



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

PROYECTO TÉCNICO PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE
INGENIERO CIVIL

TEMA:

**“DISEÑO GEOMÉTRICO DE LA ALTERNATIVA VIAL SHUYO –
PINLLOPATA EN EL TRAMO KM 4+000 – 8+000 PERTENECIENTE A LOS
CANTONES PUJILI Y PANGUA DE LA PROVINCIA DE COTOPAXI”.**

AUTOR: Romel Iván Uvidia Ortiz

TUTOR: Ing. Mg. Alex Gustavo López Arboleda

AMBATO – ECUADOR

Marzo - 2021

CERTIFICACIÓN

En mi calidad de Tutor del Proyecto Técnico, previo a la obtención del título de Ingeniero Civil, con el tema: **“DISEÑO GEOMÉTRICO DE LA ALTERNATIVA VIAL SHUYO – PINLLOPATA EN EL TRAMO KM 4+000 – 8+000 PERTENECIENTE A LOS CANTONES PUJILI Y PANGUA DE LA PROVINCIA DE COTOPAXI”**, elaborado por el Sr. Romel Iván Uvidia Ortiz, portador de la cedula de ciudadanía: C.I. 0604307223, estudiante de la Carrera de Ingeniería Civil, de la Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica.

Certifico:

- Que el presente proyecto técnico es original de su autor.
- Ha sido revisado cada uno de sus capítulos componentes.
- Esta concluido en su totalidad.

Ambato, Marzo 2021

Ing. Mg. Alex Gustavo López Arboleda
TUTOR

AUTORÍA DE LA INVESTIGACIÓN

Yo, Romel Iván Uvidia Ortiz, con C.I. 0604307223 declaro que todas las actividades y contenidos expuestos en el presente proyecto técnico con el tema **“DISEÑO GEOMÉTRICO DE LA ALTERNATIVA VIAL SHUYO – PINLLOPATA EN EL TRAMO KM 4+000 – 8+000 PERTENECIENTE A LOS CANTONES PUJILI Y PANGUA DE LA PROVINCIA DE COTOPAXI”**, así como también los análisis estadísticos, planos, conclusiones y recomendaciones son de mi exclusiva responsabilidad como autor del proyecto, a excepción de las referencias bibliográficas citadas en el mismo.

Ambato, Marzo 2021



Romel Iván Uvidia Ortiz

C.I. 0604307223

Autor

DERECHOS DE AUTOR

Autorizo a la Universidad Técnica de Ambato, para que haga de este Proyecto Técnico o parte de él, un documento disponible para su lectura, consulta y procesos de investigación, según las normas de la Institución.

Cedo los Derechos en línea patrimoniales de mi Proyecto Técnico, con fines de difusión pública, además apruebo la reproducción de este documento dentro de las regulaciones de la Universidad, siempre y cuando esta reproducción no suponga una ganancia económica y se realice respetando mis derechos de autor.

Ambato, Marzo 2021



Romel Iván Uvidia Ortiz

C.I. 0604307223

Autor

APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE GRADO

Los miembros del Tribunal de Grado aprueban el informe del Proyecto Técnico, realizado por el estudiante Romel Iván Uvidia Ortiz, de la Carrera de Ingeniería Civil bajo el tema: **“DISEÑO GEOMÉTRICO DE LA ALTERNATIVA VIAL SHUYO – PINLLOPATA EN EL TRAMO KM 4+000 – 8+000 PERTENECIENTE A LOS CANTONES PUJILI Y PANGUA DE LA PROVINCIA DE COTOPAXI”**.

Ambato, Marzo 2021

Ing. Mg. Diego Sebastián Chérrez Gavilanes
Miembro Calificador

Ing. Mg. Maritza Elizabeth Ureña Aguirre
Miembro Calificador

DEDICATORIA

Dedico este trabajo técnico a mis padres Iván y Norma, quien han sido las personas que han estado junto a mi durante todo este camino de lucha para la obtención de cada uno de mis logros, a mis hermanas Rosana, Gaby y Carolina quienes han estado alentándome en los momentos más difíciles de este peldaño en mi vida, también dedico esto a mi hijo querido David Alejandro y Mishel quienes han estado apoyando y han sido la inspiración para culminar con el objetivo que siempre me plantee, y como dejar a lado a mis demás familiares quien a pesar de no estar con migo han sido un aliento y un apoyo en algunos momentos de mi vida, esto es por todos ustedes quien siempre creyeron en mí que podría ser un ingeniero.

AGRADECIMIENTOS

Primero quiero agradecerá Dios por darme la paciencia el conocimiento para poder culminar este peldaño en mi vida profesional, a mi tutor Ing. Alex López que a pesar de tanto tiempo me ha tenido paciencia para inculcar sus mejores conocimientos y compartirlos hacia mí, también quiero agradecer a todos los directivos de las parroquias Angamarca y El corazón quienes nos abrieron las puertas para poder realizar este trabajo técnico, agradezco todos y cada una de esas personas que pusieron sus conocimientos para alcanzar y culminar este trabajo técnico, muchísimas gracias a todas estas personas que sin ellos no podría lograr a conseguir este peldaño en mi vida.

ÍNDICE GENERAL

CERTIFICACIÓN	ii
AUTORÍA DE LA INVESTIGACIÓN	iii
DERECHOS DE AUTOR	iv
APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE GRADO	v
DEDICATORIA	vi
AGRADECIMIENTOS	vii
ÍNDICE GENERALO	viii
ÍNDICE DE TABLAS	xiii
ÍNDICE DE FIGURAS	xiv
ÍNDICE DE ANEXOS	xv
RESUMEN	xvii
ABSTRACT	xviii
CAPÍTULO I	1
ANTECEDENTES	1
1. TEMA	1
1.1. ANTECEDENTES	1
1.2. JUSTIFICACIÓN	3
1.3. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA	4
1.3.1. CARRETERA	4
1.3.1.1. CLASIFICACIÓN DE CARRETERAS	5
1.3.1.1.1. SEGÚN TIPO DE TERRENO	5

1.3.1.1.2. SEGÚN LA FUNCIÓN JERÁRQUICA	7
1.3.1.1.3. SEGÚN EL TRÁFICO PROYECTADO	8
1.3.2. TOPOGRAFÍA	8
1.3.2.1. LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO	9
1.3.2.2. LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO CON DRONE	10
1.3.2.2.1. DRONE	11
1.3.2.2.2. SOFTWARE	12
1.3.2.3. CURVAS DE NIVEL	12
1.3.2.4. TIPOS DE CURVAS DE NIVEL	13
1.3.3. TRÁFICO	14
1.3.3.1. TRÁFICO PROMEDIO DIARIO ANUAL	14
1.3.3.2. TRÁFICO FUTURO	16
1.3.4. VELOCIDAD DE DISEÑO	17
1.3.5. VELOCIDAD DE CIRCULACIÓN	20
1.3.6. DISEÑO GEOMÉTRICO	20
1.3.6.1. ALINEAMIENTO HORIZONTAL	21
1.3.6.1.1. TANGENTES	21
1.3.6.1.2. CURVAS CIRCULARES	21
1.3.6.1.3. PERALTE	27
1.3.6.1.4. EL SOBREENCHO EN LAS CURVAS	31
1.3.6.1.5. DISTANCIA DE VISIBILIDAD	33
1.3.6.2. ALINEAMIENTO VERTICAL	37
1.3.6.2.1. GRADIENTE	38
1.3.6.2.2. CURVAS VERTICALES	39

1.3.7. SECCIÓN TRANSVERSAL TÍPICA	42
1.3.7.1. ELEMENTOS DE LA SECCIÓN TRANSVERSAL	43
1.4. OBJETIVOS	46
1.4.1. OBJETIVO GENERAL	46
1.4.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS	46
CAPÍTULO II	47
METODOLOGÍA	47
2.1. MATERIALES Y EQUIPOS	47
2.2. MÉTODOS	50
2.2.1. UBICACIÓN DEL PROYECTO	50
2.2.1.1. UBICACIÓN MACRO DEL PROYECTO	50
2.2.1.2. UBICACIÓN MESO DEL PROYECTO	52
2.2.1.3. UBICACIÓN MICRO DEL PROYECTO	53
2.2.2. PLAN DE RECOLECCIÓN DE DATOS	55
2.2.2.1. LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO	56
2.2.2.2. CONTEO VEHICULAR	56
2.2.3. PLAN DE PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS DE INFORMACIÓN	57
2.2.3.1. PLAN DE PROCESAMIENTO	57
2.2.3.2. ANÁLISIS DE INFORMACIÓN	57
CAPÍTULO III	58
RESULTADOS Y DISCUSIÓN	58
3.1. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS	58
3.1.1. LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO	58
3.1.2. CONTEO VEHICULAR	58

3.1.3. PRONÓSTICO DEL VOLUMEN DE TRÁFICO FUTURO	61
3.1.3.1. TRÁFICO ACTUAL	61
3.1.3.1.1. TRÁFICO EXISTENTE	61
3.1.3.1.2. TRÁNSITO ATRAÍDO	63
3.1.3.2. INCREMENTO DE TRÁNSITO	65
3.1.3.2.1. TRÁNSITO GENERADO	65
3.1.3.2.2. TRÁNSITO DESARROLLADO	65
3.1.3.3. TRÁFICO FUTURO	67
3.1.4. CLASIFICACIÓN DE LA VÍA	69
3.1.5. VELOCIDAD DE DISEÑO	69
3.1.6. VELOCIDAD DE CIRCULACIÓN	70
3.1.7. DISTANCIA DE VISIBILIDAD	70
3.1.7.1. DISTANCIA DE VISIBILIDAD DE PARADA	70
3.1.7.2. DISTANCIA DE VISIBILIDAD PARA REBASAMIENTO	72
3.1.8. DISEÑO GEOMÉTRICO DE LA VÍA	72
3.1.8.1. DISEÑO HORIZONTAL	72
3.1.8.1.1. RADIO DE CURVATURA MÍNIMO	72
3.1.8.1.2. PERALTE	73
3.1.8.1.3. SOBREANCHO	73
3.1.8.2. DISEÑO VERTICAL	73
3.1.8.2.1. GRADIENTE	73
3.1.8.2.2. CURVAS CONVEXAS	74
3.1.8.2.3. CURVAS CÓNCAVAS	74
3.1.9. SECCIÓN TRANSVERSAL	75

3.1.9.1. CALZADA	75
3.1.9.2. ESPALDÓN	75
3.1.9.3. CUNETAS	76
3.1.9.4. SECCIÓN TÍPICA	76
3.1.10. PRESUPUESTO REFERENCIAL	76
3.1.11. ESPECIFICACIONES TÉCNICAS	77
3.1.11.1. RUBRO 1: DESBROCE, DESBOSQUE Y LIMPIEZA	77
3.1.11.2. RUBRO 2: REPLANTEO Y NIVELACIÓN	77
3.1.11.3. RUBRO 3: EXCAVACIÓN SIN CLASIFICAR, INCLUYE DESALOJO.	78
3.1.11.4. RUBRO 4: RELLENO CON MATERIAL DEL SITIO	78
3.1.11.5. RUBRO 5: EXCAVACIÓN DE ZANJAS PARA CUNETAS	79
CAPÍTULO IV	81
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	81
4.1. CONCLUSIONES	81
4.2. RECOMENDACIONES	83
BIBLIOGRAFÍA	84
ANEXOS	90

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla N° 1. Calcificación de carreteras según su función	7
Tabla N° 2. Clasificación de carreteras según su tráfico proyectado.....	8
Tabla N° 3. Velocidad de diseño del MTOP según la clasificación de la vía.....	19
Tabla N° 4. Velocidad de Circulación	20
Tabla N° 5. Radio mínimo de curvatura	23
Tabla N° 6. Valores Límites permisibles del coeficiente lateral según las condiciones del pavimento.....	29
Tabla N° 7. Distancia de Rebasamiento.....	37
Tabla N° 8. Gradiente y longitudes máximas	38
Tabla N° 9. Valores de diseño de las gradientes longitudinales máximas (%).....	38
Tabla N° 10. Curva convexa.....	40
Tabla N° 11. Curvas Cóncavas	41
Tabla N° 12. Ancho de calzada.....	43
Tabla N° 13. Valores de diseño para el ancho del espaldón.....	44
Tabla N° 14. Volumen Vehicular por Día	59
Tabla N° 15. Conteo Vehicular del Día de Mayor Demanda	60
Tabla N° 16. Hora Pico	61
Tabla N° 17. Estudio de Tráfico Vía Apagua – La Maná.....	64
Tabla N° 18. Tasa de crecimiento vehicular	67
Tabla N° 19. Tráfico futuro del proyecto.....	68
Tabla N° 20. Presupuesto Referencial	80

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura N° 1. Carretera	5
Figura N° 2. Tipos de terrenos	6
Figura N° 3. Topografía tradicional	9
Figura N° 4. Levantamiento topográfico con drone.....	10
Figura N° 5. Drone	11
Figura N° 6. Representación de curvas de nivel	12
Figura N° 7. Tipos de curvas de nivel.....	13
Figura N° 8. Coeficiente de fricción lateral	24
Figura N° 9. Curva circular simple	24
Figura N° 10. Estabilidad de vehículo en curvas	28
Figura N° 11. Sobreancho y Longitudes	31
Figura N° 12. Esquema de determinación de sobreancho	32
Figura N° 13. Distancia de frenado.....	34
Figura N° 14. Coeficiente de fricción	35
Figura N° 15. Distancia de rebasamiento.....	36
Figura N° 16. Sección Transversal Típica	43
Figura N° 17. Ubicación Política de la República del Ecuador	51
Figura N° 18. División Política del Ecuador.....	52
Figura N° 19. Mapa Político de la Provincia de Cotopaxi.....	53
Figura N° 20. División Política del Cantón Pujilí.....	54
Figura N° 21. Vía Shuyo – Pinllopata Tramo Km 4+000 – 8+000, Parroquia Angamarca	55
Figura N° 22. Sección típica del proyecto	76

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo A - 1. Banco de nivel de precisión	91
Anexo A - 2. Estaca de madera.....	91
Anexo A - 3. Clavos de hierro	91
Anexo A - 4. Libreta de campo.....	91
Anexo A - 5. Pintura	92
Anexo A - 6. Dron.....	92
Anexo A - 7. RTK.....	92
Anexo A - 8. Receptor de Geoposicionamiento global.....	93
Anexo A - 9. Trípode	93
Anexo A - 10. Radio de comunicación	93
Anexo A - 11. Cinta métrica	93
Anexo A - 12. Flexómetro	93
Anexo A - 13. Herramienta menor.....	93
Anexo A - 14. Computador.....	94
Anexo B - 1. Reconocimiento de la carretera existente Km 6+500.....	96
Anexo B - 2. Socialización del proyecto con autoridades del Cantón Pangua	96
Anexo B - 3. Colocación del banco de nivel.....	96
Anexo B - 4. Implantación de estas de madera.....	96
Anexo B - 5. Pintado del punto de control.....	97
Anexo B - 6. Instalacion y nivelacion del tripode para la estacion fija	97
Anexo B - 7. Instalación y configuración de la estación fija	97

Anexo B - 8. Instalación y topa del punto de referencia con la estación móvil.....	97
Anexo B - 9. Levantamiento del vuelo del dron	98
Anexo B - 10. Orto fotogrametría del Km 6+300.....	98
Anexo B - 11. Vuelo del dron para la obtención de las orto fotogrametría	98
Anexo B - 12. Vista de la Orto fotogrametría en la aplicación.....	98
Anexo C - 1. Conteo vehicular, lunes 8 de julio del 2019	100
Anexo C - 2. Conteo vehicular, martes 9 de julio del 2019.....	101
Anexo C - 3. Conteo vehicular, miércoles 10 de julio del 2019	102
Anexo C - 4. Conteo vehicular, jueves 11 de julio del 2019	103
Anexo C - 5. Conteo vehicular, viernes 12 de julio del 2019	104
Anexo C - 6. Conteo vehicular, sábado 13 de julio del 2019.....	105
Anexo C - 7. Conteo vehicular, domingo 14 de julio del 2019	106
Anexo D - 1. Volumen de corte y relleno del Km 4+000 al 4+660.....	108
Anexo D - 2. Volumen de corte y relleno del Km 4+680 al 5+340.....	109
Anexo D - 3. Volumen de corte y relleno del Km 5+360 al 6+020.....	110
Anexo D - 4. Volumen de corte y relleno del Km 6+040 al 6+700.....	111
Anexo D - 5. Volumen de corte y relleno del Km 6+720 al 7+380.....	112
Anexo D - 6. Volumen de corte y relleno del Km 7+400 al 7+767.92.....	113
Anexo E - 1. Análisis de precios unitarios, Rubro 1	117
Anexo E - 2. Análisis de precios unitarios, Rubro 2.....	117
Anexo E - 3. Análisis de precios unitarios, Rubro 3.....	118
Anexo E - 4. Análisis de precios unitarios, Rubro 4.....	119

RESUMEN

El proyecto técnico presentado a continuación es la continuación de un estudio y levantamiento de información, realizado por un grupo de compañeros, en el cual se inició con los estudios topográficos, utilizando equipos modernos como son: el RTK y Drone, con la finalidad de obtener el relieve de la superficie del terreno para comparar con la normativa y aplicar los métodos en la determinación del trazado.

