

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA**

**FACULTAD DE INGENIERÍA**

**ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**



**TESIS**

**“ESTUDIO COMPARATIVO ENTRE LAS VELOCIDADES DE OPERACIÓN  
OBTENIDAS CON LAS ECUACIONES DE FITZPATRICK Y LAS MEDIDAS  
EN EL TRAMO CHOTA – EL PARAISO”**

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:**

**INGENIERO CIVIL**

**AUTOR:**

Bach. Karl Emerson Mejía Hurtado

**ASESOR:**

Mag. Transp. Ing. Alejandro Cubas Becerra

**CAJAMARCA – PERÚ**

**2023**

## **CERTIFICADO DE ORIGINALIDAD**

La que suscribe, Directora de la Unidad de Investigación de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional de Cajamarca certifica:

La originalidad de la tesis denominada **ESTUDIO COMPARATIVO ENTRE LAS VELOCIDADES DE OPERACIÓN OBTENIDAS CON LAS ECUACIONES DE FITZPATRICK Y LAS MEDIDAS EN EL TRAMO CHOTA – EL PARAISO**, realizada por el Bachiller en Ingeniería Civil **Karl Emerson Mejía Hurtado** de acuerdo al resultado del análisis reportado por su asesor **M. en T. Alejandro Cubas Becerra** con el software antiplagio Turnitin que identifica **19% (diecinueve por ciento)** de similitud, asignándole el código **oid:3117:300844910**.

Se expide el presente certificado para los fines pertinentes.

Cajamarca, 30 de diciembre del 2023

Documento firmado digitalmente

---

Dra. Yvonne Katherine Fernández León  
Directora Unidad de Investigación Facultad de Ingeniería

COPYRIGHT © 2023 by  
**KARL EMERSON MEJÍA HURTADO**

Todos los derechos reservados

## **DEDICATORIA**

A Dios, por iluminar mi sendero y  
bendecir mi vida para ser profesional.

A mis padres: Miriam y Wilfredo  
por ser mi apoyo constante  
en los momentos más difíciles de mi carrera...  
que sin ellos no hubiera sido posible cristalizar  
mi gran anhelo... ser profesional.

A mis hermanos Willy Gianfranco y Mireyna Selene,  
por ser la fuente de inspiración para que en el futuro promisorio  
sea su ejemplo como persona y en la vida profesional.

## **AGRADECIMIENTO**

A mi asesor Ing. Alejandro Cubas Becerra por sus aportes académicos y por haberme brindado la oportunidad de acudir a su capacidad en el desarrollo de la tesis con un apoyo desinteresado y firme, a él mi agradecimiento infinito.

## ÍNDICE GENERAL

DEDICATORIA.....	iii
AGRADECIMIENTO .....	iv
RESUMEN .....	xx
ABSTRACT .....	xxi
CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN.....	1
1.1. Realidad problemática .....	1
1.2. Planteamiento del problema.....	2
1.3. Formulación del problema .....	3
1.4. Hipótesis .....	3
1.4.1. Hipótesis de investigación .....	3
1.4.2. Hipótesis nula .....	3
1.5. Justificación de la investigación .....	4
1.6. Alcances o delimitación de la investigación.....	5
1.7. Limitaciones.....	6
1.8. Objetivos.....	6
1.8.1. Objetivo general .....	6
1.8.2. Objetivos específicos .....	6
1.9. Definición de variables .....	6
1.9.1. Variable Dependiente .....	6
1.9.2. Variable Independiente.....	6

1.10.	Operacionalización de variables.....	7
1.11.	Matriz de consistencia.....	8
CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO.....		10
2.1.	Antecedentes teóricos.....	10
2.1.1.	A nivel internacional.....	10
2.1.2.	A nivel nacional.....	12
2.1.3.	A nivel local.....	14
2.2.	Bases teóricas.....	14
2.2.1.	Velocidad.....	14
2.2.2.	Rapidez.....	14
2.2.3.	Aceleración.....	15
2.2.4.	Fricción.....	17
2.2.5.	Fuerza centrípeta.....	18
2.2.6.	Fuerza de Coriolis.....	19
2.2.7.	La velocidad.....	22
2.2.8.	La velocidad de operación.....	27
2.2.6.	Fotogrametría con VANT (Vehículo Aéreo no Tripulado).....	40
2.2.7.	Características del tránsito.....	40
2.2.8.	Diseño geométrico de la vía.....	44
2.3.	Definición de términos básicos.....	65
CAPÍTULO III. MATERIALES Y MÉTODOS.....		67
3.1.	Ubicación.....	67

3.1.1.	Ubicación política.....	67
3.1.2.	Ubicación geográfica.....	69
3.2.	Materiales, equipos y/o instrumentos .....	70
3.3.	Procedimiento .....	77
3.3.1.	Recopilación de datos.....	77
3.3.2.	Procesamiento de la información .....	79
3.4.	Tratamiento y análisis de datos.....	82
3.4.1.	Tipo, nivel y método de investigación.....	82
3.4.2.	Población de estudio.....	83
3.4.3.	Muestra.....	84
3.4.4.	Unidad de análisis.....	84
3.4.5.	Unidad de observación .....	84
3.5.	Estudio de Tránsito .....	85
3.6.	Clasificación de la carretera.....	89
3.6.1.	Por su demanda.....	89
3.6.2.	Por su orografía .....	89
3.7.	Selección de la velocidad de diseño .....	99
3.8.	Selección del vehículo de diseño .....	100
3.9.	Elementos geométricos de curvas horizontales .....	101
3.10.	Elementos geométricos de curvas verticales.....	105
CAPÍTULO IV. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS .....		107
4.1.	Determinación de velocidad de operación(V85) en campo.....	107



4.2.	Determinación de velocidad de operación(V85) en Curvas Horizontales.....	110
4.3.	Determinación de velocidad de operación(V85) en Curvas Verticales .....	117
4.4.	Relación de V85 en curvas horizontales .....	121
4.5.	Relación de V85 en curvas verticales .....	123
4.6.	Presentación de resultados .....	126
4.6.1.	Velocidad de operación .....	126
4.7.	Contrastación de la hipótesis .....	127
4.8.	Solución al problema .....	128
4.9.	Discusión de resultados .....	129
CAPÍTULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....		131
5.1.	Conclusiones .....	131
5.2.	Recomendaciones .....	132
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....		133

## ÍNDICE DE ANEXOS

ANEXO A: Fotografías

ANEXO B: Fotogrametría

ANEXO B.1: Planes de vuelo

ANEXO B.2: Coordenadas UTM de punto de estación

ANEXO B.3: Parámetros de plan de vuelo

ANEXO B.4: Certificado de calibración y operatividad del GNSS Diferencial

ANEXO B.5: Certificado de calibración y operatividad del UAV

ANEXO B.6: Puntos de apoyo y control

ANEXO B.7: Procesamiento en software Metashape

ANEXO C: Tránsito

ANEXO C.1: Conteo vehicular

ANEXO D: Velocidades de operación de campo

ANEXO E: Datos de precipitaciones 2022

ANEXO D: Planos

ANEXO D.1: Plano de ubicación

ANEXO D.2: Planos de fotogrametría

ANEXO D.3: Planos de planta y perfil

ANEXO D.4: Planos de secciones transversales

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Cuadro de operacionalización de variables .....	7
Tabla 2. Matriz de consistencia .....	8
Tabla 3. Rangos de la Velocidad de Diseño en función a la clasificación de la carretera por demanda y orografía.....	23
Tabla 4. Velocidades de marcha teóricas en función de la velocidad de diseño (km) ...	24
Tabla 5. Ecuaciones de Fitzpatrick para la estimación de velocidades de operación ....	25
Tabla 6. Valores de velocidades máximas de operación .....	26
Tabla 7. Modelos para curvas dependientes del radio o grado de curvatura, considerando otras variables.....	36
Tabla 8. Vehículos de tipo M utilizados para el dimensionamiento de carreteras .....	43
Tabla 9. Longitudes de tramos en tangente .....	50
Tabla 10. Radios mínimos y peraltes máximos para diseño de carreteras .....	52
Tabla 11. Pendientes máximas (%) .....	55
Tabla 12. Valores de calzada.....	59
Tabla 13. Valores de bermas .....	61
Tabla 14. Valores de bombeo .....	62
Tabla 15. Valores de peralte máximo.....	63
Tabla 16. Proporción del peralte a desarrollar en tangente .....	64
Tabla 17. Ubicación política.....	68
Tabla 18. Coordenadas UTM punto inicial Chota.....	69
Tabla 19. Coordenadas geográficas punto final El Paraíso .....	69
Tabla 20. Coordenadas geográficas punto inicial Chota .....	69
Tabla 21. Coordenadas geográficas punto final El Paraíso .....	69

Tabla 22. Estudio vehicular diario de 01 semana organizado en horas, ambos sentidos. .....	85
Tabla 23. Estudio vehicular diario de 01 semana organizado en días, ambos sentidos.	86
Tabla 24. Clasificación de carreteras por demanda .....	89
Tabla 25. Clasificación de terrenos por orografía .....	89
Tabla 26. Pendientes longitudinales tramo Chota – El Paraíso.....	90
Tabla 27. Resumen de pendientes longitudinales.....	91
Tabla 28. Pendiente transversales tramo Chota – El Paraíso. ....	91
Tabla 29. Resumen de pendiente transversales .....	99
Tabla 30. Elementos geométricos en curvas horizontales, tramo Chota - El Paraíso ..	104
Tabla 31. Elementos geométricos en curvas verticales, tramo Chota - El Paraíso.....	105
Tabla 32. Velocidad de operación de campo en tramo tangente T-1 .....	107
Tabla 33. Velocidad de operación(V85) en campo .....	108
Tabla 34. Velocidades de operación obtenidas con las ecuaciones de Fitzpatrick en curvas horizontales en el tramo Chota – El Paraíso .....	115
Tabla 35. Velocidades de operación obtenidas con las ecuaciones de Fitzpatrick en curvas verticales en el tramo Chota – El Paraíso.....	119
Tabla 36. Relación de velocidades de operación en curvas horizontales .....	121
Tabla 37. Relación de velocidades de operación en curvas verticales .....	123
Tabla 38. Verificación de velocidades de operación según condiciones en curvas horizontales.....	126
Tabla 39. Verificación de velocidades de operación según condiciones en curvas verticales.....	126
Tabla 40. Verificación de velocidades de operación en el tramo Chota – El Paraíso ..	127
Tabla 41. Coordenas UTM de estación en el caserío de Choroco.....	144

Tabla 42. Parámetros de vuelo del dron Phantom 4 Pro .....	144
Tabla 43. Puntos de apoyo y control .....	147
Tabla 44. Día número 01 de conteo vehicular.....	151
Tabla 45. Día número 02 de conteo vehicular.....	152
Tabla 46. Día número 03 de conteo vehicular.....	153
Tabla 47. Día número 04 de conteo vehicular.....	154
Tabla 48. Día número 05 de conteo vehicular.....	155
Tabla 49. Día número 06 de medida de conteo vehicular .....	156
Tabla 50. Día número 07 de conteo vehicular.....	157
Tabla 51. Velocidad de operación medidas con pistola radar en campo para los elementos geométricos C-38, T-38, C-37, T-37 .....	158
Tabla 52. Velocidad de operación medidas con pistola radar en campo para los elementos geométricos C-36, T-36, C-35, T-35.....	159
Tabla 53. Velocidad de operación medidas con pistola radar en campo para los elementos geométricos C-34, T-34, C-33, T-33.....	160
Tabla 54. Velocidad de operación medidas con pistola radar en campo para los elementos geométricos C-32, T-32, C-31, T-31.....	161
Tabla 55. Velocidad de operación medidas con pistola radar en campo para los elementos geométricos C-30, T-30, C-29, T-29.....	162
Tabla 56. Velocidad de operación medidas con pistola radar en campo para los elementos geométricos C-28, T-28, C-27, T-27.....	163
Tabla 57. Velocidad de operación medidas con pistola radar en campo para los elementos geométricos C-26, T-26, C-25, T-25.....	164
Tabla 58. Velocidad de operación medidas con pistola radar en campo para los elementos geométricos C-24, T-24, C-23, T-23.....	165

Tabla 59. Velocidad de operación medidas con pistola radar en campo para los elementos geométricos C-22, T-22, C-21, T-21 .....	166
Tabla 60. Velocidad de operación medidas con pistola radar en campo para los elementos geométricos C-20, T-20, C-19, T-19 .....	167
Tabla 61. Velocidad de operación medidas con pistola radar en campo para los elementos geométricos C-18, T-18, C-17, T-17 .....	168
Tabla 62. Velocidad de operación medidas con pistola radar en campo para los elementos geométricos C-16, T-16, C-15, T-15 .....	169
Tabla 63. Velocidad de operación medidas con pistola radar en campo para los elementos geométricos C-14, T-14, C-13, T-13 .....	170
Tabla 64. Velocidad de operación medidas con pistola radar en campo para los elementos geométricos C-12, T-12, C-11, T-11 .....	171
Tabla 65. Velocidad de operación medidas con pistola radar en campo para los elementos geométricos C-10, T-10, C-9, T-9 .....	172
Tabla 66. Velocidad de operación medidas con pistola radar en campo para los elementos geométricos C-8, T-8, C-7, T-7 .....	173
Tabla 67. Velocidad de operación medidas con pistola radar en campo para los elementos geométricos C-6, T-6, C-5, T-5 .....	174
Tabla 68. Velocidad de operación medidas con pistola radar en campo para los elementos geométricos C-4, T-4, C-3, T-3 .....	175
Tabla 69. Velocidad de operación medidas con pistola radar en campo para los elementos geométricos C-2, T-2, C-1, T-1 .....	176
Tabla 70. Datos de precipitaciones del mes de enero 2022 .....	177
Tabla 71. Datos de precipitaciones del mes de febrero 2022 .....	178
Tabla 72. Datos de precipitaciones del mes de marzo 2022 .....	179

Tabla 73. Datos de precipitaciones del mes de abril 2022 .....	180
Tabla 74. Datos de precipitaciones del mes de mayo 2022.....	181
Tabla 75. Datos de precipitaciones del mes de junio 2022 .....	182
Tabla 76. Datos de precipitaciones del mes de julio 2022 .....	183
Tabla 77. Datos de precipitaciones del mes de agosto 2022 .....	184
Tabla 78. Datos de precipitaciones del mes de setiembre 2022 .....	185
Tabla 79. Datos de precipitaciones del mes de octubre 2022.....	186
Tabla 80. Datos de precipitaciones del mes de noviembre 2022.....	187
Tabla 81. Datos de precipitaciones del mes de diciembre 2022.....	188
Tabla 82. Precipitaciones mensuales de la estación Chota en el año 2022 .....	189

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Factores que afectan la velocidad .....	35
Figura 2. Velocidad del percentil 85 para una distribución normal .....	39
Figura 3. Levantamiento fotogramétrico .....	40
Figura 4. Vehículo ligero.....	42
Figura 5. Vehículo pesado .....	43
Figura 6. Distancia de visibilidad de parada.....	48
Figura 7. Distancia de visibilidad de paso o adelantamiento .....	49
Figura 8. Elementos y nomenclatura de la curva horizontal .....	51
Figura 9. Curvas verticales convexas .....	57
Figura 10. Curvas verticales cóncavas .....	57
Figura 11. Curvas verticales simétricas .....	57
Figura 12. Curvas verticales asimétricas .....	58
Figura 13. Casos de bombeo.....	63
Figura 14. Valores de peralte en zona rural.....	64
Figura 15. Mapa político del Perú .....	67
Figura 16. Mapa regional de Cajamarca.....	67
Figura 17. Mapa provincial de Chota .....	68
Figura 18. Carretera Chota – El Paraíso .....	68
Figura 19. GPS diferencial (N°Serie: 3374419) .....	70
Figura 20. Antena de radio externa .....	70
Figura 21. Dron Dji Phatntom 4 Pro y accesorios (N°Serie: 11UDK57R720331) .....	70
Figura 22. Trípodes .....	71
Figura 23. Tablet para diseñar los planes de vuelo.....	71
Figura 24. Laptop HP .....	71



Figura 25. Radios comunicadores .....	72
Figura 26. Pistola radar Bushnell .....	72
Figura 27. Pintura blanca.....	72
Figura 28. Brochas de 3’’ y 5’’ .....	73
Figura 29. Yeso .....	73
Figura 30. Escoba .....	73
Figura 31. Formato de conteo vehicular horario .....	74
Figura 32. Formato de medición de velocidad de operación en curvas .....	75
Figura 33. Formato de medición de velocidad de operación en tramos tangentes.....	76
Figura 34. Tránsito diario por horas .....	87
Figura 35. Tránsito diario por tipo de vehículos .....	87
Figura 36. Tránsito diario por días .....	88
Figura 37. Representación del tipo de terreno según su pendiente longitudinal.....	91
Figura 38. Representación del tipo de terreno según su pendiente transversal.....	99
Figura 39. Porcentaje de vehículos.....	100
Figura 40. Vehículos pesados que componen el IMDA.....	101
Figura 41. Perfil de velocidad de operación Chota – El Paraíso .....	110
Figura 42. Influencia del grado de curvatura en la velocidad de operación.....	117
Figura 43. Influencia del grado de curvatura en la velocidad de operación.....	120
Figura 44. Porcentaje de cumplimiento de V85 con primera condición en curvas horizontales.....	122
Figura 45. Comparación de resultados de velocidades de operación en curvas horizontales.....	123
Figura 46. Porcentaje de cumplimiento de V85 con primera condición en curvas verticales.....	124

Figura 47. Comparación de resultados de velocidades de operación en curvas verticales	125
Figura 48. Plan de vuelo 01	141
Figura 49. Plan de vuelo 02	141
Figura 50. Plan de vuelo 03	142
Figura 51. Plan de vuelo 04	142
Figura 52. Plan de vuelo 05	143
Figura 53. Plan de vuelo 06	143
Figura 54. Plan de vuelo 07	144
Figura 55. Certificado de calibración y operatividad del GNSS Diferencial	145
Figura 56. Certificado de calibración y operatividad del UAV	146
Figura 57. Generación de nube de puntos	149
Figura 58. Generación de superficie	150
Figura 59. Generación de ortomosaico	150

## ÍNDICE DE ABREVIATURAS

**AASHTO:** American Association Standards Highway Transportation Officials  
(Funcionarios de transporte por carretera de normas de la Asociación Estadounidense).

**AADT:** Average Annual Daily Traffic (Tráfico diario medio anual).

**B3:** Ómnibus de tres ejes.

**C.P:** Centro Poblado.

**DG:** Diseño geométrico

**FC:** Factor de Corrección Estacional.

**GNSS:** Global Navigation Satellite System (Sistema Global de Navegación por Satélite).

**GPS:** Global Positioning System (Sistema de posicionamiento global).

**GSRRS:** Global Status Report on Road Safety (Informe sobre la situación mundial de la seguridad vial).

**GSD:** Ground Sampling Distance (Distancia de muestreo del suelo).

**IMDA:** Índice Medio Diario Anual.

**IMDS:** Índice Medio Diario Semanal.

**MTC:** Ministerio de Transportes y Comunicaciones.

**OMS:** Organización Mundial de la Salud.

**ONSV:** Observatorio Nacional de Seguridad Vial.

**PNP:** Policía Nacional del Perú.

**PE-3N:** Carretera longitudinal de la sierra norte.

**V85:** Velocidad de operación.

**VANT:** Vehículo aéreo no tripulado.

**RVN:** Red vial nacional.

**SENAHMI:** Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú

**UAV:** Unmanned Aerial Vehicle (Vehículo aéreo no tripulado).

**UTM:** Universal Transversal de Mercator.

**WGS-84:** World Geodetic System 1984 (Sistema Geodésico Mundial 1984).

## RESUMEN

El problema principal que se analizó en el actual estudio de investigación es que la velocidad de operación no puede ser conocida en la fase de diseño de la carretera lo que conlleva a que ocurra accidentes de tránsito por una mala estimación de la velocidad de operación, es por ello que se han desarrollado diferentes estudios para estimar referido valor tomando en cuenta las características geométricas y geográficas, el proyecto desarrollado entre los meses de setiembre del 2022 a junio del 2023 tuvo como objetivo principal el estudio comparativo de las velocidades de operación calculadas con las ecuaciones de Fitzpatrick y las velocidades de operación medidas en campo en el tramo Chota – El Paraíso, para llevar a cabo el desarrollo se realizó el levantamiento fotogramétrico, el estudio de tráfico y la determinación de las velocidades de operación o también conocida como velocidad percentil 85 ( $V_{85}$ ) mediante las ecuaciones de Fitzpatrick y pistola radar. La vía analizada fue una carretera de primera clase - tipo I, perteneciente a la red vial nacional (RVN) PE-3N, la velocidad de diseño fue de 60 km/h y un vehículo de diseño B3. Al comparar las velocidades de operación obtenida por Fitzpatrick obtuvimos que un 64,42% difirió en más de 20 km/h y 35,38% está fuera del rango establecido, concluyendo que las ecuaciones de Fitzpatrick no son confiables para la proyección de velocidades de operación en el proyecto desarrollado, por lo cual se recomienda recalibrar o generar un nuevo modelo de velocidad de operación.

**Palabras clave:** Velocidad de operación, velocidad percentil 85, pistola radar, ecuaciones de fitzpatrick.

## ABSTRACT

The main problem that was analyzed in the current research study is that the operating speed cannot be known in the design phase of the road, which leads to traffic accidents occurring due to a poor estimate of the operating speed, that is, For this reason, different studies have been developed to estimate said value taking into account the geometric and geographical characteristics. The main objective of the project developed between the months of September 2022 and June 2023 was the comparative study of the operating speeds calculated with the Fitzpatrick equations and the operating speeds measured in the field in the Chota – El Paraíso section, to carry out the development, the photogrammetric survey, the traffic study and the determination of the operating speeds or also known as 85th percentile speed were carried out. ( $V_{85}$ ) using the Fitzpatrick equations and radar gun. The road analyzed was a first class road - type I, belonging to the national road network (RVN) PE-3N, the design speed was 60 km/h and a B3 design vehicle. When comparing the operating speeds obtained by Fitzpatrick, we obtained that 64,42% differed by more than 20 km/h and 35,38% is outside the established range, concluding that Fitzpatrick's equations are not reliable for the projection of operating speeds. in the developed project, which is why it is recommended to recalibrate or generate a new operating speed model.

**Keywords:** Operating speed, 85th percentile speed, radar gun, Fitzpatrick equations.

# CAPÍTULO I

## INTRODUCCIÓN

### 1.1. Realidad problemática

La velocidad de operación en el transporte terrestre es un factor de gran importancia, en la fase de diseño y ejecución, no se conoce con certeza y solo puede estimarse mediante modelos desarrollados en muchos países. Durante la operación de la vía, las velocidades medidas rara vez coinciden con las proyectadas por un modelo de estimación, lo que puede aumentar la probabilidad de accidentes. Según la Organización Mundial de la Salud (OMS), el exceso de velocidad de operación provoca la muerte de alrededor de 1,3 millones de personas a nivel mundial, y Perú no está exento de esta problemática. En un informe del Global Status Report on Road Safety (GSRRS) de 2018, Perú ocupaba el puesto 105 de 181 en términos de víctimas por accidentes de tránsito a nivel mundial.

La velocidad de operación está estrechamente relacionada con esta siniestralidad, en Perú, se utilizan las ecuaciones de Kay Fitzpatrick, adoptadas por las normas de diseño geométrico peruano (DG-2018), un modelo desarrollado en los EE. UU, sin embargo, es importante cuestionar si este modelo es adecuado para la realidad geográfica y normativa vial de Perú y si realmente ayuda a reducir los accidentes de tránsito. En 2022, se registraron 83897 siniestros viales en Perú, con 3328 fallecidos, siendo el exceso de velocidad de operación una de las principales causas, representando el 27,90% del total, según el Boletín Estadístico de Siniestralidad Vial 2022 del Observatorio Nacional de

Seguridad Vial (ONSV). En la región de Cajamarca, la falta de control de la velocidad de operación es un problema significativo, esto se refleja en los 2108 siniestros viales registrados en 2022, con 159 fallecidos y 1802 heridos, de los cuales 738 se debieron al exceso de velocidad de operación, según el mismo informe del ONSV.

En el tramo Chota - El Paraíso, la excesiva velocidad de operación ha generado numerosos problemas, como accidentes de tránsito, atropellos de transeúntes y animales. En 2022, se registraron 89 accidentes de tránsito en esta zona, con 16 fallecidos y 51 heridos. Además, se observó una escasa señalización de reductores de velocidad de operación y un frecuente incumplimiento de los límites de velocidad por parte de los conductores, lo que aumenta la frecuencia de accidentes de tránsito. En resumen, la correcta elección del modelo de estimación de la velocidad de operación es un factor clave en la siniestralidad vial y presenta desafíos significativos en Perú, especialmente en la región de Cajamarca y en el tramo Chota - El Paraíso.

## **1.2. Planteamiento del problema**

El problema que se presenta es que la velocidad de operación no puede ser conocida en la fase de diseño y ejecución de una carretera, sin embargo, tanto en la fase de diseño y ejecución puede estimarse. Debido a esto se han desarrollado múltiples modelos de predicción de velocidad de operación, justamente uno de estos modelos es desarrollado por Kay Fitzpatrick que relaciona la velocidad de operación con las características geométricas de la carretera y que además fue adoptado por las normas de diseño geométrico peruano. La medición in situ de la velocidad de operación cuando la infraestructura está en funcionamiento no es igual a la velocidad de operación estimada en la fase de diseño o ejecución, al comparar la velocidad de operación medida por pistola radar y calculada por Fitzpatrick nos daremos cuenta que al ser mayor conllevará a accidentes de tránsito por exceso de velocidad de operación y al ser menor generará



estancamiento en la vía, es por ello que la velocidad de operación estimada debe ser igual o aproximadamente igual a la velocidad de operación medida.

Por lo tanto, se busca desarrollar el presente proyecto de investigación durante los meses de setiembre del 2022 a junio del 2023 y titulado: “Estudio comparativo entre las velocidades de operación obtenidas con las ecuaciones de Fitzpatrick y las medidas en el tramo Chota – El Paraíso”, donde se pretende comparar si la velocidad de operación utilizando las ecuaciones de Fitzpatrick y las medidas con pistola radar son iguales y así conocer si el modelo es adecuado para la zona en estudio, y en caso difieran significativamente este proceso serviría como base datos para recalibrar y en el peor de los casos plantearse la necesidad de desarrollar un nuevo modelo de operación que garantice su aplicación efectiva a futuros proyectistas en base al cumplimiento óptimo del modelo de predicción de velocidad de operación.

### **1.3. Formulación del problema**

¿La velocidad de operación estimada en la fase de diseño con las ecuaciones de Fitzpatrick difieren de la velocidad de operación medida con la pistola radar en el tramo en funcionamiento Chota – El Paraíso?

### **1.4. Hipótesis**

#### **1.4.1. Hipótesis de investigación**

➤ H1: Las velocidades de operación calculadas con las ecuaciones de Fitzpatrick difieren de las velocidades de operación medidas en el tramo Chota – El Paraíso en más de 20 km/hora.

#### **1.4.2. Hipótesis nula**

➤ Ho: Las velocidades de operación calculadas con las ecuaciones de Fitzpatrick difieren de las velocidades de operación medidas en el tramo Chota – El

Paraíso en menos de 20 km/hora.

## **1.5. Justificación de la investigación**

### **1.5.1. Valor científico**

El problema planteado involucra la discrepancia entre la velocidad de operación estimada en la fase de diseño y ejecución de carreteras y la velocidad de operación real medida in situ, esta discrepancia tiene implicaciones científicas significativas, ya que la velocidad de operación en las carreteras es un factor crítico que afecta tanto la seguridad vial como la eficiencia del flujo de tráfico. La velocidad de operación influye en la probabilidad de accidentes de tránsito y en la capacidad de la carretera para gestionar el volumen de tráfico, por lo tanto, es fundamental para la planificación y el diseño adecuado de carreteras. La investigación propuesta tiene un valor científico al abordar esta discrepancia mediante un estudio comparativo entre las ecuaciones de Fitzpatrick, un modelo ampliamente adoptado, y las mediciones de velocidad de operación con pistola radar, esta comparación permitirá evaluar la precisión y validez del modelo de predicción de velocidad de operación existente. Además, si se encuentran diferencias significativas entre las estimaciones y las mediciones reales, esto podría indicar que las variables geométricas actuales utilizadas en el modelo pueden no ser suficientes para predecir con precisión la velocidad de operación, lo que abre la puerta a investigaciones futuras para mejorar la modelización.

### **1.5.2. Valor técnico-práctico**

Desde una perspectiva técnico-práctico, la discrepancia entre la velocidad de operación estimada y medida en las carreteras plantea desafíos prácticos para la ingeniería de carreteras y la gestión del tráfico. La precisión en la estimación de la velocidad de operación es esencial para garantizar un diseño de carretera seguro y eficiente, así como

para tomar decisiones informadas sobre medidas de control de velocidad y señalización vial. El uso de ecuaciones de predicción de velocidad de operación, como las desarrolladas por Fitzpatrick, es una práctica común en la ingeniería de carreteras. Sin embargo, es crucial evaluar su eficacia en condiciones reales. La implementación de medidas con pistola radar proporciona datos empíricos en tiempo real que pueden revelar discrepancias significativas con las estimaciones teóricas. Esto tiene implicaciones técnicas importantes para la industria de la construcción de carreteras y la gestión del tráfico, ya que puede requerir ajustes en el diseño y la planificación de carreteras.

### **1.5.3. Valor personal**

Desde una perspectiva personal, este proyecto de investigación tiene un valor significativo. La discrepancia entre la velocidad de operación estimada y la medida puede afectar directamente la seguridad en las carreteras, ya que velocidades mal estimadas pueden dar lugar a accidentes viales graves. Además, como ciudadano interesado en la eficiencia del sistema de transporte, estoy motivado por la posibilidad de reducir los accidentes de tránsito, mejorar la fluidez del tráfico y reducir la congestión en nuestras carreteras. La investigación propuesta puede contribuir a una planificación más precisa de las carreteras y una mejor gestión del tráfico, lo que beneficia a toda la comunidad.

### **1.6. Alcances o delimitación de la investigación**

La longitud comprendida en la zona del proyecto de investigación fue de 6690 km y un área de 3,34 km<sup>2</sup> perteneciente al tramo Chota (PE-3N km165+210) – El Paraíso (PE-3N km 158+520), el proyecto de investigación fue desarrollado entre los meses de setiembre 2022 – junio del 2023.

El tramo investigado consta de dos carriles, los vehículos ligeros fueron autos, camionetas y combis, la toma de datos de velocidad de operación fue en tramos en

descenso (-i%), en el centro de cada elemento geométrico (curvas, rectas), con iluminación adecuada, clima despejado y de flujo libre.

## **1.7. Limitaciones**

No existen restricciones en el actual proyecto de investigación.

## **1.8. Objetivos**

### **1.8.1. Objetivo general**

➤ Realizar el estudio comparativo entre las velocidades de operación obtenidas con las ecuaciones de Fitzpatrick y las medidas en el tramo Chota – El Paraíso.

### **1.8.2. Objetivos específicos**

- Realizar el levantamiento fotogramétrico del tramo Chota – El Paraíso.
- Realizar el estudio de tráfico del tramo Chota – El Paraíso.
- Calcular las velocidades de operación con las ecuaciones de Fitzpatrick en el tramo Chota – El Paraíso.
- Medir las velocidades de operación con pistola radar en el tramo Chota – El Paraíso.

## **1.9. Definición de variables**

### **1.9.1. Variable Dependiente**

- Velocidad de operación.

### **1.9.2. Variable Independiente**

- Curvas.

## 1.10. Operacionalización de variables

Tabla 1. Cuadro de operacionalización de variables

Variable	Tipo de variable	Definición conceptual	Dimensiones	Indicadores	Unidad de medición	Instrumento de medición
Velocidad de operación.	Dependiente	Máxima velocidad autorizada para la circulación vehicular en un tramo o sector de la carretera.	Geometría horizontal.	Velocidades calculadas en curvas horizontales.	km/h	Ecuaciones de Fitzpatrick. Pistola Radar.
				Velocidades medidas en tramos tangentes.	km/h	Pistola Radar.
			Geometría vertical.	Velocidades calculadas en curvas verticales.	km/h	Ecuaciones de Fitzpatrick.
Curvas.	Independiente	Une a dos tangentes o rasantes consecutivas.	Curvas horizontales.	Radio (r).	m	Modelamiento del eje vial en Civil 3D.
			Curvas verticales.	Parámetro de curvatura (k).	m/%	Modelamiento del eje vial en Civil 3D.

## 1.11. Matriz de consistencia

Tabla 2. Matriz de consistencia

Formulación del Problema	Objetivos	Hipótesis	Variables	Dimensiones	Indicadores	Fuente o instrumento de medición	Metodología	Población y muestra
¿La velocidad de operación estimada en la fase de diseño con las ecuaciones de Fitzpatrick difieren significativamente de la velocidad de operación medida con la pistola radar en la vía activa en el tramo Chota – El Paraíso?	<p><b>Objetivo General</b> -Realizar el estudio comparativo entre las velocidades de operación obtenidas con las ecuaciones de Fitzpatrick y las medidas en el tramo Chota – El Paraíso.</p> <p><b>Objetivos Específicos</b> -Realizar un levantamiento fotogramétrico del tramo Chota – El Paraíso. -Realizar el estudio de tráfico del tramo Chota – El Paraíso. -Calcular las velocidades de operación obtenidas con las ecuaciones de Fitzpatrick en el tramo Chota – El Paraíso. -Medir las velocidades de operación con pistola radar en el tramo Chota – El Paraíso.</p>	<p><b>Hipótesis de investigación</b> - <b>H1:</b> La velocidad de operación calculadas con las ecuaciones de Fitzpatrick difiere de la velocidad de operación medidas en el tramo Chota – El Paraíso en más de 20 km/hora.</p> <p><b>Hipótesis nula</b> - <b>Ho:</b> Las velocidades de operación calculadas con las ecuaciones de Fitzpatrick difieren de las velocidades de operación medidas en el tramo Chota – El Paraíso en menos de 20 km/hora.</p>	<p><b>Variable dependiente:</b> Velocidad de operación.</p>	<p>Geometría horizontal.</p> <p>Geometría vertical.</p>	<p>Velocidades calculadas en curvas horizontales</p> <p>Velocidades medidas en tramos tangentes.</p> <p>Velocidades calculadas en curvas verticales.</p>	<p>-Ecuaciones de Fitzpatrick. -Pistola radar.</p> <p>-Pistola radar.</p> <p>-Ecuaciones de Fitzpatrick.</p>	<p><b>Tipo:</b> Cuantitativo. <b>Nivel:</b> Correlacional. <b>Diseño:</b> No experimental y de corte transversal. <b>Método:</b> Hipotético - Deductivo.</p>	<p><b>Población</b> Vehículos ligeros en el tramo Chota – El Paraíso.</p>
	<p><b>Variable independiente:</b> Curvas.</p>	<p>Curvas horizontales.</p> <p>Curvas verticales.</p>	<p>Radio (r).</p> <p>Parámetro de curvatura (k).</p>	<p>m</p> <p>m/%</p>	<p><b>Tipo:</b> Cuantitativo. <b>Nivel:</b> Correlacional. <b>Diseño:</b> No experimental y de corte transversal. <b>Método:</b> Hipotético - Deductivo.</p>	<p><b>Muestra</b> Vehículos ligeros en el tramo Chota – El Paraíso.</p>		

## **1.12. Descripción del desarrollo de capítulos**

Capítulo I. Introducción: se desarrolla el contexto de la problemática actual a nivel internacional, nacional, regional y local permitiendo identificar el problema, además de dar a conocer la formulación del problema, la hipótesis, la justificación, los alcances, delimitaciones, limitaciones, objetivos y variables del proyecto de investigación; el capítulo II. Marco teórico: se explica los antecedentes teóricos a nivel internacional, regional y local que existen sobre proyecto de investigación, así mismo se desarrollan las bases teóricas y definición de términos básicos que dan respaldo al estudio; el capítulo III. materiales y métodos: se expone la ubicación política y geográfica, se conocen los materiales y/o instrumentos utilizados para la recolección de datos, se detalla el procedimiento de recopilación, procesamiento, tratamiento, análisis y presentación de resultados con suma finura; el capítulo IV. Análisis y discusión de resultados: en este capítulo se desarrolla la comparación de las velocidades de operación obtenidas por Fitzpatrick y las medidas en el tramo Chota – El Paraíso, en el cual primero compararemos si las velocidades de operación por Fitzpatrick son mayores a las velocidad obtenidas en campo con pistola radar y segundo compararemos si las velocidades de operación por Fitzpatrick difieren en más de 20km/h a las velocidades obtenidas en campo con pistola radar, posteriormente se discutirán los resultados con la base teórica destacando diferencias o similitudes; V. Conclusiones y recomendaciones: se da las respuestas a las interrogantes que existen en los objetivos, los cuales serán obtenidos del análisis y discusión de resultados, además se sugiere recomendaciones para profundizar el conocimiento que en el actual proyecto de investigación desarrollado no se aplicó.

## **CAPÍTULO II**

### **MARCO TEÓRICO**

#### **2.1. Antecedentes teóricos**

##### **2.1.1. A nivel internacional**

Mora (2018), en su tesis titulada “Selección de modelo de predicción de velocidades de operación para carreteras bidireccionales en Colombia” realizado en la Escuela Colombiana de Ingeniería Julio Garavito, identificó que los criterios más comúnmente utilizados para la evaluación de la aplicabilidad de cada uno de los modelos seleccionados están basados en el estudio de diferentes parámetros relacionados con la velocidad de operación, identificada como el percentil 85 de la distribución de velocidades obtenida de vehículos ligeros circulando en condiciones de flujo libre en un tramo de carretera. Entre los principales parámetros se encontró el radio de giro, el grado de curvatura, la longitud de la curva y en algunos modelos el componente vertical del alineamiento como son el K de la curva vertical y los peraltes. Por otro lado, una vez analizados los datos de velocidad tomados en campo se pudo observar que la velocidad promedio y velocidad del percentil 85th a la cuál operan los conductores la vía en estudio es mayor a la velocidad de diseño, generando una alerta a la eventualidad de presencia de accidentes. Finalmente concluye que para la evaluación de un modelo de velocidad de operación que mejor se ajuste a las condiciones de una vía se debe tener en cuenta que la velocidad de operación a lo largo de curvas horizontales no es constante. Otro factor a resaltar es que Colombia presenta una topografía muy diversa, que varía desde terrenos



planos hasta escarpados en una corta longitud, requiriendo así parámetros de diseño específicos para cada uno de estos. Por esta razón, se pudo observar que ninguno de los modelos se ajustaba de manera adecuada la trayectoria y no es recomendable utilizar modelos de predicción de velocidad desarrollados en otros países cuyas características topográficas difieren significativamente de las nuestras.

Delgado et al. (2021), en su investigación titulada “Modelos de velocidad de operación de carreteras rurales en terreno llano en Costa Rica” publicada en la revista científica “Enfoque UTE” se constata estadísticamente, durante el procedimiento experimental, que las mediciones de velocidad se deben hacer en el punto medio de la curva horizontal, ya que en este se presenta la velocidad máxima o mínima según el efecto de la pendiente del terreno.

Nos dice que los seis modelos de predicción de velocidad desarrollados para carreteras rurales de dos carriles denominados vías nacionales en terreno llano son validados con mediciones de velocidad in situ y comparados con modelos de Fitzpatrick et al. (2000) y García et al. (2012). La comparación de las velocidades medidas in situ con las estimadas por los modelos propuestos esta siempre dentro del margen del error de predicción, con lo cual se ratifica su validez.

Termina concluyendo la necesidad de desarrollar modelos propios de predicción de velocidad de operación, al comparar estos modelos con sus equivalentes disponibles en la literatura internacional.

Arias & Remolina (2018), en su tesis titulada “análisis de consistencia del diseño geométrico en una carretera de dos carriles en terreno llano desde km (12+938) vía la fortuna hasta el km (19+473) vía la Lizama en ambos sentidos en el departamento de Santander” realizada en la Universidad Pontificia Bolivariana – Seccional Bucaramanga, donde su objetivo general es comparar la velocidad de operación de vehículos livianos de

las curvas en el tramo de estudio vs dos velocidades, la velocidad de diseño en la norma colombiana y la velocidad de operación por el método de Lamm et al, con el fin de localizar lugares de alta accidentalidad. Concluye que existe mayor dispersión de datos probablemente generado por las pendientes positivas ya que los conductores tienden a acelerar al momento de circular por estas, en cambio por el sentido contrario los vehículos se encuentran con pendientes negativas en terrenos con amplia visibilidad y entre tangenciales grandes, dándoles la sensación de seguridad al momento de conducir, con lo cual aumenta la velocidad. Además, demuestra que al comparar la velocidad de operación con la velocidad de diseño de las curvas horizontales del tramo, se encontró un promedio de diferencia que oscila entre 11 y 16 km/h correspondientes al sentido negativo y positivo respecto a la pendiente, diferencia que en cualquiera de los dos sentidos no está contemplada en los parámetros de diseño geométrico, pues esta manifiesta un límite máximo de 10 km/h. Finalmente concluye que el método de Lamm et al. se acerca mas a las velocidades que llevan los conductores en el punto medio de la curva.

### **2.1.2. A nivel nacional**

Gómez & Quispe (2017), en su investigación titulada “Evaluación de la seguridad vial-nominal de la carretera Enaco-Abra Ccorao de acuerdo a la consistencia del diseño geométrico” en la Universidad Andina del Cusco, logró demostrar la sub hipótesis N° 1 “Las velocidades de operación del percentil 85 estimadas en curvas y tangentes, de la carretera Enaco - Abra Ccorao, fluctuaran en un rango de 30km/h a 80km/h” por cuanto según las fórmulas propuestas por Fitzpatrick para la estimación de velocidades en curvas, relacionando el radio de curvatura y el tipo de pendiente, el 60% se encuentra dentro del rango establecido y el 40% por debajo, de igual forma en cuanto a las ecuaciones propuestas por Lamm para velocidades de operación estimadas en tangentes el 75,86% se encuentra dentro del parámetro determinado y solo el 24,14% se encuentra por debajo.

Cartagena (2022), en su tesis titulada “Comparación de velocidad diseño y velocidad operacional de vehículos, en las curvas horizontales en la carretera Puno-Moquegua” en la Universidad Nacional del Altiplano, observó que las velocidades de operación (V85) es mayor a la velocidad de diseño que es 30 km/h también se deduce que los automóviles ligeros desarrollan velocidades superiores a las velocidades de vehículos pesados para las cuales que ha sido diseñada la carretera , y por consiguiente esta no satisface las expectativas de los usuarios, concluyendo que la velocidad de operación y velocidad de diseño en la carretera Puno – Juliaca, tiene una diferencia significativa estadísticamente entre ambas velocidades, donde la velocidad de operación es mayor a la velocidad de diseño, donde menciona que uno de causas para los accidentes de tránsito es el exceso de velocidad. Finalmente observó la diferencia de la velocidad de operación versus la velocidad de diseño para los vehículos ligeros como los autos, camionetas y combis la diferencia es mayor a 20 km/h por lo tanto se calificó como mala condición.

Turpo (2018), en su tesis titulada “Análisis de velocidad de diseño y operación en la consistencia del diseño geométrico según DG-2018 en carretera Puno –Juliaca, tramo km 1349+000 –km 1353+000” en la Universidad Nacional del Altiplano, concluye que la velocidad de operación y velocidad de diseño en la carretera Puno – Juliaca, en el tramo KM 1349+000 – KM 1353+000, tiene una diferencia significativa estadísticamente entre ambas velocidades, donde la velocidad de operación es mayor a la velocidad de diseño. Así mismo de acuerdo al análisis de percentiles se aprecia que la velocidad de operación en los vehículos ligeros tiene una diferencia hasta 30Km/h, en los buses se tiene una diferencia hasta 20km/h, en camiones hasta una diferencia de 18km/h y en los tráileres la diferencia llega a 12km/h. Además, se verificó que de la Curva N° 14 a la curva N°20 se tiene velocidades de operación de diferencia importante con la velocidad de diseño, con

lo que se concluye que uno de las causas para los accidentes de tránsito es el exceso de velocidad.

### **2.1.3. A nivel local**

Villena (2021), en su tesis titulada “Análisis de la consistencia de la carretera centro poblado Huambocancha alta–centro poblado Porcón Bajo y su relación con la seguridad vial” en la Universidad Nacional de Cajamarca, identificando la variación de la velocidad de operación respecto a la de diseño, además menciona que se presentan grandes reducciones de velocidad cuando existen tramos tangentes de considerable longitud seguidos por curvas.

Chávez (2023), en su tesis titulada “Análisis de la seguridad vial de la carretera del c.p. Guayao –c.p. Machaypungo en función a la consistencia de la geometría Celendín - Cajamarca” en la Universidad Nacional de Cajamarca, evaluó la consistencia de la geometría de la carretera mediante los criterios de Lamm basados en la velocidad de operación, indicando la inconsistencia de la geometría de vía y su impacto adverso en la seguridad vial.

## **2.2. Bases teóricas**

### **2.2.1. Velocidad**

La cantidad que nos indica qué tan rápido se mueve un objeto en cualquier punto de su trayectoria es la velocidad instantánea, normalmente llamada simplemente velocidad. Es la velocidad media entre dos puntos de la trayectoria en el límite en que el tiempo (y, por ende, el desplazamiento) entre ambos puntos se aproxima a cero. (Lings S, De Truman E, 2021)

### **2.2.2. Rapidez**

En el lenguaje cotidiano, la mayoría de la gente utiliza indistintamente los términos rapidez y velocidad. Sin embargo, en física no tienen el mismo significado y son

conceptos distintos. Una diferencia importante es que la rapidez no tiene dirección; es decir, la rapidez es un escalar. Podemos calcular la rapidez media al hallar la distancia total recorrida dividida entre el tiempo transcurrido:

$$\text{Rapidez media} = \frac{\text{Distancia total}}{\text{Tiempo transcurrido}}$$

La rapidez media no es necesariamente la misma que la magnitud de la velocidad media, que se encuentra al dividir la magnitud del desplazamiento total entre el tiempo transcurrido. Por ejemplo, si un viaje comienza y termina en el mismo lugar, el desplazamiento total es cero y, por tanto, la velocidad media es cero. Sin embargo, la rapidez media no es cero, porque la distancia total recorrida es mayor que cero. Si hacemos un viaje por carretera de 300 km y tenemos que llegar a nuestro destino a una hora determinada, entonces nos interesaría conocer nuestra rapidez media. (Lings S, De Truman E, 2021)

### 2.2.3. Aceleración

En la conversación cotidiana, acelerar significa aumentar la rapidez, pisar el pedal del freno disminuye la velocidad del vehículo. Estamos familiarizados con la aceleración de nuestro auto, por ejemplo. Cuanto mayor sea la aceleración, mayor será el cambio de velocidad en un momento determinado. (Lings S, De Truman E, 2021)

#### 2.2.3.1. Aceleración media

La aceleración media es la tasa a la que cambia la velocidad:

$$\bar{a} = \frac{\Delta v}{t} = \frac{v_f - v_o}{t_f - t_o}$$

donde  $\bar{a}$  es la aceleración media,  $v$  es la velocidad y  $t$  es el tiempo. (La barra sobre la  $a$  significa aceleración media).

Dado que la aceleración es la velocidad en metros por segundo dividida entre el tiempo en segundos, las unidades del SI para la aceleración suelen abreviarse como  $m/s^2$ , es decir, metros por segundo al cuadrado o metros por segundo por segundo. Esto significa literalmente cuántos metros por segundo cambia la velocidad cada segundo. Recordemos que la velocidad es un vector, tiene tanto magnitud como dirección, lo que significa que un cambio en la velocidad puede ser un cambio en la magnitud (o rapidez), pero también puede ser un cambio en la dirección. Por ejemplo, si una corredora que se desplaza a 10 km/h hacia el este se detiene lentamente, invierte la dirección y continúa su carrera a 10 km/h hacia el oeste, su velocidad cambia como resultado del cambio de dirección, aunque la magnitud de la velocidad es la misma en ambas direcciones. Por lo tanto, la aceleración se produce cuando la velocidad cambia de magnitud (un aumento o disminución de la rapidez) o de dirección, o ambas cosas. (Lings S, De Truman E, 2021)

### **2.2.3.2. Aceleración como vector**

La aceleración es un vector en la misma dirección que el cambio de velocidad,  $\Delta v$ . Dado que la velocidad es un vector, puede cambiar de magnitud o de dirección, o ambas. La aceleración es, por lo tanto, un cambio de rapidez o de dirección, o ambos. Tenga en cuenta que, aunque la aceleración se produzca en la dirección del cambio de velocidad, no siempre se produce en la dirección del movimiento. Cuando un objeto se ralentiza, su aceleración es opuesta a la dirección de su movimiento. Aunque esto se denomina comúnmente desaceleración, decimos que el tren acelera en una dirección opuesta a su dirección de movimiento. El término desaceleración puede causar confusión en nuestro análisis porque no es un vector y no apunta a una dirección específica con respecto a un sistema de coordenadas, motivo por el cual no lo utilizamos. La aceleración es un vector, por lo que debemos elegir el signo apropiado en nuestro sistema de coordenadas elegido. (Lings S, De Truman E, 2021)

### 2.2.3.3. Aceleración instantánea

La aceleración instantánea  $a$ , o aceleración en un instante específico, se obtiene con el mismo proceso que se mencionó para la velocidad instantánea. Es decir, calculamos la aceleración media entre dos puntos de tiempo separados por  $\Delta t$  y suponemos que se acerca a cero. El resultado es la derivada de la función de velocidad  $v(t)$ , que es la aceleración instantánea y se expresa matemáticamente como:

$$a(t) = \frac{d}{dt} v(t)$$

Así, al igual que la velocidad es la derivada de la función de posición, la aceleración instantánea es la derivada de la función de velocidad. (Lings S, De Truman E, 2021)

### 2.2.4. Fricción

La fricción es una fuerza que se opone al movimiento relativo entre sistemas en contacto. Cuando un cuerpo está en movimiento, tiene resistencia porque el cuerpo interactúa con su entorno. Esta resistencia es una fuerza de fricción. La fricción se opone al movimiento relativo entre sistemas en contacto, pero también nos permite movernos, un concepto que se hace evidente si se intenta caminar sobre el hielo. La fricción es una fuerza común, aunque compleja, y su comportamiento aún no se comprende del todo. Aun así, es posible entender las circunstancias en las que se comporta. Hay varias formas de fricción. Una de las características más sencillas de la fricción por deslizamiento es que es paralela a las superficies de contacto entre los sistemas y siempre está en una dirección que se opone al movimiento o intento de movimiento de los sistemas entre sí. Si dos sistemas están en contacto y se mueven uno respecto al otro, la fricción entre ellos se denomina fricción cinética. Por ejemplo, la fricción frena el deslizamiento de un disco de hockey sobre el hielo. Cuando los objetos están inmóviles, la fricción estática puede

actuar entre ellos; la fricción estática suele ser mayor que la fricción cinética entre dos objetos. (Lings S, De Truman E, 2021)

#### **2.2.4.1. Fricción estática y dinámica**

Si dos sistemas están en contacto y estacionarios uno respecto al otro, la fricción entre ellos se denomina fricción estática. Si dos sistemas están en contacto y se mueven uno respecto al otro, la fricción entre ellos se denomina fricción cinética. (Lings S, De Truman E, 2021)

#### **2.2.5. Fuerza centrípeta**

Un objeto que experimenta un movimiento circular debe estar acelerando porque está cambiando la dirección de su velocidad, esta aceleración dirigida al centro, llamada aceleración centrípeta, está dada por la fórmula:

$$a_c = \frac{v^2}{r}$$

donde  $v$  es la velocidad del objeto, dirigida a lo largo de una línea tangente a la curva en cualquier instante. Si conocemos la velocidad angular, entonces podemos utilizar:

$$a_c = r\omega^2$$

La velocidad angular da la proporción con la que el objeto gira a través de la curva, en unidades de rad/s. Esta aceleración actúa a lo largo del radio de la trayectoria curva, por lo que también se denomina aceleración radial.

La fuerza deberá producir la aceleración. Cualquier fuerza o combinación de fuerzas puede provocar una aceleración centrípeta o radial. Algunos ejemplos son la tensión en la cuerda de un balón atado a un poste (tether ball), la fuerza de la gravedad terrestre en la Luna, la fricción entre los patines y el suelo de una pista de patinaje, la fuerza de una calzada con peralte sobre un auto y las fuerzas en el tubo de una centrífuga que gira.



Cualquier fuerza neta que cause un movimiento circular uniforme se denomina fuerza centrípeta. La dirección de una fuerza centrípeta es hacia el centro de curvatura, igual que la dirección de la aceleración centrípeta. Según la segunda ley del movimiento de Newton, la fuerza neta es la masa por la aceleración:

$F_{neta} = ma$ . Para un movimiento circular uniforme, la aceleración es la aceleración centrípeta:  $a = a_c$ . Por lo tanto, la magnitud de la fuerza centrípeta  $F_c$  es:

$$F_c = ma_c$$

Al sustituir las expresiones para la aceleración centrípeta  $a_c$  ( $a_c = \frac{v^2}{r}$ ;  $a_c = r\omega^2$ ), obtenemos dos expresiones para la fuerza centrípeta  $F_c$  en términos de masa, velocidad, velocidad angular y radio de la curvatura:

$$F_c = m \frac{v^2}{r} ; F_c = mr\omega^2$$

La fuerza centrípeta es siempre perpendicular a la trayectoria y apunta al centro de curvatura, porque es perpendicular a la velocidad y apunta al centro de curvatura. (Lings S, De Truman E, 2021)

### 2.2.6. Fuerza de Coriolis

¿Qué tienen en común el despegue de un avión de reacción, el giro de una esquina en un auto, el paseo en un carrusel y el movimiento circular de un ciclón tropical? Cada uno de ellos presenta fuerzas inerciales, es decir, fuerzas que simplemente parecen surgir del movimiento, porque el marco de referencia del observador acelera o rota. Al despegar en un jet, la mayoría de la gente estará de acuerdo en que se siente como si le empujaran hacia atrás en el asiento mientras el avión acelera por la pista. Sin embargo, un físico diría que usted tiende a permanecer inmóvil mientras el asiento le empuja hacia delante. Una experiencia aún más común ocurre cuando se toma una curva cerrada con el auto, por

ejemplo, hacia la derecha. Tiene la sensación de ser lanzado (es decir, forzado) hacia la izquierda en relación con el auto. De nuevo, un físico diría que usted va en línea recta (recuerde la primera ley de Newton), pero que el auto se desplaza hacia la derecha, no que usted esté experimentando una fuerza desde la izquierda. (Lings S, De Truman E, 2021)

Podemos conciliar estos puntos de vista examinando los marcos de referencia utilizados. Concentrémonos en las personas en un auto. Los pasajeros utilizan instintivamente el auto como marco de referencia, mientras que un físico podría utilizar la Tierra. El físico podría hacer esta elección porque la Tierra es casi un marco de referencia inercial, en el que todas las fuerzas tienen un origen físico identificable. En este marco de referencia, las leyes del movimiento de Newton adoptan la forma dada en Leyes de movimiento de Newton. El auto es un marco de referencia no inercial porque está acelerado hacia un lado. La fuerza hacia la izquierda que perciben los pasajeros de un auto es una fuerza inercial que no tiene origen físico (se debe puramente a la inercia del pasajero, no a ninguna causa física como la tensión, la fricción o la gravitación). El auto, al igual que el conductor, acelera hacia la derecha. Se dice que esta fuerza inercial es una fuerza inercial porque no tiene ningún origen físico, como la gravedad. (Lings S, De Truman E, 2021)

Un físico elige el marco de referencia que sea más conveniente para la situación analizada. El físico no tiene ningún problema en incluir las fuerzas inerciales y la segunda ley de Newton, como es habitual, si eso es más conveniente, por ejemplo, en un carrusel o en un planeta en rotación. Los marcos de referencia no inerciales (acelerados) se utilizan cuando es útil hacerlo. Hay que tener en cuenta diferentes marcos de referencia al hablar del movimiento de un astronauta en una nave espacial que viaja a velocidades cercanas a

la velocidad de la luz, como apreciará en el estudio de la teoría especial de la relatividad. (Lings S, De Truman E, 2021)

Ahora, demos un paseo mental en un carrusel, concretamente en un carrusel de parque infantil que rota rápidamente. Usted toma el carrusel como marco de referencia porque ambos rotan juntos. Al rotar en ese marco de referencia no inercial, se siente una fuerza inercial que tiende a despedirlo hacia afuera; esto se denomina fuerza centrífuga (no confundirla con la fuerza centrípeta). La fuerza centrífuga es un término que se utiliza comúnmente, pero en realidad no existe. Debe agarrarse con fuerza para contrarrestar su inercia (que la gente denomina fuerza centrífuga). En el marco de referencia de la Tierra, no hay ninguna fuerza que intente despedirlo hacia afuera; subrayamos que la fuerza centrífuga es una ficción. Tiene que agarrarse para ir en círculo, porque, de lo contrario, iría en línea recta, justo fuera del carrusel, de acuerdo con la primera ley de Newton. Sin embargo, la fuerza que se ejerce actúa hacia el centro del círculo. (Lings S, De Truman E, 2021)

Este efecto inercial, que lo aleja del centro de rotación si no hay una fuerza centrípeta que provoque un movimiento circular, se aprovecha en las centrífugas. Una centrífuga hace girar una muestra muy rápidamente, como se ha mencionado anteriormente en este capítulo. Visto desde el marco de referencia rotativo, la fuerza inercial lanza las partículas hacia el exterior, lo que acelera su sedimentación. Cuanto mayor sea la velocidad angular, mayor será la fuerza centrífuga. Sin embargo, lo que realmente ocurre es que la inercia de las partículas las lleva a lo largo de una línea tangente al círculo, mientras que el tubo de ensayo es forzado en una trayectoria circular por una fuerza centrípeta. (Lings S, De Truman E, 2021)

Consideremos ahora lo que ocurre si algo se mueve en un marco de referencia rotativo. Por ejemplo, ¿qué ocurre si desliza una pelota directamente desde el centro del

carrusel. La pelota sigue una trayectoria recta con respecto a la Tierra (suponiendo una fricción despreciable) y una trayectoria curvada hacia la derecha en la superficie del carrusel. Una persona situada junto al carrusel ve que la pelota se mueve en línea recta y que el carrusel rota debajo de ella. En el marco de referencia del carrusel, explicamos la aparente curva hacia la derecha mediante una fuerza de inercia, llamada fuerza de Coriolis, que hace que la pelota se curve hacia la derecha. Cualquiera puede utilizar la fuerza de Coriolis en ese marco de referencia para explicar por qué los objetos siguen trayectorias curvas y nos permite aplicar las leyes de Newton en marcos de referencia no inerciales. (Lings S, De Truman E, 2021)

### **2.2.7. La velocidad**

La velocidad es uno de los mas importantes factores que los viajeros consideran al seleccionar entre medios de transporte o entre alternativas de rutas

La velocidad de los vehículos en una vía depende, además de las capacidades de los conductores y de sus vehículos de cuatro condiciones generales: de las características físicas de la carretera y de sus zonas aledañas, del clima, de la presencia de otros vehículos y de las limitaciones a la velocidad. (Jhon Jairo 2002)

#### **2.2.7.1. Velocidad de diseño**

La velocidad de diseño es una velocidad seleccionada para determinar las diversas características de diseño del camino, las cuales deben ser apropiadas para las condiciones ambientales y del terreno, y de acuerdo con la velocidad de diseño seleccionada. (AASHTO 2011)

Es la velocidad escogida para el diseño, entendiéndose que será la máxima que se podrá mantener con seguridad y comodidad, sobre una sección determinada de la

carretera, cuando las circunstancias sean favorables para que prevalezcan las condiciones de diseño. (MTC 2018)

*Tabla 3. Rangos de la Velocidad de Diseño en función a la clasificación de la carretera por demanda y orografía.*

CLASIFICACIÓN	OROGRAFÍA	VELOCIDAD DE DISEÑO DE UN TRAMO HOMOGÉNEO VTR (Km/h)											
		30	40	50	60	70	80	90	100	110	120	130	
AUTOPISTA DE PRIMERA CLASE	PLANO												
	ONDULADO												
	ACCIDENTADO												
	ESCARPADO												
AUTOPISTA DE SEGUNDA CLASE	PLANO												
	ONDULADO												
	ACCIDENTADO												
	ESCARPADO												
CARRETERA DE PRIMERA CLASE	PLANO												
	ONDULADO												
	ACCIDENTADO												
	ESCARPADO												
CARRETERA DE SEGUNDA CLASE	PLANO												
	ONDULADO												
	ACCIDENTADO												
	ESCARPADO												
CARRETERA DE TERCERA CLASE	PLANO												
	ONDULADO												
	ACCIDENTADO												
	ESCARPADO												

*Fuente:* Adaptado de MTC 2018:97

### 2.2.7.2. Velocidad específica

Indica que es necesario dimensionar los elementos geométricos de la carretera, en planta, perfil y sección transversal, en forma tal que pueda ser recorrida con seguridad, a la velocidad máxima asignada a cada uno de dichos elementos geométricos.

La velocidad máxima con que sería abordado cada elemento geométrico, es la Velocidad específica con la que se debe diseñar. (MTC 2018)

### 2.2.7.3. Velocidad de marcha

La velocidad a la que un vehículo en particular se desplaza sobre una sección de camino se conoce como su velocidad de marcha. La velocidad de marcha es la longitud de la sección de camino dividida por el tiempo tardado en recorrerla. (AASHTO 2011)

Es el resultado de dividir la distancia recorrida entre el tiempo durante el cual el vehículo estuvo en movimiento, bajo las condiciones prevalecientes del tránsito, la vía y los dispositivos de control. Es una medida de la calidad del servicio que una vía proporciona a los conductores y varía durante el día, principalmente, por la modificación de los volúmenes de tránsito. (MTC 2018)

*Tabla 4. Velocidades de marcha teóricas en función de la velocidad de diseño (km)*

<b>Velocidad de diseño</b>	<b>30</b>	<b>40</b>	<b>50</b>	<b>60</b>	<b>70</b>	<b>80</b>	<b>90</b>	<b>100</b>	<b>110</b>	<b>120</b>	<b>130</b>
Velocidad media de marcha	27	36	45	54	63	72	81	90	99	108	117
Rangos de velocidad media	25,5 @ 28,5	34 @ 4,75	42,5 @ 47,5	51 @ 57	59,5 @ 66,5	68 @ 76	76,5 @ 85,5	85 @ 95	93,5 @ 104,5	102 @ 114	110,5 @ 123,5

*Fuente:* Adaptado de MTC 2018:100

#### **2.2.7.4. Velocidad de operación**

Velocidad a la cual según lo observado los conductores operan sus vehículos durante condiciones de flujo libre. El 85° percentil de la distribución de velocidades observadas es la medida más frecuentemente usada de la velocidad de operación, asociada con un lugar particular o característica geométrica. (AASHTO 2011)

Es la velocidad máxima a la que pueden circular los vehículos en un determinado tramo de una carretera, en función a la velocidad de diseño, bajo las condiciones prevalecientes del tránsito, estado del pavimento, meteorológicas y grado de relación de ésta con otras vías y con la propiedad adyacente. (MTC 2018)

#### **2.2.7.5. Velocidad del percentil 85**

Es la velocidad por debajo del cual viaja el 85% de los conductores. Se usa frecuentemente para establecer los límites de velocidad.(AASHTO 2011).

El percentil 85 es el más empleado debido a que representa aproximadamente la velocidad considerada segura a la que operan los conductores. (Ana Pérez 2012)

En la parte inferior (ecuaciones de Fitzpatrick), se puede apreciar estimaciones para la determinación de velocidades de operación.

*Tabla 5. Ecuaciones de Fitzpatrick para la estimación de velocidades de operación*

Condiciones de alineamiento	Ecuación
1 Curva horizontal sobre pendiente (-9% < i < -4%)	$V_{85} = 102.10 - \frac{3077.13}{R}$
2 Curva horizontal sobre pendiente (-4% < i < 0%)	$V_{85} = 105.98 - \frac{3709.90}{R}$
3 Curva horizontal sobre pendiente (0% < i < 4%)	$V_{85} = 104.82 - \frac{3574.51}{R}$
4 Curva horizontal sobre pendiente (4% < i < 9%)	$V_{85} = 96.61 - \frac{2752.19}{R}$
5 Curva horizontal combinada con curvas concavas (	$V_{85} = 105.32 - \frac{3438.19}{R}$
6 Curva horizontal combinada con curvas convexas sin limitación de velocidad	(Nota 2)
7 Curva horizontal combinada con curvas convexas con limitación de velocidad ( $K \leq 43$ m / %)	$V_{85} = 103.24 - \frac{3576.51}{R}$ ; (nota 2)
8 Curva vertical concava sobre recta horizontal	V85 se asume como la velocidad deseada
9 Curva vertical convexa con distancia de visibilidad no limitada ( $K > 43$ m / %) sobre recta horizontal	V85 se asume como la velocidad deseada
10 Curva vertical convexa con distancia de visibilidad limitada ( $K \leq 43$ m / %) sobre recta horizontal	$V_{85} = 105.08 - \frac{149.69}{K}$ ; (nota 2)

Fuente: Adaptado de MTC 2018:101

**Notas:**

1) Usa la menor velocidad estimada con las ecuaciones 1 o 2 (para pendientes descendentes) y 3 o 4 (para pendientes ascendentes).

2) Además, comparar con la velocidad estimada con las ecuaciones 1 o 2 (para pendientes descendentes) y 3 o 4 (para pendientes ascendentes) y usar la menor. Esto asegurará que la velocidad estimada a lo largo de curvas combinadas no será mejor que si sólo la curva horizontal está presente. Es decir, la inclusión de una curva convexa con visibilidad limitada resulte en una mayor velocidad.

**V85** : Percentil 85 de velocidad de automóviles (km/h)

**R** : Radio de curva (m)

Las velocidades máximas de operación, en función a la clasificación de la carretera, el tipo de vehículo y las condiciones orográficas.

*Tabla 6. Valores de velocidades máximas de operación*

Clasificación de la carretera	Velocidad máxima de operación (km/h)			
	Vehículos ligeros	Vehículos pesados		
		Buses	Camiones (5)	
Autopista 1ra clase	(1)	130	100	90
	(2)	120	90	80
	(3)	100	80	70
	(4)	90	70	60
Autopista 2da clase	(1)	120	90	80
	(2)	120	90	80
	(3)	100	80	70
	(4)	90	70	60
Carretera 1ra clase	(1)	100	90	80
	(2)	100	80	70
	(3)	90	70	60
	(4)	80	60	50

Fuente: Adaptado de MTC 2018:102

**Notas:**

- 1) Orografía plana (1)
- 2) Orografía ondulada (2)
- 3) Orografía accidentada (3)
- 4) Orografía escarpada (4)
- 5) Para vehículos de transporte de mercancía peligrosa la velocidad máxima de operación es 70 km/h, o la que establezca el Reglamento Nacional de Tránsito, vigente.
- 6) Las autoridades competentes, podrán fijar velocidades de operación inferiores a las indicadas en la tabla, en función a las particularidades de cada vía.



- 7) *Las autoridades competentes, deben señalar la máxima velocidad de operación, principalmente al inicio de cada Tramo Homogéneo.*
- 8) *Según las particularidades de las carreteras de Segunda Clase y Tercera Clase, las autoridades competentes establecerán las velocidades máximas de operación. (MTC 2018)*

#### **2.2.7.6. Velocidad deseada**

La definición mas aceptada de la velocidad deseada es la velocidad de operación a la que circulan los vehículos en condiciones de flujo libre y en tramo recto de la vía de gran longitud, de forma que las alienaciones inicial y final no ejerzan un efecto de control sobre la velocidad. Las condiciones de luminosidad, pavimento, etc. deben ser las adecuadas. (Celis & Duarte 2019)

#### **2.2.8. La velocidad de operación**

La velocidad de operación V85 se define como el percentil 85 de la distribución de velocidades desarrolladas por los conductores en condiciones de flujo libre en un tramo de carretera. La representación de la velocidad de operación a lo largo de una carretera permite identificar problemas locales, así como facilitar los estudios en el tramo.

Esta velocidad no puede ser conocida a priori en la fase de diseño de la carretera, por lo que se han desarrollado diferentes estudios, con relativo éxito, para estimar dicho valor en función de las características geométricas (sí definidas en la fase de estudio). Se han desarrollado expresiones para estimar la velocidad de operación fundamentalmente en rectas y curvas. Existe una gran cantidad de modelos, debido a las grandes diferencias en la velocidad de operación en función de la región geográfica. (Pérez et al. 2011)

### **2.2.5.1. Estimación de la velocidad de operación**

Con el fin de facilitar la evaluación del diseño geométrico de un proyecto de carreteras se han desarrollado distintos modelos que pretenden estimar la velocidad de operación en función de las características geométricas de la carretera. Fundamentalmente, existen modelos para estimar la velocidad en secciones curvas y en rectas, para posteriormente configurar un perfil de velocidad de operación (representación gráfica de la velocidad de operación a lo largo del trazado de una carretera); Sin embargo, el formato del modelo, las variables independientes y los coeficientes de regresión son sustancialmente diferentes de un modelo a otro. Este hecho puede ser el resultado de las diferencias en el comportamiento de los conductores de una región a otra y subraya el hecho de que un único modelo no puede ser universalmente aceptado. (Pérez et al. 2011)

#### **2.2.5.1.1. Modelos Discretos**

Son aplicables a una alineación en particular (una curva circular horizontal, un acuerdo o una recta), y proporcionan un valor de velocidad de operación para dicha alineación. Generalmente el resultado es un valor discreto, aunque algunos modelos discretos pueden proporcionar valores no uniformes. (Pérez et al. 2011)

#### **2.2.5.1.2. Modelos Continuos**

Al contrario que los anteriores, no se aplican en una alineación en particular, sino en un tramo de vía compuesto por diferentes alineaciones concatenadas. Para ello suele hacer uso de modelos discretos, para unirlos según diferentes normas, configurando un perfil de velocidad continuo a lo largo de todo el trazado. De este modo, recibe el nombre de perfil de velocidad de operación la representación gráfica de la estimación de las velocidades de operación a lo largo de cierto trazado. (Pérez et al. 2011)

### **2.2.5.2. Factores limitantes de la velocidad de operación**

Existen muchos estudios con la finalidad de identificar los factores que generan mayor influencia en la velocidad de operación, con la intención de que los modelos de velocidad de operación estimada se ajusten lo más posible a la realidad, entre ellos tenemos:

#### **2.2.5.2.1. Factores externos**

Los factores externos abarcan una gran parte de influencia sobre la velocidad de operación, pero no dependen únicamente del diseño geométrico de la vía por lo cual no se puede tener control sobre ellos.

##### **2.2.5.2.1.1. Vehículo**

El tipo de vehículo es la variable asociada que más suele influir en la velocidad, distinguiendo generalmente entre ligeros, medios y pesados. Sin embargo, esta variable no es la única a considerar, sino que también son importantes la relación peso/potencia, el modelo o la antigüedad del vehículo. Por ejemplo, los conductores con vehículos ligeros, deportivos y nuevos suelen circular a una mayor velocidad y asumir más riesgos. (Ana Pérez 2012)

##### **2.2.5.2.1.2. Factor humano**

El factor humano es el factor desencadenante de la gran mayoría de los accidentes de tránsito, tradicionalmente se estima que el 90% de estos accidentes tiene que ver con las decisiones de los conductores, además de la capacidad de cada individuo. El factor humano engloba desde la formación del conductor hasta la preparación física, estado psicológico pasando por aquellos estados transitorios que afectan a la toma de decisiones como puede ser alcoholemia, estrés, depresión, etc. (Celis & Duarte 2019)

### **2.2.5.2.1.3. Topografía**

En referencia a los demás factores la topografía es uno de los factores que no se llegan a generalizar ya que es mucho más variable.

Una orografía más accidentada implica descensos sensibles en la velocidad de operación. (Ana Pérez 2012)

### **2.2.5.2.1.4. Meteorología**

Se han realizado numerosos estudios sobre el efecto que pueden llegar a tener las precipitaciones sobre en la velocidad de operación, de los cuales analizaremos dos puntos de vista que pueden llegar a perjudicar su desarrollo.

Posiblemente, el estudio más completo acerca de la influencia de la meteorología sobre la velocidad de operación fue desarrollado por Ibrahim y Hall (1.994). Dicho estudio evaluó la influencia de la lluvia y de la nieve con diferentes intensidades, llegando a las siguientes conclusiones:

Lluvia ligera: descenso de unos 2 km/h en la velocidad de operación.

Lluvia fuerte: descenso de entre 5 y 10 km/h.

Nieve ligera: descenso de unos 3 km/h.

Nieve fuerte: descenso entre 38 y 50 km/h. (Ana Pérez 2012)

### **2.2.5.2.1.5. Tráfico**

El tipo de vehículo es la variable asociada que más suele influir en la velocidad, distinguiendo generalmente entre ligeros, medios y pesados. Sin embargo, esta variable no es la única a considerar, sino que también son importantes la relación peso/potencia, el modelo o la antigüedad del vehículo. Por ejemplo, los conductores con vehículos

ligeros, deportivos y nuevos suelen circular a una mayor velocidad y asumir más riesgos.  
(Celis & Duarte 2019)

#### **2.2.5.2.1.6. Iluminación**

En la mayoría de los estudios realizados, se puede observar una ligera disminución de la velocidad de operación en condiciones de baja luminosidad, aunque esta no es estadísticamente significativa en la mayoría de estudios. (Ana Pérez 2012)

#### **2.2.5.2.1.7. Entorno**

Rodea todo lo que el conductor divisa en uno o varios puntos conforme va recorriendo la vía.

El estado de conservación de la superficie de rodadura influye en la velocidad y en la seguridad de circulación de los vehículos, por ejemplo, la existencia de baches puede ocasionar accidentes de tránsito.(Celis & Duarte 2019)

#### **2.2.5.2.2. Factores internos**

Los factores internos guardan estrecha relación con la velocidad de operación ya que se encuentran relacionados con el diseño geométrico de la vía y por lo cual se puede llegar a tener el control.

##### **2.2.5.2.2.1. Clasificación de la vía**

El hecho de que el desplazamiento de un vehículo sea de larga distancia implica que con mayor probabilidad la vía empleada para dicho desplazamiento será de alta capacidad. Lo mismo ocurre en el caso contrario, con desplazamientos menores. Como consecuencia, las velocidades de operación mayores se dan en vías de mayor capacidad.  
(Ana Pérez 2012)

#### 2.2.5.2.2.2. Características geométricas de las curvas horizontales

Las curvas horizontales son los elementos geométricos del trazado que mayor control suponen sobre la velocidad de operación, influyendo no sólo en las propias secciones curvas sino también, en muchos casos, en las secciones rectas adyacentes.

Las características geométricas de las curvas en planta que mayor influencia tienen sobre la velocidad de operación son:

- **Radio (R):** es la variable más influyente sobre la velocidad de operación. Cuando el radio aumenta, la velocidad de operación en la curva tiende a aumentar y lo mismo ocurre en la sección recta siguiente.
- **Grado de curvatura (DC):** esta variable guarda relación directa con el radio, definiéndose bien como el ángulo abarcado por un arco de 100 pies o como el ángulo abarcado por un arco de 100 metros de longitud.
- **Ángulo de deflexión ( $\Delta$ ):** El ángulo de deflexión mide el grado de abertura de una transición curva (formada únicamente por una curva o por combinación de curvas y clotoides).
- **Longitud de la curva (LC):** generalmente los estudios utilizan únicamente la longitud de la curva, sin embargo, cabría también diferenciar entre longitud total de la curva, longitud de la curva circular y longitud de las curvas de transición.
- **Pendiente longitudinal de la curva (iC):** se trata de una variable poco estudiada debido principalmente a que la mayor parte de los estudios se basan únicamente en las características del trazado en planta. (Celis & Duarte 2019)

#### **2.2.5.2.2.3. Características geométricas de las rectas**

Los parámetros locales de las rectas están mucho menos estudiados que en las curvas. En el caso de rectas, como parámetros geométricos únicamente podría enunciarse su longitud ( $LT$ ) y su pendiente ( $iT$ ). (Ana Pérez 2012)

#### **2.2.5.2.2.4. Características geométricas de las curvas verticales**

Existen dos tipos de acuerdos: cóncavos y convexos. La totalidad de los estudios y modelos desarrollados hacen referencia a los acuerdos convexos, ya que en ellos los conductores pueden decelerar en caso de que haya poca visibilidad en el acuerdo.

Es por ello que se diferencia principalmente en dos tipos de acuerdos convexos: de visibilidad limitada y con visibilidad no limitada. Los del primer caso desarrollarán menores velocidades que los del segundo, donde el comportamiento de los conductores tenderá a acercarse, si la pendiente no es excesiva, al del terreno llano.

Fitzpatrick et al. (2000) estudiaron la relación entre el parámetro del acuerdo en acuerdos convexos y la velocidad de operación. Esta variable fue, junto con la longitud del acuerdo, la variable que más correlación presentó de todas las estudiadas con la velocidad de operación.

También se estudió la velocidad de operación en acuerdos cóncavos, sin encontrar relación estadística con ninguna de las variables analizadas. (Ana Pérez 2012)

#### **2.2.5.2.2.5. Señalización**

Estudios realizados muestran como a mayores densidades de señalización la velocidad de operación es menor. (Ana Pérez 2012)

#### **2.2.5.2.2.6. Sección transversal**

El ancho de carriles es la variable más empleada en los modelos discretos. Una mayor anchura provoca que los conductores se sientan más seguros en su conducción, ya que se les permite un mayor margen de maniobra, con lo que las velocidades de operación aumentan.

La influencia de las bermas no es tan grande como la de los carriles, aunque su comportamiento es similar. Un aumento en la anchura de las bermas induce una mayor velocidad de operación (hasta cierto límite), mientras que un estrechamiento de los mismos provoca un descenso de la velocidad. (Celis & Duarte 2019)

#### **2.2.5.2.2.7. Visibilidad frontal**

La visibilidad frontal juega un papel fundamental sobre la velocidad de operación. Tramos con gran distancia de visibilidad presentarán mayores velocidades de operación que tramos similares con menor visibilidad, donde los conductores tienden a reducir la velocidad con el fin de disminuir también la distancia de frenado frente a cualquier obstáculo presente en la carretera. (Ana Pérez 2012)

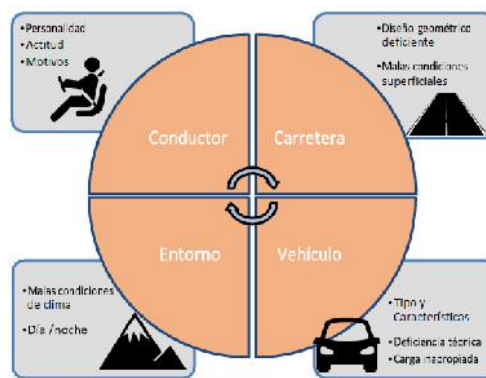
#### **2.2.5.2.2.8. Visibilidad lateral**

La visibilidad lateral juega un papel menos importante sobre la velocidad de operación, y además ha sido menos estudiada que la visibilidad frontal. Sin embargo, en los estudios realizados se ha llegado a la conclusión de que sí afecta a la velocidad de operación. Una menor visibilidad lateral implica una menor velocidad de operación, de acuerdo con los estudios realizados, aunque su efecto es mucho más ligero que el de la visibilidad frontal. (Ana Pérez 2012)



Para medir la visibilidad lateral suelen emplearse criterios cualitativos, tales como la escala de Zegeer, que valora de 1 a 7 la visibilidad del entorno (1: visibilidad lateral total, 7: visibilidad lateral muy impedida).

La velocidad desarrollada por un vehículo es responsabilidad del conductor, que es quien toma la decisión de la velocidad a la que desea transitar, esta decisión esta afectada por tres factores: las condiciones meteorológicas, las características de la vía y el vehículo. (Celis & Duarte 2019)



*Figura 1. Factores que afectan la velocidad*

*Fuente: Tomado de Celis & Duarte 2019:28*

### **2.2.5.3. Modelos para estimar la velocidad de operación**

#### **2.2.5.3.1. En curvas**

Las variables de las que depende la velocidad de operación en las curvas horizontales, el radio y sus derivados (grado de curvatura) son las que mayor significancia estadística presentan. De hecho, en el estudio de las curvas horizontales la mayoría de los modelos suelen contar con la variable radio (o grado de curvatura), ya que con expresiones muy sencillas se consigue un alto grado de correlación.

Se han desarrollado modelos, pero también considerando la influencia de otros condicionantes como pueden ser las características de la pendiente, ancho de calzada.

Tabla 7. Modelos para curvas dependientes del radio o grado de curvatura, considerando otras variables.

Año	Autor (es)	Modelo	Condiciones	R <sup>2</sup>
1987	Lamm y Choueiri	$V_{85} = 103.24 - \frac{3576.51}{R}$	L=3.0 m	0.75
1987	Lamm y Choueiri	$V_{85} = 106.30 - \frac{3595.29}{R}$	L=3.03 m	0.74
1987	Lamm y Choueiri	$V_{85} = 96.46 - \frac{2744.49}{R}$	L=3.6 m	0.82
1994	Islam y Seneviratne	$V_{85} = 95.41 - 1.48 * G - 0.012 * G^2$	Comienzo	0.99
1994	Islam y Seneviratne	$V_{85} = 103.30 - 2.41 * G - 0.029 * G^2$	Punto medio	0.98
1994	Islam y Seneviratne	$V_{85} = 96.11 - 1.07 * G$	Final	0.98
1996	Fitzpatrick et al.	$V_{85} = 102.10 - \frac{3077.13}{R}$	-9% ≤ i < -4%	0.58
1996	Fitzpatrick et al.	$V_{85} = 105.98 - \frac{3709.90}{R}$	-4% ≤ i < 0%	0.76
1996	Fitzpatrick et al.	$V_{85} = 104.82 - \frac{3574.51}{R}$	0% ≤ i < 4%	0.76
1996	Fitzpatrick et al.	$V_{85} = 96.61 - \frac{2752.19}{R}$	4% ≤ i < 9%	0.53
1996	Fitzpatrick et al.	$V_{85} = 105.32 - \frac{3438.19}{R}$	Acuerdo concavo	0.92
1996	Fitzpatrick et al.	$V_{85} = 103.24 - \frac{3576.51}{R}$	Acuerdo concavo	0.74
2000	Fitzpatrick et al.	$V_{85} = 106.30 + \frac{3595.29}{R}$	0% ≤ i < 4%	0.92
2000	Fitzpatrick et al.	$V_{85} = 96.46 - \frac{2744.49}{R}$	4% ≤ i < 9%	0.56
2000	Fitzpatrick et al.	$V_{85} = 100.87 - \frac{2720.78}{R}$	-9% ≤ i < 0%	0.59
2000	Fitzpatrick et al.	$V_{85} = 101.90 - \frac{3283.01}{R}$	Acuerdo convexo	0.78
2010	Castro et al.	$V_{85} = 35.43 - 0.219 * R$	-9% ≤ i < -4%	0.72
2010	Castro et al.	$V_{85} = 3718 - 0.1 * R + 0.04 * R_{n-1}$	4% ≤ i < 9%	0.55
2010	Castro et al.	$V_{85} = 102.70 - \frac{730.39}{R} + 1498.90/L_c$	Acuerdo concavo	0.84
2010	Castro et al.	$V_{85} = 93.79 - \frac{867.61}{R} + 935.62/L_c$	Acuerdo convexo	0.66

Fuente: Adaptado de Pérez et al. 2011:20

Donde:

R: radio (m)

G: grado de curvatura (° por 100 pies de arco)

L: ancho de carril

i: pendiente

LC: longitud de la curva (m)

Rn-1: radio de la curva anterior (m). (Pérez et al. 2011)

#### **2.2.5.3.2. En rectas**

La estimación de la velocidad de operación en rectas es más compleja y menos precisa que en curvas debido, fundamentalmente, a que no hay una aceleración lateral que compensar, y por tanto, el riesgo de salirse de la vía no entra dentro de la elección de la velocidad por parte de los conductores, esto hace que esta elección de la velocidad se base en otros criterios, como puede ser la sección transversal, el entorno de la vía, el tráfico existente, o la geometría general del tramo (longitud de la recta, o curvatura del tramo, por citar algunos ejemplos). (Pérez et al. 2011)

Por todo ello, los modelos de velocidad para rectas presentan mucha menor correlación que los modelos de curvas, debido a la falta de variables geométricas concretas en las que centrarse. (Ana Pérez 2012)

En el estudio de las velocidades de operación en rectas se pueden distinguir dos tipos de rectas:

- **Rectas independientes:** son rectas con una longitud suficiente para que los conductores puedan alcanzar su velocidad deseada, es decir, en estas rectas los factores que afectan a la elección de la velocidad no son específicamente geométricos, sino que pueden ser variables como la sección transversal, el entorno de la vía y el tráfico. La dispersión en estos casos es máxima y los modelos obtenidos por diversas investigaciones son mucho menos concluyentes y con unos coeficientes de determinación menos precisos. (Celis & Duarte 2019)

- **Rectas no independientes:** son de menor longitud, de tal forma que los conductores no llegan a desarrollar su velocidad deseada por estar coartados por el carácter geométrico general de la vía o, al menos, por las alineaciones anterior y/o siguiente. En estos casos la dispersión de las velocidades es menor, existiendo algunos modelos de estimación de la velocidad que consideran algunas variables geométricas, como la longitud o los radios de las curvas adyacentes. (Ana Pérez 2012)

Para la estimación de la velocidad de operación en rectas, especialmente en las independientes, existen ciertos modelos de velocidad de operación cuyo único resultado es un valor estático para cualquier recta. Por ello, la velocidad finalmente alcanzada es totalmente independiente de las condiciones de la recta, incluso de las condiciones del tramo que la comprende o de las condiciones de contorno de la misma, pero sirve como base para el desarrollo de modelos de perfiles de velocidad de operación.

Los modelos estáticos más conocidos son:

Modelos de Ottesen y Krammes (2000):  $V_T = 97,90 \text{ km/h}$

Modelos de Fitzpatrick y Collins (2000):  $V_T = 100 \text{ km/h}$

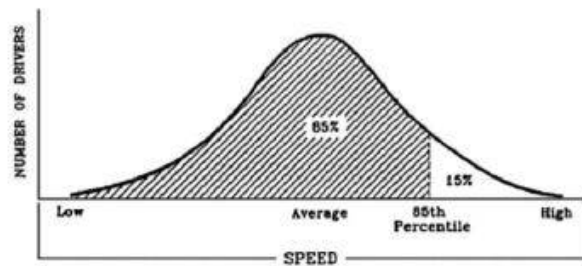
Modelo de Easa (2003):  $V_T = 94.10 \text{ km/h}$ .(Pérez et al. 2011)

#### **2.2.5.4. Importancia de la velocidad de operación**

La velocidad de operación tiene una gran influencia en la elección de la velocidad de diseño al punto de decir que debe ser coherente a ella, en otras palabras, la elección de la velocidad de diseño depende de la velocidad de operación del percentil 85.(AASHTO 2011)

El concepto de la velocidad del percentil 85 se basa en la hipótesis de que la gran mayoría de los conductores son razonables y prudentes al manejar y que no quieren tener

un accidente, además que desean llegar a su destino en el menor tiempo posible. La estadística ha demostrado que, al realizar una muestra aleatoria del tránsito en un punto, se producirá una distribución de probabilidad normal (distribución de Gauss). (Chiquitó 2014)



*Figura 2. Velocidad del percentil 85 para una distribución normal*

*Fuente:* Tomado de Fitzpatrick et al. 1996:7

Fitzpatrick, et al. (2002), realizaron un estudio de velocidades en áreas urbanas y suburbanas, diferenciadas por su funcionalidad (arterial, colector, local), del estudio se extrae la figura 2, donde puede observarse que existe un fuerte cambio de la pendiente de la frecuencia arriba del 85% y debajo del 15%, la explicación a esto es que los conductores que están por debajo del 15% de las observaciones realizadas, viajan demasiado lento y los que están arriba del 85% viajan demasiado rápido superando la velocidad, razonablemente, segura, es por esto que en muchos países se utiliza la velocidad del percentil 85 para determinar la velocidad máxima segura y los conductores que la superen son multados. (Chiquitó 2014)

Entonces los conductores cometen menos errores cuando la geometría del alineamiento se ajustaba a sus expectativas y, para demostrarlo presentaron un conjunto de ecuaciones para predecir la velocidad en función de la geometría del camino, estas ecuaciones están clasificadas por la pendiente longitudinal la cual va desde -9% a 9% y por los distintos elementos que forman el alineamiento como: curva horizontal, curva

vertical y tangente, con estos modelos se puede construir un perfil de velocidades a lo largo del alineamiento, el cual nos ayuda a comparar la velocidad de diseño con la velocidad de operación. (Kay Fitzpatrick et al. 2000)

### 2.2.6. Fotogrametría con VANT (Vehículo Aéreo no Tripulado)

Actualmente, los vehículos aéreos no tripulados (UAV por su sigla en inglés) son una de las herramientas tecnológicas de mayor investigación y aplicación en áreas como la fotogrametría aérea y de percepción remota, presentándose como una importante alternativa para la captura de imágenes de alta resolución espacial y temporal. Sin embargo, las características de vuelo, de las imágenes y de los sensores utilizados en los UAV generan grandes desafíos en el procesamiento tradicional para la generación de productos cartográficos como modelos digitales de elevación y ortomosaicos, por lo que se requiere de la identificación de nuevas estrategias de procesamiento. (Escalante Torrado et al. 2016)

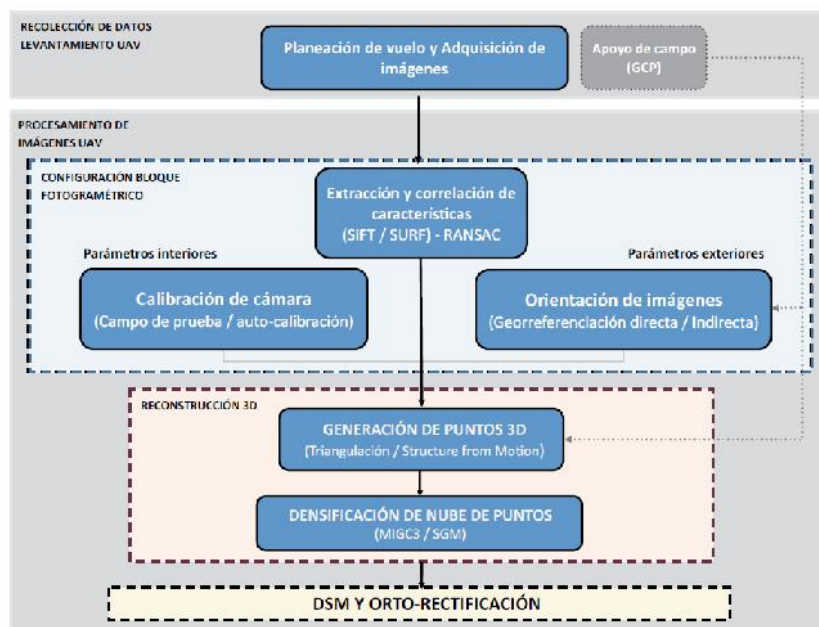


Figura 3. Levantamiento fotogramétrico

Fuente: Tomado Escalante Torrado et al. 2016:126)

### 2.2.7. Características del tránsito

### 2.2.7.1. Vehículos ligeros

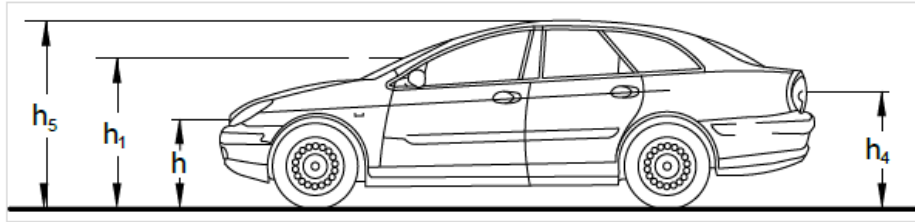
La longitud y el ancho de los vehículos ligeros no condicionan el proyecto, salvo que se trate de una vía por la que no circulan camiones, situación poco probable en el proyecto de carreteras. A modo de referencia, se citan las dimensiones representativas de vehículos de origen norteamericano, en general mayores que las del resto de los fabricantes de automóviles:

- Ancho: 2,10 m.
- Largo: 5,80 m.

Para el cálculo de distancias de visibilidad de parada y de adelantamiento, se requiere definir diversas alturas, asociadas a los vehículos ligeros, que cubran las situaciones más favorables en cuanto a visibilidad.

- h: altura de los faros delanteros: 0,60 m.
- h1: altura de los ojos del conductor: 1,07 m.
- h2: altura de un obstáculo fijo en la carretera: 0,15 m.
- h4: altura de las luces traseras de un automóvil o menor altura perceptible de carrocería: 0,45 m.
- h5: altura del techo de un automóvil: 1,30 m

El vehículo ligero es el que más velocidad desarrolla y la altura del ojo de piloto es más baja, por tanto, estas características definirán las distancias de visibilidad de sobrepaso, parada, zona de seguridad en relación con la visibilidad en los cruces, altura mínima de barreras de seguridad y antideslumbrantes, dimensiones mínimas de plazas de aparcamiento en zonas de estacionamiento, miradores o áreas de descanso. (MTC 2018)



*Figura 4. Vehículo ligero*

*Fuente: Tomado de MTC 2018:25*

### **2.2.7.2. Vehículos pesados**

Las dimensiones máximas de los vehículos a emplear en la definición geométrica son las establecidas en el Reglamento Nacional de Vehículos vigente.

El vehículo pesado tiene las características de sección y altura para determinar la sección de los carriles, radios y sobreechamientos en curvas horizontales, alturas libres mínimas permisibles, necesidad de carriles adicionales, longitudes de incorporación, longitudes y proporción de aparcamientos para vehículos pesados en zonas de estacionamiento, miraderos o áreas de descanso.

- h: altura de los faros delanteros: 0,60 m.
- h3: altura de ojos de un conductor de camión o bus, necesaria para la verificación de visibilidad en curvas verticales cóncavas bajo estructuras: 2,50 m.
- h4: altura de las luces traseras de un automóvil o menor altura perceptible de carrocería: 0,45 m.
- h6: altura del techo del vehículo pesado: 4,10 m.(MTC 2018)



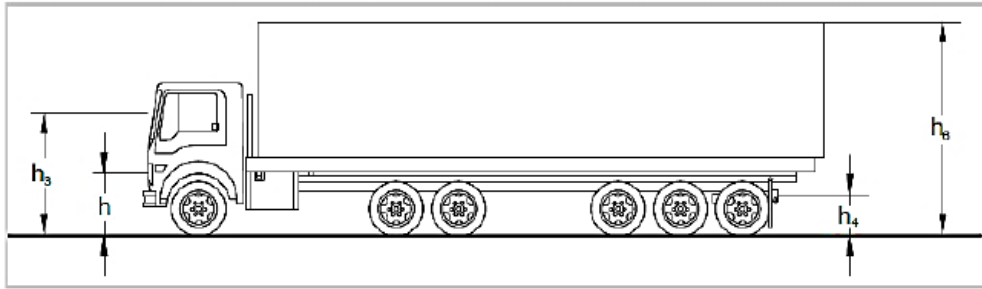


Figura 5. Vehículo pesado

Fuente: Tomado de MTC 2018:25

Tabla 8. Vehículos de tipo M utilizados para el dimensionamiento de carreteras

Tipo de vehículo	Alto		Vuelo		Ancho Largo		Vuelo		Separación		Vuelo		Radio mín. rueda
	total	Total lateral	total	lateral	total	delantero	ejes	trasero	ejes	trasero 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	7,75	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	1,00				

Fuente: Adaptado de MTC 2018:27

### 2.2.7.3. Índice medio diario anual (IMDA)

Representa el promedio aritmético de los volúmenes diarios para todos los días del año, previsible o existente en una sección dada de la vía.

Los valores de IMDA para tramos específicos de carretera, proporcionan al proyectista, la información necesaria para determinar las características de diseño de la carretera, su clasificación y desarrollar los programas de mejoras mantenimiento. Los valores vehículo/día son importantes para evaluar los programas de seguridad y medir el servicio proporcionado por el transporte en carretera.

La carretera se diseña para un volumen de tránsito, que se determina como demanda diaria promedio a servir hasta el final del período de diseño, calculado como el número de vehículos promedio, que utilizan la vía por día actualmente y que se incrementa con una tasa de crecimiento anual. Estos volúmenes pueden ser obtenidos en forma manual o con sistemas tecnológicos.

El IMDA (Índice Medio Diario Anual), también conocida por sus siglas en inglés AADT (Average Annual Daily Traffic), se utiliza fundamentalmente para el planeamiento: proyección de vías, programas de acondicionamiento de pavimento, determinación de tendencias en el uso de las vías, determinación de características geométricas de carácter general, proyectos de señalización e iluminación, estudios medioambientales, estudios de impacto acústico, entre otros. (MTC 2018)

## **2.2.8. Diseño geométrico de la vía**

### **2.2.8.1. Clasificación de las carreteras**

#### **2.2.8.1.1. Por demanda**

##### **2.2.8.1.1.1. Autopistas de Primera Clase**

Son carreteras con 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, con control total de accesos (ingresos y salidas) que proporcionan flujos vehiculares continuos, sin cruces o pasos a nivel y con puentes peatonales en zonas urbanas. La superficie de rodadura de estas carreteras debe ser pavimentada. (MTC 2018)

##### **2.2.8.1.1.2. Autopistas de Segunda Clase**

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, con control parcial de accesos (ingresos y salidas) que proporcionan flujos vehiculares continuos; pueden tener cruces o pasos vehiculares a nivel y puentes peatonales en zonas urbanas. La superficie de rodadura de estas carreteras debe ser pavimentada.(MTC 2018)

#### **2.2.8.1.1.3. Carreteras de Primera Clase**

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 y en zonas urbanas es recomendable que se cuente con puentes peatonales o en su defecto con dispositivos de seguridad vial, que permitan velocidades de operación, con mayor seguridad. La superficie de rodadura de estas carreteras debe ser pavimentada.(MTC 2018)

#### **2.2.8.1.1.4. Carreteras de Segunda Clase**

Son carreteras con IMDA entre 2000 y 4000 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 velocidades de operación, con mayor seguridad. La superficie de rodadura de estas carreteras debe ser pavimentada.(MTC 2018)

#### **2.2.8.1.1.5. Carreteras de Tercera Clase**

Son carreteras con 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.

