

**UNIVERSIDAD NACIONAL  
“SANTIAGO ANTÚNEZ DE MAYOLO”**



**FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL**

Escuela académico profesional de Ingeniería Civil

**CONSISTENCIA DEL DISEÑO GEOMÉTRICO, PARA  
MEJORAMIENTO DE LOS FACTORES GEOMETRICOS DE VIA.**

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

**PRESENTADA POR**

**BACH. GELI MAGALY RAFAEL VILLANUEVA**

**ASESOR: ING. OSCAR FREDY ALVA VILLACORTA**

**HUARAZ – PERÚ  
2021**

FORMATO DE AUTORIZACIÓN PARA LA PUBLICACIÓN DE TRABAJOS DE INVESTIGACIÓN, CONDUCENTES A  
OPTAR TÍTULOS PROFESIONALES Y GRADOS ACADÉMICOS EN EL REPOSITORIO INSTITUCIONAL

**1. Datos del autor:**

Apellidos y Nombres: \_\_\_\_\_

Código de alumno: \_\_\_\_\_

Teléfono: \_\_\_\_\_

E-mail: \_\_\_\_\_

D.N.I. n°: \_\_\_\_\_

*(En caso haya más autores, llenar un formulario por autor)*

**2. Tipo de trabajo de investigación:**

Tesis

Trabajo de Suficiencia Profesional

Trabajo Académico

Trabajo de Investigación

Tesinas (presentadas antes de la publicación de la Nueva Ley Universitaria 30220 – 2014)

**3. Para optar el Título Profesional de:**

\_\_\_\_\_

**4. Título del trabajo de investigación:**

\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

**5. Facultad de:** \_\_\_\_\_

**6. Escuela o Carrera:** \_\_\_\_\_

**7. Línea de Investigación (\*):** \_\_\_\_\_

**8. Sub-línea de Investigación (\*):** \_\_\_\_\_

*(\*) Según resolución de aprobación del proyecto de tesis*

**9. Asesor:**

Apellidos y nombres \_\_\_\_\_ D.N.I n°: \_\_\_\_\_

E-mail: \_\_\_\_\_ ID ORCID: \_\_\_\_\_

**10. Referencia bibliográfica:** \_\_\_\_\_

**11. Tipo de acceso al Documento:**

Acceso público\* al contenido completo.

Acceso restringido\*\* al contenido completo

*Si el autor eligió el tipo de acceso abierto o público, otorga a la Universidad Santiago Antúnez de Mayolo una licencia no exclusiva, para que se pueda hacer arreglos de forma en la obra y difundirlo en el Repositorio Institucional, respetando siempre los Derechos de Autor y Propiedad Intelectual de acuerdo y en el Marco de la Ley 822.*

En caso de que el autor elija la segunda opción, es necesario y obligatorio que indique el sustento correspondiente:

\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_



## 12. Originalidad del archivo digital

Por el presente dejo constancia que el archivo digital que entrego a la Universidad, como parte del proceso conducente a obtener el título profesional o grado académico, es la versión final del trabajo de investigación sustentado y aprobado por el Jurado.



Firma del autor

## 13. Otorgamiento de una licencia *CREATIVE COMMONS*

Para las investigaciones que son de acceso abierto se les otorgó una licencia Creative Commons, con la finalidad de que cualquier usuario pueda acceder a la obra, bajo los términos que dicha licencia implica.



El autor, por medio de este documento, autoriza a la Universidad, publicar su trabajo de investigación en formato digital en el Repositorio Institucional, al cual se podrá acceder, preservar y difundir de forma libre y gratuita, de manera íntegra a todo el documento.

Según el inciso 12.2, del artículo 12º del Reglamento del Registro Nacional de Trabajos de Investigación para optar grados académicos y títulos profesionales - RENATI "Las universidades, instituciones y escuelas de educación superior tienen como obligación registrar todos los trabajos de investigación y proyectos, incluyendo los metadatos en sus repositorios institucionales precisando si son de acceso abierto o restringido, los cuales serán posteriormente recolectados por el Recolector Digital RENATI, a través del Repositorio ALICIA".

## 14. Para ser verificado por la Dirección del Repositorio Institucional

Seleccione la  
Fecha de Acto de sustentación:

Huaraz,

Firma:



  
Varillas William Eduardo  
Asistente en Informática y Sistemas  
- UNASAM -

**\*Acceso abierto:** uso lícito que confiere un titular de derechos de propiedad intelectual a cualquier persona, para que pueda acceder de manera inmediata y gratuita a una obra, datos procesados o estadísticas de monitoreo, sin necesidad de registro, suscripción, ni pago, estando autorizada a leerla, descargarla, reproducirla, distribuirla, imprimirla, buscarla y enlazar textos completos (Reglamento de la Ley No 30035).

**\*\* Acceso restringido:** el documento no se visualizará en el Repositorio.



**UNIVERSIDAD NACIONAL  
"SANTIAGO ANTUNEZ DE MAYOLO"  
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL**



REGISTRO	
LIBRO	FOLIO
01	269

**ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS VIRTUAL N° 264**

En la ciudad de Huaraz, al (a los) DIECINUEVE día (s) del mes de ABRIL del DOS MIL VEINTIDÓS, siendo las 15:00 horas, se reunieron el Jurado Examinador integrado por:

PRESIDENTE : DR. ING. JOAQUÍN SAMUEL TAMARA RODRIGUEZ  
 SECRETARIO : ING. CALANCIO FRANCISCO ROSALES SANCHEZ  
 VOCAL : MAG. ING. WALTHER TEOFILO MAGUÑA SALAZAR  
 Y: \_\_\_\_\_  
 ASESOR : MAG. ING. OSCAR FREDY ALVA VILLACORTA  
 CO - ASESOR : \_\_\_\_\_

Para proceder al Acto de Sustentación para optar el Título Profesional de INGENIERO(A) CIVIL, bajo la modalidad:  Tesis  Proyecto  Proyecto de Experiencia Profesional, del (de la) Bachiller: GELI MAGALY RAFAEL VILLANUEVA del (de la) (Tesis) - (Proyecto) - (Proyecto de Experiencia Profesional):

**CONSISTENCIA DEL DISEÑO GEOMÉTRICO, PARA MEJORAMIENTO DE LOS FACTORES GEOMETRICOS DE VIA**

En cumplimiento del Reglamento de Grados y Títulos de la Facultad de Ingeniería Civil; se procedió a recepcionar la exposición del aspirante; luego de las interrogantes, objeciones y aclaraciones y su absolución, el Jurado Examinador determinó la calificación de:

**APROBADO** \_\_\_\_\_

Siendo las 15:00 horas del mismo día, se dio por concluido el Acto de Sustentación, firmando la presente por triplicado, en señal de conformidad.

J.S.R.  
PRESIDENTE  
DR. ING. JOAQUÍN SAMUEL TAMARA RODRIGUEZ

F.R.S.  
SECRETARIO  
ING. CALANCIO FRANCISCO ROSALES SANCHEZ

W.M.S.  
VOCAL  
MAG. ING. WALTHER TEOFILO MAGUÑA SALAZAR

O.F.A.V.  
ASESOR  
MAG. ING. OSCAR FREDY ALVA VILLACORTA

G.M.R.V.  
SUSCENTANTE  
GELI MAGALY RAFAEL VILLANUEVA

CO - ASESOR



## **DEDICATORIA**

A mis Padres, hijos y hermanos, como muestra de mi gratitud y eterno reconocimiento por su apoyo constante.

## **AGRADECIMIENTOS**

A Dios, por permitirme cumplir un objetivo más en mi vida.

A mis familiares, por apoyarme para seguir adelante y hacer posible la culminación de esta investigación.

A mi asesor, Ing. Fredy Alva Villacorta, por su reiterado apoyo académico y moral en el desarrollo de esta investigación.

A mis docentes los Docentes de la Facultad de Ingeniería Civil, por haber impartido sus conocimientos conmigo en las aulas de clase.

## ÍNDICE

RESUMEN .....	x
ABSTRACT .....	xi
INTRODUCCIÓN.....	12
CAPÍTULO I: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	14
1.1 DESCRIPCIÓN DE LA REALIDAD PROBLEMÁTICA .....	14
1.2 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA GENERAL Y ESPECÍFICOS.....	15
1.2.1 PROBLEMA GENERAL .....	15
1.2.2 PROBLEMAS ESPECÍFICOS .....	16
1.3 OBJETIVO GENERAL Y ESPECÍFICOS .....	16
1.3.1 OBJETIVO GENERAL.....	16
1.3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS .....	16
1.4 DELIMITACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN: TEMPORAL ESPACIAL Y TEMÁTICA.....	17
1.4.1 TEMPORAL ESPACIAL .....	17
1.4.2 TEMÁTICA .....	17
1.5 JUSTIFICACIÓN E IMPORTANCIA .....	18
1.5.1 JUSTIFICACIÓN.....	18
1.5.2 IMPORTANCIA .....	19
1.6 ALCANCES Y LIMITACIONES .....	20
1.6.1 ALCANCES:.....	20
1.6.2 LIMITACIONES: .....	21
1.7 VIABILIDAD DE LA INVESTIGACIÓN .....	21
CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO .....	22
2.1 ANTECEDENTES DEL ESTUDIO DE INVESTIGACIÓN .....	22
2.1.1 EN EL ÁMBITO INTERNACIONAL.....	22
2.1.2 EN EL ÁMBITO NACIONAL.....	23
2.2 BASES TEÓRICAS.....	26
2.2.1 BASES TEÓRICAS.....	26
2.2.2 BASES TECNICO - NORMATIVO .....	30
CLASIFICACIÓN DE CARRETERAS.....	30
2.2.3 DISEÑO GEOMÉTRICO EN PLANTA .....	36
2.2.4 DISEÑO GEOMÉTRICO EN PERFIL .....	38
2.3 Definición de términos básicos .....	40
CAPÍTULO III: SISTEMA DE HIPÓTESIS .....	43
3.1 HIPÓTESIS.....	43
3.1.1 HIPÓTESIS GENERAL .....	43
3.1.2 HIPÓTESIS ESPECÍFICAS.....	43
3.2 VARIABLES .....	44

3.2.1	DEFINICIÓN CONCEPTUAL DE LAS VARIABLES .....	44
3.2.2	OPERACIONALIZACIÓN DE LAS VARIABLES .....	45
CAPÍTULO IV: METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN .....		47
4.1	MÉTODO Y NIVEL .....	47
4.1.1	MÉTODO DE INVESTIGACIÓN .....	47
4.1.2	TIPO DE INVESTIGACIÓN .....	47
4.1.3	NIVEL DE LA INVESTIGACIÓN .....	48
4.2	DISEÑO DE INVESTIGACIÓN .....	48
4.2.1	ESTUDIO DEL DISEÑO .....	48
4.3	Población y muestra .....	48
4.3.1	Población del estudio .....	48
4.3.2	Muestra .....	49
4.4	TÉCNICA E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS .....	49
4.4.1	TIPOS DE TÉCNICAS E INSTRUMENTOS .....	49
4.4.2	PROCEDIMIENTOS PARA LA RECOLECCIÓN DE DATOS .....	49
4.5	TÉCNICAS PARA EL PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN	50
CAPÍTULO V: EVALUACIÓN DEL DISEÑO GEOMÉTRICO DE LA CARRETERA		
.....		51
5.1	EVALUACIÓN DE LA VÍA EXISTENTE .....	51
5.2	CRITERIOS Y PARÁMETROS BÁSICOS DE DISEÑO .....	55
5.3	DISEÑO DEL ALINEAMIENTO HORIZONTAL .....	65
5.3.1	DISEÑO DE RADIOS MAYORES AL MÍNIMO .....	65
5.3.2	DISTANCIAS DE VISIBILIDAD .....	66
5.3.3	TRAZO .....	68
5.3.4	PERALTES Y TRANSICIÓN DE PERALTES .....	74
5.3.5	SOBREANCHOS .....	79
5.4	DISEÑO DEL ALINEAMIENTO VERTICAL .....	80
5.4.1	RASANTE, PENDIENTE MÍNIMA Y MÁXIMA .....	81
5.4.2	CURVAS VERTICALES .....	84
5.5	DISEÑO DE LA SECCIÓN TRANSVERSAL .....	87
5.5.1	CALZADA .....	87
5.5.2	BERMAS .....	88
CAPÍTULO VI: PRESENTACIÓN DE RESULTADOS .....		94
6.1	ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS .....	94
6.2	CONTRASTACIÓN DE HIPÓTESIS .....	96
6.2.1	HIPÓTESIS GENERAL .....	96
6.2.2	HIPÓTESIS ESPECÍFICA 1 .....	98
6.2.3	HIPÓTESIS ESPECÍFICA 2 .....	99
6.2.4	HIPÓTESIS ESPECÍFICA 3 .....	100
6.3	DISCUSIÓN .....	104

CONCLUSIONES .....	106
RECOMENDACIONES.....	109
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	110
ANEXOS .....	114



## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Red vial departamental del Perú	28
Tabla 2: Rangos de la Velocidad de Diseño en función a la clasificación de la carretera por demanda y orografía	35
Tabla 3: Longitudes de tramos en tangente.	35
Tabla 4: Radios mínimos y peraltes máximos para diseño de carreteras	37
Tabla 5: Pendientes máximas (%).	38
Tabla 6: Operacionalización de variables	44
Tabla 7: IMDA en el tramo a diseñar	55
Tabla 8: Tasas de crecimiento y PBI usadas en el Estudio	56
Tabla 9: IMDA proyectado a 10 años en el tramo de interés	57
Tabla 10: MDA calculado a 20 años para el tramo Quivilla – Puente Tingo Chico	57
Tabla 11: Diseño de curvas circulares	64
Tabla 12: Distancia de visibilidad de parada de diseño	65
Tabla 13: Longitudes de tramos en tangente	68
Tabla 14: Longitud de tramos rectos correspondientes al diseño	68
Tabla 15: Verificación de coordinación entre curvas	70
Tabla 16: Correspondencia entre curvas consecutivas	72
Tabla 17: Valores de peralte asignado a las curvas diseñadas	73
Tabla 18: Longitud de transición de peralte	78
Tabla 19: Valores de sobrancho adaptados a las curvas diseñadas y sus respectivas longitudes de transición.	79
Tabla 20: Rectas en pendiente del alineamiento horizontal.	80
Tabla 21: Longitudes en pendiente del diseño vertical	82
Tabla 22: Longitudes en curvas verticales	84

Tabla 23: Longitud mínima de curvas verticales en el diseño	85
Tabla 24: Anchos mínimos de calzada	86
Tabla 25: Valores de bombeo de la calzada	87
Tabla 26: Anchos mínimos de calzada	88
Tabla 27: Dimensiones mínimas de cunetas	89
Tabla 28: Anchos mínimos de Derecho de Vía	90
Tabla 29: Taludes de corte por adoptar en el diseño	92
Tabla 30: Evaluación del diseño geométrico de la carretera con los manuales de diseño geométrico DG-2014 y DG-2018	100

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Estado actual de la rodadura del tramo 5 de la carretera	50
Figura 2: Baches y deterioros en la superficie de rodadura	51
Figura 3: Ancho de calzada de la vía para el tránsito en doble sentido	52
Figura 4: Radio mínimo de curva circular de la vía existente	53
Figura 5: Formula para el IMDA proyectado a	56
Figura 6: Pendiente transversal al eje de la vía más crítica	59
Figura 7: Tipos de Camiones	59
Figura 8: Radio mínimo aproximado a partir de las curvas de nivel	61
Figura 9: Rango de velocidades en función a la clasificación de la carretera por demanda y orografía.	63
Figura 10: Distancia de visibilidad de paso o adelantamiento (en metros)	66
Figura 11: Pestaña listado de curvas con datos introducidos	74
Figura 12: Cálculo de longitud de transición	75
Figura 13: Cálculo de la transición de peralte	76
Figura 14: Base de datos a importar al software de diseño	77
Figura 15: Longitud crítica en pendiente	81
Figura 16: Inclinación de bermas	88
Figura 17: Cuneta triangular tipo proyectada en el diseño	90

## RESUMEN

Se propone en el presente proyecto la consistencia del diseño geométrico, para mejoramiento de los factores geométricos de la Carretera “Emp. PE-3N (Huancapallac) - Chullay - Yarumayo - Margos - Huacacancha - Emp. HU-110 (Jesús)” del KM 0+000 al KM 10+000, por lo cual se busca establecer la consistencia del diseño geométrico, para el mejoramiento Factores Geométricos de la Vía, según el Manual de Diseño Geométrico DG-2014 de la carretera en mención. La población y muestra es única y No paramétrica, es el tramo de carretera con una longitud total de 10.00 km, ubicada en la Región Huánuco. La investigación tiene una orientación aplicada, además tiene un enfoque mixto, ya que, presenta características exploratorias, inductivas y descriptivas. Las fuentes de información es Retroprolectiva. Por otro lado, el nivel de investigación se desarrollará en un nivel descriptivo y explicativo y teniendo que el diseño de investigación es no experimental, transversal y Retrospectivo. Finalmente, con el estudio realizado, se afirma que: estableciendo la consistencia del diseño geométrico, se logrará mejorar los factores geométricos de la carretera “Emp. PE-3N (Huancapallac) - Chullay - Yarumayo - Margos - Huacacancha - Emp. HU-110 (Jesús).” del KM 0+000 al KM 10+000, según el Manual de Diseño Geométrico DG-2014 del Ministerio de Transportes y Comunicaciones, además se verificará la consistencia del diseño geométrico con la ayuda del Manual de Diseño Geométrico DG-2018 mediante cuadros comparativos, para proponer alternativas de solución con mayor grado de veracidad frente a algunas inconsistencias.

Palabras clave:

Diseño geométrico de carreteras – Factores geométricos de la vía – consistencia del diseño geométrico

## ABSTRACT

The consistency of the geometric design is proposed in this project, to improve the geometric factors of the “Emp. PE-3N (Huancapallac) - Chullay - Yarumayo - Margos - Huacacancha - Emp. HU-110 (Jesús)” from KM 0 + 000 to KM 10 + 000, it pursues to establish the consistency of the geometric design, meant to improve the Geometric Factors of the Road, according to the Geometric Design Manual DG-2014. The population and taster are unique and not parametric, it is a road section with a total length of 10.00 km, located in the Huánuco Region. The research has an applied orientation, it also has a mixed approach, inductive and descriptive characteristics. The source of information is Retroprolectiva. On the other hand, the research level will be developed at a descriptive and explanatory level and the research design is non-experimental, cross-sectional and Retrospectivo. Finally, with the study carried out, it is stated that: by establishing the consistency of the geometric design, it will be possible to improve the geometric factors of the road “Emp. PE-3N (Huancapallac) - Chullay - Yarumayo - Margos - Huacacancha - Emp. HU-110 (Jesús). ” from KM 0 + 000 to KM 10 + 000, according to the Geometric Design Manual DG-2014 of the Ministry of Transport and Communications, in addition, the consistency of the geometric design will be verified with the help of the Geometric Design Manual DG-2018 by means of comparative tables, to propose alternative solutions with a higher degree of veracity in the face of some inconsistencies

Word Keys:

Geometric road design - Road geometric factors - Geometric design consistency

## INTRODUCCIÓN

La vía a analizar es una carretera de tercera clase a nivel de asfaltado que conecta los centros poblados de Nuevas Flores, Quivilla y Tingo Chico. El tramo a analizar es de 10 Km, afirmado y es actualmente un camino de bajo tránsito. Se encuentra dentro de la región Huánuco, entre las provincias de Dos de Mayo y Huamalíes, y viene a ser el quinto tramo de la Red Vecinal Empalme AN-111 – Huamanín – Progreso – Poque – Llata – Cochapata – Nuevas Flores – Quivilla – Tingo Chico – Emp. R3N. Además, teniendo en cuenta que el Perú es un país donde hay una necesidad de realizar más proyectos de infraestructura vial, además de dar mantenimiento y mejorar las vías existentes. Por lo cual para la ejecución de estos proyectos se necesita que se realicen proyectos viales seguros, eficientes, eficaces, idóneos y económicos, para de este modo lograr los objetivos de desarrollo y crecimiento mencionados. Por estas razones, es de suma importancia realizar la consistencia del diseño geométrico de la carretera en mención del KM 0+000 al KM 10+000 con el Manual de Diseño de Carreteras DG – 2014, para así brindar un panorama general de la situación actual y poder adoptar medidas correctivas que nos permitan suplir las demandas futuras del transporte y de este modo contribuir con el desarrollo de la sociedad, contrarrestando los efectos acelerados del crecimiento poblacional y la falta de planificación urbanística de la ciudad. Existe un gran porcentaje de rutas en el Perú que datan de hace más de 15 años y que fueron diseñadas geométricamente con reglamentos no tan exigentes ni específicos como las actuales, siendo estas rutas en su mayoría inseguras y generando numerosos accidentes de tránsito. Esta premisa conlleva a que se deba revisar los diseños actuales a través de evaluaciones y compararlos con la normatividad vigente de carreteras del Ministerio de Transportes y Comunicaciones como es el Manual de Diseño Geométrico de Carreteras DG-2014 y Manual de diseño Geométrico DG-2018, con el propósito de identificar las falencias y

plantear las alternativas de solución al diseño geométrico que permitan mejorar su nivel de servicio desde el punto de vista de la seguridad y el confort.

La presente investigación tiene seis capítulos, para lo cual el primer capítulo describe la problemática del Planteamiento del problema haciendo una descripción de la problemática que presentan los diseños geométricos de carreteras en nuestro país, objetivos de la investigación, delimitación de la investigación, justificación e importancia de la misma, así como alcances y limitaciones y la viabilidad de la investigación; el segundo capítulo presenta las investigaciones realizadas en el ámbito nacional e internacional, descripción de las bases teóricas y marco normativo; el tercer capítulo presenta la descripción de la hipótesis que aspiramos se puedan cumplir, así como la definición y operación de las variables; en el cuarto capítulo se detalla la metodología de investigación; en el quinto capítulo la evaluación del diseño geométrico de la carretera, para lo cual se realizó la verificación de los criterios y parámetros básicos de diseño, verificación del diseño del alineamiento horizontal de la carretera, verificación del diseño del alineamiento vertical de la vía y por último la verificación de la secciones transversales por cada tramo de la carretera. En el sexto y último capítulo empieza con el análisis e interpretación de resultados, donde se demuestra que al establecer la consistencia del diseño geométrico se puede lograr el mejoramiento Factores Geométricos de la Vía, según el Manual de Diseño Geométrico DG-2014, además se pudo constatar que no existan inconsistencias con el manual de Diseño Geométrico DG-2018 mediante cuadros comparativos en el diseño, parámetros y criterios de la carretera, logrando identificar las falencias y plantear las alternativas de solución al diseño geométrico.

## CAPÍTULO I: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

### 1.1 DESCRIPCIÓN DE LA REALIDAD PROBLEMÁTICA

La vía a analizar es una carretera de tercera clase a nivel de asfaltado que conecta los centros poblados de Nuevas Flores, Quivilla y Tingo Chico. El tramo a analizar es de 10 Km, afirmado y es actualmente un camino de bajo tránsito. Se encuentra dentro de la región Huánuco, entre las provincias de Dos de Mayo y Huamalíes, y viene a ser el quinto tramo de la Red Vecinal Empalme AN-111 – Huamanín – Progreso – Poque – Llata – Cochapata – Nuevas Flores – Quivilla – Tingo Chico – Emp. R3N.

El sector transporte, almacenamiento, correo y mensajería, según el Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI), en junio del 2021 la producción del sector transporte, almacenamiento y mensajería reportó un alza de 62.54%, debido al resultado favorable del subsector transporte (64.20%) y almacenamiento y mensajería (58.33%). El resultado del rubro transporte se sustentó en la mayor actividad del transporte por vía terrestre y tuberías (48.2%) dado el mayor movimiento por carretera de pasajeros (78.2%) y de carga (21.7%); también se incrementó el transporte por ferrocarril (38.2%). Del mismo modo, fue mayor el transporte por vía aérea (494.5%). El crecimiento del subsector almacenamiento y mensajería responde a la mayor actividad de servicios postales y mensajería (103.5%), así como, en almacenamiento y actividades de apoyo al transporte (55.4%) (INEI, 2021).

Por lo expuesto se puede concluir en que el Perú es un país donde hay una necesidad de realizar más proyectos de infraestructura vial, además de dar mantenimiento y mejorar las vías existentes. Para la ejecución de estos proyectos se necesita que se realicen

proyectos viales seguros, eficientes, eficaces, idóneos y económicos, para de este modo lograr los objetivos de desarrollo y crecimiento mencionados.

En específico, el Gobierno Provincial de Huamalíes, en su compromiso por el desarrollo económico de la población a su cargo plantea el mejoramiento continuo de las carreteras de bajo tránsito dentro de su territorio, lo cual generará grandes beneficios para los habitantes de los poblados dentro del ámbito y a los usuarios de la vía.

Por estas razones, es de suma importancia realizar la consistencia del diseño geométrico de la carretera Emp. PE-3N (Huancapallac) - Chullay - Yarumayo - Margos - Huacacancha - Emp. HU-110 (Jesús) del KM 0+000 al KM 10+000 con el Manual de Diseño de Carreteras DG – 2014, para así brindar un panorama general de la situación actual y poder adoptar medidas correctivas que nos permitan suplir las demandas futuras del transporte y de este modo contribuir con el desarrollo de la sociedad, contrarrestando los efectos acelerados del crecimiento poblacional y la falta de planificación urbanística de la ciudad.

## **1.2 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA GENERAL Y ESPECÍFICOS**

### **1.2.1 PROBLEMA GENERAL**

¿En qué medida la consistencia del diseño geométrico, mejorara los Factores Geométricos de la Vía, según el Manual de Diseño Geométrico DG-2014, de la Carretera “Emp. PE-3N (Huancapallac) - Chullay - Yarumayo - Margos - Huacacancha - Emp. HU-110 (Jesús)” del KM 0+000 al KM 10+000?

## **1.2.2 PROBLEMAS ESPECÍFICOS**

1. ¿Cómo justificar la necesidad de evaluar el diseño geométrico de la Carretera “Emp. PE-3N (Huancapallac) - Chullay - Yarumayo - Margos - Huacacancha - Emp. HU-110 (Jesús).” del KM 0+000 al KM 10+000?
2. ¿Cuál es el grado de consistencia de los parámetros de diseño geométrico, para el mejoramiento Factores Geométricos de la Vía, según el Manual de Diseño Geométrico DG-2014, de la carretera “Emp. PE-3N (Huancapallac) - Chullay - Yarumayo - Margos - Huacacancha - Emp. HU-110 (Jesús).” del KM 0+000 al KM 10+000?
3. ¿Cómo se mejora los Factores Geométricos de la Vía, en la consistencia geométrica, según el Manual de Diseño Geométrico DG-2018, de la Carretera “Emp. PE-3N (Huancapallac) - Chullay - Yarumayo - Margos - Huacacancha - Emp. HU-110 (Jesús).” del KM 0+000 al KM 10+000?

## **1.3 OBJETIVO GENERAL Y ESPECÍFICOS**

### **1.3.1 OBJETIVO GENERAL**

Establecer la consistencia del diseño geométrico, para el mejoramiento Factores Geométricos de la Vía, según el Manual de Diseño Geométrico DG-2014, de la Carretera “Emp. PE-3N (Huancapallac) - Chullay - Yarumayo - Margos - Huacacancha - Emp. HU-110 (Jesús).” del KM 0+000 al KM 10+000, Región Huánuco, año 2021.

### **1.3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

1. Justificar la necesidad de evaluar el diseño geométrico la Carretera “Emp. PE-3N (Huancapallac) - Chullay - Yarumayo - Margos - Huacacancha - Emp. HU-110 (Jesús)” del KM 0+000 al KM 10+000.

2. Determinar el grado de consistencia de los parámetros de diseño geométrico, para el mejoramiento de los Factores Geométricos de la Vía, según el Manual de Diseño Geométrico DG-2014, de la carretera “Emp. PE-3N (Huancapallac) - Chullay - Yarumayo - Margos - Huacacancha - Emp. HU-110 (Jesús)” del KM 0+000 al KM 10+000.
3. Proponer la consistencia geométrica, con el mejoramiento de los Factores Geométricos de la Vía, según el Manual de Diseño Geométrico DG-2018, de la Carretera “Emp. PE-3N (Huancapallac) - Chullay - Yarumayo - Margos - Huacacancha - Emp. HU-110 (Jesús)” del KM 0+000 al KM 10+000.

#### **1.4 DELIMITACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN: TEMPORAL ESPACIAL Y TEMÁTICA**

##### **1.4.1 TEMPORAL ESPACIAL**

La investigación se enfoca en el diseño geométrico de la carretera “Emp. PE-3N (Huancapallac) - Chullay - Yarumayo - Margos - Huacacancha - Emp. HU-110 (Jesús)” del KM 0+000 al KM 10+000, Provincias de Huamalíes y Dos de Mayo, Departamento de Huánuco.

##### **1.4.2 TEMÁTICA**

Los factores geométricos de la presente investigación basado en el Manual de Carreteras: Diseño Geométrico DG-2014 de la Dirección General de Caminos y Ferrocarriles del Ministerio de Transportes y Comunicaciones del Perú (MTC), para establecer la consistencia del diseño geométrico e impulsar el mejoramiento de los factores geométricos de la Vía.

## 1.5 JUSTIFICACIÓN E IMPORTANCIA

### 1.5.1 JUSTIFICACIÓN

Existe un gran porcentaje de rutas en el Perú que datan de hace más de 15 años y que fueron diseñadas geoméricamente con reglamentos no tan exigentes ni específicos como las actuales, siendo estas rutas en su mayoría inseguras y generando numerosos accidentes de tránsito. Esta premisa conlleva a que se deba revisar los diseños actuales a través de evaluaciones y compararlos con la normatividad vigente de carreteras del Ministerio de Transportes y Comunicaciones como es el Manual de Diseño Geométrico de Carreteras DG-2014, con el propósito de identificar las falencias y plantear las alternativas de solución al diseño geométrico que permitan mejorar su nivel de servicio desde el punto de vista de la seguridad y el confort. Con la evaluación de Diseño Geométrico de la Carretera “Emp. PE-3N (Huancapallac) - Chullay - Yarumayo - Margos - Huacacancha - Emp. HU-110 (Jesús)”, se presenta la oportunidad de dar un avance cualitativo para llegar a tener un sistema vial en la medida de lo posible eficiente y seguro. Considerando lo anterior se justifica la evaluación de Diseño Geométrico del tramo de carretera mencionada del KM 0+000 al KM 10+000, para lo cual se espera adoptar las especificaciones geométricas que estén a la vanguardia dentro de los requerimientos técnicos, permitiendo que la evaluación del diseño geométrico de la carretera otorgue información e identifique los elementos críticos para su solución posterior. Así mismo este trabajo de investigación busca ofrecer a futuros estudiantes un material de consulta que les permita conocer los parámetros geométricos a utilizar al realizar el diseño de una carretera, sobre todo en carreteras vecinales con características topográficas, hidráulicas e hidrológicas críticas.

### 1.5.2 *IMPORTANCIA*

La Importancia de esta investigación es que La carretera en estudio es una vía de paso que conecta las provincias de Huaraz y Huánuco, como alternativa a la carretera Huaraz – La Unión – Huánuco, la cual es altamente peligrosa por su sinuosidad y lo angosto de la calzada. También permite el transporte de vehículos pesados cuyo origen y destino es la mina de Antamina, ubicada a 50 Km al norte del tramo 5 en mención.

La provincia de Huánuco, con 304,487 habitantes (Censo 2017), se vería beneficiada por el incremento de las actividades económicas a partir del mejoramiento en el trazo de la vía actual en cuestión. En particular, los distritos de Jacas Grande (5,916 habitantes), Chuquis (5,894 habitantes), Marías (9,538 habitantes) y Quivilla (3,035 habitantes), áreas urbanas importantes dentro del ámbito del proyecto, también se verían beneficiadas. Estos distritos tienen como principal actividad económica el comercio al por mayor y menor, y en menor medida, la actividad de alojamiento y servicio. De modo que, la propuesta de mejoramiento de la vía principal entre estas tres áreas urbanas facilitaría el traslado de productos y mejoraría el intercambio comercial.

Así también, la reducción del tiempo de viaje, el menor costo de pasajes y la comodidad, serían los principales beneficios para los usuarios de esta vía. El tramo en cuestión es una vía en afirmado de, en promedio, 4.40 m de ancho de calzada. Si bien no se encuentra en malas condiciones, ha ido deteriorándose por el alto tránsito de vehículos pesados, y ante la falta de mantenimiento, los usuarios se transportan con cierta dificultad, a velocidades entre 20 y 25 Km/h. El clima también es un factor negativo en el desempeño de la carretera, pues, en épocas de lluvia, la carpeta de rodadura, de contextura arcillosa, se ve afectada por la erosión. (CONSORCIO GEODATA - ANTAMINA, 2015: 56)

Es por ello que el diseño geométrico a nivel de asfaltado y la señalización del quinto tramo de la Red Vecinal Empalme Ruta AN-111 – Tingo Chico se justifica por los beneficios sociales y económicos que se generan por el desarrollo vial del lugar. Estos a partir de la adecuada interconexión o comunicación con los mercados más relevantes mencionados anteriormente. Y, desde otro punto de vista, el proyecto es una referencia útil para trabajos académicos de diseño geométrico y señalización de vías que empleen el software de diseño apropiado, en los cuales se apliquen métodos, técnicas y herramientas propuestas en el presente.

## **1.6 ALCANCES Y LIMITACIONES**

### **1.6.1 ALCANCES:**

El presente proyecto comprende el diseño geométrico y señalización del quinto tramo de la red vecinal mencionada anteriormente, a partir de la topografía del sitio.

La topografía se obtiene en base a la generación automática de curvas de nivel que realiza el software Global Mapper mediante la información contenida en las imágenes satelitales de distintos servidores.

Por otro lado, se desarrolla rutinas (macros) en Microsoft Excel que permitan realizar los cálculos de diseño de manera rápida y automática, que satisfagan los requerimientos del manual DG 2014.

El diseño abarca los siguientes entregables:

- Plano del alineamiento horizontal de la vía: Tramos rectos, curvas circulares y curvas de transición (espirales), a una escala adecuada.
- Diagrama de Transición de Peralte.
- Plano del alineamiento vertical de la vía: Perfil del terreno, de la rasante, tramos en pendiente, y curvas verticales, a una escala adecuada.

- Plano de la sección transversal típica de la carretera.
- Plano con secciones transversales de la carretera: Cada 20 m en tramos rectos, y 10 m en curvas circulares y espirales.

### **1.6.2 LIMITACIONES:**

La presente investigación se limita a determinar el grado de consistencia del diseño geométrico en función a los factores geométricos de la vía, en el tramo de carretera elegido con el Manual de Carreteras de Diseño Geométrico DG-2014, para luego proponer las mejoras de su diseño geométrico.

## **1.7 VIABILIDAD DE LA INVESTIGACIÓN**

Esta investigación tiene como información bibliográfica al Manual de Carreteras: Diseño Geométrico DG – 2014 de la Dirección General de Caminos y Ferrocarriles del Ministerio de Transportes y Comunicaciones (MTC), Tesis sobre diseños geométricos de diversas vías, información de campo la Carretera “Emp. PE-3N (Huancapallac) - Chullay - Yarumayo - Margos - Huacacancha - Emp. HU-110 (JESÚS)” del KM 0+000 AL KM 10+000. y la facilidad de acceso de información de todos los estudios y diseños del proyecto de la carretera. Asimismo, se cuenta con los recursos económicos para la investigación y el tiempo necesario para la elaboración y culminación del proyecto.

## CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO

### 2.1 ANTECEDENTES DEL ESTUDIO DE INVESTIGACIÓN

#### 2.1.1 EN EL ÁMBITO INTERNACIONAL

Felipe (2014), tesis denominada “Análisis de consistencia de trazado en carreteras de montaña, en la república de Guatemala”, lo realizó en la Universidad de San Carlos de Guatemala, con el objeto de demostrar cuán importante es el análisis de consistencia del diseño en las carreteras de montaña, con el fin de mejorar la seguridad de la vial para para la mejor seguridad vial y así salvaguardar la integridad física de los automovilistas, el autor concluye que el modelo guatemalteco de pronóstico de velocidades se desarrolló sobre la base de carreteras y autopistas centroamericanas. Ambas rutas deben diseñarse utilizando el Manual de Normas de Transporte de Centroamérica, para el diseño de carreteras locales y elija ubicaciones adecuadas, se consideraron diferentes combinaciones geométricas para los dos caminos seleccionados. Para la clasificación horizontal de la curva el autor utilizó el radio entre las velocidades de diseño de 40 km/h a 90km/h tal como sugiere el Manual de Diseño Geométrico de Carreteras. El mayor resultado obtenido en el proceso de desarrollo del modelo es identificar las variables de geometría que tiene mayor influencia en la velocidad de operación de la carretera de montaña, estos son: el radio de la curva horizontal, la longitud de la espiral de transición y la longitud de la tangente de las variables que no cambia con el tiempo.

Aleman et al. (2015), elaboraron una propuesta de diseño geométrico de 5.0 Km de vía de acceso vecinal montañosa, final Col. Quezaltepeque-Cantón Victoria, basados en la normativa de SIECA y aspectos de diseños internacionales de confort, visibilidad, seguridad, viabilidad y sostenibilidad; por que concluyeron que en algunos casos los

parámetros de diseño no se pueden amoldar a lo mínimo exigido por la norma, debido a las restricciones naturales del terreno, así mismo hace hincapié en que la mayoría de diseño se basan en el mejoramiento de caminos vecinales ya existentes y que se debe realizar los ajustes usando criterios normativos, que conlleven a un diseño apropiado, lógico y sobre todo viable en su ejecución, sin perder de vista que una vía genera desarrollo y comunicación, así como también promueve el turismo, por lo que es importante no restringir el acceso solo a vehículos con características especiales; finalmente recomienda que durante el proceso de diseño geométrico de carreteras es importante identificar los potenciales impactos ambientales y así poder realizar planes de contingencia que permitan mitigar los efectos negativos ocasionados al medio ambiente en todo lo que sea posible, recalcando que el mejor diseño geométrico de una carretera es aquella que no perjudique el equilibrio medioambiental y social existente.

### ***2.1.2 EN EL ÁMBITO NACIONAL***

Romaní Santos (2017), planteó un análisis del diseño geométrico de la carretera lima – canta, con relación a sus características operativas, tramo: km. 66+000 – km. 76+000, donde el presente estudio, ha sido realizado con la finalidad de Realizar el análisis del Diseño Geométrico del alineamiento horizontal y vertical de la carretera Lima –Canta en el tramo Km: 66+000.00 hasta Km: 76+000.00, y su relación con las características operativas actuales de los vehículos pesados, mediante el uso de las normas pertinentes y la observación in situ, e identificar las posibles mejoras o modificaciones a realizar.

Grados Paredes (2014), realizó la evaluación del diseño geométrico de la carretera nacional PE-3SG, El trabajo desarrollado trata sobre el diseño geométrico de un tramo de la carretera nacional PE-3SG, específicamente en el tramo comprendido entre los km 55+000 al 58+000 que contiene el punto más alto en el abra apacheta a 4685 msnm. La carretera en estudio esta con una capa asfáltica en constante deterioro por la falta de mantenimiento, además no está diseñada para el tráfico actual, comercial y minero que exige estándares de calidad y seguridad que estas no tienen, los vehículos de mayor capacidad tienen problemas para circular sobre todo en las curvas ya que no tienen el radio mínimo para su desplazamiento.

Contreras Rojas (2018), diseñó de la vía de acceso Vichka – Huayra, con el fin de mejorar la transitabilidad en el distrito de Tupe (Yauyos – Lima), tiene como objetivo proponer una nueva solución al problema de la transitabilidad a la ciudad de Tupe; así como mejorar el diseño de vía con el fin de desarrollar una mejor conectividad de los anexos cercanos al distrito. Para llevarlo a cabo se propuso el esquema de la vía de acceso en el tramo de Vichka-Huayra, basándose en el proyecto precedente del distrito en que se realizó un estudio y ejecución de trocha carrozable. Con esta tesis se demostró la mejora en el diseño, convirtiéndolo en una carretera de tercera clase, según el nuevo manual de carretera: "Diseño geométrico-2018 del Ministerio de Transporte y Comunicaciones. En resumen, el diseño de la vía de acceso propuesto presenta: una vía mejorada en el tramo de Vichka-Huayra con obras de artes, badenes, verificadas todas sus características con las normas; potenciando al distrito de Tupe con una moderna y segura infraestructura vial mejorando rotundamente sus actuales niveles de seguridad y servicio.

Cáceres Castro (2019) Tenía como objetivo, evaluar la geometría de la Carretera No Pavimentada de Bajo Volumen de Tránsito, Santa Cruz – Quío - El Sauce –

Mitopampa (12+545 Km.), presenta un estado regular a causas asociadas a su uso, diseño y proceso constructivo, es por ello que el presente trabajo de investigación tiene como objetivo describir, comparar y analizar las características geométricas de la , de acuerdo a las normas descritas en el Manual de Diseño de Carreteras No Pavimentadas de Bajo Volumen de Tránsito (2008). se realizó el levantamiento topográfico, el cual después de ser procesado mostró el relieve real del terreno llegando a la conclusión de que la vía según su función se encuentra dentro de la Red Vial Vecinal o Rural. El terreno presenta una orografía mayormente ondulada (tipo 2)., con dicha información se obtuvo el Diseño Geométrico de la vía, para una velocidad directriz de 20 Km/h. Posteriormente se realizó la descripción, comparación y análisis de las características geométricas obtenidas en planta, perfil y secciones transversales con el Manual de Diseño de Carreteras No Pavimentadas de Bajo Volumen de Tránsito (2008). Se determinó que la carretera La Carretera No Pavimentada de Bajo Volumen de Tránsito, Santa Cruz – Quío - El Sauce – Mitopampa (12+545 Km.), no cumple con algunos parámetros de diseño geométrico del Manual; encontrando que los mayores índices de accidentes se encuentran en: pendientes máximas=399.00 entre las progresivas 06+092 a 12+378; radios mínimos=8.00 entre las progresivas 00+414.27 a 12+103.63 y ancho de calzada=3.60 entre las progresivas 00+060 a 12+530. Se recomienda que las instituciones involucradas en el desarrollo de la provincia, promuevan la seguridad vial; así como el mantenimiento de la carretera, para que se tenga una vía segura y transitable. Finalmente, se ha propuesto como mejora al problema identificado, la colocación de algunos dispositivos de control, de acuerdo al análisis realizado, para generar mayor seguridad vial y disminuir accidentes de tránsito en la carretera.

## 2.2 *BASES TEÓRICAS*

### 2.2.1 *BASES TEÓRICAS*

En el libro “Diseño geométrico de carreteras, 2013”, su autor James Cárdenas, Máster en Ciencia en Ingeniería de Tránsito y Transporte, nos expresa que el diseño de una carretera debe ser tal que la misma resulte ser funcional, segura, cómoda, estética, económica y compatible con el medio ambiente.

Lo funcional se mide en cuanto:

- La carretera cumple con la finalidad de unir las localidades involucradas de acuerdo a las especificaciones que el cliente establece
- Si durante el tiempo de vida útil de la carretera, ésta no deje de ser utilizada.

La seguridad se mide en cuanto:

- La carretera presenta un trazo sencillo.
- La carretera esté muy bien señalizada.
- Se ubiquen diversos implementos de seguridad a lo largo del recorrido de la carretera.
- Se observe una disminución de accidentes de tránsito a lo largo del tiempo de vida útil de la carretera.

La comodidad se mide en cuanto:

- El conductor no se ve forzado a realizar giros muy complicados.
- No sea necesario que el conductor disminuya constantemente la velocidad de marcha
- Resulte fácil obtener información al ver las señales de tránsito.

La estética se mide en cuanto:

- En el recorrido de la carretera se encuentren atractivos paisajes

- El mismo trazo de la carretera permita que el conductor se sienta cómodo en su recorrido.

Lo económico se mide en cuanto:

- Los costos por la construcción, operación y mantenimiento de la carretera son considerablemente bajos.
- Los costos de viaje entre dos puntos son menores a comparación de la situación anterior sin carretera o con carretera en mal estado.

Es compatible con el medio ambiente en cuanto:

- El trazo de la vía respete el paisaje, tal que no sea considerable el daño al hábitat natural de las especies animales y vegetales
- El trazo respete también las áreas de patrimonio natural.
- El trazo permita tener menores tiempo de viaje, evitando así mayores emisiones de monóxido por parte de los vehículos

Para realizar el diseño geométrico tridimensional se procede al análisis y diseño bidimensional, con una proyección en un plano que es el diseño geométrico horizontal o trazado en planta, con una proyección en un plano que es diseño geométrico vertical o trazado en perfil longitudinal y complementándose con el diseño en un plano perpendicular el eje de la carretera, que viene hacer el diseño de la sección transversal. (BWC&C, 2010:8)

## **ACCESIBILIDAD**

Se dice que el concepto de accesibilidad no posee una única y consensuada acepción, ya que es entendida en términos geométricos (cercanía-lejanía), económicos y sociales o también desde la perspectiva de facilidad con que un servicio puede ser alcanzado desde una localización. (Leclair, 2004:21) Otra definición para la accesibilidad

podría ser como la facilidad con que se puede llegar a un sitio desde otras localidades. (Bowles, 1987)

### **CLASIFICADOR DE RUTAS**

Documento oficial del Sistema Nacional de Carreteras (SINAC), clasificadas en Red Vial Nacional, Red Vial Departamental o Regional y Red Vial Vecinal o Rural. Incluye las carreteras existentes y en proyecto, el Código de Ruta y su definición según puntos o lugares principales que conecta. (Comunicaciones, 2019)

### **INGENIERÍA DE TRÁNSITO**

La ingeniería de tránsito o ingeniería de tráfico, conceptualizada como la fase de la Ingeniería de Transporte que se ocupa de la planificación, diseño geométrico, y las operaciones de tráfico en calles y carreteras, sus redes, terminales, tierras colindantes, y las relaciones con otros modos de transporte” (Institute of Transportation Engineers, 2009, p. 1), ha permitido la caracterización del tráfico mediante la realización de estudios de ingeniería de tránsito (McShane y Roess, 1990; Jiménez y Quintero, 2007). “Se han logrado establecer relaciones matemáticas basadas en modelos de regresión lineal, logarítmica y exponencial, entre el volumen de tránsito (flujo vehicular), la velocidad (específicamente velocidad espacial) y la densidad. Dichos modelos han facilitado realizar pronósticos del comportamiento de cada variable respecto a las demás, así como identificar la afectación o influencia que tienen sobre estas, las características propias de algunos de los elementos del tránsito, como la vía, el vehículo y la señalización, y dispositivos de control de tráfico”. “En forma complementaria, se han estudiado las características físicas y geométricas de la infraestructura a través de la realización de inventarios.” (Gonzales, 2017).

## RED VIAL DEPARTAMENTAL

Son las carreteras circunscritas a un solo departamento o región, representadas por un emblema y codificadas con dos letras correspondiente al departamento (ver Tabla 1). (Comunicaciones, 2019)

**Tabla 1**

*Red vial departamental del Perú*

Región	Prefijo
Amazonas	AM
Áncash	AN
Apurímac	AP
Arequipa	AR
Ayacucho	AY
Cajamarca	CA
Cusco	CU
Huancavelica	HV
Huánuco	HU
Ica	IC
Junín	JU
La Libertad	LI
Junín	JU
La Libertad	LI
Lambayeque	LA
Lima	LM
Loreto	LO
Madre de Dios	MD
Moquegua	MO
Pasco	PA
Piura	PI
San Martín	SM
Tacna	TA
Tumbes	TU
Ucayali	UC

Nota. Fuente: Elaboración propia

## RED VIAL NACIONAL

Se entiende como vía una infraestructura de transporte cuya finalidad es permitir la circulación de vehículos en condiciones de continuidad en el espacio y el tiempo, con niveles adecuados de seguridad y de comodidad. Se constituye por una o varias calzadas, uno o varios sentidos de circulación o uno o varios carriles en cada sentido, de acuerdo con las exigencias de la demanda de tránsito y la clasificación funcional de la misma.

La mayoría de las rutas están a cargo de PROVIAS, organismo descentralizado del mismo Ministerio que se encarga de mantener y ampliar las vías. Algunas rutas han sido concesionadas a empresas privadas para su construcción o mejoramiento y el mantenimiento respectivo por un determinado número de años según contrato suscrito con el Estado.” (Comunicaciones, 2019).

## **TRANSPORTE O TRANSPORTACIÓN**

El concepto de transporte se utiliza para describir al acto y consecuencia de trasladar algo de un lugar a otro. También permite nombrar a aquellos artilugios o vehículos que sirven para tal efecto, llevando individuos o mercaderías desde un determinado sitio hasta otro.” (Loya, 2017)

### **2.2.2 BASES TECNICO - NORMATIVO**

#### ***CLASIFICACIÓN DE CARRETERAS***

Acorde a la normativa peruana las carreteras se clasifican en:

##### **2.2.2.1 En función a su demanda.**

###### **Autopistas de Primera Clase**

Se refiere a carreteras con IMDA mayor a 6 000 veh/día, con calzadas que cuenten con un separador central mínimo de 6.00 m; de manera individual las calzadas deben contar con dos o más carriles de 3.60 m de ancho como mínimo, con control total de accesos (ingresos y salidas) que proporcionen continuidad a los flujos vehiculares, sin cruces o pasos a nivel y con puentes peatonales en zonas urbanas. La superficie de rodadura de estas carreteras debe ser pavimentada.

###### **Autopistas de Segunda Clase**

Son aquellas carreteras con un IMDA que varía entre 6000 y 4001 veh/día, con calzadas divididas por un separador central que puede variar de 6.00 m hasta 1.00 m, en el cual se instalará un sistema de contención vehicular; de manera individual las calzadas deben contar con dos o más carriles de 3.60 m de ancho como mínimo, la cual debe contar con control parcial de accesos (ingresos y salidas) que proporcionen continuidad a los flujos vehiculares; así mismo

pueden contar con cruces o pasos vehiculares a nivel y puentes peatonales en zonas urbanas. La superficie de rodadura de estas carreteras debe ser pavimentada.

### **Carreteras de Primera Clase**

Propias de carreteras con un IMDA que varía entre 4 000 y 2 001 veh/día, con una calzada de dos carriles de 3.60 m de ancho como mínimo. Puede contar con cruces o pasos vehiculares a nivel y en zonas urbanas es recomendable que se cuente con puentes peatonales o disponer de dispositivos de seguridad vial, que posibiliten velocidades de operación, con mayor seguridad. La superficie de rodadura de estas carreteras debe ser pavimentada.

### **Carreteras de Segunda Clase**

Carreteras con IMDA que varía entre 2 000 y 400 veh/día, con una calzada de dos carriles de 3.30 m de ancho como mínimo. Puede contar con cruces o pasos vehiculares a nivel y en zonas urbanas es recomendable que se cuente con puentes peatonales o disponer de dispositivos de seguridad vial, que posibiliten velocidades de operación, con mayor seguridad. La superficie de rodadura de estas carreteras debe ser pavimentada.

### **Carreteras de Tercera Clase:**

Son aquellas carreteras con IMDA menores a 400 veh/día, con calzada de dos carriles de 3.00 m de ancho como mínimo. De manera excepcional estas vías podrán tener carriles hasta de 2.50 m, contando con el sustento técnico correspondiente. Estas carreteras pueden funcionar con soluciones denominadas básicas o económicas, consistentes en la aplicación de estabilizadores de suelos, emulsiones asfálticas y/o micro pavimentos; o en afirmado, en la superficie de

rodadura. En caso de ser pavimentadas deberán cumplirse con las condiciones geométricas estipuladas para las carreteras de segunda clase.

### **Trochas Carrozables**

Se refiere a vías transitables, que no logran alcanzar las características geométricas de una carretera, mayormente presentan un IMDA menor a 200 veh/día. Sus calzadas deben disponer de un ancho mínimo de 4.00 m, en los cuales se construirán ensanches denominados plazoletas de cruce, por lo menos cada 500 m. La superficie de rodadura puede ser afirmada o sin afirmar.

#### **2.2.2.2 En Función a su Orografía**

##### **Terreno Plano (Tipo 1)**

Presenta pendientes transversales al eje de la vía, menores o iguales al 10% y sus pendientes longitudinales generalmente son menores de tres por ciento (3%), por lo que demanda un mínimo de movimiento de tierras, debido a que no presenta mayores dificultades en su trazo.

##### **Terreno Ondulado (Tipo 2)**

Presenta pendientes transversales al eje de la vía entre 11% y 50% y sus pendientes longitudinales se encuentran entre 3% y 6 %, por lo que demanda de un moderado movimiento de tierras, permitiendo alineamientos rectos, alternados con curvas de radios amplios, no presenta mayores dificultades en el trazo.

##### **Terreno Accidentado (Tipo 3)**

Tiene pendientes transversales al eje de la vía entre 51% y el 100% y sus pendientes longitudinales predominantes se encuentran entre 6% y 8%, por lo que requiere importantes movimientos de tierras, razón por la cual presenta dificultades en el trazo.

#### **Terreno Escarpado (Tipo 4)**

Tiene pendientes transversales al eje de la vía superiores al 100% y sus pendientes longitudinales excepcionales son superiores al 8%, exigiendo el máximo de movimiento de tierras, razón por la cual presenta grandes dificultades en su trazo. (Ministerio de Transportes y Comunicaciones [MTC], 2018. p. 14)

#### **2.2.2.3 Características del Tránsito**

Las consideraciones de los volúmenes de tránsito a tener en cuenta en el diseño geométrico de una carretera y poder lograr una circulación segura sobre ella son las siguientes:

#### **2.2.2.4 Índice Medio Diario Anual (IMDA)**

Representa el promedio aritmético de los volúmenes diarios para todos los días del año, previsible o existente en una sección dada de la vía. Su conocimiento da una idea cuantitativa de la importancia de la vía en la sección considerada y permite realizar los cálculos de factibilidad económica. Los valores de IMDA para tramos específicos de carretera, proporcionan al proyectista, la información necesaria para determinar las características de diseño de la carretera, su clasificación y desarrollar los programas de mejoras y mantenimiento. Los valores vehículo/día son importantes para evaluar los programas de seguridad y medir el servicio proporcionado por el transporte en carretera. La carretera se diseña para un volumen de tránsito, que se determina como demanda diaria promedio a servir hasta el final del período de diseño, calculado como el número de vehículos promedio, que utilizan la vía por día actualmente y que se incrementa con una tasa de crecimiento anual. Estos volúmenes pueden ser obtenidos en forma manual o con sistemas tecnológicos. La IMDA (Intensidad Media Diaria Anual), también conocida por sus siglas en

inglés AADT (Average Annual Daily Traffic), se utiliza fundamentalmente para el planeamiento: proyección de vías, programas de acondicionamiento de pavimento, determinación de tendencias en el uso de las vías, determinación de características geométricas de carácter general, proyectos de señalización e iluminación, estudios medioambientales, estudios de impacto acústico, entre otros.

#### 2.2.2.5 Crecimiento de Tránsito

El crecimiento del tránsito en una carretera es variable en el tiempo, razón por la cual influye en la vida útil del proyecto, es por ello que se deben evaluar los principales parámetros de la misma para conservar la infraestructura vial en buen estado de servicio, para lo cual se tiene que tener presente los volúmenes de tráfico, patrones y demandas, teniendo de manera práctica para obtener dicha variable un periodo de veinte años como base. La definición geométrica de las nuevas carreteras, o en el caso de mejoras en las ya existentes, no debe basarse únicamente en el volumen de tránsito actual, sino que debe considerar, el volumen previsto que va a utilizar esta instalación en el futuro. De esta forma, deberán establecerse los volúmenes de tránsito presentes en el año de puesta en servicio del proyecto y aquellos correspondientes al año horizonte de diseño. Ello, además de fijar algunas características del proyecto, permite eventualmente, elaborar un programa de construcción por etapas. Es por ello que se dispone de una metodología para calcular la demanda de tránsito, que es la siguiente:

$$P_f = P_0(1 + T_c)_n$$

Dónde; **P<sub>f</sub>**: tránsito final. **P<sub>0</sub>**: tránsito inicial (año base). **T<sub>c</sub>**: tasa de crecimiento anual por tipo de vehículo. **n**: año a estimarse.

(\*) La proyección debe también dividirse en dos partes. Una proyección para vehículos de pasajeros que crecerá aproximadamente al ritmo de la tasa de crecimiento de la población y una proyección de vehículos de carga que crecerá aproximadamente con la tasa de crecimiento de la economía. Ambos índices de crecimiento correspondientes a la región que normalmente cuenta con datos estadísticos de estas tendencias (Ministerio de Transportes y Comunicaciones [MTC],2018. p. 95).