En el proyecto se estudió el volumen de tránsito vehicular, con el método de conteo manual durante los siete días de la semana teniendo como inicio el día 16 al 22 de septiembre del año 2019, con una duración de 12 horas al día. El Trafico Promedio Diario Anual se obtuvo en base a los datos obtenidos a lo largo de esta semana en el estudio de tráfico, aplicando el método de la treintava hora.

Una vez obtenido todos los datos tanto en campo como en oficina se aplicaron los métodos y técnicas basados en la norma ecuatoriana MTOP 2003 vigente para la determinación de los diferentes elementos de la carretera en base a criterios de diseño, los cuales fueron: alineamiento horizontal, vertical y sección transversal de la carretera.

El presupuesto referencial del tramo en estudio fue de 556,036.89 dólares americanos sin I.V.A., se determinó mediante volúmenes basados en los diferentes parámetros de diseño anteriormente aplicados.

Todos estos procesos mencionados se encuentran tabulados para ayudar a su entendimiento e interpretación, así como el diseño se encuentran en planos debidamente georreferenciados.

ABSTRACT

The technical project presented below is the continuation of a study and information collection, conducted by a group of colleagues, in which he began with topographical studies, using modern equipment such as: RTK and Drone, in order to obtain the relief of the surface of the terrain to compare with the regulations and apply the methods in the determination of the layout.

The project studied the volume of vehicle traffic, with the manual counting method during the seven days of the week starting on September 16-22, 2019, lasting 12 hours a day. The Annual Daily Average Traffic was obtained based on data obtained throughout this week in the traffic study, applying the thirty-hour method.

Once all the data had been obtained both in the field and in the office, the methods and techniques based on the current Ecuadorian standard MTOP 2003 were applied to determine the different elements of the road based on design criteria, which were horizontal alignment, vertical and cross section of the road.

The reference budget for the section under study was US\$556,036.89 without I.V.A., was determined by volumes based on the different design parameters previously applied.

All of these processes mentioned are tabulated to help your understanding and interpretation, as well as the design are on properly georeferenced planes.

CAPÍTULO I

ANTECEDENTES

1. TEMA

DISEÑO GEOMÉTRICO DE LA ALTERNATIVA VIAL SHUYO – PINLLOPATA EN EL TRAMO KM 4+000 AL 8+000 PERTENECIENTES A LOS CANTONES PUJILÍ Y PANGUA DE LA PROVINCIA DE COTOPAXI.

1.1. ANTECEDENTES

El lazo entre la infraestructura vial y el progreso económico sigue siendo una problemática, y un tema en cuestión, la literatura investiga si el progreso de accesibilidad se traduce en crecimiento y desarrollo económico [1]. La exigencia en localidad por un avance en la ruta es oportuna ya que cambiaría notablemente el beneficio socio – económica de las comunidades continuas al mejoramiento vial [2]. Una ruta acertadamente planificada se convierte en beneficios económicos y sociales para zonas productivas, reduciendo valores de transportación, en tiempo y contaminación ambiental [3].

El significado de optimizar las características de las vías de tercer orden en las diferentes provincias de nuestro país, impulsando el progreso socio – económico de las zonas rurales y de comunidades aledañas a las grandes urbes, son las más necesitadas [4]. Los proyectos de este tipo para que sean exitosos es preciso constar con eficientes diseños geométricos y de carpeta asfáltica, además aplicando los estándares de perfección, salvaguardia y bienestar del transeúnte [5].

La topografía es el principio de cualquier obra civil ya que da inicio a la planificación, construcción y desarrollo, teniendo en cuenta que la exactitud y definición son factores de gran exigencia en los planos [6]. La representación de un terreno en planos es esencial para la planificación y construcción de obras civiles que requieren un nivel de exactitud considerablemente alto [7] y [8].

El tránsito es otro factor importante para el diseño de una carretera, para esto se desarrollan estudios de tránsito donde establecen un volumen vehicular que circula el día a día en una determinada sección de ruta, para obtener datos lo más reales posible, para determinar si su infraestructura está siendo óptima en la prestación de sus servicios para los usuarios diarios [9].

Los accidentes son un lamentable suceso que se pueden encontrar en las vías no solamente de Ecuador sino de todo el mundo, los diferentes factores que causan los accidentes de tránsito pueden ser algunos involuntarios. Un país del Caribe después de realizar estudios previos muestra que los índices de accidentabilidad son relativamente bajos para accidentes provocados por el mal diseño geométrico enfrentándose a otras causas de accidentabilidad, las causas más importantes de los accidentes es la velocidad que los conductores aplican a sus vehículos, otra causa primordial es la poca visibilidad en diferentes partes de la carretera y circunstancias imprevistas en la misma [10].

El pasar del tiempo investigadores realizan estudios sobre el comportamiento de los diferentes aspectos que influyen en el comportamiento de los conductores en un proyecto vial, midiendo la confiabilidad de acción y reacción de estos seres humanos durante la toma de decisiones en un tramo de vía [11]. Los diferentes componentes de una carretera como son el alineamiento horizontal como vertical y la sección transversal son aquellos elementos que hacen una vía sea segura y fiable para los usuarios de la misma [12].

Relacionando la vía con el vehículo es necesario hablar sobre las consideraciones a tener de las características de estos, tanto en la construcción al igual que en el funcionamiento, teniendo en cuenta las diferentes características de los elementos, para obtener una

carretera acorde a las necesidades, respetando sus especificaciones de funcionalidad, en especial la del control de velocidad de circulación [12].

Paulatinamente el mundo ha sufrido cambios significativos tanto ligeros como fuertes producidos por los cambios climáticos que han afectado significativamente a los sistemas viales de todo el mundo. Se puede hablar de Perú como un país que a puesto énfasis en los procesos de construcción y mantenimiento de sus redes viales en los últimos tiempos, adoptando métodos y normas de diseño internacionales con mayor realce de los últimos años enfocados en afrontar un mejor diseño y mantenimiento de sus sistemas viales [13] y [14], podemos decir que Ecuador debería implementar mejoras en sus normas y métodos de construcción de sus diferentes sistemas viales a lo largo de todo el territorio ecuatoriano [15].

1.2. JUSTIFICACIÓN

El proyecto técnico de preservación y mejoramiento vial, siguiendo normas internacionales, se han interesado en la conservación de redes viales tanto para países industrializados como otros en vías de desarrollo y se ha propuesto varios métodos para la conservación [16].

En general las vías son el indicador principal del desarrollo socio económico de un país; es vital para el transporte de personas, bienes y productos, y reflejan en la mejora de la calidad de vida de los habitantes [17].

Se busca satisfacer la factibilidad desde el punto de vista técnico, económico y ambiental, y las exigencias de tráfico actual y futuro, además de permitir que los vehículos circulen con una velocidad aceptable [17] y [18].

Los diseños geométricos de vías son un amplio y diverso campo de acción, se trabaja en función del radio de la curva, tangente, external y puntos obligados. Por lo cual es de

importancia diseñar una infraestructura vial que optimice las exigencias presentadas por la circulación vehicular [19].

Conservar una buena calidad de la infraestructura vial es de suma importancia para establecer bajos costos en la operación de la vía, la seguridad y comodidad que debe ofrecer la carretera es primordial para los usuarios [20].

Los servicios de mejoramiento vial y creación de nuevos sistemas viales en el Ecuador es obligación del Estado ecuatoriano, realizando mediante las técnica y métodos para reducir el costo, el impacto ambiental y prolongar su vida útil. La ejecución de trabajos de conservación y mantenimiento a tiempo y aplicando las técnicas adecuadas, permitirá garantizar una acertada asignación de recurso económicos [21].

La economía en las provincias de la región sierra del Ecuador está basada en la producción agrícola y ganadera, estos y otros indicadores como el turismo y la gastronomía, se desarrollan en las zonas altas de las comunidades, cantones y provincias, es necesario poner énfasis en el desarrollo de proyectos enfocados a mejorar directamente las redes viales rurales, caminos vecinales [22].

Los estudios viales tienen como objetivo seleccionar la ruta adecuada y proponer las mejoras características de la vía dentro del área de influencia, para facilitar la movilidad entre los centros poblados y de producción, así propender al desarrollo un sistema nacional de transporte.

1.3. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

1.3.1. CARRETERA

La carretera es una infraestructura de uso público, siendo construida sobre una superficie de terreno y con una limitación denominada derecho de vía, donde su servicio es la

circulación vehicular continua a lo largo y trayecto de toda esta, durante todo el tiempo, con limitaciones de salvaguardia y bienestar [23].

Figura N° 1. Carretera



Fuente: <https://i2.wp.com/blogmapfre.com/wp-content/uploads/2013/12/carretera.jpg?w=360&ssl=1>

1.3.1.1. CLASIFICACIÓN DE CARRETERAS

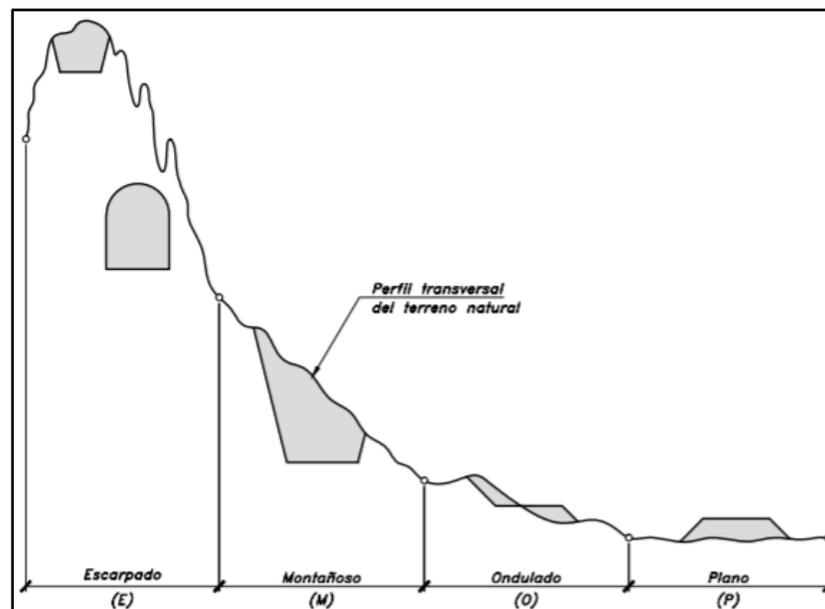
Clasificar las carreteras es muy importante y se realiza en base a diferentes criterios: [26]

1.3.1.1.1. SEGÚN TIPO DE TERRENO

La superficie de terreno es el elemento primordial, en una carretera es el que afecta en los diseños tanto en sus alineamientos horizontales, pendientes, distancias de frenado y visibilidad y su sección transversal [24]. La topografía puede definir y clasificar los terrenos en las siguientes categorías, que son: [11]

- ❖ **Terreno plano:** Son carreteras con pendientes longitudinales bajas, menores al 3%, con esto implican menos movimiento de tierras en la construcción y es fácil su explanación [25] y [26].
- ❖ **Terreno Ondulado:** Podemos encontrar carreteras con pendientes que se encuentran entre el 3% al 6%, en este tipo de terrenos podemos realizar movimientos de tierra de no muy gran magnitud, permitiendo alineamientos adecuados con trazos suaves y seguros [25].
- ❖ **Terreno Montañoso:** Son carreteras que se encuentran con pendientes longitudinales que se encuentran con pendientes entre 6% a 12%, las cuales permiten tener un movimiento de tierras en grandes magnitudes, por esto presentan dificultades en el trazado y en la explanación [25].
- ❖ **Terreno Escarpado:** En este tipo de carreteras podemos encontrar pendientes longitudinales mayores al 12%, teniendo problemas con el trazado y movilización de tierras ya que existen muchas dificultades [11] y [25].

Figura N° 2. Tipos de terrenos



Fuente: "Diseño Geométrico de Carreteras", Cárdenas J.

1.3.1.1.2. SEGÚN LA FUNCIÓN JERÁRQUICA

La función jerárquica en las redes viales, clasifican según sus características geométricas y de construcción, de acuerdo al incremento del tránsito [18].

- **Corredor Arterial:** Los corredores arteriales se consideran como vías con calzadas divididas, son de gran demanda e importancia, poseen una alta jerarquía, razón por la cual, se realizan controles frecuentes de circulación y de acceso. Por esto, se encuentran en la clase I y II [18].
- **Vías Colectoras:** Forman parte las carreteras clase I, II, III y IV, estas están destinadas a recibir tráfico de caminos vecinales por la importancia que tienen. Dando servicio a los pobladores que están cerca del sistema arterial nacional [18].
- **Caminos Vecinales:** En esta clasificación podemos encontrar vías de cuarto y quinto orden, incluyendo todos los caminos rurales excluidos de las clasificaciones anteriores [18].

FUNCIÓN	CLASE DE CARRETERA (SEGÚN MTOP)	TPDA (1) (AÑO FINAL DE DISEÑO)
CORREDOR	RI-RII (2)	>8000
ARTERIAL	I	3000 - 8000
COLECTORA	II	1000 - 3000
	III	300 - 1000
VECINAL	IV	100 - 300
	V	< 100

Tabla N° 1. Calcificación de carreteras según su función

Fuente: “Norma de Diseño Geométrico de Carreteras”, MTOP 2003

1.3.1.1.3. SEGÚN EL TRÁFICO PROYECTADO

Esta	CLASE DE CARRETERAS	TRAFICO PROYECTADO (TPDA)
	RI – RII	>8000
	I	3000 - 8000
	II	1000 - 3000
	III	300 - 1000
	IV	100 - 300
	V	< 100

clasificación dependerá de un tráfico pronosticado a un periodo de 15 a 20 años [18].

Tabla N° 2. Clasificación de carreteras según su tráfico proyectado

Fuente: “Norma de Diseño Geométrico de Carreteras”, MTOP 2003

1.3.2. TOPOGRAFÍA

La medición de terreno o representación de terrenos en un plano es denominada como topografía, siendo una ciencia aplicada encargada de la obtención de ubicaciones concernientes de diferentes puntos sobre la superficie terrestre, la topografía también puede ayudar con métodos y aplicaciones de técnicas para obtener medidas de una superficie, así como su respectiva visualización gráfica y analítica [27].

Las técnicas y metodologías aplicadas para la representación gráfica se denominan levantamientos topográficos, su representación se puede determinar como un plano, en este se representa las proyecciones de los puntos de terreno sobre un plano horizontal,

visualizándose una representación en planta de la superficie levantada. Este método consiste en la obtención de datos que dirigen a la elaboración de un plano [28].

Los estudios realizados para los diseños geométricos de una carretera son de gran importancia el levantamiento topográfico de la franja de terreno, estableciéndose como el factor de mayor prioridad para la elección de los diferentes factores y elementos que se establecen en el diseño [18] y [29].

1.3.2.1. LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO

La parte primordial de un estudio topográfico es su levantamiento ya que es el inicio de todo estudio técnico y de cualquier obra, el levantamiento topográfico es un conjunto de técnicas aplicadas sobre una superficie de terreno con respectivos equipos e instrumentos adecuados para este tipo de trabajo con la finalidad de dar una representación gráfica en el plano de gran calidad. Un plano debe contener los siguientes puntos indistintamente del tipo de trabajo que se vaya a realizar cada punto debe constar con una latitud, longitud y cota o elevación, esto es el inicio para cualquier obra de construcción civil, siendo la etapa básica de la representación de un terreno el levantamiento topográfico, replanteo de planos, deslindes, amojonamientos, etc. [18].

Los estudios topográficos han ido variando según el tiempo, el avance de la tecnología ha hecho que los levantamientos topográficos tengan mejores equipos y al igual que mejora la calidad del trabajo que se realiza, con la implementación de drones en los levantamientos se puede realizar el levantamiento con mayor facilidad empleando un tiempo sumamente inferior, estos tipos de levantamientos con drones son denominados fotogramétricos.