Estas carreteras pueden funcionar con soluciones denominadas básicas o económicas, consistentes en la aplicación de estabilizadores de suelos, emulsiones asfálticas y/o micro pavimentos; o en afirmado, en la superficie de rodadura. En caso de ser pavimentadas deberán cumplirse con las condiciones geométricas estipuladas para las carreteras de segunda clase. (MTC 2018)

#### **2.2.8.1.1.6. Trochas Carrozables**

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)

#### **2.2.8.1.2. Por orografía**

##### **2.2.8.1.2.1. Terreno plano (tipo 1)**

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. (MTC 2018)

##### **2.2.8.1.2.2. Terreno ondulado (tipo 2)**

Tiene pendientes transversales al eje de la vía entre 11% y 50% y sus pendientes longitudinales se encuentran entre 3% y 6 %, demandando un moderado movimiento de tierras, lo que permite alineamientos rectos, alternados con curvas de radios amplios, sin mayores dificultades en el trazo. (MTC 2018)

#### **2.2.8.1.2.3. Terreno accidentado (tipo 3)**

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. (MTC 2018)

#### **2.2.8.1.2.4. Terreno escarpado (tipo 4)**

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)

### **2.2.8.2. Distancia de visibilidad**

Es la longitud continua hacia adelante de la carretera, que es visible al conductor del vehículo para poder ejecutar con seguridad las diversas maniobras a que se vea obligado que decida efectuar. (MTC 2018)

#### **2.2.8.2.1. Distancia de visibilidad de parada**

Es la mínima requerida para que se detenga un vehículo que viaja a la velocidad de diseño, antes de que alcance un objetivo inmóvil que se encuentra en su trayectoria. (MTC 2018)

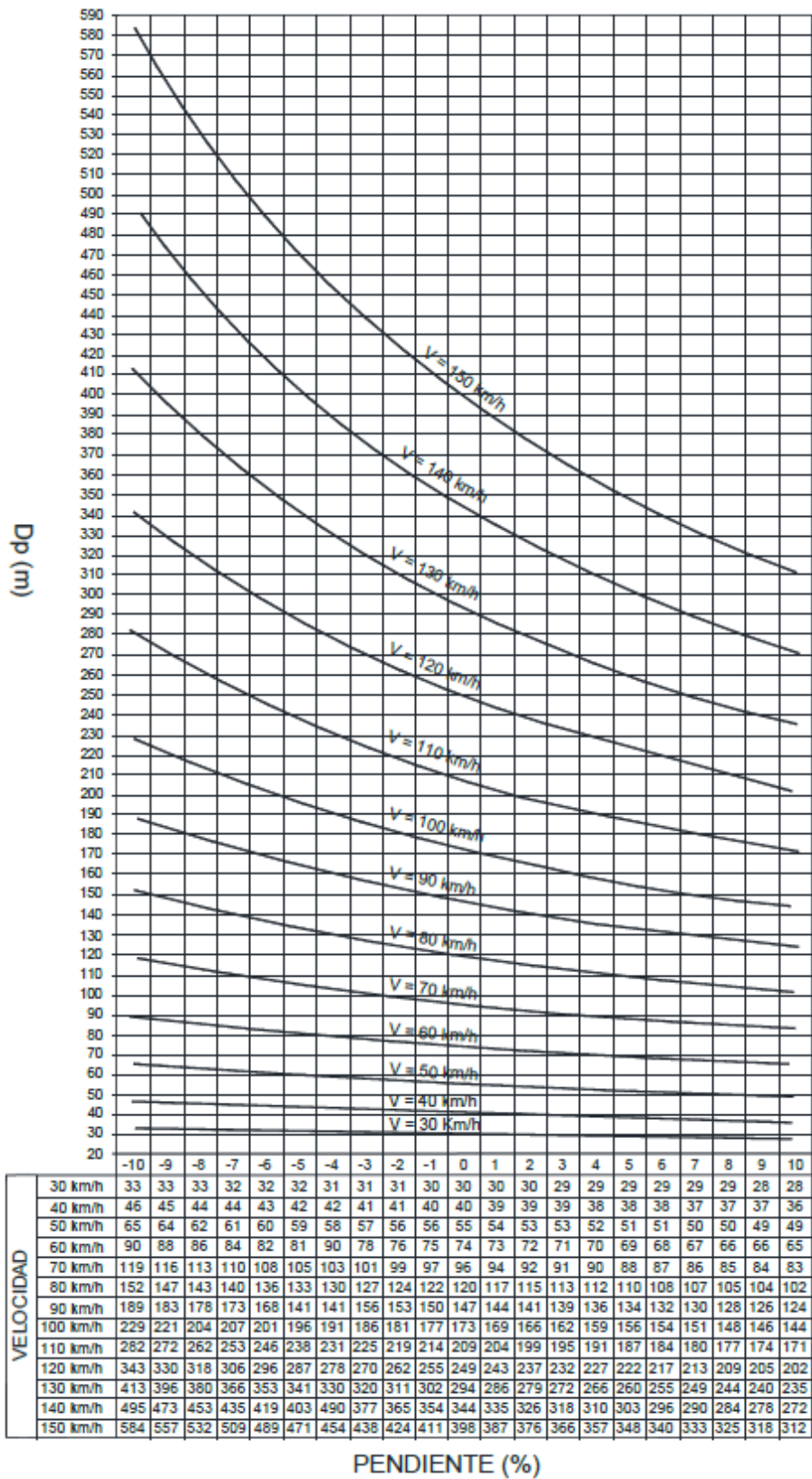


Figura 6. Distancia de visibilidad de parada

Fuente: Adaptado de MTC 2018:106

### 2.2.8.2.2. Distancia de visibilidad de paso o adelantamiento

Es la mínima que debe estar disponible, a fin de facultar al conductor del vehículo a sobrepasar a otro que viaja a una velocidad menor, con comodidad y seguridad, sin causar alteración en la velocidad de un tercer vehículo que viaja en sentido contrario y que se hace visible cuando se ha iniciado la maniobra de sobrepaso. (MTC 2018)

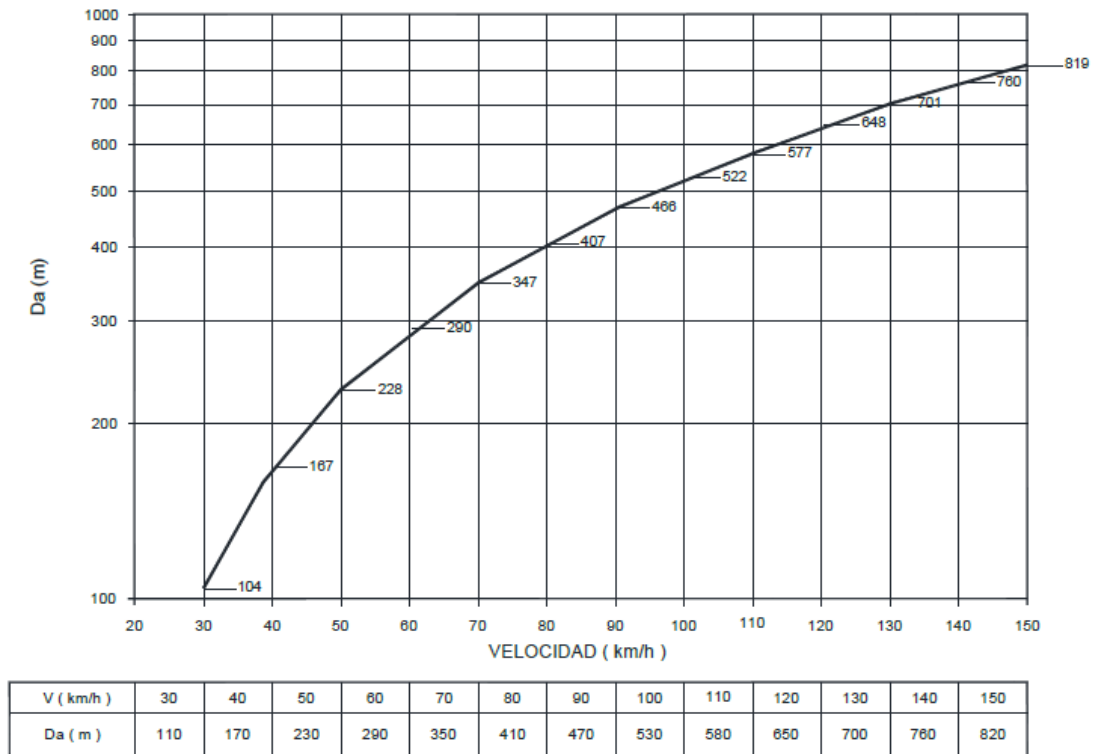


Figura 7. Distancia de visibilidad de paso o adelantamiento

Fuente: Adaptado de MTC 2018:111

### 2.2.8.3. Tramos en tangente

Las longitudes mínimas admisibles y máximas deseables de los tramos en tangente, en función a la velocidad de diseño, serán las indicadas en la tabla.

Donde:

- **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 Max:** Longitud máxima deseable (m).

- **V:** Velocidad de diseño (km/h)

Las longitudes de tramos en tangente presentada en la Tabla anterior, están calculadas con las siguientes fórmulas:

$$L_{min S} : 1,39V$$

$$L_{min O} : 2,78V$$

$$L_{max} : 16,70V. \text{ (MTC 2018)}$$

*Tabla 9. Longitudes de tramos en tangente*

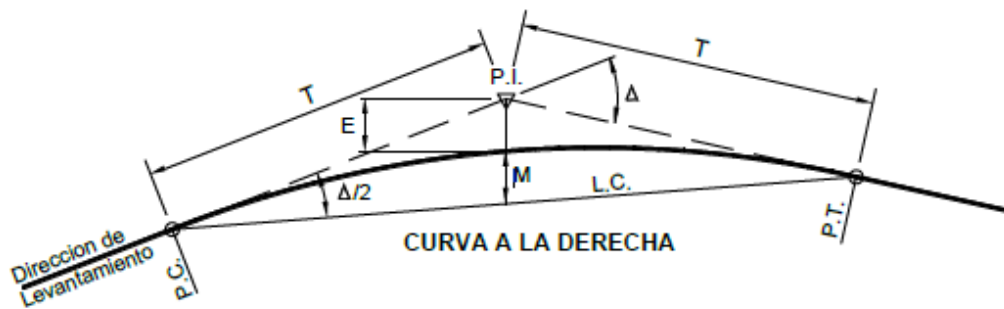
<b>V (Km/h)</b>	<b>L mín.s (m)</b>	<b>L mín.s (m)</b>	<b>L máx. (m)</b>
30	42	84	500
40	56	111	668
50	69	139	835
60	83	167	1002
70	97	194	1169
80	111	222	1336
90	125	250	1503
100	139	278	1670
110	153	306	1837
120	167	333	2004
130	180	362	2171

*Fuente:* Adaptado de MTC 2018:127

#### **2.2.8.4. Curvas Circulares**

Las curvas horizontales circulares simples son arcos de circunferencia de un solo radio que unen dos tangentes consecutivas, conformando la proyección horizontal de las curvas reales o espaciales. (MTC 2018)





- |  |  |
|--|--|
| P.C. = Punto de Inicio de la Curva                       |  |
| P.I. = Punto de Intersección                             |  |
| P.T. = Punto de Tangencia                                |  |
| E = Distancia a Externa (m.)                             | $T = R \tan \frac{\Delta}{2}$                    |
| M = Distancia de la Ordenada Media (m.)                  | $L.C. = 2 R \operatorname{sen} \frac{\Delta}{2}$ |
| R = Longitud del Radio de la Curva (m.)                  | $L = 2\pi R \frac{\Delta}{360}$                  |
| T = Longitud de la Subtangente (P.C. a P.I. a P.T.) (m.) | $M = R[1 - \cos(\Delta/2)]$                      |
| L = Longitud de la Curva (m.)                            | $E = R[\sec(\Delta/2) - 1]$                      |
| L.C. = Longitud de la Cuerda (m.)                        |  |
| Δ = Angulo de Deflexión                                  |  |

Figura 8. Elementos y nomenclatura de la curva horizontal

Fuente: Tomado de MTC 2018:128

### 2.2.8.5. Radios mínimos

Los radios mínimos de curvatura horizontal son los menores radios que pueden recorrerse con la velocidad de diseño y la tasa máxima de peralte, en condiciones aceptables de seguridad y comodidad, para cuyo cálculo puede utilizarse la siguiente fórmula:

Donde:

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

**R<sub>mín</sub>**: radio mínimo

**V**: velocidad de diseño

**P<sub>máx</sub>**: peralte máximo asociado a V (en tanto por uno).

**f<sub>máx</sub>**: coeficiente de fricción transversal máximo asociado a V. (MTC 2018)

Tabla 10. *Radios mínimos y peraltes máximos para diseño de carreteras*

Ubicación de la vía	Velocidad de diseño	P máx. (%)	f máx.	Radio calculado (m)	Radio redondeado (m)
Área urbana	30	4	0,17	33,70	35
	40	4	0,17	60,00	60
	50	4	0,16	98,40	100
	60	4	0,15	149,20	150
	70	4	0,14	214,30	215
	80	4	0,14	280,00	280
	90	4	0,13	375,20	375
	100	4	0,12	835,20	495
	110	4	0,11	1108,90	635
	120	4	0,19	872,20	875
	130	4	0,08	1108,90	1110
Área rural (con peligro de hielo)	30	6	0,17	30,80	30
	40	6	0,17	54,80	55
	50	6	0,16	89,50	90
	60	6	0,15	135,00	135
	70	6	0,14	192,90	195
	80	6	0,14	252,90	255
	90	6	0,13	437,40	335
	100	6	0,12	560,40	440
	110	6	0,11	755,90	560
	120	6	0,09	950,50	755
	130	6	0,08	1187,2	950
Área rural (plano u ondulada)	30	8	0,17	28,30	30
	40	8	0,17	50,40	55
	50	8	0,16	82,00	90
	60	8	0,15	123,20	135
	70	8	0,14	175,40	195
	80	8	0,14	229,10	255
	90	8	0,13	303,70	335
	100	8	0,12	393,70	440
	110	8	0,11	501,50	560
	120	8	0,09	667,00	755
	130	8	0,08	831,70	950
Área rural (accidentada o escarpada)	30	12	0,17	24,40	25
	40	12	0,17	43,40	45
	50	12	0,16	70,30	70
	60	12	0,15	105,00	105
	70	12	0,14	148,40	150
	80	12	0,14	193,80	195
	90	12	0,13	255,10	255
	100	12	0,12	328,10	330
	110	12	0,11	414,20	415
	120	12	0,09	539,90	540
	130	12	0,08	665,40	665

Fuente: Tomado de MTC 2018:129

### 2.2.8.6. Sobreancho

Es el ancho adicional de la superficie de rodadura de la vía, en los tramos en curva para compensar el mayor espacio requerido por los vehículos. La necesidad de proporcionar sobreancho en una calzada, se debe a la extensión de la trayectoria de los vehículos y a la mayor dificultad en mantener el vehículo dentro del carril en tramos curvos. En curvas de radio pequeño y mediano, según sea el tipo de vehículos que circulan habitualmente por la carretera, ésta debe tener un sobreancho con el objeto de asegurar espacios libres adecuados (holguras), entre vehículos que se cruzan en calzadas bidireccionales o que se adelantan en calzadas unidireccionales, y entre los vehículos y los bordes de las calzadas. El sobreancho requerido equivale al aumento del espacio ocupado transversalmente por los vehículos al describir las curvas más las holguras teóricas adoptadas (valores medios).

El sobreancho no podrá darse a costa de una disminución del ancho de la berma y variará en función al tipo de vehículo, del radio de la curva y de la velocidad de diseño y se calculará con la siguiente fórmula:

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

Dónde:

Sa: sobreancho (m)

n: número de carriles

RC: radio de curvatura circular (m)

L: distancia entre eje posterior y parte frontal (m)

V: velocidad de diseño (km/h)

La consideración del sobreancho, tanto durante la etapa de proyecto como la de construcción, exige un incremento en el costo y trabajo, compensado solamente por la

eficacia de ese aumento en el ancho de la calzada. Por tanto, los valores muy pequeños de sobreancho no deben considerarse. Se considera apropiado un valor mínimo de 0,40 m de sobreancho para justificar su adopción. (MTC 2018)

#### **2.2.8.7. Pendiente mínima**

Es conveniente proveer una pendiente mínima del orden de 0,50%, a fin de asegurar en todo punto de la calzada un drenaje de las aguas superficiales. Se pueden presentar los siguientes casos particulares:

- Si la calzada posee un bombeo de 2% y no existen bermas y/o cunetas, se podrá adoptar excepcionalmente sectores con pendientes de hasta 0,20%.
- Si el bombeo es de 2,50% excepcionalmente podrá adoptarse pendientes iguales a cero.
- Si existen bermas, la pendiente mínima deseable será de 0,50% y la mínima excepcional de 0,35%.
- En zonas de transición de peralte, en que la pendiente transversal se anula, la pendiente mínima deberá ser de 0,50%. (MTC 2018)

#### **2.2.8.8. Pendiente máxima**

Es conveniente considerar las pendientes máximas que están indicadas en la Tabla 11, no obstante, se pueden presentar los siguientes casos particulares:

- En zonas de altitud superior a los 3000 msnm, los valores máximos de la Tabla 1, se reducirán en 1% para terrenos accidentados o escarpados.
- En autopistas, las pendientes de bajada podrán superar hasta en un 2% los máximos establecidos en la tabla 10. (MTC 2018)

Tabla 11. Pendientes máximas (%)

<b>Demanda</b>	<b>Autopistas</b>								<b>Carretera</b>				<b>Carretera</b>				<b>Carretera</b>								
<b>Vehículos/ día</b>	<b>&gt; 6.000</b>				<b>6.000 - 4001</b>				<b>4.000- 2.001</b>				<b>2.000- 400</b>				<b>&lt; 400</b>								
<b>Características</b>	<b>Primera clase</b>				<b>Segunda clase</b>				<b>Primera clase</b>				<b>Segunda clase</b>				<b>Tercera clase</b>								
<b>Tipo de orografía</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>					
<b>Velocidad de diseño:</b>																									
30 km/h																			10,00	10,00					
40 km/h																			9,00	8,00	9,00	10,00			
50 km/h																			7,00	7,00	8,00	9,00	8,00	8,00	8,00
60 km/h					6,00	6,00	7,00	7,00	6,00	6,00	7,00	7,00	6,00	7,00	8,00	9,00	8,00	8,00							
70 km/h					5,00	5,00	6,00	6,00	6,00	7,00	6,00	6,00	7,00	7,00	6,00	6,00	7,00	7,00	7,00	7,00					
80 km/h	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	6,00	6,00	6,00	6,00	6,00	6,00	6,00	6,00	6,00	7,00	7,00	7,00	7,00						
90 km/h	4,50	4,50	5,00		5,00	5,00	6,00		5,00	5,00			6,00			6,00	6,00	6,00							
100 km/h	4,50	4,50	4,50		5,00	5,00	6,00		5,00				6,00												
110 km/h	4,00	4,00			4,00																				
120 km/h	4,00	4,00			4,00																				
130 km/h	3,50																								

Fuente: Adaptado de MTC 2018:171

### **2.2.8.9. Pendiente máxima excepcional**

Excepcionalmente, el valor de la pendiente máxima podrá incrementarse hasta en 1%, para todos los casos. Deberá justificarse técnica y económicamente la necesidad de dicho incremento.

Para carreteras de tercera clase deberán tenerse en cuenta además las siguientes consideraciones:

En el caso de ascenso continuo y cuando la pendiente sea mayor del 5%, se proyectará, más o menos cada tres kilómetros, un tramo de descanso de una longitud no menor de 500 m con pendiente no mayor de 2%. La frecuencia y la ubicación de dichos tramos de descanso, contará con la correspondiente evaluación técnica y económica.

En general, cuando se empleen pendientes mayores a 10%, los tramos con tales pendientes no excederán de 180 m.

La máxima pendiente promedio en tramos de longitud mayor a 2000 m, no debe superar el 6%.

En curvas con radios menores a 50 m de longitud debe evitarse pendientes mayores a 8%, para evitar que las pendientes del lado interior de la curva se incrementen significativamente. (MTC 2018)

### **2.2.8.10. Curvas verticales**

Las curvas verticales parabólicas, son definidas por su parámetro de curvatura  $K$ , que equivale a la longitud de la curva en el plano horizontal, en metros, para cada 1% de variación en la pendiente, así:

$$K = L/A$$

Dónde:

K: Parámetro de curvatura

L: Longitud de la curva vertical

A: Valor Absoluto de la diferencia algebraica de las pendientes. (MTC 2018)

### 2.2.8.10.1. Tipos de curvas verticales

Las curvas verticales se pueden clasificar por su forma como curvas verticales convexas y cóncavas y de acuerdo con la proporción entre sus ramas que las forman como simétricas y asimétricas.

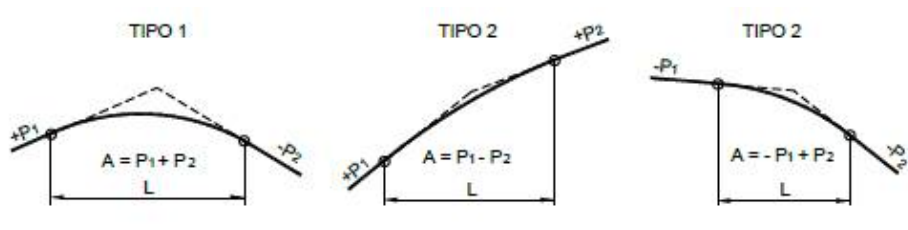


Figura 9. Curvas verticales convexas

Fuente: Tomado de MTC 2018:175)

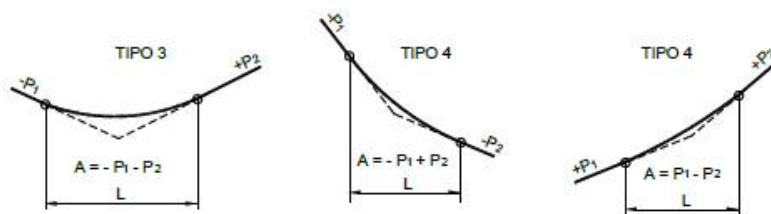


Figura 10. Curvas verticales cóncavas

Fuente: Tomado de MTC 2018:175)

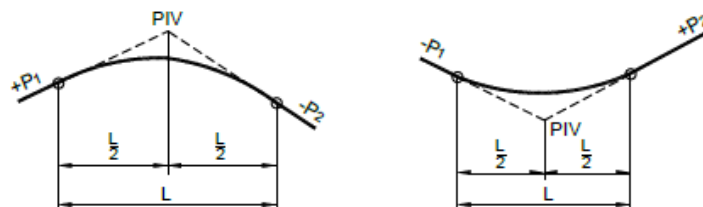


Figura 11. Curvas verticales simétricas

Fuente: Tomado de MTC 2018:175)

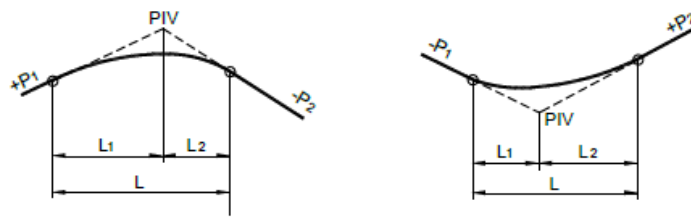


Figura 12. Curvas verticales asimétricas

Fuente: Tomado de MTC 2018:175)

Donde:

$L$  = Longitud de la curva

$P_1$  = Pendiente de entrada

$P_2$  = Pendiente de salida

$A$  = Diferencia de pendientes

$K$  = Variación por unidad de pendiente =  $K = L / A$

$L_1$  = Longitud rama de entrada

$L_2$  = Longitud rama de salida. (MTC 2018)

### 2.2.8.11. Calzada o superficie de rodadura

La calzada se divide en carriles, los que están destinados a la circulación de una fila de vehículos en un mismo sentido de tránsito.

El número de carriles de cada calzada se fijará de acuerdo con las previsiones y composición del tráfico, acorde al IMDA de diseño, así como del nivel de servicio deseado. Los anchos de carril que se usen, serán de 3,00 m, 3,30 m y 3,60 m.

Se tendrán en cuenta las siguientes consideraciones:

En autopistas: El número mínimo de carriles por calzada será de dos.

En carreteras de calzada única: Serán dos carriles por calzada. (MTC 2018)



Tabla 12. Valores de calzada

<b>Demanda</b>	<b>Autopistas</b>								<b>Carretera</b>				<b>Carretera</b>				<b>Carretera</b>						
<b>Vehículos/ día</b>	<b>&gt; 6.000</b>				<b>6.000 - 4001</b>				<b>4.000- 2.001</b>				<b>2.000- 400</b>				<b>&lt; 400</b>						
<b>Características</b>	<b>Primera clase</b>				<b>Segunda clase</b>				<b>Primera clase</b>				<b>Segunda clase</b>				<b>Tercera clase</b>						
<b>Tipo de orografía</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>			
<b>Velocidad de</b>																							
30 km/h																				6,00	6,00		
40 km/h																				6,60	6,60	6,60	6,00
50 km/h											7,20	7,20							6,60	6,60	6,60	6,60	6,00
60 km/h						7,20	7,20	7,20	7,20	7,20	7,20	7,20	7,20	7,20	7,20	6,60	6,60	6,60	6,60				
70 km/h				7,20	7,20	7,20	7,20	7,20	7,20	7,20	7,20	7,20	7,20	7,20	7,20	6,60			6,60	6,60			
80 km/h	7,20	7,20	7,20	7,20	7,20	7,20	7,20	7,20	7,20	7,20	7,20	7,20		7,20	7,20				6,60	6,60			
90 km/h	7,20	7,20	7,20		7,20	7,20	7,20	7,20	7,20	7,20				7,20					6,60	6,60			
100 km/h	7,20	7,20	7,20		7,20	7,20	7,20		7,20					7,20									
110 km/h	7,20	7,20			7,20																		
120 km/h	7,2	7,20			7,20																		
130 km/h	7,20																						

Fuente: Adaptado de MTC 2018:191

#### **2.2.8.12. Bermas**

Franja longitudinal, paralela y adyacente a la calzada o superficie de rodadura de la carretera, que sirve de confinamiento de la capa de rodadura y se utiliza como zona de seguridad para estacionamiento de vehículos en caso de emergencias.

Cualquiera sea la superficie de acabado de la berma, en general debe mantener el mismo nivel e inclinación (bombeo o peralte) de la superficie de rodadura o calzada, y acorde a la evaluación técnica y económica del proyecto, está constituida por materiales similares a la capa de rodadura de la calzada.

Las autopistas contarán con bermas interiores y exteriores en cada calzada, siendo las primeras de un ancho inferior. En las carreteras de calzada única, las bermas deben tener anchos iguales.

Adicionalmente, las bermas mejoran las condiciones de funcionamiento del tráfico y su seguridad; por ello, las bermas desempeñan otras funciones en proporción a su ancho tales como protección al pavimento y a sus capas inferiores, detenciones ocasionales, y como zona de seguridad para maniobras de emergencia.

La función como zona de seguridad, se refiere a aquellos casos en que un vehículo se salga de la calzada, en cuyo caso dicha zona constituye un margen de seguridad para realizar una maniobra de emergencia que evite un accidente. (MTC, 2018)

Tabla 13. Valores de bermas

<b>Demanda</b>	<b>Autopistas</b>								<b>Carretera</b>				<b>Carretera</b>				<b>Carretera</b>					
<b>Vehículos/ día</b>	<b>&gt; 6.000</b>				<b>6.000 - 4001</b>				<b>4.000- 2.001</b>				<b>2.000- 400</b>				<b>&lt; 400</b>					
<b>Características</b>	<b>Primera clase</b>				<b>Segunda clase</b>				<b>Primera clase</b>				<b>Segunda clase</b>				<b>Tercera clase</b>					
<b>Tipo de orografía</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>		
<b>Velocidad de</b>																						
30 km/h																			0,50	0,50		
40 km/h																			1,20	1,20	0,90	0,50
50 km/h																						
60 km/h																						
70 km/h																						
80 km/h																						
90 km/h																						
100 km/h																						
110 km/h																						
120 km/h																						
130 km/h																						

Fuente: Adaptado de MTC 2018:193

### 2.2.8.13. Bombeo

En tramos en tangente o en curvas en contra peralte, las calzadas deben tener una inclinación transversal mínima denominada bombeo, con la finalidad de evacuar las aguas superficiales. El bombeo depende del tipo de superficie de rodadura y de los niveles de precipitación de la zona.

La Tabla 14 especifica los valores de bombeo de la calzada. En los casos dónde indica rangos, el proyectista definirá el bombeo, teniendo en cuenta el tipo de superficies de rodadura y la precipitación pluvial.

*Tabla 14. Valores de bombeo*

Tipo de Superficie	Bombeo (%)	
	Precipitación <500 mm/año	Precipitación >500 mm/año
Pavimento asfáltico y/o concreto Portland	2,00	2,50
Tratamiento superficial	2,50	2,50-3,00
Afirmado	3,00-3,50	3,00-4,00

*Fuente:* Adaptado de MTC 2018:195

El bombeo puede darse de varias maneras, dependiendo del tipo de carretera y la conveniencia de evacuar adecuadamente las aguas, entre las que se indican:

- La denominada de dos aguas, cuya inclinación parte del centro de la calzada hacia los bordes.
- El bombeo de una sola agua, con uno de los bordes de la calzada por encima del otro. Esta solución es una manera de resolver las pendientes transversales mínimas, especialmente en tramos en tangente de poco desarrollo entre curvas del mismo sentido.

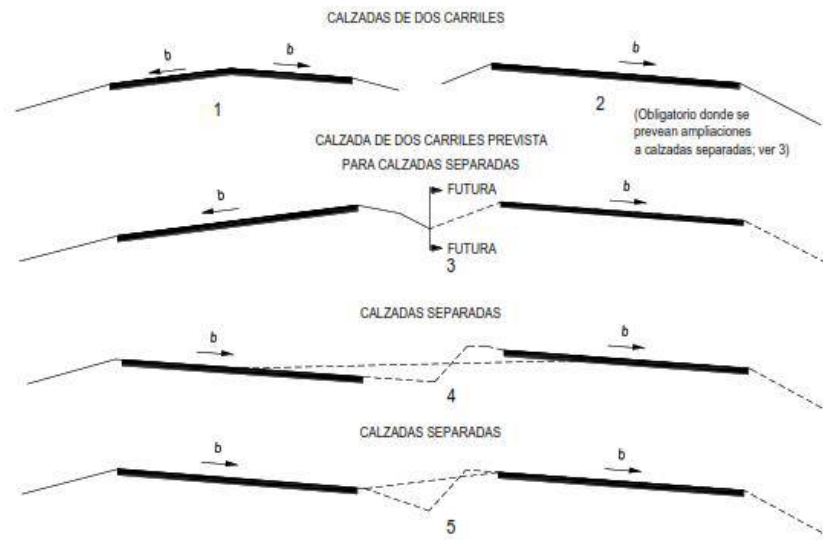


Figura 13. Casos de bombeo

Fuente: Tomado de MTC 2018:196

#### 2.2.8.14. Peralte

Inclinación transversal de la carretera en los tramos de curva, destinada a contrarrestar la fuerza centrífuga del vehículo.

Tabla 15. Valores de peralte máximo

PUEBLO O CIUDAD	PERALTE MAXIMO (p)	
	Absoluto	Normal
Atravesamiento de zonas urbanas	6,00%	4,00%
Zona Rural (T. Plano, Ondulado o Accidentado)	8,00%	6,00%
Zona Rural (T. Accidentado o Escarpado)	12,00%	8,00%
Zona Rural con Peligro de Hielo	8,00%	6,00%

Fuente: Adaptado de MTC 2018:196

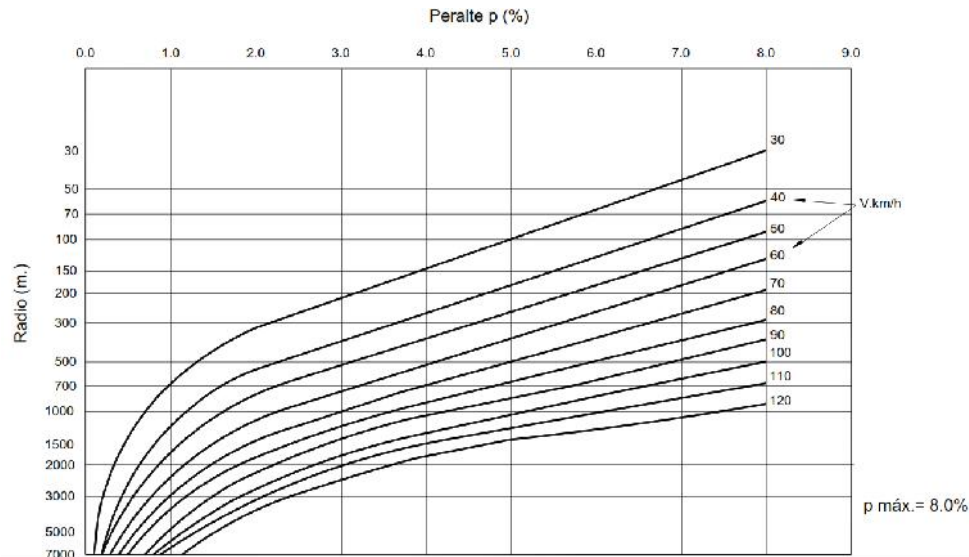


Figura 14. Valores de peralte en zona rural

Fuente: Tomado de MTC 2018:130

### 2.2.8.15. Transición de bombeo a peralte

En el alineamiento horizontal, al pasar de una sección en tangente a otra en curva, se requiere cambiar la pendiente de la calzada, desde el bombeo hasta el peralte correspondiente a la curva; este cambio se hace gradualmente a lo largo de la longitud de la Curva de Transición.

Cuando no exista Curva de Transición, se desarrolla una parte en la tangente y otra en la curva. La tabla 17 indica las proporciones del peralte a desarrollar en tangente.

Tabla 16. Proporción del peralte a desarrollar en tangente

$p < 4.5\%$	$4.5\% < p < 7\%$	$p > 7\%$
0,5p	0,7p	0,8p

Fuente: Adapatdo de MTC 2018:197

En curvas de corta longitud o escaso desarrollo, se deberá verificar que el peralte total requerido se mantenga en una longitud al menos igual a  $V/3.6$ , expresado en metros (m).

Para pasar del bombeo al peralte en carreteras de calzada única, existen tres procedimientos: El primero consiste en girar la sección sobre el eje de la calzada; el segundo, en girar la sección sobre el borde interior de la calzada; y el tercero, en girar la sección sobre el borde exterior de la calzada. El primer procedimiento es más conveniente, por requerir menor longitud de transición y porque los desniveles de los bordes son uniformes; los otros dos casos se emplean en casos especiales.

En autopistas, el procedimiento depende de los anchos de las calzadas y separador central; en general, pueden considerarse los siguientes: Cuando se gira la sección total de la carretera sobre el eje de simetría; cuando, el separador central se mantiene horizontal y cada calzada se gira sobre el borde contiguo al separador central; y cuando, se giran las dos calzadas en torno al eje de cada una de ellas. (MTC 2018)

### **2.3. Definición de términos básicos**

- **Accidentes de tránsito:** Cualquier hecho fortuito u ocurrencia entre uno o mas vehículos en una vía pública o privada. (MTC 2018)
- **Carretera:** Camino para el tránsito de vehículos motorizados, de por lo menos dos ejes, con características geométricas definidas de acuerdo a las normas técnicas en el Ministerio de Transportes y Comunicaciones. (MTC 2018)
- **Código de ruta:** Identificación simplificada de una vía del Sistema Nacional de Carreteras (SINAC). (MTC 2018)
- **Carril:** Parte de la calzada destinada a la circulación de una fila de vehículos en un mismo sentido de tránsito. (MTC 2018)
- **Curva horizontal:** Curva circular que une los tramos rectos de una carretera en el plano horizontal. (MTC 2018)
- **Curva vertical:** Curva en elevación que enlaza dos rasantes con diferente pendiente. (MTC 2018)

- **Eje de la carretera:** Línea longitudinal que define el trazado en planta, el mismo que está ubicado en el eje de simetría de la calzada.
- **Velocidad de operación:** Máxima velocidad autorizada para la circulación vehicular en un tramo o sector de la carretera. (MTC 2018)
- **Velocidad percentil 85:** Es la velocidad por debajo del cual viaja el 85% de los conductores. Se usa frecuentemente para establecer los límites de velocidad. (AASHTO 2011).
- **Red vial nacional:** Corresponde a las carreteras de interés nacional conformada por los principales ejes longitudinales y transversales, que constituyen la base Sistema Nacional de Carreteras (SINAC). (MTC 2018)
- **Señalización vial:** Dispositivos que se colocan en la vía, con la finalidad de prevenir e informar a los usuarios y regular el tránsito, a efecto de contribuir con la seguridad vial. (MTC 2018)
- **Tangente:** Alineamiento recto que une a dos curvas. (MTC 2018)
- **Tramo:** Parte continua de una carretera. (MTC 2018)



# CAPÍTULO III

## MATERIALES Y MÉTODOS

### 3.1. Ubicación

#### 3.1.1. Ubicación política

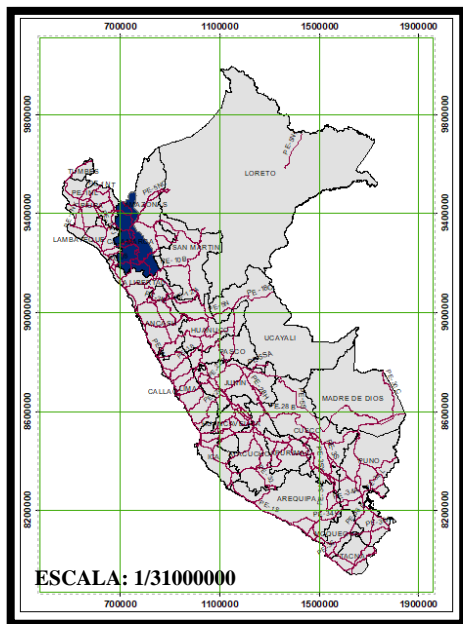


Figura 15. Mapa político del Perú

Fuente: Adaptado de GEO GPS PERÚ

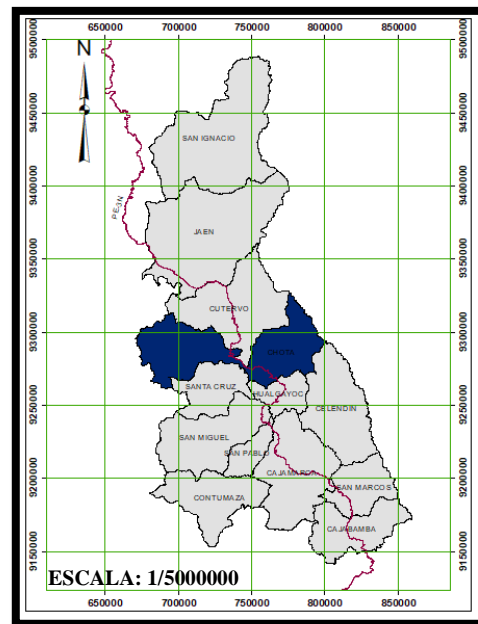


Figura 16. Mapa regional de Cajamarca

Fuente: Adaptado de GEO GPS PERÚ

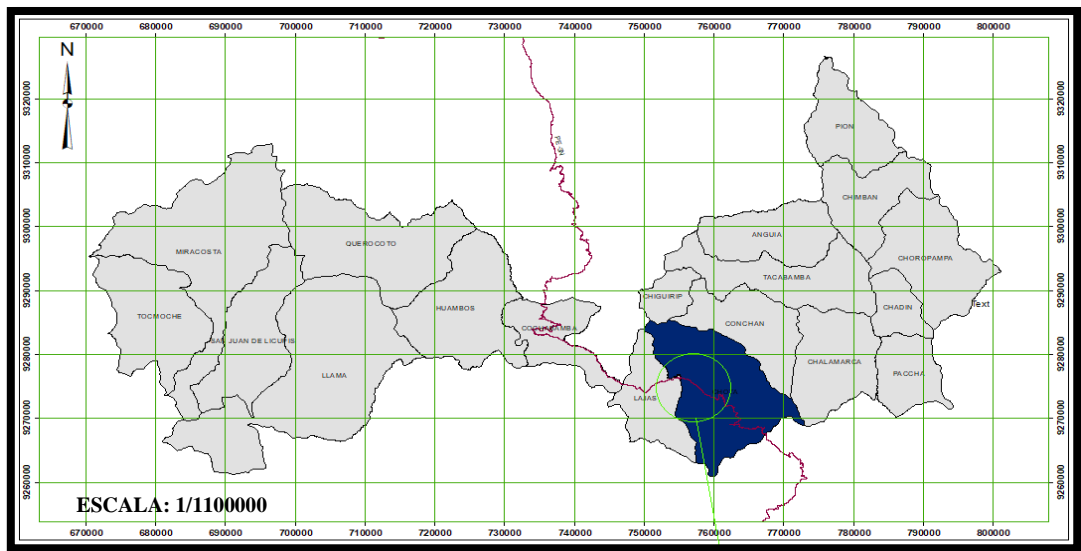


Figura 17. Mapa provincial de Chota  
 Fuente: Adaptado de GEO GPS PERÚ

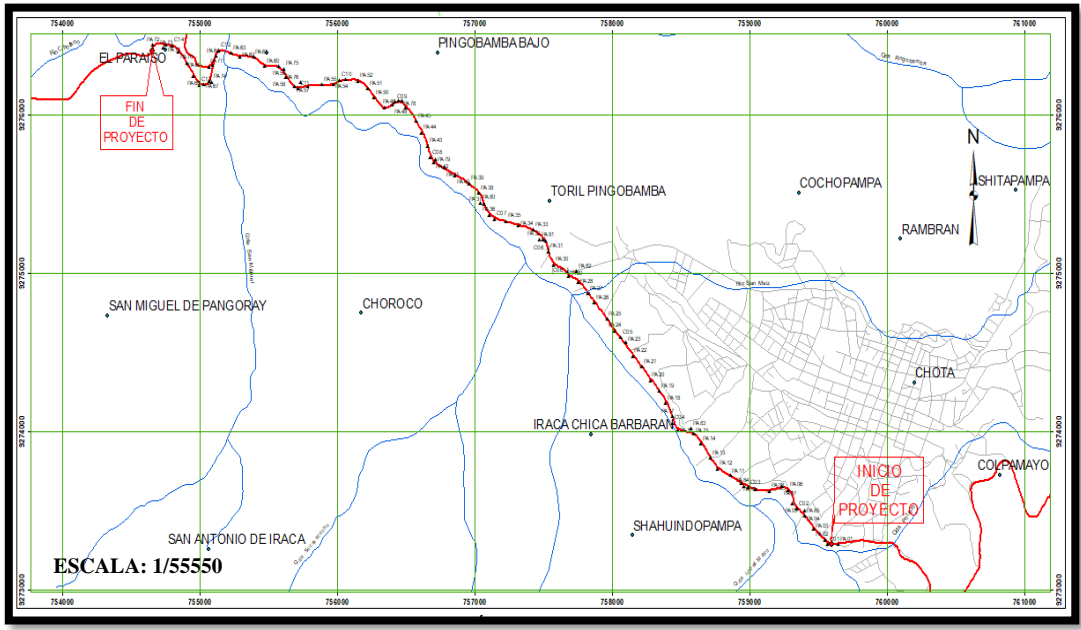


Figura 18. Carretera Chota – El Paraíso  
 Fuente: Adaptado de GEO GPS PERÚ

Tabla 17. Ubicación política

PAÍS	DEPARTAMENTO	PROVINCIA	DISTRITO	CENTRO POBLADO
Perú	Cajamarca	Chota	Chota	Chota – El Paraíso

### 3.1.2. Ubicación geográfica

#### 3.1.2.1. Coordenada Inicial

Tabla 18. Coordenadas UTM punto inicial Chota

<b>COORDENADAS UTM</b>		
<b>DATUM: WGS-84</b>	<b>ZONA: 17-S</b>	
<b>ESTE</b>	<b>NORTE</b>	<b>ALTURA</b>
759567,76 m	9273295,45 m	2319,44 m.s.n.m

Tabla 19. Coordenadas geográficas punto final El Paraíso

<b>COORDENADAS GEOGRÁFICAS</b>		
<b>LATITUD</b>	<b>LONGITUD</b>	<b>ALTURA</b>
-78,65°	-6,57°	2259,96 m.s.n.m

#### 3.1.2.2. Coordenada Final

Tabla 20. Coordenadas geográficas punto inicial Chota

<b>COORDENADAS UTM</b>		
<b>DATUM: WGS-84</b>	<b>ZONA: 17-S</b>	
<b>ESTE</b>	<b>NORTE</b>	<b>ALTURA</b>
754678,92 m	9276439,47 m	2259,96 m.s.n.m

Tabla 21. Coordenadas geográficas punto final El Paraíso

<b>COORDENADAS GEOGRÁFICAS</b>		
<b>LATITUD</b>	<b>LONGITUD</b>	<b>ALTURA</b>
-78,70°	-6,54°	2259,96 m.s.n.m

## 3.2. Materiales, equipos y/o instrumentos

### 3.2.1. GNSS (GPS diferencial)



*Figura 19. GPS diferencial (N°Serie: 3374419)*



*Figura 20. Antena de radio externa*

### 3.2.2. Dron DJI Phantom 4 Pro



*Figura 21. Dron Dji Phatntom 4 Pro y accesorios (N°Serie: 11UDK57R720331)*

### 3.2.3. Trípode



*Figura 22. Trípodes*

### 3.2.4. Tablet



*Figura 23. Tablet para diseñar los planes de vuelo*

### 3.2.5. Laptop



*Figura 24. Laptop HP*

### 3.2.6. Radios comunicadores



*Figura 25. Radios comunicadores*

### 3.2.7. Pistola radar



*Figura 26. Pistola radar Bushnell*

### 3.2.8. Pintura



*Figura 27. Pintura blanca*

### 3.2.9. Brocha



*Figura 28. Brochas de 3'' y 5''*

### 3.2.10. Yeso



*Figura 29. Yeso*

### 3.2.11. Escoba



*Figura 30. Escoba*

### 3.2.12. Formato para conteo vehicular


















DIA	AUTO 	CAMIONETAS		MICRO 	BUS			CAMION			SEMI TRAYLER				TRAYLER				TOTAL	%	
		PICKUP 	RURAL COMBI 		2E 	3E 	2E 	3E 	4E 	2S1/2S2 	2S3 	3S1/3S2 	>+3S3 	2T2 	2T3 	3T2 	3T3 				
00:00-01:00																					
01:00-02:00																					
02:00-03:00																					
03:00-04:00																					
04:00-05:00																					
05:00-06:00																					
06:00-07:00																					
07:00-08:00																					
08:00-09:00																					
09:00-10:00																					
10:00-11:00																					
11:00-12:00																					
12:00-13:00																					
13:00-14:00																					
14:00-15:00																					
15:00-16:00																					
16:00-17:00																					
17:00-18:00																					
18:00-19:00																					
19:00-20:00																					
20:00-21:00																					
21:00-22:00																					
22:00-23:00																					
23:00-24:00																					
TOTAL																					
%																					

Figura 31. Formato de conteo vehicular horario

Fuente: Adaptado de MTC



3.2.13. Formato para medición de velocidades de operación en curvas




CURVA # _____					
DIAS/MES/AÑO					
# TOMA	Velocidad (km/h)			TOTAL	%
	AUTOS	CAMIONETAS			
		PICKUP	RURAL COMBI		
					
1					
2					
3					
4					
5					
6					
7					
8					
9					
10					
11					
12					
13					
14					
15					
16					
17					
18					
19					
20					
21					
22					
23					
24					
25					
26					
27					
28					
29					
30					
<b>TOTAL</b>					
<b>%</b>					

Figura 32. Formato de medición de velocidad de operación en curvas

Fuente: Adaptado de MTC

### 3.2.14. Formato para medición de velocidades de operación en tramos tangentes




TRAMO TANGENTE # _____					
DIAS/MES/AÑO _____					
# TOMA	Velocidad (km/h)			TOTAL	%
	AUTOS	CAMIONETAS			
		PICKUP	RURAL COMBI		
					
1					
2					
3					
4					
5					
6					
7					
8					
9					
10					
11					
12					
13					
14					
15					
16					
17					
18					
19					
20					
21					
22					
23					
24					
25					
26					
27					
28					
29					
30					
TOTAL					
%					

Figura 33. Formato de medición de velocidad de operación en tramos tangentes

Fuente: Adaptado de MTC

### **3.3.Procedimiento**

#### **3.3.1. Recopilación de datos**

##### **3.3.1.1. Reconocimiento de la vía**

Para comenzar el proyecto de investigación, se procedió a crear un mapa preliminar utilizando la herramienta de acceso gratuito Google Earth Pro. Luego, se efectuó un recorrido a lo largo de la ruta desde Chota hasta El Paraíso, con el propósito de obtener información sobre la topografía y el estado de la infraestructura de carreteras en la zona.

##### **3.3.1.2. Levantamiento fotogramétrico**

En primer lugar, se colocó el equipo de GNSS diferencial en el Centro Poblado Chororco, ubicado en el Distrito de Chota. Además, se instaló una radio externa a una distancia de 5,00 kilómetros para facilitar el levantamiento de la zona en estudio. Luego, se procedió a delimitar la región en el software Google Earth Pro, marcando un margen de 25 metros a cada lado del eje de la carretera con el fin de recopilar la máxima información posible sobre la topografía. Esta acción resultó en una longitud total de 6,690 kilómetros y un área de 334,500 kilómetros cuadrados.

Una vez delimitada esta área, se colocaron puntos de referencia y puntos de control a lo largo del eje de la carretera, separados aproximadamente por una distancia de 100 metros. En total, se establecieron 85 puntos de referencia y 15 puntos de control. Estos puntos se materializaron en el terreno mediante una marca en forma de reloj de arena horizontal "l><l", junto con un código de identificación y una señal en la intersección, utilizando pintura blanca, yeso y pintura roja en aerosol.

Luego, se procedió a registrar las coordenadas de estos puntos utilizando el equipo de GNSS diferencial. Además, se configuraron los parámetros necesarios para los vuelos de drones, con las siguientes especificaciones: superposición transversal al 20%,

superposición longitudinal al 25%, altura de vuelo de 100 metros, ancho del sensor de 13,2 mm, distancia focal de 8,8 mm y ancho de la fotografía de 5472 píxeles. Estos datos se ingresaron en una calculadora GSD (Distancia de Muestreo del Suelo) disponible en el sitio web <https://www.propelleraero.com/gsd-calculator/> y se obtuvo un GSD de 2,74 centímetros.

A continuación, se planificaron las rutas de vuelo necesarias utilizando el software Map Pilot Pro, para un total de siete planes de vuelo. Finalmente, se llevaron a cabo estos siete planes de vuelo el 11 de agosto, después de haber materializado los puntos de referencia y control los días 9 y 10 de agosto, completando así el proceso de levantamiento fotogramétrico.

#### **3.3.1.3. Estudio de tránsito**

Para llevar a cabo el conteo vehicular, se utilizó la información de una cámara de videovigilancia instalada en un grifo conocido como "Repsol", el cual estaba estratégicamente ubicado cerca del punto medio del tramo en estudio. A continuación, se transfirió la información recopilada durante un período de siete días, desde las 00:00 hasta las 00:00 del día siguiente, abarcando el período comprendido entre el 31 de agosto y el 06 de septiembre de 2022.

#### **3.3.1.4. Medición de velocidades de operación**

Finalmente, se llevaron a cabo mediciones de velocidad de operación en cada elemento geométrico del tramo Chota – El Paraíso. Estas mediciones se basaron en el levantamiento fotogramétrico, donde se trazó el eje de la carretera y se identificaron un total de 38 curvas horizontales y 38 tramos tangentes. En cada uno de estos segmentos, se recopilaban 30 datos de velocidad de operación.

Para garantizar la precisión y consistencia de los datos recopilados, se establecieron criterios específicos para la toma de muestras. Estos criterios incluyeron la consideración de vehículos ligeros, como autos, camionetas y combis, en condiciones óptimas, como pendientes negativas, punto medio de las curvas horizontales y tramos tangentes, vías secas, clima templado o soleado, sin congestión vehicular (flujo libre) y durante un período específico, desde las 09:00 a.m. hasta las 07:00 p.m.

Siguiendo rigurosamente estos criterios, se procedió a realizar las mediciones de velocidad de operación utilizando una pistola radar durante un lapso de tiempo que abarcó los días 24 al 28 de septiembre de 2022.

### **3.3.2. Procesamiento de la información**

#### **3.3.2.1. Modelación**

Para llevar a cabo la modelación digital, el proceso se dividió en varias etapas. En primer lugar, se descargaron los puntos de apoyo y de control que se obtuvieron mediante el uso del GNSS diferencial. Posteriormente, se descargaron las fotografías capturadas por el dron. Una vez que se contaba con esta información, se procedió a cargar todos los datos en el programa Metashape. Este software se encargó de generar una nube de puntos que representaba la topografía del terreno, la cual se almacenó en formato CSV, así como un ortomosaico. Estos elementos formaron la base para dar inicio al proceso de modelación.

Para llevar a cabo la modelación de la carretera en cuestión, se empleó el software Autodesk Civil 3D versión 2023. En este programa, se procesaron los datos obtenidos a través del levantamiento fotogramétrico. Los resultados de este proceso proporcionaron información crucial para la investigación, incluyendo la planta, el perfil y el plano clave de la carretera.

Este conjunto de datos permitió obtener los parámetros geométricos necesarios para definir las curvas horizontales y verticales de la carretera. Estos datos son fundamentales para aplicar las fórmulas de Fitzpatrick, lo que a su vez brindó resultados concretos y precisos en relación al tramo de carretera bajo estudio.

### **3.3.2.2. Registro vial de elementos geométricos**

Después de completar la modelación, se procedió a llevar a cabo la contabilización y ubicación de los elementos geométricos esenciales necesarios para llevar a cabo el estudio. Estos elementos geométricos fueron representados de manera adecuada utilizando símbolos y signos convencionales para facilitar su comprensión y rápida identificación.

A continuación, se procedió a la creación de un plano clave que incluía toda la información previamente mencionada. Este plano clave consolidó los resultados de la modelación y la ubicación de los elementos geométricos en un solo documento, proporcionando una visión completa y detallada de la situación del tramo de carretera en estudio. Este plano se convirtió en una herramienta esencial para comprender y analizar los aspectos geométricos de la carretera, facilitando así la realización del estudio y la toma de decisiones relacionadas con el diseño o la gestión de la vía.

### **3.3.2.3. Tráfico real**

Luego de esta etapa, se llevó a cabo la revisión de los videos capturados y se realizó el conteo de vehículos ligeros y pesados en ambos sentidos de la carretera durante un período continuo de 24 horas, abarcando un total de 7 días. Este proceso de conteo se realizó de manera manual mediante la creación de un formato de registro en Excel diseñado para agilizar el proceso y garantizar la precisión de los datos recopilados.

A partir de los datos obtenidos a través de esta meticulosa labor de conteo, se calculó el índice medio diario de tráfico para el tramo Chota – El Paraíso. Este índice proporciona una medida representativa del volumen de tráfico promedio que transita por la carretera en un día típico, lo que es esencial para evaluar y comprender la demanda de tráfico en el área de estudio.

#### **3.3.2.4. Clasificación de la carretera**

La clasificación se llevó a cabo teniendo en cuenta dos conjuntos fundamentales de datos: los datos de demanda de tráfico obtenidos a partir del estudio del tráfico y los datos de la orografía que se obtuvieron de las pendientes tanto transversales como longitudinales del tramo Chota – El Paraíso. Estos datos de orografía fueron generados con la ayuda del software Civil 3D, y todo el proceso se llevó a cabo de acuerdo a las normativas establecidas en las DG-2018.

La combinación de estos datos de tráfico y orografía permitió realizar una clasificación precisa y detallada de la carretera, lo que resulta esencial para comprender la capacidad y las características de la vía, así como para la planificación y el diseño adecuado de mejoras o intervenciones en el tramo en estudio. Esta información se convierte en un componente clave para la toma de decisiones informadas en el ámbito de la ingeniería de carreteras.

#### **3.3.2.5. Velocidad de diseño**

En la selección de la velocidad de diseño, se consideró la topografía del terreno y se estableció el límite inferior, siguiendo las pautas establecidas en la regulación DG-2018.

#### **3.3.2.6. Vehículo de diseño**

El vehículo de diseño se seleccionó teniendo en cuenta el tipo de tráfico que utiliza la carretera, y se eligió el vehículo que genera las condiciones más desafiantes para el cálculo de los parámetros requeridos en el desarrollo del proyecto, en cumplimiento con la normativa DG-2018.

### **3.3.2.7. Velocidad de operación**

#### **3.3.2.7.1. Velocidad de operación de campo**

Para la obtención de la V85 de campo primero se ordenaron los 30 datos obtenidos en cada elemento geométrico (38 curvas horizontales y 38 tramos tangente) de menor a mayor, luego se procedió a obtener el número de dato que será la V85 de campo mediante porcentajes, como sabemos la V85 quiere decir que el 85% de los vehículos circulan a una velocidad segura y el 15% lo hacen a una velocidad insegura ; por lo tanto si obtenemos el 85% de 30 será 25,5, entonces decimos que el dato N° 25 de cada elemento geométrico será la velocidad de operación de campo.

#### **3.3.2.7.2. Velocidad de operación por Fitzpatrick**

Para la estimación de la V85 por Fitzpatrick se obtuvieron los parámetros de curvas horizontales y curvas verticales existentes en la carretera mediante la modelación en el software Civil 3D. Luego, se procedió a categorizar cada elemento geométrico de acuerdo a las condiciones de alineamiento horizontal y vertical. Este proceso involucró asignar a cada elemento geométrico un número de fórmula específico, seleccionado de entre las 10 ecuaciones de Fitzpatrick disponibles. Finalmente, con todos estos datos recopilados y categorizados, se procedió a la estimación de la Velocidad de Operación por Fitzpatrick de acuerdo a lo establecido en la norma DG-2018.

### **3.4. Tratamiento y análisis de datos**

#### **3.4.1. Tipo, nivel y método de investigación**



#### **3.4.1.1. Tipo de investigación**

La dirección de la investigación nos condujo hacia un enfoque cuantitativo, ya que se buscaba respaldar una o varias hipótesis utilizando información numérica obtenida a través de la medición de velocidades de operación en kilómetros por hora (km/h).

#### **3.4.1.2. Nivel de investigación**

El tipo de investigación adoptado fue correlacional, ya que llevamos a cabo una comparación entre las velocidades de operación obtenidas en el campo y aquellas calculadas mediante las fórmulas de Fitzpatrick.

#### **3.4.1.3. Diseño de la investigación**

Este estudio se caracterizó por ser de naturaleza no experimental y de diseño transversal, dado que se recopilaron datos de velocidad de operación en vehículos ligeros sin intervenir deliberadamente en la variable, en una única ocasión y en un período de tiempo limitado.

#### **3.4.1.4. Método de investigación**

El enfoque metodológico empleado en la investigación fue hipotético-deductivo, puesto que se formularon afirmaciones de hipótesis y se procuró verificar las hipótesis planteadas.

#### **3.4.2. Población de estudio**

Vehículos ligeros circulando en el tramo Chota (km 165+210) – El Paraíso (km 158+520) perteneciente a la red vial nacional PE-3N.

### **3.4.3. Muestra**

Vehículos ligeros circulando en el tramo Chota (km 165+210)– El Paraíso (km 158+520) perteneciente a la red vial nacional PE-3N.

### **3.4.4. Unidad de análisis**

Vehículos ligeros.

### **3.4.5. Unidad de observación**

Velocidad de operación.

### 3.5. Estudio de Tránsito

Tabla 22. Estudio vehicular diario de 01 semana organizado en horas, ambos sentidos.

DÍA	AUTO	CAMIONETAS		MICRO	BUS		CAMION			SEMI TRAYLER				TRAYLER				TOTAL	%	
		PICKUP	RURAL COMBI		2E	3E	2E	3E	4E	2S1/2S2	2S3	3S1/3S2	>+3S3	2T2	2T3	3T2	3T3			
00:00-01:00	51	54	21	0	15	5	15	5	0	0	0	0	0	6	0	0	0	0	172	1,12%
01:00-02:00	32	39	10	0	12	0	17	15	4	3	0	0	1	0	0	0	0	0	133	0,87%
02:00-03:00	36	36	28	0	7	1	33	13	1	0	0	0	3	0	0	0	0	0	158	1,03%
03:00-04:00	27	31	37	0	1	2	38	16	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	153	1,00%
04:00-05:00	32	52	82	0	25	16	26	13	3	0	0	0	3	0	0	0	0	0	252	1,65%
05:00-06:00	70	73	70	0	13	5	42	30	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	305	1,99%
06:00-07:00	236	183	203	0	4	1	53	15	1	0	0	0	8	0	0	3	0	0	707	4,62%
07:00-08:00	398	184	173	4	1	4	80	23	1	0	0	0	7	0	0	0	0	0	875	5,72%
08:00-09:00	340	248	175	2	4	0	81	19	0	0	0	0	15	0	0	0	0	0	884	5,77%
09:00-10:00	383	225	160	0	22	1	74	26	1	0	0	1	5	0	0	0	0	0	898	5,87%
10:00-11:00	357	250	134	0	7	1	100	34	1	0	0	0	11	0	0	0	0	0	895	5,85%
11:00-12:00	370	227	168	0	9	1	59	40	0	0	1	0	13	0	0	0	0	2	890	5,81%
12:00-13:00	398	234	167	0	4	12	97	40	1	0	0	0	8	0	1	0	0	1	963	6,29%
13:00-14:00	508	250	191	0	2	7	68	26	0	0	0	0	7	0	0	0	0	0	1059	6,92%
14:00-15:00	507	225	192	1	17	3	69	41	1	0	0	1	10	0	0	1	0	0	1068	6,98%
15:00-16:00	427	234	194	0	1	1	80	39	1	0	0	0	20	0	0	0	0	2	999	6,53%
16:00-17:00	369	250	170	3	19	1	81	30	1	1	0	0	11	0	0	1	0	0	937	6,12%
17:00-18:00	439	238	194	1	2	1	102	29	0	0	0	0	16	0	0	0	0	1	1023	6,68%
18:00-19:00	389	219	143	0	4	6	45	31	0	0	0	0	4	0	0	0	0	0	841	5,49%
19:00-20:00	331	182	115	0	5	2	50	17	1	0	0	0	4	0	0	0	0	3	710	4,64%
20:00-21:00	165	143	81	0	16	9	34	15	0	0	0	0	7	0	0	0	0	0	470	3,07%
21:00-22:00	130	102	72	0	12	2	54	13	2	0	0	0	5	0	0	0	0	1	393	2,57%
22:00-23:00	95	80	49	0	10	16	42	13	0	0	0	0	3	0	0	0	0	1	309	2,02%
23:00-24:00	83	47	37	0	7	0	27	13	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	216	1,41%
<b>TOTAL</b>	1632	1011	691	1	56	36	354	131	3	0	0	0	41	0	0	0	0	6	15310	100,00%
%	10,66%	6,60%	4,51%	0,01%	0,37%	0,24%	2,31%	0,86%	0,02%	0,00%	0,00%	0,00%	0,27%	0,00%	0,00%	0,00%	0,04%		100,00%	

Fuente: Adaptado de MTC

Tabla 23. Estudio vehicular diario de 01 semana organizado en días, ambos sentidos.

DÍA	CAMIONETAS				BUS		CAMION			SEMI TRAYLER				TRAYLER				TOTAL	%
	AUTO	PICKUP	RURAL COMBI	MICRO	2E	3E	2E	3E	4E	2S1/2S2	2S3	3S1/3S2	>+3S3	2T2	2T3	3T2	3T3		
MIÉRCOLES	797	585	436	0	29	14	198	104	4	0	0	0	22	0	0	0	1	2190	14,30%
JUEVES	852	557	380	3	26	14	204	83	1	0	0	0	30	0	0	1	0	2151	14,05%
VIERNES	905	546	408	1	47	12	182	72	2	3	1	0	19	0	1	1	1	2201	14,38%
SÁBADO	927	536	392	2	27	17	220	74	5	0	0	1	20	0	0	0	3	2224	14,53%
DOMINGO	910	438	409	2	32	11	154	74	2	1	0	1	15	0	0	0	0	2049	13,38%
LUNES	917	545	401	2	32	13	205	74	5	0	0	0	29	0	0	2	3	2228	14,55%
MARTES	865	599	440	1	26	16	204	75	0	0	0	0	36	0	0	1	4	2267	14,81%
<b>TOTAL</b>	6173	3806	2866	11	219	97	1367	556	19	4	1	2	171	0	1	5	12	15310	100,00%
<b>%</b>	40,32%	24,86%	18,72%	0,07%	1,43%	0,63%	8,93%	3,63%	0,12%	0,03%	0,01%	0,01%	1,12%	0,00%	0,01%	0,03%	0,08%	100,00%	

Fuente: Adaptado de MTC

La **tabla 23**, presentó los datos acumulados por **hora** durante 07 días tomando como día inicial el miércoles 31 de agosto del 2022 y finalizando el día martes 06 de setiembre del 2022.

La **tabla 24**, presentó los datos acumulados por **día** durante 07 días tomando como día inicial el miércoles 31 de agosto del 2022 y finalizando el día martes 06 de setiembre del 2022.

El acumulado total de vehículos según la tabla 23 y tabla 24 fue de **15310 veh/semana**.

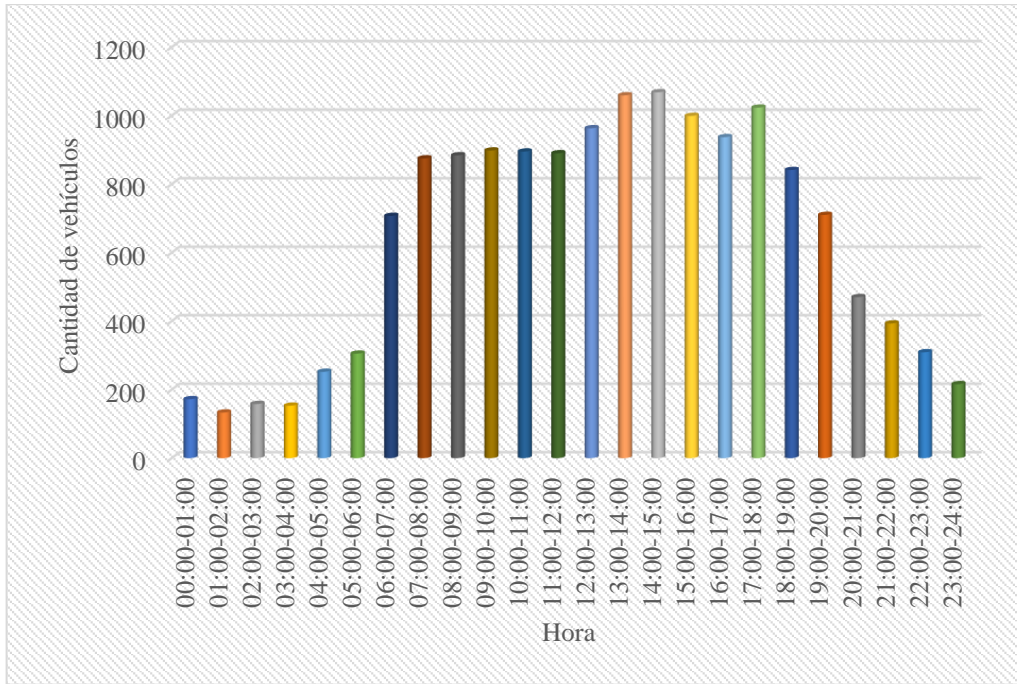


Figura 34. Tránsito diario por horas

De acuerdo a la figura 34, se apreció la hora donde concurrió mayor circulación de vehículos (hora pico) la cual fue entre las 14:00 – 15:00 hrs, contrariamente la hora donde concurrió menor circulación de vehículos durante el día (06:00 – 18:00 hrs) fue entre las 06:00 – 07:00 hrs.

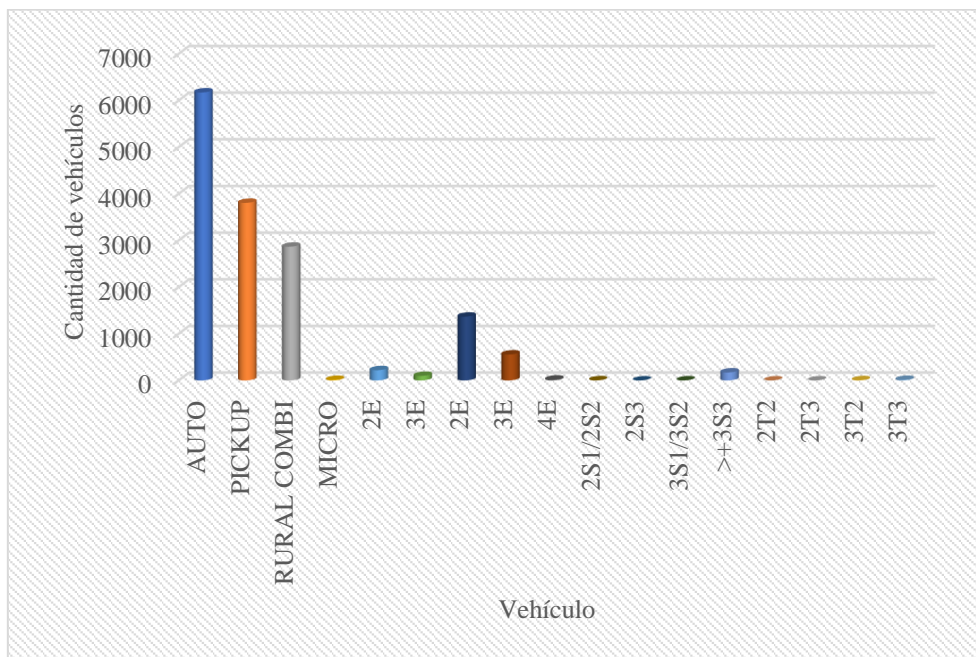
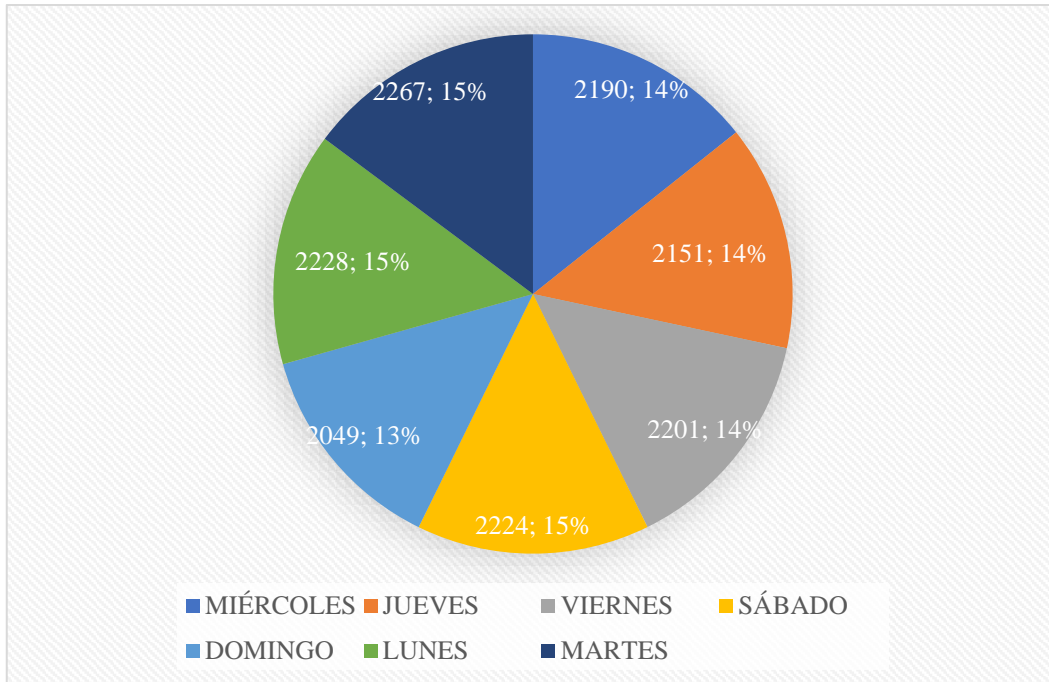


Figura 35. Tránsito diario por tipo de vehículos

Según la figura 35, existió una notoria diferencia entre la cantidad de flujo diario entre vehículos ligeros (83,90%) y vehículos pesados (16,10%), siendo esta una de las razones mas no la principal para medir la velocidad de operación solo en vehículos ligeros, además de que los vehículos ligeros desarrollaron mayor velocidad de operación.



*Figura 36. Tránsito diario por días*

De acuerdo a la figura 36 se apreció que el día de mayor flujo de tránsito fue el martes y el día de menor flujo fue el domingo.

Para obtener el IMDA obtuvimos el promedio de los 07 días, el cual arrojó un resultado de 2188 veh/día en el tramo Chota – El Paraíso.

$$\text{IMDA} = 2188 \text{ veh/día}$$

### 3.6. Clasificación de la carretera

#### 3.6.1. Por su demanda

Tabla 24. Clasificación de carreteras por demanda

<b>CLASIFICACIÓN POR DEMANDA</b>	<b>IMDA (Veh/Día)</b>
Autopista de primera clase	>6000
Autopista de segunda clase	6000 - 4001
Carreteras de primera clase	4000 - 2001
Carreteras de segunda clase	2000 - 400
Carreteras de tercera clase	<400
Trochas carrozables	<200

El tramo Chota – El Paraíso tiene un IMDA de 2188 veh/día, por lo tanto y de acuerdo a la Tabla 24 correspondió a una **Carretera de Primera Clase**.

#### 3.6.2. Por su orografía

El tramo Chota – El Paraíso ostentó las siguientes pendientes y se clasificó según la tabla.

Tabla 25. Clasificación de terrenos por orografía

<b>CLASIFICACIÓN POR OROGRAFÍA</b>	<b>PENDIENTE TRANSVERSAL</b>	<b>PENDIENTE LONGITUDINAL</b>
Terreno plano (Tipo 1)	< =10%	<3%
Terreno ondulado (Tipo 2)	11% - 50%	3% - 6%
Terreno accidentado (Tipo 3)	51% - 100%	6% - 8%
Terreno escarpado (Tipo 4)	>100%	8.00%

El tramo Chota – El Paraíso ostentó un terreno Tipo Plano para la pendiente longitudinal y transversal según las figuras 37 y 38; por lo tanto; y de acuerdo a la Tabla 25 correspondió a un **Terreno Plano (Tipo 1)**.

*Tabla 26. Pendientes longitudinales tramo Chota – El Paraíso.*

<b>Pendiente Longitudinal</b>		
<b>Progresiva Inicial</b>	<b>Progresiva final</b>	<b>i%</b>
0+000,00	0+274,67	1,78%
0+274,67	0+726,06	0,75%
0+726,06	0+947,71	4,66%
0+947,71	1+190,80	0,79%
1+190,80	1+367,47	0,15%
1+367,47	1+654,32	3,48%
1+654,32	2+312,22	1,31%
2+312,22	2+747,95	0,74%
2+747,95	2+895,59	0,73%
2+895,59	3+268,77	1,85%
3+268,77	3+344,27	1,14%
3+344,27	3+449,96	4,33%
3+449,96	3+572,98	1,65%
3+572,98	3+750,07	0,53%
3+750,07	3+899,10	2,00%
3+899,10	4+512,84	0,09%
4+512,84	4+714,69	1,47%
4+714,69	4+878,27	1,73%
4+878,27	5+102,67	3,73%
5+102,67	5+149,59	0,91%
5+149,59	5+379,72	0,60%
5+379,72	5+494,85	3,88%
5+494,85	5+869,52	2,52%
5+869,52	6+049,43	0,12%
6+049,43	6+089,76	2,22%
6+089,76	6+298,82	4,89%
6+298,82	6+439,90	4,06%
6+439,90	6+690,00	0,86%

Ya obtenidos los resultados de las pendientes longitudinales podemos clasificar a que tipo de orografía perteneció mediante la tabla 26.

La tabla 27 mostró los resultados de clasificación de pendientes longitudinales por orografía.



Tabla 27. Resumen de pendientes longitudinales

OROGRAFÍA	CANTIDAD	%
PLANO	21	75,00%
ONDULADO	7	25,00%
ACCIDENTADO	0	0,00%
ESCARPADO	0	0,00%
TOTAL	28	100,00%

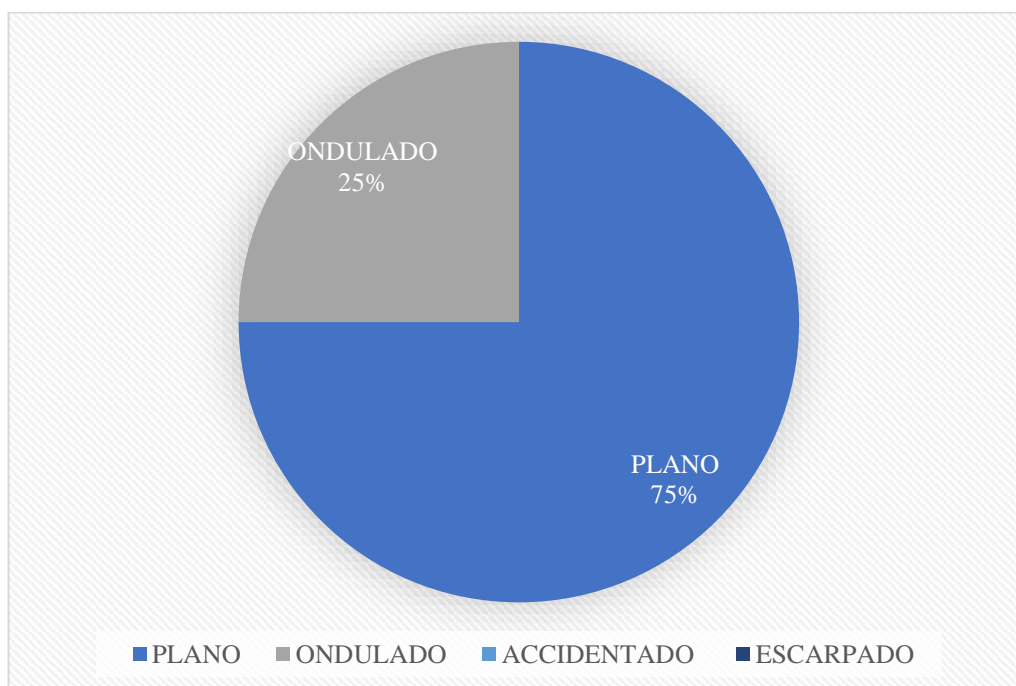


Figura 37. Representación del tipo de terreno según su pendiente longitudinal

De la figura 37 se observó que el terreno más representativo para la pendiente longitudinal fue de **Tipo Plano**.

Tabla 28. Pendiente transversales tramo Chota – El Paraíso.

Tipo de Orografía	%Izquierda	Progresiva(km)	%Derecha	Tipo de Orografía
Plano	2,16	0+020,00	33,05	Ondulado
Plano	0,79	0+040,00	10,79	Plano
Plano	1,87	0+060,00	0,81	Plano
Plano	3,14	0+080,00	0,21	Plano
Plano	4,82	0+100,00	2,11	Plano
Plano	3,08	0+120,00	12,20	Ondulado
Plano	0,50	0+140,00	16,83	Ondulado

<b>Tipo de Orografía</b>	<b>%Izquierda</b>	<b>Progresiva(km)</b>	<b>%Derecha</b>	<b>Tipo de Orografía</b>
Plano	2,34	0+160,00	13,67	Ondulado
Plano	0,48	0+180,00	17,01	Ondulado
Plano	1,57	0+200,00	3,21	Plano
Plano	5,69	0+220,00	8,31	Plano
Plano	4,83	0+240,00	8,82	Plano
Plano	3,53	0+260,00	15,85	Ondulado
Ondulado	12,84	0+280,00	18,97	Ondulado
Ondulado	12,18	0+300,00	18,06	Ondulado
Ondulado	11,49	0+320,00	5,99	Plano
Plano	4,84	0+340,00	5,81	Plano
Plano	3,16	0+360,00	15,55	Ondulado
Plano	0,48	0+380,00	18,68	Ondulado
Plano	4,46	0+400,00	16,40	Ondulado
Plano	2,83	0+420,00	18,59	Ondulado
Plano	6,49	0+440,00	9,87	Plano
Plano	7,12	0+460,00	10,79	Plano
Ondulado	11,26	0+480,00	9,15	Plano
Plano	9,21	0+500,00	2,73	Plano
Plano	9,07	0+520,00	2,06	Plano
Plano	8,50	0+540,00	5,66	Plano
Plano	5,17	0+560,00	6,72	Plano
Plano	3,18	0+580,00	2,15	Plano
Plano	1,11	0+600,00	3,28	Plano
Plano	1,77	0+620,00	0,15	Plano
Accidentado	70,32	0+640,00	3,75	Plano
Accidentado	51,91	0+660,00	31,01	Ondulado
Accidentado	54,10	0+680,00	1,68	Plano
Accidentado	52,29	0+700,00	5,22	Plano
Ondulado	18,46	0+720,00	5,47	Plano
Ondulado	31,01	0+740,00	14,39	Ondulado
Plano	4,57	0+760,00	24,02	Ondulado
Plano	6,31	0+780,00	27,78	Ondulado
Ondulado	20,99	0+800,00	31,15	Ondulado
Ondulado	23,25	0+820,00	27,86	Ondulado
Ondulado	14,84	0+840,00	13,21	Ondulado
Ondulado	16,43	0+860,00	3,20	Plano
Ondulado	13,22	0+880,00	4,17	Plano
Ondulado	14,74	0+900,00	2,35	Plano
Plano	9,88	0+920,00	2,39	Plano
Plano	4,55	0+940,00	14,79	Ondulado
Plano	8,12	0+960,00	5,39	Plano
Plano	5,68	0+980,00	6,42	Plano
Plano	4,16	1+000,00	4,20	Plano
Ondulado	12,21	1+020,00	3,22	Plano
Plano	7,25	1+040,00	4,09	Plano
Plano	8,17	1+060,00	3,39	Plano
Plano	3,13	1+080,00	2,46	Plano
Ondulado	30,80	1+100,00	9,21	Plano

<b>Tipo de Orografía</b>	<b>%Izquierda</b>	<b>Progresiva(km)</b>	<b>%Derecha</b>	<b>Tipo de Orografía</b>
Ondulado	25,80	1+120,00	2,20	Plano
Ondulado	26,61	1+140,00	4,33	Plano
Accidentado	62,57	1+160,00	6,09	Plano
Ondulado	49,69	1+180,00	4,77	Plano
Ondulado	17,71	1+200,00	4,60	Plano
Plano	2,87	1+220,00	7,72	Plano
Plano	0,82	1+240,00	7,01	Plano
Plano	2,17	1+260,00	5,35	Plano
Ondulado	20,11	1+280,00	8,05	Plano
Plano	2,16	1+300,00	31,86	Ondulado
Ondulado	16,90	1+320,00	19,51	Ondulado
Ondulado	37,64	1+340,00	17,20	Ondulado
Ondulado	45,91	1+360,00	17,84	Ondulado
Accidentado	51,81	1+380,00	18,76	Ondulado
Accidentado	58,00	1+400,00	34,23	Ondulado
Ondulado	39,74	1+420,00	49,01	Ondulado
Ondulado	27,92	1+440,00	49,53	Ondulado
Ondulado	48,99	1+460,00	1,00	Plano
Ondulado	32,80	1+480,00	4,12	Plano
Plano	5,55	1+500,00	22,31	Ondulado
Ondulado	41,91	1+520,00	4,37	Plano
Ondulado	17,51	1+540,00	15,64	Ondulado
Plano	10,50	1+560,00	5,68	Plano
Plano	10,42	1+580,00	0,33	Plano
Ondulado	11,12	1+600,00	0,08	Plano
Plano	7,56	1+620,00	2,16	Plano
Plano	3,48	1+640,00	0,01	Plano
Plano	2,52	1+660,00	0,11	Plano
Plano	3,48	1+680,00	1,68	Plano
Plano	1,13	1+700,00	6,31	Plano
Plano	2,95	1+720,00	2,91	Plano
Plano	1,25	1+740,00	1,46	Plano
Plano	0,23	1+760,00	5,92	Plano
Plano	1,05	1+780,00	1,67	Plano
Plano	4,02	1+800,00	7,23	Plano
Plano	2,73	1+820,00	3,14	Plano
Plano	7,75	1+840,00	7,68	Plano
Plano	2,27	1+860,00	5,89	Plano
Plano	1,11	1+880,00	5,02	Plano
Plano	0,41	1+900,00	7,63	Plano
Plano	0,59	1+920,00	6,79	Plano
Plano	0,53	1+940,00	8,25	Plano
Plano	2,51	1+960,00	1,26	Plano
Plano	3,32	1+980,00	1,54	Plano
Plano	3,56	2+000,00	16,25	Ondulado
Plano	1,02	2+020,00	2,88	Plano
Plano	1,80	2+040,00	0,50	Plano
Plano	0,96	2+060,00	2,98	Plano

<b>Tipo de Orografía</b>	<b>%Izquierda</b>	<b>Progresiva(km)</b>	<b>%Derecha</b>	<b>Tipo de Orografía</b>
Plano	1,92	2+080,00	5,44	Plano
Plano	4,40	2+100,00	4,60	Plano
Plano	2,15	2+120,00	3,77	Plano
Plano	7,25	2+140,00	2,68	Plano
Plano	1,72	2+160,00	0,32	Plano
Plano	2,77	2+180,00	6,69	Plano
Ondulado	14,29	2+200,00	6,74	Plano
Ondulado	21,57	2+220,00	16,94	Ondulado
Ondulado	23,39	2+240,00	11,04	Ondulado
Ondulado	22,21	2+260,00	8,47	Plano
Ondulado	22,02	2+280,00	1,43	Plano
Plano	1,17	2+300,00	3,25	Plano
Plano	0,93	2+320,00	4,85	Plano
Plano	0,94	2+340,00	2,17	Plano
Ondulado	11,83	2+360,00	8,74	Plano
Plano	1,02	2+380,00	3,22	Plano
Plano	0,22	2+400,00	0,37	Plano
Plano	5,96	2+420,00	0,16	Plano
Plano	4,74	2+440,00	8,14	Plano
Plano	4,12	2+460,00	10,14	Plano
Plano	9,90	2+480,00	8,84	Plano
Ondulado	12,82	2+500,00	11,02	Ondulado
Ondulado	13,87	2+520,00	9,69	Plano
Ondulado	32,69	2+540,00	71,99	Accidentado
Plano	4,41	2+560,00	0,47	Plano
Plano	4,21	2+580,00	0,74	Plano
Plano	8,92	2+600,00	5,26	Plano
Plano	7,74	2+620,00	0,85	Plano
Plano	1,01	2+640,00	3,38	Plano
Plano	2,47	2+660,00	2,39	Plano
Plano	3,89	2+680,00	1,93	Plano
Plano	6,79	2+700,00	0,48	Plano
Ondulado	13,18	2+720,00	2,55	Plano
Plano	5,68	2+740,00	2,94	Plano
Plano	4,29	2+760,00	3,85	Plano
Plano	5,39	2+780,00	12,00	Ondulado
Plano	0,12	2+800,00	2,66	Plano
Plano	2,34	2+820,00	6,43	Plano
Plano	2,83	2+840,00	1,74	Plano
Plano	1,31	2+860,00	2,14	Plano
Plano	8,93	2+880,00	0,85	Plano
Ondulado	11,07	2+900,00	4,84	Plano
Plano	5,74	2+920,00	8,24	Plano
Plano	8,49	2+940,00	3,00	Plano
Plano	10,48	2+960,00	5,53	Plano
Ondulado	40,54	2+980,00	8,66	Plano
Ondulado	39,34	3+000,00	1,28	Plano
Ondulado	39,45	3+020,00	0,33	Plano

<b>Tipo de Orografía</b>	<b>%Izquierda</b>	<b>Progresiva(km)</b>	<b>%Derecha</b>	<b>Tipo de Orografía</b>
Ondulado	46,76	3+040,00	3,18	Plano
Ondulado	49,20	3+060,00	3,24	Plano
Plano	0,10	3+080,00	0,05	Plano
Plano	2,11	3+100,00	0,57	Plano
Plano	2,23	3+120,00	0,64	Plano
Ondulado	38,27	3+140,00	4,86	Plano
Plano	0,22	3+160,00	11,38	Ondulado
Plano	0,37	3+180,00	23,57	Ondulado
Plano	6,01	3+200,00	23,82	Ondulado
Ondulado	34,61	3+220,00	18,89	Ondulado
Ondulado	34,30	3+240,00	6,59	Plano
Ondulado	17,56	3+260,00	2,82	Plano
Ondulado	36,09	3+280,00	0,90	Plano
Ondulado	40,73	3+300,00	0,05	Plano
Ondulado	44,09	3+320,00	4,32	Plano
Accidentado	56,85	3+340,00	5,12	Plano
Ondulado	48,90	3+360,00	5,40	Plano
Ondulado	19,17	3+380,00	5,80	Plano
Ondulado	23,62	3+400,00	6,28	Plano
Ondulado	27,07	3+420,00	6,81	Plano
Ondulado	18,46	3+440,00	7,71	Plano
Plano	2,32	3+460,00	1,19	Plano
Plano	1,05	3+480,00	3,24	Plano
Plano	1,18	3+500,00	0,01	Plano
Ondulado	35,33	3+520,00	4,41	Plano
Plano	7,49	3+540,00	2,65	Plano
Plano	5,64	3+560,00	1,65	Plano
Plano	6,68	3+580,00	0,44	Plano
Plano	2,87	3+600,00	2,70	Plano
Plano	6,82	3+620,00	11,06	Ondulado
Ondulado	12,48	3+640,00	13,75	Ondulado
Plano	3,13	3+660,00	16,27	Ondulado
Plano	1,55	3+680,00	18,97	Ondulado
Plano	4,69	3+700,00	0,31	Plano
Plano	2,05	3+720,00	7,50	Plano
Ondulado	18,12	3+740,00	6,21	Plano
Ondulado	22,29	3+760,00	1,37	Plano
Ondulado	22,70	3+780,00	12,77	Ondulado
Ondulado	14,13	3+800,00	10,57	Plano
Plano	0,72	3+820,00	4,78	Plano
Plano	8,40	3+840,00	27,38	Ondulado
Ondulado	17,14	3+860,00	17,41	Ondulado
Plano	1,57	3+880,00	1,04	Plano
Plano	1,59	3+900,00	0,43	Plano
Plano	0,01	3+920,00	5,49	Plano
Plano	3,53	3+940,00	7,62	Plano
Plano	4,79	3+960,00	11,17	Ondulado
Plano	1,43	3+980,00	7,69	Plano

<b>Tipo de Orografía</b>	<b>%Izquierda</b>	<b>Progresiva(km)</b>	<b>%Derecha</b>	<b>Tipo de Orografía</b>
Plano	9,70	4+000,00	10,04	Plano
Plano	3,71	4+020,00	12,84	Ondulado
Plano	4,31	4+040,00	4,18	Plano
Ondulado	11,50	4+060,00	9,91	Plano
Plano	10,86	4+080,00	12,25	Ondulado
Plano	8,90	4+100,00	12,43	Ondulado
Plano	6,42	4+120,00	2,23	Plano
Plano	5,08	4+140,00	0,12	Plano
Plano	3,72	4+160,00	1,97	Plano
Plano	5,61	4+180,00	0,33	Plano
Plano	1,68	4+200,00	0,68	Plano
Plano	1,02	4+220,00	1,60	Plano
Plano	3,29	4+240,00	0,61	Plano
Plano	3,72	4+260,00	3,39	Plano
Plano	2,39	4+280,00	6,09	Plano
Plano	8,83	4+300,00	8,30	Plano
Ondulado	15,39	4+320,00	1,97	Plano
Ondulado	11,98	4+340,00	0,09	Plano
Ondulado	15,51	4+360,00	1,17	Plano
Ondulado	19,66	4+380,00	15,34	Ondulado
Ondulado	22,15	4+400,00	0,92	Plano
Ondulado	17,35	4+420,00	2,68	Plano
Ondulado	14,45	4+440,00	10,57	Plano
Ondulado	19,45	4+460,00	0,36	Plano
Plano	7,90	4+480,00	6,44	Plano
Plano	8,93	4+500,00	6,17	Plano
Ondulado	23,98	4+520,00	7,45	Plano
Ondulado	17,15	4+540,00	5,72	Plano
Ondulado	20,90	4+560,00	3,91	Plano
Ondulado	34,94	4+580,00	0,23	Plano
Ondulado	47,68	4+600,00	17,52	Ondulado
Ondulado	37,39	4+620,00	6,17	Plano
Ondulado	30,75	4+640,00	7,88	Plano
Ondulado	19,68	4+660,00	10,16	Plano
Ondulado	23,05	4+680,00	7,68	Plano
Ondulado	43,18	4+700,00	1,72	Plano
Ondulado	27,80	4+720,00	16,74	Ondulado
Ondulado	16,49	4+740,00	2,02	Plano
Ondulado	22,12	4+760,00	6,29	Plano
Ondulado	14,23	4+780,00	2,34	Plano
Plano	2,60	4+800,00	1,29	Plano
Ondulado	22,01	4+820,00	28,24	Ondulado
Ondulado	22,96	4+840,00	17,27	Ondulado
Ondulado	33,70	4+860,00	2,83	Plano
Ondulado	30,26	4+880,00	3,38	Plano
Ondulado	24,43	4+900,00	13,75	Ondulado
Ondulado	26,21	4+920,00	4,76	Plano
Ondulado	35,16	4+940,00	1,50	Plano

<b>Tipo de Orografía</b>	<b>%Izquierda</b>	<b>Progresiva(km)</b>	<b>%Derecha</b>	<b>Tipo de Orografía</b>
Ondulado	35,87	4+960,00	0,59	Plano
Ondulado	24,76	4+980,00	5,46	Plano
Ondulado	13,87	5+000,00	10,25	Plano
Plano	9,95	5+020,00	0,96	Plano
Plano	2,17	5+040,00	7,61	Plano
Ondulado	23,39	5+060,00	0,59	Plano
Ondulado	36,69	5+080,00	0,77	Plano
Ondulado	28,52	5+100,00	3,97	Plano
Ondulado	22,37	5+120,00	3,72	Plano
Ondulado	38,37	5+140,00	0,98	Plano
Ondulado	47,73	5+160,00	1,33	Plano
Ondulado	30,32	5+180,00	2,97	Plano
Ondulado	33,23	5+200,00	0,26	Plano
Ondulado	49,02	5+220,00	8,74	Plano
Ondulado	37,95	5+240,00	6,50	Plano
Ondulado	36,42	5+260,00	7,64	Plano
Ondulado	20,83	5+280,00	6,78	Plano
Ondulado	12,29	5+300,00	13,52	Ondulado
Plano	3,73	5+320,00	17,50	Ondulado
Accidentado	51,98	5+340,00	5,32	Plano
Accidentado	63,44	5+360,00	1,76	Plano
Ondulado	45,87	5+380,00	3,08	Plano
Accidentado	54,10	5+400,00	4,06	Plano
Ondulado	37,31	5+420,00	2,82	Plano
Ondulado	24,84	5+440,00	4,43	Plano
Ondulado	19,08	5+460,00	2,04	Plano
Ondulado	15,54	5+480,00	1,78	Plano
Plano	10,65	5+500,00	9,81	Plano
Ondulado	13,20	5+520,00	0,96	Plano
Plano	0,53	5+540,00	6,33	Plano
Ondulado	17,06	5+560,00	0,51	Plano
Ondulado	44,40	5+580,00	3,93	Plano
Ondulado	19,05	5+600,00	5,17	Plano
Ondulado	18,71	5+620,00	4,04	Plano
Ondulado	30,25	5+640,00	5,74	Plano
Ondulado	14,81	5+660,00	1,10	Plano
Plano	6,50	5+680,00	1,31	Plano
Plano	6,88	5+700,00	0,82	Plano
Ondulado	35,49	5+720,00	6,30	Plano
Ondulado	16,19	5+740,00	8,98	Plano
Ondulado	18,96	5+760,00	4,98	Plano
Plano	7,39	5+780,00	24,37	Ondulado
Plano	3,26	5+800,00	48,23	Ondulado
Ondulado	37,13	5+820,00	10,65	Plano
Accidentado	52,03	5+840,00	0,94	Plano
Plano	6,73	5+860,00	1,25	Plano
Ondulado	22,10	5+880,00	1,24	Plano
Ondulado	19,10	5+900,00	2,93	Plano

<b>Tipo de Orografía</b>	<b>%Izquierda</b>	<b>Progresiva(km)</b>	<b>%Derecha</b>	<b>Tipo de Orografía</b>
Plano	1,21	5+920,00	0,99	Plano
Ondulado	13,36	5+940,00	72,07	Accidentado
Accidentado	74,07	5+960,00	62,31	Accidentado
Ondulado	16,54	5+980,00	49,37	Ondulado
Plano	3,84	6+000,00	26,58	Ondulado
Plano	7,71	6+020,00	19,50	Ondulado
Plano	0,38	6+040,00	13,42	Ondulado
Ondulado	11,14	6+060,00	0,57	Plano
Ondulado	15,22	6+080,00	15,03	Ondulado
Ondulado	11,99	6+100,00	18,13	Ondulado
Ondulado	13,90	6+120,00	8,81	Plano
Ondulado	20,58	6+140,00	2,60	Plano
Ondulado	17,07	6+160,00	4,55	Plano
Ondulado	11,61	6+180,00	29,25	Ondulado
Ondulado	16,53	6+200,00	27,71	Ondulado
Plano	9,30	6+220,00	18,34	Ondulado
Ondulado	27,33	6+240,00	19,78	Ondulado
Ondulado	22,03	6+260,00	32,74	Ondulado
Ondulado	27,87	6+280,00	46,35	Ondulado
Ondulado	21,83	6+300,00	21,88	Ondulado
Plano	0,72	6+320,00	26,63	Ondulado
Plano	0,13	6+340,00	19,27	Ondulado
Plano	1,78	6+360,00	29,70	Ondulado
Ondulado	18,51	6+380,00	1,80	Plano
Ondulado	28,15	6+400,00	5,16	Plano
Ondulado	23,93	6+420,00	24,91	Ondulado
Plano	1,67	6+440,00	22,34	Ondulado
Plano	7,36	6+460,00	16,67	Ondulado
Plano	2,51	6+480,00	2,09	Plano
Plano	8,19	6+500,00	1,61	Plano
Ondulado	17,10	6+520,00	1,64	Plano
Ondulado	19,75	6+540,00	2,61	Plano
Ondulado	27,10	6+560,00	6,64	Plano
Ondulado	22,63	6+580,00	14,61	Ondulado
Ondulado	15,29	6+600,00	11,43	Ondulado
Plano	5,58	6+620,00	2,95	Plano
Plano	7,77	6+640,00	5,95	Plano
Plano	2,02	6+660,00	5,03	Plano
Plano	0,81	6+680,00	11,52	Ondulado

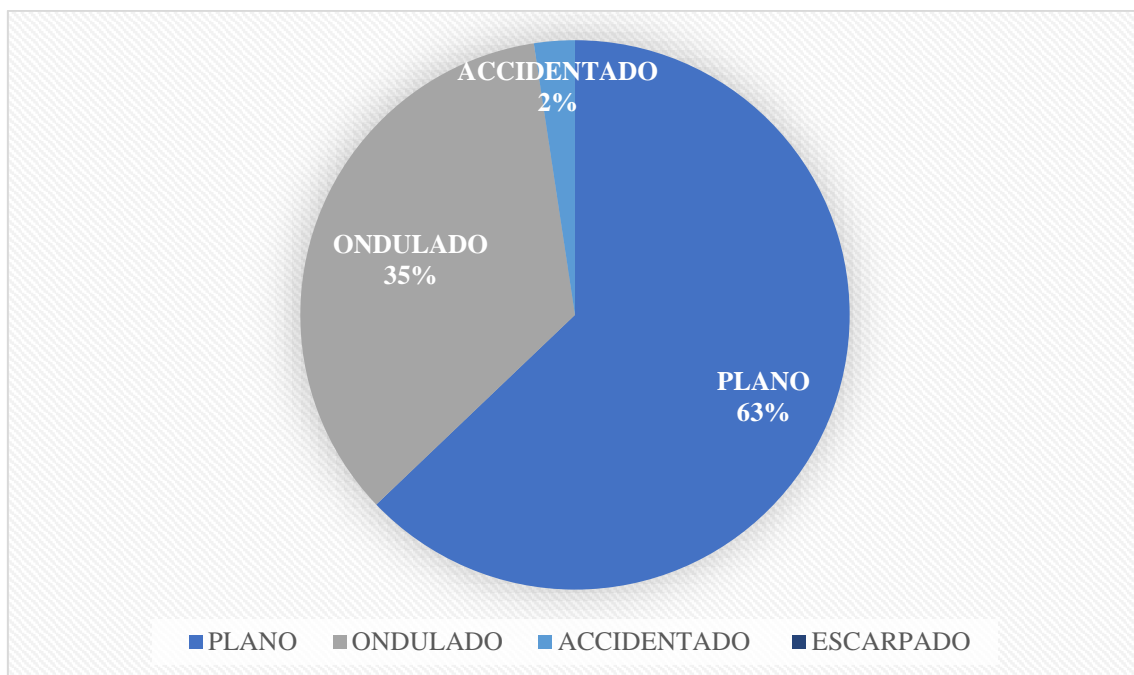
Ya alcanzados los resultados de las pendientes transversales podemos clasificar a que tipo de orografía perteneció mediante la tabla 25.



La tabla 29 mostró los resultados de clasificación de pendientes transversales por orografía.

*Tabla 29. Resumen de pendiente transversales*

<b>OROGRAFÍA</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>%</b>
PLANO	420	62,87%
ONDULADO	232	34,73%
ACCIDENTADO	16	2,40%
ESCARPADO	0	0,00%
<b>TOTAL</b>	<b>668</b>	<b>100,00%</b>



*Figura 38. Representación del tipo de terreno según su pendiente transversal*

De la figura 38 se observó que el terreno más representativo para la pendiente transversal fue de **Tipo Plano**.

### **3.7. Selección de la velocidad de diseño**

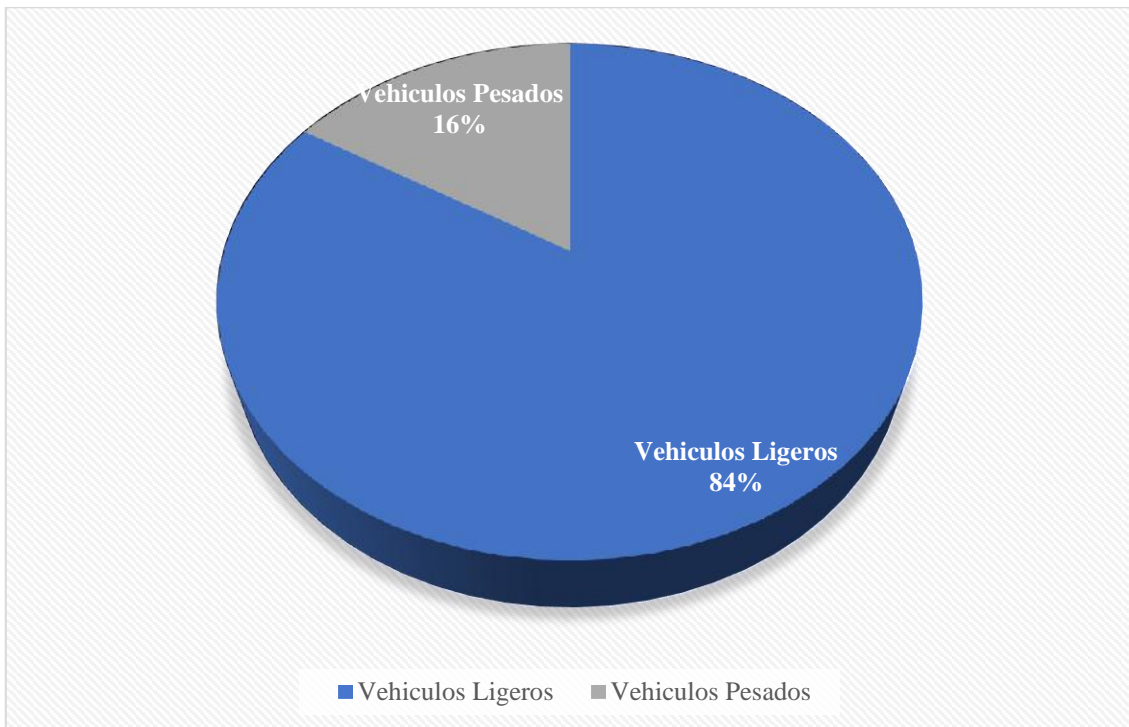
Según la clasificación de la vía por demanda y orografía, esta perteneció a una **Carretera de Primera Clase - Tipo I (Plano)**.