#### **2.2.2.6 Velocidad de Diseño**

Es la velocidad adoptada para realizar el diseño geométrico de una sección determinada de la carretera, la cual será la máxima que se podrá mantener con seguridad y comodidad al transitar sobre ella siempre que las circunstancias sean favorables para que prevalezcan las condiciones de diseño. En el proceso de asignación de la Velocidad de Diseño, se debe otorgar la máxima prioridad a la seguridad vial de los usuarios. Por ello, la velocidad de diseño a lo largo del trazo, debe ser tal, que los conductores no sean sorprendidos por cambios bruscos y/o muy frecuentes en la velocidad a la que pueden realizar con seguridad el recorrido. Es por ello que, para garantizar la consistencia de la velocidad, se deben identificar tramos homogéneos a lo largo de la carretera, de manera que se pueda asignar una misma velocidad de diseño.

**Tabla 2**

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

CLASIFICACIÓN	OROGRAFÍA	VELOCIDAD DE DISEÑO DE UN TRAMO HOMOGÉNEO VTR (km/h)												
		30	40	50	60	70	80	90	100	110	120	130		
Autopista de primera clase	Plano													
	Ondulado													
	Accidentado													
	Escarpado													
Autopista de segunda clase	Plano													
	Ondulado													
	Accidentado													
	Escarpado													
Carretera de primera clase	Plano													
	Ondulado													
	Accidentado													
	Escarpado													
Carretera de segunda clase	Plano													
	Ondulado													
	Accidentado													
	Escarpado													
Carretera de tercera clase	Plano													
	Ondulado													
	Accidentado													
	Escarpado													

Nota. Datos tomados del Manual de diseño Geométrico de Carreteras DG – 2014 (2014).

### 2.2.3 DISEÑO GEOMÉTRICO EN PLANTA

#### 2.2.3.1 Tramos en Tangente.

El Ministerio de Transportes y Comunicaciones (MTC, 2014) indica que: “Las longitudes mínimas admisibles deseables de los tramos en tangente, en función a la velocidad de diseño, serán las siguientes “(p.127):

**Tabla 3**

*Longitudes de tramos en tangente.*

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

Nota. Datos tomados del Manual de diseño Geométrico de Carreteras DG – 2014 (2014).

Dónde; L mín. s: Longitud mínima (m) para trazados en “S” (alineamiento recto entre alineamientos con radios de curvatura de sentido contrario).

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

L máx.: Longitud máxima deseable (m). V: Velocidad de diseño (km/h)

### 2.2.3.2 Radios Mínimos.

El Ministerio de Transportes y Comunicaciones (MTC, 2014) menciona que: “Los radios mínimos de curvatura horizontal son los menores radios que pueden recorrerse con la velocidad de diseño y la tasa máxima de peralte, en condiciones aceptables de seguridad y comodidad, para cuyo calculo puede utilizarse la siguiente formula” (p.128):

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

Dónde; Rmín: Radio Mínimo. V: Velocidad de diseño. Pmáx: Peralte máximo asociado a V (en tanto por uno). fmáx: Coeficiente de fricción transversal máximo asociado a V.

**Tabla 4.**

*Radio s mínimos y peraltes máximos para diseño de carreteras.*

Ubicación de la vía	Velocidad de diseño	P máx. (%)	f máx.	Radio calculado (m)	Radio redondeado (m)
Área urbana	30	4.00	0.17	33.7	35
	40	4.00	0.17	60.0	60
	50	4.00	0.16	98.4	100
	60	4.00	0.15	149.2	150
	70	4.00	0.14	214.3	215
	80	4.00	0.14	280.0	280
	90	4.00	0.13	375.2	375
	100	4.00	0.12	492.10	495
	110	4.00	0.11	635.2	635
	120	4.00	0.09	872.2	875
	130	4.00	0.08	1,108.9	1,110
Área rural (con peligro de hielo)	30	6.00	0.17	30.8	30
	40	6.00	0.17	54.8	55
	50	6.00	0.16	89.5	90
	60	6.00	0.15	135.0	135
	70	6.00	0.14	192.9	195
	80	6.00	0.14	252.9	255
	90	6.00	0.13	335.9	335
	100	6.00	0.12	437.4	440
	110	6.00	0.11	560.4	560
	120	6.00	0.09	755.9	755
	130	6.00	0.08	950.5	950
Área rural (plano u ondulada)	30	8.00	0.17	28.3	30
	40	8.00	0.17	50.4	50
	50	8.00	0.16	82.0	85
	60	8.00	0.15	123.2	125
	70	8.00	0.14	175.4	175
	80	8.00	0.14	229.1	230
	90	8.00	0.13	303.7	305
	100	8.00	0.12	393.7	395
	110	8.00	0.11	501.5	500
	120	8.00	0.09	667.0	670
	130	8.00	0.08	831.7	835
Área rural (accidentada o escarpada)	30	12.00	0.17	24.4	25
	40	12.00	0.17	43.4	45
	50	12.00	0.16	70.3	70
	60	12.00	0.15	105.0	105
	70	12.00	0.14	148.4	150
	80	12.00	0.14	193.8	195
	90	12.00	0.13	255.1	255
	100	12.00	0.12	328.1	330
	110	12.00	0.11	414.2	415
	120	12.00	0.09	539.9	540
	130	12.00	0.08	665.4	665

Nota. Datos tomados del Manual de diseño Geométrico de Carreteras DG – 2014 (2014).

## 2.2.4 DISEÑO GEOMÉTRICO EN PERFIL

### 2.2.4.1 Pendiente Mínima

Ministerio de Transportes y Comunicaciones (MTC, 2014) menciona que “es conveniente proveer una pendiente mínima del orden de 0.5%, a fin de asegurar en todo punto de la calzada un drenaje de las aguas superficiales” (p.170). y presenta los siguientes casos particulares:

- Si la calzada posee un bombeo de 2% y no existen bermas y/o cunetas, se podrá adoptar excepcionalmente sectores con pendientes de hasta 0.2%.

- Si el bombeo es de 2.5% excepcionalmente podrá adoptarse pendientes iguales a cero.
- Si existen bermas, la pendiente mínima deseable será de 0.5% y la mínima excepcional de 0.35%.
- En zonas de transición de peralte, en que la pendiente transversal se anula, la pendiente mínima deberá ser de 0.5%.

### 2.2.4.2 Pendiente Máxima

**Tabla 5**

*Pendientes máximas (%).*

Demanda Vehículos/día	Autopistas								Carretera				Carretera				Carretera					
	> 6.000				6.000 - 4001				4.000-2.001				2.000-400				< 400					
Características	Primera clase				Segunda clase				Primera clase				Segunda clase				Tercera clase					
Tipo de orografía	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4		
Velocidad de diseño: 30 km/h																					10.00	10.00
40 km/h																	9.00	8.00	9.00	10.00		
50 km/h											7.00	7.00			8.00	9.00	8.00	8.00	8.00	8.00		
60 km/h					6.00	6.00	7.00	7.00	6.00	6.00	7.00	7.00	6.00	7.00	8.00	9.00	8.00	8.00				
70 km/h			5.00	5.00	6.00	6.00	6.00	7.00	6.00	6.00	7.00	7.00	6.00	6.00	7.00		7.00	7.00				
80 km/h	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	6.00	6.00	6.00	6.00	6.00		6.00	6.00			7.00	7.00				
90 km/h	4.50	4.50	5.00		5.00	5.00	6.00		5.00	5.00			6.00			6.00	5.00					
100 km/h	4.50	4.50	4.50		5.00	5.00	6.00		5.00				6.00									
110 km/h	4.00	4.00			4.00																	
120 km/h	4.00	4.00			4.00																	
130 km/h	3.50																					

Nota. Datos tomados del Manual de diseño Geométrico de Carreteras DG – 2014 (2014).

### 2.2.4.3 Pendientes Máximas Excepcionales

Ministerio de Transportes y Comunicaciones (MTC, 2018) indica que: “el valor de la pendiente máxima podrá incrementarse hasta en 1% para todos los casos. Deberán justificarse técnica y económicamente la necesidad de dicho incremento” (p.172). Así mismo menciona que para carreteras de tercera clase deberá tenerse en cuenta lo siguiente:

- En el caso de ascenso continuo y cuando la pendiente sea mayor del 5%, se proyectará, más o menos cada tres kilómetros, un tramo de descanso de una longitud no menor de 500 m con pendiente no mayor de 2%. La

frecuencia y la ubicación de dichos tramos de descanso, contará con la correspondiente evaluación técnica y económica.

- En general, cuando se empleen pendientes mayores a 10%, los tramos con tales pendientes no excederán de 180 m.
- La máxima pendiente promedio en tramos de longitud mayor a 2,000 m, no debe superar el 6%.
- En curvas con radios menores a 50 m de longitud debe evitarse pendientes mayores a 8%, para evitar que las pendientes del lado interior de la curva se incrementen significativamente.

### 2.3 Definición de términos básicos

La definición de los términos usados en el presente documento corresponde al “Glosario de Términos de Uso Frecuente en Proyectos de Infraestructura Vial”, vigente.

Así mismo, se incluye los siguientes términos que serán de uso exclusivo para el presente Manual de carreteras DG-2014 del Ministerio de Transportes y Comunicaciones (MTC):

- **Carretera:** Camino para el tránsito de vehículos motorizados de por lo menos dos ejes, cuyas características geométricas, tales como: pendiente longitudinal, pendiente transversal, sección transversal, superficie de rodadura y demás elementos de la misma, deben cumplir las normas técnicas vigentes del Ministerio de Transportes y Comunicaciones.
- **Derecho de Vía:** Faja de terreno de ancho variable dentro del cual se encuentra comprendida la carretera y todos los elementos que la conforman, servicios, áreas previstas para futuras obras de ensanche o mejoramiento, y zonas de seguridad para el usuario. Su ancho se establece mediante

resolución del titular de la autoridad competente respectiva. Las obras necesarias para garantizar la seguridad y funcionamiento hidráulico en los ríos, quebradas y otros cursos de agua, no están limitadas a la indicada faja del terreno que constituye el Derecho de Vía.

- **Estudio de impacto vial:** Es aquel dirigido a identificar los cambios que se generan en el tránsito vehicular y peatonal existente, como consecuencia de la implementación de un proyecto o instalación dentro o fuera del Derecho de Vía de la carretera, y establecer la solución para mitigar los impactos que puedan producirse por su funcionamiento.
- **Plataforma logística:** Área dentro de la cual, se realizan diversas actividades relacionadas al transporte intermodal y su gestión, que incluye entre otras, transferencia de carga, logística y distribución, y está provista de los servicios públicos y privados necesarios para su funcionamiento.
- **Sección Transversal:** Representación de una sección de la carretera en forma transversal al eje y a distancias específicas, que nombra y dimensiona los elementos que conforman la misma, dentro del Derecho de Vía. Hay dos tipos de sección transversal: General y Especial”
- **Sección Transversal General:** Está conformada por los elementos de la carretera, tales como: calzada o superficie de rodadura (constituida por carriles), bermas, taludes, sistema de drenaje (cunetas, alcantarillas, zanja de coronación, badenes y otros) y obras complementarias (muros, ductos y cámaras para fibra óptica, elementos del sistema de señalización, seguridad vial e infraestructura para dispositivos de control de tránsito inteligente y otros).

- **Sección Transversal Especial:** Corresponde a los tramos de carretera que requieren soluciones de carácter integral a situaciones extraordinarias, tales como: zonas de concentración de personas, comercio, tránsito de vehículos de transporte local, interconexión con el sistema vial local, puentes, túneles y otros. Está conformada, además de algunos elementos de la Sección Transversal General, por vías auxiliares vehiculares o peatonales, ciclovías, veredas, facilidades para el uso de personas discapacitadas, intersecciones vehiculares a nivel o desnivel, puentes peatonales, pasos a desnivel para vehículos menores y/o animales, estaciones de peaje, pesaje, ensanches de plataforma y otros elementos de la misma.
- **Tramos homogéneos:** Son aquellos que el diseñador identifica a lo largo de una carretera, a los que, por las condiciones orográficas, se les asigna una misma velocidad de diseño. Por lo general, una carretera tiene varios tramos homogéneos.
- **Velocidad de diseño de tramo homogéneo:** Es la base para la definición de las características de los elementos geométricos incluidos para un tramo homogéneo.
- **Velocidad de Operación:** Es la velocidad máxima a la que pueden circular los vehículos en un determinado tramo de una carretera, sin sobrepasar la velocidad de diseño de tramo homogéneo.

## CAPÍTULO III: SISTEMA DE HIPÓTESIS

### 3.1 HIPÓTESIS

#### 3.1.1 HIPÓTESIS GENERAL

Estableciendo la consistencia del diseño geométrico, se mejora Factores Geométricos de la Vía, según el Manual de Diseño Geométrico DG-2014, de la Carretera “Emp. PE-3N (Huancapallac) - Chullay - Yarumayo - Margos - Huacacancha - Emp. HU-110 (Jesús).” del KM 0+000 al KM 10+000.

#### 3.1.2 HIPÓTESIS ESPECÍFICAS

1. Se justifica la necesidad de evaluar el diseño geométrico de la Carretera Diseño Geométrico DG-2014, de la Carretera “Emp. PE-3N (Huancapallac) - Chullay - Yarumayo - Margos - Huacacancha - Emp. HU-110 (Jesús).” del KM 0+000 al KM 10+000.
2. Con la determinación del grado de consistencia de los parámetros de diseño geométrico, se mejora los Factores Geométricos de la Vía, utilizando el Manual de Diseño Geométrico DG-2014, de la carretera “Emp. PE-3N (Huancapallac) - Chullay - Yarumayo - Margos - Huacacancha - Emp. HU-110 (Jesús).” del KM 0+000 al KM 10+000.
3. Con el mejoramiento de los Factores Geométricos de la Vía, se determina la consistencia geométrica de la vía, según el Manual de Diseño Geométrico DG-2018, de la Carretera “Emp. PE-3N (Huancapallac) - Chullay - Yarumayo - Margos - Huacacancha - Emp. HU-110 (Jesús).” del KM 0+000 al KM 10+000.

## 3.2 VARIABLES

### 3.2.1 DEFINICIÓN CONCEPTUAL DE LAS VARIABLES

#### 3.2.1.1 Definición conceptual de las variables de la hipótesis principal

**Variable Independiente:**

Factores Geométricos de Vía: Consiste en determinar la característica geométrica de diseño de la carretera en estudio.

**Variable Dependiente:**

Consistencia del Diseño Geométrico: Consiste en la interpretación de los resultados para determinar si los parámetros del diseño geométrico de la carretera son consistentes con lo establecido en el Manual de Carreteras de Diseño Geométrico DG – 2014.

### 3.2.2 OPERACIONALIZACIÓN DE LAS VARIABLES

En la siguiente (tabla 6) se muestra los indicadores y escala de medición de las variables.

**Tabla 6:**

*Operacionalización de variables*

VARIABLE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL/OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	INDICES DE MEDICIÓN
<b>VARIABLE INDEPENDIENTE:</b>  Factores Geométricas de la Vía.	Consiste en determinar la característica geométrica de diseño de la carretera en estudio.	Levantamiento Topográfico.	• Orografía.	Tipo
		Índice Medio Diario Anualizado IMDA.	• Volumen de tránsito en la carretera	IMDA. Veh/día
		Geometría Horizontal.	• Long. Tangente. • Long. Curva. • Sobreancho. • Radio. • Velocidad de diseño.	Metros Metros Metros Metros Km/hora
		Geometría Vertical.	• Pendiente. • Longitud de curva vertical cóncava. • Longitud de curva vertical convexa.	Porcentaje Metros Metros
		Sección Transversal.	• Ancho de Calzada. • Acho de Berma.	Metros Metros
<b>VARIABLE DEPENDIENTE:</b>	Consiste en la interpretación de los resultados para determinar si los parámetros del diseño geométrico de la carretera son consistentes con lo establecido en el Manual de	Topografía.	• Orografía.	Tipo
		IMDA.	• Volumen de tránsito en la carretera	IMDA Veh./día
		Geometría Horizontal.	• Long. Tangente. • Long. Curva. • Sobreancho.	Metros Metros Metros

Consistencia del diseño geométrico.	Carreteras de Diseño Geométrico DG – 2018.		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Radio.</li> <li>• Velocidad de diseño.</li> </ul>	Metros Km/hora
		Geometría Vertical.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Pendiente.</li> <li>• Longitud de curva vertical cóncava.</li> <li>• Longitud de curva vertical convexa.</li> </ul>	Porcentaje Metros metros
		Sección Transversal.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ancho de Calzada.</li> <li>• Acho de Berma.</li> </ul>	Metros Metros

Nota. La tabla fue elaboración propia.

Para más detalle se adjunta Matriz de Consistencia. (Ver Anexo 1)

## CAPÍTULO IV: METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

### 4.1 MÉTODO Y NIVEL

#### 4.1.1 MÉTODO DE INVESTIGACIÓN

El método de estudio fue deductivo, ya que partió de una caracterización general de los factores geométricos de la vía y su relación con la consistencia del diseño geométrico.

La investigación es aplicada porque se caracteriza por su interés en la aplicación, utilización y consecuencias prácticas de los conocimientos; y entendiendo que la investigación que se desarrolla cumple con dichas características, se deduce que se realizará una investigación aplicada, ya que, se emplearán los lineamientos para determinar los factores geométricos de la vía.

Tiene un enfoque mixto, ya que, presenta características exploratorias, inductivas y descriptivas orientadas al desarrollo de la determinación de los factores geométricos de la Vía.

Es una investigación Retroprolectiva; donde se investigará en fuentes documentales primarias (obras originales) y secundarias (trabajos en los que se hace referencia a la obra de otro autor).

#### 4.1.2 TIPO DE INVESTIGACIÓN

La investigación será descriptiva, porque se caracterizarán los procesos en la realización de las actividades de control de los factores geométricos.

### **4.1.3 NIVEL DE LA INVESTIGACIÓN**

La investigación se desarrollará en un nivel descriptivo y explicativo ya que, ante todo se describirán los factores geométricos de la Vía.

## **4.2 DISEÑO DE INVESTIGACIÓN**

Es No experimental, transversal y Retrospectivo, porque los datos serán recogidos con anterioridad; además será transversal ya que los procesos sólo deben ser observados al detalle en una ocasión para el desarrollo de las propuestas. De campo ya que los datos han sido recolectados directamente de la realidad de desarrollo de los procesos, y documental porque se realizará la búsqueda, recuperación, análisis e interpretación de datos obtenidos y registrados por otros investigadores en fuentes documentales.

### **4.2.1 ESTUDIO DEL DISEÑO**

Estudio de cohorte, ya que se inició por la identificación de cada una de las partes que caracterizan una realidad, de este modo pudo establecer las relaciones causa-efecto entre los elementos que componen el diseño geométrico de una carretera. El análisis descompone el todo en sus partes y las identificó.

## **4.3 Población y muestra**

### **4.3.1 Población del estudio**

Para la presente investigación la población y muestra es única y No paramétrica, es el tramo de Carretera “Emp. PE-3N (Huancapallac) - Chullay - Yarumayo - Margos - Huacacancha - Emp. HU-110 (Jesús).”, con una longitud total de 10.00 km, ubicada en la Región Huánuco.

### **4.3.2 Muestra**

La muestra es el tramo del KM 0+000 al KM 10+000 de la Carretera “Emp. PE-3N (Huancapallac) - Chullay - Yarumayo - Margos - Huacacancha - Emp. HU-110 (Jesús)”.

## **4.4 TÉCNICA E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS**

### **4.4.1 TIPOS DE TÉCNICAS E INSTRUMENTOS**

#### **4.4.1.1 Fuentes secundarias para recolección de la información**

Las fuentes secundarias fueron los trabajos en los que se hace referencia a la obra de otros autores.

#### **4.4.1.2 Fuentes primarias para recolección de la información**

Las fuentes primarias fueron diferentes obras originales que sirvieron de base para el estudio realizado; además de toda la información y documentación recolectada directamente en campo e información proporcionada del proyecto, trabajo de campo y de gabinete de la obra, por el Consorcio Geodata - Antaminaque quien realizo proyectos de rehabilitación y mejoramiento en el tramo de estudio.

### **4.4.2 PROCEDIMIENTOS PARA LA RECOLECCIÓN DE DATOS**

Se conoció a través de estas fuentes las principales características de los diseños geométricos de diferentes carreteras. Esos datos necesarios se analizaron para determinar la línea base para determinar la consistencia de los factores geométricos de una carretera con el diseño geométrico planteado en la ejecución del proyecto vial. Además, se realizó la ubicación de la zona de estudio, luego se

consiguió la proyección tridimensional del terreno para finalmente obtener el plano topográfico.

Finalmente se evaluó en campo la Carretera “Emp. PE-3N (Huancapallac) - Chullay - Yarumayo - Margos - Huacacancha - Emp. HU-110 (Jesús).”, desde el KM 0+000 al KM 10+000, y se recolecto los datos de los parámetros geométricos de diseño de la carretera analizada con fichas técnicas.

#### ***4.5 TÉCNICAS PARA EL PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN***

Se tuvo en cuenta los criterios y parámetros básicos de diseño de acuerdo al Manual de diseño geométrico DG-2014 para la evaluación del diseño de alineamiento Horizontal, Evaluación del diseño de alineamiento Vertical y Evaluación del diseño de la sección transversal de la la Carretera “Emp. PE-3N (Huancapallac) - Chullay - Yarumayo - Margos - Huacacancha - Emp. HU-110 (Jesús).”, desde el KM 0+000 al KM 10+000.

Se realizó el procesamiento de la información recolectada en campo de la Carretera en mención mediante la digitalización de la información topográfica realizada y la elaboración de cuadros resúmenes de sus parámetros geométricos.

Se evaluó la consistencia del diseño geométrico, con el Manual de diseño geométrico DG-2014. de la carretera mediante la elaboración de cuadros comparativos de diseño geométrico de acuerdo a las normativas de diseño del Manual de Carreteras DG – 2018.

Se logró planteamientos de soluciones para el mejoramiento del diseño geométrico de la Carretera. Finalmente se realizó un análisis de los resultados para conseguir las conclusiones y recomendaciones anheladas.

## CAPÍTULO V: EVALUACIÓN DEL DISEÑO GEOMÉTRICO DE LA CARRETERA

### 5.1 EVALUACIÓN DE LA VÍA EXISTENTE

Se han observado las siguientes características en el recorrido de la vía existente:

- Clasificación: trocha carrozable
- Ancho de calzada: 4 m
- Tipo de pavimento: en afirmado
- Radio mínimo: 20 m

**Figura 1**

*Estado actual de la rodadura del tramo 5 de la carretera*



Nota. La figura muestra el estado actual de la rodadura del tramo 5 de la carretera.

Fuente: Propia (2020)

Se observa en la Figura N°1 y N°2 el mal estado de la superficie de rodadura que presenta la vía existente. Estas irregularidades no permiten el adecuado tránsito de los vehículos, prolongan el tiempo de viaje y por consecuencia elevan el costo de viaje.

### Figura 2

*Baches y deterioros en la superficie de rodadura*



Nota. La figura muestra los baches y deterioros en la superficie de rodadura. Fuente: Propia (2020)

**Figura 3**

*Ancho de calzada de la vía para el tránsito en doble sentido*



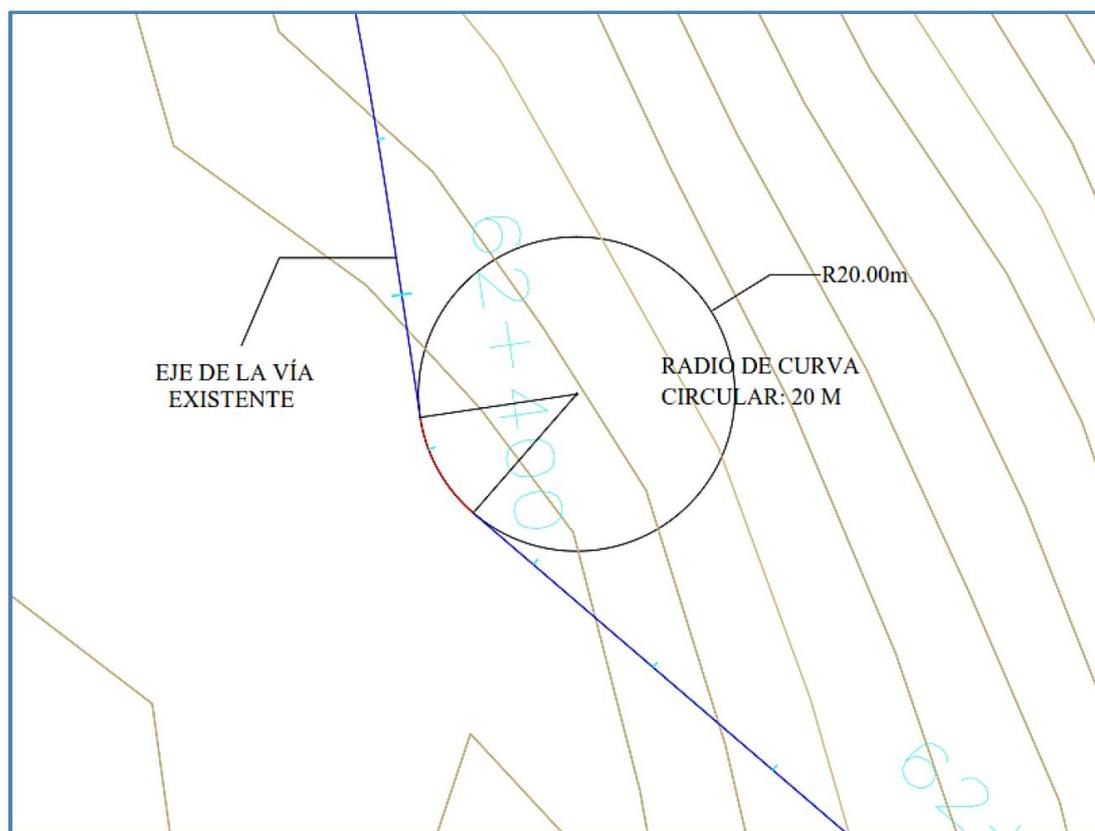
Nota. La figura muestra el ancho de calzada muy angosto para el tránsito en doble sentido. Fuente: Propia (2020)

En la figura N°3 se aprecia lo angosto que resulta la vía para el tránsito vehicular en doble sentido. Así mismo, se observa la acumulación del agua en la superficie producto del deterioro del afirmado y del inadecuado mantenimiento de la vía.

En los kilómetros 61+400, 64+250 y 67+900 de la vía existente se observan 3 accesos que conectan a diferentes centros poblados. En la etapa de diseño, estos se deben acoplar a la geometría del nuevo eje. En esta etapa se considera que el trazo vertical de la vía sea tal que no genere realizar cortes ni relleno de material en la modificación de los accesos.

**Figura 4**

*Radio mínimo de curva circular de la vía existente*



Nota. La figura muestra el Radio mínimo de curva circular de la vía existente. Fuente: Propia (2020)

En la Figura 4 se aprecia que el radio de la curva más cerrada en el trazo de la vía existente es de 20 m. Este valor es muy pequeño a comparación del radio mínimo para una carretera de tercera clase, que va desde 50 m a más.

El Plano de Topografía y Evaluación de la Vía Existente muestra algunas observaciones más al trazo de la vía existente.

## 5.2 CRITERIOS Y PARÁMETROS BÁSICOS DE DISEÑO

El presente ítem abarca todos los criterios, pautas, recomendaciones y requisitos mínimos que el diseño geométrico debe cumplir de acuerdo con el Manual de Diseño Geométrico DG – 2014 del Ministerio de Transportes y Comunicaciones. Complementariamente, se compara ciertas consideraciones con manuales o normas extranjeras.

Las consideraciones básicas del diseño de la carretera se basan en definir la clasificación de la carretera, el vehículo de diseño, la velocidad de diseño y el radio mínimo.

### 5.2.1 CLASIFICACIÓN DE LA CARRETERA

#### 5.2.1.1 *Por su demanda*

Es necesario conocer la demanda vehicular existente en el tramo de estudio. Con ello se puede determinar adecuadamente si la carretera es de primera, segunda o tercera clase. Para ello se cuenta con el Estudio de Tráfico y Demanda de la red vial en mención, el cual presenta datos rescatables.

Este estudio, realizado por la empresa GEODATA en el año 2014, brinda datos respecto a la vía estudiada, como son la tasa de crecimiento poblacional y PBI en el ámbito de estudio, y el IMDA proyectado a 10 y 20 años. Las siguientes imágenes muestran cuadros de resultados por parte del Estudio de Tráfico y Demanda.

**Tabla 6**

*IMDA en el tramo a diseñar*

TRAFICO NORMAL																														
TRAMO: QUIVILLA - PUENTE TINGO																														
Día	Auto	SW	Camionetas			Micro	Omnibus			Camion			Semitraylers					Traylers					Total Veh. Livianos	Total Veh. Pesados	TOTAL					
			Pick Up	Panel	C.R.		2E	3E	4E	2E	3E	4E	2S1	2S2	2S3	3S1	3S2	>=3S3	2T2	2T3	3T2	>=3T3								
Miercoles	Puente Tingo-Quivilla	14	25	12	0	8	0	1	0	0	5	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	59	9	68
02/04/2014	Quivilla - Puente Tingo	12	22	13	0	9	0	0	0	1	4	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	56	8	64	
	Total	26	47	25	0	17	0	1	0	1	9	5	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	115	17	132	
Jueves	Puente Tingo-Quivilla	17	21	17	0	11	0	0	0	0	9	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	66	15	81	
03/04/2014	Quivilla - Puente Tingo	15	20	15	0	7	0	0	0	0	6	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	57	11	68	
	Total	32	41	32	0	18	0	0	0	0	15	11	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	123	26	149	
Viernes	Puente Tingo-Quivilla	19	27	12	0	9	0	0	0	0	4	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	67	6	73	
04/04/2014	Quivilla - Puente Tingo	12	30	14	0	13	1	0	0	0	7	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	70	14	84	
	Total	31	57	26	0	22	1	0	0	0	11	9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	137	20	157	
IMDs	Puente Tingo-Quivilla	16.7	24.3	13.7	0	9.3	0	0.3	0	0	6	3.7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	64	10	74	
	Quivilla - Puente Tingo	13	24	14	0	9.7	0	0	0	0	5.7	4.7	0.3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	61	11	71	
	Total	29.7	48.3	27.7	0	19	0	0.3	0	0	11.7	8.4	0.3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	125	21	145	
IMDs	Puente Tingo-Quivilla	15.8	23.1	12.9	0	8.8	0	0.4	0	0	6.4	3.9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	61	11	71	
	Quivilla - Puente Tingo	12.3	22.7	13.3	0	9.2	0	0	0	0	6	5	0.4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	58	11	69	
	Total	28.1	45.8	26.2	0	18	0	0.4	0	0	12.4	8.9	0.4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	118	22	140	
IMDs (Valor Entero)	Puente Tingo-Quivilla	16	23	13	0	9	0	0	0	0	6	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	61	10	71	
	Quivilla - Puente Tingo	12	23	13	0	9	0	0	0	0	6	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	57	11	68	
	Total	28	46	26	0	18	0	0	0	0	12	9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	118	21	139	

Nota. Datos tomados del Estudio de Tráfico y Demanda, Estudio de Pre Inversión Llata (CONSORCIO GEODATA – ANTAMINA, 2014)

A partir de la imagen anterior, se observa que el IMDA en el año 2014 es de 139 veh/día. Este valor de demanda guarda relación con la clasificación actual de la carretera (trocha carrozable); sin embargo, en la intención de realizar un mejoramiento que sea funcional durante 20 años, es necesario conocer la demanda proyectada en ese periodo de tiempo. Es así que el Estudio ha realizado una proyección a partir de la tasa de crecimiento poblacional y PBI en las regiones involucradas.

**Tabla 8**

*Tasas de crecimiento y PBI usadas en el Estudio*

TASA DE CRECIMIENTO DE HUANUCO		
Años	Valor	Crec %
1940	229,300	
1961	323,200	1.6%
1972	409,500	2.2%
1981	477,900	1.7%
1993	654,500	2.7%
2007	762,200	1.09%
Fuente : INEI		<b>1.9%</b>

TASA DE CRECIMIENTO DEL PBI ANCASH		
Años	Valor	Crec %
2001	4,264,848.0	
2002	5,002,200.0	17.3%
2003	5,108,579.0	2.1%
2004	5,253,291.0	2.8%
2005	5,419,565.0	3.2%
2006	5,550,260.0	2.4%
2007	5,932,921.0	6.9%
2008	6,457,790.0	8.8%
2009	6,450,628.0	-0.1%
2010	6,633,789.0	2.8%
2011	6,697,992.0	1.0%
Fuente : INEI		<b>4.7%</b>

Nota. Datos tomados del Estudio de Tráfico y Demanda, Estudio de Pre Inversión Llata (CONSORCIO GEODATA - ANTAMINA, 2014)

A partir del IMDA actual medido, y empleando las tasas de crecimiento, se calcula el IMDA proyectado a futuro mediante la fórmula siguiente:

**Figura 5**

*Fórmula para el IMDA proyectado a futuro*

$$T_n = T_o (1+r)^n$$

Donde:

- T<sub>n</sub> = Tráfico en el año n
- T<sub>o</sub> = Tráfico actual o en el año base
- r = Tasa de crecimiento
- n = Año para el cual se calcula el volumen de tráfico

Nota. La figura muestra el Formula para el IMDA proyectado a futuro. Fuente: Estudio de Tráfico y Demanda, Estudio de Pre Inversión Llata (CONSORCIO GEODATA - ANTAMINA, 2014)

El Anexo N°2 muestra segmentos del estudio de tráfico realizado en lugar del tramo de diseño.

**Tabla 9**

*IMDA proyectado a 10 años en el tramo de interés*

Año	Auto	SW	Camionetas			Micro	Omnibus			Camion			Semitrailers					Trailers				Total Veh. Livianos	Total Veh. Pesados	TOTAL					
			Pick Up	Panel	C.R.		2E	3E	4E	2E	3E	4E	2S1	2S2	2S3	3S1	3S2	>=3S3	2T2	2T3	3T2				>=3T3				
2014	28	46	26	0	18	0	0	0	0	12	9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	118	21	139
2015	29	47	26	0	18	0	0	0	0	12	9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	120	21	142
2016	29	48	27	0	19	0	0	0	0	12	9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	123	21	144
2017	30	49	28	0	19	0	0	0	0	12	9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	125	21	147
2018	30	50	28	0	20	0	0	0	0	12	9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	128	22	149
2019	31	51	29	0	20	0	0	0	0	13	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	130	22	152
2020	31	52	29	0	20	0	0	0	0	13	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	132	23	155
2021	32	53	30	0	21	0	0	0	0	13	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	135	23	158
2022	32	54	30	0	21	0	0	0	0	13	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	137	23	161
2023	33	55	31	0	22	0	0	0	0	14	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	140	24	164
2024	34	56	31	0	22	0	0	0	0	14	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	143	24	167

Nota. Datos tomados del Estudio de Tráfico y Demanda, Estudio de Pre Inversión Llata (CONSORCIO GEODATA - ANTAMINA Perú, 2014)

De la imagen anterior, se puede observar que el IMDA en el año 2024 (en 10 años de proyección) es de 167 veh/día. Para la presente tesis, es necesario conocer el IMDA en 20 años contados a partir de la elaboración de ésta (2017), es decir, para el año 2037. Es posible calcularlo empleando la fórmula presentada en el Estudio de Tráfico de referencia.

Considerando una tasa de crecimiento de 1.9% para livianos y de 4.7 % para vehículos pesados, se procede a realizar los cálculos. Los resultados se muestran en la siguiente tabla:

**Tabla 10**

*MDA calculado a 20 años para el tramo Quivilla – Puente Tingo Chico*

AÑO	Auto	SW	Camionetas			Micro	Omnibus			Camion			Semitrailers					Trailers				Total Veh. Livianos	Total Veh. Pesados	TOTAL					
			Pick Up	Panel	C.R.		2E	3E	4E	2E	3E	4E	2S1	2S2	2S3	3S1	3S2	>=3S3	2T2	2T3	3T2				>=3T3				
2014	28	46	26	0	18	0	0	0	0	12	9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	100	39	139
2015	29	47	26	0	18	0	0	0	0	12	9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	102	40	142
2016	33	55	31	0	22	0	0	0	0	14	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	119	46	165
2017	34	56	32	0	22	0	0	0	0	14	11	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	122	47	168
2018	35	57	32	0	23	0	0	0	0	14	11	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	124	48	171
2019	35	58	33	0	23	0	0	0	0	15	11	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	126	48	175
2020	36	59	33	0	23	0	0	0	0	15	11	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	128	49	178
2021	36	60	34	0	24	0	0	0	0	15	11	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	131	50	181
2022	37	62	35	0	24	0	0	0	0	15	12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	133	51	185
2023	38	63	35	0	25	0	0	0	0	16	12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	136	52	188
2024	39	64	36	0	25	0	0	0	0	16	12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	138	53	191
2034	41	68	38	0	27	0	0	0	0	31	23	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	174	54	228
2035	42	69	39	0	27	0	0	0	0	32	24	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	177	56	233
2036	43	70	40	0	28	0	0	0	0	33	25	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	181	58	239
2037	44	71	41	0	28	0	0	0	0	35	26	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	184	61	245

Nota. Fuente: Propia (2020)

De la tabla se concluye que para el tramo Quivilla – Puente Tingo Chico, el IMDA en 20 años (2037) es de **245 vehículos/día**. Cabe resaltar que el tramo evaluado es una gran parte del tramo de interés de la presente tesis, por lo que, al presentar valores representativos, se asume que el IMDA es el mismo para la vía Nuevas Flores – Tingo Chico.

#### **5.2.1.2 Por su orografía**

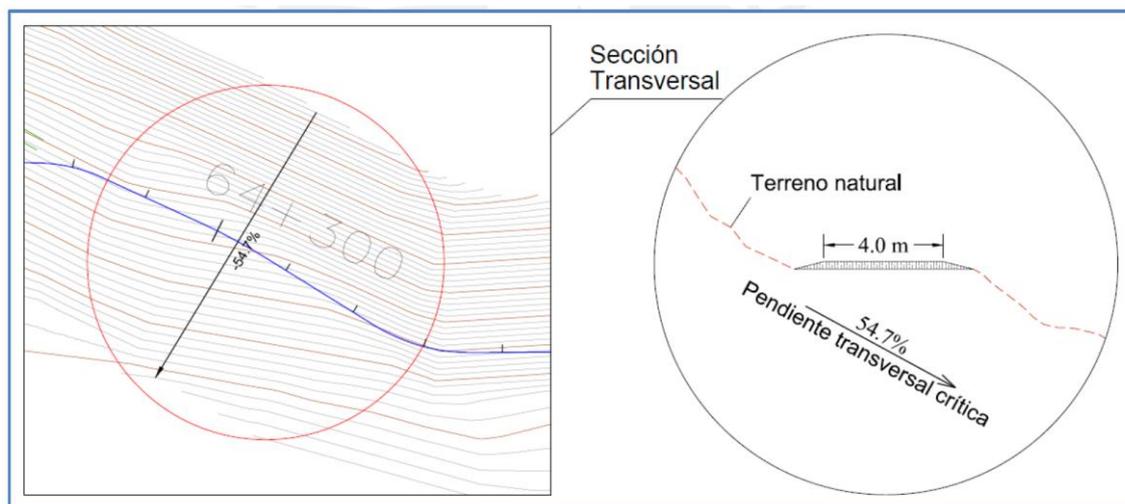
El levantamiento topográfico ha sido realizado por la empresa GEODATA Perú en el año 2015, como parte del Estudio de Topografía del Estudio de Pre Inversión Llata. La topografía brinda suficiente información para determinar las pendientes transversales al eje de la vía.

El Plano de Topografía y Evaluación de la Vía Existente presenta el levantamiento topográfico correspondiente al tramo de diseño, donde se indican las pendientes transversales a la vía existente cada cierto tramo. De ellas, se escoge la que determina el tipo de terreno en el que se encuentra la carretera, es decir, la pendiente transversal más crítica.

La figura siguiente muestra la que es la mayor pendiente transversal del terreno a lo largo de la carretera a diseñar. El valor es de 54.7 % (correspondiente al Km 68+800 de la red vecinal) el cual clasifica a la orografía como terreno accidentado.

**Figura 6**

*Pendiente transversal al eje de la vía más crítica*



Nota. La figura muestra la Pendiente transversal al eje de la vía más crítica.  
Fuente: Propia (2020)

### 5.2.2 VEHÍCULO DE DISEÑO

Como característica general para este tramo, se adopta una geometría que permita que todos los vehículos incluidos dentro del estudio de tráfico y demanda puedan circular con seguridad y comodidad. En el caso del presente proyecto, el vehículo más grande que transita por el tramo de diseño es un camión tipo 3E, cuya longitud máxima es de 13.20 metros (Ver Figura 7).

**Figura 7**  
*Tipos de Camiones*

TABLA DE PESOS Y MEDIDAS									
Configuración vehicular	Descripción gráfica de los vehículos	Long. Máx. ( m )	Eje Delant	Peso máximo ( t )				Peso bruto máx. ( t )	
				Conjunto de ejes posteriores					
				1°	2°	3°	4°		
C2		12,30	7	11	---	---	---	18	
C3		13,20	7	18	---	---	---	25	
C4		13,20	7	23 <sup>(1)</sup>	---	---	---	30	

Nota. La figura muestra los Tipos de Camiones. Fuente: Reglamento Nacional de Vehículos del MTC (2013)

Es posible que algunos de los vehículos pesados no considerados en el estudio de tráfico tengan mayor dificultad para su recorrido a lo largo del tiempo de servicio de la vía, debido a su configuración dimensional. Esto originaría, en algún momento, algunas rectificaciones del trazado.

### 5.2.3 *Velocidad de diseño*

De acuerdo con la clasificación de la carretera hecha ítems anteriores, se puede determinar la velocidad de diseño de la carretera, la cual servirá como valor clave para definir los demás elementos geométricos que involucra el diseño.

Según el Manual DG-2014, la velocidad de diseño se escoge a partir de conocer la clasificación de la carretera a diseñar. La Figura 9 muestra el rango de velocidades para las distintas clases de carreteras.

La carretera corresponde a una carretera de tercera clase con la orografía del tipo 3 (terreno accidentado). De esta manera, la velocidad de diseño para el tramo de diseño del presente proyecto se encuentra en el rango de 30 Km/h y 50 Km/h.

A partir de la configuración de las curvas de nivel plasmadas en planta, es posible encontrar una zona crítica en el recorrido de un trazo tentativo, definir un radio mínimo y definir una posible velocidad de diseño.

## Figura 8

Radio mínimo aproximado a partir de las curvas de nivel



Nota. La figura muestra el *Radio mínimo aproximado a partir de las curvas de nivel*. Fuente: Propia (2020)

La imagen anterior presenta una de las zonas más complicadas del trazado. Se puede apreciar que las curvas de nivel definen naturalmente una curva, la cual, si es aproximada como curva circular, obtiene un radio de 50.5 m.

Empleando la ecuación de radio mínimo, y empleando los siguientes valores, es posible aproximar una velocidad de diseño.

- $R_{mín} \text{ aproximado} = 50.5 \text{ m}$
- $P_{máx} = 12\% = 0.012$  (Ver Tabla N°6)
- $f_{máx} = \text{por tanteo}$ . Se asume un valor inicial correspondiente a una velocidad y luego se ajusta hasta que se exista correspondencia entre  $f_{máx}$  y la velocidad de diseño. Se asume 0.16 inicialmente, correspondiente a 50 kph.

$$V^2 = 127(P_{max} + f_{max})R_{mín}$$

$$V^2 = 127x (0.12 + 0.16) x 50.5$$

$$V = 42.3 \text{ Kph}$$

Se observa que no existe correspondencia entre el valor de  $f_{\text{máx}}$  asumido y el valor de velocidad de diseño calculado. Para un nuevo cálculo, se asumirá un  $f_{\text{máx}}$  correspondiente a una velocidad de diseño de 40 Kph (0.17).

$$V_2 = 127x (0.12 + 0.17) x 50.5$$

$$V = 43.1 \text{ Kph}$$

Ahora se puede ver que el valor de velocidad guarda cierta correspondencia con el valor de  $f_{\text{máx}}$  asumido.

Entonces, de acuerdo con los cálculos anteriores, es posible definir una posible velocidad de diseño. Este valor es de **40 Kph**.

Es necesario mencionar que no es recomendable una velocidad de 30 Km/h, pues significaría un aumento de solo 5 Km/h a comparación de la velocidad de viaje actual de la vía. Queda entonces por definir entre 40 Km/h (la que se adapta al terreno respecto a un radio mínimo) y 50 Km/h. Una mayor velocidad de diseño requiere de una mayor infraestructura, por consiguiente, mayores costos de inversión, lo que tendría que ser justificada a partir de la demanda. En base a la búsqueda de un buen balance de la oferta y la demanda, no es factible definir 50 Km/h como la velocidad de diseño, puesto que la demanda actual no es lo suficientemente alta para justificarla. Por lo tanto, la velocidad adecuada para la vía en estudio es de **40 Km/h**.

**Figura 9**

Rango de velocidades en función a la clasificación de la carretera por demanda y orografía.

CLASIFICACIÓN	OROGRAFÍA	VELOCIDAD DE DISEÑO DE UN TRAMO HOMOGÉNEO VTR (km/h)											
		30	40	50	60	70	80	90	100	110	120	130	
Autopista de primera clase	Plano												
	Ondulado												
	Accidentado												
	Escarpado												
Autopista de segunda clase	Plano												
	Ondulado												
	Accidentado												
	Escarpado												
Carretera de primera clase	Plano												
	Ondulado												
	Accidentado												
	Escarpado												
Carretera de segunda clase	Plano												
	Ondulado												
	Accidentado												
	Escarpado												
Carretera de tercera clase	Plano												
	Ondulado												
	Accidentado												
	Escarpado												

Nota. La figura muestra el rango de velocidades en función a la clasificación de la carretera por demanda y orografía. Fuente: Adoptado del Manual DG-2014 (2014)

### 5.2.4 Radio mínimo

Una vez definido la velocidad de diseño, es posible calcular el radio mínimo de diseño. A partir de los siguientes parámetros, y empleando la ecuación del Manual DG-2014, se calcula este valor.

- $V = 40 \text{ Kph}$
- $P_{\text{máx}} = 12\% = 0.12$
- $f_{\text{máx}} = 0.17$

$$R_{\text{mín}} = \frac{V^2}{127(P_{\text{máx}} + f_{\text{máx}})} = \frac{40^2}{127(0.12 + 0.17)}$$

$$R_{\text{mín}} = 43.4 \text{ m} \approx 45 \text{ m}$$

Por lo tanto, el radio mínimo de diseño para curvas circulares queda definido en 45 m.

### 5.3 DISEÑO DEL ALINEAMIENTO HORIZONTAL

El Plano de Planta y Perfil muestra el diseño geométrico horizontal que corresponde a una velocidad de diseño de 40 Kph.

#### 5.3.1 DISEÑO DE RADIOS MAYORES AL MÍNIMO

Cada curva ha sido diseñada de tal forma que el trazo se aproxime a la geometría de las curvas de nivel, de modo que se ubique a media ladera, y se evite generar grandes cantidades de corte o relleno.

El diseño de la vía presenta 25 curvas horizontales, y todas estas tienen radios mayores al radio mínimo. La siguiente tabla muestra el radio asignado a cada curva.

**Tabla 11**

*Diseño de curvas circulares*

Curva N°	Radio (m)	Curva N°	Radio (m)
1	450	12	60
2	250	13	250
3	300	14	300
4	300	15	300
5	450	16	300
6	200	17	300
7	200	18	300
8	200	19	200
9	250	20	200
10	300	21	350
11	90	22	100

Nota. Fuente: Propia (2020)

Se observa que las curvas diseñadas son, en su mayoría, de radios grandes. Esto se debe a que la configuración de los cerros por donde pasa la vía no es abrupta ni demasiado sinuosa. Por ello, la vía presenta curvas amplias y con tramos rectos muy prolongados en algunos sectores.

Las curvas resaltadas en la tabla son aquellas que necesitan obligatoriamente curvas de transición (espirales) a la entrada y a la salida. Son curvas con radios menores al que permite prescindir de espirales, en este caso, 95m.

### 5.3.2 DISTANCIAS DE VISIBILIDAD

#### 5.3.2.1 Distancia de Visibilidad de Parada

De acuerdo a la velocidad de diseño y a las figuras del acápite 2.2.4.1, se determinó que la distancia de visibilidad de parada va en el rango desde los 43 m, cuando la pendiente sea en bajada con 9% de inclinación, hasta los 53 m, cuando la pendiente sea en subida, también con 9% de inclinación.

**Tabla 12**  
*Distancia de visibilidad de parada de diseño*

Velocidad de diseño (km/h)	Pendiente nula o en bajada				Pendiente en subida		
	0%	3%	6%	9%	3%	6%	9%
20	20	20	20	20	19	18	18
30	35	35	35	35	31	30	29
40	50	50	50	53	45	44	43
50	65	66	70	74	61	59	58
60	85	87	92	97	80	77	75
70	105	110	116	124	100	97	93
80	130	136	144	154	123	118	114
90	160	164	174	187	148	141	136
100	185	194	207	223	174	167	160
110	220	227	243	262	203	194	186
120	250	283	293	304	234	223	214
130	287	310	338	375	267	252	238

Nota. Datos tomados del Manual DG-2014 (2014)

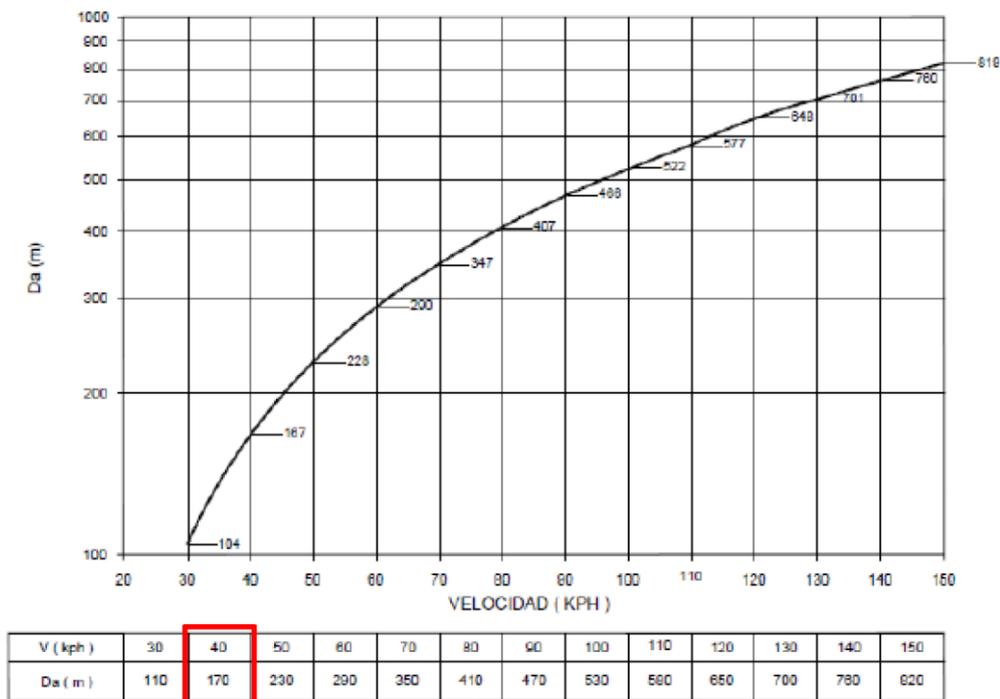
De acuerdo al diseño de la rasante, la pendiente máxima del alineamiento es de 4.32%, tomándose como pendiente en bajada. Y al no existir pendientes nulas, la distancia de parada en el diseño horizontal viene a ser de 50 metros.

Por otro lado, las distancias de parada en cada curva vertical del diseño en perfil serán calculadas más adelante en el capítulo 4.4 Diseño del alineamiento vertical.

### 5.3.2.2 Distancia de visibilidad de adelantamiento

De acuerdo a la velocidad de diseño y a la figura a continuación del Manual DG- 2014, se determinó que la distancia de visibilidad de paso o adelantamiento es de 170 m.

**Figura 10**  
Distancia de visibilidad de paso o adelantamiento (en metros)



Nota. La figura muestra la Distancia de visibilidad de paso o adelantamiento (en metros). Fuente: Manual DG-2014 (2014)

Así mismo, se ha diseñado la carretera de modo que más del 25% de esta tenga la visibilidad adecuada para adelantar. Esta recomendación de la Norma Peruana se presenta a continuación.

### 5.3.3 TRAZO

El trazo de ha definido de modo que se cumplan valores mínimos de longitudes rectas, que exista correspondencia entre curvas consecutivas y que se cumplan las distancias de visibilidad mencionadas anteriormente.

A partir del Km 68+900 del diseño, el trazo se acopla y sigue el eje de la carretera existente, de modo que no exista interferencias con las propiedades de los habitantes en el centro poblado de Tingo Chico.

En el recorrido de la vía existente se observan 3 accesos a diferentes centros poblados. Estos accesos de trocha carrozable intersecan a la carretera existente en los kilómetros 61+400, 64+250 y 67+900. Estos se acoplan a la geometría del nuevo eje diseñado, principalmente a la misma cota del eje diseñado, sin necesidad de que se realicen cortes o rellenos.

#### 5.3.3.1 Longitud de Tramos Rectos

De acuerdo a la siguiente figura del Manual DG-2014 y a la velocidad de diseño, se estableció que la longitud en tramo recto mínima para curvas en “S” es de 56 m, y en curvas “O”, es de 111 m.

**Tabla 13**

*Longitudes de tramos en tangente*

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

Dónde:

- L<sub>mín.s</sub> : Longitud mínima (m) para trazados en "S" (alineamiento recto entre alineamientos con radios de curvatura de sentido contrario).
- L<sub>mín.o</sub> : Longitud mínima (m) para el resto de casos (alineamiento recto entre alineamientos con radios de curvatura del mismo sentido).
- L<sub>máx</sub> : Longitud máxima deseable (m).
- V : Velocidad de diseño (km/h)

Nota. Datos tomados del Manual DG-2014 (2014)

La tabla a continuación muestra la longitud de los tramos rectos de acuerdo a la distribución de curvas del trazo.

**Tabla 14**

*Longitud de tramos rectos correspondientes al diseño*

Tramo en tangente	Curva Correspondiente	Sentido	Tipo de Curva	Longitud tramo en tangente (m)	Verificación
L1	C1	Izquierda	---	133.113	---
L2	C2	Izquierda	O	1161.737	No Cumple
L3	C3	Derecha	S	406.899	Cumple
L4	C4	Izquierda	S	166.598	Cumple
L5	C5	Derecha	S	624.579	Cumple
L6	C6	Derecha	O	612.850	Cumple
L7	C7	Izquierda	S	114.438	Cumple
L8	C8	Izquierda	O	535.066	Cumple
L9	C9	Derecha	S	130.886	Cumple
L10	C10	Derecha	O	459.815	Cumple
L11	C11	Izquierda	S	191.841	Cumple
L12	C12	Derecha	S	162.310	Cumple

Tramo en tangente	Curva Correspondiente	Sentido	Tipo de Curva	Longitud tramo en tangente (m)	Verificación
L13	C13	Derecha	O	235.246	Cumple
L14	C14	Izquierda	S	324.032	Cumple
L15	C15	Derecha	S	472.949	Cumple
L16	C16	Izquierda	S	618.656	Cumple
L17	C17	Derecha	S	128.339	Cumple
L18	C18	Derecha	O	307.064	Cumple
L19	C19	Izquierda	S	90.733	Cumple
L20	C20	Derecha	S	287.398	Cumple
L21	C21	Izquierda	S	139.248	Cumple
L22	C22	Izquierda	O	172.732	Cumple
L23	---	---	--	31.221	---

Nota. Fuente: Propia (2020)

La tabla anterior muestra que la mayoría de los tramos rectos del diseño cumplen las longitudes mínimas para cada tipo de curva. No obstante, el tramo recto L2 tiene una longitud mayor a la máxima que menciona el Manual. Si bien no se recomienda un tramo tangente muy extenso, es posible mantener la seguridad de la vía mediante una adecuada señalización.

A partir del tramo L23 (Km 68+900), el diseño se acopla al eje de la carretera ya existente, de modo que los tramos rectos se hacen cortos y las curvas están juntas. Esto permite que los vehículos disminuyan la velocidad a la entrada del centro poblado Tingo Chico.

### 5.3.3.2 Coordinación Entre Curvas

De acuerdo con el acápite 2.2.5.2, en la siguiente tabla se verifica la coordinación entre las curvas circulares que presenten tangente intermedia menor a 200 m.