Figura N° 3. Topografía tradicional



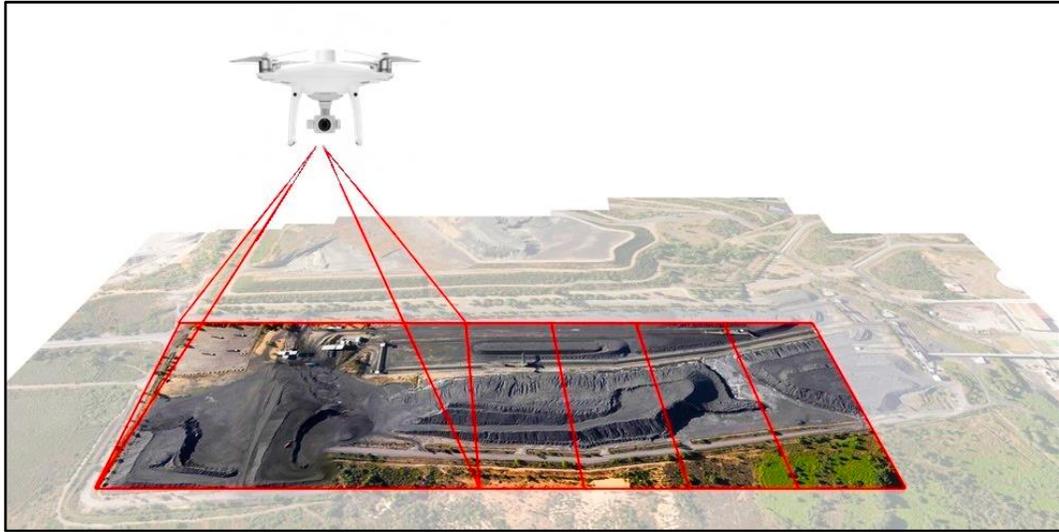
Fuente: muchosnegociosrentables.com

1.3.2.2. LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO CON DRONE

El levantamiento topográfico con drone o fotogrametría es una ciencia que obtiene dimensiones y ubicaciones en el espacio de diferentes objetos mediante imágenes fotográficas, obteniendo de los diferentes elementos a estudiar, en el diseño geométrico de carreteras es muy implementada este método de fotogrametría que es un modelo digital de la franja de superficie de terreno [30] y [31].

Con este método de trabajo con fotos de una misma zona, mediante esta información se podrá determinar información en tres dimensiones. Obteniendo así la representación de la superficie terrestre en un plano, con sus diferentes características [30] y [32].

Figura N° 4. Levantamiento topográfico con drone



Fuente: segurimaxstore.com/topografia-con-drones-2

1.3.2.2.1. DRONE

Es un equipo de navegación autónomo, también denominado UAV (unmanned aerial vehicle) en español se denomina vehículo aéreo no tripulado, posee características técnicas particulares para realizar trabajos de todo tipo [33] y [34], dentro de la topografía y la ingeniería civil los drones son de gran importancia y sus aplicaciones son extensas, es de gran utilidad para la toma de datos e información como también para realizar ortofotomapas y modelos de elevaciones del terreno de alta resolución [32].

Figura N° 5. Drone



Fuente: images.app.goo.gl

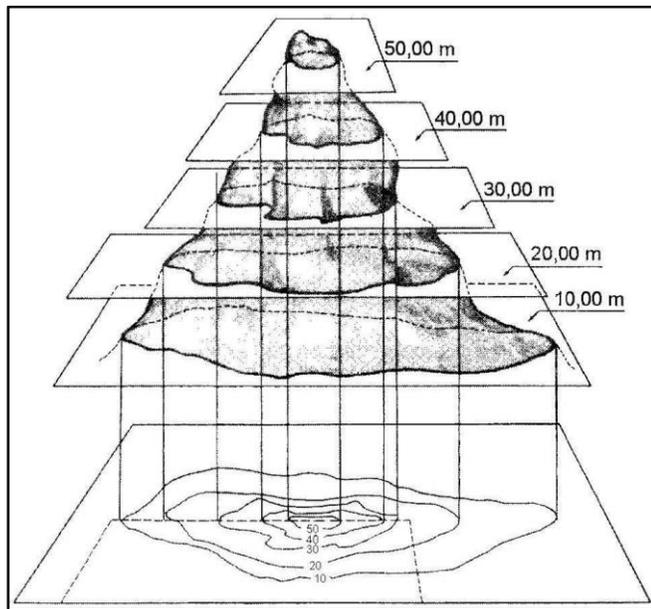
1.3.2.2. SOFTWARE

Existen un sinnúmero de softwares para el procesamiento de las fotografías a nivel de topografía con drones, este tipo de software nos permite crear modelos en el plano, así como también modelos 3D a partir de las imágenes obtenidas del drone, otras características de software son que permiten exportar videos y modelos de malla con textura [31].

1.3.2.3. CURVAS DE NIVEL

Son representaciones de un terreno en plano de dos dimensiones, teniendo como función unir puntos de igual elevación mediante líneas continuas [35].

Figura N° 6. Representación de curvas de nivel



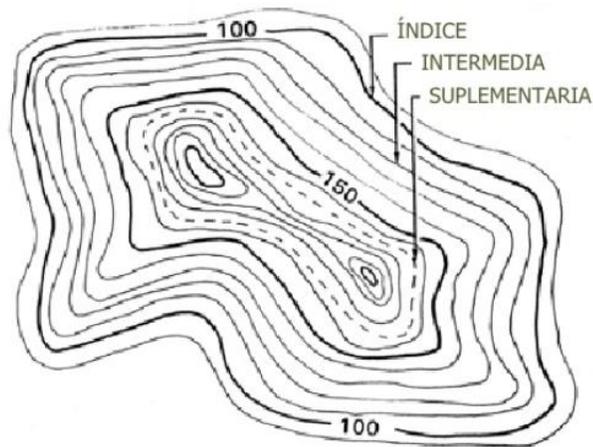
Fuente: historiarrc.blogspot.com

1.3.2.4. TIPOS DE CURVAS DE NIVEL

Es esencial conocer cuáles son las diferentes curvas de nivel para eso traemos los tipos de curvas de nivel:

- **Curvas Índice:** Es una curva de nivel acentuada en espesor que indica un múltiplo del intervalo de la curva de nivel [28].
- **Curvas Intermedias:** Son líneas que se muestran entre las curvas índices con intervalo indicado [28].
- **Curvas Suplementarias:** Se trazan y se muestran a la mitad o a la cuarta parte del intervalo. Se usan para aumentar el relieve, al que no se le agregaron los accidentes topográficos más importantes [28].

Figura N° 7. Tipos de curvas de nivel



Fuente: es.slideshare.net/Gerardo1977/altitud-y-relieve

1.3.3. TRÁFICO

Para el diseño y mantenimiento de una carretera uno de los principales factores a tener en consideración es el tráfico, los volúmenes que circulan con facilidad y seguridad en la vía son de gran índole para una mejor o diseño de carreteras. Al igual que la topografía el tráfico, es uno de los factores que influyen en los elementos y características de la carretera [36] y [37].

En la determinación del tráfico promedio diario anual es fundamental el análisis del tráfico existente en la vía actualmente esto es el número de vehículos que circulan, sabiendo estos valores antes realizar cualquier mejora, para carreteras nuevas es el volumen de vehículos que serán los usuarios permanentes de esta nueva infraestructura [37] y [38].

1.3.3.1. TRÁFICO PROMEDIO DIARIO ANUAL

TPDA como podemos encontrar en diferentes libros, está basado fundamentalmente para su obtención en algunos factores: [18]

- Su contabilidad en vías de un sentido de circulación, su tráfico de obtenido de acuerdo al sentido [18].
- Las vías que disponen de dos sentidos, se determinara el conteo vehicular en sus dos sentidos. Teniendo en cuenta que los valores por cada sentido pueden ser similares [18].
- En Autopistas, el TPDA se debe obtener en cada sentido, ya que se ven afectado por el flujo direccional, según esto los volúmenes de trafico mantiene diferencias en un mismo intervalo de tiempo [18].

La metodología para obtención del volumen TPDA se basa a una formula, ya que se obtiene el número de vehículos en función de una hora.

$$TPDA = T.futuro + T.Generado + T.Atraído + T.Desarrollado$$

Donde:

T: Tráfico

Tipos de conteo TPDA

- **Conteo Manual:** Se realizan de manera que la información contenida es proporcionada por personas que están ubicados en un cierto lugar dentro de la carretera a ser mejoras contabilizando los giros y las composiciones del trafico existente, estos servirán de gran ayuda al diseño geométrico de la carretera [18].
- **Conteo Automático:** Se realizan con equipos de conteo por par de ejes que circulan sobre la carretera, estos siempre deben ir acompañados por conteo manuales para dictaminar la tipología del trafico [18].

El estudio de trafico siempre debe tener en cuenta que el conteo debe ser de corrido durante 7 días de la semana sin tropiezo alguno, con una duración de 12 horas ininterrumpidas.

1.3.3.2. TRÁFICO FUTURO

Todos los diseños hacen énfasis a un período de tráfico futuro a 15 o 20 años con respecto al tráfico actual, también se puede decir que el crecimiento normal de tráfico, al igual que el tráfico generado y desarrollado son en base al período de tráfico futuro que se vaya a diseñar [18].

La clase carretera a ser diseñada viene del estudio de tráfico futuro, empleada para los diferentes cálculos de elementos del diseño geométrico de la carretera [18].

Obteniendo la predicción del volumen de tráfico podemos realizar las mejoras adecuadas y un diseño respetando la normativa vigente. Lograremos esto después de determinar el volumen equivalente a la treintava hora. Podemos decir que para diseñar en nuestro país la normativa vigente nos establece que el volumen horario máximo se obtendrá relacionando el TPDA con una variación del 5 al 10 por ciento [18].

- **Tráfico Desviado:** es aquel que se recibirá de otras vías aledañas, una vez que la carretera nueva o mejorada entre en funcionamiento, en razón de ahorros de combustible, tiempo o comodidad [36].
- **Tráfico Existente:** Este se obtendrá con previa investigación de campo, mediante observaciones de tráfico [36].
- **Tráfico Generado:** Se obtendrá si las mejoras o construcciones de vía suceden. Este tipo de tráfico se produce en los dos años siguientes al mejoramiento o construcción de la vía [36].
- **Tráfico Desarrollado:** Es el que se produce por la presencia o mejoramiento de la vía, generación de comercio, importancia o exportación de productos, etc. Generalmente se considera el tráfico por desarrollo inmediatamente de la puesta en funcionamiento de la carretera [36].

El tráfico se puede obtener mediante un cálculo establecido por la norma en base a la tasa de crecimiento de población o al consumo de combustibles [18].

$$Tf = Ta (1 + i)^n$$

Donde:

Tráfico futuro (Tf)

Tráfico actual (Ta)

Tasa de incremento del tráfico (i)

Número de años proyectados (n)

1.3.4. VELOCIDAD DE DISEÑO

Se denomina velocidad de diseño aquella velocidad que facilita la circulación de los vehículos con seguridad y confort en todas las condiciones físicas y topográficas del terreno, considerando condiciones atmosféricas y de tránsito sean favorables [29]. Este factor dentro de un diseño es de suma importancia, según este valor de circulación de los vehículos se establecen los elementos geométricos horizontales como verticales, teniendo en cuenta la importancia de la carretera, volumen de tránsito y uso de tierras, para que la carretera en base a los elementos geométricos sea segura, eficiente y facilite la circulación de los usuarios [18] y [36].

La topografía juega un papel importante en la velocidad de diseño ya que para terrenos montañosos no va hacer la misma velocidad que en un terreno plano, podemos optar por designar velocidades de diseño en base a la topografía de tramos de vía [18]. Al realizar este tipo de trabajo con las velocidades se procura dar un trayecto para que el conductor tenga el tiempo y espacio suficiente para llegar a incrementar o disminuir su velocidad si así lo requiere la vía [18].

Hay que realizar un buen diseño geométrico de la vía tanto en elementos horizontales, verticales y de secciones transversales, ya que en un futuro la sección transversal puede ser alterada en un futuro sin ser víctima de un costo tan elevado de mejoramiento, en comparación con los otros elementos del diseño [18].

Podemos tener en cuenta algunos factores para decidir con que velocidad de diseño diseñar:

- La naturaleza del terreno, esto dependerá de la zona y pendientes que la superficie de terreno presente en el momento de diseñar [18].
- La modalidad de los conductores, es un factor de gran importancia ya que son los usuarios de la carretera siendo ellos los que eligen la velocidad a la que van a circular [18].
- El factor económico, es muy común saber que muchos diseños se caen por esta índole ya que estamos en un país en desarrollo y si los costos son elevados para realizar las mejoras y no se ve la diferencia es un factor muy importante [18].

Tabla N° 3. Velocidad de diseño del MTOP según la clasificación de la vía

	Velocidad de diseño en Km/h											
	Básica				Permisible en tramos difíciles							
	(Relieve Llano)				(Relieve Ondulado)				(Relieve Montañoso)			
Categoría de la vía	Para el cálculo de los elementos del perfil longitudinal		Para el cálculo de los elementos de la sección transversal y otros dependientes de la velocidad		Para el cálculo de los elementos del diseño de perfil longitudinal		Para el cálculo de los elementos de la sección transversal y otros dependientes de la velocidad		Para el cálculo de los elementos del perfil de Diseño del Perfil Longitudinal		Para el cálculo de los elementos de la sección transversal y otros dependientes de la velocidad	
	Rec	Abs	Rec	Abs	Rec	Abs	Rec	Abs	Rec	Abs	Rec	Abs
RI o RII	120	110	100	95	110	90	95	85	90	80	90	80
I	110	100	100	90	100	80	90	80	80	60	80	60
II	100	90	90	85	90	80	85	80	70	50	70	50
III	90	80	85	80	80	60	80	60	60	40	60	40
IV	80	60	80	60	60	35	60	35	50	25	50	25
V	60	50	60	50	50	35	50	35	40	25	40	25

Fuente: “Norma de Diseño Geométrico de Carreteras”, MTOP 2003

1.3.5. VELOCIDAD DE CIRCULACIÓN

Es un valor el cual esta defini para que los usuarios de la carretera puedan circular con seguridad y confort en todo el trayecto de la vía, superando todos los elementos diseñados en la misma. Es obtenida en la división de la distancia que alcanzo un vehículo para el tiempo que le tomo realizar [36].

Tabla N° 4. Velocidad de Circulación

VELOCIDAD DE DISEÑO EN km/h	VELOCIDAD DE ACELEACION EN km/h		
	VOLUMNE DE TRNASITO BAJO	VOLUMEN DE TRNASITO INTERUMPIDO	VOLUMEN DE TRANSITO ALTO
25	24	23	22
30	28	27	26
40	37	35	34
50	46	44	42
60	55	51	48
70	63	59	53
80	71	66	57
90	79	73	59
100	86	79	60
110	92	85	61

Fuente: “Norma de Diseño Geométrico de Carreteras”. MTOP 2003

1.3.6. DISEÑO GEOMÉTRICO

El diseño geométrico es la pieza más influyente dentro de la creación de un proyecto de construcción o mejoramiento vial, dando lugar a la configuración tridimensional de la carretera, diseñando los elementos geométricos con sus diferentes características cada elemento, para que la vía sea segura, confiable y transmita confort a los ocupantes de la misma, estabilizando para que en futuros mantenimiento o mejoraras sea mucho menos que el costo de construcción [18].

El tipo de relieve es un factor primordial para escoger y elegir las mejores técnicas y métodos en el diseño geométrico.

1.3.6.1. ALINEAMIENTO HORIZONTAL

El alineamiento horizontal es la representación gráfica de todos los elementos que son tangentes y curvas en un plano horizontal que se unen entre sí para definir el eje real de la carretera [38].

1.3.6.1.1. TANGENTES

Las tangentes son elementos del alineamiento horizontal que están proyectados de líneas rectas que están enlazadas con curvas sobre una superficie o franja de terreno representada en un plano horizontal, el punto de intersección de estas rectas se denomina PI y su ángulo de definición, formado en la prolongación de las tangentes se denomina “ α ” [18].

Las tangentes son las rectas que esta entre curvas denominándose tangentes intermedias, también podemos encontrar tangentes al inicio y final del eje de diseño. Las tangentes intermedias están por la seguridad y confort de los usuarios, pero al igual hay que tener cuidado con las tangentes largas ya que generan cansancio a la visualización de los conductores generando un lugar donde se puede generar accidentes [40].