Por lo tanto, según la tabla 1, la velocidad de diseño varió entre 60 km/h – 90 km/h, entonces se eligió la velocidad de diseño menor, la cual fue:

**Velocidad de diseño = 60 km/h**

### **3.8. Selección del vehículo de diseño**

Como se apreció en la figura 39 el porcentaje de vehículos ligeros y pesados es de 84% y 16% respectivamente por lo que podemos concluir que si existió un porcentaje significativo de vehículos pesados que condicionó en la elección del vehículo de diseño.



*Figura 39. Porcentaje de vehículos*

De la figura 40 se observó que los vehículos pesados de mayor incidencia son el CAMION - 2E con 8,93% y el CAMION - 3E con 3,63%, seguidamente del BUS – 2E con 1,43 % y BUS – 3E con 0,63%; por lo cual se optó por el vehículo pesado mas desfavorable:

**Vehículo de diseño = B3**

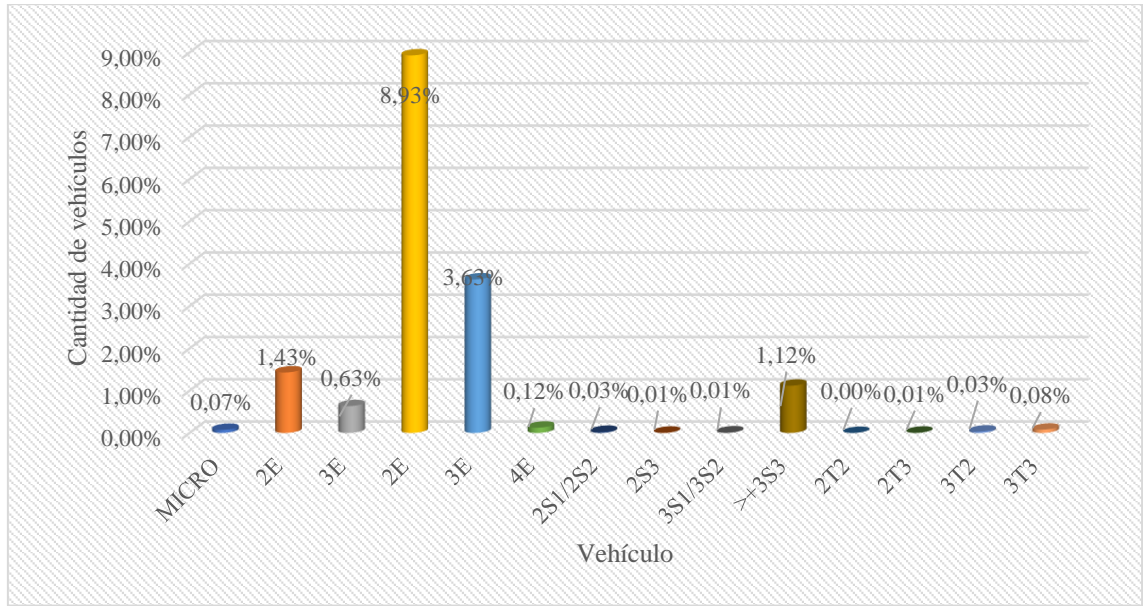


Figura 40. Vehículos pesados que componen el IMDA

### 3.9. Elementos geométricos de curvas horizontales

Para los valores calzada, berma, bombeo, peralte, sobreechancho y longitud de transición se utilizaron las siguientes tablas y ecuaciones:

- Longitud de transición

$$L_t = \frac{P_f - P_o}{I_{pmax}} * \frac{AC}{2}$$

Dónde:

L<sub>t</sub>: longitud de transición (m)

P<sub>f</sub>: peralte (%)

P<sub>o</sub>: bombeo (%)

I<sub>pmax</sub>: 1,08 – 0,01V<sub>d</sub>

V<sub>d</sub>: Velocidad de diseño (km/h)

Ac: Ancho de calzada

Los valores de peralte se obtuvieron de la figura 14, variando su resultado entre 6,5% a 8% de acuerdo al radio de curvatura, de esta forma se calculó el valor del peralte que se observó en la columna 9 de la tabla 30.

Los valores de bombeo se obtuvieron de la tabla 14, sabiendo que en la zona se tienen lluvias anuales > 500mm/h según el SENAHMI (ver anexo E), por lo tanto, el bombeo será de 2,5%.

La velocidad de diseño de la carretera Chota – El Paraíso fue de 60 km/h, el ancho de calzada se obtuvo de la tabla 12 y de acuerdo a la clasificación de la carretera que en este caso fue de primera clase su ancho de calzada fue de 7.20m.

Con los datos anteriormente mencionados se obtuvo la longitud de transición que se apreció en la columna 11 de la tabla 30.

➤ Sobreancho

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

Dónde:

Sa: sobreancho (m)

n: número de carriles

RC: radio de curvatura circular (m)

L: distancia entre eje posterior y parte frontal (m)

V: velocidad de diseño (km/h)

El número de carriles se obtuvo de acuerdo a clasificación de la carretera que en este caso de es de primera clase, por lo tanto, su número de carriles fue de 2.

El radio de curvatura circular varió de acuerdo a la geometría de la carretera y la distancia entre eje el posterior y la parte frontal se obtuvo de la tabla 7 siendo el vehículo de diseño en este caso el B3.

La velocidad de diseño de la carretera Chota – El Paraíso fue de 60 km/h, con los datos anteriormente mencionados se obtuvo el sobre ancho que se observó en la columna 10 de la tabla 30.

Tabla 30. Elementos geométricos en curvas horizontales, tramo Chota - El Paraíso

Curva Horizontal	Angulo de deflexión (°)	Sentido	Radio(m)	Tangente (m)	Longitud de curva(m)	Externa(m)	Cuerda (m)	Peralte (%)	Sobre-Ancho (m)	Longitud transición (m)
C-01	8,669	I	200,000	15,160m	30,261	0,574m	30,232	6,500	0,444	27,000
C-02	8,655	D	200,000	15,134m	30,210	0,572m	30,182	6,500	0,444	27,000
C-03	41,693	I	63,000	23,990m	45,844	4,413m	44,839	8,000	0,819	31,500
C-04	34,482	D	46,000	14,275m	27,684	2,164m	27,268	8,000	0,972	31,500
C-05	62,924	D	54,000	33,042m	59,305	9,307m	56,369	8,000	0,891	31,500
C-06	41,807	I	273,000	104,267m	199,199	19,234m	194,809	5,800	0,378	24,900
C-07	27,769	I	200,000	49,438m	96,934	6,020m	95,988	6,500	0,444	27,000
C-08	49,463	D	98,000	45,140m	84,602	9,896m	81,999	8,000	0,647	31,500
C-09	64,366	I	90,000	56,638m	101,105	16,339m	95,872	8,000	0,677	31,500
C-10	20,308	D	385,000	68,953m	136,459	6,126m	135,746	5,000	0,316	22,500
C-11	26,260	D	101,000	23,559m	46,290	2,711m	45,886	8,000	0,637	31,500
C-12	20,068	I	130,000	23,002m	45,532	2,019m	45,300	7,800	0,557	30,900
C-13	18,120	D	47,000	7,495m	14,864	0,594m	14,802	7,800	0,960	30,900
C-14	49,093	I	120,000	54,804m	102,819	11,922m	99,703	8,000	0,581	31,500
C-15	40,702	D	118,000	43,769m	83,825	7,856m	82,073	8,000	0,586	31,500
C-16	21,065	D	200,000	37,186m	73,532	3,428m	73,119	6,500	0,444	27,000
C-17	56,982	I	168,000	91,182m	167,079	23,149m	160,278	7,000	0,487	28,500
C-18	35,125	D	85,000	26,902m	52,109	4,156m	51,296	8,000	0,698	31,500
C-19	7,360	D	102,000	6,560m	13,102	0,211m	13,093	8,000	0,633	31,500
C-20	43,909	I	108,000	43,535m	82,766	8,444m	80,755	8,000	0,614	31,500
C-21	13,441	D	230,000	27,102m	53,955	1,591m	53,831	6,200	0,413	26,100
C-22	14,194	D	190,000	23,655m	47,068	1,467m	46,948	7,000	0,456	28,500
C-23	79,424	D	55,000	45,682m	76,242	16,497m	70,282	8,000	0,882	31,500

Curva Horizontal	Angulo de deflexión (°)	Sentido	Radio(m)	Tangente (m)	Longitud de curva(m)	Externa(m)	Cuerda (m)	Peralte (%)	Sobre-Ancho (m)	Longitud transición (m)
C-24	88,713	I	58,000	56,711m	89,803	23,118m	81,098	8,000	0,857	31,500
C-25	7,095	D	225,000	13,948m	27,861	0,432m	27,844	6,400	0,418	26,700
C-26	48,609	D	84,000	37,935m	71,264	8,169m	69,146	8,000	0,702	31,500
C-27	19,758	D	95,000	16,544m	32,760	1,430m	32,598	8,000	0,658	31,500
C-28	22,504	I	117,000	23,277m	45,955	2,293m	45,660	8,000	0,589	31,500
C-29	14,225	D	116,000	14,474m	28,799	0,900m	28,725	8,000	0,592	31,500
C-30	67,037	I	64,000	42,390m	74,881	12,765m	70,682	8,000	0,813	31,500
C-31	57,217	D	60,000	32,725m	59,918	8,344m	57,459	8,000	0,841	31,500
C-32	39,758	I	91,000	32,903m	63,145	5,766m	61,886	8,000	0,673	31,500
C-33	33,129	D	94,000	27,959m	54,351	4,070m	53,597	8,000	0,661	31,500
C-34	14,027	I	237,000	29,156m	58,021	1,787m	57,876	6,200	0,407	26,100
C-35	91,201	D	46,000	46,974m	73,221	19,746m	65,732	8,000	0,972	31,500
C-36	129,730	I	48,000	102,306m	108,682	65,006m	86,910	8,000	0,949	31,500
C-37	47,592	D	88,000	38,805m	73,096	8,176m	71,012	8,000	0,685	31,500
C-38	72,454	D	46,000	33,700m	58,169	11,024m	54,370	8,000	0,972	31,500

### 3.10. Elementos geométricos de curvas verticales

Tabla 31. Elementos geométricos en curvas verticales, tramo Chota - El Paraíso

Curva Vertical	PVI	PVI Cota	i% Entrada	i% Salida	Diferencia i%	Tipo	Longitud (m)	K
Inicio	0+000,00m	2318,820m		-1,82%				
CV-01	0+291,35m	2313,508m	-1,82%	-0,63%	1,19%	Convexa	180,000m	150,926
CV-02	0+752,74m	2310,599m	-0,63%	-6,34%	5,71%	Cóncava	130,000m	22,782

<b>Curva Vertical</b>	<b>PVI</b>	<b>PVI Cota</b>	<b>i% Entrada</b>	<b>i% Salida</b>	<b>Diferencia i%</b>	<b>Tipo</b>	<b>Longitud (m)</b>	<b>K</b>
CV-03	0+905,59m	2300,913m	-6,34%	-0,97%	5,37%	Convexa	150,000m	27,928
CV-04	1+157,86m	2298,477m	-0,97%	0,13%	1,10%	Convexa	50,000m	45,509
CV-05	1+399,89m	2298,799m	0,13%	-4,36%	4,49%	Cóncava	130,000m	28,945
CV-06	1+620,31m	2289,192m	-4,36%	-1,36%	3,00%	Convexa	100,000m	33,353
CV-07	2+261,37m	2280,473m	-1,36%	-0,61%	0,75%	Convexa	100,000m	133,991
CV-08	2+675,38m	2277,932m	-0,61%	-1,89%	1,27%	Cóncava	60,000m	47,131
CV-09	2+762,53m	2276,288m	-1,89%	1,69%	3,58%	Convexa	100,000m	27,925
CV-10	2+880,02m	2278,279m	1,69%	-1,91%	3,61%	Cóncava	70,000m	19,411
CV-11	3+256,72m	2271,077m	-1,91%	0,79%	2,70%	Convexa	70,000m	25,911
CV-12	3+351,45m	2271,825m	0,79%	-4,56%	5,35%	Cóncava	50,000m	9,341
CV-13	3+452,97m	2267,192m	-4,56%	-1,81%	2,76%	Convexa	50,000m	18,131
CV-14	3+557,09m	2265,312m	-1,81%	0,47%	2,27%	Convexa	50,000m	22,024
CV-15	3+765,36m	2266,279m	0,47%	-3,41%	3,87%	Cóncava	60,000m	15,501
CV-16	3+852,43m	2263,314m	-3,41%	-0,51%	2,90%	Convexa	80,000m	27,634
CV-17	4+036,08m	2262,375m	-0,51%	0,64%	1,15%	Convexa	100,000m	87,011
CV-18	4+156,57m	2263,144m	0,64%	-0,49%	1,13%	Cóncava	100,000m	88,756
CV-19	4+361,15m	2262,145m	-0,49%	0,38%	0,87%	Convexa	50,000m	57,423
CV-20	4+525,23m	2262,772m	0,38%	1,62%	1,24%	Convexa	50,000m	40,44
CV-21	4+781,44m	2266,919m	1,62%	-3,97%	5,59%	Cóncava	300,000m	53,665
CV-22	5+123,33m	2253,341m	-3,97%	1,03%	5,00%	Convexa	130,000m	25,98
CV-23	5+374,07m	2255,930m	1,03%	-4,46%	5,50%	Cóncava	70,000m	12,736
CV-24	5+480,00m	2251,201m	-4,46%	-2,49%	1,97%	Convexa	40,000m	20,309
CV-25	5+866,71m	2241,555m	-2,49%	0,08%	2,58%	Convexa	90,000m	34,938
CV-26	6+082,70m	2241,731m	0,08%	5,16%	5,08%	Convexa	100,000m	19,699
CV-27	6+413,31m	2258,784m	5,16%	0,54%	4,62%	Cóncava	220,000m	47,618
Fin	6+660,00m	2260,111m	0,54%					



## CAPÍTULO IV

### ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

#### 4.1. Determinación de velocidad de operación(V85) en campo

Para la determinación de la velocidad de operación de campo se ordenaron los datos obtenidos de campo en el punto medio de cada elemento geométrico (curvas horizontales y tramos tangentes) de menor a mayor, como se muestra a continuación:

*Tabla 32. Velocidad de operación de campo en tramo tangente T-1*

<b>T-1</b>			
<b>Nº</b>	<b>V85(km/h)</b>	<b>Nº</b>	<b>V85(km/h)</b>
1	35	16	54
2	37	17	54
3	38	18	55
4	40	19	57
5	40	20	58
6	41	21	59
7	45	22	59
8	46	23	59
9	47	24	60
10	48	25	60
11	49	26	61
12	50	27	63
13	51	28	63
14	52	29	65
15	54	30	68
<b><math>V_{85}(\text{campo})</math></b>			<b>60</b>

Luego se procedió a obtener el dato número 25 que será la velocidad del percentil 85 de 30 datos obtenidos en campo, entonces para este elemento geométrico (tramo

tangente 01) la V85 fue igual 60 km/h según la tabla 32, como se demuestra a continuación:

$$\text{Número de dato} = \frac{85 * (\text{total de datos})}{100}$$

$$\text{Número de dato} = \frac{85 * 30}{100} = 25,5$$

∴ La  $V_{85}(\text{campo})$  será el dato número 25 y según la Tabla 32 es igual a  $60 \frac{\text{km}}{\text{h}}$ .

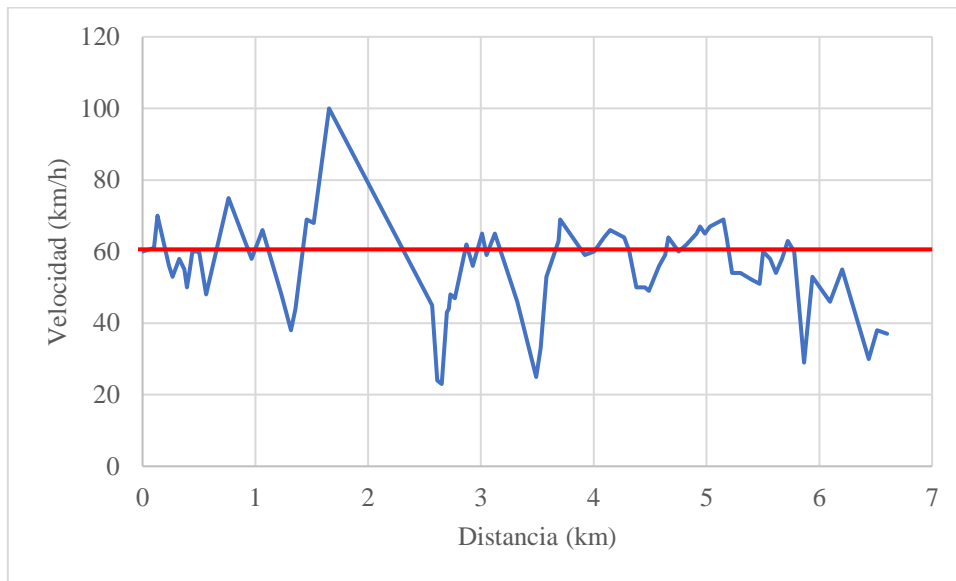
De la misma forma se procedió para todos los elementos geométricos restantes, resultados en la tabla 34.

Tabla 33. Velocidad de operación(V85) en campo

<b>RESUMEN V85 - CAMPO</b>				
<b>CARRETERA:</b>		<b>Chota - El Paraíso</b>		
<b>TRAMO:</b>		<b>0+000 - 6+690,00</b>		
<b>Nº</b>	<b>Elemento Geométrico</b>	<b>Progresivas</b>		<b>V85(km/h)</b>
		<b>Inicial</b>	<b>Final</b>	
1	T-1	0+000,00m	0+102,49m	60,00
2	C-1	0+102,49m	0+132,76m	61,00
3	T-2	0+132,76m	0+234,88m	70,00
4	C-2	0+234,88m	0+265,09m	56,00
5	T-3	0+265,09m	0+324,98m	53,00
6	C-3	0+324,98m	0+370,82m	58,00
7	T-4	0+370,82m	0+392,32m	55,00
8	C-4	0+392,32m	0+420,00m	50,00
9	T-5	0+420,00m	0+443,23m	55,00
10	C-5	0+443,23m	0+502,54m	60,00
11	T-6	0+502,54m	0+563,60m	60,00
12	C-6	0+563,60m	0+762,80m	48,00
13	T-7	0+762,80m	0+965,71m	75,00
14	C-7	0+965,71m	1+062,65m	58,00
15	T-8	1+062,65m	1+230,26m	66,00
16	C-8	1+230,26m	1+314,86m	48,00
17	T-9	1+314,86m	1+354,55m	38,00
18	C-9	1+354,55m	1+455,66m	44,00
19	T-10	1+455,66m	1+517,30m	69,00
20	C-10	1+517,30m	1+653,76m	68,00
21	T-11	1+653,76m	2+567,04m	100,00
22	C-11	2+567,04m	2+613,33m	45,00

Nº	Elemento Geométrico	Progresivas		V85(km/h)
		Inicial	Final	
23	T-12	2+613,33m	2+652,23m	24,00
24	C-12	2+652,23m	2+697,76m	23,00
25	T-13	2+697,76m	2+715,52m	43,00
26	C-13	2+715,52m	2+730,39m	44,00
27	T-14	2+730,39m	2+768,09m	48,00
28	C-14	2+768,09m	2+870,91m	47,00
29	T-15	2+870,91m	2+927,11m	62,00
30	C-15	2+927,11m	3+010,93m	56,00
31	T-16	3+010,93m	3+050,58m	65,00
32	C-16	3+050,58m	3+124,11m	59,00
33	T-17	3+124,11m	3+322,54m	65,00
34	C-17	3+322,54m	3+489,62m	46,00
35	T-18	3+489,62m	3+529,43m	25,00
36	C-18	3+529,43m	3+581,54m	33,00
37	T-19	3+581,54m	3+688,65m	53,00
38	C-19	3+688,65m	3+701,75m	63,00
39	T-20	3+701,75m	3+920,34m	60,00
40	C-20	3+920,34m	4+003,10m	59,00
41	T-21	4+003,10m	4+092,57m	60,00
42	C-21	4+092,57m	4+146,53m	64,00
43	T-22	4+146,53m	4+269,61m	66,00
44	C-22	4+269,61m	4+316,68m	64,00
45	T-23	4+316,68m	4+378,60m	60,00
46	C-23	4+378,60m	4+454,84m	50,00
47	T-24	4+454,84m	4+489,23m	50,00
48	C-24	4+489,23m	4+579,03m	49,00
49	T-25	4+579,03m	4+632,57m	56,00
50	C-25	4+632,57m	4+660,43m	59,00
51	T-26	4+660,43m	4+752,59m	64,00
52	C-26	4+752,59m	4+823,86m	60,00
53	T-27	4+823,86m	4+910,72m	62,00
54	C-27	4+910,72m	4+943,48m	65,00
55	T-28	4+943,48m	4+985,18m	67,00
56	C-28	4+985,18m	5+031,14m	65,00
57	T-29	5+031,14m	5+150,90m	67,00
58	C-29	5+150,90m	5+179,69m	69,00
59	T-30	5+179,69m	5+226,56m	64,00
60	C-30	5+226,56m	5+301,44m	54,00
61	T-31	5+301,44m	5+410,32m	54,00
62	C-31	5+410,32m	5+470,23m	52,00
63	T-32	5+470,23m	5+501,29m	51,00
64	C-32	5+501,29m	5+564,43m	60,00
65	T-33	5+564,43m	5+615,76m	58,00
66	C-33	5+615,76m	5+670,11m	54,00
67	T-34	5+670,11m	5+719,89m	58,00
68	C-34	5+719,89m	5+777,91m	63,00

Nº	Elemento Geométrico	Progresivas		V85(km/h)
		Inicial	Final	
69	T-35	5+777,91m	5+865,94m	60,00
70	C-35	5+865,94m	5+939,16m	29,00
71	T-36	5+939,16m	6+094,92m	53,00
72	C-36	6+094,92m	6+203,60m	46,00
73	T-37	6+203,60m	6+438,91m	55,00
74	C-37	6+438,91m	6+512,01m	30,00
75	T-38	6+512,01m	6+601,44m	38,00
76	C-38	6+601,44m	6+659,61m	37,00



*Figura 41. Perfil de velocidad de operación Chota – El Paraíso*

De la figura 41 se apreció que la velocidad de operación máxima que se desarrolla en el tramo Chota – El Paraíso fue de 100 km/h y la velocidad de operación mínima que se desarrolló en el tramo Chota – El Paraíso fue de 23 km/h, además que en varios puntos la velocidad de diseño fue superada por la velocidad de operación.

#### **4.2.Determinación de velocidad de operación(V85) en Curvas Horizontales**

Para la determinación de la velocidad de operación en curvas horizontales se utilizaron las ecuaciones y criterios de la tabla 5, a continuación, se demostró como se llegó a los resultados de la tabla 34.

➤ **Ejemplo de cálculo para la ecuación 1.**

- Primero, obtuvimos su pendiente igual a -4,56% y radio igual a 168,00m.
- Segundo, su alineamiento horizontal, en este caso la C-17 fue una curva horizontal sobre pendiente (-9% < i < -4%).
- Por último, se procedió a categorizar el número de ecuación y su cálculo, en este caso fue la ecuación 1 de la tabla 5, además la tabla 5 nos sugirió que comparáramos con la ecuación 2 y elijamos la menor.

Ecuación 1	Ecuación 2
$V_{85} = 102,10 - \frac{3077,13}{R}$	$V_{85} = 105,98 - \frac{3709,90}{R}$
$V_{85} = 102,10 - \frac{3077,13}{168}$	$V_{85} = 105,98 - \frac{3709,90}{168}$
$V_{85} = 83,78 \frac{km}{h}$	$V_{85} = 83,90 \frac{km}{h}$
$\therefore V_{85} = 83,78 \frac{km}{h}$	

➤ **Ejemplo de cálculo para la ecuación 2.**

- Primero, obtuvimos su pendiente igual a -1,82% y radio igual a 200,00m.
- Segundo, su alineamiento horizontal, en este caso la C-1 fue una curva horizontal sobre pendiente (-4% < i < 0%).
- Por último, se procedió a categorizar el número de ecuación y su cálculo, en este caso fue la ecuación 2 de la tabla 5, además la tabla 5 nos sugirió que comparáramos con la ecuación 1 y elijamos la menor.

Ecuación 2	Ecuación 1
$V_{85} = 105,98 - \frac{3709,90}{R}$	$V_{85} = 105,98 - \frac{3709,90}{R}$

$$V_{85} = 105,98 - \frac{3709,90}{200} \qquad V_{85} = 105,98 - \frac{3709,90}{200}$$

$$V_{85} = 87,43 \frac{km}{h} \qquad V_{85} = 86,71 \frac{km}{h}$$

$$\therefore V_{85} = 86,71 \frac{km}{h}$$

➤ **Ejemplo de cálculo para la ecuación 3.**

- Primero, obtuvimos su pendiente igual a 0,13% y radio igual a 98,00m.
- Segundo, su alineamiento horizontal, en este caso la C-8 fue una curva horizontal sobre pendiente ( $0\% < i < 4\%$ ).
- Por último, se procedió a categorizar el número de ecuación y su cálculo, en este caso fue la ecuación 3 de la tabla 5, además la tabla 5 nos sugirió que comparáramos con la ecuación 4 y elijamos la menor.

Ecuación 3

$$V_{85} = 104,82 - \frac{3574,51}{R}$$

$$V_{85} = 104,82 - \frac{3574,51}{98}$$

$$V_{85} = 68,35 \frac{km}{h}$$

Ecuación 4

$$V_{85} = 96,61 - \frac{2752,19}{R}$$

$$V_{85} = 96,61 - \frac{2752,19}{98}$$

$$V_{85} = 68,53 \frac{km}{h}$$

$$\therefore V_{85} = 68,35 \frac{km}{h}$$

➤ **Ejemplo de cálculo para la ecuación 4.**

En el actual desarrollo del proyecto de investigación no se han obtenido pendientes entre  $4\% < i < 9\%$ .

➤ **Ejemplo de cálculo para la ecuación 5.**

- Primero, obtuvimos su pendiente igual a -4,36%, radio igual a 90,00m y parámetro de curvatura vertical igual a 28,95m.
- Segundo, su alineamiento horizontal, en este caso la C-9 fue una curva horizontal combinada con curva cóncava.
- Por último, se procedió a categorizar el número de ecuación y su cálculo, en este caso fue la ecuación 5 de la tabla 5.

$$V_{85} = 105,32 - \frac{3438,19}{R}$$

$$V_{85} = 105,32 - \frac{3438,19}{98}$$

$$V_{85} = 67,12 \frac{km}{h}$$

➤ **Ejemplo de cálculo para la ecuación 6.**

- Primero, obtuvimos su pendiente igual a -1,82%, radio igual a 200,00m y parámetro de curvatura vertical igual a 150,93 m/%.
- Segundo, su alineamiento horizontal, en este caso la C-2 fue una curva horizontal combinada con curva convexa sin limitación de velocidad.
- Por último, se procedió a categorizar el número de ecuación y su cálculo, en este caso fue la ecuación 6 de la tabla 5, donde sugirió que comparáramos con la ecuación 1 , 2 para pendientes negativas y elijamos la menor.

Ecuación 1

$$V_{85} = 102,10 - \frac{3077,13}{R}$$

$$V_{85} = 102,10 - \frac{3077,13}{200}$$

$$V_{85} = 86,71 \frac{km}{h}$$

Ecuación 2

$$V_{85} = 105,98 - \frac{3709,90}{R}$$

$$V_{85} = 105,98 - \frac{3709,90}{200}$$

$$V_{85} = 87,43 \frac{km}{h}$$

➤ **Ejemplo de cálculo para la ecuación 7.**

- Primero, obtuvimos su pendiente igual a -4,36%, radio igual a 385,00m y parámetro de curvatura vertical igual a 33,35 m/%.
- Segundo, su alineamiento horizontal, en este caso la C-10 fue una curva horizontal combinada con curva convexa con limitación de velocidad ( $k < 43$  m/%).
- Por último, se procedió a categorizar el número de ecuación y su cálculo, en este caso fue la ecuación 7 de la tabla 5, donde sugiere que comparáramos con la ecuación 1 , 2 para pendientes negativas y elijamos la menor.

Ecuación 7	Ecuación 1	Ecuación 2
$V_{85} = 103,24 - \frac{3576,51}{R}$	$V_{85} = 102,10 - \frac{3077,13}{R}$	$V_{85} = 105,98 - \frac{3709,90}{R}$
$V_{85} = 103,24 - \frac{3576,51}{385}$	$V_{85} = 102,10 - \frac{3077,13}{385}$	$V_{85} = 105,98 - \frac{3709,90}{385}$
$V_{85} = 72,41 \frac{km}{h}$	$V_{85} = 74,01 \frac{km}{h}$	$V_{85} = 72,88 \frac{km}{h}$
	$\therefore V_{85} = 72,41 \frac{km}{h}$	



Tabla 34. Velocidades de operación obtenidas con las ecuaciones de Fitzpatrick en curvas horizontales en el tramo Chota – El Paraíso

Curva	Alineamiento			# de Ecuación	Radio(m)	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	V85(km/h)
	i%	Vertical	K										
C-1	-1,82			(2)	200,000	86,71	87,43						86,71
C-2	-1,82	Convexa	150,93	(6)	200,000	86,71	87,43				Nota 2		86,71
C-3	-0,63	Convexa	150,93	(6)	63,000	53,26	47,09				Nota 2		47,09
C-4	-0,63			(2)	46,000	35,21	25,33						25,33
C-5	-0,63			(2)	54,000	45,12	37,28						37,28
C-6	-0,63			(2)	273,000	90,83	92,39						90,83
C-7	-0,97			(2)	200,000	86,71	87,43						86,71
C-8	0,13			(3)	98,000			68,35	68,53				68,35
C-9	-4,36	Cóncava	28,95	(5)	90,000					67,12			67,12
C-10	-4,36	Convexa	33,35	(7)	385,000	94,11	96,34					93,95	93,95
C-11	-0,61			(2)	101,000	71,63	69,25						69,25
C-12	-1,89	Convexa	47,13	(6)	130,000	78,43	77,44				Nota 2		77,44
C-13	-1,89	Cóncava	27,92	(5)	47,000					32,17			32,17
C-14	1,69			(3)	120,000			75,03	73,68				73,68
C-15	-1,91			(2)	118,000	76,02	74,54						74,54
C-16	-1,91			(2)	200,000	86,71	87,43						86,71
C-17	-4,56			(1)	168,000	83,78	83,90						83,78
C-18	-1,81	Cóncava	22,02	(5)	85,000					64,87			64,87
C-19	0,45			(3)	102,000			69,78	69,63				69,63
C-20	-0,51			(2)	108,000	73,61	71,63						71,63

Curva	Alineamiento		K	# de Ecuación	Radio(m)	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	V85(km/h)
	i%	Vertical											
C-21	0,64	Convexa	88,76	(6)	230,000			89,28	84,64		Nota 2		84,64
C-22	-0,49			(2)	190,000	85,90	86,45						85,90
C-23	0,38			(3)	55,000			39,83	46,57				39,83
C-24	1,62	Cóncava	40,44	(5)	58,000					46,04			46,04
C-25	1,62			(3)	225,000			88,93	84,38				84,38
C-26	-3,97	Convexa	53,67	(6)	84,000	65,47	61,81				Nota 2		61,81
C-27	-3,97	Convexa	53,67	(6)	95,000	69,71	66,93				Nota 2		66,93
C-28	-3,97			(2)	117,000	75,80	74,27						74,27
C-29	1,03	Convexa	25,98	(7)	116,000			74,01	72,88			72,41	72,41
C-30	1,03			(3)	64,000			48,97	53,61				48,97
C-31	-4,46			(1)	60,000	50,81	44,15						44,15
C-32	-2,49			(2)	91,000	68,29	65,21						65,21
C-33	-2,49			(2)	94,000	69,36	66,51						66,51
C-34	-2,49			(2)	237,000	89,12	90,33						89,12
C-35	-0,08	Cóncava	34,94	(5)	46,000					30,58			30,58
C-36	-5,16			(1)	48,000	37,99	28,69						28,69
C-37	-0,54	Convexa	47,62	(6)	88,000	67,13	63,82				Nota 2		63,82
C-38	-0,54			(2)	46,000	35,21	25,33						25,33

De la tabla 34 se indicó que la V85 máxima fue igual a 93,95 km/h (C-10) y la V85 mínima fue igual 25,33km/h (C-38) en curvas horizontales, justamente la V85 máxima se desarrolló en pendiente negativa -4,36% y para un radio de 385 metros lo que nos indicó que el conductor se siente seguro al circular por radios grandes, contrariamente a lo que sucedió en la V85 mínima ya que se desarrolló en un radio de 46 metros en pendiente negativa de -0,46% lo que nos indicó que el la geometría de la carretera influyó en el conductor a reducir la velocidad de operación.

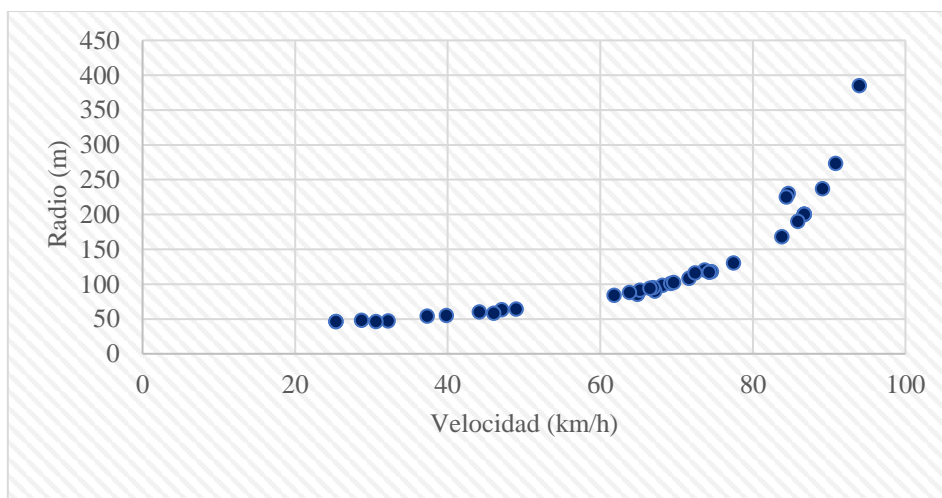


Figura 42. Influencia del grado de curvatura en la velocidad de operación

De la figura 42 se determinó que a medida que el radio se incrementa, la velocidad de operación también se incrementará, esto debido a que el conductor tuvo mayor espacio de maniobra y siente seguridad al conducir, esto indicó que el radio guardó una proporción directamente proporcional a la velocidad de operación.

#### 4.3. Determinación de velocidad de operación(V85) en Curvas Verticales

Para la determinación de la velocidad de operación en curvas verticales se utilizaron las ecuaciones y criterios de la tabla 5, a continuación, se demostró como se llegaron a los resultados de la tabla 35.

##### ➤ Ejemplo de cálculo para la ecuación 8.

- Primero, obtuvimos su parámetro de curvatura vertical igual a 150,93 m/%.

- Segundo, su alineamiento horizontal, en este caso la CV-1 fue una curva vertical cóncava sobre recta horizontal.
- Por último, se procedió a categorizar el número de ecuación y su cálculo, en este caso fue la ecuación 8 de la tabla 5, donde la V85 se asumió como la velocidad deseada.

$$\therefore V_{85} = 100,00 \frac{km}{h}$$

➤ **Ejemplo de cálculo para la ecuación 9.**

- Primero, obtuvimos su parámetro de curvatura vertical igual a 88,76 m/%.
- Segundo, su alineamiento horizontal, en este caso la CV-18 fue una curva vertical convexa con distancia de visibilidad no limitada ( $k > 43$  m/%) sobre recta horizontal.
- Por último, se procedió a categorizar el número de ecuación y su cálculo, en este caso fue la ecuación 9 de la tabla 5, donde la V85 se asumió como la velocidad deseada.

$$\therefore V_{85} = 100,00 \frac{km}{h}$$

➤ **Ejemplo de cálculo para la ecuación 10.**

- Primero, obtuvimos su parámetro de curvatura vertical igual a 22,78 m/%.
- Segundo, su alineamiento horizontal, en este caso la CV-2 fue una curva vertical convexa con distancia de visibilidad limitada ( $k < 43$  m/%) sobre recta horizontal.
- Por último, se procedió a categorizar el número de ecuación y su cálculo, en este caso fue la ecuación 10 de la tabla 5.

$$V_{85} = 105,08 - \frac{149,69}{K}$$

$$V_{85} = 105,32 - \frac{149,69}{22,78}$$

$$V_{85} = 98,51 \frac{km}{h}$$

Tabla 35. Velocidades de operación obtenidas con las ecuaciones de Fitzpatrick en curvas verticales en el tramo Chota – El Paraíso

Curva	Alineamiento		# de Ecuación	L,C,(m)	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	V85(km/h)
	Vertical	K													
CV-1	Cóncava	150,93	(8)	200,00								V85d			100,00
CV-2	Convexa	22,78	(10)	63,00										98,51	98,51
CV-3	Cóncava	27,93	(8)	46,00								V85d			100,00
CV-4	Cóncava	45,51	(8)	54,00								V85d			100,00
CV-5	Convexa	28,95	(5)	273,00					92,73						92,73
CV-6	Convexa	33,35	(7)	200,00			86,95	82,85				85,36			82,85
CV-7	Cóncava	133,99	(8)	98,00								V85d			100,00
CV-8	Convexa	47,13	(6)	90,00	67,91	64,76				Nota 2					64,76
CV-9	Cóncava	27,93	(8)	385,00								V85d			100,00
CV-10	Convexa	19,41	(10)	101,00										97,37	97,37
CV-11	Cóncava	25,91	(8)	130,00								V85d			100,00
CV-12	Convexa	9,34	(7)	47,00			28,77	38,05				27,14			27,14
CV-13	Cóncava	18,13	(5)	120,00						76,67					76,67
CV-14	Cóncava	22,02	(7)	118,00	76,02	74,54						72,93			72,93
CV-15	Convexa	15,50	(10)	200,00										95,42	95,42
CV-16	Cóncava	27,63	(8)	168,00								V85d			100,00
CV-17	Cóncava	87,01	(8)	85,00								V85d			100,00
CV-18	Convexa	88,76	(9)	102,00									V85d		100,00
CV-19	Cóncava	57,42	(8)	108,00								V85d			100,00
CV-20	Cóncava	40,44	(5)	230,00					90,37						90,37
CV-21	Convexa	53,67	(7)	190,00			86,01	82,12				84,42			82,12
CV-22	Cóncava	25,98	(8)	55,00								V85d			100,00

Curva	Alineamiento		# de Ecuación	L,C,(m)	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	V85(km/h)
	Vertical	K													
CV-23	Convexa	12,74	(10)	58,00										93,33	93,33
CV-24	Cóncava	20,31	(8)	225,00								V85d			100,00
CV-25	Cóncava	34,94	(7)	84,00			62,27	63,85			60,66				60,66
CV-26	Cóncava	19,70	(8)	95,00								V85d			100,00
CV-27	Convexa	47,62	(9)	117,00									V85d		100,00

De la tabla 36 se indicó que la V85 máxima fue igual a 100 km/h y la V85 mínima fue igual a 60.66 km/h en curvas verticales, además se tuvo que en las curvas verticales cóncavas se desarrolló mayor velocidad debido a que la visibilidad es mayor con respecto a las curvas verticales convexas.

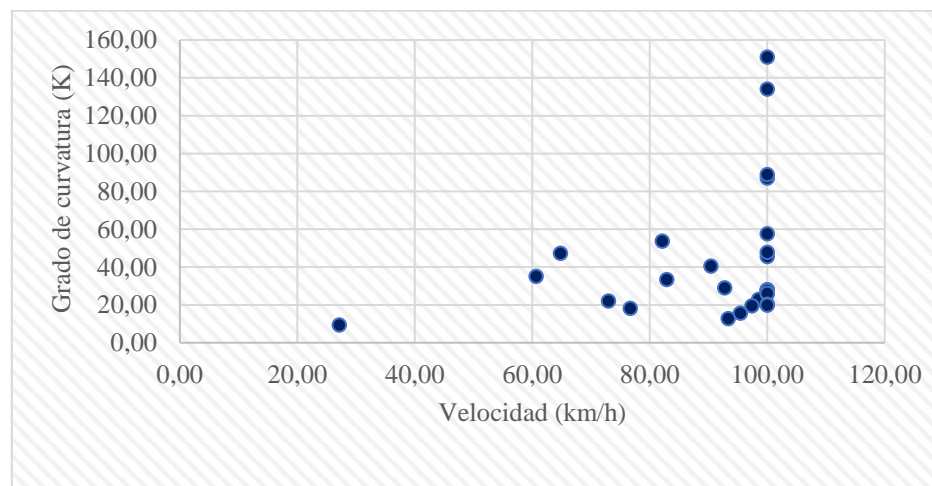


Figura 43. Influencia del grado de curvatura en la velocidad de operación

De la figura 43 se determinó que a medida que grado de curvatura (K) aumente, la velocidad de operación también se incrementará esto debido a que el conductor tiene mayor espacio de maniobra y siente seguridad al conducir, indicando el grado de curvatura guarda una proporción directamente proporcional a la velocidad de operación.

Haciendo un resumen se llegó a demostrar que se desarrolla mayores velocidades de operación en curvas verticales con respecto a curvas horizontales.

#### 4.4.Relación de V85 en curvas horizontales

Tabla 36. Relación de velocidades de operación en curvas horizontales

Curva	V85(km/h) Fitzpatrick	V85(km/h) Campo	$\Delta$	$[V_{85}^{FTPK} - V_{85}^{campo}] > 20 \text{ km/h}$
C-1	86,71	61,00	25,71	SI CUMPLE
C-2	86,71	56,00	30,71	SI CUMPLE
C-3	47,09	58,00	-10,91	NO CUMPLE
C-4	25,33	50,00	-24,67	NO CUMPLE
C-5	37,28	60,00	-22,72	NO CUMPLE
C-6	90,83	48,00	42,83	SI CUMPLE
C-7	86,71	58,00	28,71	SI CUMPLE
C-8	68,12	48,00	20,12	SI CUMPLE
C-9	67,12	44,00	23,12	SI CUMPLE
C-10	93,95	68,00	25,95	SI CUMPLE
C-11	69,25	45,00	24,25	SI CUMPLE
C-12	77,44	23,00	54,44	SI CUMPLE
C-13	32,17	44,00	-11,83	NO CUMPLE
C-14	73,68	47,00	26,68	SI CUMPLE
C-15	74,54	56,00	18,54	NO CUMPLE
C-16	86,71	59,00	27,71	SI CUMPLE
C-17	83,78	46,00	37,78	SI CUMPLE
C-18	64,87	33,00	31,87	SI CUMPLE
C-19	69,63	63,00	6,63	NO CUMPLE
C-20	71,63	59,00	12,63	NO CUMPLE
C-21	84,64	64,00	20,64	SI CUMPLE
C-22	85,90	64,00	21,90	SI CUMPLE
C-23	39,83	50,00	-10,17	NO CUMPLE
C-24	46,04	49,00	-2,96	NO CUMPLE
C-25	84,38	59,00	25,38	SI CUMPLE
C-26	61,81	60,00	1,81	NO CUMPLE
C-27	66,93	65,00	1,93	NO CUMPLE
C-28	74,27	65,00	9,27	NO CUMPLE
C-29	72,41	69,00	3,41	NO CUMPLE
C-30	48,97	54,00	-5,03	NO CUMPLE
C-31	44,15	52,00	-7,85	NO CUMPLE

Curva	V85(km/h) Fitzpatrick	V85(km/h) Campo	$\Delta$	$[V_{85}^{FTP} - V_{85}^{campo}] > 20 \text{ km/h}$
C-32	65,21	60,00	5,21	NO CUMPLE
C-33	66,51	54,00	12,51	NO CUMPLE
C-34	89,12	63,00	26,12	SI CUMPLE
C-35	30,58	29,00	1,58	NO CUMPLE
C-36	28,69	46,00	-17,31	NO CUMPLE
C-37	63,82	30,00	33,82	SI CUMPLE
C-38	25,33	37,00	-11,67	NO CUMPLE

De la tabla 36 se apreció que existe valores negativos del resultado de la diferencia de V85 por Fitzpatrick y V85 de campo en los elementos geométricos C-3, C-4, C-5, C-13, C-23, C-24, C-30, C-31, C-36 y C-38; esto quiere decir que para esos casos la V85 de campo fue mayor a la V85 obtenida con las ecuaciones de Fitzpatrick.

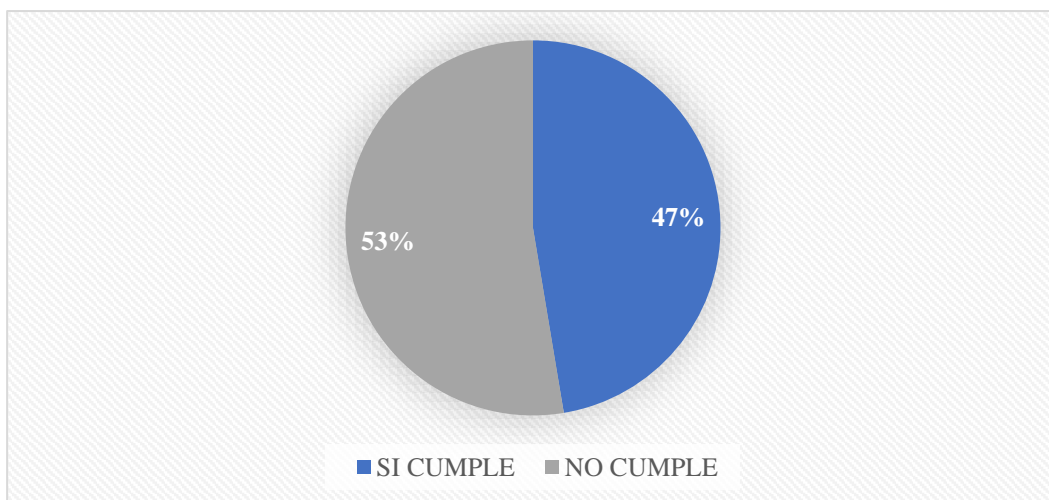


Figura 44. Porcentaje de cumplimiento de V85 con primera condición en curvas horizontales

De la figura 44 se concluyó que el 47% del total de datos, cumplió con la primera condición donde indicó que la velocidad de operación obtenida por Fitzpatrick difiere en mas de 20 km/h a la velocidad de operación tomada en campo y el 53% del total de datos no cumplió la primera condición, indicando que las fórmulas de Fitzpatrick no son confiables para la proyección de velocidades de operación debido a que por lo menos debe ser aproximadamente igual a las velocidades de operación medidas en campo.



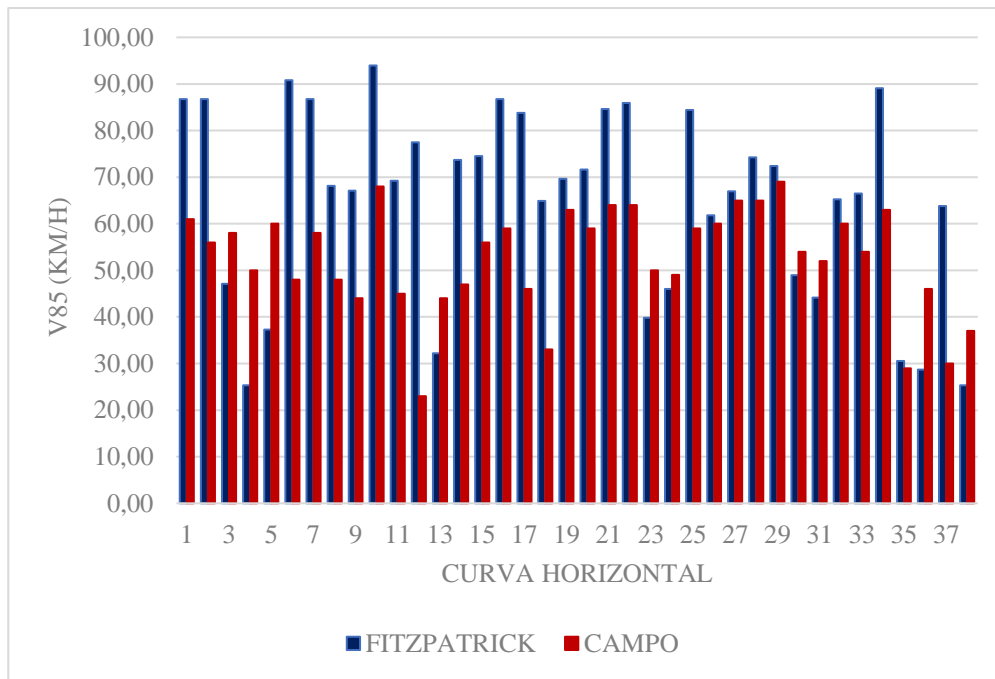


Figura 45. Comparación de resultados de velocidades de operación en curvas horizontales

En la figura 45 se observó que las velocidades de operación tomadas en campo (38 casos) fueron menores a las calculadas por Fitzpatrick; indicando que las fórmulas de Fitzpatrick no son confiables para la proyección de velocidades de operación debido a que por lo menos debe ser aproximadamente igual a las velocidades de operación medidas en campo.

#### 4.5.Relación de V85 en curvas verticales

Tabla 37. Relación de velocidades de operación en curvas verticales

Curva	V85(km/h) Fitzpatrick	V85(km/h) Campo	$\Delta$	$[V_{85}^{FTP} - V_{85}^{campo}] > 20 \text{ km/h}$
CV-1	100,00	53,00	47,00	SI CUMPLE
CV-2	98,51	75,00	23,51	SI CUMPLE
CV-3	100,00	75,00	25,00	SI CUMPLE
CV-4	100,00	66,00	34,00	SI CUMPLE
CV-5	92,73	44,00	48,73	SI CUMPLE
CV-6	82,85	68,00	14,85	NO CUMPLE
CV-7	100,00	100,00	0,00	NO CUMPLE
CV-8	64,76	23,00	41,76	SI CUMPLE
CV-9	100,00	48,00	52,00	SI CUMPLE
CV-10	97,37	62,00	35,37	SI CUMPLE
CV-11	100,00	65,00	35,00	SI CUMPLE

Curva	V85(km/h) Fitzpatrick	V85(km/h) Campo	$\Delta$	$[V_{85}^{FTP K} - V_{85}^{campo}] > 20 \text{ km/h}$
CV-12	27,14	46,00	-18,86	NO CUMPLE
CV-13	76,67	46,00	30,67	SI CUMPLE
CV-14	72,93	33,00	39,93	SI CUMPLE
CV-15	95,42	69,00	26,42	SI CUMPLE
CV-16	100,00	69,00	31,00	SI CUMPLE
CV-17	100,00	60,00	40,00	SI CUMPLE
CV-18	100,00	66,00	34,00	SI CUMPLE
CV-19	100,00	60,00	40,00	SI CUMPLE
CV-20	90,37	49,00	41,37	SI CUMPLE
CV-21	82,12	60,00	22,12	SI CUMPLE
CV-22	100,00	67,00	33,00	SI CUMPLE
CV-23	93,33	54,00	39,33	SI CUMPLE
CV-24	100,00	51,00	49,00	SI CUMPLE
CV-25	60,66	29,00	31,66	SI CUMPLE
CV-26	100,00	53,00	47,00	SI CUMPLE
CV-27	100,00	55,00	45,00	SI CUMPLE

De la tabla 37 se apreció que existieron valores negativos y/o cero del resultado de la diferencia de V85 por Fitzpatrick y V85 de campo en los elementos geométricos CV-7 y CV-12; esto quiere decir que para esos casos la V85 de campo fue mayor o igual a la V85 obtenida con las ecuaciones de Fitzpatrick.

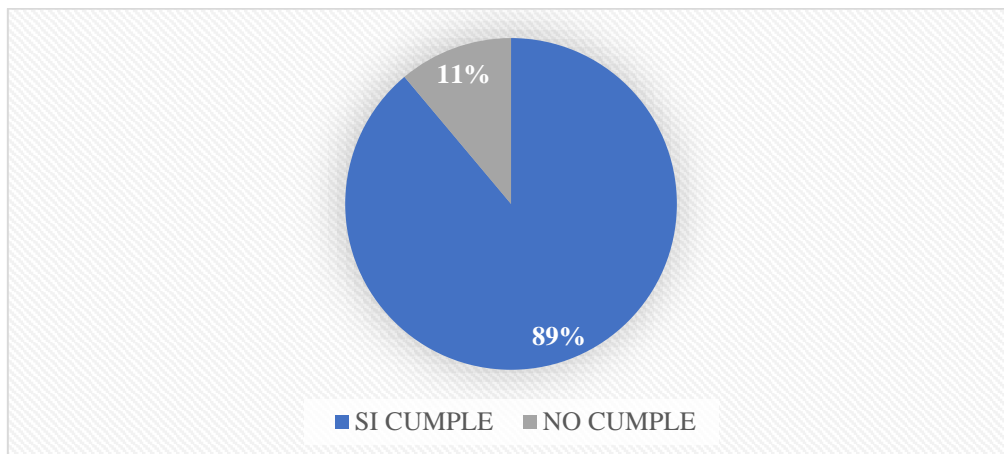
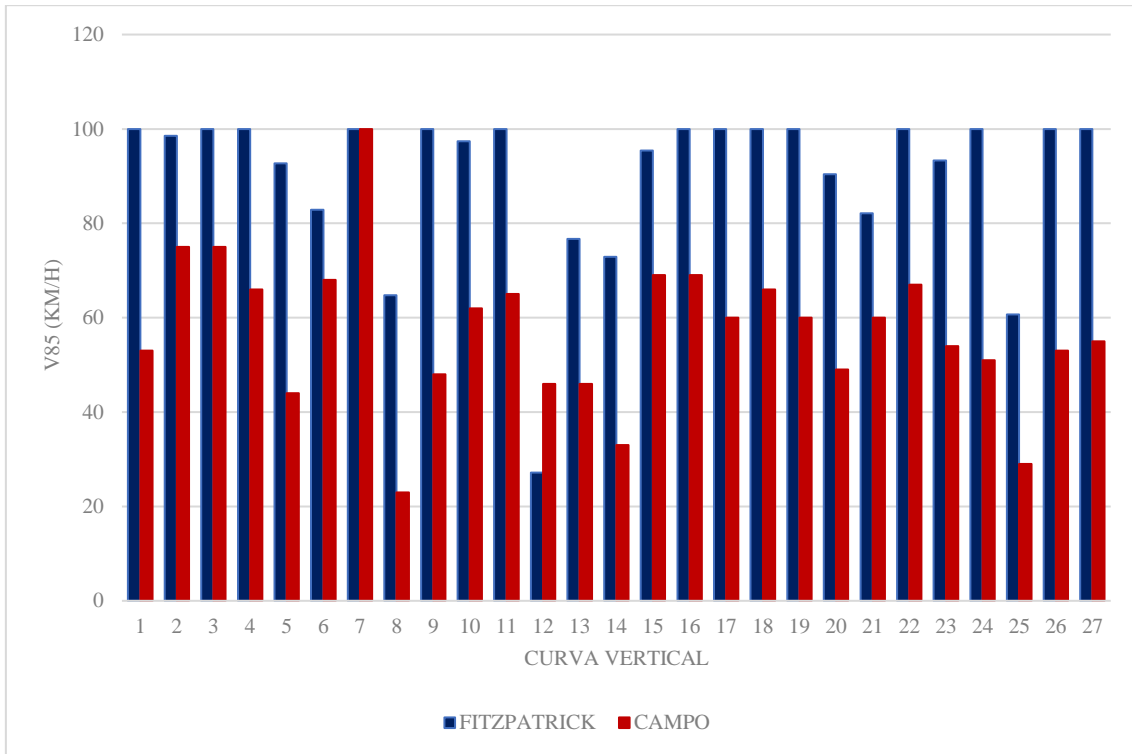


Figura 46. Porcentaje de cumplimiento de V85 con primera condición en curvas verticales

De la figura 46 se concluyó que el 89% del total de datos cumplió con la primera condición donde indicó que la velocidad de operación obtenida por Fitzpatrick difiere en más de 20 km/h a la velocidad de operación tomada en campo y el 11% del total de datos

no cumplió la primera condición; indicando que las fórmulas de Fitzpatrick no son confiables para la proyección de velocidades de operación debido a que por lo menos debe ser aproximadamente igual a las velocidades de operación medidas en campo.



*Figura 47. Comparación de resultados de velocidades de operación en curvas verticales*

En la figura 47 se observó que las velocidades de operación tomadas en campo (27 casos) son menores a las calculadas por Fitzpatrick; indicando que las fórmulas de Fitzpatrick no son confiables para la proyección de velocidades de operación debido a que por lo menos debe ser aproximadamente igual a las velocidades de operación medidas en campo.

## 4.6. Presentación de resultados

### 4.6.1. Velocidad de operación

#### 4.6.1.1. En curva horizontales

Tabla 38. Verificación de velocidades de operación según condiciones en curvas horizontales

Condición	Sí cumple		No cumple	
	Cantidad	%	Cantidad	%
$[V_{85}^{FTP K} - V_{85}^{campo}] > 20 \text{ km/h}$	18,00	47,37%	20,00	52,63%

De acuerdo a la tabla 38, se consideró 38 elementos geométricos (curvas horizontales) a lo largo de todo el tramo Chota – El Paraíso, de estos sí cumplieron la primera condición solo el 47,37% y no la cumplieron el 52,63%.

#### 4.6.1.2. En curva verticales

Tabla 39. Verificación de velocidades de operación según condiciones en curvas verticales

Condición	Sí cumple		No cumple	
	Cantidad	%	Cantidad	%
$[V_{85}^{FTP K} - V_{85}^{campo}] > 20 \text{ km/h}$	24,00	88,89%	3,00	11,11%

De acuerdo a la tabla 39, obtenemos 27 elementos geométricos (curvas verticales) a lo largo de todo el tramo Chota – El Paraíso, de estos sí cumplieron la primera condición solo el 88,89% y no la cumplieron el 11,11%.

#### 4.6.1.3. Velocidad de operación en el tramo Chota – El Paraíso

Tabla 40. Verificación de velocidades de operación en el tramo Chota – El Paraíso

Condición	Sí cumple		No cumple	
	Cantidad	%	Cantidad	%
$[V_{85}^{FTP} - V_{85}^{campo}] > 20 \text{ km/h}$	42	64,62%	23	35,38%

De acuerdo a la tabla 40, fueron considerados 65 elementos geométricos (curvas horizontales y verticales) a lo largo del tramo Chota – El Paraíso, de estos sí cumplieron la primera condición solo el 64,62% y no la cumplieron el 35,38%.

Se pudo llegar a concluir que las fórmulas de Fitzpatrick no son confiables para la proyección de velocidades de operación debido a que por lo menos debe ser aproximadamente igual a las velocidades de operación medidas en campo.

#### 4.7. Contrastación de la hipótesis

Primero y de acuerdo a los resultados obtenidos se acepta la hipótesis general: **“La velocidad de operación calculadas con las ecuaciones de Fitzpatrick difiere de la velocidad de operación medidas en el tramo Chota – El Paraíso en más de 20 km/hora”**, ya que de los resultados se obtuvo un 64,62% que están dentro del rango establecido y un 35,38% están fuera, por lo cual podemos expresar que en la vía analizada las velocidades de Fitzpatrick no son confiables para la proyección de velocidades de operación.

Segundo y de acuerdo a los resultados obtenidos se rechaza la hipótesis nula 2: **“La velocidad de operación calculadas con las ecuaciones de Fitzpatrick no difiere de la velocidad de operación medidas en el tramo Chota – El Paraíso en más de 20**

**km/hora**”, ya que de los resultados obtenidos un 35,38% difieren en menos de 20 km/hora y un 64,62% sí difiere en mas de 20 km/hora.

#### **4.8. Solución al problema**

Los accidentes de tránsito que se producen cada año en la carretera Chota – El Paraíso son uno de los mayores problemas del distrito de Chota y para pretender reducir este problema y mejorar la seguridad vial en base al cumplimiento de la velocidad de operación, se precisa dejar de adoptar modelos de estimación generados en otros países, tal y como es el caso de Fitzpatrick, ya que no se ajustan a la realidad peruana o por lo menos recalibrar el modelo de estimación con parámetros de carreteras del medio en el que se va a elaborar.

Por lo tanto, existe una relación entre el modelo de estimación de velocidad de operación y la siniestralidad vial, de esta manera se puede llegar a conocer el índice de siniestralidad si se elige un modelo de predicción adecuado del proyecto a ejecutar.

Para que las proyecciones de velocidad de operación se ajusten mejor a la trayectoria es necesario desarrollar modelos propios de predicción en nuestro país y por cada región natural (costa, sierra y selva) puesto que la topografía en nuestro país es muy diversa que demanda parámetros de diseño definidos, con este análisis la siniestralidad vial puede reducirse considerablemente, esto con respecto a vías en fase de diseño o planeamiento.

Con respecto a las vías ya existentes la mejor manera de reducir la siniestralidad vial es aumentando la densidad de señalizaciones preventivas, colocación de reductores de velocidad de operación y cámaras de detección de velocidad de operación, replanteando nuevas velocidades de operaciones máximas en el tramo Chota – El Paraíso,

con las soluciones mostradas se puede valorar la mejora de la seguridad vial en base al cumplimiento de la velocidad de operación sin generar altos costes.

#### **4.9. Discusión de resultados**

Los resultados obtenidos en este proyecto de investigación guardan relación con lo que dice el autor a nivel internacional Mora (2018), que ninguno de los modelos se ajusta de manera adecuada a la trayectoria, ya que los resultados obtenidos de la comparación de V85 por Fitzpatrick y V85 de campo arroja que un 64,62% difiere en más de 20 km/h con lo cual podemos decir que el modelo de operación desarrollado por Fitzpatrick no se ajusta de manera adecuada.

No coincidimos con el autor Delgado et al. (2021), donde la comparación de V85 por Fitzpatrick y V85 de campo están dentro del rango de predicción, ya que el modelo de Fitzpatrick no se ajusta de manera adecuada a la vía analizada.

Concordamos con el autor Arias & Remolina (2018), diciendo que existe mayor dispersión de datos generados por las pendientes positivas es debido a que los conductores aceleran al instante de transitar por estas, esto se da validez ya que en el proyecto de investigación se tuvo un rango de velocidad de operación en pendientes positivas entre 23km/h a 100km/h.

A nivel nacional guarda relación con lo que dicen los autores Gómez & Quispe (2017), donde concluyó que la velocidad de operación de campo comparada a la velocidad de diseño en vehículos ligeros es mayor a 20km/h ratificándolo como una vía en mala condición, con los resultados obtenidos del proyecto de investigación tenemos que un 64% de la velocidad de operación por Fitzpatrick difiere en más de 20km/h con respecto a la velocidad de operación de campo, por lo cual podemos decir que es una vía en mala condición.

Siguiendo con autores nacionales, tenemos al autor Turpo (2018), diciendo que la velocidad de operación es mayor a la velocidad de diseño, guardando relación con los resultados obtenidos en el proyecto de investigación ya que en varios tramos la velocidad de diseño es excedida por la velocidad de operación.

A nivel local coincidimos con lo que dice el autor Villena (2021), menciona que se presentan grandes reducciones de velocidad cuando existen tramos tangentes de considerable longitud seguidos por curvas.

A nivel local coincidimos con lo que dice el autor Chávez (2023), indicando su impacto adverso en la seguridad vial basado en la evaluación velocidad de operación mediante los criterios de Lahm.



## CAPÍTULO V

### CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

#### 5.1. Conclusiones

- Se comparó las velocidades de operación obtenidas con las ecuaciones de Fitzpatrick y las medidas en la carretera Chota – El Paraíso, obteniendo que el 64,62% difiere en más de 20 km/h y el 35,38% no difiere en más de 20 km/h, por lo que se concluye que las ecuaciones de Fitzpatrick no son confiables para su uso en el tramo de carretera investigado.
- Se ejecutó el levantamiento fotogramétrico de la carretera Chota – El Paraíso, obteniendo como resultados una orografía plana (tipo I) y alcanzando una variación de altura entre 2240 m.s.n.m - 2321 m.s.n.m. mediante el uso de dos (02) equipos principales: UAV y GNSS.
- Se efectuó el estudio de tráfico de la carretera Chota – El Paraíso, realizando el conteo vehicular diario durante 24 horas mediante la información proporcionada por una cámara de videovigilancia, obteniendo un total de 15310 veh/día de los cuales el 83,90% son vehículos ligeros y 16,10% son vehículos pesados, además de conocer la hora pico la cual fue entre las 14:00 – 15:00 horas y los días de mayor y menor circulación vehicular fueron martes y domingo respectivamente. Se logró conocer el IMDA el cual fue de 2188 veh/día.
- Se realizó el cálculo de las velocidades de operación haciendo uso de las diez (10) ecuaciones de Fitzpatrick en la carretera Chota – El Paraíso, alcanzando una

velocidad de operación mínima y máxima en curvas horizontales de 93,95 km/h y 25,33 km/h respectivamente, de igual manera la velocidad de operación mínima y máxima en curvas verticales fue de 100,00 km/h y 60,66 km/h respectivamente, concluyendo que se desarrollan mayores velocidades de operación en curvas verticales.

- Se midieron las velocidades de operación utilizando una pistola radar en la carretera Chota – El Paraíso, obteniendo una velocidad de operación mínima y máxima de 100,00 km/h y 23,00 km/h respectivamente.

## **5.2. Recomendaciones**

- Se sugiere realizar el levantamiento fotogramétrico a una altura de 75 m para obtener mayor información de la infraestructura existente y utilizando un UAV con características mayores para obtener mejores resultados tanto en la fase de recolección de datos como en la fase de procesamiento.

- Se recomienda obtener los videos de las cámaras de videovigilancia cercanos a reductores de velocidad para así poder observar a mayor detalle el tipo de vehículo que transita por el tramo en estudio.

- Para las mediciones de las velocidades de operación mediante la pistola radar se sugiere hacerlo desde las 06:00 horas y 18:00 horas ya que el nivel de tránsito es alto, también se puede considerar el uso de un velocímetro GPS ya que se obtienen resultados mas exactos y conlleva menor tiempo en la toma de datos porque automático y la información se almacena en una memoria interna.

- Para un posterior estudio se recomienda utilizar ecuaciones que consideren el peralte como factores principales ya que en este estudio no se considera.

- Se recomienda desarrollar un propio modelo de predicción de velocidad de operación de acuerdo a la geografía donde se desarrollará el estudio.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AASHTO (American Association of State Highway and Transportation Officials). 2011. *Green book* (6.<sup>a</sup> ed., vol. 6). Disponible en [https://www.academia.edu/33524500/AASHTO\\_Green\\_Book\\_2011\\_PDF](https://www.academia.edu/33524500/AASHTO_Green_Book_2011_PDF)
- Ana Perez. 2012. *Caracterización y modelización de la velocidad de operación en carreteras convencionales a partir de la observación naturalística de la evolución de vehículos ligeros*. Universitat Politècnica de València. Disponible en <https://riunet.upv.es/handle/10251/16701>
- Arias, J., & Remolina, Y. 2018. *análisis de consistencia del diseño geométrico en una carretera de dos carriles en terreno llano desde km (12+938) vía la fortuna hasta el km (19+473) vía analizada en ambos sentidos en el departamento de Santander*. Disponible en [https://repository.upb.edu.co/bitstream/handle/20.500.11912/5622/digital\\_37579.pdf?sequence=1&isallowed=y](https://repository.upb.edu.co/bitstream/handle/20.500.11912/5622/digital_37579.pdf?sequence=1&isallowed=y)
- Cartagena, E. 2022. *Comparación de velocidad diseño y velocidad operacional de vehículos, en las curvas horizontales en la carretera Puno - Moquegua*. Universidad Nacional del Altiplano. Disponible en <http://tesis.unap.edu.pe/handle/20.500.14082/18438?show=full>
- Celis, A., & Duarte, F. 2019. *Análisis y modelación de velocidad en tramos de vías urbanas previo a intersecciones a nivel semaforizadas*. Universidad Pontificia Bolivariana. Disponible en <https://repository.upb.edu.co/bitstream/handle/20.500.11912/8457/39187.pdf?sequence=1>
- Chiquitó, F. 2014. *Análisis de consistencia del trazado en caminos de montaña, en la república de Guatemala*. Universidad de San Carlos de Guatemala. Disponible en <https://repositoriosiidca.csuca.org/Record/RepoUSAC5047/Details>
- Delgado, D., Medina, L., Ulate, J., & García, R. 2021. *Modelos de velocidad de operación de carreteras rurales en terreno llano en Costa Rica. Enfoque UTE*, 12(2), 52-68. Disponible en <https://doi.org/10.29019/enfoqueute.732>

- Escalante Torrado, J. O., Caceres Jimenez, J. J., & Porras Diaz, H. 2016. *Ortomosaicos y modelos digitales de elevación generados a partir de imágenes tomadas con sistemas UAV*. Disponible en <https://www.redalyc.org/pdf/2570/257049511010.pdf>
- Fitzpatrick, Kay., National Cooperative Highway Research Program., & National Research Council (U.S.). Transportation Research Board. 2003. *Design speed, operating speed, and posted speed practices*. Transportation Research Board, National Research Council. Disponible en [https://onlinepubs.trb.org/onlinepubs/nchrp/nchrp\\_rpt\\_504.pdf](https://onlinepubs.trb.org/onlinepubs/nchrp/nchrp_rpt_504.pdf)
- Gómez, G., & Quispe, J. 2017. *Evaluación de la seguridad vial-nominal de la carretera enaco-abra ccorao de acuerdo a la consistencia del diseño geométrico*. Universidad Andina del Cusco. Disponible en <https://repositorio.uandina.edu.pe/handle/20.500.12557/992>
- Jhon Jairo, A. 2002. *Diseño geométrico de vías*. Disponible en <https://sjnavarro.files.wordpress.com/2011/08/disec3b1o-geomc3a9trico-de-vc3adas-john-jairo-agudelo.pdf>
- Kay Fitzpatrick, A., Blaschke, J. D., Brian Shamburger, C., Krammes, R. A., & Fambro, D. B. 1995. *Compatibility of design speed, operating speed, and posted speed (vol. 7)*. Disponible en <https://static.tti.tamu.edu/tti.tamu.edu/documents/1465-2F.pdf>
- Kay Fitzpatrick, A., Elefteriadou, L., Harwood, D. W., Collins, J. M., McFadden, J., Anderson, I. B., Krammes, R. A., Irizarry, N., Parma, K. D., Bauer, K. M., & Passetti, K. 2000. *Speed prediction for two-lane rural highways*. Disponible en [www.tfrc.gov/safety/ihsdm/ihsdm.htm](http://www.tfrc.gov/safety/ihsdm/ihsdm.htm)
- Lossetti, O., Trezza, F., & Patitó, J. A. 2005. *Accidentes de tránsito: consideraciones médico-legales lesionológicas y tanatológicas*. 1-7. Disponible en <https://www.cienciasdelasalud.uns.edu.ar/docs/repositorio/Silberman%20light%20e-book.pdf>
- Mora, R. 2018. *Selección de modelo de predicción de velocidades de operación para carreteras bidireccionales en Colombia*. Disponible en <https://repositorio.escuelaing.edu.co/handle/001/759>

- MTC (Ministerio de Transportes y Comunicaciones). 2017. *Manual de seguridad vial (2017.<sup>a</sup> ed.)*. Dirección general de caminos y ferrocarriles. Disponible en <https://portal.mtc.gob.pe/transportes/caminos/normas/2017>
- MTC (Ministerio de Transportes y Comunicaciones). 2018. *Manual de carreteras: diseño geométrico (DG-2018) (2018.<sup>a</sup> ed.)*. Dirección general de caminos y ferrocarriles. Disponible en [https://portal.mtc.gob.pe/transportes/caminos/normas\\_carreteras/documentos/manuales/Manual.de.Carreteras](https://portal.mtc.gob.pe/transportes/caminos/normas_carreteras/documentos/manuales/Manual.de.Carreteras)
- Pérez, A., García, A., & Camacho, F. 2011. *La Velocidad de Operación y su Aplicación en el Análisis de la Consistencia de Carreteras para la Mejora de la Seguridad Vial (Vol.6)*. Disponible en [https://www.researchgate.net/publication/261249580\\_La\\_velocidad\\_de\\_operacion\\_y\\_su\\_aplicacion\\_en\\_el\\_analisis\\_de\\_la\\_consistencia\\_de\\_carreteras\\_para\\_la\\_mejora\\_de\\_la\\_seguridad\\_vial](https://www.researchgate.net/publication/261249580_La_velocidad_de_operacion_y_su_aplicacion_en_el_analisis_de_la_consistencia_de_carreteras_para_la_mejora_de_la_seguridad_vial)
- OMS (Organización Mundial de la Salud). 2022. *Traumatismos causados por el tránsito*. Disponible en <https://www.who.int/es/newsroom/fact-sheets/detail/road-traffic-injuries>
- ONSV (Observatorio Nacional de Seguridad Vial). 2022. *Boletín anual 2022*. Ministerio de Transportes y comunicaciones. Dirección de Seguridad Vial. Disponible en <https://www.onsv.gob.pe/post/boletin-estadistico-de-siniestralidad-vial-2022/>
- PNP (Policía Nacional del Perú). 2022. *Anuario estadístico policial 2022*. Dirección de tecnologías de la información y comunicaciones. Disponible en [https://web.policia.gob.pe/anuario\\_estadistico/anuario\\_policial.html](https://web.policia.gob.pe/anuario_estadistico/anuario_policial.html)
- Turpo, D. 2018. *Análisis de velocidad de diseño y operación en la consistencia del diseño geométrico según dg-2018 en carretera Puno – Juliaca, tramo km 1349+000 –km 1353+000*. Universidad Nacional del Altiplano. Disponible en <http://tesis.unap.edu.pe/handle/20.500.14082/9766>
- Villena, M. 2021. *Análisis de la consistencia de la carretera centro poblado Huambocancha alta – centro poblado Porcón bajo su relación con la seguridad vial*. Universidad Nacional de Cajamarca. Disponible en <https://repositorio.unc.edu.pe/handle/20.500.14074/4368>

## ANEXO A: Fotografías

*Fotografía 1. Estacionamiento de GNSS Diferencial en el caserío de Chororco*



*Fotografía 2. Preparación de pintura para el marcado de puntos de control y apoyo a lo largo del tramo Chota – El Paraíso*



*Fotografía 3. Marcado de puntos de control y apoyo a lo largo del tramo Chota – El Paraíso*



*Fotografía 4. Fotografía 5: Marcado de puntos de control y apoyo a lo largo del tramo Chota – El Paraíso*



*Fotografía 6. Toma de punto de apoyo 84 con el rover*



*Fotografía 7. Toma de puntos de apoyo 14 con el rover*





*Fotografía 8. Ejecución del vuelo 01*



*Fotografía 9. Medición de velocidades de operación en tramos tangentes*



*Fotografía 10. Medición de velocidades de operación en curvas horizontales*



*Fotografía 11. Conteo vehicular*



## ANEXO B: Fotogrametría

### ANEXO B.1: Planes de vuelo

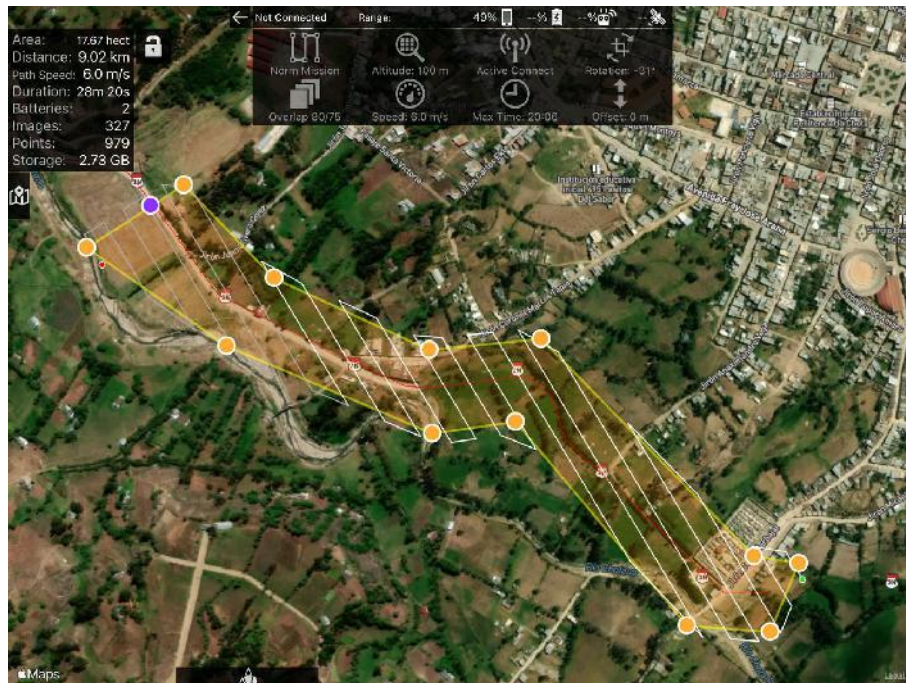


Figura 48. Plan de vuelo 01

Fuente: Adaptado del software Map Pilot Pro

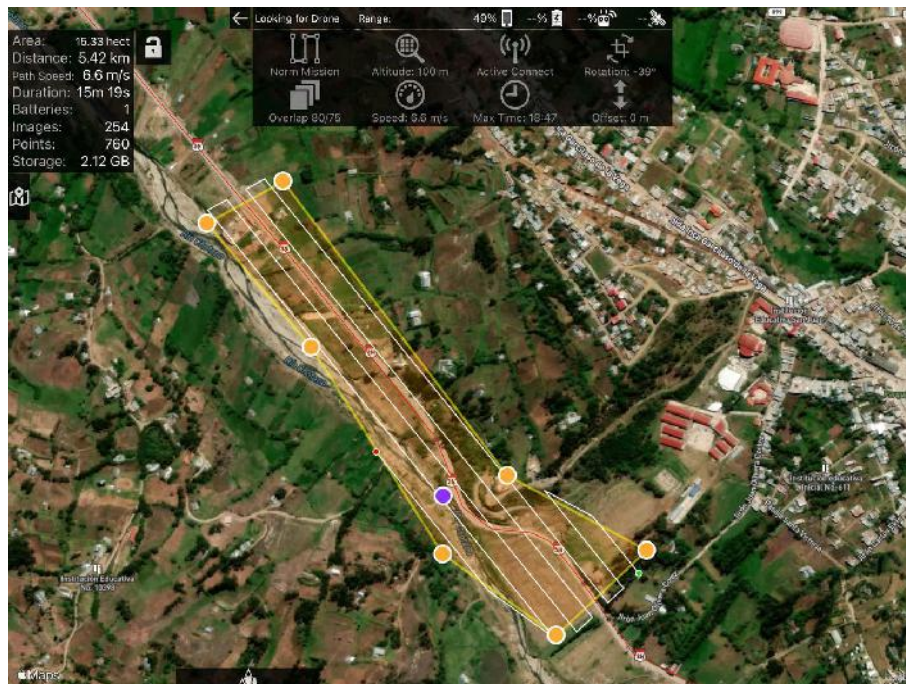


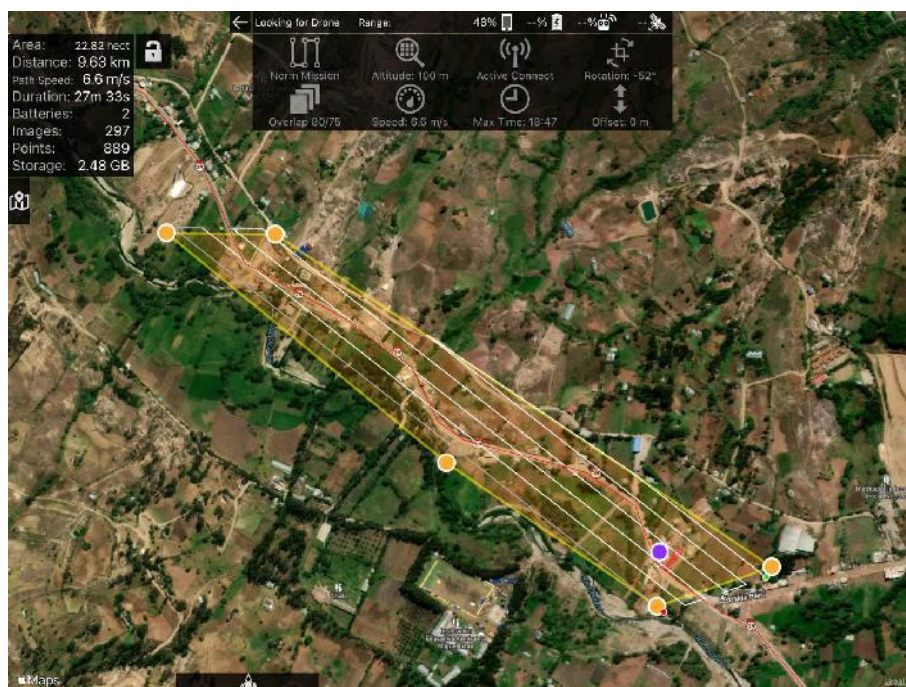
Figura 49. Plan de vuelo 02

Fuente: Adaptado del software Map Pilot Pro



*Figura 50. Plan de vuelo 03*

*Fuente: Adaptado del software Map Pilot Pro*



*Figura 51. Plan de vuelo 04*

*Fuente: Adaptado del software Map Pilot Pro*



*Figura 52. Plan de vuelo 05*

*Fuente: Adaptado del software Map Pilot Pro*



*Figura 53. Plan de vuelo 06*

*Fuente: Adaptado del software Map Pilot Pro*

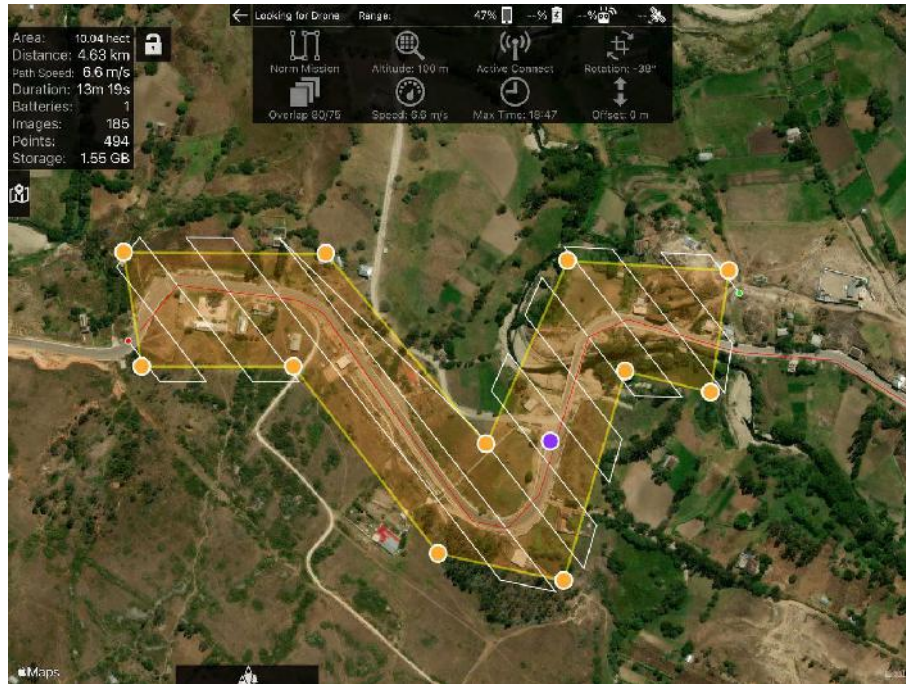


Figura 54. Plan de vuelo 07

Fuente: Adaptado del software Map Pilot Pro

## ANEXO B.2: Coordenadas UTM de punto de estación

Tabla 41. Coordenadas UTM de estación en el caserío de Choroco

COORDENADAS UTM		
DATUM: WGS-84 / ZONA:17-S		
ESTE	NORTE	COTA
756232,907 m	9275303,29 m	2339,0849 m.s.n.m.

## ANEXO B.3: Parámetros de plan de vuelo

Tabla 42. Parámetros de vuelo del dron Phantom 4 Pro

<b>Traslape</b>	<b>Longitudinal</b>	20 %
	<b>Transversal</b>	25%
<b>Altura vuelo</b>		100 m
<b>Dron</b>		Phantom 4Pro
<b>Pixeles</b>		20
<b>GSD</b>		2,74 cm/pixel

\*GSD: Ground Sampling Distance, altura de muestreo del suelo

## ANEXO B.4: Certificado de calibración y operatividad del GNSS Diferencial

**CERTIFICADO CALIBRACION Y OPERATIVIDAD**  
**N° 2021-19173**

RUC: 20600070640  
Cliente: LIVAQUE CONSTRUCTORES E.I.R.L.  
Equipo: ANTENA GNSS DIFERENCIAL  
Marca: CHCNAV  
Modelo: i90 BASE  
Serie: 3374419  
Modelo: i90 ROVER  
Serie: 3374399

Fecha de revisión: 2021-10-20

GEODESIA Y TOPOGRAFIA S.A.C, certifica que el equipo cumple con las especificaciones técnicas detalladas por el fabricante y con los estándares internacionales establecidos.

De acuerdo a las pruebas realizadas en tiempo real (RTK) y modo estático, el equipo se encuentra dentro del rango de tolerancia e incertidumbre establecido por el fabricante.

Lima, 20 de Octubre del 2021

Atentamente,

**GEOTOP S.A.C.**  
JORGE CANACHO DELGADO  
Administración - DNI: 40173219

Oficina Principal Lima: Av. Torres Mansazo 2388, Miraflores / Tel: (01) 268 4011 / Cel: 945 079 599 RPM: \*563421  
Oficina Huancayo: Prolong. Abdon Coto 4 Pto. Francisco Bezares N° 107 / Tel: (062) 510093 / Cel: 962 089 908 - RPM: \*563421  
Oficina Huancayo Jr. Lima N° 223 Of. 102 (cruce con Jr. Ancash) / Tel: (064) 215633 / Cel: 954 034 374 - RPM: \*563420

Geotop S.A.C. es una empresa miembro de la Asociación Peruana de Topografía y Geodesia (APOTG) y de la Asociación Peruana de Geodesta y Topografía (APGT).

Figura 55. Certificado de calibración y operatividad del GNSS Diferencial

## ANEXO B.5: Certificado de calibración y operatividad del UAV



### ACTA DE CONFORMIDAD DE OPERATIVIDAD

Modelo: PHANTOM 4 PRO

N°Serie: 11UDK57R.720331

FECHA REPORTE: 13/09/2023

EMPRESA: AST REPRESENTACIONES

S.R.L. DJI AUTHORIZED STORE PERU -

ZINTEC. RUC: 20604086362

Mediante el presente documento dejamos constancia que hemos realizado la revisión total del equipo que se hace referencia en la parte superior con un máximo de 3 meses. Además, de cumplir con los protocolos de seguridad, según exige el fabricante para cumplir con la operatividad para HLS CONSULTORIA Y SERVICIOS GENERALES E.I.R.L.

Habiéndose realizado la evaluación para este producto que cumpla a las siguientes configuraciones y actualizaciones que fue emitida por el fabricante.

Artículo	Número de serie	Nombre de modelo	Cantidad	Software	Observación
DJI PHANTOM 4 PRO	11UDK57R.720331	Motor: DJI 208	4	V04.00.04.00	Esencial
CONTROL	DJI RC Pro	RMS108	1	V04.00.04.00	Esencial
Cámara	/	DJI Phantom 4	1	V01.00.08.79	Esencial
Batería de vuelos inteligentes	69DNL5F0010BT2		1	V01.02.05.44	Esencial
Cargador	/	17.5 100w	1	/	Esencial
Hélices	/	9453F	06 pares	/	Accesorio
Cables de corriente	/	/	/	/	Accesorio

#### IMPORTANTE:

\*El fabricante lanzará un software actualizado para la Auto-calibración de los parámetros de vuelo del equipo, corregir errores además de mejorar el rendimiento después de la activación del producto. Todas las versiones actualizadas lanzadas por el fabricante se han verificado que cumpla con los estándares y normativas aplicables de las directivas pertinentes por el fabricante.

\*Esta actualización será lanzada por el fabricante trimestralmente o cuando se necesite según criterio del fabricante.

\*Este proceso debe ser ejecutado por el usuario capacitado en el uso y manejo del equipo o el servicio técnico autorizado DJI.

Habiéndose encontrándose todo conforme, se firma la presente.

