

UNIVERSIDAD DE HUANUCO
FACULTAD DE INGENIERIA
PROGRAMA ACADÉMICO DE INGENIERIA CIVIL



TESIS

**“Evaluación y diseño geométrico de la carretera Pacobamba -
Huirony – Ccerabamba - Abra Cusqueña, distrito de
Pacobamba- Andahuaylas- Apurímac”**

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

AUTOR: Pacheco Silva, Eddy

ASESOR: Cárdenas Vega, José Antonio

HUÁNUCO – PERÚ

2023

U

TIPO DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN:

- Tesis (X)
- Trabajo de Suficiencia Profesional()
- Trabajo de Investigación ()
- Trabajo Académico ()

LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN: Transporte
AÑO DE LA LÍNEA DE INVESTIGACIÓN (2020)

CAMPO DE CONOCIMIENTO OCDE:

Área: Ingeniería, Tecnología

Sub área: Ingeniería civil

Disciplina: Ingeniería del transporte

D

DATOS DEL PROGRAMA:

Nombre del Grado/Título a recibir: Título

Profesional de Ingeniero Civil

Código del Programa: P07

Tipo de Financiamiento:

- Propio (X)
- UDH ()
- Fondos Concursables ()

DATOS DEL AUTOR:

Documento Nacional de Identidad (DNI): 46634591

DATOS DEL ASESOR:

Documento Nacional de Identidad (DNI): 42878755

Grado/Título: Maestro en ciencias económicas,
 mención: gestión pública

Código ORCID: 0000-0003-2365-566X

DATOS DE LOS JURADOS:

H

N°	APELLIDOS Y NOMBRES	GRADO	DNI	Código ORCID
1	Valdivieso Echevarría, Martín Cesar	Maestro en gestión pública	22416570	0000-0002-0579-5135
2	Gómez Valles, Jhon Elio	Maestro en diseño y construcción de obras viales	45623860	0000-0001-6424-6032
3	Chiguala Contreras, Yasser Everet	Maestro en ciencias económicas, mención: proyectos de inversión	18081080	0000-0001-5877-9377



UDH
UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO
http://www.udh.edu.pe

UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO
Facultad de Ingeniería
PROGRAMA ACADÉMICO DE INGENIERÍA CIVIL
FILIAL LEONCIO PRADO

**ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE
INGENIERO(A) CIVIL**

En la ciudad de Tingo María, siendo las 14:00 horas del día **sábado 22 de julio de 2023**, en el Aula 301-EDIF2 de la Filial Leoncio Prado, en cumplimiento de lo señalado en el Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad de Huánuco, se reunieron los **Jurados Calificadores** integrado por los docentes:

- | | |
|---|-------------------|
| • MG. MARTÍN CÉSAR VALDIVIESO ECHEVARRÍA | PRESIDENTE |
| • MG. JHON ELIO GÓMEZ VALLES | SECRETARIO |
| • MG. YASSER EVERET CHIGUALA CONTRERAS | VOCAL |

Nombrados mediante la RESOLUCIÓN N° 1475-2023-D-FI-UDH, para evaluar la Tesis intitulada: "EVALUACIÓN Y DISEÑO GEOMÉTRICO DE LA CARRETERA PACOBAMBA-HUIRONY-CCERABAMBA- ABRA CUSQUEÑA, DISTRITO DE PACOBAMBA- ANDAHUAYLAS- APURIMAC". presentado por el (la) Bachiller. **Eddy PACHECO SILVA** para optar el Título Profesional de Ingeniero(a) Civil.

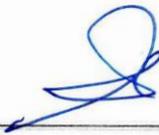
Dicho acto de sustentación se desarrolló en dos etapas: exposición y absolución de preguntas: procediéndose luego a la evaluación por parte de los miembros del Jurado.

Habiendo absuelto las objeciones que le fueron formuladas por los miembros del Jurado y de conformidad con las respectivas disposiciones reglamentarias, procedieron a deliberar y calificar, declarándolo(a) Aprobado por Unanimidad con el calificativo cuantitativo de 15 y cualitativo de Buena (Art. 47).

Siendo las 15:00 horas del día sábado 22 de julio de 2023, los miembros del Jurado Calificador firman la presente Acta en señal de conformidad.



Presidente



Secretario



Vocal



UDH
UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO
<http://www.udh.edu.pe>

UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO

CONSTANCIA DE ORIGINALIDAD

Yo, Mg. Ing José Antonio Cardenas Vega, docente asesor de Tesis del Programa Académico de Ingeniería Civil y designado mediante RESOLUCIÓN N° 2198-2022-D-FI-UDH de fecha 04 de noviembre de 2022 del Bachiller PACHECO SILVA, Eddy, del Trabajo de Investigación TESIS titulada "EVALUACIÓN Y DISEÑO GEOMÉTRICO DE LA CARRETERA PACOBAMBA-HUIRONY-CCERABAMBA-ABRA CUSQUEÑA, DISTRITO DE PACOBAMBA-ANDAHUAYLAS-APURIMAC".

Puedo constar que la misma tiene un índice de similitud del 11% verificable en el reporte final del análisis de originalidad mediante el Software Antiplagio Turnitin. Por lo que concluyo que cada una de las coincidencias detectadas no constituyen plagio y cumple con todas las normas de la Universidad de Huánuco.

Se expide la presente, a solicitud del interesado para los fines que estime conveniente.

Tingo María, 26 de julio del 2023.

Atentamente,

Mg. Ing. José Antonio Cardenas Vega

Asesor

COD. ORCID: 0000-0003-2365-566X

CIP: 150459

DNI: 4287875

Tercer Envío

INFORME DE ORIGINALIDAD

11%

INDICE DE SIMILITUD

11%

FUENTES DE INTERNET

1%

PUBLICACIONES

%

TRABAJOS DEL
ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1	hdl.handle.net Fuente de Internet	3%
2	repositorio.unc.edu.pe Fuente de Internet	1%
3	repositorio.ucv.edu.pe Fuente de Internet	1%
4	repositorio.udh.edu.pe Fuente de Internet	1%
5	repositorio.unasam.edu.pe Fuente de Internet	1%
6	vsip.info Fuente de Internet	1%
7	repository.upb.edu.co Fuente de Internet	<1%
8	repositorio.unap.edu.pe Fuente de Internet	<1%
9	repositorio.urp.edu.pe Fuente de Internet	<1%


Mg. Ing. José Antonio Cardenas Vega
Asesor
COD. ORCID: 0000-0003-2365-566X
CIP: 150459
DNI: 42878755

DEDICATORIA

A Dios por darme la vida, salud y sabiduría permitiéndome llegar a este momento especial de mi vida, por los triunfos y momentos difíciles que me enseñaron a ser perseverante y fuerte cada día para lograr con mis metas trazadas.

A mi hermano Jair Pacheco, por ser un ejemplo de perseverancia, y lucha ante las adversidades, por su confianza y apoyo moral.

A mi madre con mucho amor Norma Silva, por ser mi motor y mayor inspiración, por haberme apoyado en todo momento, por sus consejos, paciencia y motivación constante que me ha permitido ser una persona de bien.

A mis abuelitos Yldefonsa de Silva y Ramon Silva que están en el cielo, por ser como padres y darme todo el apoyo incondicional en el trayecto de mi formación profesional y encaminarme en los caminos de Dios.

AGRADECIMIENTOS

A DIOS por guiarme y cuidarme durante todo el trayecto recorrido y darme las fuerzas para continuar a pesar de las adversidades siempre estuvo a mi lado ayudándome a superar mis miedos.

A mi madre y hermano por la confianza

A La Universidad De Huánuco, en especial a la Facultad De Ingeniería Civil y la Escuela Profesional de Ingeniería Civil que contribuyeron en mi formación profesional.

A mi asesor Mg. Cárdenas Vega, José Antonio, por su valiosa colaboración y conocimientos compartidos.

A mi familia y colegas que me apoyaron directa e indirectamente en la culminación de mi trabajo de investigación.

ÍNDICE

DEDICATORIA	II
AGRADECIMIENTOS.....	III
ÍNDICE.....	IV
ÍNDICE DE TABLAS.....	VII
ÍNDICE DE FIGURAS.....	IX
RESUMEN.....	X
ABSTRACT.....	XI
CAPÍTULO I.....	12
PROBLEMA DE LA INVESTIGACIÓN.....	12
1.1. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA.....	12
1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA.....	14
1.2.1. PROBLEMA GENERAL.....	14
1.2.2. PROBLEMAS ESPECÍFICOS.....	14
1.3. OBJETIVOS.....	14
1.3.1. OBJETIVO GENERAL.....	14
1.3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	14
1.4. JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN.....	15
1.4.1. JUSTIFICACIÓN TEÓRICA.....	15
1.4.2. JUSTIFICACIÓN PRÁCTICA.....	15
1.4.3. JUSTIFICACIÓN METODOLÓGICA.....	16
1.5. LIMITACIONES.....	16
1.5.1. LIMITACIÓN CONCEPTUAL.....	16
1.5.2. LIMITACIÓN ECONÓMICA.....	16
1.5.3. LIMITACIÓN TEMPORAL.....	17
CAPÍTULO II.....	18
MARCO TEÓRICO.....	18
2.1. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN.....	18
2.1.1. ANTECEDENTES INTERNACIONALES.....	18
2.1.2. ANTECEDENTES NACIONALES.....	19
2.1.3. ANTECEDENTES LOCALES.....	21
2.2. BASES TEÓRICAS O MARCO CONCEPTUAL.....	22
2.2.1. CARRETERA.....	22

2.2.2. PARTES DE UNA CARRETERA	22
2.3. DEFINICIÓN CONCEPTUAL	23
2.3.1. CLASIFICACIÓN DE LAS CARRETERAS.....	23
2.3.2. DISEÑO GEOMÉTRICO	25
2.3.3. CRITERIOS BÁSICOS PREVIOS AL DISEÑO GEOMÉTRICO	25
2.4. HIPÓTESIS	28
2.5. VARIABLES	28
2.5.1. VARIABLE DEPENDIENTE	28
2.5.2. VARIABLE INDEPENDIENTE:.....	29
2.6. OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES	29
CAPÍTULO III.....	30
METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN	30
3.1. TIPO Y NIVEL DE INVESTIGACIÓN	30
3.1.1. ENFOQUE	30
3.1.2. DISEÑO METODOLÓGICO.....	30
3.2. POBLACIÓN Y MUESTRA.....	31
3.2.1. POBLACIÓN	31
3.2.2. MUESTRA.....	31
3.3. RECOLECCIÓN Y ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN	31
3.4. ASPECTOS ÉTICOS	32
CAPÍTULO IV.....	33
RESULTADOS.....	33
4.1. REVISIÓN DE ESTUDIO DE TRÁFICO DESCRIPTIVO.....	33
4.1.1. REVISIÓN DEL LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO.....	39
4.1.2. REVISIÓN DEL ESTUDIO DE HIDROLOGÍA Y DRENAJE	40
4.2. RESULTADOS INFERENCIALES.....	41
4.2.1. CARACTERÍSTICAS GENERALES DE LA CARRETERA	41
4.3. EVALUACIÓN DE LOS PARÁMETROS GEOMÉTRICOS DE LA CARRETERA	42
4.3.1. DISEÑO GEOMÉTRICO EN PLANTA	42
4.3.2. DISEÑO GEOMÉTRICO EN PERFIL.....	51
4.3.3. DISEÑO GEOMÉTRICO EN SECCIÓN TRANSVERSAL.....	55
4.4. PROPONER LAS CORRECCIONES NECESARIAS MEDIANTE UN REPLANTEO DE DISEÑO DE LA CARRETERA.....	65

4.4.1. DISEÑO GEOMÉTRICO EN PLANTA	65
4.4.2. DISEÑO GEOMÉTRICO EN PERFIL.....	72
4.4.3. DISEÑO GEOMÉTRICO EN SECCIÓN TRANSVERSAL.....	75
CAPÍTULO V.....	84
DISCUSIÓN DE RESULTADOS.....	84
CONCLUSIONES	86
RECOMENDACIONES.....	87
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	88
ANEXOS.....	93

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Tipo de vehículos de la categoría L	26
Tabla 2 Tipo de vehículos de la categoría M	26
Tabla 3 Tipo de vehículos de la categoría M	26
Tabla 4 Tipo de vehículos de la categoría M	27
Tabla 5 Tipo de vehículos de la categoría S	27
Tabla 6 Operacionalización de variables	29
Tabla 7 Conteo vehicular de la estación E-01	34
Tabla 8 Conteo vehicular de la estación E-02	35
Tabla 9 Conteo vehicular de la estación E-03	36
Tabla 10 IMD corregido de la estación E-01	37
Tabla 11 IMD corregido de la estación E-02.....	38
Tabla 12 IMD corregido de la estación E-03.....	39
Tabla 13 Localización del proyecto.....	40
Tabla 14 Precipitación máxima en 24 horas anual	41
Tabla 15 Tipo de características del proyecto	41
Tabla 16 Tramos en tangente	42
Tabla 17 Curvas circulares	43
Tabla 18 Curvas de transición	43
Tabla 19 Identificación de los radios de la carretera.....	44
Tabla 20 Identificación de la longitud de tramo tangente de la carretera.....	47
Tabla 21 Pendientes en perfil	51
Tabla 22 Ecuaciones para longitudes mínimas de curva vertical.....	51
Tabla 23 Pendientes de ingreso y salida de curva vertical	52
Tabla 24 Longitud de curva vertical	54
Tabla 25 Sección transversal de carretera	57

Tabla 26 Resumen de parámetros mínimos para diseño en planta.....	66
Tabla 27 Identificación de los radios de nuevo trazo de la carretera	67
Tabla 28 Identificación de la longitud de tramo tangente de nuevo trazo de la carretera	69
Tabla 29 Pendientes de ingreso y salida de curva vertical en nuevo trazo..	73
Tabla 30 Longitud de curva vertical en nuevo trazo.....	74
Tabla 31 Sección transversal de carretera	76

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Elementos en una carretera.....	22
Figura 2 Partes de una carretera	22
Figura 3 Velocidad de diseño	28
Figura 4 Verificación de radios mínimos	45
Figura 5 Verificación de tramos tangentes mínimos	50
Figura 6 Verificación de pendientes máxima y mínima.....	53
Figura 7 Verificación de longitudes de curvas mínimas	55
Figura 8 Verificación de radios mínimos en nuevo trazo	68
Figura 9 Verificación de tramos tangentes mínimos en nuevo trazo.....	72

RESUMEN

La presente investigación denominada “Evaluación y diseño geométrico de la Carretera Pacobamba- Huirony- Ccerabamba- Abra Cusqueña, Distrito de Pacobamba- Andahuaylas- Apurimac” consideró como objetivo general evaluar y diseñar el diseño geométrico de un tramo de la carretera en estudio, mediante una metodología de tipo aplicada con enfoque cuantitativo, con una población comprendida por los diversos diseños de carreteras en Pacobamba, mientras que, como muestra de estudio se tiene el tramo definido entre las progresivas 0+000 km y 8 +140 km de la Carretera Pacobamba- Huirony- Ccerabamba- Abra Cusqueña, Distrito de Pacobamba- Andahuaylas- Apurimac. Como resultado principal, se obtuvo que el diseño geométrico permite analizar las condiciones de elaboración de un proyecto, en base al cumplimiento de la Norma DG-2018. Asimismo, para el expediente en estudio, se verificó que no cumplió los criterios definidos por la norma en los aspectos de diseño geométrico en planta y diseño geométrico de secciones transversales, cuyos valores indican un 9.41% de curvas que no cumplen el radio mínimo, 53.57% de longitudes de tramo tangente no cumplió con los criterios mínimos y el porcentaje de bombeo en las secciones transversales no cumplió con el valor mínimo de 3.0%. Finalmente, Esta investigación concluyó que, el replanteo del diseño geométrico favoreció de manera positiva a la mejora de la transitabilidad de la carretera Pacobamba- Huirony- Ccerabamba- Abra Cusqueña, debido a que, al proponer un replanteo mediante un nuevo trazo, se lograron cumplir los criterios establecidos por la Norma DG-2018.

Palabras clave: Diseño geométrico, carreteras, alineamiento, bombeo, radio, curvas de transición, velocidad de diseño.

ABSTRACT

The present investigation called "Evaluation and geometric design of the Pacobamba- Huirony- Ccerabamba- Abra Cusqueña Highway, District of Pacobamba- Andahuaylas- Apurimac" considered as a general objective to evaluate and design the geometric design of a section of the highway under study, through a type methodology applied with a quantitative approach, with a population comprised by the various road designs in Pacobamba, while, as a study sample, there is the stretch defined between the 0+000 km and 8+140 km survey lines of the Pacobamba- Huirony- Ccerabamba- Abra Cusqueña, District of Pacobamba- Andahuaylas- Apurimac. As a main result, it was obtained that the geometric design allows analyzing the conditions of elaboration of a project, based on compliance with the DG-2018 Standard. Likewise, for the file under study, it was verified that it did not meet the criteria defined by the standard in the aspects of geometric design in plan and geometric design of cross sections, whose values indicate 9.41% of curves that do not meet the minimum radius, 53.57. % of tangent span lengths did not meet the minimum criteria and the percentage crowning in the cross sections did not meet the minimum value of 3.0%. Finally, this investigation concluded that the rethinking of the geometric design positively favored the improvement of the passability of the Pacobamba- Huirony- Ccerabamba- Abra Cusqueña highway, District of Pacobamba- Andahuaylas- Apurimac, because, when proposing a rethinking Through a new line, the criteria established by the DG-2018 Standard were met, in the aspects of horizontal, vertical alignment and cross section.

Keywords: Geometric design, roads, alignment, crowning, radius, transition curves, design speed.

CAPÍTULO I

PROBLEMA DE LA INVESTIGACIÓN

1.1. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA

Los proyectos viales se consideran como obras que representan beneficios económicos y sociales en las diferentes regiones, las cuales mejoran la calidad de vida para una población (Arroyave, y otros, 2016). Sin embargo, es posible indicar que, la identificación y evaluación de carreteras permiten diseñar estrategias para evitar, mitigar y compensar impactos negativos en cuanto a su condición o estado de vías.

El desarrollo de un país se debe a una buena administración de sus recursos para llevar a cabo un proyecto, donde prevalece la viabilidad de un proyecto como finalidad de satisfacer una necesidad, por ello, es importante considerar que las carreteras juegan un rol esencial en el desarrollo de todo país.

Se considera que las vías de comunicación es un elemento fundamental para el desarrollo económico y social para una población, al permitir la formación y crecimiento (Suárez y Vera, 2015). Por ello, se considera que la construcción y funcionamiento de las carreteras deben brindar a los usuarios que usen de esta misma, la comodidad y seguridad necesaria, con el fin de ahorrar tiempo y costo para el transporte.

Para ello, García (2017) afirma que:

“Las vías terrestres son el principal medio de comunicación entre departamentos y regiones, así mismo, constituyen la red principal en las vías y en los sistemas de movilidad y conectividad en las diferentes vías nacionales, caracterizadas por brindar el desarrollo en la infraestructura un país”.

Según INVIAS (citado en Parrado y García, 2017), la movilidad se considera uno de los más grandes e importantes pilares de desarrollo sobre

los que se fortalece y garantiza el impulso en la economía en un país, por ende, en su crecimiento. Debido que, las vías de comunicación se considera que el desarrollo de vías permite la movilización de mercancías, por ende, la mejora de calidad de vida de personas.

Asimismo, se hace mención que, a nivel internacional, la comodidad del pasajero se considera uno de los avances más significativos para el transporte moderno, siendo posible relacionar dicha comodidad con diversos parámetros específicos que deben cumplirse en la construcción de carreteras, con el fin de garantizar una adecuada movilización (García y Aguilar, 2021).

En una carretera de dos carriles, los parámetros o características del diseño geométrico se consideran de suma importancia, debido que, la seguridad está en función a los adelantamientos realizados en los carriles donde circulan los vehículos que transitan de sentido contrario, por lo que, es importante disponer de tramos donde se permita adelantar de manera segura (Pineda, 2019). Para ello, es fundamental cumplir con los parámetros normativos vigentes que corresponda a cada país.

La importancia de cumplir normativa vigente del diseño geométrico de carreteras desempeña un rol fundamental en proyectos para nuestra sociedad, puesto que se garantiza el cumplimiento de la circulación ininterrumpida de vehículos y peatones, tratando de conservar la velocidad de operación según las condiciones generales de la vía en específico (Reyes, 2018).

Lamentablemente en nuestro país, existen vías en malas condiciones debido al deterioro en el tiempo menor a su vida útil considerado en su diseño, generando así problemas de diseño geométrico de estas mismas vías como el incumplimiento de las normativas de diseño vigente en carreteras en la región de Apurímac. Por ello, nace la iniciativa de realizar el estudio de la presente investigación centrada en evaluar las características del diseño geométrico de la carretera Pacobamba- Huirony- Ccerabamba- Abra Cusqueña, Distrito De Pacobamba- Andahuaylas- Apurimac, con el fin

de determinar si cumplen con los parámetros normativos con la DG-2018, para su respectivo replanteo del diseño geométrico.

1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

1.2.1. PROBLEMA GENERAL

¿De qué manera influye la evaluación en el diseño geométrico de la carretera Pacobamba- Huirony- Ccerabamba- Abra Cusqueña, Distrito De Pacobamba- Andahuaylas- Apurimac?

1.2.2. PROBLEMAS ESPECÍFICOS

¿Cuál es la influencia de la revisión de estudios básicos de ingeniería en el expediente técnico de la carretera Pacobamba- Huirony- Ccerabamba- Abra Cusqueña, Distrito De Pacobamba- Andahuaylas- Apurimac?

¿Cuáles son los parámetros geométricos de la carretera Pacobamba- Huirony- Ccerabamba- Abra Cusqueña, Distrito De Pacobamba- Andahuaylas- Apurimac cumplen con los estándares establecidos por la Norma DG-2018?

¿Cuáles son las correcciones necesarias mediante un replanteo de diseño de la carretera Pacobamba- Huirony- Ccerabamba- Abra Cusqueña, Distrito De Pacobamba- Andahuaylas- Apurimac?

1.3. OBJETIVOS

1.3.1. OBJETIVO GENERAL

Evaluar y diseñar el diseño geométrico de la carretera Pacobamba- Huirony- Ccerabamba- Abra Cusqueña, Distrito De Pacobamba- Andahuaylas- Apurimac.

1.3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Realizar una revisión de estudios básicos de ingeniería del expediente técnico de la carretera Pacobamba- Huirony- Ccerabamba- Abra Cusqueña, Distrito De Pacobamba- Andahuaylas- Apurimac.

Determinar si los parámetros geométricos de la carretera Pacobamba- Huirony- Ccerabamba- Abra Cusqueña, Distrito De Pacobamba- Andahuaylas- Apurimac cumplen con los estándares establecidos por la Norma DG-2018.

Proponer las correcciones necesarias mediante un replanteo de diseño de la carretera Pacobamba- Huirony- Ccerabamba- Abra Cusqueña, Distrito De Pacobamba- Andahuaylas- Apurimac.

1.4. JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

1.4.1. JUSTIFICACIÓN TEÓRICA

En los últimos años, dicha problemática en nuestro país, se ha convertido en una preocupación, puesto que, la inexistencia de infraestructuras viales como carreteras o las malas condiciones de carreteras existentes dificultan e impiden el adecuado transporte, generando así la imposibilidad del crecimiento de familias habitantes.

Asimismo, a nivel teórico, se considera que esta investigación presenta una necesidad de contar con una infraestructura vial en buenas condiciones y que cumplan con las normativas técnicas peruanas vigentes, por lo que, se considera de suma importancia para garantizar una infraestructura adecuada para un camino.

1.4.2. JUSTIFICACIÓN PRÁCTICA

A nivel práctica, esta investigación presenta como fin evaluar las condiciones actuales de la carretera Pacobamba- Huirony- Ccerabamba- Abra Cusqueña, Distrito De Pacobamba- Andahuaylas- Apurimac, enfocada en la evaluación de las características geométricas de su diseño propuesto con anterioridad para así evaluar y ser posible identificar aquellos parámetros incumplidos para su respectivo replanteo de diseño.

1.4.3. JUSTIFICACIÓN METODOLÓGICA

A nivel metodológico, esta propuesta de tesis se justifica debido que se da cuando este tiene como fin proponer una nuevo método o estrategia para brindar una condición de conocimientos confiables, en este caso, se basa en el planteamiento adecuado de un diseño replanteado que cumpla los lineamientos mínimos para garantizar una buena calidad.

Finalmente, a nivel social, se considera que el evaluar las características geométricas permite la identificación de las condiciones reales de una carretera, buscando así el mantenimiento de las buenas condiciones de esta misma, que puede brindar una carretera en cuanto a su transitabilidad no solo logra ello, sino también el desarrollo y crecimiento de los habitantes de los centros poblados de influencia.

1.5. LIMITACIONES

La presente investigación considera como limitaciones a las siguientes, tanto conceptual, económica, temporal:

1.5.1. LIMITACIÓN CONCEPTUAL

Como limitación conceptual se considera a centrarse en evaluar y aplicar parámetros normativos del diseño geométrico de carreteras, basada en la norma DG-2018 del Ministerio de Transporte y Comunicaciones.

1.5.2. LIMITACIÓN ECONÓMICA

Este tipo de limitación está basada en los recursos económicos del investigador, por lo que, se considera que, debido a ello, no se realizará la verificación de los estudios básicos de ingeniería del expediente técnico. De esta manera, solo se basará en la revisión del diseño geométrico existente a nivel de planos en general que se cuenten como parte del expediente técnico. Por ello, se consideró estos mismos estudios básicos de ingeniería (levantamiento topográfico,

estudio de suelos, estudio de tráfico, hidrológico, entre otras) para su respectiva evaluación y no se realizará su respectiva verificación.

1.5.3. LIMITACIÓN TEMPORAL

En cuanto a la limitación temporal, está en función al tiempo requerido para desarrollar esta investigación, considerándose a los últimos meses del 2022 e inicios del año 2023.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN

En la presente investigación se considera de suma importancia la recopilación de antecedentes relacionadas al tema propuesto, que permita sustentar la presente. De esta manera, se puede considerar los siguientes antecedentes a nivel internacional y nacional. Asimismo, es importante mencionar que, a nivel internacional, no se han encontrado investigaciones específicas relacionadas a la evaluación de características geométricas, debido que, no es común dicho tema para investigación. Sin embargo, existen investigaciones con variables relacionadas al estudio mediante la aplicación de otros métodos o herramientas.

2.1.1. ANTECEDENTES INTERNACIONALES

González, Caballero y García (2020) en su artículo consideró como objetivo general el evaluar la consistencia del diseño geométrico que desempeña la carretera Central, específicamente en las estaciones 90+6.34 y 90+9.34 bajo una metodología descriptiva. Esta investigación obtuvo como resultados, que a criterio de Laam, el 50% de los elementos que fueron evaluados presentaron una consistencia regular y como consistencia mal con un 17%, asimismo, bajo el caso del segundo criterio, el tramo presenta un 72% de consistencia regular. Finalmente, se concluyó que, en cuanto a su accidentalidad del tramo frente a su comparación, se logró constatar que los tramos donde existe una mayor diferencia de velocidad de operación en elementos que se encuentran consecutivos.

En la investigación de Aguado et al. (2017), en su investigación tuvo como objetivo presentar una breve revisión de los métodos disponibles para evaluar la sostenibilidad de las infraestructuras, bajo una metodología aplicativo, en el que se propuso el método MIVES

para la evaluación de la sostenibilidad con un ejemplo de aplicación para la priorización en caminos rurales. Obteniendo resultados muy satisfactorios que este estudio arrojó mostrando que se pueden realizar evaluaciones precisas, consistentes y repetibles; por otra parte, la metodología MIVES, sencilla y directa ha demostrado ser un enfoque adecuado para considerar y hacer tangibles los principales aspectos e intereses económicos, ambientales y sociales. Concluyeron que, en la sociedad actual los técnicos deben responder con métodos que miden la sostenibilidad de las infraestructuras viales, cubriendo no solo aspectos económicos sino ambientales y sociales.

Asimismo, Arias y Remolina (2018), en su investigación tuvo como objetivo principal el comparar la velocidad de operación de vehículos livianos de las curvas en el tramo de estudio vs velocidades, bajo la consideración de la norma colombiana, se consideró una metodología descriptiva. Se obtuvo como resultados, que la velocidad de operación mediante el método Lamm, en un tramo vial fue de 30km, asimismo fue necesario que el diseño en planta del tramo en AutoCAD, usando como referencia el eje vial proporcionando por el GPS Vbox lite. Asimismo, se obtuvo que la velocidad de diseño de curvas horizontales del tramo, se encontró un promedio de diferencia que osciló entre 11 y 16km/h al sentido Bucaramanga- Barrancabermeja y viceversa, diferencia que en cualquiera de los sentidos no está contemplada en los parámetros del manual. Finalmente, se concluyó que, la consistencia en ambos sentidos de la vía fue buena en un 80%, ya que, el 100% de sus curvas clasifican en el umbral bueno, debido al haber identificado pocos puntos de accidentalidad a lo largo de 30km.

2.1.2. ANTECEDENTES NACIONALES

Quiroz y Gutiérrez (2021), en su investigación tuvo como objetivo general el determinar la incidencia de la evaluación del diseño geométrico en el trazo de la carretera Calla- Ccochapata, bajo una metodología no experimental, aplicada y descriptiva. Obtuvo como resultados, que la vía no cumple al 100% con la normativa DG-2018,

proporcionando así falta de comodidad, funcionalidad y seguridad en sus dimensiones, con respecto a su alineamiento vertical. Asimismo, en la evaluación de secciones cada 50 metros a lo largo de la muestra considerada no cumplieron con las exigencias mínimas en base al diseño transversal. Finalmente, concluyeron que, en cuanto a su alineamiento vertical, transversal y horizontal de la carretera Calla-Ccochapata incumplen con los parámetros mínimos y máximos de la normativa peruana vigente.

Huacho y Mallma (2020) en su investigación tuvo como objetivo general establecer parámetros a evaluar para mejorar el diseño en la carretera Lircay- Secclla- Angaraes en Huancavelica, bajo una metodología descriptiva, aplicada y no experimental. Obtuvo como resultados, que según el IMD de la vía de estudio fue de 242 veh/día, considerando un ancho de 3.50m, una topografía accidentada a escarpada con un coeficiente orográfico de 23%, una velocidad directriz de 30 km/h, un radio mínimo de 25m, una longitud de transición menor en algunos tramos, peralte de 8%, pendiente de 10%, un ancho de berma de 0.50m. Finalmente, concluyó que sus características geométricas de su diseño no cumplen con los parámetros normativos vigentes de la DG-2018, originando así una vulnerabilidad alta de la estructura del pavimento frente a condiciones climáticas.

Asimismo, Lucana y Echevarría (2019) en su investigación se consideró como objetivo principal a evaluar las ciclovías existentes para poner evidencia las falencias que existen en la misma, bajo una metodología aplicada y no experimental. Obtuvo como resultados defirieron con la norma peruana, ya que, los dos primeros radios de curvatura y distancia de eje en el estacionamiento no cumplieron con los parámetros mínimos de la norma CE.030, asimismo, en cuanto a la pendiente mínima se consideró como un terreno plano. Finalmente, concluyeron que los resultados obtenidos fueron desfavorables de dicha evaluación, ya que, las características de la ciclovía de la cuadra 4 a la cuadra 30 de San Borja Sur, no cumplieron con todos los parámetros normativos.

2.1.3. ANTECEDENTES LOCALES

Aguilar (2019), en su investigación determinó como objetivo general el realizar la evaluación de características geométricas de la carretera entre el cruce Polloc- El Mangle utilizando el manual de diseño de carreteras no pavimentadas de bajo volumen de tránsito, bajo una metodología no experimental, aplicada y descriptiva. Obtuvo como resultados a 32 puntos críticos sobre anchos de calzada a excepción de PI 32 y PI 34, ya que, estos sí cumplieron, una longitud de curva mínima 3% cumplen, el 82% de radios mínimos cumplen, el 71% de longitud de curva mínima y máxima cumplieron, longitud en tangente cumplió el 94%, 6% de sobre ancho de calzada, 10% de ancho de bermas, ancho de cunetas un 11% y elementos de alineamiento vertical un 93%. Finalmente, concluyó que, existen diversas características geométricas que no cumplieron con los parámetros geométricos del manual establecido.

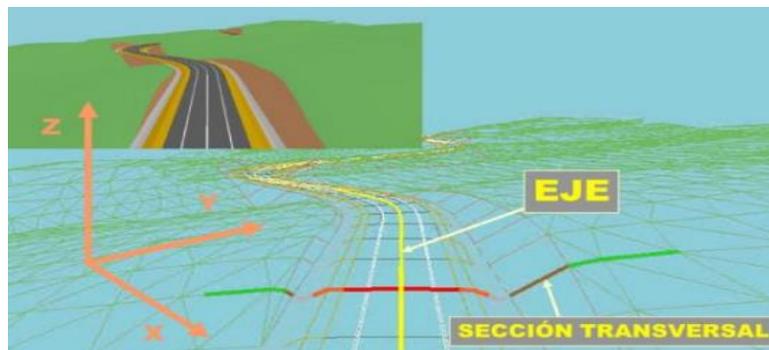
Finalmente, Solis (2018) en su investigación evaluar el diseño geométrico de la carretera Carhuaz- Chacas en los 9500 km frente al manual del diseño geométrico, bajo una metodología descriptivo, aplicado y no experimental. Obtuvo como resultados de su diseño geométrico en sección transversal, el 100% de las bermas son menores al ancho mínimo, el 65% de los tramos presentaron bombeos iguales a lo recomendado, el 81% de curvas presentaron sobreamchos menores a lo normado, y el 19% no requieren sobreamchos por ser curvas de vuelta. Asimismo, en cuanto a su alineamiento horizontal, solo el 14% presentaron longitudes mínimas, el 14% de las curvas circulares cumplieron con el radio mínimo, mientras que, el 22% de curvas de vuelta cumplieron con el radio mínimo y máximo exterior, en cuanto a su alineamiento vertical, el 96% presentaron pendientes adecuadas y 2% pendientes no funcionales. Finalmente, se concluyó que, en su evaluación no todos los parámetros normativos de la DG-2014 no cumplieron, por lo que, se consideró necesario brindar una propuesta de solución particular basada en la señalización de marcas en pavimentos, el cual permitirá la regularización del tránsito y así evitar posibles accidentes.

2.2. BASES TEÓRICAS O MARCO CONCEPTUAL

2.2.1. CARRETERA

Según González, Rincón y Vargas (2012) una carretera es aquella infraestructura que permite el tránsito o transporte de personas, móviles u objetos, el cual tiene como fin propiciar bajo condiciones óptimas de comodidad y seguridad permite la circulación de vehículos en condiciones de continuidad en el tiempo y espacio.

Figura 1
Elementos en una carretera



Nota. Adaptado de Solis (2018).

2.2.2. PARTES DE UNA CARRETERA

Según Vásquez y Toscano (2018), describe de manera resumida, precisa y concreta una a una las partes que conforman una carretera

Figura 2
Partes de una carretera



Nota. Ejemplificación de las partes de una carretera. Adaptado de Cruz y Valera (2018).

- a) **Berma:** Es una franja longitudinal, paralela a la calzada, compuesta por capas parecidas a la de rodadura, la cual facilita a que los vehículos puedan estacionarse en casos de emergencia o cuando se requiera sin interrumpir el libre tránsito vehicular (Vásquez y Toscano, 2018).
- b) **Bombeo:** Inclinación o pendiente transversal mínima que debe cumplir la calzada con el fin de facilitar el drenaje superficial ocasionado por lluvias, desbordes, etc (Cruz y Valera, 2018).
- c) **Calzada:** También llamada superficie de rodadura por donde van a circular los vehículos, la cual está compuesta por uno o más carriles dependiendo del IMDA; los cuales pueden variar de 3 m, 3.30 m y 3.60 m conforme al tipo de carretera (Vásquez y Toscano, 2018).
- d) **Cunetas:** Forma de canales ubicados lateralmente a lo largo de toda la carretera, que cumple la función de conducir los escurrimientos superficiales con la finalidad de proteger la estructura de la carretera (Cruz y Valera, 2018).
- e) **Peralte:** Inclinación o pendiente transversal de la carretera especialmente en curvas con la finalidad de contrarrestar la fuerza centrífuga de los vehículos (Cruz y Valera, 2018).
- f) **Separador:** Fajas de terreno paralelas al eje de la carretera con el fin de separar direcciones opuestas del tránsito o calzadas del mismo sentido del tránsito (Cruz y Valera, 2018).

2.3. DEFINICIÓN CONCEPTUAL

2.3.1. CLASIFICACIÓN DE LAS CARRETERAS

Según el MTC (2018), nos detalla en dos grupos la clasificación de las carreteras, tanto por su orografía y por su demanda del terreno.

2.3.1.1. POR SU OROGRAFÍA

- a) **Terreno plano (Tipo 1):** Tiene pendientes transversales al eje de la vía $\leq 10\%$ y sus pendientes longitudinales son generalmente menores al 3%.

- b) Terreno Ondulado (Tipo 2):** Tiene pendientes transversales al eje de la vía entre 11% y 50%, sus pendientes longitudinales son generalmente varían entre 3% y 6%.
- c) Terreno Accidentado (Tipo 3):** Tiene pendientes transversales al eje de la vía entre 51% y 100%, sus pendientes longitudinales predominantes están entre 6% y 8%.
- d) Terreno escarpado (Tipo 4):** Tiene pendientes longitudinales excepcional mayor a 8%, sus pendientes transversales al eje de la vía superiores al 100%.