**Tabla 15**

*Verificación de coordinación entre curvas*

Tramo Recto	Longitud (m)	Curva	Radio de entrada (m)	Radio de salida (m)			Observación
				Mín.	Máx.	Proyectado	
L4	166.598	C3	300	Mín.	Máx.	Proyectado	Adecuado
		C4		175	650	300	
L7	114.438	C6	200	Mín.	Máx.	Proyectado	Adecuado
		C7		125	350	200	
L9	130.886	C8	200	Mín.	Máx.	Proyectado	Adecuado
		C9		125	350	250	
L11	191.841	C10	300	Mín.	Máx.	Proyectado	La curva 11 presenta curvas de transición
		C11		175	650	90	
L12	162.310	C11	90	Mín.	Máx.	Proyectado	Adecuado
		C12		50	150	60	
L17	128.339	C16	300	Mín.	Máx.	Proyectado	Adecuado
		C17		175	650	300	
L19	90.733	C18	300	Mín.	Máx.	Proyectado	Adecuado
		C19		175	650	200	
L21	139.248	C20	200	Mín.	Máx.	Proyectado	Adecuado
		C21		125	350	350	
L22	172.72	C21	350	Mín.	Máx.	Proyectado	A partir de esta curva, el diseño del trazo se adapta al eje actual de la carretera
		C22		200	1000	100	

Nota. Fuente: Propia (2020)

Es posible observar que siete de los nueve casos cumplen con la norma, por lo que los radios proyectados en el diseño son los adecuados. Sin embargo, el radio de la curva C11 no está en el rango establecido. Esto se debe a que un radio mayor obligaría a proyectar una curva compuesta con la anterior (C10), situación que quiere evitarse en el diseño.

Del mismo modo, el radio de la curva C22 es menor al mínimo mostrado en la tabla anterior. De ser mayor o igual al mínimo, el trazo no se adaptaría ni al terreno ni al eje actual de la vía. Pues, a partir de esta curva, se desea que el eje diseñado empalme con la carretera existente.

En ambos casos, es necesaria emplear la señalización adecuada para mantener un diseño que siga siendo seguro para el conductor.

Al hacer una comparación de este criterio de coordinación entre la norma peruana y chilena, se observa que ambos manuales presentan los mismos valores de restricción, tanto en carreteras de primera y segunda clase, como en las de tercera clase.

### 5.3.3.3 Correspondencia Entre Curvas

A partir del diseño horizontal y el radio asignado a cada curva, es posible predecir una velocidad teórica con la que los vehículos recorrerían dichas curvas. Esto con la finalidad de verificar la correspondencia entre curvas consecutivas. Es decir, que la variación de velocidad ( $\Delta V$ ) entre curvas consecutivas no sea mayor a 20 Kph.

Al emplear la fórmula del radio mínimo, asignar el valor de los radios, y al tomar como variable la velocidad, es posible determinar esta última en cada curva del trazo.

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

Donde:

R = Radio de la curva circular (m)

V = Velocidad teórica en la curva (Kph)

$P_{m\acute{a}x}$  = Peralte máximo asociado a V (en decimal)

$f_{m\acute{a}x}$  = Coeficiente de fricción transversal asociado a V

La siguiente tabla muestra la variación de la velocidad entre dos curvas consecutivas. Cabe resaltar que los valores de  $P_{m\acute{a}x}$  y  $f_{m\acute{a}x}$  se asumieron como constantes para cada cálculo, correspondientes a la velocidad de diseño. Es decir, se asumió  $P_{m\acute{a}x}$  igual al 12% (0.12) y  $f_{m\acute{a}x}$  como 0.17.

**Tabla 16**

*Correspondencia entre curvas consecutivas*

Curva N°	Radio (m)	Velocidad teórica (Kph)	Variación ( $\Delta V$ ) en Kph
C1	450	129	—
C2	250	96	<b>33</b>
C3	300	105	9
C4	300	105	0
C5	450	129	<b>24</b>
C6	200	86	<b>43</b>
C7	200	86	0
C8	200	86	0
C9	250	96	10
C10	300	105	9
C11	90	58	<b>48</b>
C12	60	47	11
C13	250	96	<b>49</b>
C14	300	105	9
C15	300	105	0
C16	300	105	0
C17	300	105	0
C18	300	105	0
C19	200	86	19
C20	200	86	0
C21	350	114	<b>28</b>
C22	100	61	<b>53</b>

Nota. Fuente: Propia (2020)

De la tabla anterior, se observa que existen ciertos valores superiores a los 20 Kph recomendado. Esto se debe a la enorme diferencia de radios entre dos curvas consecutivas. Es poco admisible cambiar el radio de las curvas que presentan estas imperfecciones; sin embargo, es posible reducir el peligro mediante una adecuada señalización en las curvas.

### 5.3.4 PERALTES Y TRANSICIÓN DE PERALTES

Se han asignado un valor de peralte en cada curva diseñada, de acuerdo a los rangos que el Manual DG-2014 establece en la Figura 302.04, considerando que el área el de tipo rural (accidentado). La siguiente tabla muestra los valores de peralte para cada curva del trazo.

**Tabla 17**

*Valores de peralte asignado a las curvas diseñadas*

Curva N°	Radio (m)	Peralte asignado (%)	Curva N°	Radio (m)	Peralte asignado (%)
C1	450	2.8	C12	60	11.0
C2	250	4.3	C13	250	4.3
C3	300	3.7	C14	300	3.7
C4	300	3.7	C15	300	3.7
C5	450	2.8	C16	300	3.7
C6	200	5.2	C17	300	3.7
C7	200	5.2	C18	300	3.7
C8	200	5.2	C19	200	5.2
C9	250	4.3	C20	200	5.2
C10	300	3.7	C21	350	3.2
C11	90	9.3	C22	100	8.7

Nota. Fuente: Propia (2020)

A partir de la teoría ya planteada, el cálculo de la transición de peraltes se ha realizado bajo la rutina (macros) de MS Excel que se ha implementado como parte de la presente tesis. En primer lugar, se debe tener definidas las curvas, con sus radios respectivos, el sentido, y los puntos PC y PT. Estos valores se introducen en la pestaña listado de curvas.

**Figura 11**

*Pestaña listada de curvas con datos introducidos*

	A	B	C	D	E	F	G	H
1	Curva	Vel. Diseño:	Radio	Sentido	PC	PT		
2	1	40	450	I	53933.113	54062.802	Ir a Cálculos	
3	2	40	250	I	55224.539	55433.332		
4	3	40	300	D	55840.231	55995.1		
5	4	40	300	I	56161.698	56291.72		
6	5	40	450	D	56916.299	57205.364		
7	6	40	200	D	57818.214	57878.286		
8	7	40	200	I	57992.725	58073.542		
9	8	40	200	I	58608.608	58678.759		
10	9	40	250	D	58809.645	58873.27		
11	10	40	300	D	59333.085	59581.443		
12	11	40	90	I	59803.284	59870.542		
13	12	40	60	D	60092.853	60131.318		
14	13	40	250	D	60396.564	60501.706		
15	14	40	300	I	60825.737	61077.564		
16	15	40	300	D	61550.514	61731.028		
17	16	40	300	I	62349.683	62553.643		
18	17	40	300	D	62681.982	62751.646		
19	18	40	300	D	63058.71	63156.035		
20	19	40	200	I	63246.768	63442.918		
21	20	40	200	D	63730.315	63884.364		
22	21	40	350	I	64023.612	64163.74		
23	22	40	100	I	64336.472	64376.68		
24								
25								
26								
27								
28								
29								

Nota. La figura muestra la Pestaña listada de curvas con datos introducidos. Fuente: Propia (2020)

Una vez se hayan introducido todos los datos solicitados, se procede a emplear la pestaña CÁLCULO. En ella es importante introducir datos correctos, de otro modo los resultados no serán los adecuados. Para el presente proyecto, se definen los siguientes valores:

- Clasificación de la carretera: Carretera de Tercera Clase
- Tipo de Orografía: Accidentada (Tipo 3)

- Tipo de Zona: Zona Rural (Tipo 3 o Tipo 4)
- Bombeo: 2.5 %
- Inclinación de berma: 4%
- Factor K de proporcionalidad de peralte: 0.7

Se introducen estos datos en las celdas amarillas de la siguiente figura. Se puede obtener automáticamente el ancho de calzada de diseño, el peralte correspondiente a la curva, la necesidad de usar espirales, la longitud mínima y máxima de las espirales, y la longitud de transición de peralte.

**Figura 12**

*Cálculo de longitud de transición*

	A	B	C	D
1	<b>1. REGISTRO DE DATOS</b>			
2				
3	Clasificación:	Carretera de Tercera Clase		
4	Orografía:	3 Accidentado (51 - 100%)		
5	Carretera Tipo:	Zona Rural (Tipo 3 o 4)		
6	Curva Nº:	11		
7	Dirección:	I		
8	Vel. Diseño:	40		
9	Radio:	90		
10				
11	Peralte:	9.7		
12	K:	0.7		
13	Bombeo:	-2.5		
14	Ancho de Calzada	6		
15	B:	3		
16	ip:	1.4		
17	Berma:	-4		
18				
19				
20	¿Necesita Espiral?	NECESITA ESPIRAL		
21	Lt	-		
22	LS min	30.00		
23	LS max	46.00		
24	Ls Escogido	30.00		
25				
26	PC	59803.284		
27	PT	59870.542		
28				
29				
30				
31				

Nota. La figura muestra el Cálculo de longitud de transición. Fuente: Propia (2020)

Realizados estos cálculos, es necesario definir los puntos notables y las progresivas en la que se ubican, de manera que se importe dicha información al software de diseño (AutoCAD Civil 3D). En la misma pestaña CÁLCULOS, se procede a calcular la transición de peralte, y llevar los datos a una base de datos que se importan al software.

**Figura 13**

*Cálculo de la transición de peralte*

**3. CALCULAR**

Entrada		Salida	
AB =	7.732	A'B' =	7.732
BC =	7.732	B'C' =	7.732
CD =	22.268	C'D' =	22.268
AF =	4.639	A'F' =	4.639
BG =	12.371	B'G' =	12.371

**4. LLEVAR DATOS A PLANTILLA**

	Estaciones	Descripción	Berma	Carril	Carril	Berma
F =	59760.913	End Normal St	-4	-2.5	-2.5	-4
A =	59765.552	End Normal Cr	-4	-2.5	-2.5	-2.5
B =	59773.284	Level Crown	-4	-2.5	0	0
C =	59781.016	Reverse Crow	-4	-2.5	2.5	2.5
G =	59785.655	Low Shoulder	-4	-4	4	4
D=SC=Pc=	59803.284	Begin Full Sup	-9.7	-9.7	9.7	9.7
D'=CS=Pt=	59870.542	End Full Super	-9.7	-9.7	9.7	9.7
G' =	59888.171	Low Shoulder	-4	-4	4	4
C' =	59892.810	Reverse Crow	-4	-2.5	2.5	2.5
B' =	59900.542	Level Crown	-4	-2.5	0	0
A' =	59908.274	Begin Normal	-4	-2.5	-2.5	-2.5
F' =	59912.913	Begin Normal	-4	-2.5	-2.5	-4

Nota. La figura muestra el Cálculo de la transición de peralte. Fuente: Propia (2020)

Figura 14

Base de datos a importar al software de diseño

Curva	Estación	Descripción	Suavizado	Berma Exterior	Carril Exterior	Carril Interior	Berma Interior	Berma Exterior	Carril Exterior	Carril Interior	Berma Exterior
1	53919.6187	End Normal Sho	0	-4	-2.5	0	0	-4	-2.5	0	0
1	53923.0149	End Normal Crow	0	-4	-2.5	0	0	-2.5	-2.5	0	0
1	53928.6753	Level Crown	0	-4	-2.5	0	0	0	0	0	0
1	53934.3356	Reverse Crown	0	-4	-2.5	0	0	2.5	2.5	0	0
1	53935.0149	Begin Full Super	0	-4	-2.8	0	0	2.8	2.8	0	0
1	54060.9001	End Full Super	0	-4	-2.8	0	0	2.8	2.8	0	0
1	54061.5794	Reverse Crown	0	-4	-2.5	0	0	2.5	2.5	0	0
1	54067.2397	Level Crown	0	-4	-2.5	0	0	0	0	0	0
1	54072.9001	Begin Normal Cr	0	-4	-2.5	0	0	-2.5	-2.5	0	0
1	54076.2963	Begin Normal Sh	0	-4	-2.5	0	0	-4	-2.5	0	0
2	55208.0449	End Normal Sho	0	-4	-2.5	0	0	-4	-2.5	0	0
2	55211.5743	End Normal Crow	0	-4	-2.5	0	0	-2.5	-2.5	0	0
2	55217.4566	Level Crown	0	-4	-2.5	0	0	0	0	0	0
2	55223.339	Reverse Crown	0	-4	-2.5	0	0	2.5	2.5	0	0
2	55226.8684	Low Shoulder M	0	-4	-4	0	0	4	4	0	0
2	55227.5743	Begin Full Super	0	-4.3	-4.3	0	0	4.3	4.3	0	0
2	55430.2967	End Full Super	0	-4.3	-4.3	0	0	4.3	4.3	0	0
2	55431.0026	Low Shoulder M	0	-4	-4	0	0	4	4	0	0
2	55434.532	Reverse Crown	0	-4	-2.5	0	0	2.5	2.5	0	0
2	55440.4144	Level Crown	0	-4	-2.5	0	0	0	0	0	0
2	55446.2967	Begin Normal Cr	0	-4	-2.5	0	0	-2.5	-2.5	0	0
2	55449.8261	Begin Normal Sh	0	-4	-2.5	0	0	-4	-2.5	0	0
3	55825.3504	End Normal Sho	0	-4	-2.5	0	0	-4	-2.5	0	0
3	55828.7375	End Normal Crow	0	-2.5	-2.5	0	0	-4	-2.5	0	0
3	55834.3826	Level Crown	0	0	0	0	0	-4	-2.5	0	0
3	55840.0278	Reverse Crown	0	2.5	2.5	0	0	-4	-2.5	0	0
3	55842.7375	Begin Full Super	0	3.7	3.7	0	0	-4	-3.7	0	0
3	55992.5935	End Full Super	0	3.7	3.7	0	0	-4	-3.7	0	0
3	55995.3032	Reverse Crown	0	2.5	2.5	0	0	-4	-2.5	0	0
3	56000.9484	Level Crown	0	0	0	0	0	-4	-2.5	0	0
3	56006.5935	Begin Normal Cr	0	-2.5	-2.5	0	0	-4	-2.5	0	0
3	56009.9806	Begin Normal Sh	0	-4	-2.5	0	0	-4	-2.5	0	0
4	56146.8174	End Normal Sho	0	-4	-2.5	0	0	-4	-2.5	0	0
4	56150.2045	End Normal Crow	0	-4	-2.5	0	0	-2.5	-2.5	0	0
4	56155.8496	Level Crown	0	-4	-2.5	0	0	0	0	0	0
4	56161.4948	Reverse Crown	0	-4	-2.5	0	0	2.5	2.5	0	0
4	56164.2045	Begin Full Super	0	-4	-3.7	0	0	3.7	3.7	0	0
4	56289.2135	End Full Super	0	-4	-3.7	0	0	3.7	3.7	0	0
4	56291.9232	Reverse Crown	0	-4	-2.5	0	0	2.5	2.5	0	0
4	56297.5684	Level Crown	0	-4	-2.5	0	0	0	0	0	0
4	56303.2135	Begin Normal Cr	0	-4	-2.5	0	0	-2.5	-2.5	0	0
4	56306.6006	Begin Normal Sh	0	-4	-2.5	0	0	-4	-2.5	0	0
5	56902.8047	End Normal Sho	0	-4	-2.5	0	0	-4	-2.5	0	0
5	56906.2009	End Normal Crow	0	-2.5	-2.5	0	0	-4	-2.5	0	0
5	56911.8613	Level Crown	0	0	0	0	0	-4	-2.5	0	0
5	56917.5216	Reverse Crown	0	2.5	2.5	0	0	-4	-2.5	0	0

Nota. La figura muestra la base de datos a importar al software de diseño. Fuente: Propia (2020)

De este modo se puede analizar la transición de peraltes en cada curva. El Plano de Diagrama de Transición de Peraltes muestra la transición de peraltes del trazo diseñado. Además, la siguiente tabla muestra la longitud de transición de peralte para cada curva.

**Tabla 18***Longitud de transición de peralte*

Curva N°	Radio (m)	Peralte asignado (%)	Longitud de Transición (m)	Curva N°	Radio (m)	Peralte asignado (%)	Longitud de Transición (m)
C1	450	2.8	12.0	C12	60	11.0	30 (espiral)
C2	250	4.3	16.0	C13	250	4.3	16.0
C3	300	3.7	14.0	C14	300	3.7	14.0
C4	300	3.7	14.0	C15	300	3.7	14.0
C5	450	2.8	12.0	C16	300	3.7	14.0
C6	200	5.2	18.0	C17	300	3.7	14.0
C7	200	5.2	18.0	C18	300	3.7	14.0
C8	200	5.2	18.0	C19	200	5.2	18.0
C9	250	4.3	16.0	C20	200	5.2	18.0
C10	300	3.7	14.0	C21	350	3.2	14.0
C11	90	9.3	30 (espiral)	C22	100	8.7	24.0

Nota. Fuente: Propia (2020)

### 5.3.5 SOBREANCHOS

De acuerdo a la ecuación de sobreancho presentada en el acápite 2.2.5.5. se realiza el cálculo para cada curva diseñada. Es necesario tomar en cuenta los siguientes parámetros:

- Número de carriles (n): 2
- Vehículo de diseño: Camión de 3 ejes – C3
- Distancia entre eje posterior y parte frontal del vehículo de diseño (L): 10.55 mm
- Velocidad de diseño (V): 40 Km/h

La siguiente tabla muestra los valores de sobreanchos adaptados.

**Tabla 19**

Valores de sobreancho adaptados a las curvas diseñadas y sus respectivas longitudes de transición.

Curva N°	Radio (m)	Sobreanchos (m)	Longitud de Transición Entrada - Salida (m)	Inicio de sobreancho	Fin de sobreancho
C1	450	0.50	12.00	58+435.015	58+560.900
C2	250	0.70	16.00	59+727.574	59+930.297
C3	300	0.70	14.00	60+342.737	60+492.594
C4	300	0.70	14.00	60+664.204	60+789.214
C5	450	0.50	12.00	61+418.201	61+703.462
C6	200	0.90	18.00	62+321.861	62+374.639
C7	200	0.90	18.00	62+496.372	62+569.895
C8	200	0.90	18.00	63+112.255	63+175.112
C9	250	0.70	16.00	63+312.680	63+370.235
C10	300	0.70	14.00	63+835.591	64+078.937
C11	90	1.70	30.0	<b>64+303.284</b>	<b>64+370.542</b>
C12	60	2.40	30.0	<b>64+592.853</b>	<b>64+631.318</b>
C13	250	0.70	16.00	64+899.599	64+998.671
C14	300	0.70	14.00	65+328.243	65+575.058
C15	300	0.70	14.00	66+053.020	66+228.522
C16	300	0.70	14.00	66+852.189	67+051.137
C17	300	0.70	14.00	67+184.488	67+249.140
C18	300	0.70	14.00	67+561.216	67+653.529
C19	200	0.90	18.00	67+750.415	67+939.271
C20	200	0.90	18.00	68+233.962	68+380.717
C21	350	0.60	14.00	68+525.970	68+661.382
C22	100	1.60	24.00	68+842.065	68+870.759

Nota. Fuente: Propia (2020)

Es necesario aclarar que la longitud de transición de entrada del sobreancho va desde un punto en la recta tangente hasta el inicio mostrado en la tabla. Y la transición de salida, desde el final mostrado en la tabla, hasta un punto en la recta tangente siguiente.

En el caso de las curvas con espiral, el desarrollo del sobreancho se da en la longitud de la curva de transición, en este caso, 30 m (curvas C11 y C12).

#### 5.4 DISEÑO DEL ALINEAMIENTO VERTICAL

El Plano de Planta y Perfil muestra el diseño geométrico vertical correspondiente a una velocidad de diseño de 40 Kph. El perfil de la carretera se ha diseñado de tal forma que la rasante se adapte, en lo posible, al terreno.

#### 5.4.1 RASANTE, PENDIENTE MÍNIMA Y MÁXIMA

De acuerdo con el 2.2.6.1., para el caso de la presente tesis, se toma como pendiente óptima 0.5%, y excepcionalmente pendientes mínimas de 0.35%. La pendiente máxima permisible es de 10%.

Bajo estas consideraciones, se ha diseñado el alineamiento vertical de la carretera y se han optado por proveer pendientes mayores a la mínima. A continuación, se presenta una tabla que lista los puntos de inflexión verticales (PIV) junto con las rectas en pendiente de entrada y salida al PIV.

**Tabla 20**

*Rectas en pendiente del alineamiento horizontal.*

PVI N°	Progresiva	Elevación (m.s.n.m.)	Pendiente en Entrada	Pendiente en Salida
1	59+010.000	2957.73	-0.99%	1.78%
2	59+710.000	2970.16	1.78%	0.45%
3	60+220.000	2972.47	0.45%	4.42%
4	60+400.000	2980.43	4.42%	-3.60%
5	60+730.000	2968.55	-3.60%	-0.38%
6	61+040.000	2967.39	-0.38%	-1.33%
7	61+270.000	2964.33	-1.33%	4.25%
8	61+560.000	2976.66	4.25%	-0.32%
9	62+630.000	2973.24	-0.32%	3.78%
10	62+870.000	2982.31	3.78%	0.35%
11	64+420.000	2987.71	0.35%	-1.96%
12	65+120.000	2974.01	-1.96%	4.31%
13	65+300.000	2981.77	4.31%	0.39%
14	65+640.000	2983.09	0.39%	-3.35%
15	65+950.000	2972.70	-3.35%	0.65%
16	66+720.000	2977.68	0.65%	3.57%
17	67+070.000	2990.16	3.57%	-0.86%
18	67+480.000	2986.65	-0.86%	0.38%
19	67+840.000	2988.02	0.38%	1.98%
20	68+350.000	2998.13	1.98%	-3.63%
21	68+610.000	2988.70	-3.63%	-1.39%

Nota. Fuente: Propia (2020)

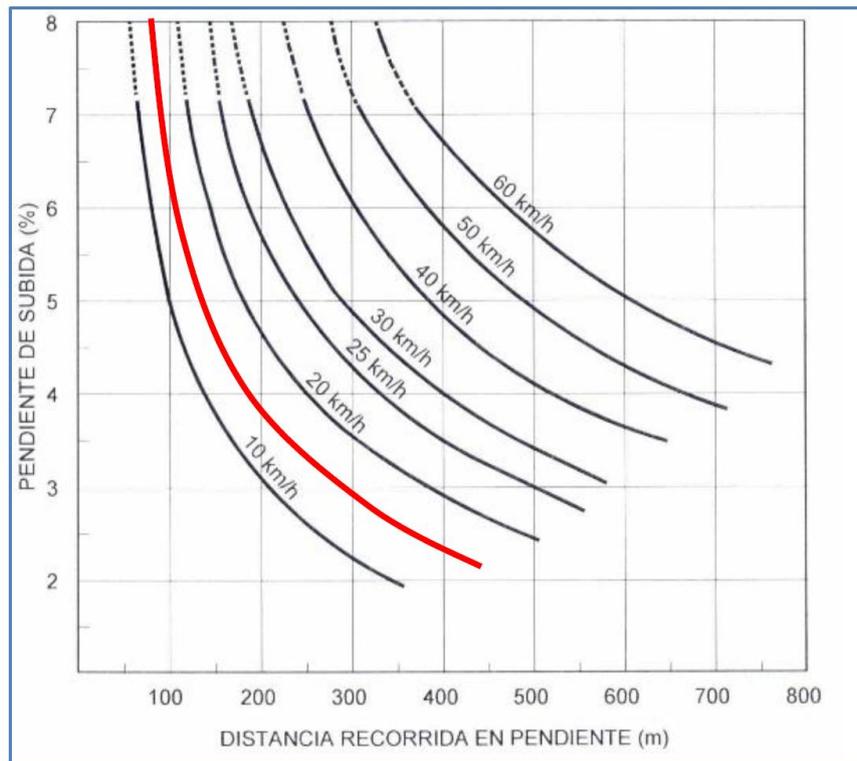
Se observa que las pendientes no superan la máxima de 10% y que por lo general son bajas. Ahora, es necesario verificar si el diseño es compatible con otras importantes consideraciones que presenta el Manual sobre el diseño de la rasante:

- Al no existir ascensos continuos, longitudes de más de 3 kilómetros con más de 5% de pendiente, no es necesario ubicar tramos de descanso.

- Sobre la pérdida de velocidad de los vehículos pesados en subida, se evita en lo posible que la caída de velocidad supere los 15 Km/h, esto como recomendación del Manual DG-2014. Con la ayuda de la Figura 303.01b del Manual, se puede establecer la longitud crítica en pendiente.

**Figura 15**

*Longitud crítica en pendiente*



Nota. La figura muestra la longitud crítica en pendiente. Fuente: Manual DG-2014 (2014)

La siguiente tabla muestra las longitudes en pendiente del alineamiento vertical y la verificación de que si cumple o no con la longitud crítica para una caída de velocidad de 15 Km/h.

**Tabla 21***Longitudes en pendiente del diseño vertical*

PVI N°	Progresiva	Pendiente (subida)	Longitud en pendiente (m)	Longitud Crítica (m)	Pérdida de velocidad de 15 Km/h	Pérdida de velocidad (km/h)
Inicio	58+300.000	---	---		--	--
1	59+010.000	0.99%	710.000	Indeterminado	--	--
2	59+710.000	1.78%	700.000	Indeterminado	--	--
3	60+220.000	0.45%	510.000	Indeterminado	--	--
4	60+400.000	4.42%	180.000	105.000	No	17
5	60+730.000	3.60%	330.000	170.000	No	21
6	61+040.000	0.38%	310.000	Indeterminado	--	--
7	61+270.000	1.33%	230.000	450.000	Cumple	--
8	61+560.000	4.25%	290.000	95.000	No	23
9	62+630.000	0.32%	1070.000	Indeterminado	--	--
10	62+870.000	3.78%	240.000	200.000	No	17
11	64+420.000	0.35%	1550.000	Indeterminado	--	--
12	65+120.000	1.96%	700.000	Indeterminado	--	--
13	65+300.000	4.31%	180.000	110.000	No	16
14	65+640.000	0.39%	340.000	Indeterminado	--	--
15	65+950.000	3.35%	310.000	250.000	No	18.5
16	66+720.000	0.65%	770.000	Indeterminado	--	--
17	67+070.000	3.57%	350.000	110.000	No	22
18	67+480.000	0.86%	410.000	Indeterminado	--	--
19	67+840.000	0.38%	360.000	Indeterminado	--	--
20	68+350.000	1.98%	510.000	Indeterminado	--	--
21	68+610.000	3.63%	260.000	220.000	No	17
Fin	68+907.572	1.39%	297.572	Indeterminado	--	--

Nota. Fuente: Propia (2020)

De la tabla anterior se observa que para las rectas con pendientes menores a 2% no habría problema en considerar longitudes extensas. Por otro lado, la caída de velocidad, por lo general, cumple con los 15 Km/h recomendable. No obstante, existen 8 tramos en los que los supera, pero que no llegan a ser mayores a 25 Km/h, valor con el cual se debe optar por ubicar carriles de ascenso, situación que aumentaría en el costo de ejecución de la carretera.

#### 5.4.2 CURVAS VERTICALES

De acuerdo al acápite 2.2.6.2., se han diseñado las curvas verticales de modo que, en lo posible, tengan longitudes mayores a las distancias de visibilidad. Tanto las curvas cóncavas y convexas han sido diseñadas bajo ciertas consideraciones o parámetros.

- Velocidad de diseño: 40 Km/h
- El tiempo de percepción reacción mínimo adecuado establecido por la Norma es de 2 segundos.
- El coeficiente de fricción para el pavimento en estado húmedo (caso crítico) según la normativa AASHTO es de 0.38, para una velocidad de diseño de 40 Km/h.
- La distancia de visibilidad de parada según tablas ( $D_{p1}$ ) varía desde 50m hasta 53m. Se calcularán también estas distancias a partir de las fórmulas ( $D_{p2}$ ). A partir de  $D_{p1}$  y  $D_{p2}$  se deducirá la longitud mínima de distancia de parada ( $D_p$ ).
- La distancia de visibilidad de adelantamiento según gráfico ( $D_a$ ) es de 170 m.
- Longitud mínima por efectos gravitacionales que afectan mayormente a las curvas cóncavas.

Bajo los criterios mencionados, se presenta la Tabla N° 16 donde se muestran las longitudes mínimas adoptadas para cada una de las curvas verticales del diseño vertical. En ella se observa que las distancias de parada mínimas  $D_p$  (columna H) no superan los 50 m de longitud. Las longitudes de curva vertical para contar con  $D_p$  (columna J) es en su mayoría son valores negativos, esto sucede debido a las pendientes reducidas de entrada y salida. Lo mismo sucede en las longitudes para contar con  $D_a$

(columna K). En todos los casos, la longitud mínima debe ser 40 Km/h por cuestiones estéticas. De modo que, la longitud mínima de diseño para cada curva vertical es la mayor entre aquellas calculadas en las columnas J, K, L y M.

La columna (O) verifica si la curva cuenta con la distancia de parada, distancia de visibilidad de paso o ambas. Es necesario mencionar que, por efectos de diseño de la rasante, en los PVI N° 4, 8, y 20, las longitudes mínimas no son necesariamente mayores a las de la columna (K), de modo que solo cuentan con distancia de visibilidad de parada.

Luego de haber definido las longitudes mínimas de las curvas verticales, se verifica si el diseño cumple con estas condiciones. La Tabla N° 17 muestra dicha verificación.

**Tabla 22**

*Longitudes en curvas verticales*

PIV N°	Tipo de Curva	Longitud mínima de CV (m)	Longitud en el diseño vertical (m)	Observación
1	Cóncava	40.0	300.0	No permite adelantar
2	Convexa	40.0	300.0	Permite adelantar
3	Cóncava	40.0	200.0	No permite adelantar
4	Convexa	60.0	100.0	No permite adelantar
5	Cóncava	40.0	100.0	No permite adelantar
6	Convexa	40.0	200.0	Permite adelantar
7	Cóncava	60.0	150.0	No permite adelantar
8	Convexa	40.0	115.3	No permite adelantar
9	Cóncava	40.0	173.5	No permite adelantar
10	Convexa	80.0	100.0	Permite adelantar
11	Convexa	40.0	100.0	Permite adelantar
12	Cóncava	60.0	100.0	No permite adelantar
13	Convexa	100.0	180.0	Permite adelantar
14	Convexa	100.0	120.0	Permite adelantar
15	Cóncava	40.0	100.0	No permite adelantar
16	Cóncava	40.0	373.9	No permite adelantar
17	Convexa	140.0	140.0	Permite adelantar
18	Cóncava	40.0	200.0	No permite adelantar
19	Cóncava	40.0	100.0	No permite adelantar
20	Convexa	40.0	100.0	No permite adelantar
21	Cóncava	40.0	100.0	No permite adelantar

Nota. Fuente: Propia (2020)

**Tabla 23**

*Longitud mínima de curvas verticales en el diseño*

Curva Vertical N°	Tipo de Curva	Pendiente en Entrada (%)	Pendiente en Salida (%)	A (%)	Distancia de Parada Dp1, por gráfico (m)	Distancia de Parada Dp2, por fórmula (m)	(H) Distancia de Parada Dp (m)	(I) Distancia de Visib. de Paso Da (m)	(J) Longitud mínima por Dp (m)	(K) Longitud mínima por Da (m)	(L) Longitud mínima por efectos grav. (m)	(M) Longitud mínima por estética (m)	(N) Longitud mínima de CV (m)	(O) Observación
1	Cóncava	-0.99	1.78	2.77	50.00	40.00	50.00	170	-6.50	-371.28	11.2	40.0	40.0	Cuenta con Dp
2	Convexa	1.78	0.45	1.33	50.00	40.00	50.00	170	-203.76			40.0	40.0	Cuenta con Da y Dp
3	Cóncava	0.45	4.42	3.97	50.00	41.00	50.00	170	25.69		16.1	40.0	40.0	Cuenta con Dp
4	Convexa	4.42	-3.6	8.02	50.00	41.00	50.00	170	49.63	245.01		40.0	60.0	Cuenta con Dp
5	Cóncava	-3.6	-0.38	3.22	50.00	39.00	50.00	170	8.39		13.0	40.0	40.0	Cuenta con Dp
6	Convexa	-0.38	-1.33	0.95	50.00	39.00	50.00	170	-325.26	-655.79		40.0	40.0	Cuenta con Da y Dp
7	Cóncava	-1.33	4.25	5.58	50.00	41.00	50.00	170	47.13		22.6	40.0	60.0	Cuenta con Dp
8	Convexa	4.25	-0.32	4.57	50.00	41.00	50.00	170	11.60	133.00		40.0	40.0	Cuenta con Dp
9	Cóncava	-0.32	3.78	4.10	50.00	41.00	50.00	170	28.05		16.6	40.0	40.0	Cuenta con Dp
10	Convexa	3.78	0.35	3.43	50.00	41.00	50.00	170	-17.78	64.20		40.0	80.0	Cuenta con Da
11	Convexa	0.35	-1.96	2.31	50.00	39.00	50.00	170	-74.89	-69.52		40.0	40.0	Cuenta con Da y Dp
12	Cóncava	-1.96	4.31	6.27	53.00	41.00	53.00	170	57.65		25.4	40.0	60.0	Cuenta con Dp
13	Convexa	4.31	0.39	3.92	50.00	41.00	50.00	170	-3.06	98.67		40.0	100.0	Cuenta con Da
14	Convexa	0.39	-3.35	3.74	50.00	39.00	50.00	170	-8.02	87.06		40.0	100.0	Cuenta con Da
15	Cóncava	-3.35	0.65	4.00	50.00	40.00	50.00	170	26.25		16.2	40.0	40.0	Cuenta con Dp
16	Cóncava	0.65	3.57	2.92	50.00	41.00	50.00	170	-1.03		11.8	40.0	40.0	Cuenta con Dp
17	Convexa	3.57	-0.86	4.43	50.00	41.00	50.00	170	8.80	126.46		40.0	140.0	Cuenta con Da
18	Cóncava	-0.86	0.38	1.24	50.00	39.00	50.00	170	-137.90		5.0	40.0	40.0	Cuenta con Dp
19	Cóncava	0.38	1.98	1.60	50.00	40.00	50.00	170	-84.38		6.5	40.0	40.0	Cuenta con Dp
20	Convexa	1.98	-3.63	5.61	50.00	40.00	50.00	170	27.99	171.38		40.0	40.0	Cuenta con Dp
21	Cóncava	-3.63	-1.39	2.24	50.00	40.00	50.00	170	-31.70		9.1	40.0	40.0	Cuenta con Dp

Nota. Fuente: Propia (2020)

Quedan entonces definidas las curvas verticales, de tal modo que sus longitudes, por lo menos, superen a las distancias de visibilidad de parada. Solo algunas tienen longitudes mayores a las distancias de visibilidad de paso, como son los PVI N° 2, 6, 10, 11, 13, 14 y 17. La columna de señalización indica aquellas curvas en las cuales verticales está prohibido adelantar.

## 5.5 DISEÑO DE LA SECCIÓN TRANSVERSAL

El Plano de la Sección Transversal Típica muestra el diseño transversal de la carretera en un tramo recto. El diseño comprende el dimensionamiento de la calzada, de las bermas, de las cunetas y del derecho de vía; así como definir los taludes de corte y relleno. De manera complementaria, se realiza un diseño básico de pavimento para el proyecto.

### 5.5.1 CALZADA

De acuerdo con la tabla 304.1 de la Norma, el ancho de calzada para el presente proyecto viene a ser de 6 m. Al tratarse de una plataforma de calzada única, con un carril por sentido, el ancho de cada uno de estos es de 3 m.

**Tabla 24**

*Anchos mínimos de calzada*

Clasificación	Autopista				Carretera				Carretera				Carretera								
	> 6.000				6.000 - 4001				4.000-2.001				2.000-400				< 400				
	Primera Clase		Segunda Clase		Primera Clase		Segunda Clase		Primera Clase		Segunda Clase		Tercera Clase		Tercera Clase		Tercera Clase				
Orografía	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	
Velocidad de diseño: 30 km/h																				6,00	6,00
40 km/h																				6,60	6,60
50 km/h										7,20	7,20									6,60	6,60
60 km/h					7,20	7,20	7,20	7,20	7,20	7,20	7,20	7,20	7,20	7,20	7,20	7,20	7,20	7,20	7,20	6,60	6,60
70 km/h			7,20	7,20	7,20	7,20	7,20	7,20	7,20	7,20	7,20	7,20	7,20	7,20	7,20	7,20	7,20	7,20	7,20	6,60	6,60
80 km/h	7,20	7,20	7,20	7,20	7,20	7,20	7,20	7,20	7,20	7,20	7,20	7,20	7,20	7,20	7,20	7,20	7,20	7,20	7,20	6,60	6,60
90 km/h	7,20	7,20	7,20	7,20	7,20	7,20	7,20	7,20	7,20	7,20	7,20	7,20	7,20	7,20	7,20	7,20	7,20	7,20	7,20	6,60	6,60
100 km/h	7,20	7,20	7,20	7,20	7,20	7,20	7,20	7,20	7,20	7,20	7,20	7,20	7,20	7,20	7,20	7,20	7,20	7,20	7,20	6,60	6,60

Nota. Fuente: Manual DG-2014 (2020)

Así mismo, como finalidad de drenar el agua sobre la superficie de rodadura proveniente de las lluvias, se define una inclinación transversal que evacua el agua hacia

las bermas y luego a las cunetas. Esa inclinación, que puede ser a dos aguas, se denomina bombeo. Al depender de la superficie de rodadura y de los niveles de precipitación en la zona, el bombeo varía de 3% hasta 4%.

La solución del presente proyecto sería que a futuro se coloque pavimento asfáltico y la precipitación anual calculada en el Anexo N°4 es de 525 mm/año (SENAMHI, 2017). De modo que, a partir de la Tabla 304.03 del Manual DG-2014, el bombeo recomendado para el proyecto es de 3% a 4%, en el caso que se proyecte a un futuro colocar a la vía algún pavimento el bombeo recomendado será de 2.5%

**Tabla 25**

*Valores de bombeo de la calzada*

Tipo de Superficie	Bombeo (%)	
	Precipitación <500 mm/año	Precipitación >500 mm/año
Pavimento asfáltico y/o concreto Portland	2,0	2,5
Tratamiento superficial	2,5	2,5-3,0
Afirmado	3,0-3,5	3,0-4,0

Nota. Fuente: Manual DG-2014 (2020)

### 5.5.2 BERMAS

En la Tabla 304.02 del Manual DG-2014, se establece el ancho mínimo de las bermas a lo largo de la vía. Para el caso del presente proyecto, siendo la velocidad de diseño 40 Km/h, el ancho queda definido en 0.5 m.

**Tabla 26**

*Anchos mínimos de berma*

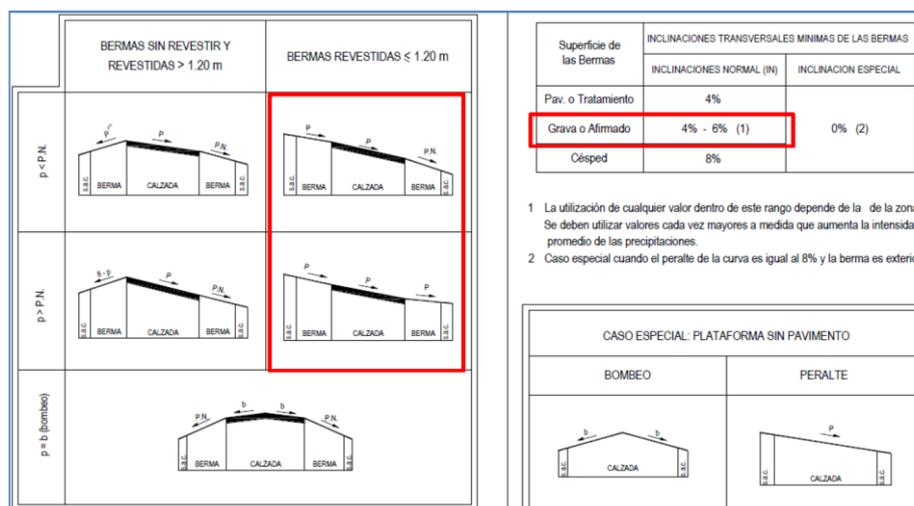
Clasificación	Autopista								Carretera				Carretera				Carretera			
	> 6.000				6.000 - 4001				4.000-2.001				2.000-400				< 400			
	Primera clase				Segunda clase				Primera clase				Segunda clase				Tercera Clase			
Tipo de orografía	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Velocidad de diseño: 30 km/h																				
40 km/h																	1,20	1,20	0,90	0,50
50 km/h																	1,20	1,20	1,20	0,90
60 km/h					3,00	3,00	2,60	2,60	3,00	3,00	2,60	2,60	2,00	2,00	1,20	1,20	1,20	1,20	1,20	1,20
70 km/h			3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	2,00	2,00	1,20	1,20	1,20	1,20		
80 km/h	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	2,00	2,00			1,20	1,20		
90 km/h	3,00	3,00	3,00		3,00	3,00	3,00		3,00	3,00			2,00				1,20	1,20		
100 km/h	3,00	3,00	3,00		3,00	3,00	3,00		3,00				2,00							
110 km/h	3,00	3,00			3,00															
120 km/h	3,00	3,00			3,00															
130 km/h	3,00																			

Nota. Fuente: Manual DG-2014 (2020)

Desde el punto de vista económico, para que el proyecto sea menos costoso, las bermas serán a nivel de afirmado con una inclinación de 4%, tal como establece el Manual DG-2014 en la siguiente figura.

**Figura 16**

*Inclinación de bermas*



Nota. Fuente: Manual DG-2014 (2020)

Debido a que las bermas no son pavimentadas, no es necesario añadir sobreanchos de compactación (s.a.c.). En zonas de corte, tampoco es necesario incluirlos, ya que los taludes permiten el confinamiento de las bermas. Sin embargo, se opta por usarlas solo en zonas de relleno, donde permiten localizar elementos de seguridad y

señalización. El s.a.c. tendrá un ancho de 0.70m, y formará parte de la berma, con el mismo espesor.

### 5.5.3 CUNETAS

Como el dimensionamiento de las cunetas es parte del estudio hidrológico e hidráulico de la vía, el cual no es parte del alcance de la presente tesis, se tomará en cuenta las dimensiones mínimas que recomienda el Manual de Hidrología, Hidráulica y Drenaje del Manual de Carreteras Peruano.

**Tabla 27**

*Dimensiones mínimas de cunetas*

REGIÓN	PROFUNDIDAD (D) (M)	ANCHO (A) (M)
Seca (<400 mm/año)	0.20	0.50
Lluviosa (De 400 a <1600 mm/año)	0.30	0.75
Muy lluviosa (De 1600 a <3000 mm/año)	0.40	1.20
Muy lluviosa (>3000 mm/año)	0.30*	1.20

\* Sección Trapezoidal con un ancho mínimo de fondo de 0.30  
Fuente: Manual de Diseño de Carreteras Pavimentadas de Bajo Volumen de Tránsito-MTC.

Nota. Datos tomados del Manual de Hidrología Hidráulica y Drenaje (2017).

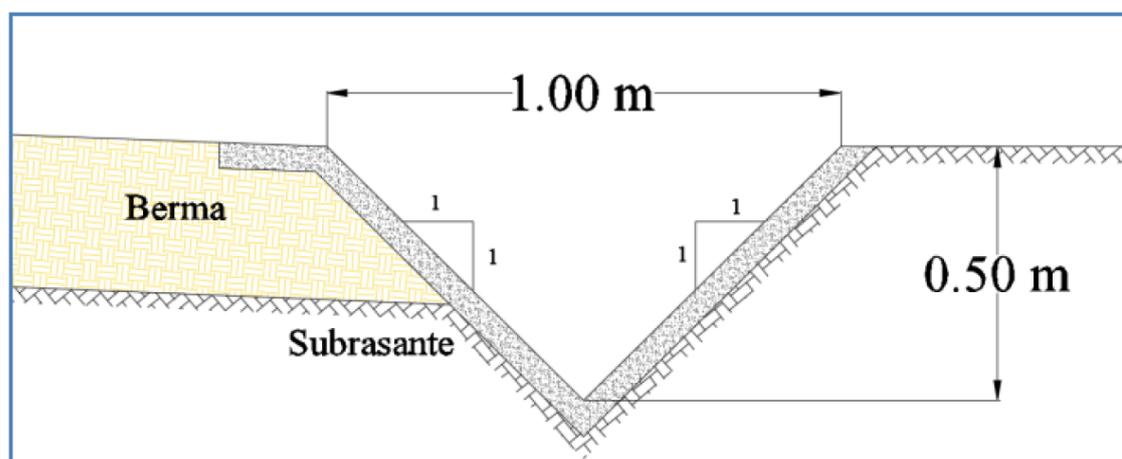
De la figura anterior, por ser una zona con más de 500 mm/año de precipitación, se define la siguiente geometría para la cuneta en el diseño,

- Sección transversal de las cunetas: Triangular
- Ancho: 1.0 m
- Alto: 0.5 m
- Talud interior: 1:1 (V:H)
- Talud exterior 1:1 (V:H)

La siguiente figura muestra la configuración de las cunetas proyectadas en el diseño de la vía.

**Figura 17**

*Cuneta triangular tipo proyectada en el diseño*



Nota. La figura muestra la cuneta triangular tipo proyectada en el diseño. Fuente: Propia (2020)

#### 5.5.4 DERECHO DE VÍA

El derecho de vía se define como “la faja de terreno de ancho variable dentro del cual se encuentra comprendida la carretera, sus obras complementarias, servicios, áreas previstas para futuras obras de ensanche o mejoramiento, y zonas de seguridad para el usuario” (Manual DG, 2014:217). A su vez, presenta la siguiente figura.:

**Tabla 28**

*Anchos mínimos de Derecho de Vía*

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

Nota. Datos tomados del Manual DG-2014 (2014)

Por lo que corresponde, para el caso de la presente tesis, 16 m de ancho de derecho de vía. Sin embargo, se debe tener presente también el siguiente lineamiento dado por la misma norma DG 2014:

En general, los anchos de la faja de dominio o Derecho de Vía, fijados por la autoridad competente se incrementarán en 5.00m, en los siguientes casos:

- Del borde de los taludes de corte más alejado.
- Del pie de los terraplenes más altos.
- Del borde más alejado de las obras de drenaje.
- Del borde exterior de los caminos de servicio.

Para los tramos de carretera que atraviesan zonas urbanas, la autoridad competente fijará el Derecho de Vía, en función al ancho requerido por la sección transversal del proyecto, debiendo efectuarse el saneamiento físico legal, para cumplir con los anchos mínimos fijados en la tabla 304.09 de la norma DG-2014, excepcionalmente podrá fijarse anchos mínimos inferiores, en función a las construcciones e instalaciones permanentes adyacentes a la carretera (Manual DG 2014:218).

### **5.5.5 TALUDES**

Para poder definir correctamente los taludes de corte y relleno, ya sea en material suelto o roca, a lo largo de la vía, es necesario tomar en cuenta las recomendaciones que brinda el estudio geológico y geotécnico previo. Este estudio, que también fue llevado a cabo por la empresa GEODATA, recomienda diferentes soluciones para cada tramo de la vía diseñada (Ver Anexo N°5).

Se recomiendan valores de altura máxima del talud y valores de inclinación por cada tipo de material encontrado a lo largo del eje existente. La siguiente tabla resume los valores recomendados.

**Tabla 29***Taludes de corte por adoptar en el diseño*

Taludes de Corte				
Progresiva de eje diseñado		Litología (Tipo de material)	Talud recomendado V:H	Altura Máxima
Inicio (Km)	Fin (Km)			
58+300	59+545	Depósito Coluvial (Material Suelto)	2:1	10.0 m
59+545	59+750	Grupo Mitu (Roca suelta)	4:1	10.0 m
59+750	60+360	Depósito Coluvial (Material Suelto)	2:1	10.0 m
60+360	61+815	Formación Pucará (Roca suelta)	4:1	10.0 m
61+815	66+640	Depósito Coluvial (Material Suelto)	2:1	10.0 m
66+640	66+860	Formación Pucará (Roca suelta)	4:1	10.0 m
66+860	68+908	Depósito Coluvial (Material Suelto)	2:1	10.0 m

Nota. Datos tomados del Estudio de Geología y Geotecnia, Estudio de Pre Inversión Llata (CONSORCIO GEODATA - ANTAMINA, 2014)

Quedan entonces definidos los taludes de corte para los sectores estudiados. Para taludes en zonas de terraplén, los valores son referenciales, pues el estudio mencionado no tiene como objetivo analizar rellenos, por lo que, en base a recomendaciones del Manual DG-2014, en la Tabla 304.11, para rellenos de gravas, limo arcilloso o arcilla, el talud varía entre 1:1.5 y 1:2 (V:H), dependiendo de la altura del talud.

## CAPÍTULO VI: PRESENTACIÓN DE RESULTADOS

### 6.1 ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

La vía proyectada en la presente tesis se localiza en el departamento de Huánuco, en las provincias de Huamalíes y Dos de Mayo, la cual involucra a los distritos de Marías, Chuquis y Quivilla. Se encuentra en el orden los 2950 m.s.n.m.

Los beneficiarios directos del proyecto alcanzan los 24,500 habitantes, que comprenden los distritos de Jacas Grande, Quivilla, Marías y Chuquis. Así mismo, a partir de la mejora del transporte, el comercio aumenta y beneficia también al centro económico más relevante de la zona, que viene a ser la provincia de Huánuco con 304,487 habitantes (Censo 2017).

Los beneficios del proyecto son considerados a partir del ahorro obtenido por los costos de operación vehicular que incluyen los ahorros por tiempo de viaje de los usuarios de transporte de pasajeros y mercancías.

Así mismo, el mejoramiento tanto en el trazo de la vía, así como en la superficie de rodadura, resulta una manera adecuada de atraer el tráfico hacia dicha vía. De modo que, una posible intervención en los tramos restantes (1-4), resultaría en que la vía sea mucho más útil que la actual vía secundaria Huaraz – La Unión – Huánuco. Y con seguridad, resultaría mucho más rentable y segura.

El tráfico de la vía, expresado en Índice Medio Diario Anual (IMDA) para el año 2037 es de 245 veh/día (85% de vehículos ligeros y 15% de vehículos pesados).

El trazo proyectado para la vía Nuevas Flores – Tingo Chico es la mejor alternativa entre otras dos que se evaluaron previamente. La elección se sujeta a la idea de mejorar el trazo ya existente y no simplemente priorizar el ensanchamiento de la plataforma de rodadura. La primera alternativa consistía en ajustarse al eje existente de la

vía, lo cual no se consideraba adecuada, ya que esta es una vía de bajo tránsito con curvas menores al radio mínimo de diseño, y que, en su mayoría, los elementos geométricos no cumplían con los parámetros, recomendaciones y criterios que el Manual de Carreteras peruano establece.

La segunda alternativa resultaba de un trazo ligeramente diferente al eje existente en la que se priorizaba que obligatoriamente pase por los mismos tramos de empalme entre la carretera existente y los accesos a los poblados cercanos; sin embargo, los empalmes desde el eje nuevo al existente, en dichos tramos, generaban curvas muy cerradas, elevadas cantidades de corte de material y pendientes pronunciadas.

A partir de lo anterior, el trazo proyectado tiene una longitud de 10.6 Km, empezando en la progresiva 58+300 y culminando en la progresiva 68+907.

La vía comunica los poblados de Nuevas Flores, Quivilla y Tingo Chico, y beneficia también a los distritos de Marías y Chuquis. La topografía es accidentada con relieve ligeramente sinuoso. La carretera proyectada se clasifica como de tercera clase y la solución a la superficie de rodadura es a nivel de afirmado.

En sectores donde existe un centro urbano, el trazo se desvía hacia la zona por donde es muy probable ya no pueda crecer más la urbanización, comportándose como una vía de evitamiento. Con ello se reduce la probabilidad de accidentes en el poblado, además de evitar que la urbanización sea dividida por la vía de doble sentido de velocidad moderada.

El diseño geométrico de la carretera cumple con todos los criterios y recomendaciones del Manual de Diseño Geométrico de Carreteras 2014 del Ministerio de Transportes y Comunicaciones del Perú.

La vía proyectada tiene 6 m de ancho de plataforma, de dos carriles, cada uno por sentido. Tiene pendientes en el orden de 3% y en casos puntuales 4%. La velocidad

de diseño es de 40 Km/h y el radio de giro mínimo es de 45 m. Todas las curvas horizontales son mayores al radio mínimo, siendo la menor de 60 m.

Los parámetros como sobreeanchos, peraltes, distancias de parada, adelantamiento, etc. han sido considerados de acuerdo a la norma DG- 2014. En las zonas donde se propone barreras de seguridad, se considera un ensanche de 1m con la finalidad de asegurar la funcionalidad de las barreras. Al tratarse de una zona lluviosa, es bombeo de diseño es de 2.5%.

La rutina (macro) en Excel desarrollada para la presente tesis es un producto que puede ser aún mejorado y al cual se le incorporen distintas funciones que permitan mayor automatización en diseño geométrico de carreteras. Ha sido de mucha utilidad en el desarrollo de la presente tesis, ahorrando tiempo y evitando cálculos engorrosos, de modo que se minimicen errores.

## **6.2 CONTRASTACIÓN DE HIPÓTESIS**

### **6.2.1 HIPÓTESIS GENERAL**

De acuerdo con el estudio realizado, se afirma que: estableciendo la consistencia del diseño geométrico, se mejoró los factores geométricos de la carretera “Emp. PE-3N (Huancapallac) - Chullay - Yarumayo - Margos - Huacacancha - Emp. HU-110 (Jesús).” del KM 0+000 al KM 10+000, según el Manual de Diseño Geométrico DG-2014 del Ministerio de Transportes y Comunicaciones

- **CONTRASTACIÓN DE HIPÓTESIS GENERAL**

Se acepta la hipótesis de la investigación porque al establecer la consistencia del diseño geométrico, según el Manual de Diseño Geométrico DG-2014 del Ministerios de Transportes y Comunicaciones, de la Carretera “Emp. PE-3N (Huancapallac) - Chullay -

Yarumayo - Margos - Huacacancha - Emp. HU-110 (Jesús).” del KM 0+000 al KM 10+000, se mejoró los Factores Geométricos de la Vía, lo cual se logró gracias a la evaluación del Alineamiento Horizontal, Alineamiento Vertical y Secciones Transversales de la carretera en mención.

En consecuencia, el trazo proyectado para la vía Nuevas Flores – Tingo Chico fue la mejor alternativa entre otras dos que se evaluaron previamente. La elección estuvo sujeta a la idea de mejorar el trazo ya existente y no simplemente priorizar el ensanchamiento de la plataforma de rodadura. La primera alternativa consistió en ajustarse al eje existente de la vía, lo cual no se consideró adecuado, ya que esta es una vía de bajo volumen de tránsito con curvas menores al radio mínimo de diseño, y que, en su mayoría, los elementos geométricos no cumplían con los parámetros, recomendaciones y criterios que el Manual de Carreteras peruano establece. La segunda alternativa resultaba de un trazo ligeramente diferente al eje existente en la que se priorizaba que obligatoriamente pase por los mismos tramos de empalme entre la carretera existente y los accesos a los poblados cercanos; sin embargo, los empalmes desde el eje nuevo al existente, en dichos tramos, generaban curvas muy cerradas, elevadas cantidades de corte de material y pendientes pronunciadas.

A partir de lo anterior, el trazo proyectado tiene una longitud de 10.6 Km, empezando en la progresiva 58+300 y culminando en la progresiva 68+907. La vía comunica los poblados de Nuevas Flores, Quivilla y Tingo Chico, y beneficia también a los distritos de Marías y Chuquis. Además, la topografía es accidentada con relieve ligeramente sinuoso. La carretera proyectada se clasifica como de tercera clase y la solución a la superficie de rodadura es a nivel de afirmado. Teniendo en cuenta también que en sectores donde existe un centro urbano, el trazo se desvía hacia la zona por donde es muy probable ya no pueda crecer más la urbanización, comportándose como una vía

de evitamiento. Con ello se reduce la probabilidad de accidentes en el poblado, además de evitar que la urbanización sea dividida por la vía de doble sentido de velocidad moderada. Concluyendo en que el diseño geométrico de la carretera cumple con todos los criterios y recomendaciones del Manual de Diseño Geométrico de Carreteras 2014 del Ministerio de Transportes y Comunicaciones del Perú.