  
Servicio técnico

  
VICTOR COLINA VINES  
GERENTE GENERAL  
AST REPRESENTACIONES S.R.L.  
Empresa



Figura 56. Certificado de calibración y operatividad del UAV



## ANEXO B.6: Puntos de apoyo y control

Tabla 43. Puntos de apoyo y control

<b>CUADRO DE BM'S</b>				
<b>Punto</b>	<b>Este</b>	<b>Norte</b>	<b>Cota</b>	<b>Descripción</b>
1	759571,39	9273287,65	2319,17	PC_01
2	759349,3	9273510,47	2313,91	PC_02
3	758993,15	9273645,09	2309,83	PC_03
4	758446,31	9274052,61	2296,61	PC_04
5	758063,94	9274594,5	2282,28	PC_05
6	757686,41	9274979,68	2278,2	PC_06_1
7	757519,09	9275201,91	2276,85	PC_06_2
8	757147,9	9275340,46	2271,43	PC_07
9	756681,72	9275727,57	2262,82	PC_08
10	756424,56	9276079,63	2262,71	PC_09
11	756024,41	9276217,05	2261,44	PC_10
12	755722,69	9276163,1	2254,71	PC_11
13	755141,66	9276403,38	2241,93	PC_12
14	755004,79	9276186,33	2247,37	PC_13
15	754806,49	9276435,87	2259,4	PC_14
16	759650,55	9273287,59	2321,15	PA_01
17	759552,4	9273314,65	2318,25	PA_02
18	759467,57	9273382,29	2316,4	PA_03
19	759407,15	9273466,01	2314,84	PA_04
20	759317,78	9273544,09	2313,61	PA_05
21	759283,35	9273628,31	2312,23	PA_06
22	759237,97	9273652,51	2312,58	PA_07
23	759150,68	9273623,25	2311,75	PA_08
24	759043,73	9273635,89	2310,74	PA_09
25	758944,38	9273670,18	2307,32	PA_10
26	758864,35	9273721,39	2302,03	PA_11
27	758769,64	9273764,3	2300,14	PA_12
28	758721,68	9273832,54	2299,06	PA_13
29	758651,64	9273919,6	2298,35	PA_14
30	758600,44	9273987,29	2298,9	PA_15
31	758483,23	9274006,06	2298,38	PA_16
32	758441,37	9274092,09	2294,74	PA_17
33	758394,45	9274177,92	2290,5	PA_18
34	758348,91	9274253,62	2288,4	PA_19
35	758280,92	9274322,39	2287,04	PA_20
36	758219,99	9274407,93	2285,66	PA_21
37	758152,88	9274475,14	2284,43	PA_22
38	758106,18	9274560,73	2283,35	PA_23
39	758018,21	9274636,16	2281,4	PA_24
40	757967,44	9274709,58	2280,32	PA_25
41	757873,24	9274809,67	2279,53	PA_26
42	757831,91	9274871,63	2279,12	PA_27
43	757758,59	9274941,78	2278,43	PA_28
44	757683,11	9275007,23	2279,12	PA_29

**CUADRO DE BM'S**

<b>Punto</b>	<b>Este</b>	<b>Norte</b>	<b>Cota</b>	<b>Descripción</b>
45	757579,82	9275050,02	2277,09	PA_30
46	757542,41	9275133,13	2277,76	PA_31
47	757500,24	9275212,15	2275,97	PA_32
48	757434,89	9275271,56	2274,77	PA_33
49	757322,62	9275297,28	2272,42	PA_34
50	757232,54	9275326,6	2271,22	PA_35
51	757109,98	9275364,83	2269,85	PA_36
52	757073,82	9275434,12	2266,6	PA_37
53	757033,31	9275502,29	2265,12	PA_38
54	756964,34	9275563,2	2265,63	PA_39
55	756861,19	9275611,24	2265,75	PA_40
56	756784,63	9275662,92	2263,36	PA_41
57	756707,65	9275694,92	2263,1	PA_42
58	756664,27	9275800,69	2262,47	PA_43
59	756620,47	9275883,17	2262,84	PA_44
60	756582,66	9275958,93	2262,58	PA_45
61	756505,32	9276042,59	2262,08	PA_46
62	756449,03	9276085,31	2262,68	PA_47
63	756407,49	9276058,77	2262,53	PA_48
64	756347,24	9276045,82	2262,51	PA_49
65	756271,25	9276105,36	2264,39	PA_50
66	756228,69	9276163,87	2265,12	PA_51
67	756155,64	9276211,13	2263,87	PA_52
68	756066,68	9276220,25	2262,49	PA_53
69	755980,09	9276190,4	2259,23	PA_54
70	755895,04	9276187,67	2255,49	PA_55
71	755793,84	9276178,32	2253,47	PA_56
72	755694,47	9276177,82	2254,33	PA_57
73	755631,2	9276234,81	2255,52	PA_58
74	755579,49	9276303,11	2253,03	PA_59
75	755475,74	9276303,35	2249,8	PA_60
76	755398,27	9276362,87	2247,41	PA_61
77	755297,36	9276364,16	2244,87	PA_62
78	755234,78	9276388,24	2242,88	PA_63
79	755122,64	9276368,72	2241,5	PA_64
80	755098,49	9276311,17	2241,51	PA_65
81	755076,28	9276206,96	2243,42	PA_66
82	755036,81	9276188,8	2244,9	PA_67
83	754959,08	9276243,03	2250,69	PA_68
84	754911,38	9276326,12	2254,96	PA_69
85	754850,95	9276397,12	2258,35	PA_70
86	754759,89	9276442,15	2259,33	PA_71
87	754666,22	9276438,32	2260,24	PA_72
88	754740,34	9276419,61	2261,58	PA_73
89	755091,8	9276205,91	2241,73	PA_74
90	755618,92	9276288,07	2267,6	PA_75
91	755739,06	9276201,19	2265,25	PA_76
92	755071,95	9276299,71	2240,07	PA_77

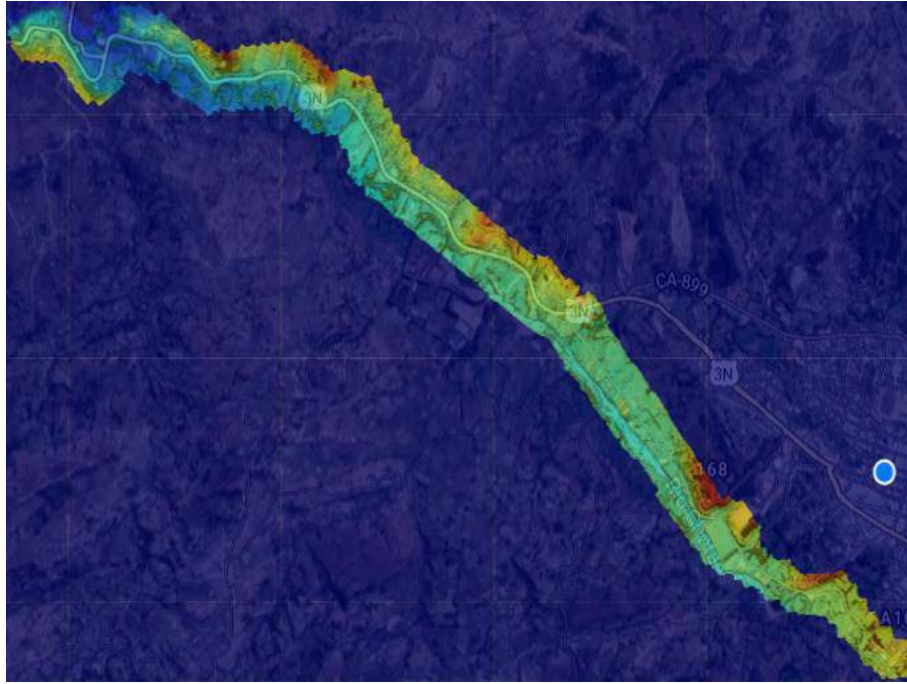
CUADRO DE BM'S				
Punto	Este	Norte	Cota	Descripción
93	756474,02	9276090,01	2266,14	PA_78
94	756719,03	9275716,52	2263,99	PA_79
95	757050,14	9275441,53	2265,97	PA_80
96	757475,85	9275209,7	2273,21	PA_81
97	757745,85	9275009,08	2282,05	PA_82
98	758581,3	9274017,09	2299,68	PA_83
99	758962,3	9273653,38	2307,4	PA_84
100	759404,07	9273497,11	2315,51	PA_85

### ANEXO B.7: Procesamiento en software Metashape

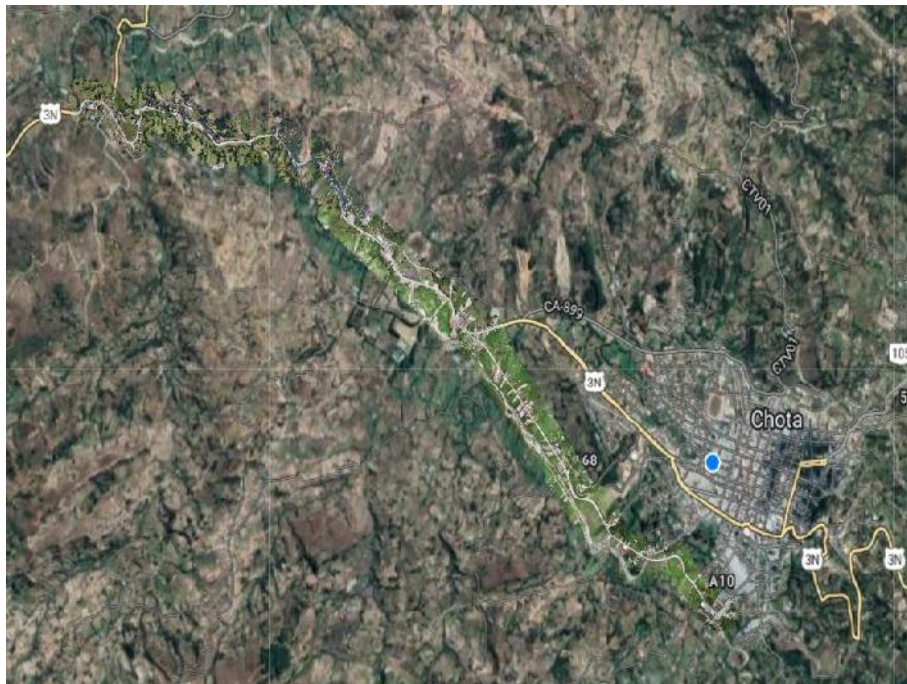


*Figura 57. Generación de nube de puntos*

*Fuente: Adaptado del software Metashape*



*Figura 58. Generación de superficie*  
*Fuente: Adaptado del software Metashape*



*Figura 59. Generación de ortomosaico*  
*Fuente: Adaptado del software Metashape*

**ANEXO C: Tránsito**

**ANEXO C.1: Conteo vehicular**

*Tabla 44. Día número 01 de conteo vehicular*




Miercoles 31 de Agosto del 2022																				
DIA	AUTO	CAMIONETAS		MICRO	BUS		CAMION			SEMI TRAYLER				TRAYLER				TOTAL	%	
		PICKUP	RURAL COMBI		2E	3E	2E	3E	4E	2S1/2S2	2S3	3S1/3S2	>+3S3	2T2	2T3	3T2	3T3			
																				
00:00-01:00	7	9	4	0	4	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	28	1.28%
01:00-02:00	5	4	0	0	1	0	1	3	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	15	0.68%
02:00-03:00	4	8	5	0	1	0	5	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	25	1.14%
03:00-04:00	2	8	3	0	0	0	4	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	19	0.87%
04:00-05:00	6	6	14	0	4	3	2	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	37	1.69%
05:00-06:00	12	9	7	0	2	0	4	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	38	1.74%
06:00-07:00	32	26	33	0	0	1	8	4	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	106	4.84%
07:00-08:00	73	25	35	0	1	0	13	3	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	151	6.89%
08:00-09:00	49	33	27	0	0	0	11	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	125	5.71%
09:00-10:00	43	37	20	0	2	1	15	7	1	0	0	0	2	0	0	0	0	0	128	5.84%
10:00-11:00	46	42	30	0	2	0	11	8	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	140	6.39%
11:00-12:00	49	28	28	0	1	0	7	5	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	120	5.48%
12:00-13:00	45	47	25	0	1	2	9	9	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	140	6.39%
13:00-14:00	65	38	28	0	0	1	8	6	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	147	6.71%
14:00-15:00	58	39	30	0	3	0	9	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	141	6.44%
15:00-16:00	51	35	29	0	1	0	7	10	1	0	0	0	3	0	0	0	0	1	138	6.30%
16:00-17:00	58	38	20	0	2	0	22	11	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	152	6.94%
17:00-18:00	53	32	29	0	0	1	18	9	0	0	0	0	4	0	0	0	0	0	146	6.67%
18:00-19:00	51	29	22	0	0	1	8	3	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	115	5.25%
19:00-20:00	39	30	14	0	0	0	7	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	91	4.16%
20:00-21:00	15	26	15	0	1	1	6	3	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	69	3.15%
21:00-22:00	15	18	8	0	1	1	11	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	56	2.56%
22:00-23:00	10	8	5	0	1	2	5	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	33	1.51%
23:00-24:00	9	10	5	0	1	0	3	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	30	1.37%
<b>TOTAL</b>	797	585	436	0	29	14	198	104	4	0	0	0	22	0	0	0	0	1	2190	100.00%
<b>%</b>	36.39%	26.71%	19.91%	0.00%	1.32%	0.64%	9.04%	4.75%	0.18%	0.00%	0.00%	0.00%	1.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.05%		100.00%	

Tabla 45. Día número 02 de conteo vehicular




Jueves 01 de Setiembre del 2022																				
DIA	AUTO	CAMIONETAS		MICRO	BUS		CAMION			SEMI TRAYLER				TRAYLER				TOTAL	%	
		PICKUP	RURAL COMBI		2E	3E	2E	3E	4E	2S112S2	2S3	3S113S2	>+3S3	2T2	2T3	3T2	3T3			
																				
00:00-01:00	5	10	3	0	3	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	24	1.12%
01:00-02:00	4	5	1	0	1	0	2	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	16	0.74%
02:00-03:00	5	7	4	0	1	0	4	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	22	1.02%
03:00-04:00	1	7	4	0	0	0	5	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	18	0.84%
04:00-05:00	5	7	13	0	4	2	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	33	1.53%
05:00-06:00	11	10	9	0	2	0	4	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	41	1.91%
06:00-07:00	33	30	31	0	0	0	8	1	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	105	4.88%
07:00-08:00	75	23	22	2	0	1	16	5	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	147	6.83%
08:00-09:00	46	51	19	0	1	0	11	3	0	0	0	0	5	0	0	0	0	0	136	6.32%
09:00-10:00	64	33	21	0	4	0	11	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	136	6.32%
10:00-11:00	45	31	16	0	0	0	18	9	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	120	5.58%
11:00-12:00	53	34	21	0	1	0	8	8	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	128	5.95%
12:00-13:00	56	28	18	0	0	2	17	5	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	127	5.90%
13:00-14:00	66	34	27	0	0	1	8	4	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	141	6.56%
14:00-15:00	68	24	23	0	2	1	10	9	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	138	6.42%
15:00-16:00	58	30	25	0	0	0	13	7	0	0	0	0	5	0	0	0	0	0	138	6.42%
16:00-17:00	47	32	22	1	2	0	8	5	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	119	5.53%
17:00-18:00	60	39	29	0	0	0	18	1	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	149	6.93%
18:00-19:00	54	26	20	0	0	2	7	3	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	114	5.30%
19:00-20:00	40	32	16	0	0	0	8	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	98	4.56%
20:00-21:00	18	24	16	0	1	2	5	3	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	70	3.25%
21:00-22:00	18	19	9	0	1	1	9	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	58	2.70%
22:00-23:00	12	9	7	0	2	2	6	2	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	41	1.91%
23:00-24:00	8	12	4	0	1	0	4	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	32	1.49%
<b>TOTAL</b>	852	557	380	3	26	14	204	83	1	0	0	0	30	0	0	0	1	0	2151	100.00%
<b>%</b>	39.61%	25.89%	17.67%	0.14%	1.21%	0.65%	9.48%	3.86%	0.05%	0.00%	0.00%	0.00%	1.39%	0.00%	0.00%	0.05%	0.00%	0.00%	100.00%	

Tabla 46. Día número 03 de conteo vehicular

DIA	AUTO	CAMIONETAS		MICRO	BUS		CAMION			SEMI TRAYLER				TRAYLER				TOTAL	%	
		PICKUP	RURAL COMBI		2E	3E	2E	3E	4E	2S1/2S2	2S3	3S1/3S2	>+3S3	2T2	2T3	3T2	3T3			
00:00-01:00	9	6	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	20	0.91%
01:00-02:00	4	8	3	0	3	0	2	2	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	24	1.09%
02:00-03:00	6	4	4	0	1	0	6	2	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	25	1.14%
03:00-04:00	5	3	7	0	0	0	4	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	21	0.95%
04:00-05:00	4	5	13	0	4	2	5	2	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	37	1.68%
05:00-06:00	15	13	6	0	3	2	4	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	48	2.18%
06:00-07:00	35	29	30	0	2	0	12	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	111	5.04%
07:00-08:00	69	34	23	0	0	0	14	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	143	6.50%
08:00-09:00	44	35	33	0	0	0	12	2	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	128	5.82%
09:00-10:00	47	36	22	0	4	0	10	4	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	125	5.68%
10:00-11:00	47	34	10	0	1	0	13	5	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	111	5.04%
11:00-12:00	50	50	23	0	1	1	13	2	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	141	6.41%
12:00-13:00	60	35	25	0	2	1	12	8	0	0	0	0	0	1	0	1	0	1	146	6.63%
13:00-14:00	69	26	18	0	2	1	10	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	127	5.77%
14:00-15:00	87	28	23	0	3	0	11	5	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	159	7.22%
15:00-16:00	55	29	27	0	0	0	12	3	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	128	5.82%
16:00-17:00	59	38	32	1	4	0	15	4	0	1	0	0	0	1	0	0	1	0	156	7.09%
17:00-18:00	64	25	25	0	1	0	13	6	0	0	0	0	0	5	0	0	0	0	139	6.32%
18:00-19:00	60	37	22	0	2	0	3	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	128	5.82%
19:00-20:00	39	19	19	0	2	0	3	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	84	3.82%
20:00-21:00	22	21	12	0	4	2	2	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	65	2.95%
21:00-22:00	25	10	11	0	2	0	3	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	54	2.45%
22:00-23:00	20	15	7	0	3	3	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	51	2.32%
23:00-24:00	10	6	9	0	3	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	30	1.36%
<b>TOTAL</b>	905	546	408	1	47	12	182	72	2	3	1	0	19	0	1	1	1	1	2201	100.00%
<b>%</b>	41.12%	24.81%	18.54%	0.05%	2.14%	0.55%	8.27%	3.27%	0.09%	0.14%	0.05%	0.00%	0.86%	0.00%	0.05%	0.05%	0.05%	0.05%	100.00%	

Tabla 47. Día número 04 de conteo vehicular

Sabado 03 de Setiembre del 2022																			
DIA	AUTO	CAMIONETAS		MICRO	BUS		CAMION			SEMI TRAYLER				TRAYLER				TOTAL	%
		PICKUP	RURAL COMBI		2E	3E	2E	3E	4E	2S1/2S2	2S3	3S1/3S2	>+3S3	2T2	2T3	3T2	3T3		
00:00-01:00	7	7	1	0	3	3	4	4	0	0	0	0	2	0	0	0	0	31	1.39%
01:00-02:00	7	5	1	0	1	0	5	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	20	0.90%
02:00-03:00	5	3	3	0	0	1	3	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	18	0.81%
03:00-04:00	6	2	5	0	0	1	8	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	25	1.12%
04:00-05:00	3	10	11		3	3	7	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	40	1.80%
05:00-06:00	6	10	16		0	1	10	4	0	0	0	0	1	0	0	0	0	48	2.16%
06:00-07:00	31	25	17	0	1	0	7	3	1	0	0	0	2	0	0	0	0	87	3.91%
07:00-08:00	36	32	19	1	0	1	7	4	1	0	0	0	0	0	0	0	0	101	4.54%
08:00-09:00	47	24	23	0	0	0	12	4	0	0	0	0	1	0	0	0	0	117	5.26%
09:00-10:00	53	24	23	0	2	0	7	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	114	5.13%
10:00-11:00	66	46	21	0	2	0	13	1	1	0	0	0	3	0	0	0	0	159	7.15%
11:00-12:00	50	25	27	0	1	0	13	6	0	0	0	0	1	0	0	0	1	124	5.58%
12:00-13:00	69	34	22	0	0	2	16	2	1	0	0	0	1	0	0	0	0	147	6.61%
13:00-14:00	80	34	34	0	0	1	16	2	0	0	0	0	3	0	0	0	0	170	7.64%
14:00-15:00	87	36	29	1	3	0	9	6	0	0	0	1	3	0	0	0	0	175	7.87%
15:00-16:00	65	44	27	0	0	0	12	4	0	0	0	0	1	0	0	0	1	154	6.92%
16:00-17:00	54	37	22	0	3	1	8	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	128	5.76%
17:00-18:00	54	33	21	0	1	0	9	4	0	0	0	0	1	0	0	0	0	123	5.53%
18:00-19:00	62	33	19	0	1	0	11	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	132	5.94%
19:00-20:00	63	28	16	0	0	1	10	3	0	0	0	0	1	0	0	0	1	123	5.53%
20:00-21:00	30	18	7	0	2	0	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	63	2.83%
21:00-22:00	18	10	11	0	3	0	8	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	52	2.34%
22:00-23:00	11	12	9	0	0	2	8	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	43	1.93%
23:00-24:00	17	4	2	0	1	0	5	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	30	1.35%
<b>TOTAL</b>	927	536	392	2	27	17	220	74	5	0	0	1	20	0	0	0	3	2224	100.00%
<b>%</b>	41.68%	24.10%	17.63%	0.09%	1.21%	0.76%	9.89%	3.33%	0.22%	0.00%	0.00%	0.04%	0.90%	0.00%	0.00%	0.00%	0.13%	100.00%	



Tabla 48. Día número 05 de conteo vehicular

Domingo 04 de Setiembre del 2022																				
DIA	AUTO	CAMIONETAS		MICRO	BUS		CAMION			SEMI TRAYLER				TRAYLER				TOTAL	%	
		PICKUP	RURAL COMBI		2E	3E	2E	3E	4E	2S1/2S2	2S3	3S1/3S2	>+3S3	2T2	2T3	3T2	3T3			
00:00-01:00	6	5	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	15	0.73%
01:00-02:00	2	7	1	0	2	0	1	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	15	0.73%
02:00-03:00	4	3	2	0	1	0	5	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	17	0.83%
03:00-04:00	4	1	7	0	0	0	3	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	16	0.78%
04:00-05:00	3	4	11	0	3	3	4	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	30	1.46%
05:00-06:00	13	11	8	0	2	1	3	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	42	2.05%
06:00-07:00	27	10	20	0	1	0	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	61	2.98%
07:00-08:00	37	12	20	0	0	0	7	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	77	3.76%
08:00-09:00	50	16	18	1	0	0	8	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	95	4.64%
09:00-10:00	60	26	23	0	4	0	9	2	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	126	6.15%
10:00-11:00	51	33	24	0	2	1	10	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	122	5.95%
11:00-12:00	50	23	27	0	0	0	8	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	115	5.61%
12:00-13:00	61	37	30	0	1	1	8	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	145	7.08%
13:00-14:00	88	36	26	0	0	1	12	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	168	8.20%
14:00-15:00	75	39	39	0	1	0	12	6	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	174	8.49%
15:00-16:00	78	25	30	0	0	1	14	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	155	7.56%
16:00-17:00	61	30	25	0	4	0	10	4	0	0	0	0	3	4	0	0	0	0	137	6.69%
17:00-18:00	76	21	26	1	0	0	10	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	138	6.73%
18:00-19:00	59	35	20	0	1	0	2	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	123	6.00%
19:00-20:00	36	15	18	0	1	0	7	2	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	80	3.90%
20:00-21:00	20	20	10	0	3	1	4	3	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	63	3.07%
21:00-22:00	23	11	9	0	3	0	7	4	0	0	0	0	4	0	0	0	0	0	61	2.98%
22:00-23:00	18	14	5	0	2	2	5	3	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	50	2.44%
23:00-24:00	8	4	7	0	1	0	3	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	24	1.17%
<b>TOTAL</b>	910	438	409	2	32	11	154	74	2	1	0	1	15	0	0	0	0	0	2049	100.00%
<b>%</b>	44.41%	21.38%	19.96%	0.10%	1.56%	0.54%	7.52%	3.61%	0.10%	0.05%	0.00%	0.05%	0.73%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	100.00%	

Tabla 49. Día número 06 de medida de conteo vehicular

Lunes 05 de Setiembre del 2022																				
DIA	AUTO	CAMIONETAS		MICRO	BUS		CAMION			SEMI TRAYLER				TRAYLER				TOTAL	%	
		PICKUP	RURAL COMBI		2E	3E	2E	3E	4E	2S1/2S2	2S3	3S1/3S2	>+3S3	2T2	2T3	3T2	3T3			
00:00-01:00	7	12	4	0	1	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	26	1.19%
01:00-02:00	5	7	2	0	2	0	3	3	2	0	0	0	0	1	0	0	0	0	25	1.14%
02:00-03:00	4	6	6	0	2	0	5	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	25	1.14%
03:00-04:00	2	7	7	0	0	0	4	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	23	1.05%
04:00-05:00	6	8	10	0	5	3	2	2	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	38	1.74%
05:00-06:00	9	12	8	0	3	0	5	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	41	1.87%
06:00-07:00	37	33	35	0	0	0	8	2	0	0	0	0	0	2	0	0	1	0	105	4.79%
07:00-08:00	71	26	26	1	0	1	14	4	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	147	6.71%
08:00-09:00	50	48	23	0	1	0	12	2	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	136	6.21%
09:00-10:00	60	30	22	0	3	0	12	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	136	6.21%
10:00-11:00	49	34	18	0	0	0	16	6	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	120	5.48%
11:00-12:00	57	31	19	0	2	0	6	7	0	0	0	0	0	4	0	0	0	0	128	5.84%
12:00-13:00	52	25	22	0	0	2	19	6	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	127	5.80%
13:00-14:00	72	37	30	0	0	1	6	3	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	141	6.44%
14:00-15:00	64	27	25	0	3	1	8	7	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	138	6.30%
15:00-16:00	62	33	28	0	0	0	11	5	0	0	0	0	0	5	0	0	0	0	138	6.30%
16:00-17:00	43	35	24	1	3	0	10	2	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	119	5.43%
17:00-18:00	64	42	32	0	0	0	19	3	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	149	6.80%
18:00-19:00	55	29	15	0	0	2	9	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	114	5.21%
19:00-20:00	68	23	14	0	1	0	8	4	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	120	5.48%
20:00-21:00	35	15	8	0	3	1	5	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	69	3.15%
21:00-22:00	15	13	13	0	2	0	8	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	52	2.37%
22:00-23:00	10	9	7	0	1	2	8	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	40	1.83%
23:00-24:00	20	3	3	0	0	0	5	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	33	1.51%
<b>TOTAL</b>	917	545	401	2	32	13	205	74	5	0	0	0	0	29	0	0	2	3	2190	100.00%
<b>%</b>	41.87%	24.89%	18.31%	0.09%	1.46%	0.59%	9.36%	3.38%	0.23%	0.00%	0.00%	0.00%	1.32%	0.00%	0.00%	0.09%	0.14%		100.00%	

Tabla 50. Día número 07 de conteo vehicular

Martes 06 de Setiembre del 2022																				
DIA	AUTO	CAMIONETAS		MICRO	BUS		CAMION				SEMI TRAYLER				TRAYLER				TOTAL	%
		PICKUP	RURAL COMBI		2E	3E	2E	3E	4E	2S1/2S2	2S3	3S1/3S2	>+3S3	2T2	2T3	3T2	3T3			
00:00-01:00	10	5	2	0	4	2	2	1	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	28	1.24%
01:00-02:00	5	3	2	0	2	0	3	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	18	0.79%
02:00-03:00	8	5	4	0	1	0	5	2	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	26	1.15%
03:00-04:00	7	3	4	0	1	1	10	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	31	1.37%
04:00-05:00	5	12	10	0	2	0	5	2	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	37	1.63%
05:00-06:00	4	8	16	0	1	1	12	4	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	47	2.07%
06:00-07:00	4	30	37	0	0	0	8	1	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	119	5.25%
07:00-08:00	37	32	28	0	0	1	9	3	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	111	4.90%
08:00-09:00	54	41	26	1	2	0	15	1	0	0	0	0	4	0	0	0	0	0	144	6.35%
09:00-10:00	56	39	29	0	3	0	10	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	140	6.18%
10:00-11:00	53	30	15	0	0	0	13	4	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	118	5.21%
11:00-12:00	61	36	23	0	3	0	4	5	0	0	0	0	3	0	0	0	0	1	136	6.00%
12:00-13:00	55	28	25	0	0	2	16	3	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	131	5.78%
13:00-14:00	68	45	28	0	0	1	8	5	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	156	6.88%
14:00-15:00	68	32	23	0	2	1	10	6	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	144	6.35%
15:00-16:00	58	38	28	0	0	0	11	3	0	0	0	0	4	0	0	0	0	0	142	6.26%
16:00-17:00	47	40	25	0	1	0	8	1	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	125	5.51%
17:00-18:00	68	46	32	0	0	0	15	2	0	0	0	0	2	0	0	0	0	1	166	7.32%
18:00-19:00	48	30	25	0	0	1	5	5	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	115	5.07%
19:00-20:00	46	35	18	0	1	1	7	4	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	114	5.03%
20:00-21:00	25	19	13	0	2	2	6	3	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	71	3.13%
21:00-22:00	16	21	11	0	0	0	8	2	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	60	2.65%
22:00-23:00	14	13	9	0	1	3	8	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	51	2.25%
23:00-24:00	11	8	7	0	0	0	6	4	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	37	1.63%
<b>TOTAL</b>	865	599	440	1	26	16	204	75	0	0	0	0	36	0	0	1	4	2267	100.00%	
<b>%</b>	38.16%	26.42%	19.41%	0.04%	1.15%	0.71%	9.00%	3.31%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	1.59%	0.00%	0.00%	0.04%	0.18%	100.00%		

**ANEXO D: Velocidades de operación de campo**

Tabla 51. Velocidad de operación medidas con pistola radar en campo para los elementos geométricos C-38, T-38, C-37, T-37













CURVA # 01				TRAMO TANGENTE # 01				CURVA # 02				TRAMO TANGENTE # 02			
Sábado 24 de Setiembre del 2022				Sábado 24 de Setiembre del 2022				Sábado 24 de Setiembre del 2022				Sábado 24 de Setiembre del 2022			
# TOMA	Velocidad (km/h)			# TOMA	Velocidad (km/h)			# TOMA	Velocidad (km/h)			# TOMA	Velocidad (km/h)		
	AUTOS	CAMIONETAS			AUTOS	CAMIONETAS			AUTOS	CAMIONETAS			AUTOS	CAMIONETAS	
	PICKUP	RURAL	COMBI		PICKUP	RURAL	COMBI		PICKUP	RURAL	COMBI		PICKUP	RURAL	COMBI
															
1			34	1			32	1	31			1	35		
2	30			2	29			2		34			2		33
3		40		3			28	3	35			3			38
4		37		4			36	4			30		34		
5		34		5			30	5	23			5		58	
6	30			6			32	6			19		6		44
7	34			7		40		7	23				7		56
8	37			8	26			8	25				8		34
9			31	9	27			9		35			9	41	
10			37	10		36		10			22		10	52	
11	42			11			35	11			22		11		30
12			25	12			25	12		35			12		34
13			38	13		37		13	23				13		22
14			32	14			40	14	23				14	46	
15		35		15		33		15	22				15		45
16		31		16			41	16	23				16		40
17	30			17			24	17	26				17	60	
18	35			18		38		18			24		18	51	
19		24		19	29			19		29			19		49
20		28		20	44			20	24				20		43
21			29	21	32			21		21			21		53
22	28			22	20			22		20			22	54	
23		35		23			30	23			24		23	62	
24			31	24		32		24	26				24		50
25		32		25	29			25	28				25		51
26			30	26	26			26		26			26		42
27	35			27	29			27	25				27		46
28	34			28		34		28		27			28		55
29		28		29		39		29		22			29		56
30	25			30			25	30	27				30	52	
<b>TOTAL</b>	11	10	9	<b>TOTAL</b>	10	8	12	<b>TOTAL</b>	15	9	6	<b>TOTAL</b>	10	13	7
%	36.67%	33.33%	30.00%	%	33.33%	26.67%	40.00%	%	50.00%	30.00%	20.00%	%	33.33%	43.33%	23.33%

Tabla 52. Velocidad de operación medidas con pistola radar en campo para los elementos geométricos C-36, T-36, C-35, T-35













CURVA # 03				TRAMO TANGENTE # 03				CURVA # 04				TRAMO TANGENTE # 04			
Sábado 24 de Setiembre del 2022				Sábado 24 de Setiembre del 2022				Sábado 24 de Setiembre del 2022				Sábado 24 de Setiembre del 2022			
# TOMA	Velocidad (km/h)			# TOMA	Velocidad (km/h)			# TOMA	Velocidad (km/h)			# TOMA	Velocidad (km/h)		
	AUTOS	CAMIONETAS			AUTOS	CAMIONETAS			AUTOS	CAMIONETAS			AUTOS	CAMIONETAS	
	PICKUP	RURAL	COMBI		PICKUP	RURAL	COMBI		PICKUP	RURAL	COMBI		PICKUP	RURAL	COMBI
															
1			47	1			48	1			23	1			51
2	43			2		42		2		28		2		57	
3	42			3			45	3			22	3			35
4		53		4			41	4		28		4	52		
5		52		5			39	5	24			5	49		
6	46			6		45		6			17	6		50	
7			37	7		46		7		29		7		63	
8		32		8		50		8	18			8		32	
9	41			9		61		9		31		9			67
10			33	10		56		10		22		10	49		
11	44			11		48		11		35		11	54		
12			46	12		56		12	27			12			61
13			46	13			55	13		36		13			52
14	41			14		48		14	24			14			53
15	40			15		52		15	25			15	40		
16		37		16		43		16	22			16	64		
17	44			17			45	17	19			17	38		
18		37		18			40	18			23	18	60		
19			47	19			37	19	22			19			50
20	52			20		39		20		24		20	55		
21			42	21		64		21		26		21		51	
22		40		22	50			22		19		22	51		
23		39		23	51			23	31			23	55		
24	34			24	31			24			28	24			58
25	30			25	36			25			24	25		53	
26	42			26		53		26			27	26		46	
27	44			27			30	27			34	27	34		
28	41			28	30			28			25	28			46
29	41			29	34			29		24		29			51
30	42			30		41		30	26			30		61	
<b>TOTAL</b>	16	8	6	<b>TOTAL</b>	6	15	9	<b>TOTAL</b>	10	11	9	<b>TOTAL</b>	12	8	10
%	53.33%	26.67%	20.00%	%	20.00%	50.00%	30.00%	%	33.33%	36.67%	30.00%	%	40.00%	26.67%	33.33%

Tabla 53. Velocidad de operación medidas con pistola radar en campo para los elementos geométricos C-34, T-34, C-33, T-33










CURVA # 05				TRAMO TANGENTE # 05				CURVA # 06				TRAMO TANGENTE # 06				
Domingo 25 de Setiembre del 2022				Domingo 25 de Setiembre del 2022				Domingo 25 de Setiembre del 2022				Domingo 25 de Setiembre del 2022				
# TOMA	Velocidad (km/h)			# TOMA	Velocidad (km/h)			# TOMA	Velocidad (km/h)			# TOMA	Velocidad (km/h)			
	AUTOS	CAMIONETAS			AUTOS	CAMIONETAS			AUTOS	CAMIONETAS			AUTOS	CAMIONETAS		
		PICKUP 	RURAL COMBI 		PICKUP 	RURAL COMBI 	PICKUP 		RURAL COMBI 	PICKUP 	RURAL COMBI 					
1		51		1	43			1		51			1	61		
2		56		2	55			2		54			2			52
3			49	3		48		3	50				3			59
4		44		4	58			4		52			4			55
5			41	5	61			5	47				5	50		
6	62			6		56		6			51		6	52		
7	55			7			54	7			45		7	54		
8			63	8			50	8	48				8			53
9		78		9			48	9	39				9	56		
10	53			10	53			10			56		10	50		
11			54	11	47			11			52		11	54		
12	57			12	53			12		50			12			52
13			60	13		58		13	55				13	48		
14	56			14		52		14		55			14			54
15		68		15		55		15			53		15	50		
16			56	16	51			16			50		16			58
17			50	17	52			17			54		17		51	
18		80		18		50		18	53				18	51		
19		65		19			51	19			49		19	52		
20			49	20	44			20		57			20			56
21			52	21	58			21			50		21		59	
22	54			22	53			22			54		22	54		
23			56	23		60		23	53				23		60	
24	57			24		57		24	51				24			57
25		70		25	52			25	54				25	54		
26	54			26		50		26			53		26	38		
27			55	27	54			27			53		27	55		
28	56			28		59		28			45		28			58
29	52			29	45			29			52		29			51
30	55			30	52			30			55		30	62		
TOTAL	11	8	11	TOTAL	16	10	4	TOTAL	9	6	15		TOTAL	16	3	11
%	36.67%	26.67%	36.67%	%	53.33%	33.33%	13.33%	%	30.00%	20.00%	50.00%		%	53.33%	10.00%	36.67%

Tabla 54. Velocidad de operación medidas con pistola radar en campo para los elementos geométricos C-32, T-32, C-31, T-31













CURVA # <u>07</u>				TRAMO TANGENTE # <u>07</u>				CURVA # <u>08</u>				TRAMO TANGENTE # <u>08</u>			
Domingo 25 de Setiembre del 2022				Domingo 25 de Setiembre del 2022				Domingo 25 de Setiembre del 2022				Domingo 25 de Setiembre del 2022			
# TOMA	Velocidad (km/h)			# TOMA	Velocidad (km/h)			# TOMA	Velocidad (km/h)			# TOMA	Velocidad (km/h)		
	AUTOS	CAMIONETAS			AUTOS	CAMIONETAS			AUTOS	CAMIONETAS			AUTOS	CAMIONETAS	
	PICKUP	RURAL COMBI	PICKUP		RURAL COMBI	PICKUP	RURAL COMBI		PICKUP	RURAL COMBI	PICKUP		RURAL COMBI	PICKUP	RURAL COMBI
															
1	60			1		36		1			53	1		48	
2		56		2		34		2	51			2	31		
3			60	3	38			3		47		3		55	
4	54			4		35		4			48	4	39		
5	51			5		47		5	44			5	46		
6			58	6		49		6	42			6	48		
7			55	7	48			7		45		7	54		
8		60		8	46			8	43			8			43
9		63		9	38			9	44			9	42		
10			62	10	52			10		36		10			54
11	54			11			49	11			48	11			56
12	48			12	54			12		50		12	51		
13			60	13		45		13			45	13	44		
14	40			14			50	14	49			14	52		
15	51			15		46		15		54		15			45
16	24			16		44		16		56		16			51
17			56	17			48	17	51			17	48		
18	52			18			41	18			49	18			50
19		58		19	49			19		52		19	52		
20		65		20		51		20			47	20			55
21			61	21			39	21		40		21			53
22	45			22			47	22	42			22	44		
23		63		23			51	23	46			23			48
24			54	24	59			24		50		24	52		
25			58	25		45		25	45			25	50		
26	47			26	47			26	48			26	45		
27	53			27	37			27			46	27	44		
28		34		28		52		28		52		28		60	
29		55		29	48			29	49			29	54		
30	59			30		62		30			55	30		53	
TOTAL	13	8	9	TOTAL	11	12	7	TOTAL	12	10	8	TOTAL	17	4	9
%	43.33%	26.67%	30.00%	%	36.67%	40.00%	23.33%	%	40.00%	33.33%	26.67%	%	56.67%	13.33%	30.00%

Tabla 55. Velocidad de operación medidas con pistola radar en campo para los elementos geométricos C-30, T-30, C-29, T-29










CURVA # 09				TRAMO TANGENTE # 09				CURVA # 10				TRAMO TANGENTE # 10					
Domingo 25 de Setiembre del 2022				Domingo 25 de Setiembre del 2022				Domingo 25 de Setiembre del 2022				Domingo 25 de Setiembre del 2022					
# TOMA	Velocidad (km/h)			# TOMA	Velocidad (km/h)			# TOMA	Velocidad (km/h)			# TOMA	Velocidad (km/h)				
	AUTOS	CAMIONETAS			AUTOS	CAMIONETAS			AUTOS	CAMIONETAS			AUTOS	CAMIONETAS			
		PICKUP 	RURAL COMBI 		PICKUP 	RURAL COMBI 	PICKUP 		RURAL COMBI 	PICKUP 	RURAL COMBI 						
1	52			1		66			1	50			1		69		
2		56		2		59			2			59	2			66	
3			53	3			57	3		43			3	53			
4		57		4	65			4	61				4		49		
5	46			5	60			5			47		5			69	
6			52	6			53	6		51			6			67	
7	48			7		44		7	51				7		59		
8		36		8	58			8	62				8	50			
9			41	9			64	9			55		9	65			
10		42		10	55			10	42				10	56			
11	45			11	47			11	69				11		65		
12	38			12			49	12			76		12		64		
13			35	13	64			13			74		13	52			
14			46	14			60	14	46				14		67		
15	44			15			58	15		70			15	60			
16			44	16	70			16			47		16			63	
17	47			17	54			17	65				17		67		
18		59		18	56			18			59		18	54			
19			46	19			59	19	58				19		65		
20			45	20		42		20			57		20			60	
21	49			21		67		21		68			21			70	
22		39		22		43		22	64				22	47			
23			54	23	56			23			72		23			68	
24			38	24	62			24		69			24	71			
25	47			25		58		25			53		25	60			
26		40		26	60			26	38				26		66		
27			48	27			55	27		65			27		60		
28	54			28		51		28	55				28	57			
29		58		29	57			29	62				29			62	
30			55	30		64		30		47			30		64		
TOTAL	10	8	12	TOTAL	13	9	8	TOTAL	13	7	10		TOTAL	11	11	8	
%	33.33%	26.67%	40.00%	%	43.33%	30.00%	26.67%	%	43.33%	23.33%	33.33%		%	36.67%	36.67%	26.67%	



Tabla 56. Velocidad de operación medidas con pistola radar en campo para los elementos geométricos C-28, T-28, C-27, T-27










CURVA # 11				TRAMO TANGENTE # 11				CURVA # 12				TRAMO TANGENTE # 12			
Domingo 25 de Setiembre del 2022				Domingo 25 de Setiembre del 2022				Lunes 26 de Setiembre del 2022				Lunes 26 de Setiembre del 2022			
# TOMA	Velocidad (km/h)			# TOMA	Velocidad (km/h)			# TOMA	Velocidad (km/h)			# TOMA	Velocidad (km/h)		
	AUTOS	CAMIONETAS			AUTOS	CAMIONETAS			AUTOS	CAMIONETAS			AUTOS	CAMIONETAS	
		PICKUP 	RURAL COMBI 		PICKUP 	RURAL COMBI 	PICKUP 		RURAL COMBI 	PICKUP 	RURAL COMBI 				
1	54			1			64	1			49	1	56		
2		59		2			60	2			70	2		63	
3		63		3	66			3				3		58	
4	56			4			57	4			63	4	62		
5			58	5			60	5	64			5		52	
6			52	6			67	6		48		6	63		
7			54	7				7	48			7		62	
8		61		8	58			8			52	8		64	
9	58			9			70	9	47			9		54	
10			53	10	64			10			54	10	58		
11			65	11			51	11	34			11		44	
12		64		12	48			12			64	12		48	
13	75			13			49	13			50	13	51		
14	52			14			60	14			65	14			48
15		53		15			62	15			56	15		45	
16		61		16			51	16			54	16		50	
17			53	17	46			17		68		17		44	
18		60		18			53	18			58	18	54		
19		54		19	66			19	66			19	45		
20	65			20			68	20			67	20	45		
21	66			21	60			21	60			21	48		
22			53	22			67	22		51		22	61		
23	67			23			69	23	49			23		57	
24			56	24			58	24		49		24		61	
25			54	25			55	25	50			25		60	
26		62		26	64			26		45		26	62		
27	44			27			57	27	62			27		55	
28	55			28			62	28		61		28	61		
29		65		29			52	29			49	29		62	
30			57	30			65	30		74		30		65	
TOTAL	10	10	10	TOTAL			65	TOTAL		51		TOTAL	59		
%	33.33%	33.33%	33.33%	%	8	15	7	%	8	14	8	%	11	18	1
					26.67%	50.00%	23.33%		26.67%	46.67%	26.67%		36.67%	60.00%	3.33%

Tabla 57. Velocidad de operación medidas con pistola radar en campo para los elementos geométricos C-26, T-26, C-25, T-25










CURVA # 13				TRAMO TANGENTE # 13				CURVA # 14				TRAMO TANGENTE # 14			
Lunes 26 de Setiembre del 2022				Lunes 26 de Setiembre del 2022				Lunes 26 de Setiembre del 2022				Lunes 26 de Setiembre del 2022			
# TOMA	Velocidad (km/h)			# TOMA	Velocidad (km/h)			# TOMA	Velocidad (km/h)			# TOMA	Velocidad (km/h)		
	AUTOS	CAMIONETAS			AUTOS	CAMIONETAS			AUTOS	CAMIONETAS			AUTOS	CAMIONETAS	
		PICKUP 	RURAL COMBI 		PICKUP 	RURAL COMBI 	PICKUP 		RURAL COMBI 	PICKUP 	RURAL COMBI 				
1			58	1	64			1	59			1		42	
2		62		2			55	2		47		2		49	
3	55			3		49		3	60			3		45	
4	56			4	60			4		45		4		58	
5	54			5	50			5	53			5		43	
6	57			6		73		6	55			6	59		
7	45			7			56	7			57	7		49	
8	50			8		56		8	54			8		50	
9			67	9	51			9	52			9	34		
10	58			10		70		10	51			10		55	
11		50		11		54		11		52		11		60	
12		54		12	57			12	46			12		45	
13	36			13		60		13	55			13		44	
14	54			14	61			14	57			14		50	
15		57		15	62			15	56			15	41		
16		60		16	64			16		62		16	43		
17	52			17	63			17		34		17		48	
18	40			18		62		18	50			18		47	
19		51		19	58			19		60		19		49	
20		54		20		56		20	53			20		52	
21	60			21		71		21	54			21		57	
22			65	22	53			22	57			22	38		
23	45			23		53		23		48		23		48	
24	48			24			57	24			60	24		51	
25	60			25		75		25	57			25		56	
26	56			26	55			26	55			26		45	
27	53			27	57			27	54			27		56	
28	57			28		59		28	58			28		47	
29		60		29			53	29		46		29		48	
30			60	30	65			30	61			30		44	
TOTAL	18	8	4	TOTAL	14	12	4	TOTAL	20	8	2	TOTAL	4	18	8
%	60.00%	26.67%	13.33%	%	46.67%	40.00%	13.33%	%	66.67%	26.67%	6.67%	%	13.33%	60.00%	26.67%

Tabla 58. Velocidad de operación medidas con pistola radar en campo para los elementos geométricos C-24, T-24, C-23, T-23













CURVA # 15				TRAMO TANGENTE # 15				CURVA # 16				TRAMO TANGENTE # 16			
Lunes 26 de Setiembre del 2022				Lunes 26 de Setiembre del 2022				Lunes 26 de Setiembre del 2022				Lunes 26 de Setiembre del 2022			
# TOMA	Velocidad (km/h)			# TOMA	Velocidad (km/h)			# TOMA	Velocidad (km/h)			# TOMA	Velocidad (km/h)		
	AUTOS	CAMIONETAS			AUTOS	CAMIONETAS			AUTOS	CAMIONETAS			AUTOS	CAMIONETAS	
	PICKUP	RURAL	COMBI		PICKUP	RURAL	COMBI		PICKUP	RURAL	COMBI		PICKUP	RURAL	COMBI
															
1			50	1	45			1	51			1	57		
2			48	2	47			2		54			2		57
3		45		3	51			3		41			3	42	
4			41	4		43		4	46			4		56	
5	30			5		50		5			45	5		50	
6		50		6			52	6		43		6	59		
7	36			7	32			7			49	7	54		
8		43		8			50	8	39			8		70	
9	42			9		33		9			50	9			60
10		52		10		44		10	48			10	57		
11			40	11		43		11		51		11	55		
12		48		12		38		12		48		12		72	
13	49			13			45	13	44			13		50	
14	42			14			44	14		46		14	60		
15	44			15		49		15			45	15	67		
16	46			16	41			16			48	16			55
17	44			17	42			17		44		17			58
18			47	18	44			18	47			18			54
19		46		19	39			19		45		19			60
20			44	20		51		20		50		20		54	
21		50		21			41	21	50			21			48
22	41			22			47	22			48	22			62
23		39		23		34		23		38		23			49
24	38			24		48		24			51	24	57		
25		47		25		42		25		40		25	57		
26	35			26		52		26			44	26		55	
27			39	27		45		27	48			27	48		
28		48		28	49			28	37			28	45		
29			49	29	46			29		56		29	60		
30			32	30	44			30	49			30	60		
<b>TOTAL</b>	11	10	9	<b>TOTAL</b>	11	13	6	<b>TOTAL</b>	10	12	8	<b>TOTAL</b>	14	7	9
%	36.67%	33.33%	30.00%	%	36.67%	43.33%	20.00%	%	33.33%	40.00%	26.67%	%	46.67%	23.33%	30.00%

Tabla 59. Velocidad de operación medidas con pistola radar en campo para los elementos geométricos C-22, T-22, C-21, T-21










CURVA # 17				TRAMO TANGENTE # 17				CURVA # 18				TRAMO TANGENTE # 18			
Lunes 26 de Setiembre del 2022				Lunes 26 de Setiembre del 2022				Lunes 26 de Setiembre del 2022				Lunes 26 de Setiembre del 2022			
# TOMA	Velocidad (km/h)			# TOMA	Velocidad (km/h)			# TOMA	Velocidad (km/h)			# TOMA	Velocidad (km/h)		
	AUTOS	CAMIONETAS			AUTOS	CAMIONETAS			AUTOS	CAMIONETAS			AUTOS	CAMIONETAS	
		PICKUP 	RURAL COMBI 		PICKUP 	RURAL COMBI 	PICKUP 		RURAL COMBI 	PICKUP 	RURAL COMBI 				
1		60		1		68		1	64					54	
2		58		2		66		2		65			40		
3			61	3			56	3		46		59			
4		55		4		54		4		62				66	
5	66			5		58		5	44					62	
6	62			6	62			6		43		64			
7		54		7	61			7			45		46		
8		60		8			58	8		63		47			
9		52		9	68			9			54		45		
10	50			10	70			10		58		60			
11	45			11		45		11	48			30			
12	57			12		65		12		59			45		
13	55			13		48		13	52				50		
14			53	14		60		14			66		51		
15	72			15		54		15	49					49	
16	63			16		52		16			62		47		
17		65		17		54		17	50			56			
18		63		18		50		18		69		54			
19			68	19	75			19		61			41		
20	60			20		62		20	54					51	
21	64			21			60	21			65		53		
22	50			22	63			22	52				55		
23	52			23	64			23			64		43		
24		55		24	59			24	55			52			
25		45		25			50	25		54		42			
26	68			26		69		26	84				50		
27			47	27		49		27		61				65	
28			62	28		60		28			58		63		
29	59			29		64		29		35			48		
30		61		30			55	30	63					56	
<b>TOTAL</b>	14	11	5	<b>TOTAL</b>	8	17	5	<b>TOTAL</b>	11	12	7	<b>TOTAL</b>	11	12	7
%	46.67%	36.67%	16.67%	%	26.67%	56.67%	16.67%	%	36.67%	40.00%	23.33%	%	36.67%	40.00%	23.33%

Tabla 60. Velocidad de operación medidas con pistola radar en campo para los elementos geométricos C-20, T-20, C-19, T-19










CURVA # 19				TRAMO TANGENTE # 19				CURVA # 20				TRAMO TANGENTE # 20			
Lunes 26 de Setiembre del 2022				Lunes 26 de Setiembre del 2022				Lunes 26 de Setiembre del 2022				Lunes 26 de Setiembre del 2022			
# TOMA	Velocidad (km/h)			# TOMA	Velocidad (km/h)			# TOMA	Velocidad (km/h)			# TOMA	Velocidad (km/h)		
	AUTOS	CAMIONETAS			AUTOS	CAMIONETAS			AUTOS	CAMIONETAS			AUTOS	CAMIONETAS	
		PICKUP 	RURAL COMBI 		PICKUP 	RURAL COMBI 	PICKUP 		RURAL COMBI 	PICKUP 	RURAL COMBI 				
1			51	1		72	1		65	1		48			
2		52		2	52		2	37		2		44			
3			55	3		69	3		32	3		70			
4		49		4		66	4	51		4		47			
5	47			5		56	5		65	5		62			
6		43		6	57		6	44		6	41				
7			52	7		59	7	58		7		45			
8			49	8		60	8	50		8		52			
9			58	9		52	9	48		9		46			
10		53		10		62	10		63	10		35			
11			62	11		69	11		55	11	43				
12	51			12		58	12	54		12		41			
13			60	13		64	13		38	13	40				
14	49			14		60	14	45		14		53			
15		59		15		72	15	53		15	42				
16			48	16		67	16	55		16	46				
17	52			17	53		17	35		17		49			
18		50		18		65	18		62	18	42				
19			59	19		53	19	52		19	44				
20			53	20		70	20	54		20	45				
21			60	21		52	21		65	21		46			
22		52		22		56	22		50	22		48			
23	50			23		58	23	53		23		60			
24		44		24		62	24	56		24		49			
25			59	25		59	25	46		25	40				
26		48		26		64	26		60	26		65			
27			49	27		63	27	47		27		44			
28		51		28		65	28		63	28		68			
29		47		29	55		29	27		29	48				
30			50	30		76	30		67	30		47			
<b>TOTAL</b>	5	11	14	<b>TOTAL</b>	4	16	10	<b>TOTAL</b>	18	8	4	<b>TOTAL</b>	10	10	10
%	16.67%	36.67%	46.67%	%	13.33%	53.33%	33.33%	%	60.00%	26.67%	13.33%	%	33.33%	33.33%	33.33%

Tabla 61. Velocidad de operación medidas con pistola radar en campo para los elementos geométricos C-18, T-18, C-17, T-17










CURVA # 21				TRAMO TANGENTE # 21				CURVA # 22				TRAMO TANGENTE # 22			
Lunes 26 de Setiembre del 2022				Lunes 26 de Setiembre del 2022				Lunes 26 de Setiembre del 2022				Lunes 26 de Setiembre del 2022			
# TOMA	Velocidad (km/h)			# TOMA	Velocidad (km/h)			# TOMA	Velocidad (km/h)			# TOMA	Velocidad (km/h)		
	AUTOS	CAMIONETAS			AUTOS	CAMIONETAS			AUTOS	CAMIONETAS			AUTOS	CAMIONETAS	
		PICKUP 	RURAL COMBI 		PICKUP 	RURAL COMBI 	PICKUP 		RURAL COMBI 	PICKUP 	RURAL COMBI 				
1	28			1	19			1			42				
2	32			2	20			2				44			
3			29	3	23			3		44					
4		36		4			19	4			43				
5			31	5		22		5			30				
6		33		6	23			6		47					
7	35			7			19	7			26				
8	28			8			23	8		38				65	
9			28	9	19			9		50				62	
10			30	10		27		10		42				65	
11	31			11		34		11	46						
12			29	12	21			12	48				57		
13	24			13		25		13	35						
14	27			14			18	14		40					
15			30	15	21			15		30					
16			27	16			22	16		35					
17			30	17			20	17		36			76		
18		31		18	20			18	40						
19			26	19	22			19	49					57	
20	33			20			21	20	44						
21			33	21	24			21		36			45		
22	30			22		26		22		45			68		
23		33		23			23	23		29					
24			32	24		31		24			30				
25	28			25		25		25			41				
26		32		26		20		26			34				
27			30	27		27		27			42				
28	29			28	22			28		45			50		
29		34		29		24		29	48					59	
30	30			30	21			30			40				
<b>TOTAL</b>	12	6	12	<b>TOTAL</b>	12	10	8	<b>TOTAL</b>	7	13	10	<b>TOTAL</b>	15	11	4
%	40.00%	20.00%	40.00%	%	40.00%	33.33%	26.67%	%	23.33%	43.33%	33.33%	%	50.00%	36.67%	13.33%

Tabla 62. Velocidad de operación medidas con pistola radar en campo para los elementos geométricos C-16, T-16, C-15, T-15













CURVA # 23				TRAMO TANGENTE # 23				CURVA # 24				TRAMO TANGENTE # 24			
Lunes 26 de Setiembre del 2022				Martes 27 de Setiembre del 2022				Martes 27 de Setiembre del 2022				Martes 27 de Setiembre del 2022			
# TOMA	Velocidad (km/h)			# TOMA	Velocidad (km/h)			# TOMA	Velocidad (km/h)			# TOMA	Velocidad (km/h)		
	AUTOS	CAMIONETAS			AUTOS	CAMIONETAS			AUTOS	CAMIONETAS			AUTOS	CAMIONETAS	
	PICKUP	RURAL	COMBI		PICKUP	RURAL	COMBI		PICKUP	RURAL	COMBI		PICKUP	RURAL	COMBI
															
1			43	1	52			1			37				56
2				2		70		2	55				52		
3				3	38			3							61
4			55	4	57			4			49				61
5			60	5			43	5			48				60
6	57			6		50		6			53				
7			43	7			74	7	57				54		
8			54	8		57		8	52						65
9	45			9			70	9			62				
10	60			10	58			10			56				62
11			59	11		48		11	52					38	
12			57	12	43			12	48						
13	51			13	57			13					54		
14			49	14	46			14			59				62
15	55			15	31			15							59
16			50	16		51		16	46						64
17			46	17		72		17			51			48	
18	57			18			68	18					54		70
19			40	19	58			19			55				51
20	52			20	55			20							
21			54	21		44		21	50				54		60
22	54			22		52		22	54						57
23	61			23	56			23	44						60
24			50	24			65	24			60				59
25	30			25		55		25			57				
26			62	26			49	26			52				61
27	38			27	50			27	36						36
28			58	28	44			28							50
29			53	29		47		29					50		52
30			48	30	54			30			40				
TOTAL	11	12	7	TOTAL	14	10	6	TOTAL	10	12	8	TOTAL	12	11	7
%	36.67%	40.00%	23.33%	%	46.67%	33.33%	20.00%	%	33.33%	40.00%	26.67%	%	40.00%	36.67%	23.33%

Tabla 63. Velocidad de operación medidas con pistola radar en campo para los elementos geométricos C-14, T-14, C-13, T-13













CURVA # 25				TRAMO TANGENTE # 25				CURVA # 26				TRAMO TANGENTE # 26			
Martes 27 de Setiembre del 2022				Martes 27 de Setiembre del 2022				Martes 27 de Setiembre del 2022				Martes 27 de Setiembre del 2022			
# TOMA	Velocidad (km/h)			# TOMA	Velocidad (km/h)			# TOMA	Velocidad (km/h)			# TOMA	Velocidad (km/h)		
	AUTOS	CAMIONETAS			AUTOS	CAMIONETAS			AUTOS	CAMIONETAS			AUTOS	CAMIONETAS	
	PICKUP	RURAL	COMBI		PICKUP	RURAL	COMBI		PICKUP	RURAL	COMBI		PICKUP	RURAL	COMBI
															
1	30			1		40		1		35		1		38	
2			48	2			46	2	40			2	43		
3	35			3		43		3		37		3		40	
4			46	4	42			4			44	4	36		
5	31			5		49		5		43		5		43	
6		39		6		50		6			43	6			40
7	49			7			48	7		41		7		41	
8		50		8	42			8	45			8			50
9		42		9	37			9		33		9		37	
10	47			10		46		10			45	10	39		
11		38		11	41			11	43			11		40	
12	40			12	35			12			43	12			42
13			41	13		43		13		40		13	57		
14			41	14		48		14		41		14		40	
15		47		15		35		15	44			15		32	
16		30		16			45	16		34		16	42		
17			45	17		33		17		42		17		39	
18			46	18			47	18	39			18		38	
19			47	19	30			19			44	19			41
20		44		20	44			20		42		20	41		
21	29			21		48		21	41			21		43	
22		45		22		47		22		39		22		31	
23		34		23	40			23			40	23	43		
24	42			24	55			24		43		24		39	
25		35		25		31		25			42	25			41
26	34			26	40			26		45		26		41	
27	39			27	50			27	38			27			42
28	36			28		41		28		42		28		35	
29			49	29	43			29	45			29	38		
30	35			30		45		30		40		30		33	
<b>TOTAL</b>	12	10	8	<b>TOTAL</b>	12	14	4	<b>TOTAL</b>	8	15	7	<b>TOTAL</b>	8	15	7
%	40.00%	33.33%	26.67%	%	40.00%	46.67%	13.33%	%	26.67%	50.00%	23.33%	%	26.67%	50.00%	23.33%



Tabla 64. Velocidad de operación medidas con pistola radar en campo para los elementos geométricos C-12, T-12, C-11, T-11










CURVA # 27				TRAMO TANGENTE # 27				CURVA # 28				TRAMO TANGENTE # 28			
Martes 27 de Setiembre del 2022				Martes 27 de Setiembre del 2022				Martes 27 de Setiembre del 2022				Martes 27 de Setiembre del 2022			
# TOMA	Velocidad (km/h)			# TOMA	Velocidad (km/h)			# TOMA	Velocidad (km/h)			# TOMA	Velocidad (km/h)		
	AUTOS	CAMIONETAS			AUTOS	CAMIONETAS			AUTOS	CAMIONETAS			AUTOS	CAMIONETAS	
		PICKUP 	RURAL COMBI 		PICKUP 	RURAL COMBI 	PICKUP 		RURAL COMBI 	PICKUP 	RURAL COMBI 				
1			20	1			26	1	31					65	
2	19			2			18	2		39			60		
3	21			3	21			3		34				71	
4			21	4			23	4	27						
5			18	5			20	5		45					
6	20			6	22			6		37					
7			22	7			23	7	38						
8			22	8	21			8		36					
9	21			9			20	9		32				116	
10			26	10			18	10	36						
11	24			11	19			11		24			89		
12	20			12			20	12	29					86	
13			23	13	22			13		33			85		
14			18	14	19			14		31					
15			20	15			20	15	35						
16	16			16			18	16		33					
17	22			17	24			17	48			100			
18			19	18			24	18		38			80		
19			15	19			22	19		46			110		
20	19			20	20			20		38				103	
21			20	21			19	21	37				96		
22	18			22			18	22		39				109	
23			20	23	19			23				41	98		
24	20			24			28	24		46					
25	24			25	20			25	46					86	
26			23	26			26	26		36					
27	24			27			21	27	50						
28	21			28			24	28		35				74	
29	20			29			19	29		44			93		
30			24	30			28	30				43		70	
<b>TOTAL</b>	15	12	3	<b>TOTAL</b>	10	16	4	<b>TOTAL</b>	10	18	2	<b>TOTAL</b>	14	7	9
%	50.00%	40.00%	10.00%	%	33.33%	53.33%	13.33%	%	33.33%	60.00%	6.67%	%	46.67%	23.33%	30.00%

Tabla 65. Velocidad de operación medidas con pistola radar en campo para los elementos geométricos C-10, T-10, C-9, T-9













CURVA # 29				TRAMO TANGENTE # 29				CURVA # 30				TRAMO TANGENTE # 30			
Martes 27 de Setiembre del 2022				Martes 27 de Setiembre del 2022				Martes 27 de Setiembre del 2022				Martes 27 de Setiembre del 2022			
# TOMA	Velocidad (km/h)			# TOMA	Velocidad (km/h)			# TOMA	Velocidad (km/h)			# TOMA	Velocidad (km/h)		
	AUTOS	CAMIONETAS			AUTOS	CAMIONETAS			AUTOS	CAMIONETAS			AUTOS	CAMIONETAS	
	PICKUP	RURAL	COMBI		PICKUP	RURAL	COMBI		PICKUP	RURAL	COMBI		PICKUP	RURAL	COMBI
															
1			71	1		56		1		39				35	
2		39		2	60			2	36					37	
3		44		3	64			3			40			38	
4	68			4		75		4		38				33	
5		60		5		45		5	40						39
6		38		6	56			6		41			37		
7			54	7			73	7	39				36		
8	60			8	62			8	38				39		
9		56		9		80		9			24		38		
10	58			10	57			10		43			34		
11		55		11	45			11		45			38		
12			35	12		70		12			37		31		
13	63			13	53			13			38				35
14		58		14		69		14		45			40		
15	66			15			6	15	41				34		
16		60		16			67	16		33			37		
17		54		17	63			17		43			35		
18	68			18			65	18			36				38
19		69		19	60			19	33						34
20	65			20			58	20		45			40		
21			64	21	56			21	37				36		
22		58		22		75		22	30				32		
23			62	23	58			23			39				33
24			60	24			65	24	35				35		
25	82			25	59			25		49			35		
26		55		26		50		26		46					30
27		64		27		62		27		40			36		
28			65	28	58			28		42			22		
29	79			29		63		29	38				35		
30			68	30		60		30		44					36
TOTAL	9	13	8	TOTAL	13	11	6	TOTAL	10	14	6	TOTAL	7	14	9
%	30.00%	43.33%	26.67%	%	43.33%	36.67%	20.00%	%	33.33%	46.67%	20.00%	%	23.33%	46.67%	30.00%

Tabla 66. Velocidad de operación medidas con pistola radar en campo para los elementos geométricos C-8, T-8, C-7, T-7













CURVA # 31				TRAMO TANGENTE # 31				CURVA # 32				TRAMO TANGENTE # 32				
Martes 27 de Setiembre del 2022				Martes 27 de Setiembre del 2022				Martes 27 de Setiembre del 2022				Martes 27 de Setiembre del 2022				
# TOMA	Velocidad (km/h)			# TOMA	Velocidad (km/h)			# TOMA	Velocidad (km/h)			# TOMA	Velocidad (km/h)			
	AUTOS	CAMIONETAS			AUTOS	CAMIONETAS			AUTOS	CAMIONETAS			AUTOS	CAMIONETAS		
	PICKUP	RURAL COMBI	PICKUP		RURAL COMBI	PICKUP	RURAL COMBI		PICKUP	RURAL COMBI	PICKUP		RURAL COMBI	PICKUP	RURAL COMBI	
																
1			45	1		50		1			48		1		30	
2	44			2	64			2			58		2		62	
3			44	3			58	3	50				3		85	
4			30	4		56		4		39			4		37	
5			43	5		59		5		53			5		80	
6	46			6			63	6		58			6		55	
7			45	7	73			7			60		7	50		
8			40	8			69	8		49			8		70	
9			32	9		55		9		57			9		60	
10			44	10			56	10			58		10		46	
11	45			11		39		11	47				11		55	
12			47	12			62	12		51			12	52		
13			39	13			65	13	41				13		79	
14			41	14		58		14			55		14		63	
15			43	15			60	15	54				15		75	
16			25	16			67	16		54			16		32	
17			41	17		60		17			52		17		90	
18	49			18		57		18	46				18		54	
19			42	19		29		19		60			19	54		
20			45	20	67			20			56		20		83	
21			40	21	66			21		51			21		55	
22	48			22		60		22		52			22		58	
23			30	23			62	23	52				23		65	
24			49	24		45		24			59		24		60	
25	44			25	65			25	45				25		74	
26			42	26			62	26		61			26	44		
27			45	27			60	27		56			27		50	
28			50	28		30		28	48				28	49		
29	48			29	70			29	49				29		58	
30			48	30		55		30			54		30		65	
TOTAL	7	13	10	TOTAL	6	13	11	TOTAL	9	12	9		TOTAL	5	16	9
%	23.33%	43.33%	33.33%	%	20.00%	43.33%	36.67%	%	30.00%	40.00%	30.00%		%	16.67%	53.33%	30.00%

Tabla 67. Velocidad de operación medidas con pistola radar en campo para los elementos geométricos C-6, T-6, C-5, T-5













CURVA # 33				TRAMO TANGENTE # 33				CURVA # 34				TRAMO TANGENTE # 34			
Miércoles 28 de Setiembre del 2022				Miércoles 28 de Setiembre del 2022				Miércoles 28 de Setiembre del 2022				Miércoles 28 de Setiembre del 2022			
# TOMA	Velocidad (km/h)			# TOMA	Velocidad (km/h)			# TOMA	Velocidad (km/h)			# TOMA	Velocidad (km/h)		
	AUTOS	CAMIONETAS			AUTOS	CAMIONETAS			AUTOS	CAMIONETAS			AUTOS	CAMIONETAS	
	PICKUP	RURAL	COMBI		PICKUP	RURAL	COMBI		PICKUP	RURAL	COMBI		PICKUP	RURAL	COMBI
															
1	49			1			58	1	54			1			47
2		36		2			60	2	53			2			45
3		38		3	57			3		50		3	55		
4		44		4			64	4		53		4	51		
5	43			5	50			5	60			5			52
6			48	6			59	6		59		6	56		
7		33		7	39			7	61			7			43
8	46			8			45	8		51		8	58		
9			50	9			55	9	59			9			60
10		38		10			35	10		48		10	46		
11		35		11			55	11		59		11			48
12		30		12			52	12	55			12			53
13	42			13			60	13		52		13			50
14		42		14	52			14		55		14	53		
15		40		15	54			15		60		15			55
16		46		16	54			16	48			16			46
17	40			17			58	17		56		17			51
18		39		18			55	18	50			18	44		
19	45			19			62	19		45		19			35
20		45		20			57	20		58		20	50		
21		36		21	45			21	54			21			49
22		40		22			49	22	53			22	59		
23		40		23	51			23		61		23			49
24	40			24			65	24		53		24			53
25			52	25			54	25		49		25			51
26		41		26			60	26	52			26	54		
27		37		27			50	27		60		27			50
28		44		28	35			28		62		28	52		
29	48			29			64	29		57		29	45		
30			50	30			62	30	57			30			40
TOTAL	8	18	4	TOTAL	9	18	3	TOTAL	12	18	0	TOTAL	12	15	3
%	26.67%	60.00%	13.33%	%	30.00%	60.00%	10.00%	%	40.00%	60.00%	0.00%	%	40.00%	50.00%	10.00%

Tabla 68. Velocidad de operación medidas con pistola radar en campo para los elementos geométricos C-4, T-4, C-3, T-3



















CURVA # 35				TRAMO TANGENTE # 35				CURVA # 36				TRAMO TANGENTE # 36			
Miércoles 28 de Setiembre del 2022				Miércoles 28 de Setiembre del 2022				Miércoles 28 de Setiembre del 2022				Miércoles 28 de Setiembre del 2022			
# TOMA	Velocidad (km/h)			# TOMA	Velocidad (km/h)			# TOMA	Velocidad (km/h)			# TOMA	Velocidad (km/h)		
	AUTOS	CAMIONETAS			AUTOS	CAMIONETAS			AUTOS	CAMIONETAS			AUTOS	CAMIONETAS	
		PICKUP 	RURAL COMBI 		PICKUP 	RURAL COMBI 	PICKUP 		RURAL COMBI 	PICKUP 	RURAL COMBI 		PICKUP	RURAL COMBI	RURAL COMBI
1			48	1	35			1	29					68	
2			42	2			44	2					42		
3			50	3			51	3				50		75	
4			47	4	32			4				51			
5			45	5			52	5	59					70	
6			51	6			45	6	55						
7			45	7			43	7						38	
8			45	8	40			8				46		65	
9			41	9			50	9				47		58	
10			44	10	39			10				50			
11	55			11			63	11	51				80		
12			49	12	55			12				52		54	
13	62			13			42	13						71	
14			41	14	55			14	64						
15	45			15			48	15				49		68	
16			48	16	57			16	49						
17	47			17			51	17				80		55	
18	43			18	50			18	47						
19	41			19			46	19				45		33	
20			40	20	53			20	53						
21	44			21	58			21	53					61	
22			44	22			47	22	68					80	
23	50			23	54			23						53	
24	55			24	44			24	60						
25	33			25			49	25				43		65	
26			38	26	58			26				48		60	
27	58			27	59			27						68	
28	30			28			50	28	58						
29	49			29			42	29				47		57	
30			40	30			48	30						63	
<b>TOTAL</b>	13	17	0	<b>TOTAL</b>	14	16	0	<b>TOTAL</b>	12	12	6	<b>TOTAL</b>	9	13	8
%	43.33%	56.67%	0.00%	%	46.67%	53.33%	0.00%	%	40.00%	40.00%	20.00%	%	30.00%	43.33%	26.67%

Tabla 69. Velocidad de operación medidas con pistola radar en campo para los elementos geométricos C-2, T-2, C-1, T-1

CURVA # 37				TRAMO TANGENTE # 37				CURVA # 38				TRAMO TANGENTE # 38			
Miércoles 28 de Setiembre del 2022				Miércoles 28 de Setiembre del 2022				Miércoles 28 de Setiembre del 2022				Miércoles 28 de Setiembre del 2022			
# TOMA	Velocidad (km/h)			# TOMA	Velocidad (km/h)			# TOMA	Velocidad (km/h)			# TOMA	Velocidad (km/h)		
	AUTOS	CAMIONETAS			AUTOS	CAMIONETAS			AUTOS	CAMIONETAS			AUTOS	CAMIONETAS	
		PICKUP 	RURAL COMBI 		PICKUP 	RURAL COMBI 	PICKUP 		RURAL COMBI 	PICKUP 	RURAL COMBI 				
1			52	1			44	1			63	1			63
2	33			2			63	2			59	2	54		
3	57			3			78	3			46	3			38
4			47	4			59	4			39	4			46
5	44			5			61	5			37	5			61
6			45	6			70	6			51	6	50		
7	33			7	54			7				7			51
8			58	8			59	8			40	8			68
9	49			9			53	9			44	9			58
10			52	10			74	10			50	10			40
11	62			11	58			11			47	11	49		
12			50	12			56	12			62	12	37		
13	51			13	54			13				13			47
14			48	14			82	14			60	14			63
15			56	15	47			15			51	15			65
16	45			16			60	16			62	16			60
17	51			17	64			17				17			57
18			54	18			38	18				18			59
19	55			19			58	19			54	19			35
20			50	20			67	20			46	20	41		
21			54	21	60			21				21	48		
22	66			22			40	22			61	22	54		
23			49	23			36	23			48	23			59
24	61			24	63			24			54	24			40
25			48	25			72	25			63	25			55
26			45	26	61			26				26			52
27	56			27			65	27			59	27			54
28			42	28	49			28			47	28	60		
29			53	29			73	29			36	29			45
30			51	30			66	30			61	30			59
TOTAL	13	11	6	TOTAL	9	13	8	TOTAL	8	15	7	TOTAL	8	13	9
%	43.33%	36.67%	20.00%	%	30.00%	43.33%	26.67%	%	26.67%	50.00%	23.33%	%	26.67%	43.33%	30.00%

## ANEXO E: Precipitaciones SENAHMI

Tabla 70. Datos de precipitaciones del mes de enero 2022

Departamento : CAJAMARCA		Provincia : CHOTA		Distrito : CHOTA	
Latitud : 6°32'49.66"		Longitud : 78°38'55.07"		Altitud : 2468 msnm.	
Tipo : CO - Meteorológica		Código :		106034	
01/01/2022	22,6	12,6	88,8	2,3	
02/01/2022	21,8	10,2	87,8	4,2	
03/01/2022	23,2	10,8	84,2	0,8	
04/01/2022	22	11,6	84,3	0	
05/01/2022	23,4	10,2	79,8	0	
06/01/2022	18,4	10,4	87,5	0	
07/01/2022	22,6	10	83,1	0	
08/01/2022	23,2	10,2	83,5	12,4	
09/01/2022	20,2	10,6	86,4	0	
10/01/2022	19,8	10,8	85,1	0	
11/01/2022	24	10,4	79,8	0	
12/01/2022	22,6	9,6	80,6	0	
13/01/2022	23	9,8	81,9	0	
14/01/2022	22	10	87,7	2,5	
15/01/2022	19	10,2	87,7	2	
16/01/2022	21,4	10,2	86,8	4,8	
17/01/2022	25	9	81	0	
18/01/2022	22,2	9,8	81	0	
19/01/2022	21,6	9,6	82,1	0	
20/01/2022	22	10,4	82,6	0	
21/01/2022	21,2	11,4	87,3	7,4	
22/01/2022	20,8	11,6	84,7	0,7	
23/01/2022	21,2	11,6	85,3	0	
24/01/2022	19,6	12	90,4	2,5	
25/01/2022	20,6	11,6	87,6	12	
26/01/2022	15,6	12,2	94	9,2	
27/01/2022	21,8	10,4	83,6	0	
28/01/2022	22	10,8	83,8	0	
29/01/2022	20,2	8,4	83,3	0	
30/01/2022	19,8	9,6	82,9	0	
31/01/2022	21,8	6,4	79,2	0	

Fuente: Tomado de SENAHMI

*Tabla 71. Datos de precipitaciones del mes de febrero 2022*

Departamento : CAJAMARCA		Provincia : CHOTA		Distrito : CHOTA	
Latitud : 6°32'49.66"		Longitud : 78°38'55.07"		Altitud : 2468 msnm.	
Tipo : CO - Meteorológica		Código :		106034	
01/02/2022	23,4	7,2	81,5	0	
02/02/2022	21,8	8,8	80,3	0	
03/02/2022	21	10,4	83,2	0	
04/02/2022	19,6	12,2	85,7	0	
05/02/2022	21,8	12	83,3	0	
06/02/2022	18,8	11,4	90,5	9,4	
07/02/2022	20	11,2	90,2	28,6	
08/02/2022	19,2	11,4	88,1	9,9	
09/02/2022	19,8	11,8	89,8	35,5	
10/02/2022	17,4	11,2	92,7	6,5	
11/02/2022	21,4	11,6	83,5	0,8	
12/02/2022	21,4	11,4	85,6	4,4	
13/02/2022	16,4	12,2	92,1	8,5	
14/02/2022	22,8	10,4	83,1	6,6	
15/02/2022	20,2	12	85,7	0	
16/02/2022	18,4	12,4	90,2	1,7	
17/02/2022	18,2	11	87,1	0	
18/02/2022	21,8	11,6	83,7	0	
19/02/2022	21,4	10,4	82,8	0	
20/02/2022	22,6	9,2	81,6	0	
21/02/2022	23,2	8,6	81,1	0	
22/02/2022	18,4	12,2	90,8	7,6	
23/02/2022	18,4	11	92,6	1,7	
24/02/2022	19,6	11,8	87,7	7,4	
25/02/2022	21	11,4	86,9	18,3	
26/02/2022	21	11,2	86,5	4,4	
27/02/2022	19,2	12,2	89,4	11,4	
28/02/2022	20,2	12	89,2	15	

*Fuente: Tomado de SENAEMI*



*Tabla 72. Datos de precipitaciones del mes de marzo 2022*

<b>Departamento : CAJAMARCA</b>		<b>Provincia : CHOTA</b>		<b>Distrito : CHOTA</b>
<b>Latitud : 6°32'49.66"</b>		<b>Longitud : 78°38'55.07"</b>		<b>Altitud : 2468 msnm.</b>
<b>Tipo : CO - Meteorológica</b>		<b>Código :</b>	<b>106034</b>	
01/03/2022	21,2	10,6	87,7	28,3
02/03/2022	22	11,6	87,8	49,5
03/03/2022	19,8	8,8	87,7	19
04/03/2022	22,2	11,8	87,8	7,3
05/03/2022	17,8	11,4	89,6	1,3
06/03/2022	19	10,8	86,7	0
07/03/2022	21,6	9	81,4	0
08/03/2022	20,2	9,6	83	0
09/03/2022	20,4	8,8	84	0
10/03/2022	23	10,4	82	1
11/03/2022	23,8	10,8	79,2	0
12/03/2022	18,4	10,2	84,9	0
13/03/2022	20	10,6	83	0
14/03/2022	16	10,8	93,5	11,5
15/03/2022	20,2	7,2	82,9	0
16/03/2022	21,4	11	88,4	3,9
17/03/2022	22,6	10,8	84,4	16,6
18/03/2022	23	9,8	83,4	0
19/03/2022	21	12,6	86,2	6,9
20/03/2022	22	12,4	86,3	2,2
21/03/2022	17,2	12,6	94,1	34,8
22/03/2022	20,6	11	88,4	4,3
23/03/2022	21,2	10,6	87,5	5,6
24/03/2022	19,6	10,8	90	27,3
25/03/2022	20	11,6	85,7	8,5
26/03/2022	20,6	11,4	88,6	18,3
27/03/2022	19	11,6	85,6	28,1
28/03/2022	18,8	11,2	90,2	4,6
29/03/2022	19,4	11,4	90,1	18,9
30/03/2022	19,6	12,2	91,2	49,6
31/03/2022	18,4	11,6	92,6	15,2

*Fuente: Tomado de SENAEMI*

Tabla 73. Datos de precipitaciones del mes de abril 2022

Departamento : CAJAMARCA		Provincia : CHOTA		Distrito : CHOTA	
Latitud : 6°32'49.66"		Longitud : 78°38'55.07"		Altitud : 2468 msnm.	
Tipo : CO - Meteorológica		Código :		106034	
01/04/2022	16,8	11,2	91,3	0	
02/04/2022	20,8	11,8	84,7	0,7	
03/04/2022	21,8	10,8	86	8,1	
04/04/2022	20,8	12	86,3	2,1	
05/04/2022	22	10	83,5	0	
06/04/2022	20,4	10,8	85,7	5,3	
07/04/2022	19,6	12	87	0,6	
08/04/2022	21,8	10,6	90,4	4,2	
09/04/2022	19,2	9,8	87,8	0	
10/04/2022	19,6	11,2	90,5	1	
11/04/2022	21,4	12,2	85,8	18,2	
12/04/2022	19,8	12	89,6	5,1	
13/04/2022	21,2	11	88,4	5,1	
14/04/2022	20,4	11,2	88,3	4,8	
15/04/2022	21,4	10,8	85,4	0	
16/04/2022	21,6	10,2	84,2	0	
17/04/2022	22,2	9,8	84,2	0	
18/04/2022	20,6	9,6	87,7	27,7	
19/04/2022	19,2	11,6	90,9	6,4	
20/04/2022	19,2	10	88,1	8,1	
21/04/2022	16,4	9,8	91,1	1,2	
22/04/2022	19	11,2	85,9	0	
23/04/2022	20,6	10,2	81,6	0	
24/04/2022	18,8	9,2	86,9	5,4	
25/04/2022	19,6	10	87	0,8	
26/04/2022	21,2	8,4	87,4	0	
27/04/2022	22,8	10,8	84,1	0	
28/04/2022	19,8	10	87,6	0	
29/04/2022	22,2	10,2	84,1	0	
30/04/2022	18,2	10	88,1	0	

Fuente: Tomado de SENAEMI

*Tabla 74. Datos de precipitaciones del mes de mayo 2022*

<b>Departamento : CAJAMARCA</b>		<b>Provincia : CHOTA</b>		<b>Distrito : CHO TA</b>
<b>Latitud : 6°32'49.66"</b>		<b>Longitud : 78°38'55.07"</b>		<b>Altitud : 2468 msnm.</b>
<b>Tipo : CO - Meteorológica</b>		<b>Código :</b>	<b>106034</b>	
01/05/2022	20,8	9	83,6	0
02/05/2022	23	10,4	81,8	0
03/05/2022	22,4	11	82,1	1,3
04/05/2022	20,8	12,2	87,8	8,9
05/05/2022	19,8	12	90,1	4,9
06/05/2022	23,2	8,6	83,8	0
07/05/2022	20,8	11	84,4	0
08/05/2022	21,6	9,6	83,1	0
09/05/2022	21,6	9,4	82,9	0
10/05/2022	22	9,6	86,9	7,6
11/05/2022	19,2	11	93,4	14,9
12/05/2022	21,6	12	86,4	2,3
13/05/2022	21,4	11,2	88,5	1,2
14/05/2022	20,4	9,4	89,1	1,5
15/05/2022	18,4	12,2	93,1	2,7
16/05/2022	17,8	11,2	94,6	8,4
17/05/2022	19,2	11	87,3	0
18/05/2022	20,4	11,2	86,4	5,5
19/05/2022	17	10,6	94,1	12,2
20/05/2022	20,6	12,2	83,3	0
21/05/2022	23	9,4	80,4	0
22/05/2022	21,6	8,8	80	0
23/05/2022	22	8,6	82,2	0
24/05/2022	23,2	10	81,4	0
25/05/2022	22,4	11	83,5	0
26/05/2022	18,8	11,6	86,9	0,4
27/05/2022	19,2	9,2	86,4	0
28/05/2022	18,6	10	86,4	0
29/05/2022	21,8	8	82,2	0
30/05/2022	22,6	10,4	81,8	0
31/05/2022	20,8	11	85,1	3,8

*Fuente: Tomado de SENAEMI*

*Tabla 75. Datos de precipitaciones del mes de junio 2022*

Departamento : CAJAMARCA		Provincia : CHOTA		Distrito : CHOTA	
Latitud : 6°32'49.66"		Longitud : 78°38'55.07"		Altitud : 2468 msnm.	
Tipo : CO - Meteorológica		Código :		106034	
01/06/2022	21,2	8,6	82,8	0	
02/06/2022	20,2	9,6	85,6	4,7	
03/06/2022	19,8	10,4	88,7	28,4	
04/06/2022	20	10,8	85,7	0	
05/06/2022	19	11,6	91,5	5,7	
06/06/2022	21,8	8,4	85,9	0,8	
07/06/2022	19,4	10,8	88,5	18,4	
08/06/2022	19	10,6	88,1	2,1	
09/06/2022	18,8	11,2	87,2	0	
10/06/2022	21,2	11	86,9	11,3	
11/06/2022	18,2	10,6	92,1	3,7	
12/06/2022	18,6	10,2	87,1	0	
13/06/2022	18,8	8,6	85	0	
14/06/2022	20,6	5,4	82,9	0	
15/06/2022	21,4	6,6	80,7	0	
16/06/2022	22,4	6,8	80,2	0	
17/06/2022	20,2	8,4	85,9	8,4	
18/06/2022	18,6	9,4	86,9	6	
19/06/2022	18,8	11	87,2	0	
20/06/2022	20,8	8,4	84,1	0	
21/06/2022	21,2	6,8	80,6	0	
22/06/2022	18,8	6,6	86,8	0,8	
23/06/2022	20	11,2	85,3	0,6	
24/06/2022	19,6	9,6	85,7	11,8	
25/06/2022	19,8	10	85,2	0	
26/06/2022	20,8	7,4	81,4	0	
27/06/2022	21,8	7,6	82,1	0	
28/06/2022	22,2	8	78,5	0	
29/06/2022	21,8	9	81,2	0	
30/06/2022	21,4	7	79,7	0	

*Fuente: Tomado de SENAHMI*

Tabla 76. Datos de precipitaciones del mes de julio 2022

Departamento : CAJAMARCA		Provincia : CHOTA		Distrito : CHOTA	
Latitud : 6°32'49.66"		Longitud : 78°38'55.07"		Altitud : 2468 msnm.	
Tipo : CO - Meteorológica		Código :		106034	
01/07/2022	21,4	7,8	80,5	0	
02/07/2022	21,8	9,2	80,3	0	
03/07/2022	20,6	10,2	79,9	0	
04/07/2022	21	8,8	79,8	0	
05/07/2022	21,6	9,4	80,7	0	
06/07/2022	20,8	9,2	81,8	0	
07/07/2022	19,8	9,2	83,3	0	
08/07/2022	20	9	82,3	0	
09/07/2022	21,2	10	81,4	0	
10/07/2022	21,8	10,2	81	0	
11/07/2022	20,8	8,6	82,4	1,4	
12/07/2022	20,4	9,6	85,4	12,5	
13/07/2022	21,4	10,6	83,6	0	
14/07/2022	22,6	9,6	77,9	0	
15/07/2022	20,8	9,4	81,3	0	
16/07/2022	22,6	9,8	80,6	0,5	
17/07/2022	20,6	10,8	85,1	4,3	
18/07/2022	21	10,2	84,5	0	
19/07/2022	20	10,6	84,8	0	
20/07/2022	22	8,4	81,2	0	
21/07/2022	22,6	8,6	78,9	0	
22/07/2022	20,6	8	85,2	0,3	
23/07/2022	21,4	9	86,6	2,9	
24/07/2022	19,6	11,2	88,3	8,1	
25/07/2022	19,8	9	87,2	19,1	
26/07/2022	18,8	10,6	90,7	3,8	
27/07/2022	20,6	9	84,4	0	
28/07/2022	21	9,6	82	0	
29/07/2022	22,6	8,8	80,1	0	
30/07/2022	22,2	8,4	79,9	0	
31/07/2022	23,2	8,6	79,9	0	

Fuente: Tomado de SENAEMI

*Tabla 77. Datos de precipitaciones del mes de agosto 2022*

Departamento : CAJAMARCA		Provincia : CHOTA		Distrito : CHOTA	
Latitud : 6°32'49.66"		Longitud : 78°38'55.07"		Altitud : 2468 msnm.	
Tipo : CO - Meteorológica		Código :		106034	
01/08/2022	22,2	9,6	80,2	0	
02/08/2022	21	10,4	82,5	0	
03/08/2022	22,6	9	79	2,6	
04/08/2022	17,4	10,2	92	2,2	
05/08/2022	20,8	8	86	10,6	
06/08/2022	18,8	11,2	90,4	8,2	
07/08/2022	20,8	11	85,1	1,2	
08/08/2022	20	10,8	81,9	0	
09/08/2022	20	10,6	85,6	0,3	
10/08/2022	21,2	10,2	82,1	0	
11/08/2022	22,6	9,4	80,1	0	
12/08/2022	22,2	7,6	80,7	0,7	
13/08/2022	22,8	8,6	79,1	0	
14/08/2022	22,4	8,8	79,5	0	
15/08/2022	21,8	9	84,2	1,7	
16/08/2022	22,8	9,2	79,7	0	
17/08/2022	22,6	9,6	81,7	2,8	
18/08/2022	23,4	11	79,6	0	
19/08/2022	20,4	11,6	84,7	0,4	
20/08/2022	22,2	11,6	82,9	0	
21/08/2022	22,8	7,8	80,3	0	
22/08/2022	22,2	7	78,4	0	
23/08/2022	22,4	7	78	0	
24/08/2022	21,4	7,4	78,2	0	
25/08/2022	22,4	7	78,2	0	
26/08/2022	23,6	7,2	77,4	0	
27/08/2022	20	8,2	81,4	0	
28/08/2022	21,6	9,4	80,1	0	
29/08/2022	20,4	8,8	80,4	0	
30/08/2022	21	8,4	79,7	0	
31/08/2022	23,6	7,4	77,2	0	

*Fuente: Tomado de SENAEMI*

Tabla 78. Datos de precipitaciones del mes de setiembre 2022

Departamento : CAJAMARCA		Provincia : CHOTA		Distrito : CHOTA	
Latitud : 6°32'49.66"		Longitud : 78°38'55.07"		Altitud : 2468 msnm.	
Tipo : CO - Meteorológica		Código :		106034	
01/09/2022	24,6	7,8	76,4	0	
02/09/2022	24,8	9	76,6	0	
03/09/2022	23,8	9,2	79,3	0	
04/09/2022	19,6	8	81,9	0	
05/09/2022	21	7,6	82,9	0	
06/09/2022	23,4	7,2	77	0	
07/09/2022	24	8	77,2	0	
08/09/2022	24,8	7	76,7	0	
09/09/2022	25	9,6	76,6	0	
10/09/2022	21,6	11,4	82,7	0	
11/09/2022	22,6	9,4	81,3	0	
12/09/2022	22	10	83,9	2,8	
13/09/2022	22,8	10,2	83,6	0	
14/09/2022	23	10,4	79,8	0,9	
15/09/2022	20,8	11,2	85,1	0	
16/09/2022	18	12	88,1	15,9	
17/09/2022	22,6	11,6	85,3	16,8	
18/09/2022	22	8,2	85,1	9,9	
19/09/2022	19,6	10,8	84,9	0	
20/09/2022	22	8,8	87	0	
21/09/2022	22,2	9,4	84,4	7,6	
22/09/2022	22,4	10	83,6	0	
23/09/2022	23,4	10,8	78,4	1,3	
24/09/2022	18,6	11	88	1	
25/09/2022	25	9	82,9	2	
26/09/2022	24	10	78,8	0	
27/09/2022	24,2	9,4	78	0	
28/09/2022	22,4	10,4	82,6	1,7	
29/09/2022	22	11,2	84,3	3,3	
30/09/2022	15,2	10,4	93,2	5,4	

Fuente: Tomado de SENAEMI

*Tabla 79. Datos de precipitaciones del mes de octubre 2022*

Departamento : CAJAMARCA		Provincia : CHOTA		Distrito : CHOTA	
Latitud : 6°32'49.66"		Longitud : 78°38'55.07"		Altitud : 2468 msnm.	
Tipo : CO - Meteorológica		Código :		106034	
01/10/2022	21,8	9	82	0	
02/10/2022	22,4	9,2	80	0	
03/10/2022	21,4	9,4	81,8	0	
04/10/2022	21,6	9,4	83	6	
05/10/2022	22,6	10,8	85,2	11,4	
06/10/2022	22,8	10,4	83,1	1,5	
07/10/2022	18,6	9,6	89	8	
08/10/2022	21,8	8,6	83,4	0	
09/10/2022	24	10,6	80,2	2	
10/10/2022	22,2	10,4	81,4	0	
11/10/2022	22	9,6	80,8	0	
12/10/2022	23,8	11	81,3	0,9	
13/10/2022	23,4	11,2	79,7	0,7	
14/10/2022	22,8	11	81,2	0	
15/10/2022	18	10,6	88,2	1	
16/10/2022	22,4	10,8	85,5	13,8	
17/10/2022	20,6	12,2	89	16,3	
18/10/2022	20,8	11,4	88,6	26,9	
19/10/2022	18,4	11,2	93,5	9	
20/10/2022	19,6	10,8	87,9	1,4	
21/10/2022	22,4	11,2	82,7	1,8	
22/10/2022	24,2	10,6	80,7	0	
23/10/2022	21	10,4	84,7	13,7	
24/10/2022	19	12,4	92,7	27,1	
25/10/2022	21,6	9,8	86,8	13	
26/10/2022	23	10,6	79,1	0	
27/10/2022	22,8	11	80,4	0	
28/10/2022	21,8	7,8	77	0	
29/10/2022	22,4	6,6	76,4	0	
30/10/2022	22	5	74,4	0	
31/10/2022	25	5,2	72,8	0	

*Fuente: Tomado de SENAEMI*



*Tabla 80. Datos de precipitaciones del mes de noviembre 2022*

Departamento : CAJAMARCA		Provincia : CHOTA		Distrito : CHOTA	
Latitud : 6°32'49.66"		Longitud : 78°38'55.07"		Altitud : 2468 msnm.	
Tipo : CO - Meteorológica		Código :		106034	
01/11/2022	23,2	8,8	80,9	2,7	
02/11/2022	20,6	12,2	87,7	0	
03/11/2022	22,8	9,6	84,1	0,7	
04/11/2022	22,2	10,4	85,2	3,3	
05/11/2022	22,6	10,6	79,4	0	
06/11/2022	23,4	8,4	80,6	0	
07/11/2022	22,4	10,4	80	0	
08/11/2022	22,8	10,2	88,6	4	
09/11/2022	21,8	9,6	87,1	0,8	
10/11/2022	23,6	10	78,4	0	
11/11/2022	22,2	9,4	78,5	0	
12/11/2022	24,4	7,4	76,4	0	
13/11/2022	23,2	5,6	71,8	0	
14/11/2022	23,6	7,6	82,8	0	
15/11/2022	22,6	10,6	84,3	0	
16/11/2022	21,4	11,8	85,1	3	
17/11/2022	21,6	10,8	82,4	0	
18/11/2022	23,2	11	79,8	0	
19/11/2022	23,4	12	78,4	0	
20/11/2022	25,6	10,8	81,9	18,5	
21/11/2022	23,2	10,4	79,5	0	
22/11/2022	22	9	78,2	0	
23/11/2022	24,2	7,4	78,4	0	
24/11/2022	20,4	8,4	82,4	1,5	
25/11/2022	24,6	10	82,6	5,2	
26/11/2022	24	10,4	79,1	0,6	
27/11/2022	22	11	80,4	0	
28/11/2022	22,4	10,6	81,7	0	
29/11/2022	21,4	8,6	77,9	0	
30/11/2022	22	8,4	79,4	0	

*Fuente: Tomado de SENAHMI*

*Tabla 81. Datos de precipitaciones del mes de diciembre 2022*

Departamento : CAJAMARCA		Provincia : CHOTA		Distrito : CHOTA	
Latitud : 6°32'49.66"		Longitud : 78°38'55.07"		Altitud : 2468 msnm.	
Tipo : CO - Meteorológica		Código :		106034	
01/12/2022	21,8	7,6	79,8	0	
02/12/2022	22,4	6,4	77,4	0	
03/12/2022	23,8	6,6	77,9	0	
04/12/2022	22,2	7,6	77,3	0	
05/12/2022	24,8	5	80,4	3,8	
06/12/2022	23,6	8,8	75,4	0	
07/12/2022	23,6	9,2	81,8	1,7	
08/12/2022	23,2	9,4	79,9	0,5	
09/12/2022	22,4	10	83,4	1,3	
10/12/2022	22	11,4	82,3	0	
11/12/2022	21,8	9,8	85,2	23,6	
12/12/2022	21,6	9,6	85,4	2,2	
13/12/2022	20,8	9	86,4	11,6	
14/12/2022	22,4	9,4	82,8	0	
15/12/2022	22	11,6	83,6	2,2	
16/12/2022	20	12	87,3	5,9	
17/12/2022	17	10,6	88,7	0,6	
18/12/2022	23,4	9,6	74,6	0	
19/12/2022	21,6	9,4	79,2	0	
20/12/2022	20,6	11,4	82,9	0	
21/12/2022	20	11,6	84	0	
22/12/2022	18,2	11,4	87	0	
23/12/2022	21	10,6	84,2	0	
24/12/2022	23,6	12,6	81,4	5,2	
25/12/2022	21,8	11,4	85,1	22,7	
26/12/2022	19	11,2	90,7	2	
27/12/2022	22,8	9	84,7	15,7	
28/12/2022	22,6	11,8	86,6	2,9	
29/12/2022	20,6	11,4	87,7	1,8	
30/12/2022	19	12	88,2	4,6	
31/12/2022	19	11,4	89,8	3,1	

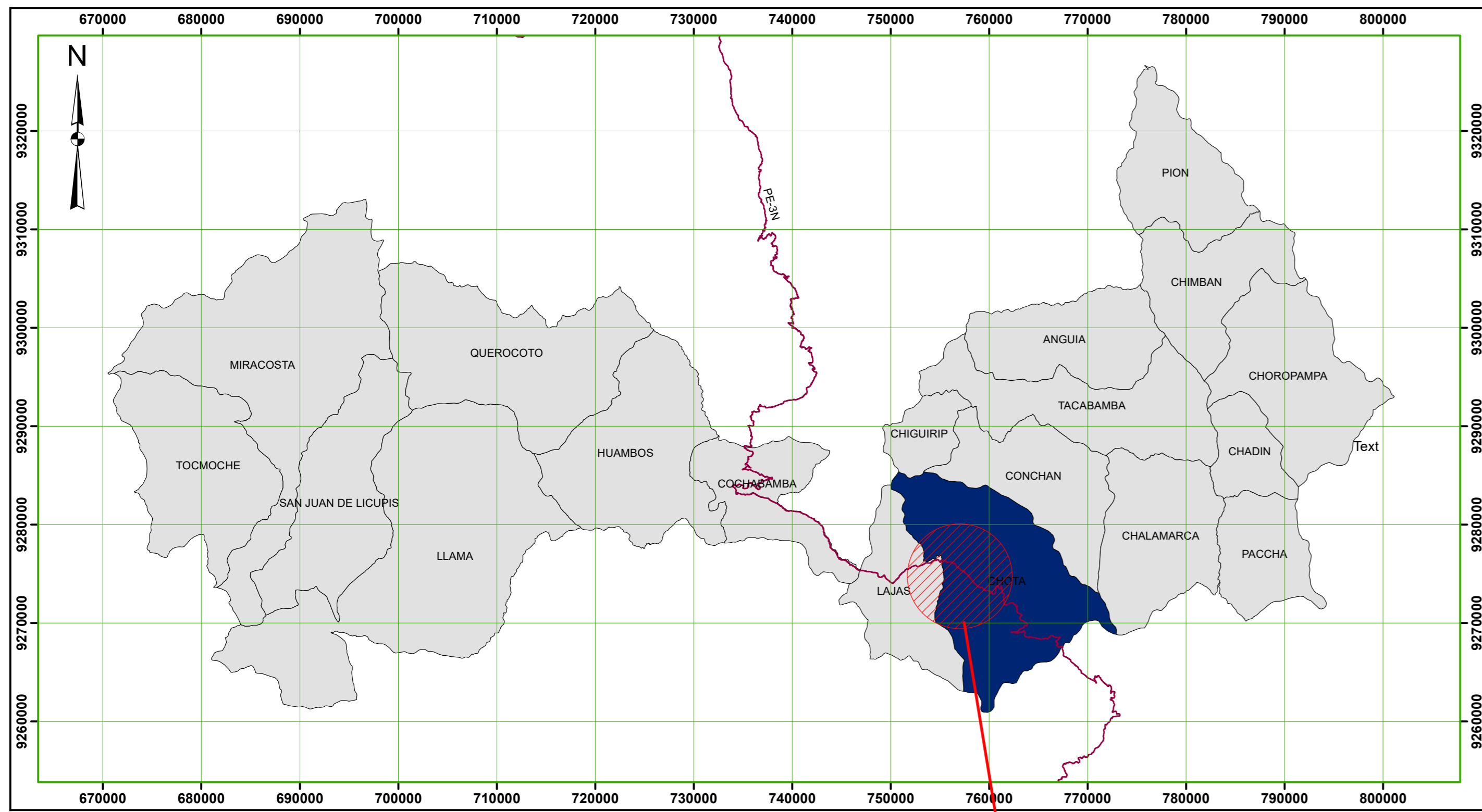
*Fuente: Tomado de SENAHMI*

*Tabla 82. Precipitaciones mensuales de la estación Chota en el año 2022*

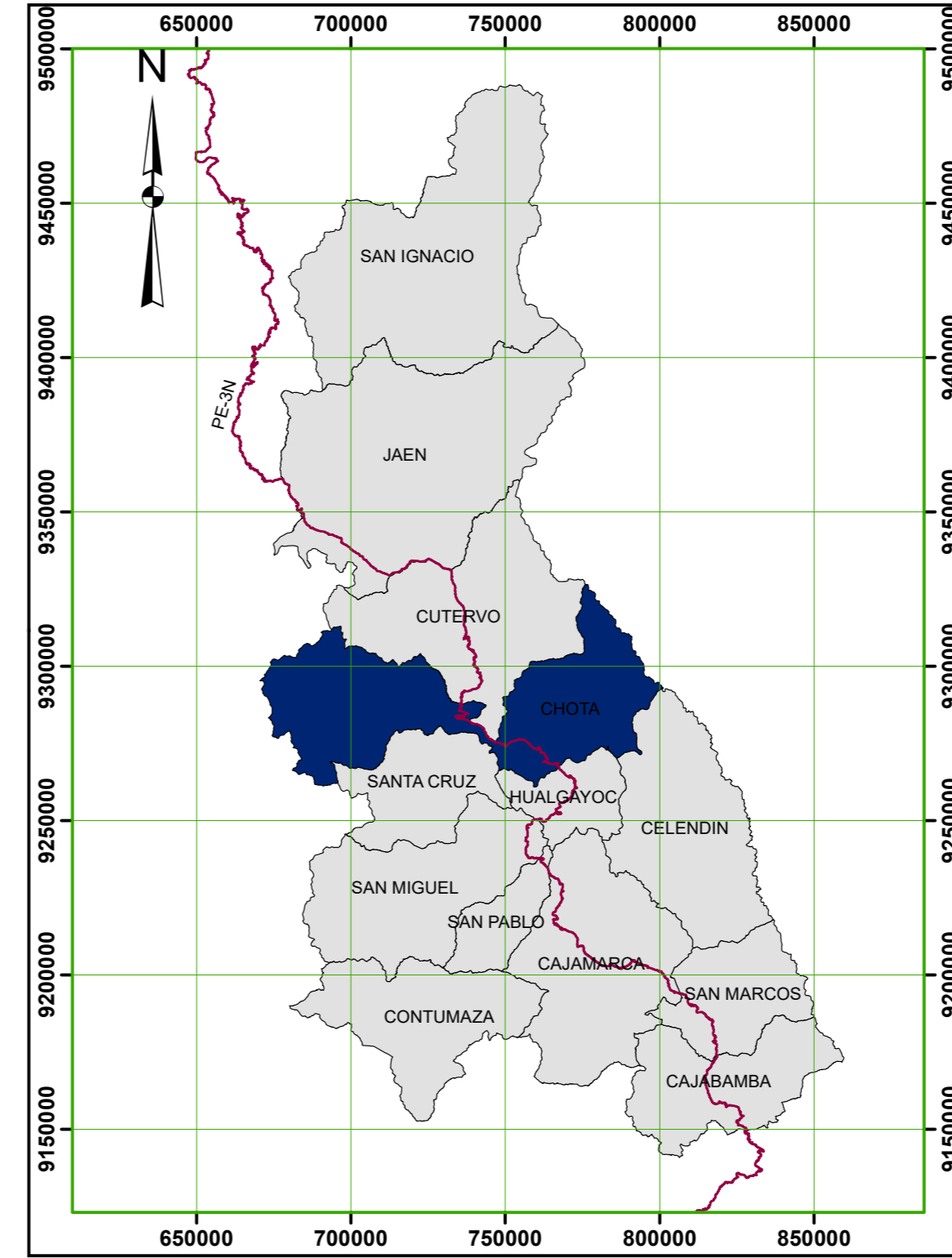
<b>Precipitaciones mensuales</b>	
<b>MES</b>	<b>mm/día</b>
Enero	60,80
Febrero	177,70
Marzo	362,70
Abril	104,80
Mayo	75,60
Junio	102,70
Julio	52,90
Agosto	30,70
Setiembre	68,60
Octubre	154,50
Noviembre	40,30
Diciembre	111,40
<b>TOTAL</b>	<b>1342,70</b>

## **ANEXO F: Planos**

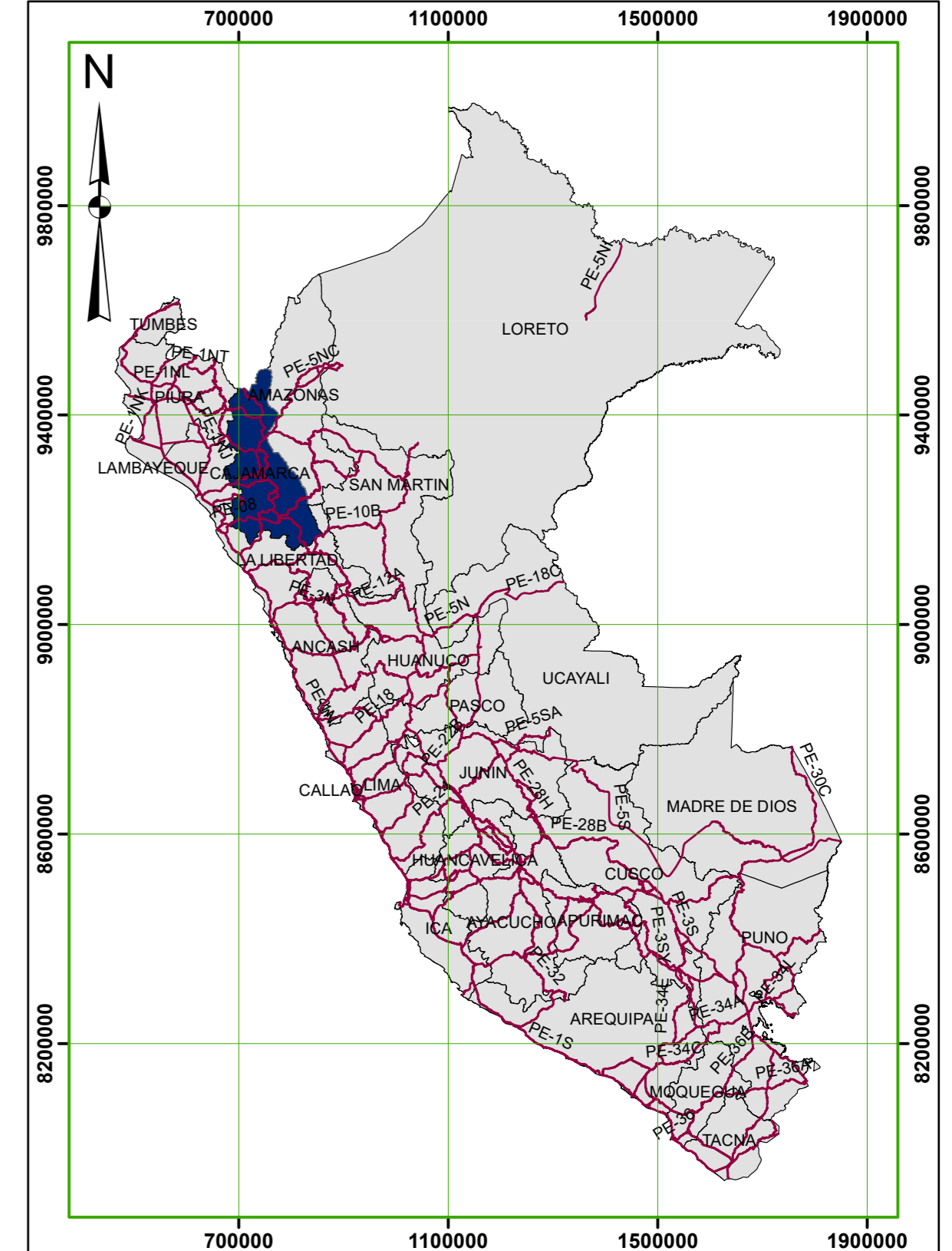
### **ANEXO F.1: Plano de ubicación**



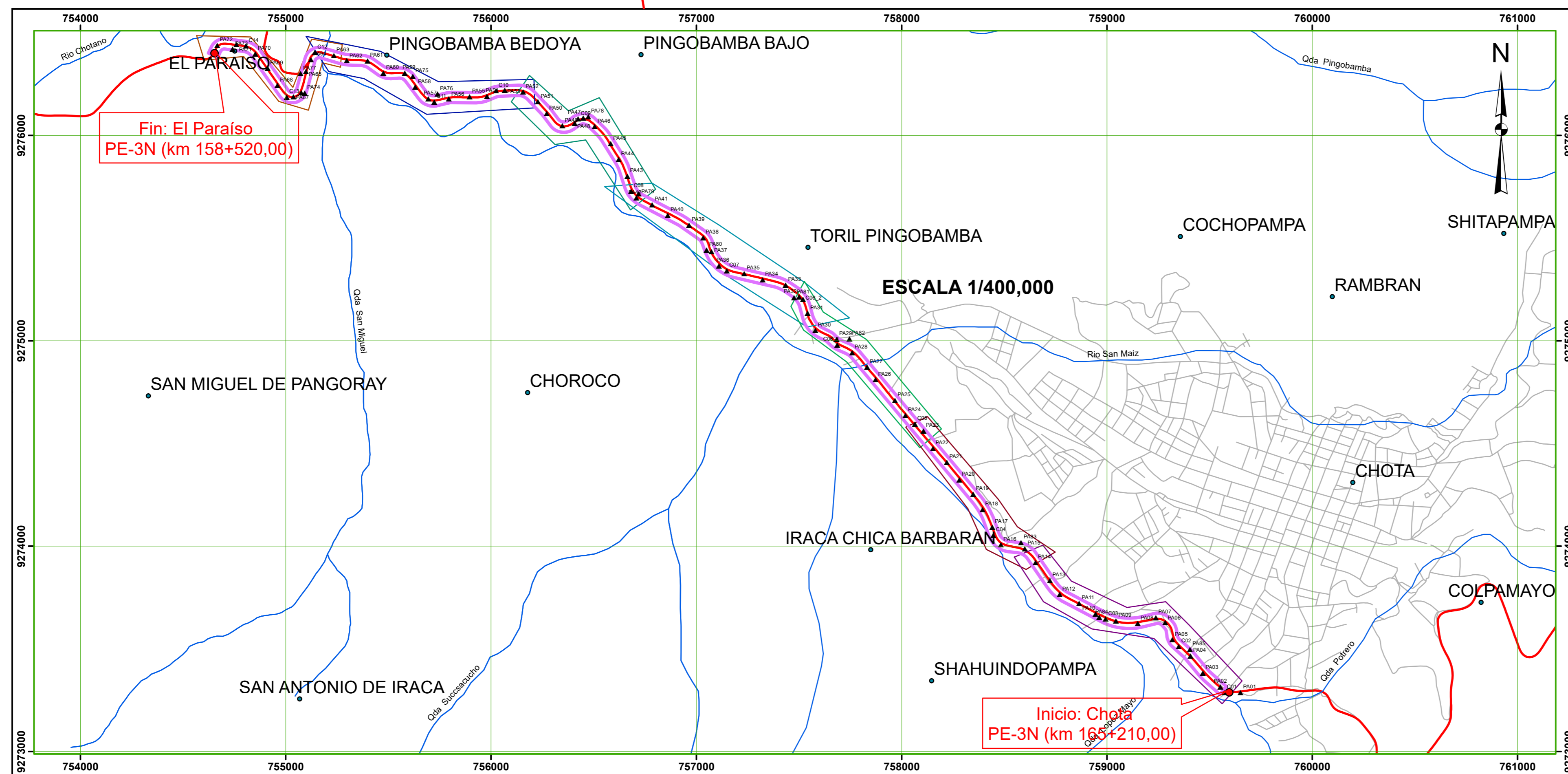
PROVINCIA DE CHOTA  
ESCALA 1/400,000



DEPARTAMENTO DE CAJAMARCA  
ESCALA 1/2,000,000



RED VIAL NACIONAL  
ESCALA 1/11,000,000



LOCALIZACIÓN DE PROYECTO DE TESIS  
ESCALA 1/15,000

COORDENADAS PUNTO INICIAL		
DATUM: WGS-84	NORTE	ALTURA
759567,76 m	9273295,45 m	2319,44 m.s.n.m

COORDENADAS PUNTO FINAL		
DATUM: WGS-84	NORTE	ALTURA
754678,92 m	9276439,47 m	2259,96 m.s.n.m

LEYENDA	
	RED VIAL NACIONAL PE-3N
	RÍO
	PUNTO DE CONTROL
	CIUDAD DE CHOTA
	CENTRO POBLADO
	ÁREA DE ESTUDIO: 33 has
	Plan de vuelo 01
	Plan de vuelo 02
	Plan de vuelo 03
	Plan de vuelo 04
	Plan de vuelo 05
	Plan de vuelo 06
	Plan de vuelo 07



UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL



AUTOR:  
Bach. Karl Emerson, Mejía Hurtado  
ASESOR:  
Ing. Alejandro, Cubas Becerra

TEMA:  
"ESTUDIO COMPARATIVO ENTRE LA VELOCIDAD DE OPERACIÓN OBTENIDA CON LAS ECUACIONES DE FITZPATRICK Y LAS MEDIDAS EN EL TRAMO CHOTA - EL PARAÍSO"

REGIÓN:	PLANO:	ESCALAS:	CÓDIGO:
Cajamarca	UBICACIÓN	INDICADAS	PU
Chota	TRAMO:	FECHA	
Chota	PE - 3N (KM. 165+210.00 - 158+520.00)	2023	

## **ANEXO F.2: Planos de fotogrametría**



PLANTA  
E : 1/2000

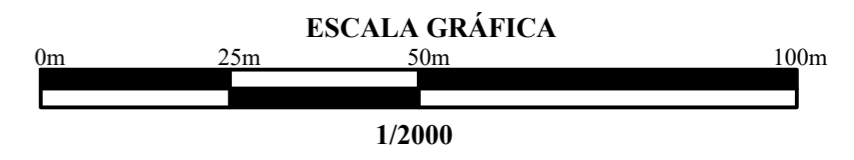
CUADRO DE B.M.S				
Punto	Este	Norte	Cota	Descripcion
1	759571.39	9273287.65	2319.17	PC 01
2	759349.30	9273510.47	2313.91	PC 02
3	758993.15	9273645.09	2309.83	PC 03
4	758446.31	9274052.61	2296.61	PC 04
5	758063.04	9274594.50	2282.28	PC 05
6	757686.41	9274979.68	2278.20	PC 06 1
7	757310.09	9275201.91	2276.85	PC 06 2
8	757147.00	9275340.46	2271.43	PC 07
9	756681.72	9275727.57	2262.82	PC 08
10	756424.56	9276079.63	2262.71	PC 09
11	756024.41	9276211.05	2261.44	PC 10
12	755722.69	9276163.10	2254.71	PC 11
13	755141.66	9276403.38	2241.04	PC 12
14	755004.79	9276186.35	2247.97	PC 13
15	754806.49	9276435.87	2250.40	PC 14
16	754650.55	9273287.59	2321.15	PA 01
17	754552.40	9273314.65	2318.25	PA 02
18	754467.57	9273382.20	2316.40	PA 03
19	754407.15	9273466.01	2314.84	PA 04
20	754317.78	9273544.09	2313.61	PA 05
21	754283.35	9273620.31	2312.23	PA 06
22	754237.97	9273682.51	2312.58	PA 07
23	754150.68	9273623.25	2311.75	PA 08
24	754048.73	9273655.80	2310.74	PA 09
25	754044.38	9273670.18	2307.32	PA 10
26	753864.35	9273731.39	2302.03	PA 11
27	753769.64	9273764.30	2300.14	PA 12
28	753721.68	9273823.44	2299.06	PA 13
29	753651.64	9273919.60	2298.35	PA 14
30	753600.44	9273987.29	2298.90	PA 15
31	753548.23	9274062.06	2298.38	PA 16
32	753441.37	9274029.09	2294.74	PA 17
33	753394.45	9274177.02	2290.50	PA 18
34	753348.01	9274253.62	2288.40	PA 19
35	753300.92	9274321.29	2287.04	PA 20
36	753219.99	9274407.93	2285.66	PA 21
37	753152.88	9274475.14	2284.43	PA 22
38	753106.18	9274560.73	2283.35	PA 23
39	753018.21	9274636.16	2281.40	PA 24
40	752967.44	9274709.58	2280.32	PA 25
41	752873.24	9274809.67	2279.53	PA 26
42	752831.01	9274871.63	2279.12	PA 27
43	752758.59	9274941.78	2278.43	PA 28
44	752683.11	9275007.23	2278.12	PA 29
45	752579.82	9275050.02	2277.09	PA 30
46	752542.41	9275133.13	2277.76	PA 31
47	752500.24	9275212.15	2275.97	PA 32
48	752444.89	9275271.56	2274.77	PA 33
49	752322.62	9275297.28	2272.42	PA 34
50	752323.54	9275326.60	2271.22	PA 35

CUADRO DE B.M.S				
Punto	Este	Norte	Cota	Descripcion
51	757109.98	9273564.83	2269.85	PA 36
52	757073.82	9273484.12	2266.60	PA 37
53	757033.31	9273502.29	2265.12	PA 38
54	756964.34	9273563.20	2265.63	PA 39
55	756861.19	9273611.24	2265.75	PA 40
56	756784.63	9273662.92	2263.36	PA 41
57	756707.65	9273604.93	2263.10	PA 42
58	756664.27	9273800.69	2262.47	PA 43
59	756620.47	9273833.73	2262.84	PA 44
60	756582.66	9273958.93	2262.58	PA 45
61	756505.32	9274042.59	2262.08	PA 46
62	756449.03	9274085.31	2262.68	PA 47
63	756407.49	9274068.71	2262.53	PA 48
64	756347.24	9274045.82	2262.51	PA 49
65	756271.25	9274105.36	2264.39	PA 50
66	756228.69	9274163.87	2265.12	PA 51
67	756155.64	9274211.33	2263.87	PA 52
68	756066.68	9274220.25	2262.49	PA 53
69	755980.09	9274190.40	2259.23	PA 54
70	755895.04	9274177.67	2255.49	PA 55
71	755793.84	9274178.32	2253.47	PA 56
72	755694.47	9274177.82	2254.33	PA 57
73	755631.20	9274244.81	2255.52	PA 58
74	755579.49	9274311.11	2253.03	PA 59
75	755475.74	9274303.35	2249.80	PA 60
76	755398.27	9274362.87	2247.41	PA 61
77	755297.36	9274364.16	2244.87	PA 62
78	755244.78	9274388.24	2242.88	PA 63
79	755122.64	9274368.72	2241.50	PA 64
80	755098.49	9274311.17	2241.51	PA 65
81	755076.28	9274262.96	2242.42	PA 66
82	755036.81	9274188.80	2244.00	PA 67
83	754959.08	9274243.03	2250.69	PA 68
84	754911.38	9274326.12	2254.96	PA 69
85	754850.95	9274392.15	2258.35	PA 70
86	754759.89	9274442.15	2259.33	PA 71
87	754666.22	9274438.32	2260.24	PA 72
88	754401.34	9274419.61	2261.58	PA 73
89	753991.80	9274205.91	2241.73	PA 74
90	753618.92	9274288.07	2267.60	PA 75
91	753739.06	9274201.19	2265.25	PA 76
92	753611.05	9274299.71	2240.07	PA 77
93	753474.02	9274090.01	2266.14	PA 78
94	752719.03	927516.52	2263.99	PA 79
95	752050.14	927441.53	2265.97	PA 80
96	752475.85	9275209.70	2273.21	PA 81
97	75245.85	9275609.08	2282.05	PA 82
98	752881.30	9274017.09	2299.68	PA 83
99	752862.30	9273653.38	2307.40	PA 84
100	752840.07	9273497.11	2315.51	PA 85

PARÁMETROS DE VUELO (dron Phantom 4 PRO)		
Traslape	Longitudinal:	20%
	Transversal:	25%
Altura de vuelo:		100 m
Resolución de cámara:		20 mpx
Número de vuelo:		7
Velocidad de vuelo:		6.60 m/s
Tiempo de vuelo:		20 min/plan de vuelo
Distancia de muestreo del suelo (GSD):		2,74 cm/pixel

### LEYENDA

- Eje carretera
- Curva mayor
- Curva menor
- Punto de apoyo y control
- Número de Curva horizontal



<p><b>UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA</b> <b>FACULTAD DE INGENIERÍA</b> <b>ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL</b></p>		<b>AUTOR:</b> Bach. Karl Emerson, Mejía Hurtado	<b>TEMA:</b> "ESTUDIO COMPARATIVO ENTRE LAS VELOCIDADES DE OPERACIÓN OBTENIDAS CON LAS ECUACIONES DE FITZPATRICK Y LAS MEDIDAS EN EL TRAMO CHOTA - EL PARAISO"	<b>REGIÓN:</b> Cajamarca	<b>PLANO:</b> ORTOFOTO	<b>ESCALA:</b> 1/2000	<b>CÓDIGO:</b> OF-01
	<b>ASESOR:</b> Ing. Alejandro, Cubas Becerra	<b>PROVINCIA:</b> Chota		<b>TRAMO:</b> km.0+000 - 1+000		<b>FECHA:</b> 2023	
		<b>DISTRITO:</b> Chota		<b>DATUM:</b> WGS-84		<b>ZONA:</b> 17-S	



PLANTA  
E : 1/2000

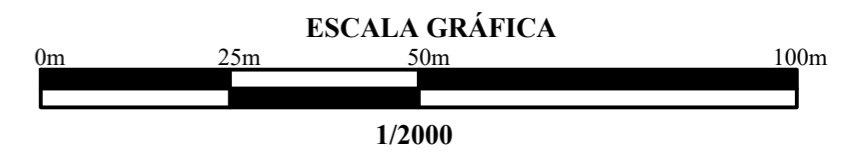
Punto	Este	Norte	Cota	Descripcion
1	759571.39	9273287.65	2319.17	PC 01
2	759349.30	9273510.47	2313.91	PC 02
3	759093.15	9273685.09	2309.83	PC 03
4	758446.31	9274052.61	2296.61	PC 04
5	758063.04	9274594.50	2282.28	PC 05
6	757686.41	9274939.68	2278.20	PC 06 1
7	757310.09	9275201.91	2276.85	PC 06 2
8	757147.00	9275340.46	2271.43	PC 07
9	756681.72	9275727.57	2262.82	PC 08
10	756424.56	9276079.63	2262.71	PC 09
11	756024.41	9276317.05	2263.44	PC 10
12	755722.69	9276163.10	2254.71	PC 11
13	755141.66	9276403.38	2241.04	PC 12
14	755004.79	9276186.33	2247.97	PC 13
15	754806.49	9276435.87	2259.40	PC 14
16	756650.55	9273287.59	2321.15	PA 01
17	756952.40	9273314.65	2318.25	PA 02
18	759467.57	9273382.20	2316.40	PA 03
19	759407.15	9273466.01	2314.84	PA 04
20	759117.78	9273544.09	2313.61	PA 05
21	759283.35	9273620.31	2312.23	PA 06
22	759237.97	9273652.51	2312.58	PA 07
23	759150.68	9273632.25	2311.75	PA 08
24	759048.73	9273655.80	2310.74	PA 09
25	758944.38	9273670.18	2307.32	PA 10
26	758864.35	9273731.39	2302.03	PA 11
27	758769.64	9273764.30	2300.14	PA 12
28	758721.68	9273823.44	2299.06	PA 13
29	758651.64	9273919.60	2298.35	PA 14
30	758600.44	9273987.29	2298.90	PA 15
31	758485.23	9274065.06	2298.38	PA 16
32	758441.37	9274092.09	2294.74	PA 17
33	758394.45	9274177.02	2290.50	PA 18
34	758348.01	9274253.62	2288.40	PA 19
35	758300.92	9274323.29	2287.04	PA 20
36	758219.99	9274407.93	2285.66	PA 21
37	758152.88	9274475.14	2284.43	PA 22
38	758106.18	9274560.73	2283.35	PA 23
39	758018.21	9274636.16	2281.40	PA 24
40	757967.44	9274709.58	2280.32	PA 25
41	757873.24	9274809.67	2279.53	PA 26
42	757831.01	9274871.63	2279.12	PA 27
43	757758.59	9274941.28	2278.43	PA 28
44	757688.11	9275007.23	2278.12	PA 29
45	757579.82	9275050.02	2277.09	PA 30
46	75742.41	9275133.13	2277.76	PA 31
47	757500.24	9275212.15	2275.97	PA 32
48	757444.89	9275271.56	2274.77	PA 33
49	757322.62	9275297.28	2272.42	PA 34
50	757232.54	9275326.60	2271.22	PA 35

Punto	Este	Norte	Cota	Descripcion
51	757109.98	9275364.83	2269.85	PA 36
52	757073.82	9275424.12	2266.60	PA 37
53	757033.31	9275502.29	2265.12	PA 38
54	756984.34	9275563.20	2265.63	PA 39
55	756861.19	9275611.24	2265.75	PA 40
56	756784.63	9275662.92	2263.36	PA 41
57	756707.65	9275694.92	2263.10	PA 42
58	756664.27	9275800.69	2262.47	PA 43
59	756620.47	9275833.77	2262.84	PA 44
60	756582.66	9275958.93	2262.58	PA 45
61	756505.32	9276042.59	2262.08	PA 46
62	756449.03	9276085.31	2262.68	PA 47
63	756407.49	9276098.77	2262.53	PA 48
64	756347.24	9276045.82	2262.51	PA 49
65	756271.25	9276105.36	2264.39	PA 50
66	756228.69	9276163.87	2265.12	PA 51
67	756185.64	9276211.33	2263.87	PA 52
68	756066.68	9276220.25	2262.49	PA 53
69	755980.09	9276190.40	2259.23	PA 54
70	755905.04	9276177.67	2255.49	PA 55
71	755793.84	9276178.32	2253.47	PA 56
72	755694.47	9276177.82	2254.33	PA 57
73	755631.20	9276244.81	2255.52	PA 58
74	755579.49	9276311.11	2253.03	PA 59
75	755475.74	9276303.35	2249.80	PA 60
76	755398.27	9276362.87	2247.41	PA 61
77	755297.36	9276364.16	2244.87	PA 62
78	755234.78	9276388.24	2242.88	PA 63
79	755122.64	9276368.72	2241.50	PA 64
80	755098.49	9276311.17	2241.51	PA 65
81	755076.28	9276266.96	2242.42	PA 66
82	755036.81	9276188.80	2244.90	PA 67
83	754959.08	9276243.03	2250.69	PA 68
84	754911.38	9276326.12	2254.96	PA 69
85	754850.95	9276392.15	2258.35	PA 70
86	754759.89	9276442.15	2259.33	PA 71
87	754666.22	9276438.32	2260.24	PA 72
88	75440.34	9276419.61	2261.58	PA 73
89	755091.80	9276205.91	2241.73	PA 74
90	755618.92	9276288.07	2267.60	PA 75
91	755739.06	9276201.19	2265.25	PA 76
92	755611.05	9276299.71	2240.07	PA 77
93	756474.02	9276090.01	2266.14	PA 78
94	756719.03	9275716.52	2263.99	PA 79
95	757050.14	9275441.53	2265.97	PA 80
96	757475.85	9275209.70	2273.21	PA 81
97	757425.85	9275609.08	2282.05	PA 82
98	758581.30	9274017.09	2299.68	PA 83
99	758962.30	9273653.38	2307.40	PA 84
100	759404.07	9273497.11	2315.51	PA 85

PARÁMETROS DE VUELO (dron Phantom 4 PRO)		
Traslape	Longitudinal:	20%
	Transversal:	25%
Altura de vuelo:		100 m
Resolución de cámara:		20 mpx
Número de vuelo:		7
Velocidad de vuelo:		6.60 m/s
Tiempo de vuelo:		20 min/plan de vuelo
Distancia de muestreo del suelo (GSD):		2,74 cm/pixel

### LEYENDA

- Eje carretera
- Curva mayor
- Curva menor
- Punto de apoyo y control
- Número de Curva horizontal



<p><b>UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA</b> <b>FACULTAD DE INGENIERÍA</b> <b>ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL</b></p>		<p><b>AUTOR:</b> Bach. Karl Emerson, Mejía Hurtado</p> <p><b>ASESOR:</b> Ing. Alejandro, Cubas Becerra</p>	<p><b>TEMA:</b> “ESTUDIO COMPARATIVO ENTRE LAS VELOCIDADES DE OPERACIÓN OBTENIDAS CON LAS ECUACIONES DE FITZPATRICK Y LAS MEDIDAS EN EL TRAMO CHOTA - EL PARAISO”</p>	<p><b>REGIÓN:</b> Cajamarca</p> <p><b>PROVINCIA:</b> Chota</p> <p><b>DISTRITO:</b> Chota</p>	<p><b>PLANO:</b> ORTOFOTO</p> <p><b>TRAMO:</b> km.1+000 - 2+000</p>	<p><b>ESCALA:</b> 1/2000</p> <p><b>FECHA:</b> 2023</p>	<p><b>CÓDIGO:</b> <b>OF-02</b></p>
--	--	--	---	--	---	--	--





PLANTA  
E : 1/2000

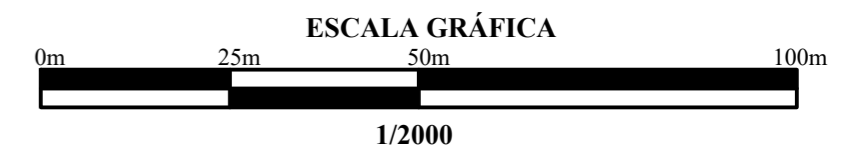
Punto	Este	Norte	Cota	Descripcion
1	759571.39	9273287.65	2319.17	PC 01
2	759349.30	9273510.47	2313.91	PC 02
3	759093.15	9273685.09	2309.83	PC 03
4	758446.31	9274052.61	2296.61	PC 04
5	758063.04	9274594.50	2282.28	PC 05
6	757686.41	9274939.68	2278.20	PC 06 1
7	757310.09	9275201.91	2276.85	PC 06 2
8	757147.00	9275340.46	2271.43	PC 07
9	756681.72	9275727.57	2262.82	PC 08
10	756424.56	9276079.63	2262.71	PC 09
11	756024.41	9276317.05	2263.44	PC 10
12	755722.69	9276163.10	2254.71	PC 11
13	755141.66	9276403.38	2241.04	PC 12
14	755004.79	9276186.33	2247.97	PC 13
15	754806.49	9276435.87	2259.40	PC 14
16	756650.55	9273287.59	2321.15	PA 01
17	756552.40	9273314.65	2318.25	PA 02
18	759467.57	9273382.20	2316.40	PA 03
19	759407.15	9273466.01	2314.84	PA 04
20	759317.78	9273544.09	2313.61	PA 05
21	759283.35	9273620.31	2312.23	PA 06
22	759237.97	9273682.51	2312.58	PA 07
23	759150.68	9273632.25	2311.75	PA 08
24	759121.68	9273734.30	2309.06	PA 13
25	759044.38	9273670.18	2307.32	PA 10
26	758864.35	9273731.39	2302.03	PA 11
27	758769.64	9273764.30	2300.14	PA 12
28	758721.68	9273824.14	2299.06	PA 13
29	758651.64	9273919.60	2298.35	PA 14
30	758600.44	9273987.29	2298.90	PA 15
31	758489.23	9274066.06	2298.38	PA 16
32	758441.37	9274092.99	2294.74	PA 17
33	758394.45	9274177.02	2290.50	PA 18
34	758348.01	9274253.62	2288.40	PA 19
35	758300.92	9274323.29	2287.04	PA 20
36	758219.99	9274407.93	2285.66	PA 21
37	758152.88	9274475.14	2284.43	PA 22
38	758106.18	9274560.78	2283.35	PA 23
39	758018.21	9274636.16	2281.40	PA 24
40	757967.44	9274709.58	2280.32	PA 25
41	757873.24	9274809.67	2279.53	PA 26
42	757831.01	9274871.63	2279.12	PA 27
43	757758.59	9274941.29	2278.43	PA 28
44	757688.11	9275007.23	2278.12	PA 29
45	757629.82	9275050.02	2277.09	PA 30
46	757542.41	9275133.13	2277.76	PA 31
47	757500.24	9275212.15	2276.97	PA 32
48	757444.89	9275271.56	2274.77	PA 33
49	757322.62	9275297.28	2272.42	PA 34
50	757232.54	9275326.60	2271.22	PA 35

Punto	Este	Norte	Cota	Descripcion
51	757109.98	9275364.83	2269.85	PA 36
52	757073.82	9275434.12	2266.60	PA 37
53	757033.31	9275502.29	2265.12	PA 38
54	756984.34	9275563.20	2265.63	PA 39
55	756961.19	9275611.24	2265.75	PA 40
56	756944.63	9275662.92	2263.36	PA 41
57	756907.65	9275694.92	2263.10	PA 42
58	756864.27	9275800.69	2262.47	PA 43
59	756820.47	9275833.71	2262.84	PA 44
60	756828.66	9275958.93	2262.58	PA 45
61	756805.32	9276042.59	2262.08	PA 46
62	756449.03	9276085.31	2262.68	PA 47
63	756407.49	9276098.71	2262.53	PA 48
64	756347.24	9276045.82	2262.51	PA 49
65	756271.25	9276105.36	2264.39	PA 50
66	756228.69	9276163.87	2265.12	PA 51
67	756185.64	9276211.31	2263.87	PA 52
68	756066.68	9276220.25	2262.49	PA 53
69	755980.09	9276190.40	2259.23	PA 54
70	755905.04	9276177.67	2255.49	PA 55
71	755793.84	9276178.32	2253.47	PA 56
72	755694.47	9276177.82	2254.33	PA 57
73	755631.20	9276244.81	2255.52	PA 58
74	755579.49	9276311.11	2253.03	PA 59
75	755475.74	9276303.35	2249.80	PA 60
76	755398.27	9276362.87	2247.41	PA 61
77	755297.36	9276364.16	2244.87	PA 62
78	755234.78	9276388.24	2242.88	PA 63
79	755122.64	9276368.72	2241.50	PA 64
80	755098.49	9276311.17	2241.51	PA 65
81	755076.28	9276266.96	2243.42	PA 66
82	755036.81	9276188.80	2244.90	PA 67
83	754959.08	9276243.03	2250.69	PA 68
84	754911.38	9276326.12	2254.96	PA 69
85	754850.95	9276392.12	2258.35	PA 70
86	754759.89	9276442.15	2259.33	PA 71
87	754666.22	9276438.32	2260.24	PA 72
88	754401.34	9276419.61	2261.58	PA 73
89	754091.80	9276205.91	2241.73	PA 74
90	753618.92	9276288.07	2267.60	PA 75
91	753739.06	9276201.19	2265.25	PA 76
92	753611.05	9276299.71	2240.07	PA 77
93	753474.02	9276090.01	2266.14	PA 78
94	752719.03	9275716.52	2263.99	PA 79
95	752050.14	9275441.53	2265.97	PA 80
96	752475.85	9275209.70	2273.21	PA 81
97	752425.85	9275090.08	2282.05	PA 82
98	752881.30	9274017.09	2299.68	PA 83
99	752862.30	9273653.38	2307.40	PA 84
100	752404.07	9273497.11	2315.51	PA 85

PARÁMETROS DE VUELO (dron Phantom 4 PRO)		
Traslape	Longitudinal:	20%
	Transversal:	25%
Altura de vuelo:		100 m
Resolución de cámara:		20 mpx
Número de vuelo:		7
Velocidad de vuelo:		6.60 m/s
Tiempo de vuelo:		20 min/plan de vuelo
Distancia de muestreo del suelo (GSD):		2,74 cm/pixel

### LEYENDA

- Eje carretera
- Curva mayor
- Curva menor
- Punto de apoyo y control
- Número de Curva horizontal



<p><b>UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA</b> <b>FACULTAD DE INGENIERÍA</b> <b>ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL</b></p>		<b>AUTOR:</b> Bach. Karl Emerson, Mejía Hurtado	<b>TEMA:</b> "ESTUDIO COMPARATIVO ENTRE LAS VELOCIDADES DE OPERACIÓN OBTENIDAS CON LAS ECUACIONES DE FITZPATRICK Y LAS MEDIDAS EN EL TRAMO CHOTA - EL PARAISO"	<b>REGIÓN:</b> Cajamarca	<b>PLANO:</b> ORTOFOTO	<b>ESCALA:</b> 1/2000	<b>CÓDIGO:</b> OF-03	
		<b>ASESOR:</b> Ing. Alejandro, Cubas Becerra		<b>PROVINCIA:</b> Chota		<b>TRAMO:</b> km.2+000 - 3+000		<b>FECHA:</b> 2023
				<b>DISTRITO:</b> Chota				



PLANTA  
E : 1/2000

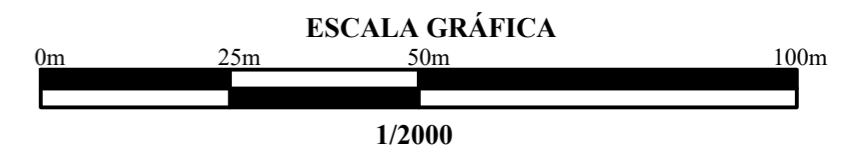
Punto	Este	Norte	Cota	Descripcion
1	759571.39	9273287.65	2319.17	PC 01
2	759349.30	9273510.47	2313.91	PC 02
3	759093.15	9273685.09	2309.83	PC 03
4	758846.31	9274052.61	2296.61	PC 04
5	758603.04	9274594.50	2282.28	PC 05
6	758368.41	9274979.68	2278.20	PC 06 1
7	758131.09	9275201.91	2276.85	PC 06 2
8	757897.00	9275340.46	2271.43	PC 07
9	756681.72	9275727.57	2262.82	PC 08
10	756424.56	9276079.63	2262.71	PC 09
11	756024.41	9276211.05	2261.44	PC 10
12	755722.69	9276163.10	2254.71	PC 11
13	755141.66	9276403.38	2241.04	PC 12
14	755004.79	9276186.33	2247.97	PC 13
15	754806.49	9276435.87	2250.40	PC 14
16	756850.55	9273287.59	2321.15	PA 01
17	756953.40	9273314.65	2318.25	PA 02
18	759467.57	9273382.20	2316.40	PA 03
19	759407.15	9273466.01	2314.84	PA 04
20	759117.78	9273544.09	2311.61	PA 05
21	759283.35	9273620.31	2312.23	PA 06
22	759237.97	9273632.51	2312.58	PA 07
23	759150.68	9273632.25	2311.75	PA 08
24	759121.08	9273632.44	2299.06	PA 13
25	759044.38	9273670.18	2307.32	PA 10
26	758864.35	9273731.39	2302.03	PA 11
27	758769.64	9273764.30	2300.14	PA 12
28	758721.08	9273732.44	2299.06	PA 13
29	758651.64	9273739.60	2298.35	PA 14
30	758600.44	9273787.29	2298.90	PA 15
31	758488.23	9274065.06	2298.38	PA 16
32	758441.37	9274097.09	2294.74	PA 17
33	758394.45	9274177.02	2290.50	PA 18
34	758348.01	9274253.62	2288.40	PA 19
35	758300.92	9274321.29	2287.04	PA 20
36	758219.99	9274407.93	2285.66	PA 21
37	758152.88	9274475.14	2284.43	PA 22
38	758106.18	9274560.73	2283.35	PA 23
39	758018.21	9274636.16	2281.40	PA 24
40	757967.44	9274709.58	2280.32	PA 25
41	757873.24	9274809.67	2279.53	PA 26
42	757831.01	9274871.63	2279.12	PA 27
43	757758.59	9274941.78	2278.43	PA 28
44	757688.11	9275007.23	2278.12	PA 29
45	757579.82	9275050.02	2277.09	PA 30
46	75742.41	9275133.13	2277.76	PA 31
47	757500.24	9275212.15	2275.97	PA 32
48	757444.89	9275271.56	2274.77	PA 33
49	757322.62	9275297.38	2272.42	PA 34
50	757232.54	9275326.60	2271.22	PA 35

Punto	Este	Norte	Cota	Descripcion
51	757109.98	9275364.83	2269.85	PA 36
52	757073.82	9275484.12	2266.60	PA 37
53	757033.31	9275502.29	2265.12	PA 38
54	756984.34	9275563.20	2265.63	PA 39
55	756861.19	9275611.24	2265.75	PA 40
56	756784.63	9275662.92	2263.36	PA 41
57	756707.65	9275694.93	2263.10	PA 42
58	756664.27	9275800.69	2262.47	PA 43
59	756620.47	9275833.71	2262.84	PA 44
60	756582.66	9275958.93	2262.58	PA 45
61	756505.32	9276042.59	2262.08	PA 46
62	756449.03	9276085.31	2262.68	PA 47
63	756407.49	9276098.71	2262.53	PA 48
64	756347.24	9276045.82	2262.51	PA 49
65	756271.25	9276105.36	2264.39	PA 50
66	756228.69	9276163.87	2265.12	PA 51
67	756155.64	9276211.31	2263.87	PA 52
68	756066.68	9276220.25	2262.49	PA 53
69	755980.09	9276190.40	2259.23	PA 54
70	755895.04	9276177.67	2255.49	PA 55
71	755793.84	9276178.32	2253.47	PA 56
72	755694.47	9276177.82	2254.33	PA 57
73	755631.20	9276244.81	2255.52	PA 58
74	755579.49	9276311.11	2253.03	PA 59
75	755475.74	9276303.35	2249.80	PA 60
76	755398.27	9276362.87	2247.41	PA 61
77	755297.36	9276364.16	2244.87	PA 62
78	755234.78	9276388.24	2242.88	PA 63
79	755122.64	9276368.72	2241.50	PA 64
80	755098.49	9276311.17	2241.51	PA 65
81	755076.28	9276266.96	2243.42	PA 66
82	755036.81	9276188.80	2244.90	PA 67
83	754959.08	9276243.03	2250.69	PA 68
84	754911.38	9276226.12	2254.96	PA 69
85	754850.95	9276292.12	2258.35	PA 70
86	754759.89	9276442.15	2259.33	PA 71
87	754666.22	9276438.32	2260.24	PA 72
88	754401.34	9276416.01	2261.58	PA 73
89	755091.80	9276205.91	2241.73	PA 74
90	755618.92	9276288.07	2267.60	PA 75
91	755739.06	9276201.19	2265.25	PA 76
92	755671.05	9276299.71	2240.07	PA 77
93	755647.02	9276090.01	2266.14	PA 78
94	756719.03	9275716.52	2263.99	PA 79
95	757050.14	9275441.53	2265.97	PA 80
96	757475.85	9275209.70	2273.21	PA 81
97	757425.85	9275090.08	2282.05	PA 82
98	758581.30	9274017.09	2299.68	PA 83
99	758962.30	9273653.38	2307.40	PA 84
100	759404.07	9273497.11	2315.51	PA 85

PARÁMETROS DE VUELO (dron Phantom 4 PRO)		
Traslape	Longitudinal:	20%
	Transversal:	25%
Altura de vuelo:		100 m
Resolución de cámara:		20 mpx
Número de vuelo:		7
Velocidad de vuelo:		6.60 m/s
Tiempo de vuelo:		20 min/plan de vuelo
Distancia de muestreo del suelo (GSD):		2,74 cm/pixel

### LEYENDA

- Eje carretera
- Curva mayor
- Curva menor
- Punto de apoyo y control
- Número de Curva horizontal



<p><b>UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA</b> <b>FACULTAD DE INGENIERÍA</b> <b>ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL</b></p>	<p><b>AUTOR:</b></p> <p>Bach. Karl Emerson, Mejía Hurtado</p>	<p><b>TEMA:</b></p> <p>“ESTUDIO COMPARATIVO ENTRE LAS VELOCIDADES DE OPERACIÓN OBTENIDAS CON LAS ECUACIONES DE FITZPATRICK Y LAS MEDIDAS EN EL TRAMO CHOTA - EL PARAISO”</p>	<p><b>REGIÓN:</b> Cajamarca</p>	<p><b>PLANO:</b></p> <p>ORTOFOTO</p>	<p><b>ESCALA:</b></p> <p>1/2000</p>	<p><b>CÓDIGO:</b></p> <p>OF-04</p>	
	<p><b>ASESOR:</b></p> <p>Ing. Alejandro, Cubas Becerra</p>		<p><b>PROVINCIA:</b> Chota</p>		<p><b>TRAMO:</b></p> <p>km.3+000 - 4+000</p>		<p><b>FECHA:</b></p> <p>2023</p>
			<p><b>DISTRITO:</b> Chota</p>				



PLANTA  
E : 1/2000

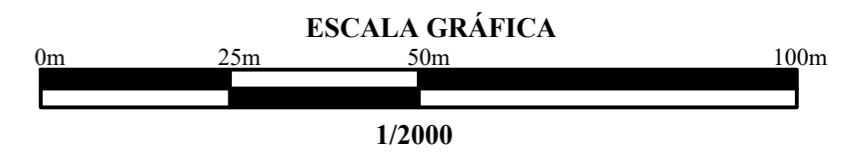
Punto	Este	Norte	Cota	Descripcion
1	759571.39	9273287.65	2319.17	PC 01
2	759349.30	9273510.47	2313.91	PC 02
3	759093.15	9273648.09	2309.83	PC 03
4	758846.31	9274052.61	2296.61	PC 04
5	758603.04	9274594.50	2282.28	PC 05
6	758368.41	9274979.68	2278.20	PC 06 1
7	758130.09	9275201.91	2276.85	PC 06 2
8	757881.72	9275340.46	2271.43	PC 07
9	756681.72	9275727.57	2262.82	PC 08
10	756424.56	9276079.63	2262.71	PC 09
11	756024.41	9276211.05	2261.44	PC 10
12	755722.69	9276163.10	2254.71	PC 11
13	755141.66	9276403.38	2241.04	PC 12
14	755004.79	9276186.31	2247.97	PC 13
15	754806.49	9276435.87	2259.40	PC 14
16	756850.55	9273287.59	2321.15	PA 01
17	756952.40	9273314.65	2318.25	PA 02
18	759467.57	9273382.20	2316.40	PA 03
19	759407.15	9273466.01	2314.84	PA 04
20	759117.78	9273544.09	2311.61	PA 05
21	759283.35	9273603.31	2312.23	PA 06
22	759237.97	9273632.51	2312.58	PA 07
23	759150.68	9273632.25	2311.75	PA 08
24	759048.73	9273655.80	2310.74	PA 09
25	758944.38	9273670.18	2307.32	PA 10
26	758864.35	9273731.39	2302.03	PA 11
27	758769.64	9273764.30	2300.14	PA 12
28	758721.68	9273823.44	2299.06	PA 13
29	758651.64	9273919.60	2298.35	PA 14
30	758600.44	9273987.20	2298.90	PA 15
31	758488.23	9274066.06	2298.38	PA 16
32	758441.37	9274092.90	2294.74	PA 17
33	758394.45	9274177.02	2290.50	PA 18
34	758348.01	9274253.62	2288.40	PA 19
35	758300.92	9274323.29	2287.04	PA 20
36	758219.99	9274407.91	2285.66	PA 21
37	758152.88	9274475.14	2284.43	PA 22
38	758106.18	9274560.73	2283.35	PA 23
39	758018.21	9274646.16	2281.40	PA 24
40	757967.44	9274709.58	2280.32	PA 25
41	757873.24	9274809.67	2279.53	PA 26
42	757831.01	9274871.63	2279.12	PA 27
43	757758.59	9274941.78	2278.43	PA 28
44	757688.11	9275007.23	2278.12	PA 29
45	757579.82	9275050.02	2277.09	PA 30
46	757542.41	9275133.13	2277.76	PA 31
47	757500.24	9275212.15	2275.97	PA 32
48	757444.89	9275271.56	2274.77	PA 33
49	757322.62	9275297.38	2272.42	PA 34
50	757232.54	9275326.60	2271.22	PA 35

Punto	Este	Norte	Cota	Descripcion
51	757109.98	9275364.83	2269.85	PA 36
52	757073.82	9275444.12	2266.60	PA 37
53	757033.31	9275502.29	2265.12	PA 38
54	756984.34	9275563.20	2265.63	PA 39
55	756861.19	9275611.24	2265.75	PA 40
56	756784.63	9275662.92	2263.36	PA 41
57	756707.65	9275604.92	2263.10	PA 42
58	756664.27	9275800.69	2262.47	PA 43
59	756620.47	9275833.73	2262.84	PA 44
60	756582.66	9275958.93	2262.58	PA 45
61	756505.32	9276042.59	2262.08	PA 46
62	756449.03	9276085.31	2262.68	PA 47
63	756407.49	9276098.71	2262.53	PA 48
64	756347.24	9276045.82	2262.51	PA 49
65	756271.25	9276105.36	2264.39	PA 50
66	756228.69	9276163.87	2265.12	PA 51
67	756155.64	9276211.33	2263.87	PA 52
68	756066.68	9276202.25	2262.49	PA 53
69	755980.09	9276190.40	2259.23	PA 54
70	755895.04	9276177.67	2255.49	PA 55
71	755793.84	9276178.32	2253.47	PA 56
72	755694.47	9276177.82	2254.33	PA 57
73	755631.20	9276244.81	2255.52	PA 58
74	755579.49	9276311.11	2253.03	PA 59
75	755475.74	9276303.35	2249.80	PA 60
76	755398.27	9276362.87	2247.41	PA 61
77	755297.36	9276364.16	2244.87	PA 62
78	755234.78	9276388.24	2242.88	PA 63
79	755122.64	9276368.72	2241.50	PA 64
80	755098.49	9276311.17	2241.51	PA 65
81	755076.28	9276266.96	2243.42	PA 66
82	755036.81	9276188.80	2244.00	PA 67
83	754959.08	9276243.03	2250.69	PA 68
84	754911.38	9276326.12	2254.96	PA 69
85	754850.95	9276392.15	2258.35	PA 70
86	754759.89	9276442.15	2259.33	PA 71
87	754666.22	9276438.32	2260.24	PA 72
88	754401.34	9276419.61	2261.58	PA 73
89	755091.80	9276205.91	2241.73	PA 74
90	755618.92	9276288.07	2267.60	PA 75
91	755739.06	9276201.19	2265.25	PA 76
92	755671.05	9276299.71	2240.07	PA 77
93	755647.02	9276090.01	2266.14	PA 78
94	756719.03	9275716.52	2263.99	PA 79
95	757050.14	9275441.53	2265.97	PA 80
96	757475.85	9275209.70	2273.21	PA 81
97	75745.85	9275009.08	2282.05	PA 82
98	758581.30	9274017.09	2299.68	PA 83
99	758962.30	9273653.38	2307.40	PA 84
100	759404.07	9273497.11	2315.51	PA 85

PARÁMETROS DE VUELO (dron Phantom 4 PRO)		
Traslape	Longitudinal:	20%
	Transversal:	25%
Altura de vuelo:		100 m
Resolución de cámara:		20 mpx
Número de vuelo:		7
Velocidad de vuelo:		6.60 m/s
Tiempo de vuelo:		20 min/plan de vuelo
Distancia de muestreo del suelo (GSD):		2,74 cm/pixel

### LEYENDA

- Eje carretera
- Curva mayor
- Curva menor
- Punto de apoyo y control
- Número de Curva horizontal



<p><b>UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA</b> <b>FACULTAD DE INGENIERÍA</b> <b>ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL</b></p>	<p><b>AUTOR:</b></p> <p>Bach. Karl Emerson, Mejía Hurtado</p>	<p><b>TEMA:</b></p> <p>“ESTUDIO COMPARATIVO ENTRE LAS VELOCIDADES DE OPERACIÓN OBTENIDAS CON LAS ECUACIONES DE FITZPATRICK Y LAS MEDIDAS EN EL TRAMO CHOTA - EL PARAISO”</p>	<p><b>REGIÓN:</b> Cajamarca</p>	<p><b>PLANO:</b></p> <p>ORTOFOTO</p>	<p><b>ESCALA:</b></p> <p>1/2000</p>	<p><b>CÓDIGO:</b></p> <p><b>OF-05</b></p>	
	<p><b>ASESOR:</b></p> <p>Ing. Alejandro, Cubas Becerra</p>		<p><b>PROVINCIA:</b> Chota</p>		<p><b>TRAMO:</b></p> <p>km.4+000 - 5+000</p>		<p><b>FECHA:</b></p> <p>2023</p>
			<p><b>DISTRITO:</b> Chota</p>				



PLANTA  
E : 1/2000

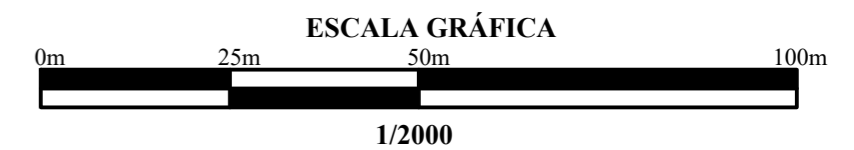
CUADRO DE B.M'S				
Punto	Este	Norte	Cota	Descripcion
1	759571.39	9273287.65	2319.17	PC 01
2	759349.30	9273510.47	2313.91	PC 02
3	759093.15	9273685.09	2309.83	PC 03
4	758446.31	9274052.61	2296.61	PC 04
5	758063.04	9274594.50	2282.28	PC 05
6	757686.41	9274979.68	2278.20	PC 06 1
7	757310.09	9275201.91	2276.85	PC 06 2
8	757147.00	9275340.46	2271.43	PC 07
9	756681.72	9275727.57	2262.82	PC 08
10	756424.56	9276079.63	2262.71	PC 09
11	756024.41	9276211.05	2261.44	PC 10
12	755722.69	9276163.10	2254.71	PC 11
13	755141.66	9276403.38	2241.04	PC 12
14	755004.79	9276186.35	2247.97	PC 13
15	754806.49	9276435.87	2250.40	PC 14
16	756850.55	9273287.59	2321.15	PA 01
17	756552.40	9273314.65	2318.25	PA 02
18	759467.57	9273382.20	2316.40	PA 03
19	759407.15	9273466.01	2314.84	PA 04
20	759117.78	9273544.09	2311.61	PA 05
21	759283.35	9273603.31	2312.23	PA 06
22	759237.97	9273632.51	2312.58	PA 07
23	759150.68	9273632.25	2311.75	PA 08
24	759108.71	9273632.54	2299.06	PA 13
25	758944.38	9273670.18	2307.32	PA 10
26	758864.35	9273721.39	2302.03	PA 11
27	758769.64	9273764.30	2300.14	PA 12
28	758721.68	9273764.30	2299.06	PA 13
29	758651.64	9273791.60	2298.35	PA 14
30	758600.44	9273987.20	2298.90	PA 15
31	758489.23	9274096.06	2298.38	PA 16
32	758441.37	9274092.00	2294.74	PA 17
33	758394.45	9274177.02	2290.50	PA 18
34	758348.01	9274253.62	2288.40	PA 19
35	758300.92	9274323.39	2287.04	PA 20
36	758219.99	9274407.91	2285.66	PA 21
37	758152.88	9274475.14	2284.43	PA 22
38	758106.18	9274560.73	2283.35	PA 23
39	758018.21	9274636.16	2281.40	PA 24
40	757967.44	9274709.58	2280.32	PA 25
41	757873.24	9274809.67	2279.53	PA 26
42	757831.01	9274871.63	2279.12	PA 27
43	757758.59	9274941.78	2278.43	PA 28
44	757688.11	9275007.23	2278.12	PA 29
45	757579.82	9275050.02	2277.09	PA 30
46	757542.41	9275133.13	2277.76	PA 31
47	757500.24	9275212.15	2275.97	PA 32
48	757444.89	9275271.56	2274.77	PA 33
49	757322.62	9275297.38	2272.42	PA 34
50	757232.54	9275326.60	2271.22	PA 35

CUADRO DE B.M'S				
Punto	Este	Norte	Cota	Descripcion
51	757109.98	9275364.83	2269.85	PA 36
52	757073.82	9275424.12	2266.60	PA 37
53	757033.31	9275502.29	2265.12	PA 38
54	756984.34	9275563.20	2265.63	PA 39
55	756861.19	9275611.24	2265.75	PA 40
56	756784.63	9275652.92	2263.36	PA 41
57	756707.65	9275694.92	2263.10	PA 42
58	756664.27	9275800.69	2262.47	PA 43
59	756620.47	9275833.71	2262.84	PA 44
60	756582.66	9275958.93	2262.58	PA 45
61	756505.32	9276042.59	2262.08	PA 46
62	756449.03	9276085.31	2262.68	PA 47
63	756407.49	9276098.71	2262.53	PA 48
64	756347.24	9276045.82	2262.51	PA 49
65	756271.25	9276105.36	2264.39	PA 50
66	756228.69	9276163.87	2265.12	PA 51
67	756185.64	9276211.33	2263.87	PA 52
68	756066.68	9276202.25	2262.49	PA 53
69	755980.09	9276190.40	2259.23	PA 54
70	755905.04	9276177.67	2255.49	PA 55
71	755793.84	9276178.32	2253.47	PA 56
72	755694.47	9276177.82	2254.33	PA 57
73	755631.20	9276244.81	2255.52	PA 58
74	755579.49	9276301.11	2253.03	PA 59
75	755475.74	9276303.35	2249.80	PA 60
76	755398.27	9276362.87	2247.41	PA 61
77	755297.36	9276364.16	2244.87	PA 62
78	755244.78	9276388.24	2242.88	PA 63
79	755122.64	9276368.72	2241.50	PA 64
80	755098.49	9276311.17	2241.51	PA 65
81	755076.28	9276260.96	2242.42	PA 66
82	755036.81	9276188.80	2244.00	PA 67
83	754959.08	9276243.03	2250.69	PA 68
84	754911.38	9276262.12	2254.96	PA 69
85	754850.95	9276302.15	2258.35	PA 70
86	754759.89	9276442.15	2259.33	PA 71
87	754666.22	9276438.32	2260.24	PA 72
88	754401.34	9276416.01	2261.58	PA 73
89	755091.80	9276205.91	2241.73	PA 74
90	755618.92	9276288.07	2267.60	PA 75
91	755739.06	9276201.19	2265.25	PA 76
92	755611.05	9276299.71	2240.07	PA 77
93	756474.02	9276090.01	2266.14	PA 78
94	756719.03	9275716.52	2263.99	PA 79
95	757050.14	9275441.53	2265.97	PA 80
96	757475.85	9275209.70	2273.21	PA 81
97	757425.85	9275009.08	2282.05	PA 82
98	758581.30	9274017.09	2299.68	PA 83
99	758962.30	9273653.38	2307.40	PA 84
100	759404.07	9273497.11	2315.51	PA 85

PARÁMETROS DE VUELO (dron Phantom 4 PRO)		
Traslape	Longitudinal:	20%
	Transversal:	25%
Altura de vuelo:		100 m
Resolución de cámara:		20 mpx
Números de vuelo:		7
Velocidad de vuelo:		6.60 m/s
Tiempo de vuelo:		20 min/plan de vuelo
Distancia de muestreo del suelo (GSD):		2,74 cm/pixel

### LEYENDA

- Eje carretera
- Curva mayor
- Curva menor
- Punto de apoyo y control
- Número de Curva horizontal



<p><b>UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA</b> <b>FACULTAD DE INGENIERÍA</b> <b>ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL</b></p>		<b>AUTOR:</b> Bach. Karl Emerson, Mejía Hurtado	<b>TEMA:</b> "ESTUDIO COMPARATIVO ENTRE LAS VELOCIDADES DE OPERACIÓN OBTENIDAS CON LAS ECUACIONES DE FITZPATRICK Y LAS MEDIDAS EN EL TRAMO CHOTA - EL PARAISO"	<b>REGIÓN:</b> Cajamarca	<b>PLANO:</b> ORTOFOTO <b>TRAMO:</b> km.6+000 - 7+000	<b>ESCALA:</b> 1/2000	<b>CÓDIGO:</b> <b>OF-06</b>
		<b>ASESOR:</b> Ing. Alejandro, Cubas Becerra		<b>PROVINCIA:</b> Chota		<b>FECHA:</b> 2023	
				<b>DISTRITO:</b> Chota			



PLANTA  
E : 1/2000

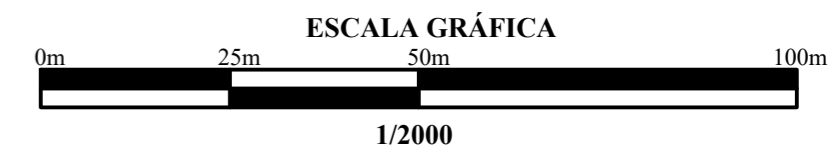
CUADRO DE BMS				
Punto	Este	Norte	Cota	Descripcion
1	759571.39	9273287.65	2319.17	PC. 01
2	759349.30	9273510.47	2313.91	PC. 02
3	7590931.5	9273645.09	2309.83	PC. 03
4	758446.31	9274052.61	2296.61	PC. 04
5	758063.04	9274594.50	2282.28	PC. 05
6	757686.41	9274959.68	2278.20	PC. 06. 1
7	757310.09	9275201.91	2276.85	PC. 06. 2
8	757147.00	9275340.46	2271.43	PC. 07
9	756681.72	9275727.57	2262.82	PC. 08
10	756424.56	9276079.63	2262.71	PC. 09
11	756024.41	9276211.05	2261.44	PC. 10
12	755722.69	9276163.10	2254.71	PC. 11
13	755141.66	9276403.38	2241.04	PC. 12
14	755004.79	9276186.33	2247.97	PC. 13
15	754806.49	9276435.87	2259.40	PC. 14
16	756850.55	9273287.59	2321.15	PA. 01
17	756952.40	9273314.65	2318.25	PA. 02
18	759467.57	9273382.20	2316.40	PA. 03
19	759407.15	9273466.01	2314.84	PA. 04
20	759117.78	9273544.09	2311.61	PA. 05
21	759283.35	9273628.31	2312.23	PA. 06
22	759237.97	9273642.51	2312.58	PA. 07
23	759150.68	9273632.25	2311.75	PA. 08
24	759048.73	9273655.89	2310.74	PA. 09
25	758944.38	9273670.18	2307.32	PA. 10
26	758864.35	9273721.39	2302.03	PA. 11
27	758769.64	9273764.30	2300.14	PA. 12
28	758721.68	9273812.44	2299.06	PA. 13
29	758651.64	9273919.60	2298.35	PA. 14
30	758600.44	9273987.29	2298.90	PA. 15
31	758489.23	9274066.06	2298.38	PA. 16
32	758441.37	9274092.09	2294.74	PA. 17
33	758394.45	9274177.02	2290.50	PA. 18
34	758348.01	9274253.62	2288.40	PA. 19
35	758300.92	9274322.29	2287.04	PA. 20
36	758219.99	9274407.93	2285.66	PA. 21
37	758152.88	9274475.14	2284.43	PA. 22
38	758106.18	9274560.73	2283.35	PA. 23
39	758018.21	9274646.16	2281.40	PA. 24
40	757967.44	9274709.58	2280.32	PA. 25
41	757873.24	9274809.67	2279.53	PA. 26
42	757831.01	9274871.63	2279.12	PA. 27
43	757758.59	9274941.76	2278.43	PA. 28
44	757688.11	9275007.23	2278.12	PA. 29
45	757579.82	9275050.02	2277.09	PA. 30
46	757542.41	9275133.13	2277.76	PA. 31
47	757500.24	9275212.15	2275.97	PA. 32
48	757444.89	9275271.56	2274.77	PA. 33
49	757322.62	9275297.28	2272.42	PA. 34
50	757232.54	9275326.60	2271.22	PA. 35

CUADRO DE BMS				
Punto	Este	Norte	Cota	Descripcion
51	757109.98	9275364.83	2269.85	PA. 36
52	757073.82	9275424.12	2266.60	PA. 37
53	757033.31	9275502.29	2265.12	PA. 38
54	756964.34	9275563.20	2265.63	PA. 39
55	756861.19	9275611.24	2265.75	PA. 40
56	756784.63	9275662.92	2263.36	PA. 41
57	756707.65	9275694.92	2263.10	PA. 42
58	756664.27	9275800.69	2262.47	PA. 43
59	756620.47	9275883.17	2262.84	PA. 44
60	756582.66	9275958.93	2262.58	PA. 45
61	756505.32	9276042.59	2262.08	PA. 46
62	756449.03	9276085.31	2262.68	PA. 47
63	756407.49	9276098.71	2262.53	PA. 48
64	756347.24	9276045.82	2262.51	PA. 49
65	756271.25	9276105.36	2264.39	PA. 50
66	756228.69	9276163.87	2265.12	PA. 51
67	756155.64	9276211.33	2263.87	PA. 52
68	756066.68	9276220.25	2262.49	PA. 53
69	755980.09	9276190.40	2259.23	PA. 54
70	755895.04	9276177.67	2255.49	PA. 55
71	755793.84	9276178.32	2253.47	PA. 56
72	755694.47	9276177.82	2254.33	PA. 57
73	755631.20	9276244.81	2255.52	PA. 58
74	755579.49	9276301.11	2253.03	PA. 59
75	755475.74	9276303.35	2249.80	PA. 60
76	755398.27	9276362.87	2247.41	PA. 61
77	755297.36	9276364.16	2244.87	PA. 62
78	755234.78	9276388.24	2242.88	PA. 63
79	755122.64	9276368.72	2241.50	PA. 64
80	755098.49	9276311.17	2241.51	PA. 65
81	755076.28	9276266.96	2243.42	PA. 66
82	755036.81	9276188.80	2244.00	PA. 67
83	754959.08	9276243.03	2250.69	PA. 68
84	754911.38	9276226.12	2254.96	PA. 69
85	754850.95	9276292.12	2258.35	PA. 70
86	754759.89	9276442.15	2259.33	PA. 71
87	754666.22	9276438.32	2260.24	PA. 72
88	754401.34	9276419.61	2261.58	PA. 73
89	755091.80	9276205.91	2241.73	PA. 74
90	755618.92	9276288.07	2267.60	PA. 75
91	755739.06	9276201.19	2265.25	PA. 76
92	755611.05	9276299.71	2240.07	PA. 77
93	756474.02	9276090.01	2266.14	PA. 78
94	756719.03	9275716.52	2263.99	PA. 79
95	757050.14	9275441.53	2265.97	PA. 80
96	757475.85	9275209.70	2273.21	PA. 81
97	757245.85	9275609.08	2282.05	PA. 82
98	758581.30	9274017.09	2299.68	PA. 83
99	758962.30	9273653.38	2307.40	PA. 84
100	759404.07	9273497.11	2315.51	PA. 85

PARÁMETROS DE VUELO (dron Phantom 4 PRO)		
Traslape	Longitudinal:	20%
	Transversal:	25%
Altura de vuelo:		100 m
Resolución de cámara:		20 mpx
Número de vuelo:		7
Velocidad de vuelo:		6.60 m/s
Tiempo de vuelo:		20 min/plan de vuelo
Distancia de muestreo del suelo (GSD):		2,74 cm/pixel

### LEYENDA

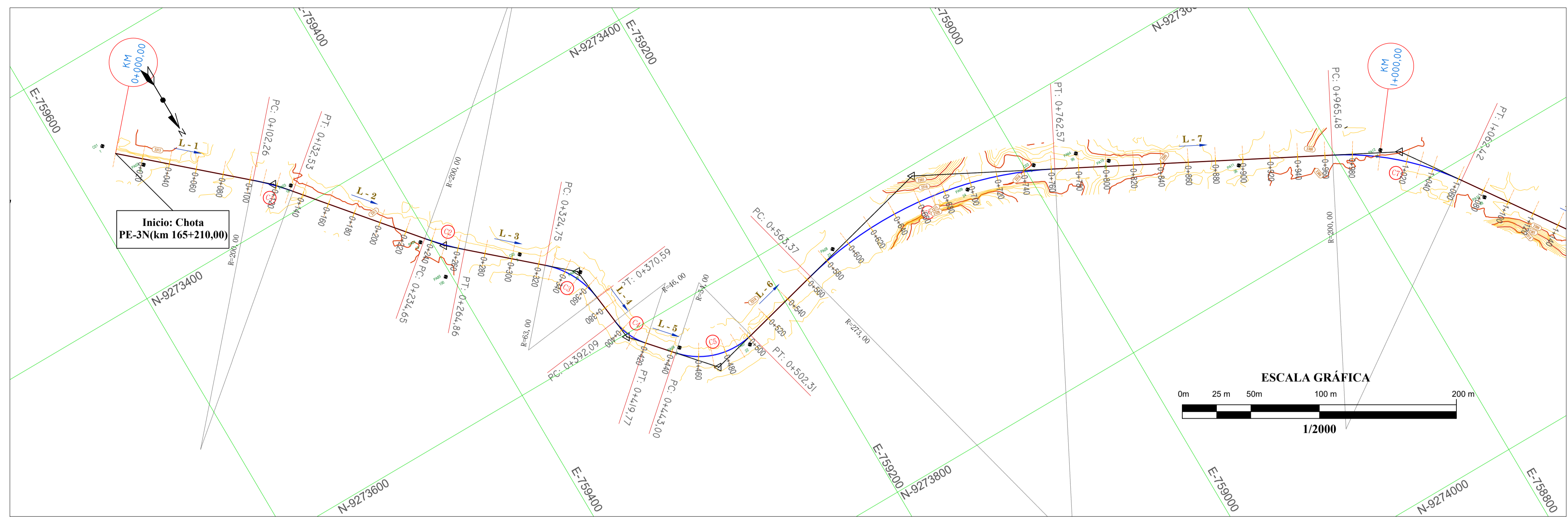
- Eje carretera
- Curva mayor
- Curva menor
- Punto de apoyo y control
- Número de Curva horizontal



<p><b>UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA</b> <b>FACULTAD DE INGENIERÍA</b> <b>ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL</b></p>		<p><b>AUTOR:</b> Bach. Karl Emerson, Mejía Hurtado</p> <p><b>ASESOR:</b> Ing. Alejandro, Cubas Becerra</p>	<p><b>TEMA:</b> "ESTUDIO COMPARATIVO ENTRE LAS VELOCIDADES DE OPERACIÓN OBTENIDAS CON LAS ECUACIONES DE FITZPATRICK Y LAS MEDIDAS EN EL TRAMO CHOTA - EL PARAISO"</p>	<p><b>REGIÓN:</b> Cajamarca</p> <p><b>PROVINCIA:</b> Chota</p> <p><b>DISTRITO:</b> Chota</p>	<p><b>PLANO:</b> ORTOFOTO</p> <p><b>TRAMO:</b> km.6+000 - 6+690</p>	<p><b>ESCALA:</b> 1/2000</p> <p><b>FECHA:</b> 2023</p>	<b>OF-07</b>
--	--	--	---	--	---	--	--------------

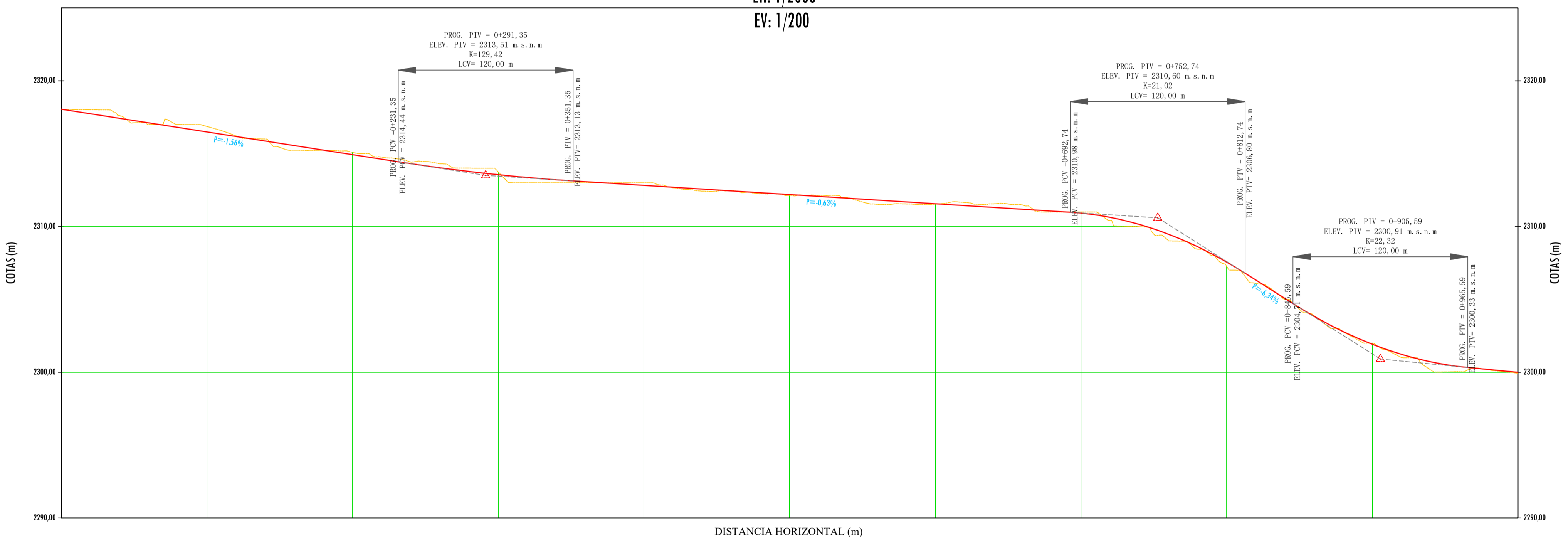
### **ANEXO F.3: Planos de planta y perfil**

PLANTA DESDE KM 0+00,00 HASTA KM 1+00,00  
ESC:1/2000



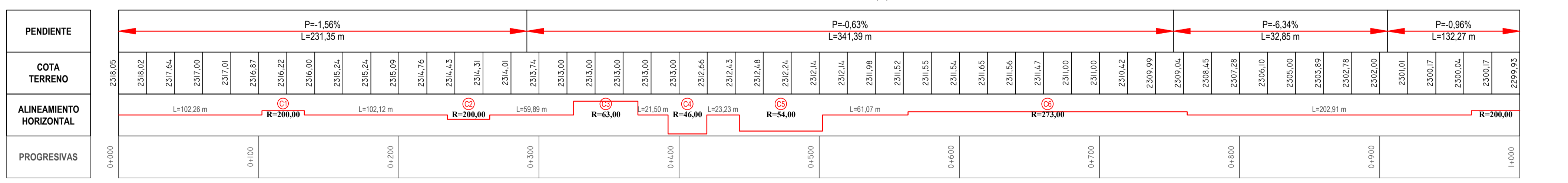
Curva	Inicio	Fin	Longitud	Radio	Grado	Deflexión	Longitud de	Extremos	Curva (m)	Peralte (%)	Sube-Abrile	Longitud
Metrom	(m)	(m)	(m)	(m)	(°)	(°)	curva (m)	(m)	(m)	(%)	(m)	(m)
C-01	0+00	0+05	5	200	15	15	200	0+00	0+05	0	0	5
C-02	0+05	0+10	5	200	15	15	200	0+05	0+10	0	0	5
C-03	0+10	0+15	5	200	15	15	200	0+10	0+15	0	0	5
C-04	0+15	0+20	5	200	15	15	200	0+15	0+20	0	0	5
C-05	0+20	0+25	5	200	15	15	200	0+20	0+25	0	0	5
C-06	0+25	0+30	5	200	15	15	200	0+25	0+30	0	0	5
C-07	0+30	0+35	5	200	15	15	200	0+30	0+35	0	0	5
C-08	0+35	0+40	5	200	15	15	200	0+35	0+40	0	0	5
C-09	0+40	0+45	5	200	15	15	200	0+40	0+45	0	0	5
C-10	0+45	0+50	5	200	15	15	200	0+45	0+50	0	0	5
C-11	0+50	0+55	5	200	15	15	200	0+50	0+55	0	0	5
C-12	0+55	0+60	5	200	15	15	200	0+55	0+60	0	0	5
C-13	0+60	0+65	5	200	15	15	200	0+60	0+65	0	0	5
C-14	0+65	0+70	5	200	15	15	200	0+65	0+70	0	0	5
C-15	0+70	0+75	5	200	15	15	200	0+70	0+75	0	0	5
C-16	0+75	0+80	5	200	15	15	200	0+75	0+80	0	0	5
C-17	0+80	0+85	5	200	15	15	200	0+80	0+85	0	0	5
C-18	0+85	0+90	5	200	15	15	200	0+85	0+90	0	0	5
C-19	0+90	0+95	5	200	15	15	200	0+90	0+95	0	0	5
C-20	0+95	1+00	5	200	15	15	200	0+95	1+00	0	0	5

PERFIL LONGITUDINAL DESDE KM 0+00,00 HASTA KM 1+00,00  
EH: 1/2000  
EV: 1/200



Punto	Este	Norte	Cota	Descripcion
1	759571,39	9272287,65	2319,17	PC 01
2	759349,30	9273510,47	2313,91	PC 02
3	758993,15	9273645,09	2309,83	PC 03
4	758446,31	9273651,61	2306,51	PC 04
5	758063,94	9274594,50	2282,38	PC 05
6	757686,41	9274979,68	2278,20	PC 06
7	757519,09	9275201,91	2276,85	PC 06.2
8	757473,90	9275446,46	2271,43	PC 07
9	756681,72	9275727,47	2262,82	PC 08
10	756424,56	9276079,63	2262,71	PC 09
11	756024,41	9276217,05	2261,44	PC 10
12	755722,69	9276163,10	2254,71	PC 11
13	755411,66	9276109,38	2241,93	PC 12
14	755004,79	9276186,33	2247,37	PC 13
15	754806,49	9276435,87	2259,40	PC 14
16	754650,55	9273287,59	2321,15	PA 01
17	754553,40	9273314,65	2318,25	PA 02
18	754467,57	9273382,29	2316,40	PA 03
19	754407,15	9273466,01	2314,84	PA 04
20	754317,78	9273544,09	2313,61	PA 05
21	754228,35	9273628,31	2312,33	PA 06
22	754137,97	9273652,51	2312,58	PA 07
23	754048,68	9273623,25	2311,75	PA 08
24	753954,37	9273635,89	2310,74	PA 09
25	753864,38	9273670,18	2307,33	PA 10
26	753774,33	9273721,39	2302,03	PA 11
27	753684,35	9273764,30	2300,14	PA 12
28	753594,37	9273812,54	2299,06	PA 13
29	753504,41	9273919,60	2298,35	PA 14
30	753414,44	9273987,29	2298,00	PA 15
31	753324,48	9274006,06	2298,38	PA 16
32	753234,53	9274092,09	2294,74	PA 17
33	753144,58	9274177,92	2290,50	PA 18
34	753054,63	9274253,62	2288,40	PA 19
35	752964,68	9274322,39	2287,04	PA 20
36	752874,73	9274407,93	2285,66	PA 21
37	752784,78	9274475,14	2284,43	PA 22
38	752694,83	9274560,73	2283,15	PA 23
39	752604,88	9274636,16	2281,40	PA 24
40	752514,93	9274709,58	2280,32	PA 25
41	752424,98	9274809,67	2279,53	PA 26
42	752334,03	9274871,63	2279,12	PA 27
43	752244,08	9274941,78	2278,45	PA 28
44	752154,13	9275007,23	2279,12	PA 29
45	752064,18	9275070,23	2279,12	PA 30
46	751974,23	9275133,13	2277,76	PA 31
47	751884,28	9275212,15	2275,97	PA 32
48	751794,33	9275271,56	2274,77	PA 33
49	751704,38	9275329,38	2273,42	PA 34
50	751614,43	9275326,60	2271,22	PA 35

Punto	Este	Norte	Cota	Descripcion
51	751524,48	9275364,83	2269,85	PA 36
52	751434,53	9275434,12	2266,60	PA 37
53	751344,58	9275502,29	2265,12	PA 38
54	751254,63	9275561,20	2263,63	PA 39
55	751164,68	9275611,24	2262,75	PA 40
56	751074,73	9275662,92	2262,36	PA 41
57	750984,78	9275709,92	2262,10	PA 42
58	750894,83	9275750,69	2262,10	PA 43
59	750804,88	9275788,17	2262,84	PA 44
60	750714,93	9275828,93	2262,58	PA 45
61	750624,98	9276042,59	2262,08	PA 46
62	750534,03	9276108,71	2262,68	PA 47
63	750444,08	9276158,77	2262,53	PA 48
64	750354,13	9276204,82	2262,51	PA 49
65	750264,18	9276105,36	2264,39	PA 50
66	750174,23	9276163,87	2265,12	PA 51
67	750084,28	9276211,13	2263,87	PA 52
68	750004,33	9276220,25	2262,49	PA 53
69	749914,38	9276190,40	2259,23	PA 54
70	749824,43	9276187,67	2258,49	PA 55
71	749734,48	9276178,32	2253,47	PA 56
72	749644,53	9276177,82	2254,33	PA 57
73	749554,58	9276234,81	2255,52	PA 58
74	749464,63	9276301,11	2253,03	PA 59
75	749374,68	9276303,35	2249,80	PA 60
76	749284,73	9276362,87	2247,41	PA 61
77	749194,78	9276364,16	2244,87	PA 62
78	749104,83	9276388,24	2242,88	PA 63
79	749014,88	9276366,72	2241,50	PA 64
80	748924,93	9276331,12	2241,51	PA 65
81	748834,98	9276206,96	2243,42	PA 66
82	748744,03	9276188,80	2244,90	PA 67
83	748654,08	9276244,03	2250,69	PA 68
84	748564,13	9276326,12	2254,06	PA 69
85	748474,18	9276397,12	2258,35	PA 70
86	748384,23	9276442,15	2259,33	PA 71
87	748294,28	9276438,32	2260,24	PA 72
88	748204,33	9276419,61	2261,58	PA 73
89	748114,38	9276205,91	2241,73	PA 74
90	748024,43	9276288,07	2267,60	PA 75
91	747934,48	9276201,19	2265,25	PA 76
92	747844,53	9276299,71	2240,07	PA 77
93	747754,58	9276099,01	2266,14	PA 78
94	747664,63	9275716,52	2263,99	PA 79
95	747574,68	9275441,53	2265,97	PA 80
96	747484,73	9275209,70	2273,21	PA 81
97	747394,78	9275009,08	2282,05	PA 82
98	747304,83	9274017,09	2299,68	PA 83
99	747214,88	9273653,38	2307,40	PA 84
100	747124,93	9273497,11	2315,51	PA 85

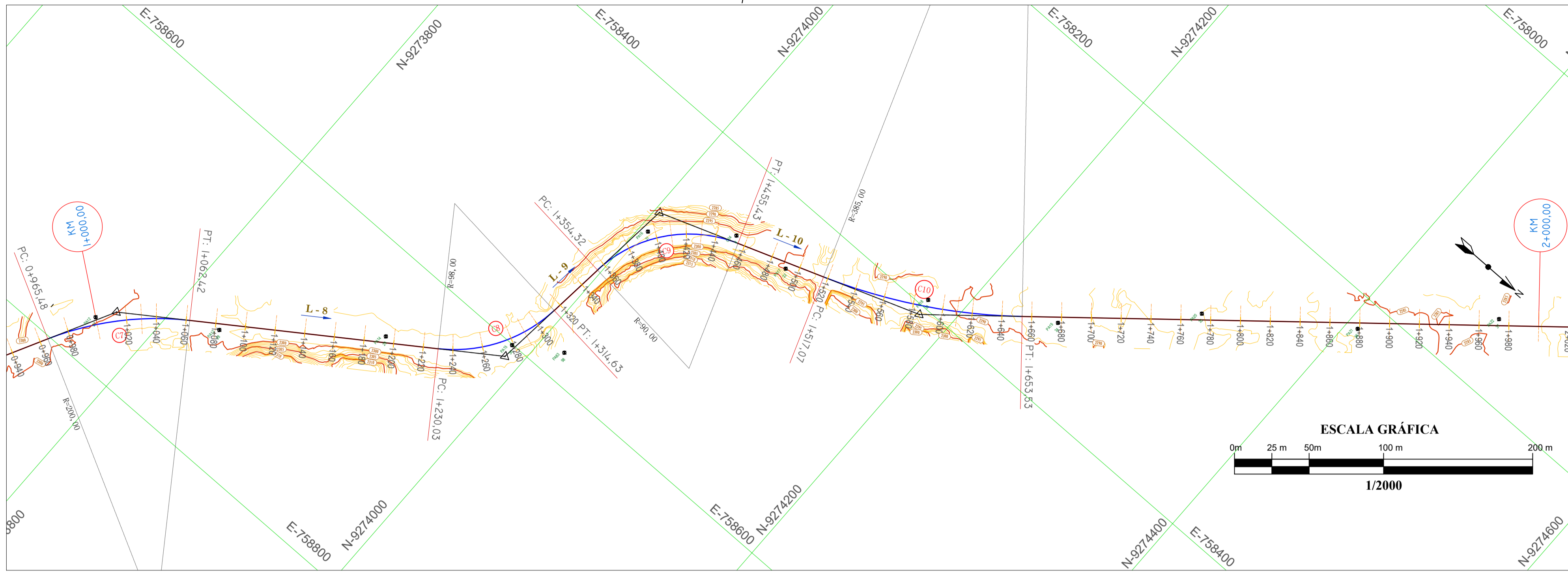


**LEYENDA**

- Eje carretera
- Curva mayor
- Curva menor
- Rasante
- Punto de apoyo y control
- Número de Curva horizontal

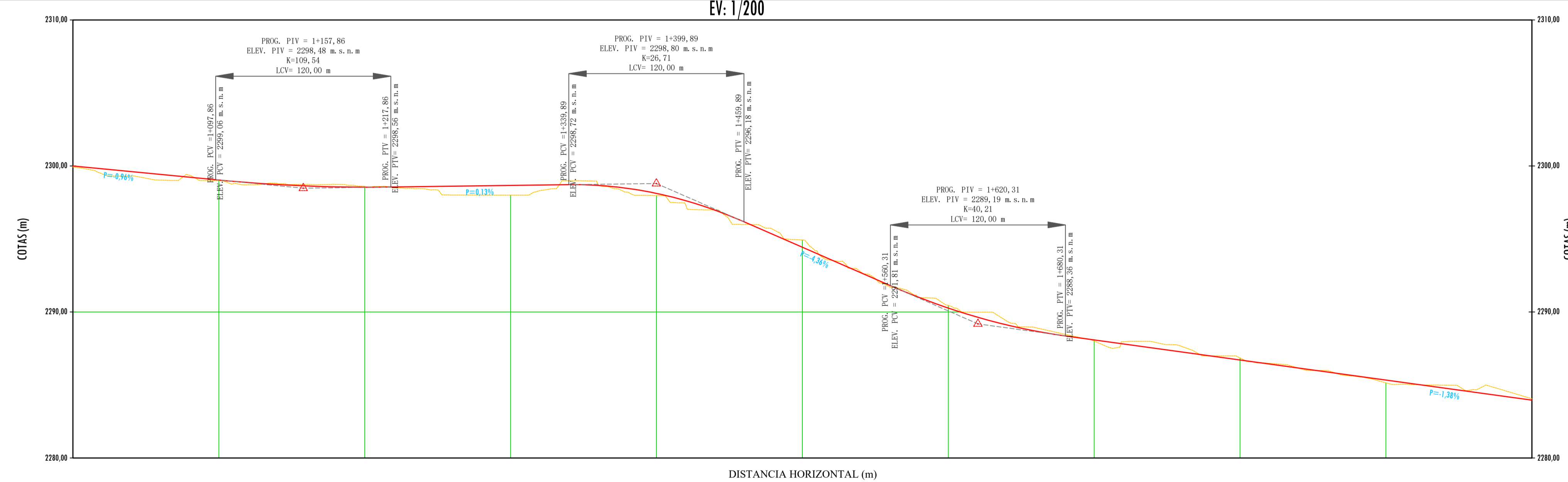
<p><b>UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA</b> <b>FACULTAD DE INGENIERÍA</b> <b>ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL</b></p>	<p><b>INGENIERÍA</b></p>	<p><b>AUTOR:</b> Bach. Karl Emerson, Mejía Hurtado</p>	<p><b>TEMA:</b> "ESTUDIO COMPARATIVO ENTRE LAS VELOCIDADES DE OPERACIÓN OBTENIDAS CON LAS ECUACIONES DE FITZPATRICK Y LAS MEDIDAS EN EL TRAMO CHOTA - EL PARAISO"</p>	<p><b>REGIÓN:</b> Cajamarca</p>	<p><b>PLANO:</b> <b>PLANTA Y PERFIL</b></p>	<p><b>ESCALA:</b> 1/2000</p>	<p><b>CÓDIGO:</b> <b>PP-01</b></p>
		<p><b>ASESOR:</b> Ing. Alejandro, Cubas Becerra</p>		<p><b>PROVINCIA:</b> Chota</p>		<p><b>TRAMO:</b> km.0+000 - 1+000</p>	

PLANTA DESDE KM 1+00,00 HASTA KM 2+00,00  
ESC.1/2000



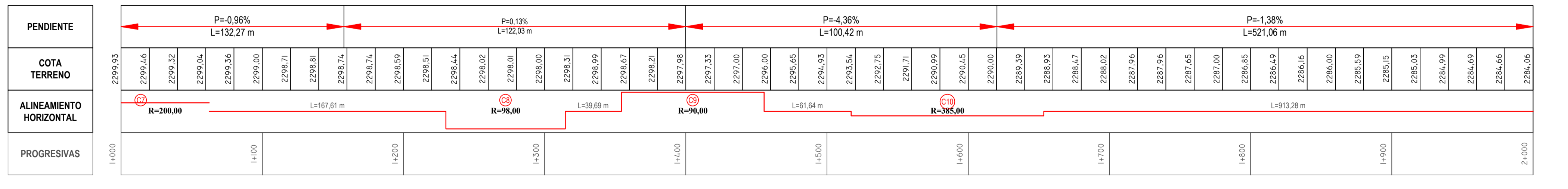
Curva	Inicio	Fin	Radio (m)	Longitud (m)	Extremo	Curva (m)	Peralte (%)	Sube-Ancles (cm)	Longitud (m)
C-01	8.87	D	200.00	15160.00	15.25	30.23	0.47	0.44	27.00
C-02	8.85	I	200.00	15134.00	15.21	30.18	0.50	0.44	27.00
C-03	41.69	D	65.00	33950.00	45.84	4413.00	44.84	8.00	31.49
C-04	34.48	I	46.00	14175.00	27.88	2164.00	27.57	8.00	31.49
C-05	62.82	I	54.00	23944.00	69.41	9327.00	96.17	8.00	31.49
C-06	11.81	D	273.00	161267.00	109.29	19231.00	194.81	5.80	24.00
C-07	27.77	D	200.00	46138.00	66.63	4930.00	95.69	6.40	27.00
C-08	60.68	I	280.00	421480.00	31.63	4886.00	82.09	8.00	31.49
C-09	61.27	D	900.00	56633.00	131.11	10339.00	95.57	8.00	31.49
C-10	20.31	I	887.00	68943.00	116.48	6129.00	134.74	6.00	31.49
C-11	28.28	I	191.00	23349.00	48.29	2711.00	48.89	8.00	31.49
C-12	20.07	D	100.00	23950.00	49.53	2339.00	48.00	7.80	30.00
C-13	18.12	I	47.00	3495.00	14.85	0.94	14.40	7.80	30.00
C-14	49.09	D	100.00	4484.00	132.52	11923.00	99.79	8.00	31.49
C-15	48.73	I	100.00	43395.00	47.67	1467.00	46.99	7.60	28.50
C-16	21.07	I	200.00	37180.00	71.53	3128.00	71.12	6.50	31.49
C-17	46.08	D	188.00	61183.00	167.08	23140.00	166.28	7.60	31.49
C-18	25.12	I	85.00	26992.00	31.11	4156.00	31.09	8.00	31.49
C-19	7.89	I	132.00	6596.00	31.10	3231	33.69	8.00	31.49
C-20	43.01	D	188.00	43519.00	32.77	8444.00	80.76	8.00	31.49
C-21	13.44	I	200.00	27112.00	43.58	1981.00	53.83	6.20	31.49
C-22	14.19	I	190.00	23955.00	47.67	1467.00	46.99	7.60	28.50
C-23	79.12	I	55.00	4568.00	75.21	16979.00	70.38	8.00	31.49
C-24	88.71	D	88.00	46711.00	89.89	2313.00	81.19	8.00	31.49
C-25	7.89	I	132.00	6596.00	31.10	3231	33.69	8.00	31.49
C-26	18.61	I	31.00	37935.00	11.25	8169.00	69.15	8.00	31.49
C-27	10.76	I	65.00	16444.00	12.76	1436.00	13.40	8.00	31.49
C-28	22.89	D	117.00	23177.00	48.58	2289.00	48.68	8.00	31.49
C-29	11.42	I	100.00	14110.00	28.32	3000	28.32	8.00	31.49
C-30	67.04	D	64.00	42950.00	74.88	12784.00	70.48	8.00	31.49
C-31	47.22	I	68.00	31277.00	49.82	8144.00	47.48	8.00	31.49
C-32	38.78	D	78.00	32861.00	51.83	5119	51.83	8.00	31.49
C-33	23.13	I	94.00	27959.00	54.85	4976.00	55.09	8.00	31.49
C-34	14.03	D	217.00	20146.00	48.62	1787.00	47.88	6.20	31.49
C-35	19.19	I	46.00	46979.00	27.22	19746.00	27.22	8.00	31.49
C-36	149.73	D	18.00	162805.00	188.68	65985.00	369.91	8.00	31.49
C-37	47.59	I	88.00	38803.00	75.19	8176.00	71.01	8.00	31.49
C-38	72.48	I	46.00	33700.00	48.17	11924.00	44.57	8.00	31.49

PERFIL LONGITUDINAL DESDE KM 1+00,00 HASTA KM 2+00,00  
EH: 1/2000  
EV: 1/200



Punto	Este	Norte	Cota	Descripcion
1	759571.39	9273287.65	2319.17	PC 01
2	759349.30	9273510.47	2313.91	PC 02
3	758993.15	9273645.09	2309.83	PC 03
4	75844.53	9273653.61	2314.04	PC 04
5	758063.94	9274594.50	2282.28	PC 05
6	757686.41	9274979.68	2278.20	PC 06
7	757519.09	9275201.91	2276.85	PC 06.2
8	757147.90	9275446.46	2271.43	PC 07
9	756681.72	9275727.47	2262.82	PC 08
10	756424.56	9276079.63	2262.71	PC 09
11	756024.41	9276217.05	2261.44	PC 10
12	755722.69	9276163.10	2254.71	PC 11
13	755414.66	9276403.38	2241.93	PC 12
14	755004.79	9276186.33	2247.37	PC 13
15	754806.49	9276435.87	2259.40	PC 14
16	754650.55	9273287.59	2321.15	PA 01
17	754553.40	9273314.65	2318.25	PA 02
18	754467.57	9273382.29	2316.40	PA 03
19	754407.15	9273466.01	2314.84	PA 04
20	754311.78	9273544.09	2313.61	PA 05
21	754228.35	9273628.31	2312.32	PA 06
22	754137.97	9273652.51	2312.58	PA 07
23	754050.68	9273663.25	2311.75	PA 08
24	753964.73	9273635.89	2310.74	PA 09
25	753894.38	9273670.18	2307.32	PA 10
26	753828.92	9273721.39	2302.03	PA 11
27	753769.64	9273764.30	2300.14	PA 12
28	753716.88	9273832.54	2299.06	PA 13
29	753651.64	9273919.60	2298.35	PA 14
30	753580.44	9273987.29	2298.00	PA 15
31	753513.23	9274066.06	2298.38	PA 16
32	753441.37	9274092.09	2294.74	PA 17
33	753394.45	9274177.92	2290.50	PA 18
34	753348.91	9274253.62	2288.40	PA 19
35	753280.92	9274322.39	2287.04	PA 20
36	753219.99	9274407.93	2285.66	PA 21
37	753152.88	9274475.14	2284.43	PA 22
38	753080.18	9274560.73	2283.15	PA 23
39	753018.21	9274636.16	2281.40	PA 24
40	752967.44	9274709.58	2280.32	PA 25
41	752917.24	9274809.67	2279.53	PA 26
42	752871.91	9274871.63	2279.12	PA 27
43	752828.89	9274941.78	2278.43	PA 28
44	752783.11	9275007.23	2279.12	PA 29
45	752739.82	9275050.02	2277.09	PA 30
46	752742.41	9275133.13	2277.76	PA 31
47	752700.24	9275212.15	2275.97	PA 32
48	752743.89	9275271.56	2274.77	PA 33
49	752732.62	9275297.38	2272.42	PA 34
50	752732.54	9275326.60	2271.22	PA 35

Punto	Este	Norte	Cota	Descripcion
51	7527109.98	9275364.83	2269.85	PA 36
52	7527073.82	9275434.12	2266.60	PA 37
53	7527033.31	9275503.29	2265.12	PA 38
54	7526984.31	9275563.20	2263.63	PA 39
55	7526936.19	9275611.24	2262.75	PA 40
56	7526884.63	9275662.92	2262.36	PA 41
57	7526837.65	9275694.92	2262.10	PA 42
58	7526784.27	9275800.69	2262.07	PA 43
59	7526720.47	9275883.17	2262.84	PA 44
60	7526658.66	9275988.93	2262.58	PA 45
61	7526595.32	9276044.59	2262.08	PA 46
62	7526530.69	9276163.87	2262.12	PA 47
63	7526467.49	9276058.77	2262.53	PA 48
64	7526407.24	9276044.82	2262.51	PA 49
65	7526347.25	9276105.36	2264.39	PA 50
66	7526286.69	9276163.87	2265.12	PA 51
67	7526226.68	9276211.13	2263.87	PA 52
68	7526166.68	9276220.25	2262.49	PA 53
69	7526106.69	9276190.40	2259.23	PA 54
70	7526046.70	9276187.67	2258.49	PA 55
71	7525986.71	9276178.22	2257.47	PA 56
72	7525926.72	9276177.82	2254.33	PA 57
73	7525866.73	9276234.81	2255.52	PA 58
74	7525806.74	9276301.11	2253.03	PA 59
75	7525746.75	9276367.35	2249.80	PA 60
76	7525686.76	9276362.87	2247.41	PA 61
77	7525626.77	9276364.16	2244.87	PA 62
78	7525566.78	9276388.24	2242.88	PA 63
79	7525506.79	9276368.72	2241.50	PA 64
80	7525446.80	9276311.17	2241.51	PA 65
81	7525386.81	9276206.96	2243.42	PA 66
82	7525326.82	9276188.80	2244.90	PA 67
83	7525266.83	9276244.03	2250.69	PA 68
84	7525206.84	9276306.12	2254.96	PA 69
85	7525146.85	9276397.12	2258.35	PA 70
86	7525086.86	9276442.15	2259.33	PA 71
87	7525026.87	9276438.32	2260.24	PA 72
88	7524966.88	9276419.61	2261.58	PA 73
89	7524906.89	9276205.91	2241.73	PA 74
90	7524846.90	9276288.07	2267.60	PA 75
91	7524786.91	9276201.19	2265.25	PA 76
92	7524726.92	9276299.71	2240.07	PA 77
93	7524666.93	9276099.01	2266.14	PA 78
94	7524606.94	9275716.52	2263.99	PA 79
95	7524546.95	9275441.53	2265.97	PA 80
96	7524486.96	9275209.70	2273.21	PA 81
97	7524426.97	9275009.08	2282.05	PA 82
98	7524366.98	9274017.09	2299.68	PA 83
99	7524306.99	9273653.38	2307.40	PA 84
100	7524246.00	9273497.11	2315.51	PA 85



**LEYENDA**

- Eje carretera
- Curva mayor
- Curva menor
- Rasante
- Punto de apoyo y control
- Número de Curva horizontal

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA**  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL



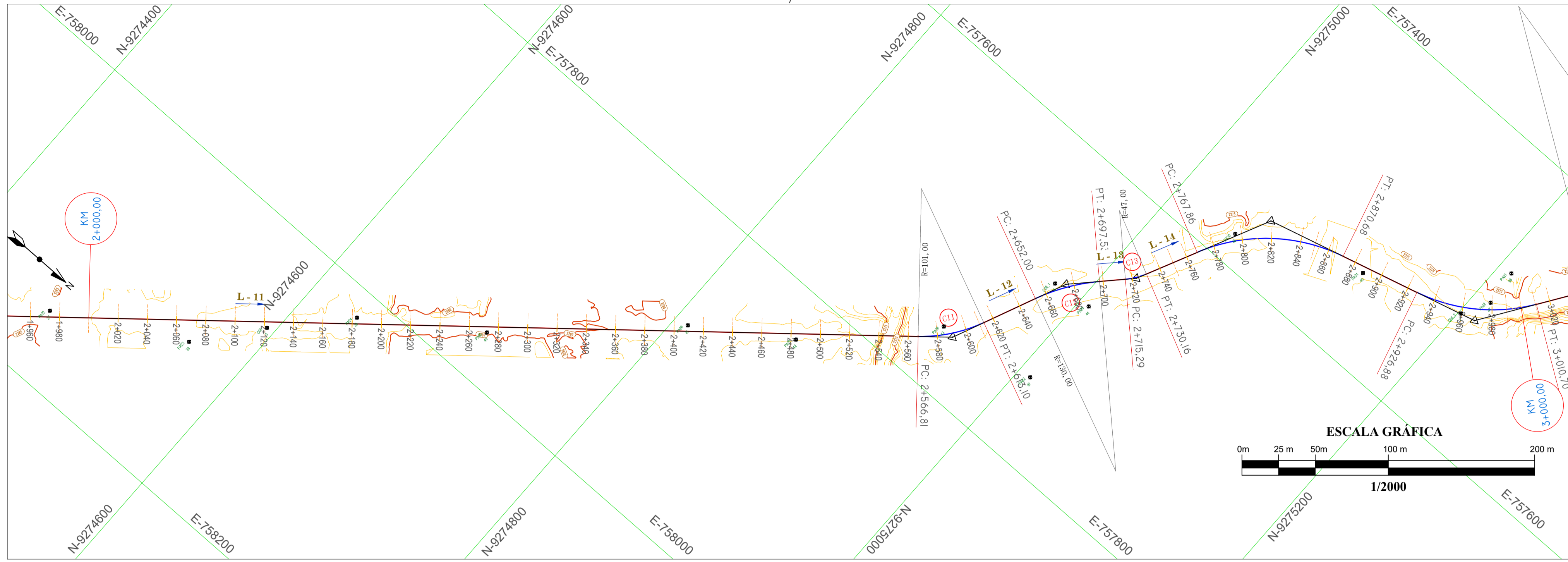
**AUTOR:** Bach. Karl Emerson, Mejía Hurtado  
**ASESOR:** Ing. Alejandro, Cubas Becerra

**TEMA:** "ESTUDIO COMPARATIVO ENTRE LAS VELOCIDADES DE OPERACIÓN OBTENIDAS CON LAS ECUACIONES DE FITZPATRICK Y LAS MEDIDAS EN EL TRAMO CHOTA - EL PARAISO"

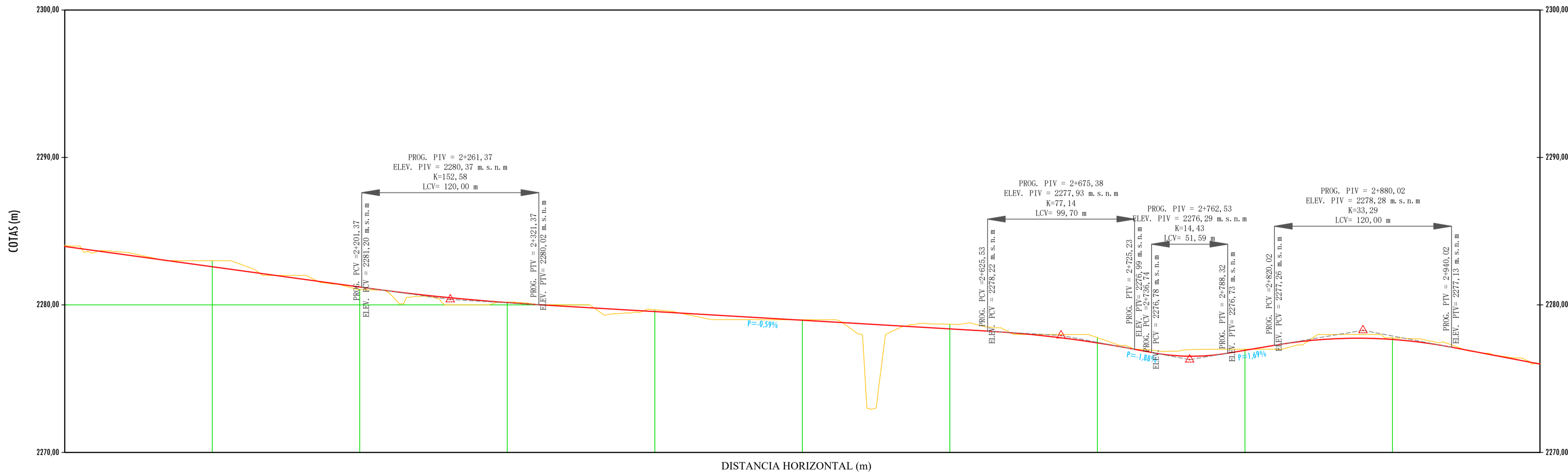
<b>REGIÓN:</b> Cajamarca	<b>PLANO:</b> PLANTA Y PERFIL	<b>ESCALA:</b> 1/2000	<b>CÓDIGO:</b> PP-02
<b>PROVINCIA:</b> Chota	<b>TRAMO:</b> km.1+000 - 2+000	<b>FECHA:</b> 2023	
<b>DISTRITO:</b> Chota			



PLANTA DESDE KM 2+00,00 HASTA KM 3+00,00  
ESC:1/2000



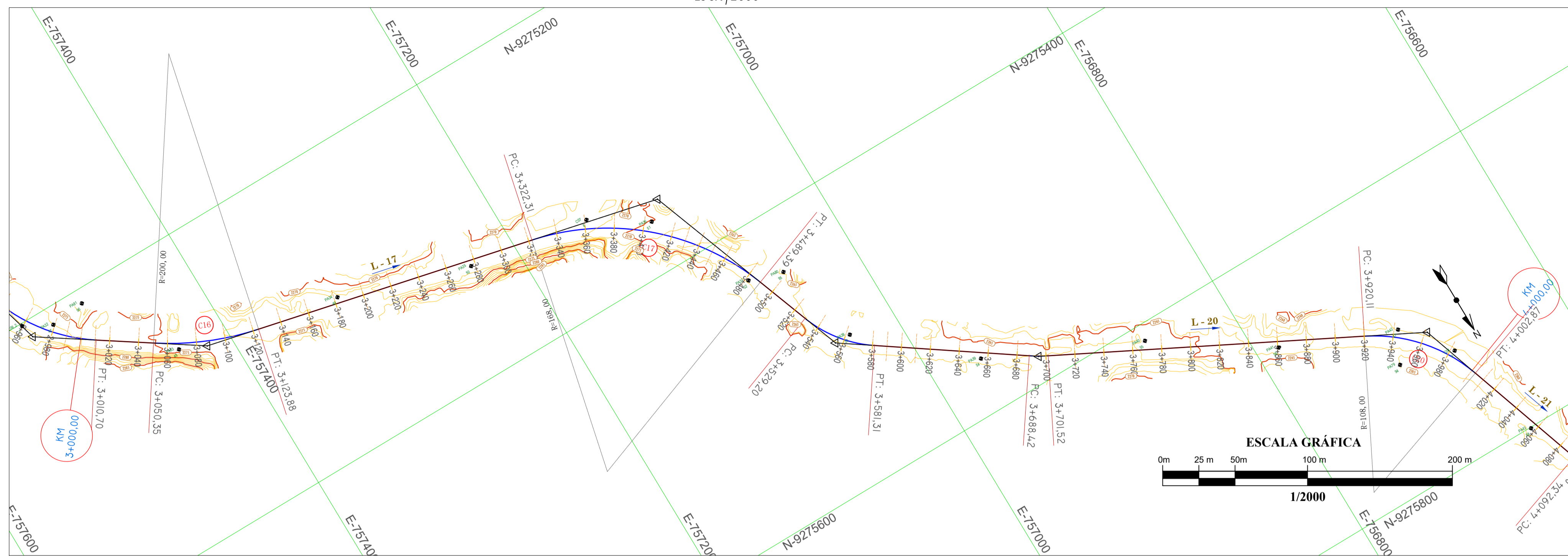
PERFIL LONGITUDINAL DESDE KM 2+00,00 HASTA KM 3+00,00  
EH: 1/2000  
EV: 1/200



Punto	Este	Norte	Cota	Descripcion
51	757109,98	9275364,83	2269,85	PA 36
52	757073,82	9275434,12	2266,60	PA 37
53	757037,66	9275503,41	2263,35	PA 38
54	756999,50	9275572,70	2260,10	PA 39
55	756961,34	9275642,00	2256,85	PA 40
56	756923,18	9275711,29	2253,60	PA 41
57	756885,02	9275780,58	2250,35	PA 42
58	756846,86	9275849,87	2247,10	PA 43
59	756808,70	9275919,16	2243,85	PA 44
60	756770,54	9275988,45	2240,60	PA 45
61	756732,38	9276057,74	2237,35	PA 46
62	756694,22	9276127,03	2234,10	PA 47
63	756656,06	9276196,32	2230,85	PA 48
64	756617,90	9276265,61	2227,60	PA 49
65	756579,74	9276334,90	2224,35	PA 50
66	756541,58	9276404,19	2221,10	PA 51
67	756503,42	9276473,48	2217,85	PA 52
68	756465,26	9276542,77	2214,60	PA 53
69	756427,10	9276612,06	2211,35	PA 54
70	756388,94	9276681,35	2208,10	PA 55
71	756350,78	9276750,64	2204,85	PA 56
72	756312,62	9276819,93	2201,60	PA 57
73	756274,46	9276889,22	2198,35	PA 58
74	756236,30	9276958,51	2195,10	PA 59
75	756198,14	9277027,80	2191,85	PA 60
76	756160,00	9277097,09	2188,60	PA 61
77	756121,84	9277166,38	2185,35	PA 62
78	756083,68	9277235,67	2182,10	PA 63
79	756045,52	9277304,96	2178,85	PA 64
80	756007,36	9277374,25	2175,60	PA 65
81	755969,20	9277443,54	2172,35	PA 66
82	755931,04	9277512,83	2169,10	PA 67
83	755892,88	9277582,12	2165,85	PA 68
84	755854,72	9277651,41	2162,60	PA 69
85	755816,56	9277720,70	2159,35	PA 70
86	755778,40	9277790,00	2156,10	PA 71
87	755740,24	9277859,29	2152,85	PA 72
88	755702,08	9277928,58	2149,60	PA 73
89	755663,92	9278000,00	2146,35	PA 74
90	755625,76	9278070,00	2143,10	PA 75
91	755587,60	9278140,00	2139,85	PA 76
92	755549,44	9278210,00	2136,60	PA 77
93	755511,28	9278280,00	2133,35	PA 78
94	755473,12	9278350,00	2130,10	PA 79
95	755434,96	9278420,00	2126,85	PA 80
96	755396,80	9278490,00	2123,60	PA 81
97	755358,64	9278560,00	2120,35	PA 82
98	755320,48	9278630,00	2117,10	PA 83
99	755282,32	9278700,00	2113,85	PA 84
100	755244,16	9278770,00	2110,60	PA 85

PENDIENTE	COTA TERRENO	ALINEAMIENTO HORIZONTAL	PROGRESIVAS
P=-1,38% L=521,06 m	2284,06		2+000
P=-0,59% L=304,16 m	2283,56		2+000
P=-1,88% L=11,51 m	2283,06		2+000
P=-1,69% L=31,70 m	2282,56		2+000
P=-1,91% L=264,61 m	2282,06		2+000
	2281,56		2+000
	2281,06		2+000
	2280,56		2+000
	2280,06		2+000
	2279,56		2+000
	2279,06		2+000
	2278,56		2+000
	2278,06		2+000
	2277,56		2+000
	2277,06		2+000
	2276,56		2+000
	2276,06		2+000
	2275,56		2+000</

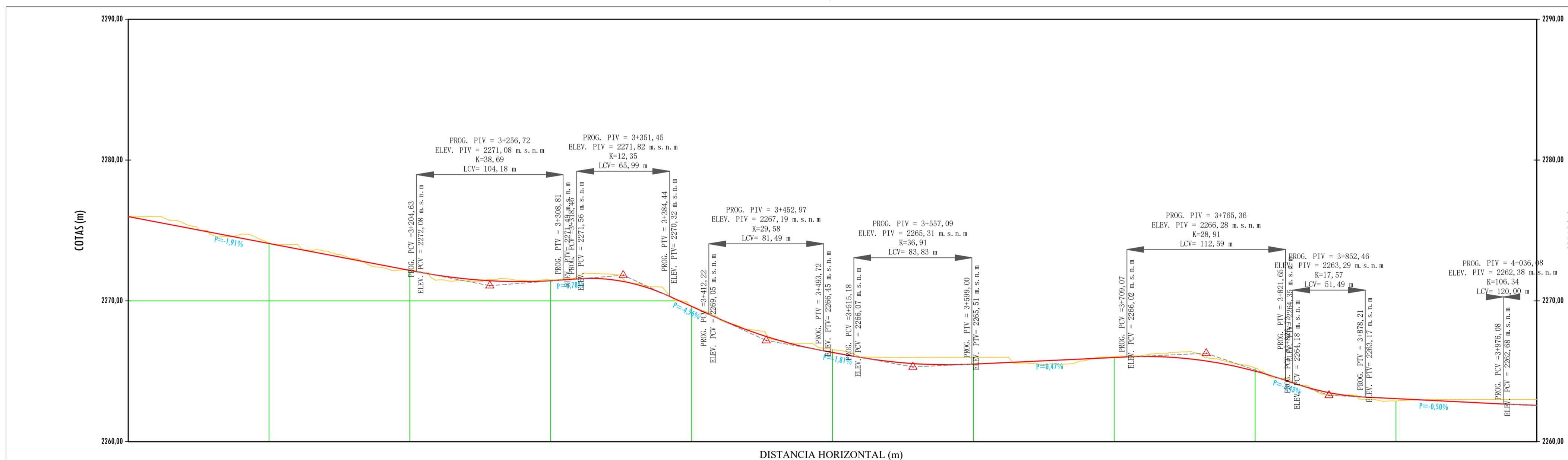
PLANTA DESDE KM 3+00,00 HASTA KM 4+00,00  
ESC:1/2000