1.3.6.1.2. CURVAS CIRCULARES

Es otro de los elementos del alineamiento horizontal dándose su creación al unir dos tangentes continuas formado un arco de circunferencia, existen dos tipos de curvas circulares que pueden ser simples y compuestas. Estas curvas tienen elementos característicos principales que son los siguientes: [18]

- **Grado de Curvatura:** Es la encargada de generar la seguridad en la circulación, estableciendo peraltes máximos a la velocidad de diseño en la curva, para garantizar un buen diseño de alineamiento la norma del MTOP, nos presenta la siguiente formula: [18]

$$\frac{G_c}{20} = \frac{360}{2\pi R}$$

$$G_c = \frac{1145.92}{R}$$

- **Radio de Curvatura (R):** Es el radio con el cual el diseñador generara la curva circular, podemos obtener el valor de radio mediante la ecuación planteada por la norma del MTOP que es la siguiente: [18]

$$R = \frac{1145.92}{G_c}$$

- **Radio Mínimo de Curvatura:** Como su nombre lo dice es el valor mínimo de radio que se puede diseñar para facilitar el tránsito con seguridad y confort en función del máximo peralte y coeficiente de fricción lateral correspondiente. En la superficie ecuatorialiana podemos encontrar con terreno escarpados donde podemos diseñar con un radio mínimo de 15 grados. El MTOP estable la siguiente ecuación para su cálculo: [18]

$$R = \frac{V^2}{127(e + f)}$$

Donde:

R: Radio mínimo de curvatura horizontal

V: Velocidad de diseño (Km/h)

f: Coeficiente de fricción lateral

e: peralte de la curva (m/m)

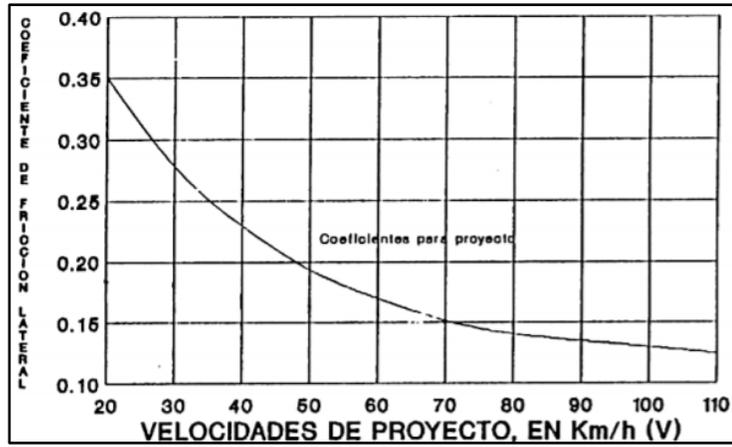
Tabla N° 5. Radio mínimo de curvatura

Velocidad de circulación Km/h	f	Radio Mínimo Calculado				Radio Mínimo Recomendado			
		10%	8%	6%	4%	10%	8%	6%	4%
20	0.350	7	7	8	8	-	20	20	20
25	0.315	12	13	13	14	-	20	25	25
30	0.284	19	20	21	22	-	25	30	30
35	0.255	27	29	31	33	-	30	35	35
40	0.221	39	42	45	48	-	42	45	50
45	0.206	52	56	60	65	-	58	60	66
50	0.190	68	73	79	86	-	75	80	90
60	0.165	107	116	126	138	110	120	130	140
70	0.150	154	168	184	203	160	170	185	205
80	0.140	210	229	252	280	210	230	255	280
90	0.134	273	298	329	367	275	300	330	370
100	0.130	342	375	414	463	350	375	415	465
110	0.124	425	467	518	518	430	470	520	585
120	0.120	515	567	630	630	520	570	630	710

Fuente: “Norma de Diseño Geométrico de Carreteras”, MTOP 2003

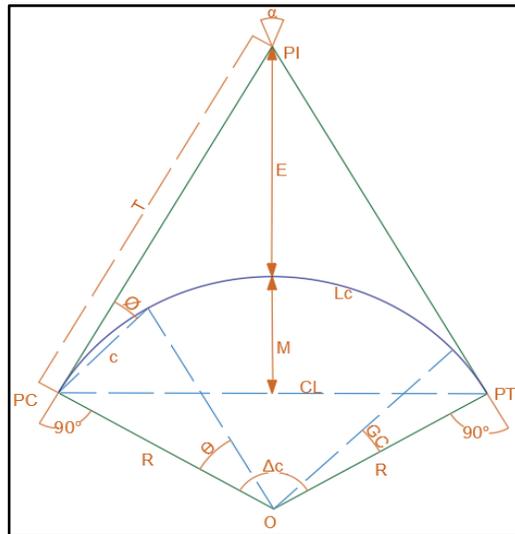
Para el diseño es importante conocer el coeficiente de fricción lateral mismo que depende de la velocidad del proyecto, y se lo puede encontrar mediante la interpretación del grafico a continuación [18].

Figura N° 8. Coeficiente de fricción lateral



Fuente: “Norma de Diseño Geométrico de Carreteras”, MTOP 2003

Figura N° 9. Curva circular simple



Fuente: “Norma de Diseño Geométrico de Carreteras”, MTOP 2003

Donde:

PI: Punto de intersección de la prolongación de las tangentes

PC: Punto en donde empieza la curva simple

PT: Punto en donde termina la curva simple

α : Ángulo de deflexión de las tangentes

Δ_c : Ángulo central de la curva circular

Θ : Ángulo de deflexión a un punto sobre la curva circular

GC: Grado de curvatura de la curva circular

RC: Radio de la curva circular

T: Tangente de la curva circular o subtangente

E: External

M: Ordenada media

C: Cuerda

CL: Cuerda larga

L: Longitud de arco

le: Longitud de la curva circular [18]

Ángulo Central: Está formado por la curva circular y su simbología es “ α ”. Teniendo en cuenta que en las curvas simples es igual a la deflexión entre las tangentes [18].

Longitud de la Curva: es la longitud que generan los entre los puntos PC y PT. Su nomenclatura es L_c y el MTOP estableció la siguiente formula: [18]

$$\frac{L_c}{2 \pi R} = \frac{\alpha}{360}$$

$$L_c = \frac{\pi R \alpha}{180}$$

Tangente de Curvas o Subtangente: Se establece mediante la prolongación de las tangentes que atraviesan los puntos PC y PI o PI y PT [18].

$$T = R * \tan\left(\frac{\alpha}{2}\right)$$

External: Esta simbolizada mediante la letra “E” y se puede definir como el punto más cercano ente PI y el arco de circunferencia que genera la curva, establecida por la MTOP la siguiente ecuación para su obtención: [18]

$$E = R \left(\sec \sec \frac{\alpha}{2} - 1 \right)$$

Ordenada Media: Se obtiene mediante la fórmula a continuación presentada, teóricamente nos dice que equivale a la distancia presentada entre la flecha y el punto medio de la curva, simbolizada mediante la letra “M” [18].

$$M = R - R \cos \frac{\alpha}{2}$$

Deflexión en un Punto Cualquiera de la Curva: Se define por el ángulo formado en la prolongación de la tangente en el PC y la tangente del punto en consideración. Se puede identificar mediante el símbolo θ y su ecuación según MTOP es: [18]

$$\theta = \frac{G_c * 1}{20}$$

Cuerda: Es el valor comprendido entre dos puntos de una curva, está representada por la letra “C” y su ecuación a continuación presentada esta en base a la norma del MTOP [18].

$$C = 2 * R * \text{sen} \frac{\theta}{2}$$

Cuerda Larga: Está definida en la unión de los puntos PC y PT de la curva, dando lugar a la cuerda larga con una simbología “CL” y se calcula con la siguiente ecuación: [18]

$$CL = 2 * R * \text{sen} \frac{\alpha}{2}$$

Ángulo de la Cuerda: está definido entre la unión de la tangente de la vía prolongada y la curva. Teniendo en consideración ya que pueden ser defina también en función tanto del grado de curvatura y para la cuerda larga, a continuación, presentamos las tres ecuaciones dada por MTOP para su cálculo: [18]

$$\phi = \frac{\theta}{2}$$

$$\phi = \frac{G_c * l}{40}$$

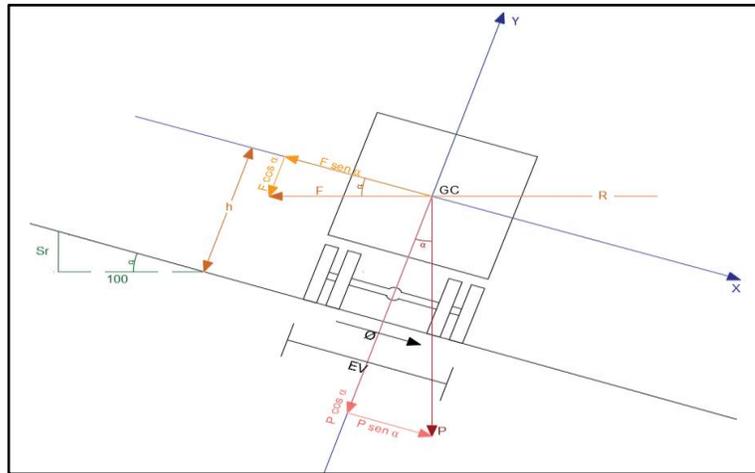
$$\phi = \frac{G * l_c}{40}$$

1.3.6.1.3. PERALTE

El peralte se establece en curvas de una carretera como la pendiente transversal, como prioridad de equiparar las fuerzas en su peso propio, inercia del vehículo y la fuerza perpendicular al plano de la calzada [18] y [41].

De manera más clara, se denomina peralte a la inclinación de la calzada hacia el borde interno de la curva que sirve para atenuar o compensar parcialmente la acción de la fuerza centrífuga que tiende a producir deslizamiento del vehículo [18].

Figura N° 10. Estabilidad de vehículo en curvas



Fuente: “Norma de Diseño Geométrico de Carreteras”, MTOP 2003

La siguiente fórmula da el método de cálculo del peralte [18].

$$e = \frac{V^2}{127R} - f$$

Donde:

e: Peralte de la curva, m/m

V: velocidad de diseño, Km/h

R: radio de la curva, m

f: Máximo coeficiente de fricción lateral.

Tabla N° 6. Valores Límites permisibles del coeficiente lateral según las condiciones del pavimento

REQUERIMIENTOS	VALORES LÍMITES PERMISIBLRES DE “F”, SEGÚN EL PAVIMENTO ESTE:		
	SECO	HUMEDO	CON HIELO
Estabilidad contra el volcamiento	0.60	0.60	0.60
Estabilidad contra el deslizamiento	0.36	0.24	0.12
Comodidad del viaje para el pasajero	0.15	0.15	0.15
Explotación económica del vehículo	0.16	0.10	0.10

Fuente: “Norma de Diseño Geométrico de Carreteras”, MTOP 2003

Magnitud del Peralte: Se busca contrarrestar la acción de la fuerza centrífuga, pero existe limitación pues no puede ser exagerada ya que provocaría volcamiento hacia el interior de la curva, entonces se debe recurrir a la fricción, así: 55% erradicado por el peralte, y 45% por la fracción lateral aproximadamente [18].

Tomar en consideración el deterioro de la superficie de rodadura, la distribución simétrica del peso sobre las ruedas y el resbalamiento que se produce en las curvas [18].

En carreteras con superficie de rodadura de pavimento flexible se puede llegar hasta los valores del 10%, al igual en caminos con pavimento rígido o empedrados teniendo en consideración una velocidad mayor a 50 km/h, en caminos vecinales que no disponen de capa de rodadura y tienen una velocidad de circulación menor a la mencionada anteriormente se estable un peralte máximo del 8% [18].

Desarrollo del Peralte: Al atravesar de una sección recta hacia una curva, la sección transversal sufre cambios denominados de transición, para llegar de una sección normal a una sección a peraltada en su totalidad o a lo contrario, en una distancia considerable para su desarrollo [18].

Para alcanzar equiparar la fuerza centrífuga que tiene un cambio considerable desde cero, a un valor paulatinamente representativo en una curva con un radio de valor “R”. Existe diferentes maneras de alcanzar ese cambio de fuerzas intempestivamente presentadas, podemos presentar tres pautas para alcanzar esa regulación de fuerzas según el MTOP [18].

- En terrenos montañoso nos permite hacer girar la calzada alrededor de su eje.
- Girando la calzada en terrenos llanos hacia el borde interior.
- Con el giro hacia el borde exterior. [18]

La topografía de la superficie donde se efectúa los estudios dependerá para optar el mejor método, facilitando que la sección transversal sea capaz de drenar [18].

Longitud de Transición: Son elementos de una carretera que sirven para efectuar la transición de las pendientes transversales, entre dos diferentes secciones de la carretera pudiendo ser una normal y otra a peraltada. Despendiendo de dos criterios para la obtención de su longitud mínima: [18]

$$L_{min} = 0.56 V$$

Longitud Tangencial: Esta expresada para dar lugar al cambio de inclinación transversal de la calzada, partiendo de un punto cercano de la curva que se a peraltara, en las curvas simples podemos decir que se encuentra en desde un punto antes del inicio de transición, dando lugar para que realice el cambio de sección a peraltada a una sección normal [18].

$$X = \frac{e' * L}{e}$$

Donde:

e' : Pendiente Lateral de Bombeo, %

e : Peralte en la curva circular, %

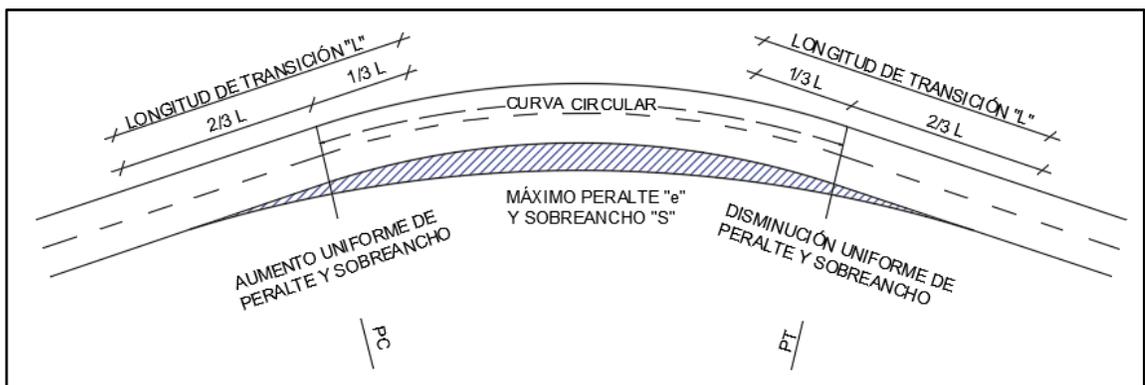
L : Longitud de transición del peralte, m [18]

1.3.6.1.4. EL SOBREANCHO EN LAS CURVAS

Cuando hablamos de sobreancho entendemos por dar una sección con mayor amplitud especialmente en las curvas para salvaguarda y dar confort a los usuarios que circulen con la mayor normalidad posible, por esa gran importancia tenemos que incluir sobreancho bajo las siguientes razones: [18]

- Los vehículos al trazar el arco de circunferencia que está diseñado podemos decir que por su trayectoria el vehículo ocupa una amplitud mayor a la que normalmente tiene en una trayectoria normal [18].
- Los usuarios tienen menos visibilidad de la posición relativa del vehículo en la curva debido a esto experimentan dificultad para permanecer en el centro del carril [18].

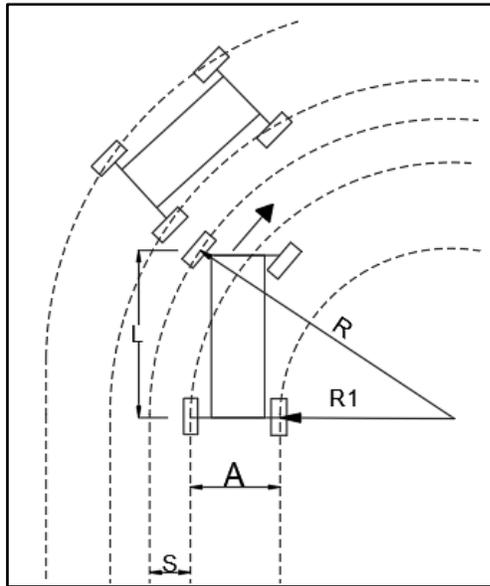
Figura N° 11. Sobreancho y Longitudes



Fuente: "Norma de Diseño Geométrico de Carreteras", MTOP 2003

La norma MTOP 2003 nos establece que para diseñar el sobreecho será determinado mediante un vehículo representativo del tránsito de la ruta, se obtiene mediante la siguiente gráfica y ecuación [18].

Figura N° 12. Esquema de determinación de sobreecho



Fuente: “Norma de Diseño Geométrico de Carreteras”, MTOP 2003

Ecuación:

$$R1 + A = \sqrt{R^2 - L^2}$$

$$R1 + A = R - S$$

$$R1 - A = \sqrt{R^2 - L^2}$$

$$S = R - \sqrt{R^2 - L^2}$$

Donde:

R: Radio de la curva

A: Ancho del vehículo

S: Sobreancho, m

L: Longitud del vehículo

Los valores recomendados por norma son de 30 cm para velocidades que no superen los 50 Km/h y de 40 cm para velocidades que sean mayores [18].

