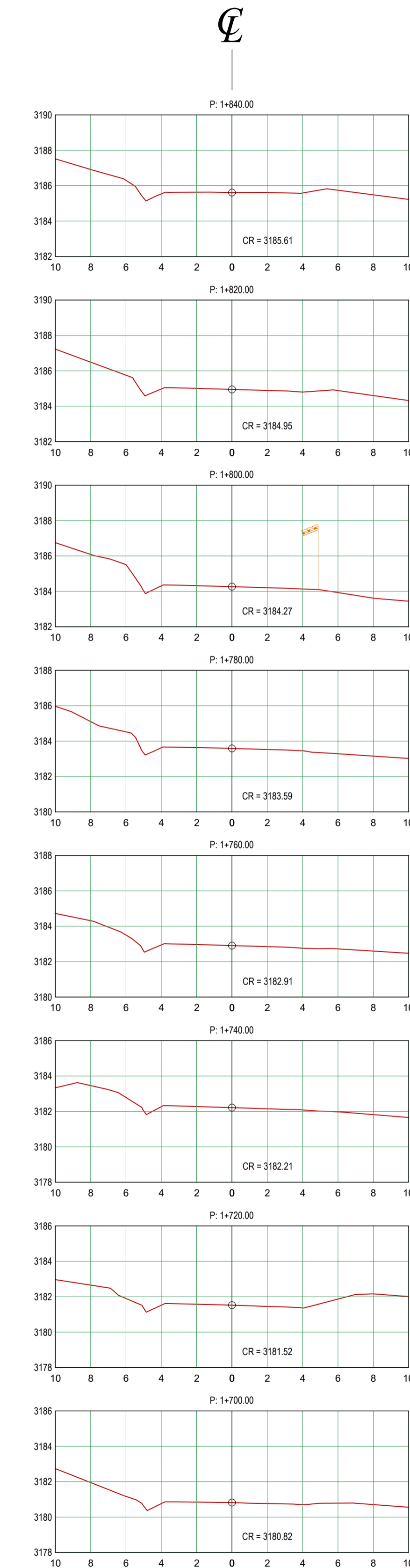
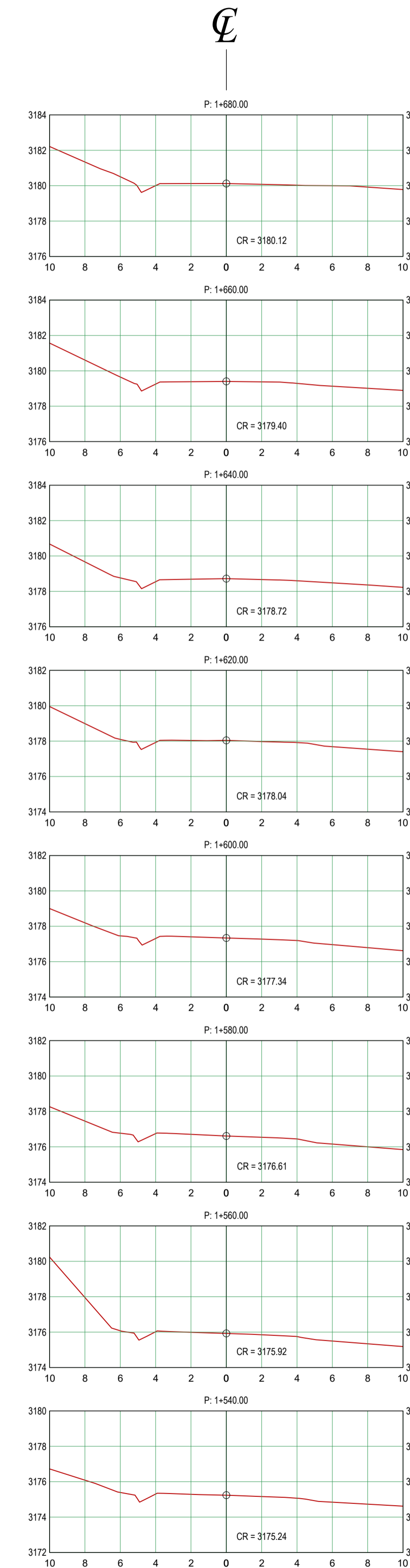
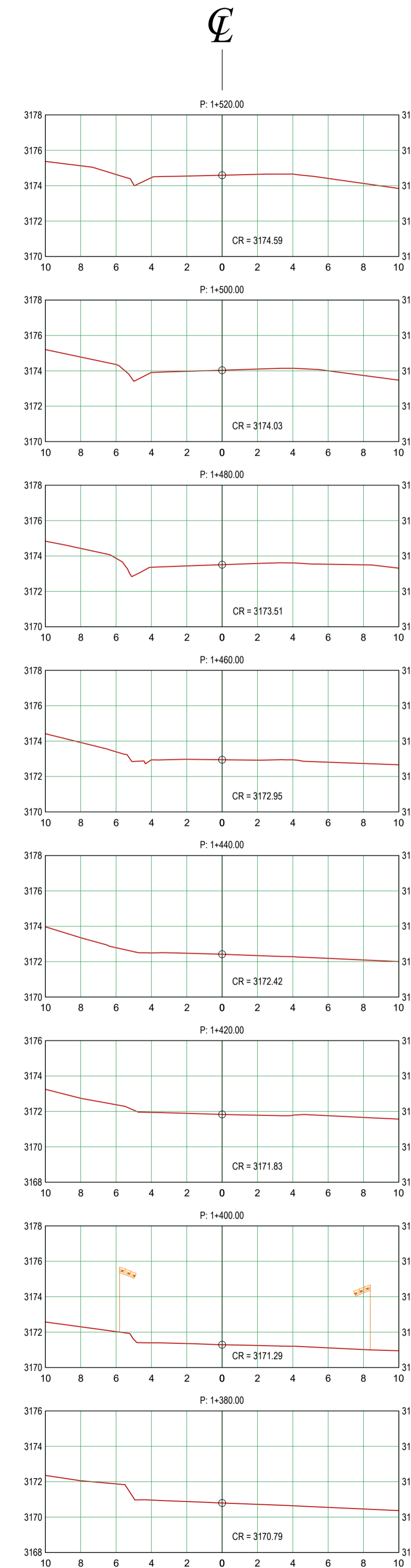
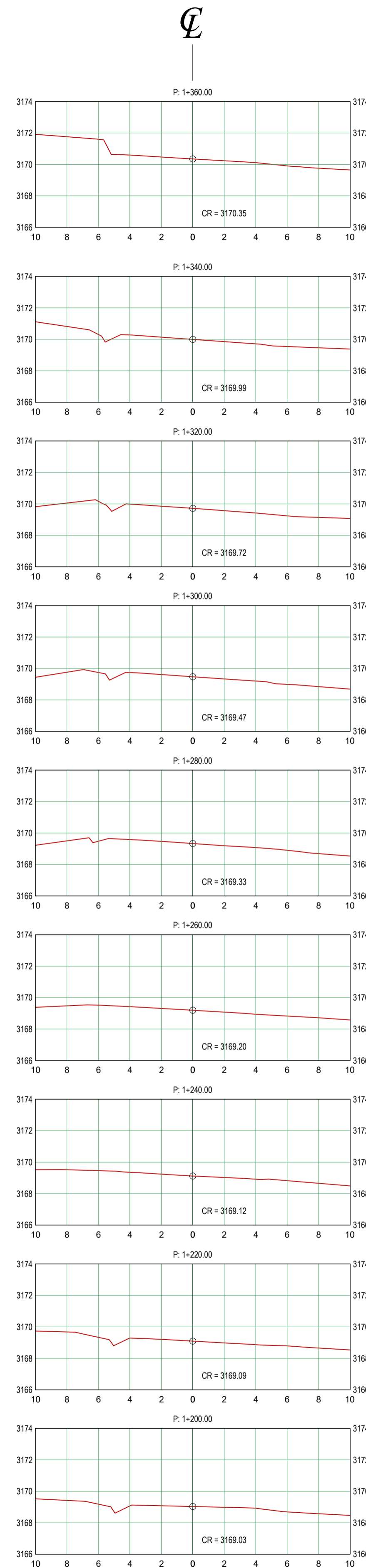
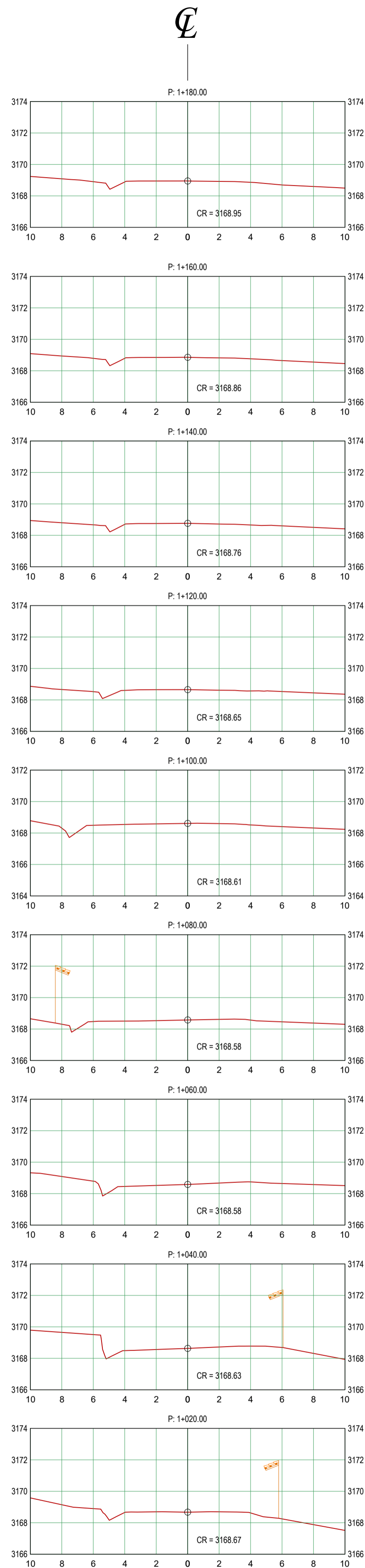
PLANO: SECCIONES TRANSVERSALES  
KM 0 + 000 - KM 1 + 000