Curva	Tipología	Ángulo de deflexión (α)	Radio (m)	Tangente (m)	Longitud de curva (m)	Extremos	Cuerda (m)	Peralte (1%)	Sube-Ancles (m)	Longitud (metros) (m)
C-01	D	8,87	200,00	34,600	33,75	30,33	0,47	30,33	0,44	27,00
C-02	D	8,65	200,00	34,134	33,21	30,18	0,50	30,18	0,44	27,00
C-03	D	63,05	3390,00	45,84	443,90	44,84	8,00	44,84	0,82	31,49
C-04	D	34,48	46,00	14,750	27,88	26,64	27,57	8,00	0,97	31,49
C-05	D	62,92	44,00	13,944	26,11	25,07	26,17	8,00	0,99	31,49
C-06	D	11,83	273,00	46,260	109,29	102,10	194,81	5,80	0,85	24,00
C-07	D	27,77	200,00	40,438	66,63	60,00	95,69	6,40	0,44	27,00
C-08	D	90,48	100,00	41,440	82,63	88,00	82,00	8,00	0,65	31,49
C-09	D	61,27	100,00	56,633	101,11	103,00	95,57	8,00	0,68	31,49
C-10	D	20,31	100,00	60,943	106,45	103,00	134,74	6,00	0,31	22,50
C-11	D	28,28	100,00	23,940	45,29	27,11	48,59	8,00	0,64	31,49
C-12	D	20,07	200,00	30,962	49,53	29,00	45,00	7,80	0,56	30,00
C-13	D	18,12	47,00	3,693	14,85	0,94	14,40	7,80	0,66	30,00
C-14	D	49,09	100,00	44,804	102,52	102,00	90,70	8,00	0,45	31,49
C-15	D	38,33	100,00	43,800	81,83	78,00	82,07	8,00	0,59	31,49
C-16	D	21,07	200,00	37,180	71,53	62,00	75,12	6,50	0,41	27,00
C-17	D	46,08	100,00	61,183	107,08	104,00	140,28	7,60	0,49	28,50
C-18	D	25,12	100,00	20,992	32,11	41,56	51,80	8,00	0,70	31,49
C-19	D	7,89	100,00	6,566	11,10	12,11	13,69	8,00	0,65	31,49
C-20	D	43,01	100,00	43,519	82,77	84,44	80,76	8,00	0,61	31,49
C-21	D	13,44	100,00	27,102	43,58	40,00	53,83	6,20	0,41	26,10
C-22	D	14,19	100,00	23,955	42,77	40,00	46,99	7,60	0,46	28,50
C-23	D	79,12	100,00	4,608	75,21	10,97	70,38	8,00	0,85	41,50
C-24	D	88,71	100,00	6,711	89,89	10,13	81,10	8,00	0,86	31,49
C-25	D	7,89	100,00	2,941	2,78	3,12	3,42	8,00	0,40	26,10
C-26	D	18,61	100,00	3,793	11,20	9,69	10,95	8,00	0,70	31,49
C-27	D	10,76	100,00	1,644	11,76	14,00	13,40	8,00	0,66	31,49
C-28	D	22,49	100,00	23,177	49,58	29,00	45,68	8,00	0,49	31,49
C-29	D	11,40	100,00	11,110	20,00	20,00	20,00	8,00	0,59	31,49
C-30	D	67,04	100,00	42,900	74,88	12,84	70,48	8,00	0,81	31,49
C-31	D	47,22	100,00	32,774	49,82	84,00	47,48	8,00	0,84	31,49
C-32	D	28,55	100,00	32,803	51,28	51,28	51,28	8,00	0,47	31,49
C-33	D	23,10	100,00	27,950	54,85	47,00	55,69	8,00	0,60	31,49
C-34	D	14,03	100,00	20,146	48,62	47,00	47,00	6,20	0,41	26,10
C-35	D	91,49	100,00	40,740	72,22	47,00	55,73	8,00	0,67	31,49
C-36	D	129,13	100,00	162,809	108,68	65,90	80,91	8,00	0,87	31,49
C-37	D	47,59	100,00	38,609	73,10	87,00	71,01	8,00	0,69	31,49
C-38	D	72,48	100,00	37,000	48,17	102,40	54,57	8,00	0,97	31,49

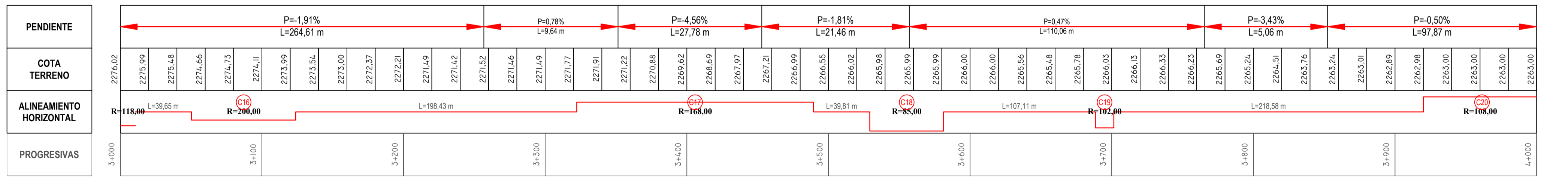
PERFIL LONGITUDINAL DESDE KM 3+00,00 HASTA KM 4+00,00

EH: 1/2000  
EV: 1/2000



Punto	Este	Norte	Cota	Descripción
1	759571.39	9273287.65	2319.17	PC 01
2	759349.30	9273510.47	2313.91	PC 02
3	758995.15	9273645.09	2309.83	PC 03
4	758445.31	9273645.09	2309.83	PC 04
5	758063.94	9274594.50	2282.28	PC 05
6	757686.41	9274979.68	2278.20	PC 06.1
7	757519.09	9275201.91	2276.85	PC 06.2
8	757473.90	9275446.46	2271.43	PC 07
9	756681.72	9275727.47	2262.82	PC 08
10	756424.56	9276079.63	2262.71	PC 09
11	756024.41	9276217.05	2261.44	PC 10
12	755722.69	9276163.10	2254.71	PC 11
13	755411.66	9276403.38	2241.93	PC 12
14	755004.79	9276186.33	2247.37	PC 13
15	754806.49	9276435.87	2259.40	PC 14
16	754960.55	9273287.59	2321.15	PA 01
17	754855.40	9273144.65	2318.25	PA 02
18	754967.57	9273382.29	2316.40	PA 03
19	754907.15	9273466.01	2314.84	PA 04
20	754913.78	9273544.09	2313.61	PA 05
21	754928.35	9273628.31	2312.32	PA 06
22	754937.97	9273652.51	2312.58	PA 07
23	754918.68	9273663.25	2311.75	PA 08
24	754904.73	9273635.89	2310.74	PA 09
25	754944.38	9273670.18	2307.32	PA 10
26	754884.33	9273721.39	2302.03	PA 11
27	754879.64	9273764.30	2300.14	PA 12
28	754871.68	9273832.54	2299.06	PA 13
29	754865.64	9273919.60	2298.35	PA 14
30	754860.44	9273987.29	2298.00	PA 15
31	754843.23	9274006.06	2298.38	PA 16
32	754841.37	9274092.09	2294.74	PA 17
33	754839.45	9274177.92	2290.50	PA 18
34	754845.81	9274253.62	2288.40	PA 19
35	754820.92	9274322.39	2287.04	PA 20
36	754819.99	9274407.93	2285.66	PA 21
37	754812.88	9274475.14	2284.43	PA 22
38	754810.18	9274560.73	2283.41	PA 23
39	754801.21	9274636.16	2281.40	PA 24
40	754797.44	9274709.58	2280.32	PA 25
41	754783.24	9274809.67	2279.53	PA 26
42	754781.91	9274871.63	2279.12	PA 27
43	754780.89	9274941.78	2278.45	PA 28
44	754783.11	9275007.23	2279.12	PA 29
45	754759.82	9275050.02	2277.09	PA 30
46	754742.41	9275133.13	2277.76	PA 31
47	754750.24	9275212.15	2275.97	PA 32
48	754741.89	9275271.56	2274.77	PA 33
49	754732.62	9275397.38	2272.42	PA 34
50	754732.54	9275526.60	2271.22	PA 35

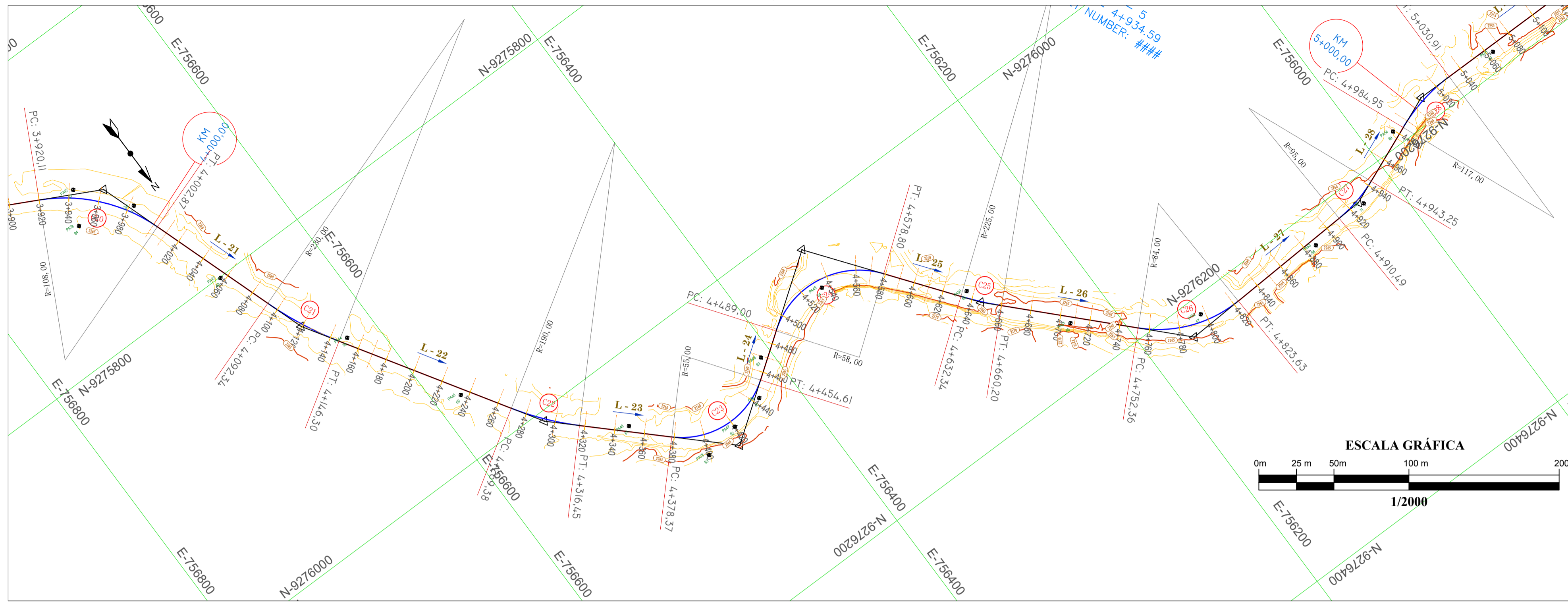
Punto	Este	Norte	Cota	Descripción
51	757109.98	9274364.83	2269.85	PA 36
52	757073.82	9274434.12	2266.60	PA 37
53	757033.31	9274502.29	2265.12	PA 38
54	756984.31	9274563.20	2265.63	PA 39
55	756861.19	9274611.24	2265.75	PA 40
56	756784.63	9274662.92	2263.16	PA 41
57	756707.65	9274694.92	2263.10	PA 42
58	756642.27	9274809.69	2262.67	PA 43
59	756620.47	9274883.17	2262.84	PA 44
60	756582.66	9274958.93	2262.58	PA 45
61	756505.32	9275044.59	2262.08	PA 46
62	756449.03	9275085.11	2262.68	PA 47
63	756407.49	9275058.77	2262.53	PA 48
64	756347.24	9275044.82	2262.51	PA 49
65	756271.25	9275105.36	2264.39	PA 50
66	756208.69	9275163.87	2265.12	PA 51
67	756155.64	9275211.13	2263.87	PA 52
68	756066.68	9275220.25	2262.49	PA 53
69	755980.09	9275190.40	2259.23	PA 54
70	755885.04	9275187.67	2258.49	PA 55
71	755793.84	9275178.22	2253.47	PA 56
72	755694.47	9275177.82	2254.33	PA 57
73	755611.20	9275234.81	2255.52	PA 58
74	755579.49	9275301.11	2253.03	PA 59
75	755475.74	9275303.35	2249.80	PA 60
76	755398.27	9275362.87	2247.41	PA 61
77	755297.36	9275364.16	2244.87	PA 62
78	755234.78	9275388.24	2242.88	PA 63
79	755123.64	9275368.72	2241.50	PA 64
80	755008.49	9275311.17	2241.51	PA 65
81	755076.28	9275206.96	2243.42	PA 66
82	755036.81	9275188.80	2244.90	PA 67
83	754959.08	9275244.03	2250.69	PA 68
84	754911.58	9275206.12	2254.06	PA 69
85	754850.95	9275397.12	2258.35	PA 70
86	754799.89	9275442.15	2259.33	PA 71
87	754666.22	9275438.32	2260.24	PA 72
88	754640.34	9275419.61	2261.58	PA 73
89	754501.80	9275205.91	2241.73	PA 74
90	754618.92	9276288.07	2267.60	PA 75
91	754739.66	9276201.19	2265.25	PA 76
92	754807.95	9276299.71	2240.07	PA 77
93	754741.02	9276099.01	2266.14	PA 78
94	754718.03	9275716.52	2263.99	PA 79
95	754700.14	9275441.53	2265.97	PA 80
96	754758.85	9275209.70	2273.21	PA 81
97	754745.85	9275009.08	2282.05	PA 82
98	754881.30	9274017.09	2299.68	PA 83
99	754892.30	9273653.38	2287.40	PA 84
100	754904.07	9273497.11	2315.51	PA 85



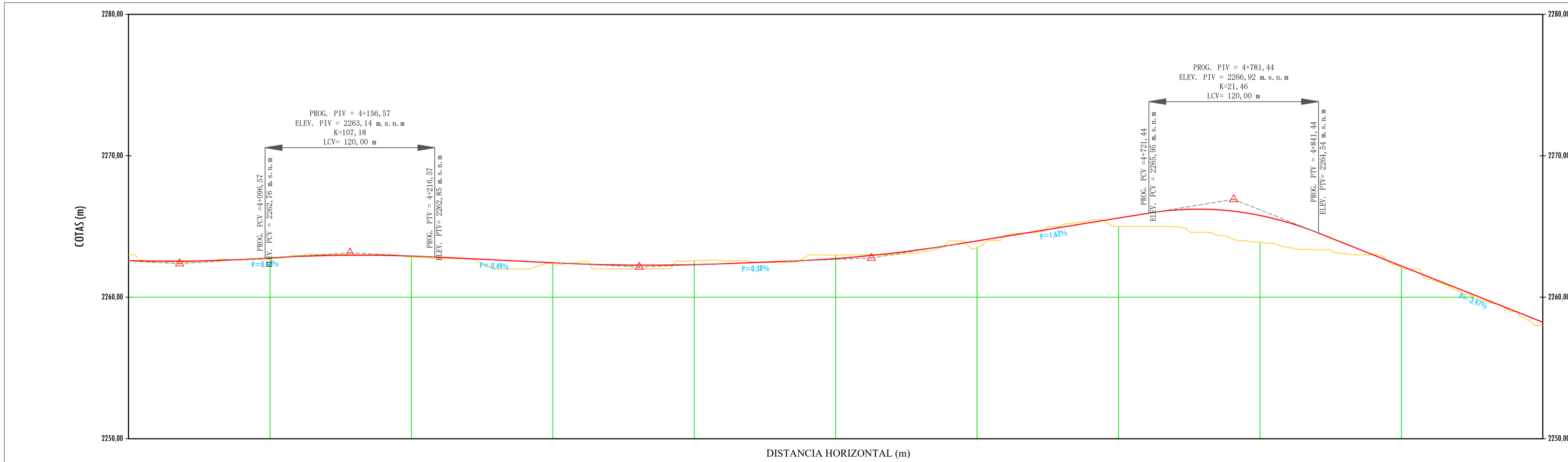
**LEYENDA**

- Eje carretera
- Curva mayor
- Curva menor
- Rasante
- Punto de apoyo y control
- Número de Curva horizontal

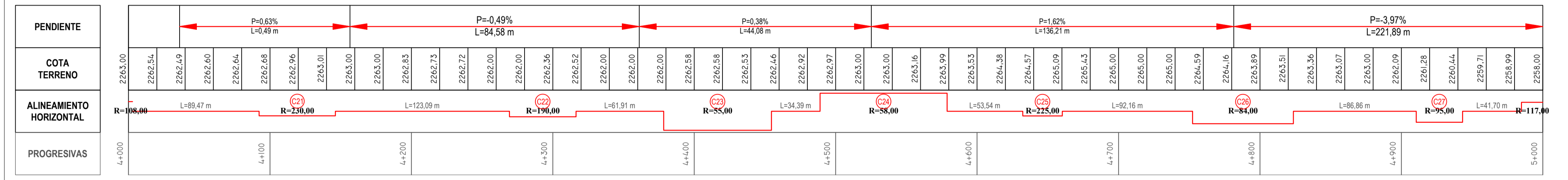
PLANTA DESDE KM 4+00,00 HASTA KM 5+00,00  
ESC:1/2000



PERFIL LONGITUDINAL DESDE KM 4+00,00 HASTA KM 5+00,00  
EH: 1/2000  
EV: 1/200

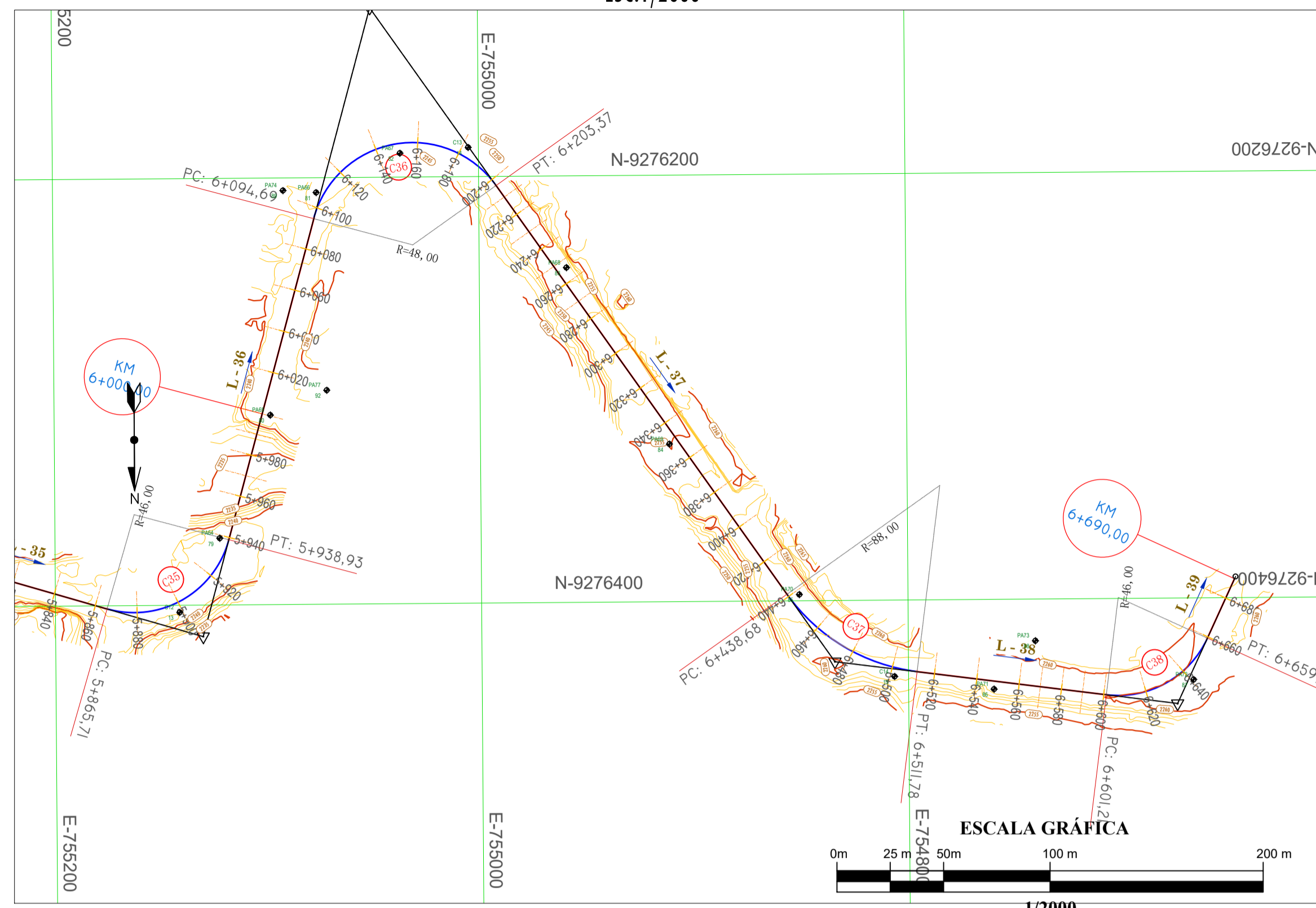


CUADRO DE BM'S				
Punto	Este	Norte	Cota	Descripcion
51	757109.98	9275364.83	2269.85	PA 36
52	757073.82	9275434.12	2266.60	PA 37
53	757033.31	9275502.29	2265.12	PA 38
54	756984.34	9275563.20	2265.63	PA 39
55	756861.19	9275611.24	2265.75	PA 40
56	756784.63	9275662.92	2263.16	PA 41
57	756707.65	9275694.92	2263.10	PA 42
58	756642.27	9275809.69	2262.87	PA 43
59	756620.47	9275883.17	2262.84	PA 44
60	756582.66	9275958.93	2262.58	PA 45
61	756505.32	9276042.59	2262.08	PA 46
62	756419.03	9276085.11	2262.68	PA 47
63	756407.49	9276058.77	2262.53	PA 48
64	756347.24	9276045.82	2262.51	PA 49
65	756271.25	9276105.36	2264.39	PA 50
66	756208.69	9276163.87	2265.12	PA 51
67	756155.64	9276211.13	2263.87	PA 52
68	756066.68	9276220.25	2262.49	PA 53
69	755980.09	9276190.40	2259.23	PA 54
70	755895.04	9276187.67	2258.49	PA 55
71	755819.84	9276178.22	2253.47	PA 56
72	755694.47	9276177.82	2254.33	PA 57
73	755631.20	9276234.81	2255.52	PA 58
74	755579.49	9276301.11	2253.03	PA 59
75	755475.74	9276303.35	2249.80	PA 60
76	755398.27	9276362.87	2247.41	PA 61
77	755297.36	9276364.16	2244.87	PA 62
78	755234.78	9276388.24	2242.88	PA 63
79	755123.64	9276368.72	2241.50	PA 64
80	755008.49	9276311.17	2241.51	PA 65
81	755076.28	9276206.96	2243.42	PA 66
82	755036.81	9276188.80	2244.90	PA 67
83	754999.08	9276244.03	2250.69	PA 68
84	754911.58	9276230.12	2254.06	PA 69
85	754850.95	9276397.12	2258.35	PA 70
86	754759.89	9276442.15	2259.33	PA 71
87	754666.22	9276438.32	2260.24	PA 72
88	754540.34	9276419.61	2261.58	PA 73
89	754501.80	9276205.91	2241.73	PA 74
90	754618.92	9276288.07	2267.60	PA 75
91	755719.06	9276201.19	2265.25	PA 76
92	755071.95	9276299.71	2240.07	PA 77
93	756471.02	9276999.01	2266.14	PA 78
94	756719.03	9275716.52	2263.99	PA 79
95	757050.14	9275441.53	2265.97	PA 80
96	757475.85	9275209.70	2273.21	PA 81
97	757745.85	9275009.08	2282.05	PA 82
98	758581.30	9274017.09	2299.68	PA 83
99	758962.30	9273653.38	2307.40	PA 84
100	759404.07	9273497.11	2315.51	PA 85



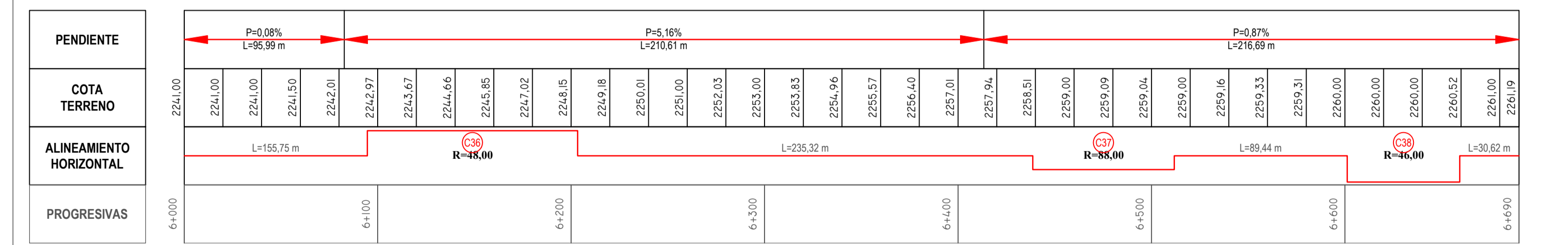
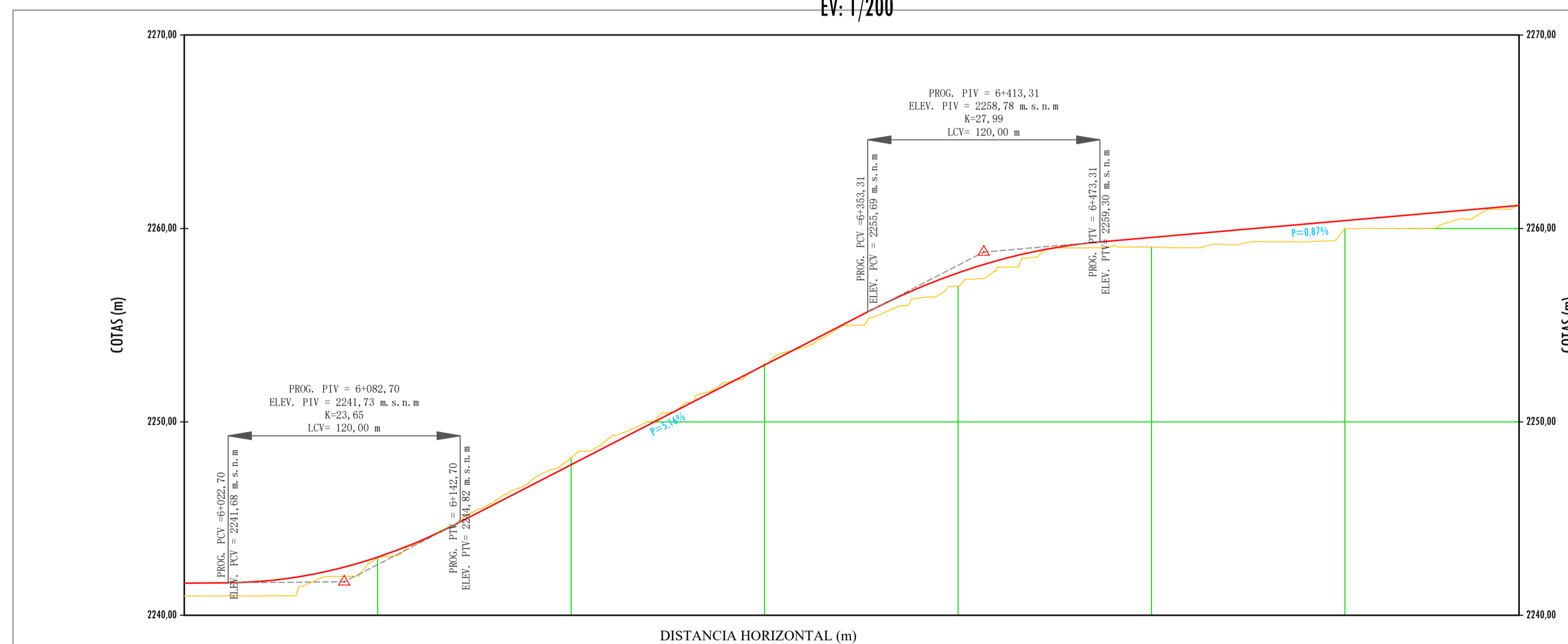


PLANTA DESDE KM 3+00,00 HASTA KM 4+00,00  
ESC:1/2000



Curva	Angulo de	Sentido	Radio(m)	Tangente (m)	Longitud de	Extrínseco	Curva (m)	Peralte (%)	Sube-Antes	Longitud	
Metrometr.	deflexión (°)				curva(m)				Cm	(metros/m)	
C-01	8.87	D	200.00	15160.00	13.75	30.33	8.47	30.33	6.50	0.44	27.00
C-02	8.65	I	200.00	15134.00	13.21	30.77	30.18	6.50	0.44	27.00	
C-03	41.69	D	63.00	33950.00	45.84	4433.00	44.84	6.00	0.82	31.49	
C-04	34.48	I	46.00	24275.00	27.88	2164.00	27.27	6.00	0.97	31.49	
C-05	62.92	I	54.00	23942.00	59.11	9327.00	96.17	6.00	0.99	31.49	
C-06	11.83	D	273.00	161267.00	109.29	19231.00	194.81	5.80	0.85	24.00	
C-07	27.77	D	200.00	46138.00	66.63	4920.00	95.69	6.00	0.44	27.00	
C-08	40.48	I	98.00	41448.00	51.63	8882.00	82.09	6.00	0.65	31.49	
C-09	61.27	D	98.00	56633.00	101.11	10339.00	95.87	6.00	0.65	31.49	
C-10	20.31	I	484.00	68943.00	116.46	6126.00	134.74	6.00	0.31	22.00	
C-11	28.28	I	191.00	23349.00	48.29	2711.00	48.89	6.00	0.64	31.49	
C-12	20.07	D	190.00	23062.00	45.53	2293.00	45.03	7.80	0.56	30.00	
C-13	18.12	I	47.00	3493.00	14.85	0.94	14.40	7.80	0.66	30.00	
C-14	49.09	D	120.00	44842.00	122.52	11923.00	99.70	6.00	0.45	31.49	
C-15	40.70	I	118.00	43760.00	51.83	7856.00	82.87	6.00	0.59	31.49	
C-16	21.07	I	200.00	37180.00	71.53	3528.00	73.12	6.50	0.41	27.00	
C-17	46.08	D	188.00	61182.00	167.08	21140.00	160.28	7.60	0.49	28.00	
C-18	35.12	I	155.00	28992.00	52.11	4156.00	51.89	6.00	0.70	31.49	
C-19	7.89	I	192.00	65962.00	13.10	3231	13.69	6.00	0.65	31.49	
C-20	43.01	D	198.00	43539.00	32.77	8444.00	80.76	6.00	0.61	31.49	
C-21	13.44	I	230.00	27102.00	43.58	1981.00	53.83	6.20	0.41	26.19	
C-22	14.49	I	190.00	23355.00	47.67	1467.00	46.95	7.60	0.46	28.59	
C-23	79.12	I	55.00	4568.00	75.21	16997.00	70.18	6.00	0.85	41.00	
C-24	88.71	D	58.00	46711.00	89.89	2313.00	81.19	6.00	0.86	31.49	
C-25	7.89	I	225.00	22943.00	7.89	3422	7.89	6.00	0.42	36.79	
C-26	18.61	I	34.00	37935.00	11.25	8169.00	99.15	6.00	0.70	31.49	
C-27	10.76	I	95.00	16444.00	12.76	1436.00	13.40	6.00	0.66	31.00	
C-28	22.89	D	117.00	23177.00	48.58	2283.00	48.68	6.00	0.49	31.49	
C-29	13.42	I	180.00	31609.00	28.12	3009	28.12	6.00	0.59	31.49	
C-30	67.04	D	64.00	42950.00	74.88	12784.00	70.48	6.00	0.81	31.49	
C-31	47.22	I	68.00	32777.00	49.82	814.00	47.48	6.00	0.84	31.49	
C-32	38.70	D	58.00	32861.00	37.80	5119	37.80	6.00	0.67	31.49	
C-33	33.13	I	94.00	27959.00	54.85	4976.00	55.69	6.00	0.60	31.49	
C-34	14.03	D	217.00	20146.00	48.62	1787.00	47.88	6.20	0.41	26.19	
C-35	29.39	I	46.00	40949.00	27.22	19746.00	26.23	6.00	0.67	31.49	
C-36	129.73	D	18.00	162805.00	188.68	65980.00	369.91	6.00	0.97	31.49	
C-37	47.59	I	58.00	38807.00	71.10	8176.00	71.01	6.00	0.69	31.49	
C-38	72.48	I	46.00	33700.00	48.17	11024.00	44.57	6.00	0.97	31.49	

PERFIL LONGITUDINAL DESDE KM 6+00,00 HASTA KM 6+690,00  
EH: 1/2000  
EV: 1/200



CUADRO DE B.M'S

Punto	Este	Norte	Cota	Descripcion
1	759571.39	9273287.65	2319.17	PC 01
2	759493.30	9273510.47	2313.91	PC 02
3	758993.15	9273645.09	2309.83	PC 03
4	758453.31	9273852.61	2306.64	PC 04
5	758063.94	9274594.50	2282.38	PC 05
6	757686.41	9274979.68	2278.20	PC 06
7	757519.09	9275201.91	2276.85	PC 06 2
8	757473.90	9275346.46	2271.43	PC 07
9	756681.72	9275727.45	2262.82	PC 08
10	756424.56	9276079.63	2262.71	PC 09
11	756024.41	9276217.05	2261.44	PC 10
12	755722.69	9276163.10	2254.71	PC 11
13	755411.60	9276403.38	2241.93	PC 12
14	755004.79	9276186.33	2247.17	PC 13
15	754806.49	9276435.87	2259.40	PC 14
16	754650.55	9273287.59	2321.15	PA 01
17	754553.40	9273314.65	2318.25	PA 02
18	754467.57	9273382.29	2316.40	PA 03
19	754407.15	9273466.01	2314.84	PA 04
20	754317.78	9273544.09	2313.61	PA 05
21	754228.35	9273628.31	2312.23	PA 06
22	754137.97	9273652.51	2312.58	PA 07
23	754048.68	9273633.25	2311.75	PA 08
24	753954.73	9273635.89	2310.74	PA 09
25	753864.38	9273670.18	2307.32	PA 10
26	753864.33	9273721.39	2302.03	PA 11
27	753876.64	9273764.30	2300.14	PA 12
28	753871.68	9273832.54	2299.06	PA 13
29	753865.64	9273919.60	2298.35	PA 14
30	753860.44	9273987.29	2298.00	PA 15
31	753848.23	9274006.06	2298.38	PA 16
32	753844.37	9274092.09	2294.74	PA 17
33	753839.45	9274177.92	2290.50	PA 18
34	753834.81	9274253.62	2288.40	PA 19
35	753828.92	9274322.39	2287.04	PA 20
36	753819.99	9274407.93	2285.66	PA 21
37	753812.88	9274475.14	2284.43	PA 22
38	753806.18	9274560.73	2283.15	PA 23
39	753801.81	9274636.16	2281.40	PA 24
40	753797.44	9274709.58	2280.32	PA 25
41	753793.24	9274809.67	2279.53	PA 26
42	753783.91	9274871.63	2279.12	PA 27
43	753773.69	9274941.78	2278.45	PA 28
44	753763.11	9275007.23	2279.12	PA 29
45	753759.82	9275050.02	2277.09	PA 30
46	753754.21	9275133.13	2277.76	PA 31
47	753750.24	9275212.15	2275.97	PA 32
48	753743.89	9275271.56	2274.77	PA 33
49	753737.63	9275397.38	2272.42	PA 34
50	753732.54	9275526.60	2271.22	PA 35

CUADRO DE B.M'S

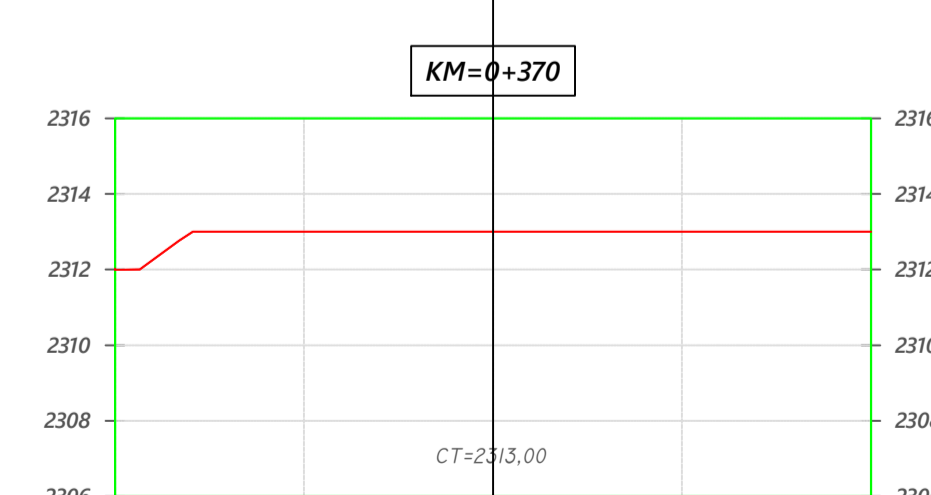
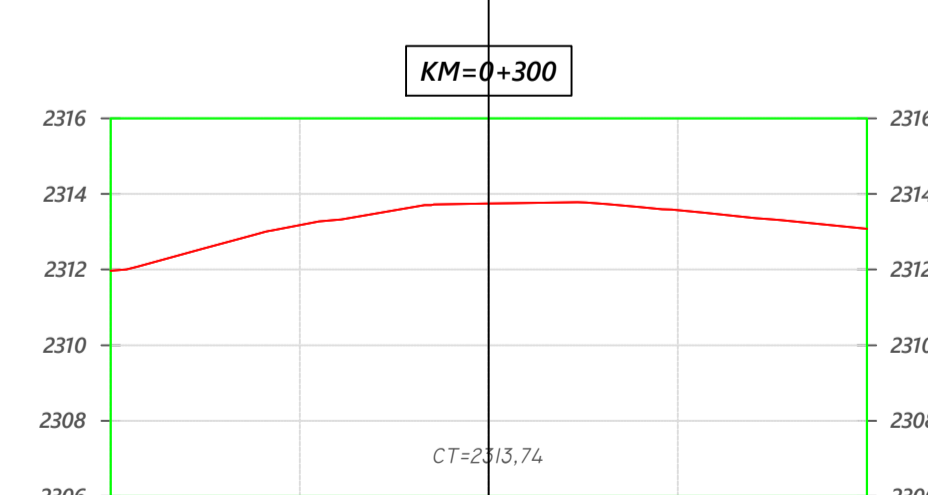
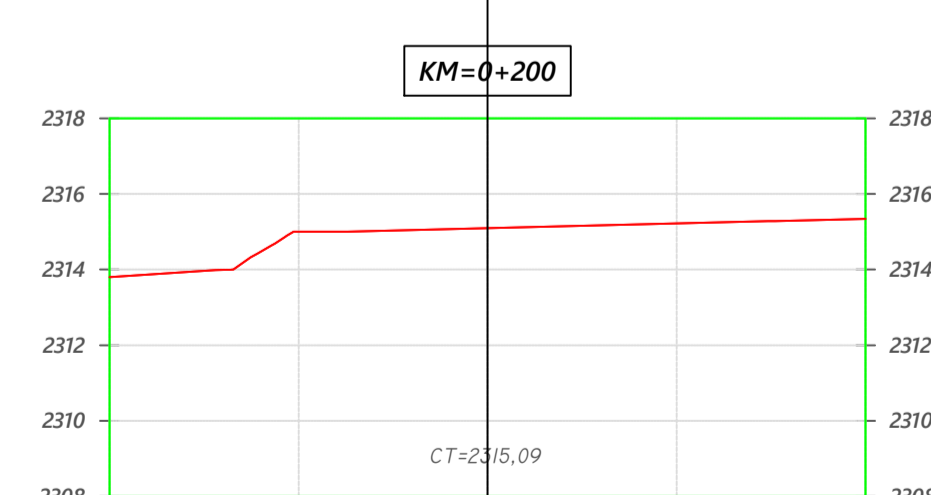
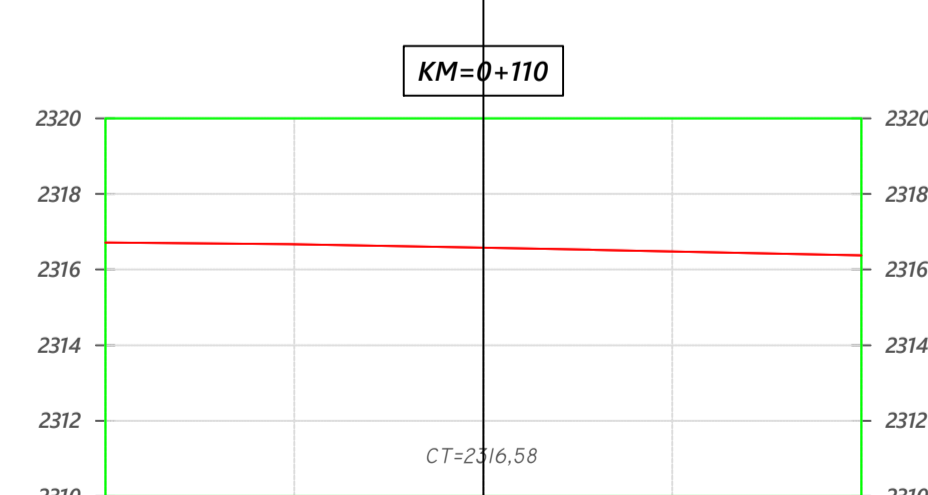
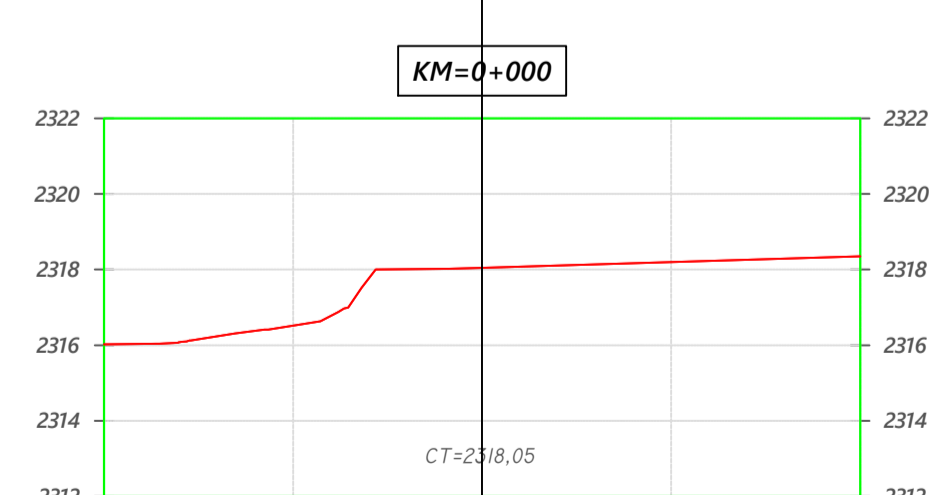
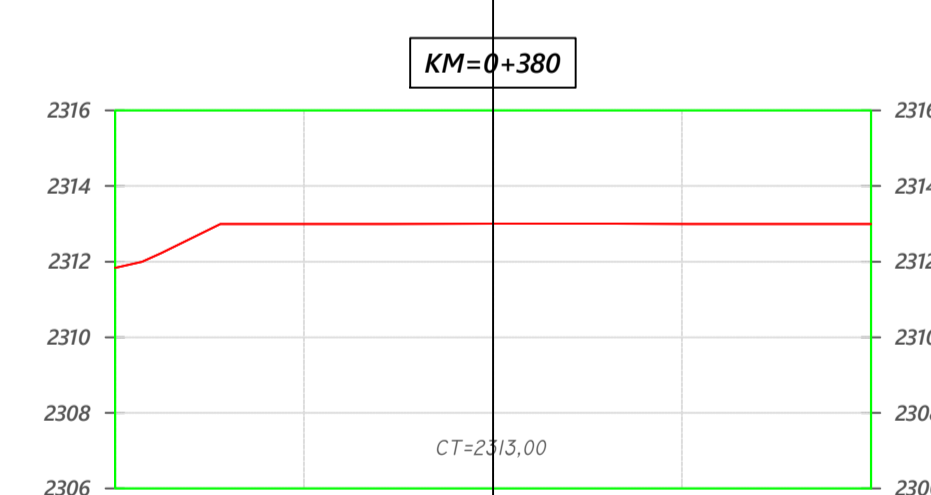
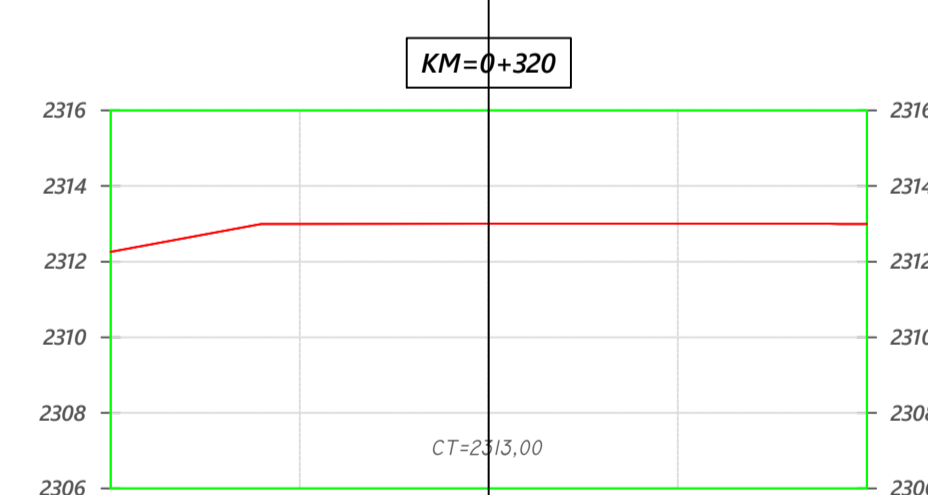
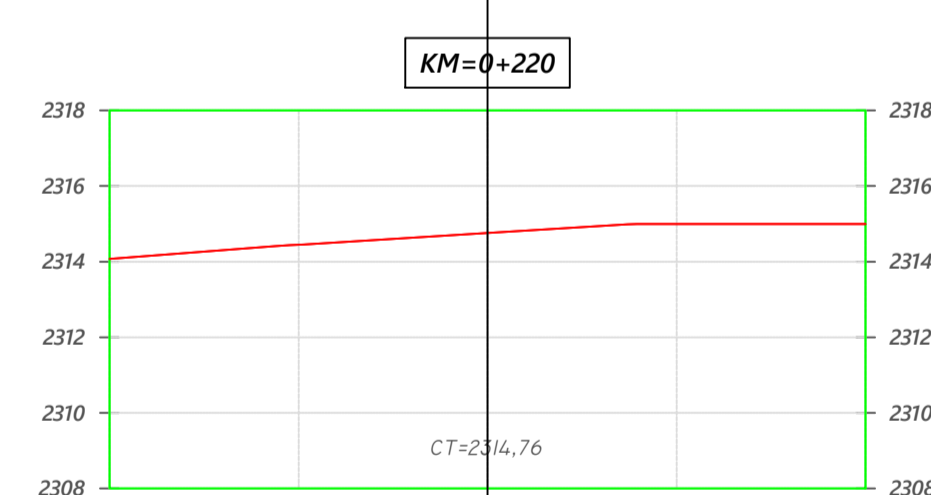
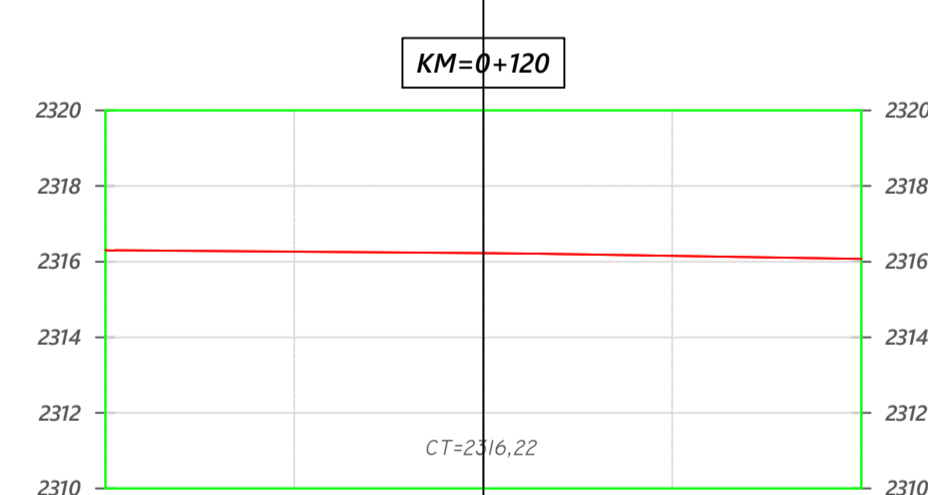
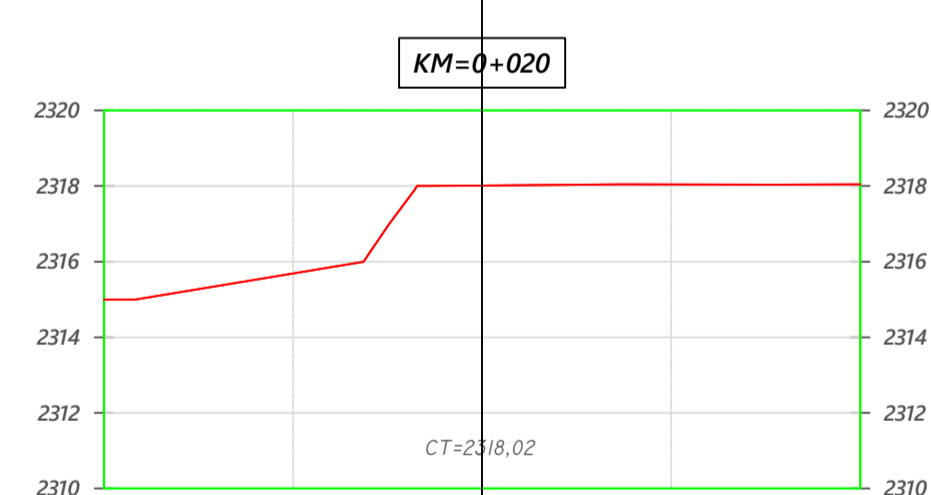
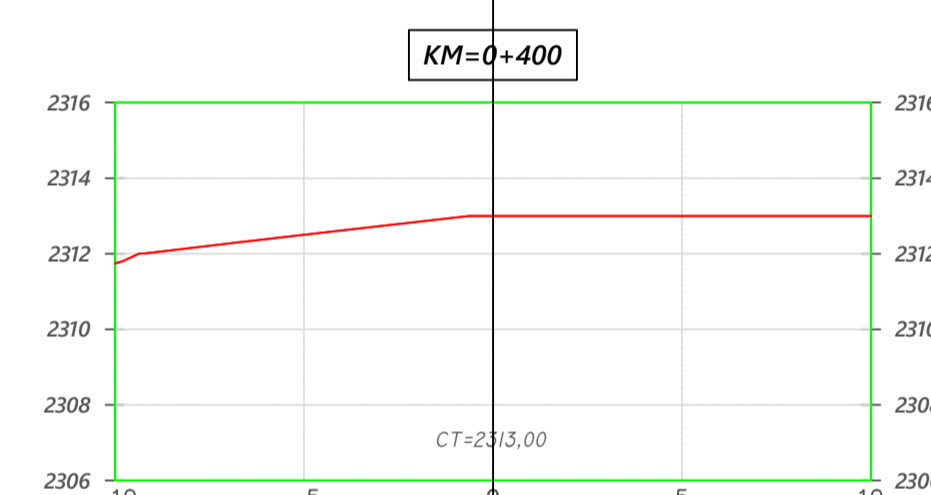
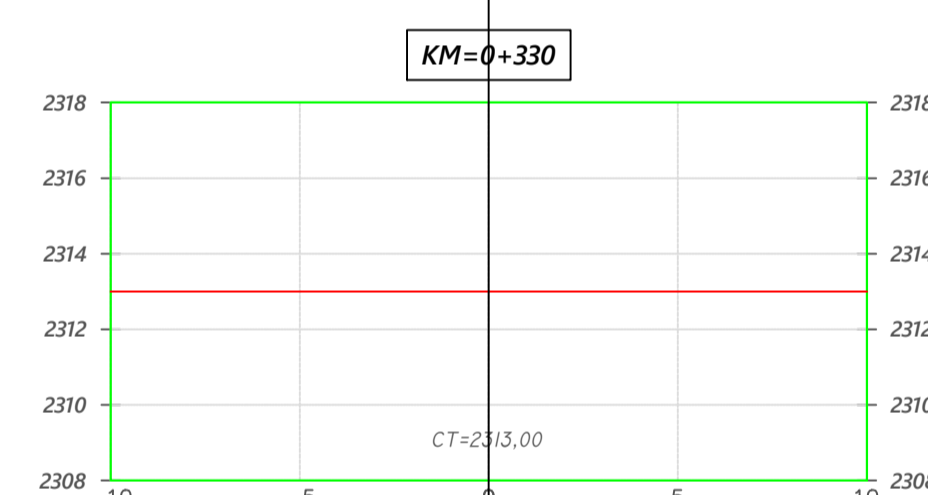
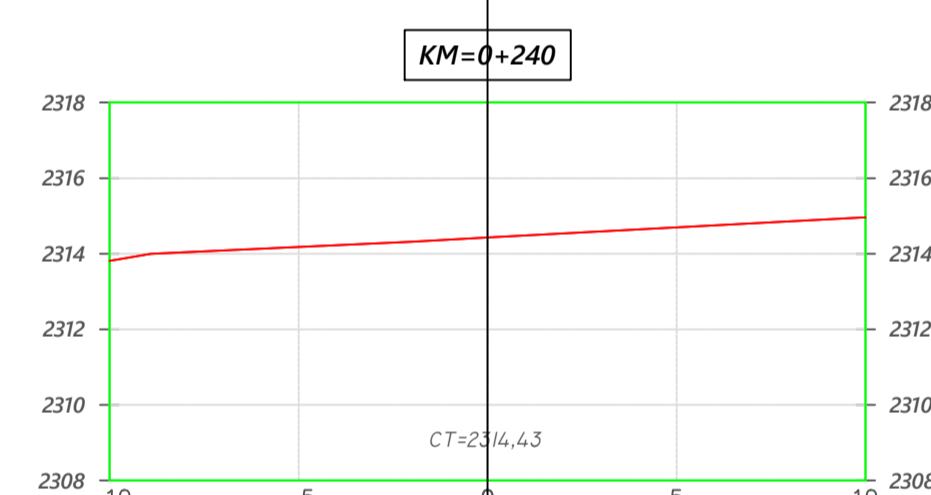
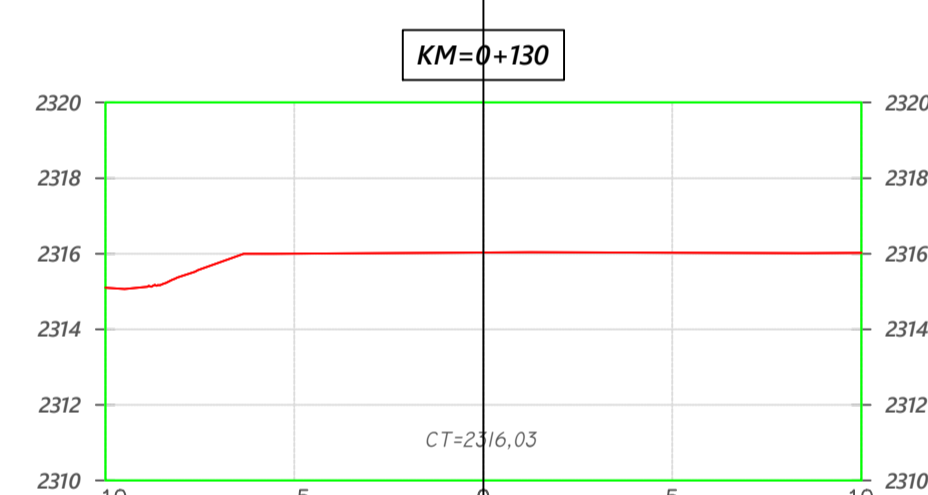
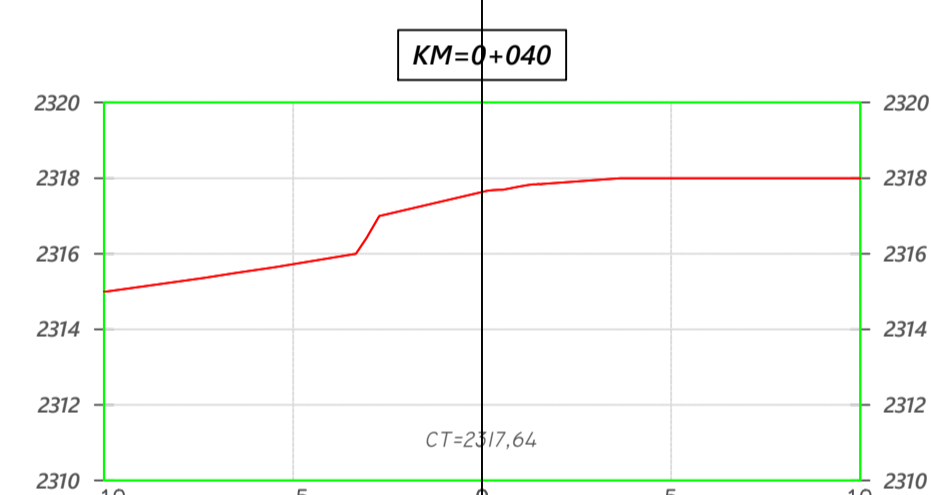
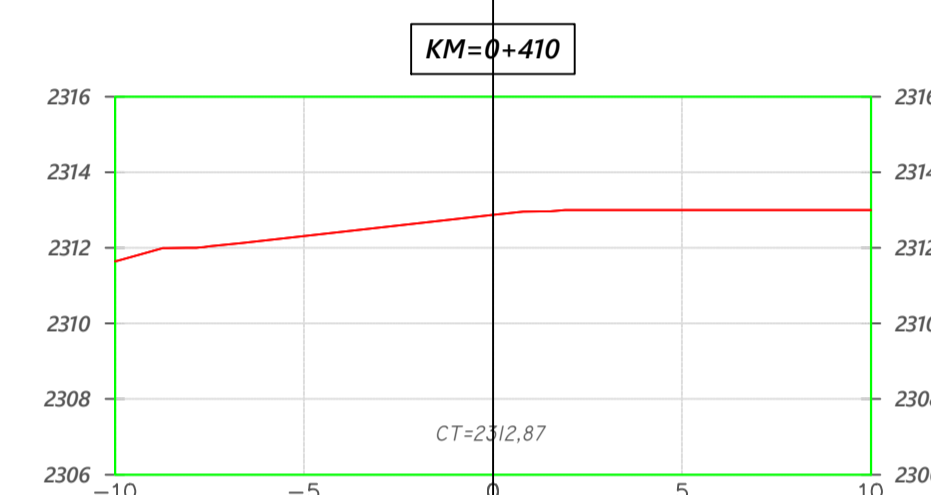
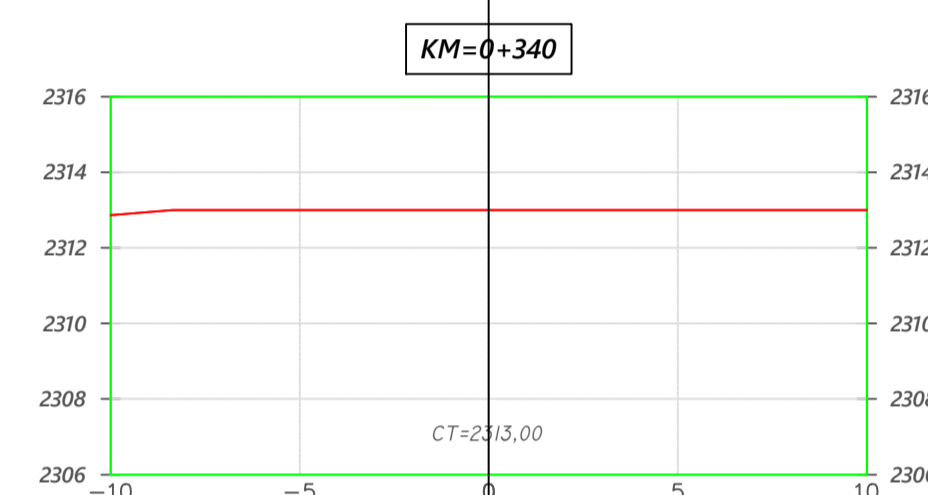
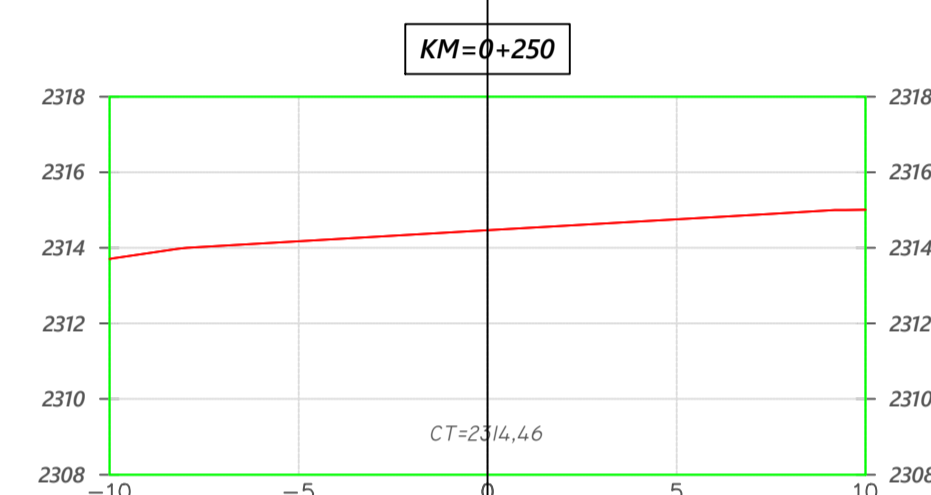
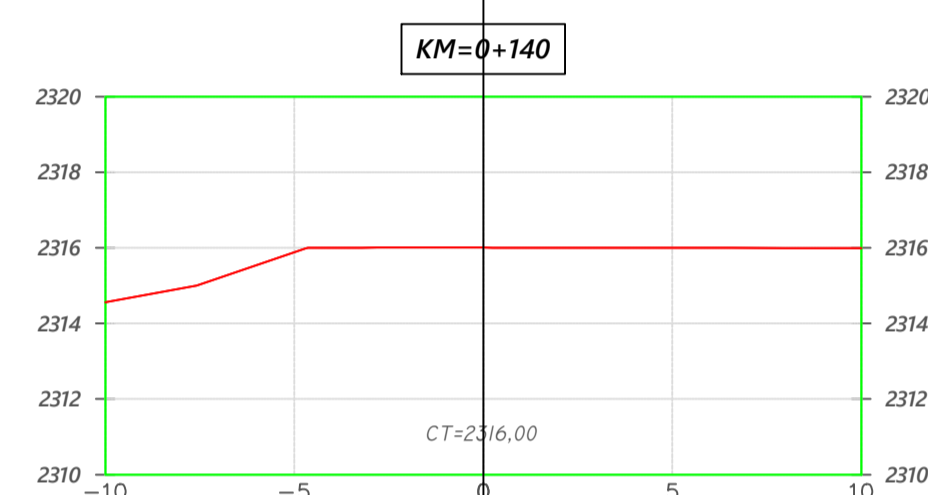
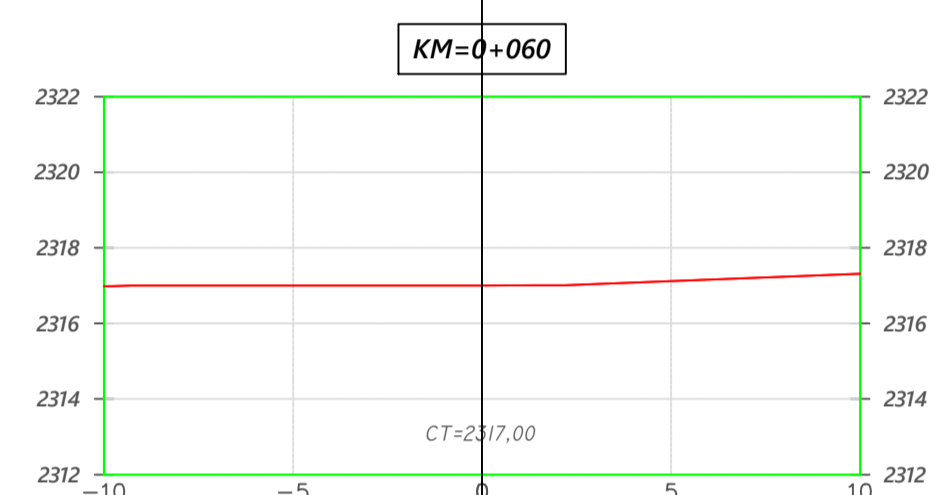
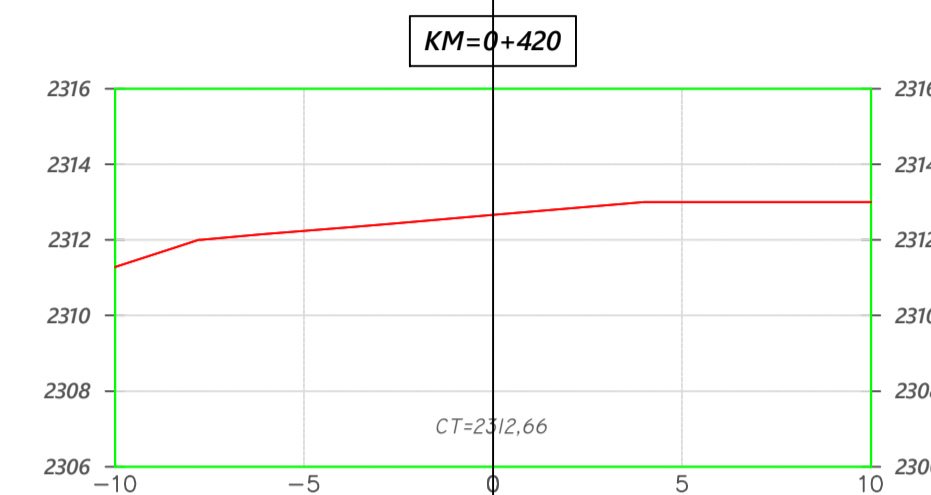
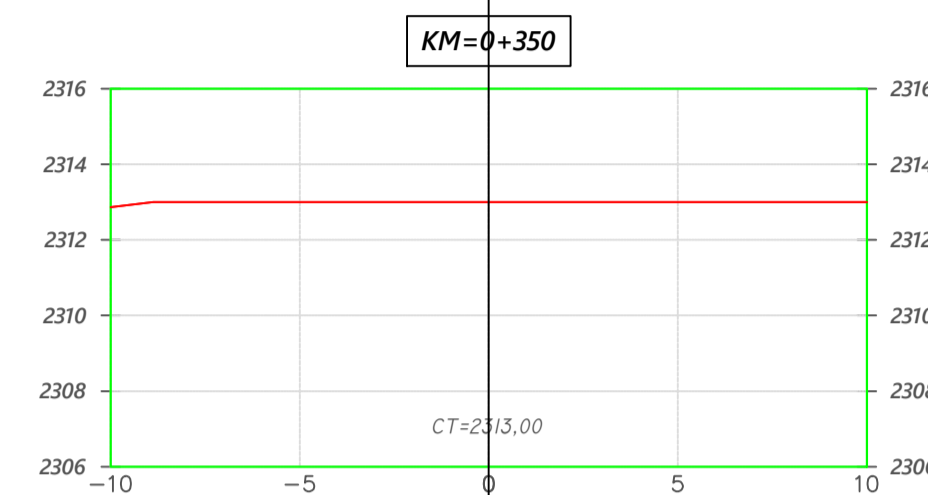
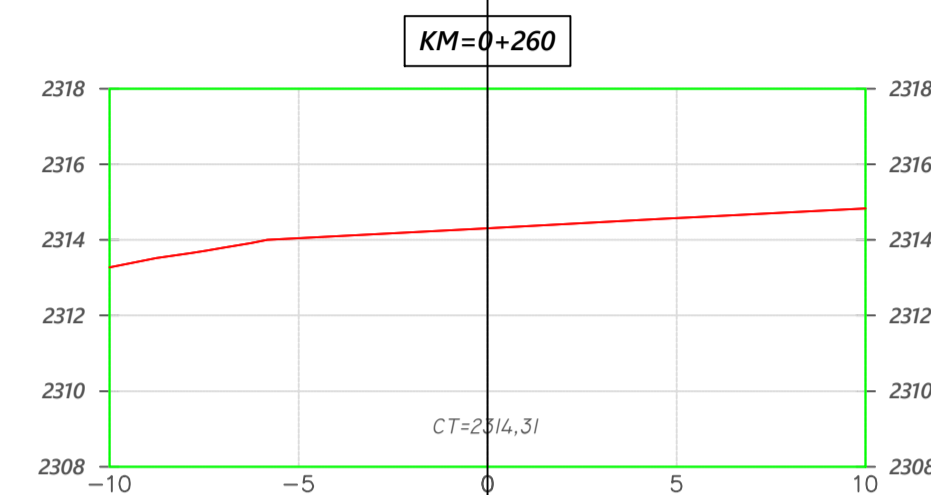
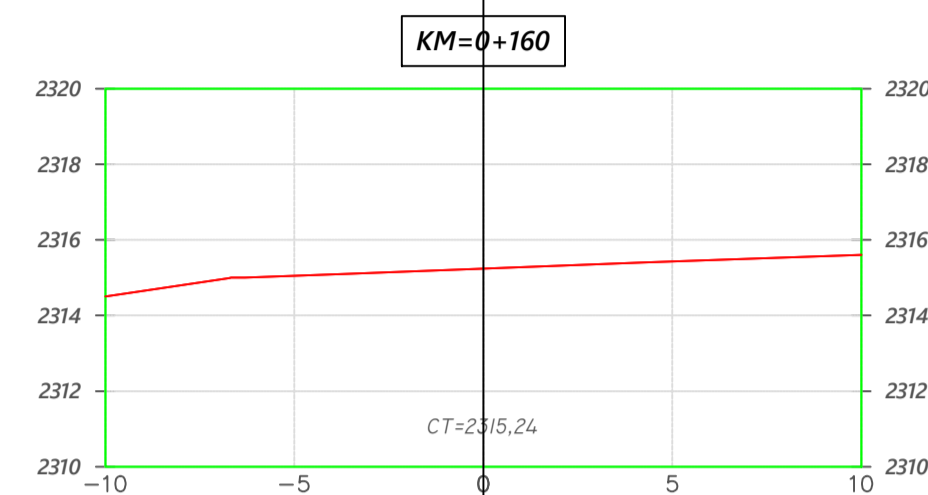
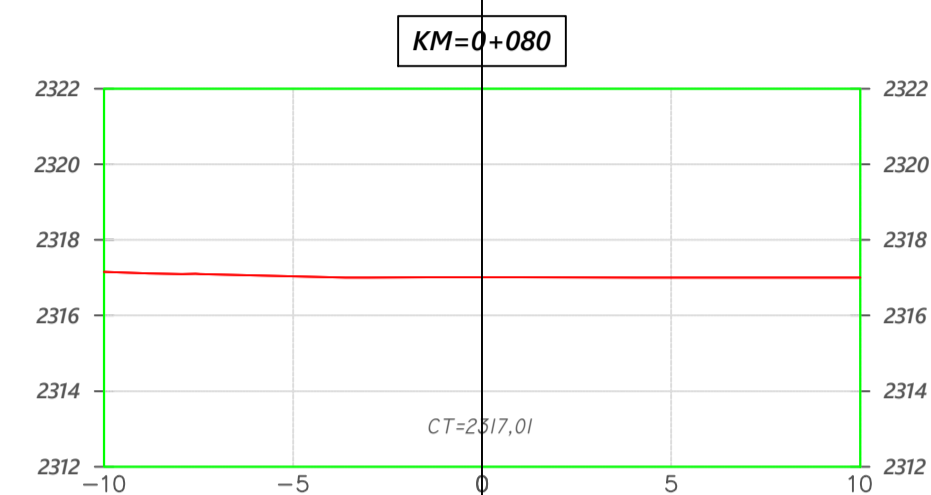
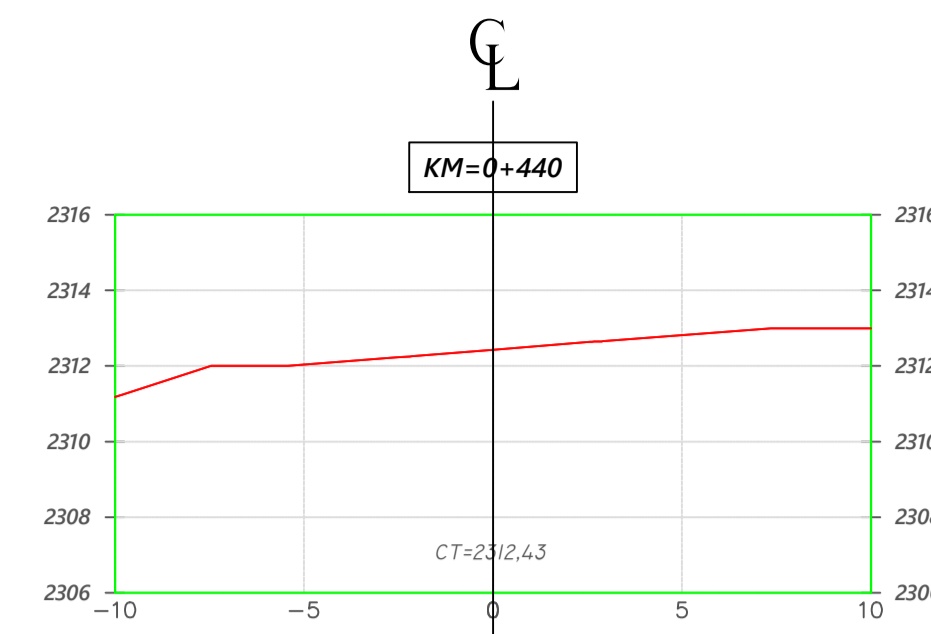
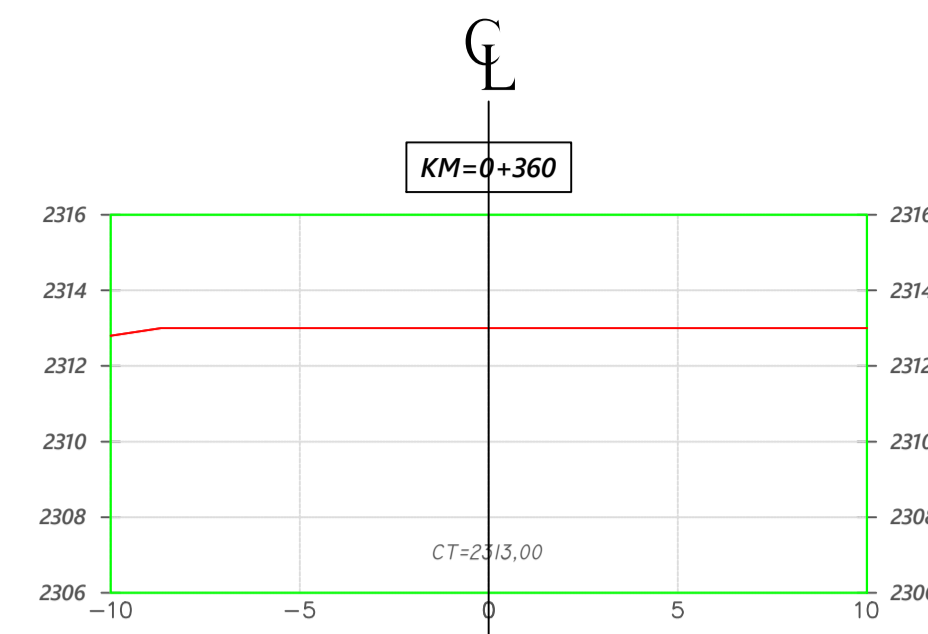
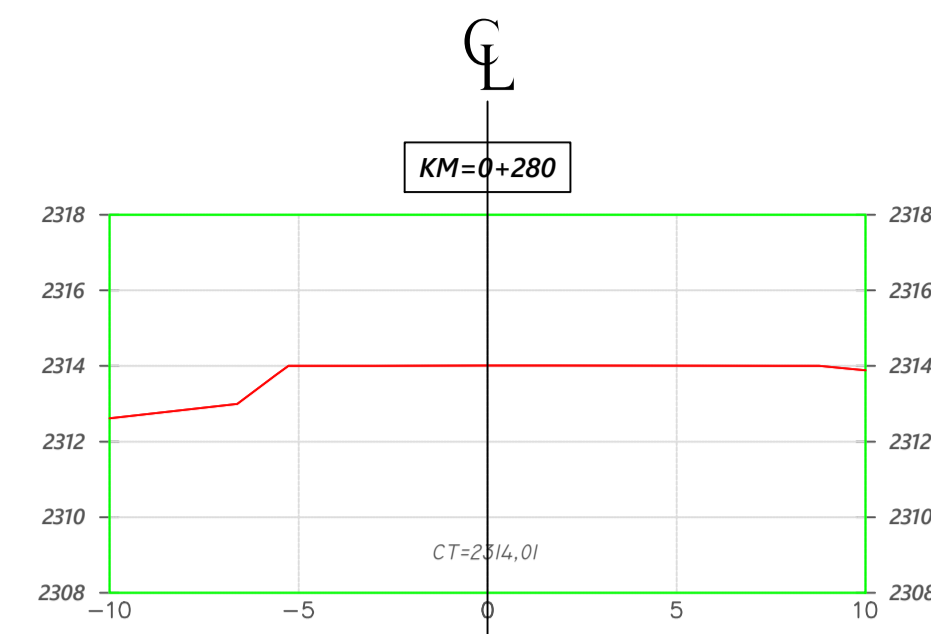
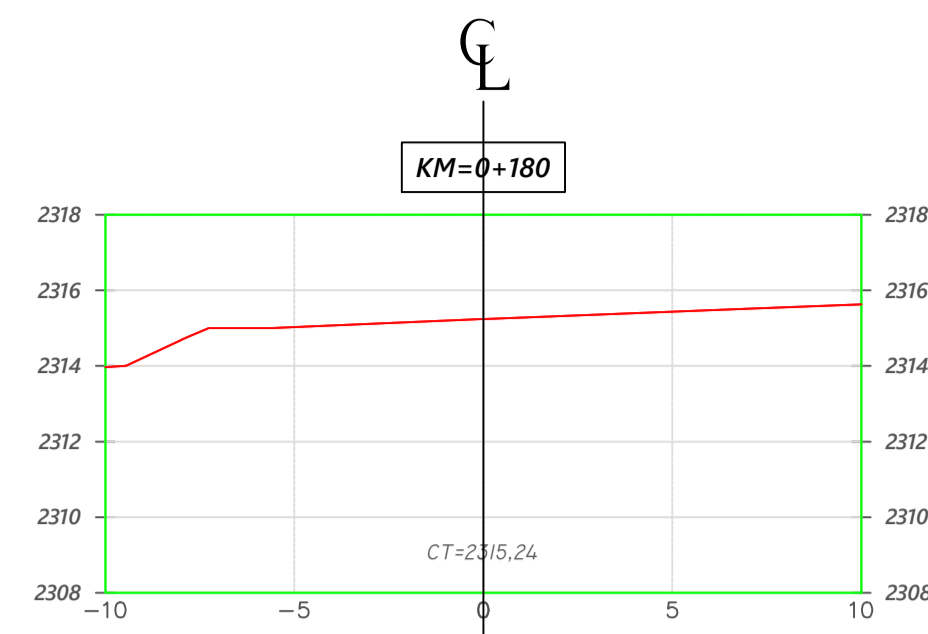
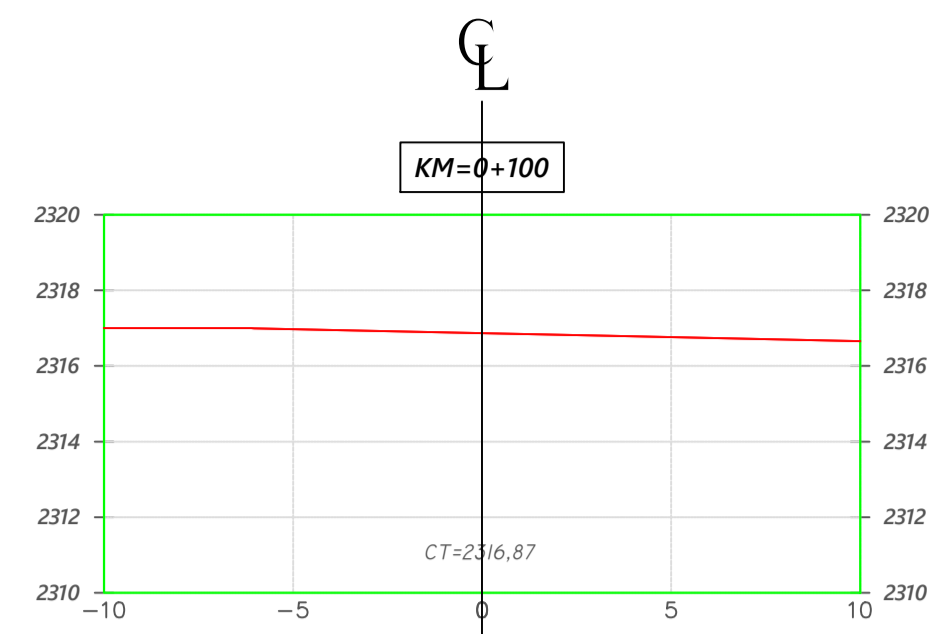
Punto	Este	Norte	Cota	Descripcion
51	757109.98	9273364.83	2269.85	PA 36
52	757073.82	9273434.12	2266.60	PA 37
53	757033.31	9273502.29	2265.12	PA 38
54	756984.34	9273561.20	2265.63	PA 39
55	756936.19	9273611.24	2265.75	PA 40
56	756884.63	9273662.92	2263.16	PA 41
57	756837.65	9273694.92	2263.10	PA 42
58	756786.27	9273800.69	2262.47	PA 43
59	756730.47	9273883.17	2262.84	PA 44
60	756682.66	9273958.93	2262.58	PA 45
61	756635.32	9274042.59	2262.08	PA 46
62	756589.03	9274085.71	2262.68	PA 47
63	756547.49	9274058.77	2262.53	PA 48
64	756504.24	9274044.82	2262.51	PA 49
65	756467.25	9274035.36	2264.39	PA 50
66	756428.69	9274016.87	2265.12	PA 51
67	756385.64	9274021.13	2263.87	PA 52
68	756346.68	9274020.25	2262.49	PA 53
69	756309.09	9274019.40	2259.23	PA 54
70	756273.04	9274018.67	2255.49	PA 55
71	756238.84	9274018.22	2253.47	PA 56
72	756204.47	9274017.82	2254.33	PA 57
73	756171.20	9274018.81	2255.52	PA 58
74	756139.49	9274019.11	2253.03	PA 59
75	756108.74	9274019.35	2249.80	PA 60
76	756078.27	9274019.87	2247.41	PA 61
77	756048.36	9274019.16	2244.87	PA 62
78	756018.78	9274018.24	2242.88	PA 63
79	755989.44	9274017.12	2241.50	PA 64
80	755960.49	9274016.17	2241.51	PA 65
81	755931.27	9274015.96	2243.42	PA 66
82	755902.81	9274015.80	2244.90	PA 67
83	755874.98	9274015.03	2250.69	PA 68
84	755847.78	9274014.22	2254.06	PA 69
85	755820.95	9274013.12	2258.35	PA 70
86	755794.89	9274012.15	2259.33	PA 71
87	755769.22	9274011.32	2260.24	PA 72
88	755744.14	9274010.61	2261.58	PA 73
89	755719.80	9274009.91	2261.73	PA 74
90	755696.02	9274009.27	2262.60	PA 75
91	755672.96	9274008.67	2265.25	PA 76
92	755650.19	9274008.11	2240.07	PA 77
93	755627.40	9274007.61	2246.14	PA 78
94	755604.81	9274007.12	2263.99	PA 79
95	755582.44	9274006.66	2265.97	PA 80
96	755560.28	9274006.23	2273.21	PA 81
97	755538.35	9274005.83	2282.05	PA 82
98	755516.66	9274005.45	2299.68	PA 83
99	755495.20	9274005.08	2307.40	PA 84
100	755474.00	9274004.71	2315.51	PA 85

**LEYENDA**

- Eje carretera
- Curva mayor
- Curva menor
- Rasante
- Punto de apoyo y control
- Número de Curva horizontal

<p><b>UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA</b> <b>FACULTAD DE INGENIERÍA</b> <b>ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL</b></p>		AUTOR:	Bach. Karl Emerson, Mejía Hurtado	TEMA:	"ESTUDIO COMPARATIVO ENTRE LAS VELOCIDADES DE OPERACIÓN OBTENIDAS CON LAS ECUACIONES DE FITZPATRICK Y LAS MEDIDAS EN EL TRAMO CHOTA - EL PARAISO"	REGIÓN:	Cajamarca	PLANO:	PLANTA Y PERFIL	ESCALA:	1/2000	CÓDIGO:	PP-07
		ASESOR:	Ing. Alejandro, Cubas Becerra	PROVINCIA:	Chota	TRAMO:	km.6+000 - 6+690	FECHA:	2023				
		DISTRITO:	Chota										

## **ANEXO F.4: Planos de secciones transversales**



COTAS (m)

DISTANCIA HORIZONTAL (m)



**UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA**  
**ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL**



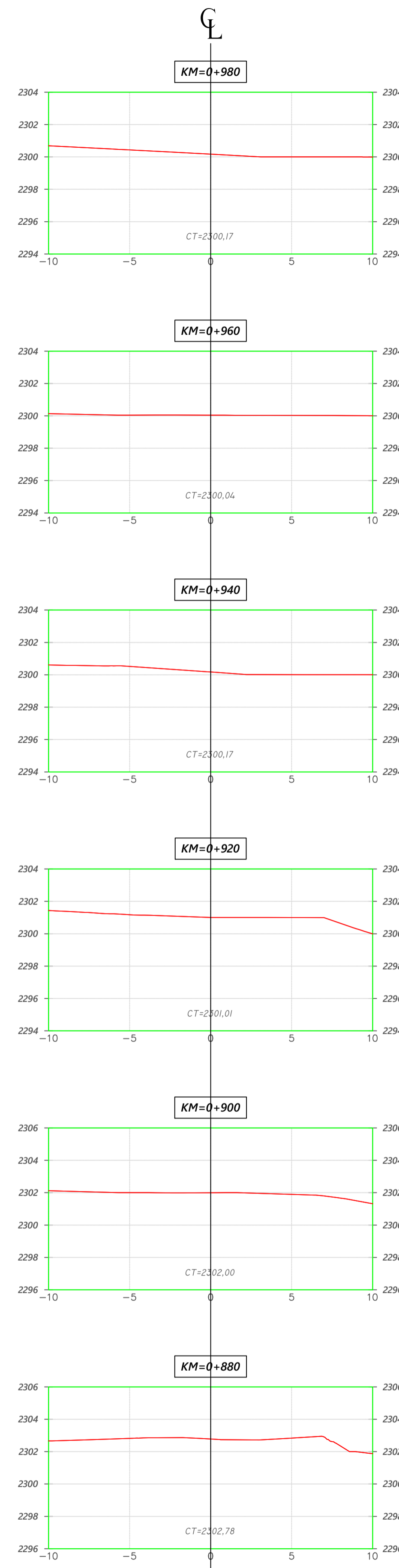
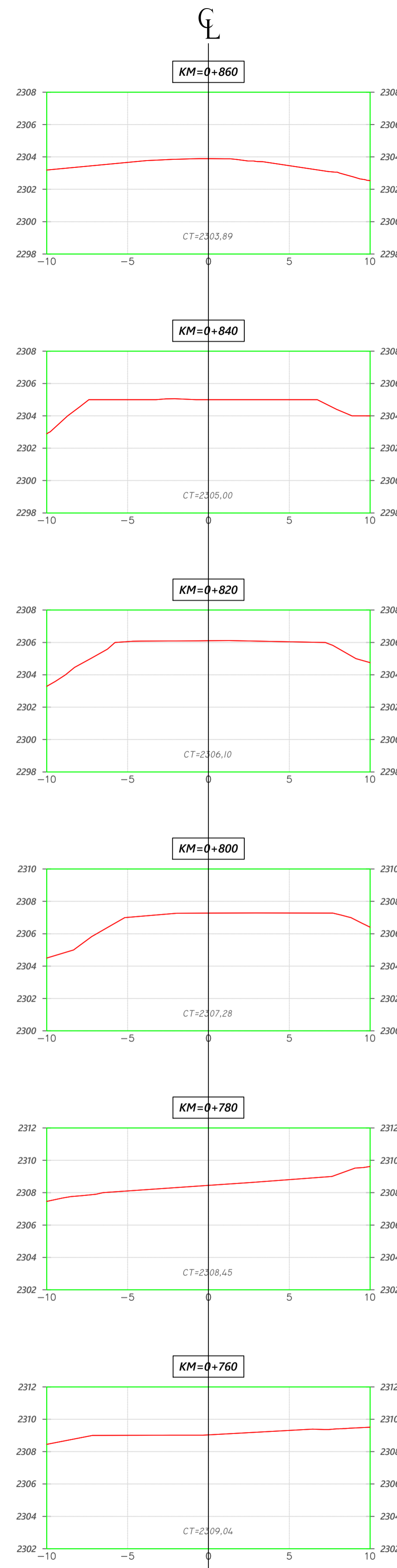
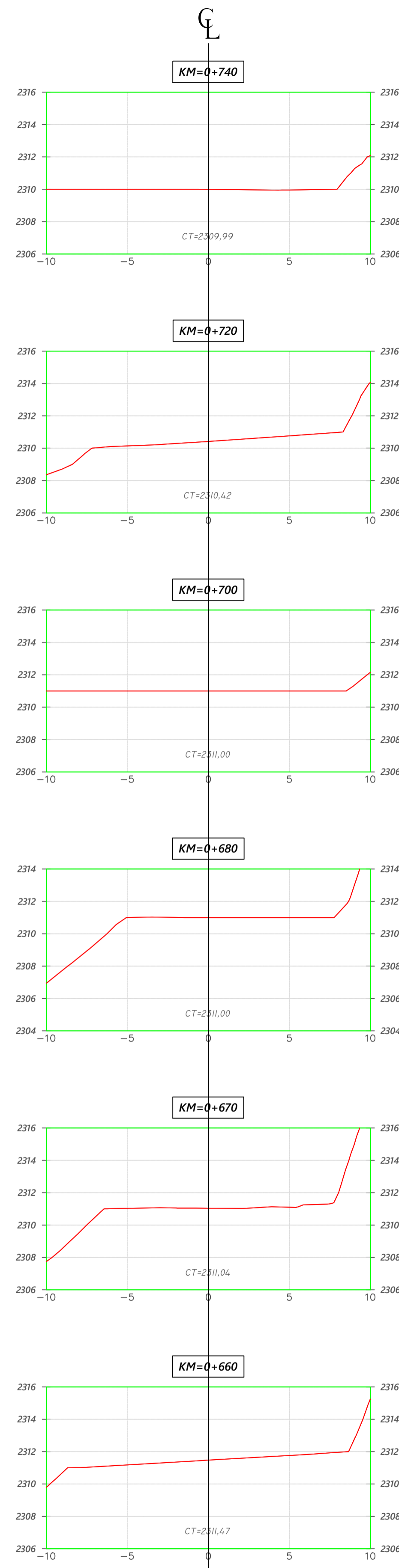
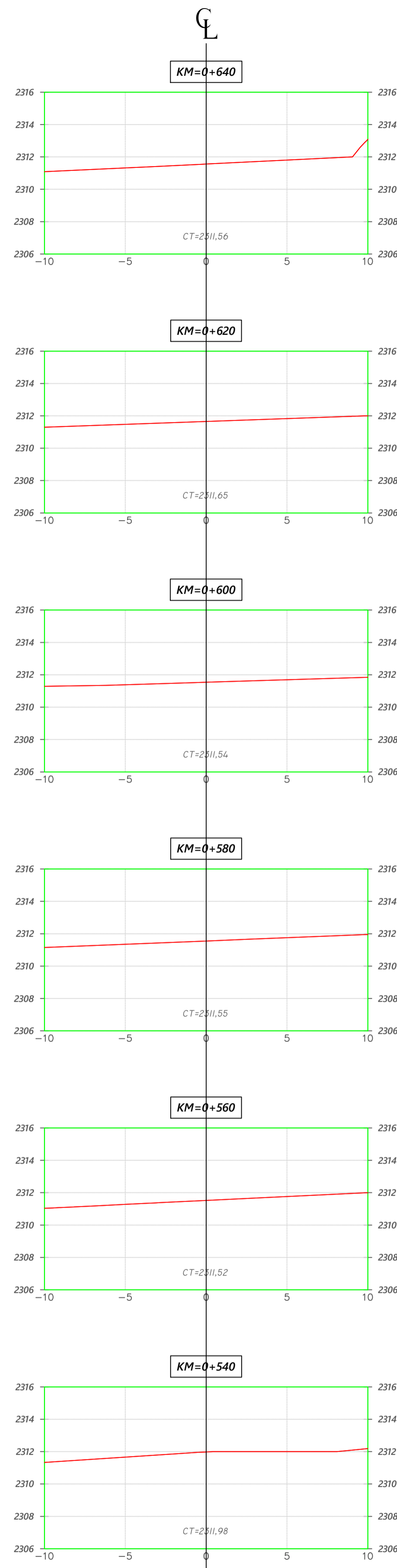
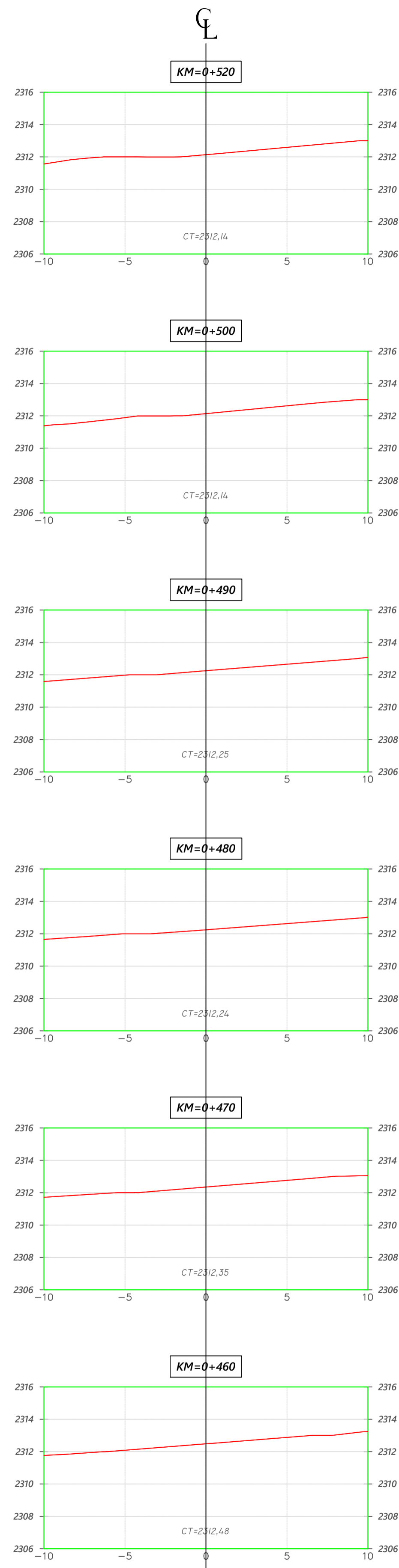
**AUTOR:**  
 Bach. Karl Emerson, Mejía Hurtado  
**ASESOR:**  
 Ing. Alejandro, Cubas Becerra

**TEMA:**  
 "ESTUDIO COMPARATIVO ENTRE LAS VELOCIDADES DE OPERACIÓN  
 OBTENIDAS CON LAS ECUACIONES DE FITZPATRICK Y LAS MEDIDAS EN EL  
 TRAMO CHOTA - EL PARAISO"

**REGIÓN:** Cajamarca  
**PROVINCIA:** Chota  
**DISTRITO:** Chota

**PLANO:** SECCIONES TRANSVERSALES  
**TRAMO:** km.0+000 - 0+440

**ESCALA:** 1/500  
**CÓDIGO:** ST-01  
**FECHA:** 2023



COTAS (m)

DISTANCIA HORIZONTAL (m)



**UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA**  
**ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL**



**AUTOR:**  
 Bach. Karl Emerson, Mejía Hurtado  
**ASESOR:**  
 Ing. Alejandro, Cubas Becerra

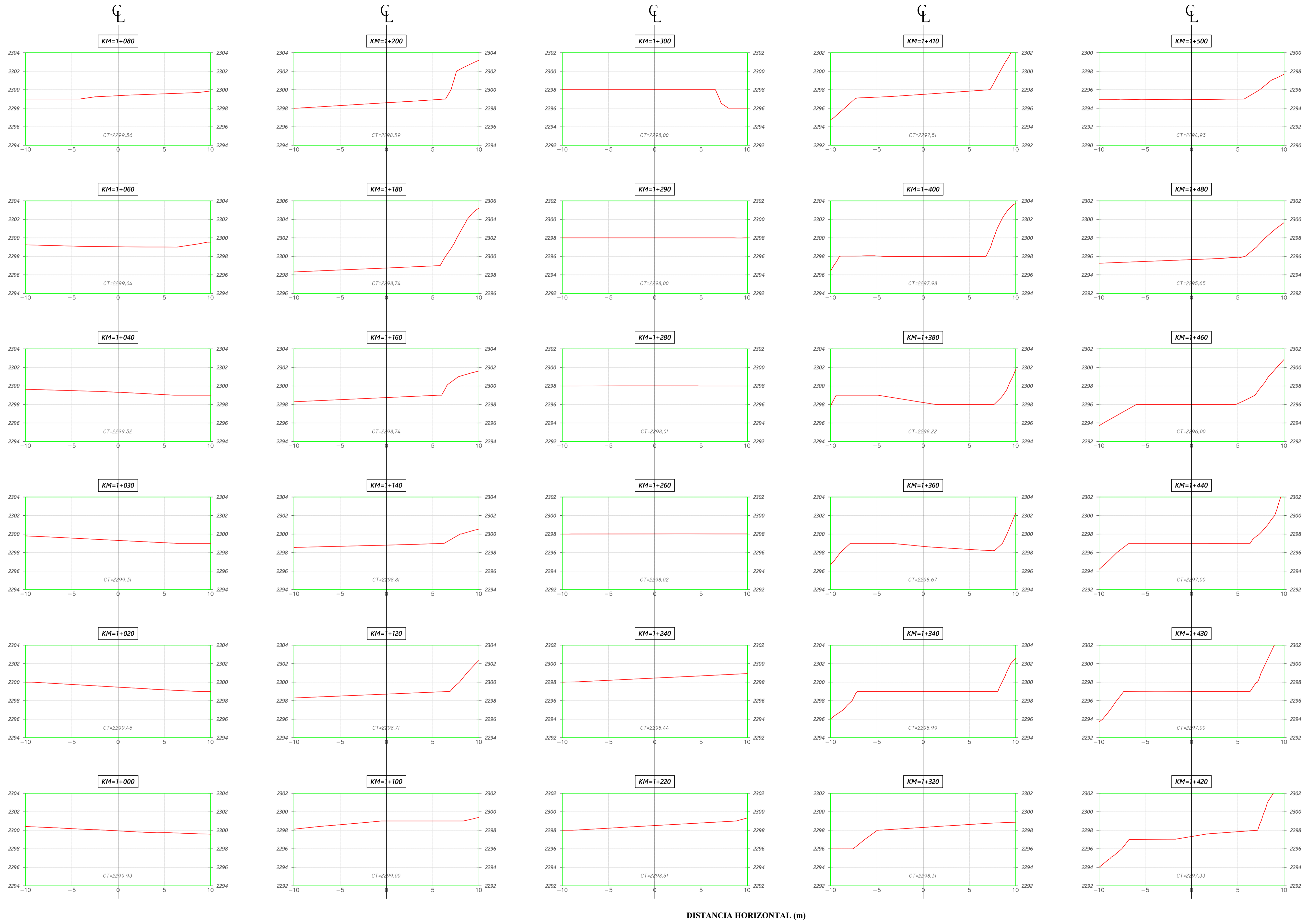
**TEMA:**  
 "ESTUDIO COMPARATIVO ENTRE LAS VELOCIDADES DE OPERACIÓN  
 OBTENIDAS CON LAS ECUACIONES DE FITZPATRICK Y LAS MEDIDAS EN EL  
 TRAMO CHOTA - EL PARAISO"