### **6.2.2 HIPÓTESIS ESPECIFICA 1**

De acuerdo al estudio realizado, se afirma que: Se justificó la necesidad de evaluar el diseño geométrico, según el Manual Diseño Geométrico DG-2014, de la Carretera “Emp. PE-3N (Huancapallac) - Chullay - Yarumayo - Margos - Huacacancha - Emp. HU-110 (Jesús).” del KM 0+000 al KM 10+000,

- **CONTRASTACIÓN DE HIPÓTESIS ESPECIFICA 1**

Se acepta la hipótesis de la investigación ya que se logró justificar la necesidad de evaluar el diseño geométrico, según el Manual Diseño Geométrico DG-2014, de la Carretera “Emp. PE-3N (Huancapallac) - Chullay - Yarumayo - Margos - Huacacancha - Emp. HU-110 (Jesús).” del KM 0+000 al KM 10+000, debido a que la vía proyectada en la presente tesis se localiza en el departamento de Huánuco, en las provincias de Huamalíes y Dos de Mayo, la cual involucra a los distritos de Marías, Chuquis y Quivilla y la cantidad de beneficiarios directos del proyecto alcanzan los 24,500 habitantes, que comprenden los distritos de Jacas Grande, Quivilla, Marías y Chuquis. Así mismo, a partir de la mejora del transporte, el comercio aumenta y beneficia también al centro económico más relevante de la zona, que viene a ser la provincia de Huánuco con 304,487 habitantes (Censo 2017). En consecuencia, los beneficios del proyecto son considerados a partir del ahorro obtenido por los costos de operación vehicular que incluyen los ahorros por tiempo de viaje de los usuarios de transporte de pasajeros y mercancías.

### **6.2.3 HIPÓTESIS ESPECIFICA 2**

De acuerdo al estudio realizado, se afirma que: Con la determinación del grado de consistencia de los parámetros de diseño geométrico, se mejoró los Factores Geométricos de la carretera “Emp. PE-3N (Huancapallac) - Chullay - Yarumayo - Margos - Huacacancha - Emp. HU-110 (Jesús)” del KM 0+000 al KM 10+000, utilizando el Manual de Diseño Geométrico DG-2014 del Ministerio de Transportes y Comunicaciones.

- **CONTRASTACIÓN DE HIPÓTESIS 2**

Se acepta la hipótesis de la investigación porque se pudo determinar el grado de consistencia de los parámetros de diseño geométrico, utilizando el Manual de Diseño Geométrico DG-2014 del Ministerio de Transportes y Comunicaciones., lo cual mejoro los Factores Geométricos de la carretera “Emp. PE-3N (Huancapallac) - Chullay - Yarumayo - Margos - Huacacancha - Emp. HU-110 (Jesús)” del KM 0+000 al KM 10+000, se evidencio que la vía proyectada tiene 6 metros de ancho de plataforma, de dos carriles, cada uno por sentido. Tiene pendientes en el orden de 3% y en casos puntuales 4%. La velocidad de diseño es de 40 Km/h y el radio de giro mínimo es de 45 m. Todas las curvas horizontales son mayores al radio mínimo, siendo la menor de 60 m, además los parámetros como sobreanchos, peraltes, distancias de parada y adelantamiento han sido considerados de acuerdo a la norma DG- 2014.

En las zonas donde se propone barreras de seguridad, se considera un ensanche de 1m con la finalidad de asegurar la funcionalidad de las barreras. Al tratarse de una zona lluviosa, el bombeo de diseño es de 2.5%.

La carretera se diseñó a una velocidad de 40 Kph, debido a que permite el diseño de elementos geométricos que se adaptan mejor al terreno y debido a que la demanda no es la más alta para hacerla de 50 Kph. Además, en base al estudio de tráfico es posible que en un futuro la demanda aumente considerablemente a partir de mejorar y rediseñar los tramos 1, 2, 3 y 4 de la vía existente. Si esto ocurre, en aquel momento se podrá redefinir la velocidad de diseño a 50 Kph de modo que se mejoren los radios y se amplíe el ancho de la calzada. La carretera diseñada en la presente tesis permite que, con ligeras modificaciones, la velocidad en un futuro sea de 50 Kph.

#### **6.2.4 HIPÓTESIS ESPECIFICA 3**

De acuerdo al estudio realizado, se afirma que: con el mejoramiento de los Factores Geométricos de la Vía, se determinó la consistencia geométrica de la vía, según el Manual de Diseño Geométrico DG-2018, de la Carretera “Emp. PE-3N (Huancapallac) - Chullay - Yarumayo - Margos - Huacacancha - Emp. HU-110 (Jesús).” del KM 0+000 al KM 10+000.

- **CONTRASTACIÓN DE HIPÓTESIS 3**

Se acepta la hipótesis de la investigación porque con el mejoramiento de los Factores Geométricos de la Vía, se determinó la consistencia geométrica de la vía, según el Manual de Diseño Geométrico DG-2018, de la Carretera “Emp. PE-3N (Huancapallac) - Chullay - Yarumayo - Margos - Huacacancha - Emp. HU-110 (Jesús).” del KM 0+000 al KM 10+000.

A continuación, se presentarán cuadros comparativos de diseño geométrico de acuerdo a las normativas de diseño del manual de carreteras DG-2018 y planteamiento de soluciones de mejoramiento del diseño geométrico de la Carretera “Emp. PE-3N

(Huancapallac) - Chullay - Yarumayo - Margos - Huacacancha - Emp. HU-110 (Jesús).”  
del KM 0+000 al KM 10+000.

**Tabla 30**

*Evaluación del diseño geométrico de la carretera con los manuales de diseño geométrico DG-2014 y DG-2018*

EVALUACIÓN DEL DISEÑO GEOMÉTRICO DE LA CARRETERA			
PARÁMETROS A EVALUAR		MANUALES DE DISEÑO GEOMÉTRICO	
		DG-2014	DG 2018
<b>EVALUACIÓN DE LA VÍA EXISTENTE</b>			
Clasificación de la vía	Trocha carrozable	Cumple clasificación	Cumple clasificación
Ancho de Calzada	4 metros	Cumple ancho mínimo	Cumple ancho mínimo
Tipo de pavimento	Afirmado	Cumple vía Afirmada, pero en mal estado	Cumple vía Afirmada, pero en mal estado
Radio mínimo	20 metros	Cumple radio mínimo	Cumple radio mínimo
<b>CRITERIOS Y PARÁMETROS BÁSICOS DE DISEÑO</b>			
Por la demanda de la vía	IMDA proyectada 245 vehículos/día	Concuerda IMDA	Concuerda IMDA
Por la orografía de la zona	Terreno accidentado	Concuerda tipo de orografía	Concuerda tipo de orografía
Vehículo de diseño	Camión tipo 3E - longitud máxima de 13.2 metros - peso bruto máximo 25 toneladas	Concuerda vehículo de diseño	Concuerda vehículo de diseño
Velocidad de diseño	40 kilómetros por hora	Concuerda velocidad de diseño	Concuerda velocidad de diseño
Radio mínimo	45 metros	Concuerda Radio mínimo	Concuerda Radio mínimo
<b>DISEÑO DEL ALINEAMIENTO HORIZONTAL</b>			
Diseño de radios mayores al mínimo	las 25 curvas horizontales de la vía tiene radios mayores al mínimo	Concuerdan radios de diseño mayores al mínimo	Concuerdan radios de diseño mayores al mínimo
	La curva 11 y 12 necesitan obligatoriamente curvas de transición (espirales) a la entrada y salida, por tener radios menores a 95 m para el caso	Concuerda en que la curva 11 y 12 necesitan curvas de transición (espirales)	Concuerda en que la curva 11 y 12 necesitan curvas de transición (espirales)
Distancias de visibilidad de parada	Distancia de parada en el diseño horizontal es de 50 metros.	Concuerda distancia de visibilidad parada	Concuerda distancia de visibilidad parada
Distancia de visibilidad de adelantamiento	Distancia de visibilidad de adelantamiento es de 170 metros	Concuerda distancia de visibilidad de adelantamiento	Concuerda distancia de visibilidad de adelantamiento
Longitud de tramos rectos	la longitud en tramo recto mínima para curvas en "S" es de 56 m, y en curvas "O", es de 111 m	Concuerda longitud recto mínima para curvas en "S" es de 56 m, y en curvas "O", es de 111 m	Concuerda longitud recto mínima para curvas en "S" es de 56 m, y en curvas "O", es de 111 m
	El tramo recto L2 tiene una longitud mayor a la máxima, se recomienda una adecuada señalización	Concuerda en que el tramo recto L2 tiene una longitud mayor a la máxima y se recomienda una adecuada señalización	Concuerda en que el tramo recto L2 tiene una longitud mayor a la máxima y se recomienda una adecuada señalización

PARÁMETROS A EVALUAR		MANUALES DE DISEÑO GEOMETRICO	
		DG-2014	DG 2018
<b>DISEÑO DEL ALINEAMIENTO HORIZONTAL</b>			
<b>Coordinación Entre Curvas</b>	La coordinación entre las curvas circulares no deben presentar tangente intermedia menor a 200 metros	Concuerda en que la coordinación entre las curvas circulares no deben presentar tangente intermedia menor a 200 metros	Concuerda en que la coordinación entre las curvas circulares no deben presentar tangente intermedia menor a 200 metros
	La curva C11 y C22 tienen radios menores a lo establecido, por lo que es necesario emplear la señalización adecuada para mantener un diseño que siga siendo seguro para el conductor	Concuerda en que la curva C11 y C22 tienen radios menores a lo establecido, por lo que es necesario emplear la señalización adecuada para mantener un diseño que siga siendo seguro para el conductor	Concuerda en que la curva C11 y C22 tienen radios menores a lo establecido, por lo que es necesario emplear la señalización adecuada para mantener un diseño que siga siendo seguro para el conductor
<b>Correspondencia Entre Curvas</b>	La variación de velocidad ( $\Delta V$ ) entre curvas consecutivas no debe ser mayor a 20 Kph.	Concuerda en que la variación de velocidad ( $\Delta V$ ) entre curvas consecutivas no debe ser mayor a 20 Kph.	Concuerda en que la variación de velocidad ( $\Delta V$ ) entre curvas consecutivas no debe ser mayor a 20 Kph.
	Se observa que existen ciertos valores superiores a los 20 Kph recomendado, en las curvas C2, C5, C6, C11, C13, C21 Y C22	Concuerda en que existen ciertos valores superiores a los 20 Kph recomendado, en las curvas C2, C5, C6, C11, C13, C21 Y C22, por lo cual es necesario reducir el peligro mediante una adecuada señalización en las curvas.	Concuerda en que existen ciertos valores superiores a los 20 Kph recomendado, en las curvas C2, C5, C6, C11, C13, C21 Y C22, por lo cual es necesario reducir el peligro mediante una adecuada señalización en las curvas.
<b>Peraltes y transición de peraltes</b>	Los valores de peralte asignado a las curvas diseñadas varía entre 2.8 % hasta 11 %	Concuerdan los valores de peralte para las curvas diseñadas	Concuerdan los valores de peralte para las curvas diseñadas
	En las curvas C11 y C12 se tienen una longitud de transición de 30 metros que vendría a ser la espiral	Concuerdan los valores de transición de peralte para las curvas diseñadas	Concuerdan los valores de transición de peralte para las curvas diseñadas
<b>Sobrecanchos</b>	Los valores de sobrecanchos para las curvas diseñadas varía de 0.5 a 2.4 metros	Concuerda en que los valores de sobrecanchos para las curvas diseñadas varía de 0.5 a 2.4 metros	Concuerda en que los valores de sobrecanchos para las curvas diseñadas varía de 0.5 a 2.4 metros
	En el caso de las curvas con espiral, el desarrollo del sobrecancho se da en la longitud de la curva de transición, en este caso, 30 m (curvas C11 y C12)	Concuerda en que el caso de las curvas con espiral, el desarrollo del sobrecancho se da en la longitud de la curva de transición, en este caso, 30 m (curvas C11 y C12)	Concuerda en que el caso de las curvas con espiral, el desarrollo del sobrecancho se da en la longitud de la curva de transición, en este caso, 30 m (curvas C11 y C12)
<b>DISEÑO DEL ALINEAMIENTO VERTICAL</b>			
<b>Rasante, pendiente máxima y mínima</b>	Se consideró como pendiente óptima 0.5%, y excepcionalmente pendientes mínimas de 0.35%. La pendiente máxima permisible es de 10%	Concuerda los parámetros de pendiente óptima 0.5%, excepcionalmente pendientes mínimas de 0.35% y la pendiente máxima permisible es de 10%	Concuerda los parámetros de pendiente óptima 0.5%, excepcionalmente pendientes mínimas de 0.35% y la pendiente máxima permisible es de 10%
	Se observa que las pendientes no superan la máxima de 10% y que por lo general son bajas	Se verifico que las pendientes de la vía de estudio no superan la máxima pendiente de 10%	Se verifico que las pendientes de la vía de estudio no superan la máxima pendiente de 10%
	Se evidencia que al no existir ascensos continuos, longitudes de más de 3 kilómetros con más de 5% de pendiente, no es necesario ubicar tramos de descanso	Concuerda en que al no existir ascensos continuos, longitudes de más de 3 kilómetros con más de 5% de pendiente, no es necesario ubicar tramos de descanso	Concuerda en que al no existir ascensos continuos, longitudes de más de 3 kilómetros con más de 5% de pendiente, no es necesario ubicar tramos de descanso
	Se observo que al verificar si los tramos cumplen con la caída de velocidad de 15 km/h, existen 8 tramos en los que se superan esta pero no llegan a ser mayores a 25km/h, por lo cual se recomienda optar por ubicar carriles de ascenso o una adecuada señalización.	Concuerda que la mayoría de tramos cumplen con la caída de velocidad de 15 km/h, pero existen 8 tramos en los que se superan esta pero no llegan a ser mayores a 25km/h, por lo cual se recomienda optar por ubicar carriles de ascenso o una adecuada señalización.	Concuerda que la mayoría de tramos cumplen con la caída de velocidad de 15 km/h, pero existen 8 tramos en los que se superan esta pero no llegan a ser mayores a 25km/h, por lo cual se recomienda optar por ubicar carriles de ascenso o una adecuada señalización.
<b>Curvas verticales</b>	Algunas curvas verticales tienen longitudes mayores a las distancias de visibilidad de paso, como son los PVI N° 2, 6, 10, 11, 13, 14 y 17, por lo cual se recomienda colocar la adecuada señalización en la cual prohíban adelantar	Concuerda en que algunas curvas verticales tienen longitudes mayores a las distancias de visibilidad de paso, como son los PVI N° 2, 6, 10, 11, 13, 14 y 17, por lo cual se recomienda colocar la adecuada señalización en la cual prohíban adelantar	Concuerda en que algunas curvas verticales tienen longitudes mayores a las distancias de visibilidad de paso, como son los PVI N° 2, 6, 10, 11, 13, 14 y 17, por lo cual se recomienda colocar la adecuada señalización en la cual prohíban adelantar

PARÁMETROS A EVALUAR		MANUALES DE DISEÑO GEOMETRICO	
		DG-2014	DG 2018
<b>DISEÑO DE LA SECCIÓN TRANSVERSAL</b>			
<b>Calzada</b>	El ancho de calzada es de 6 metros, con un carril por sentido de 3 metros.	Concuerda que el ancho de calzada debe ser de 6 metros, con un carril por sentido de 3 metros.	Concuerda que el ancho de calzada debe ser de 6 metros, con un carril por sentido de 3 metros.
	La precipitación de la zona es de 525 mm/año, el bombeo recomendado para el proyecto es de 3% a 4%, en el caso que se proyecte a un futuro colocar a la vía algún pavimento el bombeo recomendado será de 2.5%	Concuerda en que al tener la zona una precipitación de 525 mm/año, el bombeo recomendado para el proyecto es de 3% a 4%, en el caso que se proyecte a un futuro colocar a la vía algún pavimento el bombeo recomendado será de 2.5%	Concuerda en que al tener la zona una precipitación de 525 mm/año, el bombeo recomendado para el proyecto es de 3% a 4%, en el caso que se proyecte a un futuro colocar a la vía algún pavimento el bombeo recomendado será de 2.5%
<b>Bermas</b>	Para el caso del presente proyecto, siendo la velocidad de diseño 40 Km/h, el ancho queda definido en 0.5 m.	Concuerda en que al tener una velocidad de diseño 40 Km/h, el ancho queda definido en 0.5 m.	Concuerda en que al tener una velocidad de diseño 40 Km/h, el ancho queda definido en 0.5 m.
	Desde el punto de vista económico, para que el proyecto sea menos costoso, las bermas serán a nivel de afirmado con una inclinación de 4%.	Concuerda en que desde el punto de vista económico, para que el proyecto sea menos costoso, las bermas pueden ser a nivel de afirmado con una inclinación de 4%.	Concuerda en que desde el punto de vista económico, para que el proyecto sea menos costoso, las bermas pueden ser a nivel de afirmado con una inclinación de 4%.
	Debido a que las bermas no son pavimentadas, no es necesario añadir sobreanchos de compactación (s.a.c.). En zonas de corte, tampoco es necesario incluirlos, ya que los taludes permiten el confinamiento de las bermas. Sin embargo, se opta por usarlas solo en zonas de relleno, donde permiten localizar elementos de seguridad y señalización. El s.a.c. tendrá un ancho de 0.70m, y formará parte de la berma, con el mismo espesor.	Concuerda en que debido a que las bermas no son pavimentadas, no es necesario añadir sobreanchos de compactación (s.a.c.). En zonas de corte, tampoco es necesario incluirlos, ya que los taludes permiten el confinamiento de las bermas. Sin embargo, se opta por usarlas solo en zonas de relleno, donde permiten localizar elementos de seguridad y señalización. El s.a.c. tendrá un ancho de 0.70m, y formará parte de la berma, con el mismo espesor.	Concuerda en que debido a que las bermas no son pavimentadas, no es necesario añadir sobreanchos de compactación (s.a.c.). En zonas de corte, tampoco es necesario incluirlos, ya que los taludes permiten el confinamiento de las bermas. Sin embargo, se opta por usarlas solo en zonas de relleno, donde permiten localizar elementos de seguridad y señalización. El s.a.c. tendrá un ancho de 0.70m, y formará parte de la berma, con el mismo espesor.
<b>Cunetas</b>	Según la clasificación de las precipitación de 400 a 1600 mm/año, se considera la siguiente geometría para la cuneta de diseño: Sección transversal de las cunetas: Triangular, Ancho: 1.0 m, Alto: 0.5 m, Talud interior: 1:1 (V:H), Talud exterior 1:1 (V:H).	Concuerda en que según la clasificación de las precipitación de 400 a 1600 mm/año, se considera la siguiente geometría para la cuneta de diseño: Sección transversal de las cunetas: Triangular, Ancho: 1.0 m, Alto: 0.5 m, Talud interior: 1:1 (V:H), Talud exterior 1:1 (V:H).	Concuerda en que según la clasificación de las precipitación de 400 a 1600 mm/año, se considera la siguiente geometría para la cuneta de diseño: Sección transversal de las cunetas: Triangular, Ancho: 1.0 m, Alto: 0.5 m, Talud interior: 1:1 (V:H), Talud exterior 1:1 (V:H).
<b>Derecho de vía</b>	Los anchos de la faja de dominio o Derecho de Vía, fijados por la autoridad competente se incrementarán en 5.00m, en los siguientes casos: Del borde de los taludes de corte más alejado. Del pie de los terraplenes más altos. Del borde más alejado de las obras de drenaje. Del borde exterior de los caminos de servicio. Para los tramos de carretera que atraviesan zonas urbanas, la autoridad competente fijará el Derecho de Vía, en función al ancho requerido por la sección transversal del proyecto, debiendo efectuarse el saneamiento físico legal, para cumplir con los anchos mínimos fijados.	Concuerda en que los anchos de la faja de dominio o Derecho de Vía, fijados por la autoridad competente se incrementarán en 5.00m, en los siguientes casos: Del borde de los taludes de corte más alejado. Del pie de los terraplenes más altos. Del borde más alejado de las obras de drenaje. Del borde exterior de los caminos de servicio. Para los tramos de carretera que atraviesan zonas urbanas, la autoridad competente fijará el Derecho de Vía, en función al ancho requerido por la sección transversal del proyecto, debiendo efectuarse el saneamiento físico legal, para cumplir con los anchos mínimos fijados.	Concuerda en que los anchos de la faja de dominio o Derecho de Vía, fijados por la autoridad competente se incrementarán en 5.00m, en los siguientes casos: Del borde de los taludes de corte más alejado. Del pie de los terraplenes más altos. Del borde más alejado de las obras de drenaje. Del borde exterior de los caminos de servicio. Para los tramos de carretera que atraviesan zonas urbanas, la autoridad competente fijará el Derecho de Vía, en función al ancho requerido por la sección transversal del proyecto, debiendo efectuarse el saneamiento físico legal, para cumplir con los anchos mínimos fijados.
<b>Taludes de corte</b>	Los taludes de corte para las zonas de material de depósito coluvial (material suelto) sera de 2:1 con una altura máxima de 10 metros, teniendo a los siguientes tramos: 58+300 KM al 59+545 KM, 59+750 KM al 60+360 KM, 61+815 KM al 66+640 KM, 66+860 KM al 68+908 KM.	Concuerda en que los taludes de corte para las zonas de material de depósito coluvial (material suelto) sera de 2:1 con una altura máxima de 10 metros, teniendo a los siguientes tramos: 58+300 KM al 59+545 KM, 59+750 KM al 60+360 KM, 61+815 KM al 66+640 KM, 66+860 KM al 68+908 KM.	Concuerda en que los taludes de corte para las zonas de material de depósito coluvial (material suelto) sera de 2:1 con una altura máxima de 10 metros, teniendo a los siguientes tramos: 58+300 KM al 59+545 KM, 59+750 KM al 60+360 KM, 61+815 KM al 66+640 KM, 66+860 KM al 68+908 KM.
	Los taludes de corte para las zonas de roca suelta sera de 4:1 con una altura máxima de 10 metros, teniendo a los siguientes tramos: 59+545 KM al 59+750KM, 60+360 KM al 61+815 KM, 66+640 KM al 66+860 KM.	Concuerda en que los taludes de corte para las zonas de roca suelta sera de 4:1 con una altura máxima de 10 metros, teniendo a los siguientes tramos: 59+545 KM al 59+750KM, 60+360 KM al 61+815 KM, 66+640 KM al 66+860 KM.	Concuerda en que los taludes de corte para las zonas de roca suelta sera de 4:1 con una altura máxima de 10 metros, teniendo a los siguientes tramos: 59+545 KM al 59+750KM, 60+360 KM al 61+815 KM, 66+640 KM al 66+860 KM.
	Para rellenos de gravas, limo arcilloso o arcilla, el talud varía entre 1:1.5 y 1:2 (V:H), dependiendo de la altura del talud.	Concuerda en que para rellenos de gravas, limo arcilloso o arcilla, el talud varía entre 1:1.5 y 1:2 (V:H), dependiendo de la altura del talud.	Concuerda en que para rellenos de gravas, limo arcilloso o arcilla, el talud varía entre 1:1.5 y 1:2 (V:H), dependiendo de la altura del talud.

Nota. Fuente: Propia (2020).

### 6.3 DISCUSIÓN

Tal como presenta Romaní Santos (2017) en su análisis del diseño geométrico de la carretera lima – canta, con relación a sus características operativas, tramo: km. 66+000 – km. 76+000, el cual fue realizado con la finalidad de Realizar el análisis del Diseño Geométrico del alineamiento horizontal y vertical de la carretera Lima –Canta en el tramo Km: 66+000.00 hasta Km: 76+000.00, permitiendo así su relación con las características operativas actuales de los vehículos pesados, mediante el uso de las normas pertinentes y la observación in situ, e identificar las posibles mejoras o modificaciones a realizar. En el caso de la evaluación de los criterios y parámetros básicos de diseño para la presente investigación tuvo concordancia con los manuales de diseño geométrico DG-2014 y DG-2018, permitiendo evaluar de manera óptima el diseño del alineamiento horizontal, diseño del alineamiento vertical y diseño de las secciones transversales.

Por otra parte, Cáceres Castro (2019) Tenía como objetivo, evaluar la geometría de la Carretera No Pavimentada de Bajo Volumen de Tránsito, Santa Cruz – Quío - El Sauce – Mitopampa (12+545 Km.), realizando el levantamiento topográfico, el cual después de ser procesado mostró el relieve real del terreno llegando a la conclusión de que la vía según su función se encuentra dentro de la Red Vial Vecinal o Rural. El terreno presenta una orografía mayormente ondulada (tipo 2), con dicha información se obtuvo el Diseño Geométrico de la vía, para una velocidad directriz de 20 Km/h. Posteriormente se realizó la descripción, comparación y análisis de las características geométricas obtenidas en planta, perfil y secciones transversales con el Manual de Diseño de Carreteras No Pavimentadas de Bajo Volumen de Tránsito (2008). Se determinó que la carretera La Carretera No Pavimentada de Bajo Volumen de Tránsito, Santa Cruz – Quío - El Sauce – Mitopampa (12+545 Km.), no cumple con algunos parámetros de diseño geométrico del Manual; encontrando que los mayores índices de accidentes se encuentran

en: pendientes máximas=399.00 entre las progresivas 06+092 a 12+378; radios mínimos=8.00 entre las progresivas 00+414.27 a 12+103.63 y ancho de calzada=3.60 entre las progresivas 00+060 a 12+530. Se recomienda que las instituciones involucradas en el desarrollo de la provincia, promuevan la seguridad vial; así como el mantenimiento de la carretera, para que se tenga una vía segura y transitable. Finalmente, se ha propuesto como mejora al problema identificado, la colocación de algunos dispositivos de control, de acuerdo al análisis realizado, para generar mayor seguridad vial y disminuir accidentes de tránsito en la carretera. Concordando con la presente investigación en que la evaluación de los parámetros y criterios del diseño geométrico nos permiten prever las inconsistencias de este diseño, permitiendo generar mayor seguridad vial y disminuir accidentes de tránsito en las vías de transporte vehicular mediante la colocación de dispositivos de control como la señalización adecuada.

## CONCLUSIONES

1. Se justifica la necesidad de evaluar el diseño geométrico la Carretera “Emp. PE-3N (Huancapallac) - Chullay - Yarumayo - Margos - Huacacancha - Emp. HU-110 (Jesús)” del KM 0+000 al KM 10+000, los beneficios del proyecto son considerados a partir del ahorro obtenido por los costos de operación vehicular que incluyen los ahorros por tiempo de viaje de los usuarios de transporte de pasajeros y mercancías. El mejoramiento tanto en el trazo de la vía, así como en la superficie de rodadura, resulta una manera adecuada de atraer el tráfico hacia dicha vía. De modo que, una posible intervención en los tramos restantes (1-4), resultaría en que la vía sea mucho más útil que la actual.
2. El grado de consistencia de los parámetros de diseño geométrico, para el mejoramiento de los Factores Geométricos de la Vía, según el Manual de Diseño Geométrico DG-2014; el tráfico de la vía, expresado en Índice Medio Diario Anual (IMDA) para el año 2037 es de 245 veh/día (85% de vehículos ligeros y 15% de vehículos pesados). El trazo proyectado tiene una longitud de 10.6 Km, empezando en la progresiva 58+300 y culminando en la progresiva 68+907. La carretera proyectada se clasifica como de tercera clase y la solución a la superficie de rodadura es a nivel de afirmado. En sectores donde existe un centro urbano, el trazo se desvía hacia la zona por donde es muy probable ya no pueda crecer más la urbanización, comportándose como una vía de evitamiento. Con ello se reduce la probabilidad de accidentes en el poblado, además de evitar que la urbanización sea dividida por la vía de doble sentido de velocidad moderada. La vía proyectada tiene 6 m de ancho de plataforma, de dos carriles, cada uno por sentido. Tiene pendientes en el orden de 3% y en casos puntuales 4%. La velocidad de diseño es de 40 Km/h y el radio de giro mínimo es de 45 m. Todas las curvas horizontales son mayores al radio mínimo, siendo

la menor de 60 m. Los parámetros como sobreanchos, peraltes, distancias de parada, adelantamiento, etc. han sido considerados de acuerdo a la norma DG- 2014. En las zonas donde se propone barreras de seguridad, se considera un ensanche de 1m con la finalidad de asegurar la funcionalidad de las barreras. Al tratarse de una zona lluviosa, es bombeo de diseño es de 3% a 4% para una vía afirmada y de 2.5% si se proyecta en un futuro una vía con algún asfalto.

3. Se propuso la consistencia geométrica, con el mejoramiento de los Factores Geométricos de la Vía, según el Manual de Diseño Geométrico DG-2018, de la Carretera, mediante cuadros comparativos en base a los manuales de diseño geométrico DG-2014 y DG-2018, que la clasificación de la vía como trocha carrozable, el ancho de vía de 4 metros, el tipo de pavimento afirmado y radio mínimo de 20 metros, concuerdan con ambas guías. Los criterios y parámetros básicos de diseño concuerdan, teniendo un IMDA proyectado 245 vehículos/día, terreno accidentado según la orografía de la zona, el vehículo de diseño tipo 3E, velocidad de diseño 40 km/hr y radio mínimo de 45 metros. En el diseño del alineamiento horizontal se verifico que concuerda con los manuales de diseño geométrico mencionados, las curvas C11 y C12 necesitan curvas de transición. En el diseño vertical concuerda con los manuales de diseño geométrico DG-2014 y DG-2018, pero existen 8 tramos en los que se superan está, pero no llegan a ser mayores a 25km/h, se recomienda optar por ubicar carriles de ascenso o una adecuada señalización, y en que en algunas curvas verticales tienen longitudes mayores a las distancias de visibilidad de paso. Las secciones transversales de la vía concuerdan también con los manuales de diseño geométrico DG-2014 y DG-2018, la recomendación es que las bermas pueden ser a nivel de afirmado con una inclinación de 4%, desde el punto de vista económico para

que el proyecto sea menos costoso, además concuerda en que debido a que las bermas no son pavimentadas.

4. Después de lo expuesto en las conclusiones anteriores, se pudo verificar que, al establecer la consistencia del diseño geométrico, se pudo mejorar los Factores Geométricos de la Vía, según el Manual de Diseño Geométrico DG-2014, de la Carretera “Emp. PE-3N (Huancapallac) - Chullay - Yarumayo - Margos - Huacacancha - Emp. HU-110 (Jesús).” del KM 0+000 al KM 10+000, además al verificar la consistencia del diseño geométrico con la ayuda del Manual de Diseño Geométrico DG-2018 mediante cuadros comparativos, se logró dar alternativas de solución con mayor grado de veracidad frente a algunas inconsistencias

## RECOMENDACIONES

1. Se recomienda al Ministerio de transportes y comunicaciones, realizar una evaluación económica a partir de del costo total del proyecto y sus características físicas, de modo que se concluya si el proyecto es rentable o no para el cliente (en este caso, el estado peruano). Queda como sugerencia que sea un próximo tema de tesis de pre grado.
2. Al verificar el diseño geométrico de la carretera en estudio, se hicieron propuestas de seguridad vial frente a inconsistencias de diseño en algunos tramos a partir de la señalización, por lo cual se recomienda tener presente que es obligación y deber de los usuarios de la vía asimilar la idea de conducir siempre de forma prudente. Muchos de los accidentes en carreteras es producto de malas maniobras de los conductores o irresponsabilidades escandalosas por parte de los usuarios, como son conducir en estado de ebriedad, conducir cansado y dormir al volante, adelantar en zonas prohibidas, entre otros.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Acusi, D. y Cutimbo, O. (2017). Diseño Geométrico de la Vía de Acceso a las Lomas del Cerro Chastudal Utilizando Software de Carreteras, Tramo Río Seco hasta Asociación El Mirador Chastudal del Distrito Gregorio Albarracín Lanchipa - Tacna - 2016. [Tesis de pregrado. Universidad privada del norte] Repositorio institucional de la Universidad privada del norte.

<http://repositorio.upt.edu.pe/handle/20.500.12969/156>

Aleman, H., Juárez, F., y Nerio, J. (2015) Propuesta de diseño geométrico de 5.0 km de vía de acceso vecinal montañosa, final col. Quezaltepeque - Cantón Victoria, Santa Tecla, La Libertad, utilizando software especializado para diseño de carreteras [Tesis de pregrado. Universidad de El Salvador] Repositorio institucional de la Universidad de El Salvador.

<http://ri.ues.edu.sv/id/eprint/7856/1/Tesis%20Dise%C3%B1o%20Geom%C3%A9trico%20de%20Camino%20Vecinal%20Monta%C3%B1oso.pdf>

Altamira, A. L. y Marcet, J. (2008). herramienta para la evaluación del diseño geométrico de caminos rurales. Aplicabilidad del sistema EICG05 a la evaluación de la consistencia y la coordinación planialtimétrica del diseño geométrico de caminos rurales. Informe Final. Proyectos de Investigación y Creación 21I/ 556. Programación 2006-2007. Universidad Nacional de San Juan. Argentina.

BOWLES, J. E. (1988). Foundation Analysis and Design. Bogotá, Colombia: McGraw - Hill.

BUSTAMANTE WILLIAMS CONSULTORES Y CONSTRUCTORES SAC 2010 Informe Final del Estudio de Topografía, Trazo y Diseño Vial del Estudio Definitivo para la construcción y/o mejoramiento de la carretera Chamaya – Jaen – San Ignacio – Río Canchis, tramo: San Ignacio – Puente Integración. Lima.

Cáceres Castro, J. (2019) Evaluación de la seguridad de la carretera no pavimentada de bajo volumen de tránsito Santa Cruz - Quio - El Sauce - Mitopampa (12+545 km.); en función a sus parámetros de diseño. [Tesis de pregrado. Universidad Nacional de Cajamarca] Repositorio institucional de la Universidad Nacional de Cajamarca.

<https://repositorio.unc.edu.pe/handle/UNC/3124>

Comunicaciones, M. d. (2019). Caminos y Ferrocarriles / Clasificador de Rutas. Lima, Lima.

#### CONSORCIO GEODATA - ANTAMINA

2015a *Informe Final del Estudio de Pre-Inversión a nivel de Perfil del Proyecto Rehabilitación y Mejoramiento de la carretera Emp. PE-3N (Huancapallac) - Chullay - Yarumayo - Margos - Huacacancha - Emp. HU-110 (Jesús). Región Huánuco*

2015b *Informe de Topografía, Trazo y Diseño Vial del Proyecto Rehabilitación y Mejoramiento de la carretera Emp. PE-3N (Huancapallac) - Chullay - Yarumayo - Margos - Huacacancha - Emp. HU-110 (Jesús). Región Huánuco*

2015c *Informe de Tráfico del Proyecto Rehabilitación y Mejoramiento de la carretera Emp. PE-3N (Huancapallac) - Chullay - Yarumayo - Margos - Huacacancha - Emp. HU-110 (Jesús). Región Huánuco*

2015d *Informe de Suelos y Pavimentos del Proyecto Rehabilitación y Mejoramiento de la carretera Emp. PE-3N (Huancapallac) - Chullay - Yarumayo - Margos - Huacacancha - Emp. HU-110 (Jesús). Región Huánuco*

2015e *Informe de Geología y Geotecnia del Proyecto Rehabilitación y Mejoramiento de la carretera Emp. PE-3N (Huancapallac) - Chullay - Yarumayo - Margos - Huacacancha - Emp. HU-110 (Jesús). Región Huánuco*

- Contreras Rojas, F. (2018). Diseño de la Vía de Acceso Vichka - Huayra para Mejorar la Transitabilidad en el Distrito de Tupe - Yauyos - Lima. [Tesis de pregrado. Universidad de San Martín de Porres] Repositorio académico Universidad de San Martín de Porres.  
<https://repositorio.usmp.edu.pe/handle/20.500.12727/4239>
- Felipe Chiquitó, Erlin Aroldo, (2014) “Análisis de consistencia de trazado en carreteras de montaña, en la república de Guatemala”, Universidad de San Carlos de Guatemala,
- Gonzales, J. R. (2017). Del concepto de ingeniería de tránsito. Bogotá: Ambiente y desarrollo.
- Correa Saldaña, 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. [Tesis de pregrado. Universidad Nacional de Cajamarca] Repositorio institucional de la Universidad Nacional de Cajamarca.  
<https://repositorio.unc.edu.pe/handle/UNC/1001>
- Grados Paredes, J. (2014), Diseño geométrico de la carretera nacional PE-3SG tramo: Yauri-DV. Livitaca. [Tesis de pregrado. Universidad Nacional de Ingeniería del Perú] Repositorio institucional universidad nacional de ingeniería.  
<http://cybertesis.uni.edu.pe/handle/uni/14651>
- Leclair, R. (2004). Normas para el Diseño Geométrico de las Carreteras Regionales. Manual Centroamericano, PROALCA II, SIECA, Guatemala. doi: 596-0184.20.
- Loya, N. A. (2017). Investigación de Operaciones 1. Centro Cultural Universitario.
- Ministerio de Transportes y Comunicaciones [MTC] (2018). Manual de Carreteras: Diseño Geométrico DG - 2018. Lima. Dirección General de Caminos y Ferrocarriles.

[https://portal.mtc.gob.pe/transportes/caminos/normas\\_carreteras/documentos/manuales/Manual.de.Carreteras.DG-2018.pdf](https://portal.mtc.gob.pe/transportes/caminos/normas_carreteras/documentos/manuales/Manual.de.Carreteras.DG-2018.pdf)

Poma Castillo, R. (2019). Evaluación de los Parámetros del Diseño Geométrico de la Carretera 14A Casma - Huaraz, tramo Cochac Km 126+00 al Km 133+00 con el Manual de Diseño Geométrico 2014. [Tesis de pregrado. Universidad Nacional Santiago Antúnez de Mayolo Perú] Repositorio institucional UNASAM.

<http://repositorio.unasam.edu.pe/handle/UNASAM/3652>

Romaní Santos, L. (2017), 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. [Tesis de pregrado, Universidad Nacional de Ingeniería del Perú] Red de repositorios latinoamericanos.

<https://repositorioslatinoamericanos.uchile.cl/handle/2250/2351547>

SENAMHI (2017) Datos históricos meteorológicos [reporte]. Lima. Consulta: 15 de febrero de 2018.

[http://www.senamhi.gob.pe/include\\_mapas/\\_dat\\_esta\\_tipo.php?estaciones=004450](http://www.senamhi.gob.pe/include_mapas/_dat_esta_tipo.php?estaciones=004450).

Ticona, E., y Choque, P. (2016). Evaluación del Diseño Geométrico del Camino de Carga Pesada (Heavy Haul Road) Proyecto Minero Las Bambas - Paquete 03. [Tesis de pregrado, Universidad Nacional del Altiplano] Repositorio Institucional de la Universidad Nacional del Altiplano.

<http://repositorio.unap.edu.pe/handle/UNAP/3290>.

## ANEXOS

ANEXO 1: Matriz de Consistencia

ANEXO 2: *Estudio de Tráfico y Demanda del Proyecto* (CONSORCIO GEODATA - ANTAMINA, 2015)

ANEXO 3: *Estudio de Suelos* (CONSORCIO GEODATA - ANTAMINA, 2015)

ANEXO 4: *Cálculo de la Precipitación Anual en la Zona del Proyecto – Año 2017*

ANEXO 5: *Estudio de Geología y Geotecnia* (CONSORCIO GEODATA - ANTAMINA 2015)

ANEXO 6: Plano de topografía y Evaluación de la vía existente.

ANEXO 7: Planos de planta y perfil con la propuesta de diseño geométrico.

ANEXO 8: Planos de sección típica con la propuesta de diseño geométrico.

ANEXO 9: Planos de secciones transversales con la propuesta de diseño geométrico.

ANEXO 10: Plano de diagrama de transición de peralte con la propuesta de diseño geométrico.

ANEXO 11: Plano de ubicación de la vía de estudio.

## ANEXO 1: MATRIZ DE CONSISTENCIA

CONSISTENCIA DEL DISEÑO GEOMÉTRICO, PARA MEJORAMIENTO DE LOS FACTORES GEOMETRICOS DE VIA.					
PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLE	INDICADORES	METODOLOGÍA
<p style="text-align: center;"><b>PROBLEMA GENERAL</b></p> <p>¿En qué medida la consistencia del diseño geométrico, mejorara los Factores Geométricos de la Vía, según el Manual de Diseño Geométrico DG-2014, de la Carretera “Emp. PE-3N (Huancapallac) - Chullay - Yarumayo - Margos - Huacacancha - Emp. HU-110 (Jesús)” del KM 0+000 al KM 10+000?</p> <p style="text-align: center;"><b>PROBLEMAS ESPECIFICOS</b></p> <p>1.¿Cómo justificar la necesidad de evaluar el diseño geométrico de la Carretera “Emp. PE-3N (Huancapallac) - Chullay - Yarumayo - Margos - Huacacancha - Emp. HU-110 (Jesús)” del KM 0+000 al KM 10+000?</p> <p>2.¿Cuál es el grado de consistencia de los parámetros de diseño geométrico,</p>	<p style="text-align: center;"><b>OBJETIVO GENERAL</b></p> <p>Establecer la consistencia del diseño geométrico, para el mejoramiento Factores Geométricos de la Vía, según el Manual de Diseño Geométrico DG-2014, de la Carretera “Emp. PE-3N (Huancapallac) - Chullay - Yarumayo - Margos - Huacacancha - Emp. HU-110 (Jesús)” del KM 0+000 al KM 10+000, Región Huánuco, año 2021.</p> <p style="text-align: center;"><b>OBJETIVOS ESPECÍFICOS</b></p> <p>1.Justificar la necesidad de evaluar el diseño geométrico la Carretera “Emp. PE-3N (Huancapallac) - Chullay - Yarumayo - Margos - Huacacancha - Emp. HU-110 (Jesús)” del KM 0+000 al KM 10+000.</p> <p>2.Determinar el grado de consistencia de los parámetros de diseño geométrico, para el mejoramiento de los Factores</p>	<p style="text-align: center;"><b>HIPÓTESIS GENERAL</b></p> <p>Estableciendo la consistencia del diseño geométrico, se mejora los Factores Geométricos de la Vía, según el Manual de Diseño Geométrico DG-2014, de la Carretera “Emp. PE-3N (Huancapallac) - Chullay - Yarumayo - Margos - Huacacancha - Emp. HU-110 (Jesús).” del KM 0+000 al KM 10+000.</p> <p style="text-align: center;"><b>HIPOTESIS ESPECÍFICOS</b></p> <p>1.Se justifica la necesidad de evaluar el diseño geométrico, según el Manual de Diseño Geométrico DG-2014, de la Carretera “Emp. PE-3N (Huancapallac) - Chullay - Yarumayo - Margos - Huacacancha - Emp. HU-110 (Jesús).” del KM 0+000 al KM 10+000.</p> <p>2. Con la determinación del grado de consistencia de los parámetros de diseño geométrico, se mejora los</p>	<p style="text-align: center;"><b>INDEPENDIENT</b></p> <p><b>E</b></p> <p>Factores Geométricos de la Vía.</p> <p style="text-align: center;"><b>DEPENDIENTE</b></p> <p>Consistencia del diseño geométrico</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Orografía.</li> <li>• Volumen de tránsito en la carretera.</li> <li>• Long. Tangente.</li> <li>• Long. Curva.</li> <li>• Sobreancho.</li> <li>• Radio.</li> <li>• Velocidad de diseño.</li> <li>• Pendiente.</li> <li>• Longitud de curva vertical cóncava.</li> <li>• Longitud de curva vertical convexa.</li> <li>• Calzada.</li> <li>• Berma.</li> </ul>	<p style="text-align: center;"><b>ORIENTACION:</b> Aplicada</p> <p style="text-align: center;"><b>ENFOQUE:</b> Mixta</p> <p style="text-align: center;"><b>FUENTE DE RECOLECCION:</b> Retroporlectiva</p> <p style="text-align: center;"><b>TIPO DE INVESTIGACIÓN:</b> Descriptiva.</p> <p style="text-align: center;"><b>NIVEL DE INVESTIGACIÓN:</b> Descriptiva y Explicativo</p> <p style="text-align: center;"><b>DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN</b> No experimental y transversal Retrospectivo.</p>

<p>para el mejoramiento Factores Geométricos de la Vía, según el Manual de Diseño Geométrico DG-2014, de la carretera “Emp. PE-3N (Huancapallac) - Chullay - Yarumayo - Margos - Huacacancha - Emp. HU-110 (Jesús).” del KM 0+000 al KM 10+000?</p> <p>3. ¿Cómo se mejora los Factores Geométricos de la Vía, en la consistencia geométrica, según el Manual de Diseño Geométrico DG-2018, de la Carretera “Emp. PE-3N (Huancapallac) - Chullay - Yarumayo - Margos - Huacacancha - Emp. HU-110 (Jesús).” del KM 0+000 al KM 10+000?</p>	<p>Geométricos de la Vía, según el Manual de Diseño Geométrico DG-2014, de la carretera “Emp. PE-3N (Huancapallac) - Chullay - Yarumayo - Margos - Huacacancha - Emp. HU-110 (Jesús)” del KM 0+000 al KM 10+000.</p> <p>3. Proponer la consistencia geométrica, con el mejoramiento de los Factores Geométricos de la Vía, según el Manual de Diseño Geométrico DG-2018, de la Carretera “Emp. PE-3N (Huancapallac) - Chullay - Yarumayo - Margos - Huacacancha - Emp. HU-110 (Jesús)” del KM 0+000 al KM 10+000.</p>	<p>Factores Geométricos de la Vía, utilizando el Manual de Diseño Geométrico DG-2014, de la carretera “Emp. PE-3N (Huancapallac) - Chullay - Yarumayo - Margos - Huacacancha - Emp. HU-110 (Jesús).” del KM 0+000 al KM 10+000.</p> <p>3. Con el mejoramiento de los Factores Geométricos de la Vía, se determina la consistencia geométrica de la vía, según el Manual de Diseño Geométrico DG-2018, de la Carretera “Emp. PE-3N (Huancapallac) - Chullay - Yarumayo - Margos - Huacacancha - Emp. HU-110 (Jesús).” del KM 0+000 al KM 10+000.</p>			
--	---	---	--	--	--

Fuente: Elaboración propia



## ANEXO 2: ESTUDIO DE TRÁFICO Y DEMANDA DEL PROYECTO (CONSORCIO GEODATA - ANTAMINA, 2015)

0035



Estudio de preinversión a nivel de perfil del Proyecto Rehabilitación y Mejoramiento de la carretera Emp. PE-3N (Huancapallac) - Chullay - Yarumayo - Margos - Huacacancha - Emp. HU-110 (Jesús)

### Variables Macroeconómicas

En el presente estudio se ha tomado como información base las tasas de crecimiento de las tres variables macroeconómicas (PBI y tasa de crecimiento poblacional), estimadas por el INEI. A continuación se muestra las tasas de crecimiento del tráfico, calculadas por tipo de vehículo y utilizadas para la proyección del tráfico (IMD Anual).

A continuación se presenta las tasas de crecimiento de las variables macroeconómicas utilizadas para el cálculo de las tasas de crecimiento del tráfico normal:

**CUADRO N° 7.2-6  
TASA DE CRECIMIENTO POBLACIONAL Y PBI DE HUANUCO Y ANCASH**

**TASA DE CRECIMIENTO DE HUANUCO**

Años	Valor	Crec %
1940	229,300	
1961	323,200	1.6%
1972	409,500	2.2%
1981	477,900	1.7%
1993	654,500	2.7%
2007	762,200	1.09%

Fuente : INEI 1.9%

**TASA DE CRECIMIENTO DEL PBI HUANUCO**

AÑOS	HUANUCO	CREC%
2001	1,268,731	
2002	1,295,158	2.1%
2003	1,416,082	9.3%
2004	1,456,179	2.8%
2005	1,489,767	2.3%
2006	1,525,127	2.4%
2007	1,561,718	2.4%
2008	1,664,728	6.6%
2009	1,673,856	0.5%
2010	1,797,178	7.4%
2011	1,914,020	6.5%

Fuente: INB 4.2%

**TASA DE CRECIMIENTO DE ANCASH**

Años	Valor	Crec %
1940	428,400	
1961	586,200	1.5%
1972	732,100	2.0%
1981	826,400	1.4%
1993	955,000	1.2%
2007	1,063,500	0.8%

Fuente : INEI 1.4%

34 de 57



**CLAY MICHAEL SENA CAYA**  
 INGENIERO DE TRANSPORTES  
 Reg. CIP N° 22666

**ing. Sergio Aviles Cordova**  
 Reg. CIP N° 74996  
 JEFE DE PROYECTO

117





Estudio de preinversión a nivel de perfil del Proyecto Rehabilitación y Mejoramiento de la carretera Emp. PE-3N (Huancapallac) - Chullay - Yarumayo - Margos - Huacacancha - Emp. HU-110 (Jesús)

TASA DE CRECIMIENTO DEL FBI ANCASH

Años	Valor	Crec %
2001	4,264,848.0	
2002	5,002,200.0	17.3%
2003	5,108,579.0	2.1%
2004	5,253,291.0	2.8%
2005	5,419,565.0	3.2%
2006	5,550,260.0	2.4%
2007	5,932,921.0	6.9%
2008	6,457,790.0	8.8%
2009	6,450,628.0	-0.1%
2010	6,633,789.0	2.8%
2011	6,897,992.0	4.7%

Fuente: INEI

4.7%

El tráfico futuro se ha calculado con la siguiente fórmula:

$$T_n = T_o (1+r)^n$$

Donde:

$T_n$  = Tráfico en el año n

$T_o$  = Tráfico actual o en el año base

r = Tasa de crecimiento

n = Año para el cual se calcula el volumen de tráfico



  
 CLAY MICHAEL SENA CAYA  
 INGENIERO DE TRANSPORTES  
 Reg. CIP N° 92565

  
 Ing. Sergio Aviles Cordova  
 Reg. CIP N° 74996  
 JEFE DE PROYECTO

**CUADRO Nº 7.2-11**  
**TRAFICO NORMAL PROYECTADO**  
**TRAMO: QUIVILLA - PUENTE TINGO**

Año	Auto	SW	Camionetas			Micro			Omnibus			Canton			Semitraylers					Traylers					Total Veh. Livianos	Total Veh. Pesados	TOTAL
			Pick Up	Panel	C.R.	2E	3E	4E	2E	3E	4E	ZS1	ZS2	ZS3	3S1	3S2	>=3S3	2T2	2T3	3T2	>=3T3						
2014	28	46	26	0	18	1,9%	1,9%	1,9%	1,9%	1,9%	4,7%	4,7%	4,7%	4,7%	4,7%	4,7%	4,7%	4,7%	4,7%	4,7%	4,7%	4,7%	4,7%	4,7%	118	21	139
2015	29	47	26	0	18	1,9%	1,9%	1,9%	1,9%	1,9%	4,7%	4,7%	4,7%	4,7%	4,7%	4,7%	4,7%	4,7%	4,7%	4,7%	4,7%	4,7%	4,7%	118	21	142	
2016	29	46	27	0	19	1,9%	1,9%	1,9%	1,9%	1,9%	4,7%	4,7%	4,7%	4,7%	4,7%	4,7%	4,7%	4,7%	4,7%	4,7%	4,7%	4,7%	4,7%	118	21	144	
2017	30	49	28	0	19	1,9%	1,9%	1,9%	1,9%	1,9%	4,7%	4,7%	4,7%	4,7%	4,7%	4,7%	4,7%	4,7%	4,7%	4,7%	4,7%	4,7%	4,7%	118	21	147	
2018	30	50	28	0	20	1,9%	1,9%	1,9%	1,9%	1,9%	4,7%	4,7%	4,7%	4,7%	4,7%	4,7%	4,7%	4,7%	4,7%	4,7%	4,7%	4,7%	4,7%	118	21	149	
2019	31	51	29	0	20	1,9%	1,9%	1,9%	1,9%	1,9%	4,7%	4,7%	4,7%	4,7%	4,7%	4,7%	4,7%	4,7%	4,7%	4,7%	4,7%	4,7%	4,7%	118	21	152	
2020	31	52	29	0	20	1,9%	1,9%	1,9%	1,9%	1,9%	4,7%	4,7%	4,7%	4,7%	4,7%	4,7%	4,7%	4,7%	4,7%	4,7%	4,7%	4,7%	4,7%	118	21	152	
2021	32	53	30	0	21	1,9%	1,9%	1,9%	1,9%	1,9%	4,7%	4,7%	4,7%	4,7%	4,7%	4,7%	4,7%	4,7%	4,7%	4,7%	4,7%	4,7%	4,7%	118	21	155	
2022	32	54	30	0	21	1,9%	1,9%	1,9%	1,9%	1,9%	4,7%	4,7%	4,7%	4,7%	4,7%	4,7%	4,7%	4,7%	4,7%	4,7%	4,7%	4,7%	4,7%	118	21	158	
2023	33	55	31	0	22	1,9%	1,9%	1,9%	1,9%	1,9%	4,7%	4,7%	4,7%	4,7%	4,7%	4,7%	4,7%	4,7%	4,7%	4,7%	4,7%	4,7%	4,7%	118	21	161	
2024	34	56	31	0	22	1,9%	1,9%	1,9%	1,9%	1,9%	4,7%	4,7%	4,7%	4,7%	4,7%	4,7%	4,7%	4,7%	4,7%	4,7%	4,7%	4,7%	4,7%	118	21	164	
2025	34	56	31	0	22	1,9%	1,9%	1,9%	1,9%	1,9%	4,7%	4,7%	4,7%	4,7%	4,7%	4,7%	4,7%	4,7%	4,7%	4,7%	4,7%	4,7%	4,7%	118	21	167	

Tasa de Crecimiento: Vehículos de pasajeros (Ligeros) 1,9% y de carga (Pesados) 4,2%.