1.3.6.1.5. DISTANCIA DE VISIBILIDAD

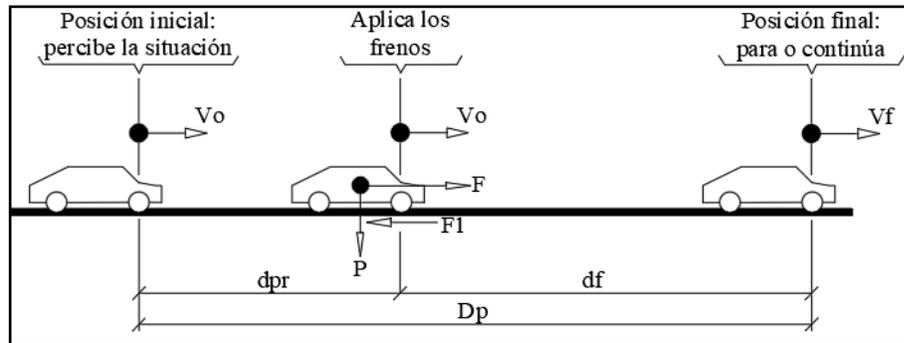
La seguridad para el tránsito debe proveer todo riesgo de choque contra un obstáculo fijo o contra otro móvil que avance en sentido contrario tanto en diseño en planta como en perfil. En efecto hay que discutir dos tipos de distancias de visibilidad: [18]

- La distancia de frenado o de parada
- La distancia de paso o rebasamiento

Distancia de frenado: Trayecto necesario para que un vehículo pueda detenerse cuando surja un cambio inesperado en la velocidad de circulación de otro vehículo o existan elementos imprevistos en la carretera [11].

La distancia de frenado (D) tiene dos componentes, el trayecto de percepción y la reacción de piloto (d1), es la longitud recorrida desde que se percibe el peligro hasta que se aplican los frenos, dependerá de la alerta y pericia del conductor; al tramo necesario para detener el vehículo se lo identifica como (d2) [11].

Figura N° 13. Distancia de frenado



Fuente: “Diseño Geométrico de Carreteras”, J. Cárdenas

Podemos aplicar la siguiente ecuación para su determinación:

$$D = d1 + d2$$

$$d1 = 0.7 V_c$$

$$d2 = \frac{V_c^2}{254 f}$$

Donde:

D: Distancia de frenado

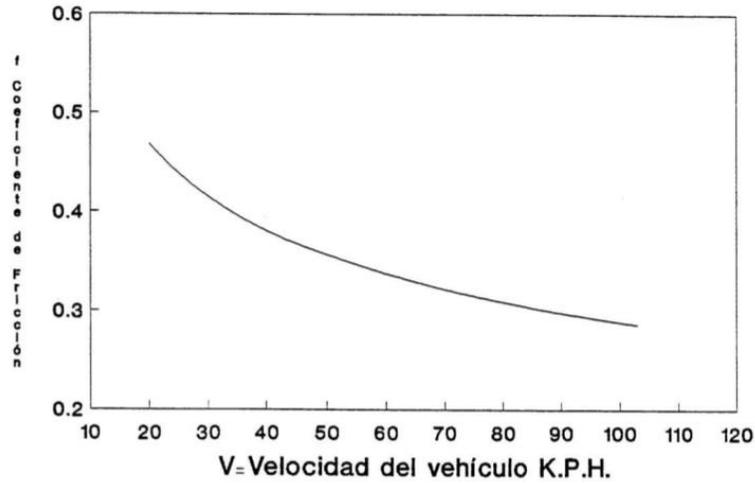
d1: Distancia recorrida durante el tiempo de percepción más reacción, m

d2: Distancia de frenado sobre la calzada a nivel, m

f: Coeficiente de fricción longitudinal

Vc: Velocidad del vehículo al momento de aplicar los frenos, m/s. [18]

Figura N° 14. Coeficiente de fricción

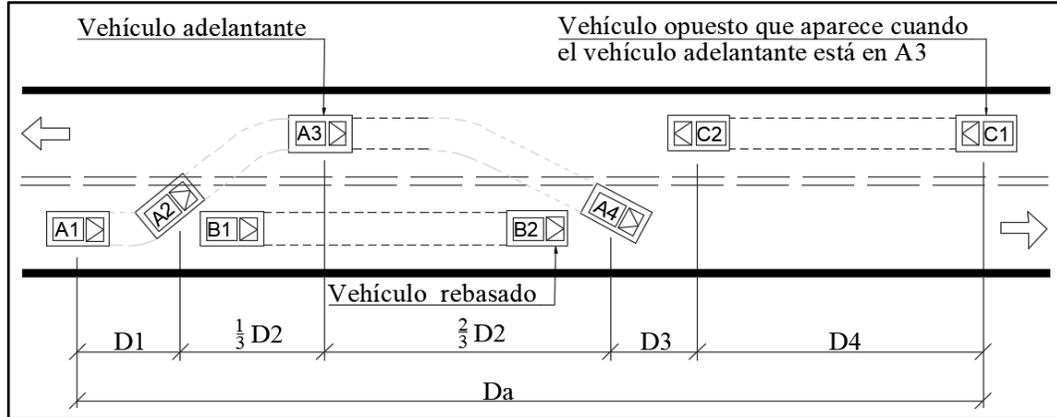


Fuente: “Norma de Diseño Geométrico de Carreteras”, MTOP 2003

Hay que tener en cuenta que para la determinación de la distancia de frenado es medida a 1.15 metros de altura del ojo del conductor, acercándose hasta los 15 cm del objeto sobre la superficie de rodadura [18].

Distancia de Adelantamiento: Establecida por norma para la necesidad que un vehículo pueda adelantar a otro vehículo que marcha en la misma vía y dirección, a menor velocidad y sin peligro de colisión con otro vehículo que circula en sentido contrario [18].

Figura N° 15. Distancia de rebasamiento



Fuente: “Diseño Geométrico de Carreteras”, J. Cárdenas

La distancia de rebasamiento está definida en la siguiente ecuación:

$$d_r = d_1 + d_2 + d_3 + d_4$$

$$d_1 = 0.14 t_1 (2V - 2m + at_1)$$

$$d_2 = 0.28Vt_2$$

$$d_3 = 30m \text{ a } 90m$$

$$d_4 = 0.18Vt_2$$

Donde:

d1, d2, d3, d4: Distancias, m

t1: Tiempo de maniobra inicial, seg.

t2: Tiempo durante el cual el vehículo rebasante ocupa el carril del sentido contrario, seg.

V: Velocidad promedio del vehículo rebasante, Km/h

m: Diferencia de velocidad entre el vehículo rebasante y el vehículo rebasado, Km/h. esta diferencia debe tener un valor de 16 Km/h.

a: Aceleración promedio del vehículo rebasante, Km/h*seg. [18]

También la norma nos da a conocer una tabla con valores mínimos que pueden utilizarse para la obtención de la distancia de rebasamiento.

Tabla N° 7. Distancia de Rebasamiento

V (Km/h)	Velocidad de los vehículos (km/h)		Distancia mínima de los rebasamientos (metros)	
	Rebasado	Rebasante	Calculada	Recomendada
25	24	40		(80)
30	28	44		(110)
35	33	49		(130)
40	35	51	268	270 (150)
45	39	55	307	310 (180)
50	43	59	345	345 (210)
60	50	66	412	415 (290)
70	58	74	488	490 (380)
80	66	82	563	560 (480)
90	73	89	631	640
100	79	95	688	690
110	87	103	764	830 *
120	94	110	831	830

Fuente: “Norma de Diseño Geométrico de Carreteras”, MTOP 2003

1.3.6.2. ALINEAMIENTO VERTICAL

El diseño de un perfil vertical en una carretera paulatinamente de gran importancia como el alineamiento horizontal ya que son factores que están relacionados directamente con los elementos entre si al igual que con la velocidad y tipología de la superficie del terreno [18]. Hay que tener en consideración que bajo ninguna circunstancia el alineamiento horizontal es más importante que el vertical, los dos tienen el mismo grado de importancia [42].

1.3.6.2.1. GRADIENTE

La gradiente nos permite razonables velocidades de circulación y facilitan la operación de los vehículos, el valor de la gradiente dependerá del contorno natural del terreno, con un valor mínimo de 0.5% [18].

Lugares con topografía difíciles como es el caso de las cordilleras de los Andes, en los que la gradiente provoca una reducción de la velocidad de 25 km/h o más, se recomienda aumentar un carril adicional para la circulación de vehículos pesados [18].

La norma del MTOP nos propone diferentes alternativas para valores de gradientes como de longitudes máximas, presentados a continuación: [18]

Tabla N° 8. Gradiente y longitudes máximas

Gradientes	Longitud Máxima
8% - 10%	1000
10% - 12%	500
12% - 14%	250

Fuente: “Norma de Diseño Geométrico de Carreteras”, MTOP 2003

Tabla N° 9. Valores de diseño de las gradientes longitudinales máximas (%)

Tipo de Carrera	Valor Recomendado			Valor Absoluto		
	LL	O	M	LL	O	M
RI o RII	3	3	4	3	4	6
I	3	4	6	3	5	7
II	3	4	7	4	6	8
III	4	6	7	6	7	9
IV	5	6	8	6	8	12
V	5	6	8	6	8	14

Fuente: “Norma de Diseño Geométrico de Carreteras”, MTOP 2003

1.3.6.2.2. CURVAS VERTICALES

Las curvas verticales son para enfrentar la topografía del terreno mediante curvas de forma parabólicas evitando así generar cambios bruscos en la circulación de los usuarios. Podemos expresar que las parábolas simples en referencia al eje vertical son adoptadas, al parecer por que no presentan dificultades con las gradientes planas. Podemos expresar a continuación las formas expuestas por la normativa vigente para su determinación [18].

$$Y = \left[\frac{X}{\frac{L}{2}} \right]^2 * h$$

$$Y = \left[\frac{2X}{L} \right]^2 * h$$

Siendo h la ordenada máxima en el punto PIV y que se expresa por:

$$h = \frac{AL}{800}$$

Donde:

A: Diferencia algebraica de gradiente, %

X: Distancia horizontal medida desde el punto de tangencia hasta la ordenada, m

L: Longitud de la curva vertical, m

Curvas Verticales Convexas: Estas curvas se calcula su longitud mínima en función de diversos elementos, en especial con la distancia de frenado de un vehículo, considerando los parámetros establecidos para la determinación de la distancia de parada de un vehículo. Podemos expresar la longitud mediante la siguiente ecuación: [18]

$$L = \frac{A * S^2}{426}$$

Donde:

L: Longitud de la curva vertical convexa, m.

A: Diferencia algebraica de las gradientes, %.

S: Distancia de visibilidad de parada de un vehículo, m. [18]

La normativa vigente nos expresa una segunda ecuación simplificada:

$$L = K * A$$

Tabla N° 10. Curva convexa

Velocidad de diseño km/h	Distancia de velocidad para "s" (metros)	Coeficiente K (S ²)/426	
		Calculado	Recomendado
20	20	0.94	1
25	25	1.47	2
30	30	2.11	2
35	35	2.88	3
40	40	3.76	4
45	50	5.87	6
50	55	7.10	7
60	70	11.50	12
70	90	19.01	19
80	110	28.40	28
90	135	42.78	43
100	160	60.09	60
110	180	76.06	80
120	220	113.62	115

Fuente: "Norma de Diseño Geométrico de Carreteras", MTOP 2003

Curvas Verticales Cóncavas: Las curvas cóncavas necesitan realizarse con distancias suficiente para la seguridad de los usuarios, evitando que los rayos de luz de los vehículos de sentido contrario no sean semejantes a la distancia de frenado de un vehículo. A continuación, se presenta una ecuación para la determinación de su longitud [18].

$$L = \frac{A * S^2}{122 + 3.5 * S}$$

Al igual que en las curvas convexas las curvas cóncavas también presentan una formula reducida y fácil de obtener el valor de la longitud.

$$L = K * A$$

Tabla N° 11. Curvas Cóncavas

Velocidad de diseño Km/h	Distancia de visibilidad para "s" (metros)	Coeficiente K = (S ²)/426	
		Calculado	recomendado
20	20	2.08	2
25	25	2.98	3
30	30	3.96	4
35	35	5.01	5
40	40	6.11	6
45	50	8.42	8
50	55	9.62	10
60	70	13.35	13
70	90	18.54	19
80	110	23.87	28
90	135	30.66	31
100	160	37.54	38
110	180	43.09	43
120	220	54.26	54

Fuente: "Norma de Diseño Geométrico de Carreteras", MTOP 2003

Criterios generales para el alineamiento vertical

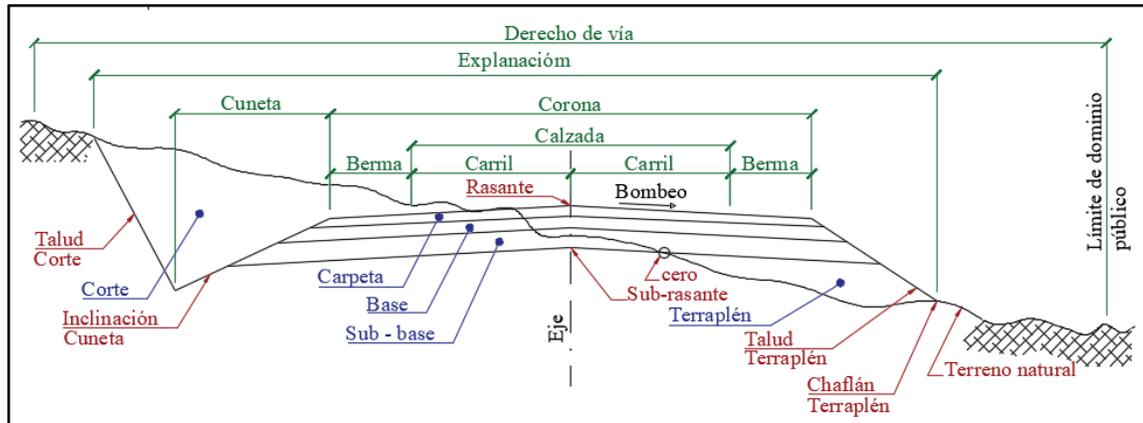
A más de lo indicado anteriormente, se debe observar lo siguiente:

- ❖ “Se deben evitar los perfiles con gradientes reversas agudas y continuadas, en combinación con un alineamiento horizontal en su mayor parte en línea recta, por constituir un serio peligro; esto se puede evitar introduciendo una curvatura horizontal o por medio de gis suaves, las que significan mayores cortes y rellenos” [18].
- ❖ “Deben evitarse perfiles que contengan dos curvas verticales de la misma dirección entrelazadas por medio de tangentes cortas” [18].
- ❖ “En ascensos largos, es preferible que las gradientes más empinadas estén colocadas al principio del ascenso y luego se las suavice cerca de la cima; también es preferible emplear un tramo de pendiente máxima, seguido por un tramo corto de pendiente suave en el cual los vehículos pesados pueden aumentar en algo su velocidad, después del cual sigue otra vez un nuevo tramo con pendiente máxima, en vez de proyectar un tramo largo de una sola pendiente, aunque ésta sea algo más suave. Esto es particularmente aplicable a carreteras de baja velocidad de diseño” [18].
- ❖ “En la selección de la curva vertical a emplearse en un enlace determinado se debe tener en cuenta la apariencia estética de la curva y los requisitos para drenar la calzada en forma adecuada” [18].

1.3.7. SECCIÓN TRANSVERSAL TÍPICA

La sección transversal está definida por varios elementos que forman parte de la carretera, y la relación que esta tiene con el terreno natural. Ubicada en cada punto del alineamiento horizontal. Diseñada bajo los siguientes parámetros velocidad de diseño, volumen de tráfico y tipo de terreno, teniendo en cuenta la seguridad y confort de los usuarios [23].

Figura N° 16. Sección Transversal Típica



Fuente: “Diseño Geométrico de Carreteras”, J. Cárdenas

1.3.7.1. ELEMENTOS DE LA SECCIÓN TRANSVERSAL

Calzada: Es la franja donde tiene forma de plataforma destinada para la circulación segura y confortable de los usuarios, esta puede estar pavimentada facilitando la circulación vehicular durante todo el tiempo, aquí puede estar conformada por los carriles de los dos sentidos los cuales tienen un ancho suficiente para la circulación de los vehículos [40].

Tabla N° 12. Ancho de calzada

Ancho de calzada			
Clase de carretera		Ancho de la calzada (m)	
TIPO	TPDA	Recomendable	Absoluto
RI - RII	> 8000	7.3	7.3
I	3000 a 8000	7.3	7.3
II	1000 a 3000	7.3	6.5
III	300 a 1000	6.7	6
IV	100 a 300	6	6
V	< 100	4	4

Fuente: “Norma de Diseño Geométrico de Carreteras”, MTOP 2003

Espaldón: Es la parte que se encuentra a continuación de la calzada, teniendo con función darles un lugar para los casos de emergencia presentadas en la vía a los diferentes vehículos, evitando así obstaculizar el flujo normal de tránsito, también puede servir como espacio de visibilidad para los vehículos en las curvas horizontales [43].