**REGIÓN:** Cajamarca  
**PROVINCIA:** Chota  
**DISTRITO:** Chota

**PLANO:** SECCIONES TRANSVERSALES  
**TRAMO:** km.0+460 - 0+980

**ESCALA:** 1/500  
**CÓDIGO:** ST-02  
**FECHA:** 2023





COTAS (m)

DISTANCIA HORIZONTAL (m)



**UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA**  
**ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL**



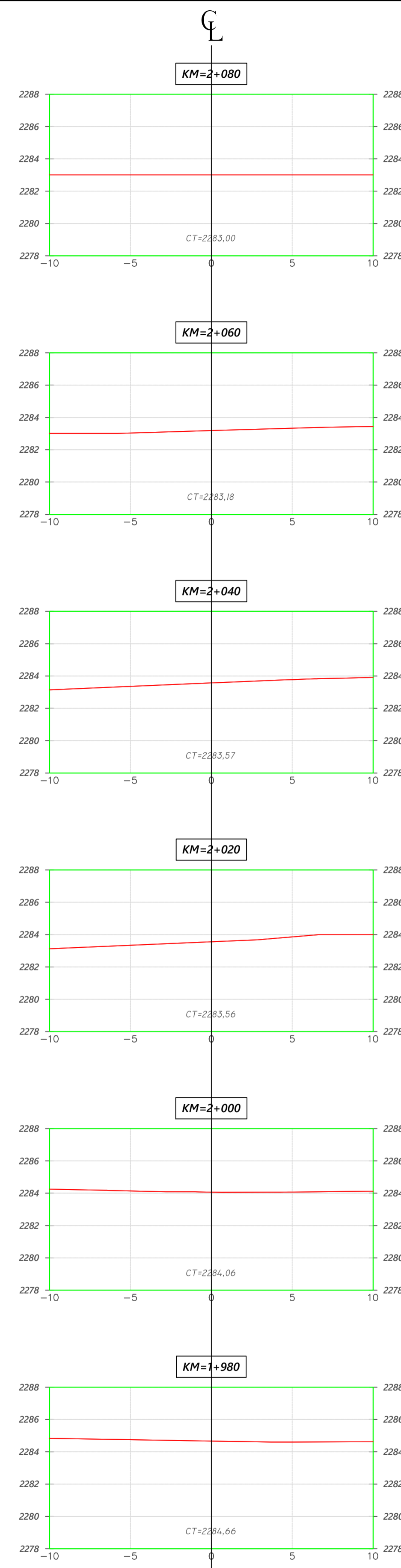
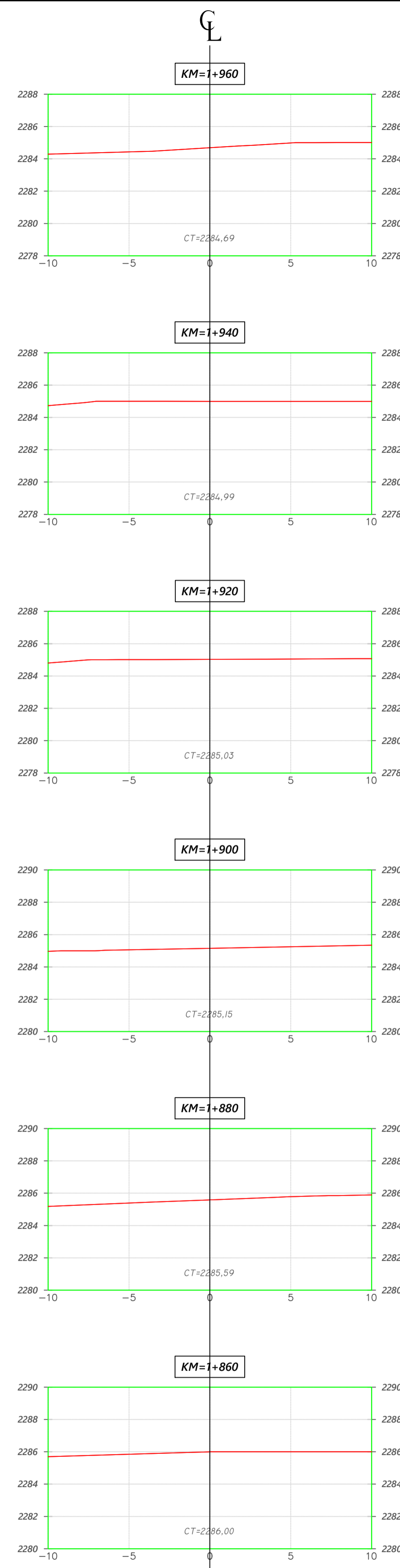
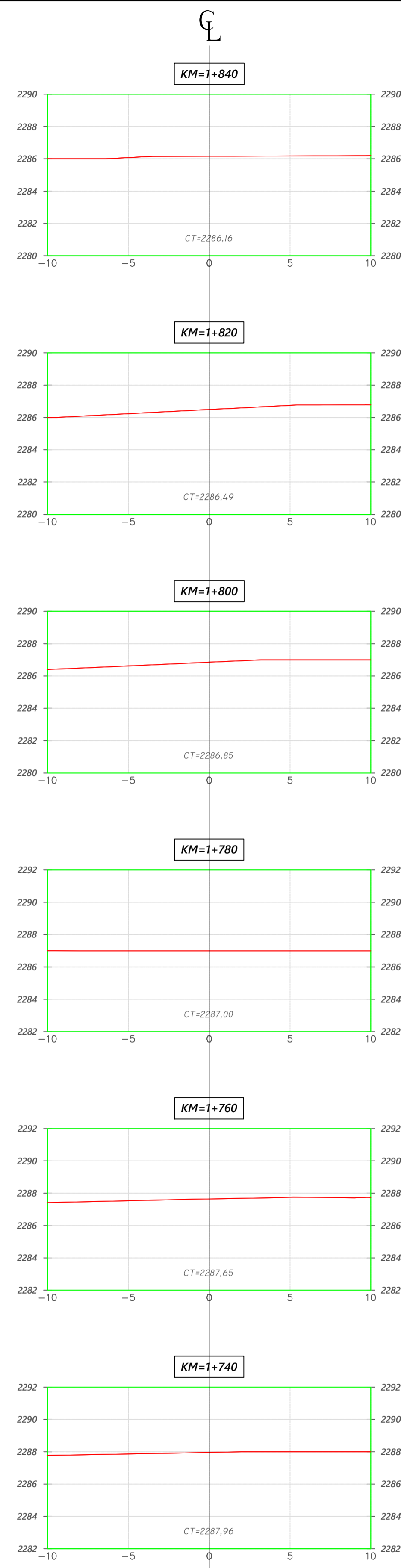
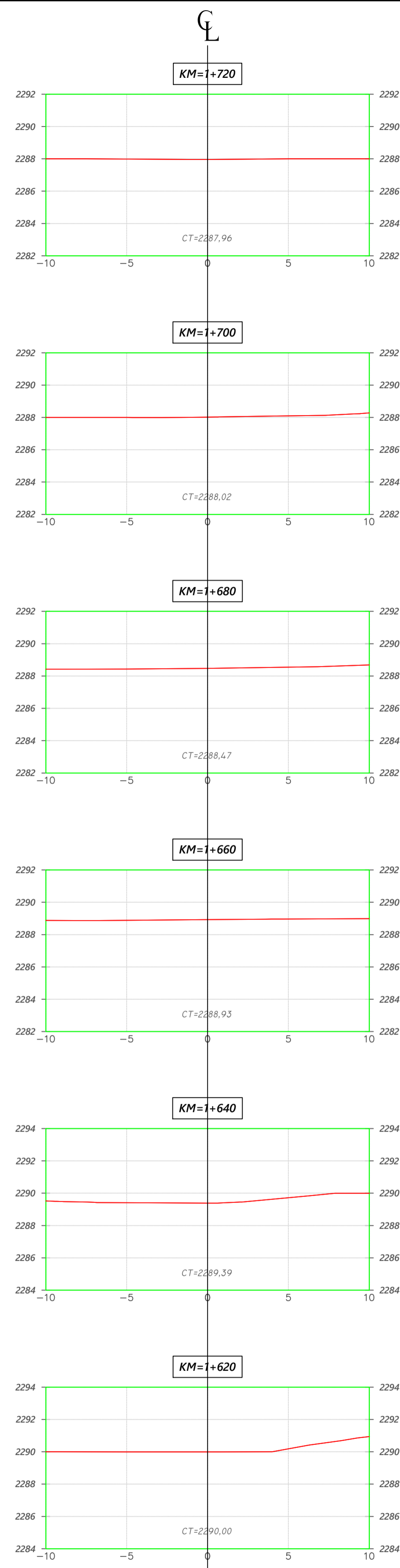
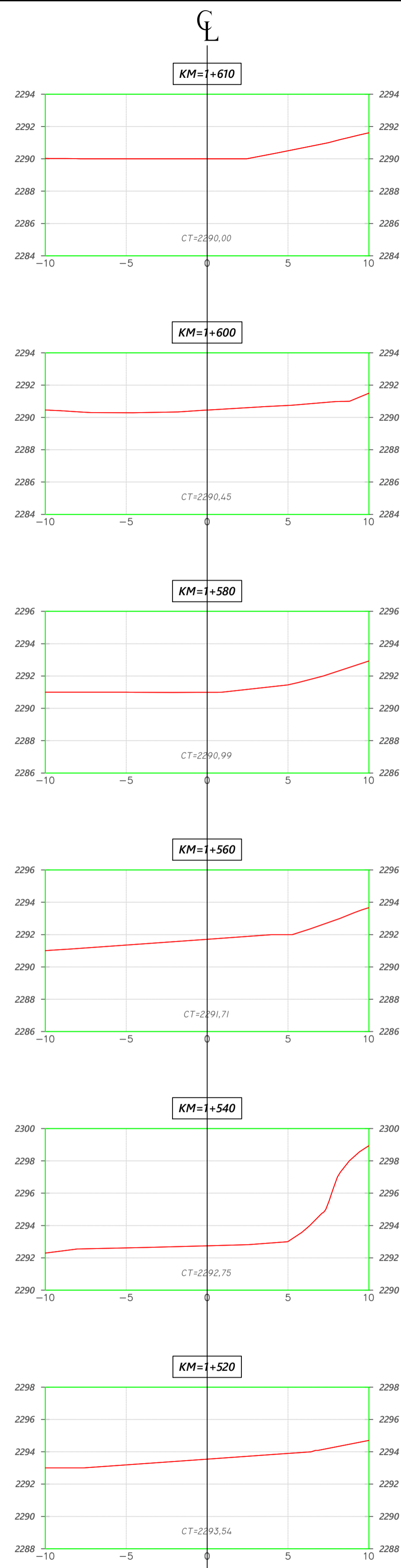
**AUTOR:**  
 Bach. Karl Emerson, Mejía Hurtado  
**ASESOR:**  
 Ing. Alejandro, Cubas Becerra

**TEMA:**  
 "ESTUDIO COMPARATIVO ENTRE LAS VELOCIDADES DE OPERACIÓN OBTENIDAS CON LAS ECUACIONES DE FITZPATRICK Y LAS MEDIDAS EN EL TRAMO CHOTA - EL PARAISO"

**REGIÓN:** Cajamarca  
**PROVINCIA:** Chota  
**DISTRITO:** Chota

**PLANO:** SECCIONES TRANSVERSALES  
**TRAMO:** km.1+000 - 1+500

**ESCALA:** 1/500  
**CÓDIGO:** ST-03  
**FECHA:** 2023



COTAS (m)

DISTANCIA HORIZONTAL (m)



**UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA**  
**ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL**



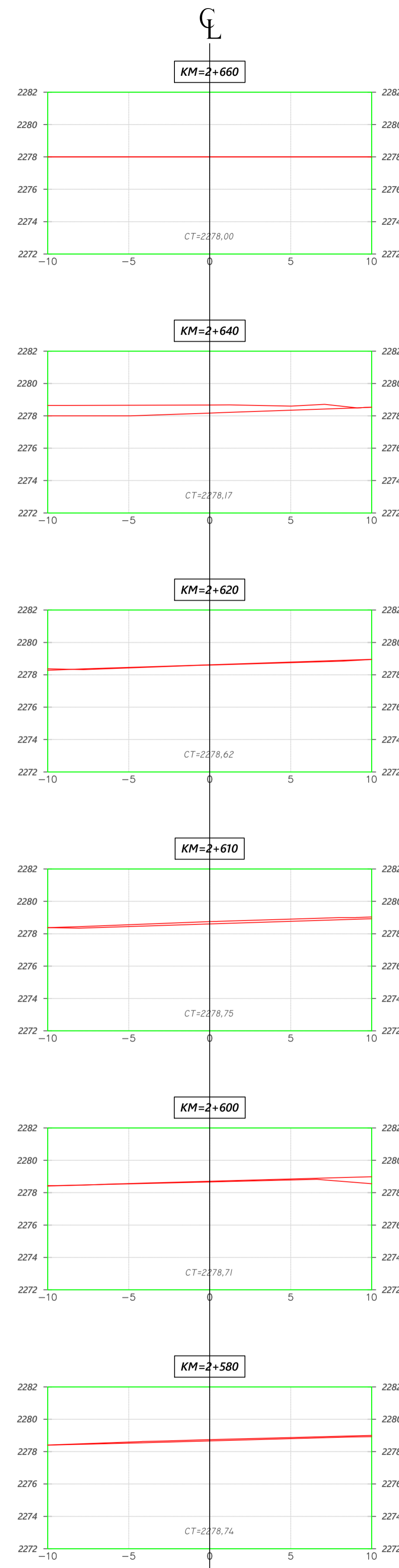
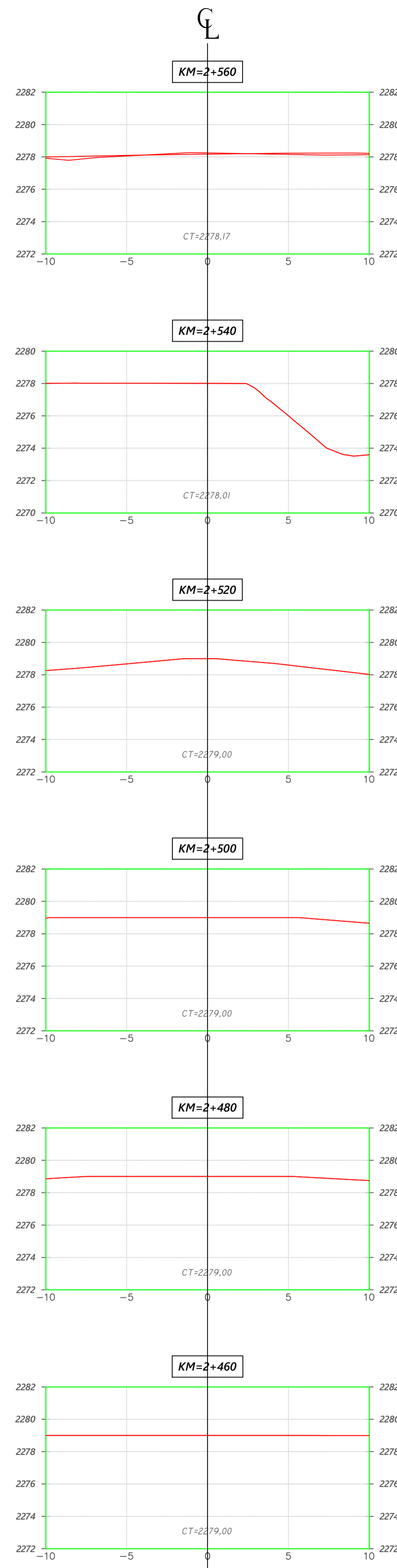
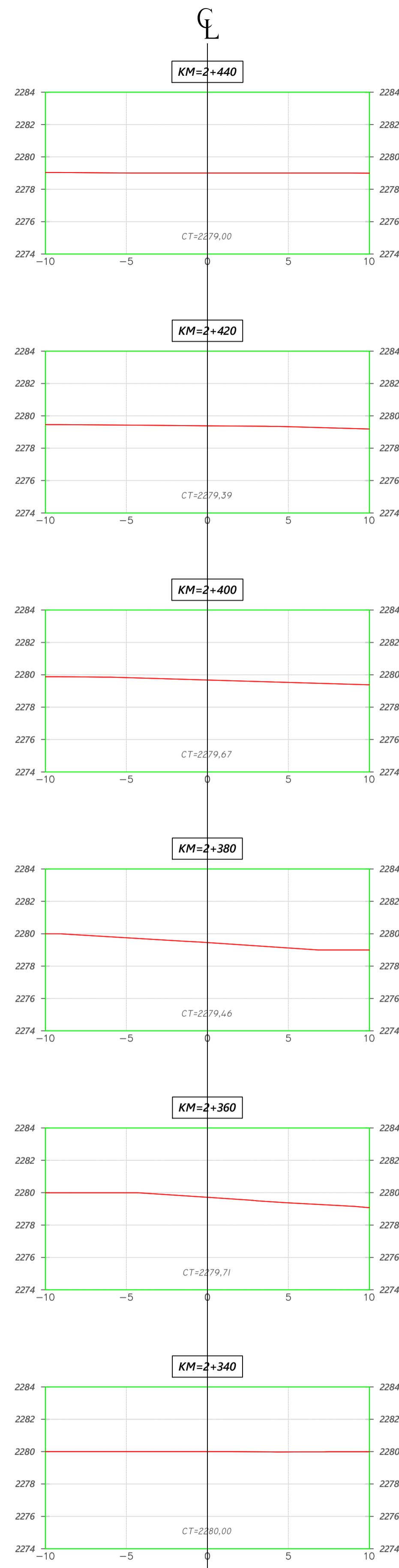
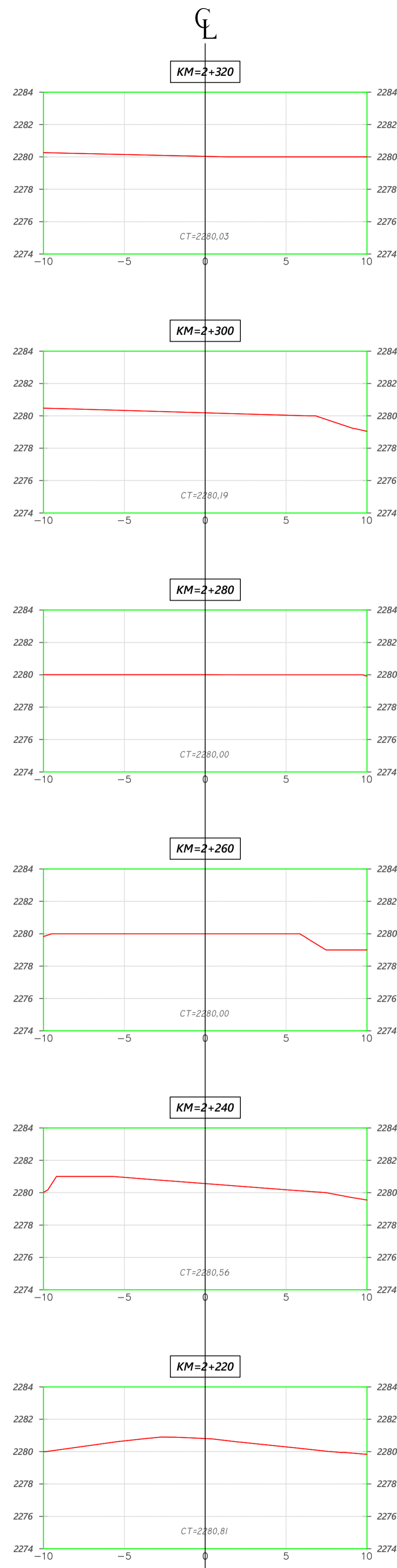
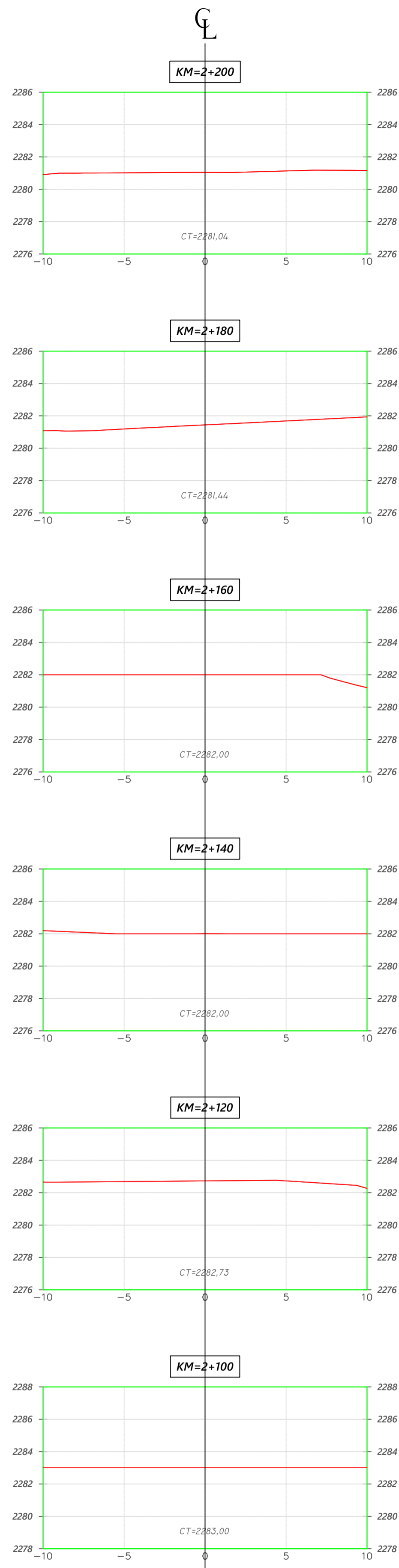
**AUTOR:**  
 Bach. Karl Emerson, Mejía Hurtado  
**ASESOR:**  
 Ing. Alejandro, Cubas Becerra

**TEMA:**  
 "ESTUDIO COMPARATIVO ENTRE LAS VELOCIDADES DE OPERACIÓN  
 OBTENIDAS CON LAS ECUACIONES DE FITZPATRICK Y LAS MEDIDAS EN EL  
 TRAMO CHOTA - EL PARAISO"

**REGIÓN:** Cajamarca  
**PROVINCIA:** Chota  
**DISTRITO:** Chota

**PLANO:** SECCIONES TRANSVERSALES  
**TRAMO:** km.1+520 - 2+080

**ESCALA:** 1/500  
**FECHA:** 2023  
**CÓDIGO:** ST-04



DISTANCIA HORIZONTAL (m)

COTAS (m)



**UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA**  
**ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL**



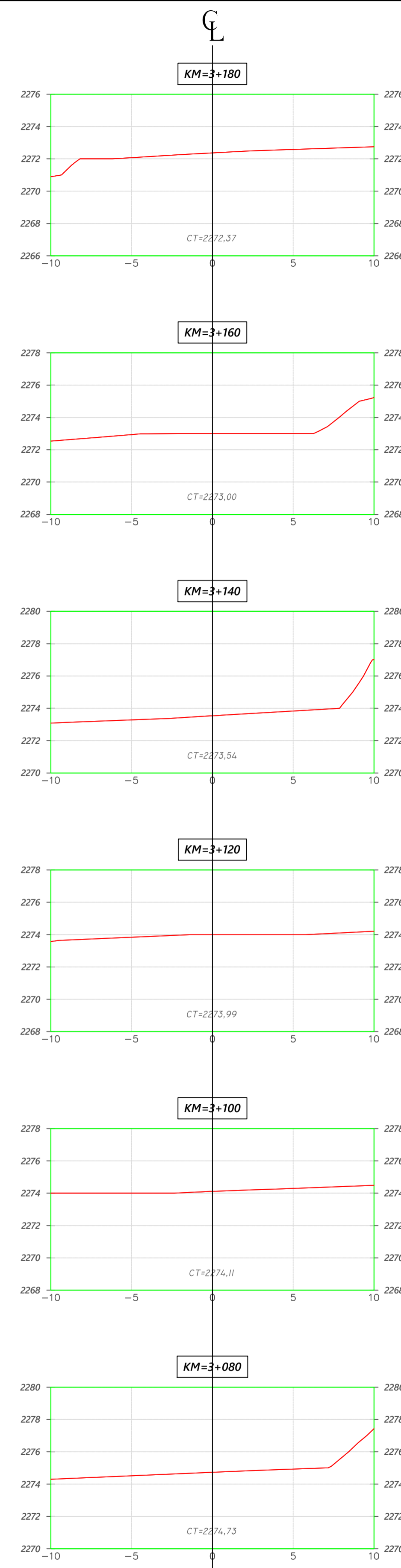
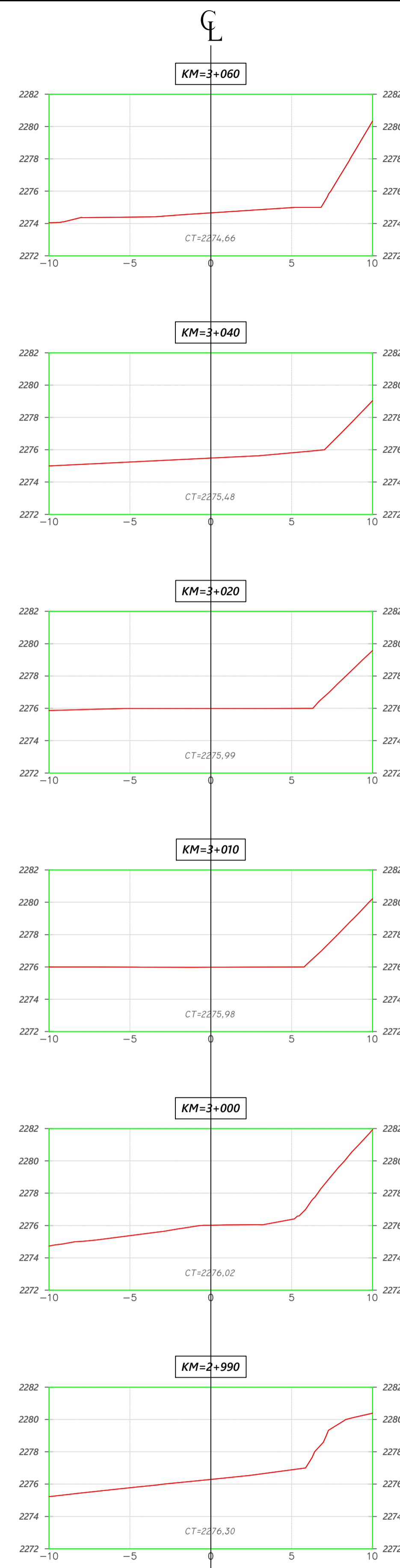
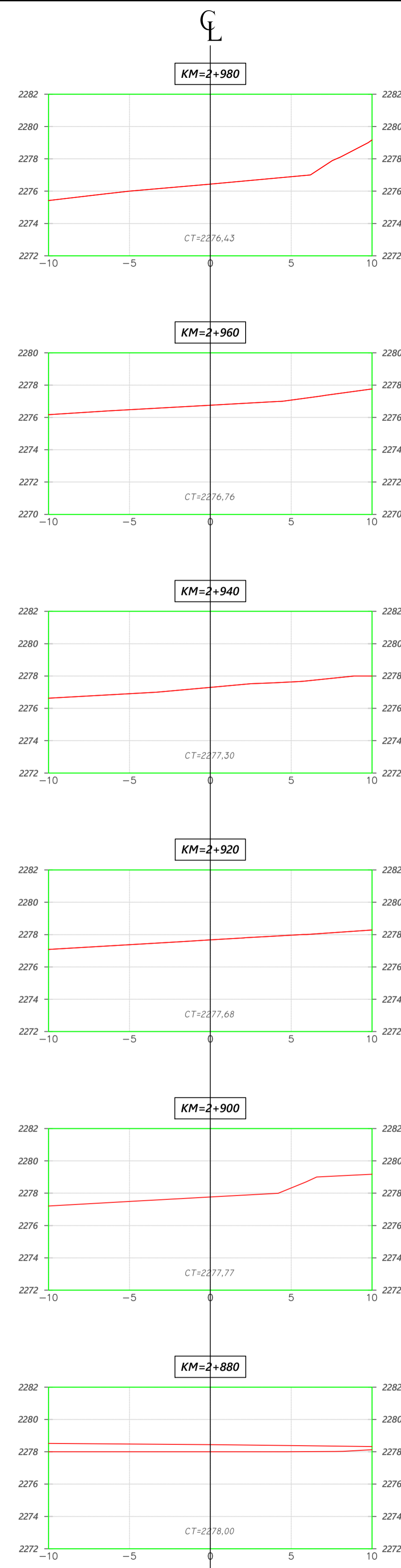
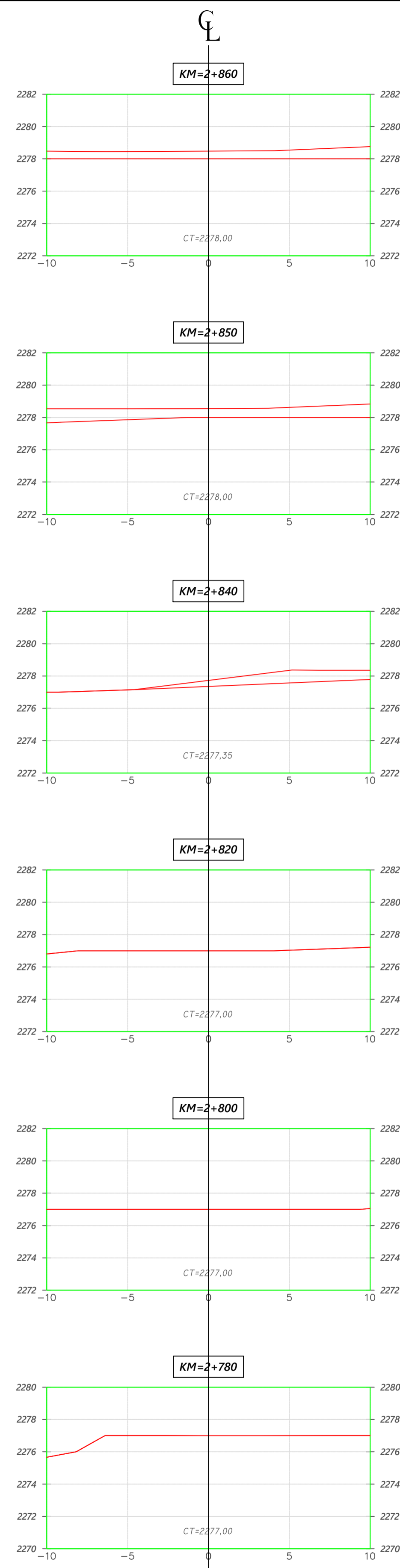
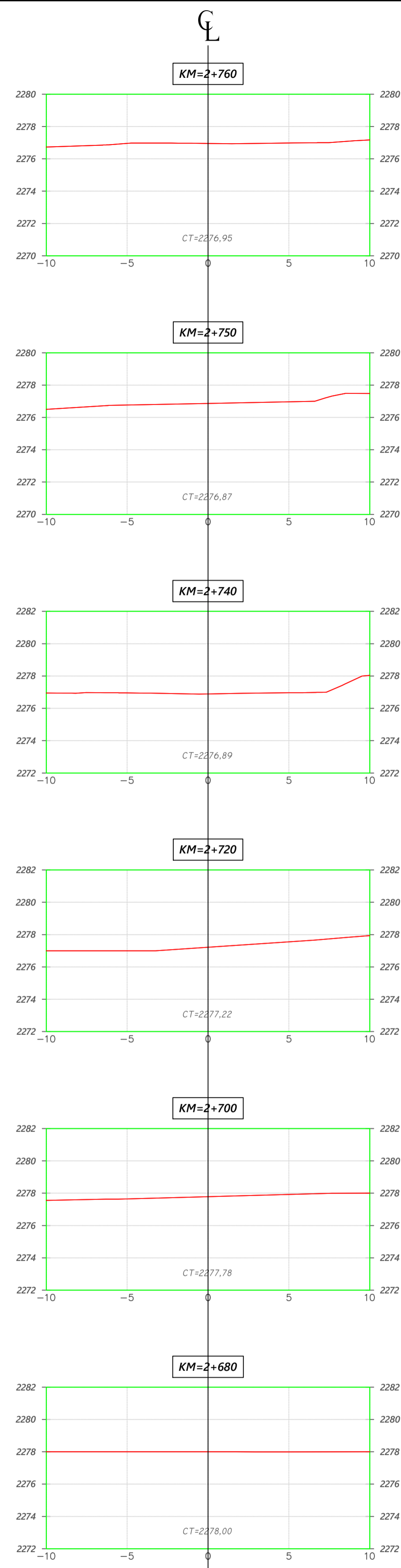
**AUTOR:**  
 Bach. Karl Emerson, Mejía Hurtado  
**ASESOR:**  
 Ing. Alejandro, Cubas Becerra

**TEMA:**  
 "ESTUDIO COMPARATIVO ENTRE LAS VELOCIDADES DE OPERACIÓN  
 OBTENIDAS CON LAS ECUACIONES DE FITZPATRICK Y LAS MEDIDAS EN EL  
 TRAMO CHOTA - EL PARAISO"

**REGIÓN:** Cajamarca  
**PROVINCIA:** Chota  
**DISTRITO:** Chota

**PLANO:** SECCIONES TRANSVERSALES  
**TRAMO:** km.2+100 - 2+660

**ESCALA:** 1/500  
**FECHA:** 2023  
**CÓDIGO:** ST-05



COTAS (m)

DISTANCIA HORIZONTAL (m)



**UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA**  
**ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL**



**AUTOR:**  
 Bach. Karl Emerson, Mejía Hurtado

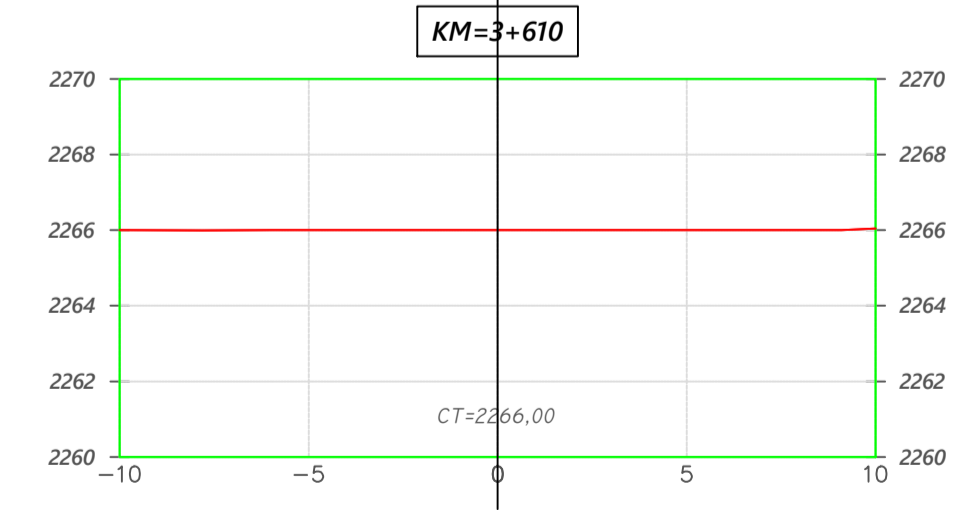
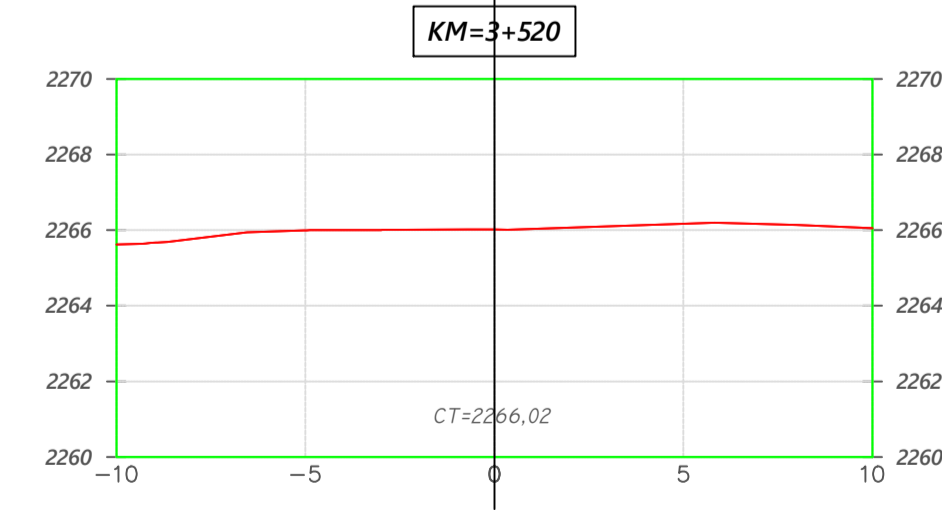
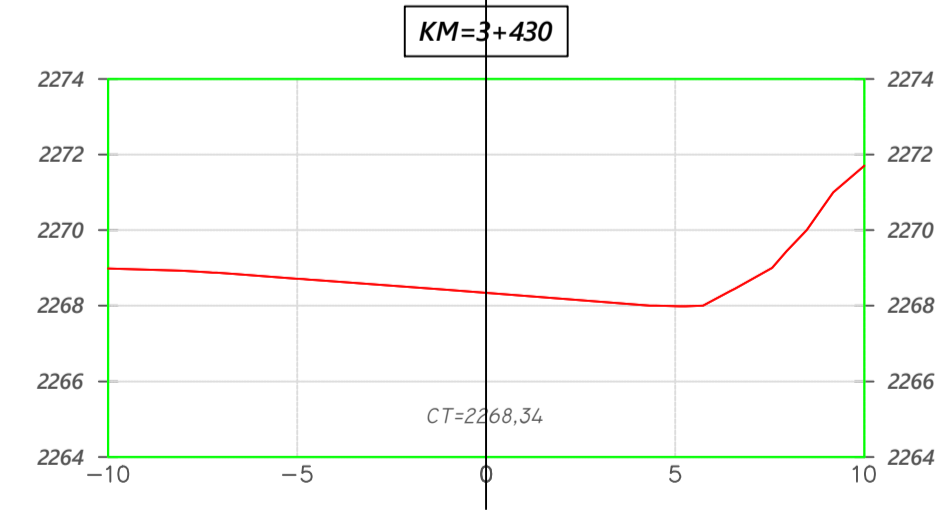
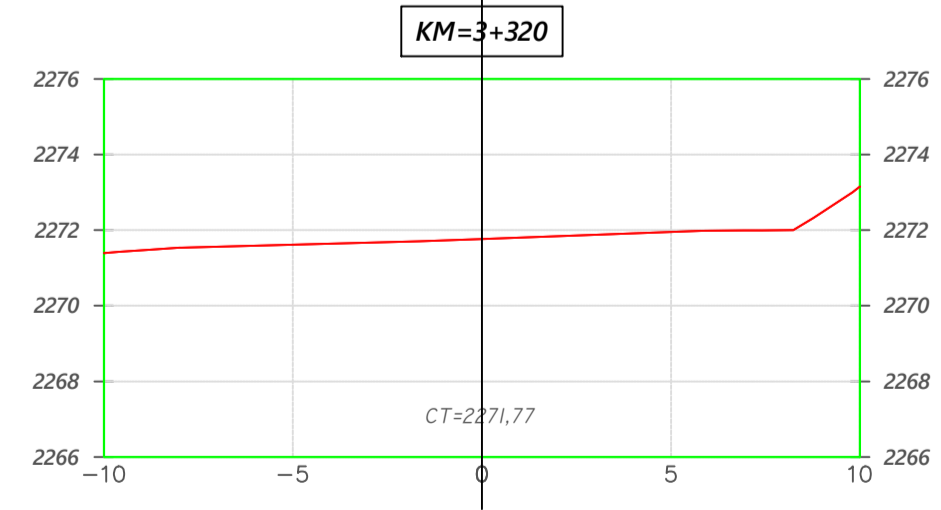
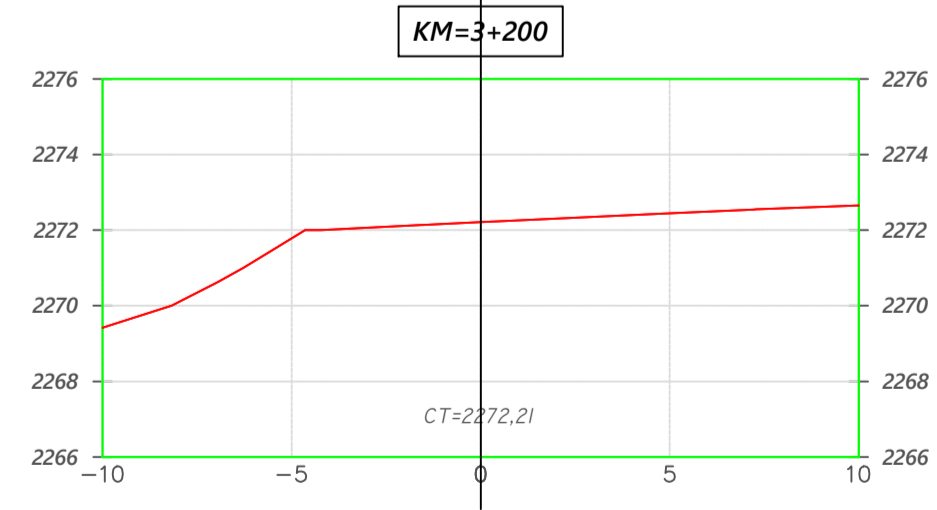
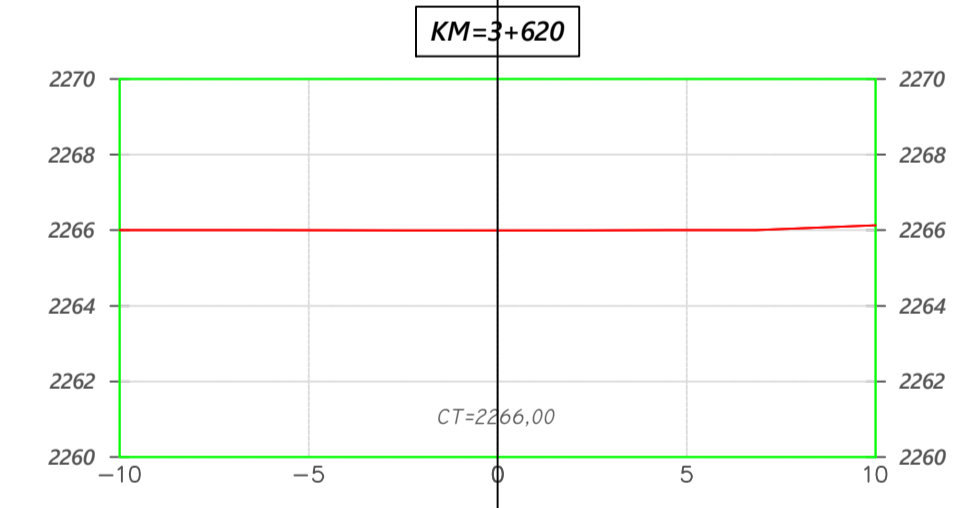
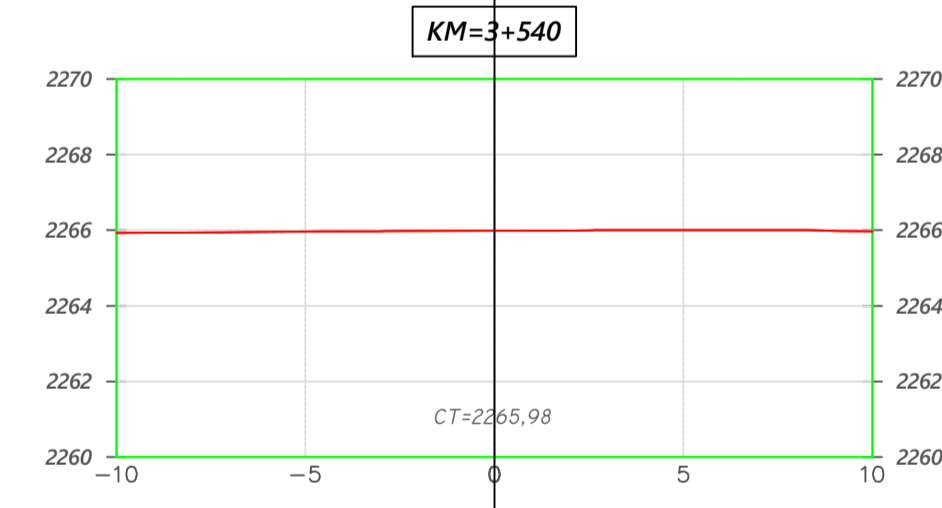
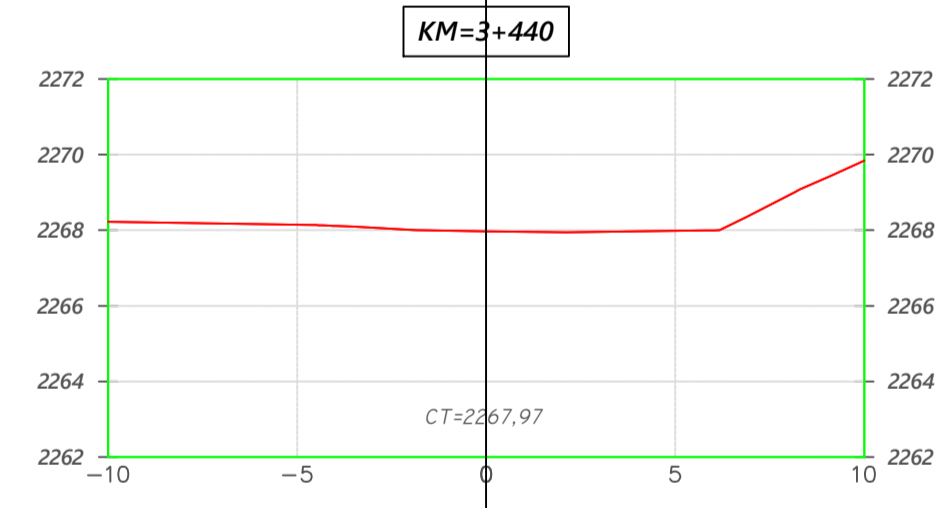
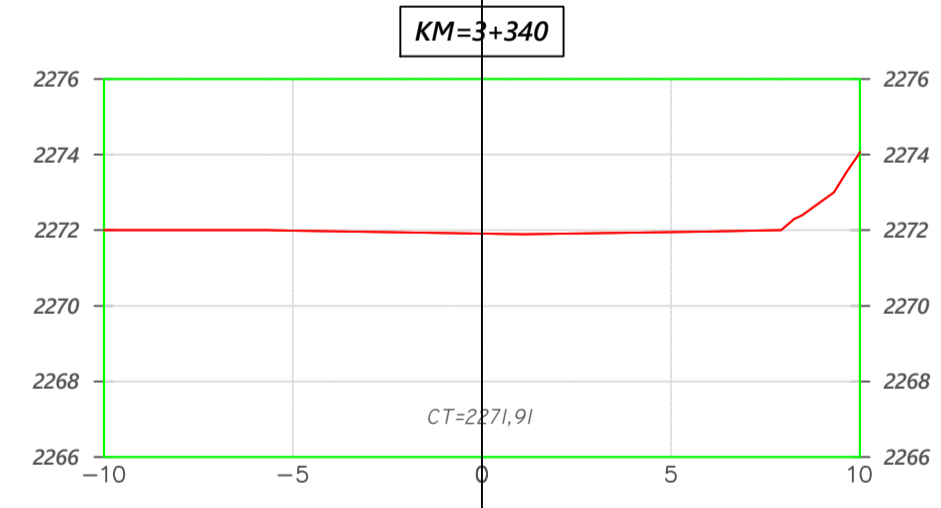
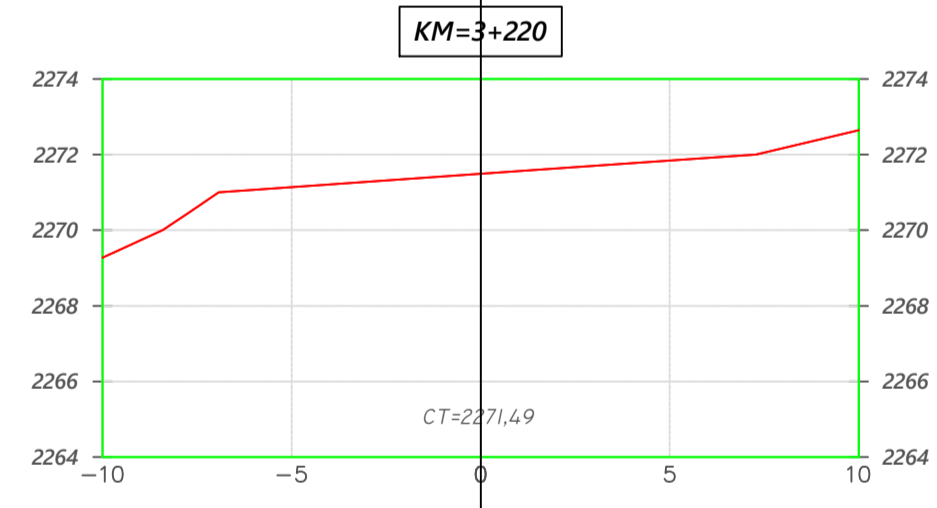
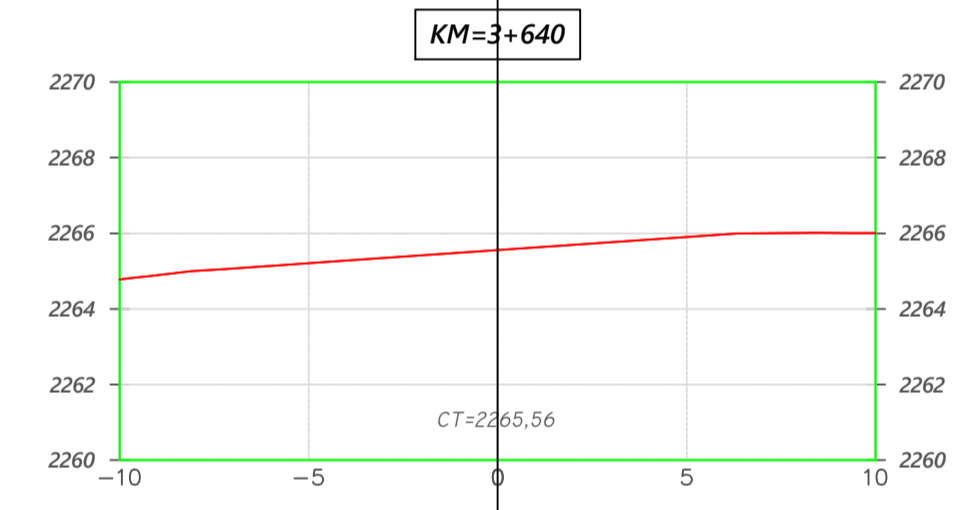
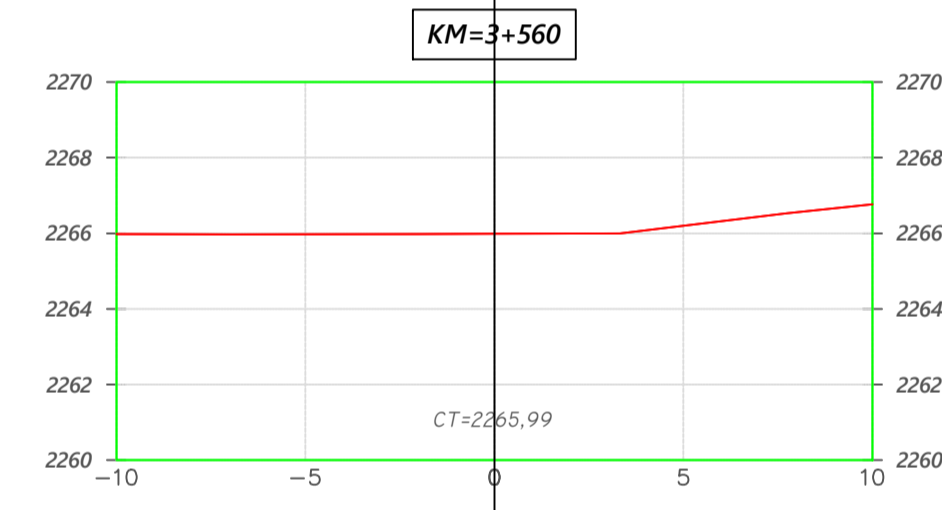
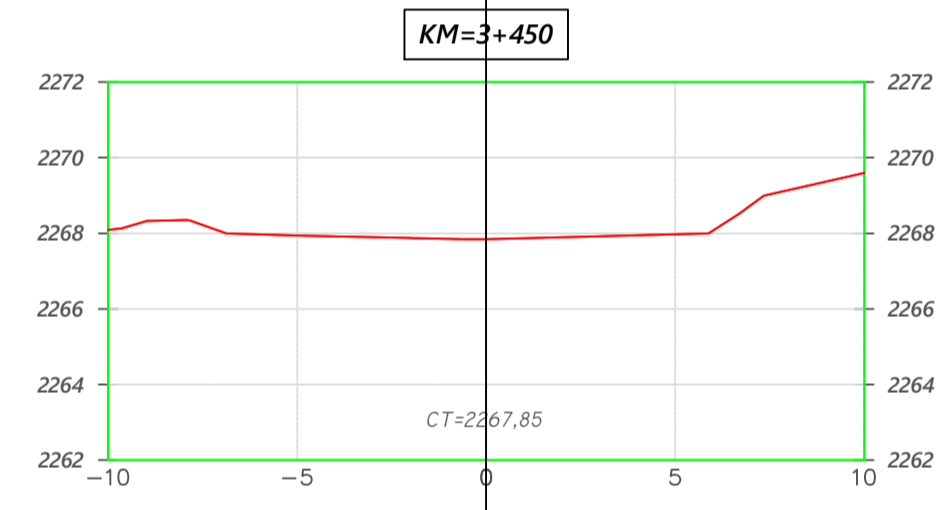
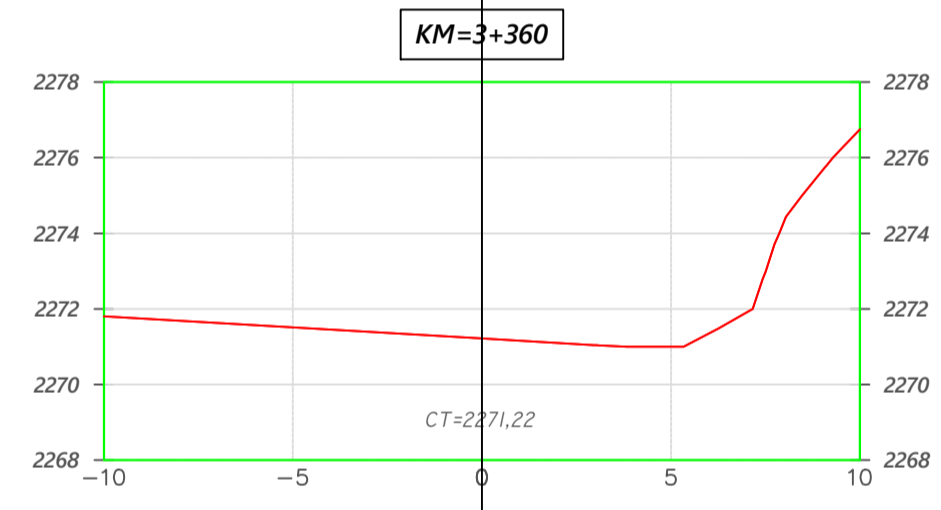
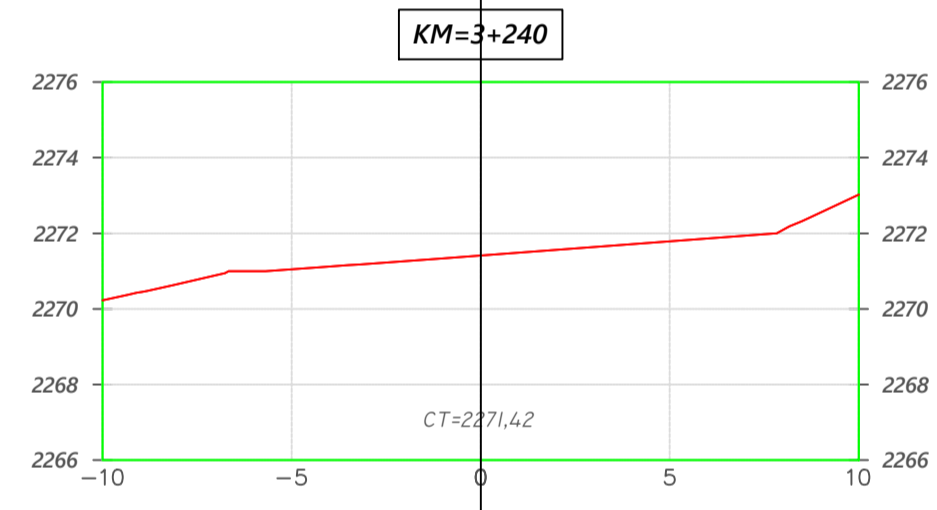
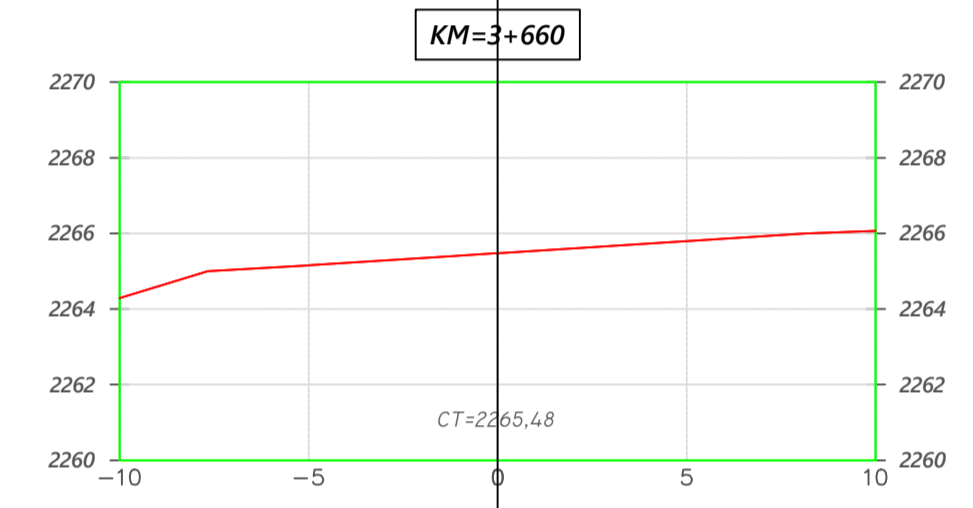
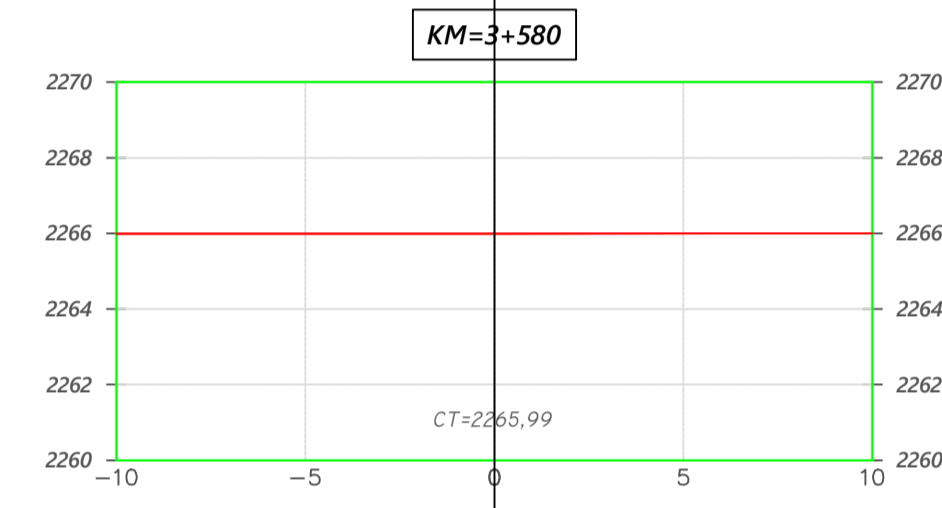
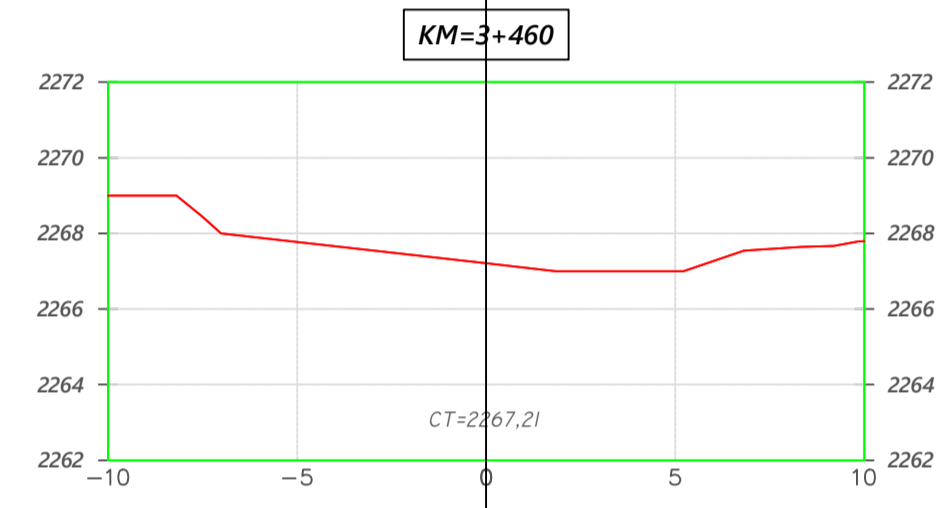
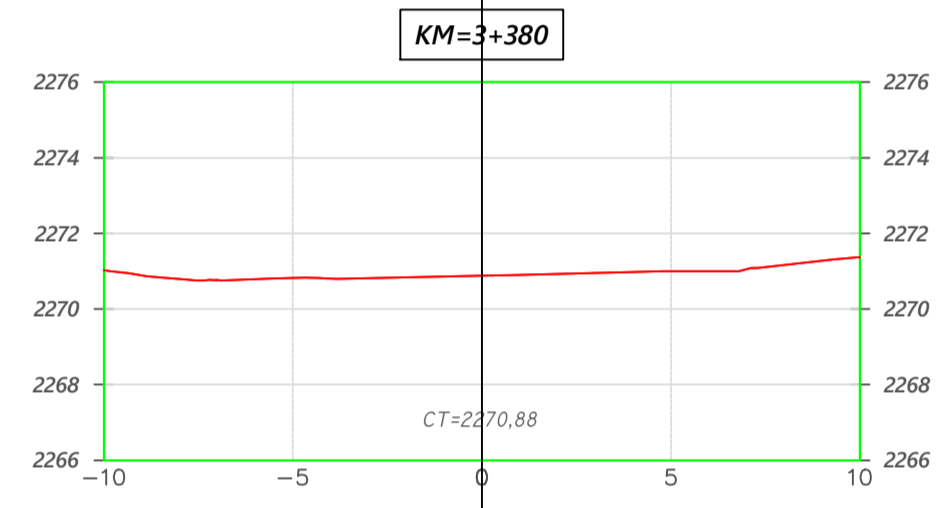
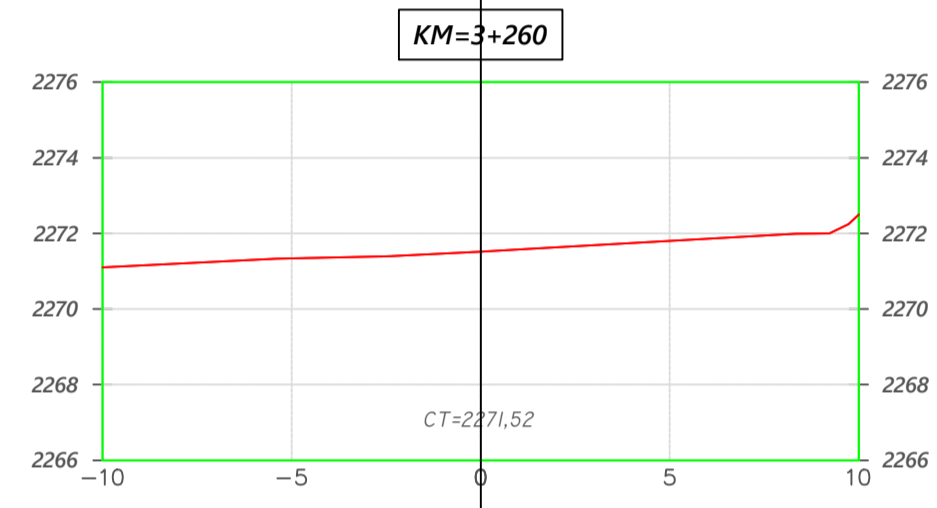
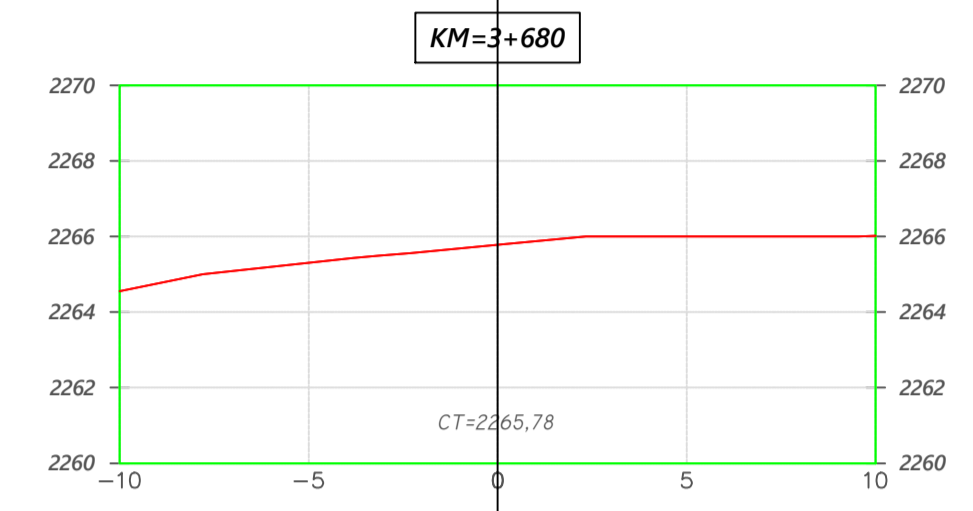
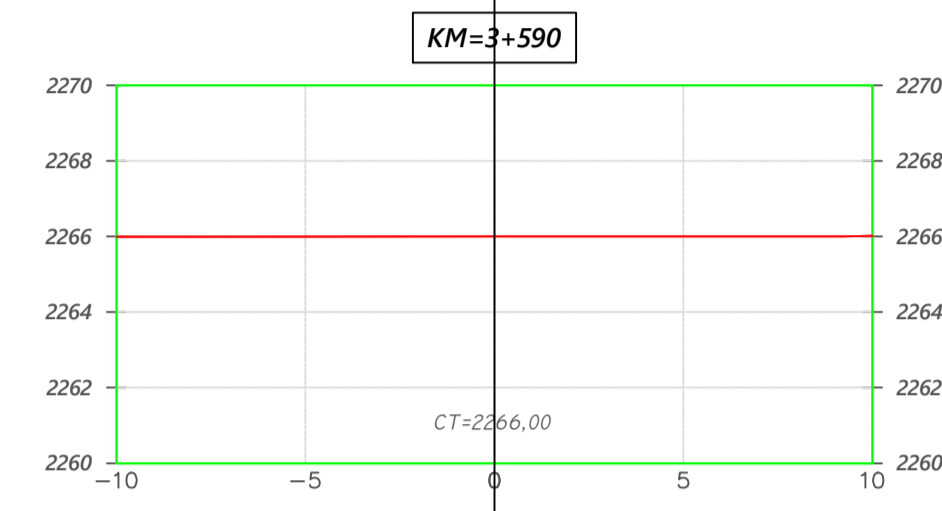
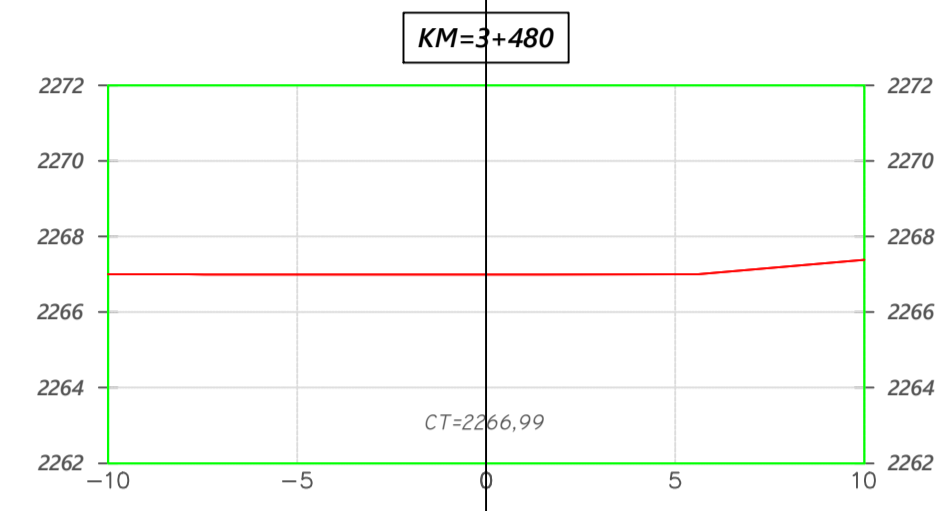
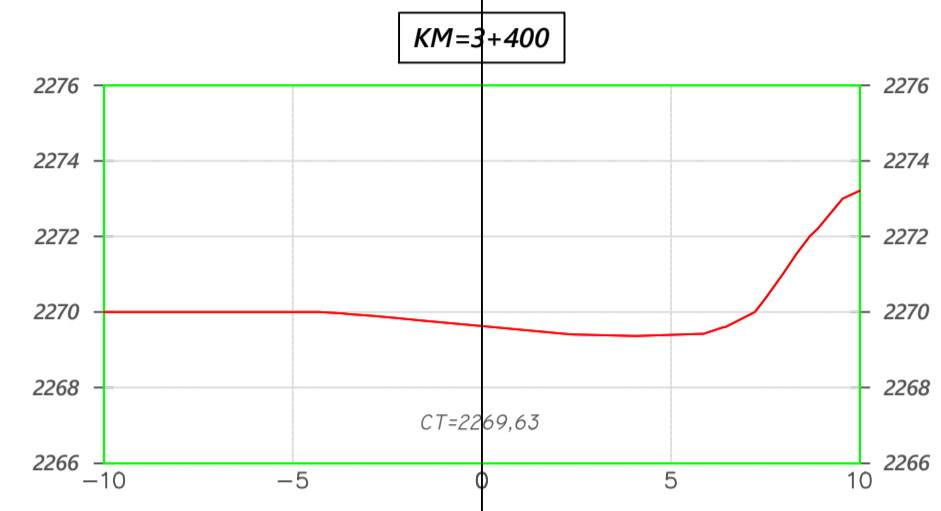
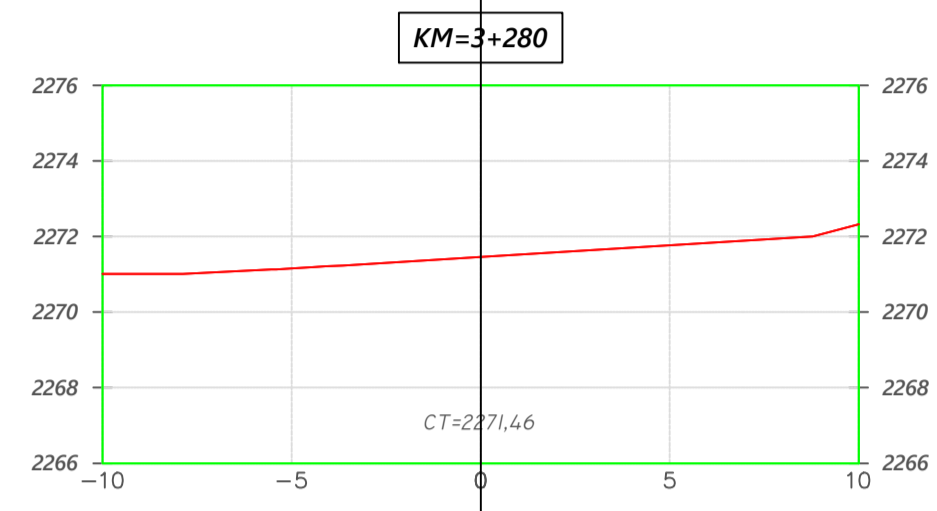
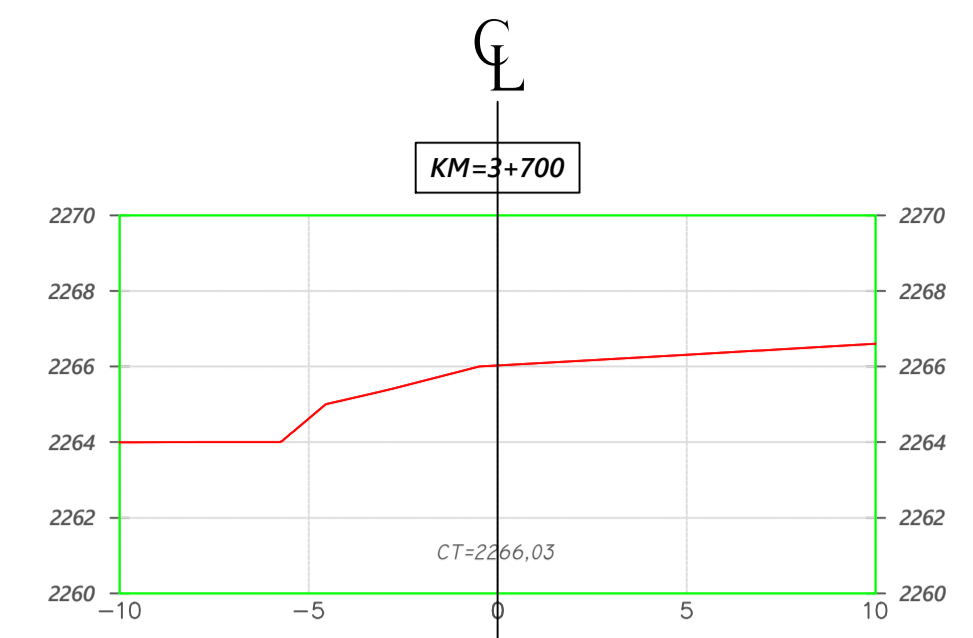
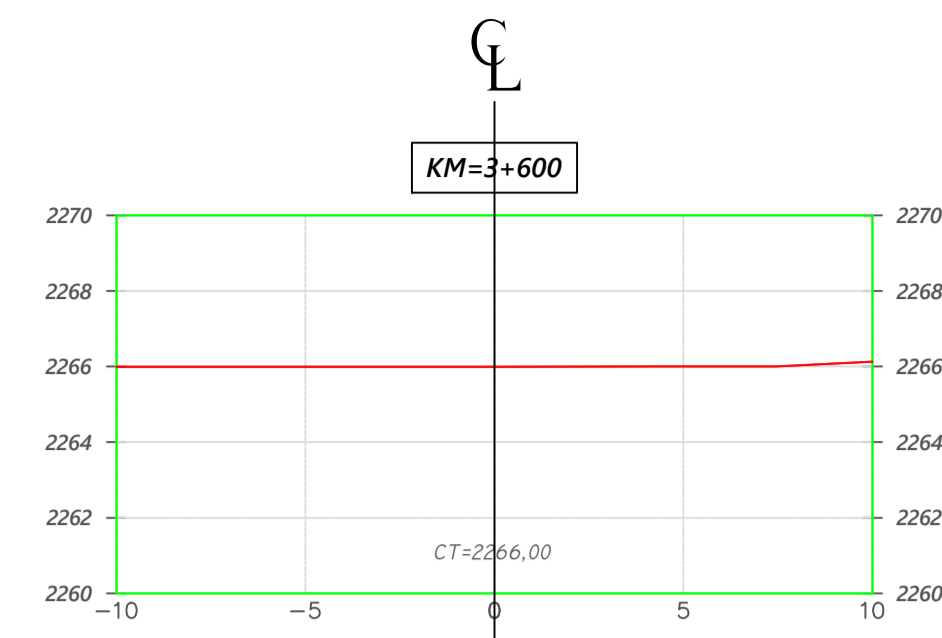
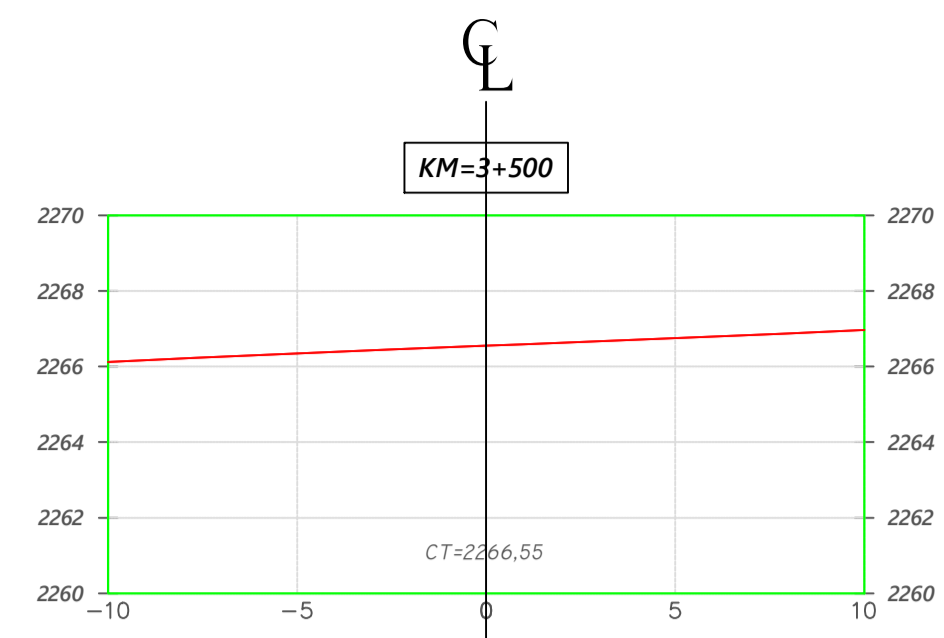
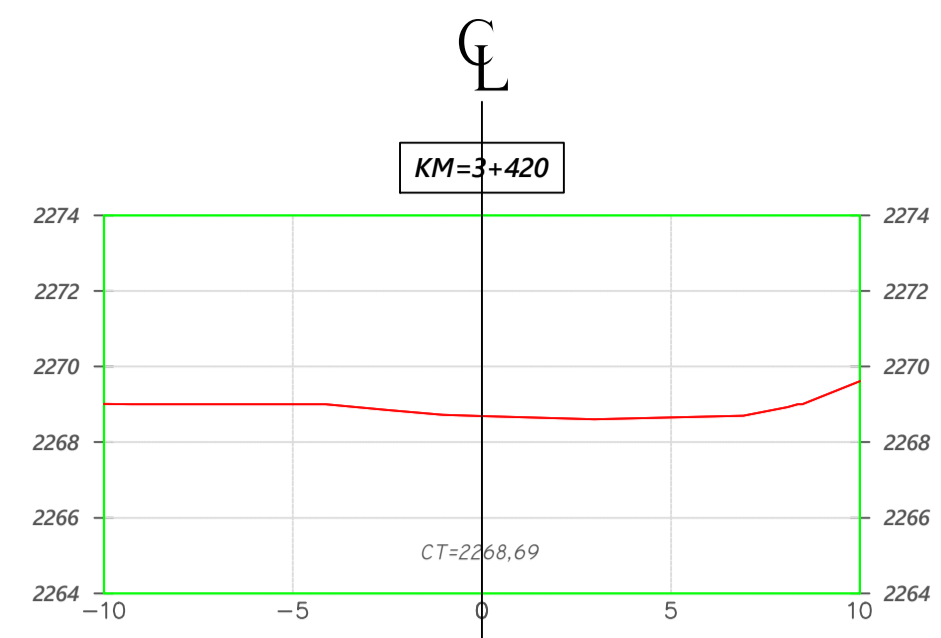
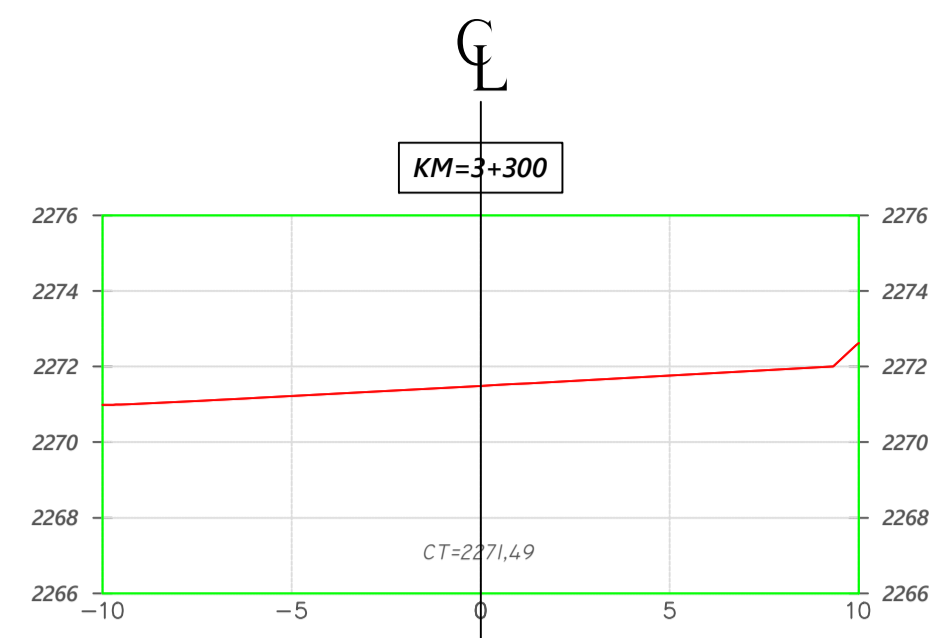
**ASESOR:**  
 Ing. Alejandro, Cubas Becerra

**TEMA:**  
 "ESTUDIO COMPARATIVO ENTRE LAS VELOCIDADES DE OPERACIÓN OBTENIDAS CON LAS ECUACIONES DE FITZPATRICK Y LAS MEDIDAS EN EL TRAMO CHOTA - EL PARAISO"

**REGIÓN:** Cajamarca  
**PROVINCIA:** Chota  
**DISTRITO:** Chota

**PLANO:** SECCIONES TRANSVERSALES  
**TRAMO:** km.2+680 - 3+180

**ESCALA:** 1/500  
**FECHA:** 2023  
**CÓDIGO:** ST-06



COTAS (m)

DISTANCIA HORIZONTAL (m)



**UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA**  
**ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL**



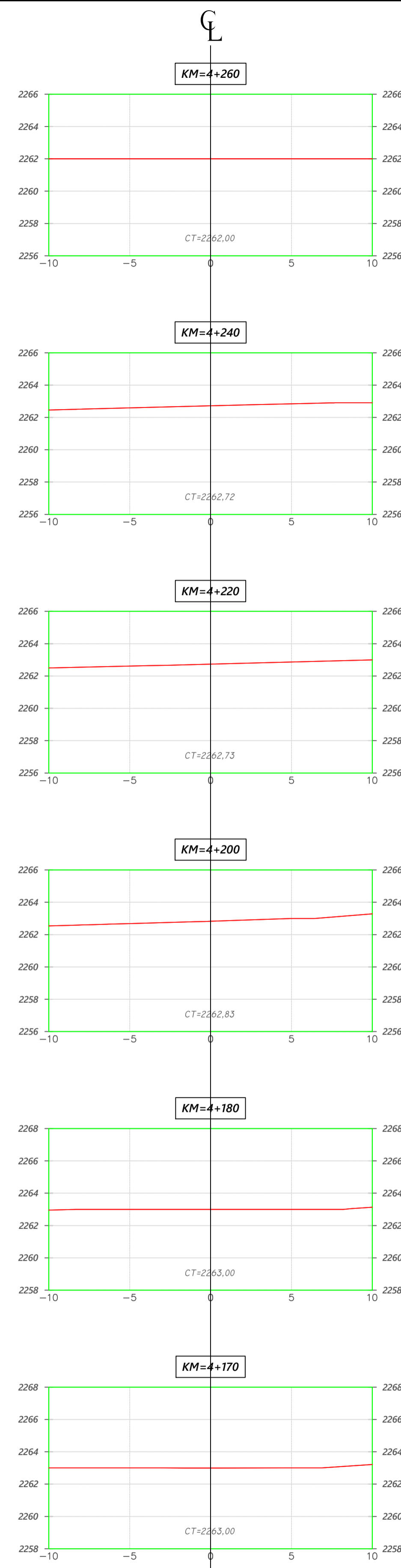
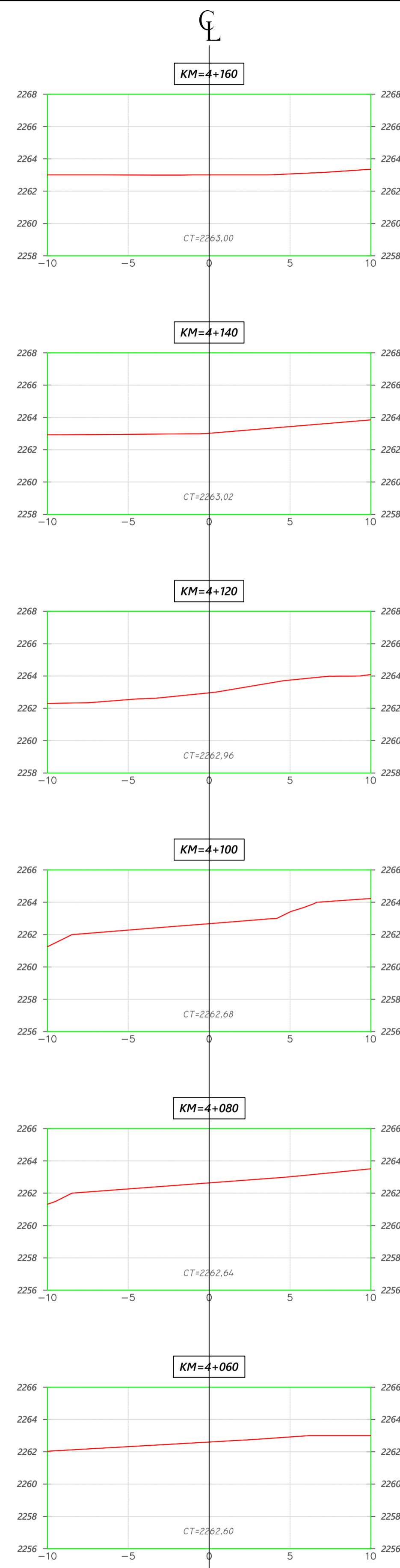
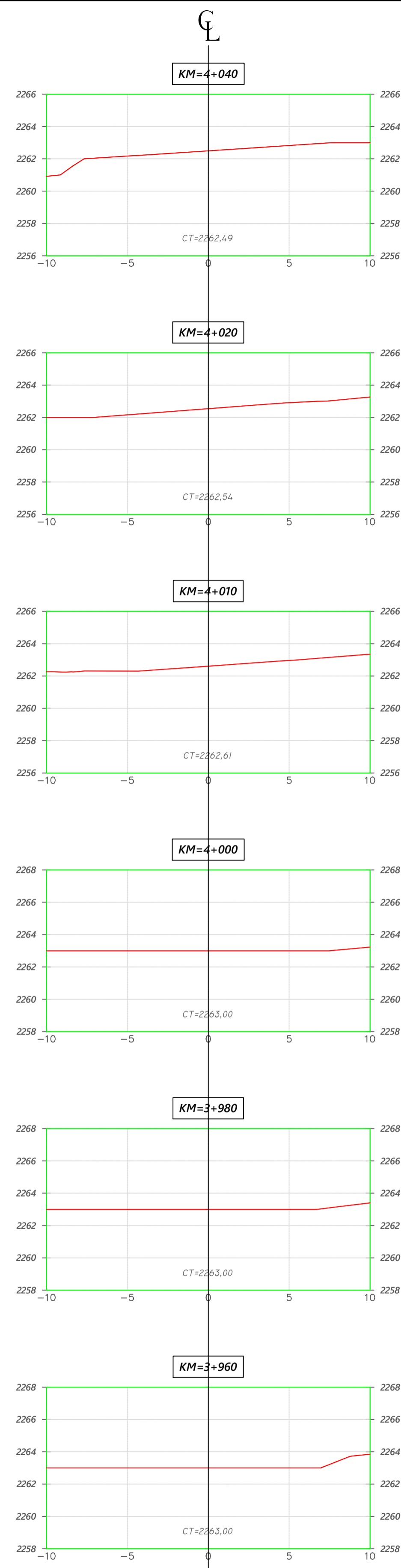
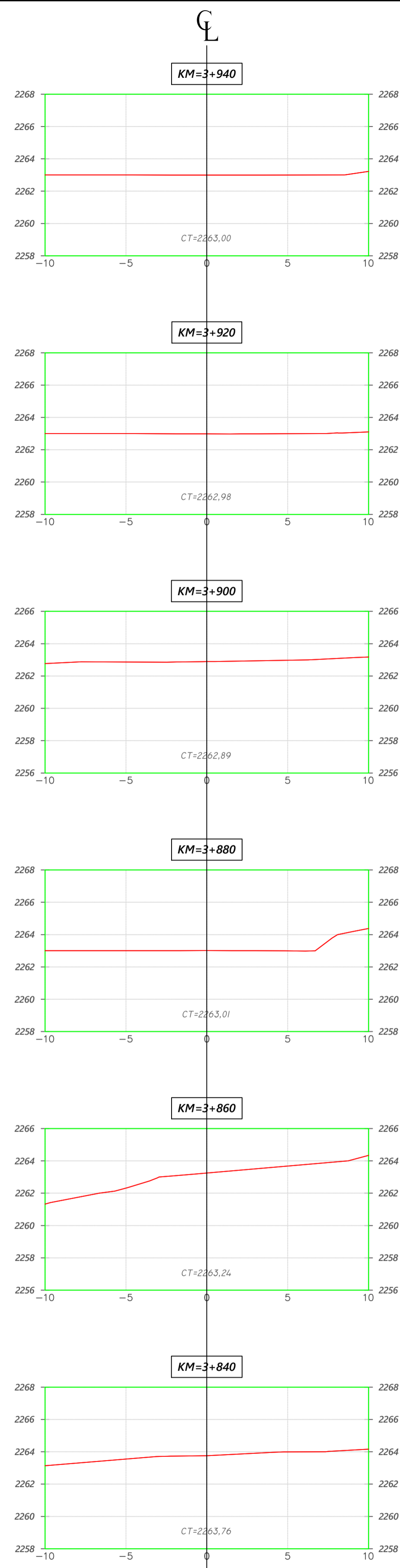
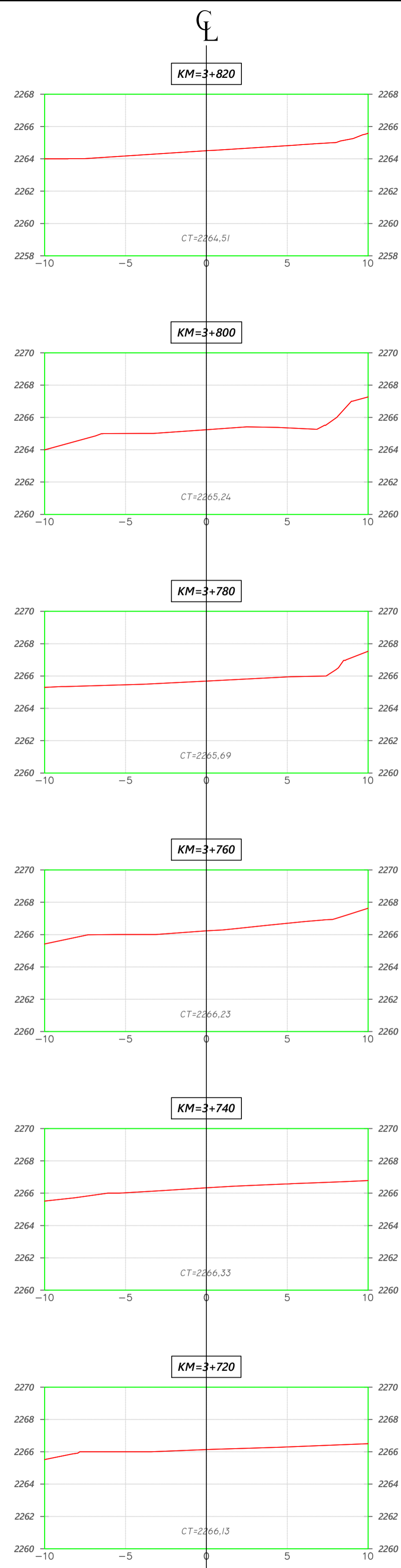
**AUTOR:**  
 Bach. Karl Emerson, Mejía Hurtado  
**ASESOR:**  
 Ing. Alejandro, Cubas Becerra

**TEMA:**  
 "ESTUDIO COMPARATIVO ENTRE LAS VELOCIDADES DE OPERACIÓN  
 OBTENIDAS CON LAS ECUACIONES DE FITZPATRICK Y LAS MEDIDAS EN EL  
 TRAMO CHOTA - EL PARAISO"

**REGIÓN:** Cajamarca  
**PROVINCIA:** Chota  
**DISTRITO:** Chota

**PLANO:** SECCIONES TRANSVERSALES  
**TRAMO:** km.3+200 - 3+700

**ESCALA:** 1/500  
**FECHA:** 2023  
**CÓDIGO:** ST-07



COTAS (m)

DISTANCIA HORIZONTAL (m)



**UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA**  
**ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL**



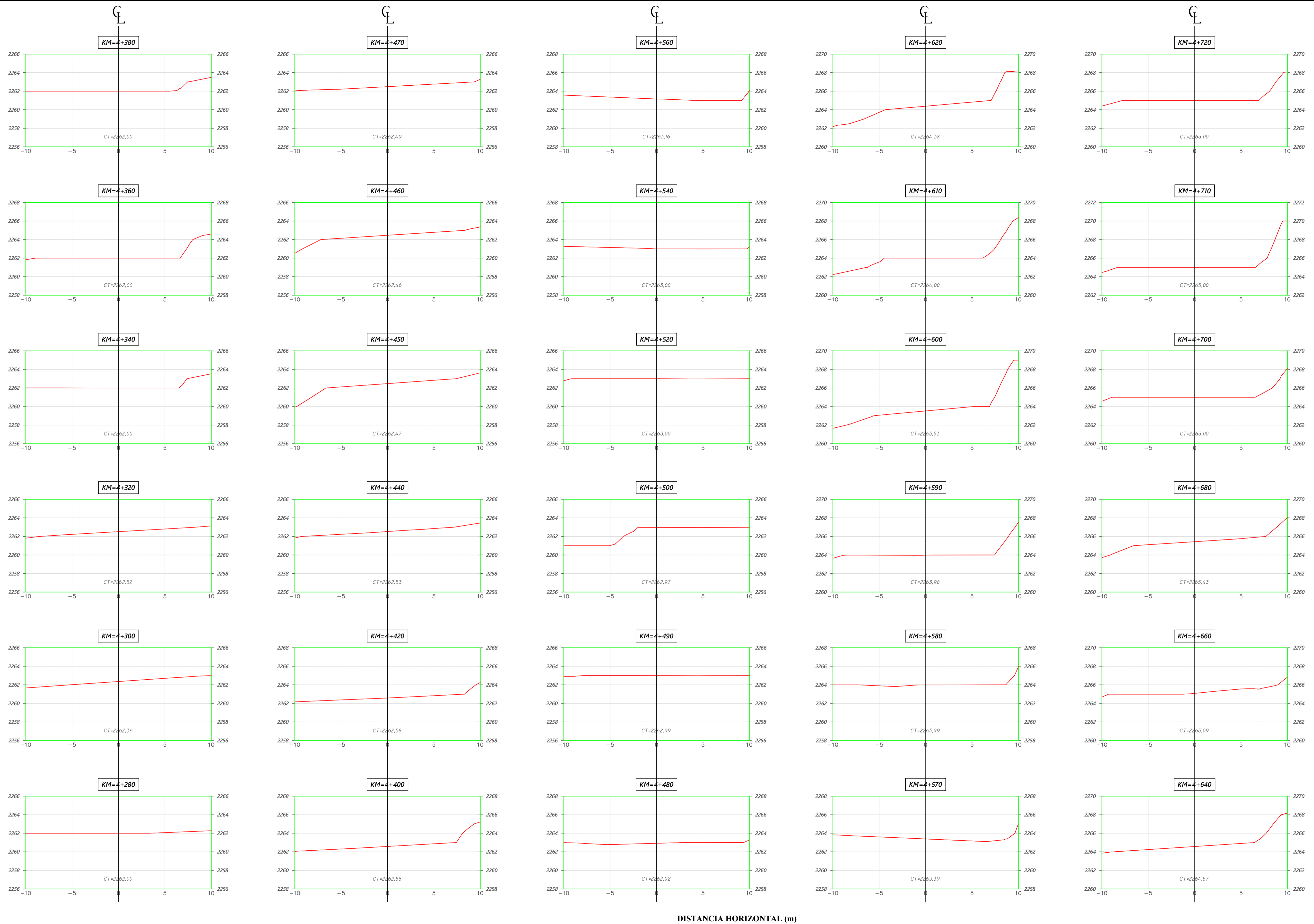
**AUTOR:**  
 Bach. Karl Emerson, Mejía Hurtado  
**ASESOR:**  
 Ing. Alejandro, Cubas Becerra

**TEMA:**  
 "ESTUDIO COMPARATIVO ENTRE LAS VELOCIDADES DE OPERACIÓN  
 OBTENIDAS CON LAS ECUACIONES DE FITZPATRICK Y LAS MEDIDAS EN EL  
 TRAMO CHOTA - EL PARAISO"

**REGIÓN:** Cajamarca  
**PROVINCIA:** Chota  
**DISTRITO:** Chota

**PLANO:** SECCIONES TRANSVERSALES  
**TRAMO:** km.3+720 - 4+260

**ESCALA:** 1/500  
**FECHA:** 2023  
**CÓDIGO:** ST-08



COTAS (m)

DISTANCIA HORIZONTAL (m)



**UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA**  
**ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL**



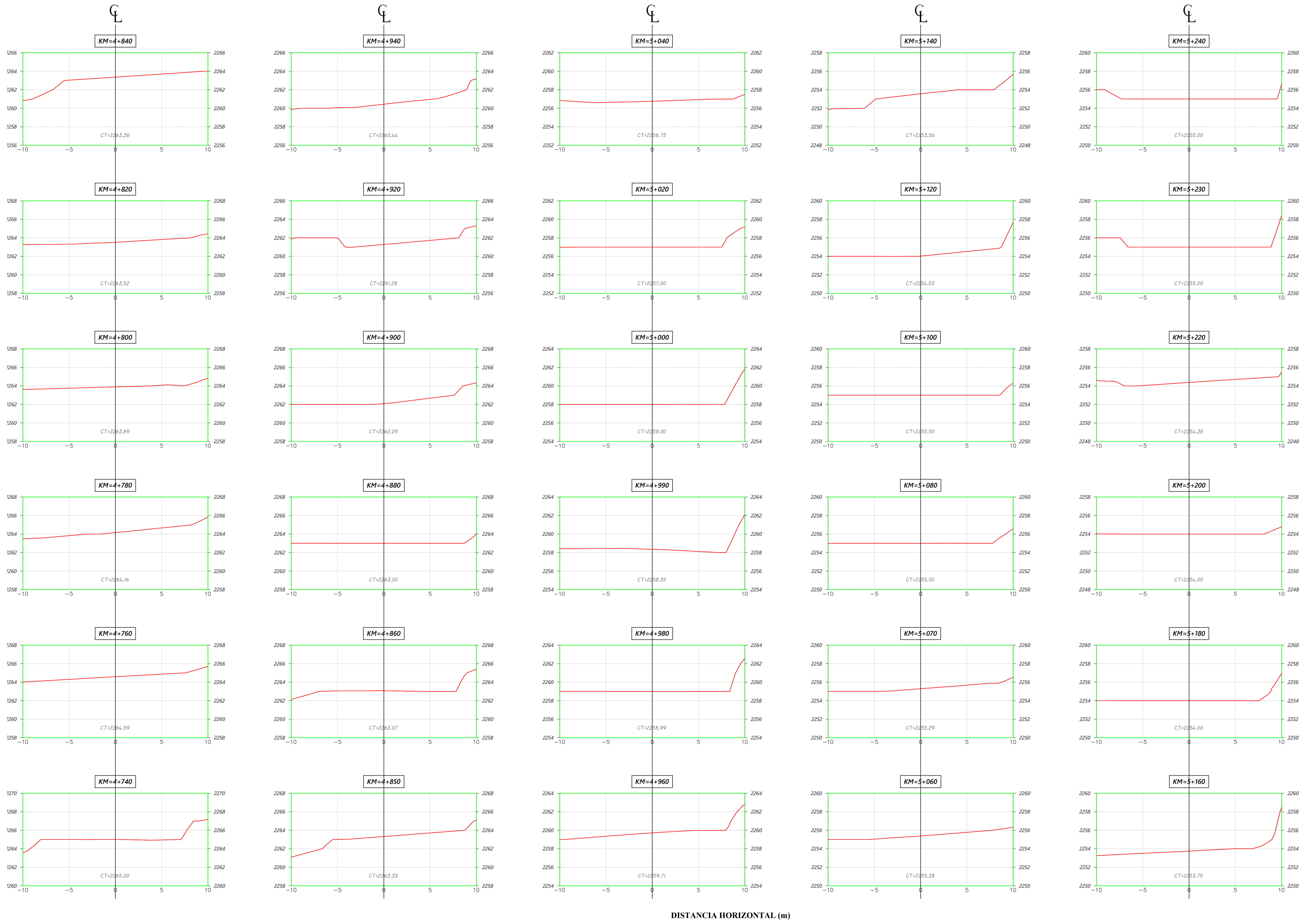
**AUTOR:**  
 Bach. Karl Emerson, Mejía Hurtado  
**ASESOR:**  
 Ing. Alejandro, Cubas Becerra