Fuente: Elaboración Propia

### ANEXO 3: ESTUDIO DE SUELO (GEODATA, 2015)



Estudio de preinversión a nivel de perfil del Proyecto Rehabilitación y Mejoramiento de la carretera Emp. PE-3N (Huancapallac) - Chullay - Yarumayo - Margos - Huacacancha - Emp. HU-110 (Jesús)

Para la sectorización se realizó un análisis de diferencias acumuladas de los CBR finales, como se muestra en la tabla a continuación, la misma que fue graficada:

Progresiva	CBR	$\Delta$	$\Delta$ Acum	$P_i$	$A_i$	$\Sigma A_i$	$Z_x$	Pendiente	Cambio Pendiente
4+000	42.00	0	0	0.00	0.00	0.00	0.00	1.0	4 + 000
6+000	39.00	2000	2000	40.50	81000	81000	33963	1.0	
8+000	12.00	2000	4000	25.50	51000	132000	37926	1.0	
10+000	42.00	2000	6000	27.00	54000	186000	44889	1.0	
12+000	12.00	2000	8000	27.00	54000	240000	51852	1.0	
14+000	39.00	2000	10000	25.50	51000	291000	55815	1.0	
16+000	42.00	2000	12000	40.50	81000	372000	89778	-1.0	16 + 000
18+000	18.00	2000	14000	30.00	60000	432000	102741	1.0	18 + 000
20+000	12.00	2000	16000	15.00	30000	462000	85704	1.0	
22+000	8.00	2000	18000	10.00	20000	482000	58667	1.0	
24+000	48.00	2000	20000	28.00	56000	538000	67630	1.0	
26+000	45.00	2000	22000	46.50	93000	631000	113593	1.0	
28+000	18.00	2000	24000	31.50	63000	694000	129556	-1.0	28 + 000
30+000	49.00	2000	26000	33.50	67000	761000	149519	-1.0	
32+000	12.00	2000	28000	30.50	61000	822000	163481	-1.0	
34+000	12.00	2000	30000	12.00	24000	846000	140444	-1.0	
42+000	12.00	8000	38000	12.00	96000	942000	48296	-1.0	
44+000	39.00	2000	40000	25.50	51000	993000	52259	-1.0	
46+000	12.00	2000	42000	25.50	51000	1044000	56222	-1.0	
48+000	8.00	2000	44000	10.00	20000	1064000	29185	-1.0	
50+000	12.00	2000	46000	10.00	20000	1084000	2148	1.0	50 + 000
52+000	11.00	2000	48000	12.00	24000	1108000	-20889	1.0	
54+000	42.00	2000	50000	29.00	58000	1166000	-9926	1.0	
56+000	8.00	2000	52000	26.50	53000	1219000	-3963	1.0	
58+000	34.00	2000	54000	25.50	51000	1270000	-2596	-1.0	58 + 000
60+000	12.00	2000	48000	12.00	24000	1108000	-2004	1.0	
62+000	46.00	2000	50000	29.00	58000	1166000	-1258	1.0	
64+000	7.00	2000	52000	26.50	53000	1219000	-632	1.0	
66+000	44.00	2000	54000	25.50	51000	1270000	0	-1.0	66 + 000

Cuadro 5- Análisis de diferencias acumuladas



Prog	S1	S2	S3	S4	S5
0+044				12.00	
0+041				12.00	
0+044					39.00
0+045					12.00
0+037					8.00
0+041					12.00
0+043					12.00
0+042					46.00
0+041					7.00
0+041					44.00

Cuadro 7- Agrupamiento

Donde:

	S1	S2	S3	S4	S5
<b>Promedio</b>	30.75	10.00	34.40	12.00	22.50
<b>ST DEV</b>	14.05	2.83	17.90	0.00	17.19
<b>MAX</b>	42.00	12.00	49.00	12.00	46.00
<b>MIN</b>	12.00	8.00	12.00	12.00	7.00

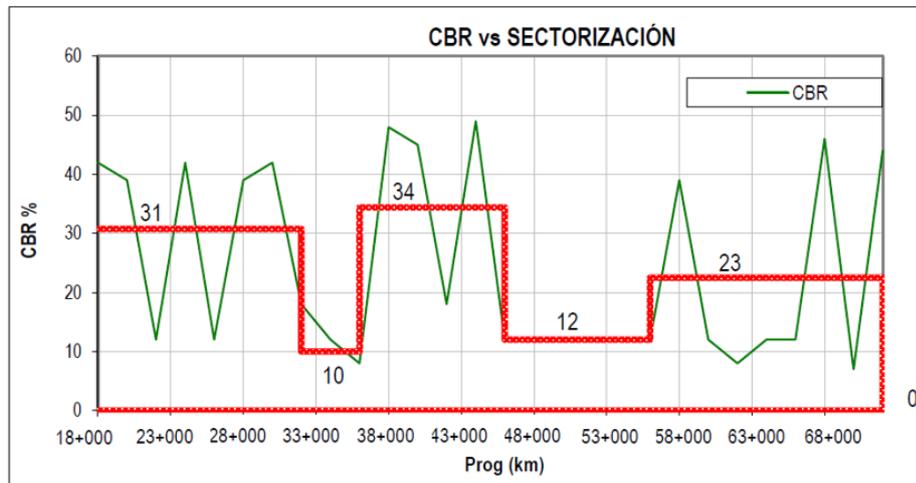


Gráfico 2- Promedio de CBR



Prog	S1	S2	S3	S4	S5
0+044				12.00	
0+041				12.00	
0+044					39.00
0+045					12.00
0+037					8.00
0+041					12.00
0+043					12.00
0+042					46.00
0+041					7.00
0+041					44.00

Cuadro 7- Agrupamiento

Donde:

	S1	S2	S3	S4	S5
<b>Promedio</b>	30.75	10.00	34.40	12.00	22.50
<b>ST DEV</b>	14.05	2.83	17.90	0.00	17.19
<b>MAX</b>	42.00	12.00	49.00	12.00	46.00
<b>MIN</b>	12.00	8.00	12.00	12.00	7.00

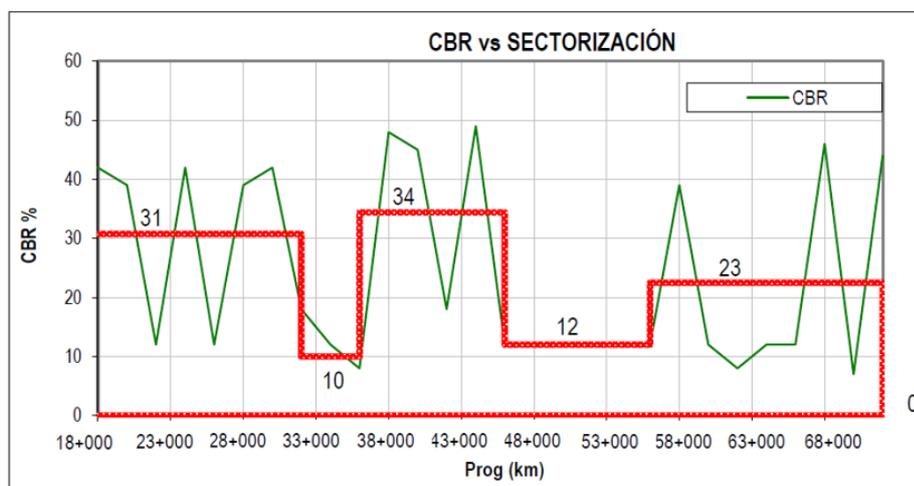


Gráfico 2- Promedio de CBR

**ANEXO 4: CÁLCULO DE LA PRECIPITACIÓN ANUAL EN LA ZONA DEL  
PROYECTO – AÑO 2017**

**Cálculo de la precipitación anual en la zona del proyecto (2017)**

Estación: Dos de Mayo  
 Tipo de estación: Meteorológica  
 Departamento: Huánuco  
 Provincia: Dos De Mayo  
 Distrito: Pachas  
 Año:2017  
 Fuente: Senamhi

Dia	Precipitación diaria 19h (mm/día)											
	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Setiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
1	3.2	0.0	4.5	1.0	0.0	0.0	2.0	0.0	0.0	0.0	2.8	15.1
2	4.0	0.2	5.2	3.3	0.0	0.0	0.9	0.0	0.0	0.0	0.0	4.2
3	8.3	0.0	0.5	3.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	4.3	13.9
4	0.0	3.6	3.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
5	4.4	0.3	0.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	3.8
6	0.2	1.7	1.5	0.0	1.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.7	6.0
7	0.9	1.2	0.7	3.7	0.0	0.8	0.0	0.0	0.0	4.5	2.8	2.8
8	10.4	0.9	0.7	0.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.5	0.3
9	0.0	2.8	1.4	7.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.3	0.0	0.0	0.0
10	10.8	0.0	0.4	1.1	0.0	0.0	0.0	0.4	0.0	0.0	0.0	0.0
11	2.9	5.5	4.5	1.0	0.0	4.9	0.0	2.2	0.0	0.0	0.0	0.0
12	1.2	1.0	3.4	7.6	0.0	0.0	0.0	3.9	0.0	0.0	1.7	0.0
13	0.9	1.1	0.0	1.0	0.0	1.1	0.0	0.0	0.0	0.0	1.0	0.8
14	1.1	1.5	4.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
15	1.5	0.2	0.1	0.0	1.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.4	0.0	0.0
16	9.1	0.0	6.5	0.1	3.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.8	3.4	0.0
17	0.7	2.8	0.0	0.0	0.5	0.0	0.0	0.0	0.2	0.7	9.4	7.9
18	0.0	1.3	4.8	0.0	4.2	0.0	0.0	0.9	4.2	0.0	2.6	0.0
19	1.6	1.6	0.0	0.8	5.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	3.3	0.2
20	1.0	0.7	0.0	0.1	0.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.6
21	2.4	0.3	0.0	0.0	1.4	0.1	0.0	0.0	0.0	4.8	0.2	0.0
22	0.2	5.7	0.0	3.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	4.8	2.1
23	3.6	7.4	0.0	10.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	4.7	7.5	0.0
24	1.6	8.2	1.8	2.2	0.0	0.0	0.0	4.4	0.0	5.7	1.2	0.0
25	1.9	12.0	3.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	8.0	3.9	2.3
26	0.1	5.6	1.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.0
27	0.3	2.3	1.8	0.0	0.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	3.4
28	0.0	5.6	0.1	6.8	0.0	0.0	0.0	6.8	0.0	0.2	13.5	6.2
29	0.0	-	0.0	0.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	3.7	1.1	5.0
30	0.0	-	5.3	0.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	4.8	23.0	6.0
31	0.0	-	1.5	-	0.0	-	0.0	0.0	-	0.0		5.2
<b>Precipitación mensual (mm/mes)</b>	<b>72.3</b>	<b>73.5</b>	<b>58.1</b>	<b>55.5</b>	<b>18.7</b>	<b>6.9</b>	<b>2.9</b>	<b>18.6</b>	<b>4.7</b>	<b>39.3</b>	<b>87.7</b>	<b>86.8</b>
<b>Precipitación anual (mm/año)</b>	<b>525.0</b>											

Elaboración propia

Estación : DOS DE MAYO , Tipo Convencional - Meteorológica

Departamento : HUANUCO Provincia : DOS DE MAYO Distrito : PACHAS Ir : 2017-01  
 Latitud : 9° 43' 1" Longitud : 76° 46' 25" Altitud : 3442

Día/mes/año	Temperatura Max (°c)	Temperatura Min (°c)	Temperatura Bulbo Seco (°c)			Temperatura Bulbo Humedo (°c)			Precipitación (mm)		Direccion del Viento 13h	Velocidad del Viento 13h (m/s)
			07	13	19	07	13	19	07	19		
01-Ene-2017	18.3	7	7.2	15.3	10.2	6.4	10.2	9.4	5.6	3.2	W	4
02-Ene-2017	16.2	8	8.4	12.2	10.4	8.1	10	9	4.6	4	W	2
03-Ene-2017	19.3	8.6	9.3	16.1	8.4	9.1	11.1	8.1	4.4	8.3	SW	2
04-Ene-2017	20	7.1	7.4	19.1	11.3	7.2	11.4	10.4	0	0	NW	4
05-Ene-2017	18.4	8.3	9.1	15.4	9.3	8.4	11.3	9	0	4.4	W	2
06-Ene-2017	16.8	7.7	8	14.2	11.2	7.3	11.1	10	3.2	2	NW	2
07-Ene-2017	16.9	7.8	8.1	12.3	10.4	8	11.1	10.2	3.4	9	W	2
08-Ene-2017	20.3	8	9.3	17.4	8.3	9	11.1	8	2	10.4	NW	2
09-Ene-2017	20.6	7	8	19	11	7.2	11.3	10.4	4	0	W	6
10-Ene-2017	14.7	7.9	8.2	10.3	8.1	7.3	9	7.3	0	10.8	SW	2
11-Ene-2017	17.2	6.1	7.3	13.4	9.3	7	11.2	9	2	2.9	SW	2
12-Ene-2017	15.1	7.7	8.4	12.3	10.3	8.3	10.2	9.3	1.9	1.2	NW	2
13-Ene-2017	16.6	7.9	8.4	12.4	10.2	8.2	10.2	9.1	1.6	9	NW	6
14-Ene-2017	15.6	7.2	7.4	12.1	9	7.2	9.4	8.3	5.9	1.1	NW	2
15-Ene-2017	13.2	7.5	8.1	11.2	9	7.4	9.4	8.2	5	1.5	W	2
16-Ene-2017	15.6	7	7.4	13.1	8.2	7.2	10.2	7.4	3.6	9.1	NW	4
17-Ene-2017	14.2	6.7	7.1	13.3	9.4	6.4	10.1	7.2	1.8	7	NW	2
18-Ene-2017	21.8	6.5	7.3	19.4	13	6.4	12.2	9.4	0	0	NW	2
19-Ene-2017	20.5	7.3	8.4	17.3	9.1	7.3	11.2	8.1	7	1.6	SW	2
20-Ene-2017	16	6.8	7	14.3	8.4	6.3	9.3	7.4	14.1	1	NW	10
21-Ene-2017	15.7	6.7	7	14	10.1	6.2	9	8.3	0	2.4	NW	4
22-Ene-2017	16.8	7.1	7.3	12.3	10.3	7	9.4	8.1	2.6	2	W	2
23-Ene-2017	19.6	7	7.3	14.4	9	7.1	12	8.3	4.9	3.6	NW	2
24-Ene-2017	17.1	6	6.2	16.1	9.3	5.4	11.3	8.4	5.4	1.6	W	6
25-Ene-2017	16.8	7.1	7.3	14	9.4	7	11.2	8.2	9.5	1.9	W	2
26-Ene-2017	17.1	6.9	8.1	15.2	12.2	7.3	11.2	10.1	6	1	W	4
27-Ene-2017	15.7	6.2	6.3	15	9.2	6.1	10.4	8.3	0	3	NW	2
28-Ene-2017	15.5	7.2	7.4	13.1	10	7.2	9	7.4	0	0	NW	10
29-Ene-2017	16.7	4.6	5.2	15.3	9.3	4.1	9.4	8.3	0	0	NW	2
30-Ene-2017	18.9	7.3	8.1	17.2	11.1	7.3	12.1	10	0	0	NW	4
31-Ene-2017	21.3	6.1	7.2	21	11.1	6.3	14.2	9.2	0	0	SW	8

\* Fuente : SENAMHI - Oficina de Estadística  
 \* Información sin Control de Calidad  
 \* El uso de esta Información es bajo su entera Responsabilidad

Estación : DOS DE MAYO , Tipo Convencional - Meteorológica

Departamento : HUANUCO Provincia : DOS DE MAYO Distrito : PACHAS Ir : 2017-02  
 Latitud : 9° 43' 1" Longitud : 76° 46' 25" Altitud : 3442

Día/mes/año	Temperatura Max (°c)	Temperatura Min (°c)	Temperatura Bulbo Seco (°c)			Temperatura Bulbo Humedo (°c)			Precipitación (mm)		Direccion del Viento 13h	Velocidad del Viento 13h (m/s)
			07	13	19	07	13	19	07	19		
01-Feb-2017	20.8	6	6.4	18	11.3	6.1	12	9.4	0	0	NW	2
02-Feb-2017	22	5	6	19.4	12.2	5.3	14	10.2	0	2	NW	6
03-Feb-2017	18.2	7.3	8.2	17.3	12.4	7.4	12.2	10.3	0	0	NW	2
04-Feb-2017	19.3	7.7	9.1	17.3	11	8.3	13	9.3	0	3.6	SW	6
05-Feb-2017	19	7.6	9.4	16.4	11.1	8	11.3	9.3	0	3	W	2
06-Feb-2017	19.9	6.2	7	17.3	11.1	6.3	12.1	10	0	1.7	NW	2
07-Feb-2017	19	8	8.2	17	10.1	8.1	12.4	9	6.2	1.2	NW	4
08-Feb-2017	17.1	6.1	7.4	16.2	12.3	7.2	12.3	9.3	0	9	W	2
09-Feb-2017	17.8	7.4	8.1	15.2	9.1	7.4	11.3	8.4	2	2.8	SW	4
10-Feb-2017	17.5	7.6	8	17.1	12.3	7.4	12.3	10.2	0	0	NW	2
11-Feb-2017	14.4	8.7	9.1	12	9.2	8.3	10.1	8.3	0	5.5	W	2
12-Feb-2017	16.9	6.9	7.3	16.2	8.2	7.1	12.3	7.4	0	1	NW	2
13-Feb-2017	17	6.7	7.2	15.3	9.1	7	11.2	8	0	1.1	W	2
14-Feb-2017	13.9	6.3	7	12.3	9.2	6.3	10.2	9	5.8	1.5	NW	2
15-Feb-2017	16.1	7.4	8	14	10	7.3	10.3	9	5	2	NW	2
16-Feb-2017	21.4	5.5	6.4	18.4	12.4	6.1	11.3	9	0	0	NW	4
17-Feb-2017	18.2	6.9	7.2	16.1	8.4	7.1	10.4	8.1	2	2.8	W	4
18-Feb-2017	19.3	7.2	7.4	18	10.2	7.2	12.3	9.2	0	1.3	W	6
19-Feb-2017	19.8	7.4	8	17.1	8.2	7.3	12.2	8	0	1.6	NW	2
20-Feb-2017	20.9	6.8	7.3	19.4	9.1	7.1	13.2	8.2	0	7	NW	2
21-Feb-2017	16.3	7	7.4	14.3	9	7.2	11	8.3	9	3	W	6
22-Feb-2017	17	7.3	7.4	14.2	9.1	7.3	11.4	8.4	1.8	5.7	SW	4
23-Feb-2017	16.9	7.2	7.4	15	8	7.3	11.1	7.3	2.2	7.4	SW	6
24-Feb-2017	19.8	7.3	7.4	17	9.1	7.2	12.3	8.3	9	8.2	NW	2
25-Feb-2017	17.7	6.6	8	16.1	8	7.3	11.2	7.4	2	12	W	2
26-Feb-2017	14.8	5.7	6.2	12.2	9.2	6	10.1	9	7.7	5.6	SW	2
27-Feb-2017	18.2	6.3	7.2	16	10.2	7	12	8.3	14.3	2.3	W	4
28-Feb-2017	18.7	6.4	7.3	14	8	7.2	11.4	7.4	6	5.6	SW	2

\* Fuente : SENAMHI - Oficina de Estadística  
 \* Información sin Control de Calidad  
 \* El uso de esta Información es bajo su entera Responsabilidad

**Estación : DOS DE MAYO , Tipo Convencional - Meteorológica**

Departamento : HUANUCO      Provincia : DOS DE MAYO      Distrito : PACHAS      Ir : 2017-03 ▾  
 Latitud : 9° 43' 1"      Longitud : 76° 46' 25"      Altitud : 3442

Día/mes/año	Temperatura Max (°c)	Temperatura Min (°c)	Temperatura Bulbo Seco (°c)			Temperatura Bulbo Humedo (°c)			Precipitación (mm)		Direccion del Viento 13h	Velocidad del Viento 13h (m/s)
			07	13	19	07	13	19	07	19		
01-Mar-2017	19.2	5.1	6.3	18.1	9.1	6.2	11.4	8	.3	4.5	NW	2
02-Mar-2017	21	7	7.1	18.4	9.3	7	12	8.2	.1	5.2	NW	2
03-Mar-2017	17.9	7.7	8	14.2	11.1	7.3	11.2	10	5.3	.5	W	2
04-Mar-2017	18	8	8.3	16.1	9.2	8.1	12	8.4	5.4	3.6	NW	2
05-Mar-2017	18.5	8.1	8.3	17.2	11.2	8.1	12.4	9.4	1.4	.5	NW	2
06-Mar-2017	19.8	7.4	8.1	17.3	10.3	7.4	13.2	10	3.6	1.5	NW	4
07-Mar-2017	18.7	7.3	8.1	15.4	10.3	7.3	11.2	9.4	2.1	7	NW	6
08-Mar-2017	14.1	8	8.3	12.3	10.4	8	10.4	9.4	3.2	7	NW	2
09-Mar-2017	20.6	7.9	8.3	16.4	10.4	8.1	12.1	9.3	.8	1.4	W	2
10-Mar-2017	16.4	7.1	7.2	15.2	10.2	7	11.3	9.1	13.5	.4	NW	2
11-Mar-2017	14.6	7.5	9	11.1	10.3	8.4	9	9.2	2	4.5	NW	2
12-Mar-2017	18.4	6.9	7.3	13.1	9.4	7	10.2	8.4	1.6	3.4	NW	2
13-Mar-2017	18.6	6.5	7	17.2	12.3	6.3	12.1	10.4	.1	0	W	2
14-Mar-2017	15.8	6.1	6.3	14.2	10	6	10.1	9.2	13.4	4.4	NW	2
15-Mar-2017	19.9	8.3	8.4	16.1	9.4	8.3	12.2	8.4	0	.1	SW	6
16-Mar-2017	16.3	7	8.4	11.1	9	7.3	10	8.3	0	6.5	NW	2
17-Mar-2017	12.7	7.2	7.3	11	9.1	7.2	9.1	8	.5	0	SW	2
18-Mar-2017	19.6	6.9	7.2	17.1	8.3	7	12.3	8.1	0	4.8	W	2
19-Mar-2017	19.3	7.8	8.2	18	10.4	8.1	12.4	9.2	.4	0	W	4
20-Mar-2017	19.4	7.3	8	16	11.3	7.3	11.1	10.1	0	0	NW	2
21-Mar-2017	20.3	6.2	6.4	19.1	12.1	6.3	12.3	9.2	0	0	NW	2
22-Mar-2017	20.4	7.2	8.4	17.4	12.4	8.2	11.2	10	0	0	NW	4
23-Mar-2017	20.1	6.6	8.3	18.4	12.2	7.4	13.1	9.3	0	0	SW	2
24-Mar-2017	20.5	8	8.3	18	8	7.3	12.2	7.3	1.7	10.8	NW	8
25-Mar-2017	17.4	6.9	7.2	17	10	7	12.4	9.2	4.7	3.7	NW	2
26-Mar-2017	18.9	7.6	8	17.2	10.3	7.2	12.3	10	.2	1.2	NW	2
27-Mar-2017	18	7.9	8.2	10.4	10	7.3	9.4	9	3.3	1.8	W	2
28-Mar-2017	17.8	7.5	8	16	11.2	7.4	12.1	10	.8	.1	W	2
29-Mar-2017	20.4	7.2	7.4	17.3	12	7.3	11.3	10.1	0	0	NW	4
30-Mar-2017	14.9	8.1	8.2	13.4	9.1	8.1	11.1	8.4	7.8	5.3	W	2
31-Mar-2017	15	8	8.2	12.3	11	8	10.4	10	2.5	1.5	SW	4

\* Fuente : SENAMHI - Oficina de Estadística  
 \* Información sin Control de Calidad  
 \* El uso de esta Información es bajo su entera Responsabilidad

**Estación : DOS DE MAYO , Tipo Convencional - Meteorológica**

Departamento : HUANUCO      Provincia : DOS DE MAYO      Distrito : PACHAS      Ir : 2017-04 ▾  
 Latitud : 9° 43' 1"      Longitud : 76° 46' 25"      Altitud : 3442

Día/mes/año	Temperatura Max (°c)	Temperatura Min (°c)	Temperatura Bulbo Seco (°c)			Temperatura Bulbo Humedo (°c)			Precipitación (mm)		Direccion del Viento 13h	Velocidad del Viento 13h (m/s)
			07	13	19	07	13	19	07	19		
01-Abr-2017	16.9	7.7	8	15.3	10	7.3	12.1	9.2	7.7	1	W	2
02-Abr-2017	18.7	7.8	8.3	16.1	11	8.1	11.2	10.1	1	3.3	NW	2
03-Abr-2017	18.6	8.2	8.4	17.2	11.1	8.2	12.4	10	3.4	3.5	NW	4
04-Abr-2017	18.1	8.1	8.3	17	11	8.2	12.1	9.4	1.9	0	NW	2
05-Abr-2017	19.2	7.5	8.1	17.1	11.4	7.4	12.4	10.2	2.7	0	NW	2
06-Abr-2017	19.4	6.7	8	16.3	12	7.3	12	10.2	1.4	0	W	4
07-Abr-2017	20.5	7.6	8.4	18.1	8.3	7.2	13.2	8.1	0	3.7	NW	6
08-Abr-2017	18.6	6.7	7	16.3	11	6.4	12	9.3	2.6	.2	W	4
09-Abr-2017	18.7	7.2	8	16.3	9.1	7.2	11.2	8.4	0	7.6	NW	6
10-Abr-2017	20	7.3	8	19.4	10.2	7.4	14	10	0	1.1	NW	8
11-Abr-2017	13.4	7.2	8.1	11.2	8.3	7	10	8	.2	1	W	2
12-Abr-2017	15.1	8.1	8.3	14.1	9.2	8.1	11.3	9	0	7.6	NW	2
13-Abr-2017	19.3	7	8	18.1	9.1	7.3	13.3	8.4	0	1	NW	2
14-Abr-2017	20.4	6.4	7	18.3	9.4	6.3	12	8.2	0	0	NW	2
15-Abr-2017	19.8	4.4	6	17.3	11.2	5.3	11.1	9.4	0	0	W	2
16-Abr-2017	20.3	6.3	8	18.3	10.1	7.2	13.1	8.3	0	.1	NW	6
17-Abr-2017	20.9	6.6	8.3	19	12.1	7.3	12.3	9.4	0	0	NW	4
18-Abr-2017	21.2	7.3	8.4	19.2	12.2	8.1	12.4	10.1	0	0	NW	4
19-Abr-2017	20.4	8.8	9	18.4	10.2	8.4	12.2	9.1	1	.8	SW	4
20-Abr-2017	19.3	6.2	7.2	17.2	9.4	7.1	12.2	8.4	.4	.1	W	2
21-Abr-2017	15.8	4.7	6	13.3	9.2	5.4	10.4	7.3	0	0	NW	2
22-Abr-2017	20.1	4.6	6.4	19.3	10.3	6.1	12.3	8.3	0	3.7	NW	2
23-Abr-2017	18.2	8	8.2	12	9	7.4	10.3	8.3	.4	10.6	NW	2
24-Abr-2017	20.5	5.3	6.3	19	9.1	6.1	12.4	8.4	.1	2.2	SW	6
25-Abr-2017	19.1	6.3	7	16.4	12.3	6.3	11.3	10.2	1.2	0	SW	4
26-Abr-2017	18.2	8.4	9.2	17.3	11.1	8.3	12.2	8.3	0	0	W	4
27-Abr-2017	16	8.1	8.1	15	10.4	8	10.4	8.4	1	0	W	6
28-Abr-2017	18.2	7.1	7.3	15.3	10.1	7	11.2	9	0	6.8	NW	2
29-Abr-2017	15.8	8	8.2	14.2	11.3	7.4	10.4	9.2	0	.6	NW	4
30-Abr-2017	17	6.2	7	16.1	8.3	6.2	12.2	8	2.2	.6	SW	4

\* Fuente : SENAMHI - Oficina de Estadística  
 \* Información sin Control de Calidad  
 \* El uso de esta Información es bajo su entera Responsabilidad



Estación : DOS DE MAYO , Tipo Convencional - Meteorológica

Departamento : HUANUCO Provincia : DOS DE MAYO Distrito : PACHAS Ir : 2017-05 ▼  
 Latitud : 9° 43' 1" Longitud : 76° 46' 25" Altitud : 3442

Día/mes/año	Temperatura Max (°c)	Temperatura Min (°c)	Temperatura Bulbo Seco (°c)			Temperatura Bulbo Humedo (°c)			Precipitación (mm)		Dirección del Viento 13h	Velocidad del Viento 13h (m/s)
			07	13	19	07	13	19	07	19		
01-May-2017	19.3	5.1	6.2	16.3	10	6	11.4	8.2	0	0	NW	6
02-May-2017	21.9	6.3	8	21	11.2	7.1	12.4	9.3	0	0	NW	4
03-May-2017	20.5	5.9	6.4	20	12	6.1	13.2	9.3	0	0	NW	2
04-May-2017	22.2	5.2	6.1	21.2	11.2	6	13.4	9.1	0	0	NW	6
05-May-2017	21	5.5	6	20.1	11.2	5.4	13.3	9	0	0	NW	4
06-May-2017	18.2	7.8	8.1	14.3	9.3	7.3	10.3	9.1	0	1.4	NW	2
07-May-2017	21.3	7	7.2	19.4	10	7	12.4	8.4	0	0	W	4
08-May-2017	21.1	6.6	7	20.4	12.1	6.2	13.3	9.2	0	0	W	6
09-May-2017	19.6	6.7	7	19	12.1	6.3	12.3	9.2	0	0	NW	8
10-May-2017	16.1	7.7	8.4	14.3	11.2	8	11.1	9.1	0	0	NW	2
11-May-2017	19.4	6.5	7.3	14.4	10.2	7	11.2	9	5	0	NW	2
12-May-2017	21.5	5	5.2	20.2	11.1	5	14.1	9.2	0	0	NW	6
13-May-2017	18.3	5.9	7.4	15.2	10.1	7.1	11.1	8.2	0	0	NW	6
14-May-2017	19	6.3	7	17	11.2	6.3	12.1	8.4	0	0	W	4
15-May-2017	18.9	7.8	8.1	15.3	9.1	7.4	11.3	8.3	0	1.6	W	2
16-May-2017	17.5	8.1	8.3	13.4	9.2	8.1	11.2	9	.2	3	NW	2
17-May-2017	18.8	6.3	7	15.1	10.1	6.4	11.1	8.2	1.1	.5	W	4
18-May-2017	19.4	6.4	7.2	16.3	9.3	7	12.2	8.3	0	4.2	NW	2
19-May-2017	19.2	7.2	8	16.3	9	7.3	12	8.4	2.1	5.9	W	2
20-May-2017	18.3	6.8	7.4	15.4	10.4	6.4	11.3	9	7.3	.2	NW	2
21-May-2017	16.9	7	7.2	14.1	10.3	6.4	10.3	8	3.8	1.4	NW	2
22-May-2017	19.5	7.8	8	17.3	11	7.4	12.1	9.1	.4	0	W	2
23-May-2017	20.2	7.7	8	18.1	10.2	7.3	12.3	8.4	.6	0	W	2
24-May-2017	18.7	7.6	8.3	16.4	11.3	8	11.2	9	0	0	NW	4
25-May-2017	18.8	6.4	7.3	15.2	9.3	6.4	9.4	7.3	0	0	NW	4
26-May-2017	17.4	6.1	7	14	9.2	6.3	10.2	8.1	0	0	SW	2
27-May-2017	16.9	7.3	7.4	16	10	7.3	11.4	8.4	.6	.5	W	2
28-May-2017	18.1	5.7	6.2	16.3	10.1	6	11	9	.1	0	W	4
29-May-2017	19.5	5.4	6	15.4	10.1	5.4	11	8	0	0	SW	2
30-May-2017	13.5	4.7	5	13	8.4	4.2	9.1	7	0	0	NW	2
31-May-2017	20	3.3	4	19.4	10.1	3.4	12.1	8	0	0	NW	2

\* Fuente : SENAMHI - Oficina de Estadística  
 \* Información sin Control de Calidad  
 \* El uso de esta Información es bajo su entera Responsabilidad

Estación : DOS DE MAYO , Tipo Convencional - Meteorológica

Departamento : HUANUCO Provincia : DOS DE MAYO Distrito : PACHAS Ir : 2017-06 ▼  
 Latitud : 9° 43' 1" Longitud : 76° 46' 25" Altitud : 3442

Día/mes/año	Temperatura Max (°c)	Temperatura Min (°c)	Temperatura Bulbo Seco (°c)			Temperatura Bulbo Humedo (°c)			Precipitación (mm)		Dirección del Viento 13h	Velocidad del Viento 13h (m/s)
			07	13	19	07	13	19	07	19		
01-Jun-2017	19.4	5.1	7.2	18.3	11.3	6.2	12	9.1	0	0	NW	2
02-Jun-2017	17.8	5	7	15.2	10.1	6.2	10.3	8.4	0	0	SW	4
03-Jun-2017	17.6	6.2	6.4	15.3	9.3	6.2	11.3	8.1	0	0	NW	2
04-Jun-2017	17.9	4.8	6.3	15	9.1	6	10.3	8	0	0	W	4
05-Jun-2017	16.1	4.9	5.4	13.3	8.3	5.1	10	7	0	0	SW	4
06-Jun-2017	18	4	4.3	16.1	9.3	4.1	11.1	7.2	0	0	NW	2
07-Jun-2017	20.4	3.3	3.4	17.4	10.2	3.3	11.3	9.1	0	.8	NW	2
08-Jun-2017	22	1.5	4	20	13	3.3	11.2	10.2	1.5	0	SW	2
09-Jun-2017	20.5	7.7	8.1	17.4	12.2	7.2	12	8	0	0	W	2
10-Jun-2017	20.1	4.8	5.1	16.4	11.4	5	11	9.3	4	0	NW	2
11-Jun-2017	22	5.9	7.4	20.2	10.2	7	13	9	0	4.9	NW	6
12-Jun-2017	18.6	4.4	5	17.2	11.4	4.3	11.1	8.2	0	0	W	2
13-Jun-2017	18.4	4.8	6	16.3	8.2	5.3	11.2	7	0	1.1	NW	6
14-Jun-2017	19.7	4.7	5	18	10.1	4.3	11	7.2	0	0	NW	2
15-Jun-2017	20.2	3.2	4.1	17.3	10	3.4	10.3	7.4	0	0	NW	2
16-Jun-2017	20.8	4.6	6.1	17.4	10	5.3	10	7.4	0	0	W	2
17-Jun-2017	20.4	4.1	5.3	17.2	10	4.4	11.1	8.1	0	0	SW	4
18-Jun-2017	21.2	3.5	5	18.2	10	4.2	11.4	7.3	0	0	NW	2
19-Jun-2017	20.1	1.8	3.1	18.1	11.2	2.4	10.1	8.3	0	0	NW	2
20-Jun-2017	20.2	2.7	3.3	18.3	10.3	3	10.4	8.4	0	0	NW	2
21-Jun-2017	16.1	6.2	6.4	13.2	8	6.3	10.1	7.3	6.2	.1	SW	4
22-Jun-2017	18.5	5.1	6	16.3	11.4	5.1	10.2	8.1	0	0	NW	2
23-Jun-2017	20.6	1.2	2.1	18	11.4	1.3	10.1	7	0	0	SW	4
24-Jun-2017	19.9	1.7	3.1	18.3	11	2.1	11	7.2	0	0	NW	2
25-Jun-2017	19.2	1.1	2.1	18.2	11.1	1.1	10.2	7.3	0	0	NW	2
26-Jun-2017	21.1	1.6	2	17.4	10.4	1.1	10.1	7.3	0	0	W	2
27-Jun-2017	19.2	5.6	6.4	18	10.3	6.2	10.2	7.3	0	0	NW	2
28-Jun-2017	18.1	4.6	5	15.4	10.3	4.3	10	7.4	0	0	NW	4
29-Jun-2017	18.4	5.5	6.4	14.4	12.2	5.4	9.4	9.2	0	0	NW	4
30-Jun-2017	16.2	6.2	6.4	14.3	8.4	6.2	10	7.1	0	0	NW	2

\* Fuente : SENAMHI - Oficina de Estadística  
 \* Información sin Control de Calidad  
 \* El uso de esta Información es bajo su entera Responsabilidad

Estación : DOS DE MAYO , Tipo Convencional - Meteorológica

Departamento : HUANUCO Provincia : DOS DE MAYO Distrito : PACHAS Ir : 2017-07 ▼  
 Latitud : 9° 43' 1" Longitud : 76° 46' 25" Altitud : 3442

Día/mes/año	Temperatura Max (°c)	Temperatura Min (°c)	Temperatura Bulbo Seco (°c)			Temperatura Bulbo Humedo (°c)			Precipitación (mm)		Direccion del Viento 13h	Velocidad del Viento 13h (m/s)
			07	13	19	07	13	19	07	19		
01-Jul-2017	14	5.6	6.3	12.4	8.2	6	10	7.4	2	2	NW	2
02-Jul-2017	14.3	6.4	7	13.4	9.1	6.4	10.1	8.3	1.1	.9	W	2
03-Jul-2017	17.1	4.1	5	15.1	7.3	4.3	9.2	6.4	0	0	NW	2
04-Jul-2017	18.4	7.3	8	15.2	11.1	7.4	9.2	7.4	0	0	NW	2
05-Jul-2017	19	1.6	2.4	17.3	10.2	2	11	7.3	0	0	W	4
06-Jul-2017	19.2	2.1	2.3	17.1	10.4	1.1	10.2	8	0	0	NW	4
07-Jul-2017	15.5	6.7	7.3	14	8.3	6.4	9.1	6.4	0	0	NW	2
08-Jul-2017	19.6	5.7	6.4	18	10.2	6	10.4	7.4	0	0	SW	4
09-Jul-2017	17.7	4.6	6.3	16.4	10	5.3	10	7	0	0	NW	2
10-Jul-2017	19.1	1.5	2.3	18.2	10	2	9.4	6.3	0	0	NW	2
11-Jul-2017	16.2	3.8	4.2	15.1	9.1	3.3	9.1	6.2	0	0	NW	2
12-Jul-2017	18.2	5.2	6.2	17.1	9.3	5.3	10.2	7.2	0	0	NW	2
13-Jul-2017	20.4	4.6	6.1	17.4	9.4	4.3	10	6.4	0	0	W	4
14-Jul-2017	20.3	.9	1.2	18.1	11.1	1	9	6.2	0	0	W	4
15-Jul-2017	21.1	.2	.4	19	11.4	.1	9.2	7.3	0	0	W	2
16-Jul-2017	20.9	1.2	2.1	18.3	11	1	8.4	7.3	0	0	W	6
17-Jul-2017	18.8	1	1.2	17.2	10.3	.3	9.4	6.3	0	0	NW	6
18-Jul-2017	17.2	4	4.4	15	9.1	4	9.1	7.1	0	0	NW	2
19-Jul-2017	21.9	6.1	6.3	19.4	11.4	5.4	10.2	7.1	0	0	NW	6
20-Jul-2017	21	.1	1.2	19	12.1	.4	8.4	5	0	0	W	2
21-Jul-2017	20.5	-7	.1	18.3	11.2	-1.2	8	5	0	0	NW	6
22-Jul-2017	19.1	-1.2	-1	18	8.4	-3	9.4	5.1	0	0	SW	6
23-Jul-2017	20.2	-3	1	17.4	9.2	.1	8.3	5.3	0	0	W	2
24-Jul-2017	19.9	-7	.3	18.2	9.1	-4	10	6	0	0	W	4
25-Jul-2017	18.8	.8	1.4	17.4	8.4	.4	10	7	0	0	SW	6
26-Jul-2017	18.1	4.4	5	16	10.2	4.2	10	8	0	0	W	4
27-Jul-2017	19.5	2	2.2	17.3	10.2	1.4	9.4	8.1	0	0	SW	6
28-Jul-2017	20.6	.6	1	17.3	11	.3	10	8	0	0	W	2
29-Jul-2017	20.8	2.8	3.1	17.4	10.4	2.2	9.2	8	0	0	NW	6
30-Jul-2017	20.5	1.1	3.3	18.2	10.4	2.3	10.1	8	0	0	SW	4
31-Jul-2017	22.2	6.7	7	18.3	10.3	6	10.2	7.4	0	0	NW	2

\* Fuente : SENAMHI - Oficina de Estadística  
 \* Información sin Control de Calidad  
 \* El uso de esta información es bajo su entera Responsabilidad

Estación : DOS DE MAYO , Tipo Convencional - Meteorológica

Departamento : HUANUCO Provincia : DOS DE MAYO Distrito : PACHAS Ir : 2017-08 ▼  
 Latitud : 9° 43' 1" Longitud : 76° 46' 25" Altitud : 3442

Día/mes/año	Temperatura Max (°c)	Temperatura Min (°c)	Temperatura Bulbo Seco (°c)			Temperatura Bulbo Humedo (°c)			Precipitación (mm)		Direccion del Viento 13h	Velocidad del Viento 13h (m/s)
			07	13	19	07	13	19	07	19		
01-Ago-2017	21.3	1.2	1.4	19.1	11.2	1.1	10	8	0	0	W	4
02-Ago-2017	21.4	1.7	2	21	11.3	1.3	10.4	7.2	0	0	NW	8
03-Ago-2017	20	2.6	3.1	16.4	11.2	2.2	10	6.1	0	0	NW	2
04-Ago-2017	21.2	1.1	1.3	18.2	12.3	1	10.3	8	0	0	NW	8
05-Ago-2017	20.3	5.4	6.2	18.3	11.3	5.4	9.1	8.2	0	0	NW	2
06-Ago-2017	22.3	2.1	3.1	19.3	11.2	2.2	10.1	7.2	0	0	W	4
07-Ago-2017	21.8	1.2	2	19.2	13.2	1.1	9.4	8.1	0	0	SW	4
08-Ago-2017	20.6	.7	2	19.1	9.4	1	9	6.3	0	0	NW	6
09-Ago-2017	18.1	.9	1.4	17	10.2	1.1	9.3	7.2	0	0	W	2
10-Ago-2017	19.5	5.7	7.1	17.3	9	5.3	10.2	7.4	0	.4	NW	2
11-Ago-2017	20.7	5.2	6.2	19	8.4	5.2	11.1	7.2	0	2.2	NW	6
12-Ago-2017	20.4	3.7	4	18.2	8	3.4	10.2	7.2	0	3.9	W	2
13-Ago-2017	19.9	4.8	6	17.4	11.2	5.3	10.3	7.3	.3	0	NW	4
14-Ago-2017	19	6.6	7	17	12	5.4	10.2	9	0	0	W	6
15-Ago-2017	21.5	7.2	8.1	18.4	10.1	6.4	10.3	8.2	0	0	W	2
16-Ago-2017	21	5	5.3	20.1	13.2	5	12.3	9.2	0	0	NW	8
17-Ago-2017	15.8	6.7	7.2	15	11.4	6.3	10.1	9.2	0	0	SW	4
18-Ago-2017	15.3	6.4	7.4	13.3	9.2	7	9.2	8	0	.9	NW	4
19-Ago-2017	20.7	2.5	.4	18.4	12.2	3.2	10.2	9.3	2.9	0	SW	4
20-Ago-2017	20.1	4.8	5	18.1	11.1	4.3	11.2	9	.3	0	NW	6
21-Ago-2017	15.9	6.7	7.1	15.3	10.1	6.3	9.3	8.2	0	0	W	4
22-Ago-2017	17.8	6.6	7	15.1	9.2	6.2	9	7.3	0	0	NW	4
23-Ago-2017	20.5	4.5	5.3	20	10.4	5	11	7.2	0	0	NW	4
24-Ago-2017	21	2.4	3	18.2	7.4	2.4	10.1	7.1	0	4.4	W	4
25-Ago-2017	19.4	4.9	6.2	16.4	12.1	5.3	9.4	9.2	0	0	SW	2
26-Ago-2017	18.5	7.6	8	16.1	11.3	7	10.3	8.3	0	0	NW	2
27-Ago-2017	19.8	4.5	7	17.4	11.4	6.3	10.4	8.2	0	0	NW	2
28-Ago-2017	16.8	7.7	8.3	12.4	7.4	7.1	9.2	7.2	0	6.8	NW	2
29-Ago-2017	17.7	6.6	7.2	15.3	11	6.3	9.1	8	1	0	SW	4
30-Ago-2017	19.9	4.5	6.2	19	11.2	5	10.4	7.4	0	0	NW	8
31-Ago-2017	16.4	4.8	5.4	15	9.2	4.3	9.2	7	0	0	W	2

\* Fuente : SENAMHI - Oficina de Estadística  
 \* Información sin Control de Calidad  
 \* El uso de esta información es bajo su entera Responsabilidad

Estación : DOS DE MAYO , Tipo Convencional - Meteorológica

Departamento : HUANUCO Provincia : DOS DE MAYO Distrito : PACHAS Ir : 2017-09 ▾  
 Latitud : 9° 43' 1" Longitud : 76° 46' 25" Altitud : 3442

Día/mes/año	Temperatura Max (°c)	Temperatura Min (°c)	Temperatura Bulbo Seco (°c)			Temperatura Bulbo Humedo (°c)			Precipitación (mm)		Direccion del Viento 13h	Velocidad del Viento 13h (m/s)
			07	13	19	07	13	19	07	19		
			01-Sep-2017	19.8	4.3	5.4	18	11.4	4.3	10.3		
02-Sep-2017	14.7	5.3	6.2	13	10.1	5.3	8.1	7.1	0	0	W	2
03-Sep-2017	17.6	3.8	5	15.1	11.4	4.4	9.2	8.4	0	0	NW	2
04-Sep-2017	18.5	4.7	5.2	17.1	11.2	4.2	10.2	8	0	0	SW	4
05-Sep-2017	18.7	3.6	4.4	17.1	11.3	4	10	8.2	0	0	SW	6
06-Sep-2017	17.9	6.8	7.2	15.2	11.1	6.3	9.3	8.2	0	0	NW	4
07-Sep-2017	21.4	5	7.1	20.1	12.1	5.4	11.4	9.2	0	0	NW	6
08-Sep-2017	20	5.2	7.4	17.3	10.4	6.4	10.4	9	0	.3	NW	4
09-Sep-2017	20.4	6.7	7.1	17.4	11.1	5.2	10.2	8.2	0	0	NW	6
10-Sep-2017	19.9	5.1	5.4	17.3	11.3	4.2	10.2	8.2	0	0	W	2
11-Sep-2017	19.4	7.7	8	17	10.4	7	10.3	7.3	2	0	SW	10
12-Sep-2017	17.4	6.8	7.4	15.4	11	6	10	9.2	0	0	NW	2
13-Sep-2017	18.3	8.2	8.4	14.1	12.2	7.4	10	9.2	1.6	0	NW	4
14-Sep-2017	19.9	8	8.3	15.1	12	8	10.1	9.2	6.2	0	NW	2
15-Sep-2017	17.8	8.3	8.4	16.3	11.4	7.4	10.2	9.3	.3	0	W	6
16-Sep-2017	15.5	7.1	7.2	13.2	11.2	7.1	10	9	1.7	.2	W	2
17-Sep-2017	13.3	7.6	8	12.3	9.1	7	10.1	8.2	0	4.2	NW	2
18-Sep-2017	18.2	7.2	7.4	17.2	11.1	7	10.1	8.4	0	0	NW	4
19-Sep-2017	20	3.8	5.1	19	10.4	4.3	10.4	8	0	0	NW	2
20-Sep-2017	22.8	3.3	5	21.1	12.2	4.1	10.2	8.3	0	0	NW	10
21-Sep-2017	23.5	3.4	5.1	21.3	12.1	4.2	11.4	9	0	0	SW	8
22-Sep-2017	21.8	6.9	8.3	19.2	11.3	7	11	8.2	0	0	NW	2
23-Sep-2017	20.3	7.9	8.3	19	12.4	8.1	11.3	9.2	0	0	SW	4
24-Sep-2017	19.6	8.1	8.3	18.4	12.1	7.2	11	8.3	0	0	NW	2
25-Sep-2017	18.9	8	8.4	16.1	12.2	8	10.4	9.2	0	0	NW	10
26-Sep-2017	15.5	8.3	9.1	13.4	12.3	8	10	9.2	0	0	NW	2
27-Sep-2017	22.8	8.7	9.1	21	11.3	8	11.1	9	0	0	NW	4
28-Sep-2017	24.4	6.6	7.4	22.3	13.2	6.3	13	9.3	0	0	NW	10
29-Sep-2017	20.7	6.9	9.2	19.2	12.3	7.3	11.2	9.2	0	0	NW	4
30-Sep-2017	20.3	5.6	7.4	19	13.2	6.3	10.1	7	0	0	NW	10

\* Fuente : SENAMHI - Oficina de Estadística  
 \* Información sin Control de Calidad  
 \* El uso de esta Información es bajo su entera Responsabilidad

Estación : DOS DE MAYO , Tipo Convencional - Meteorológica

Departamento : HUANUCO Provincia : DOS DE MAYO Distrito : PACHAS Ir : 2017-10 ▾  
 Latitud : 9° 43' 1" Longitud : 76° 46' 25" Altitud : 3442

Día/mes/año	Temperatura Max (°c)	Temperatura Min (°c)	Temperatura Bulbo Seco (°c)			Temperatura Bulbo Humedo (°c)			Precipitación (mm)		Direccion del Viento 13h	Velocidad del Viento 13h (m/s)
			07	13	19	07	13	19	07	19		
			01-Oct-2017	25.2	3.7	6.1	23.3	12.3	4.4	12		
02-Oct-2017	24	3.8	5.3	22.3	12.2	4.3	12.4	8.4	0	0	NW	4
03-Oct-2017	22.3	5.7	7	20.1	13.2	5.3	11.2	9.1	0	0	NW	2
04-Oct-2017	20.1	6	7.4	17.1	12.1	6	10.4	8.2	0	0	NW	4
05-Oct-2017	22.6	4.3	5.4	20.3	11.1	4.3	13.2	8.2	0	0	NW	2
06-Oct-2017	20.5	4.8	7	18	10.2	5.2	10.1	8	0	0	NW	8
07-Oct-2017	19.8	4.6	6.4	18	10	5.2	10.1	8.1	0	4.5	NW	2
08-Oct-2017	21.1	4.3	5.3	19.1	11.4	5	11	7.3	0	0	NW	2
09-Oct-2017	22.2	2.9	3.4	20.1	12.3	3	10	8	0	0	NW	2
10-Oct-2017	20.4	4.4	5.2	17.3	13.1	4.1	9.2	8.3	0	0	NW	2
11-Oct-2017	20.1	4.5	8.2	17	11.3	7	9.3	8.1	0	0	NW	4
12-Oct-2017	18.2	5.6	6.3	16.1	11.1	5.2	10	8	0	0	NW	4
13-Oct-2017	21.1	5.4	6.2	18.4	10.1	5.4	10.2	8.4	0	0	NW	2
14-Oct-2017	19.5	7.1	8.3	15.4	10.4	7.1	10.2	9.3	0	0	NW	2
15-Oct-2017	15	7.4	8.1	14.1	10	7.2	10	9.1	.8	.4	NW	2
16-Oct-2017	17	7.2	8	15.1	9.2	7.2	10.2	8.2	.7	1.8	SW	4
17-Oct-2017	18.2	3.2	8.2	16.1	10.1	7.3	10.3	9.1	.3	.7	NW	2
18-Oct-2017	19.4	6.1	7.3	14	10.3	6.3	9.4	9.2	0	0	SW	4
19-Oct-2017	24.2	5.2	6.3	21.2	12.3	5.3	10.3	9	0	0	NW	2
20-Oct-2017	23.2	7.9	10.4	21.4	13.3	8.3	11.3	9.4	0	0	NW	6
21-Oct-2017	19.3	7	7.2	18	9	6.4	11.1	8.1	16	4.8	SW	6
22-Oct-2017	20.4	6.9	7.3	18.4	12.2	7.1	11.4	10.1	0	0	W	6
23-Oct-2017	18.3	7.7	8.3	14.3	7.2	7.4	10.4	6.4	0	4.7	NW	2
24-Oct-2017	22	6.6	7.4	20.4	8.3	7.1	11.4	8	.4	5.7	NW	2
25-Oct-2017	21.7	6.2	9	20	7.4	8.1	12.3	7	0	8	NW	2
26-Oct-2017	21.6	5.7	7.1	19.1	13	6.3	11.3	10.1	.1	0	NW	4
27-Oct-2017	20.4	6.2	9.1	19.1	13.3	8	11.4	10	.4	0	NW	2
28-Oct-2017	21.3	7.7	9.2	19.2	12.4	8.4	12	9.3	5	.2	SW	6
29-Oct-2017	18	8.6	10.2	12.4	9.4	8.4	10.3	9	0	3.7	NW	2
30-Oct-2017	20	6.2	6.4	18.2	8.2	6.2	12.4	7.3	1	4.8	NW	2
31-Oct-2017	21.4	4.3	7	19.4	13.4	6.1	10.4	9.3	0	0	NW	2

\* Fuente : SENAMHI - Oficina de Estadística  
 \* Información sin Control de Calidad  
 \* El uso de esta Información es bajo su entera Responsabilidad



Estación : DOS DE MAYO , Tipo Convencional - Meteorológica

Departamento : HUANUCO Provincia : DOS DE MAYO Distrito : PACHAS Ir : 2017-11  
 Latitud : 9° 43' 1" Longitud : 76° 46' 25" Altitud : 3442

Día/mes/año	Temperatura Max (°c)	Temperatura Min (°c)	Temperatura Bulbo Seco (°c)			Temperatura Bulbo Humedo (°c)			Precipitación (mm)		Dirección del Viento 13h	Velocidad del Viento 13h (m/s)
			07	13	19	07	13	19	07	19		
01-Nov-2017	19.5	6	6.3	18.2	8.2	6.2	11.1	7.3	0	2.8	NW	6
02-Nov-2017	20.9	6.6	8.3	20.3	12.1	7.3	13.4	10.1	0	0	NW	4
03-Nov-2017	23	5.1	7.4	21.2	8.1	6.2	11.3	6.4	0	4.3	NW	6
04-Nov-2017	19.7	4.2	6	19	13.4	5.1	11.4	10.1	.2	0	NW	8
05-Nov-2017	18.3	4.7	6.4	15.3	11.2	6.1	11	9	6.7	0	NW	4
06-Nov-2017	16.6	8.6	9.2	12.1	11.4	8.3	10.2	9.2	.2	.7	NW	2
07-Nov-2017	14.9	8.2	9	12.3	9.1	8	10	8.4	0	2.8	W	8
08-Nov-2017	20.7	7.4	8.4	18.4	12.1	8	10.3	9.1	.1	.5	NW	4
09-Nov-2017	18.2	6.3	7.1	16.1	12.1	6.3	11	10	0	0	W	6
10-Nov-2017	21.6	9.2	9.4	20.1	13.4	9	13.1	10.2	0	0	SW	10
11-Nov-2017	19.7	8.3	9	19.1	13.1	8.3	13.2	10.2	4.4	0	NW	2
12-Nov-2017	17.8	7.7	8.3	14.4	10	7.4	11.2	8.2	1.2	1.7	NW	6
13-Nov-2017	21.3	7.2	8.3	19	9	7.4	11.4	8	0	1	W	10
14-Nov-2017	22.2	6.6	7	19.1	13	6.1	11.4	9.1	0	0	NW	2
15-Nov-2017	17.3	8.2	8.4	14.4	12.4	8.2	10.3	9.4	2	0	SW	4
16-Nov-2017	20.8	6.2	7.1	16.2	9.1	6	9.3	8.3	3	3.4	NW	2
17-Nov-2017	19.4	6.1	6.4	17.1	9.3	6	11.3	9	0	9.4	NW	2
18-Nov-2017	16	7.2	7.4	12.3	8.3	7.2	9.4	7.3	12.5	2.6	NW	2
19-Nov-2017	19.2	5.7	7.1	18.3	10.3	6.4	11.1	8.4	0	3.3	NW	2
20-Nov-2017	21	5.2	5.4	19	13.1	5.2	12.1	9.2	0	0	NW	4
21-Nov-2017	19.2	6.5	7.1	17.2	11.1	6.3	10.4	9	3.8	.2	NW	2
22-Nov-2017	20.6	7	7.3	20	10.3	7.1	12.4	8.2	0	4.8	NW	2
23-Nov-2017	22.3	7.2	7.4	21.3	11.2	6.3	12.2	9.1	0	7.5	NW	10
24-Nov-2017	16.7	7.4	8.1	13.4	9.1	7.2	10.2	8.3	3.7	1.2	NW	2
25-Nov-2017	15.8	7	7.2	10.3	9.3	7	9.4	8	0	3.9	NW	2
26-Nov-2017	18.9	6.6	7	17	11.4	6.4	10.4	9.1	0	0	NW	2
27-Nov-2017	18.2	8.1	9	14	13.1	8.1	10.1	10	0	0	NW	2
28-Nov-2017	13.9	8.2	8.4	9	7.2	8.1	8.2	6.4	0	13.5	NW	2
29-Nov-2017	18.2	5.8	7.3	17.1	9.4	7.1	12.2	8.4	0	1.1	NW	4
30-Nov-2017	21.2	6.3	8.2	20.1	9.1	8	13	8.4	0	23	NW	2

\* Fuente : SENAMHI - Oficina de Estadística  
 \* Información sin Control de Calidad  
 \* El uso de esta información es bajo su entera Responsabilidad

Estación : DOS DE MAYO , Tipo Convencional - Meteorológica

Departamento : HUANUCO Provincia : DOS DE MAYO Distrito : PACHAS Ir : 2017-12  
 Latitud : 9° 43' 1" Longitud : 76° 46' 25" Altitud : 3442

Día/mes/año	Temperatura Max (°c)	Temperatura Min (°c)	Temperatura Bulbo Seco (°c)			Temperatura Bulbo Humedo (°c)			Precipitación (mm)		Dirección del Viento 13h	Velocidad del Viento 13h (m/s)
			07	13	19	07	13	19	07	19		
01-Dic-2017	20	6.2	6.4	18	8.3	6.3	12.3	8.1	.2	15.1	NW	2
02-Dic-2017	19.8	7.9	8.2	18.3	8.4	8	13.2	8.2	.8	4.2	NW	4
03-Dic-2017	18.1	7	9	16.3	8.3	8.3	11.2	8.1	4.4	13.9	W	6
04-Dic-2017	18	8.2	8.4	17.3	10	8.2	12	8.4	3.9	0	NW	2
05-Dic-2017	16.2	7.2	7.4	13.1	10	7.2	11	9.1	4.5	3.8	NW	2
06-Dic-2017	16.1	5.8	6.2	10.2	7.2	6	9.1	6	14.1	6	NW	2
07-Dic-2017	18.7	6.6	7.4	13.4	10.1	7.3	10.1	9.1	2.1	2.8	NW	2
08-Dic-2017	17.8	6.3	8	15.2	10.3	7.3	10.4	9.1	0	.3	NW	2
09-Dic-2017	21.1	7	7.4	20.1	9.4	7	14	8.3	0	0	NW	6
10-Dic-2017	23.7	6.2	8.3	22.2	14.1	7.4	11.4	11	0	0	NW	4
11-Dic-2017	14.4	8	8.3	13.3	10.1	8	10.1	8.2	0	0	NW	2
12-Dic-2017	18.6	7.9	8.4	16.1	12.1	8	11	9.3	0	0	NW	2
13-Dic-2017	20.9	6.2	8.1	19	10.2	7.1	12.3	9	0	.8	NW	4
14-Dic-2017	21	5.4	6.3	17.3	12.3	6	11.4	9.4	0	0	W	6
15-Dic-2017	20.8	8.7	9.1	18.4	11	8.1	12	9.4	0	0	NW	8
16-Dic-2017	19.1	8.6	9.3	15.2	11.3	9	10.2	9.4	2.2	0	NW	2
17-Dic-2017	12.8	8.2	9.1	10.2	11.2	8.2	9.1	9.3	0	7.9	NW	2
18-Dic-2017	22.2	7.9	8.4	19.3	13.2	8	11.1	10.4	0	0	NW	4
19-Dic-2017	16.3	7	7.4	11.4	10.4	7.1	9.2	9	5.4	.2	NW	2
20-Dic-2017	22.1	6.3	9.4	20.2	10.1	8.4	12.2	9.2	0	.6	SW	4
21-Dic-2017	20.4	7.2	9	17.4	11.1	8.1	12.3	9.1	.3	0	NW	2
22-Dic-2017	20.1	5.8	7.3	16.1	9.2	7.1	11.2	8	0	2.1	NW	2
23-Dic-2017	22	5.6	7.1	18.2	11.2	6.4	12.3	10.1	0	0	SW	6
24-Dic-2017	23.1	5.8	7.4	21.2	10.2	6.3	13.3	8.3	0	0	NW	2
25-Dic-2017	22.3	4.2	5.3	20.4	9.3	5.1	12.3	8.2	0	2.3	W	4
26-Dic-2017	17.4	5.1	5.2	15.3	12.1	5.1	10.4	10.1	.9	1	NW	2
27-Dic-2017	18.3	6.4	7.4	16.3	10.4	7.2	10.4	8.3	6	3.4	NW	2
28-Dic-2017	19.2	7.7	8.2	14.2	9.1	8	10.1	8.4	1.3	6.2	NW	4
29-Dic-2017	14.8	6.1	6.4	13.4	10.2	6.2	10.2	8.3	8.2	5	W	2
30-Dic-2017	17.6	6.3	8.1	14.1	9.3	7.2	10.2	8.2	0	6	NW	2
31-Dic-2017	17.4	5.6	6.2	15.2	7.4	6.1	10.4	7.1	0	5.2	SW	6

\* Fuente : SENAMHI - Oficina de Estadística  
 \* Información sin Control de Calidad  
 \* El uso de esta información es bajo su entera Responsabilidad

## ANEXO 5: ESTUDIO DE GEOLOGÍA Y GEOTECNIA DEL PROYECTO (GEODATA, 2015)



Estudio de preinversión a nivel de perfil del Proyecto Rehabilitación y Mejoramiento de la carretera Emp. PE-3N (Huancapallac) - Chullay - Yarumayo - Margos - Huacacancha - Emp. HU-110 (Jesús)



FOTO 15: Vista panorámica de la Unidad Geomorfológica "Valle", muestra la geofoma por donde se emplaza la carretera en estudio.