2.3.1.2. POR DEMANDA

- a) Autopistas de 1era Clase:** Son aquellas que presenta un IMDA mayor a 6000 veh/día, con calzadas divididas por un separador central de 6 m como mínimo; contando con dos o más carriles por cada calzada de 3.60 m de ancho mínimo.
- b) Autopistas de 2da Clase:** Son aquellas que presenta un IMDA entre 6000 y 4001 veh/día, con calzadas divididas por un separador central que puede variar de 6 m hasta 1 m, en este caso se instala un sistema de contención vehicular; contando con dos o más carriles por cada calzada de 3.60 m de ancho mínimo.
- c) Carreteras de Primera Clase:** Son aquellas que presenta un IMDA entre 4000 y 2001 veh/día, con una calzada de dos carriles de 3.60 m de ancho mínimo.
- d) Carreteras de Segunda Clase:** Son aquellas que presenta un IMDA entre 2000 y 400 veh/día, con una calzada de dos carriles de 3.30 m de ancho mínimo.
- e) Carreteras de Tercera Clase:** Son aquellas que presenta un IMDA inferiores a 400 veh/día, con una calzada de dos carriles

de 3 m de ancho mínimo. Estas vías pueden tener la excepción de contar con carriles de hasta 2.50 m.

- f) **Trochas Carrozables:** Vías transitables que no llegan a las características geométricas de una carretera, con un IMDA inferior a 200 veh/día. Con calzadas de 4 m de ancho mínimo.

2.3.2. DISEÑO GEOMÉTRICO

El diseño geométrico es aquel procedimiento o proceso que permita la correlación entre las características de operación de vehículos como elementos físicos que conforma una carretera, mediante el empleo de la geometría, física y matemáticas (Cárdenas, 2002). Asimismo, es importante mencionar que una carretera queda geoméricamente definida por el trazado en planta, perfil y en sección transversal.

2.3.3. CRITERIOS BÁSICOS PREVIOS AL DISEÑO GEOMÉTRICO

Existen diversos criterios básicos para la elaboración de un diseño geométrico, por lo que, se mencionará lo más relevante.

2.3.3.1. VEHÍCULO DE DISEÑO

Es aquel que servirá como parámetro de diseño, los cuales transitarán en una determinada vía, pero tomando en consideración aquel vehículo de mayores dimensiones que vaya a ser empleada en la carretera proyectada (Burgos, 2022).

Según el Reglamento Nacional de Vehículos (2021), muestra la siguiente clasificación de los vehículos por categorías:

- **Categoría L**

Vehículos automotores menores de 4 ruedas.

Tabla 1*Tipo de vehículos de la categoría L*

Vehículos de categoría L	
L1	Vehículos de dos ruedas. Hasta 50 cm ³ y velocidad de 50 km/h máxima.
L2	Vehículos de tres ruedas. Hasta 50 cm ³ y velocidad mayor a 50 km/h.
L3	Vehículos de dos ruedas, más de 50 cm ³ o velocidad mayor a 50 km/h.
L4	Vehículos de 3 ruedas asimétricas al eje longitudinal del vehículo, más de 50 cm ³ o velocidad mayor a 50 km/h.
L5	Vehículos de 3 ruedas simétricas al eje longitudinal del vehículo, de más de 50 cm ³ o velocidad mayor a 50 km/h y su peso no exceda a 1 Tn.

➤ **Categoría M**

Vehículos automotores de 4 a más ruedas para el transporte de pasajeros.

Tabla 2*Tipo de vehículos de la categoría M*

Vehículos de categoría M	
M1	Vehículos de 8 asientos o menos, sin contar el del conductor.
M2	Vehículos de más de 8 asientos, sin contar el del conductor y peso de 5 Tn o menos.
M3	Vehículos mayores a 8 asientos, sin contar el del conductor y peso mayor a 5 Tn.

➤ **Categoría N**

Vehículos automotores de 4 ruedas a más, exclusivos para el transporte de mercancías.

Tabla 3*Tipo de vehículos de la categoría M*

Vehículos de categoría O	
O1	Remolques de peso vehicular de 0.75 Tn o menos.
O2	Remolques de peso vehicular mayor a 0.75 Tn hasta 3.5 Tn.
O3	Remolques de peso vehicular mayor a 3.5 Tn hasta 10 Tn.
O4	Remolques de peso vehicular mayor a 10 Tn.

➤ **Categoría O**

Remolques incluyendo semirremolques.

Tabla 4
Tipo de vehículos de la categoría M

Vehículos de categoría O	
O1	Remolques de peso vehicular de 0.75 Tn o menos.
O2	Remolques de peso vehicular mayor a 0.75 Tn hasta 3.5 Tn.
O3	Remolques de peso vehicular mayor a 3.5 Tn hasta 10 Tn.
O4	Remolques de peso vehicular mayor a 10 Tn.

➤ **Categoría S**

Vehículos de las categorías M, N y O para una función específica, para lo cual requieren las carrocerías y/o equipos especiales.

Tabla 5
Tipo de vehículos de la categoría S

Vehículos de categoría S	
SA	Casas rodantes.
SB	Vehículos blindados para transporte de valores.
SC	Ambulancias.
SD	Vehículos funerarios

2.3.3.2. VELOCIDAD DE DISEÑO

Es aquel que permite la determinación de diversos criterios en los elementos geométricos de una carretera, y la que sea elegida para el diseño, da entender que es aquella velocidad máxima que podrá mantener los vehículos que transitan sobre una infraestructura vial con comodidad y seguridad sobre una sección determinada (MTC, 2018).

Asimismo, este criterio básico para el diseño permite la determinación de diversos criterios en los elementos geométricos de una carretera, desde sus alineamientos perfil, transversal y horizontal, como sus radios mínimos, anchos de bermas, distancias de visibilidad, sobrecanchos, pendientes máximas, peraltes, entre otras características (Burgos, 2022).

Figura 3
Velocidad de diseño

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													

Transporte y Comunicaciones (2018).

2.4. HIPÓTESIS

La evaluación del diseño geométrico de la carretera Pacobamba-Huirony- Ccerabamba- Abra Cusqueña, Distrito De Pacobamba- Andahuaylas- Apurimac influye en la identificación del cumplimiento de parámetros normativos de la DG-2018.

2.5. VARIABLES

2.5.1. VARIABLE DEPENDIENTE

- Evaluación del diseño geométrico

Es aquel procedimiento que se encarga de identificar los parámetros del diseño geométrico de la carretera con el fin de comparar frente a los parámetros normativos de la norma DG-2018.

2.5.2. VARIABLE INDEPENDIENTE:

- *Parámetros normativos DG-2018*

Los parámetros normativos son aquellas características o índices definidos por el Ministerio de Transporte y Comunicaciones en la norma DG-2018, tanto del diseño geométrico en horizontal, en perfil y en secciones transversales.

2.6. OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

Tabla 6
Operacionalización de variables

VARIABLES	DIMENSIONES	INDICADORES	INSTRUMENTOS
	Diseño geométrico en horizontal	Curvas horizontales	Ficha de observación Guía de análisis bibliográfico
		Tamos en tangente	
		Radios mínimos	
Variable dependiente: Evaluación del diseño geométrico	Diseño geométrico en perfil	Longitud de curva horizontal	Guía de análisis bibliográfico
		Longitud de transición de peralte	
		Pendiente	
	Diseño geométrico en secciones transversales	Curvas verticales	Ficha de observación Guía de análisis bibliográfico
		Índice de curvatura	
		Longitud de curvas verticales	
	Diseño geométrico en secciones transversales	Distancia de visibilidad	Guía de análisis bibliográfico
		Calzada o superficie de rodadura	
		Bermas	
	Diseño geométrico en secciones transversales	Sobrecancho	Guía de análisis bibliográfico
		Bombeo	
		Peralte	

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1. TIPO Y NIVEL DE INVESTIGACIÓN

El tipo de investigación aplicada es aquella que, se basa en brindar una opción de solución a problemas en una sociedad mediante el aporte de conocimientos innovadores (Muñoz, 2018).

Por lo que, se considerará de este tipo de investigación, al estar basada en la solución de la problemática ante un mal diseño geométrico de una carretera, que incumple parámetros normativos actualizados, con el fin de plantear un diseño óptimo que garantice su funcionalidad.

El nivel de estudio fue descriptivo, este nivel de investigación es aquella que se encarga de no modificar alguna situación planteada, sino se basa en plasmar, exponer las características y condiciones reales que pueden ser identificadas del objeto de estudio (Hernández et al., 2014).

De esta manera, esta investigación se considerará de nivel descriptivo, ya que, se centrará principalmente en la evaluación del diseño geométrico existente de la carretera para su respectiva confrontación con la normativa vigente y así brindar detalle del diseño replanteado necesario.

3.1.1. ENFOQUE

Un enfoque cuantitativo es aquel que parte de valores exactos o mediciones precisas (Hernández et al., 2014).

De esta manera, en esta investigación se aplicará un enfoque de este tipo, ya que, estará basado en la obtención de información numérica que puede ser cuantificada.

3.1.2. DISEÑO METODOLÓGICO

Una investigación con diseño no experimental es aquella que no se centra en la manipulación de las variables con el fin de generar una causa- efecto (Borja, 2012).

En este caso, esta investigación se considera de este diseño, ya que, el investigador buscará de plasmar la información obtenida tal cual como se evidencia, sin alteración alguna.

3.2. POBLACIÓN Y MUESTRA

3.2.1. POBLACIÓN

La población se considera al conjunto de elementos en general de estudio que presentan algunas características similares o comunes que son observables en un específico momento (Hernández et al., 2014).

Por lo que, esta investigación considerará como población a los diversos diseños de carreteras en Pacobamba, Anhuaylas en Apurímac.

Borja (2012) afirma que, la muestra es aquella unidad o subgrupo de objetivos con características similares que serán considerados de estudio.

3.2.2. MUESTRA

De esta manera, esta investigación considera como muestra al diseño geométrico de la carretera Pacobamba- Huirony- Ccerabamba- Abra Cusqueña en el distrito de Pacobamba, Andahuaylas en Apurímac.

3.3. RECOLECCIÓN Y ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN

Las técnicas de recolección de datos para la obtención de toda la información necesaria en el desarrollo de la presente investigación.

- Observación directa.
- Análisis de contenido.

Los instrumentos de recolección de datos para la obtención de toda la información necesaria en el desarrollo de la presente investigación.

- Ficha de observación.
- Guía bibliográfica.

En la presente investigación se considerará como técnica para el procesamiento de resultados a la técnica descriptiva, no inferencial, debido a que, no será necesario un procesamiento estadístico, al no contar con muestras probabilísticas de estudio. En cuanto a su análisis de información será necesario considerar el análisis descriptivo, el cual permita plasmar toda la información comparativa realizada al diseño geométrico existente con el fin de confrontar con la normativa vigente para su respectivo replanteo del mismo.

3.4. ASPECTOS ÉTICOS

La presente investigación consideró como aspectos éticos a los principios considerados y aplicados durante su desarrollo como la autonomía, igualdad, responsabilidad, respeto y solidaridad, garantizando así la veracidad y transparencia de los resultados procesados.

CAPÍTULO IV

RESULTADOS

4.1. REVISIÓN DE ESTUDIO DE TRÁFICO DESCRIPTIVO

A continuación, se muestra la revisión realizada del estudio de tráfico en la carretera en análisis. Dentro de esta, se detalla el resultado del conteo vehicular en las tres estaciones elegidas de estudio, la estación E-01 (Estación Pacobamba) ubicada en el Km. 0+00, la estación E-02 (Estación Desvío Cruz Pampa) ubicada en el Km. 2+875 y la estación E-03 (Estación Huironay) ubicada en el Km 14+000.

En la siguiente tabla, podemos visualizar el conteo de tráfico de la Estación E-01 en la que, se visualiza un IMD total en sentido “S” de 36 y un IMD en sentido “E” de 32, por lo que, un IMD en ambos sentidos de 68. Cabe añadir que, el tipo de vehículo más frecuente corresponde al Station Wagon con un IMD de 33.

Tabla 7
Conteo vehicular de la estación E-01

TIPO DE VEHÍCULO		SENTIDO S							VDC	SENTIDO E							VDC	AMBOS IMD'S
		MI	JU	VI	SA	DO	LU	MA		MI	JU	VI	SA	DO	LU	MA		
AUTO	AUTO	0	0	2	0	0	2	0	1	0	0	2	0	0	2	0	1	2
	STATION WAGON	26	22	18	13	13	15	15	17	23	16	15	13	12	16	16	16	33
CAMIONETAS	PICK UP	8	6	4	3	2	5	5	5	4	3	3	3	2	7	7	4	9
	PANEL	2	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	1	0	0	0	0	0
	RURAL	8	12	12	5	5	9	9	9	7	9	12	5	6	7	7	8	17
MICRO	MICRO	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
BUS	B=2E	1	2	1	1	1	0	0	1	1	0	1	1	1	1	1	1	2
	B>=3E	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
CAMIONETAS	C=2E	5	3	5	0	2	1	1	2	3	3	6	0	2	1	1	2	4
	C=3E	0	2	2	0	0	0	0	1	0	2	1	0	0	0	0	0	1
	C=4E	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
TOTAL		50	47	44	22	23	32	30	36	39	33	41	23	23	34	32	32	68

En la siguiente tabla, podemos visualizar el conteo de tráfico de la Estación E-02 en la que, se visualiza un IMD total en sentido "S" de 28 y un IMD en sentido "E" de 27, por lo que, un IMD en ambos sentidos de 55. Para esta estación, el vehículo observado con mayor frecuencia fue el Station Wagon, con un IMD de 27.

Tabla 8
Conteo vehicular de la estación E-02

TIPO DE VEHÍCULO		SENTIDO S							VDC	SENTIDO E							VDC	AMBOS
		MI	JU	VI	SA	DO	LU	MA		MI	JU	VI	SA	DO	LU	MA		
AUTO	AUTO	0	0	2	0	0	2	0	1	0	1	1	0	0	2	0	1	2
	STATION WAGON	20	14	14	10	8	12	12	13	19	16	13	11	9	15	15	14	27
CAMIONETAS	PICK UP	6	3	3	3	2	5	5	4	2	3	2	3	2	5	5	3	7
	PANEL	2	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	1	0	0	0	0	0
	RURAL	6	11	12	4	4	7	7	7	6	9	11	3	4	5	5	6	13
MICRO	MICRO	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
BUS	B=2E	1	2	1	1	1	0	0	1	1	0	1	1	1	1	1	1	2
	B>=3E	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
CAMIONETAS	C=2E	5	2	3	0	2	1	1	2	2	3	5	0	2	1	1	2	4
	C=3E	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	C=4E	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
TOTAL		40	32	35	18	17	27	25	28	31	32	34	19	18	29	27	27	55

En la siguiente tabla, podemos visualizar el conteo de tráfico de la Estación E-03 en la que, se visualiza un IMD total en sentido “S” de 13 y un IMD en sentido “E” de 12, por lo que, un IMD en ambos sentidos de 25. De igual manera, para esta estación el vehículo con mayor frecuencia de aparición fue el Station Wagon, con un IMD de 8.

Tabla 9
Conteo vehicular de la estación E-03

TIPO DE VEHÍCULO		SENTIDO S							VDC	SENTIDO E							VDC	AMBOS
		MI	JU	VI	SA	DO	LU	MA		MI	JU	VI	SA	DO	LU	MA		
AUTO	AUTO	0	0	2	0	0	2	0	1	0	0	1	0	0	2	0	0	1
	STATION WAGON	5	7	4	2	4	4	4	4	6	5	5	3	4	4	4	4	8
CAMIONETAS	PICK UP	4	2	3	3	2	5	5	3	2	1	1	3	2	5	5	3	6
	PANEL	2	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	1	0	0	0	0	0
	RURAL	1	3	4	3	3	4	4	3	3	6	8	3	3	3	3	4	7
MICRO	MICRO	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
BUS	B=2E	1	2	1	1	1	0	0	1	1	0	1	1	1	1	1	1	2
	B>=3E	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
CAMIONETAS	C=2E	2	0	1	0	1	0	0	1	0	0	2	0	1	0	0	0	1
	C=3E	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	C=4E	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
TOTAL		15	14	15	9	11	15	13	13	13	12	19	11	11	15	13	12	25

En cuanto a sus IMD corregidos en función a su factor de corrección y tasa de crecimiento según cada tipo de vehículo, se obtuvieron los siguientes valores de cada estación E-01, E-02 y E-03. Para el caso de la estación E-01, al año 2016 alcanzó un total de tráfico de 81 vehículos, al año 2020 un valor de 89 vehículos y una proyección del año del 2025 se obtuvo un valor de 93 vehículos.

Tabla 10
IMD corregido de la estación E-01

DESCRIPCIÓN		IMDS	FACTOR DE CORRECCIÓN	IMDA	TASA DE CREC.	AÑOS		
						2016	2020	025
AUTO	AUTO	2	1.026832	2	1.30%	2	2	2
	STATION WAGON	33	1.026832	34	1.42%	35	38	40
CAMIONETAS	PICK UP	9	1.026832	9	1.24%	9	10	10
	PANEL	0	1.026832	0	1.38%	0	0	0
	RURAL	17	1.026832	17	1.29%	18	19	20
MICRO	MICRO	0	1.026832	0	1.25%	0	0	0
BUS	B=2E	2	1.026832	2	1.25%	2	2	2
	B>=3E	0	1.026832	0	1.25%	0	0	0
CAMIONETAS	C=2E	4	0.983575	4	3.10%	4	5	6
	C=3E	1	0.983575	1	3.10%	1	1	1
	C=4E	0	0.983575	0	3.10%	0	0	0
TRÁFICO GENERADO (15% DEL ACTUAL)								
AUTO	AUTO					0	0	0
	STATION WAGON					5	6	6
CAMIONETAS	PICK UP					1	2	2
	PANEL					0	0	0
	RURAL					3	3	3
MICRO	MICRO					0	0	0
BUS	B=2E					0	0	0
	B>=3E					0	0	0
CAMIONETAS	C=2E					1	1	1
	C=3E					0	0	0
	C=4E					0	0	0
TOTAL TRÁFICO						81	89	93

Para el caso del IMD corregido de la estación E-02, al año 2016 alcanzó un total de tráfico de 66 vehículos, al año 2020 un valor de 71 vehículos y una proyección del año del 2025 se obtuvo un valor de 75 vehículos.

Tabla 11
IMD corregido de la estación E-02

DESCRIPCIÓN		IMDS	FACTOR DE CORRECCIÓN	IMDA	TASA DE CREC.	AÑOS		
						2016	2020	2025
AUTO	AUTO	2	1.026832	2	1.30%	2	2	2
	STATION WAGON	27	1.026832	28	1.42%	29	31	33
CAMIONETAS	PICK UP	7	1.026832	7	1.24%	7	8	8
	PANEL	0	1.026832	0	1.38%	0	0	0
	RURAL	13	1.026832	13	1.29%	14	14	15
MICRO	MICRO	0	1.026832	0	1.25%	0	0	0
BUS	B=2E	2	1.026832	2	1.25%	2	2	2
	B>=3E	0	1.026832	0	1.25%	0	0	0
CAMIONETAS	C=2E	4	0.983575	4	3.10%	4	5	6
	C=3E	0	0.983575	0	3.10%	0	0	0
	C=4E	0	0.983575	0	3.10%	0	0	0
TRÁFICO GENERADO (15% DEL ACTUAL)								
AUTO	AUTO					0	0	0
	STATION WAGON					4	5	5
CAMIONETAS	PICK UP					1	1	1
	PANEL					0	0	0
	RURAL					2	2	2
MICRO	MICRO					0	0	0
BUS	B=2E					0	0	0
	B>=3E					0	0	0
CAMIONETAS	C=2E					1	1	1
	C=3E					0	0	0
	C=4E					0	0	0
TOTAL TRÁFICO						66	71	75

Para el caso del IMD corregido de la estación E-03, al año 2016 alcanzó un total de tráfico de 28 vehículos, al año 2020 un valor de 31 vehículos y una proyección del año del 2025 se obtuvo un valor de 31 vehículos.

Tabla 12*IMD corregido de la estación E-03*

DESCRIPCIÓN		IMDS	FACTOR DE CORRECCIÓN	IMDA	TASA DE CREC.	AÑOS		
						2016	2020	2025
AUTO	AUTO	1	1.026832	1	1.30%	1	1	1
	STATION WAGON	8	1.026832	8	1.42%	8	9	9
CAMIONETAS	PICK UP	6	1.026832	6	1.24%	6	7	7
	PANEL	0	1.026832	0	1.38%	0	0	0
	RURAL	7	1.026832	7	1.29%	7	8	8
MICRO	MICRO	0	1.026832	0	1.25%	0	0	0
BUS	B=2E	2	1.026832	2	1.25%	2	2	2
	B>=3E	0	1.026832	0	1.25%	0	0	0
CAMIONETAS	C=2E	1	0.983575	1	3.10%	1	1	1
	C=3E	0	0.983575	0	3.10%	0	0	0
	C=4E	0	0.983575	0	3.10%	0	0	0
TRÁFICO GENERADO (15% DEL ACTUAL)								
AUTO	AUTO					0	0	0
	STATION WAGON					1	1	1
CAMIONETAS	PICK UP					1	1	1
	PANEL					0	0	0
	RURAL					1	1	1
MICRO	MICRO					0	0	0
BUS	B=2E					0	0	0
	B>=3E					0	0	0
CAMIONETAS	C=2E					0	0	0
	C=3E					0	0	0
	C=4E					0	0	0
TOTAL TRÁFICO						28	31	31

4.1.1. REVISIÓN DEL LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO

Al realizar la revisión del levantamiento topográfico, en la zona que comprende el expediente técnico de la carretera Pacobamba- Huirony-Ccerabamba- Abra Cusqueña, Distrito De Pacobamba- Andahuaylas- Apurimac, se obtuvieron las coordenadas UTM de los puntos de inicio inicial y final del tramo del proyecto, con una altitud de 2,744.81 m.s.n.m. y 3,468.20 m.s.n.m., respectivamente. Esta información obtenida se muestra en la siguiente tabla.

Tabla 13
Localización del proyecto

PUNTO INICIAL		PUNTO FINAL	
Coordenadas UTM			
Norte	8,493,845.17 m	Norte	8,499,090.03 m
Este	707,048.06 m	Este	700,831.08 m
Altura	2,744.81 m.s.n.m.	Altura	3,468.20 m.s.n.m.

Con respecto a la orografía, las curvas de nivel en la zona de estudio, sobre las cuales se realizó el trazo respectivo en el diseño geométrico muestran un terreno accidentado y escarpado en diversas zonas. Asimismo, se puede observar que las pendientes transversales a los ejes de la vía alcanzan un valor de 51% a 100%, con una orografía no uniforme, la cual presenta un relieve accidentado escarpado, según la distribución de las curvas de nivel. Esta información fue de vital importancia para definir los parámetros de diseño geométrico de la carretera proyectada.

4.1.2. REVISIÓN DEL ESTUDIO DE HIDROLOGÍA Y DRENAJE

Los resultados obtenidos del estudio hidrológico y drenaje realizado tomaron como referencia a la Estación Meteorológica de Andahuaylas y Abancay, ubicada en las coordenadas en longitud 73°22' y en latitud 13°39', asimismo, una altitud de 2933 m.s.n.m. Con respecto a la información pluviométrica, el periodo de registro de referencia según SENHAMI se encuentra entre los años 1964 al 1980 y del 1994 al 2014. En la siguiente tabla, se observa que la precipitación máxima anual no supera los 500 mm, con un valor máximo en el año 2006 de 43.30 mm y un valor mínimo registrado en el año 1964, con una precipitación anual de 12.20 mm. Esta información fue relevante en el diseño de la sección transversal, dada la influencia de la precipitación para determinar el porcentaje de bombeo en el proyecto en mención.

Tabla 14
Precipitación máxima en 24 horas anual

Precipitación máxima en 24 horas			
Año	Pmax (mm)	Año	Pmax (mm)
1964	12.20	1996	22.50
1965	19.90	1997	22.20
1966	20.00	1998	32.70
1967	25.00	1999	23.80
1968	21.60	2000	30.50
1969	19.40	2001	25.80
1970	28.80	2002	24.80
1971	32.00	2003	25.70
1972	23.50	2004	19.90
1973	32.20	2005	35.30
1974	25.00	2006	43.30
1975	38.00	2007	29.20
1976	29.50	2008	23.50
1977	23.50	2009	22.20
1978	32.00	2010	36.30
1979	17.00	2011	28.10
1980	24.00	2012	29.30
1994	23.80	2013	40.20
1995	32.00	2014	31.30

4.2. RESULTADOS INFERENCIALES

4.2.1. CARACTERÍSTICAS GENERALES DE LA CARRETERA

Para poder brindar el análisis de los parámetros geométricos realizado a la carretera de estudio, fue necesario considerar las características y condiciones generales de la zona de estudio.

Tabla 15
Tipo de características del proyecto

Tipo de características	Características técnicas del proyecto	
Longitud total (km)	28.834	
Categoría según demanda	Carretera de tercera clase	
Orografía	Terreno escarpado (Tipo 4)	
Velocidad de diseño (km/h)	30.00	
Distancia de visibilidad (m)	28	33

La clasificación de la carretera se determinó según los parámetros de demanda y condiciones orográficas, dicho esto, debido a que el IMD más crítico se obtuvo a los 10 años, con un valor de 95 veh/día, se puede clasificar a la carretera como una de TERCERA CLASE, ya que el IMD obtenido fue menor a 400 veh/día. Asimismo, dado que la zona más crítica presentó una orografía de TIPO 4, se clasificó como un terreno escarpado, para lo cual, la velocidad de diseño que le correspondió fue de 30 km/h, según el diseño geométrico realizado en el proyecto en análisis. Cabe añadir que, al considerarse estas condiciones, la distancia de visibilidad de parada se ubicó entre los valores de 28 m y 33 m.

4.3. EVALUACIÓN DE LOS PARÁMETROS GEOMÉTRICOS DE LA CARRETERA

4.3.1. DISEÑO GEOMÉTRICO EN PLANTA

Al realizar el análisis de la sección horizontal, se consideraron los parámetros de radio y longitudes mínimos en tramos tangentes para su evaluación, según la Norma DG-2018. De esta manera, para las características del proyecto, con una velocidad de diseño de 30km/h, se determinaron los valores de longitud mínima en tramos tangente de curvas tipo “S” igual a 42 m, así como la longitud mínima en curvas tipo “O”, con un valor de 84 m, finalmente, la longitud máxima en tramos tangentes según Norma DG-2018 para la velocidad de diseño fue de 500 m.

Tabla 16
Tramos en tangente

Velocidad de diseño	30.00 km/h	
Lmin.s (m)	42.00	*1.39V
Lmin.o (m)	84.00	*2.78V
Lmax (m)	500.00	*16.70V

En la siguiente tabla, se muestra las condiciones de diseño para curvas circulares, según la Norma DG-2018, donde para un radio de diseño de 30 km/h, para una carretera de tercera clase, corresponde un radio mínimo de 25m. Asimismo, con respecto a los peraltes máximos

en curvas, para las condiciones definidas en el proyecto, corresponde un peralte máximo de 12%, con un coeficiente de fricción máximo de 0.17.

Tabla 17
Curvas circulares

Curvas Circulares	
Velocidad de diseño	30.00 km/h
Radio mínimo (m)	25.00
Peralte máximo (%)	12.00
Coeficiente de fricción max	0.17

A continuación, se muestran las condiciones de diseños para curvas de transición, con una longitud mínima de 30 m, para una velocidad de diseño de 30 km/h. Cabe añadir que, para prescindir de la curva de transición, el radio mínimo será de 55 m. Estos valores definidos son en base a la Norma DG-2018.

Tabla 18
Curvas de transición

Curvas de transición	
Velocidad de diseño	30.00 km/h
Longitud mínima (m)	30.00
Radio mínimo para prescindir de curva	55.00

Una vez, determinada las condiciones más relevantes de la zona de estudio, así como sus parámetros esenciales como características de la vía, información de sus tramos en tangente, de sus curvas circulares y de transición, se realizó el detalle de la evaluación de los parámetros geométricos del diseño existente de la muestra de estudio elegida de la carretera.

➤ **Radios de la carretera de estudio.**

En la evaluación de la muestra del tramo elegida para esta investigación, con un total de 8+146.20 km de trazo de carretera, se identificó la presencia de 85 curvas, de las cuales, se detallan los radios de cada una de estas a continuación.

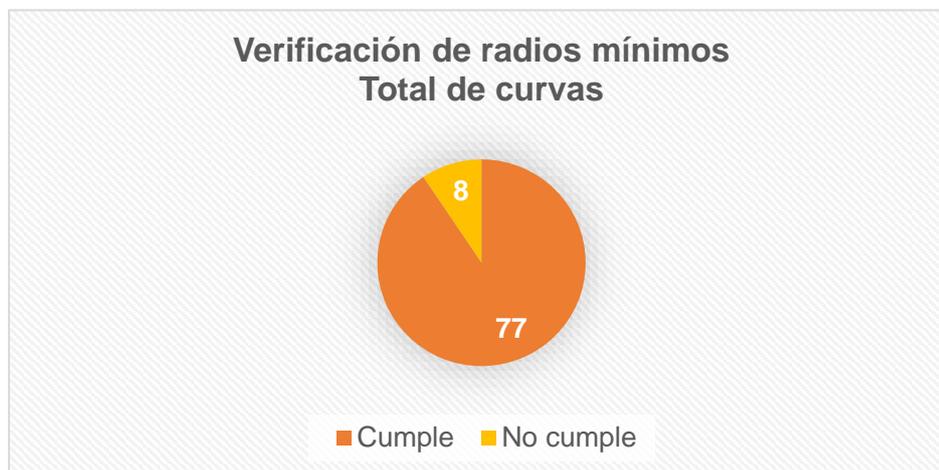
Tabla 19*Identificación de los radios de la carretera*

#PI	R (m)	Rmin (m)	Verificación	#PI	R (m)	Rmin (m)	Verificación
C1	250.00	25.00	Cumple	C44	75.00	25.00	Cumple
C2	250.00	25.00	Cumple	C45	85.00	25.00	Cumple
C3	70.00	25.00	Cumple	C46	13.00	11.00	Cumple
C4	250.00	25.00	Cumple	C47	12.00	11.00	Cumple
C5	35.00	25.00	Cumple	C48	120.00	25.00	Cumple
C6	35.00	25.00	Cumple	C49	15.00	25.00	No cumple
C7	35.00	25.00	Cumple	C50	15.00	25.00	No cumple
C8	75.00	25.00	Cumple	C51	35.00	25.00	Cumple
C9	25.00	25.00	Cumple	C52	65.00	25.00	Cumple
C10	45.00	25.00	Cumple	C53	45.00	25.00	Cumple
C11	45.00	25.00	Cumple	C54	35.00	25.00	Cumple
C12	45.00	25.00	Cumple	C55	55.00	25.00	Cumple
C13	125.00	25.00	Cumple	C56	63.00	25.00	Cumple
C14	180.00	25.00	Cumple	C57	65.00	25.00	Cumple
C15	150.00	25.00	Cumple	C58	65.00	25.00	Cumple
C16	300.00	25.00	Cumple	C59	50.00	25.00	Cumple
C17	50.00	25.00	Cumple	C60	45.00	25.00	Cumple
C18	80.00	25.00	Cumple	C61	85.00	25.00	Cumple
C19	85.00	25.00	Cumple	C62	35.00	25.00	Cumple
C20	45.00	25.00	Cumple	C63	60.00	25.00	Cumple
C21	35.00	25.00	Cumple	C64	40.00	25.00	Cumple
C22	65.00	25.00	Cumple	C65	35.00	25.00	Cumple
C23	85.00	25.00	Cumple	C66	35.00	25.00	Cumple
C24	35.00	25.00	Cumple	C67	55.00	25.00	Cumple
C25	50.00	25.00	Cumple	C68	65.00	25.00	Cumple
C26	200.00	25.00	Cumple	C69	65.00	25.00	Cumple
C27	200.00	25.00	Cumple	C70	12.00	25.00	No cumple
C28	30.00	25.00	Cumple	C71	13.00	25.00	No cumple
C29	80.00	25.00	Cumple	C72	50.00	25.00	Cumple
C30	50.00	25.00	Cumple	C73	22.00	25.00	No cumple
C31	35.00	25.00	Cumple	C74	45.00	25.00	Cumple
C32	65.00	25.00	Cumple	C75	15.00	25.00	No cumple
C33	85.00	25.00	Cumple	C76	25.00	25.00	Cumple
C34	45.00	25.00	Cumple	C77	35.00	25.00	Cumple
C35	55.00	25.00	Cumple	C78	45.00	25.00	Cumple

C36	45.00	25.00	Cumple	C79	35.00	25.00	Cumple
C37	45.00	25.00	Cumple	C80	35.00	25.00	Cumple
C38	45.00	25.00	Cumple	C81	35.00	25.00	Cumple
C39	85.00	25.00	Cumple	C82	35.00	25.00	Cumple
C40	180.00	25.00	Cumple	C83	55.00	25.00	Cumple
C41	85.00	25.00	Cumple	C84	10.51	25.00	No cumple
C42	30.00	25.00	Cumple	C85	15.00	25.00	No cumple
C43	30.00	25.00	Cumple				

En cuanto a los radios mínimos, los resultados obtenidos muestran un radio máximo 300.00 m, ubicado en la curva C16, así como un radio mínimo de 10.51 m, ubicado en la curva C84. Al comparar con el radio mínimo permitido según las condiciones del diseño de la carretera, se obtuvieron un total de 08 curvas las cuales no cumplen con los radios mínimos al presentar radios menores a 25.00 m, mientras que los 77 radios restantes se verifica el cumplimiento de sus radios mínimos al presentar valores mayores como se especifica en la Norma DG- 2018, se puede visualizar la representación de lo mencionado a continuación.

Figura 4
Verificación de radios mínimos



En la figura anterior, se observa la distribución de los radios en el tramo de la carretera en estudio, donde la cantidad de radios que cumplen el radio mínimo según la Norma DG-2018 representa un 90.59% del total, en comparación con la cantidad de radios que no cumplen el radio mínimo, con un 9.41%.

➤ **Longitud del tramo tangente de la carretera de estudio**

Para determinar la longitud del tramo tangente entre las curvas definidas en el tramo de la carretera en estudio fue necesario identificar el ángulo delta de cada curva, de tal manera de definir el sentido de giro entre dos curvas seguidas e identificar su clasificación como curva tipo "S" o curva tipo "O".