Tabla N° 13. Valores de diseño para el ancho del espaldón

Valores De Diseño Para El Ancho Del Espaldón (m)							
Clases de Carreteras		Ancho de Espaldón (m)					
		Recomendabl e			Absoluto		
		L	O	M	L	O	M
R-I o R-II	> 8000	3.0	3.0	2.5	3.0	3.0	2.0
I	3000 a 8000	2.5	2.5	2.0	2.5	2.0	1.5
II	1000 a 3000	2.5	2.5	1.5	2.5	2.0	1.5
III	300 a 1000	2.0	1.5	1.0	1.5	1.0	0.5
IV	100 a 300	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6
V	< 100	No se considera el espaldón					

Fuente: “Norma de Diseño Geométrico de Carreteras”, MTOP 2003

Cuneta: Es un elemento esencial que están adyacentes al sobree ancho de la carretera, esta puede presentar revestimientos de concreto, sus dimensiones salen de un estudio hidrológico, el cual establecerá las dimensiones teniendo en cuenta, existen ciertos factores que influyen al dimensionar las cunetas esto pueden ser la intensidad de lluvia prevista, la naturaleza del terreno, la pendiente y el área que drena, destinada a recolectar y conducir longitudinalmente las aguas superficiales y de infiltración. El control de rebosamiento aplica para el caso más crítico, cuando la cuneta tiene la pendiente longitudinal igual a la pendiente mínima de la vía 0.5% [40].

Para vías diseñadas en superficie y relieve montañoso nos provee de un valor conservatorio para el diseño de cuneta de 30 cm de profundidad con relación a la rasante [18] y [44].

Talud: Esta comprendida entre corte y relleno a los costados de las secciones transversales del terreno. Su ángulo de inclinación está determinado por las tangentes del plano vertical con la vertical de cada sección de vía. Cada sección de vía, va a variar la inclinación del talud ya que esta depende de muchos factores como son la calidad del suelo, la estratigrafía de cada sección son variantes que hacen que la inclinación no sea uniforme. Los taludes que superen las inclinaciones de 20 m, son necesarios implementar obras complementarias para evitar peligros o asentamientos diferenciales excesivos. Para la creación de terraplenes que tengan pendientes pronunciadas, deben construirse escalones que minimicen el riesgo de los movimientos de masa de tierra [40].

1.4. OBJETIVOS

1.4.1. OBJETIVO GENERAL

Elaborar el diseño geométrico de la vía Shuyo – Pinllopata en el tramo Km 4+000 al 8+000, pertenecientes a los cantones Pujili y Pangua de la provincia de Cotopaxi.

1.4.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Efectuar el levantamiento topográfico.
- Determinar el tráfico promedio diario anual TPDA.
- Elaborar el diseño horizontal, vertical y transversal.
- Calcular los volúmenes de masas de corte y relleno.
- Elaborar el presupuesto referencial.

CAPÍTULO II

METODOLOGÍA

2.1. MATERIALES Y EQUIPOS

En este proyecto técnico se requieren los siguientes materiales y equipos:

2.1.1. MATERIALES

- **Banco de nivel de precisión**

Cilindro de concreto simple con dimensiones de 10 cm de diámetro y 20 cm de altura, ubicándose sobre el suelo natural y sirve para la obtención de los puntos de control dando a conocer la descripción y sus coordenadas de estos puntos. También tiene la función de establecer la separación de tramos de 4 Km.

- **Estacas de madera**

Sirven para realizar la ubicación de puntos de referencia en el vuelo del dron y establecer el abscisado de la vía a una distancia de 1000 m sobre el trazado actual de la vía para la georreferenciación de las orto fotografías obtenidas en el levantamiento fotogramétrico realizado por el dron, se necesita estacas de dimensión 5x5x50 cm.

- **Clavos de hierro**

Se utilizan para obtener el punto medio de la estaca el cual será el punto exacto georreferenciado.

- **Libreta de campo**

Se requiere una libreta de campo para anotar las diferentes anomalías encontradas en la vía como pasos de agua, viviendas cercanas a la vía, como también los diferentes anchos de la vía, también podremos realizar un bosquejo de la vía actual donde se ubican los diferentes puntos georreferenciados.

- **Pintura**

Su función tiene como prioridad ubicar con mayor facilidad los puntos georreferenciados en el trayecto de la vía actual, también cumple la función de obtener el abscisado de la vía a una distancia de 1000 m.

2.1.2. EQUIPOS

- **Drone**

Mavic Pro 2 de la marca Dji es un dron topográfico con las siguientes características: tiempo de vuelo máximo durante 30 minutos, con velocidad máxima de 72 km/h (modo sport), obteniendo una altura máxima de 6 km sobre el nivel del mar, también dispone de un posicionamiento GPS y GLONAS, lleva integrado una cámara fotogramétrica con el fin de obtener fotografías aéreas en Hd. [45] **Anexo A – 6.**

- **RTK Trimble R10 GNSS**

Trimble RTK R10 este instrumento topográfico de gran alcance nos permite obtener la ubicación georreferenciadas de diferentes puntos a lo largo de una vía, haciendo uso de sus mejores características para el levantamiento topográfico, estas características del equipo anteriormente mencionado son: permite medir distancias de hasta 5 km sin tener que sobrellevar la estación fija a otro lugar, también puede leer las constelaciones como son GPS y GLONAS. **Anexo A – 7**

- **Receptor de Geoposicionamiento Global (GPS)**

El GPS por sus siglas como es más conocido es un aparato de funcionamiento electrónico que tiene incorporado un sistema de posicionamiento global, utilizado para determinar longitud, latitud y elevación con referencia al nivel del mar en tiempo real con una precisión en metros o centímetros. **Anexo A-8**

- **Trípode**

Es un instrumento de apoyo para la base fija de uno de los implementos del RTK, este siempre permanecerá estable y nivelado perfectamente para evitar tener lecturas falsas en nuestro trayecto de vía. **Anexo A- 9.**

- **Radio de comunicación**

Es un instrumento de gran necesidad en el campo ya que permite la comunicación entre los diferentes compañeros de labores a largas distancias estableciendo una comunicación más rápida y precisa. **Anexo A-10**

- **Cinta métrica**

Es un instrumento de medida de larga distancia que consta de una cinta flexible graduada en metros, tiene la finalidad de tomar las diferentes medidas de calzada existente en la vía actual. **Anexo A-11**

- **Flexómetro**

Es un instrumento que nos ayuda con la medición de distancias cortas, en este trabajo se utilizó para la medición de las alturas desde el punto de georreferenciado hacia el RTK fijo, así como también la medición del bastón que sujeta al RTK móvil. **Anexo A-12**

- **Herramienta menor**

Son equipos que nos facilitan el anclaje de las estacas en los puntos de georreferenciación, estos pueden ser palas, picos, martillos, combos, etc. **Anexo A-13**

- **Computadora**

Es un instrumento muy útil el cual nos permitirá el almacenamiento y procesamiento de los datos obtenidos en campo, documentos, trámites, procedimientos y diseño de planos constructivos. Las características técnicas de este equipo son:

- Procesador: Intel® Core (TM) i7-7500U CPU @ 2.70GHz 2.90 GHz 7th Generación
- Memoria (RAM): 16.0 GB
- Sistema: Sistema operativo de 64 bits, procesador x64 **Anexo A-14**

2.2. MÉTODOS

2.2.1. UBICACIÓN DEL PROYECTO

2.2.1.1. UBICACIÓN MACRO DEL PROYECTO

La República del Ecuador está ubicada sobre la línea ecuatorial en el noroeste de América del Sur, limitada al norte por Colombia al sur y este por Perú y por el oeste por el Océano Pacífico. Es el país más pequeño de los países andinos y el tercero a nivel de Sudamérica con aproximadamente 252,000 km². Está atravesada desde norte a sur por la Cordillera de los Andes, Ecuador en tres regiones Litoral o Costa, Sierra y Oriente, además cuenta con un archipiélago ubicado aproximadamente a 1000 Km de la costa llamado Islas Galápagos, este archipiélago da origen a una región más llamada Insular. [46]

Figura N° 17. Ubicación Política de la República del Ecuador



Fuente: mapas.owje.com/550_mapa-politico-de-america-del-sur-1995.html

Ecuador en sus tres regiones está dividido políticamente en 23 provincias a todo lo largo de Ecuador continental y la provincia de Galápagos en la región Insular, la región Costa está dividida en 6 provincias estas son Esmeraldas, Manabí, Los Ríos, Guayas, El Oro y Santa Elena la Sierra tiene 11 provincias Carchi, Imbabura, Pichincha, Santo Domingo De los Tsáchilas, Cotopaxi, Tungurahua, Chimborazo, Bolívar, Cañar, Azuay y Loja, y en la Amazonía son 6 provincias Sucumbíos, Napo, Orellana, Pastaza, Morona Santiago y Zamora Chinchipe.

Figura N° 18. División Política del Ecuador



Fuente: imagenesnoticias.com/mapa-del-ecuador/

2.2.1.2. UBICACIÓN MESO DEL PROYECTO

La Provincia de Cotopaxi forma parte de las 24 provincias del Ecuador, localizada en la región sierra del país, al centro-norte del país, limitada al norte por la Provincia de Pichincha, al sur con las Provincias de Bolívar y Tungurahua, al este por la Provincia de Napo y al oeste con la Provincia de Los Ríos y Santo Domingo de Tsáchilas. Cotopaxi está dividida políticamente en 7 cantones: Latacunga siendo este su capital, San Miguel de Salcedo, La Maná, Pujilí, Saquisilí, Sigchos y Pangua. [47]

Figura N° 19. Mapa Político de la Provincia de Cotopaxi



Fuente: mapas.owje.com/16215/cotopaxi.html

2.2.1.3. UBICACIÓN MICRO DEL PROYECTO

El cantón de Pujilí está ubicado al oeste de la capital de la provincia de Cotopaxi Latacunga, al norte colinda con el cantón de Sigchos y Saquisilí, al sur colinda con Salcedo y la Provincia de Tungurahua, al oeste están los cantones de Pangua y La Mana. Pujilí cuenta con una superficie de 1305 Km² y 2961 m.s.n.m.

Está dividida políticamente en 7 parroquias, Pujilí (cabecera cantonal) es la única parroquia urbana del cantón, Angamarca, Guangaje, La Victoria, Pilaló, El Tingo La Esperanza, Zumbahua son parroquias rurales del cantón Pujilí.

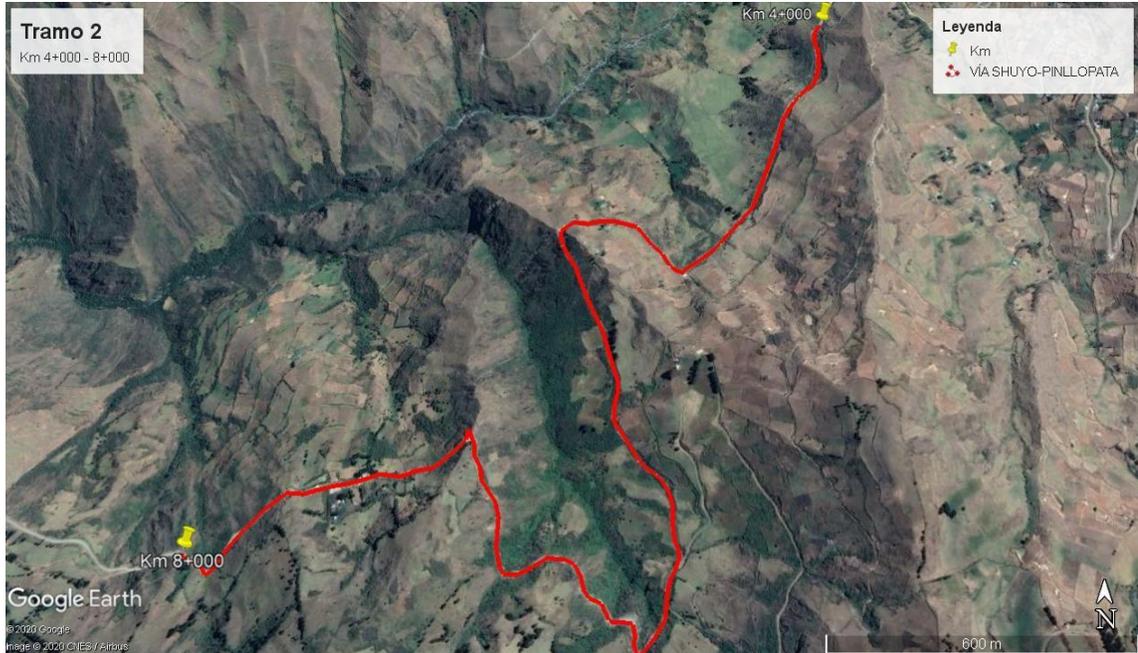
Figura N° 20. División Política del Cantón Pujilí



Fuente: Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial del Cantón Pujilí, 2019

El proyecto técnico está situado en la parroquia rural de Angamarca, con una superficie aproximadamente de 26.991,42 Ha ubicada en la zona 17 Sur, su posicionamiento geográfico se encuentra en las coordenadas 737413.25 E y 9867453.79 N con una altitud de 2 996 m.s.n.m., misma que se encuentra limitada al Norte con la parroquia Pilaló y Zumbahua, al Sur con la Provincia de Bolívar, las parroquias El corazón y Pinllopata al Oeste y al este con la parroquia de Cusubamba al igual que la provincia de Tungurahua, con una superficie territorial de 269.91 Km² aproximadamente.

Figura N° 21. Vía Shuyo – Pinllopata Tramo Km 4+000 – 8+000, Parroquia Angamarca



Fuente: Google Earth, 2020

2.2.2. PLAN DE RECOLECCIÓN DE DATOS

El proyecto técnico tiene un enfoque en el diseño geométrico de la vía, cumpliendo con factores de seguridad, comodidad y condiciones de movilidad estipulados en la Norma Vigente de construcción de carreteras dispuesta por el Ministerio de Transporte y Obras Públicas, estarán basados en las características geométricas existentes y al igual se modificará para mejorar las condiciones geométricas de la carretera.

2.2.2.1. LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO

El levantamiento topográfico fue mediante fotogrametría realizada sobre el terreno de estudio con la finalidad de conocer el tipo de superficie.

Siguiendo los siguientes pasos descritos a continuación:

- Marcar y georreferenciar mediante RTK R10 el punto inicial o de partida aquí se coloca una estaca con un clavo en la parte central.
- Se coloca elementos vistosos alrededor en forma de cruz para ubicar los puntos georreferenciados con mayor facilidad en el vuelo del drone.
- Se realiza referencias cada Km tomando en cuenta que el punto sea visible y no obstruya ningún otro elemento aledaño.
- El vuelo del drone se realizará en fases debido a la topografía y extensión de la franja de terreno.
- El levantamiento topográfico seguirá la vía actual, con la finalidad de obtener una franja de oscile entre los 100 y 200 metros.

2.2.2.2. CONTEO VEHICULAR

Se aplicará el método de conteo manual en la vía actual obteniendo la composición vehicular que circulan por un punto específico de la Vía Shuyo – Pinllopata en el Km 4+000 hasta el Km 8+000, durante 7 días con un periodo de 12 horas diarias en intervalos de 15 minutos.

2.2.3. PLAN DE PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS DE INFORMACIÓN

2.2.3.1. PLAN DE PROCESAMIENTO

Una vez culminando el levantamiento de información tanto como es el levantamiento topográfico y conteo vehicular efectuados sobre la vía Shuyo – Pinllopata se realizarán las siguientes actividades con el fin mejorar el diseño geométrico de la vía en estudio:

- Revisión de datos topográficos obtenidos.
- Tabulación de los datos de tráfico obtenidos en el conteo vehicular.
- Dibujo de la franja topográfica.
- Elaboración del diseño geométrico de la vía en sentido horizontal, vertical y transversal.
- Determinación de volúmenes de corte y relleno.
- Obtención del presupuesto referencial.

2.2.3.2. ANÁLISIS DE INFORMACIÓN

Mediante un trabajo minucioso se comparan los datos obtenidos con la Norma de diseño geométrico de carreteras MOP 2003 con la finalidad de obtener los elementos geométricos y condiciones seguras de operación concluyendo con los objetivos planteados al inicio del proyecto.

CAPÍTULO III

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS

3.1.1. LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO

Se lo realizó por medio de drone topográfico y GPS diferencial, el GPS Diferencial fue el equipo primordial para la referenciación y posicionamiento de los diferentes puntos, en este proyecto se establecieron puntos cada kilómetros, en los cuales se marcaron mediante una cruz pintada sobre el punto georreferenciado para al momento del vuelo mejorar su visibilidad y localización de dichos puntos, estos puntos fueron ubicados a una distancia aproximada de 1000 metros ubicándolos en las partes más cercanas a la vía con una área despejada. Cabe recalcar que las condiciones topográficas y climáticas de la zona en estudio nos obligaron hacer un sin número de vuelos pequeños. Las fotografías obtenidas por el vuelo del dron se encuentran en los Anexos.