### ➤ Estratigrafía

El registro estratigráfico está constituido por una secuencia de rocas de edades que van desde el Paleozoico al Cuaternario. Para el presente caso del estudio, serán descritas solamente las unidades litológicas que interesan al proyecto de la carretera:

#### Grupo Mitu (Ps -m)

El Grupo aflora en el área de estudio conglomerados polimicticos gruesos de color rojo oscuro. Así mismo el grupo lo conforman rocas andesitas y flujos de lava. Se emplaza entre las siguientes progresivas: Km. 55+480 – Km. 55+590, Km. 56+050 – Km. 58+300, Km. 59+545 – Km 59+750.

#### Formación Pucará (jtrp)

La formación Pucará se caracteriza por estar constituidas por rocas calizas pardas amarillentas, meteorizadas, dura. Se emplaza entre las siguientes progresivas: Km. 46+000 – Km. 46+100; Km. 46+900 – Km. 47+000; Km. 48+120 – Km. 48+180; Km. 48+400 – Km. 49+500; Km. 49+560 – Km. 49+600; Km. 49+900 – Km. 50+450; Km. 53+700 – Km. 53+960; Km. 54+000 – Km. 54+050, Km 60+360 – Km 61+815, Km 66+640 – Km 66+860.

#### Grupo Goyllarisquizga (Ki-g)

Este Grupo principalmente está constituido por roca arenisca de coloración blanquecino poco consolidado, en la parte inferior del Grupo presenta roca arenisca más maciza.

26 de 56





Las rocas calizas en este grupo se presentan en horizontes de un metro de espesor al finalizar la formación. Así mismo las areniscas afloran en capas delgadas y en lajas con lutitas interstratificadas. Se emplaza entre las siguientes progresivas: Km. 42+200 – Km. 42+400; Km. 42+550 – Km. 42+600; Km. 45+400 – Km. 45+600; Km. 45+760 – Km. 45+880; Km. 46+100 – Km. 46+800; Km. 47+000 – Km. 47+200; Km. 47+300 – Km. 48+100; Km. 48+180 – Km. 48+400; Km. 49+500 – Km. 49+550.

#### **Formación Chulec-Pariatambo (Ki-ch/pt)**

Consiste principalmente de margas de color marrón oscuro y calizas de color amarillento crema cuando se encuentran meteorizadas, estas afloran en estratos delgados, presentan buena resistencia al golpe del martillo. Se emplaza entre las siguientes progresivas: 44+300 – Km. 44+800.

#### **Formación Jumasha (Ks-j)**

Se caracteriza principalmente por roca caliza maciza presenta una coloración grisácea, en estratos de 1 a 2 m. en algunos lugares puede ser una secuencia lajosa de calizas oscuras. La Formación Jumasha se caracteriza por presentar una erosión kárstificada. Se emplaza entre las siguientes progresivas: Km. 43+280 – Km. 43+300.

### **DEPÓSITOS CUATERNARIOS**

#### **Depósito Coluvial (Q-co)**

Constituidos por clastos de origen heterogéneos, de bordes angulosos, englobados en matriz fina poco consolidado. Se emplaza en las siguientes progresivas: Km. 42+400 – Km. 42+550; Km. 42+600 – Km. 43+280; Km. 43+300 – Km. 44+300; Km. 44+800 – Km. 45+400; Km. 45+600 – Km. 45+760; Km. 45+880 – Km. 46+000; Km. 50+450 – Km. 53+700; Km. 53+960 – Km. 54+000; Km. 54+050 – Km. 55+480; Km. 55+590 – Km. 56+050, Km. 58+300 – Km. 59+454, Km. 59+750 – Km. 60+360, Km. 61+815 – Km. 66+640, Km. 66+860 – Km. 69+300.

#### **➤ Geología Estructura**

A nivel regional el área de estudio se encuentra en dos zonas, los primeros kilómetros forma parte de la zona imbricada se caracteriza por estar constituida por materiales de edad cretácea que traslapan uno a otro repitiéndose la secuencia estratigráfica.

La segunda zona pertenece al bloque Marañón conformada por esquistos presentan estructuras complejas entre las cuales afloran pliegues arrugados buzando con tendencia andina.

#### **➤ Aspectos Geodinámicos**

Actualmente la carretera presenta sectores con problemas de geodinámica externa (deslizamientos antiguos y recientes), debido a las propiedades físicas de los materiales y en parte a la morfología, pendientes abruptas, fallas, etc.



**Cuadro N°04: Clasificación de Materiales y Taludes recomendados**

TRAMO - PROGRESIVA (KM)		LONGITUD (metros)	TIPO DE MATERIAL Litología	CLASIFICACIÓN DE MATERIALES			TALUD MAX. RECOMENDADO V:H
Inicial	Final			RF %	RS%	MS %	Adoptar
41+120	41+480	360	Grupo Goyllarisquizga	0	100	0	04:01
41+480	41+640	160	Grupo Goyllarisquizga	0	60	40	04:01
41+640	42+300	660	Grupo Goyllarisquizga	80	0	20	06:01
42+300	42+400	100	Grupo Goyllarisquizga	100	0	0	10:01
42+400	42+550	150	Depósito Coluvial	0	20	80	02:01
42+550	42+600	50	Grupo Goyllarisquizga	100	0	0	10:01
42+600	43+210	610	Depósito Coluvial	10	30	60	02:01
43+210	43+300	90	Depósito Coluvial	0	0	100	02:01
43+300	43+580	280	Depósito Coluvial	0	20	80	02:01
43+580	44+280	700	Depósito Coluvial	0	0	100	02:01
44+280	44+400	120	Fm.Chulec-Pariatambo	0	100	0	04:01
44+400	44+540	140	Fm.Chulec-Pariatambo	100	0	0	10:01
44+540	44+650	110	Fm.Chulec-Pariatambo	0	100	0	04:01
44+650	44+800	150	Fm.Chulec-Pariatambo	0	80	20	04:01
44+800	45+130	330	Depósito Coluvial	0	0	100	02:01
45+130	45+400	270	Depósito Coluvial	0	0	100	02:01
45+400	45+880	480	Grupo Goyllarisquizga	100	0	0	10:01
45+880	45+980	100	Depósito Coluvial	0	20	80	02:01
45+980	46+100	120	Fm. Pucara	0	70	30	04:01
46+100	46+240	140	Grupo Goyllarisquizga	0	70	30	04:01
46+240	46+300	60	Grupo Goyllarisquizga	0	50	50	04:01
46+300	46+440	140	Grupo Goyllarisquizga	100	0	0	10:01
46+440	46+560	120	Grupo Goyllarisquizga	0	100	0	04:01
46+560	46+650	90	Grupo Goyllarisquizga	0	100	0	04:01
46+650	46+900	250	Grupo Goyllarisquizga	0	50	50	04:01
46+900	47+000	100	Fm. Pucará	100	0	0	10:01
47+000	47+200	200	Grupo Goyllarisquizga	0	80	20	04:01
47+200	48+120	920	Grupo Goyllarisquizga	0	50	50	04:01
48+120	48+180	60	Fm. Pucara	100	0	0	10:01
48+180	48+400	220	Grupo Goyllarisquizga	20	70	10	04:01
48+400	48+460	60	Fm. Pucara	20	80	0	04:01
48+460	48+620	160	Fm. Pucara	100	0	0	10:01
48+620	48+740	120	Fm. Pucara	20	80	0	04:01
48+740	48+900	160	Fm. Pucara	40	30	30	04:01
48+900	49+280	380	Fm. Pucara	0	50	50	04:01
49+280	49+950	670	Fm. Pucara	0	40	60	02:01
49+950	50+200	520	Fm. Pucara	0	100	0	04:01
50+600	53+290	2820	Depósito Coluvial	0	20	80	02:01



TRAMO - PROGRESIVA (KM)		LONGITUD (metros)	TIPO DE MATERIAL Litología	CLASIFICACIÓN DE MATERIALES			TALUD MAX. RECOMENDADO V:H
Inicial	Final			RF %	RS%	MS %	Adoptar
53+290	53+700	410	Depósito Coluvial	0	0	100	02:01
53+700	53+960	260	Fm. Pucara	0	100	0	04:01
53+960	54+050	90	Fm. Pucara	0	70	30	04:01
54+050	55+500	1450	Depósito Coluvial	0	0	100	02:01
55+500	55+600	100	Grupo Mitu	20	30	50	02:01
55+600	56+050	450	Depósito Coluvial	0	0	100	02:01
56+050	57+840	1790	Grupo Mitu	20	40	40	04:01
57+840	58+300	540	Grupo Mitu	10	80	10	04:01
58+300	59+545	1245	Depósito Coluvial	0	0	100	02:01
59+545	59+750	205	Grupo Mitu	0	70	30	04:01
59+750	60+360	610	Depósito Coluvial	0	0	100	02:01
60+360	61+815	1455	Fm. Pucara	0	100	0	04:01
61+815	66+640	5825	Depósito Coluvial	0	0	100	02:01
66+640	66+860	220	Fm. Pucara	0	90	10	04:01
66+860	69+300	2440	Depósito Coluvial	0	0	100	02:01

➤ **Geología Estructural**

Se ha observado en el área de estudio, la existencia de una posible estructura geológica denominada falla ubicada en el Km. 42+560 que afecta a la Formación Jumasha.

➤ **Geodinámica externa**

Los diferentes procesos de geodinámica externa, que se han identificados en la carretera en estudio (Pillunani – Chico Playa-Surria – Cochapata – Morca-Nuevas Flores Km.41+120 al Km.58+380), son los deslizamientos y derrumbes causados por la fuerza de la gravedad, modificación o corte de un talud natural, presencia de zonas de debilidad (fallas, fracturas, etc.), precipitaciones pluviales e infiltración del agua, movimientos sísmicos, etc.



Estudio de preinversión a nivel de perfil del Proyecto Rehabilitación y Mejoramiento de la carretera Emp. PE-3N (Huancapallac) - Chullay - Yarumayo - Margos - Huacacancha - Emp. HU-110 (Jesús)

UBICACIÓN : ANCASH - HUANUCO  
SOLICITADO : GEODATA ENGINEERING S.P.A  
MUESTRA : TALUD  
PROCEDENCIA : KM 58+600 L. IZQ.

**NTP 400.017(1 999) AGREGADOS. MÉTODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR EL PESO UNITARIO DEL AGREGADO**

CODIGO DE LA MUESTRA	KM 58+500 TALUD L. IZQ.		
	Peso Molde + Peso del Agregado (g)	4232.1	4230.9
Peso de Molde (g)	2279.0	2279.0	2279.0
Volumen del Molde (cc)	1180.0	1180.0	1180.0
Peso del Agregado (g)	1953.1	1951.9	1955.4
Peso Unitario Suelto (ton/m <sup>3</sup> )	1.655	1.654	1.657
Promedio Peso Unitario (ton/m <sup>3</sup> )	1.655		





Estudio de preinversión a nivel de perfil del Proyecto Rehabilitación y Mejoramiento de la carretera Emp. PE-3N (Huancapallac) - Chullay - Yarumayo - Margos - Huacacancha - Emp. HU-110 (Jesús)

UBICACIÓN : ANCASH - HUANUCO  
SOLICITADO : GEODATA ENGINEERING S.P.A  
MUESTRA : TALUD  
PROCEDENCIA : KM 61+600 L. DER.

**NTP 400.017(1 999) AGREGADOS. MÉTODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR EL PESO UNITARIO DEL AGREGADO**

CODIGO DE LA MUESTRA	KM 61+600 L. DER.		
	Peso Molde + Peso del Agregado (g)	4465.9	4462.9
Peso de Molde (g)	2279.0	2279.0	2279.0
Volumen del Molde (cc)	1180.0	1180.0	1180.0
Peso del Agregado (g)	2186.9	2183.9	2191.1
Peso Unitario Suelto (ton/m <sup>3</sup> )	1.853	1.851	1.857
Promedio Peso Unitario (ton/m <sup>3</sup> )	1.854		





Estudio de Preinversión a Nivel de Perfil del Proyecto Rehabilitación y Mejoramiento de la carretera Empalme Ruta AN-111 - Huamanín - Progreso - Poque - Liata - Cochapata (Túnel Anlay) - Nuevas Flores

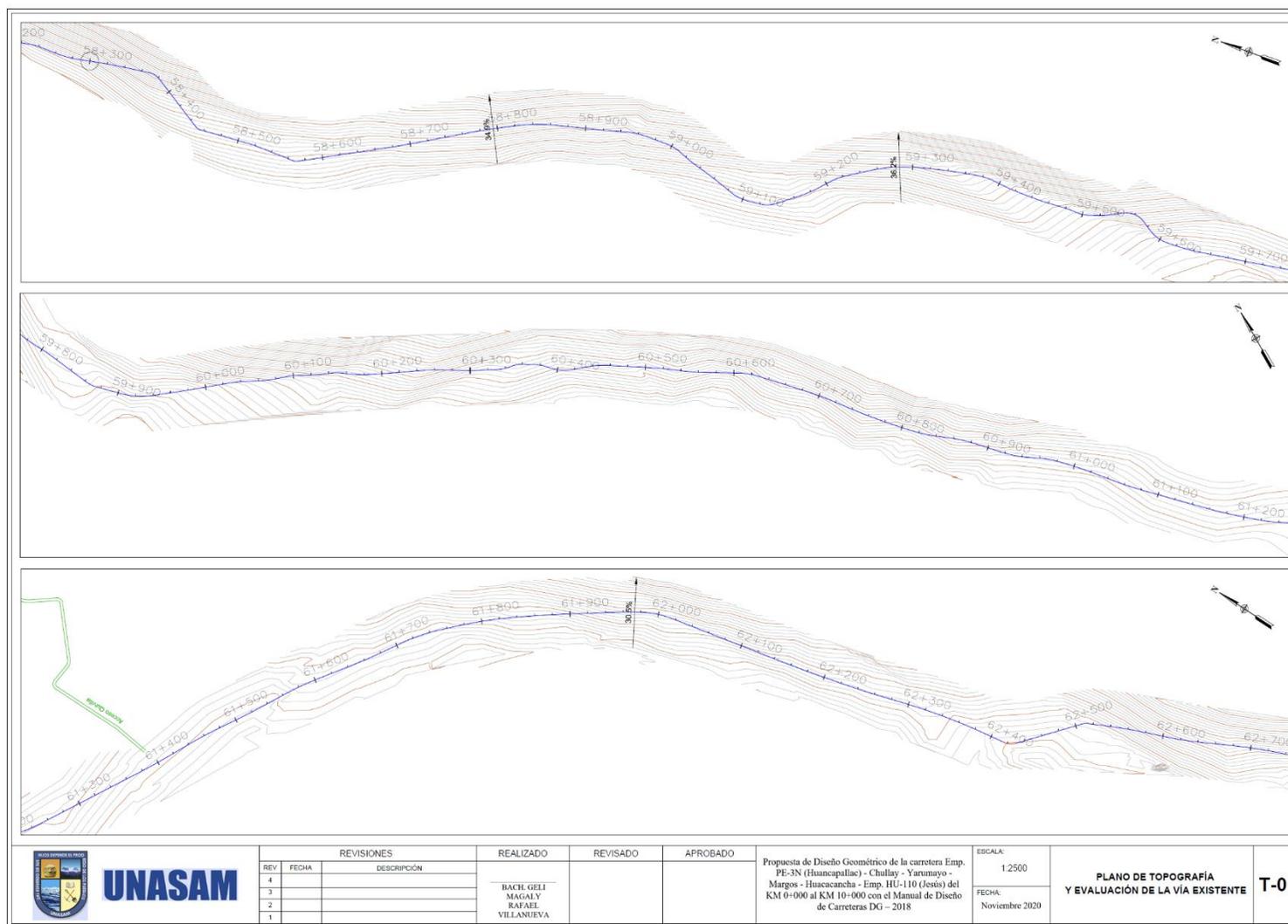
UBICACIÓN : ANCASH - HUANUCO  
SOLICITADO : GEODATA ENGINEERING S.P.A  
MUESTRA : TALUD  
PROCEDENCIA : KM 68+600 L. IZQ.

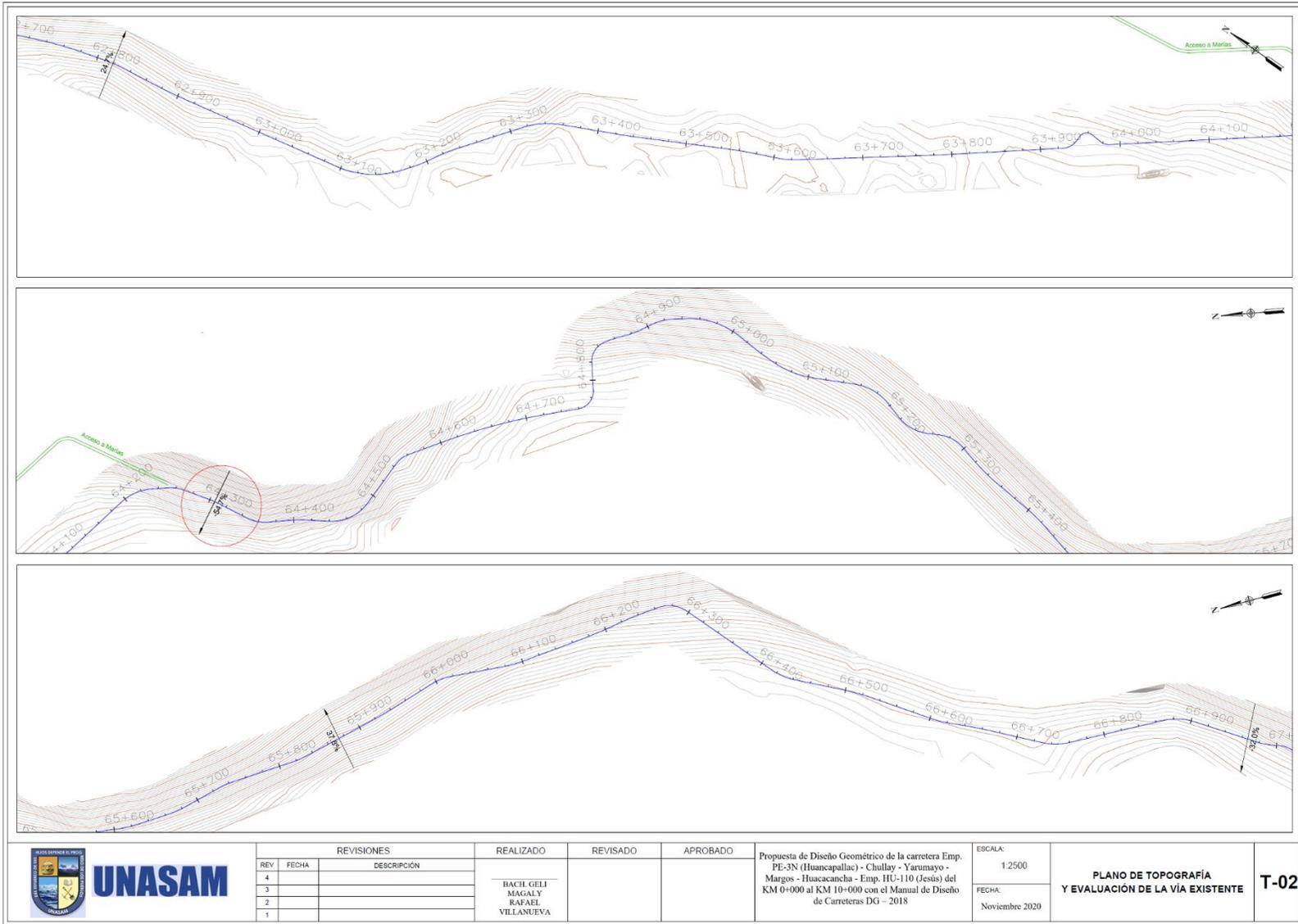
**NTP 400.017(1 999) AGREGADOS. MÉTODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR EL PESO UNITARIO DEL AGREGADO**

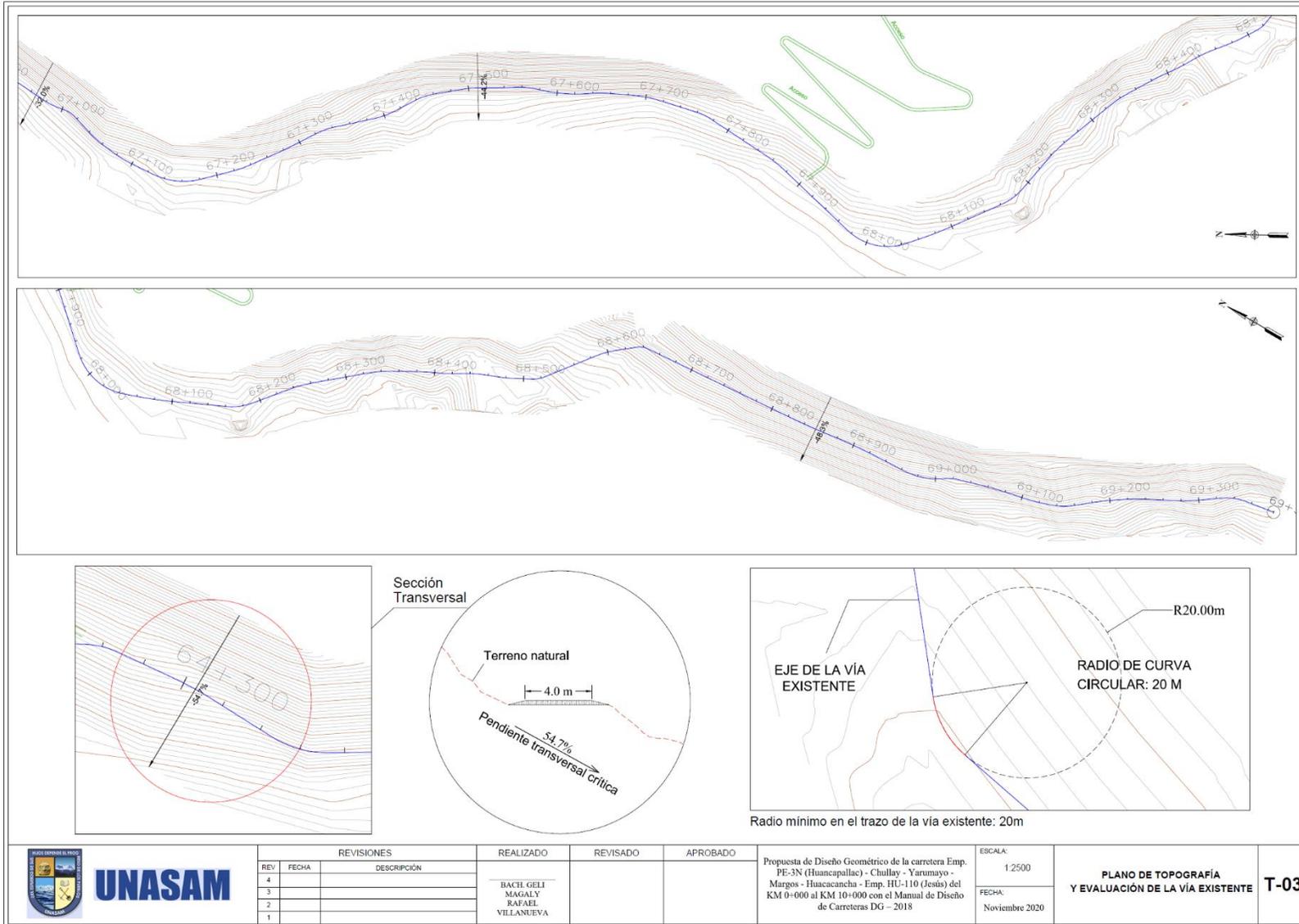
CODIGO DE LA MUESTRA	KM 68+600 L. IZQ.		
	Peso Molde + Peso del Agregado (g)	4390.2	4387.5
Peso de Molde (g)	2279.0	2279.0	2279.0
Volumen del Molde (cc)	1180.0	1180.0	1180.0
Peso del Agregado (g)	2111.2	2108.5	2106.9
Peso Unitario Suelto (ton/m3)	1.789	1.787	1.785
Promedio Peso Unitario (ton/m3)	1.787		



## ANEXO 6: PLANO DE TOPOGRAFÍA Y EVALUACIÓN DE LA VÍA EXISTENTE







**UNASAM**

REVISIONES		REALIZADO	REVISADO	APROBADO
REV	FECHA	DESCRIPCIÓN		
4			BACH. GELI	
3			MAGALY	
2			RAFAEL	
1			VILLANUEVA	

Propuesta de Diseño Geométrico de la carretera Emp. PE-3N (Huancapallac) - Chullay - Yarusmayo - Margos - Huacacancha - Emp. HU-110 (Jesús) del KM 0+000 al KM 10+000 con el Manual de Diseño de Carreteras DG - 2018

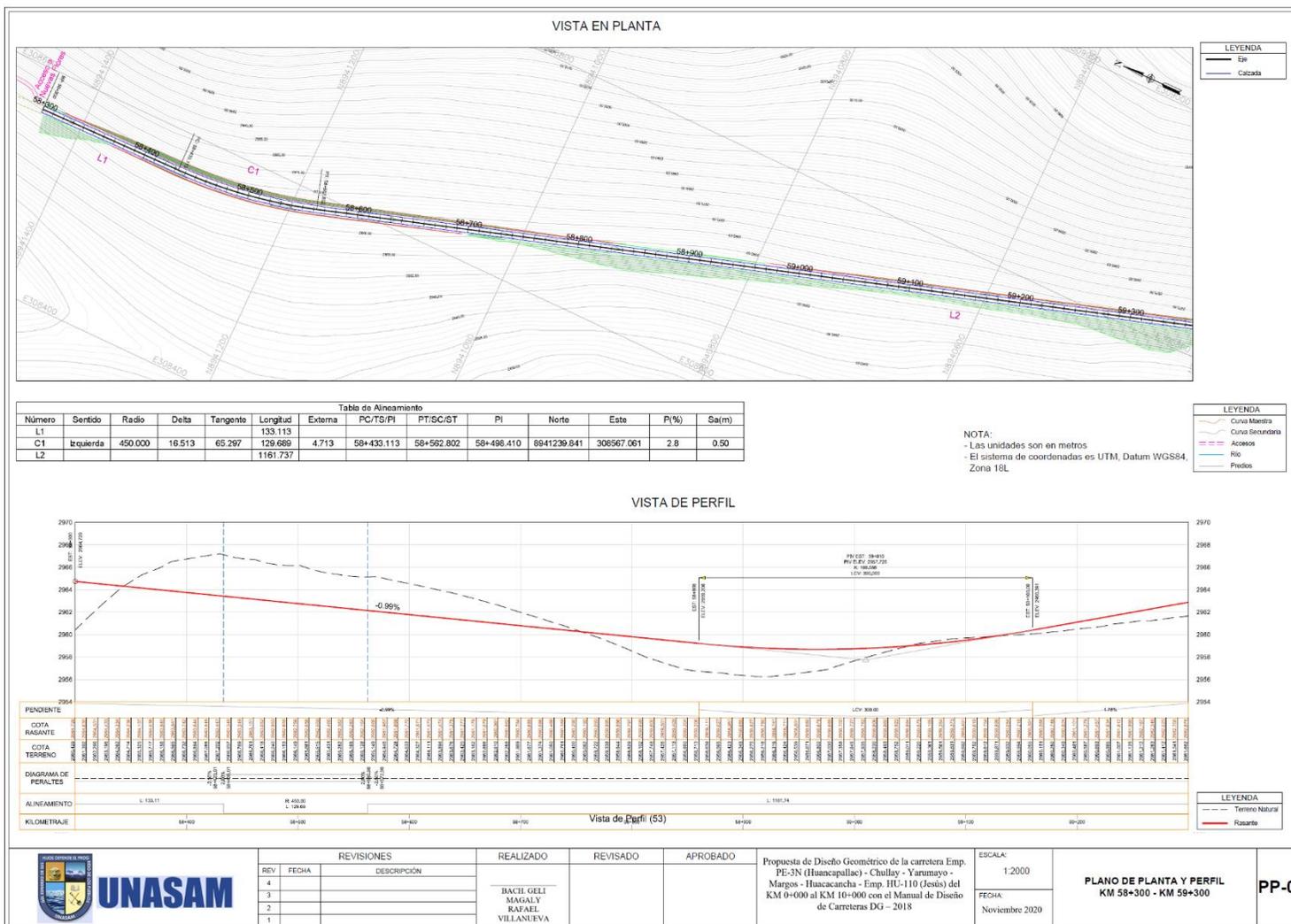
ESCALA: 1:2500  
FECHA: Noviembre 2020

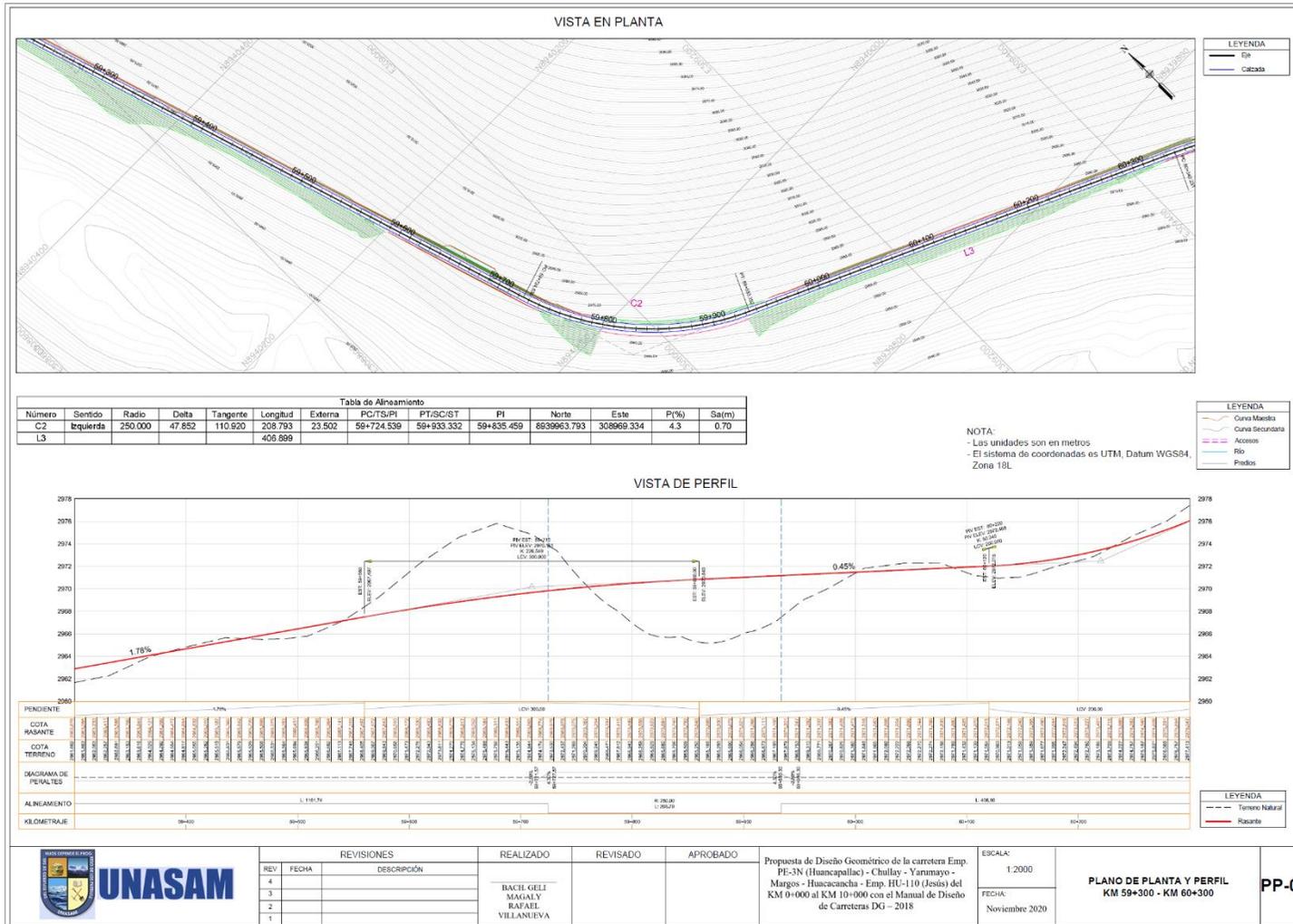
**PLANO DE TOPOGRAFÍA Y EVALUACIÓN DE LA VÍA EXISTENTE**

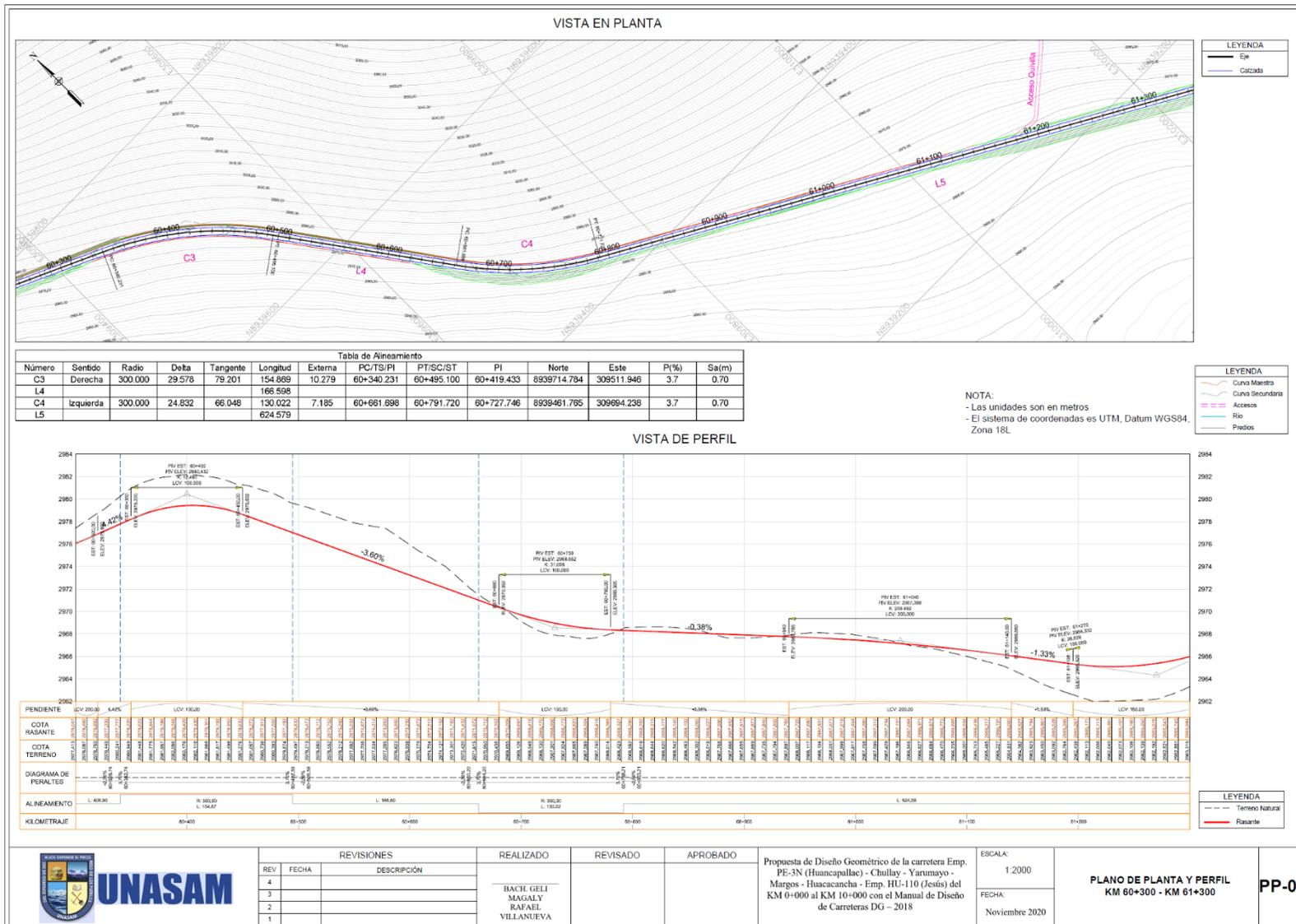
**T-03**

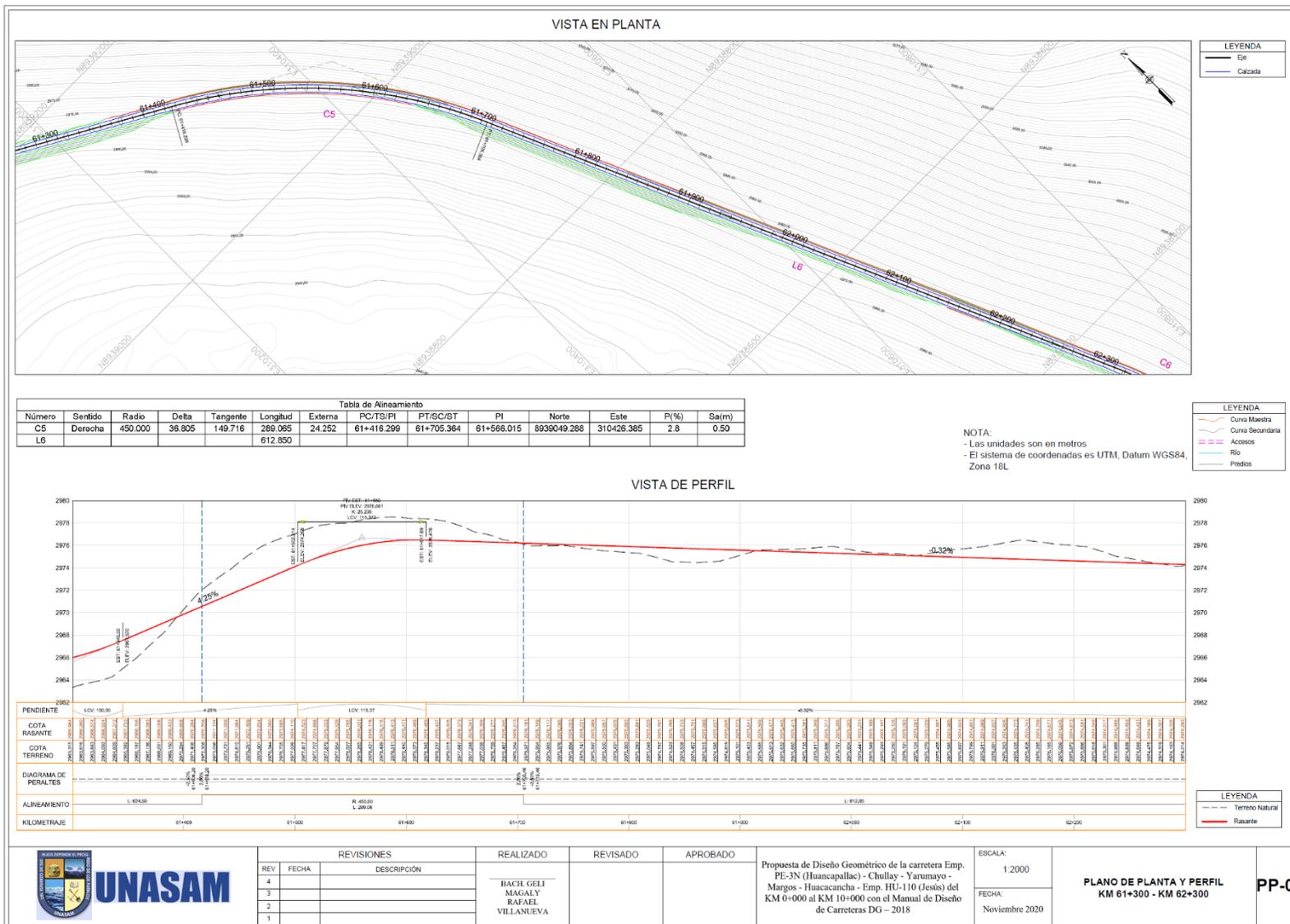


## ANEXO 7: PLANOS DE PLANTA Y PERFIL CON LA PROPUESTA DE DISEÑO GEOMÉTRICO









VISTA EN PLANTA



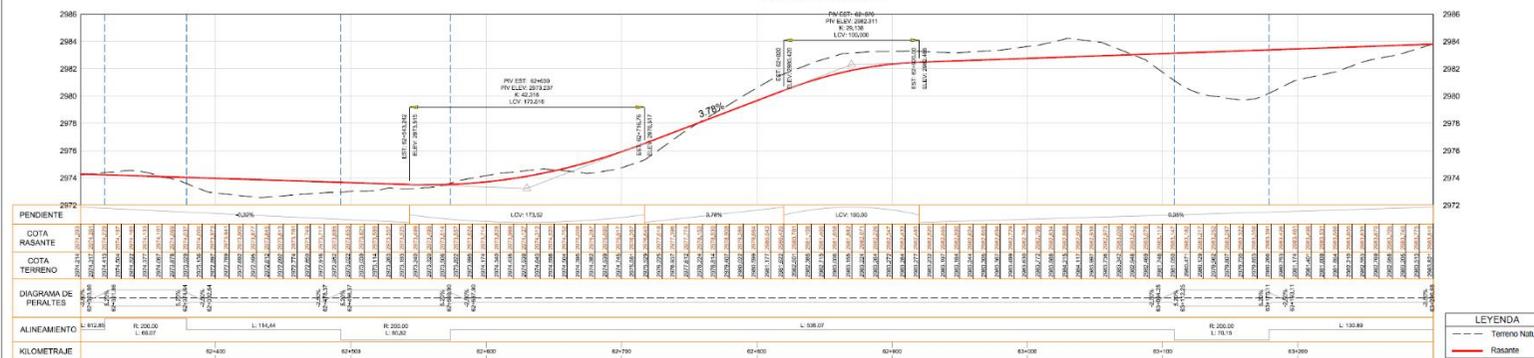
Número	Sentido	Radio	Delta	Tangente	Longitud	Externa	PC/TS/PI	PT/SC/ST	PI	Norte	Este	P(%)	Sa(m)
C6	Derecha	200.000	17.210	30.264	60.073	2.277	62+318.21	62+378.286	62+348.478	8938323.875	310746.316	5.2	0.90
L7					114.438								
C7	Izquierda	200.000	23.153	40.968	80.818	4.153	62+492.725	62+573.542	62+533.693	8938139.431	310787.623	5.2	0.90
L8					535.966								
C8	Izquierda	200.000	20.097	35.440	70.151	3.116	63+108.608	63+178.759	63+144.048	8937905.509	311070.973	5.2	0.90
L9					130.856								

NOTA:  
- Las unidades son en metros  
- El sistema de coordenadas es UTM, Datum WGS84, Zona 18L

LEYENDA  
EIP  
Calzada

LEYENDA  
Curva Maestra  
Curva Secundaria  
Accesos  
Río  
Predios

VISTA DE PERFIL



LEYENDA  
Terreno Natural  
Rasante



REV	FECHA	DESCRIPCIÓN	REALIZADO	REVISADO	APROBADO
4			BACH GELI		
3			MAGALY RAFAEL		
2			VILLANUEVA		
1					

Propuesta de Diseño Geométrico de la carretera Emp. PE-3N (Huacacallac) - Chullay - Yanumayo - Margos - Huacacancha - Emp. HU-110 (Jesus) del KM 0+000 al KM 10+000 con el Manual de Diseño de Carreteras DG - 2018

ESCALA:  
1:2000  
FECHA:  
Noviembre 2020

PLANO DE PLANTA Y PERFIL  
KM 62+300 - KM 63+300

PP-05



VISTA EN PLANTA

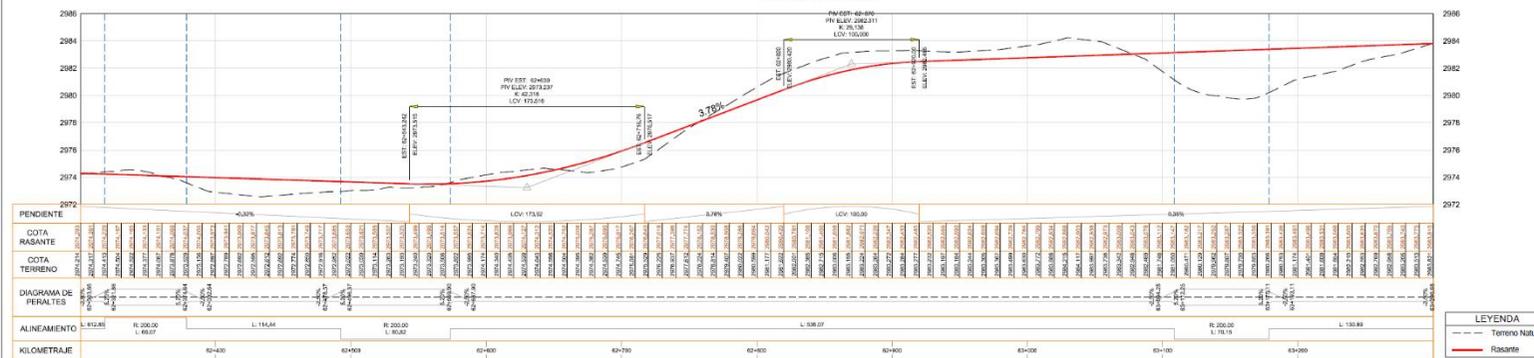


Tabla de Alineamiento													
Número	Sentido	Radio	Delta	Tangente	Longitud	Externa	PC/TS/PI	PT/SC/ST	PI	Norte	Este	P(%)	Sa(m)
C6	Derecha	200.000	17.210	30.264	60.073	2.277	62+318.21	62+378.286	62+348.478	8938323.875	310746.316	5.2	0.90
L7					114.438								
C7	Izquierda	200.000	23.153	40.968	80.818	4.153	62+492.725	62+573.542	62+533.693	8938139.431	310767.623	5.2	0.90
L8					535.986								
C8	Izquierda	200.000	20.097	35.440	70.151	3.116	63+108.608	63+178.759	63+144.048	8937905.509	311070.973	5.2	0.90
L9					130.886								

NOTA:  
- Las unidades son en metros  
- El sistema de coordenadas es UTM, Datum WGS84, Zona 18L.