Tabla 20*Identificación de la longitud de tramo tangente de la carretera*

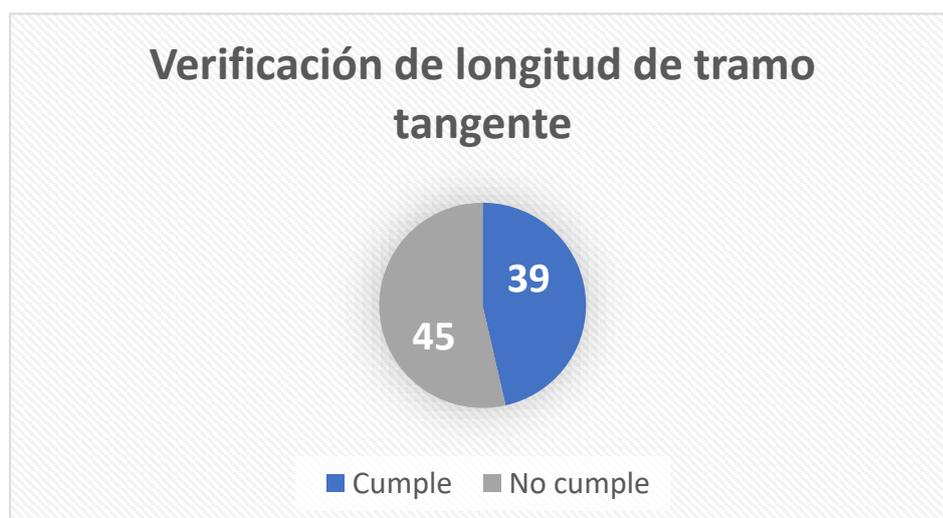
#PI	Delta	Sentido	Tipo de curva	Punto inicial	Punto final	R (m)	T (m)	Lc (m)	Long. Tramo Tangente	Lmin	Verificación
C1	S88° 22' 41.58"E	D	Lmin.o	PI 01	PI 02	250.00	1.27	2.54	237.30	84.00	Cumple
C2	S89° 06' 13.75"E	D	Lmin.s	PI 02	PI 03	250.00	1.90	3.79	239.92	42.00	Cumple
C3	S72° 47' 46.92"E	I	Lmin.o	PI 03	PI 04	70.00	21.06	40.91	202.53	84.00	Cumple
C4	S54° 56' 27.30"E	I	Lmin.s	PI 04	PI 05	250.00	4.86	9.72	138.33	42.00	Cumple
C5	S79° 54' 59.14"E	D	Lmin.s	PI 05	PI 06	35.00	17.14	31.87	34.61	42.00	No cumple
C6	N84° 15' 27.08"E	I	Lmin.s	PI 06	PI 07	35.00	6.34	12.54	3.76	42.00	No cumple
C7	N72° 21' 52.27"E	D	Lmin.o	PI 07	PI 08	35.00	14.25	27.07	10.67	84.00	No cumple
C8	N35° 16' 19.46"E	D	Lmin.s	PI 08	PI 09	75.00	20.01	39.10	7.49	42.00	No cumple
C9	N43° 41' 34.02"E	I	Lmin.o	PI 09	PI 10	25.00	10.80	20.38	1.68	84.00	No cumple
C10	N78° 51' 25.07"E	I	Lmin.s	PI 10	PI 11	45.00	9.41	18.55	115.57	42.00	Cumple
C11	N79° 55' 48.65"E	D	Lmin.o	PI 11	PI 12	45.00	8.53	16.86	25.38	84.00	No cumple
C12	N50° 34' 45.46"E	D	Lmin.s	PI 12	PI 13	45.00	15.16	29.24	51.00	42.00	Cumple
C13	N46° 59' 52.92"E	I	Lmin.o	PI 13	PI 14	125.00	33.58	65.61	39.08	84.00	No cumple
C14	N64° 06' 36.30"E	I	Lmin.s	PI 14	PI 15	180.00	6.53	13.05	177.94	42.00	Cumple
C15	N49° 54' 52.83"E	D	Lmin.o	PI 15	PI 16	150.00	43.78	85.20	520.76	84.00	Cumple
C16	N31° 10' 21.75"E	D	Lmin.s	PI 16	PI 17	300.00	12.94	25.87	33.39	42.00	No cumple
C17	N35° 39' 28.80"E	I	Lmin.o	PI 17	PI 18	50.00	6.10	12.14	165.16	84.00	Cumple
C18	N50° 15' 41.72"E	I	Lmin.s	PI 18	PI 19	80.00	10.74	21.36	78.24	42.00	Cumple
C19	N52° 49' 22.75"E	D	Lmin.o	PI 19	PI 20	85.00	7.57	15.09	64.58	84.00	No cumple
C20	N33° 08' 51.45"E	D	Lmin.s	PI 20	PI 21	45.00	11.71	22.92	57.46	42.00	Cumple
C21	N39° 24' 16.82"E	I	Lmin.s	PI 21	PI 22	35.00	13.33	25.47	32.62	42.00	No cumple
C22	N50° 17' 08.92"E	D	Lmin.s	PI 22	PI 23	65.00	11.42	22.61	41.49	42.00	No cumple
C23	N46° 06' 22.96"E	I	Lmin.o	PI 23	PI 24	85.00	8.61	17.17	26.29	84.00	No cumple
C24	N66° 51' 08.99"E	I	Lmin.s	PI 24	PI 25	35.00	9.35	18.28	45.90	42.00	Cumple
C25	N58° 13' 20.03"E	D	Lmin.s	PI 25	PI 26	50.00	21.84	41.18	90.45	42.00	Cumple

C26	N37° 51' 27.12"E	I	Lmin.s	PI 26	PI 27	200.00	11.28	22.53	99.70	42.00	Cumple
C27	N38° 23' 50.88"E	D	Lmin.s	PI 27	PI 28	200.00	9.39	18.76	246.72	42.00	Cumple
C28	N51° 26' 01.20"E	I	Lmin.s	PI 28	PI 29	30.00	8.45	16.47	77.36	42.00	Cumple
C29	N56° 45' 30.05"E	D	Lmin.o	PI 29	PI 30	80.00	14.68	29.04	68.60	84.00	No cumple
C30	N38° 11' 21.20"E	D	Lmin.s	PI 30	PI 31	50.00	7.18	14.26	129.10	42.00	Cumple
C31	N55° 28' 32.36"E	I	Lmin.s	PI 31	PI 32	35.00	16.66	31.10	57.64	42.00	Cumple
C32	N76° 29' 50.32"E	D	Lmin.o	PI 32	PI 33	65.00	5.04	10.06	70.92	84.00	No cumple
C33	N66° 06' 32.17"E	D	Lmin.o	PI 33	PI 34	85.00	8.86	17.66	49.15	84.00	No cumple
C34	N52° 12' 38.80"E	D	Lmin.s	PI 34	PI 35	45.00	6.28	12.48	89.34	42.00	Cumple
C35	N52° 00' 12.84"E	I	Lmin.o	PI 35	PI 36	55.00	7.47	14.86	62.99	84.00	No cumple
C36	N70° 44' 04.87"E	I	Lmin.s	PI 36	PI 37	45.00	8.74	17.27	17.04	42.00	No cumple
C37	N60° 27' 35.18"E	D	Lmin.s	PI 37	PI 38	45.00	17.52	33.41	44.40	42.00	Cumple
C38	N61° 54' 09.13"E	I	Lmin.s	PI 38	PI 39	45.00	18.83	35.67	53.85	42.00	Cumple
C39	N81° 21' 37.27"E	D	Lmin.o	PI 39	PI 40	85.00	4.83	9.65	84.66	84.00	Cumple
C40	N74° 36' 17.43"E	D	Lmin.o	PI 40	PI 41	180.00	11.02	22.01	77.43	84.00	No cumple
C41	N58° 17' 51.93"E	D	Lmin.s	PI 41	PI 42	85.00	19.32	37.99	69.53	42.00	Cumple
C42	N62° 37' 02.03"E	I	Lmin.o	PI 42	PI 43	30.00	9.24	17.93	7.32	84.00	No cumple
C43	S80° 37' 30.70"E	I	Lmin.s	PI 43	PI 44	30.00	10.70	20.56	75.29	42.00	Cumple
C44	S84° 10' 40.98"E	D	Lmin.o	PI 44	PI 45	75.00	32.12	60.70	160.74	84.00	Cumple
C45	N67° 54' 15.73"E	D	Lmin.s	PI 45	PI 46	85.00	7.03	14.04	90.14	42.00	Cumple
C46	S56° 05' 42.75"E	I	Lmin.s	PI 46	PI 47	13.00	23.20	27.56	24.75	42.00	No cumple
C47	S53° 06' 58.78"E	D	Lmin.s	PI 47	PI 48	12.00	19.02	24.19	341.25	42.00	Cumple
C48	N73° 54' 11.08"E	I	Lmin.o	PI 48	PI 49	120.00	10.02	19.99	50.88	84.00	No cumple
C49	S65° 29' 03.85"E	I	Lmin.s	PI 49	PI 50	15.00	10.84	18.77	1.53	42.00	No cumple
C50	S62° 48' 49.76"E	D	Lmin.o	PI 50	PI 51	15.00	9.81	17.37	104.41	84.00	Cumple
C51	N71° 08' 25.61"E	D	Lmin.o	PI 51	PI 52	35.00	8.00	15.73	62.20	84.00	No cumple
C52	N50° 06' 33.03"E	D	Lmin.s	PI 52	PI 53	65.00	9.32	18.51	41.43	42.00	No cumple
C53	N58° 10' 21.76"E	I	Lmin.o	PI 53	PI 54	45.00	13.09	25.48	56.88	84.00	No cumple
C54	S86° 34' 59.76"E	I	Lmin.s	PI 54	PI 55	35.00	12.07	23.24	10.95	42.00	No cumple
C55	N88° 55' 51.01"E	D	Lmin.s	PI 55	PI 56	55.00	23.93	45.14	29.29	42.00	No cumple

C56	N89° 39' 18.38"E	I	Lmin.s	PI 56	PI 57	63.00	28.36	53.30	75.69	42.00	Cumple
C57	S89° 43' 46.82"E	D	Lmin.o	PI 57	PI 58	65.00	28.43	53.59	110.70	84.00	Cumple
C58	N57° 45' 02.83"E	D	Lmin.s	PI 58	PI 59	65.00	10.18	20.19	45.78	42.00	Cumple
C59	N56° 40' 23.35"E	I	Lmin.s	PI 59	PI 60	50.00	6.87	13.65	56.96	42.00	Cumple
C60	N51° 15' 04.85"E	D	Lmin.s	PI 60	PI 61	45.00	10.59	20.80	71.77	42.00	Cumple
C61	N47° 15' 02.19"E	I	Lmin.o	PI 61	PI 62	85.00	13.83	27.43	45.85	84.00	No cumple
C62	N68° 00' 53.75"E	I	Lmin.s	PI 62	PI 63	35.00	7.13	14.08	17.93	42.00	No cumple
C63	N63° 25' 24.83"E	D	Lmin.s	PI 63	PI 64	60.00	17.33	33.75	17.49	42.00	No cumple
C64	N58° 39' 55.63"E	I	Lmin.s	PI 64	PI 65	40.00	8.03	15.85	43.93	42.00	Cumple
C65	N59° 06' 24.43"E	D	Lmin.s	PI 65	PI 66	35.00	6.75	13.33	55.10	42.00	Cumple
C66	N60° 01' 14.13"E	I	Lmin.o	PI 66	PI 67	35.00	7.33	14.45	101.15	84.00	Cumple
C67	N79° 24' 22.11"E	I	Lmin.s	PI 67	PI 68	55.00	7.30	14.51	60.50	42.00	Cumple
C68	N73° 04' 08.58"E	D	Lmin.o	PI 68	PI 69	65.00	16.08	31.53	25.02	84.00	No cumple
C69	N52° 39' 52.52"E	D	Lmin.s	PI 69	PI 70	65.00	7.42	14.77	34.89	42.00	No cumple
C70	N69° 03' 00.72"E	I	Lmin.s	PI 70	PI 71	12.00	5.07	9.59	1.34	42.00	No cumple
C71	N69° 12' 04.41"E	D	Lmin.o	PI 71	PI 72	13.00	5.45	10.32	9.39	84.00	No cumple
C72	N26° 35' 51.17"E	D	Lmin.s	PI 72	PI 73	50.00	18.06	34.66	79.82	42.00	Cumple
C73	N34° 07' 28.52"E	I	Lmin.s	PI 73	PI 74	22.00	11.40	21.03	18.09	42.00	No cumple
C74	N53° 01' 55.83"E	D	Lmin.s	PI 74	PI 75	45.00	6.71	13.32	9.91	42.00	No cumple
C75	N76° 13' 09.05"E	I	Lmin.s	PI 75	PI 76	15.00	9.25	16.58	11.82	42.00	No cumple
C76	N85° 20' 28.53"E	D	Lmin.s	PI 76	PI 77	25.00	10.38	19.67	8.23	42.00	No cumple
C77	N80° 19' 15.18"E	I	Lmin.o	PI 77	PI 78	35.00	11.05	21.41	25.38	84.00	No cumple
C78	S66° 14' 31.11"E	I	Lmin.s	PI 78	PI 79	45.00	12.83	25.00	28.62	42.00	No cumple
C79	S64° 08' 38.69"E	D	Lmin.s	PI 79	PI 80	35.00	8.61	16.88	31.26	42.00	No cumple
C80	S72° 25' 25.25"E	I	Lmin.s	PI 80	PI 81	35.00	3.39	6.76	29.45	42.00	No cumple
C81	N88° 56' 12.89"E	D	Lmin.o	PI 81	PI 82	35.00	15.71	29.54	51.68	84.00	No cumple
C82	N63° 12' 14.02"E	D	Lmin.s	PI 82	PI 83	35.00	0.95	1.90	53.81	42.00	Cumple
C83	N70° 01' 07.62"E	I	Lmin.o	PI 83	PI 84	55.00	8.10	16.08	21.30	84.00	No cumple
C84	S83° 29' 37.14"E	I	Lmin.s	PI 84	PI 85	10.51	3.44	6.64	22.69	42.00	No cumple
C85	N77° 19' 19.21"E	D	Lmin.s	PI 85	-	15.00	11.43	19.53	-	-	-

En cuanto a La longitud de tramos tangentes, los resultados obtenidos muestran una longitud máxima de 520.76 m, ubicado en la curva C15, así como longitud mínima de 1.34 m, ubicado en la curva C70. Al comparar con la longitud de tramo tangente mínima permitido según las condiciones del diseño de la carretera y el tipo de curva característica, se obtuvieron un total de 45 tramos las cuales no cumplen con las longitudes mínimas al presentar valores menores a 42 m al ser curvas tipo “S” y valores menores a 84 m al ser curvas de tipo “O”, mientras que los 39 tramos restantes se verifica el cumplimiento de sus longitudes de tramos tangentes mínimas al presentar valores mayores como se especifica en la Norma DG- 2018, como se detalla en la gráfica mostrada a continuación.

Figura 5
Verificación de tramos tangentes mínimos



En la figura anterior, se observa la distribución de las longitudes de tramos tangentes pertenecientes a la carretera en estudio, donde la cantidad de tramos que cumplen la longitud mínima según la Norma DG-2018 representa un 46.43% del total, en comparación con la cantidad de tramos que no cumplen la longitud mínima, con un 53.57%.

4.3.2. DISEÑO GEOMÉTRICO EN PERFIL

Con respecto al análisis geométrico del perfil, se consideraron los parámetros de pendientes, tanto de subida como de bajada, asimismo, fue necesario determinar la longitud mínima de la curva vertical, esta evaluación se realizó según la Norma DG-2018. De esta manera, para las características del proyecto, con una velocidad de diseño de 30 km/h y para una carretera de tercera clase, se pueden adoptar pendientes mínimas iguales a cero, debido a que el bombeo es mayor a 2.5%, como pendientes máximas de 10%, según la tabla 303.01 de la Norma DG-2018. Es importante mencionar que, se aceptan pendientes mayores a 10% siempre y cuando los tramos no excedan de 180m.

Tabla 21
Pendientes en perfil

Pendiente mínima	Pendiente máxima	Bombeo
0% - 0.2%	10% a más	3.0%

Las consideraciones mínimas en longitudes de curva vertical se relacionan según el parámetro de la diferencia algebraica de las pendientes, si este valor es mayor a 2 será necesario realizar el análisis de longitud de curva. Dicho esto, para el tramo de carretera en análisis, se consideró un valor de distancia de visibilidad de parada de 35 m, con ello, se determinó las longitudes mínimas para curvas verticales convexas y cóncavas, según las siguientes ecuaciones, indicadas en la Norma DG-2018.

Tabla 22
Ecuaciones para longitudes mínimas de curva vertical

Condición	Curvas convexas	Curvas cóncavas
Dp mayor a L	$L = 2Dp - \frac{404}{A}$	$L = 2Dp - \frac{(120+3.50 Dp)}{A}$
Dp menor a L	$L = \frac{ADp^2}{404}$	$L = \frac{A Dp^2}{120+3.5 Dp}$

➤ **Pendiente mínima y máxima en carretera de estudio.**

Para determinar las pendientes mínimas y máximas, en primer lugar, fue necesario identificar el tipo de curva vertical, de donde se

obtiene su pendiente de entrada y pendiente de salida, con estos valores se puede obtuvo la diferencia algebraica de pendientes (A) para el posterior análisis de longitud mínima en curvas. A continuación, se muestran las pendientes obtenidas en el tramo de la carretera en estudio.

Tabla 23
Pendientes de ingreso y salida de curva vertical

#PI	S1	S2	A	Tipo de curva	¿Cumple S1?	¿Cumple S2?
CV1	0.56	0.21	0.35	Convexa	Cumple	Cumple
CV2	0.21	0.88	0.67	Cóncava	Cumple	Cumple
CV3	0.88	0.64	0.24	Convexa	Cumple	Cumple
CV4	0.64	-4.6	5.24	Convexa	Cumple	Cumple
CV5	-4.6	0.6	5.2	Cóncava	Cumple	Cumple
CV6	0.6	-5.05	5.65	Convexa	Cumple	Cumple
CV7	-5.05	0.2	5.25	Cóncava	Cumple	Cumple
CV8	0.2	-5.37	5.57	Convexa	Cumple	Cumple
CV9	-5.37	0.06	5.43	Cóncava	Cumple	Cumple
CV10	0.06	-0.36	0.42	Convexa	Cumple	Cumple
CV11	-0.36	0.4	0.76	Cóncava	Cumple	Cumple
CV12	0.4	0.56	0.16	Cóncava	Cumple	Cumple
CV13	0.56	0.49	0.07	Convexa	Cumple	Cumple
CV14	0.49	0.54	0.05	Cóncava	Cumple	Cumple
CV15	0.54	0.62	0.08	Cóncava	Cumple	Cumple
CV16	0.62	5.28	4.66	Cóncava	Cumple	Cumple
CV17	5.28	1.1	4.18	Convexa	Cumple	Cumple
CV18	1.1	0.42	0.68	Convexa	Cumple	Cumple
CV19	0.42	0.83	0.41	Cóncava	Cumple	Cumple
CV20	0.83	1.38	0.55	Cóncava	Cumple	Cumple
CV21	1.38	2.01	0.63	Cóncava	Cumple	Cumple
CV22	2.01	1.28	0.73	Convexa	Cumple	Cumple
CV23	1.28	0.59	0.69	Convexa	Cumple	Cumple
CV24	0.59	1.45	0.86	Cóncava	Cumple	Cumple
CV25	1.45	0.57	0.88	Convexa	Cumple	Cumple
CV26	0.57	1.66	1.09	Cóncava	Cumple	Cumple
CV27	1.66	0.47	1.19	Convexa	Cumple	Cumple
CV28	0.47	1.42	0.95	Cóncava	Cumple	Cumple
CV29	1.42	2.18	0.76	Cóncava	Cumple	Cumple
CV30	2.18	1.77	0.41	Convexa	Cumple	Cumple
CV31	1.77	1.19	0.58	Convexa	Cumple	Cumple
CV32	1.19	-5.81	7	Convexa	Cumple	Cumple

De la tabla anterior, se obtuvo que todas las pendientes cumplen con el valor mínimo, siendo 0.06% el menor valor para la pendiente de ingreso y 0.06% para la pendiente de salida, en las curvas verticales CV10 y CV9, respectivamente. Asimismo, los resultados obtenidos para las pendientes máximas muestran valores de 5.37% para la pendiente de ingreso y 5.81% para la pendiente de salida, para las curvas verticales CV9 y CV32, respectivamente.

Figura 6
Verificación de pendientes máxima y mínima



En la figura anterior, se observa la distribución de las pendientes de ingreso y salida pertenecientes al tramo de la carretera en estudio, donde, de un total de 32 curvas, la cantidad de pendientes que cumplen con los criterios máximos y mínimos según la Norma DG-2018 representa un 100%.

➤ **Longitud de curva vertical en carretera de estudio**

En la evaluación de la muestra del tramo elegida para esta investigación, con un total de 8+146.20 km de trazo de carretera, se identificó la presencia de 32 curvas verticales, de las cuales, se detallan los parámetros y longitudes de curva a continuación.

Tabla 24
Longitud de curva vertical

#PI	Tipo de curva	A	K	L (m)	Lmin (m)	Verificación
CV1	Convexa	0.35	0.857	30	-	-
CV2	Cóncava	0.67	0.448	30	-	-
CV3	Convexa	0.24	1.250	30	-	-
CV4	Convexa	5.24	0.057	30	-7.10	Cumple
CV5	Cóncava	5.2	0.058	30	23.37	Cumple
CV6	Convexa	5.65	0.053	30	-1.50	Cumple
CV7	Cóncava	5.25	0.057	30	23.81	Cumple
CV8	Convexa	5.57	0.054	30	-2.53	Cumple
CV9	Cóncava	5.43	0.055	30	25.34	Cumple
CV10	Convexa	0.42	0.714	30	-	-
CV11	Cóncava	0.76	0.395	30	-	-
CV12	Cóncava	0.16	1.875	30	-	-
CV13	Convexa	0.07	4.286	30	-	-
CV14	Cóncava	0.05	6.000	30	-	-
CV15	Cóncava	0.08	3.750	30	-	-
CV16	Cóncava	4.66	0.064	30	17.96	Cumple
CV17	Convexa	4.18	0.072	30	-26.65	Cumple
CV18	Convexa	0.68	0.441	30	-	-
CV19	Cóncava	0.41	0.732	30	-	-
CV20	Cóncava	0.55	0.545	30	-	-
CV21	Cóncava	0.63	0.476	30	-	-
CV22	Convexa	0.73	0.411	30	-	-
CV23	Convexa	0.69	0.435	30	-	-
CV24	Cóncava	0.86	0.349	30	-	-
CV25	Convexa	0.88	0.341	30	-	-
CV26	Cóncava	1.09	0.275	30	-	-
CV27	Convexa	1.19	0.252	30	-	-
CV28	Cóncava	0.95	0.316	30	-	-
CV29	Cóncava	0.76	0.395	30	-	-
CV30	Convexa	0.41	0.732	30	-	-
CV31	Convexa	0.58	0.517	30	-	-
CV32	Convexa	7	0.043	30	12.29	Cumple

Con respecto a la longitud de curva vertical, se observa que todas las curvas tienen un valor de 30m, asimismo, la distribución de curvas convexas y cóncavas se distribuyen equitativamente, con un 50% de curvas verticales y 50% de curvas convexas. El valor de distancia de visibilidad de parada (Dp) definido para este análisis fue de 35m, además, los resultados obtenidos mostraron un valor de diferencia algebraica de pendientes (A) mínima de 0.05, el cual se observa en la

curva CV14, así como un valor máximo de 7.00 perteneciente a la curva CV32. Dentro del tramo en estudio, se observó que el menor valor para el parámetro de curvatura (K) fue de 0.043, obtenido para la curva CV23 y el valor máximo fue de 6.00 para la curva CV14. Al realizar el análisis de longitud de curvatura vertical mínima, fue necesario definir las curvas necesarias para esta evaluación, donde se consideraron un total de 9 curvas verticales, debido a que su valor de A fue mayor a 2. Al aplicar las ecuaciones mencionadas anteriormente se observaron longitudes mínimas desde 7.10m hasta 26.65m, valores que no exceden a la longitud de curva definida de 30m.

Figura 7
Verificación de longitudes de curvas mínimas



De la figura anterior, se observa la distribución de longitudes de curva vertical pertenecientes a la carretera en estudio, donde la cantidad de curvas que cumplen la longitud mínima según la Norma DG-2018 representa un 100% del total.

4.3.3. DISEÑO GEOMÉTRICO EN SECCIÓN TRANSVERSAL

Al realizar el análisis de la sección transversal, se consideró realizar esta verificación cada 20m, desde la progresiva 0+000 hasta la progresiva 8+140. Para este caso, se analizó el valor mínimo de bombeo necesario en la sección transversal, donde, debido a que la zona del proyecto presenta una precipitación menor de 500mm/año, según el estudio hidrológico presentado líneas atrás, así como una

superficie de afirmado sin tratamiento superficial obteniendo como consecuencia un valor de bombeo de 3.0 a 3.5%. Con respecto a las bermas, el estudio en análisis no presenta longitud destinada para este elemento de la sección, apoyados en la tabla 304.02 de la Norma DG-2018, la cual indica que en casos excepcionales se pueden realizar proyectos con un valor menor a 0.50m de berma.

Tabla 25*Sección transversal de carretera*

Progresiva	Ancho de berma	Ancho de calzada	Bombeo	Bombeo mínimo	Verificación de bombeo	Progresiva	Ancho de berma	Ancho de calzada	Bombeo	Bombeo mínimo	Verificación de bombeo
0+000	-	4.50	2.00%	3.00%	No cumple	4+080	-	4.50	2.00%	3.00%	No cumple
0+020	-	4.50	2.00%	3.00%	No cumple	4+100	-	4.50	2.00%	3.00%	No cumple
0+040	-	4.50	2.00%	3.00%	No cumple	4+120	-	4.50	2.00%	3.00%	No cumple
0+060	-	4.50	2.00%	3.00%	No cumple	4+140	-	4.50	2.00%	3.00%	No cumple
0+080	-	4.50	2.00%	3.00%	No cumple	4+160	-	4.50	2.00%	3.00%	No cumple
0+100	-	4.50	2.00%	3.00%	No cumple	4+180	-	4.50	2.00%	3.00%	No cumple
0+120	-	4.50	2.00%	3.00%	No cumple	4+200	-	4.50	2.00%	3.00%	No cumple
0+140	-	4.50	2.00%	3.00%	No cumple	4+220	-	4.50	2.00%	3.00%	No cumple
0+160	-	4.50	2.00%	3.00%	No cumple	4+240	-	4.50	2.00%	3.00%	No cumple
0+180	-	4.50	2.00%	3.00%	No cumple	4+260	-	4.50	2.00%	3.00%	No cumple
0+200	-	4.50	2.00%	3.00%	No cumple	4+280	-	4.50	2.00%	3.00%	No cumple
0+220	-	4.50	2.00%	3.00%	No cumple	4+300	-	4.50	2.00%	3.00%	No cumple
0+240	-	4.50	2.00%	3.00%	No cumple	4+320	-	4.50	2.00%	3.00%	No cumple
0+260	-	4.50	2.00%	3.00%	No cumple	4+340	-	4.50	2.00%	3.00%	No cumple
0+280	-	4.50	2.00%	3.00%	No cumple	4+360	-	4.50	2.00%	3.00%	No cumple
0+300	-	4.50	2.00%	3.00%	No cumple	4+380	-	4.50	2.00%	3.00%	No cumple
0+320	-	4.50	2.00%	3.00%	No cumple	4+400	-	4.50	2.00%	3.00%	No cumple
0+340	-	4.50	2.00%	3.00%	No cumple	4+420	-	4.50	2.00%	3.00%	No cumple
0+360	-	4.50	2.00%	3.00%	No cumple	4+440	-	4.50	2.00%	3.00%	No cumple
0+380	-	4.50	2.00%	3.00%	No cumple	4+460	-	4.50	2.00%	3.00%	No cumple
0+400	-	4.50	2.00%	3.00%	No cumple	4+480	-	4.50	2.00%	3.00%	No cumple
0+420	-	4.50	2.00%	3.00%	No cumple	4+500	-	4.50	2.00%	3.00%	No cumple
0+440	-	4.50	2.00%	3.00%	No cumple	4+520	-	4.50	2.00%	3.00%	No cumple
0+460	-	4.50	2.00%	3.00%	No cumple	4+540	-	4.50	2.00%	3.00%	No cumple

0+480	-	4.50	2.00%	3.00%	No cumple	4+560	-	4.50	2.00%	3.00%	No cumple
0+500	-	4.50	2.00%	3.00%	No cumple	4+580	-	4.50	2.00%	3.00%	No cumple
0+520	-	4.50	2.00%	3.00%	No cumple	4+600	-	4.50	2.00%	3.00%	No cumple
0+540	-	4.50	2.00%	3.00%	No cumple	4+620	-	4.50	2.00%	3.00%	No cumple
0+560	-	4.50	2.00%	3.00%	No cumple	4+640	-	4.50	2.00%	3.00%	No cumple
0+580	-	4.50	2.00%	3.00%	No cumple	4+660	-	4.50	2.00%	3.00%	No cumple
0+600	-	4.50	2.00%	3.00%	No cumple	4+680	-	4.50	2.00%	3.00%	No cumple
0+620	-	4.50	2.00%	3.00%	No cumple	4+700	-	4.50	2.00%	3.00%	No cumple
0+640	-	4.50	2.00%	3.00%	No cumple	4+720	-	4.50	2.00%	3.00%	No cumple
0+660	-	4.50	2.00%	3.00%	No cumple	4+740	-	4.50	2.00%	3.00%	No cumple
0+680	-	4.50	2.00%	3.00%	No cumple	4+760	-	4.50	2.00%	3.00%	No cumple
0+700	-	4.50	2.00%	3.00%	No cumple	4+780	-	4.50	2.00%	3.00%	No cumple
0+720	-	4.50	2.00%	3.00%	No cumple	4+800	-	4.50	2.00%	3.00%	No cumple
0+740	-	4.50	2.00%	3.00%	No cumple	4+820	-	4.50	2.00%	3.00%	No cumple
0+760	-	4.50	2.00%	3.00%	No cumple	4+840	-	4.50	2.00%	3.00%	No cumple
0+780	-	4.50	2.00%	3.00%	No cumple	4+860	-	4.50	2.00%	3.00%	No cumple
0+800	-	4.50	2.00%	3.00%	No cumple	4+880	-	4.50	2.00%	3.00%	No cumple
0+820	-	4.50	2.00%	3.00%	No cumple	4+900	-	4.50	2.00%	3.00%	No cumple
0+840	-	4.50	2.00%	3.00%	No cumple	4+920	-	4.50	2.00%	3.00%	No cumple
0+860	-	4.50	2.00%	3.00%	No cumple	4+940	-	4.50	2.00%	3.00%	No cumple
0+880	-	4.50	2.00%	3.00%	No cumple	4+960	-	4.50	2.00%	3.00%	No cumple
0+900	-	4.50	2.00%	3.00%	No cumple	4+980	-	4.50	2.00%	3.00%	No cumple
0+920	-	4.50	2.00%	3.00%	No cumple	5+000	-	4.50	2.00%	3.00%	No cumple
0+940	-	4.50	2.00%	3.00%	No cumple	5+020	-	4.50	2.00%	3.00%	No cumple
0+960	-	4.50	2.00%	3.00%	No cumple	5+040	-	4.50	2.00%	3.00%	No cumple
0+980	-	4.50	2.00%	3.00%	No cumple	5+060	-	4.50	2.00%	3.00%	No cumple
1+000	-	4.50	2.00%	3.00%	No cumple	5+080	-	4.50	2.00%	3.00%	No cumple
1+020	-	4.50	2.00%	3.00%	No cumple	5+100	-	4.50	2.00%	3.00%	No cumple
1+040	-	4.50	2.00%	3.00%	No cumple	5+120	-	4.50	2.00%	3.00%	No cumple

1+060	-	4.50	2.00%	3.00%	No cumple	5+140	-	4.50	2.00%	3.00%	No cumple
1+080	-	4.50	2.00%	3.00%	No cumple	5+160	-	4.50	2.00%	3.00%	No cumple
1+100	-	4.50	2.00%	3.00%	No cumple	5+180	-	4.50	2.00%	3.00%	No cumple
1+120	-	4.50	2.00%	3.00%	No cumple	5+200	-	4.50	2.00%	3.00%	No cumple
1+140	-	4.50	2.00%	3.00%	No cumple	5+220	-	4.50	2.00%	3.00%	No cumple
1+160	-	4.50	2.00%	3.00%	No cumple	5+240	-	4.50	2.00%	3.00%	No cumple
1+180	-	4.50	2.00%	3.00%	No cumple	5+260	-	4.50	2.00%	3.00%	No cumple
1+200	-	4.50	2.00%	3.00%	No cumple	5+280	-	4.50	2.00%	3.00%	No cumple
1+220	-	4.50	2.00%	3.00%	No cumple	5+300	-	4.50	2.00%	3.00%	No cumple
1+240	-	4.50	2.00%	3.00%	No cumple	5+320	-	4.50	2.00%	3.00%	No cumple
1+260	-	4.50	2.00%	3.00%	No cumple	5+340	-	4.50	2.00%	3.00%	No cumple
1+280	-	4.50	2.00%	3.00%	No cumple	5+360	-	4.50	2.00%	3.00%	No cumple
1+300	-	4.50	2.00%	3.00%	No cumple	5+380	-	4.50	2.00%	3.00%	No cumple
1+320	-	4.50	2.00%	3.00%	No cumple	5+400	-	4.50	2.00%	3.00%	No cumple
1+340	-	4.50	2.00%	3.00%	No cumple	5+420	-	4.50	2.00%	3.00%	No cumple
1+360	-	4.50	2.00%	3.00%	No cumple	5+440	-	4.50	2.00%	3.00%	No cumple
1+380	-	4.50	2.00%	3.00%	No cumple	5+460	-	4.50	2.00%	3.00%	No cumple
1+400	-	4.50	2.00%	3.00%	No cumple	5+480	-	4.50	2.00%	3.00%	No cumple
1+420	-	4.50	2.00%	3.00%	No cumple	5+500	-	4.50	2.00%	3.00%	No cumple
1+440	-	4.50	2.00%	3.00%	No cumple	5+520	-	4.50	2.00%	3.00%	No cumple
1+460	-	4.50	2.00%	3.00%	No cumple	5+540	-	4.50	2.00%	3.00%	No cumple
1+480	-	4.50	2.00%	3.00%	No cumple	5+560	-	4.50	2.00%	3.00%	No cumple
1+500	-	4.50	2.00%	3.00%	No cumple	5+580	-	4.50	2.00%	3.00%	No cumple
1+520	-	4.50	2.00%	3.00%	No cumple	5+600	-	4.50	2.00%	3.00%	No cumple
1+540	-	4.50	2.00%	3.00%	No cumple	5+620	-	4.50	2.00%	3.00%	No cumple
1+560	-	4.50	2.00%	3.00%	No cumple	5+640	-	4.50	2.00%	3.00%	No cumple
1+580	-	4.50	2.00%	3.00%	No cumple	5+660	-	4.50	2.00%	3.00%	No cumple
1+600	-	4.50	2.00%	3.00%	No cumple	5+680	-	4.50	2.00%	3.00%	No cumple
1+620	-	4.50	2.00%	3.00%	No cumple	5+700	-	4.50	2.00%	3.00%	No cumple

1+640	-	4.50	2.00%	3.00%	No cumple	5+720	-	4.50	2.00%	3.00%	No cumple
1+660	-	4.50	2.00%	3.00%	No cumple	5+740	-	4.50	2.00%	3.00%	No cumple
1+680	-	4.50	2.00%	3.00%	No cumple	5+760	-	4.50	2.00%	3.00%	No cumple
1+700	-	4.50	2.00%	3.00%	No cumple	5+780	-	4.50	2.00%	3.00%	No cumple
1+720	-	4.50	2.00%	3.00%	No cumple	5+800	-	4.50	2.00%	3.00%	No cumple
1+740	-	4.50	2.00%	3.00%	No cumple	5+820	-	4.50	2.00%	3.00%	No cumple
1+760	-	4.50	2.00%	3.00%	No cumple	5+840	-	4.50	2.00%	3.00%	No cumple
1+780	-	4.50	2.00%	3.00%	No cumple	5+860	-	4.50	2.00%	3.00%	No cumple
1+800	-	4.50	2.00%	3.00%	No cumple	5+880	-	4.50	2.00%	3.00%	No cumple
1+820	-	4.50	2.00%	3.00%	No cumple	5+900	-	4.50	2.00%	3.00%	No cumple
1+840	-	4.50	2.00%	3.00%	No cumple	5+920	-	4.50	2.00%	3.00%	No cumple
1+860	-	4.50	2.00%	3.00%	No cumple	5+940	-	4.50	2.00%	3.00%	No cumple
1+880	-	4.50	2.00%	3.00%	No cumple	5+960	-	4.50	2.00%	3.00%	No cumple
1+900	-	4.50	2.00%	3.00%	No cumple	5+980	-	4.50	2.00%	3.00%	No cumple
1+920	-	4.50	2.00%	3.00%	No cumple	6+000	-	4.50	2.00%	3.00%	No cumple
1+940	-	4.50	2.00%	3.00%	No cumple	6+020	-	4.50	2.00%	3.00%	No cumple
1+960	-	4.50	2.00%	3.00%	No cumple	6+040	-	4.50	2.00%	3.00%	No cumple
1+980	-	4.50	2.00%	3.00%	No cumple	6+060	-	4.50	2.00%	3.00%	No cumple
2+000	-	4.50	2.00%	3.00%	No cumple	6+080	-	4.50	2.00%	3.00%	No cumple
2+020	-	4.50	2.00%	3.00%	No cumple	6+100	-	4.50	2.00%	3.00%	No cumple
2+040	-	4.50	2.00%	3.00%	No cumple	6+120	-	4.50	2.00%	3.00%	No cumple
2+060	-	4.50	2.00%	3.00%	No cumple	6+140	-	4.50	2.00%	3.00%	No cumple
2+080	-	4.50	2.00%	3.00%	No cumple	6+160	-	4.50	2.00%	3.00%	No cumple
2+100	-	4.50	2.00%	3.00%	No cumple	6+180	-	4.50	2.00%	3.00%	No cumple
2+120	-	4.50	2.00%	3.00%	No cumple	6+200	-	4.50	2.00%	3.00%	No cumple
2+140	-	4.50	2.00%	3.00%	No cumple	6+220	-	4.50	2.00%	3.00%	No cumple
2+160	-	4.50	2.00%	3.00%	No cumple	6+240	-	4.50	2.00%	3.00%	No cumple
2+180	-	4.50	2.00%	3.00%	No cumple	6+260	-	4.50	2.00%	3.00%	No cumple
2+200	-	4.50	2.00%	3.00%	No cumple	6+280	-	4.50	2.00%	3.00%	No cumple

2+220	-	4.50	2.00%	3.00%	No cumple	6+300	-	4.50	2.00%	3.00%	No cumple
2+240	-	4.50	2.00%	3.00%	No cumple	6+320	-	4.50	2.00%	3.00%	No cumple
2+260	-	4.50	2.00%	3.00%	No cumple	6+340	-	4.50	2.00%	3.00%	No cumple
2+280	-	4.50	2.00%	3.00%	No cumple	6+360	-	4.50	2.00%	3.00%	No cumple
2+300	-	4.50	2.00%	3.00%	No cumple	6+380	-	4.50	2.00%	3.00%	No cumple
2+320	-	4.50	2.00%	3.00%	No cumple	6+400	-	4.50	2.00%	3.00%	No cumple
2+340	-	4.50	2.00%	3.00%	No cumple	6+420	-	4.50	2.00%	3.00%	No cumple
2+360	-	4.50	2.00%	3.00%	No cumple	6+440	-	4.50	2.00%	3.00%	No cumple
2+380	-	4.50	2.00%	3.00%	No cumple	6+460	-	4.50	2.00%	3.00%	No cumple
2+400	-	4.50	2.00%	3.00%	No cumple	6+480	-	4.50	2.00%	3.00%	No cumple
2+420	-	4.50	2.00%	3.00%	No cumple	6+500	-	4.50	2.00%	3.00%	No cumple
2+440	-	4.50	2.00%	3.00%	No cumple	6+520	-	4.50	2.00%	3.00%	No cumple
2+460	-	4.50	2.00%	3.00%	No cumple	6+540	-	4.50	2.00%	3.00%	No cumple
2+480	-	4.50	2.00%	3.00%	No cumple	6+560	-	4.50	2.00%	3.00%	No cumple
2+500	-	4.50	2.00%	3.00%	No cumple	6+580	-	4.50	2.00%	3.00%	No cumple
2+520	-	4.50	2.00%	3.00%	No cumple	6+600	-	4.50	2.00%	3.00%	No cumple
2+540	-	4.50	2.00%	3.00%	No cumple	6+620	-	4.50	2.00%	3.00%	No cumple
2+560	-	4.50	2.00%	3.00%	No cumple	6+640	-	4.50	2.00%	3.00%	No cumple
2+580	-	4.50	2.00%	3.00%	No cumple	6+660	-	4.50	2.00%	3.00%	No cumple
2+600	-	4.50	2.00%	3.00%	No cumple	6+680	-	4.50	2.00%	3.00%	No cumple
2+620	-	4.50	2.00%	3.00%	No cumple	6+700	-	4.50	2.00%	3.00%	No cumple
2+640	-	4.50	2.00%	3.00%	No cumple	6+720	-	4.50	2.00%	3.00%	No cumple
2+660	-	4.50	2.00%	3.00%	No cumple	6+740	-	4.50	2.00%	3.00%	No cumple
2+680	-	4.50	2.00%	3.00%	No cumple	6+760	-	4.50	2.00%	3.00%	No cumple
2+700	-	4.50	2.00%	3.00%	No cumple	6+780	-	4.50	2.00%	3.00%	No cumple
2+720	-	4.50	2.00%	3.00%	No cumple	6+800	-	4.50	2.00%	3.00%	No cumple
2+740	-	4.50	2.00%	3.00%	No cumple	6+820	-	4.50	2.00%	3.00%	No cumple
2+760	-	4.50	2.00%	3.00%	No cumple	6+840	-	4.50	2.00%	3.00%	No cumple
2+780	-	4.50	2.00%	3.00%	No cumple	6+860	-	4.50	2.00%	3.00%	No cumple