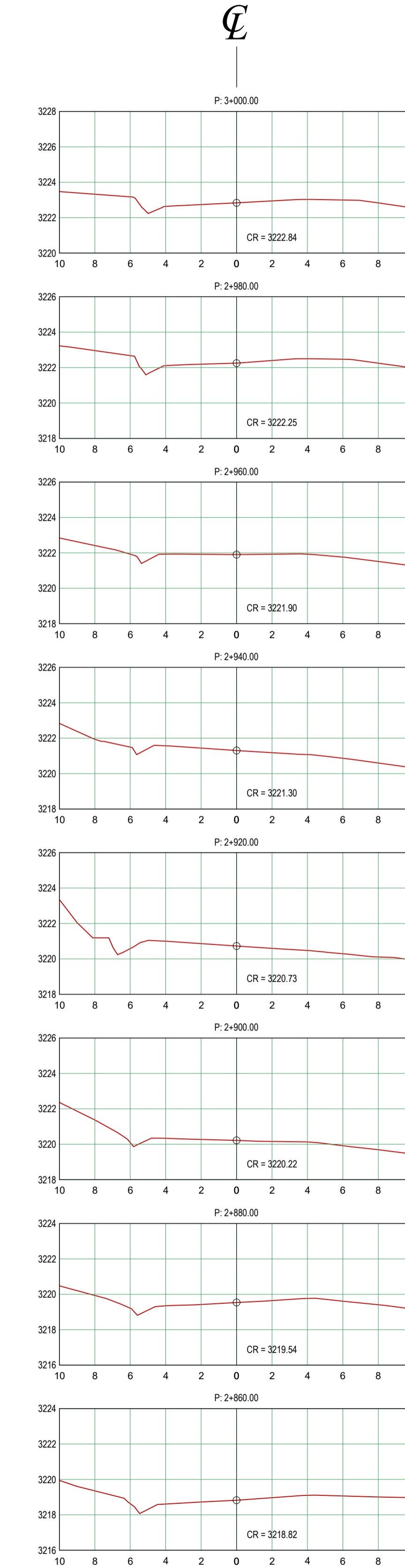
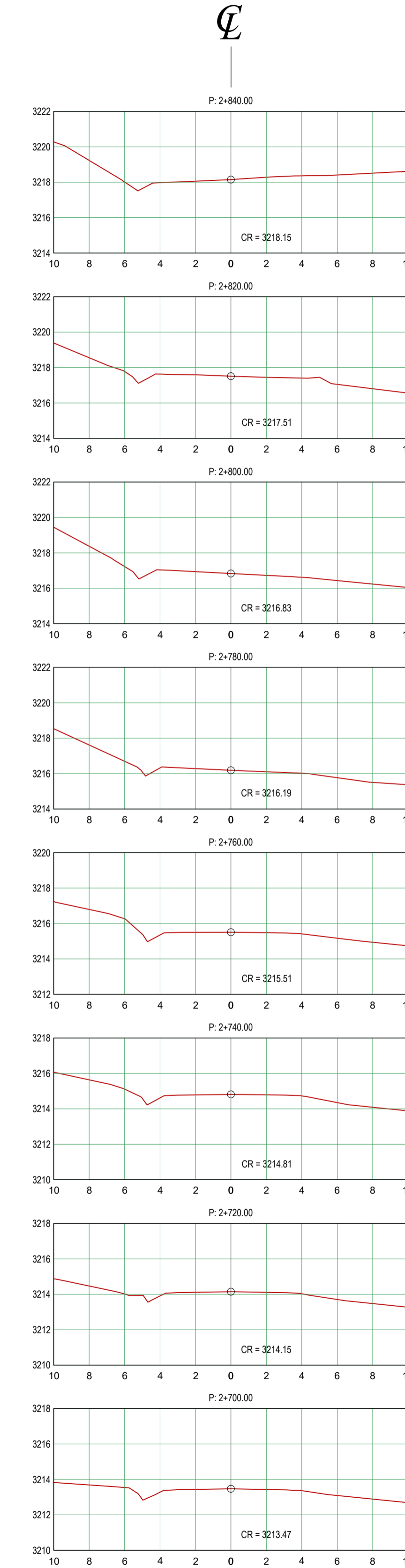
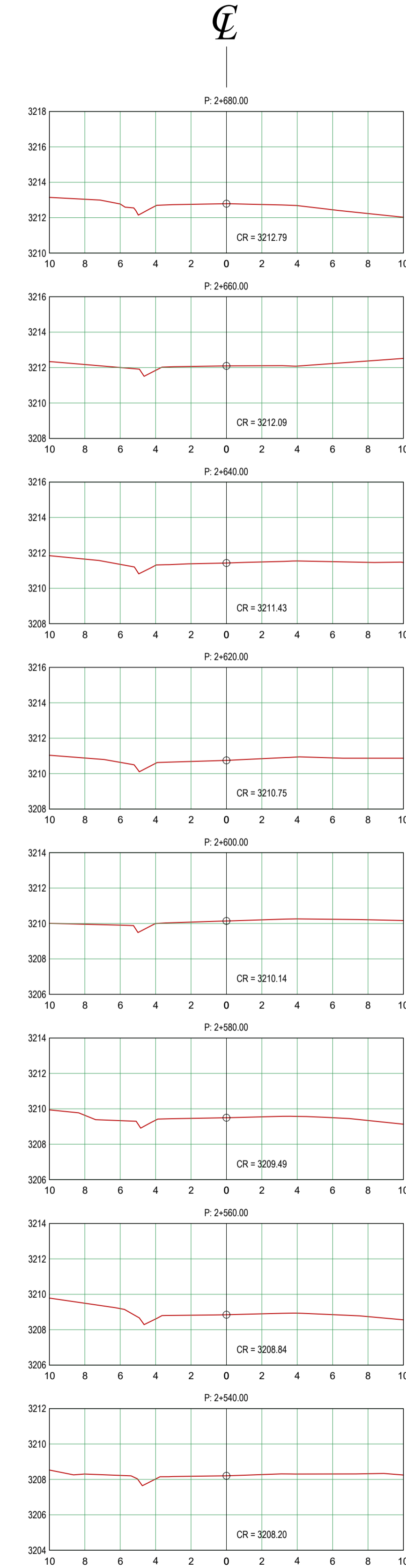
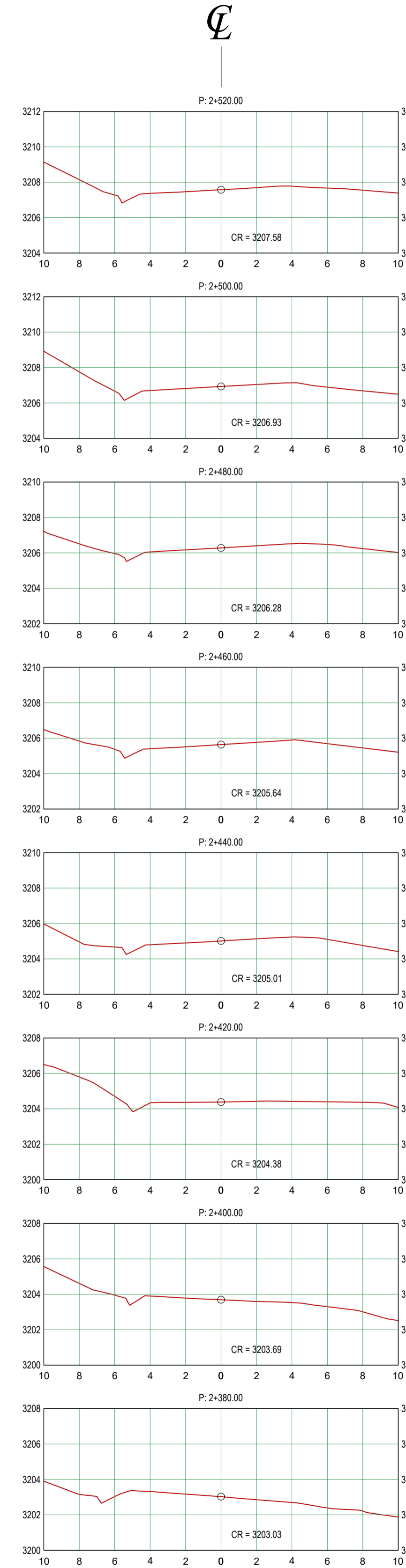