VISTA DE PERFIL



REV	FECHA	REVISIONES DESCRIPCIÓN	REALIZADO	REVISADO	APROBADO
4			BACH GELI		
3			MAGALY		
2			RAFAEL		
1			VILLANUEVA		

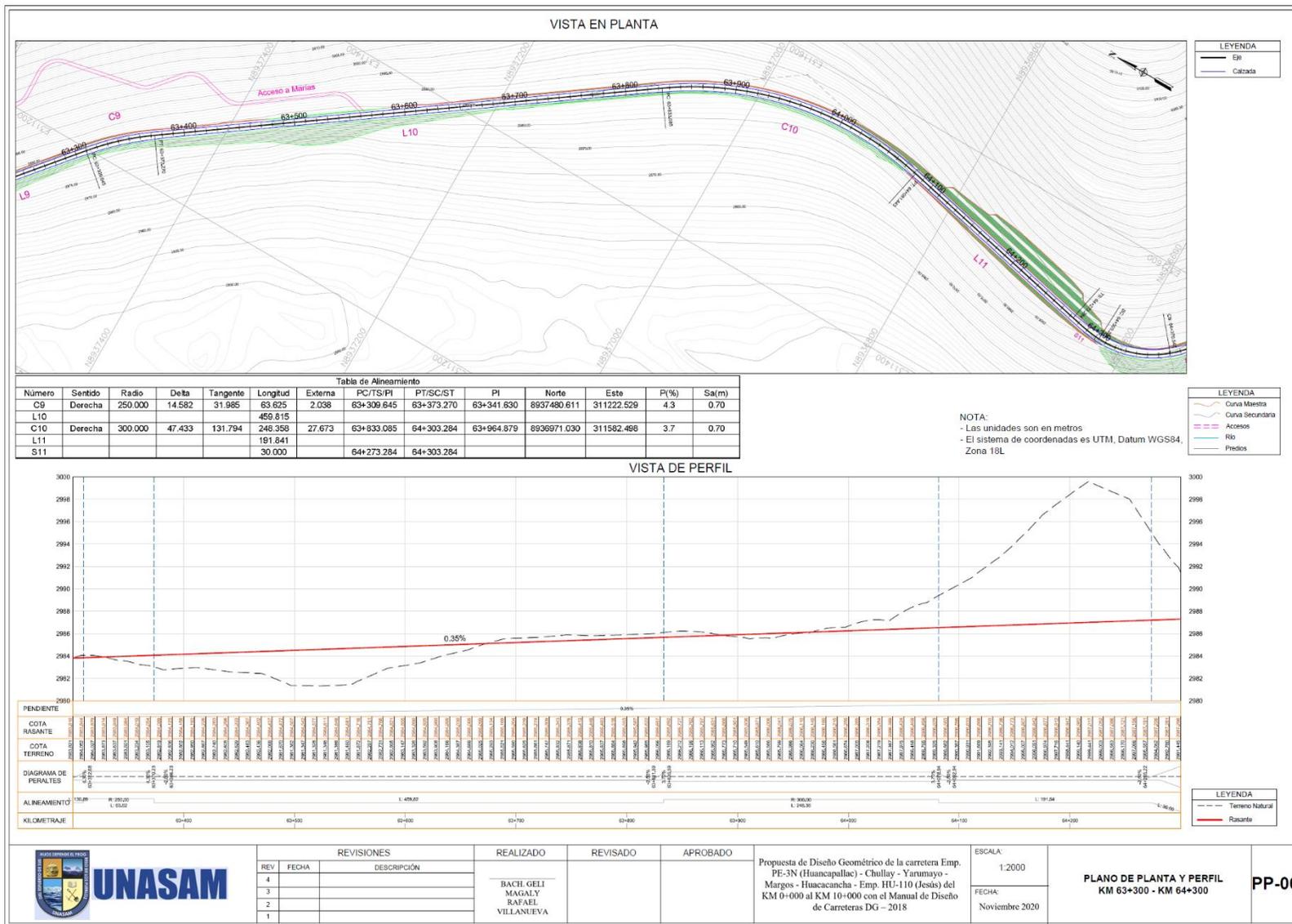
Propuesta de Diseño Geométrico de la carretera Emp. PE-3N (Huancapallac) - Chullay - Yanunayo - Margos - Huacacancha - Emp. HU-110 (Jesus) del KM 0+000 al KM 10+000 con el Manual de Diseño de Carreteras DG - 2018

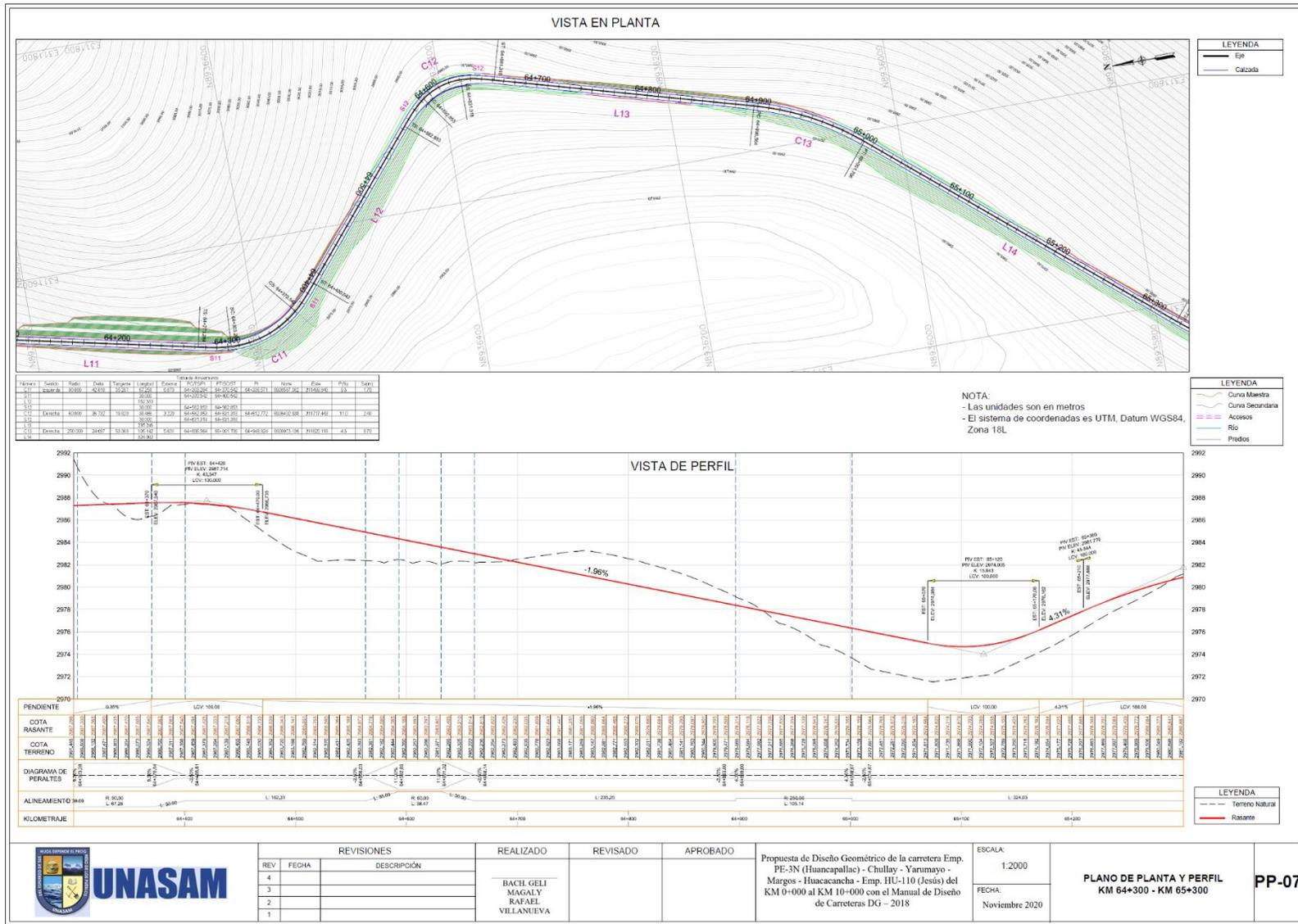
ESCALA:  
1:2000  
FECHA:  
Noviembre 2020

PLANO DE PLANTA Y PERFIL  
KM 62+300 - KM 63+300

PP-05

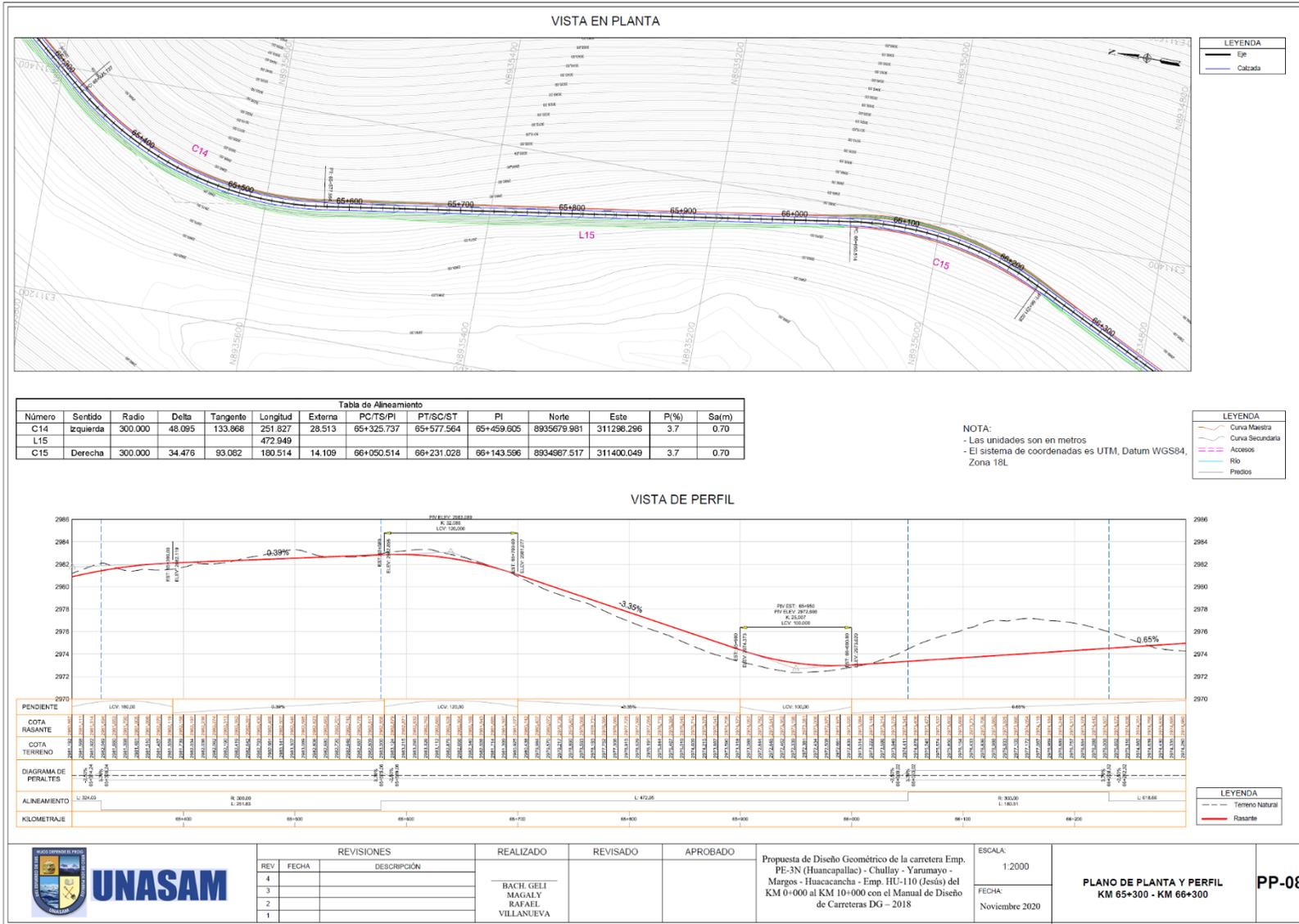


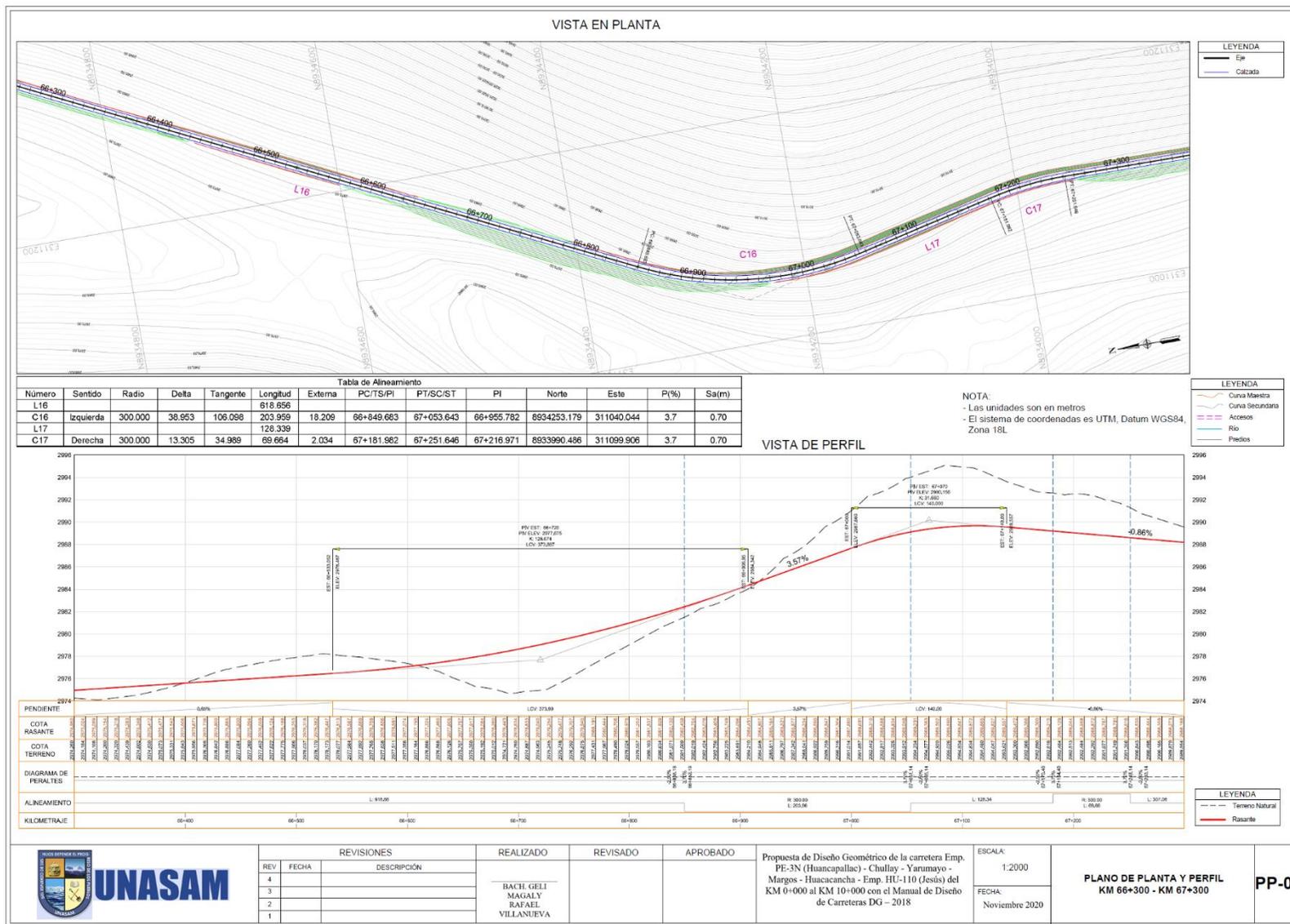


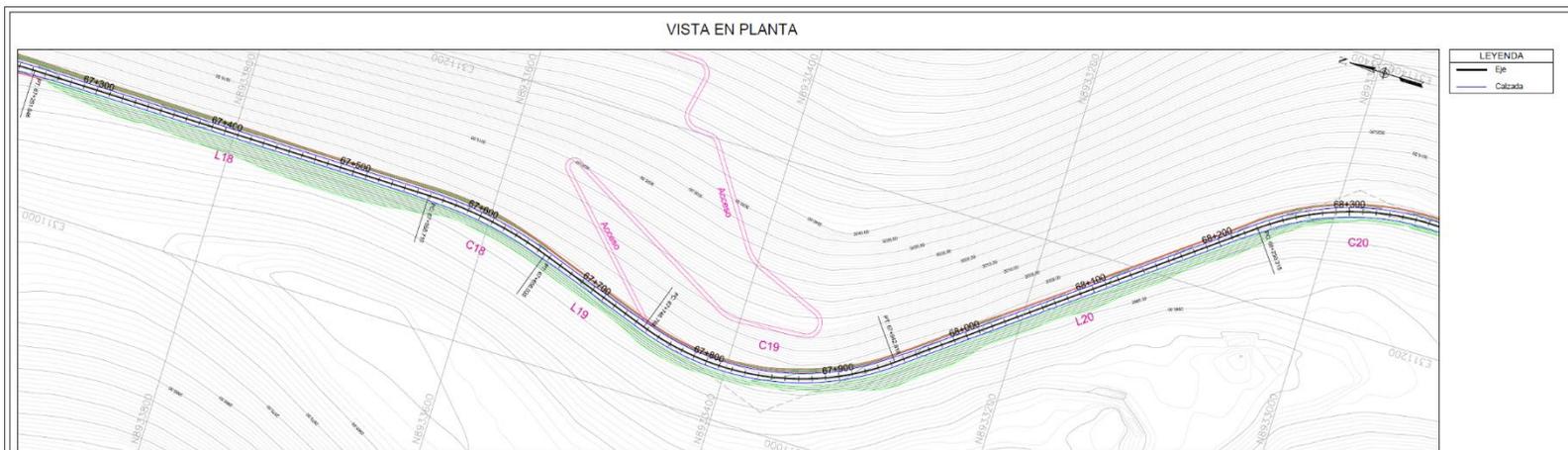


NOTA:  
 - Las unidades son en metros  
 - El sistema de coordenadas es UTM, Datum WGS84, Zona 18L









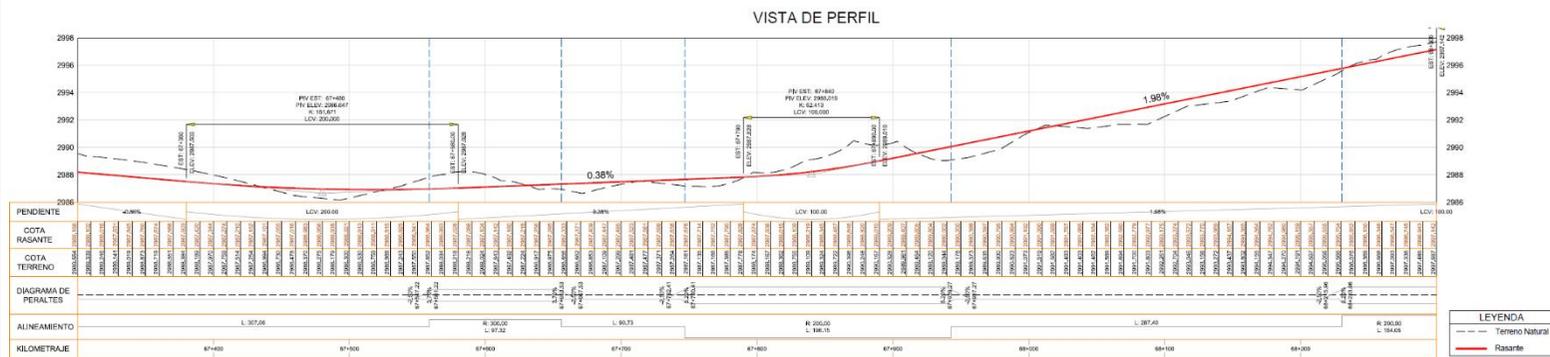
**Tabla de Alineamiento**

Número	Sentido	Radio	Delta	Tangente	Longitud	Externa	PC/TS/PI	PT/SC/ST	PI	Norte	Este	P(%)	Sa(m)
L18					307.064								
C18	Derecha	300.000	18.588	49.084	97.325	3.990	67+558.710	67+856.035	67+607.804	8933599.352	311086.714	3.7	0.70
L19					90.733								
C19	Izquierda	200.000	56.193	106.774	196.150	26.717	67+746.768	67+853.542	67+853.542	8933366.264	311016.204	5.2	0.90
L20					287.398								
C20	Derecha	200.000	44.132	81.073	154.048	15.807	68+230.315	68+384.364	68+311.388	8932987.405	311303.124	5.2	0.90

NOTA:  
 - Las unidades son en metros  
 - El sistema de coordenadas es UTM, Datum WGS84, Zona 18L

LEYENDA  
 Eje  
 Calzada

LEYENDA  
 Curva Maestra  
 Curva Secundaria  
 Accesos  
 Río  
 Predios



PENDIENTE	COTA RASANTE	COTA TERRENO	DIAGRAMA DE PERALTES	ALINEAMIENTO	KILOMETRAJE
0.38%	2986.000	2986.000		L: 307.06	67+000
0.38%	2986.000	2986.000		R: 300.00	67+500
0.38%	2986.000	2986.000		R: 90.73	67+600
0.38%	2986.000	2986.000		R: 200.00	67+700
0.38%	2986.000	2986.000		L: 196.15	67+800
0.38%	2986.000	2986.000		R: 154.05	67+900
0.38%	2986.000	2986.000		L: 90.73	68+000
0.38%	2986.000	2986.000		R: 154.05	68+100
0.38%	2986.000	2986.000		L: 384.36	68+200
0.38%	2986.000	2986.000		R: 154.05	68+300



REV	FECHA	REVISIONES DESCRIPCIÓN	REALIZADO	REVISADO	APROBADO
4			BACH GELI		
3			MAGALY		
2			RAFAEL		
1			VILLANUEVA		

Propuesta de Diseño Geométrico de la carretera Emp. PE-3N (Huacacapallac) - Chulay - Yarmayo - Margos - Huacacancha - Emp. HU-110 (Jesús) del KM 0+000 al KM 10+000 con el Manual de Diseño de Carreteras DG - 2018

ESCALA: 1:2000  
 FECHA: Noviembre 2020  
**PLANO DE PLANTA Y PERFIL**  
 KM 67+300 - KM 68+300  
**PP-10**



VISTA EN PLANTA



LEYENDA

- Emp
- Calzada

Tabla de Alineamiento

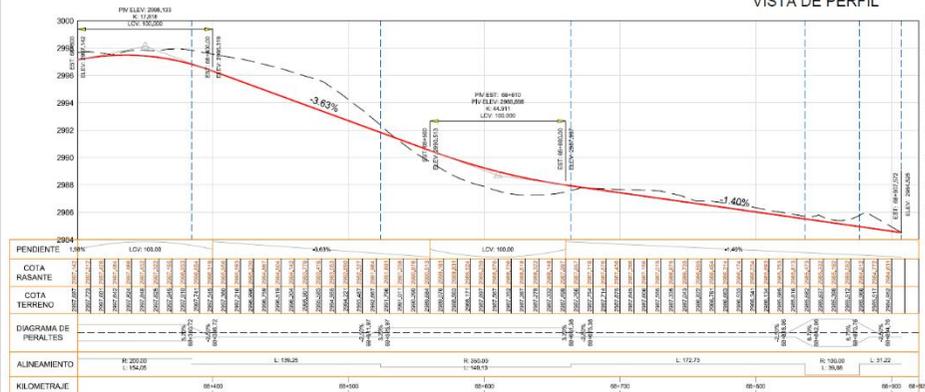
Número	Sentido	Radio	Delta	Tangente	Longitud	Externa	PC/TS/PI	PT/SC/ST	PI	Norte	Este	P(%)	Sa(m)
L21					139.248								
C21	Izquierda	350.000	22.839	71.015	140.126	7.132	68+523.612	68+663.740	68+594.627	8932696.237	311267.648	3.2	0.60
C22	Izquierda	100.000	22.849	20.208	39.879	2.021	68+836.472	68+876.352	68+856.680	8932444.437	311340.162	8.7	1.60
L23					31.221								

NOTA:  
 - Las unidades son en metros  
 - El sistema de coordenadas es UTM, Datum WGS84, Zona 18L

LEYENDA

- Curva Maestra
- Curva Secundaria
- Accesos
- Rio
- Predios

VISTA DE PERFIL



LEYENDA

- Terreno Natural
- Rasante



REV	FECHA	DESCRIPCIÓN	REALIZADO	REVISADO	APROBADO
4			BACH, GELI		
3			MAGALY		
2			RAFAEL		
1			VILLANUEVA		

Propuesta de Diseño Geométrico de la carretera Emp. PE-3N (Huancapallac) - Chillay - Yarumayo - Margos - Huacacancha - Emp. HU-110 (Jesús) del KM 0+000 al KM 10+000 con el Manual de Diseño de Carreteras DG - 2018

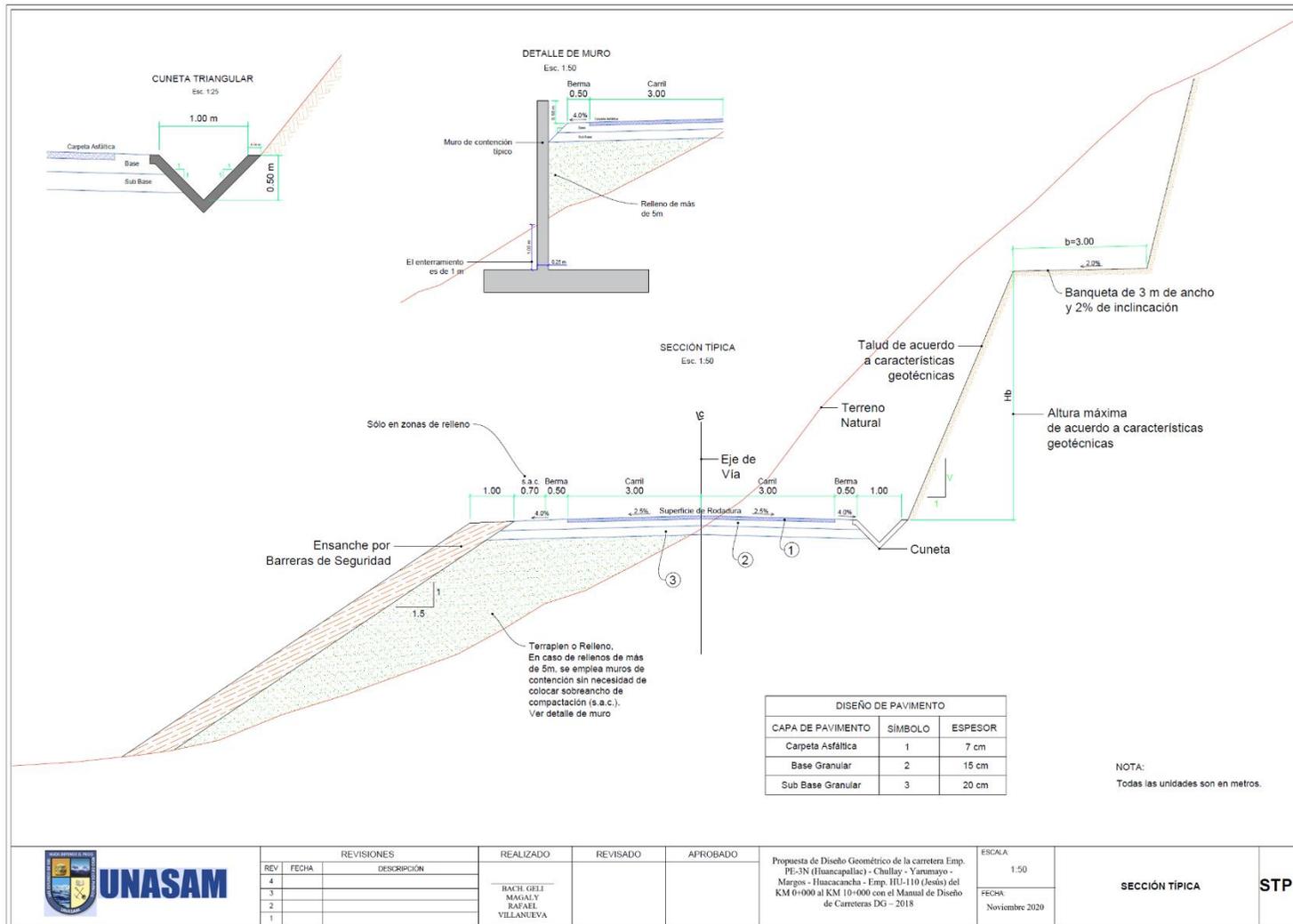
ESCALA: 1:2000  
 FECHA: Noviembre 2020

PLANO DE PLANTA Y PERFIL  
 KM 68+300 - KM 68+907

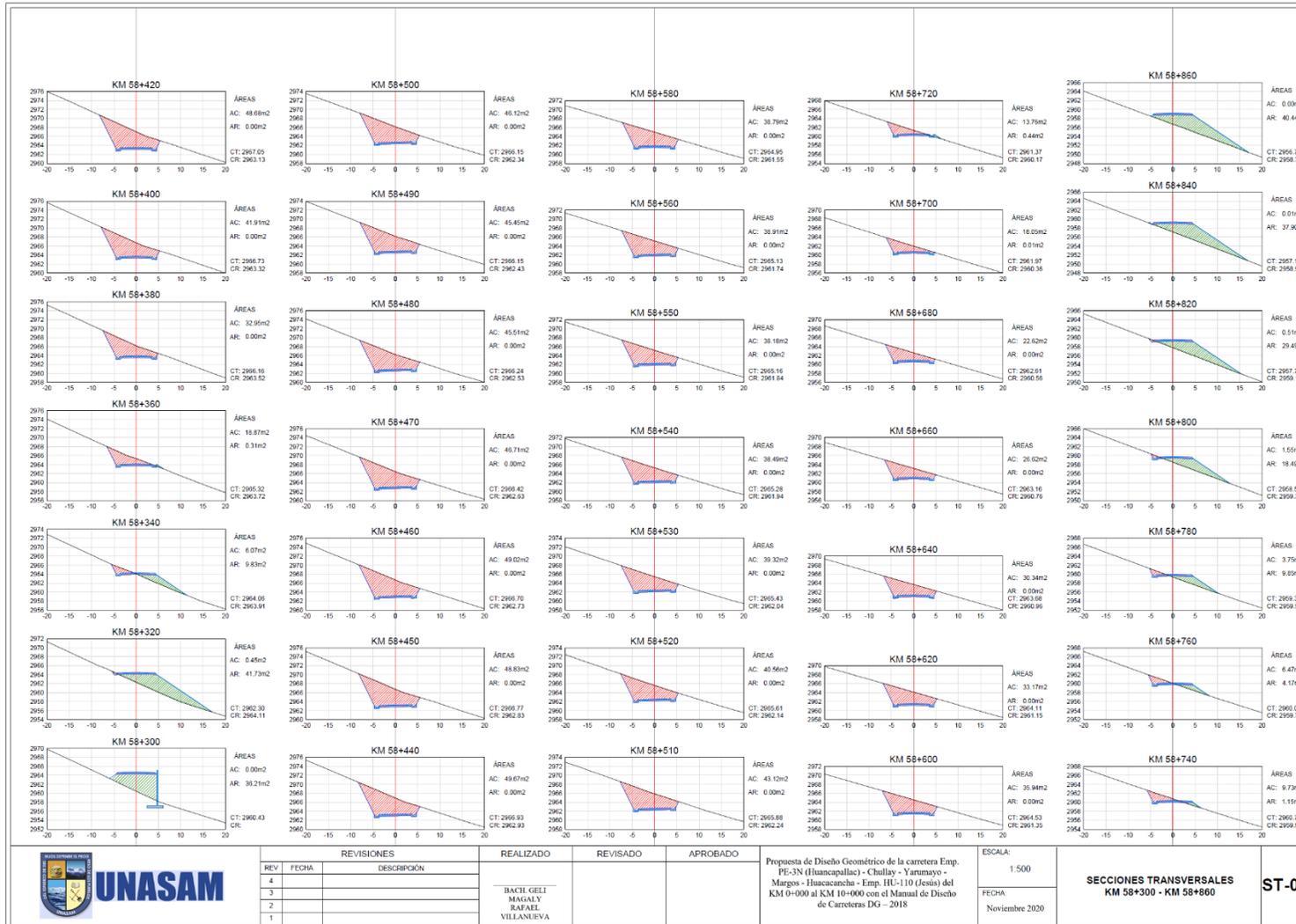
PP-11

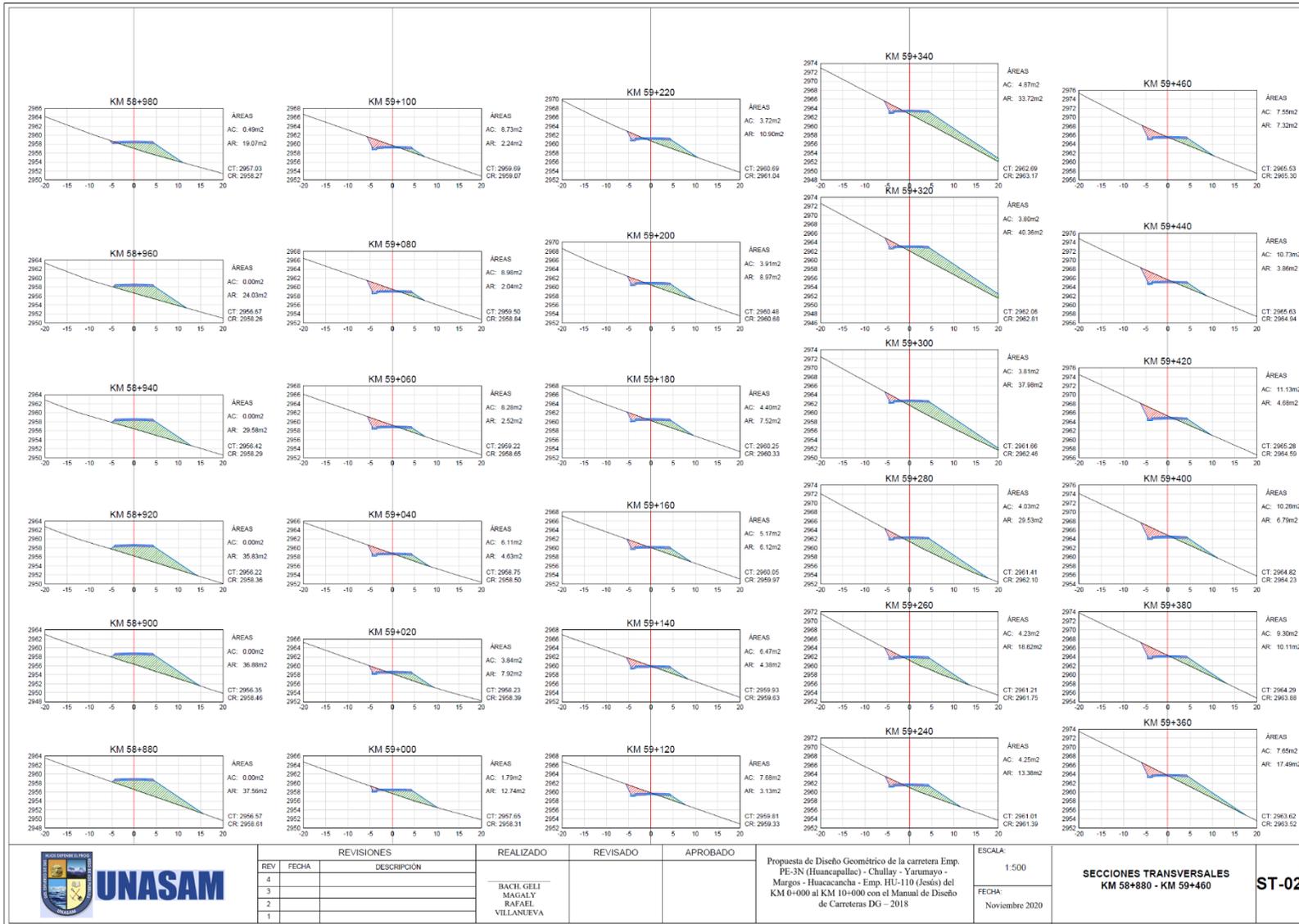


## ANEXO 8: PLANOS DE SECCIÓN TÍPICA CON LA PROPUESTA DE DISEÑO GEOMÉTRICO



## ANEXO 9: PLANOS DE SECCIONES TRANSVERSALES CON LA PROPUESTA DE DISEÑO GEOMÉTRICO





REV	FECHA	DESCRIPCIÓN	REALIZADO	REVISADO	APROBADO
4					
3					
2					
1					

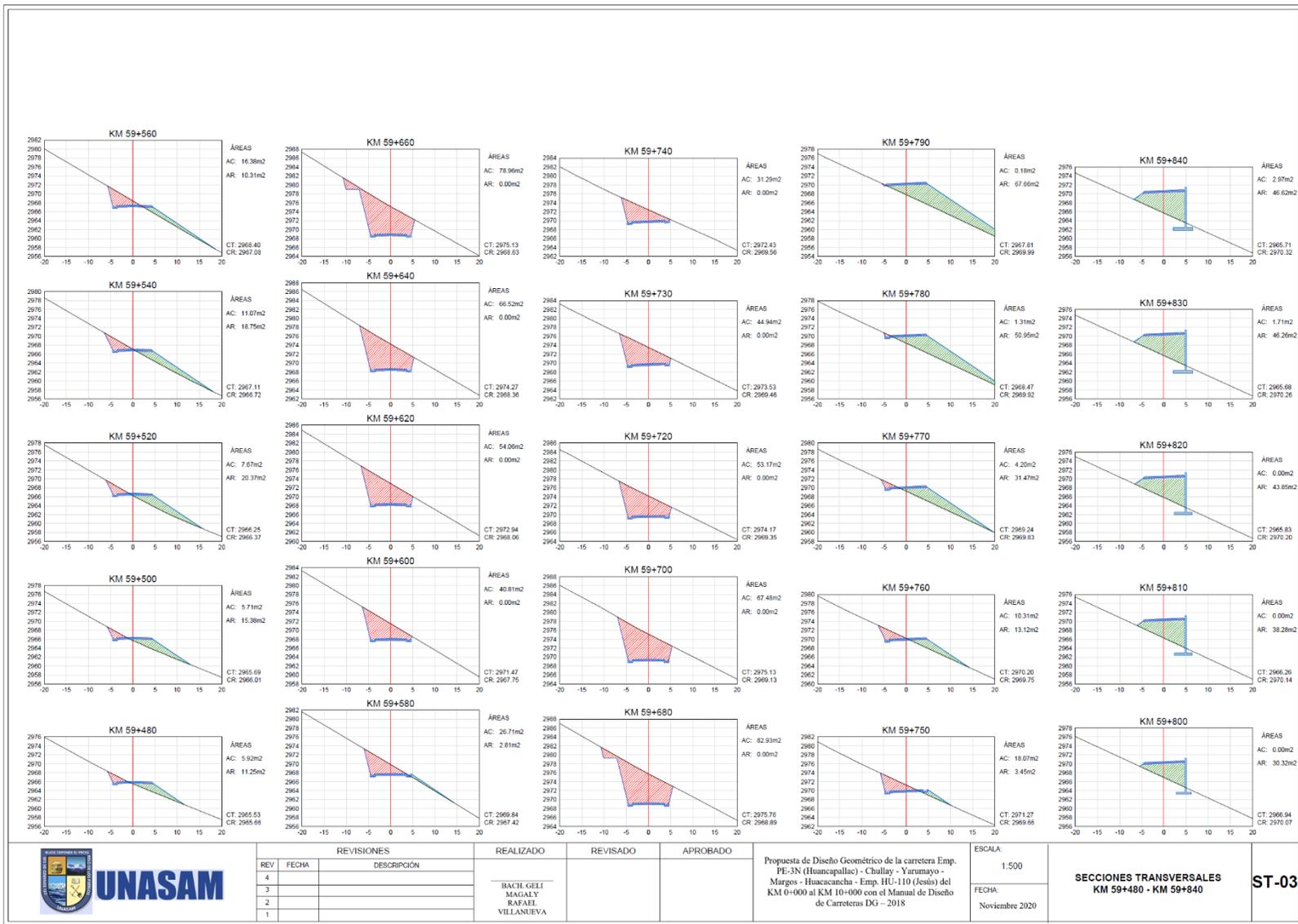
REALIZADO: BACH. GELI MAGALY RAFAEL VILLANUEVA  
 REVISADO:  
 APROBADO:

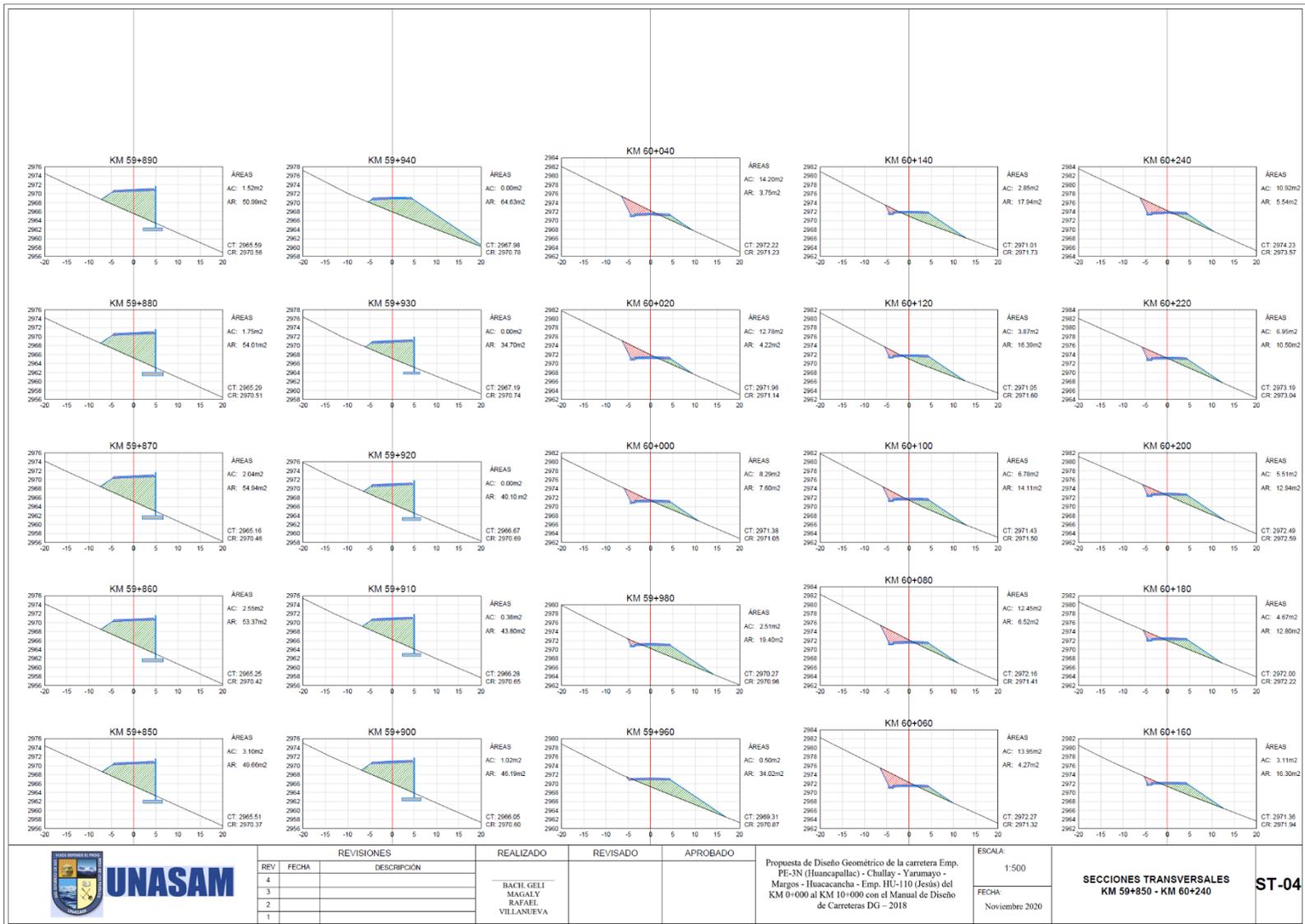
Propuesta de Diseño Geométrico de la carretera Emp. PE-3N (Huancapallac) - Chullay - Yurumayo - Margos - Huacacancha - Emp. HU-110 (Jestis) del KM 0+000 al KM 10+000 con el Manual de Diseño de Carreteras DG - 2018

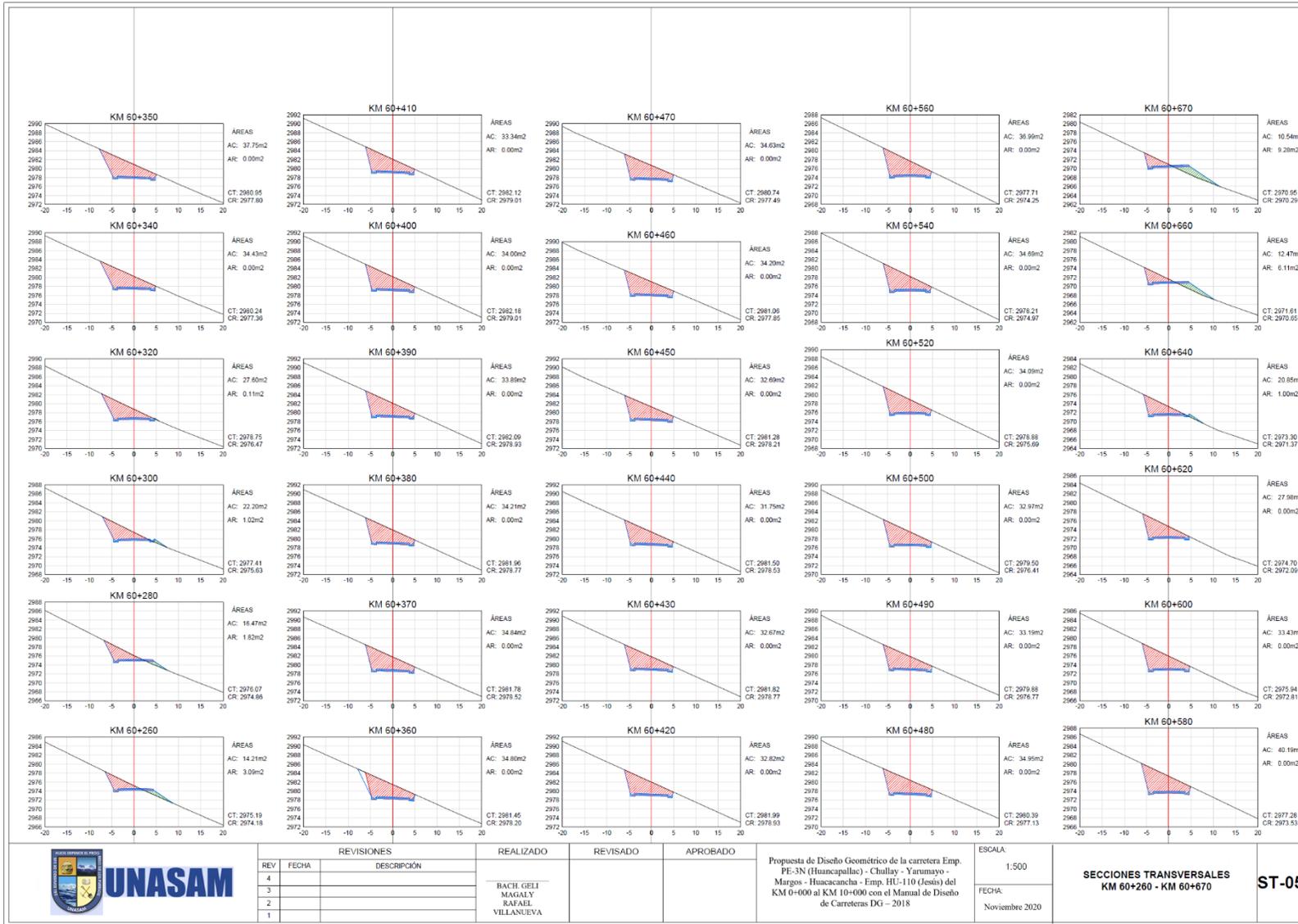
ESCALA: 1:500  
 FECHA: Noviembre 2020

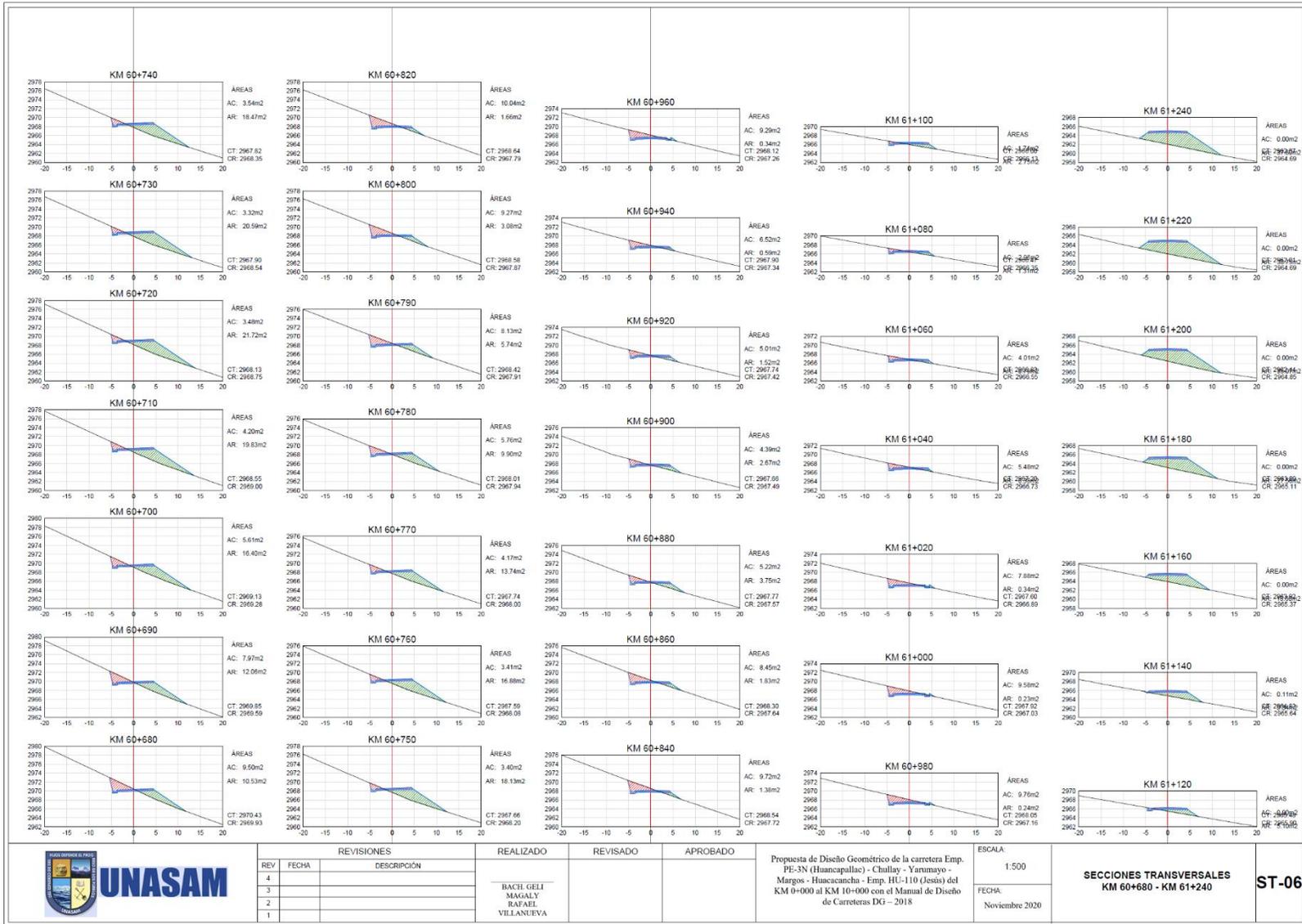
**SECCIONES TRANSVERSALES**  
**KM 58+880 - KM 59+460**  
**ST-02**

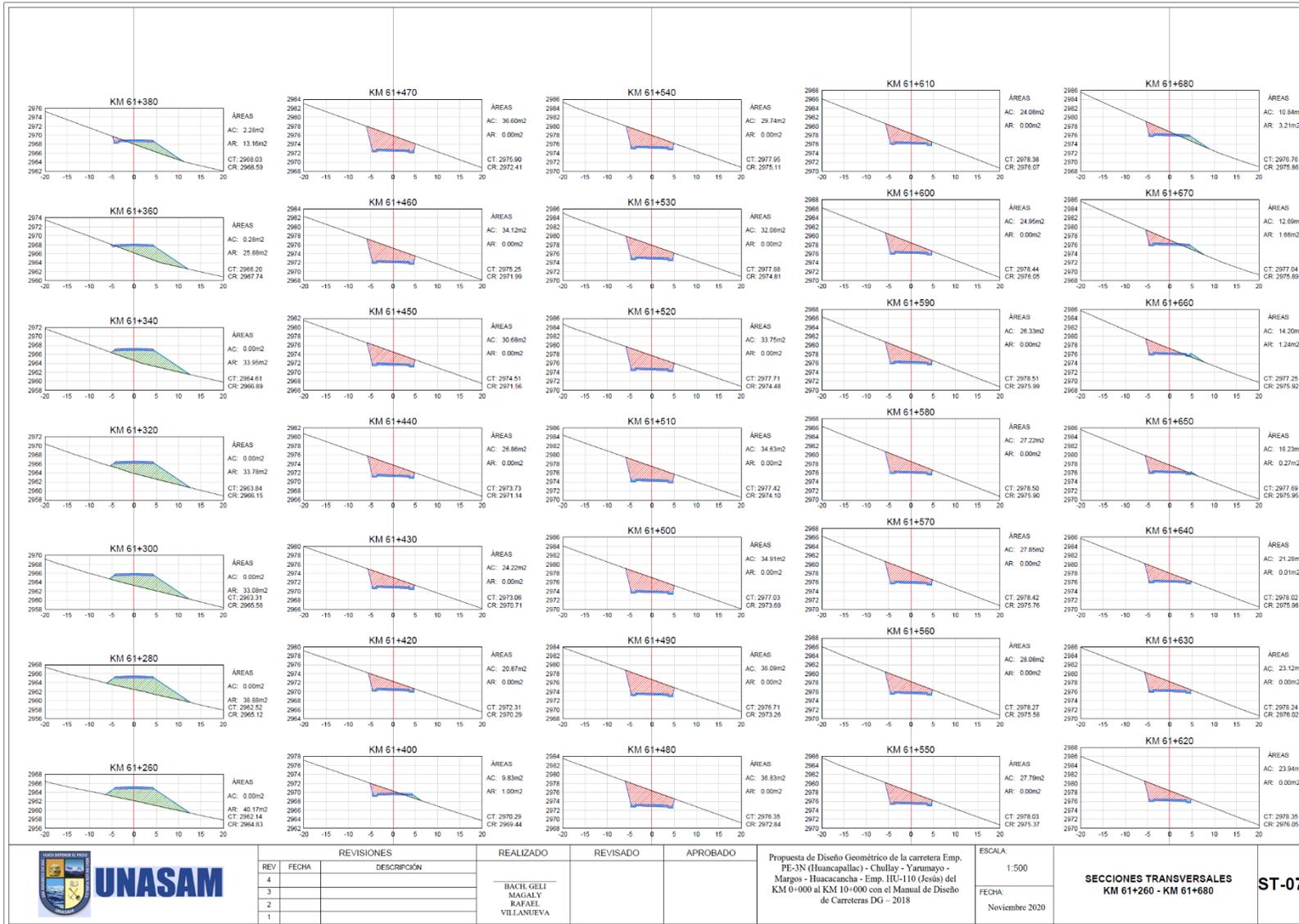


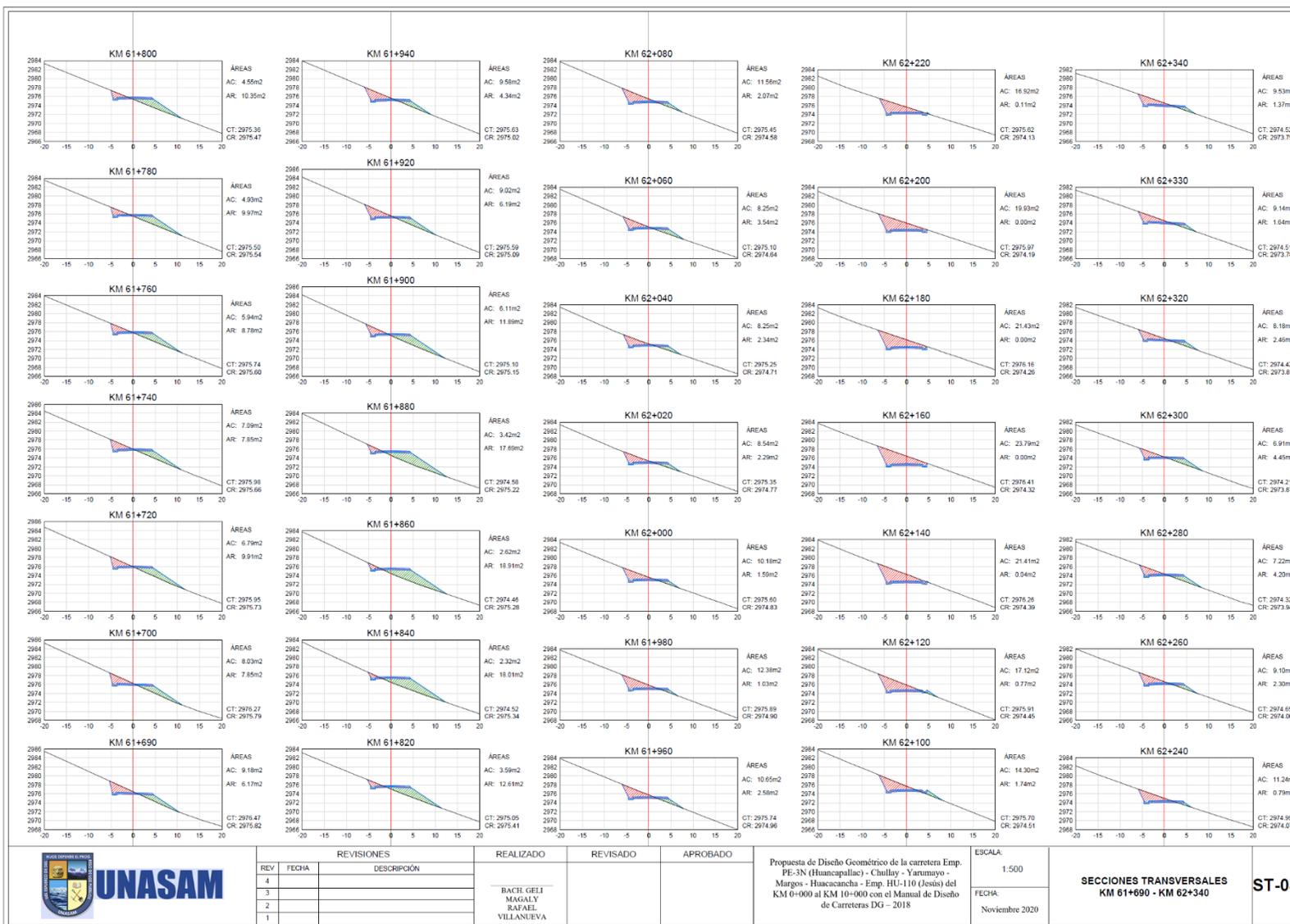












REV	FECHA	DESCRIPCIÓN	REALIZADO	REVISADO	APROBADO
4					
3					
2					
1					

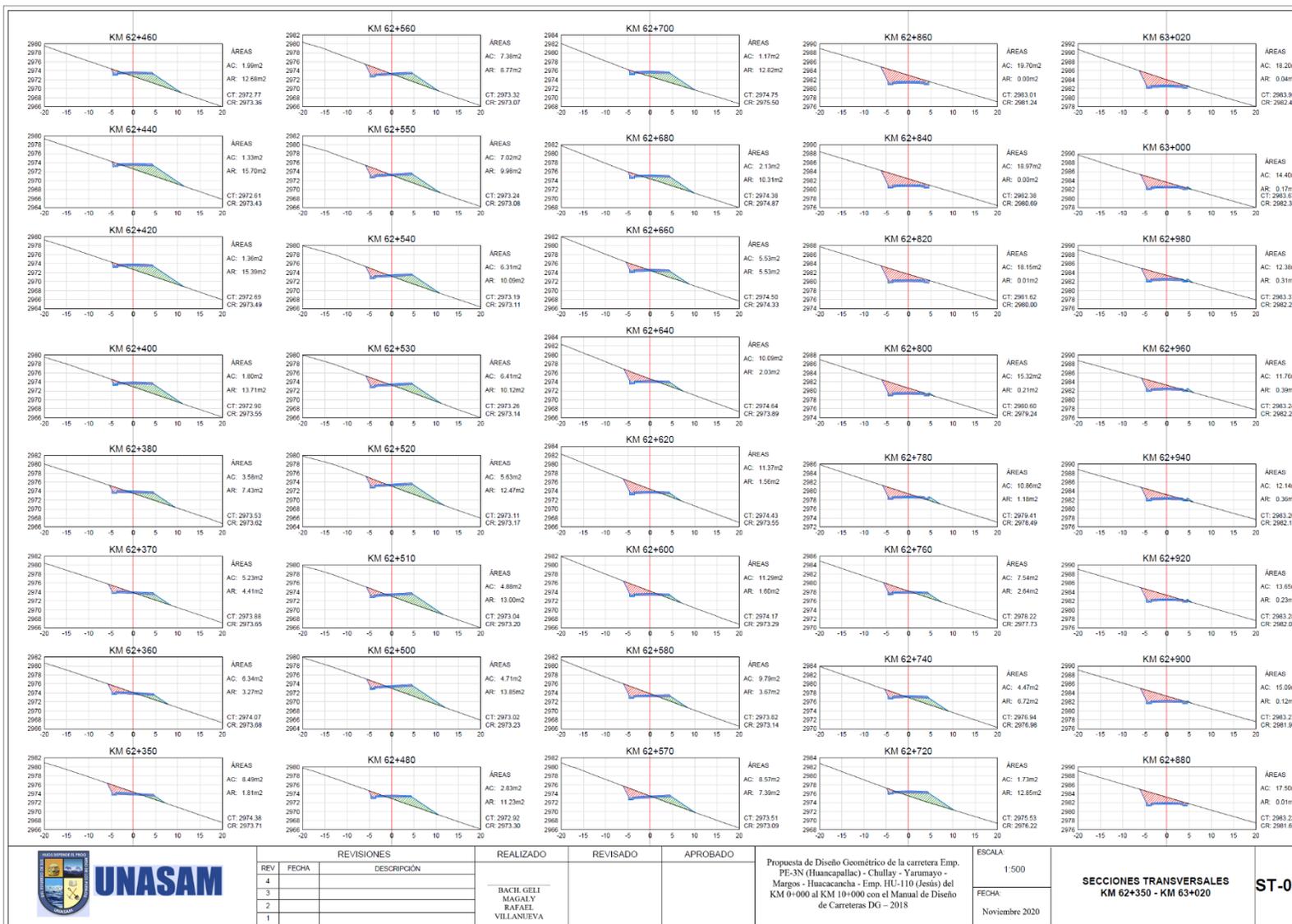
Propuesta de Diseño Geométrico de la carretera Emp. PE-3N (Huancapallac) - Chullay - Yarusmayo - Margos - Huacacancha - Emp. HU-110 (Jesus) del KM 0+000 al KM 10+000 con el Manual de Diseño de Carreteras DG - 2018