2+800	-	4.50	2.00%	3.00%	No cumple	6+880	-	4.50	2.00%	3.00%	No cumple
2+820	-	4.50	2.00%	3.00%	No cumple	6+900	-	4.50	2.00%	3.00%	No cumple
2+840	-	4.50	2.00%	3.00%	No cumple	6+920	-	4.50	2.00%	3.00%	No cumple
2+860	-	4.50	2.00%	3.00%	No cumple	6+940	-	4.50	2.00%	3.00%	No cumple
2+880	-	4.50	2.00%	3.00%	No cumple	6+960	-	4.50	2.00%	3.00%	No cumple
2+900	-	4.50	2.00%	3.00%	No cumple	6+980	-	4.50	2.00%	3.00%	No cumple
2+920	-	4.50	2.00%	3.00%	No cumple	7+000	-	4.50	2.00%	3.00%	No cumple
2+940	-	4.50	2.00%	3.00%	No cumple	7+020	-	4.50	2.00%	3.00%	No cumple
2+960	-	4.50	2.00%	3.00%	No cumple	7+040	-	4.50	2.00%	3.00%	No cumple
2+980	-	4.50	2.00%	3.00%	No cumple	7+060	-	4.50	2.00%	3.00%	No cumple
3+000	-	4.50	2.00%	3.00%	No cumple	7+080	-	4.50	2.00%	3.00%	No cumple
3+020	-	4.50	2.00%	3.00%	No cumple	7+100	-	4.50	2.00%	3.00%	No cumple
3+040	-	4.50	2.00%	3.00%	No cumple	7+120	-	4.50	2.00%	3.00%	No cumple
3+060	-	4.50	2.00%	3.00%	No cumple	7+140	-	4.50	2.00%	3.00%	No cumple
3+080	-	4.50	2.00%	3.00%	No cumple	7+160	-	4.50	2.00%	3.00%	No cumple
3+100	-	4.50	2.00%	3.00%	No cumple	7+180	-	4.50	2.00%	3.00%	No cumple
3+120	-	4.50	2.00%	3.00%	No cumple	7+200	-	4.50	2.00%	3.00%	No cumple
3+140	-	4.50	2.00%	3.00%	No cumple	7+220	-	4.50	2.00%	3.00%	No cumple
3+160	-	4.50	2.00%	3.00%	No cumple	7+240	-	4.50	2.00%	3.00%	No cumple
3+180	-	4.50	2.00%	3.00%	No cumple	7+260	-	4.50	2.00%	3.00%	No cumple
3+200	-	4.50	2.00%	3.00%	No cumple	7+280	-	4.50	2.00%	3.00%	No cumple
3+220	-	4.50	2.00%	3.00%	No cumple	7+300	-	4.50	2.00%	3.00%	No cumple
3+240	-	4.50	2.00%	3.00%	No cumple	7+320	-	4.50	2.00%	3.00%	No cumple
3+260	-	4.50	2.00%	3.00%	No cumple	7+340	-	4.50	2.00%	3.00%	No cumple
3+280	-	4.50	2.00%	3.00%	No cumple	7+360	-	4.50	2.00%	3.00%	No cumple
3+300	-	4.50	2.00%	3.00%	No cumple	7+380	-	4.50	2.00%	3.00%	No cumple
3+320	-	4.50	2.00%	3.00%	No cumple	7+400	-	4.50	2.00%	3.00%	No cumple
3+340	-	4.50	2.00%	3.00%	No cumple	7+420	-	4.50	2.00%	3.00%	No cumple
3+360	-	4.50	2.00%	3.00%	No cumple	7+440	-	4.50	2.00%	3.00%	No cumple

3+380	-	4.50	2.00%	3.00%	No cumple	7+460	-	4.50	2.00%	3.00%	No cumple
3+400	-	4.50	2.00%	3.00%	No cumple	7+480	-	4.50	2.00%	3.00%	No cumple
3+420	-	4.50	2.00%	3.00%	No cumple	7+500	-	4.50	2.00%	3.00%	No cumple
3+440	-	4.50	2.00%	3.00%	No cumple	7+520	-	4.50	2.00%	3.00%	No cumple
3+460	-	4.50	2.00%	3.00%	No cumple	7+540	-	4.50	2.00%	3.00%	No cumple
3+480	-	4.50	2.00%	3.00%	No cumple	7+560	-	4.50	2.00%	3.00%	No cumple
3+500	-	4.50	2.00%	3.00%	No cumple	7+580	-	4.50	2.00%	3.00%	No cumple
3+520	-	4.50	2.00%	3.00%	No cumple	7+600	-	4.50	2.00%	3.00%	No cumple
3+540	-	4.50	2.00%	3.00%	No cumple	7+620	-	4.50	2.00%	3.00%	No cumple
3+560	-	4.50	2.00%	3.00%	No cumple	7+640	-	4.50	2.00%	3.00%	No cumple
3+580	-	4.50	2.00%	3.00%	No cumple	7+660	-	4.50	2.00%	3.00%	No cumple
3+600	-	4.50	2.00%	3.00%	No cumple	7+680	-	4.50	2.00%	3.00%	No cumple
3+620	-	4.50	2.00%	3.00%	No cumple	7+700	-	4.50	2.00%	3.00%	No cumple
3+640	-	4.50	2.00%	3.00%	No cumple	7+720	-	4.50	2.00%	3.00%	No cumple
3+660	-	4.50	2.00%	3.00%	No cumple	7+740	-	4.50	2.00%	3.00%	No cumple
3+680	-	4.50	2.00%	3.00%	No cumple	7+760	-	4.50	2.00%	3.00%	No cumple
3+700	-	4.50	2.00%	3.00%	No cumple	7+780	-	4.50	2.00%	3.00%	No cumple
3+720	-	4.50	2.00%	3.00%	No cumple	7+800	-	4.50	2.00%	3.00%	No cumple
3+740	-	4.50	2.00%	3.00%	No cumple	7+820	-	4.50	2.00%	3.00%	No cumple
3+760	-	4.50	2.00%	3.00%	No cumple	7+840	-	4.50	2.00%	3.00%	No cumple
3+780	-	4.50	2.00%	3.00%	No cumple	7+860	-	4.50	2.00%	3.00%	No cumple
3+800	-	4.50	2.00%	3.00%	No cumple	7+880	-	4.50	2.00%	3.00%	No cumple
3+820	-	4.50	2.00%	3.00%	No cumple	7+900	-	4.50	2.00%	3.00%	No cumple
3+840	-	4.50	2.00%	3.00%	No cumple	7+920	-	4.50	2.00%	3.00%	No cumple
3+860	-	4.50	2.00%	3.00%	No cumple	7+940	-	4.50	2.00%	3.00%	No cumple
3+880	-	4.50	2.00%	3.00%	No cumple	7+960	-	4.50	2.00%	3.00%	No cumple
3+900	-	4.50	2.00%	3.00%	No cumple	7+980	-	4.50	2.00%	3.00%	No cumple
3+920	-	4.50	2.00%	3.00%	No cumple	8+000	-	4.50	2.00%	3.00%	No cumple
3+940	-	4.50	2.00%	3.00%	No cumple	8+020	-	4.50	2.00%	3.00%	No cumple

3+960	-	4.50	2.00%	3.00%	No cumple	8+040	-	4.50	2.00%	3.00%	No cumple
3+980	-	4.50	2.00%	3.00%	No cumple	8+060	-	4.50	2.00%	3.00%	No cumple
4+000	-	4.50	2.00%	3.00%	No cumple	8+080	-	4.50	2.00%	3.00%	No cumple
4+020	-	4.50	2.00%	3.00%	No cumple	8+100	-	4.50	2.00%	3.00%	No cumple
4+040	-	4.50	2.00%	3.00%	No cumple	8+120	-	4.50	2.00%	3.00%	No cumple
4+060	-	4.50	2.00%	3.00%	No cumple	8+140	-	4.50	2.00%	3.00%	No cumple

De la tabla anterior, se observó que todas las secciones elegidas a lo largo del tramo de estudio presentan el mismo diseño, donde el ancho de calzada es de 4.50m, el bombeo es de 2.0% y no presentan ancho de berma. Al realizar la comparación con los parámetros mínimos obtenidos de la Norma DG-2018 para las condiciones generales de este proyecto, se obtuvo que el 100% de las secciones no cumplen el criterio mínimo de porcentaje de bombeo, dado que el valor mínimo fue de 3.0%.

4.4. PROPONER LAS CORRECCIONES NECESARIAS MEDIANTE UN REPLANTEO DE DISEÑO DE LA CARRETERA

Luego de exponer el análisis del diseño geométrico del expediente en estudio, se proponen las acciones correctivas necesarias para el cumplimiento de la Norma DG-2018, en base a los parámetros de diseño geométrico en planta, en perfil y de secciones transversales. Para ello, se propuso un cambio de trazo, respetando las condiciones obtenidas en el levantamiento topográfico, con la intención de no realizar variaciones severas al trazo inicial del proyecto. Dicho esto, a continuación, se presenta el análisis de la propuesta de trazo para el tramo en estudio del expediente técnico de la carretera Pacobamba- Huirony- Ccerabamba- Abra Cusqueña, Distrito De Pacobamba- Andahuaylas- Apurimac.

4.4.1. DISEÑO GEOMÉTRICO EN PLANTA

Al realizar el cambio de trazo, conservando las características del proyecto, con una velocidad de diseño de 30km/h y, por ende, los parámetros mínimos para el diseño geométrico en planta mostrados anteriormente, se procedió a analizar los resultados obtenidos con el nuevo trazo del tramo de la carretera en estudio.

Tabla 26*Resumen de parámetros mínimos para diseño en planta*

RESUMEN DE PARÁMETROS MÍNIMOS	
Tramos tangentes	
Velocidad de diseño	30.00 km/h
Lmin.s (m)	42
Lmin.o (m)	84
Lmax (m)	500
Curvas Circulares	
Radio mínimo (m)	25
Peralte máximo (%)	12
Coefficiente de fricción max	0.17
Curvas de transición	
Longitud mínima (m)	30
Radio mínimo para prescindir de curva (m)	55

La tabla anterior muestra un resumen de los parámetros mínimo obtenidos al analizar el diseño propuesto en el expediente técnico, donde resaltan la longitud de tramo tangente mínima en curvas S, de 42m, longitud mínima en curvas O, de 84m, longitud máxima de 500m, el radio mínimo para curvas de 25m, peralte máximo de 12% y longitud mínima de curva de transición, con un valor de 30m.

➤ **Radios de la carretera de estudio**

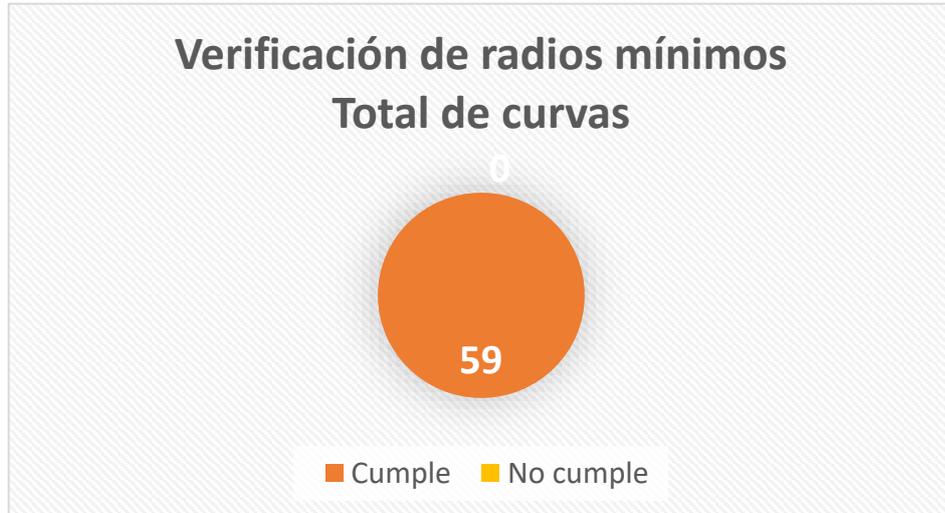
En la evaluación de la muestra del tramo elegida para esta investigación, con un total de 8+146.20 km de trazo de carretera, se identificó la presencia de 59 curvas, de las cuales, se detallan los radios de cada una de estas a continuación.

Tabla 27*Identificación de los radios de nuevo trazo de la carretera*

#PI	R	Rmin	Verificación	#PI	R	Rmin	Verificación
C1	250.00	25.00	Cumple	C31	45.00	25.00	Cumple
C2	250.00	25.00	Cumple	C32	25.00	25.00	Cumple
C3	70.00	25.00	Cumple	C33	30.00	25.00	Cumple
C4	250.00	25.00	Cumple	C34	50.00	25.00	Cumple
C5	35.00	25.00	Cumple	C35	30.00	25.00	Cumple
C6	30.00	25.00	Cumple	C36	30.00	25.00	Cumple
C7	25.00	25.00	Cumple	C37	75.00	25.00	Cumple
C8	65.00	25.00	Cumple	C38	85.00	25.00	Cumple
C9	125.00	25.00	Cumple	C39	30.00	25.00	Cumple
C10	150.00	25.00	Cumple	C40	30.00	25.00	Cumple
C11	300.00	25.00	Cumple	C41	120.00	25.00	Cumple
C12	50.00	25.00	Cumple	C42	25.00	25.00	Cumple
C13	80.00	25.00	Cumple	C43	35.00	25.00	Cumple
C14	80.00	25.00	Cumple	C44	200.00	25.00	Cumple
C15	125.00	25.00	Cumple	C45	100.00	25.00	Cumple
C16	45.00	25.00	Cumple	C46	45.00	25.00	Cumple
C17	35.00	25.00	Cumple	C47	65.00	25.00	Cumple
C18	65.00	25.00	Cumple	C48	50.00	25.00	Cumple
C19	30.00	25.00	Cumple	C49	45.00	25.00	Cumple
C20	50.00	25.00	Cumple	C50	80.00	25.00	Cumple
C21	200.00	25.00	Cumple	C51	40.00	25.00	Cumple
C22	200.00	25.00	Cumple	C52	35.00	25.00	Cumple
C23	30.00	25.00	Cumple	C53	35.00	25.00	Cumple
C24	80.00	25.00	Cumple	C54	55.00	25.00	Cumple
C25	30.00	25.00	Cumple	C55	65.00	25.00	Cumple
C26	35.00	25.00	Cumple	C56	65.00	25.00	Cumple
C27	65.00	25.00	Cumple	C57	25.00	25.00	Cumple
C28	85.00	25.00	Cumple	C58	25.00	25.00	Cumple
C29	35.00	25.00	Cumple	C59	50.00	25.00	Cumple
C30	25.00	25.00	Cumple				

En cuanto a los radios mínimos, los resultados obtenidos muestran un radio máximo 300.00 m, ubicado en la curva C11, así como un radio mínimo de 25 m, ubicado en las curvas C57 y C58. Al comparar con el radio mínimo permitido según las condiciones del diseño de la carretera, se obtuvieron un total de 59 curvas las cuales cumplen con el radio mínimo, las cuales representan el 100% del total, por lo tanto, se verifica el cumplimiento de la Norma DG- 2018.

Figura 8
Verificación de radios mínimos en nuevo trazo



➤ **Longitud del tramo tangente de la carretera de estudio**

Para determinar la longitud del tramo tangente del nuevo trazo del tramo de la carretera en estudio, fue necesario identificar el tipo de curva en análisis, a partir de este parámetro se obtuvieron los siguientes resultados:

Tabla 28*Identificación de la longitud de tramo tangente de nuevo trazo de la carretera*

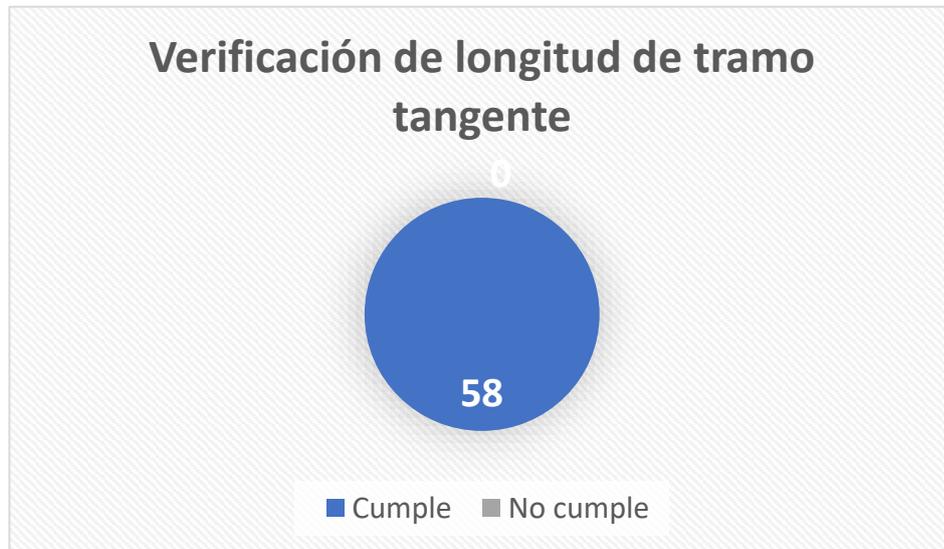
#PI	Sentido	Tipo de curva	Punto inicial	Punto final	R (m)	T (m)	Lc (m)	Long. Tramo Tangente	Lmin	Verificación
C1	D	Lmin.o	PI 01	PI 02	250.00	1.27	2.54	237.30	84.00	Cumple
C2	D	Lmin.s	PI 02	PI 03	250.00	1.90	3.79	239.92	42.00	Cumple
C3	I	Lmin.o	PI 03	PI 04	70.00	21.06	40.91	202.53	84.00	Cumple
C4	I	Lmin.s	PI 04	PI 05	250.00	4.86	9.72	138.33	42.00	Cumple
C5	D	Lmin.o	PI 05	PI 06	35.00	17.14	31.87	84.04	84.00	Cumple
C6	D	Lmin.s	PI 06	PI 07	30.00	6.34	12.54	42.04	42.00	Cumple
C7	I	Lmin.s	PI 07	PI 08	25.00	14.25	27.07	115.73	42.00	Cumple
C8	D	Lmin.s	PI 11	PI 12	65.00	8.53	16.86	51.74	42.00	Cumple
C9	I	Lmin.s	PI 12	PI 13	125.00	15.16	29.24	229.98	42.00	Cumple
C10	D	Lmin.o	PI 13	PI 14	150.00	33.58	65.61	380.22	84.00	Cumple
C11	D	Lmin.s	PI 16	PI 17	300.00	12.94	25.87	83.38	42.00	Cumple
C12	I	Lmin.s	PI 17	PI 18	50.00	6.10	12.14	167.39	42.00	Cumple
C13	D	Lmin.s	PI 18	PI 19	80.00	10.74	21.36	57.42	42.00	Cumple
C14	I	Lmin.s	PI 19	PI 20	80.00	7.57	15.09	42.06	42.00	Cumple
C15	D	Lmin.o	PI 20	PI 21	125.00	11.71	22.92	94.49	84.00	Cumple
C16	D	Lmin.s	PI 21	PI 22	45.00	13.33	25.47	57.46	42.00	Cumple
C17	I	Lmin.s	PI 22	PI 23	35.00	11.42	22.61	47.59	42.00	Cumple
C18	D	Lmin.s	PI 25	PI 26	65.00	21.84	41.18	64.59	42.00	Cumple
C19	I	Lmin.s	PI 26	PI 27	30.00	11.28	22.53	50.46	42.00	Cumple
C20	D	Lmin.s	PI 27	PI 28	50.00	9.39	18.76	90.45	42.00	Cumple
C21	I	Lmin.s	PI 28	PI 29	200.00	8.45	16.47	99.70	42.00	Cumple
C22	D	Lmin.s	PI 29	PI 30	200.00	14.68	29.04	246.73	42.00	Cumple
C23	I	Lmin.s	PI 30	PI 31	30.00	7.18	14.26	77.36	42.00	Cumple
C24	D	Lmin.o	PI 31	PI 32	80.00	16.66	31.10	90.91	84.00	Cumple

C25	D	Lmin.s	PI 32	PI 33	30.00	5.04	10.06	110.14	42.00	Cumple
C26	I	Lmin.s	PI 33	PI 34	35.00	8.86	17.66	46.34	42.00	Cumple
C27	D	Lmin.o	PI 34	PI 35	65.00	6.28	12.48	84.91	84.00	Cumple
C28	D	Lmin.o	PI 35	PI 36	85.00	7.47	14.86	84.65	84.00	Cumple
C29	D	Lmin.s	PI 36	PI 37	35.00	8.74	17.27	44.56	42.00	Cumple
C30	I	Lmin.s	PI 37	PI 38	25.00	17.52	33.41	86.46	42.00	Cumple
C31	O	Lmin.s	PI 38	PI 39	45.00	18.83	35.67	50.04	42.00	Cumple
C32	D	Lmin.s	PI 39	PI 40	25.00	4.83	9.65	46.52	42.00	Cumple
C33	I	Lmin.s	PI 40	PI 41	30.00	11.02	22.01	122.84	42.00	Cumple
C34	D	Lmin.o	PI 41	PI 42	50.00	19.32	37.99	87.86	84.00	Cumple
C35	D	Lmin.s	PI 42	PI 43	30.00	9.24	17.93	63.15	42.00	Cumple
C36	I	Lmin.s	PI 43	PI 44	30.00	10.70	20.56	62.26	42.00	Cumple
C37	D	Lmin.o	PI 44	PI 45	75.00	32.12	60.70	160.74	84.00	Cumple
C38	D	Lmin.s	PI 45	PI 46	85.00	7.03	14.04	52.14	42.00	Cumple
C39	I	Lmin.s	PI 46	PI 47	13.00	23.20	27.56	56.23	42.00	Cumple
C40	D	Lmin.s	PI 47	PI 48	12.00	19.02	24.19	227.95	42.00	Cumple
C41	I	Lmin.o	PI 48	PI 49	120.00	10.02	19.99	166.88	84.00	Cumple
C42	I	Lmin.s	PI 49	PI 50	15.00	10.84	18.77	137.87	42.00	Cumple
C43	D	Lmin.s	PI 51	PI 52	35.00	8.00	15.73	107.56	42.00	Cumple
C44	I	Lmin.o	PI 52	PI 53	200.00	9.32	18.51	137.32	84.00	Cumple
C45	I	Lmin.s	PI 53	PI 54	100.00	13.09	25.48	49.83	42.00	Cumple
C46	D	Lmin.o	PI 54	PI 55	45.00	12.07	23.24	119.45	84.00	Cumple
C47	D	Lmin.s	PI 55	PI 56	65.00	23.93	45.14	45.77	42.00	Cumple
C48	I	Lmin.s	PI 56	PI 57	50.00	28.36	53.30	56.96	42.00	Cumple
C49	D	Lmin.s	PI 57	PI 58	45.00	28.43	53.59	94.72	42.00	Cumple
C50	I	Lmin.s	PI 58	PI 59	80.00	10.18	20.19	44.09	42.00	Cumple
C51	D	Lmin.s	PI 64	PI 65	40.00	8.03	15.85	85.07	42.00	Cumple
C52	I	Lmin.o	PI 65	PI 66	35.00	6.75	13.33	92.72	84.00	Cumple
C53	I	Lmin.s	PI 66	PI 67	35.00	7.33	14.45	60.50	42.00	Cumple

C54	D	Lmin.o	PI 67	PI 68	55.00	7.30	14.51	110.50	84.00	Cumple
C55	D	Lmin.s	PI 68	PI 69	65.00	16.08	31.53	46.52	42.00	Cumple
C56	I	Lmin.o	PI 69	PI 70	65.00	7.42	14.77	87.49	84.00	Cumple
C57	I	Lmin.s	PI 70	PI 71	12.00	5.07	9.59	49.84	42.00	Cumple
C58	D	Lmin.s	PI 71	PI 72	13.00	5.45	10.32	108.22	42.00	Cumple
C59	I	Lmin.s	PI 72	PI 73	50.00	18.06	34.66	-	-	-

En cuanto a La longitud de tramos tangentes, los resultados obtenidos muestran una longitud máxima de 380.22 m, ubicado en la curva C10, así como longitud mínima de 42.04 m, ubicado en la curva C6. Al comparar con la longitud de tramo tangente mínima permitido según las condiciones del diseño de la carretera y el tipo de curva característica, se obtuvieron un total de 58 tramos las cuales cumplen con las longitudes mínimas al presentar valores mayores a 42 m al ser curvas tipo “S” y valores mayores a 84 m al ser curvas de tipo “O”, tal cual se especifica en la Norma DG- 2018.

Figura 9
Verificación de tramos tangentes mínimos en nuevo trazo



En la figura anterior, se observa la distribución de las longitudes de tramos tangentes pertenecientes a la carretera en estudio, donde la cantidad de tramos que cumplen la longitud mínima según la Norma DG-2018 representa un 100% del total.

4.4.2. DISEÑO GEOMÉTRICO EN PERFIL

Con respecto al análisis geométrico del perfil para el nuevo trazo, debido a que este se ha realizado siguiendo el trazo inicial, las consideraciones para el diseño geométrico en perfil se mantendrán tal como indica el expediente técnico inicial. Es decir, los valores obtenidos de pendiente de ingreso y salida para curvas verticales no presentan variación significativa; por ello, se considera los valores mínimos de 0.06% para la pendiente de ingreso y 0.06% para la pendiente de salida, así como los valores máximos presentaron un valor de 5.37% y 5.81% para las pendientes de ingreso y salida, respectivamente.

Tabla 29*Pendientes de ingreso y salida de curva vertical en nuevo trazo*

#PI	S1	S2	A	Tipo de curva	¿Cumple S1?	¿Cumple S2?
CV1	0.56	0.21	0.35	Convexa	Cumple	Cumple
CV2	0.21	0.88	0.67	Cóncava	Cumple	Cumple
CV3	0.88	0.64	0.24	Convexa	Cumple	Cumple
CV4	0.64	-4.6	5.24	Convexa	Cumple	Cumple
CV5	-4.6	0.6	5.2	Cóncava	Cumple	Cumple
CV6	0.6	-5.05	5.65	Convexa	Cumple	Cumple
CV7	-5.05	0.2	5.25	Cóncava	Cumple	Cumple
CV8	0.2	-5.37	5.57	Convexa	Cumple	Cumple
CV9	-5.37	0.06	5.43	Cóncava	Cumple	Cumple
CV10	0.06	-0.36	0.42	Convexa	Cumple	Cumple
CV11	-0.36	0.4	0.76	Cóncava	Cumple	Cumple
CV12	0.4	0.56	0.16	Cóncava	Cumple	Cumple
CV13	0.56	0.49	0.07	Convexa	Cumple	Cumple
CV14	0.49	0.54	0.05	Cóncava	Cumple	Cumple
CV15	0.54	0.62	0.08	Cóncava	Cumple	Cumple
CV16	0.62	5.28	4.66	Cóncava	Cumple	Cumple
CV17	5.28	1.1	4.18	Convexa	Cumple	Cumple
CV18	1.1	0.42	0.68	Convexa	Cumple	Cumple
CV19	0.42	0.83	0.41	Cóncava	Cumple	Cumple
CV20	0.83	1.38	0.55	Cóncava	Cumple	Cumple
CV21	1.38	2.01	0.63	Cóncava	Cumple	Cumple
CV22	2.01	1.28	0.73	Convexa	Cumple	Cumple
CV23	1.28	0.59	0.69	Convexa	Cumple	Cumple
CV24	0.59	1.45	0.86	Cóncava	Cumple	Cumple
CV25	1.45	0.57	0.88	Convexa	Cumple	Cumple
CV26	0.57	1.66	1.09	Cóncava	Cumple	Cumple
CV27	1.66	0.47	1.19	Convexa	Cumple	Cumple
CV28	0.47	1.42	0.95	Cóncava	Cumple	Cumple
CV29	1.42	2.18	0.76	Cóncava	Cumple	Cumple
CV30	2.18	1.77	0.41	Convexa	Cumple	Cumple
CV31	1.77	1.19	0.58	Convexa	Cumple	Cumple
CV32	1.19	-5.81	7	Convexa	Cumple	Cumple

Los resultados obtenidos de la tabla anterior, mostraron el cumplimiento de los valores de pendientes mínimas y máximas, tanto para el ingreso y salida de las curvas verticales consideradas en el tramo de estudio, con un valor máximo permitido de 10% y valor mínimo permitido de 0%, como un caso excepcional, según la Norma DG-2018.

De igual manera, con respecto a la longitud de la curva vertical, se consideró el análisis realizado en el expediente técnico inicial, debido a que el trazo se realizó respetando el recorrido inicial para no afectar las condiciones topográficas previstas en el expediente técnico. Por ello, se consideran valores iguales a 30 m para todas las longitudes de curvas verticales, los cuales no exceden los parámetros mínimos de longitud, según la siguiente tabla.

Tabla 30
Longitud de curva vertical en nuevo trazo

#PI	Tipo de curva	A	K	L (m)	Lmin (m)	Verificación
CV1	Convexa	0.35	0.857	30	-	-
CV2	Cóncava	0.67	0.448	30	-	-
CV3	Convexa	0.24	1.250	30	-	-
CV4	Convexa	5.24	0.057	30	-7.10	Cumple
CV5	Cóncava	5.2	0.058	30	23.37	Cumple
CV6	Convexa	5.65	0.053	30	-1.50	Cumple
CV7	Cóncava	5.25	0.057	30	23.81	Cumple
CV8	Convexa	5.57	0.054	30	-2.53	Cumple
CV9	Cóncava	5.43	0.055	30	25.34	Cumple
CV10	Convexa	0.42	0.714	30	-	-
CV11	Cóncava	0.76	0.395	30	-	-
CV12	Cóncava	0.16	1.875	30	-	-
CV13	Convexa	0.07	4.286	30	-	-
CV14	Cóncava	0.05	6.000	30	-	-
CV15	Cóncava	0.08	3.750	30	-	-
CV16	Cóncava	4.66	0.064	30	17.96	Cumple
CV17	Convexa	4.18	0.072	30	-26.65	Cumple
CV18	Convexa	0.68	0.441	30	-	-
CV19	Cóncava	0.41	0.732	30	-	-
CV20	Cóncava	0.55	0.545	30	-	-
CV21	Cóncava	0.63	0.476	30	-	-
CV22	Convexa	0.73	0.411	30	-	-
CV23	Convexa	0.69	0.435	30	-	-
CV24	Cóncava	0.86	0.349	30	-	-
CV25	Convexa	0.88	0.341	30	-	-
CV26	Cóncava	1.09	0.275	30	-	-
CV27	Convexa	1.19	0.252	30	-	-
CV28	Cóncava	0.95	0.316	30	-	-
CV29	Cóncava	0.76	0.395	30	-	-
CV30	Convexa	0.41	0.732	30	-	-
CV31	Convexa	0.58	0.517	30	-	-
CV32	Convexa	7	0.043	30	12.29	Cumple

4.4.3. DISEÑO GEOMÉTRICO EN SECCIÓN TRANSVERSAL

Al realizar el nuevo trazo del tramo de carretera en estudio, se consideró la modificación del porcentaje de bombeo en el diseño de la sección transversal. Dado que el diseño inicial presentaba un valor de 2.0%, el cual, según la Norma DG-2018 no cumplía los criterios mínimos, se realizó el incremento del porcentaje de bombeo a 3.0% al presentar una precipitación menor de 500 mm/año en una superficie de afirmado. Con las modificaciones realizadas, se procedió a verificar las secciones transversales cada 20m, desde la progresiva 0+000 hasta la progresiva 8+140. Con respecto a las bermas, el estudio en análisis no presenta longitud destinada para este elemento de la sección, apoyados en la tabla 304.02 de la Norma DG-2018, la cual indica que en casos excepcionales se pueden realizar proyectos con un valor menor a 0.50m de berma.