**TEMA:**  
 "ESTUDIO COMPARATIVO ENTRE LAS VELOCIDADES DE OPERACIÓN  
 OBTENIDAS CON LAS ECUACIONES DE FITZPATRICK Y LAS MEDIDAS EN EL  
 TRAMO CHOTA - EL PARAISO"

**REGIÓN:** Cajamarca  
**PROVINCIA:** Chota  
**DISTRITO:** Chota

**PLANO:** SECCIONES TRANSVERSALES  
**TRAMO:** km.4+280 - 4+720

**ESCALA:** 1/500  
**FECHA:** 2023  
**CÓDIGO:** ST-09



COTAS (m)

DISTANCIA HORIZONTAL (m)



**UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA**  
**ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL**



**AUTOR:**  
 Bach. Karl Emerson, Mejía Hurtado

**ASESOR:**  
 Ing. Alejandro, Cubas Becerra

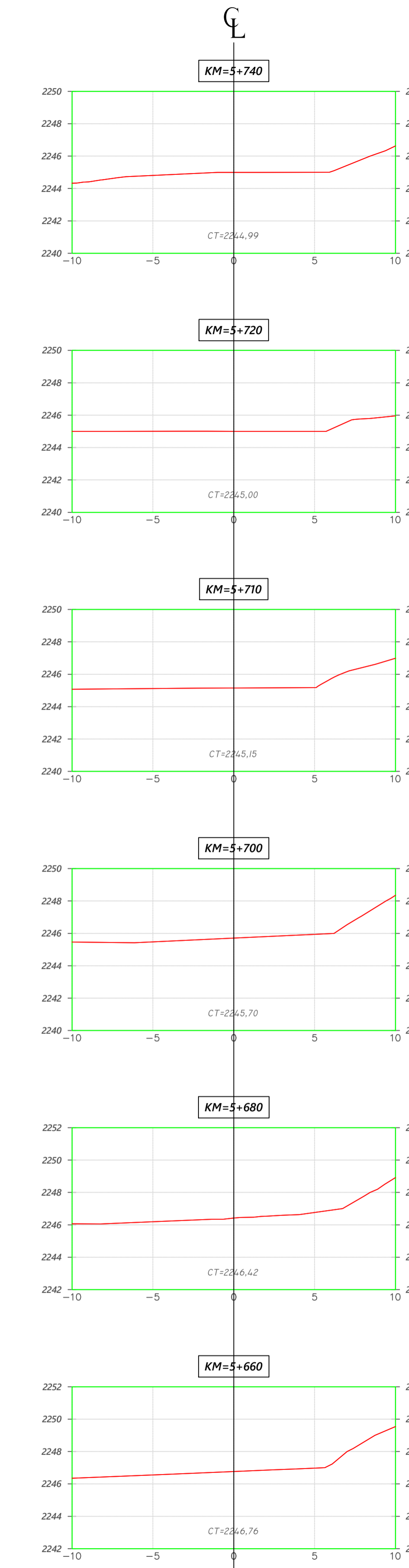
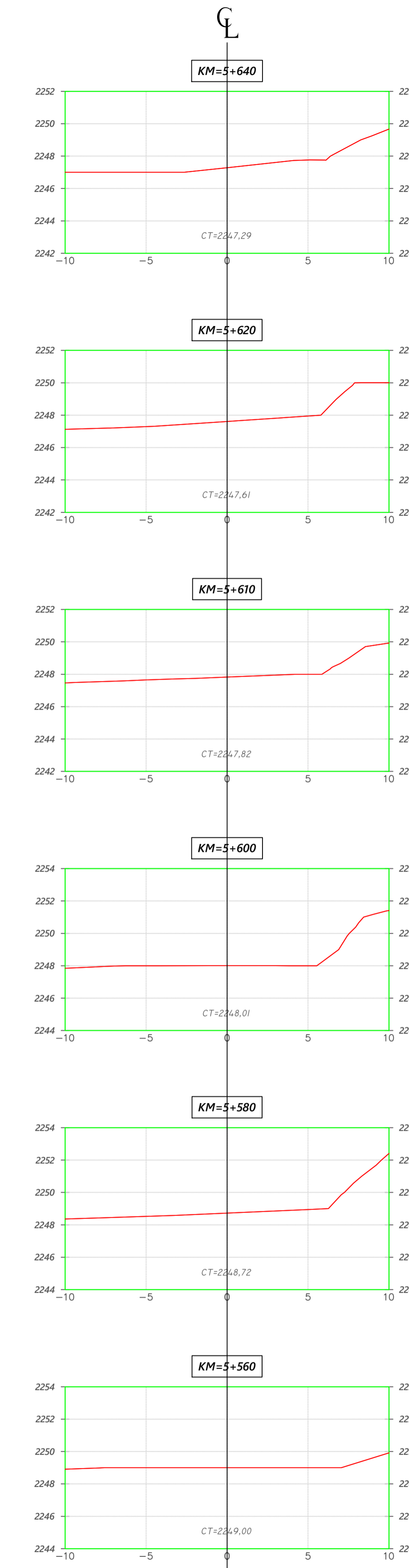
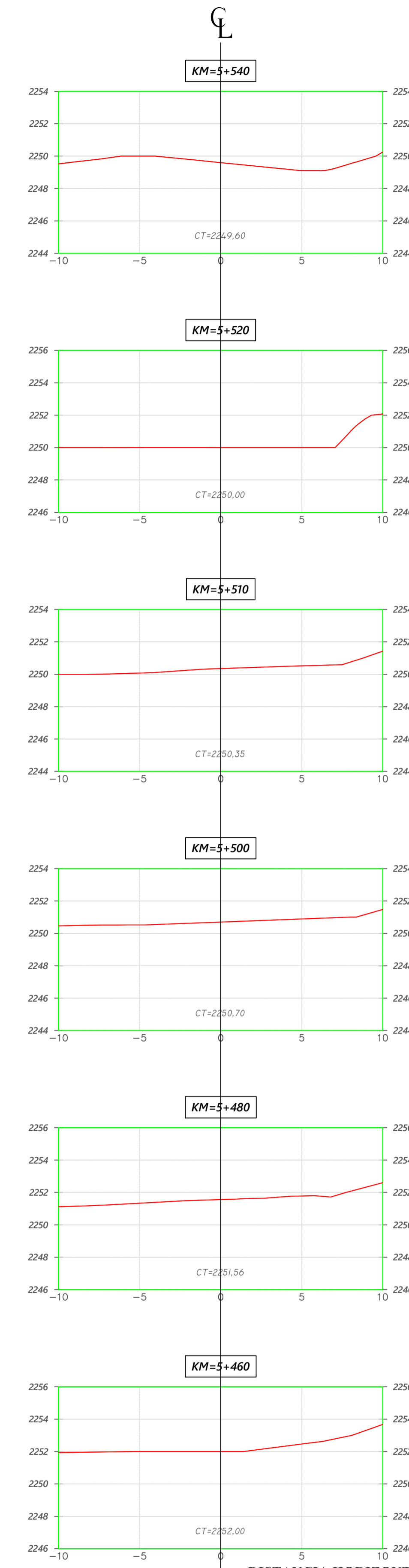
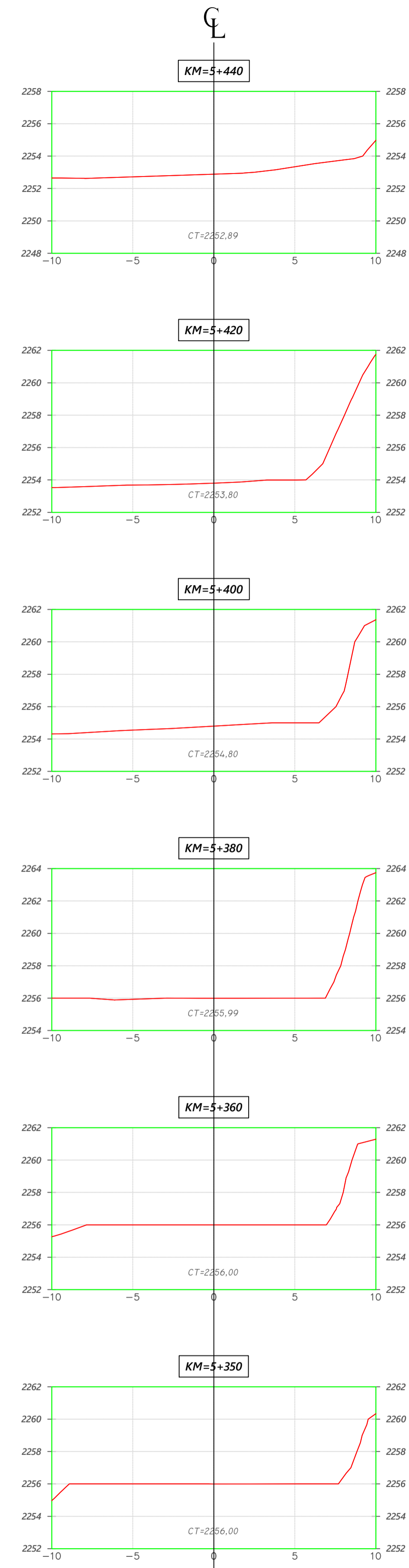
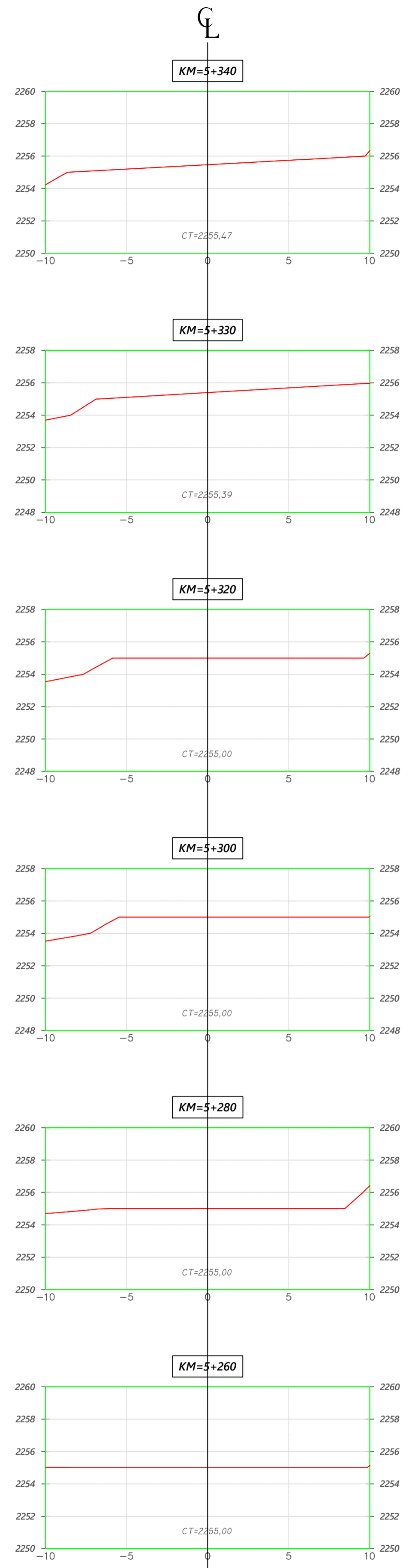
**TEMA:**  
 "ESTUDIO COMPARATIVO ENTRE LAS VELOCIDADES DE OPERACIÓN OBTENIDAS CON LAS ECUACIONES DE FITZPATRICK Y LAS MEDIDAS EN EL TRAMO CHOTA - EL PARAISO"

**REGIÓN:** Cajamarca  
**PROVINCIA:** Chota  
**DISTRITO:** Chota

**PLANO:** SECCIONES TRANSVERSALES  
**TRAMO:** km.4+740 - 5+240

**ESCALA:** 1/500  
**FECHA:** 2023  
**CÓDIGO:** ST-10

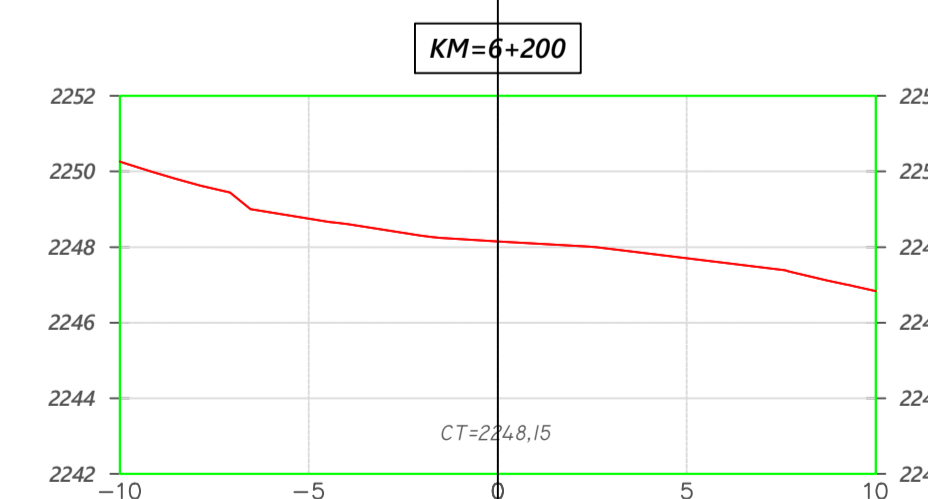
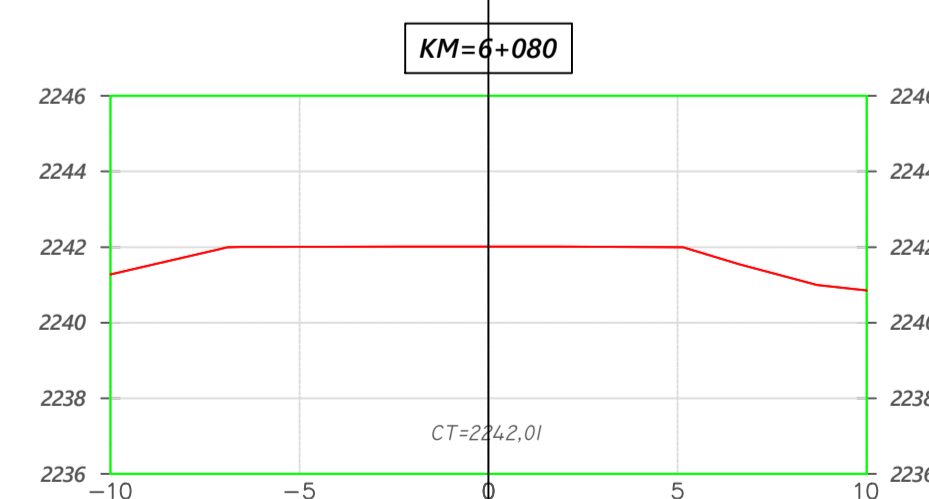
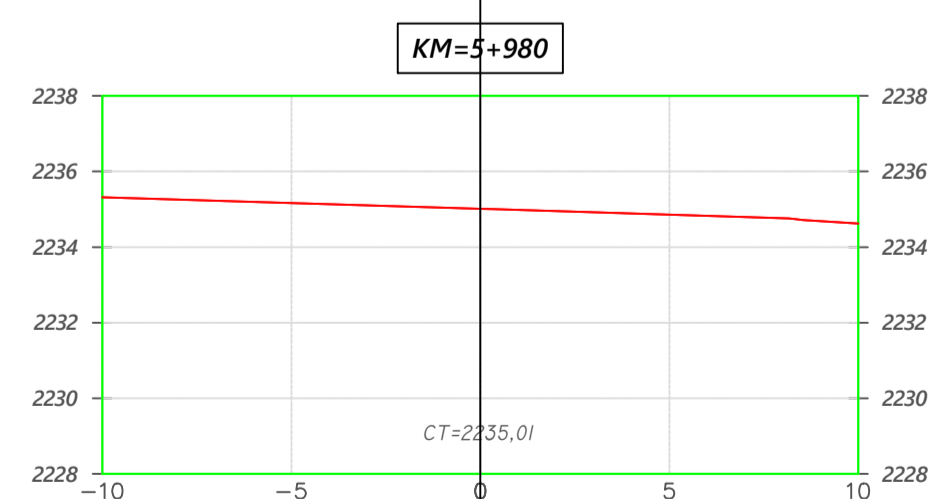
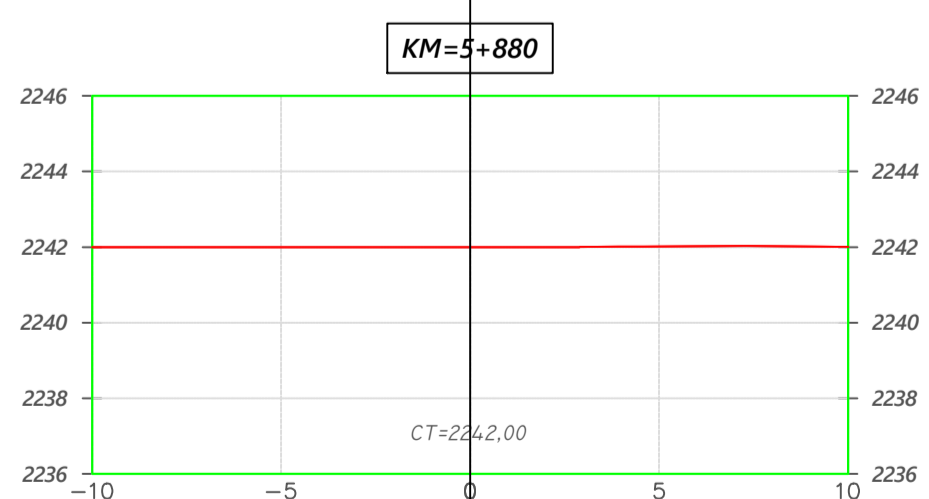
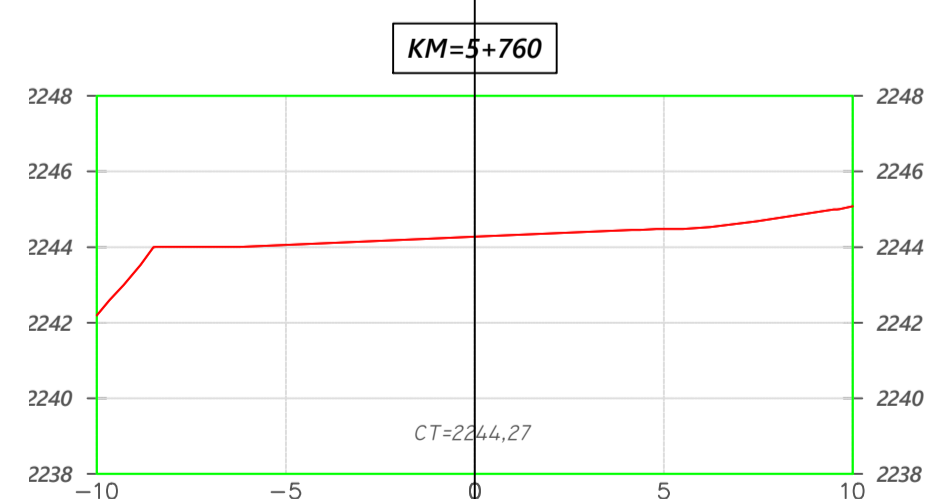
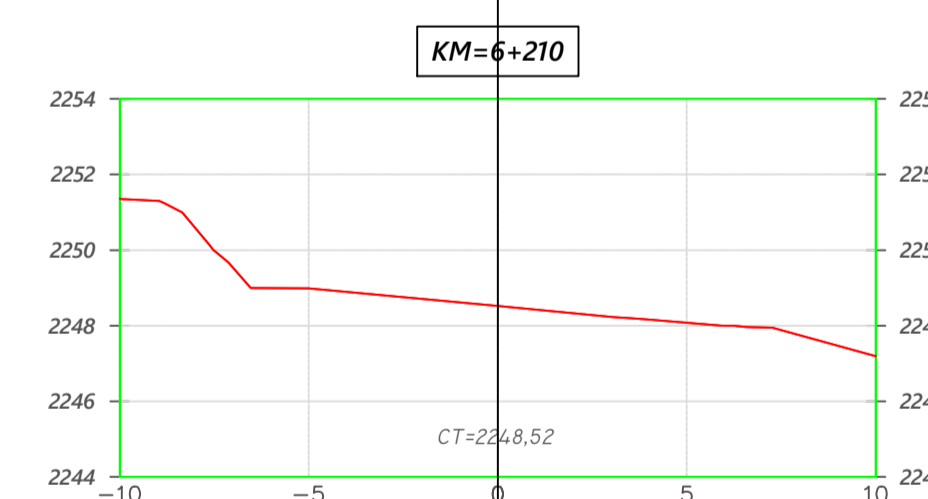
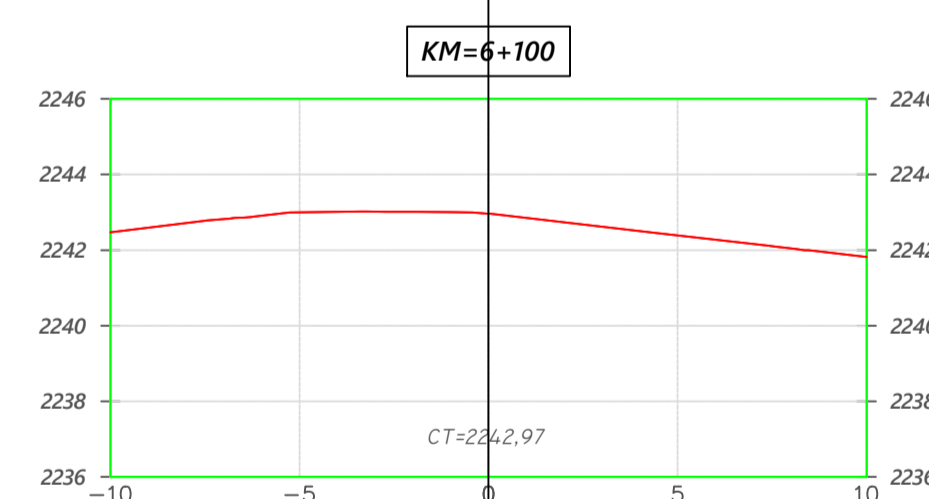
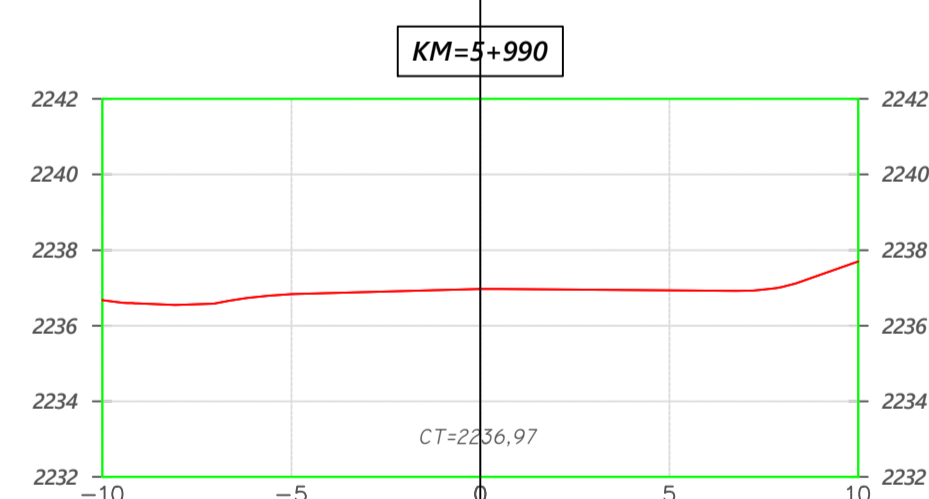
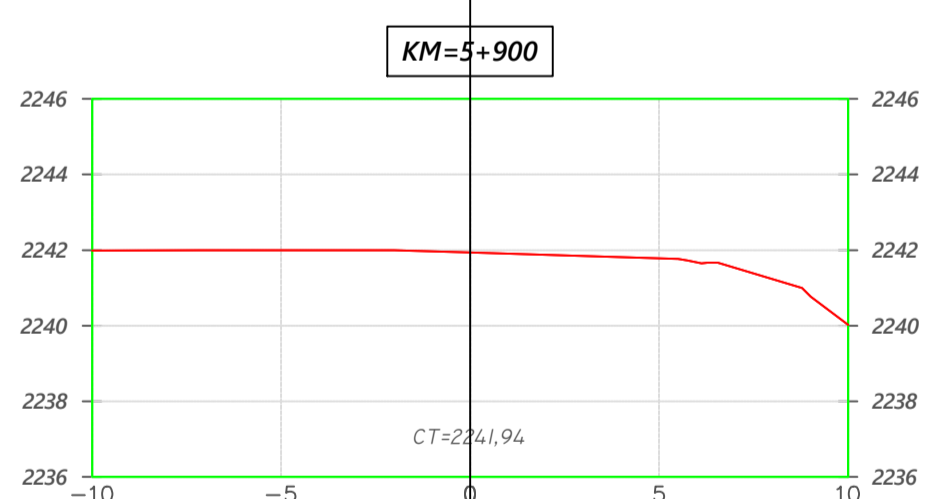
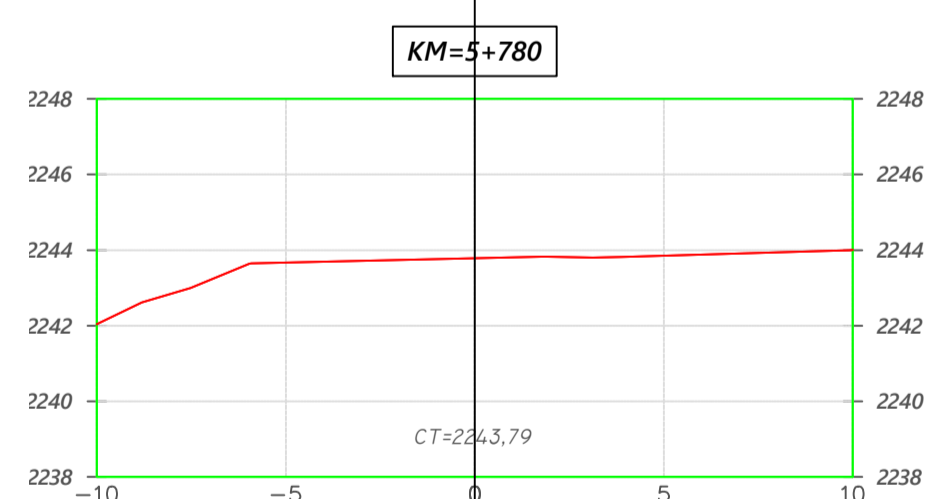
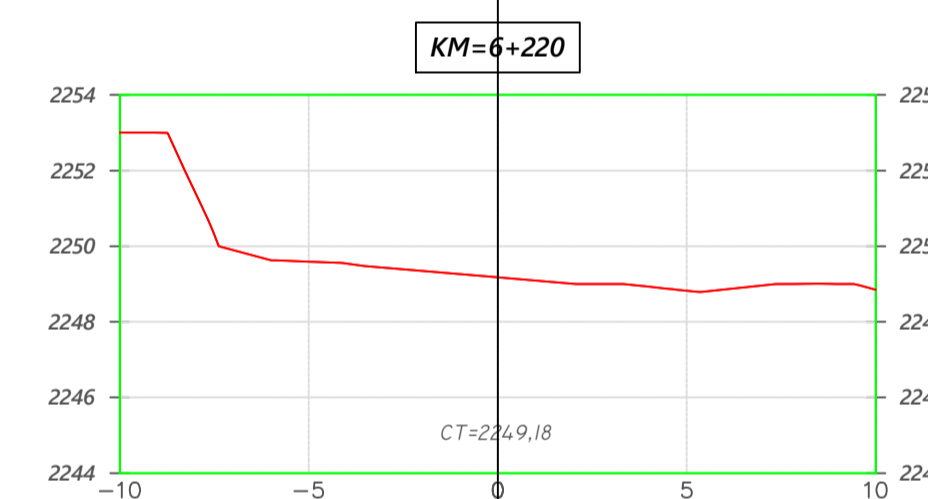
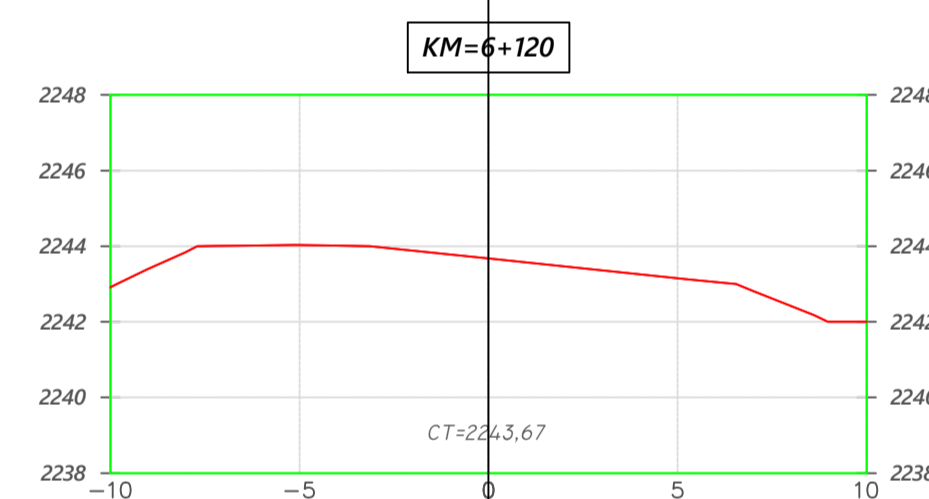
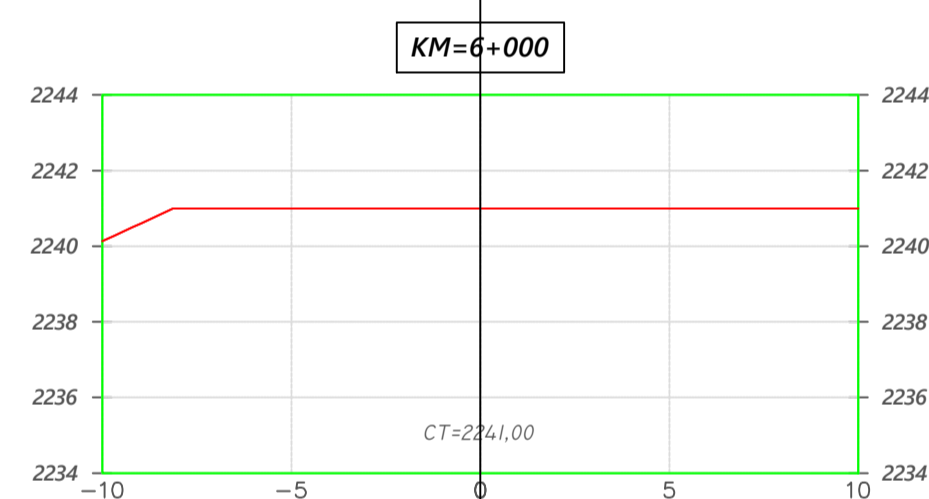
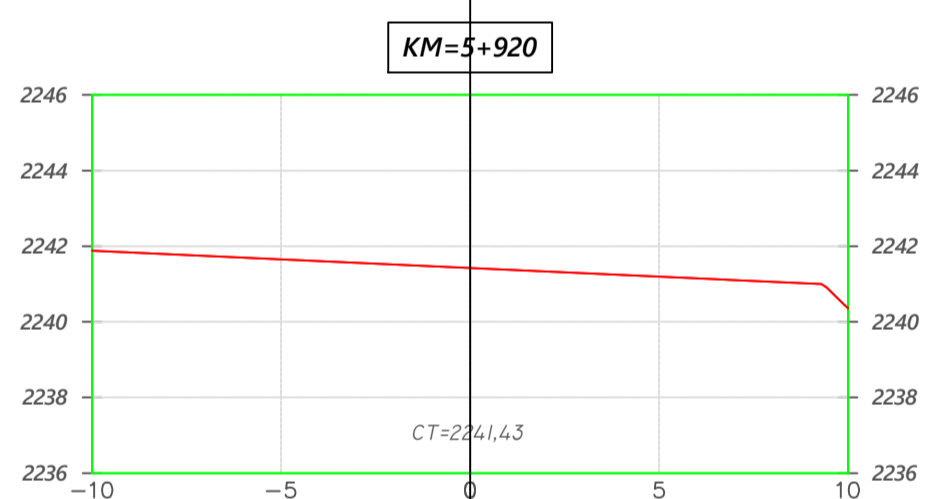
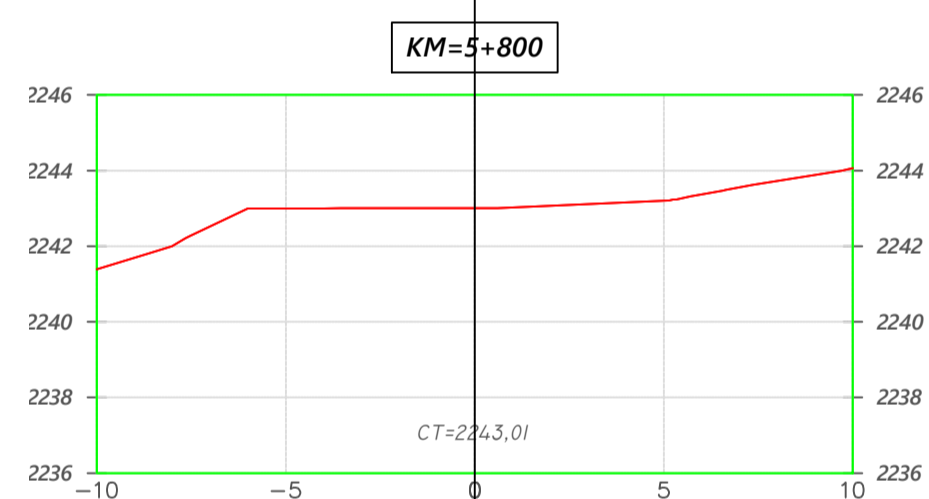
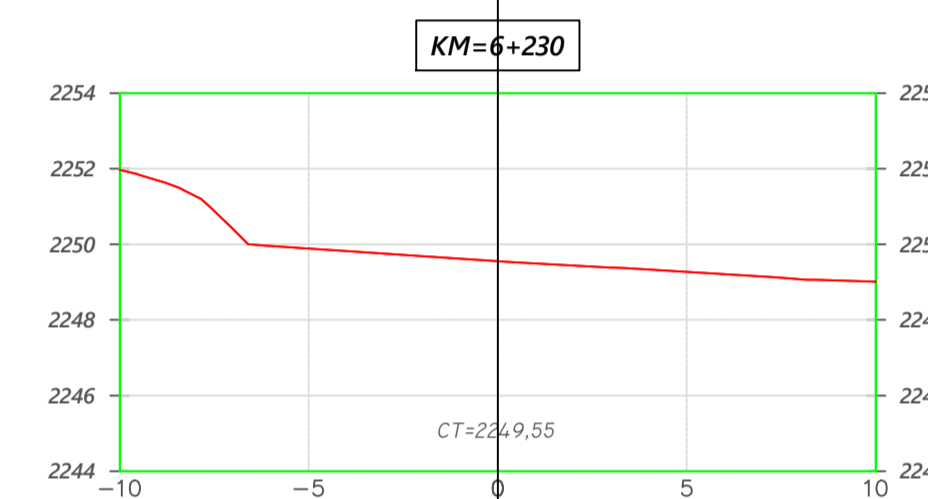
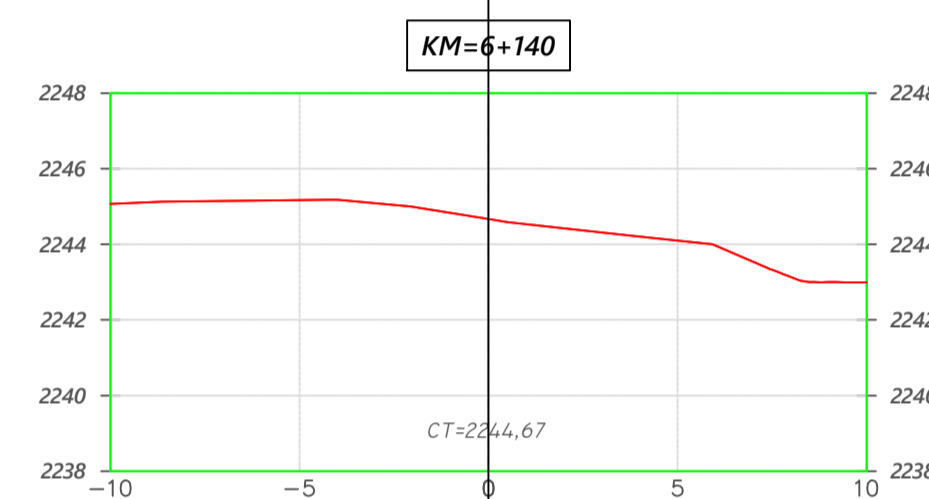
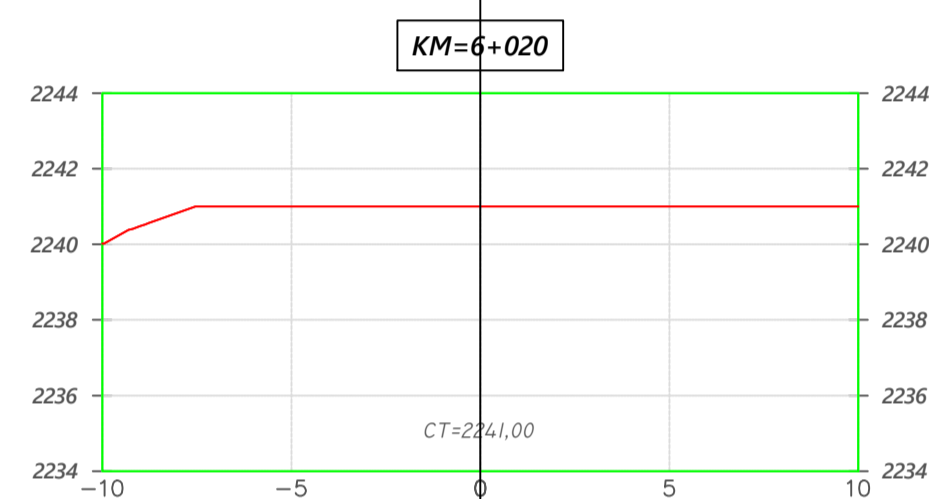
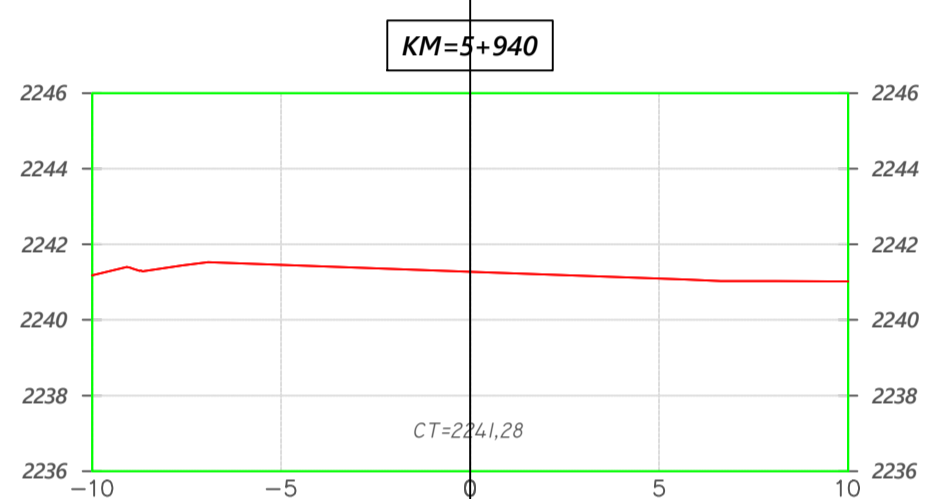
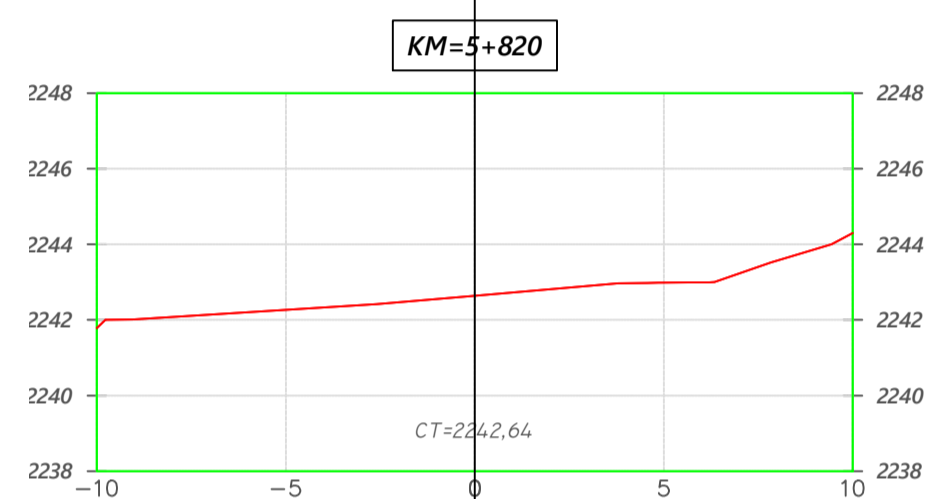
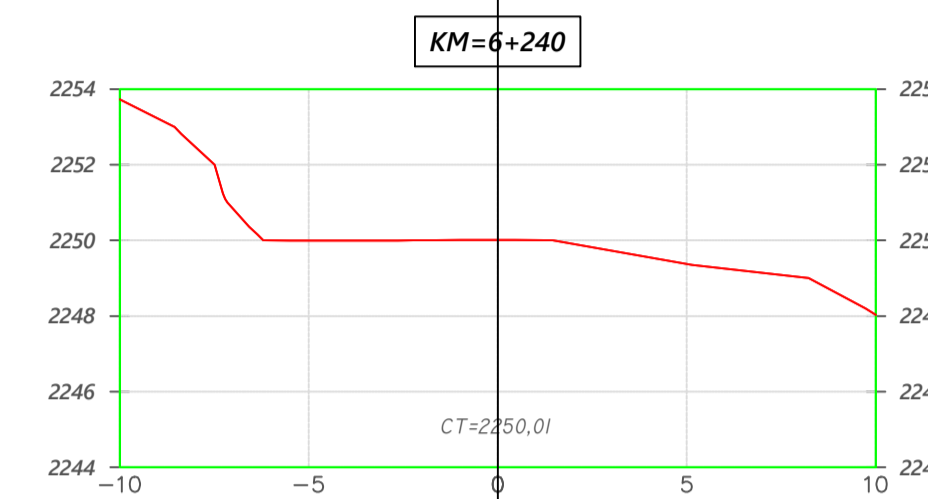
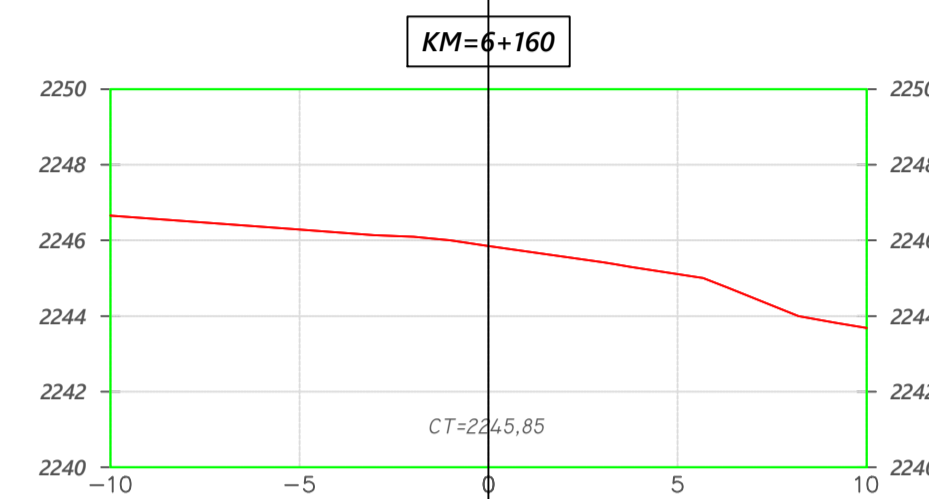
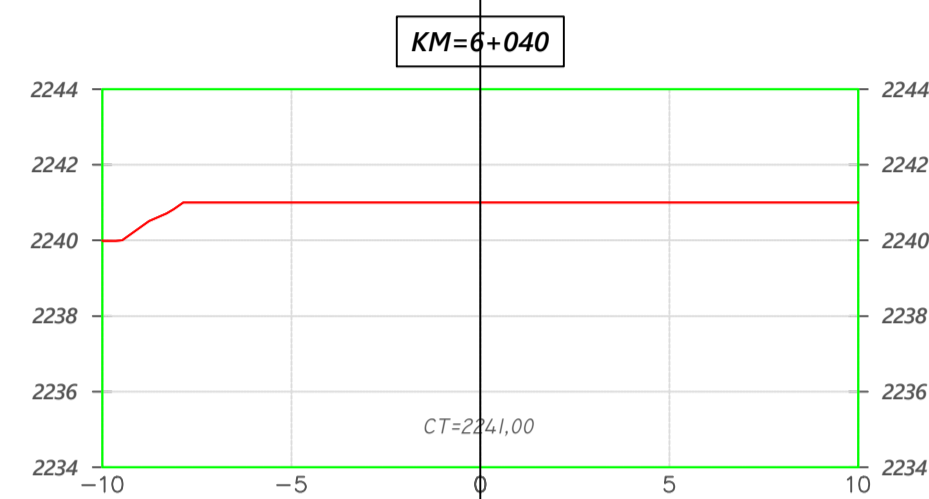
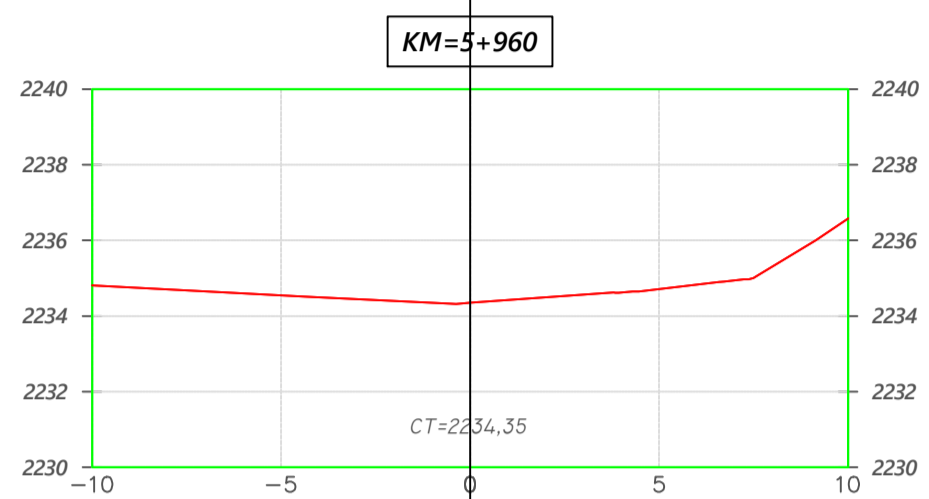
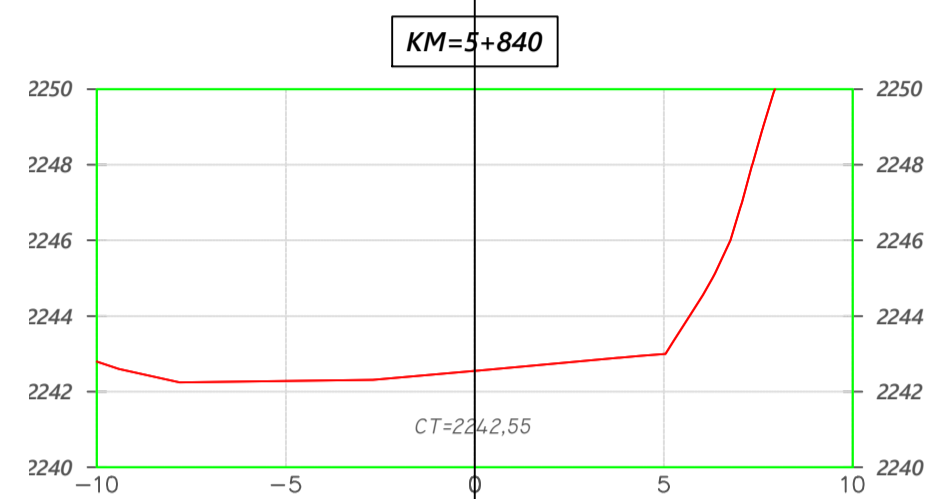
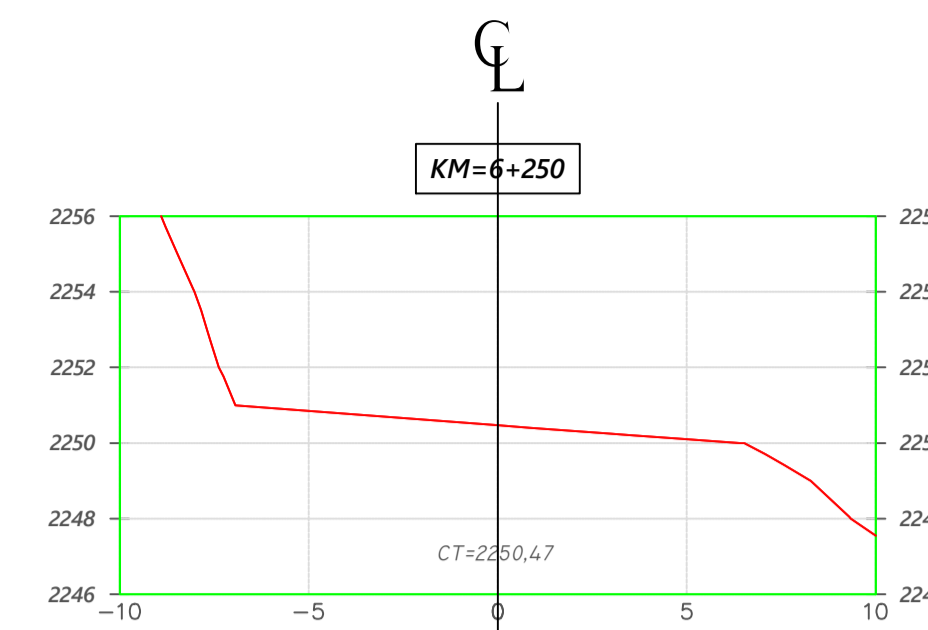
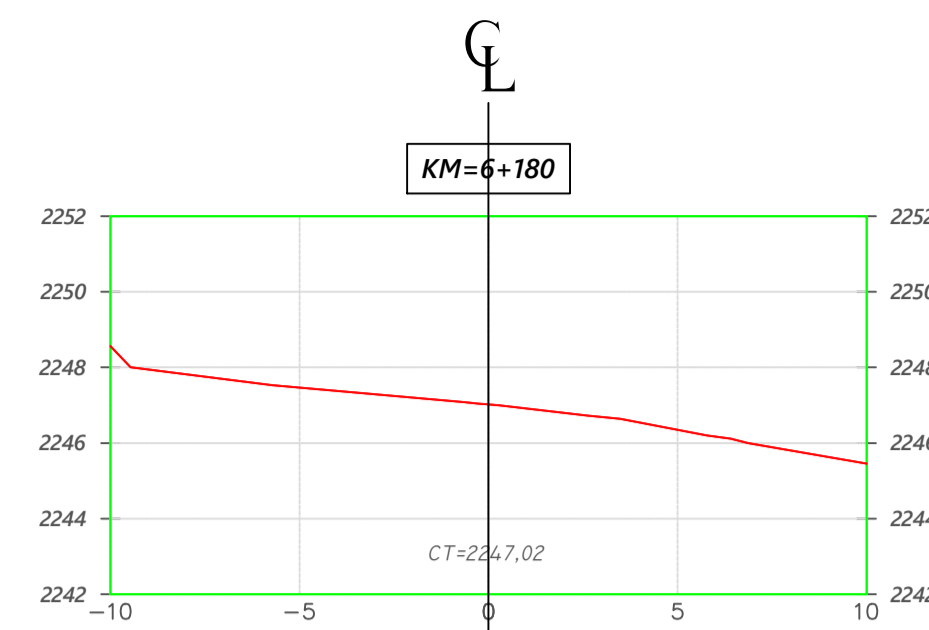
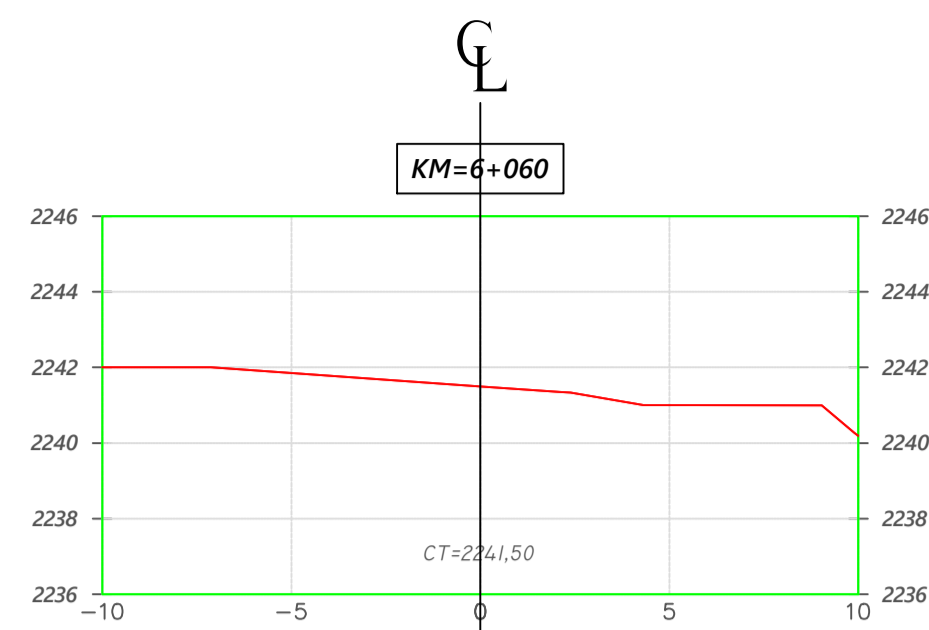
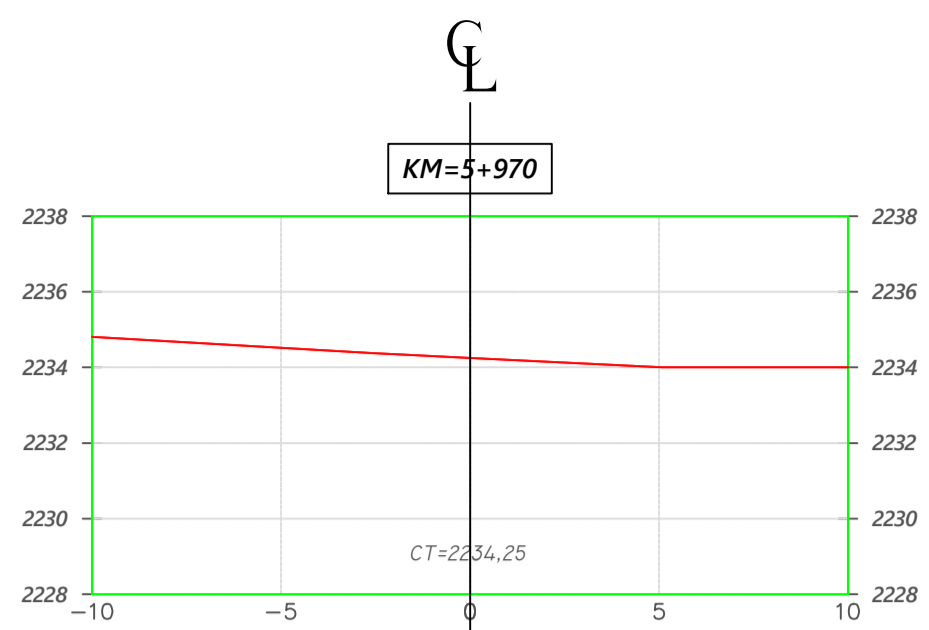
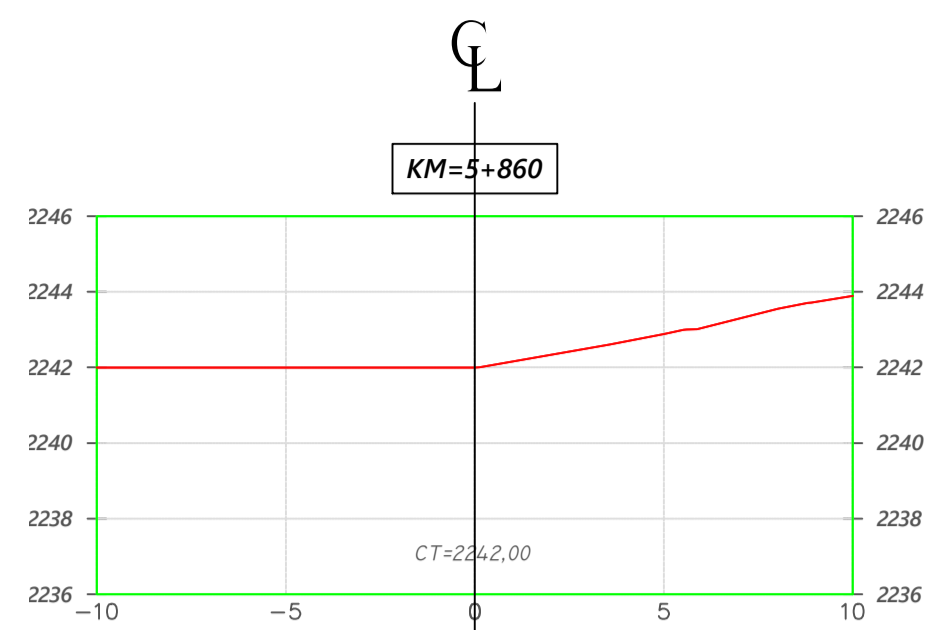




COTAS (m)

DISTANCIA HORIZONTAL (m)





COTAS (m)

DISTANCIA HORIZONTAL (m)



**UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA**  
**ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL**



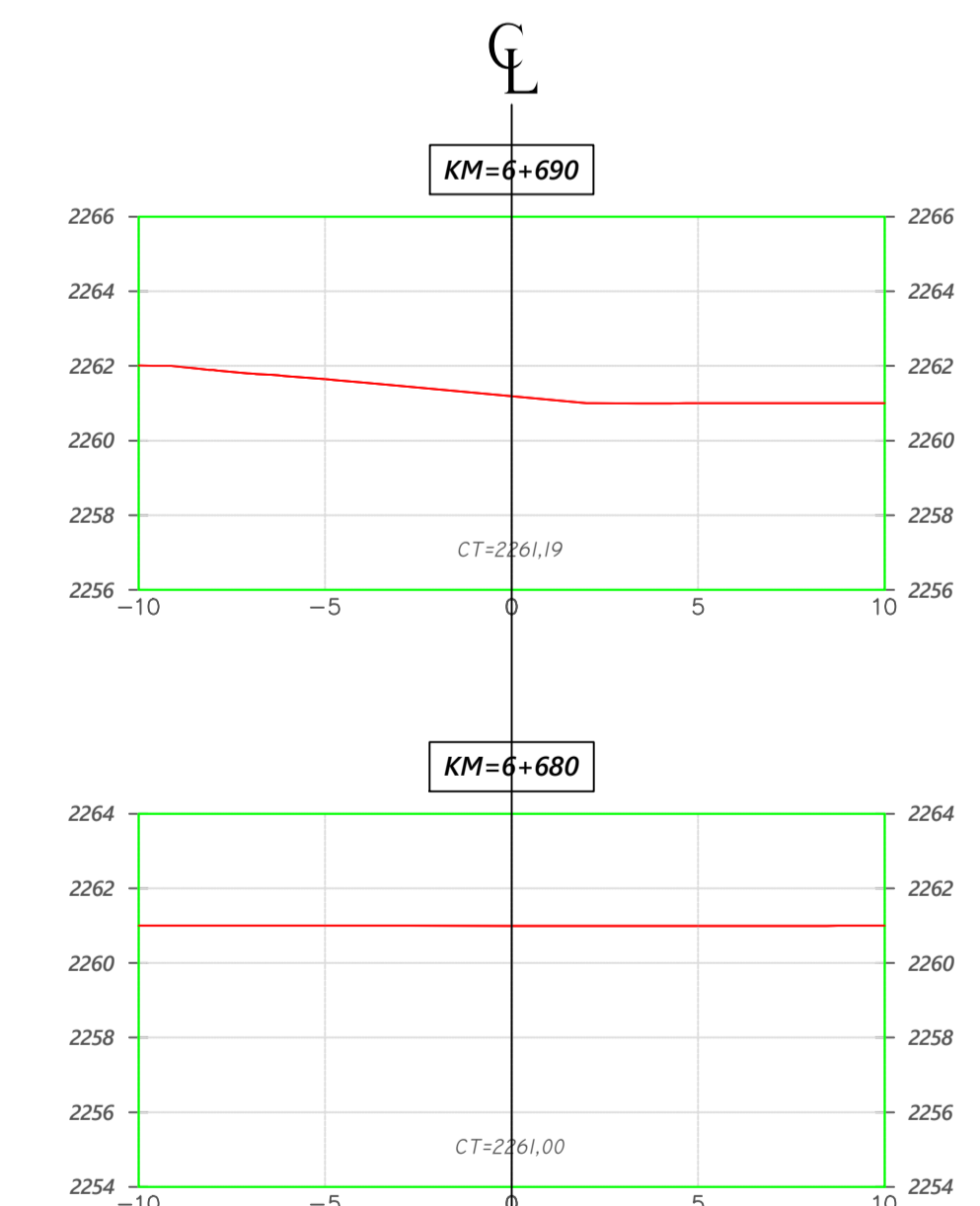
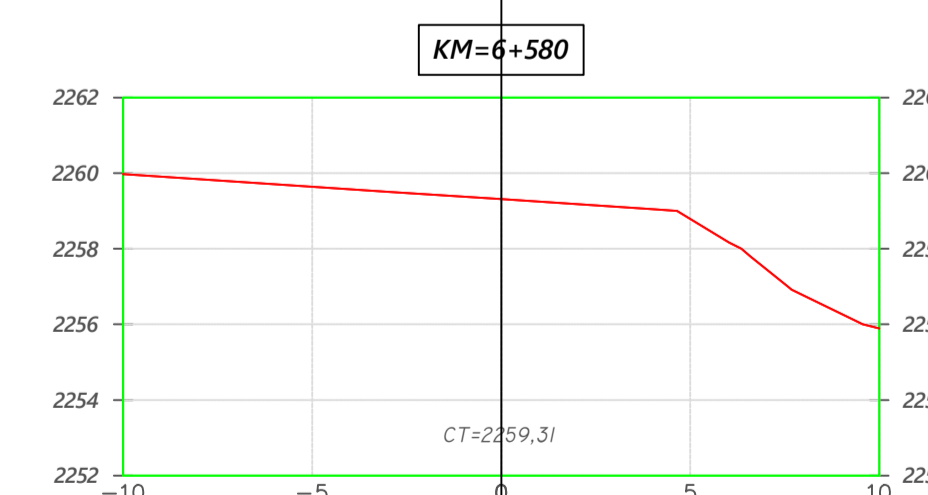
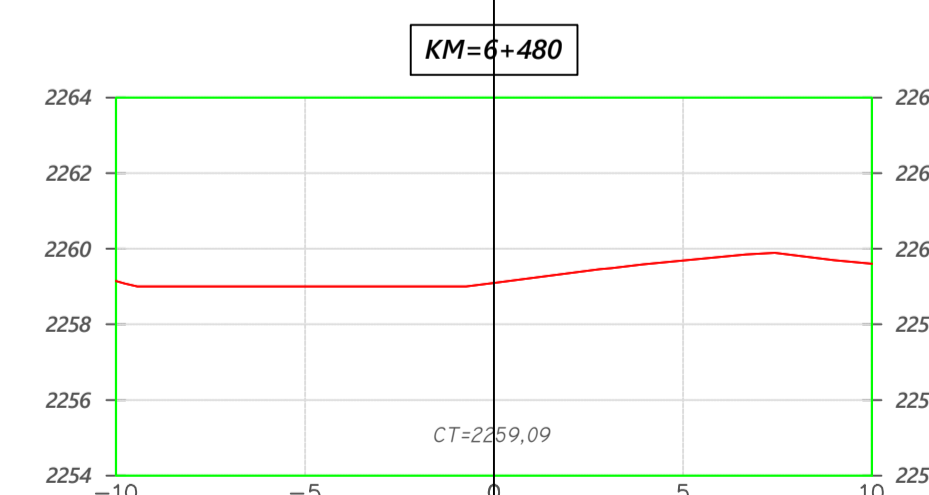
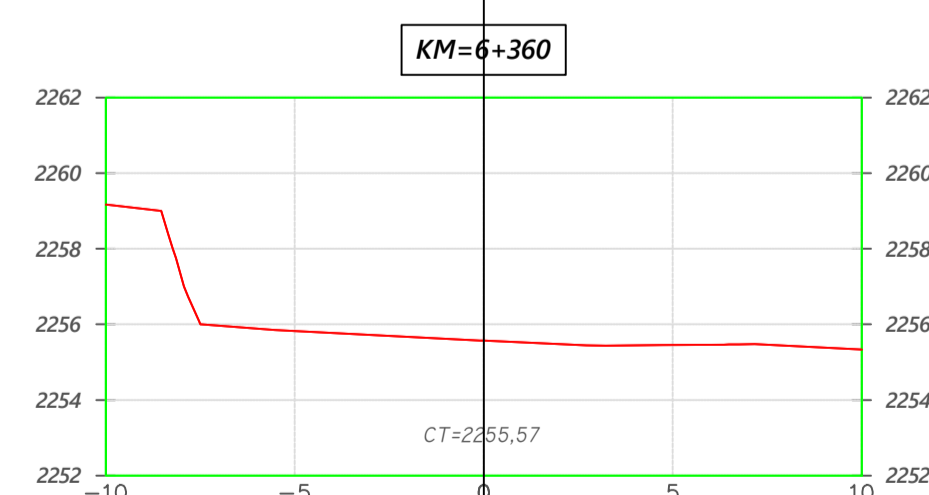
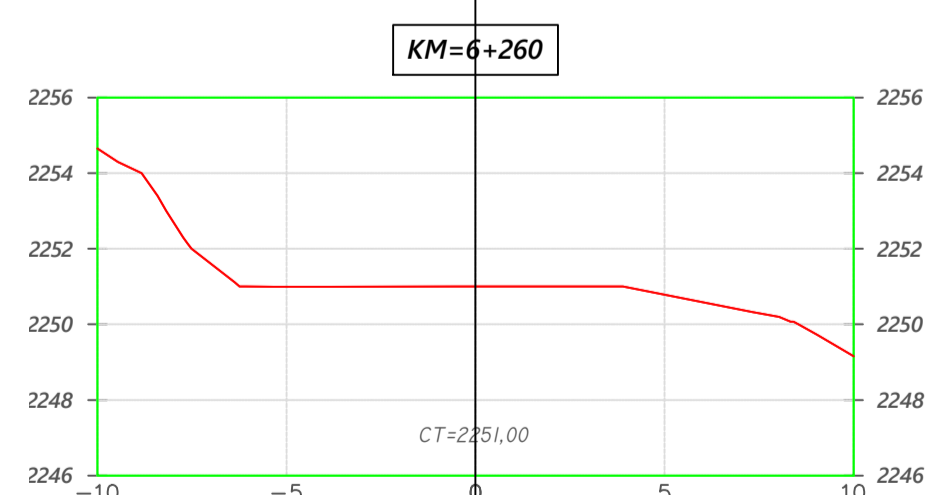
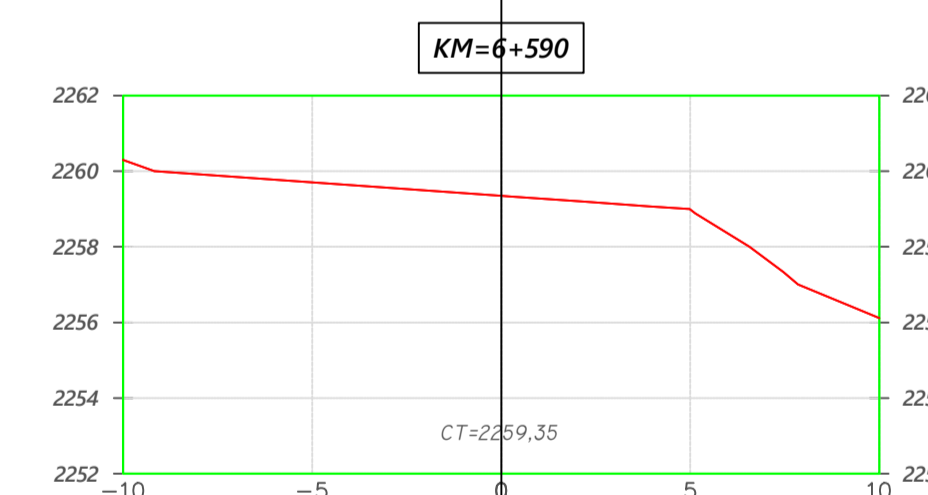
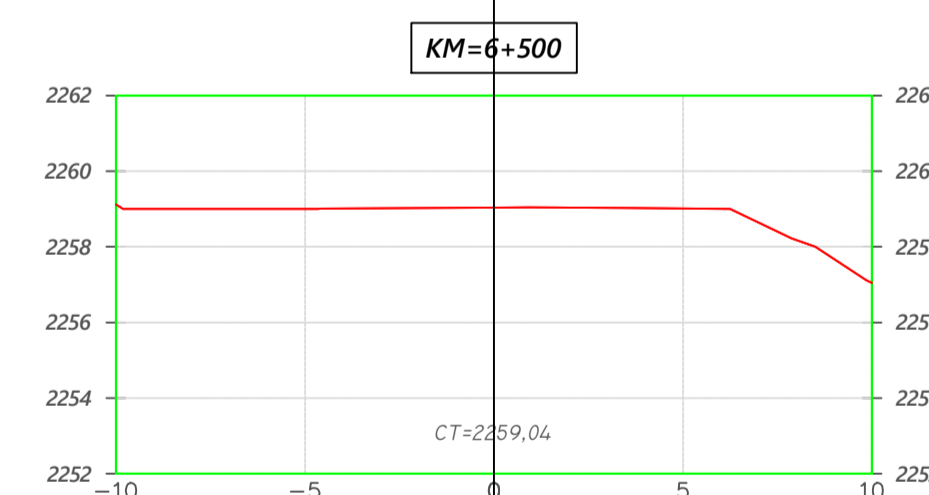
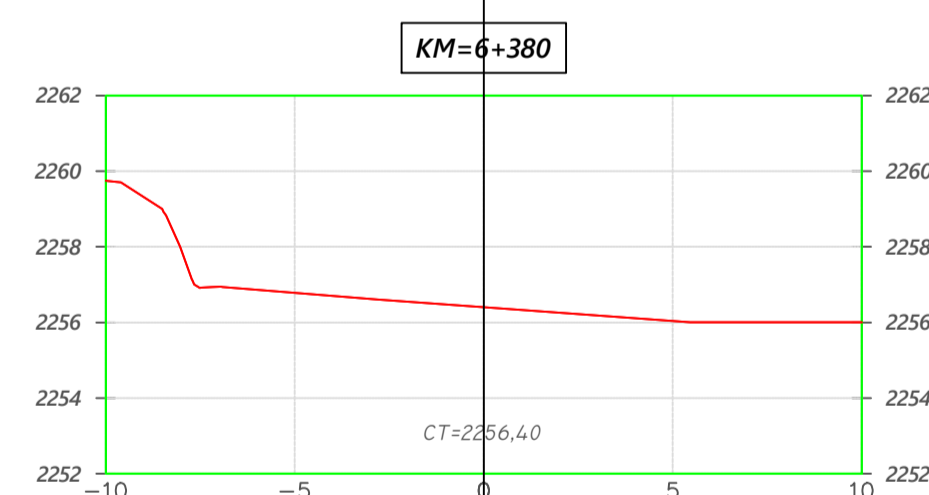
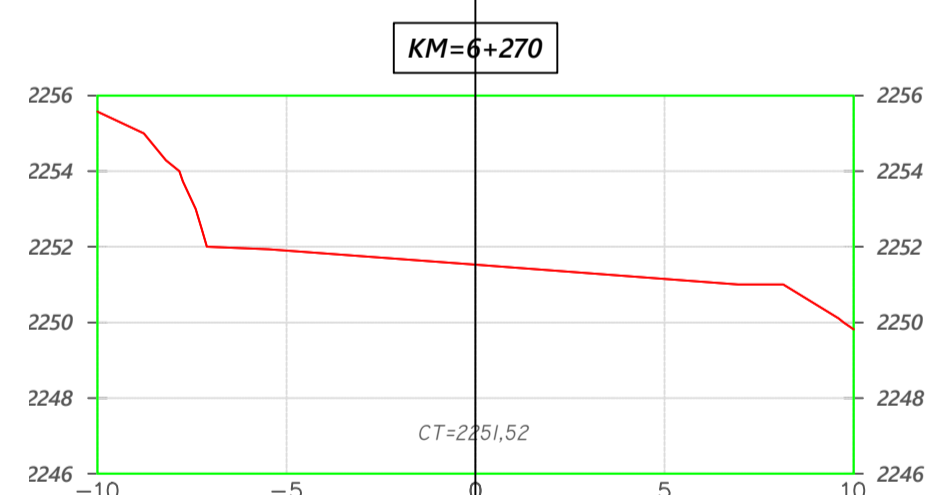
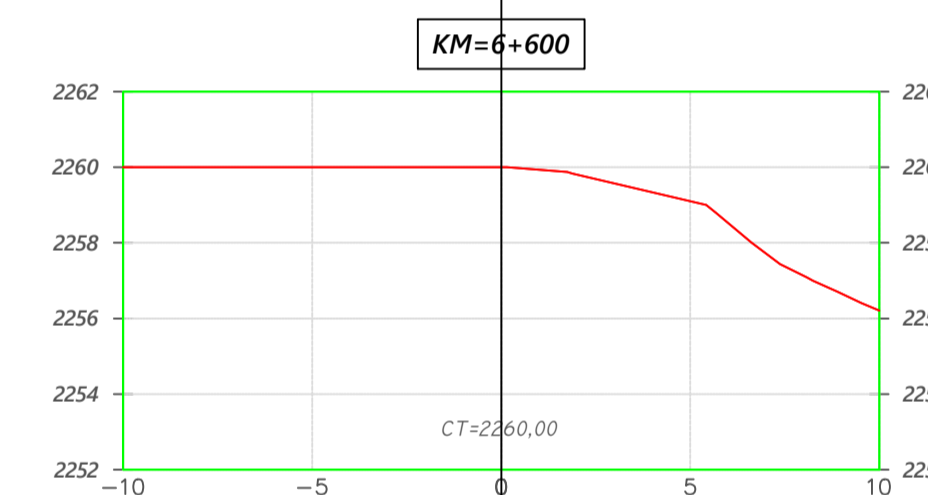
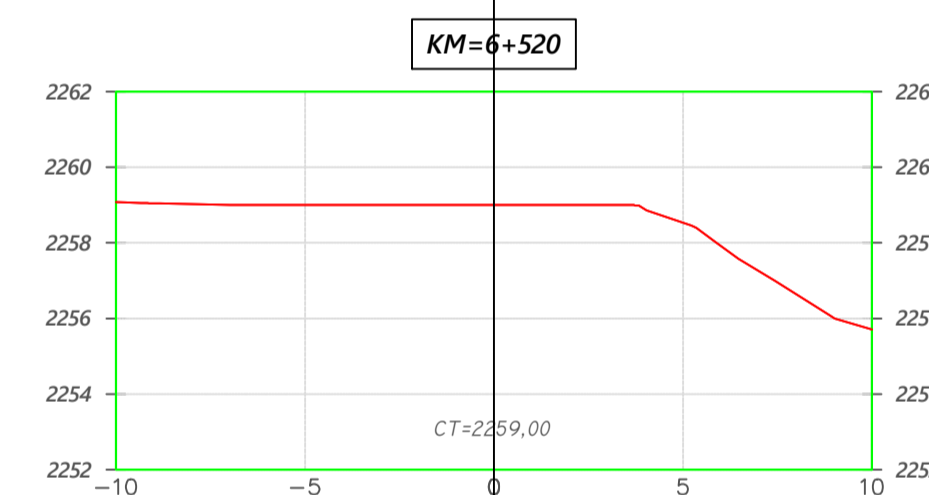
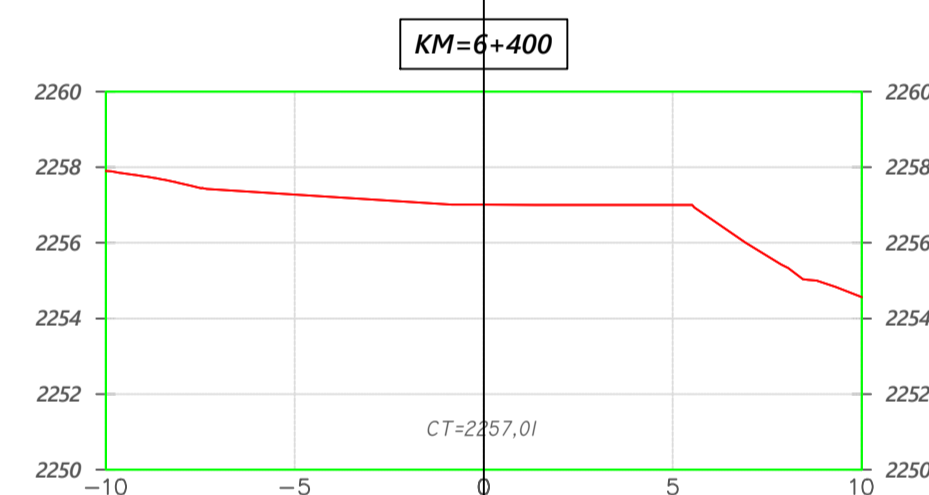
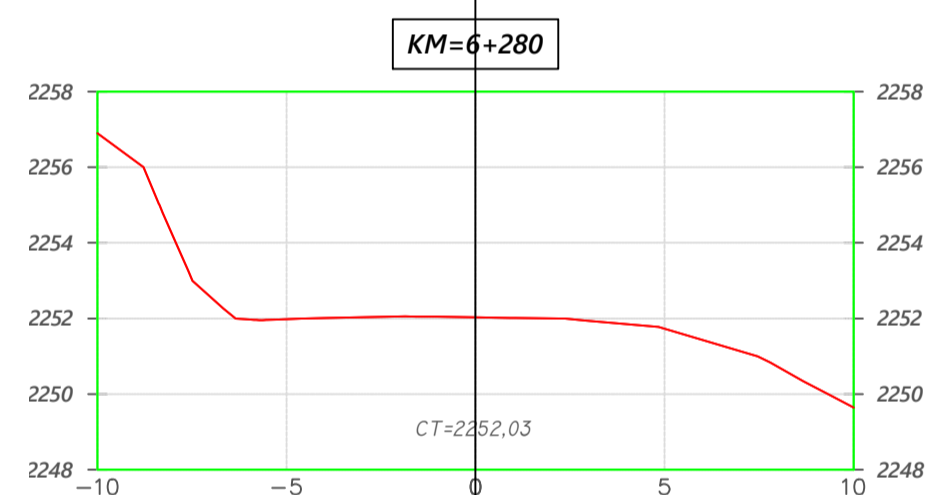
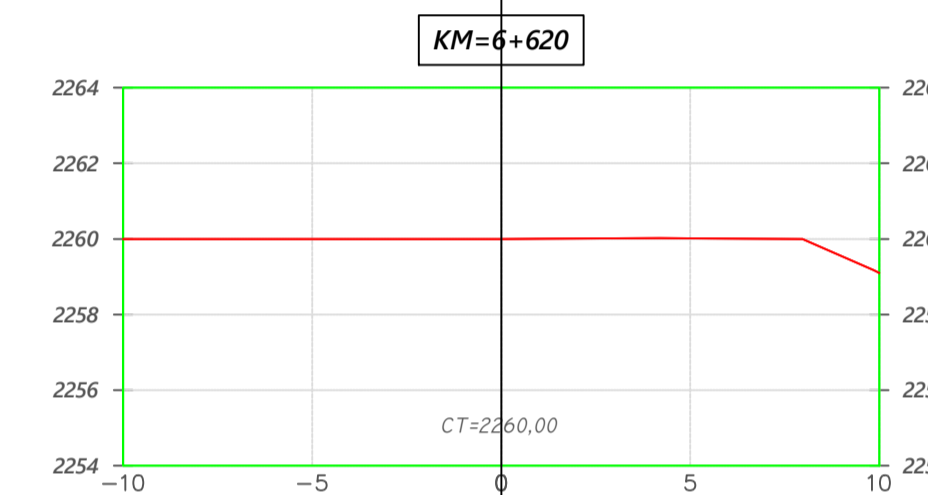
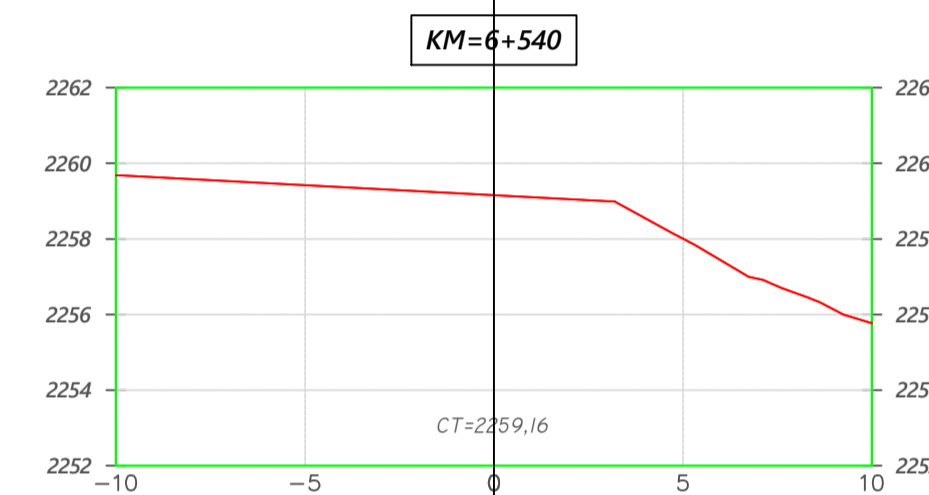
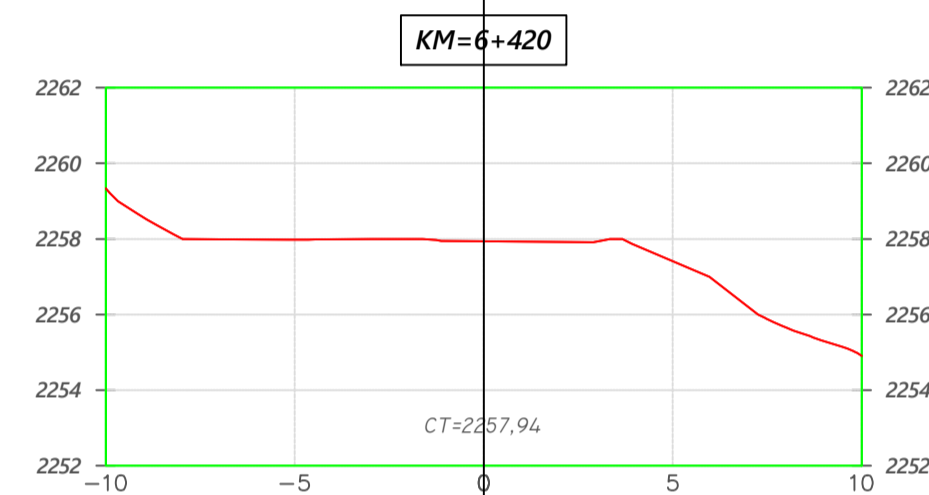
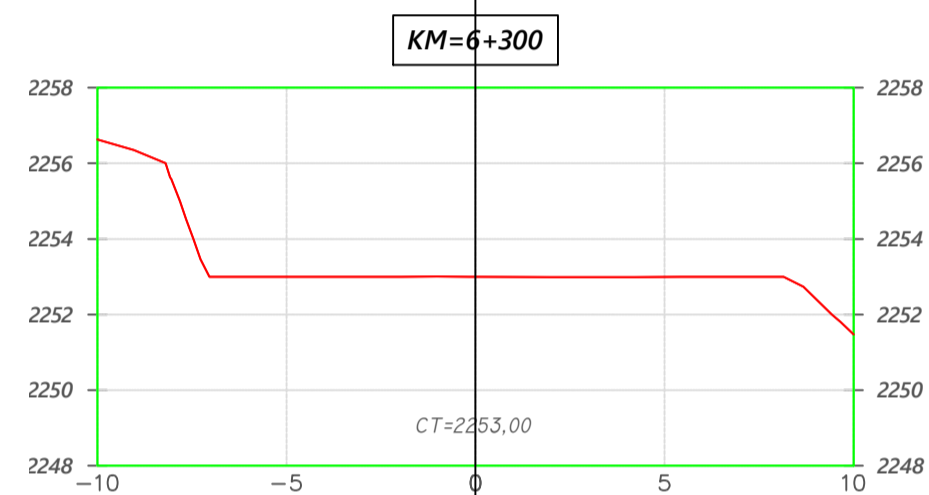
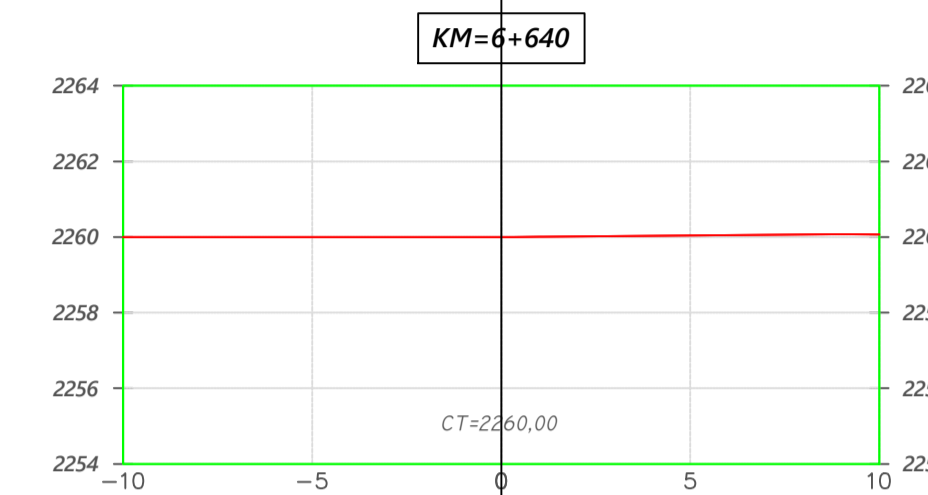
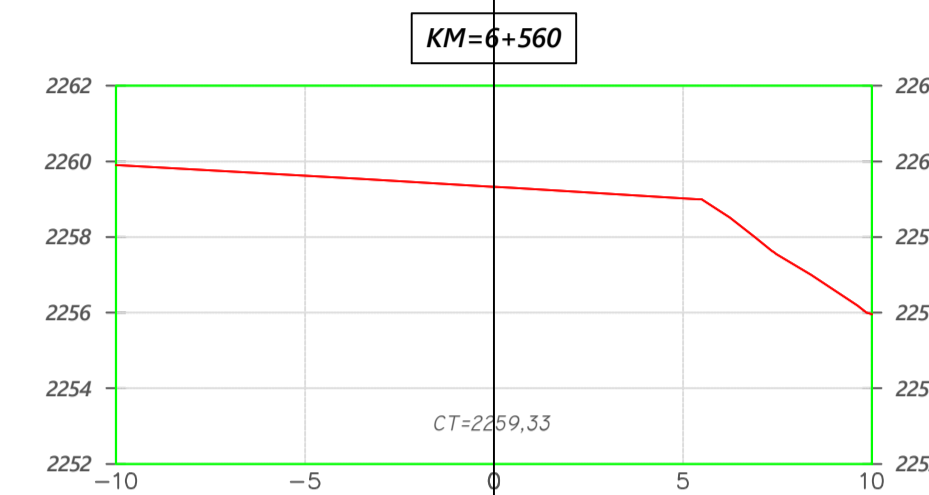
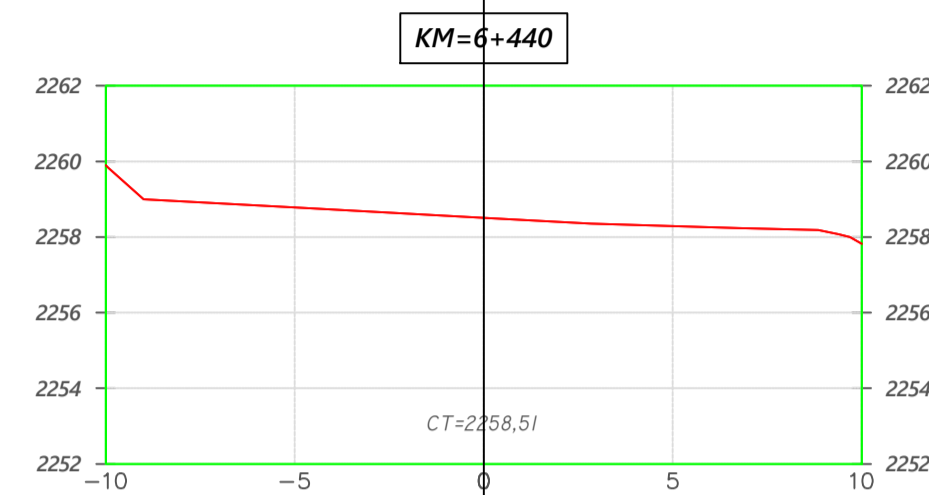
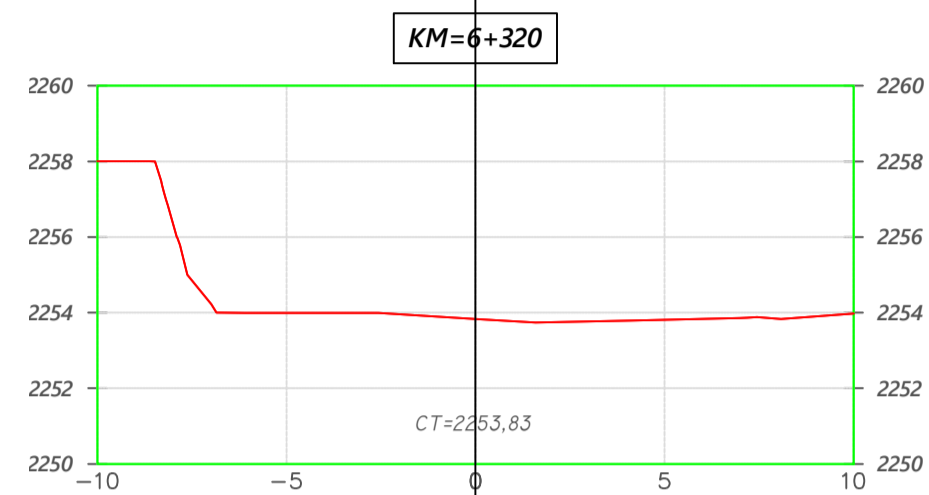
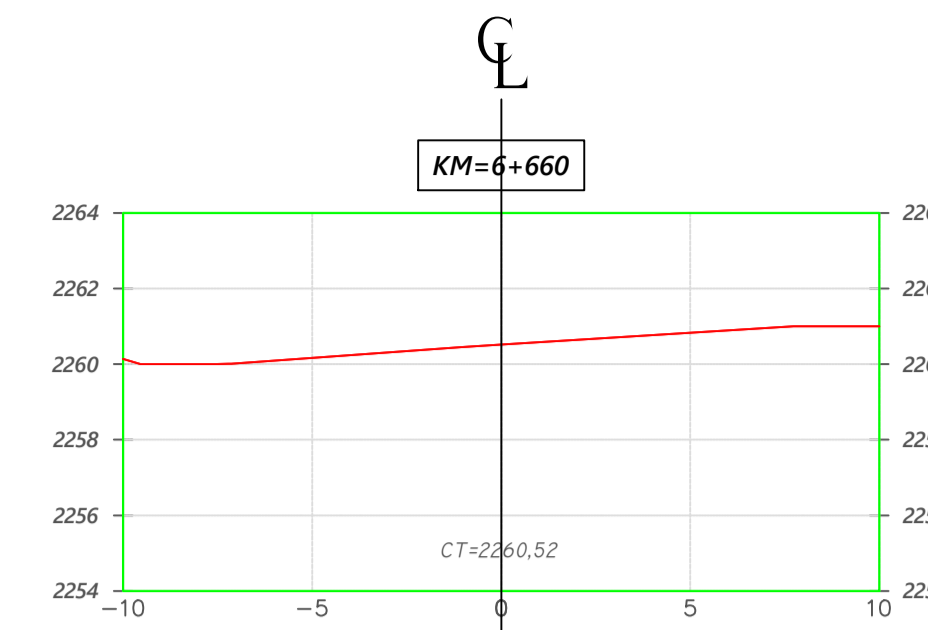
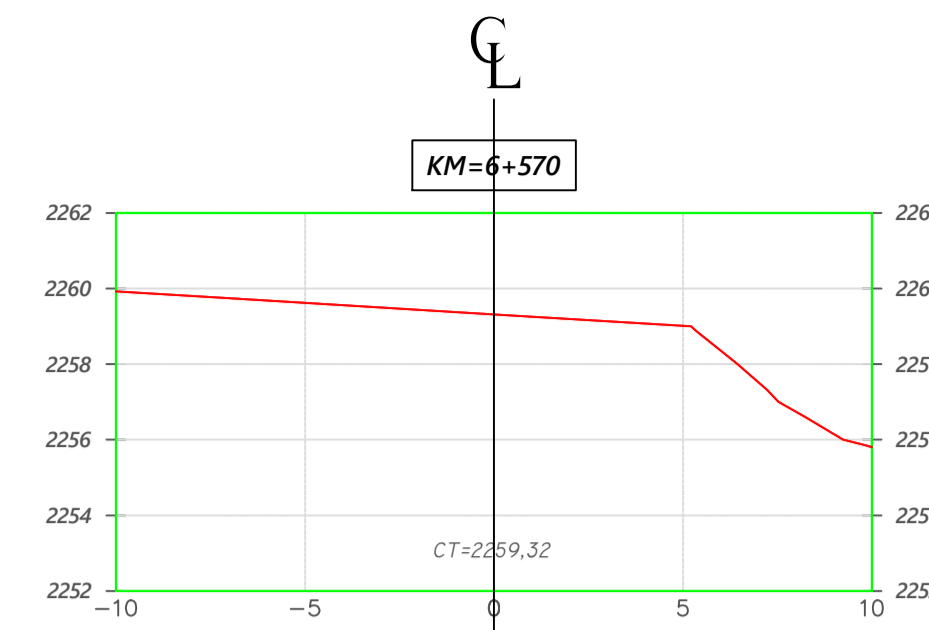
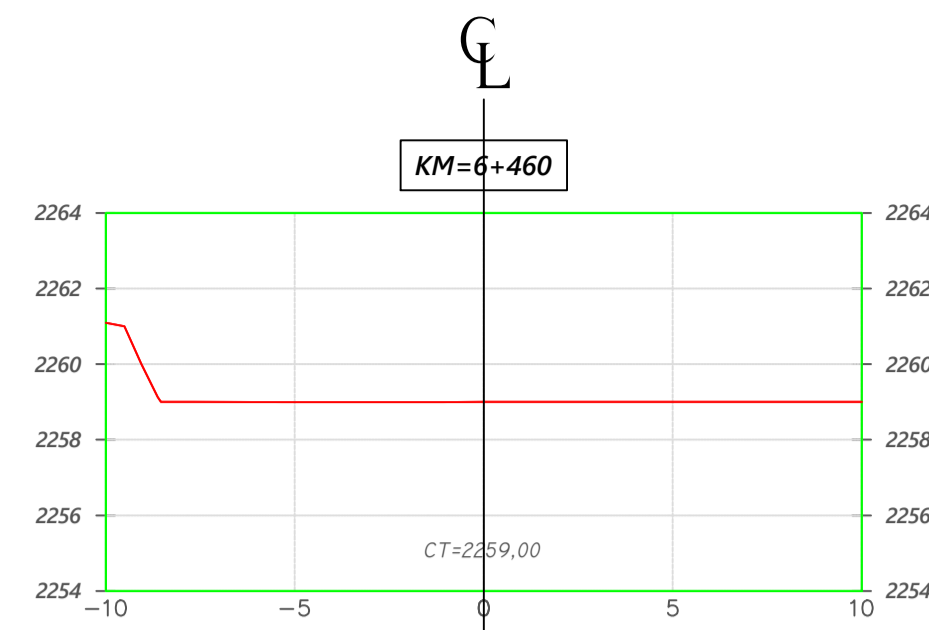
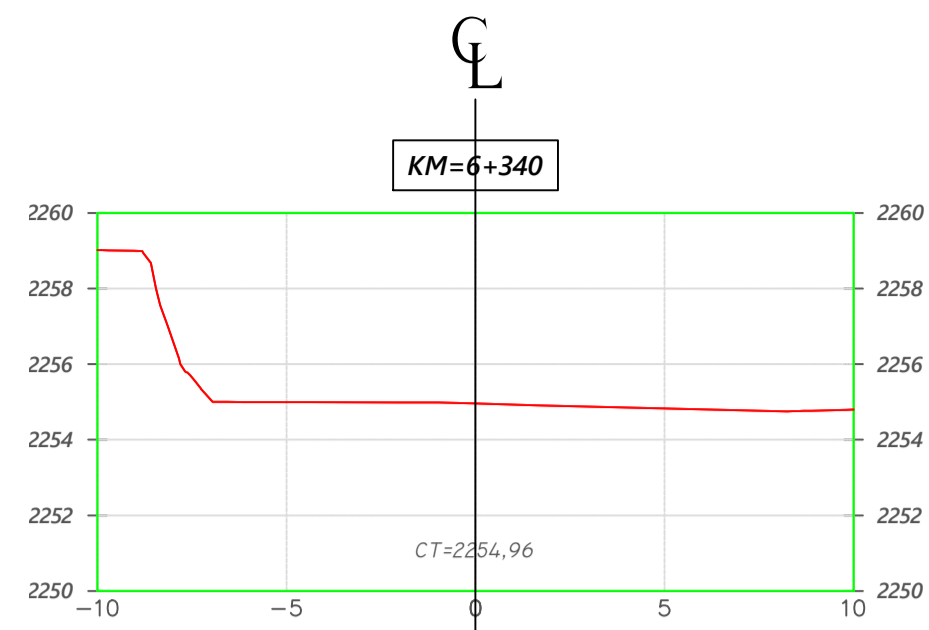
**AUTOR:**  
 Bach. Karl Emerson, Mejía Hurtado  
**ASESOR:**  
 Ing. Alejandro, Cubas Becerra

**TEMA:**  
 "ESTUDIO COMPARATIVO ENTRE LAS VELOCIDADES DE OPERACIÓN  
 OBTENIDAS CON LAS ECUACIONES DE FITZPATRICK Y LAS MEDIDAS EN EL  
 TRAMO CHOTA - EL PARAISO"

**REGIÓN:** Cajamarca  
**PROVINCIA:** Chota  
**DISTRITO:** Chota

**PLANO:**  
**SECCIONES TRANSVERSALES**  
**TRAMO:**  
 km.5+760 - 6+250

**ESCALA:** 1/500  
**CÓDIGO:** ST-12  
**FECHA:** 2023



COTAS (m)

DISTANCIA HORIZONTAL (m)



**UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA**  
**ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL**



**AUTOR:**  
 Bach. Karl Emerson, Mejía Hurtado  
**ASESOR:**  
 Ing. Alejandro, Cubas Becerra

**TEMA:**  
 "ESTUDIO COMPARATIVO ENTRE LAS VELOCIDADES DE OPERACIÓN  
 OBTENIDAS CON LAS ECUACIONES DE FITZPATRICK Y LAS MEDIDAS EN EL  
 TRAMO CHOTA - EL PARAISO"

**REGIÓN:** Cajamarca  
**PROVINCIA:** Chota  
**DISTRITO:** Chota

**PLANO:** SECCIONES TRANSVERSALES  
**TRAMO:** km.6+260 - 6+690

**ESCALA:** 1/500  
**FECHA:** 2023  
**CÓDIGO:** ST-13