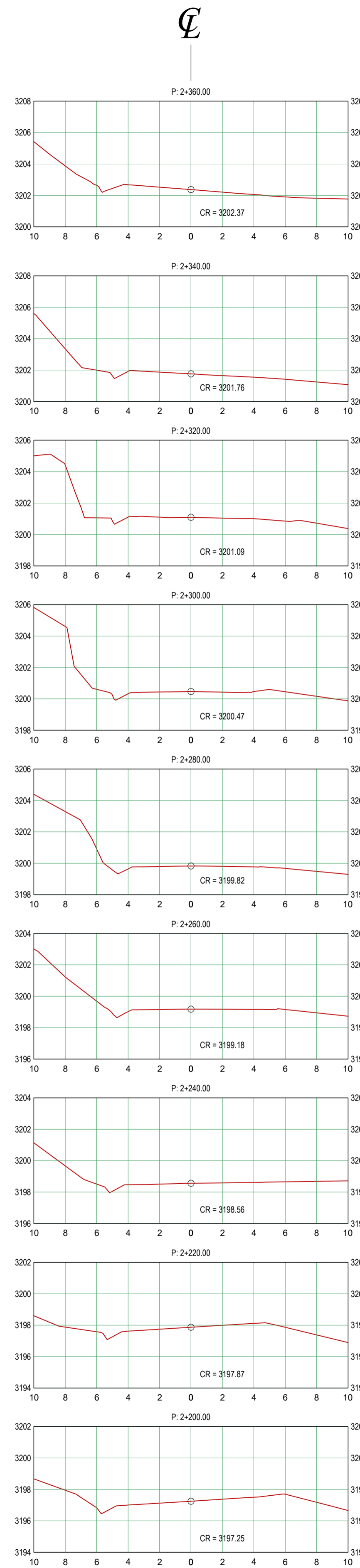
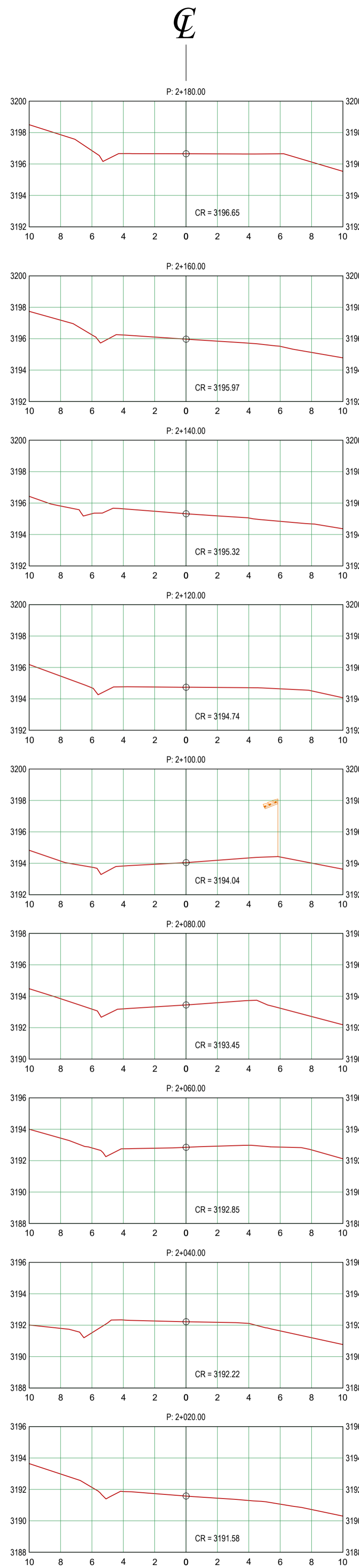
DEPARTAMENTO: CAJAMARCA  
PROVINCIA: CAJAMARCA