3.1.2. CONTEO VEHICULAR

El volumen de tráfico nos permite clasificar a los vehículos que circulan por la vía en tres grupos, Automóviles o Vehículos Livianos (A), Buses (B) y Camiones (C), su aforo fue durante 7 días, con una duración de 12 horas diarias con un intervalo de 15 minutos, para obtener el día de mayor demanda de tráfico con su respectiva hora pico.

El estudio de tráfico fue realizado en la parroquia de Angamarca en el tramo 4+000 Km al 8+000, entre los días 16 al 22 de septiembre del 2019, iniciando a las 7H00 de la mañana y culminando 19H00 de la noche, obteniendo el conteo vehicular en ambos sentidos en un intervalo de 15 minutos.

Tabla N° 14. Volumen Vehicular por Día

Volumen Vehicular por Día						
Fecha	16 de septiembre al 22 de septiembre					
Lugar	Tramo 4+000 al 8+000 Km, Angamarca, Pujilí					
N° Carriles	2					
Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Domingo
24	31	33	25	54	29	32

Fuente: Romel Iván Uvidia Ortiz

El día de mayor demanda es el viernes 20 de septiembre del 2019, por la razón que cada día viernes de todas las semanas tiene concentración la feria agrícola en la parroquia de Angamarca, con una cantidad de 54 vehículos.

Tabla N° 15. Conteo Vehicular del Día de Mayor Demanda

Conteo Vehicular											
Lugar:	Angamarca, Pujilí										
Dirección:	Vía Shuyo - Pinllopata 4+000 Km al 8+000 Km										
N° de Carriles :	2										
Ancho Efectivo:	6 m										
Conteo Vehicular Día Viernes 20 de septiembre 2019											
Intervalo	Tipo de Vehículo			Vehículo Total	Vehículo Acumulado	Intervalo	Tipo de Vehículo			Vehículo Total	Vehículo Acumulado
	A	B	C				A	B	C		
7:00 - 7:15	2			2		13:00 - 13:15	1	1		2	8
7:15 - 7:30						13:15 - 13:30					6
7:30 - 7:45	1			1		13:30 - 13:45			1	1	6
7:45 - 8:00	1			1	4	13:45 - 14:00	1		2	3	6
8:00 - 8:15	1			1	3	14:00 - 14:15					4
8:15 - 8:30			1	1	4	14:15 - 14:30					4
8:30 - 8:45	1		1	2	5	14:30 - 14:45	1		1	2	5
8:45 - 9:00	2			2	6	14:45 - 15:00					2
9:00 - 9:15					5	15:00 - 15:15			1	1	3
9:15 - 9:30	1			1	5	15:15 - 15:30	1	1		2	5
9:30 - 9:45					3	15:30 - 15:45		1	1	2	5
9:45 - 10:00	1			1	2	15:45 - 16:00	1			1	6
10:00 - 10:15	2			2	4	16:00 - 16:15	1			1	6
10:15 - 10:30	1			1	4	16:15 - 16:30	1			1	5
10:30 - 10:45	1		1	2	6	16:30 - 16:45			1	1	4
10:45 - 11:00		1	1	2	7	16:45 - 17:00					3
11:00 - 11:15					5	17:00 - 17:15	1			1	3
11:15 - 11:30					4	17:15 - 17:30	2			2	4
11:30 - 11:45			1	1	3	17:30 - 17:45					3
11:45 - 12:00			1	1	2	17:45 - 18:00	1		1	2	5
12:00 - 12:15	1		3	4	6	18:00 - 18:15					4
12:15 - 12:30	1		1	2	8	18:15 - 18:30	1			1	3
12:30 - 12:45	1			1	8	18:30 - 18:45					3
12:45 - 13:00	1	1	1	3	10	18:45 - 19:00					1

Fuente: Romel Iván Uvidia Ortiz

Dónde:

A: Representan los vehículos livianos

B: Representan a buses

C: Representa camiones.

3.1.3. PRONÓSTICO DEL VOLUMEN DE TRÁFICO FUTURO

3.1.3.1. TRÁFICO ACTUAL

3.1.3.1.1. TRÁFICO EXISTENTE

Haciendo referencia al método aplicado el día de mayor demanda es viernes, poseyendo una hora pico en el lapso de 12:00 a 13:00 con una cantidad de 10 vehículos, teniendo como 4 vehículos en un cuarto de hora correspondiente al de la hora de máxima demanda, correspondiente de 12:00 a 12:15.

Tabla N° 16. Hora Pico

Intervalo	Tipo de Vehículo			Vehículo Total	Vehículo Acumulado
	A	B	C		
12:00 - 12:15	1	0	3	4	4
12:15 - 12:30	1	0	1	2	6
12:30 - 12:45	1	0	0	1	7
12:45 - 13:00	1	1	1	3	10
Porcentaje	40.00%	10.00%	50.00%	100%	

Fuente: Romel Iván Uvidia Ortiz

Obtenida la hora pico del proyecto, calculamos según la ecuación el factor de hora pico:

$$FHMD = \frac{VHMD}{4 * Q_{m\acute{a}x}}$$

$$FHMD = \frac{10}{4 * 4}$$

$$FHMD = 0.625$$

Donde:

FHMD: Factor horario de máxima demanda.

VHMD: Volumen horario de máxima demanda.

Q_{máx}: Flujo vehicular máximo registrado en el transcurso de 15 minutos.

El factor horario de máximo demanda es igual a 0.625 lo que nos indica que existen periodos de flujos máximos en periodos cortos dentro de la hora.

Obtenido el Factor horario de máxima demanda, procedemos a determinar el Tráfico promedio diario anual mediante el método de la 30ava hora. Se determina con la ecuación (2).

$$VHP * FHMD = k * TPDA$$

$$TPDA = \frac{VHP * FHMD}{k}$$

$$TPDA \text{ (livianos)} = \frac{4 * 0.625}{0.15}$$

$$TPDA \text{ (livianos)} = 17 \text{ veh\u00edculos/d\u00edas}$$

$$TPDA \text{ (buses)} = \frac{1 * 0.625}{0.15}$$

$$TPDA \text{ (buses)} = 4 \text{ veh\u00edculos/d\u00edas}$$

$$TPDA \text{ (camiones)} = \frac{5 * 0.625}{0.15}$$

$$TPDA \text{ (camiones)} = 21 \text{ veh\u00edculos/d\u00edas/ambos sentidos}$$

Donde:

VHP: Volumen horario del proyecto

TPDA: Tr\u00e1fico promedio diario anual

k: Factor porcentual (10% - 15%)

3.1.3.1.2. TR\u00c1NSITO ATRA\u00cdDO

Para el desarrollo de este proyecto se tom\u00f3 como referencia la v\u00eda Apagua – La Mana para la determinaci\u00f3n del tr\u00e1nsito atra\u00cddo.

Tabla N° 17. Estudio de Tráfico Vía Apagua – La Maná

Vía Apagua - La Maná				
Año	Livianos	Buses	Camiones	TPDA
2012	208	35	35	278
2013	216	35	36	287
2014	224	35	37	296
2015	232	35	38	305
2016	237	35	39	311
2017	242	35	40	317
2018	247	35	41	323
2019	253	35	42	330

Fuente: Subsecretaría de transporte y Obras Públicas Regional 3.

Al tomar una vía paralela con destinos similares, podemos optar por tomar un cierto porcentaje de la vía, en este caso solo llevará un 10% del tránsito que circula por dicha vía.

$$Tat = 10\% TPDA$$

$$Tat (livianos) = 10\% (253)$$

$$Tat (livianos) = 25 \text{ vehículos /día}$$

$$Tat (buses) = 10\% (35)$$

$$Tat (buses) = 3.5 \approx 4 \text{ vehículos /día}$$

$$Tat (camiones) = 10\% (42)$$

$$Tat (camiones) = 4 \text{ vehículos /día}$$

3.1.3.2. INCREMENTO DE TRÁNSITO

3.1.3.2.1. TRÁNSITO GENERADO

Para este proyecto según norma MTOP el tráfico generado es igual al 20% del tráfico actual.

$$TG = 20\% TPDA(actual)$$

- **Livianos (A)**

$$TG = 20\% * 17 \text{ veh\u00edculos/d\u00eda}$$

$$TG = 3 \text{ veh\u00edculos / d\u00eda}$$

- **Buses (B)**

$$TG = 20\% * 4 \text{ veh\u00edculos/d\u00eda}$$

$$TG = 1 \text{ veh\u00edculos / d\u00eda}$$

- **Camiones (C)**

$$TG = 20\% * 21 \text{ veh\u00edculos/d\u00eda}$$

$$TG = 4 \text{ veh\u00edculos / d\u00eda}$$

3.1.3.2.2. TRÁNSITO DESARROLLADO

Para este proyecto según norma MTOP el tráfico desarrollado es igual al 5% del tráfico actual.

$$TD = 5\% TPDA(actual)$$

- **Livianos (A)**

$$TD = 5\% * 17 \text{ veh\u00edculos/d\u00eda}$$

$$TD = 1 \text{ veh\u00edculos / d\u00eda}$$

- **Buses (B)**

$$TD = 5\% * 4 \text{ veh\u00edculos/d\u00eda}$$

$$TD = 0 \text{ veh\u00edculos / d\u00eda}$$

- **Camiones (C)**

$$TD = 5\% * 21 \text{ veh\u00edculos/d\u00eda}$$

$$TD = 1 \text{ veh\u00edculos / d\u00eda}$$

El tr\u00e1nsito actual es determinado por la suma de los diferentes tr\u00e1nsitos los cuales son TPDA actual, el tr\u00e1nsito generado, tr\u00e1nsito desarrollado y el tr\u00e1nsito atra\u00edo.

$$TA = TPDA (\text{actual}) + Tat + TG + TD$$

$$TA (\text{livianos}) = 17 + 25 + 3 + 1$$

$$TA (\text{livianos}) = 46 \text{ veh\u00edculos / d\u00eda}$$

$$TA (\text{buses}) = 4 + 4 + 1 + 0$$

$$TA (\text{buses}) = 9 \text{ veh\u00edculos / d\u00eda}$$

$$TA (\text{camiones}) = 21 + 4 + 4 + 1$$

$$TA (\text{camiones}) = 30 \text{ veh\u00edculos / d\u00eda}$$

$$TA = 86 \text{ veh\u00edculos / d\u00eda}$$

3.1.3.3. TR\u00c1FICO FUTURO

Siguiendo el m\u00e9todo AASHTO [48] para determinar el tr\u00e1fico futuro nos expresa la siguiente ecuaci\u00f3n:

$$TF = TA * (1 + i)^n$$

Donde:

TF: Tr\u00e1fico futuro

TA: Tr\u00e1fico actual

n: N\u00famero de a\u00f1os proyectados

i: Tasa de crecimiento del tr\u00e1fico

Tabla N\u00b0 18. Tasa de crecimiento vehicular

Periodo	Tipos De Veh\u00edculos		
	Livianos	Buses	Camiones
2010 - 2015	4.47	2.22	2.18
2015 - 2020	3.97	1.97	1.94
2020 - 2025	3.57	1.78	1.74
2025 - 2030	3.25	1.62	1.58
2030 - 2035	3.25	1.62	1.58
2035 - 2040	3.25	1.62	1.58

Fuente: “Norma de Dise\u00f1o Geom\u00e9trico”, MTOP 2003

En el año 2020 el tráfico futuro es igual a:

$$TF = TA * (1 + i)^n$$

$$TF(\text{livianos}) = 46 * (1 + 3.57)^1$$

$$TF(\text{livianos}) = 48 \text{ veh\u00edculos/d\u00eda}$$

Tabla N\u00b0 19. Tr\u00e1fico futuro del proyecto

A\u00f1o	Tasa De Crecimiento			Tipo De Veh\u00edculo			TPDA
	Livianos	Buses	Camiones	Livianos	Buses	Camiones	Total
2019	3.97	1.97	1.94	46	9	30	86
2020	3.57	1.78	1.74	48	9	31	88
2021	3.57	1.78	1.74	50	9	31	90
2022	3.57	1.78	1.74	51	9	32	93
2023	3.57	1.78	1.74	53	10	32	95
2024	3.57	1.78	1.74	55	10	33	98
2025	3.25	1.62	1.58	56	10	33	99
2026	3.25	1.62	1.58	58	10	34	102
2027	3.25	1.62	1.58	60	10	34	104
2028	3.25	1.62	1.58	62	10	35	107
2029	3.25	1.62	1.58	64	11	35	110
2030	3.25	1.62	1.58	66	11	36	112
2031	3.25	1.62	1.58	68	11	37	115
2032	3.25	1.62	1.58	70	11	37	118
2033	3.25	1.62	1.58	72	11	38	121
2034	3.25	1.62	1.58	75	11	38	124
2035	3.25	1.62	1.58	77	12	39	128
2036	3.25	1.62	1.58	80	12	39	131
2037	3.25	1.62	1.58	82	12	40	134
2038	3.25	1.62	1.58	85	12	41	138
2039	3.25	1.62	1.58	88	12	41	141
2040	3.25	1.62	1.58	91	13	42	145

Fuente: Romel Iv\u00e1n Uvidia Ortiz

El tráfico aproximado para el año 2040 se establece en 145 vehículos por día circulando en la vía en los dos sentidos al final del proyecto.

Nota:

Para darle continuidad al diseño de esta carretera a lo largo de todo su recorrido, hacemos referencia al tráfico futuro determinado por el señor Javier Jerez con un valor de 737 vehículos por día en ambos sentidos de circulación en el Km 0+000 al Km 4+000 al final del proyecto [49].

3.1.4. CLASIFICACIÓN DE LA VÍA

La clasificación de la vía depende del tráfico futuro establecido en 737 vehículos por día para determinar el tipo de carretera que será diseñada como una vía de tercer orden, esto de acuerdo a la clasificación de vías según el tráfico proyectado. El valor del tráfico futuro obtenido en el cálculo se aproxima al valor más alto de la clasificación, mediante el cual expresamos énfasis en los valores recomendados para el desarrollo del diseño geométrico de la carretera.

3.1.5. VELOCIDAD DE DISEÑO

Al tener una vía colectora de tercer orden con relieve montañoso el MTOP, al tratarse de valores recomendados el diseño geométrico podremos establecer una velocidad de diseño recomendó de 60 Km/h, así como también una velocidad de diseño absoluta de 40 Km/h, la velocidad de diseño para este proyecto será de 40 Km/h la misma que nos permite determinar los diferentes elementos geométricos de la vía.

3.1.6. VELOCIDAD DE CIRCULACIÓN

Podemos decir que la velocidad máxima de circulación en la vía, establecido en base a la velocidad de diseño nos da un valor de 37 Km/h en volúmenes de tráfico bajo, para un volumen de tráfico intermedio el valor se reduce a 35 Km/h esto de acuerdo a las tablas de la norma MTOP.

3.1.7. DISTANCIA DE VISIBILIDAD

3.1.7.1. DISTANCIA DE VISIBILIDAD DE PARADA

La distancia de visibilidad de parada está establecida mediante la ecuación en función de la velocidad de diseño.

$$D = d1 + d2$$

$$d1 = 0.7 V_c$$

$$d1 = 0.7 * 37 \text{ km/h}$$

$$d1 = 25.90 \text{ m}$$

Para una gradiente horizontal se ejecuta la siguiente fórmula

$$d2 = \frac{V_c^2}{254 f}$$

$$d2 = \frac{37^2}{254 * 0.39}$$

$$d2 = 13.82 \text{ m}$$

Podemos determinar la distancia 2 con efectos de gradiente:

$$d2 = \frac{V_c^2}{254 * (f \pm G)}$$

$$d2 = \frac{37^2}{254 * (0.39 \pm 0.07)}$$

$$d2 = 11.72 \text{ m o } 16.84 \text{ m}$$

La distancia de visibilidad de parada tenemos en tres casos:

$$D = d1 + d2$$

$$D = 25.90 \text{ m} + (11.72 \text{ ó } 13.82 \text{ ó } 16.84) \text{ m}$$

$$D = 37.62 \text{ m ó } 39.72 \text{ m ó } 42.74 \text{ m}$$

Donde:

D: Distancia de visibilidad de parada, m.

Vc: Velocidad de circulación, Km/h.

f: Coeficiente de rozamiento de la capa de rodadura.

G: Gradiente Longitudinal.