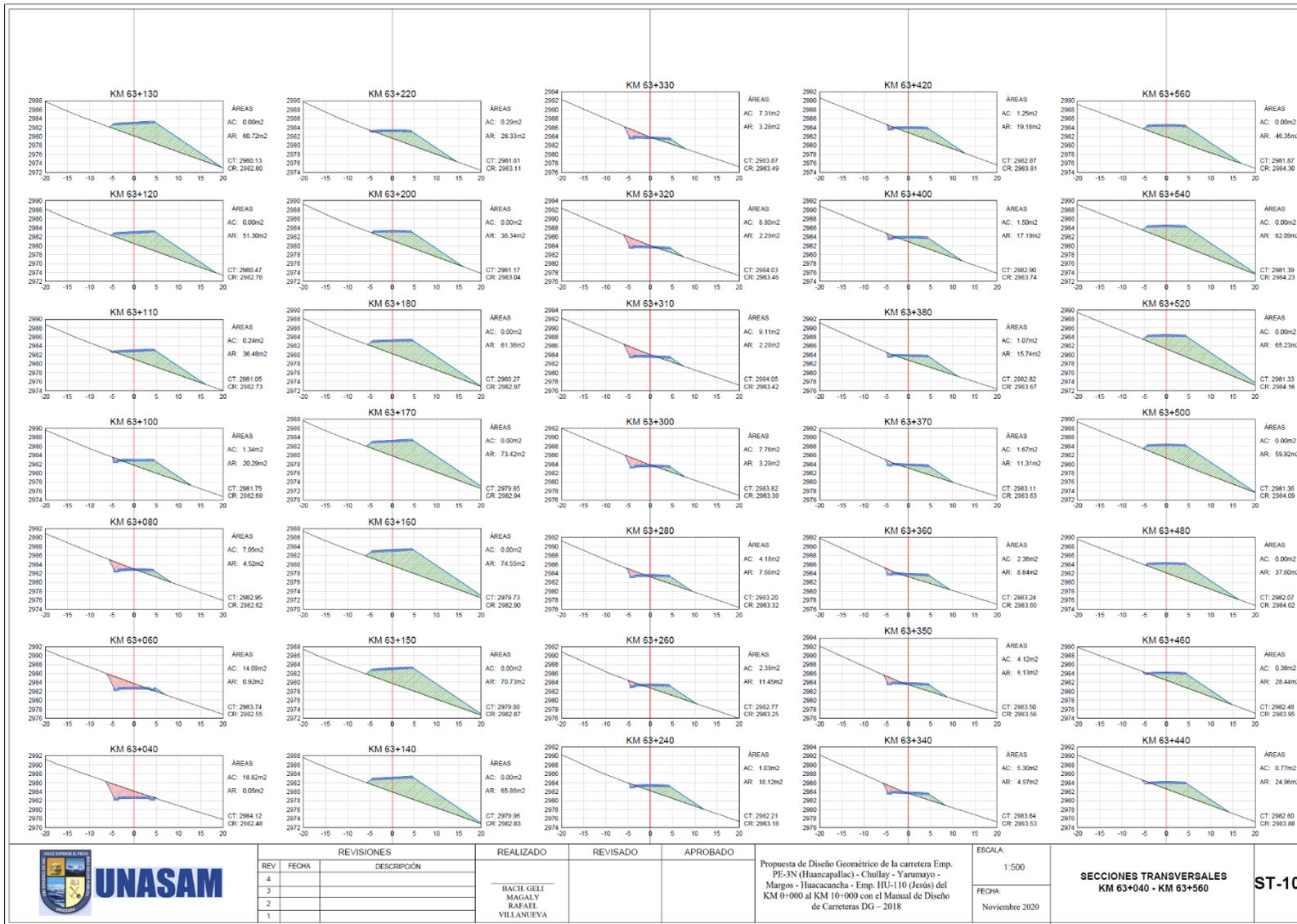
ESCALA:  
1:500  
FECHA:  
Noviembre 2020

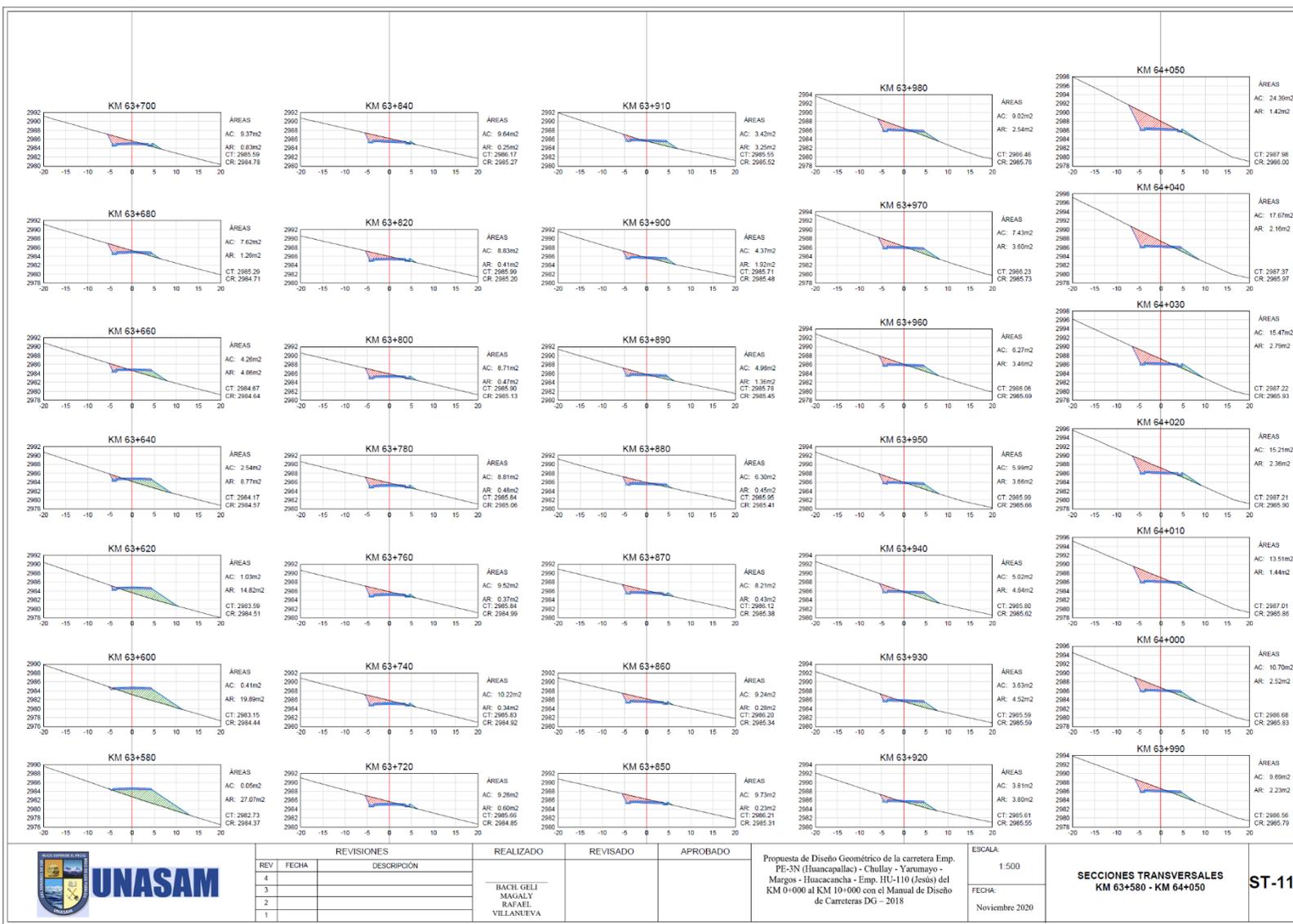
SECCIONES TRANSVERSALES  
KM 61+690 - KM 62+340

ST-08









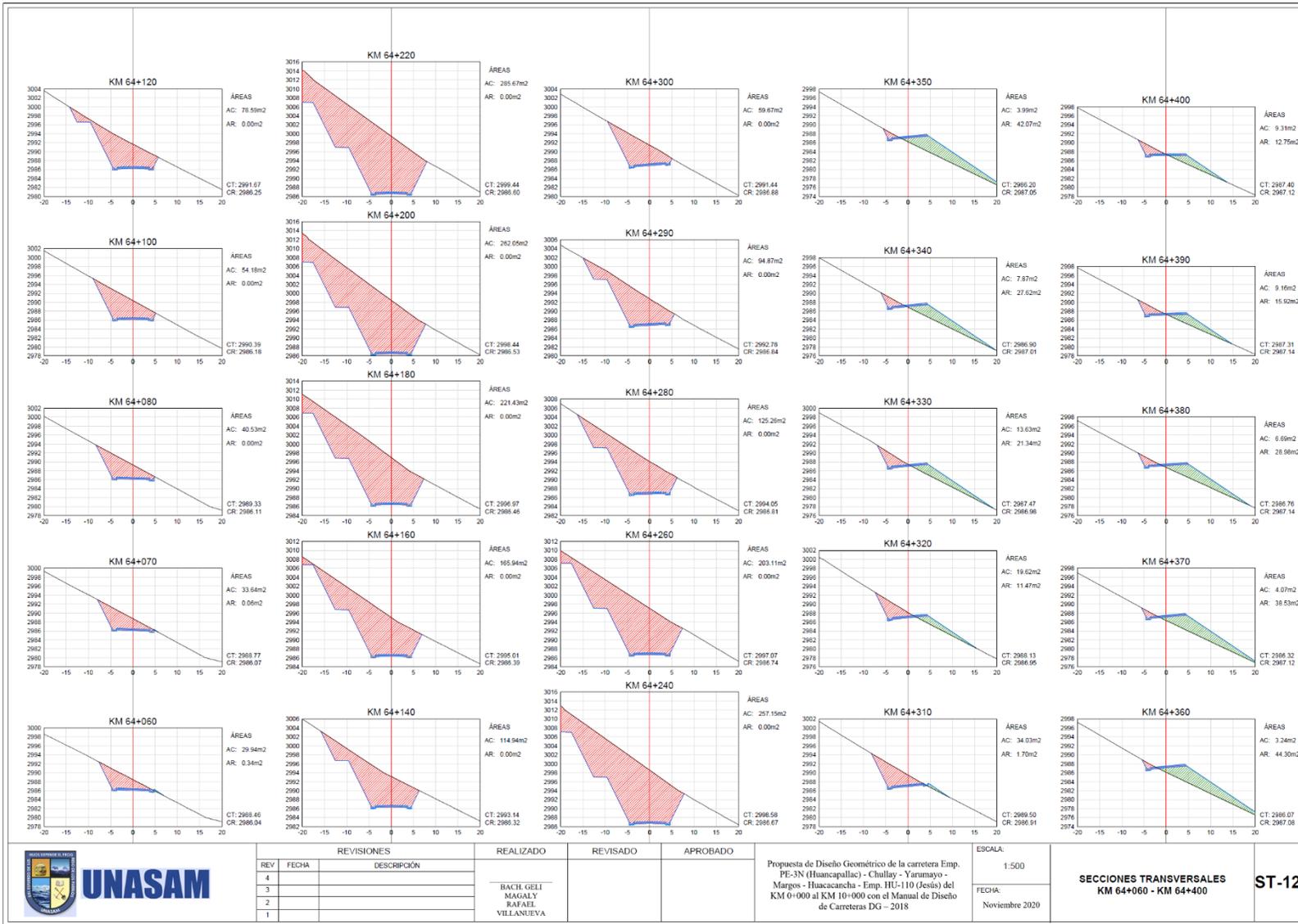
REV	FECHA	REVISIONES	DESCRIPCIÓN	REALIZADO	REVISADO	APROBADO
4						
3						
2						
1						

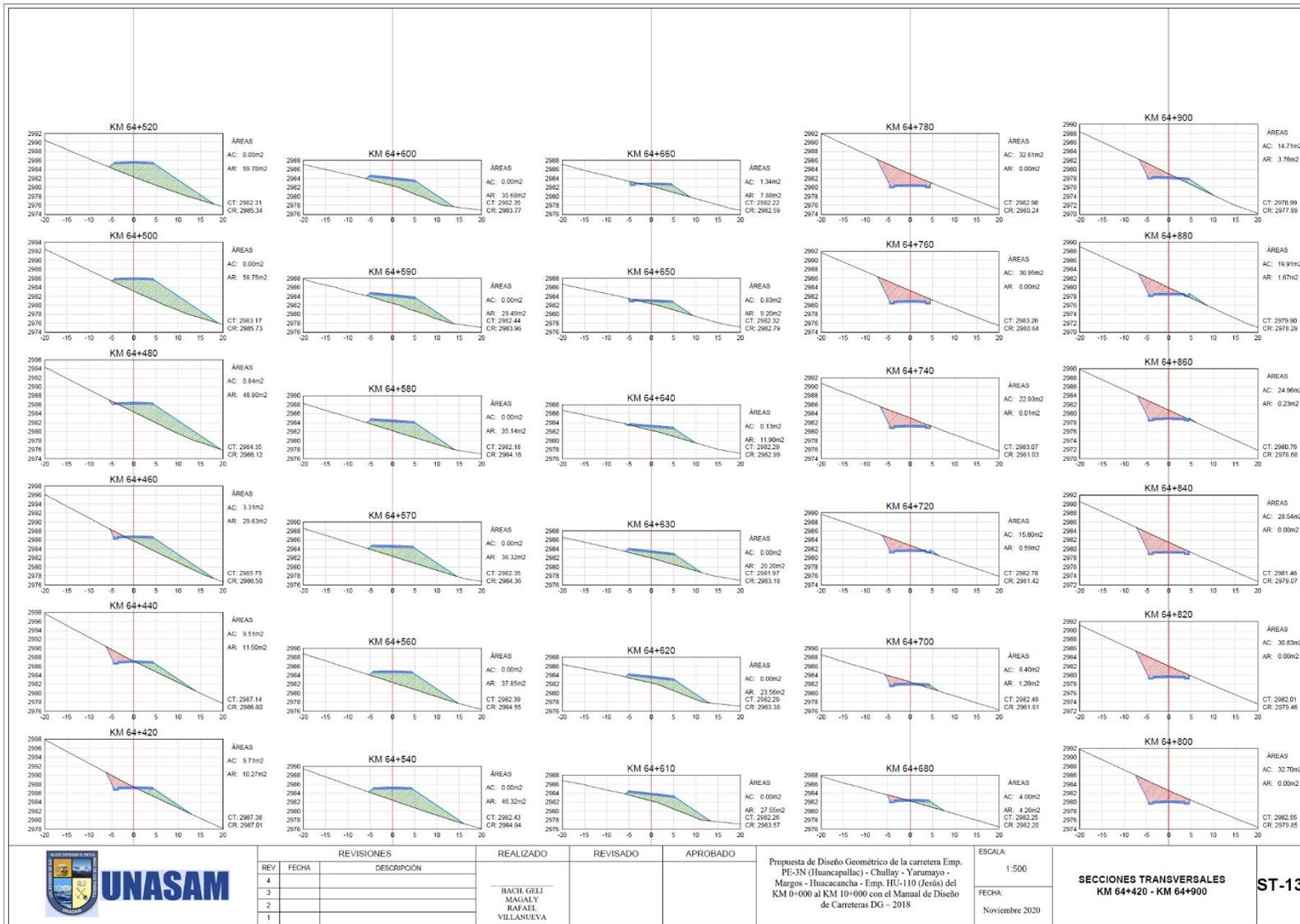
Propuesta de Diseño Geométrico de la carretera Emp. PE-3N (Huancapallac) - Chulay - Yarusmayo - Margos - Huacacancha - Emp. HU-110 (Ilesia) del KM 0+000 al KM 10+000 con el Manual de Diseño de Carreteras DG - 2018

ESCALA: 1:500  
 FECHA: Noviembre 2020

**SECCIONES TRANSVERSALES**  
**KM 63+580 - KM 64+050**  
**ST-11**





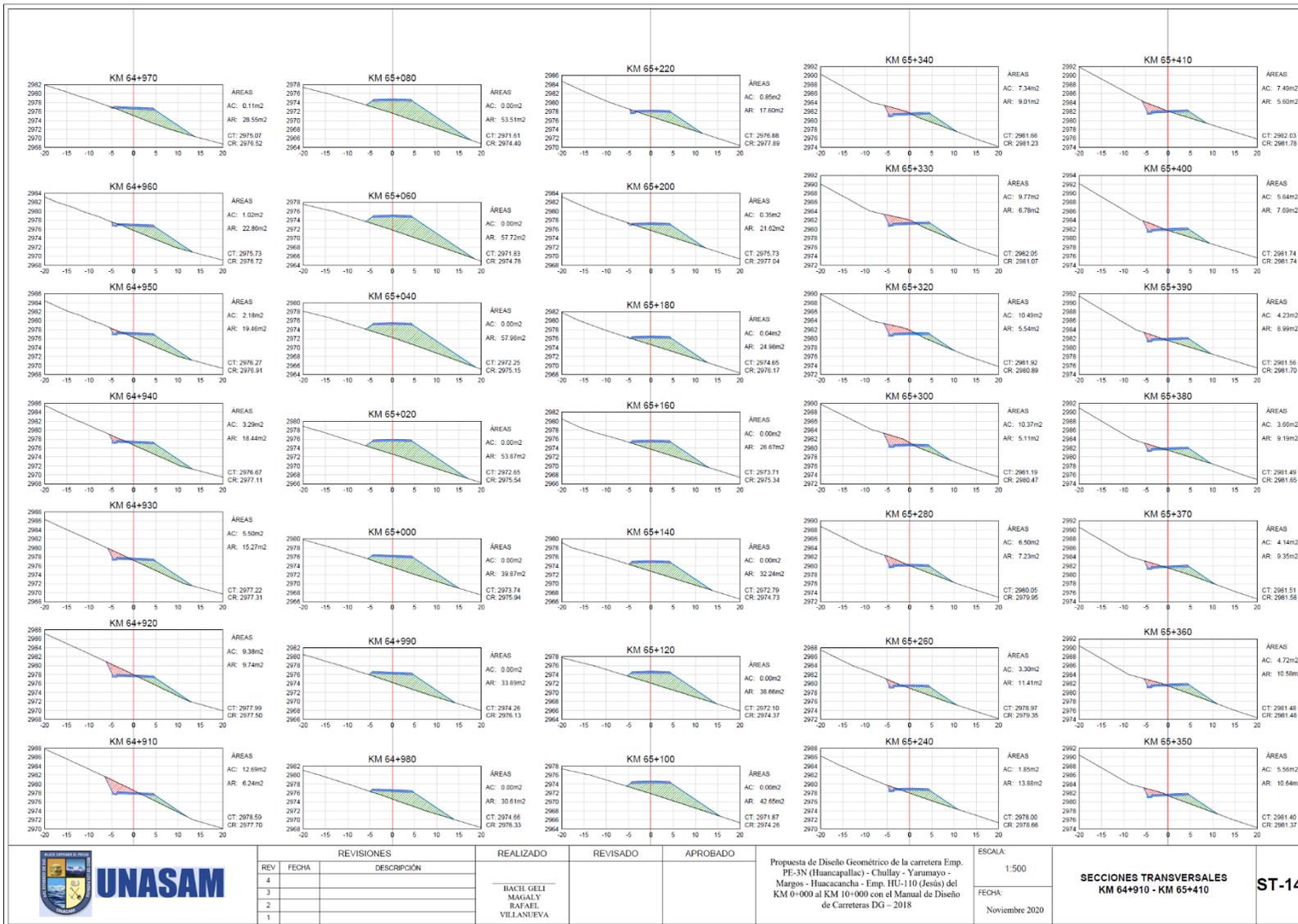


REVISIONES			REALIZADO	REVISADO	APROBADO
REV	FECHA	DESCRIPCION			
4			BACH. GELI MAGALY RAFAEL VILLANUEVA		
3					
2					
1					
1					

Propuesta de Diseño Geométrico de la carretera Emp. PE-3N (Huancapallac) - Chulay - Yaramayo - Margos - Huancancha - Emp. HU-110 (Jesús) del KM 0+000 al KM 10+000 con el Manual de Diseño de Carreteras DG - 2018

ESCALA: 1:500  
 FECHA: Noviembre 2020  
**SECCIONES TRANSVERSALES**  
**KM 64+420 - KM 64+900**  
**ST-13**





REVISIONES			REALIZADO	REVISADO	APROBADO
REV	FECHA	DESCRIPCIÓN			
4					
3					
2					
1					

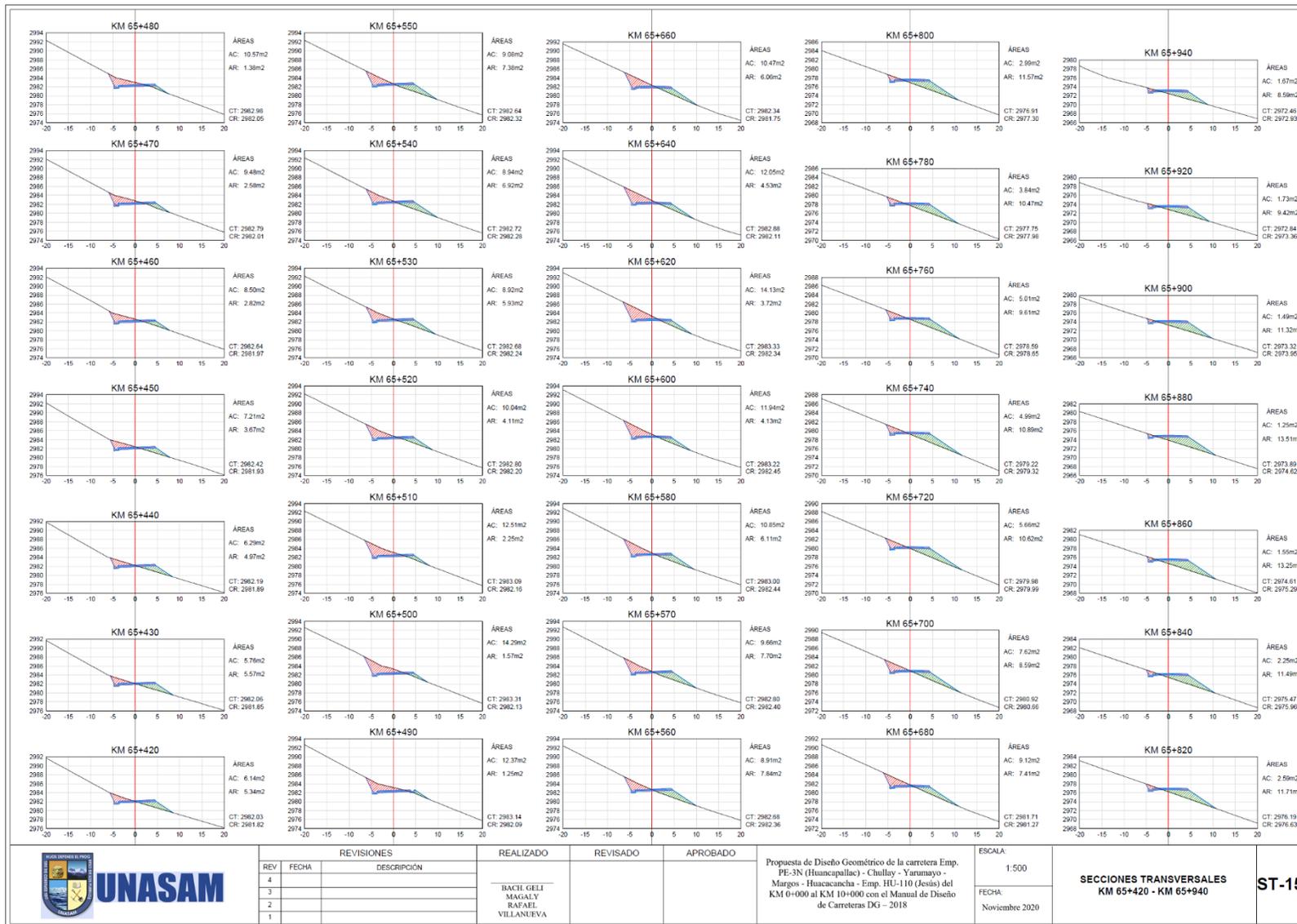
Propuesta de Diseño Geométrico de la carretera Emp. PE-3N (Huacacapallac) - Chullay - Yurumayo - Margos - Huacacancha - Emp. HU-110 (Jesús) del KM 0+000 al KM 10+000 con el Manual de Diseño de Carreteras DG - 2018

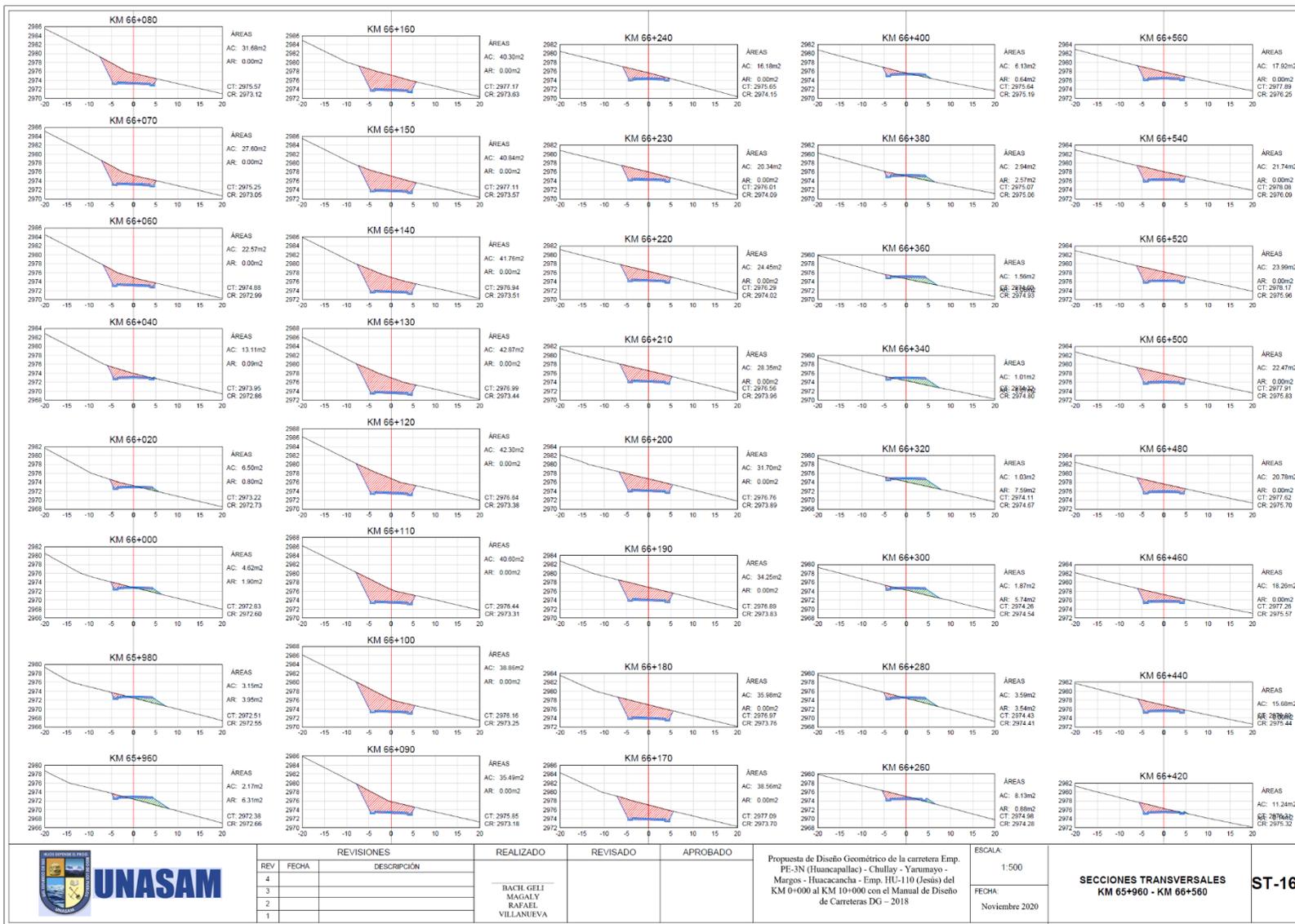
ESCALA: 1:500  
 FECHA: Noviembre 2020

**SECCIONES TRANSVERSALES**  
**KM 64+910 - KM 65+410**

**ST-14**







REV	FECHA	REVISIONES	DESCRIPCIÓN	REALIZADO	REVISADO	APROBADO
4						
3				BACH GELI		
2				MAGALY		
1				RAFAEL		
				VILLANUEVA		

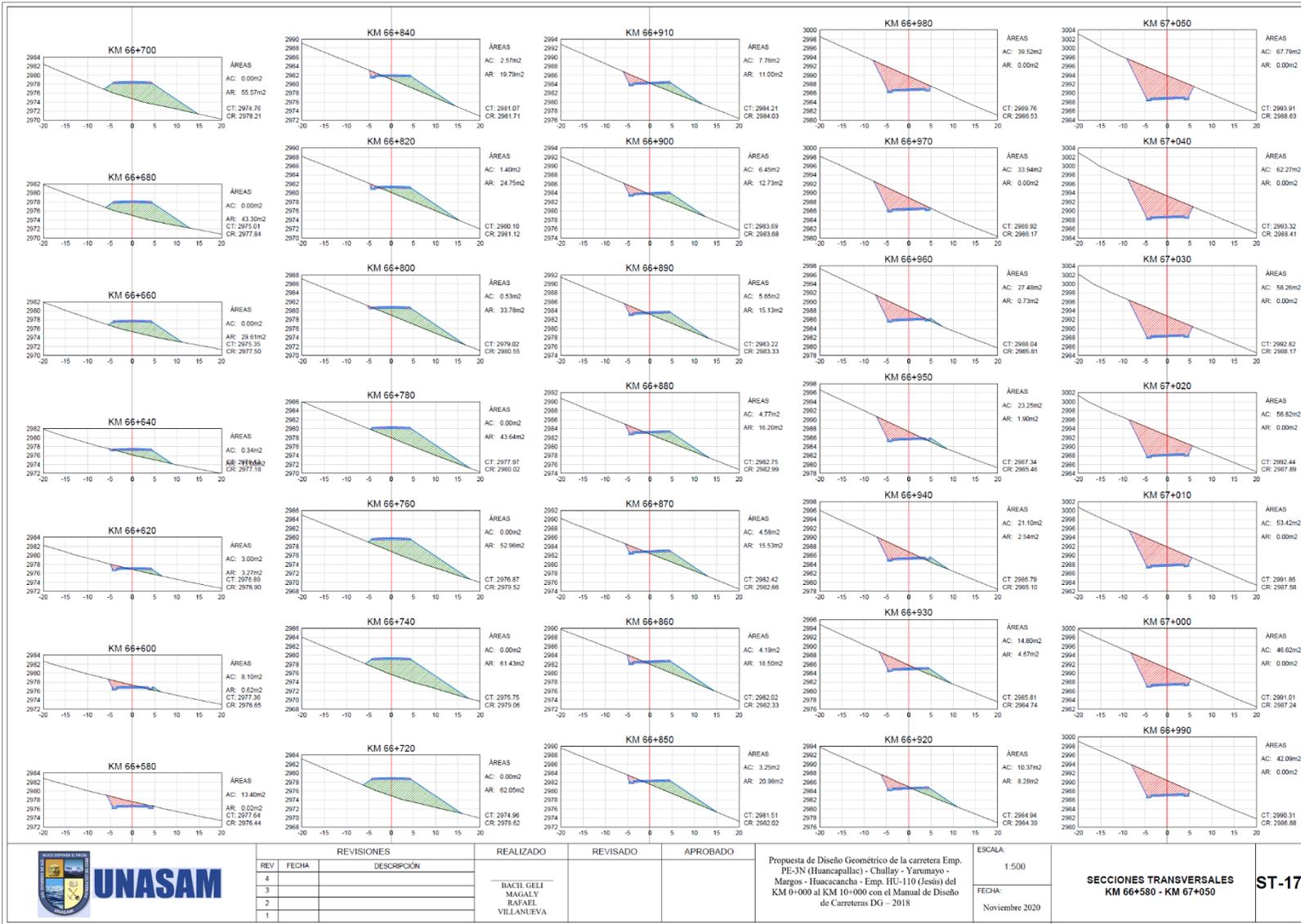
Propuesta de Diseño Geométrico de la carretera Emp. PE-3N (Huancapilla) - Chullay - Yarusmayo - Margos - Huancancha - Emp. HU-110 (Jesus) del KM 0+000 al KM 10+000 con el Manual de Diseño de Carreteras DG - 2018

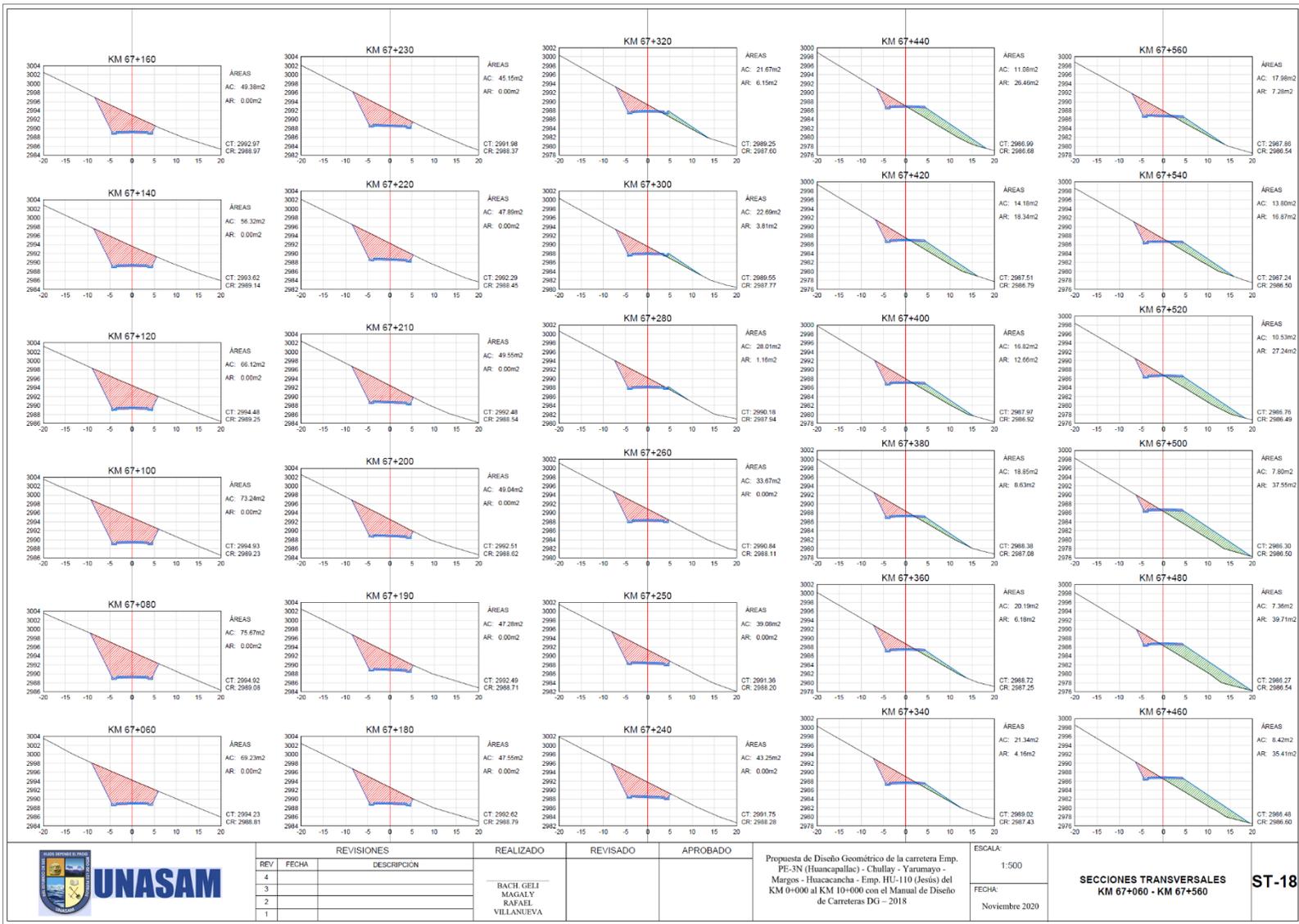
ESCALA:  
1:500  
FECHA:  
Noviembre 2020

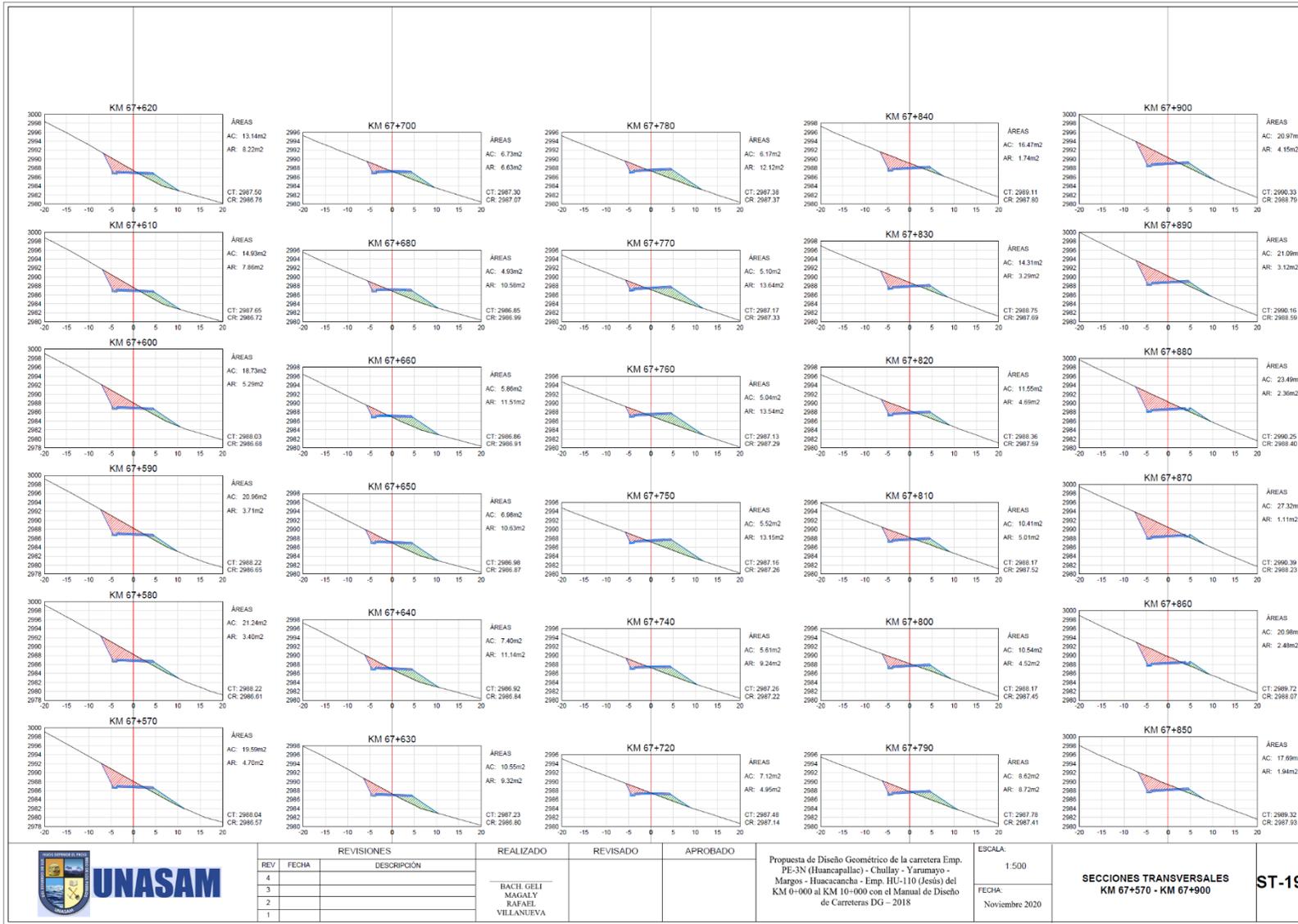
**SECCIONES TRANSVERSALES**  
KM 65+960 - KM 66+560

**ST-16**









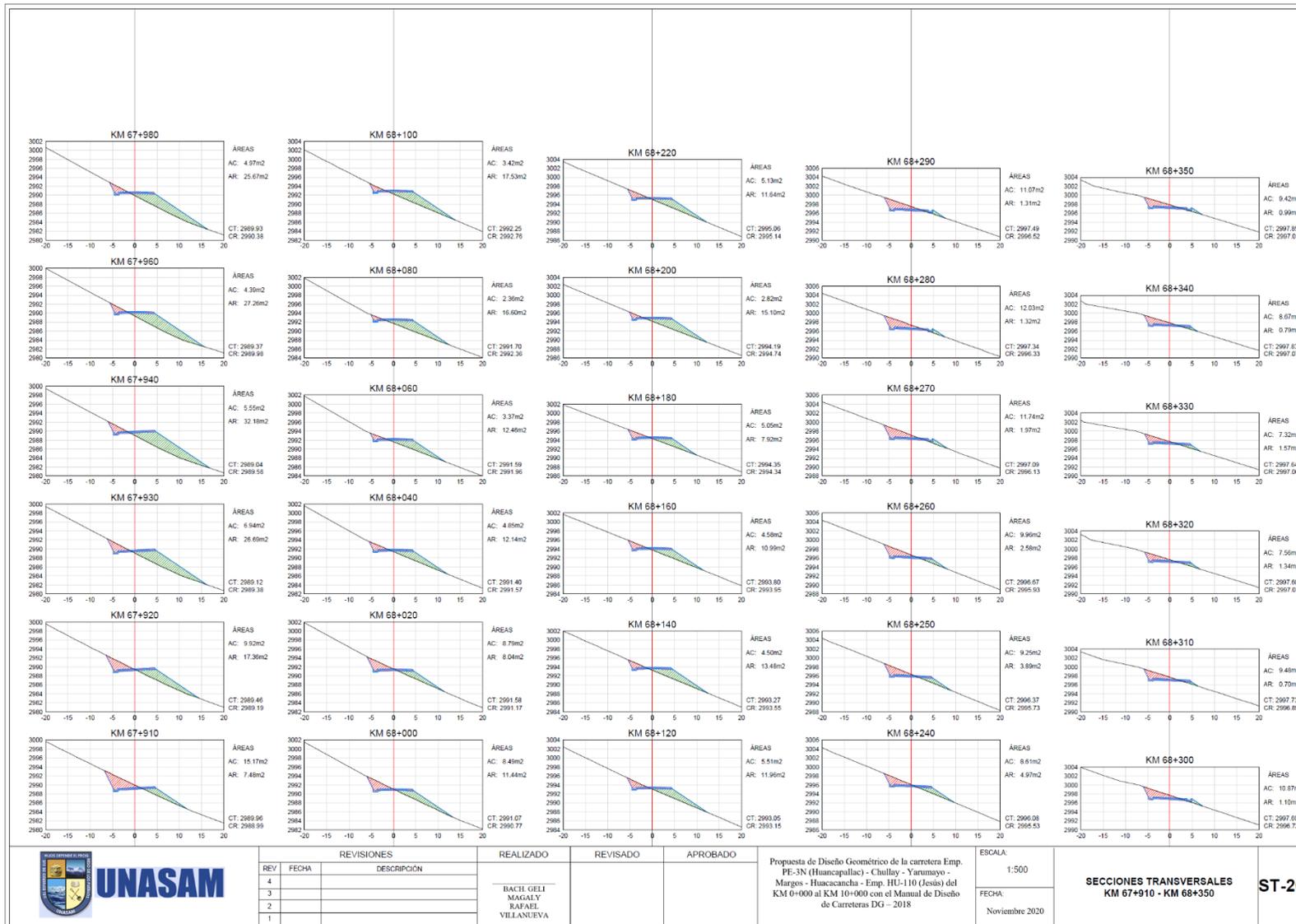
REV.	FECHA	REVISIONES	DESCRIPCIÓN	REALIZADO	REVISADO	APROBADO
4						
3						
2						
1						

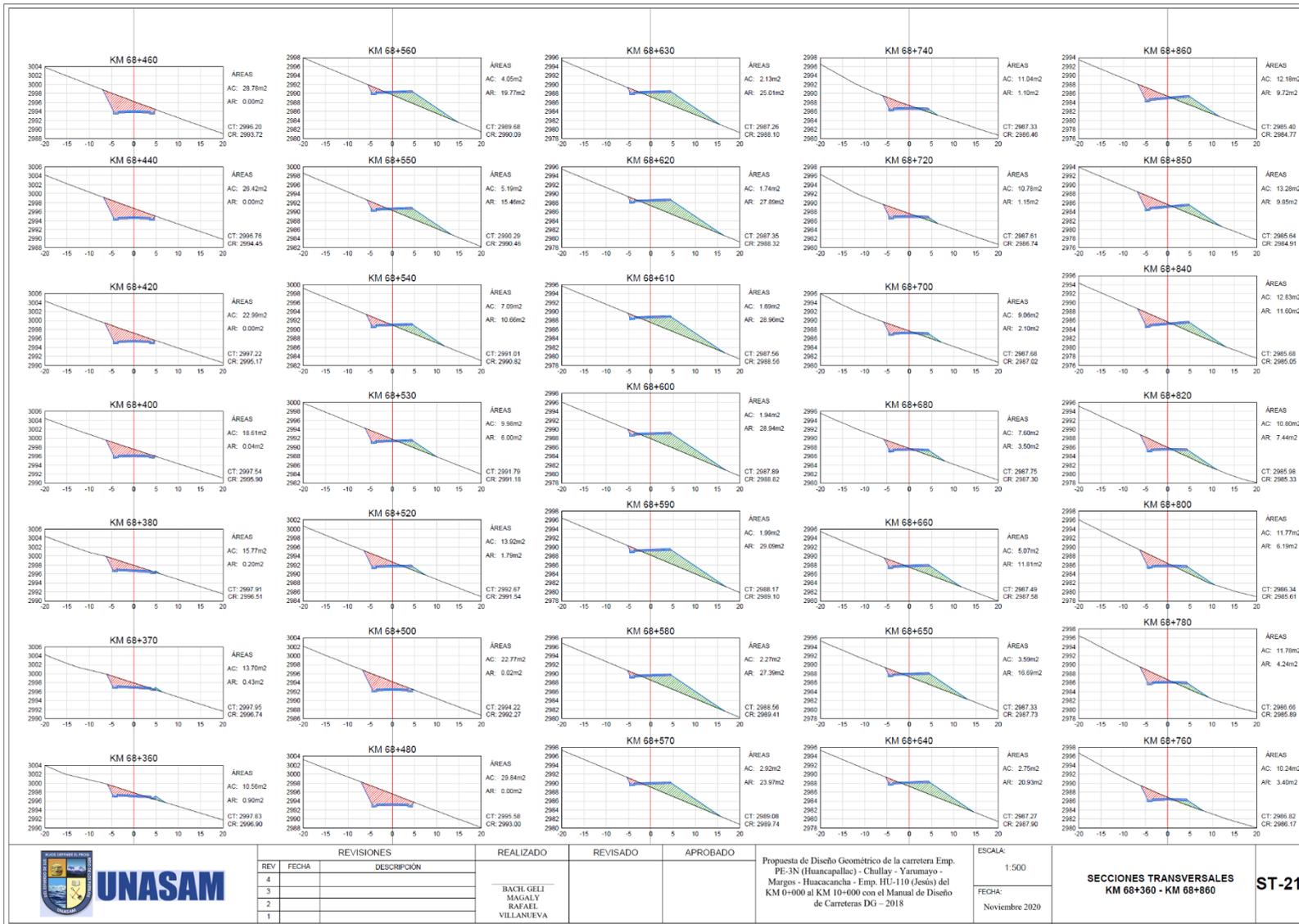
Propuesta de Diseño Geométrico de la carretera Emp. PE-3N (Huancapallta) - Chullay - Yarusayo - Margos - Huacacancha - Emp. HU-110 (Jesús) del KM 0+000 al KM 10+000 con el Manual de Diseño de Carreteras DG - 2018

ESCALA:  
1:500  
FECHA:  
Noviembre 2020

SECCIONES TRANSVERSALES  
KM 67+570 - KM 67+900  
ST-19







REVISIONES		REALIZADO	REVISADO	APROBADO
REV	FECHA	DESCRIPCIÓN		
4				
3				
2				
1				

BACH. GELI  
MAGALY  
RAFAEL  
VILLANUEVA

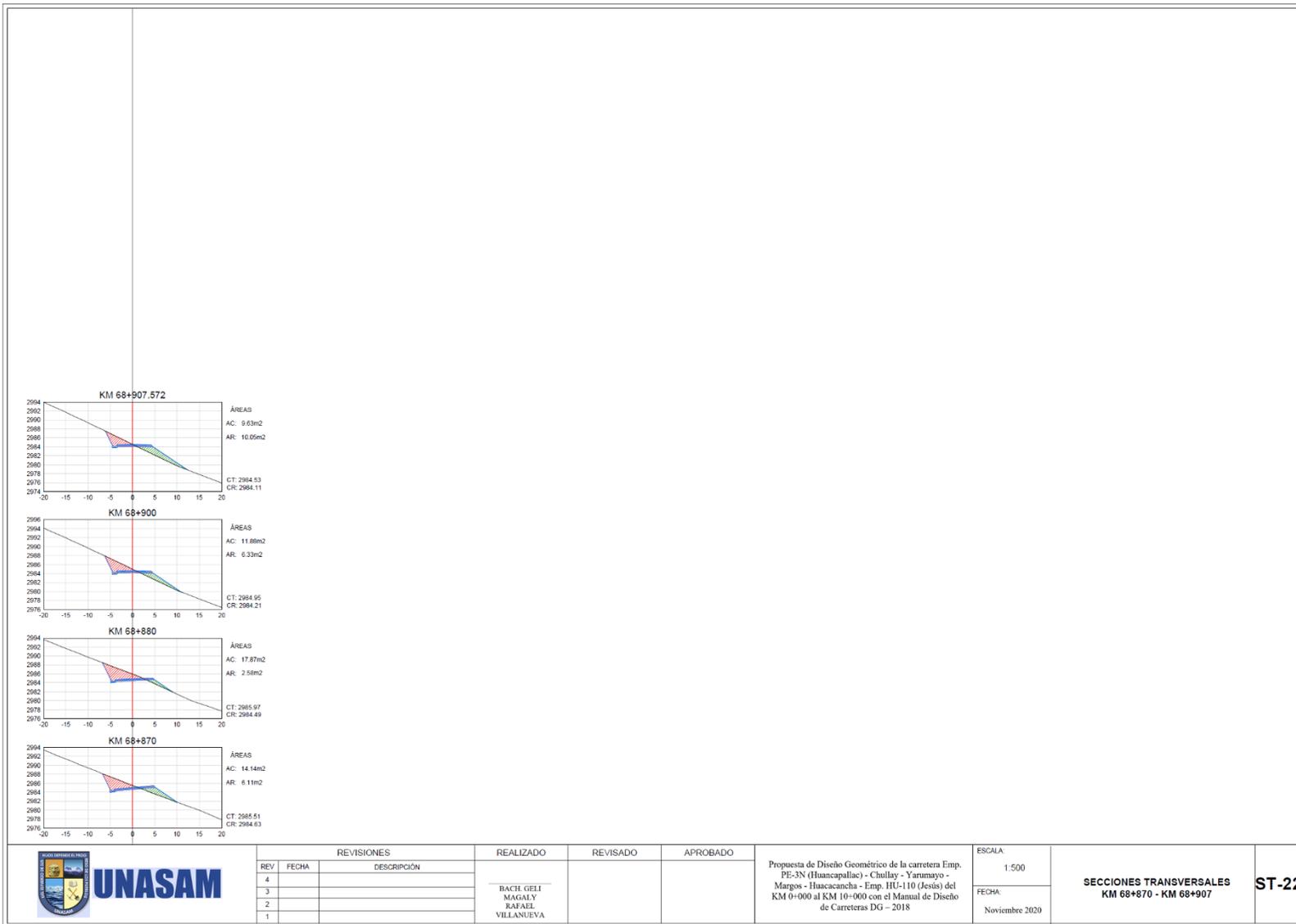
Propuesta de Diseño Geométrico de la carretera Emp. PE-3N (Huancapallac) - Chullay - Yurumayo - Margos - Huacacácha - Emp. HU-110 (Jesús) del KM 0+000 al KM 10+000 con el Manual de Diseño de Carreteras DG - 2018

ESCALA:  
1:500  
FECHA:  
Noviembre 2020

SECCIONES TRANSVERSALES  
KM 68+360 - KM 68+800

ST-21





**UNASAM**

REVISIONES		REALIZADO	REVISADO	APROBADO
REV	FECHA	DESCRIPCIÓN		
4				
3				
2		BACH. GELI MAGALY RAFAEL VILLANUEVA		
1				

Propuesta de Diseño Geométrico de la carretera Emp. PE-3N (Huacapistac) - Chullay - Yarumayo - Margos - Huacacancha - Emp. HU-110 (Jesús) del KM 0+000 al KM 10+000 con el Manual de Diseño de Carreteras DG - 2018

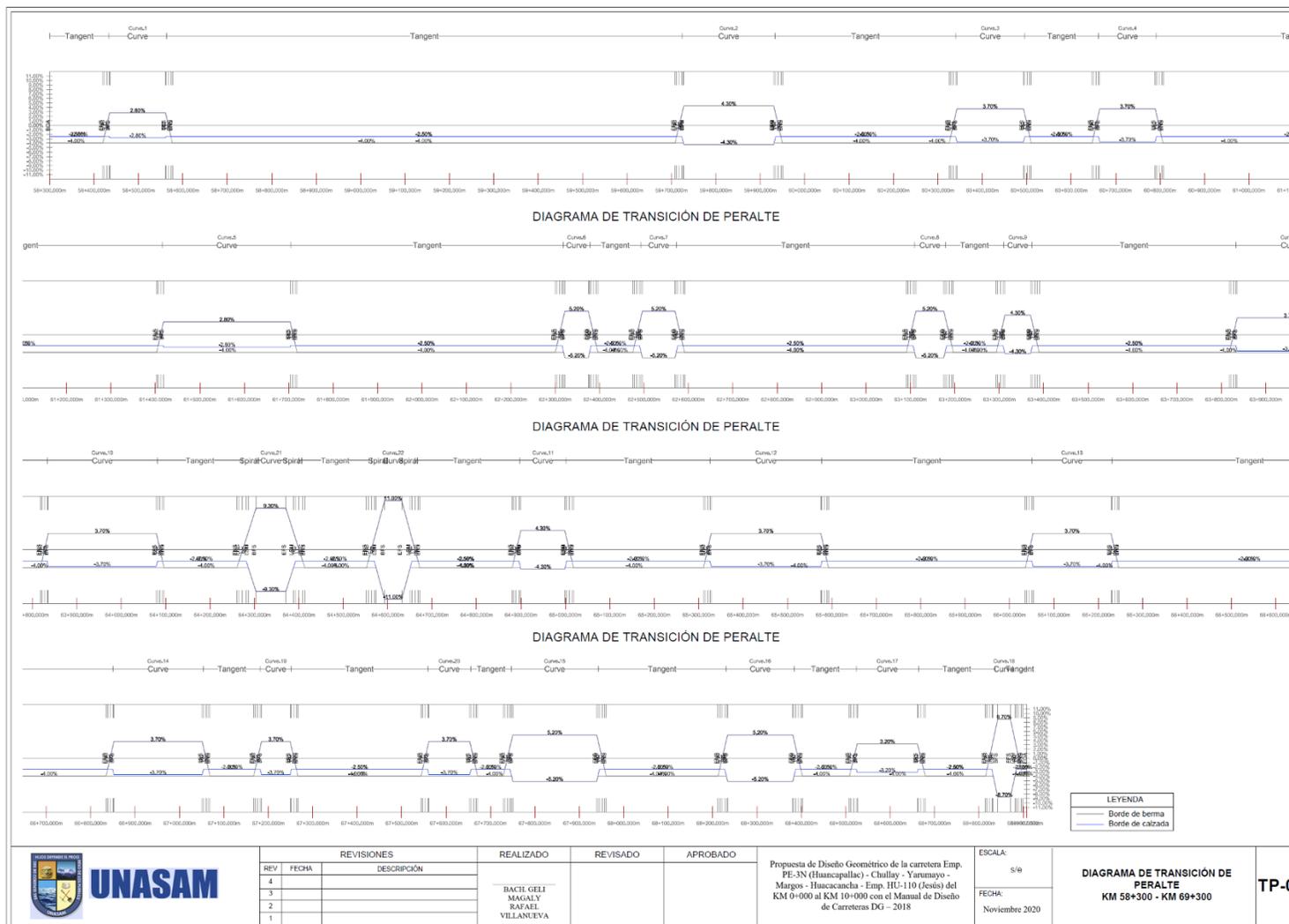
ESCALA: 1:500  
FECHA: Noviembre 2020

**SECCIONES TRANSVERSALES**  
**KM 68+870 - KM 68+907**

**ST-22**



# ANEXO 10: PLANO DE DIAGRAMA DE TRANSICIÓN DE PERALTE CON LA PROPUESTA DE DISEÑO GEOMÉTRICO



## ANEXO 11: PLANO DE UBICACIÓN DE LA VÍA DE ESTUDIO