DISTRITO: ENCAÑADA  
DATUM: WGS - 84

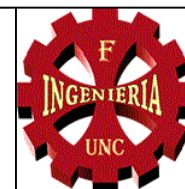
ESCALA: 1/200  
FECHA: SETIEMBRE 2023

PLANO N°: ST-01





UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA  
 FACULTAD DE INGENIERÍA  
 ESCUELA ACADÉMICA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



TEMA: ANÁLISIS DE LA SEGURIDAD NOMINAL DE LA RUTA PE-08B TRAMO ENCAÑADA - EMPALME PE-08B RVN (KM 40), CAJAMARCA - 2023

TESISISTA: BACH. LEIDY DÁVILA ARÉVALO  
 ASESOR: M. EN T. ING. ALEJANDRO CUBAS BECERRA

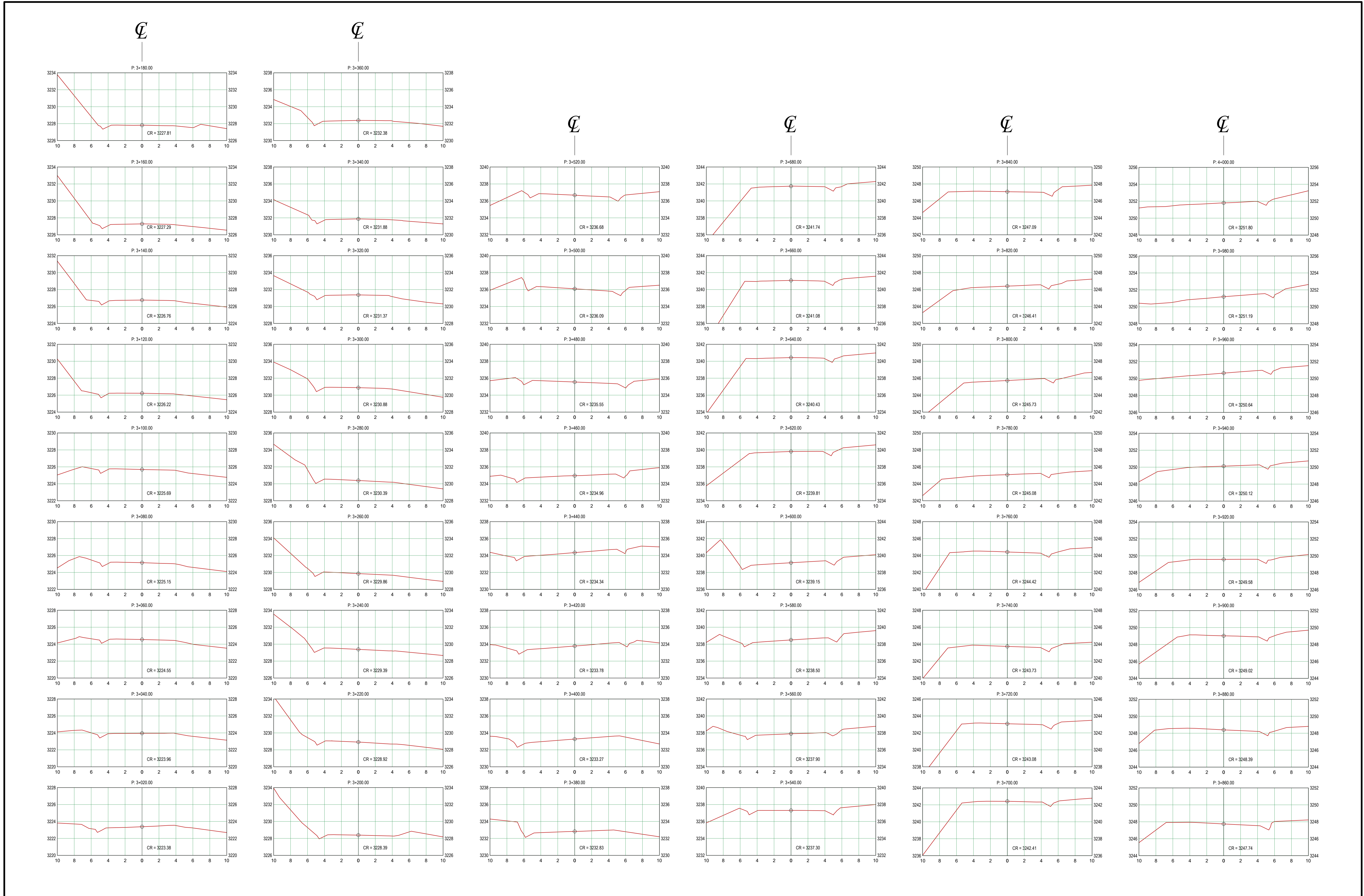
PLANO: SECCIONES TRANSVERSALES  
 KM 2 + 020 - KM 3 + 000