Tabla 31*Sección transversal de carretera*

Progresiva	Ancho de berma	Ancho de calzada	Bombeo	Bombeo mínimo	Verificación de bombeo	Progresiva	Ancho de berma	Ancho de calzada	Bombeo	Bombeo mínimo	Verificación de bombeo
0+000	-	4.50	3.00%	3.00%	Cumple	4+080	-	4.50	3.00%	3.00%	Cumple
0+020	-	4.50	3.00%	3.00%	Cumple	4+100	-	4.50	3.00%	3.00%	Cumple
0+040	-	4.50	3.00%	3.00%	Cumple	4+120	-	4.50	3.00%	3.00%	Cumple
0+060	-	4.50	3.00%	3.00%	Cumple	4+140	-	4.50	3.00%	3.00%	Cumple
0+080	-	4.50	3.00%	3.00%	Cumple	4+160	-	4.50	3.00%	3.00%	Cumple
0+100	-	4.50	3.00%	3.00%	Cumple	4+180	-	4.50	3.00%	3.00%	Cumple
0+120	-	4.50	3.00%	3.00%	Cumple	4+200	-	4.50	3.00%	3.00%	Cumple
0+140	-	4.50	3.00%	3.00%	Cumple	4+220	-	4.50	3.00%	3.00%	Cumple
0+160	-	4.50	3.00%	3.00%	Cumple	4+240	-	4.50	3.00%	3.00%	Cumple
0+180	-	4.50	3.00%	3.00%	Cumple	4+260	-	4.50	3.00%	3.00%	Cumple
0+200	-	4.50	3.00%	3.00%	Cumple	4+280	-	4.50	3.00%	3.00%	Cumple
0+220	-	4.50	3.00%	3.00%	Cumple	4+300	-	4.50	3.00%	3.00%	Cumple
0+240	-	4.50	3.00%	3.00%	Cumple	4+320	-	4.50	3.00%	3.00%	Cumple
0+260	-	4.50	3.00%	3.00%	Cumple	4+340	-	4.50	3.00%	3.00%	Cumple
0+280	-	4.50	3.00%	3.00%	Cumple	4+360	-	4.50	3.00%	3.00%	Cumple
0+300	-	4.50	3.00%	3.00%	Cumple	4+380	-	4.50	3.00%	3.00%	Cumple
0+320	-	4.50	3.00%	3.00%	Cumple	4+400	-	4.50	3.00%	3.00%	Cumple
0+340	-	4.50	3.00%	3.00%	Cumple	4+420	-	4.50	3.00%	3.00%	Cumple
0+360	-	4.50	3.00%	3.00%	Cumple	4+440	-	4.50	3.00%	3.00%	Cumple
0+380	-	4.50	3.00%	3.00%	Cumple	4+460	-	4.50	3.00%	3.00%	Cumple
0+400	-	4.50	3.00%	3.00%	Cumple	4+480	-	4.50	3.00%	3.00%	Cumple
0+420	-	4.50	3.00%	3.00%	Cumple	4+500	-	4.50	3.00%	3.00%	Cumple
0+440	-	4.50	3.00%	3.00%	Cumple	4+520	-	4.50	3.00%	3.00%	Cumple

0+460	-	4.50	3.00%	3.00%	Cumple	4+540	-	4.50	3.00%	3.00%	Cumple
0+480	-	4.50	3.00%	3.00%	Cumple	4+560	-	4.50	3.00%	3.00%	Cumple
0+500	-	4.50	3.00%	3.00%	Cumple	4+580	-	4.50	3.00%	3.00%	Cumple
0+520	-	4.50	3.00%	3.00%	Cumple	4+600	-	4.50	3.00%	3.00%	Cumple
0+540	-	4.50	3.00%	3.00%	Cumple	4+620	-	4.50	3.00%	3.00%	Cumple
0+560	-	4.50	3.00%	3.00%	Cumple	4+640	-	4.50	3.00%	3.00%	Cumple
0+580	-	4.50	3.00%	3.00%	Cumple	4+660	-	4.50	3.00%	3.00%	Cumple
0+600	-	4.50	3.00%	3.00%	Cumple	4+680	-	4.50	3.00%	3.00%	Cumple
0+620	-	4.50	3.00%	3.00%	Cumple	4+700	-	4.50	3.00%	3.00%	Cumple
0+640	-	4.50	3.00%	3.00%	Cumple	4+720	-	4.50	3.00%	3.00%	Cumple
0+660	-	4.50	3.00%	3.00%	Cumple	4+740	-	4.50	3.00%	3.00%	Cumple
0+680	-	4.50	3.00%	3.00%	Cumple	4+760	-	4.50	3.00%	3.00%	Cumple
0+700	-	4.50	3.00%	3.00%	Cumple	4+780	-	4.50	3.00%	3.00%	Cumple
0+720	-	4.50	3.00%	3.00%	Cumple	4+800	-	4.50	3.00%	3.00%	Cumple
0+740	-	4.50	3.00%	3.00%	Cumple	4+820	-	4.50	3.00%	3.00%	Cumple
0+760	-	4.50	3.00%	3.00%	Cumple	4+840	-	4.50	3.00%	3.00%	Cumple
0+780	-	4.50	3.00%	3.00%	Cumple	4+860	-	4.50	3.00%	3.00%	Cumple
0+800	-	4.50	3.00%	3.00%	Cumple	4+880	-	4.50	3.00%	3.00%	Cumple
0+820	-	4.50	3.00%	3.00%	Cumple	4+900	-	4.50	3.00%	3.00%	Cumple
0+840	-	4.50	3.00%	3.00%	Cumple	4+920	-	4.50	3.00%	3.00%	Cumple
0+860	-	4.50	3.00%	3.00%	Cumple	4+940	-	4.50	3.00%	3.00%	Cumple
0+880	-	4.50	3.00%	3.00%	Cumple	4+960	-	4.50	3.00%	3.00%	Cumple
0+900	-	4.50	3.00%	3.00%	Cumple	4+980	-	4.50	3.00%	3.00%	Cumple
0+920	-	4.50	3.00%	3.00%	Cumple	5+000	-	4.50	3.00%	3.00%	Cumple
0+940	-	4.50	3.00%	3.00%	Cumple	5+020	-	4.50	3.00%	3.00%	Cumple
0+960	-	4.50	3.00%	3.00%	Cumple	5+040	-	4.50	3.00%	3.00%	Cumple
0+980	-	4.50	3.00%	3.00%	Cumple	5+060	-	4.50	3.00%	3.00%	Cumple
1+000	-	4.50	3.00%	3.00%	Cumple	5+080	-	4.50	3.00%	3.00%	Cumple
1+020	-	4.50	3.00%	3.00%	Cumple	5+100	-	4.50	3.00%	3.00%	Cumple

1+040	-	4.50	3.00%	3.00%	Cumple	5+120	-	4.50	3.00%	3.00%	Cumple
1+060	-	4.50	3.00%	3.00%	Cumple	5+140	-	4.50	3.00%	3.00%	Cumple
1+080	-	4.50	3.00%	3.00%	Cumple	5+160	-	4.50	3.00%	3.00%	Cumple
1+100	-	4.50	3.00%	3.00%	Cumple	5+180	-	4.50	3.00%	3.00%	Cumple
1+120	-	4.50	3.00%	3.00%	Cumple	5+200	-	4.50	3.00%	3.00%	Cumple
1+140	-	4.50	3.00%	3.00%	Cumple	5+220	-	4.50	3.00%	3.00%	Cumple
1+160	-	4.50	3.00%	3.00%	Cumple	5+240	-	4.50	3.00%	3.00%	Cumple
1+180	-	4.50	3.00%	3.00%	Cumple	5+260	-	4.50	3.00%	3.00%	Cumple
1+200	-	4.50	3.00%	3.00%	Cumple	5+280	-	4.50	3.00%	3.00%	Cumple
1+220	-	4.50	3.00%	3.00%	Cumple	5+300	-	4.50	3.00%	3.00%	Cumple
1+240	-	4.50	3.00%	3.00%	Cumple	5+320	-	4.50	3.00%	3.00%	Cumple
1+260	-	4.50	3.00%	3.00%	Cumple	5+340	-	4.50	3.00%	3.00%	Cumple
1+280	-	4.50	3.00%	3.00%	Cumple	5+360	-	4.50	3.00%	3.00%	Cumple
1+300	-	4.50	3.00%	3.00%	Cumple	5+380	-	4.50	3.00%	3.00%	Cumple
1+320	-	4.50	3.00%	3.00%	Cumple	5+400	-	4.50	3.00%	3.00%	Cumple
1+340	-	4.50	3.00%	3.00%	Cumple	5+420	-	4.50	3.00%	3.00%	Cumple
1+360	-	4.50	3.00%	3.00%	Cumple	5+440	-	4.50	3.00%	3.00%	Cumple
1+380	-	4.50	3.00%	3.00%	Cumple	5+460	-	4.50	3.00%	3.00%	Cumple
1+400	-	4.50	3.00%	3.00%	Cumple	5+480	-	4.50	3.00%	3.00%	Cumple
1+420	-	4.50	3.00%	3.00%	Cumple	5+500	-	4.50	3.00%	3.00%	Cumple
1+440	-	4.50	3.00%	3.00%	Cumple	5+520	-	4.50	3.00%	3.00%	Cumple
1+460	-	4.50	3.00%	3.00%	Cumple	5+540	-	4.50	3.00%	3.00%	Cumple
1+480	-	4.50	3.00%	3.00%	Cumple	5+560	-	4.50	3.00%	3.00%	Cumple
1+500	-	4.50	3.00%	3.00%	Cumple	5+580	-	4.50	3.00%	3.00%	Cumple
1+520	-	4.50	3.00%	3.00%	Cumple	5+600	-	4.50	3.00%	3.00%	Cumple
1+540	-	4.50	3.00%	3.00%	Cumple	5+620	-	4.50	3.00%	3.00%	Cumple
1+560	-	4.50	3.00%	3.00%	Cumple	5+640	-	4.50	3.00%	3.00%	Cumple
1+580	-	4.50	3.00%	3.00%	Cumple	5+660	-	4.50	3.00%	3.00%	Cumple
1+600	-	4.50	3.00%	3.00%	Cumple	5+680	-	4.50	3.00%	3.00%	Cumple

1+620	-	4.50	3.00%	3.00%	Cumple	5+700	-	4.50	3.00%	3.00%	Cumple
1+640	-	4.50	3.00%	3.00%	Cumple	5+720	-	4.50	3.00%	3.00%	Cumple
1+660	-	4.50	3.00%	3.00%	Cumple	5+740	-	4.50	3.00%	3.00%	Cumple
1+680	-	4.50	3.00%	3.00%	Cumple	5+760	-	4.50	3.00%	3.00%	Cumple
1+700	-	4.50	3.00%	3.00%	Cumple	5+780	-	4.50	3.00%	3.00%	Cumple
1+720	-	4.50	3.00%	3.00%	Cumple	5+800	-	4.50	3.00%	3.00%	Cumple
1+740	-	4.50	3.00%	3.00%	Cumple	5+820	-	4.50	3.00%	3.00%	Cumple
1+760	-	4.50	3.00%	3.00%	Cumple	5+840	-	4.50	3.00%	3.00%	Cumple
1+780	-	4.50	3.00%	3.00%	Cumple	5+860	-	4.50	3.00%	3.00%	Cumple
1+800	-	4.50	3.00%	3.00%	Cumple	5+880	-	4.50	3.00%	3.00%	Cumple
1+820	-	4.50	3.00%	3.00%	Cumple	5+900	-	4.50	3.00%	3.00%	Cumple
1+840	-	4.50	3.00%	3.00%	Cumple	5+920	-	4.50	3.00%	3.00%	Cumple
1+860	-	4.50	3.00%	3.00%	Cumple	5+940	-	4.50	3.00%	3.00%	Cumple
1+880	-	4.50	3.00%	3.00%	Cumple	5+960	-	4.50	3.00%	3.00%	Cumple
1+900	-	4.50	3.00%	3.00%	Cumple	5+980	-	4.50	3.00%	3.00%	Cumple
1+920	-	4.50	3.00%	3.00%	Cumple	6+000	-	4.50	3.00%	3.00%	Cumple
1+940	-	4.50	3.00%	3.00%	Cumple	6+020	-	4.50	3.00%	3.00%	Cumple
1+960	-	4.50	3.00%	3.00%	Cumple	6+040	-	4.50	3.00%	3.00%	Cumple
1+980	-	4.50	3.00%	3.00%	Cumple	6+060	-	4.50	3.00%	3.00%	Cumple
2+000	-	4.50	3.00%	3.00%	Cumple	6+080	-	4.50	3.00%	3.00%	Cumple
2+020	-	4.50	3.00%	3.00%	Cumple	6+100	-	4.50	3.00%	3.00%	Cumple
2+040	-	4.50	3.00%	3.00%	Cumple	6+120	-	4.50	3.00%	3.00%	Cumple
2+060	-	4.50	3.00%	3.00%	Cumple	6+140	-	4.50	3.00%	3.00%	Cumple
2+080	-	4.50	3.00%	3.00%	Cumple	6+160	-	4.50	3.00%	3.00%	Cumple
2+100	-	4.50	3.00%	3.00%	Cumple	6+180	-	4.50	3.00%	3.00%	Cumple
2+120	-	4.50	3.00%	3.00%	Cumple	6+200	-	4.50	3.00%	3.00%	Cumple
2+140	-	4.50	3.00%	3.00%	Cumple	6+220	-	4.50	3.00%	3.00%	Cumple
2+160	-	4.50	3.00%	3.00%	Cumple	6+240	-	4.50	3.00%	3.00%	Cumple
2+180	-	4.50	3.00%	3.00%	Cumple	6+260	-	4.50	3.00%	3.00%	Cumple

2+200	-	4.50	3.00%	3.00%	Cumple	6+280	-	4.50	3.00%	3.00%	Cumple
2+220	-	4.50	3.00%	3.00%	Cumple	6+300	-	4.50	3.00%	3.00%	Cumple
2+240	-	4.50	3.00%	3.00%	Cumple	6+320	-	4.50	3.00%	3.00%	Cumple
2+260	-	4.50	3.00%	3.00%	Cumple	6+340	-	4.50	3.00%	3.00%	Cumple
2+280	-	4.50	3.00%	3.00%	Cumple	6+360	-	4.50	3.00%	3.00%	Cumple
2+300	-	4.50	3.00%	3.00%	Cumple	6+380	-	4.50	3.00%	3.00%	Cumple
2+320	-	4.50	3.00%	3.00%	Cumple	6+400	-	4.50	3.00%	3.00%	Cumple
2+340	-	4.50	3.00%	3.00%	Cumple	6+420	-	4.50	3.00%	3.00%	Cumple
2+360	-	4.50	3.00%	3.00%	Cumple	6+440	-	4.50	3.00%	3.00%	Cumple
2+380	-	4.50	3.00%	3.00%	Cumple	6+460	-	4.50	3.00%	3.00%	Cumple
2+400	-	4.50	3.00%	3.00%	Cumple	6+480	-	4.50	3.00%	3.00%	Cumple
2+420	-	4.50	3.00%	3.00%	Cumple	6+500	-	4.50	3.00%	3.00%	Cumple
2+440	-	4.50	3.00%	3.00%	Cumple	6+520	-	4.50	3.00%	3.00%	Cumple
2+460	-	4.50	3.00%	3.00%	Cumple	6+540	-	4.50	3.00%	3.00%	Cumple
2+480	-	4.50	3.00%	3.00%	Cumple	6+560	-	4.50	3.00%	3.00%	Cumple
2+500	-	4.50	3.00%	3.00%	Cumple	6+580	-	4.50	3.00%	3.00%	Cumple
2+520	-	4.50	3.00%	3.00%	Cumple	6+600	-	4.50	3.00%	3.00%	Cumple
2+540	-	4.50	3.00%	3.00%	Cumple	6+620	-	4.50	3.00%	3.00%	Cumple
2+560	-	4.50	3.00%	3.00%	Cumple	6+640	-	4.50	3.00%	3.00%	Cumple
2+580	-	4.50	3.00%	3.00%	Cumple	6+660	-	4.50	3.00%	3.00%	Cumple
2+600	-	4.50	3.00%	3.00%	Cumple	6+680	-	4.50	3.00%	3.00%	Cumple
2+620	-	4.50	3.00%	3.00%	Cumple	6+700	-	4.50	3.00%	3.00%	Cumple
2+640	-	4.50	3.00%	3.00%	Cumple	6+720	-	4.50	3.00%	3.00%	Cumple
2+660	-	4.50	3.00%	3.00%	Cumple	6+740	-	4.50	3.00%	3.00%	Cumple
2+680	-	4.50	3.00%	3.00%	Cumple	6+760	-	4.50	3.00%	3.00%	Cumple
2+700	-	4.50	3.00%	3.00%	Cumple	6+780	-	4.50	3.00%	3.00%	Cumple
2+720	-	4.50	3.00%	3.00%	Cumple	6+800	-	4.50	3.00%	3.00%	Cumple
2+740	-	4.50	3.00%	3.00%	Cumple	6+820	-	4.50	3.00%	3.00%	Cumple
2+760	-	4.50	3.00%	3.00%	Cumple	6+840	-	4.50	3.00%	3.00%	Cumple

2+780	-	4.50	3.00%	3.00%	Cumple	6+860	-	4.50	3.00%	3.00%	Cumple
2+800	-	4.50	3.00%	3.00%	Cumple	6+880	-	4.50	3.00%	3.00%	Cumple
2+820	-	4.50	3.00%	3.00%	Cumple	6+900	-	4.50	3.00%	3.00%	Cumple
2+840	-	4.50	3.00%	3.00%	Cumple	6+920	-	4.50	3.00%	3.00%	Cumple
2+860	-	4.50	3.00%	3.00%	Cumple	6+940	-	4.50	3.00%	3.00%	Cumple
2+880	-	4.50	3.00%	3.00%	Cumple	6+960	-	4.50	3.00%	3.00%	Cumple
2+900	-	4.50	3.00%	3.00%	Cumple	6+980	-	4.50	3.00%	3.00%	Cumple
2+920	-	4.50	3.00%	3.00%	Cumple	7+000	-	4.50	3.00%	3.00%	Cumple
2+940	-	4.50	3.00%	3.00%	Cumple	7+020	-	4.50	3.00%	3.00%	Cumple
2+960	-	4.50	3.00%	3.00%	Cumple	7+040	-	4.50	3.00%	3.00%	Cumple
2+980	-	4.50	3.00%	3.00%	Cumple	7+060	-	4.50	3.00%	3.00%	Cumple
3+000	-	4.50	3.00%	3.00%	Cumple	7+080	-	4.50	3.00%	3.00%	Cumple
3+020	-	4.50	3.00%	3.00%	Cumple	7+100	-	4.50	3.00%	3.00%	Cumple
3+040	-	4.50	3.00%	3.00%	Cumple	7+120	-	4.50	3.00%	3.00%	Cumple
3+060	-	4.50	3.00%	3.00%	Cumple	7+140	-	4.50	3.00%	3.00%	Cumple
3+080	-	4.50	3.00%	3.00%	Cumple	7+160	-	4.50	3.00%	3.00%	Cumple
3+100	-	4.50	3.00%	3.00%	Cumple	7+180	-	4.50	3.00%	3.00%	Cumple
3+120	-	4.50	3.00%	3.00%	Cumple	7+200	-	4.50	3.00%	3.00%	Cumple
3+140	-	4.50	3.00%	3.00%	Cumple	7+220	-	4.50	3.00%	3.00%	Cumple
3+160	-	4.50	3.00%	3.00%	Cumple	7+240	-	4.50	3.00%	3.00%	Cumple
3+180	-	4.50	3.00%	3.00%	Cumple	7+260	-	4.50	3.00%	3.00%	Cumple
3+200	-	4.50	3.00%	3.00%	Cumple	7+280	-	4.50	3.00%	3.00%	Cumple
3+220	-	4.50	3.00%	3.00%	Cumple	7+300	-	4.50	3.00%	3.00%	Cumple
3+240	-	4.50	3.00%	3.00%	Cumple	7+320	-	4.50	3.00%	3.00%	Cumple
3+260	-	4.50	3.00%	3.00%	Cumple	7+340	-	4.50	3.00%	3.00%	Cumple
3+280	-	4.50	3.00%	3.00%	Cumple	7+360	-	4.50	3.00%	3.00%	Cumple
3+300	-	4.50	3.00%	3.00%	Cumple	7+380	-	4.50	3.00%	3.00%	Cumple
3+320	-	4.50	3.00%	3.00%	Cumple	7+400	-	4.50	3.00%	3.00%	Cumple
3+340	-	4.50	3.00%	3.00%	Cumple	7+420	-	4.50	3.00%	3.00%	Cumple

3+360	-	4.50	3.00%	3.00%	Cumple	7+440	-	4.50	3.00%	3.00%	Cumple
3+380	-	4.50	3.00%	3.00%	Cumple	7+460	-	4.50	3.00%	3.00%	Cumple
3+400	-	4.50	3.00%	3.00%	Cumple	7+480	-	4.50	3.00%	3.00%	Cumple
3+420	-	4.50	3.00%	3.00%	Cumple	7+500	-	4.50	3.00%	3.00%	Cumple
3+440	-	4.50	3.00%	3.00%	Cumple	7+520	-	4.50	3.00%	3.00%	Cumple
3+460	-	4.50	3.00%	3.00%	Cumple	7+540	-	4.50	3.00%	3.00%	Cumple
3+480	-	4.50	3.00%	3.00%	Cumple	7+560	-	4.50	3.00%	3.00%	Cumple
3+500	-	4.50	3.00%	3.00%	Cumple	7+580	-	4.50	3.00%	3.00%	Cumple
3+520	-	4.50	3.00%	3.00%	Cumple	7+600	-	4.50	3.00%	3.00%	Cumple
3+540	-	4.50	3.00%	3.00%	Cumple	7+620	-	4.50	3.00%	3.00%	Cumple
3+560	-	4.50	3.00%	3.00%	Cumple	7+640	-	4.50	3.00%	3.00%	Cumple
3+580	-	4.50	3.00%	3.00%	Cumple	7+660	-	4.50	3.00%	3.00%	Cumple
3+600	-	4.50	3.00%	3.00%	Cumple	7+680	-	4.50	3.00%	3.00%	Cumple
3+620	-	4.50	3.00%	3.00%	Cumple	7+700	-	4.50	3.00%	3.00%	Cumple
3+640	-	4.50	3.00%	3.00%	Cumple	7+720	-	4.50	3.00%	3.00%	Cumple
3+660	-	4.50	3.00%	3.00%	Cumple	7+740	-	4.50	3.00%	3.00%	Cumple
3+680	-	4.50	3.00%	3.00%	Cumple	7+760	-	4.50	3.00%	3.00%	Cumple
3+700	-	4.50	3.00%	3.00%	Cumple	7+780	-	4.50	3.00%	3.00%	Cumple
3+720	-	4.50	3.00%	3.00%	Cumple	7+800	-	4.50	3.00%	3.00%	Cumple
3+740	-	4.50	3.00%	3.00%	Cumple	7+820	-	4.50	3.00%	3.00%	Cumple
3+760	-	4.50	3.00%	3.00%	Cumple	7+840	-	4.50	3.00%	3.00%	Cumple
3+780	-	4.50	3.00%	3.00%	Cumple	7+860	-	4.50	3.00%	3.00%	Cumple
3+800	-	4.50	3.00%	3.00%	Cumple	7+880	-	4.50	3.00%	3.00%	Cumple
3+820	-	4.50	3.00%	3.00%	Cumple	7+900	-	4.50	3.00%	3.00%	Cumple
3+840	-	4.50	3.00%	3.00%	Cumple	7+920	-	4.50	3.00%	3.00%	Cumple
3+860	-	4.50	3.00%	3.00%	Cumple	7+940	-	4.50	3.00%	3.00%	Cumple
3+880	-	4.50	3.00%	3.00%	Cumple	7+960	-	4.50	3.00%	3.00%	Cumple
3+900	-	4.50	3.00%	3.00%	Cumple	7+980	-	4.50	3.00%	3.00%	Cumple
3+920	-	4.50	3.00%	3.00%	Cumple	8+000	-	4.50	3.00%	3.00%	Cumple

3+940	-	4.50	3.00%	3.00%	Cumple	8+020	-	4.50	3.00%	3.00%	Cumple
3+960	-	4.50	3.00%	3.00%	Cumple	8+040	-	4.50	3.00%	3.00%	Cumple
3+980	-	4.50	3.00%	3.00%	Cumple	8+060	-	4.50	3.00%	3.00%	Cumple
4+000	-	4.50	3.00%	3.00%	Cumple	8+080	-	4.50	3.00%	3.00%	Cumple
4+020	-	4.50	3.00%	3.00%	Cumple	8+100	-	4.50	3.00%	3.00%	Cumple
4+040	-	4.50	3.00%	3.00%	Cumple	8+120	-	4.50	3.00%	3.00%	Cumple
4+060	-	4.50	3.00%	3.00%	Cumple	8+140	-	4.50	3.00%	3.00%	Cumple

CAPÍTULO V

DISCUSIÓN DE RESULTADOS

En la presente investigación, se realizó la discusión de los resultados obtenidos en base a los objetivos planteados inicialmente. Se realizó una recopilación de investigaciones relacionadas al tema de estudio, para su posterior comparación con respecto a lo obtenido en esta investigación.

Con respecto a los estudios básicos necesarios para el diseño geométrico de carreteras, la investigación de Huacho y Mallma (2020), desarrollada en Huancavelica, determinó que el IMD obtenido para la carretera en estudio fue de 242 veh/día, con una topografía accidentada a escarpada, con pendientes iguales a 23%. Donde al analizar las condiciones generales para el diseño se obtuvo una velocidad de diseño de 30 km/h y un radio de diseño de 25 m. En comparación con la presente investigación, donde el IMD más crítico fue de 95 veh/día, con una orografía no uniforme, con presencia de relieve accidentado y escarpado y valores de pendientes de 51% a 100%. Al definir las condiciones generales con la información proveniente de los estudios básicos, se obtuvieron valores iguales a la investigación de referencia, con una velocidad de diseño de 30 km/h y radio mínimo de 25 m. Esto debido a que ambas carreteras se clasificaron como carreteras de tercera clase.

Con respecto a los parámetros geométricos, Arias y Remolina (2018) obtuvieron como resultados que la carretera en estudio presentó una consistencia del 80%, calificada como buena, debido a que, de todas las curvas analizadas, fueron pocas las que presentaron accidentalidad. En contraste con la investigación realizada por Quiroz y Gutiérrez (2021), donde obtuvieron que la vía en estudio no cumple al 100% lo dispuesto por la Norma DG-2018, con deficiencias en su alineamiento vertical y secciones transversales, las cuales no cumplieron con los criterios mínimos de diseño. De forma similar, el diseño inicial presentado en el expediente técnico de la carretera en estudio en la presente investigación, no cumple al 100% con los criterios de la Norma DG-2018, presentando deficiencias en el diseño

geométrico horizontal, con un 9.41% de curvas que no cumplen el radio mínimo y un 53.57% de curvas que no cumplen la longitud mínima de tramos tangentes. Cabe añadir que, el aspecto positivo se encuentra en diseño en perfil, el cual cumple con la normativa vigente.

Finalmente, al realizar la propuesta correctiva, Solis (2018) planteó la implementación de señalización tanto vertical como horizontal, la cual permita regularizar el tránsito y evitar accidentes por deficiencia en el diseño. Por otra parte, la presente investigación propone un replanteo de la carretera, respetando las condiciones topográficas obtenidas y sin variar de forma crítica la disposición del trazo, luego de esto, se realizó una reducción de 85 a 59 curvas, donde el 100% cumple con los criterios de radio mínimo y longitud de tramo tangente mínimo, así como la longitud de curvas verticales y secciones transversales. Esto permite brindar la seguridad y evitar futuros accidentes, debido a que cumple correctamente los parámetros máximos y mínimos de la Norma DG-2018.

CONCLUSIONES

Se concluye que el diseño geométrico favorece de manera positiva a la mejora de la transitabilidad de la carretera Pacobamba- Huirony- Ccerabamba- Abra Cusqueña, Distrito De Pacobamba- Andahuaylas- Apurimac, debido a que permite determinar si los criterios y valores de los diferentes elementos que la conforman cumplen con la normativa en curso, para este caso la Norma DG-2018.

Se determinó que el valor del IMD fue de 95 veh/día. Asimismo, la zona de estudio presentó una orografía clasificada como escarpada y pendientes entre 50% y 100%. Finalmente, gracias al estudio hidrológico, se determinó una precipitación anual máxima de 43.30mm. Estos valores lograron definir las características generales de la carretera, clasificada como de tercera clase, con velocidad de diseño de 30km/h y orografía tipo 4.

Después de realizar la evaluación del tramo presentado en el expediente técnico de la carretera Pacobamba- Huirony- Ccerabamba- Abra Cusqueña, Distrito De Pacobamba- Andahuaylas- Apurimac, se concluye que algunos parámetros del diseño geométrico NO CUMPLEN con lo estipulado en el Manual de Diseño Geométrico de Carreteras DG-2018, tanto en diseño en planta, como de secciones transversales, el diseño en perfil es el único que cumple los criterios.

Se concluye que el replanteo permitió alinear el diseño con la Norma DG-2018, con un nuevo trazo que redujo la cantidad de curvas de 85 a 59, las cuales se evaluaron y cumplieron al 100% los criterios mínimos de la normativa vigente, tanto en los aspectos de diseño horizontal, diseño en perfil y diseño de secciones transversales.

RECOMENDACIONES

Se recomienda que las especificaciones de diseño se formulen con base en los criterios de diseño de carreteras, Normativa DG-2018 y en combinación con las condiciones del terreno y las carreteras existentes en zonas aledañas.

Se recomienda realizar el trazo de la carretera evitando, en su mayoría, proyectar curvas con radio mínimo, dado que estos deben ser usados en zonas críticas. Por ello, se debe promover la consideración de curvas de amplio radio en la medida que sea posible.

Se recomienda proyectar el trazo de tal manera que el volumen de corte sea similar al volumen a rellenar, para no generar mayores costos por eliminación de material excedente durante la etapa de la construcción de la carretera en estudio. Para ello, es importante que el proyectista considere el balance de masas apoyada de un correcto levantamiento topográfico.

Se recomienda tomar las medidas necesarias en la etapa de construcción para el control y prevención de deslizamientos de tierra, con la intención de evitar accidentes, debido a que en casos de nuevas carreteras los trabajos de corte y relleno se hacen más frecuentes.

En caso de que la proyección de la carretera se realice en zonas adyacentes a ríos u otras corrientes de agua, se recomienda considerar la construcción de defensas ribereñas, siendo de los más comunes muros de contención en base a gaviones con mallas doble torsión u otras opciones que consideren convenientes.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aguado, A., Gálvez, J., Aguado, A., Pujadas, P., & Fernández, D. (Mayo de 2017). Evaluación de la sostenibilidad de carreteras. *Carreteras*, 4(213), 8-19. Obtenido de <https://upcommons.upc.edu/handle/2117/108027>
- Aguilar, A. (2019). *Evaluación de los elementos del diseño geométrico de la carretera entre el Cruce Polloc- El Mangle, distrito de la Encañada- Cajamarca- Cajamarca*. Cajamarca: Universidad Nacional de Cajamarca.
- Arango, C., & Vergara, C. (2016). Evaluación de la red de carreteras y su impacto en costos y tiempos de viaje en una región del norte de Colombia. *XII Congreso de ingeniería del transporte*. Valencia. Obtenido de <https://riunet.upv.es/handle/10251/90332>
- Arias, J., & Remolina, I. (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 La Lizama en ambos sentidos en el departamento de Santander*. Bucaramanga: Universidad Pontificia Bolivariana.
- Arroyave, M. d., Gómez, C., Gutiérrez, M., Múnera, D., Zapata, P., Vergara, I., . . . Ramos, K. (2016). Impactos de las carreteras sobre la fauna silvestre y sus principales medidas de manejo. *Revista EIA*(5).
- Borja, M. (2012). *Metodología de la investigación científica*. Lambayeque: UNPRG.
- Burgos, H. (2022). *Evaluación de las características geométricas actuales y propuesta de diseño geométrico de la carretera Lullapuquio – Chetilla, distrito de Chetilla, Cajamarca 2019*. Cajamarca: Universidad Nacional de Cajamarca.

- Carbajal, J., & Motta, B. (2019). *Evaluación de la carretera Huanchuy – Case Cunca del distrito Buenavista Alta, Provincia de Casma, Áncash 2019*. Universidad César Vallejo, Chimbote. Obtenido de <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/44276>
- Cárdenas, J. (2002). *Diseño geométrico de carreteras*. Bogotá: Ecoe Ediciones Editorial.
- Correa, K. (2017). *Evaluación de las características geométricas de la carretera Cajamarca - Gavilán (Km 173 - Km 158) de acuerdo con las normas de diseño geométrico de carreteras DG - 2013*. Cajamarca. Obtenido de <https://repositorio.unc.edu.pe/handle/UNC/1001>
- Cruz, Y., & Valera, G. (2018). *Evaluación de la Carretera Asfaltada comprendida entre el Centro Poblado El Castillo y el Centro Poblado Rinconada, Distrito de Santa, Provincia del Santa, Departamento de Ancash - Propuesta de Mejora 2018*. Chimbote. Obtenido de <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/30961>
- Fernández, H., Caballero, P., & García, J. (02 de Octubre de 2020). Análisis de la consistencia geométrica en el tramo de la Carretera Central comprendido entre las estaciones 90+6.34 y 90+9.34. *Revista PC*.
- García, I. (2017). *Estudios de Ingeniería de Tránsito para la planeación regional del transporte carretero*. Universidad Autonoma Nuevo Leon. Monterrey: UANL.
- García, Y., & Aguilar, D. (2021). Passengers' comfort in horizontal curves on mountain roads: A field study using lateral accelerations. *Revista Facultad de Ingeniería Universidad de Antioquia*(98). doi:<https://doi.org/10.17533/udea.redin.20200578>
- Gonzalez, Carlos, Rincón, M., & Vargas, W. (2012). *Diseño geométrico de vías*. Bogotá: UD Editorial.
- Hernández, R., Fernández, C., & Baptista, P. (2014). *Metodología de la investigación*. México: Editorial McGraw Hill.

- Huacho, V., & Mallma, A. (2020). *Evaluación de parámetros de diseño en la carretera Lircay- Seclla- Angaraes- Huancavelica*. Huancavelica: Universidad Nacional de Huancavelica.
- Huaripata, J. (2018). *Evaluación del diseño geométrico de la carretera no pavimentada de bajo volumen de tránsito tramo c.p. el tambo – c.p. laguna santa úrsula con respecto al manual de diseño de carreteras de bajo volumen de tránsito-MTC*. Universidad Nacional de Cajamarca, Cajamarca. Obtenido de <https://repositorio.unc.edu.pe/handle/UNC/1984>
- Lucana, A., & Echevarría, L. (2019). *Evaluación del diseño geométrico de la ciclovia de la cuadra 4 de San Borja Sur cruce con avenida aviación cuadra 30 en el año 2019*. Lima: Universidad Tecnológica del Perú.
- MTC. (2018). *Manual de Carreteras: Diseño Geométrico DG-2018*. Lima, Perú. Obtenido de https://portal.mtc.gob.pe/transportes/caminos/normas_carreteras/documentos/manuales/Manual.de.Carreteras.DG-2018.pdf
- MTC, M. d. (2018). *Manuel de Carreteras: Diseño Geométrico DG- 2018*. Dirección General de Caminos y Ferrocarriles. Lima: MTC. Obtenido de https://portal.mtc.gob.pe/transportes/caminos/normas_carreteras/documentos/manuales/Manual.de.Carreteras.DG-2018.pdf
- Muñoz, C. (2018). *Metodología de la investigación*. México: OXFORD.
- Pineda, B. (Diciembre de 2019). Aplicación de la distancia de visibilidad de adelantamiento en carreteras de dos carriles en Colombia. *Revista Ingeniería y Desarrollo*, 37(2). doi:<https://doi.org/10.14482/inde.37.2.1257>
- Quiroz, J. (2020). *Evaluación de las características geométricas de la carretera cajabamba-ponte (km 52+300 – km 48+050) de acuerdo con el manual de diseño geométrico de carreteras DG-2018*. Universidad

Privada del Norte, Cajamarca. Obtenido de <https://repositorio.upn.edu.pe/handle/11537/24743>

Quiroz, P., & Gutiérrez, M. (2021). *Evaluación del diseño geométrico para el trazo de la carretera Calla- Ccochapata en Cotambambas- Apurímac, 2020*. Lima: Universidad César Vallejo.

Reyes, N. (2018). *Propuesta de diseño geométrico en carreteras de camino vecinal utilizando software AutoCAD Civil 3D*. Universidad Nacional "Hermilio Valdizán". Huánuco: UNHEVAL.

Sánchez, J. (2018). *Diseño definitivo de la carretera La Primavera- Simón Bolívar, distrito de Nueva Cajamarca, provincia de Rioja, región San Martín*. Universidad Señor de Sipán, Lambayeque. Pimentel: USS. Obtenido de <http://repositorio.uss.edu.pe/bitstream/handle/uss/4573/S%C3%A1nchez%20Caro.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Solis, L. (2018). *Evaluación del diseño geométrico de la carretera Carhuaz-Chacas, tramo km 0+000 al km 9+500, aplicando el Manual de Diseño Geométrico DG-2014, año 2017*. Huaraz: Universidad Nacional Santiago Antunez de Mayolo.

Suárez, C., & Vera, A. (2015). *Estudio y diseño de la vía El Salado-Manantial de Guangala del Cantón Santa Elena*. Universidad Estatal Península de Santa Elena, Ecuador. La Libertad: UPSE. Obtenido de <https://repositorio.upse.edu.ec/bitstream/46000/2273/1/UPSE-TIC-2015-010.pdf>

SUTRAN. (17 de Febrero de 2021). Reglamento Nacional de Vehículos - Decreto Supremo N°058 - 2003 - MTC. Obtenido de <https://www.gob.pe/institucion/sutran/informes-publicaciones/1702212-reglamento-nacional-de-vehiculos>

Unidad de Gestión y Evaluación de la Red Vial Nacional PITRA – LanammeUCR. (2020). *Evaluación de la Ruta Nacional 1 Carretera Interamericana Norte, tramo Cañas - Liberia, Guanacaste, Costa Rica*.

Universidad de Costa Rica, San José. Obtenido de
<https://www.lanamme.ucr.ac.cr/repositorio/handle/50625112500/1930>

Vásquez, C., & Toscano, E. (2018). *Evaluación de la Carretera Shacsha – Tunin, Propuesta de mejora, Santa - Ancash 2018*. Universidad César Vallejo, Chimbote. Obtenido de
<https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/30903>

COMO CITAR ESTE TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

Pacheco Silva, E. (2023). *Evaluación y diseño geométrico de la carretera Pacobamba - Huirony – Ccerabamba - Abra Cusqueña, distrito de Pacobamba- Andahuaylas- Apurímac* [Tesis de pregrado, Universidad de Huánuco]. Repositorio Institucional UDH. <http://...>

ANEXOS

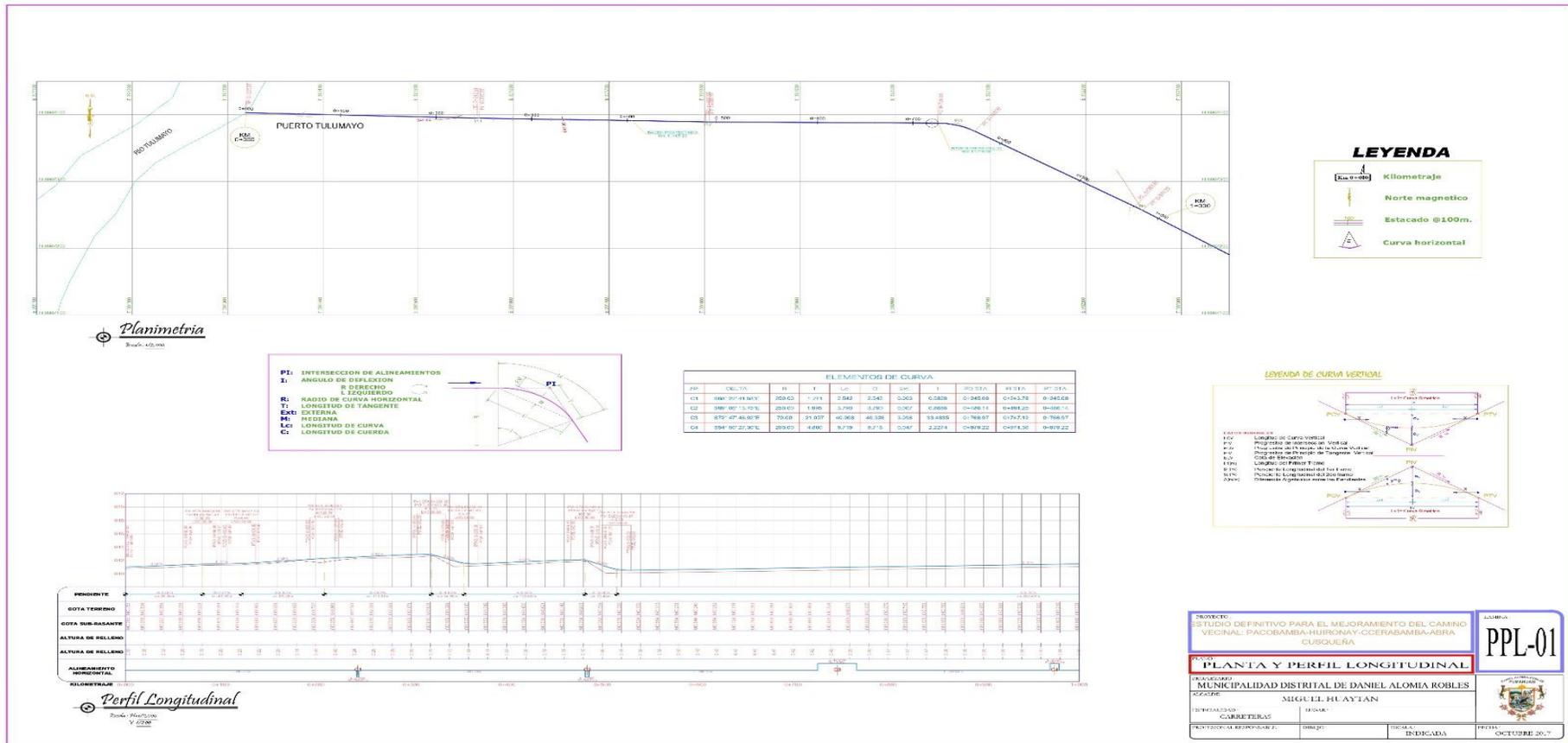
ANEXO 1

MATRIZ DE CONSISTENCIA

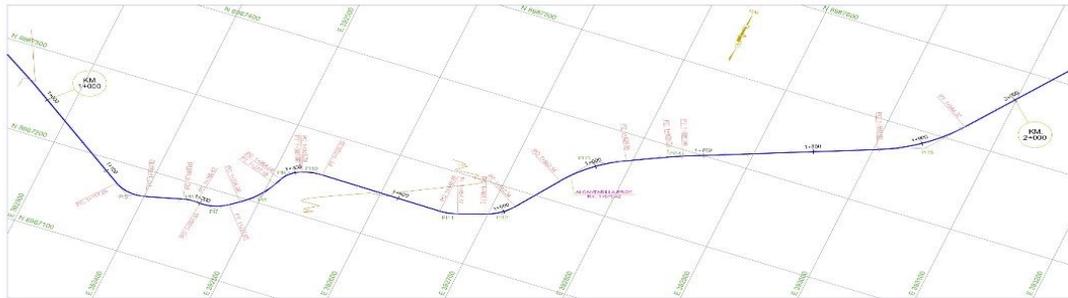
Problema	Objetivo	Hipótesis	Metodología
Problema General	Objetivo General		
¿De qué manera influye la evaluación en el diseño geométrico de la carretera Pacobamba-Huirony- Ccerabamba- Abra Cusqueña, Distrito De Pacobamba- Andahuaylas- Apurimac?	Evaluar y diseñar el diseño geométrico de la carretera Pacobamba- Huirony- Ccerabamba- Abra Cusqueña, Distrito De Pacobamba- Andahuaylas- Apurimac.		Tipo de investigación: Aplicada
Problemas Específicos	Objetivos Específicos		Enfoque de investigación: Cuantitativo
¿Cuál es la influencia de la revisión de estudios básicos de ingeniería en el expediente técnico de la carretera Pacobamba- Huirony- Ccerabamba- Abra Cusqueña, Distrito De Pacobamba- Andahuaylas- Apurimac?	Realizar una revisión de estudios básicos de ingeniería del expediente técnico de la carretera Pacobamba- Huirony- Ccerabamba- Abra Cusqueña, Distrito De Pacobamba- Andahuaylas- Apurimac.	La evaluación del diseño geométrico de la carretera Pacobamba- Huirony- Ccerabamba- Abra Cusqueña, Distrito De Pacobamba- Andahuaylas- Apurimac influye en la identificación del cumplimiento de parámetros normativos de la DG-2018.	Alcance de investigación: Teórico- Norma vigente
¿Cuáles son los parámetros geométricos de la carretera Pacobamba- Huirony- Ccerabamba- Abra Cusqueña, Distrito De Pacobamba- Andahuaylas- Apurimac cumplen con los estándares establecidos por la Norma DG-2018?	Determinar si los parámetros geométricos de la carretera Pacobamba- Huirony- Ccerabamba- Abra Cusqueña, Distrito De Pacobamba- Andahuaylas- Apurimac cumplen con los estándares establecidos por la Norma DG-2018.		Nivel de investigación: Descriptivo
¿Cuáles son las correcciones necesarias mediante un replanteo de diseño de la carretera Pacobamba- Huirony- Ccerabamba- Abra Cusqueña, Distrito De Pacobamba- Andahuaylas- Apurimac?	Proponer las correcciones necesarias mediante un replanteo de diseño de la carretera Pacobamba- Huirony- Ccerabamba- Abra Cusqueña, Distrito De Pacobamba- Andahuaylas- Apurimac.		Diseño de investigación: No Experimental
			Población: Diseño de carreteras en Pacobamba.
			Muestra: Carretera Pacobamba- Huirony- Ccerabamba- Abra Cusqueña en el distrito de Pacobamba, Andahuaylas en Apurimac
			Muestreo: No probabilístico

ANEXO 2 INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS

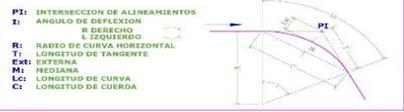
Plano de planta y perfil longitudinal PPL-01



Plano de planta y perfil longitudinal PPL-02



Planimetria
Escala: 1:2,000



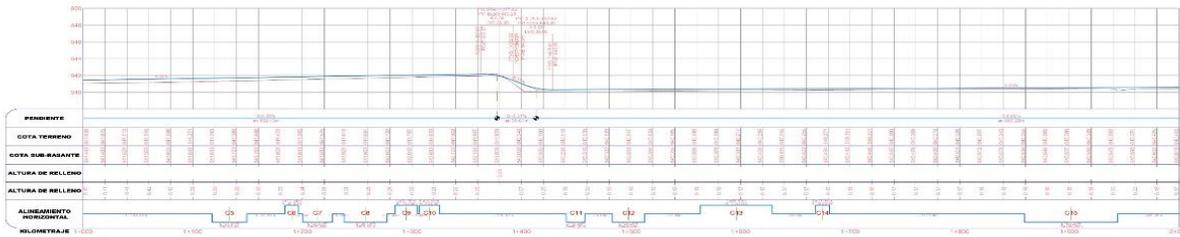
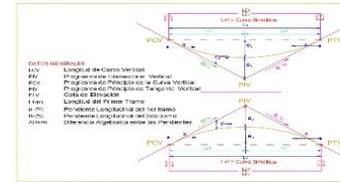
- PI: INTERSECCION DE ALINEAMIENTOS
- SI: ANGULO DE DEFLEXION
 - B. DERECHO
 - L. IZQUIERDO
- R: RADIO DE CURVA HORIZONTAL
- T: LONGITUD DE TANGENTE
- E: EXTENSIÓN
- M: MEDIANA
- Lc: LONGITUD DE CURVA
- C: LONGITUD DE CUERDA

LEYENDA

- Km 0+000 Kilometraje
- Norte magnetico
- Estacado @100m.
- Curva horizontal

ELEMENTOS DE CURVA										
#	DECLIVIDAD	X1	X2	X3	X4	X5	MODULO	ORDENADA	ABSCISA	PI (m)
08	67° 51' 36.14"	35.00	17.130	31.874	50.786	3.971	52.1784	1+119.42	1+310.69	1+140.02
09	N64° 19' 27.68"E	35.00	8.337	12.566	42.473	0.569	20.5063	1+139.07	1+190.57	1+194.02
07	S62° 21' 36.27"E	35.00	14.292	27.708	20.269	2.793	44.3123	1+227.40	1+210.06	1+227.02
06	N30° 18' 16.85"E	75.00	23.007	38.933	38.862	2.603	28.0729	1+277.18	1+289.08	1+277.15
05	N45° 41' 34.62"E	25.00	10.768	26.363	18.823	2.532	48.7140	1+326.06	1+395.47	1+305.68
04	N26° 51' 25.07"E	45.00	3.403	18.547	18.419	0.873	23.6444	1+329.35	1+316.15	1+329.33
03	S70° 33' 48.85"E	45.00	8.282	16.881	16.752	0.901	21.4670	1+407.72	1+440.39	1+407.72
02	N60° 30' 45.48"E	45.00	10.103	26.363	20.732	2.465	37.5208	1+413.34	1+488.26	1+413.34
01	N46° 39' 30.58"E	25.00	33.077	69.600	64.855	4.411	33.0771	1+629.55	1+656.82	1+629.55
01	N64° 39' 36.38"E	180.00	0.206	13.046	13.044	0.118	4.1266	1+681.04	1+674.26	1+681.22
01	N46° 34' 36.83"E	180.00	43.782	85.146	84.059	6.259	32.8426	1+814.22	1+802.80	1+814.22

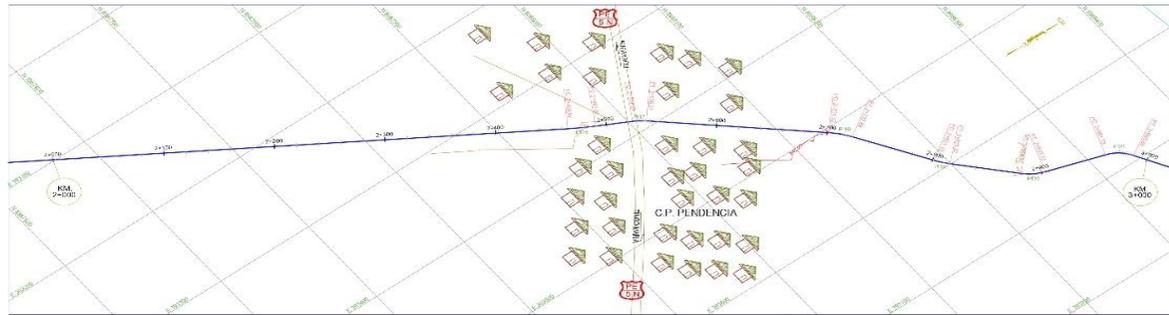
LEYENDA DE CURVA VERTICAL



Perfil Longitudinal
Escala: 1:400,000
Vertical

PROYECTO: ESTUDIO DEFINITIVO PARA EL MEJORAMIENTO DEL CAMINO VEGINAL: PACOBAMBA-HUIRONAY-COCERABAMBA-ABRA CUSQUEÑA		LÍNEA PPL-02
PLANO: PLANTA Y PERFIL LONGITUDINAL		
PROPONENTE: MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE DANIEL ALOMIA ROBLES		
ALCALDE: MIGUEL HUAYTAN		
TIPO DE ESTUDIO: CARRERA URBANA	CATEGORÍA: 1ª CLASE	
PROFESIONAL RESPONSABLE: INEUITO	DISEÑO: INEUITO	SIGILADA: INEUITO
		FECHA: OCTUBRE 2017

Plano de planta y perfil longitudinal PPL-03



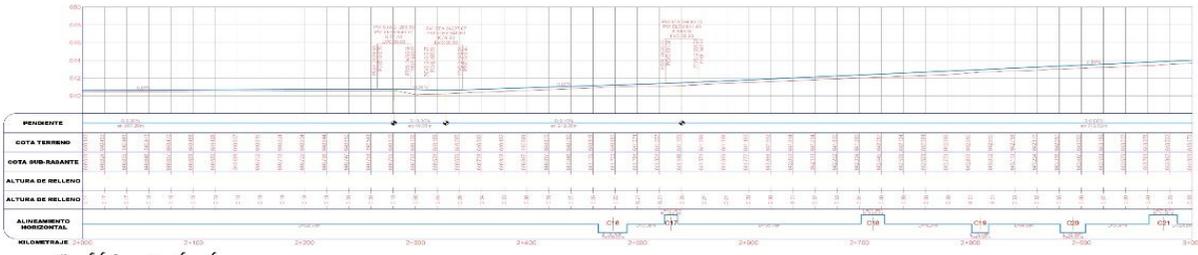
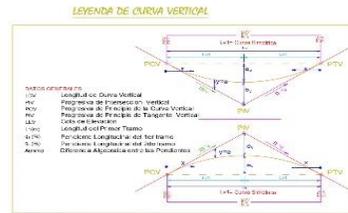
Planimetría
Escala: 1:2500



ELEMENTOS DE CURVA										
#	ALINEAMIENTO	PI	I	R	LC	CI	LC	CI	LC	CI
C14	N31°10'21.75"E	306.00	12.643	26.867	25.859	3.275	4.8431	2+489.84	2+477.62	2+459.84
C12	N20°38'25.89"E	50.00	8.100	12.140	12.180	0.371	13.9189	2+538.37	2+530.33	2+538.37
C18	N30°18'31.72"E	50.00	10.743	21.358	21.284	0.715	15.2883	2+722.68	2+712.27	2+722.68
C16	N52°48'22.75"E	55.00	7.380	13.029	10.070	0.330	19.1195	2+618.22	2+608.00	2+618.22
C20	N33°08'16.48"E	45.00	11.743	23.846	22.980	1.400	25.1778	3+053.37	2+932.81	3+053.37
C21	N38°24'15.82"E	55.00	13.327	26.564	24.910	2.161	41.8611	2+988.65	2+974.51	2+988.65

LEYENDA

- Kilometraje
- Norte magnético
- Estacado @100m.
- Curva horizontal



Perfil Longitudinal
Escala: 1:1000

PROYECTO: ESTUDIO DEFINITIVO PARA EL MEJORAMIENTO DEL CAMINO VECINAL: PACOBAMBA-HUIRONAY-CCERABAMBA-ABRA CUSQUEÑA

PPL-03

PLANTA Y PERFIL LONGITUDINAL

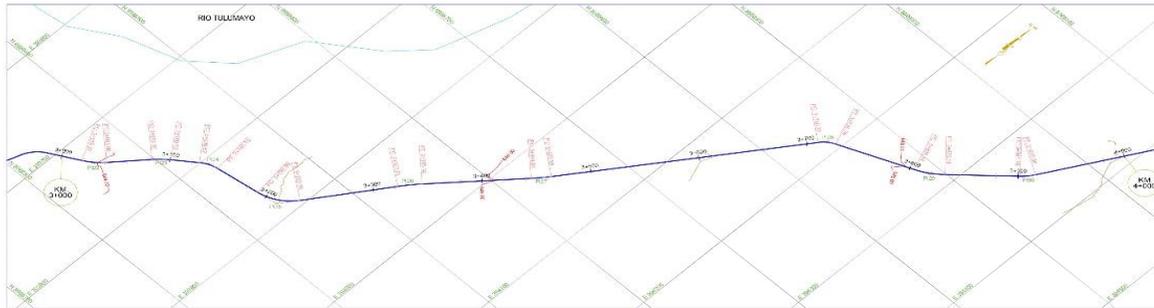
MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE DANIEL ALOMIA ROBLES

MIGUEL HUAYTAN

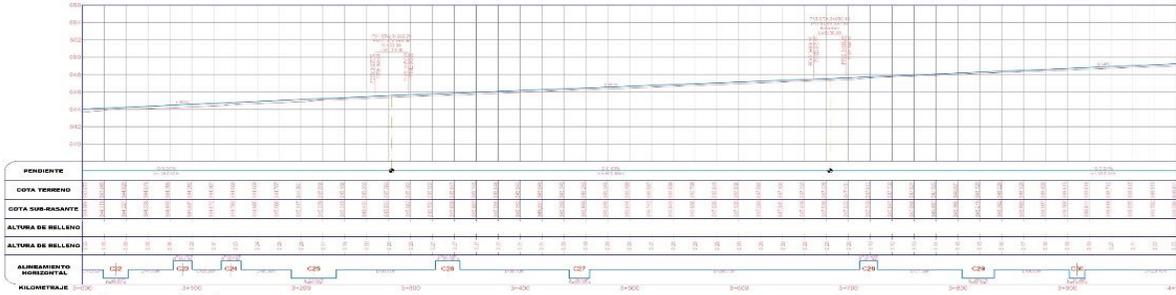
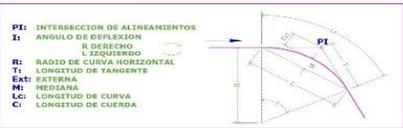
PROFESSIONAL RESPONSABLE: CARRETTERRAS

FECHA: OCTUBRE 2017

Plano de planta y perfil longitudinal PPL-04



Planimetria
Escala: 1:1000



Perfil Longitudinal
Escala: 1:1000
V:200

ELEMENTOS DE CURVA											
STN	EST. INI	EST. FIN	EST. T	EST. C	EST. E	EST. P	EST. B.C.	EST. E.C.	EST. P.T.	EST. P.C.	EST. P.E.
C22	N40° 17' 08.92"E	5589	11420	22069	22480	0.969	19.826	3+451.88	3+436.59	3+401.89	
C23	N48° 08' 23.99"E	8589	8612	17185	17188	0.435	11.570	3+555.53	3+551.38	3+160.53	
C24	N48° 07' 28.99"E	3589	9283	18278	18271	1.228	26.020	3+451.70	3+156.17	3+146.30	
C25	N48° 07' 20.00"E	5589	24835	41176	40054	0.966	47.168	3+553.18	3+215.81	3+205.18	
C26	N47° 37' 27.12"E	20000	11275	22526	22514	0.318	9.450	3+315.71	3+303.59	3+345.14	
C27	N48° 27' 30.89"E	20000	9389	18193	18193	0.229	3.733	3+403.59	3+404.22	3+403.08	
C28	N41° 28' 51.27"E	23000	8416	16465	16289	1.189	31.667	3+429.79	3+416.75	3+428.79	
C29	N48° 48' 30.09"E	33000	14483	28037	28018	1.336	26.790	3+553.18	3+483.63	3+493.18	
C30	N48° 17' 21.09"E	55000	7479	14291	14213	0.513	18.341	3+553.66	3+506.36	3+516.34	

LEYENDA

- Kilometraje
- Norte magnetico
- Estacado @100m.
- Curva horizontal

LEYENDA DE CURVA VERTICAL

- LV: Longitud de Curva Vertical
- PIV: Puntos de Intersección Vertical
- PIV: Puntos de Inicio de la Curva Vertical
- PIV: Puntos de Fin de la Curva Vertical
- LV: Longitud de la Curva Vertical
- PIV: Puntos de Intersección Vertical
- PIV: Puntos de Inicio de la Curva Vertical
- PIV: Puntos de Fin de la Curva Vertical

PROYECTO: ESTUDIO DEFINITIVO PARA EL MEJORAMIENTO DEL CAMINO VECINAL: PACOBAMBA-HUIRONAY-CCERBAMBA-ABRA CUSQUEÑA

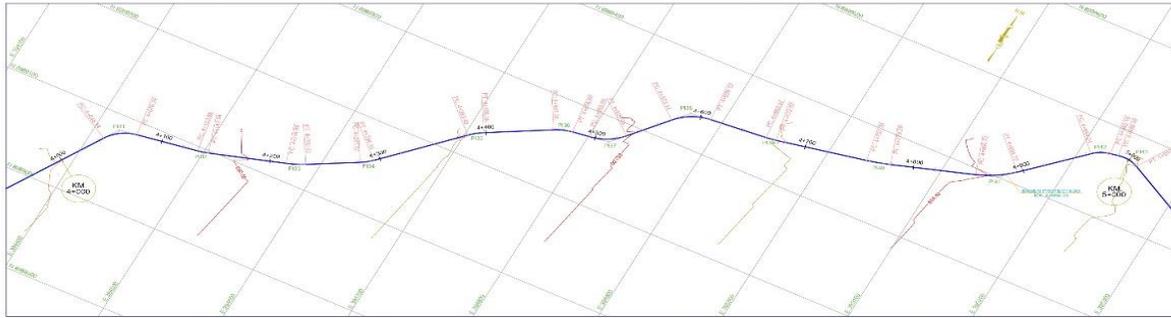
PLANTA Y PERFIL LONGITUDINAL

MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE DANIEL ALOMIA ROBLES
ALCALDE: MIGUEL HUAYTAN

INGENIERO: CARLOS HERIBUS
LUGAR: LUGAR

INDICADA
OCTUBRE 2017

Plano de planta y perfil longitudinal PPL-05



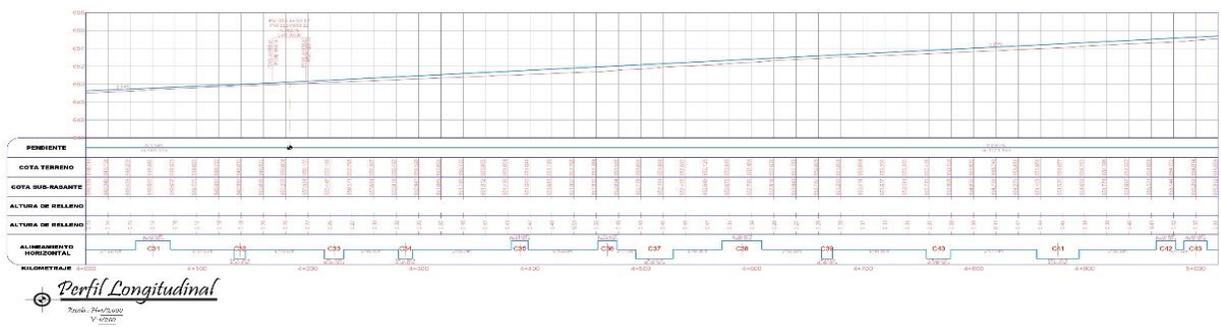
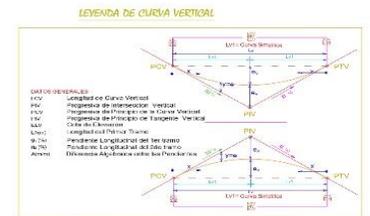
Planimetría
Escala: 1:50,000



LEYENDA

- [Km 0+000] Kilometraje
- [Norte] Norte magnético
- [Escala] Estacado @100m.
- [Curva] Curva horizontal

ELEMENTOS DE CURVA										
#P	DECLIV.	RI	LCI	LC	LCR	LC	LCR	LCI	PI (E)	PI (O)
C21	N55° 30' 30.20"E	30.00	18.600	31.100	30.000	3.794	30.610	4.078.24	4+094.30	4+078.24
C22	N76° 20' 50.32"E	80.00	5.640	10.684	10.354	0.166	6.8715	4+143.84	4+136.00	4+145.04
C23	N88° 06' 50.17"E	30.00	8.880	17.662	17.830	6.481	11.3053	4+252.52	4+233.72	4+252.62
C24	N52° 12' 38.80"E	45.00	6.281	12.481	12.481	0.436	10.810	4+296.15	4+287.95	4+294.15
C25	N52° 00' 12.84"E	30.00	7.474	14.893	14.811	0.405	15.0155	4+339.30	4+330.36	4+340.26
C26	N17° 44' 28.87"E	45.00	8.261	13.267	11.160	0.911	21.8090	4+418.80	4+410.06	4+418.80
C27	N80° 27' 26.18"E	60.00	17.276	33.407	32.655	3.289	42.0385	4+529.05	4+510.16	4+526.05
C28	N81° 34' 06.12"E	45.00	19.024	35.624	34.717	3.762	45.9210	4+569.12	4+562.28	4+566.12
C29	N81° 21' 37.27"E	85.00	4.031	6.951	6.658	0.137	6.6254	4+622.82	4+617.26	4+622.82
C30	N174° 30' 17.49"E	80.00	11.018	22.000	21.595	0.337	7.6257	4+779.29	4+776.30	4+779.29
C31	N88° 17' 51.03"E	30.00	19.316	31.991	33.476	2.168	26.0083	4+864.72	4+858.04	4+864.72
C32	N62° 37' 02.07"E	30.00	8.243	17.892	17.950	1.362	34.2474	4+965.18	4+957.48	4+962.18
C33	S80° 37' 30.72"E	30.00	12.000	24.351	20.180	1.852	38.2977	5+010.00	5+000.20	5+010.00



Perfil Longitudinal
Escala: H=1:2000, V=1:200

PROYECTO: MEJORAMIENTO DEL SERVICIO DE TRANSITABILIDAD EN EL RAMO PUERTO TULUMAYO - EMP. PE SA - ALTO PENDERENCIA - SAN CRISTOBAL, DISTRITO DE DANIEL ALOMIA

LOBOA: **PPL-05**

TIPO: **PLANTA Y PERFIL LONGITUDINAL**

PROPIETARIO: MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE DANIEL ALOMIA ROBLES

ALCALDE: MIGUEL HUAYTAN

DIRECCIONADO: [] LUGAR: []

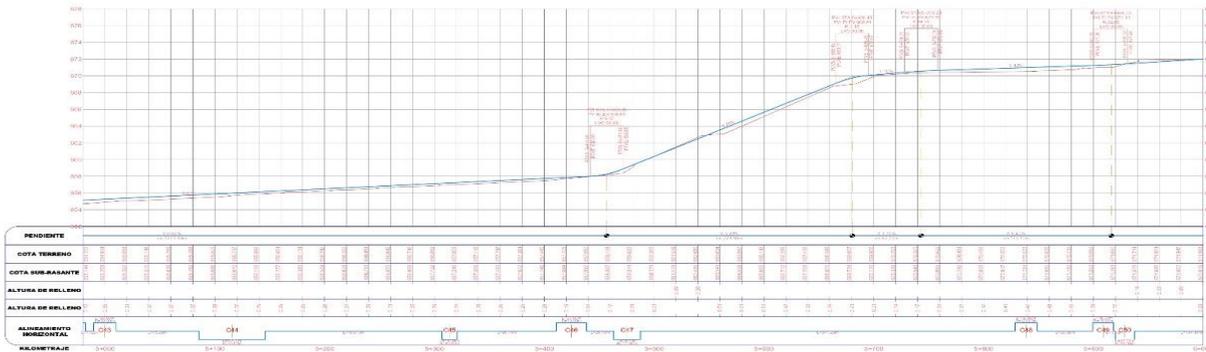
PROFESIONISTA RESPONSABLE: [] DOMICILIO: [] OFICINA: []

FECHA: OCTUBRE 2017

Plano de planta y perfil longitudinal PPL-06



Planimetria
Escala: 1:2000



Perfil Longitudinal
Escala: Horizontal 1:2000, Vertical 1:2000

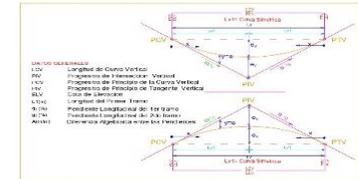
ELEMENTOS DE CURVA										
#	DIR. TA.	R	T	L.C.	G	RxT	I	PC (STA.)	PI (STA.)	PT (STA.)
D43	90°0' 37" 30.72PL	30.00	10.792	23.561	29.160	1.802	33.3627	5+193.00	5+006.29	5+1813.00
D44	104° 19' 40.00PL	75.00	30.424	60.172	19.209	0.289	40.2124	5+110.04	5+119.96	5+162.04
D45	162° 34' 15.72PL	45.00	7.034	14.022	14.021	0.245	9.4917	5+252.81	5+243.87	5+265.81
D46	150° 09' 42.79PL	13.00	23.165	27.954	22.681	19.506	121.6628	5+438.01	5+434.14	5+438.01
D47	153° 09' 50.72PL	12.00	19.021	21.161	23.260	16.406	115.2618	5+497.45	5+492.29	5+487.45
D48	147° 54' 15.30PL	120.00	16.017	18.246	19.505	0.417	8.2636	5+344.85	5+338.72	5+344.85
D49	160° 29' 28.00PE	13.00	16.033	18.736	17.545	3.024	71.3514	5+315.24	5+310.47	5+315.24
D50	160° 48' 48.79PL	13.00	8.805	17.338	16.414	2.923	66.9402	5+937.24	5+935.68	5+937.24



LEYENDA

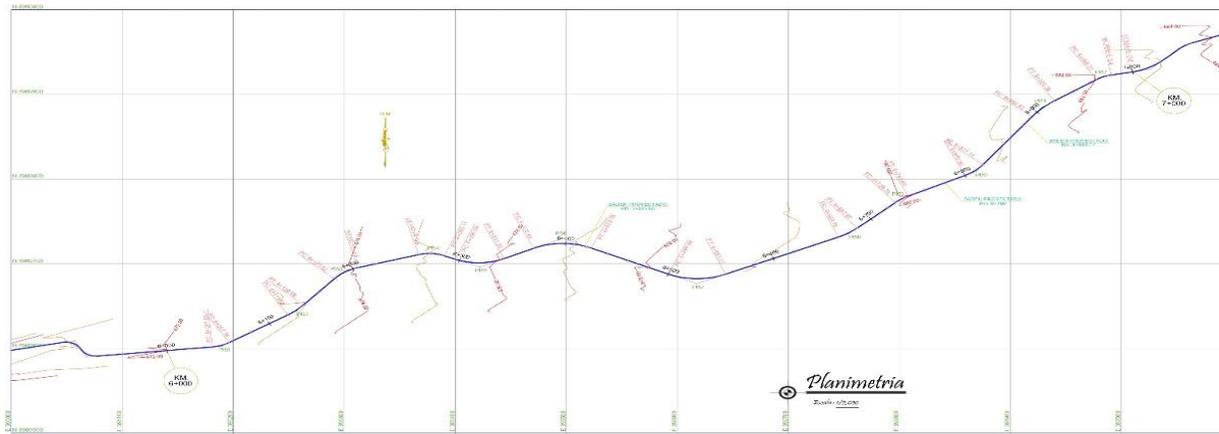


LEYENDA DE CURVA VERTICAL

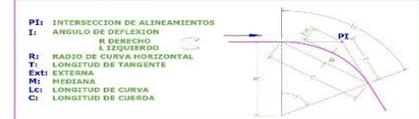


PROYECTO: MEJORAMIENTO DEL SERVICIO DE TRANSITABILIDAD EN EL RAMO PUERTO TULLIMAYO - EMP PE SN - ALTO PENDENCIA - SAN CRISTOBAL, DISTRITO DE DANIEL ALCORNIA		LINDA: PPL-06
PLANTA Y PERFIL LONGITUDINAL		
PROPIETARIO: MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE DANIEL ALOMIA ROBLES		
ALCALDE: MIGUEL HUAYTAN		
ESPECIALIDAD: CARRUTERAS	LUGAR: ALTO PENDENCIA	
PROFESIONAL REGISTRO: CABRERERAS	DISEÑO: INDICADA	

Plano de planta y perfil longitudinal PPL-07



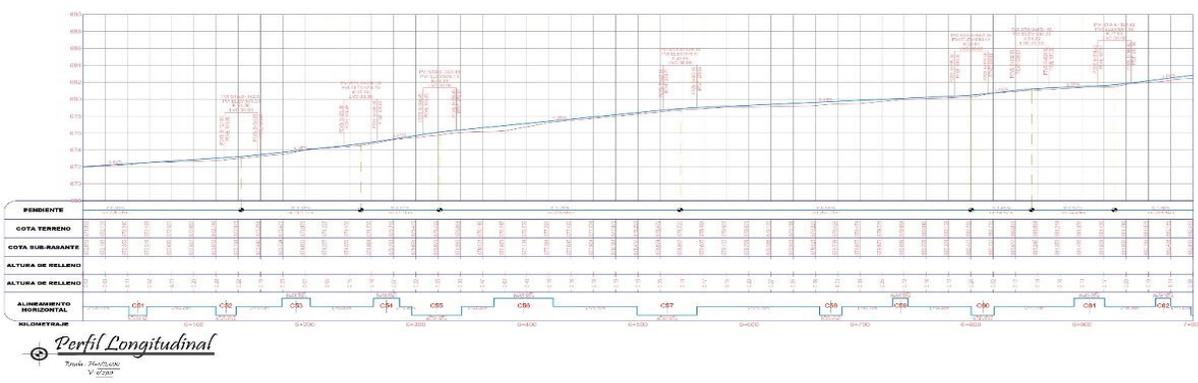
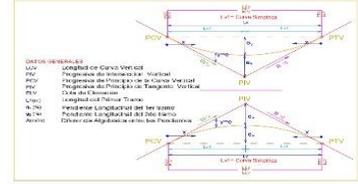
ELEMENTOS DE CURVA										
#PI	DEFLETA	R	T	L.C.	C	Pd	L	PC RTA	PI RTA	PT RTA
CS1	N71° 08' 25.81"E	35.00	8.600	15.731	15.568	0.695	25.7512	8+957.38	8+968.85	8+957.58
CS2	N50° 38' 33.03"E	85.00	9.315	18.535	18.447	0.884	15.5113	8+133.08	8+139.98	8+138.05
CS3	N31° 19' 24.78"E	45.00	11.562	22.477	22.133	1.365	32.4384	8+182.81	8+193.85	8+179.59
CS4	S40° 30' 59.07"S	35.00	12.058	23.263	22.818	2.022	38.9497	8+285.11	8+297.84	8+286.11
CS5	N88° 39' 51.07"N	55.00	23.927	45.137	43.881	4.878	47.0215	8+341.20	8+353.98	8+341.20
CS6	N88° 39' 19.28"E	62.00	29.200	53.299	51.527	6.099	48.5730	8+423.78	8+436.95	8+423.78
CS7	S38° 47' 18.24"E	85.00	28.825	53.592	52.369	5.813	47.2386	8+493.87	8+507.90	8+493.87
CS8	N07° 45' 33.80"E	85.00	10.178	20.193	20.112	0.750	17.7056	8+583.07	8+573.35	8+583.37
CS9	N06° 43' 23.50"E	60.00	6.865	13.033	13.610	0.475	15.6443	8+743.40	8+736.82	8+743.40
CS10	N51° 19' 04.80"E	45.00	13.361	26.834	26.819	1.250	26.4879	8+821.16	8+816.35	8+821.16
CS11	N47° 19' 02.19"E	80.00	13.893	27.429	27.305	1.110	16.4681	8+823.36	8+805.78	8+823.36
CS12	N88° 00' 52.07"E	35.00	7.334	14.076	13.891	0.720	23.0452	8+893.28	8+879.31	8+893.28



LEYENDA

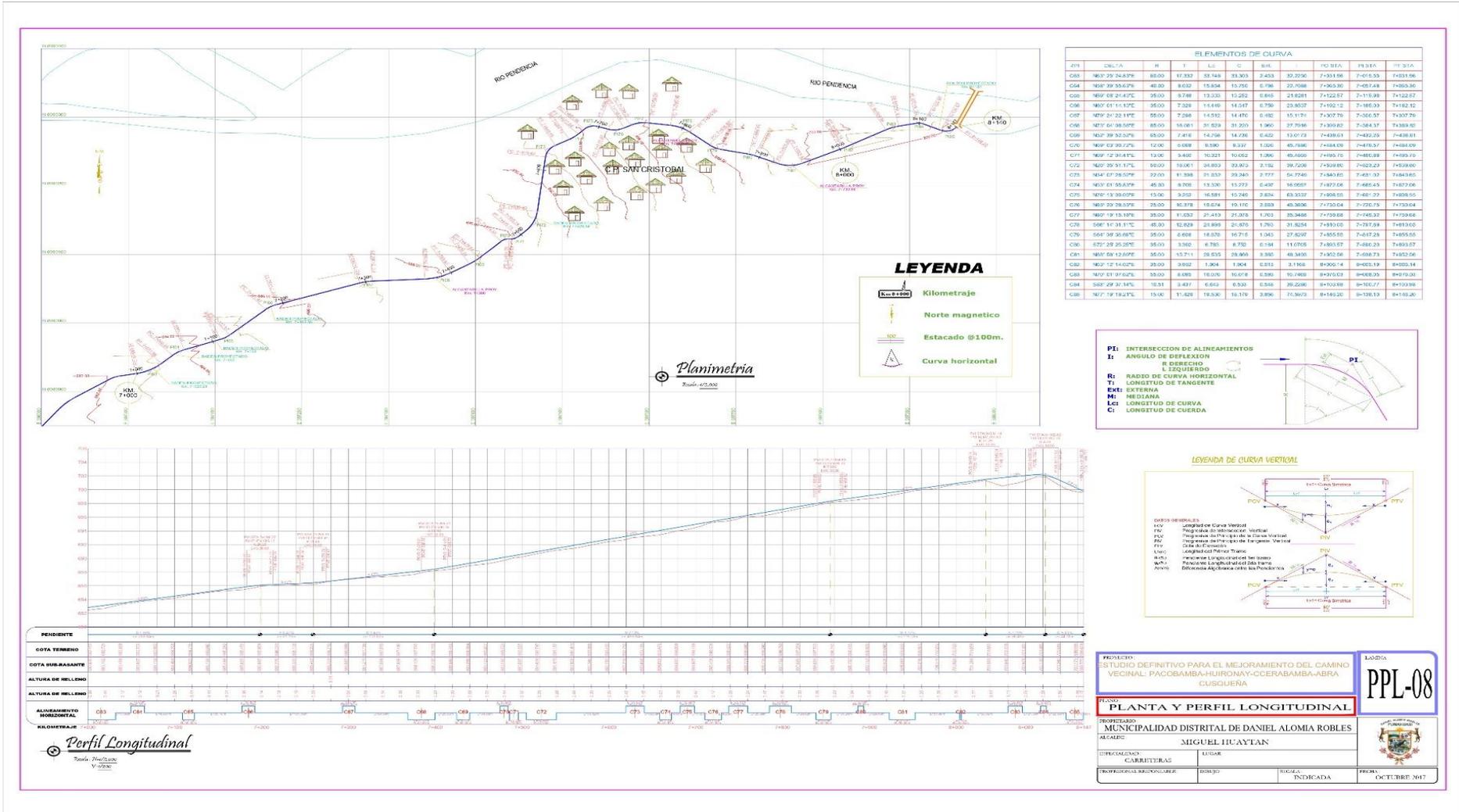
- Escala 1:1000 Kilometraje
- Norte magnetico
- Estacado @100m.
- Curva horizontal