DEPARTAMENTO: CAJAMARCA  
 PROVINCIA: CAJAMARCA

DISTRITO: ENCAÑADA  
 DATUM: WGS - 84

ESCALA: 1/200  
 FECHA: SETIEMBRE 2023

PLANO N°: ST-03



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



TEMA:  
ANÁLISIS DE LA SEGURIDAD NOMINAL DE LA RUTA PE-08B TRAMO ENCAÑADA - EMPALME PE-08B RVN (KM 40), CAJAMARCA - 2023

TESISTA:  
BACH. LEIDY DÁVILA ARÉVALO  
ASESOR:  
M. EN T. ING. ALEJANDRO CUBAS BECERRA

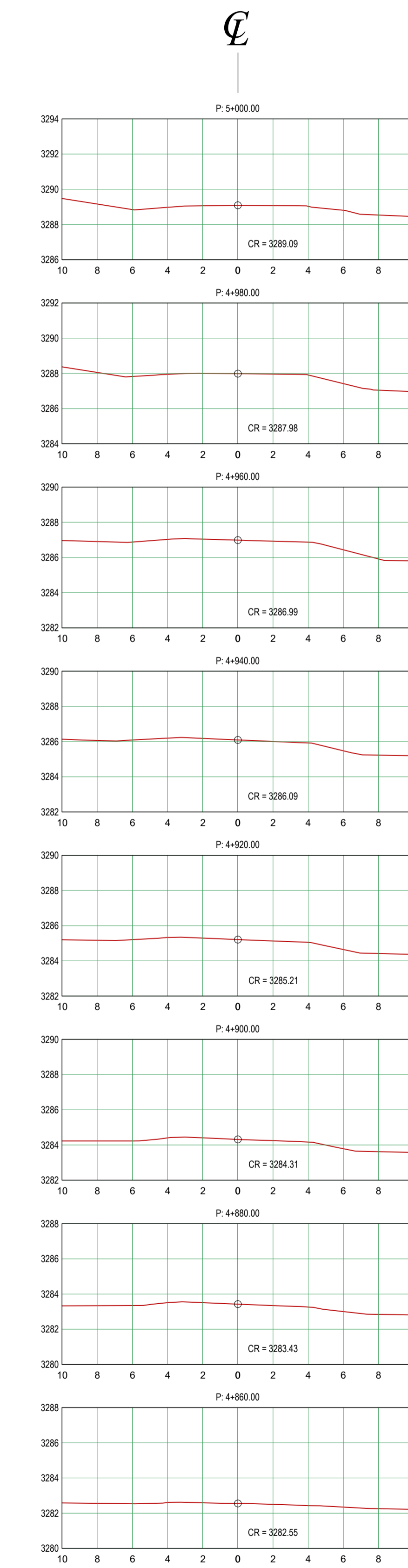
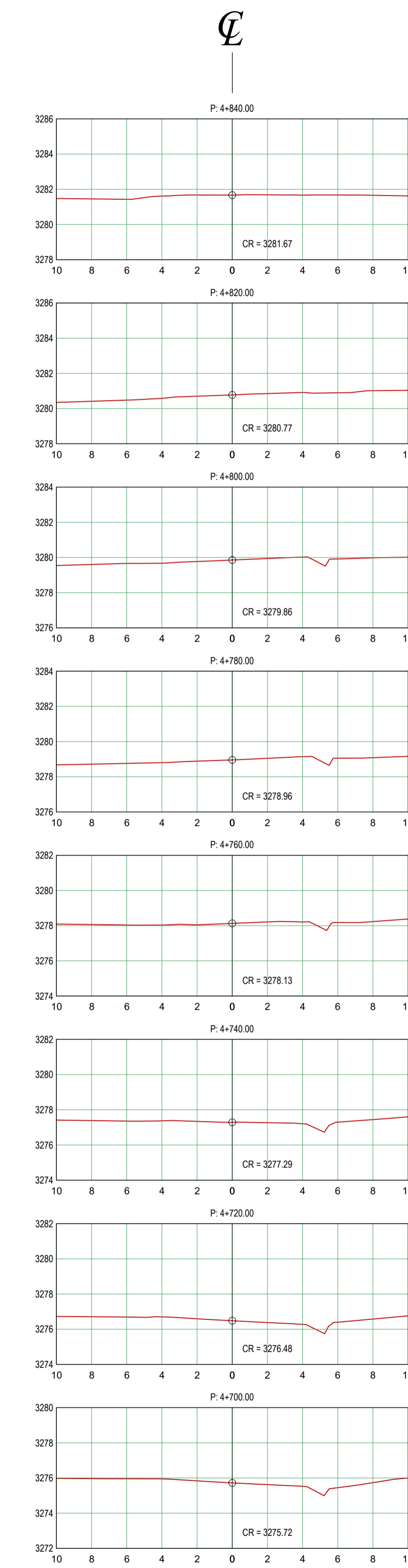
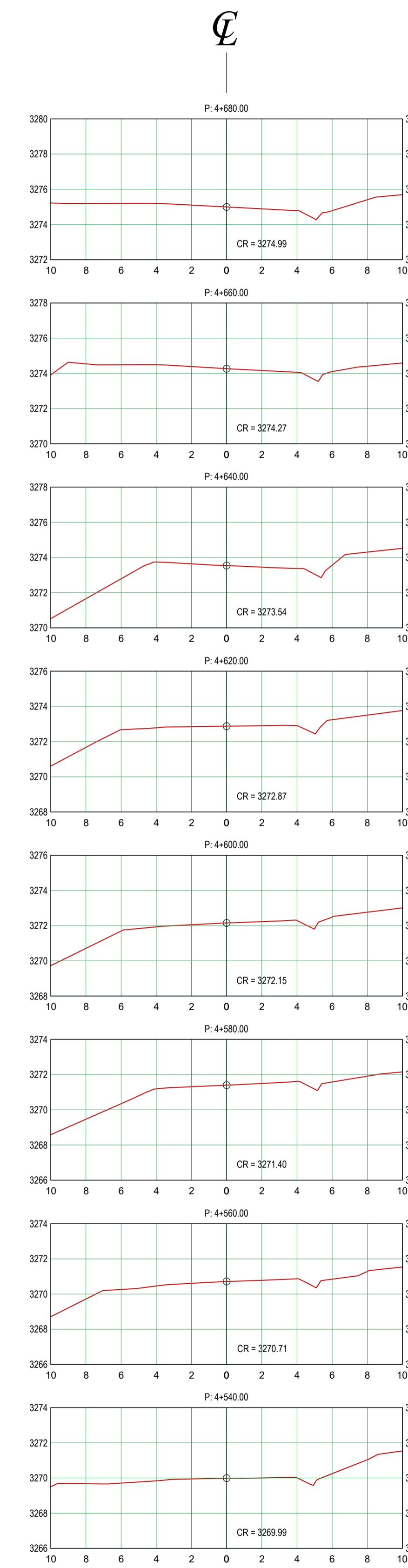
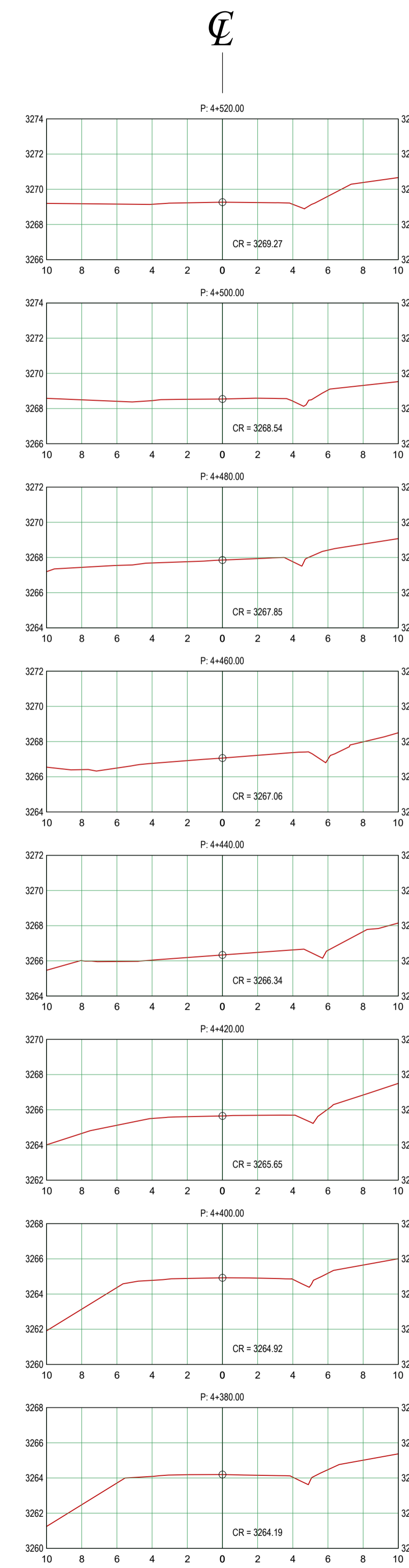
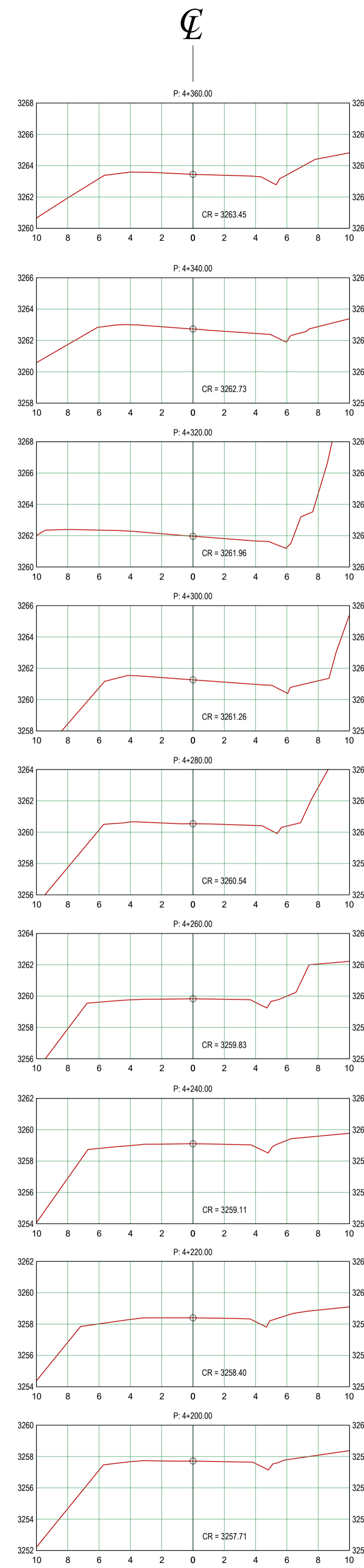
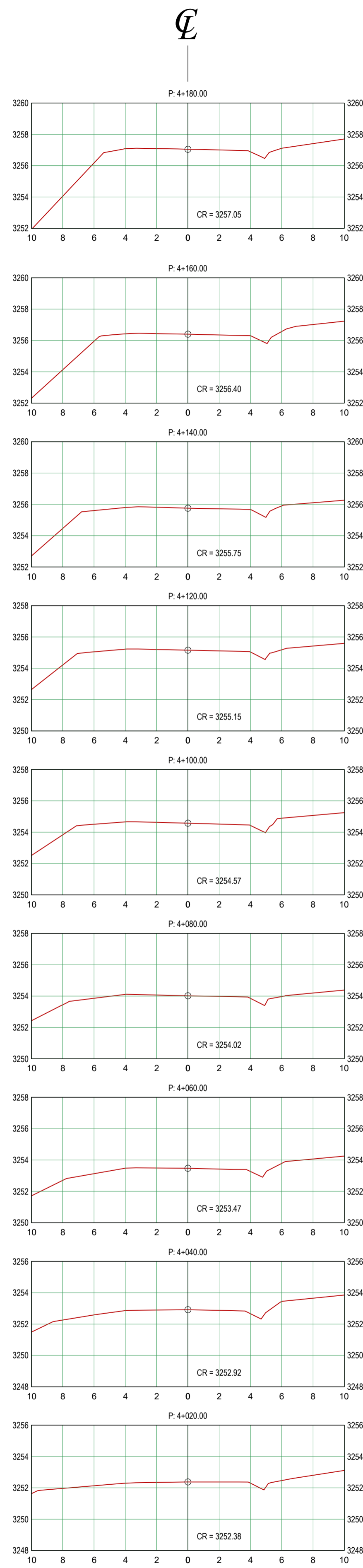
PLANO:  
SECCIONES TRANSVERSALES  
KM 3 + 020 - KM 4 + 000