LEYENDA DE CURVA VERTICAL

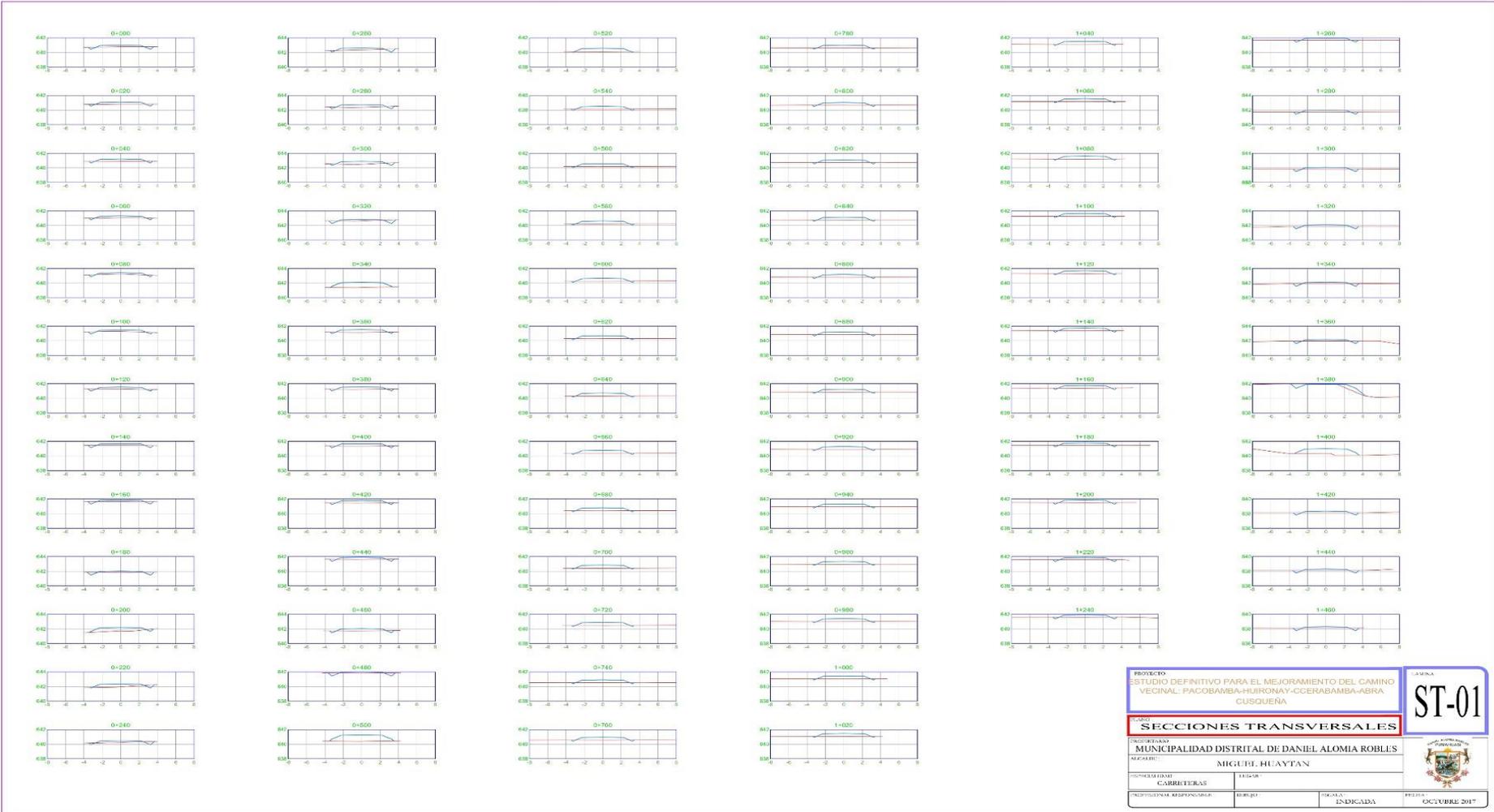


PROYECTO: MEJORAMIENTO DEL SERVICIO DE TRANSITABILIDAD EN EL TRAMO PUERTO TULUMAYO - EMP PE SN - ALTO PENCIA - SAN CRISTOBAL, DISTRITO DE DANIEL ALMIDA		LAD 2024 PPL-07
PLANTA Y PERFIL LONGITUDINAL		
PROYECTADO POR: MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE DANIEL ALMIDA ROBLES ALCALDE: MIGUEL HUAYLAN		
DISEÑADO POR: CARRITERAS	DISEÑO:	ALCALDE:
PROYECTADO RESPONSABLE:	DISEÑO:	ALCALDE:
INDICADA		FECHA: OCTUBRE 2017

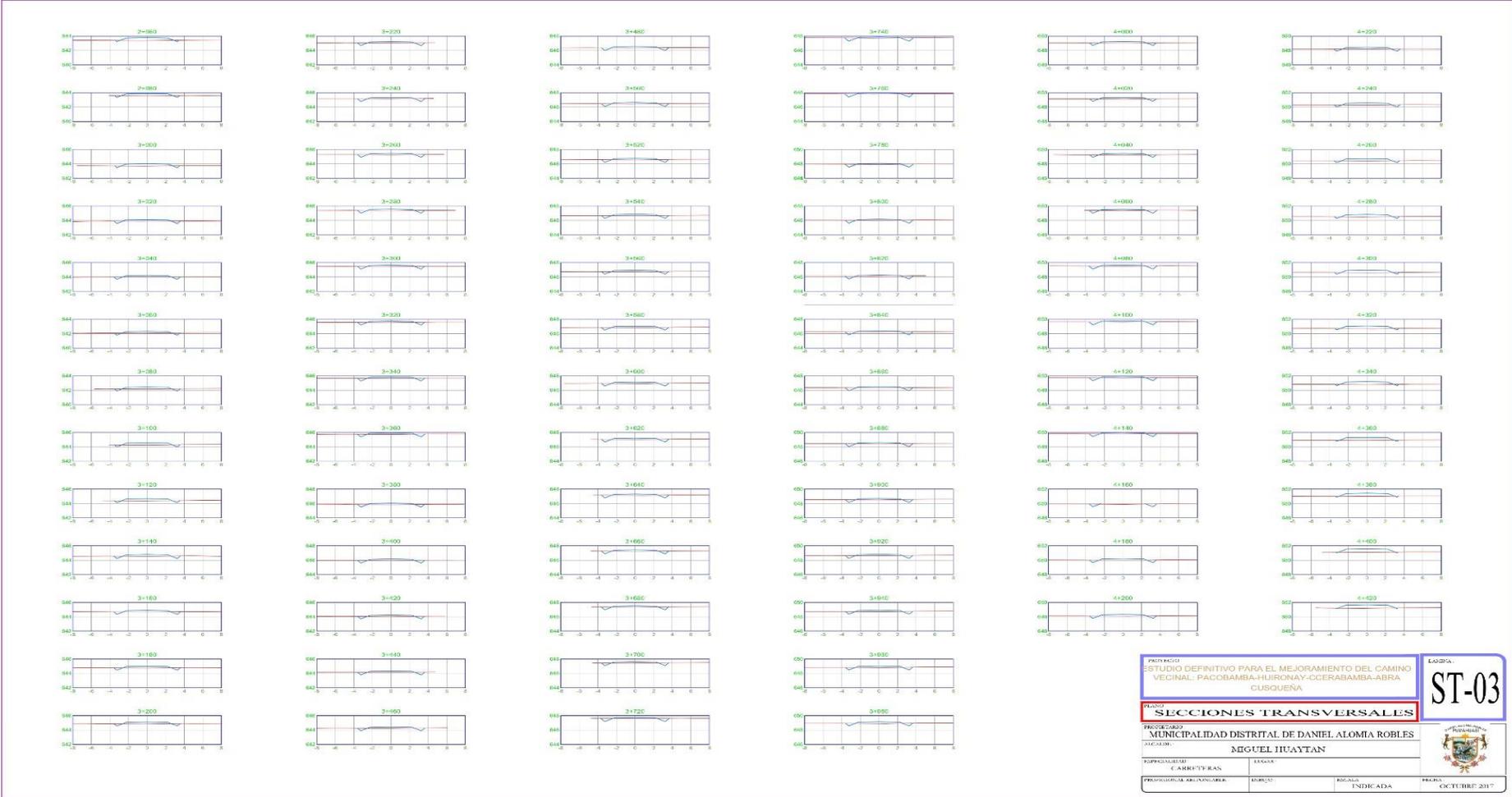
Plano de planta y perfil longitudinal PPL-08



Plano de secciones transversales ST-01

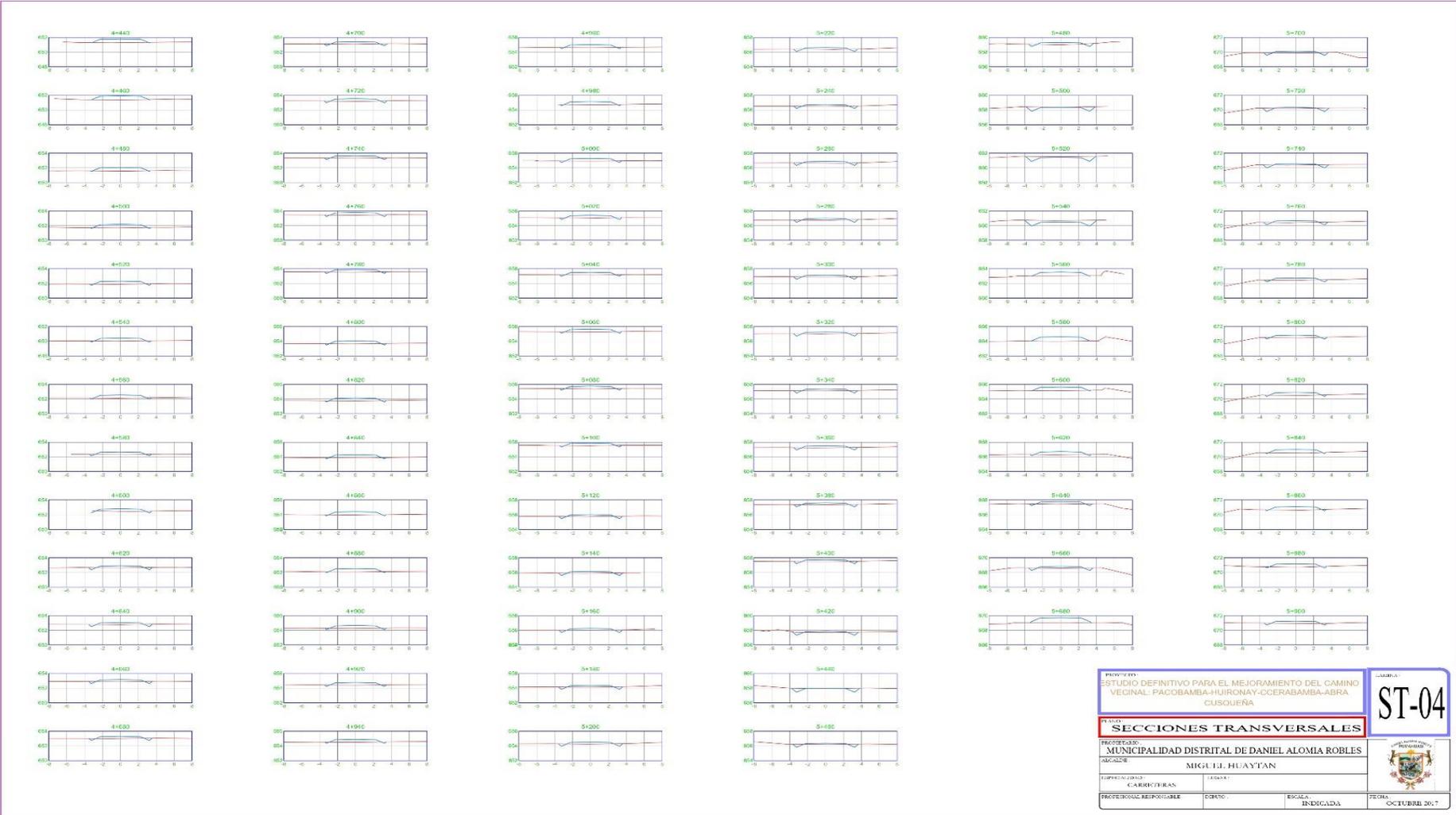


Plano de secciones transversales ST-03



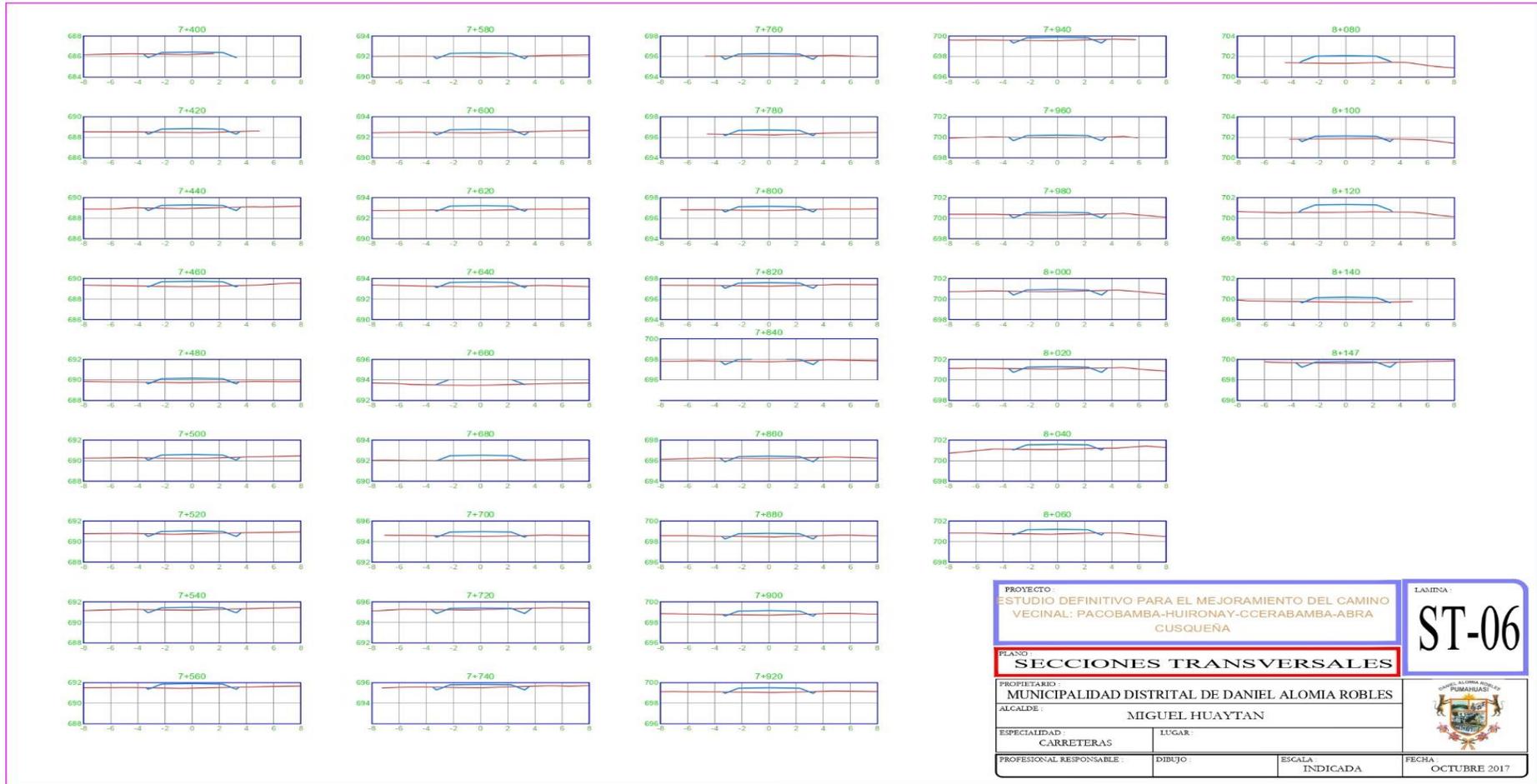
PROYECTO: ESTUDIO DEFINITIVO PARA EL MEJORAMIENTO DEL CAMINO VECINAL: PACOBAMBA-HUIRONAY-CGERABAMBA-ABRA CUSQUENA		LOGO:
SECCIONES TRANSVERSALES		
PROYECTO: MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE DANIEL ALOMIA ROBLES		
ALCALDE: MIGUEL HUAYTAN		
REPRESENTANTE: CARROTTERAS	INGENIERO: INGENIERIA	FECHA: OCTUBRE 2017

Plano de secciones transversales ST-04



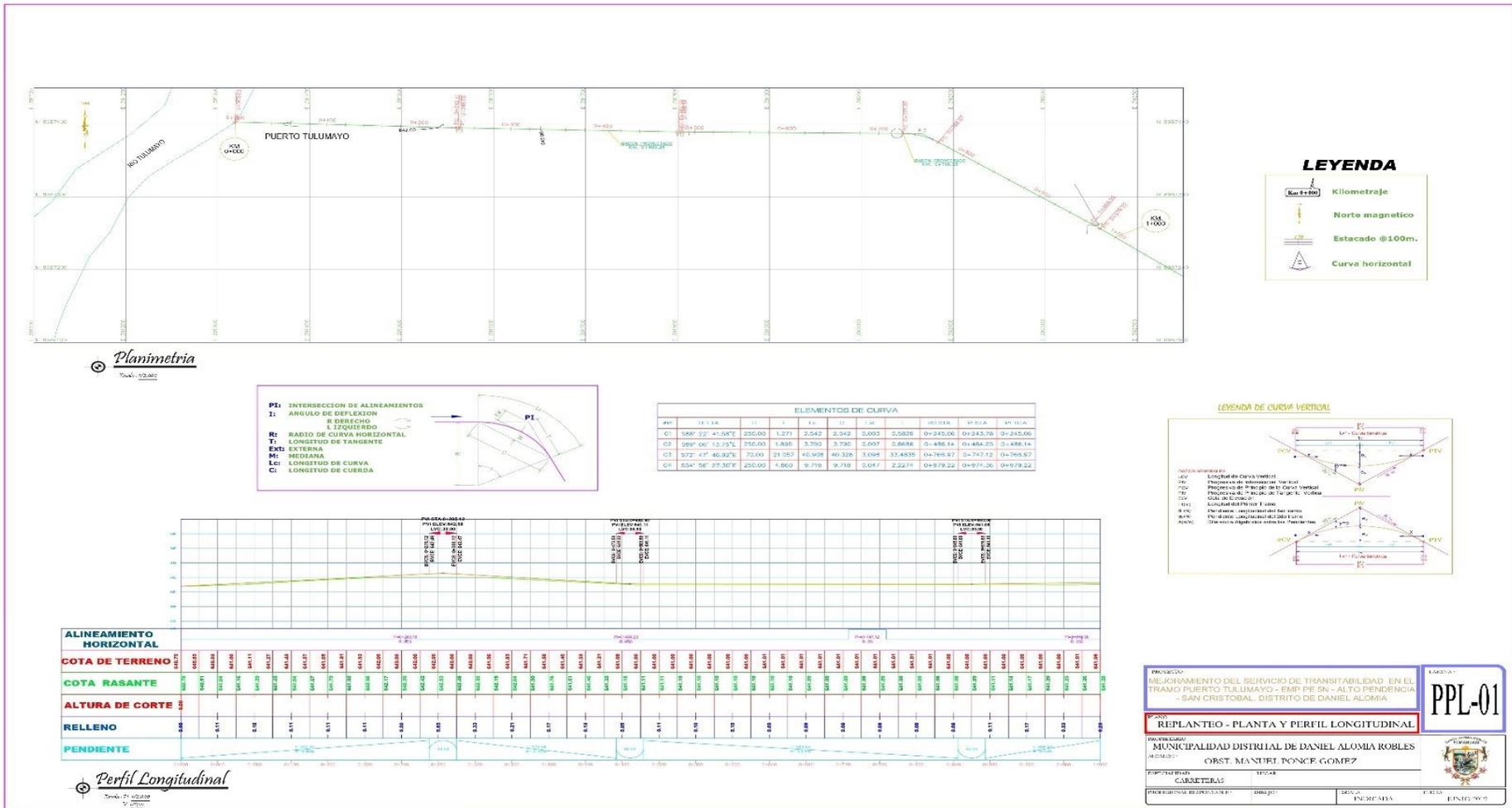
PROYECTO: ESTUDIO DEFINITIVO PARA EL MEJORAMIENTO DEL CAMINO VEGINAL: PACOBAMBA-HUIRONAY-CERABAMBA-ABRA CUSOQUEÑA		LÁMINA: ST-04
SECCIONES TRANSVERSALES		
PROYECTADO: MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE DANIEL ALOMIA ROBLES		
LOCALIDAD: MIGUEL HUAYTAN		
DISEÑADO: CARRERA FERNANDEZ	ASISTENTE: J. SANCHEZ	
PROFESIONAL RESPONSABLE:	DISEÑO:	
		ESCALA: INDICADA
		FECHA: OCTUBRE 2017

Plano de secciones transversales ST-06

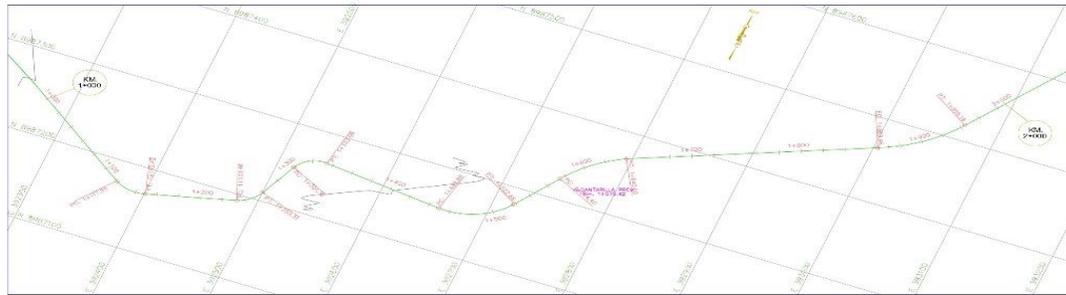


PROYECTO: ESTUDIO DEFINITIVO PARA EL MEJORAMIENTO DEL CAMINO VECINAL: PACOBAMBA-HUIRONAY-CCERABAMBA-ABRA CUSQUEÑA		LAMINA: ST-06
PLANO: SECCIONES TRANSVERSALES		
PROPIETARIO: MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE DANIEL ALOMIA ROBLES		
ALCALDE: MIGUEL HUAYTAN		
ESPECIALIDAD: CARRETERAS	LUGAR:	FECHA: OCTUBRE 2017
PROFESIONAL RESPONSABLE:	DIBUJO:	
		ESCALA: INDICADA

Plano de Replanteo - planta y perfil longitudinal PPL-01



Plano de Replanteo - planta y perfil longitudinal PPL-02



Planimetria
Escala: 1:1000

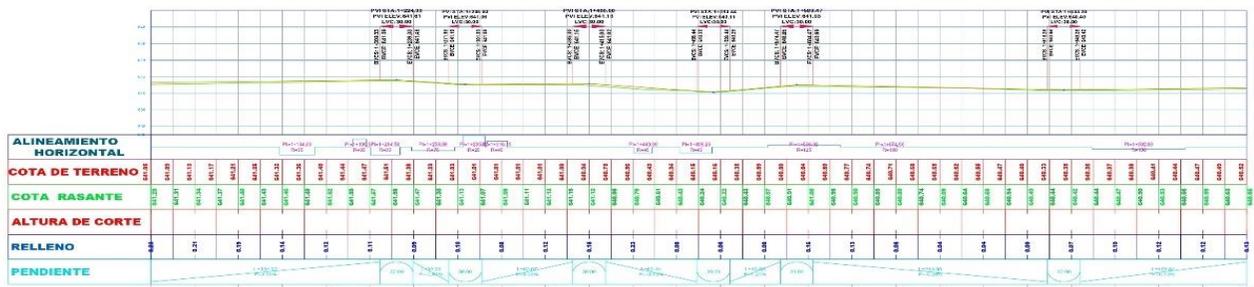
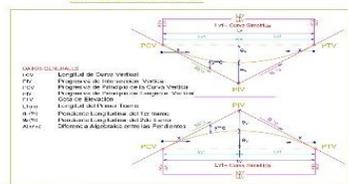


LEYENDA



ELEMENTOS DE CURVA											
#	DELTA	R	T	Lc	C	E	I	PC STA.	PI STA.	PT STA.	PS STA.
05	37° 54' 50.14" S	20.00	17.126	21.674	20.794	3.971	62.784	+149.42	+134.56	+149.42	
06	7° 54' 10" 27.88" S	20.00	8.327	12.529	12.472	0.269	22.8262	+149.67	+149.37	+149.67	
07	23° 21' 02.37" S	20.00	14.252	27.008	26.399	2.780	44.7123	+127.49	+121.58	+127.49	
08	N33° 18' 16.48"E	75.00	29.027	29.153	28.602	2.623	29.8126	+277.18	+259.06	+277.18	
09	N43° 41' 34.02"E	20.00	10.786	20.282	19.823	2.232	46.7140	+128.26	+129.47	+128.26	
10	N78° 51' 25.07"E	40.00	9.407	18.247	18.416	0.973	22.8144	+128.20	+131.15	+128.20	
11	N19° 50' 48.87"E	40.00	8.533	16.881	16.787	0.851	21.4679	+140.77	+144.33	+140.77	
12	N50° 34' 05.90"E	40.00	15.156	29.343	28.732	2.485	37.5534	+151.34	+148.98	+151.34	
13	N48° 38' 22.87"E	120.00	33.577	40.505	44.805	4.431	30.0713	+182.95	+156.62	+182.95	
14	N61° 08' 36.20"E	180.00	8.525	13.045	13.044	0.118	4.828	+489.08	+474.95	+489.08	
15	N49° 54' 32.87"E	100.00	43.783	83.168	84.058	9.259	32.9438	+144.22	+92.82	+144.22	

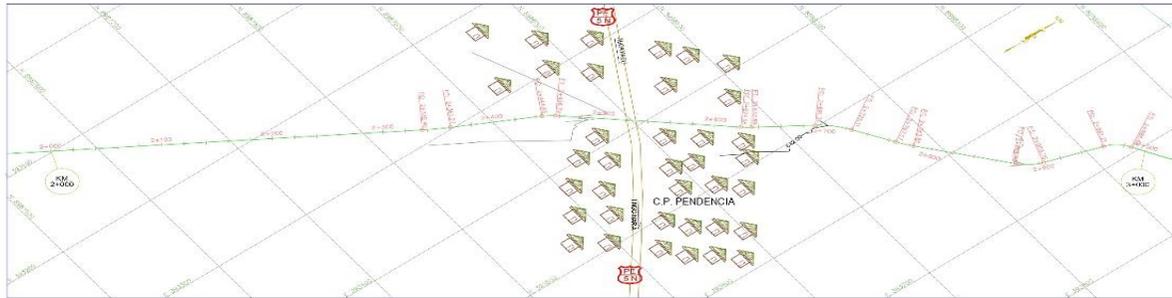
LEYENDA DE CURVA VERTICAL



Perfil Longitudinal
Escala: 1:1000

PROYECTO: MEJORAMIENTO DEL SERVICIO DE TRANSITABILIDAD EN EL TRAMO PUERTO TULUMAYO - EMPIE EN ALTO PENDENCIA - SAN CRISTOBAL DISTRITO DE DANIEL ALOMIA	USERS: PPL-02
TIPO: REPLANTEO - PLANTA Y PERFIL LONGITUDINAL	
PROCESADO: MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE DANIEL ALOMIA ROBLES OFISI. MANUEL PONCE GOMEZ	
ELABORADO POR: CARRERITAS	REVISADO:
PROYECTADO POR:	INDICADA
FECHA:	JUNIO 2019

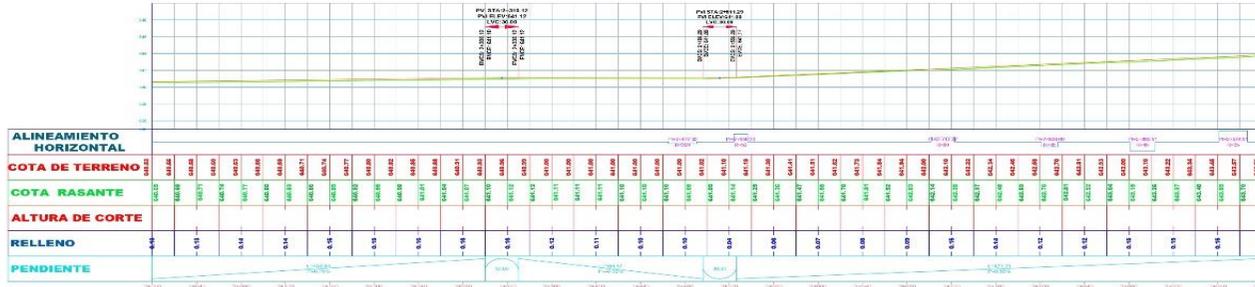
Plano de Replanteo - planta y perfil longitudinal PPL-03



Planimetría
Escala: 1:2000



ELEMENTOS DE CURVA										
STI	ESTI	R	T	L	O	E	M	L	ESTI	ESTI
C16	N11° 00' 21.75"E	205.00	12.942	25.897	25.859	0.279	0.9402	24480.51	24477.92	24480.51
C17	N35° 38' 28.60"E	50.00	6.100	12.110	12.110	0.371	12.9109	24926.27	24920.23	24926.27
C18	S65° 18' 41.72"E	60.00	10.748	21.094	21.094	0.718	15.2981	24722.88	24712.27	24722.88
C19	N02° 49' 22.72"E	85.00	7.568	15.073	15.073	0.336	10.1735	24918.22	24908.80	24918.22
C20	N33° 08' 01.45"E	45.00	11.712	22.916	22.916	1.490	25.1773	24953.72	24902.51	24953.72
C21	N29° 24' 19.82"E	25.00	13.327	26.468	26.468	2.451	41.6314	24986.65	24974.51	24986.65

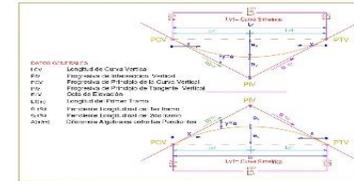


Perfil Longitudinal
Escala: 1:2000

LEYENDA



LEYENDA DE CURVA VERTICAL



PROYECTO:
MEJORAMIENTO DEL SERVICIO DE TRANSITABILIDAD EN EL TRAMO PUERTO TULUMAYO - EMP PE 5N - ALTO PENDENCIA - SAN CRISTOBAL, DISTRITO DE DANIEL ALOMIA.

BOSSO:
REPLANTEO - PLANTA Y PERFIL LONGITUDINAL

PROPIEDAD:
MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE DANIEL ALOMIA ROBLES

ALICADO:
OBST. MANUEL PONCE GOMEZ

PROFESIONAL RESPONSABLE:
CARRERAS

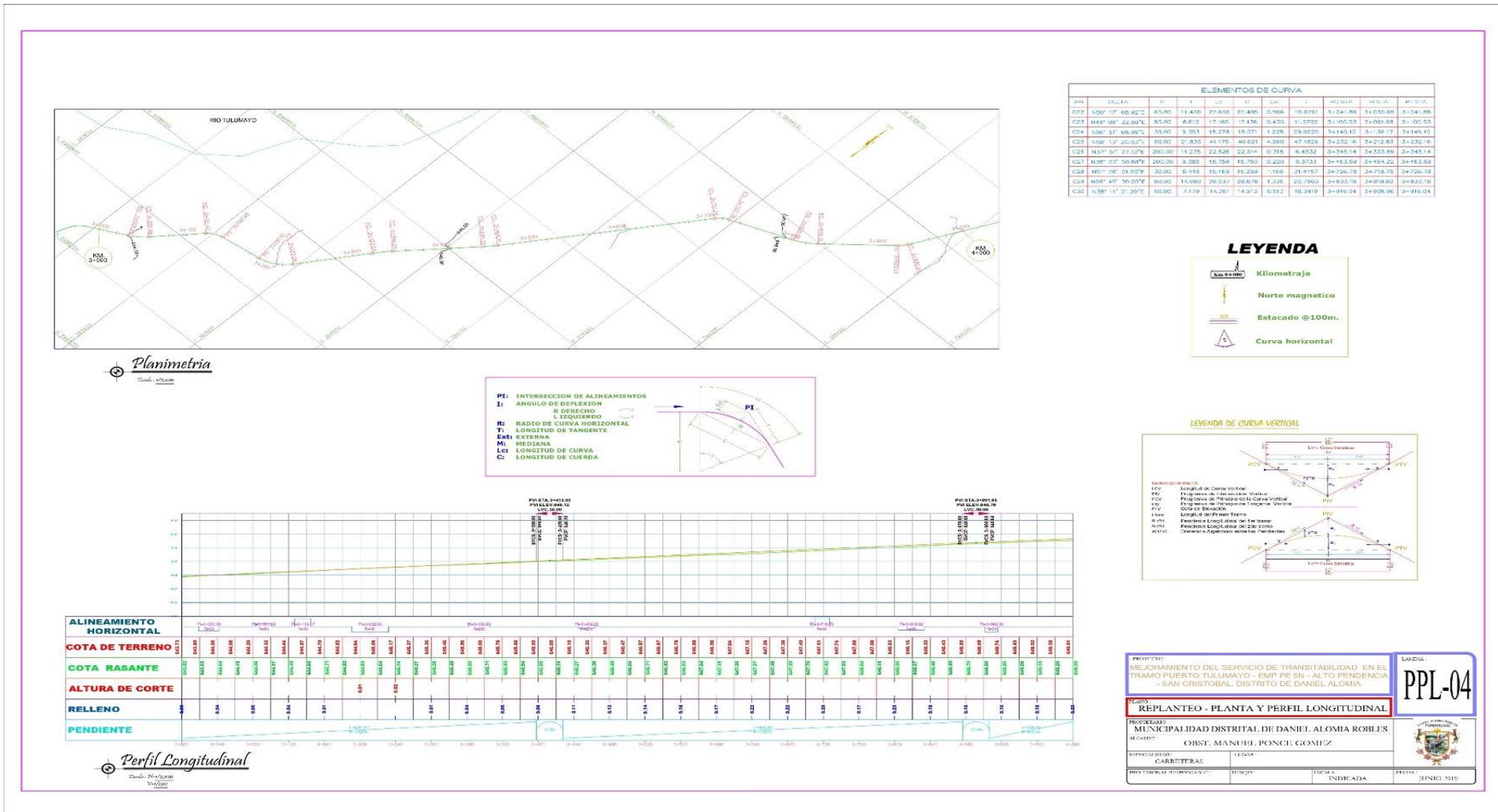
PROFESIONAL RESPONSABLE:
ESTRUC.