DEPARTAMENTO:  
CAJAMARCA  
PROVINCIA:  
CAJAMARCA

DISTRITO:  
ENCAÑADA  
DATUM:  
WGS - 84

ESCALA:  
1/200  
FECHA:  
SEPTIEMBRE 2023

PLANO N°:  
ST-04



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



TEMA:  
**ANÁLISIS DE LA SEGURIDAD NOMINAL DE LA RUTA PE-08B TRAMO ENCAÑADA - EMPALME PE-08B RVN (KM 40), CAJAMARCA - 2023**

TESISISTA:  
**BACH. LEIDY DÁVILA ARÉVALO**  
 ASESOR:  
**M. EN T. ING. ALEJANDRO CUBAS BECERRA**

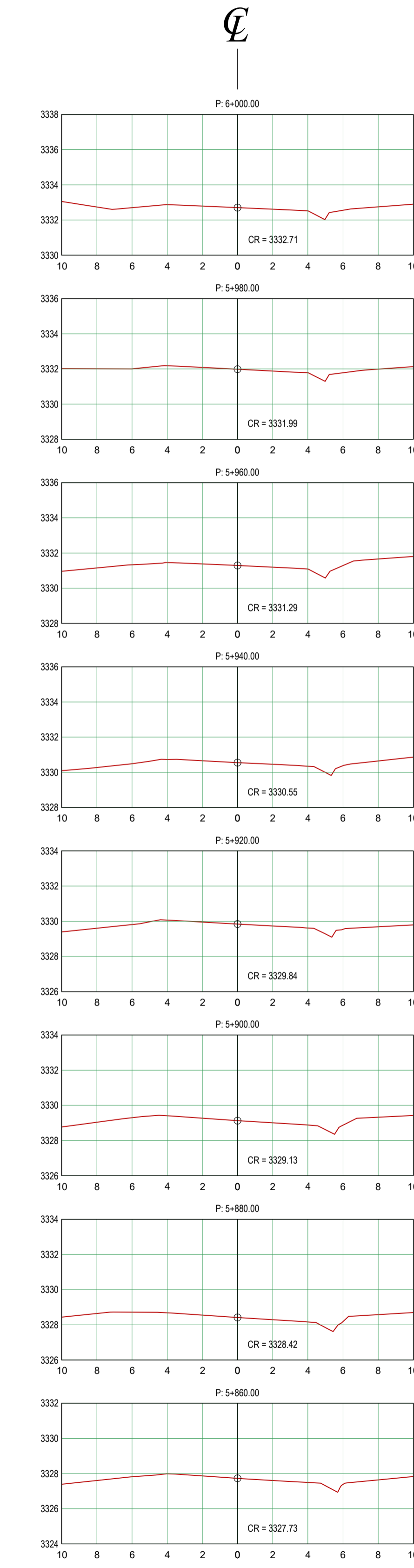
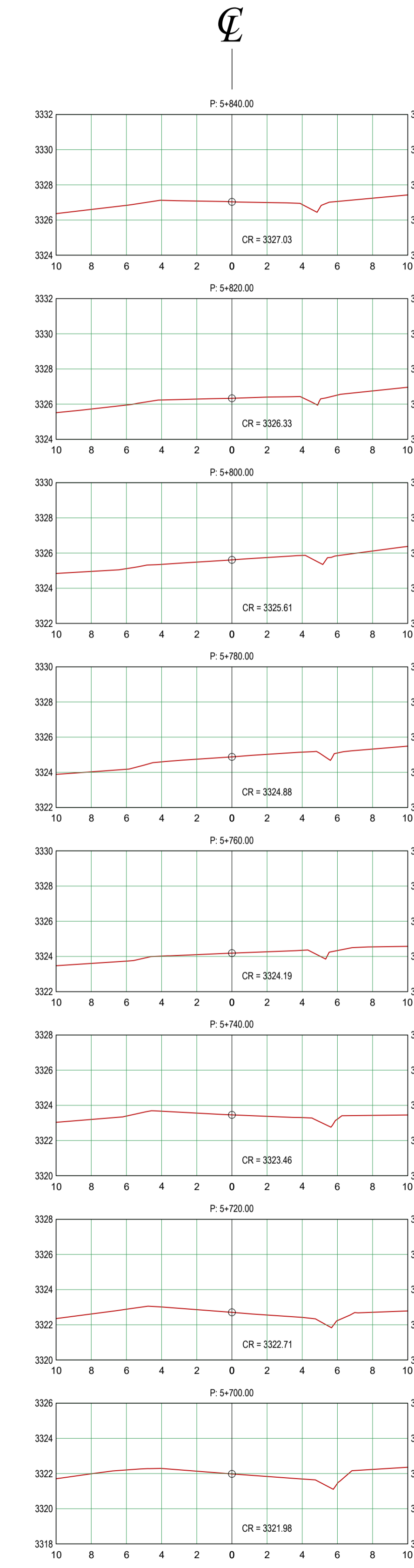
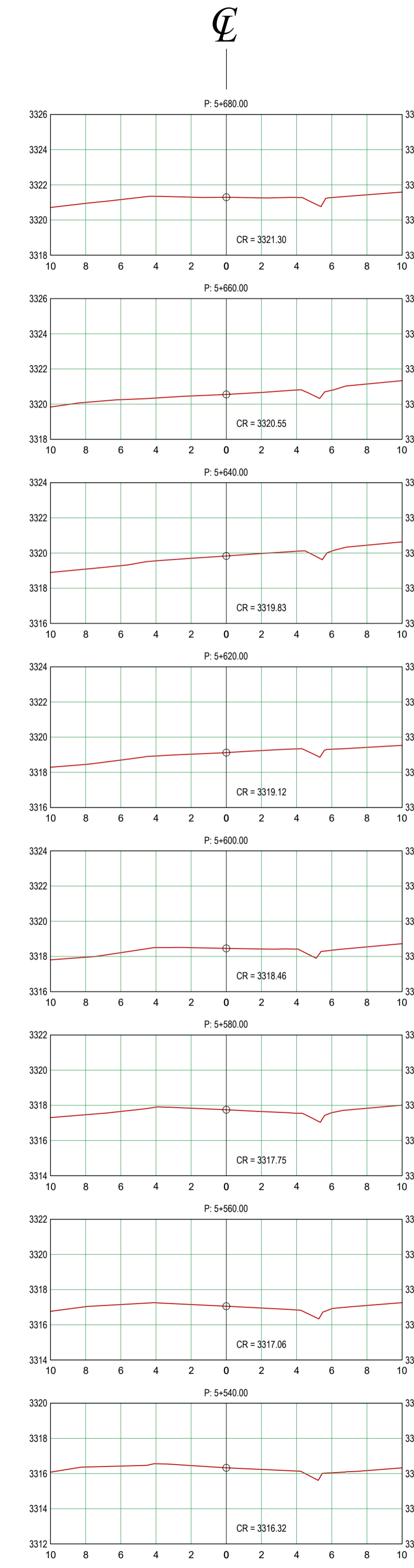
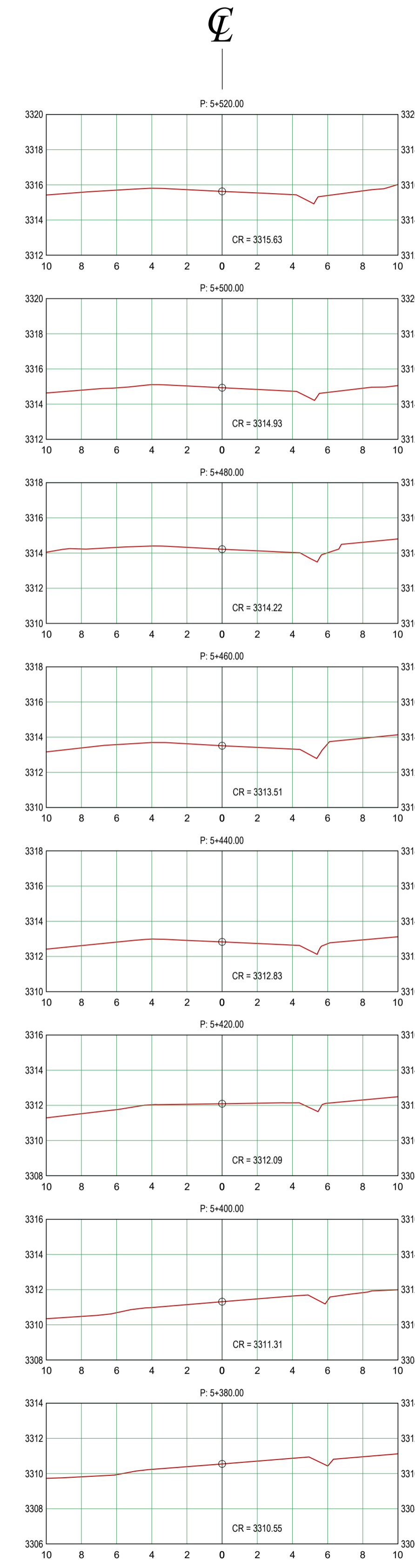
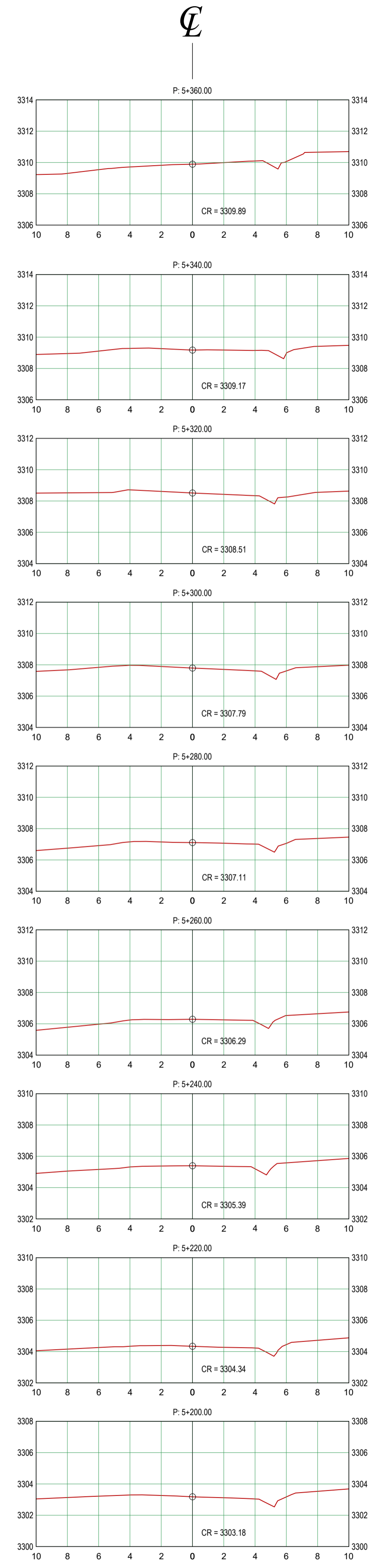
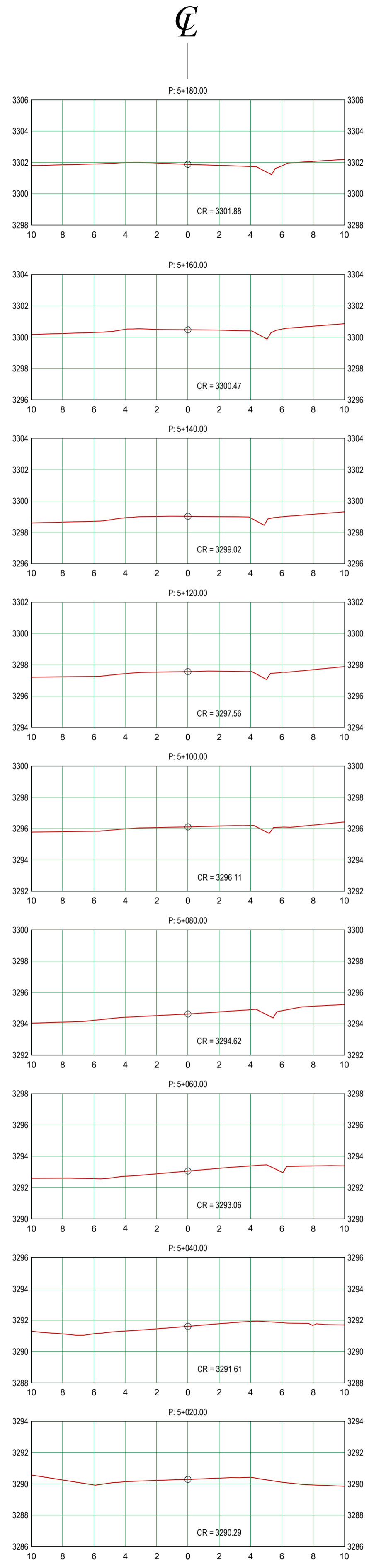
PLANO:  