INDICADA

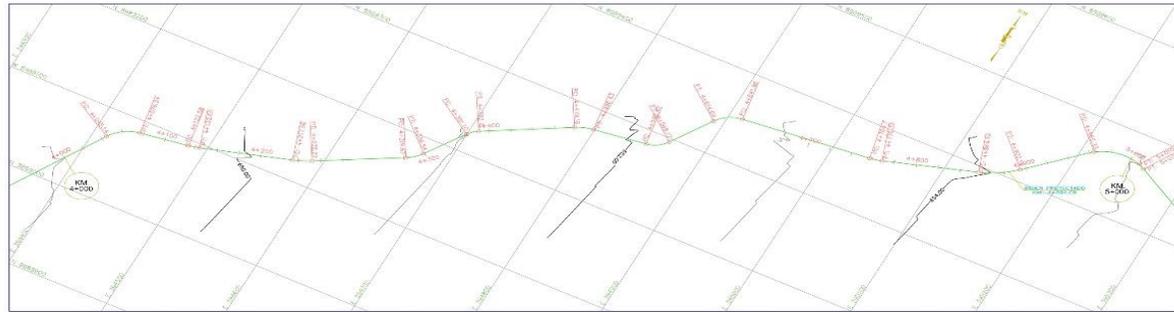
FECHA:
JUNIO 2019

LA ESA
PPL-03

Plano de Replanteo - planta y perfil longitudinal PPL-04



Plano de Replanteo - planta y perfil longitudinal PPL-05



Planimetria
Escala: 1:500

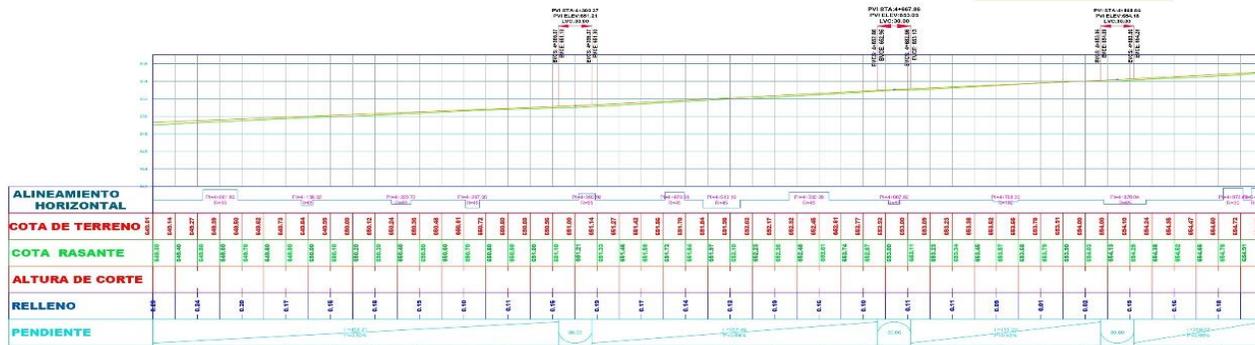
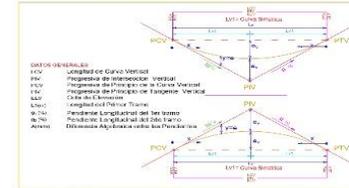


LEYENDA



ELEMENTOS DE CURVA										
PP	CUERDA	T	L	Q	Lc	I	PC/DA	PI/EA	PT/DA	PI/DA
C31	N30° 28' 32.36"E	35.00	16.662	31.102	30.069	3.764	50.9198	+476.24	+401.80	+4276.24
C32	S46° 29' 50.37"E	85.00	5.042	15.264	10.054	0.185	8.9719	+413.94	+4136.92	+4143.94
C33	N81° 00' 59.17"E	85.00	8.863	17.662	17.630	0.481	11.9093	+4232.52	+4223.72	+4232.52
C34	N52° 12' 36.82"E	40.00	6.281	12.481	12.441	0.436	15.9910	+4234.10	+4287.95	+4254.10
C35	N52° 00' 13.64"E	55.00	7.474	14.856	14.811	0.520	10.4768	+4398.35	+4350.96	+4398.35
C36	S70° 44' 04.87"E	45.00	8.741	17.287	17.182	0.941	21.9850	+4478.60	+4470.28	+4478.60
C37	N60° 52' 55.19"E	45.00	17.516	33.407	32.643	0.764	42.3360	+4511.16	+4529.05	+4511.16
C38	N81° 34' 09.17"E	45.00	18.854	38.675	38.707	0.362	45.4210	+4459.12	+4452.28	+4459.12
C39	N41° 21' 57.27"E	85.00	4.831	5.651	9.646	0.137	6.6054	+4675.62	+4667.80	+4675.62
C40	N74° 30' 17.42"E	150.00	11.018	23.001	21.995	0.537	7.0057	+4778.28	+4768.50	+4778.28
C41	N58° 17' 21.93"E	85.00	19.318	37.901	37.676	0.268	25.0980	+4894.72	+4876.24	+4894.72
C42	S62° 37' 22.03"E	30.00	16.243	17.820	17.686	1.397	24.2474	+4982.18	+4992.48	+4982.18
C43	S69° 37' 30.77"E	50.00	10.720	20.561	20.140	0.482	38.2877	+5405.08	+5405.08	+5405.08

LEYENDA DE CURVA VERTICAL



Perfil Longitudinal
Escala: 1:500
V: 47500

PROYECTO: REFORMA DEL SERVICIO DE TRANSITABILIDAD EN EL TRAMO PUERTO TULUMAYO - EMP PE SN - ALTO PENDINGIA - SAN CRISTOBAL, DISTRITO DE DANIEL ALOMIA

PLANO: **REPLANTEO - PLANTA Y PERFIL LONGITUDINAL**

PROPIETARIO: MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE DANIEL ALOMIA ROBLES

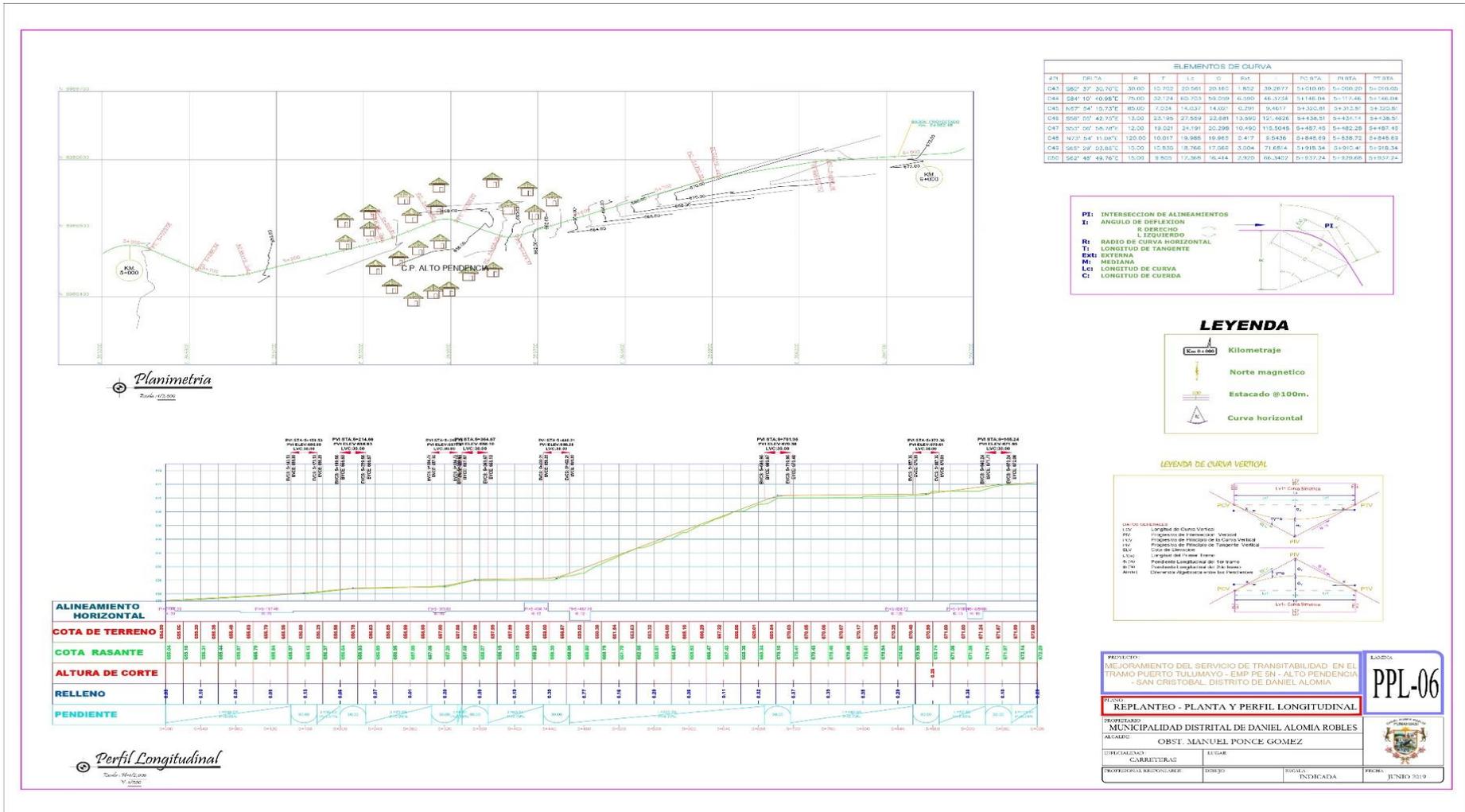
ALCALDE: OBST. MANUEL PONCE GOMEZ

DISEÑADOR: CARBITERRAS

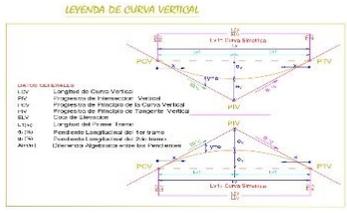
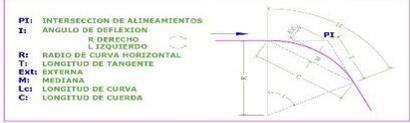
PROFESIONISTA RESPONSABLE: DIBUJO: BUCALA: INDICADA: FECHA: JUNIO 2019

PPL-05

Plano de Replanteo - planta y perfil longitudinal PPL-06



ELEMENTOS DE CURVA											
ZH	DELTA	R	T	Ls	G	RAZ	PC R/A	PT R/A	PI R/A	ST R/A	
C43	562° 37'	20.707	30.00	15.702	20.561	20.167	1.852	39.2677	5+510.05	5+500.20	5+510.05
C44	584° 10'	40.887	79.00	32.744	62.923	58.028	0.390	46.3744	5+146.04	5+117.66	5+146.04
C45	637° 24'	15.737	85.00	7.234	14.037	14.061	0.291	9.4617	5+320.81	5+312.81	5+320.81
C46	358° 00'	42.707	15.00	23.195	27.559	23.681	13.590	121.4626	5+436.51	5+434.14	5+436.51
C47	353° 00'	54.797	12.00	19.021	24.191	20.299	10.492	115.5045	5+487.45	5+482.28	5+487.45
C48	173° 54'	11.887	120.00	10.817	18.968	18.963	0.477	15.8436	5+848.89	5+838.72	5+848.89
C49	365° 29'	62.837	15.00	12.830	18.766	17.068	3.206	71.6814	5+915.34	5+910.14	5+915.34
C50	562° 48'	49.767	15.00	9.805	17.368	16.414	2.905	66.3402	5+937.24	5+928.66	5+937.24



PROYECTO: MEJORAMIENTO DEL SERVICIO DE TRANSITABILIDAD EN EL TRAMO PUERTO TULLUMAYO - EMP PE SN - ALTO PENDENCIA - SAN CRISTOBAL, DISTRITO DE DANIEL ALOMIA

LABORAL: **PPL-06**

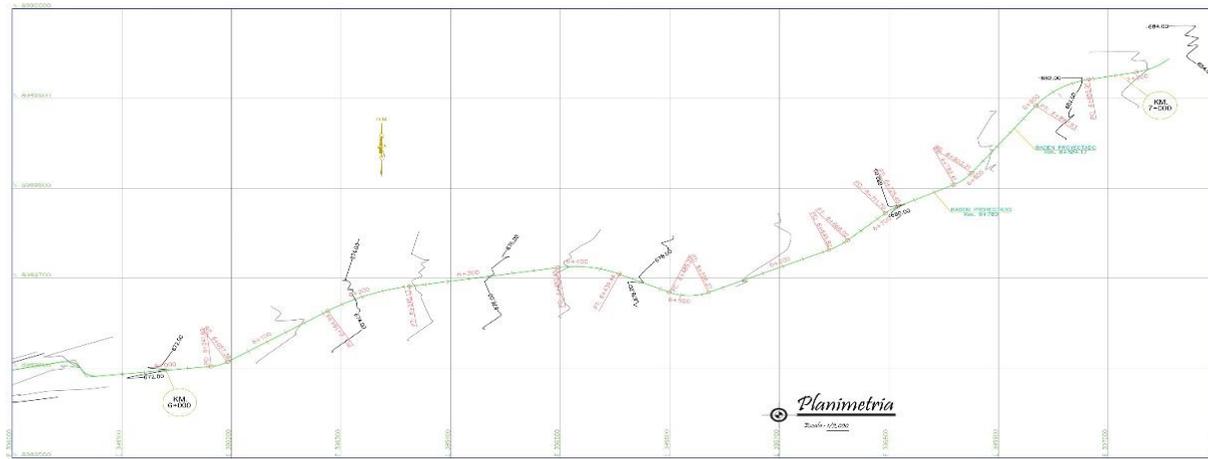
ESTADO: **REPLANTEO - PLANTA Y PERFIL LONGITUDINAL**

PROPIETARIO: MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE DANIEL ALOMIA ROBLES
 ALCALDE: OBST. MANUEL PONCE GOMEZ

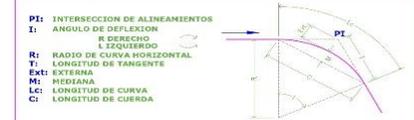
DIRECCIONADO: CARRETERAS
 PROFESIONAL RESPONSABLE: [Nombre]

FECHA: JUNIO 2019

Plano de Replanteo - planta y perfil longitudinal PPL-07



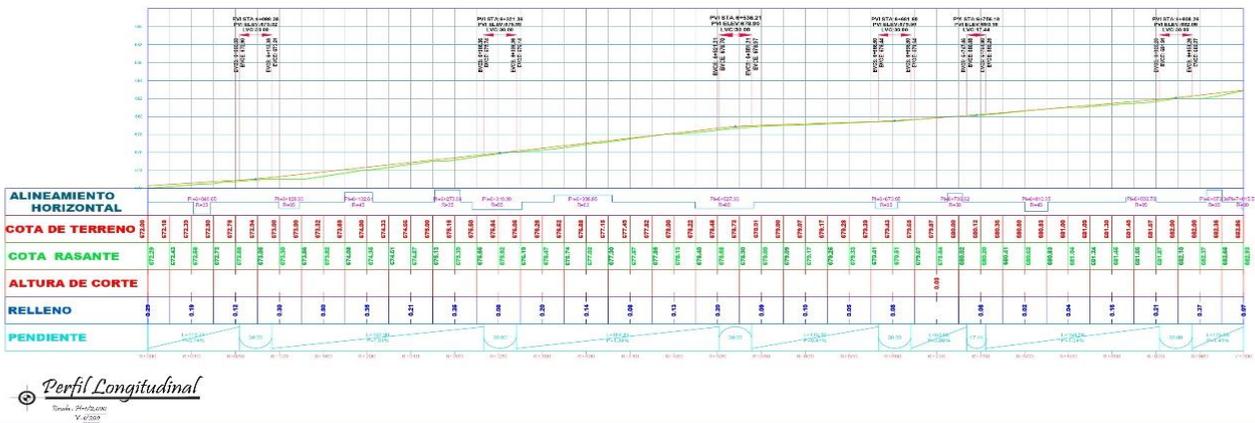
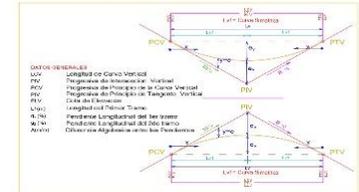
ELEMENTOS DE CURVA											
#	PI	PT	R	T	Lc	C	Pa	L	PI STA.	PT STA.	PT STA.
C01	N47° 00' 25.61" E	35.00	5.000	15.731	15.565	0.805	25.7512	6+057.38	6+119.65	6+057.38	6+119.65
C02	N55° 10' 33.05" E	65.00	9.315	18.505	18.442	0.664	19.3115	6+138.09	6+138.09	6+138.09	6+138.09
C03	N55° 12' 23.78" E	45.00	13.590	25.477	25.138	1.563	32.4354	6+120.81	6+102.81	6+120.81	6+102.81
C04	S56° 24' 53.76" E	35.00	12.588	23.243	22.818	2.022	38.0487	6+120.11	6+123.94	6+120.11	6+123.94
C05	N88° 55' 01.07" E	35.00	23.927	45.137	43.881	4.978	47.5215	6+141.20	6+138.89	6+141.20	6+138.89
C06	N39° 30' 18.30" E	63.00	28.362	53.285	51.720	6.036	48.4720	6+123.78	6+109.85	6+123.78	6+109.85
C07	S89° 43' 40.40" E	65.00	28.425	53.592	52.388	5.943	47.2395	6+053.07	6+027.90	6+053.07	6+027.90
C08	N67° 45' 02.62" E	65.00	10.178	20.183	20.112	0.792	17.7995	6+053.97	6+073.95	6+053.97	6+073.95
C09	N50° 42' 23.35" E	50.00	6.889	13.602	13.610	0.475	15.6443	6+143.40	6+136.62	6+143.40	6+136.62
C10	N51° 15' 04.65" E	45.00	10.591	20.804	20.613	1.230	26.4879	6+102.16	6+101.85	6+102.16	6+101.85
C11	N47° 15' 02.19" E	85.00	15.813	27.425	27.306	1.119	18.4664	6+020.36	6+006.76	6+020.36	6+006.76
C12	N68° 07' 03.79" E	35.00	7.134	14.076	13.981	0.720	23.0422	6+062.29	6+073.34	6+062.29	6+073.34



LEYENDA

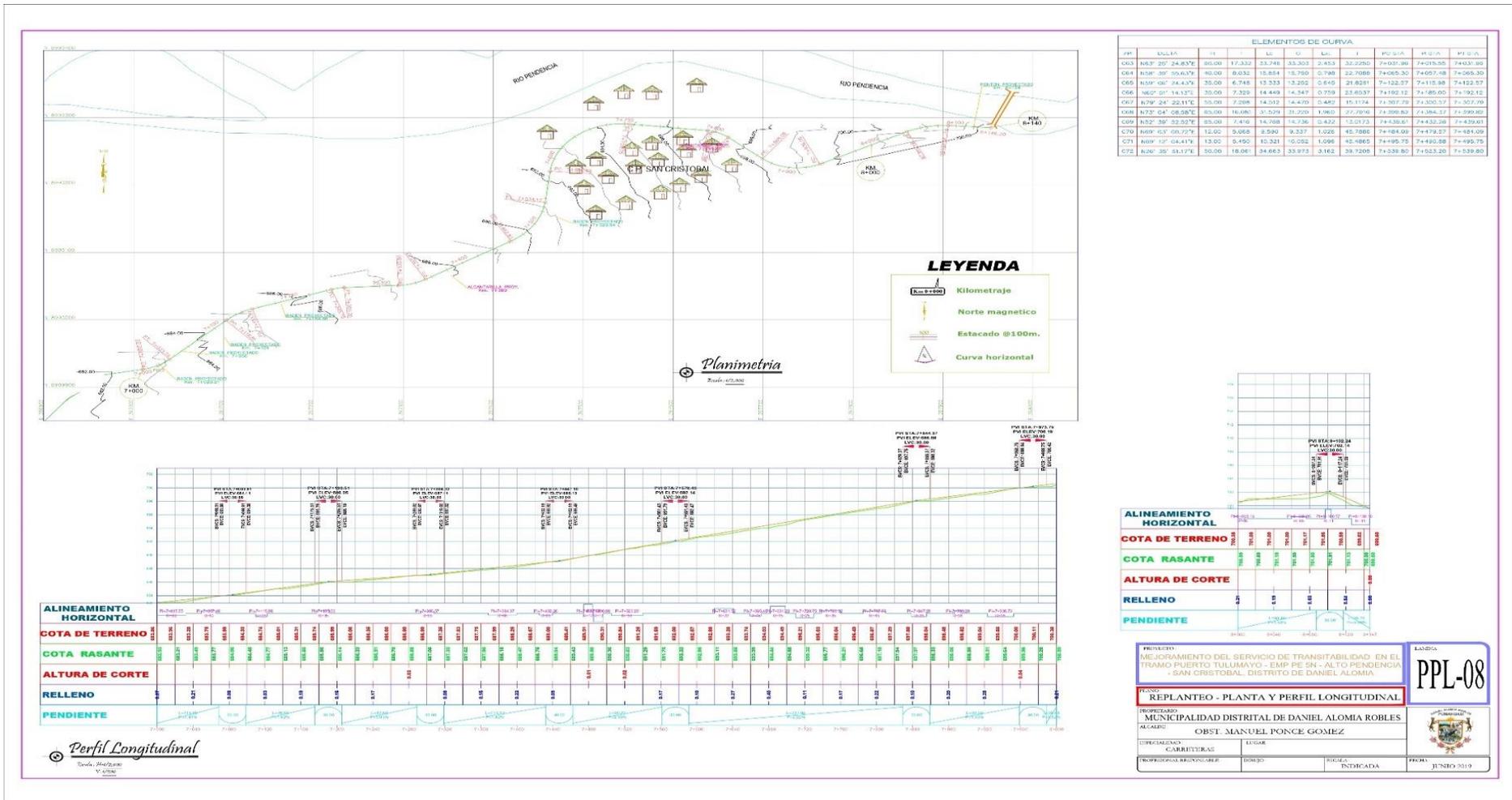


LEYENDA DE CURVA VERTICAL



PROYECTO: MEJORAMIENTO DEL SERVICIO DE TRANSITABILIDAD EN EL TRAMO PUERTO TULLUMAYO - EMP PE SN - ALTO PENDENCIA - SAN CRISTOBAL, DISTRITO DE DANIEL ALOMIA
 PPL-07
 REPLANTEO - PLANTA Y PERFIL LONGITUDINAL
 MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE DANIEL ALOMIA ROBLES
 OBST. MANUEL PONCE GOMEZ
 JUNIO 2019

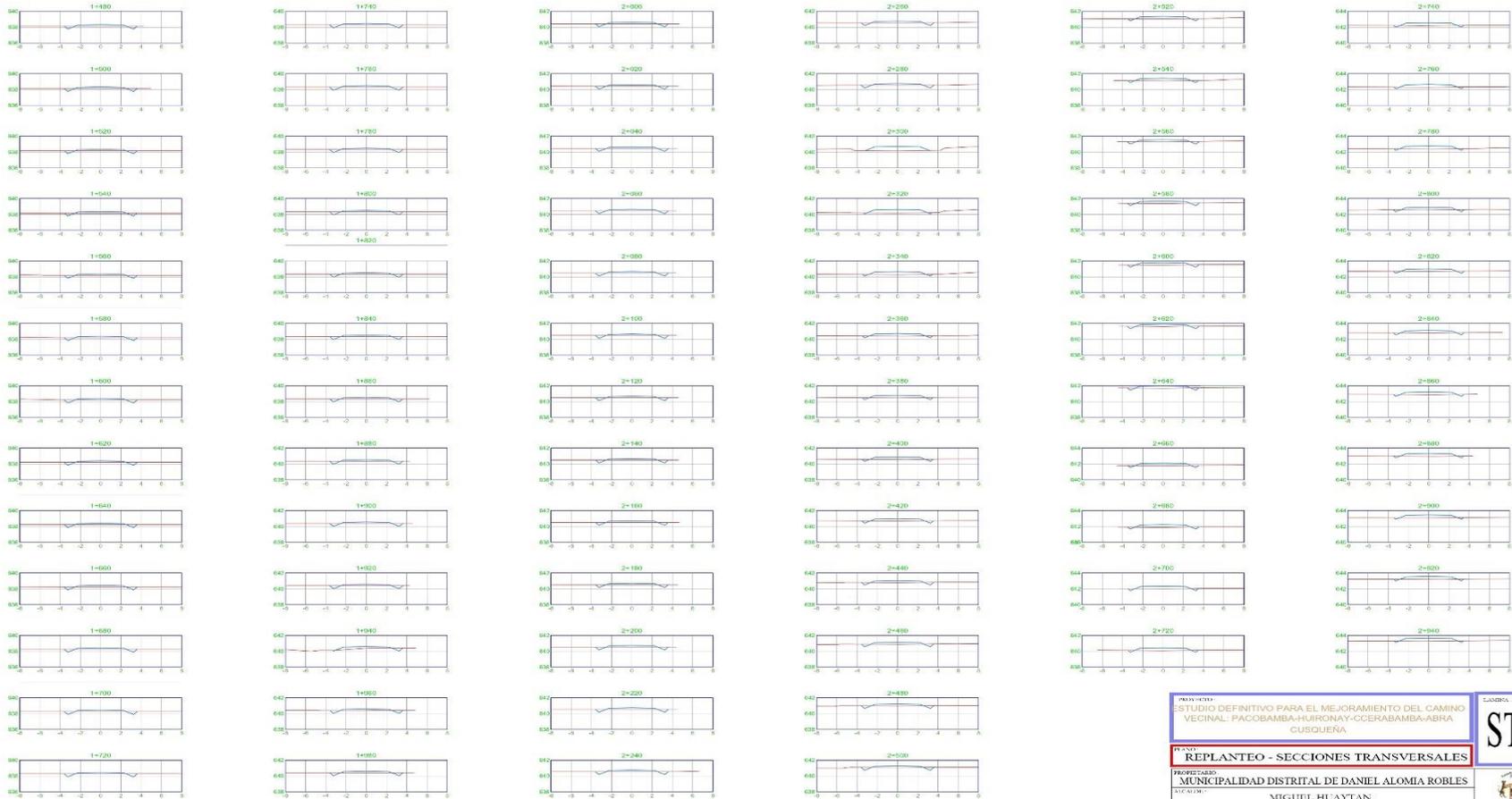
Plano de Replanteo - planta y perfil longitudinal PPL-08



Plano de Replanteo – Secciones transversales ST-01

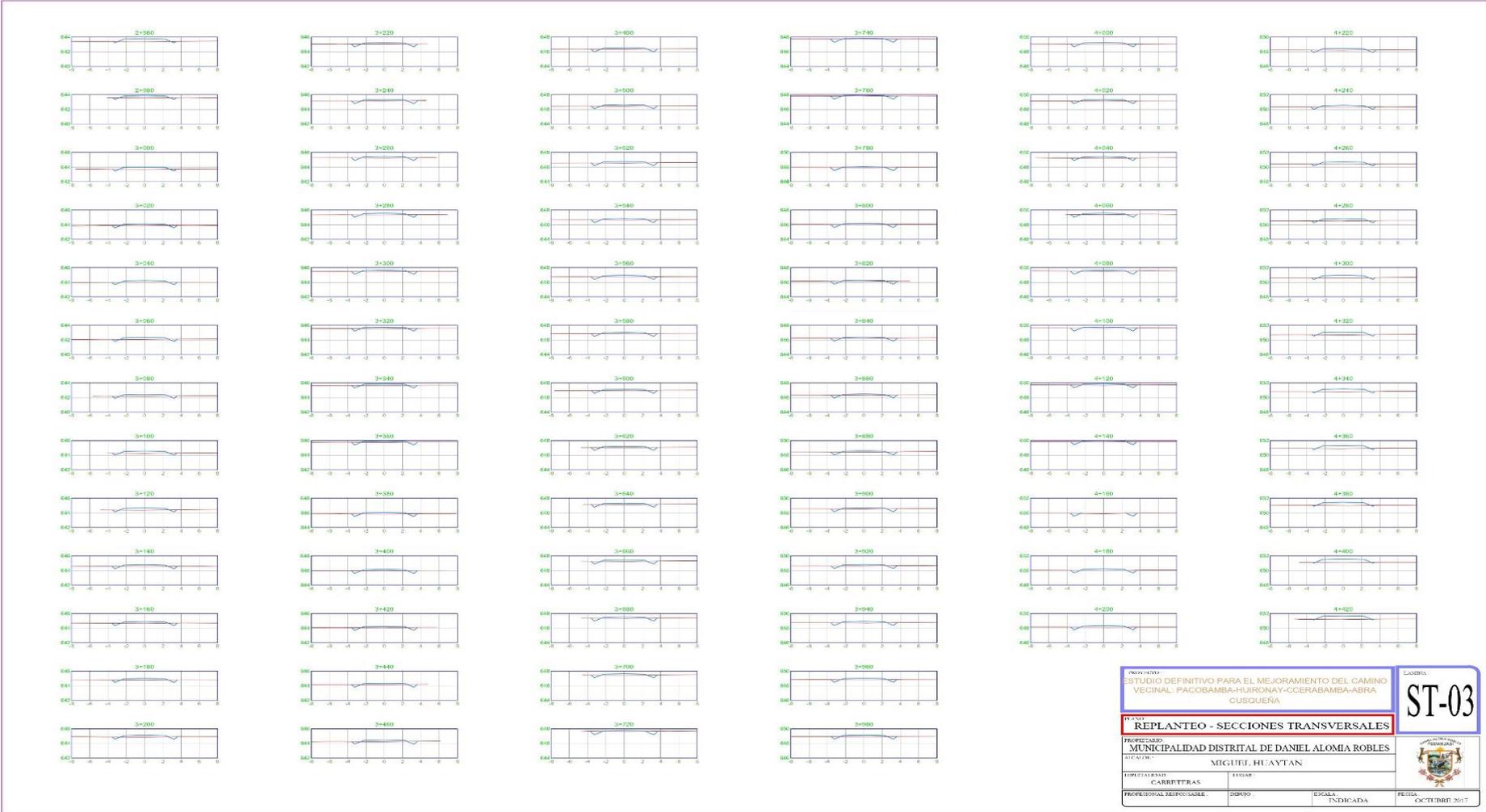


Plano de Replanteo – Secciones transversales ST-02



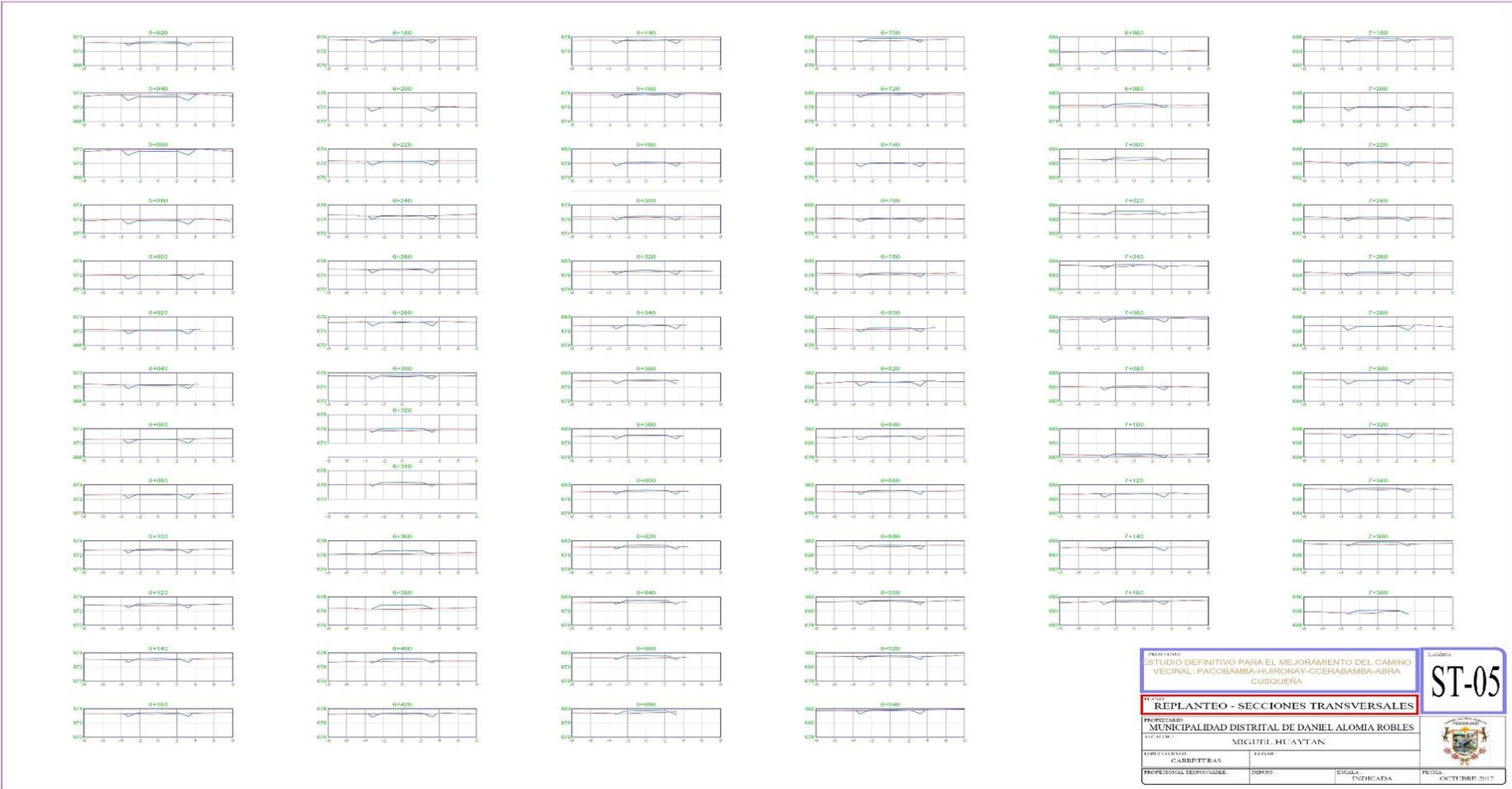
PROYECTO: ESTUDIO DEFINITIVO PARA EL MEJORAMIENTO DEL CAMINO VECINAL PACOBAMBA-HUIRONAY-CERABAMBA-ABRA CUSQUEÑA		LÁMINA: ST-02
PLANO: REPLANTEO - SECCIONES TRANSVERSALES		
PROPIEDAD: MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE DANIEL ALOMIA ROBLES		
ATENCIÓN: MIGUEL HUAYTAN		
REPRESENTADO: CARRUTERAS	TITULAR: DISEÑO	ESCALA: INDICADA
PROFESIONAL RESPONSABLE: DISEÑO	ESCALA: INDICADA	FECHA: OCTUBRE 2017

Plano de Replanteo – Secciones transversales ST-03



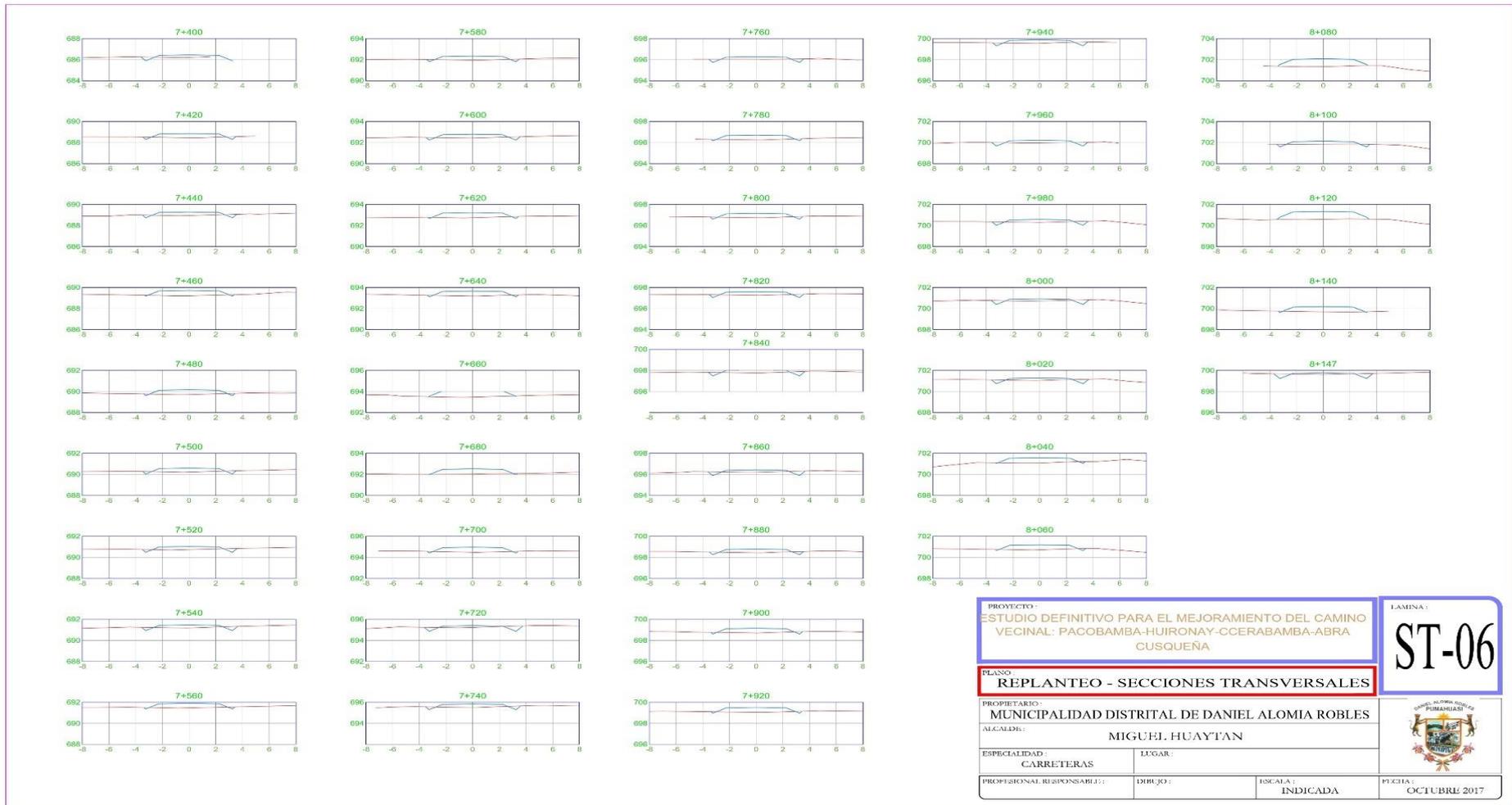
PROYECTO: ESTUDIO DEFINITIVO PARA EL MEJORAMIENTO DEL CAMINO VECINAL: PACOBAMBA-HUIRONAY-CGERABAMBA-ABRA CUSQUEÑA		LÁMINA: ST-03
PLAN: REPLANTEO - SECCIONES TRANSVERSALES		
PROPIETARIO: MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE DANIEL ALOMIA ROBLES		
DISEÑADOR: MIGUEL HUAYTAN		
SUPERVISOR: CARRRTERAS	EVALUADOR	
PROFESIONAL RESPONSABLE:	DISEÑO	FECHA: OCTUBRE 2017
		LEGENDA: INDICADA

Plano de Replanteo – Secciones transversales ST-05



PROYECTO: ESTUDIO DEFINITIVO PARA EL MEJORAMIENTO DEL CAMINO VECINAL PACOBAMBA-HUIRONAY-CGERABAMBA-ABRA CUSQUEÑA		LAMBA ST-05
PLANO: REPLANTEO - SECCIONES TRANSVERSALES		
PROPIEDAD: MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE DANIEL ALOMIA ROBLES		
DISEÑO: MIGUEL HUAYTAN		
DISEÑADO POR: CARRUTERAS	EJECUTADO POR: (Empty)	ESCALA: INDICADA
PROFESIONAL RESPONSABLE: (Empty)	DISEÑO: (Empty)	FECHA: OCTUBRE 2017

Plano de Replanteo – Secciones transversales ST-06



PROYECTO:
ESTUDIO DEFINITIVO PARA EL MEJORAMIENTO DEL CAMINO
VECINAL: PACOBAMBA-HUIRONAY-CCERABAMBA-ABRA
CUSQUEÑA

LAMINA:
ST-06

PLANO:
REPLANTEO - SECCIONES TRANSVERSALES

PROPIETARIO:
MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE DANIEL ALOMIA ROBLES
ALCALDE:
MIGUEL HUAYTAN



ESPECIALIDAD:
CARRETERAS

LUGAR:

PROFESIONAL RESPONSABLE:

DIBUJO:

ESCALA:
INDICADA

FECHA:
OCTUBRE 2017