**SECCIONES TRANSVERSALES  
 KM 4 + 020 - KM 5 + 000**

DEPARTAMENTO:  
 CAJAMARCA  
 PROVINCIA:  
 CAJAMARCA

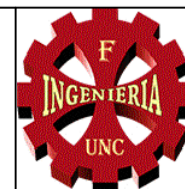
DISTRITO:  
 ENCAÑADA  
 DATUM:  
 WGS - 84

ESCALA:  
 1/200  
 FECHA:  
 SETIEMBRE 2023

PLANO N°:  
**ST-05**



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



TEMA: ANÁLISIS DE LA SEGURIDAD NOMINAL DE LA RUTA PE-08B TRAMO ENCAÑADA - EMPALME PE-08B RVN (KM 40), CAJAMARCA - 2023

TESISISTA: BACH. LEIDY DÁVILA ARÉVALO  
 ASESOR: M. EN T. ING. ALEJANDRO CUBAS BECERRA

PLANO: SECCIONES TRANSVERSALES  
 KM 5 + 020 - KM 6 + 000

DEPARTAMENTO: CAJAMARCA  
 PROVINCIA: CAJAMARCA

DISTRITO: ENCAÑADA  
 DATUM: WGS - 84

ESCALA: 1/200  
 FECHA: SETIEMBRE 2023

PLANO N°: ST-06