La distancia de visibilidad de parada en una velocidad de circulación de 37 Km/h en tres diferentes casos que se puede afrontar en la carretera estas son 38 m, 40 m. y 43 m aproximadamente, condiciones de ascenso, sin efecto de gradiente y descenso respectivamente, la MTOP nos presenta una distancia mínima de visibilidad de parada establecida con un valor de 40 m.

3.1.7.2. DISTANCIA DE VISIBILIDAD PARA REBASAMIENTO

La distancia de rebasamiento la norma MTOP nos establece ciertos parámetros y nos da valores referenciales de acuerdo a las necesidades de la vía, para una velocidad de diseño 40 km/h, nos establece que un vehículo rebasado que circula a una velocidad de 35 Km/h, para rebasar el vehículo rebasante necesita una velocidad de 51 Km/h y una distancia recomendada de 270 metros para realizar la maniobra de rebasamiento.

3.1.8. DISEÑO GEOMÉTRICO DE LA VÍA

3.1.8.1. DISEÑO HORIZONTAL

El alineamiento horizontal depende de factores como son la velocidad de diseño, topografía y tipo de carretera que se proyectada para 20 años.

3.1.8.1.1. RADIO DE CURVATURA MÍNIMO

El radio mínimo de curvas horizontales según la velocidad de diseño de 40 Km/h con peraltes de calzada máximo de 10% es igual a 40 metros, para la misma velocidad, pero con peralte de 4% el radio de curvatura es igual a 50.

Según la norma MTOP nos presenta la siguiente ecuación con la que vamos a obtener el radio de curvatura mínima para la velocidad de diseño.

$$R = \frac{V^2}{127 (e + f)}$$

$$R = \frac{40^2}{127 (10\% + 0.221)}$$

$$R = 39 \text{ m}$$

El radio de curvatura de acuerdo a la fórmula planteada por norma MTOP es igual a 39 metros.

3.1.8.1.2. PERALTE

Se utiliza un valor máximo 10% para velocidades de diseño superiores a 50 km/h y un valor de 8% para valores inferiores a 50 km/h, el proyecto presenta una velocidad de diseño de 40 km/h estableciendo un peralte asumido de 8% ($e = 0.08$).

3.1.8.1.3. SOBREALCHO

El sobrealcho se establecerá en un valor uniforme para todas las curvas horizontales con un valor predeterminado por la MTOP en cual corresponde a 30 cm al tener una velocidad de diseño menor a 50 Km/h, esto debido a la irregularidad del terreno por el que se realiza el diseño geométrico de este proyecto.

3.1.8.2. DISEÑO VERTICAL

En el diseño vertical al igual que el diseño horizontal los factores son velocidad de diseño, topografía y tipo de carretera proyectada a 20 años.

3.1.8.2.1. GRADIENTE

Para diseñar una carretera de forma verticalmente el primer elemento que podemos obtener es la gradiente la cual la norma MTOP nos expresa el valor mínimo de gradiente que debe ser igual al 0.5% mediante que el valor de máxima gradiente está establecido mediante la norma, que nos expresa un valor de 7% para un valor de diseño recomendado

y un valor de 9% para un valor de diseño absoluto como el presente proyecto está siendo diseñado con valores absolutos entonces nosotros establecemos una gradiente de 9%.

3.1.8.2.2. CURVAS CONVEXAS

Al hablar de curvas verticales convexas podemos obtener mediante la que nos da un valor de coeficiente K igual a 4 con una velocidad de diseño de 40 km/h y una distancia de visibilidad de 40 metros, la determinación de la longitud mínima de curvas convexas viene dada por la siguiente ecuación:

$$L_{min} = 0.60 * V$$

$$L_{min} = 0.60 * 40 \text{ km/h}$$

$$L_{min} = 24 \text{ m}$$

Donde:

Lmin: Longitud mínima de curvas convexas, m.

V: Velocidad de diseño, Km/h.

3.1.8.2.3. CURVAS CÓNCAVAS

Al igual que las curvas verticales convexas, las curvas cóncavas se pueden determinar mediante la siguiente fórmula, donde el coeficiente K es igual 6 con una velocidad de diseño de 40 km/h y una distancia de visibilidad de 40 metros, la determinación de la longitud mínima de curvas cóncavas viene dada por la siguiente ecuación:

$$L_{min} = 0.60 * V$$

$$L_{min} = 0.60 * 40 \text{ km/h}$$

$$L_{min} = 24 \text{ m}$$

Donde:

L_{min} : Longitud mínima de curvas cóncavas, m.

V: Velocidad de diseño, Km/h.

3.1.9. SECCIÓN TRANSVERSAL

La sección transversal se establecerá según medidas y sugerencias que el MTOP establece mediante los siguientes factores que son: velocidad de diseño, tipo de topografía, condiciones de circulación y tipo de vía proyectada a 20 años.

3.1.9.1. CALZADA

La calzada tiene un ancho máximo establecido para una vía colectora de tercer orden igual a 6.70 metros. En esta vía se dispondrá de dos carriles con sentidos opuestos, constanding cada carril con una dimensión de 3.35 metros.

3.1.9.2. ESPALDÓN

Los espaldones se establecen mediante valores recomendados por MTOP, este valor recomendado se mantuvo en 1.00 metro a cada lado de la vía que se construye con el mismo material con una pendiente de 2%.

3.1.9.3. CUNETAS

Al no presentar un previo estudio hidrográfico se diseñará una sección mínima de cuneta con una longitud de 1.00 metro, con una profundidad de 30 centímetros con una inclinación 2:1, este elemento será construido con un hormigón simple $f'c$ 180 kg/cm².

3.1.9.4. SECCIÓN TÍPICA

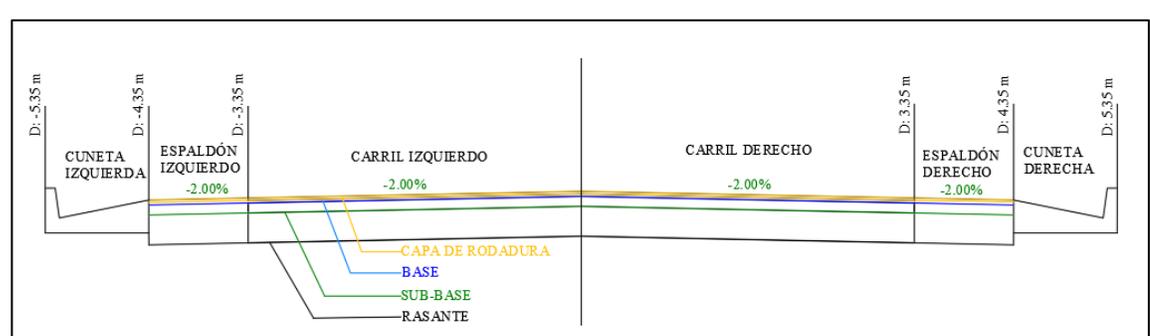
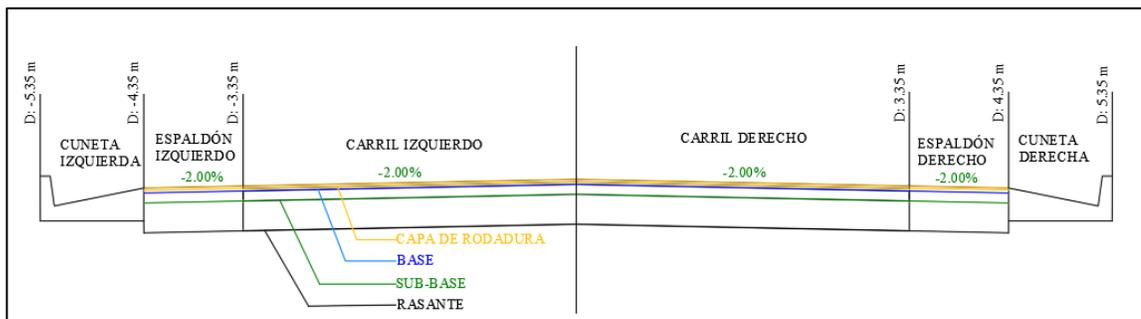
El ensamblaje de la sección típica de esta definida de acuerdo a los elementos que conforman esta sección típica que son calzada, espaldones y cuneta cual se representa en la siguiente . Error! No se encuentra el origen de la referencia..

Figura N° 22. Sección típica del proyecto



Fuente: Romel Iván Uvidia Ortiz

3.1.10. PRESUPUESTO REFERENCIAL

El presupuesto referencial establece los rubros necesarios para el desarrollo de la carretera, estos serán subdivididos en costos directos que abarcan el equipo, mano de obra, materiales y transporte, además de los costos indirectos por parte administrativa, soporte técnico y material de oficina valorizados en el 20% del valor de los costos directos

calculados. Los valores de costes de mano de obra serán acogidos de acuerdo al salario mínimo por ley establecidos por la Contraloría General del Estado Ecuatoriano en el año 2020. Los materiales de construcción estarán establecidos el costo de acuerdo a los precios de referencia estipulados por la Cámara de la construcción de Quito.

3.1.11. ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

3.1.11.1. RUBRO 1: DESBROCE, DESBOSQUE Y LIMPIEZA

Consiste en despejar una franja necesaria de terreno para la realización de la obra civil, siguiendo las especificaciones dadas. Siendo el proceso de desalojar árboles, plantas, basuras y cualquier otro material. Se efectuará mediante procedimientos eficaces, estos sean manuales o mecánicos, con herramientas convencionales. Para nuestro proyecto se tomará un ancho de franja de 35 metros con referencia al eje central de la vía.

Medida y forma de pago:

La unidad de medición según la MTOP es en hectáreas (Ha), al igual que la forma de pago.

$$Desbroce\ Total = Ancho\ de\ franja * Longitud\ total$$

$$Desbroce\ Total = 70\ m * 3887.64\ m$$

$$Desbroce\ Total = 272134.80\ m^2 = 27.21\ Ha$$

3.1.11.2. RUBRO 2: REPLANTEO Y NIVELACIÓN

El replanteo consiste en colocar los puntos del diseño definitivo, y referenciarlos en la superficie del terreno, con la finalidad de fijar los límites del ancho de la carretera, eje vial y movimiento de tierra.

Medida y forma de pago

El kilómetro es la unidad de medida de este rubro, al igual que el pago se efectuará por kilómetro realizado.

$$\textit{Longitud de repranteo} = \textit{Longitud del proyecto}$$

$$\textit{Longitud de repranteo} = 3887.64 \textit{ m} = 3.88 \textit{ Km}$$

3.1.11.3. RUBRO 3: EXCAVACIÓN SIN CLASIFICAR, INCLUYE DESALOJO.

El rubro 3 es el más importante dentro del proyecto, consiste en la remoción de tierras, con la finalidad de obtener la franja necesaria de carretera según indica los planos, fijando los siguientes puntos pendientes, niveles y alineaciones. Todas las operaciones necesarias para compactar y perfilar los taludes; el desalojo del material se realizará mediante volquetas a una zona establecida.

Medida y forma de pago

La unidad de pago y medida está establecida en metros cúbicos m³.

$$V_c = 316777.94 \textit{ m}^3$$

Donde:

V_c: Volumen de movimiento de tierra, m³

3.1.11.4. RUBRO 4: RELLENO CON MATERIAL DEL SITIO

Es rubro establece un relleno con material proveniente del sitio evitando material orgánico en la selección del material a ser compactado, realizado mediante capas

compactadas hasta obtener el nivel de subrasante necesario dejando una superficie compactada y parejamente homogénea.

Medida y forma de pago

Su unidad de medida establecida para cuantificar y realizar cobros será el metro cubico m³.

$$Vr = 15788.03 \text{ m}^3$$

Donde:

Vr: Volumen de relleno de tierras, m³.

3.1.11.5. RUBRO 5: EXCAVACIÓN DE ZANJAS PARA CUNETAS

Es una excavación continua al camino con finalidad de ser para la creación de las cunetas, siendo estas las encargadas de la evacuación de aguas lluvia y superficiales de la zona. La excavación se la realizaras con equipo necesario puede ser manual o mecánico. El proyecto se realizará con cunetas típicas de 1 metro de ancho y una profundidad de 40 cm.

Medida y forma de pago

Su unidad de medida establecida para el pago es de metros cúbicos m³.

$$Base = 1 \text{ m}$$

$$Altura = 0.40 \text{ m}$$

$$Area = 0.20 \text{ m}^2$$

$$Longitud \text{ de } via = 3 \ 887.64 \text{ m}$$

$$\text{Volumen total} = 1\,555.06 \text{ m}^3$$

El análisis de precios unitarios de cada uno de los rubros se encuentra en el Anexo D.

Tabla N° 20. Presupuesto Referencial

Universidad Técnica de Ambato Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica Ingeniería Civil					
Tema: Diseño Geométrico de la alternativa Vial Shuyo - Pinllopata en el Tramo km 4+000 - 8+000					
Ubicación: Cantón Pujili, Parroquia Rural Angamarca					
Presupuesto referencial					
Rubro No.	Descripción	Unidad	Cantidad	P. Unitario	P, Total
1	Desbroce, desbosque y limpieza	Ha	27.21	\$ 78.10	\$ 2,125.30
2	Replanteo y nivelación	Km	3.89	\$ 189.37	\$ 736.20
3	Excavación sin clasificar, incluye desalojo	m3	316777.94	\$ 1.63	\$ 515,619.58
4	Relleno con material del sitio	m3	14064.42	\$ 2.50	\$ 35,090.95
5	Excavación de zanja para cunetas	m3	1555.06	\$ 1.59	\$ 2,464.85
				Total	\$ 556,036.89
<p>Cantidad Total: Quinientos cincuenta y seis mil treinta y seis con 89/100 dólares La Cantidad ofertada no incluye IVA</p>					

Fuente: Romel Uvidia

CAPÍTULO IV

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1. CONCLUSIONES

- El tramo de la vía Shuyo – Pinllopata 4+000 km al 8+000 km se obtuvo mediante el estudio topográfico una franja de diseño de 100 metros la cual representa el relieve natural del terreno montañoso y todos los elementos de vía actual.
- El tráfico futuro obtenido fue de 145 vehículos por día para ambos sentidos de circulación para la carretera Shuyo – Pinllopata, se construirá una vía de tercer orden dando continuidad al primer tramo de vía, dando como resultado no tener que ser rediseñada en un próximo periodo de 20 años.
- De acuerdo a las normas de diseño geométrico de carreteras de MTOP, se estableció valores para el diseño horizontal según la norma, la velocidad de diseño establecido en 40 km/h con curvas de 42 metros de radio mínimo.
- Del diseño geométrico vertical elaborado de acuerdo a la normativa del MTOP, se consiguió tangentes verticales con gradientes longitudinales máxima 9 %, respetando los valores recomendados para una vía de tercer orden con una velocidad de diseño de 40 Km/h.
- Para el diseño transversal elaborado mediante valores recomendados por normativa del MTOP, dando como resultado un ancho de calzada de 6.70 metros para los dos carriles en ambos sentidos de circulación, con un espaldón de 1.00 metro para cada lado y una cuneta típica de 1.00 metro de ancho con bombeo de 2% a lo largo de toda la carretera.
- El volumen de corte y relleno obteniendo en este proyecto de carretera fueron de 316,777.94 metros cúbicos para corte y 15,788.03 metros cúbicos para lo que sería

relleno en 3.88 km del presente proyecto, el volumen sobrante y no apto para su uso en el relleno será desalojado en un tramo amplio de vía ubicado en el km 5+300 de la vía.

- Se concluyó que el volumen de corte es sumamente mayor al de relleno por la razón que el trazado fue hecho en un terreno montañoso con pendientes transversales aproximadas de 20%.
- El presupuesto referencial fue de \$ 556,036.89 dólares correspondiente a un proyecto vial de 3.88 kilómetros de acuerdo a los rubros propuestos en la sección de Anexo E respetando las especificaciones técnicas para construcción de caminos y puentes del MOP 2003.
- Se determinó que, al realizar el nuevo trazado de la vía, con una mayor área determinada para la construcción de la misma, generara un impacto ambiental negativo hacia los cultivos de los terrenos aledaños a la carretera.

4.2. RECOMENDACIONES

- Se recomienda realizar su revisión y aprobación del proyecto por parte de los GADP's de Angamarca y Pinllopata previo a la ejecución, ya que este proyecto técnico fue realizado a nivel de pre factibilidad.
- Se recomienda el estudio de suelos para el diseño y elaboración de la carpeta asfáltica, así como para la estabilidad de los diferentes taludes.
- Realizar un estudio hidrográfico en el Km 6+360 teniendo en cuenta que atraviesa un pequeño arroyo por la vía.
- Realizar un estudio de canales abiertos ya que circula un caudal de agua 3 lts/s aproximadamente a la horilla de la vía actual desde el km 6+100 hasta el Km 4+200 aproximadamente.
- Se recomienda para la ejecución de la obra realizar el trazado de la misma por donde se ha establecido cumpliendo con los parámetros establecidos por la normativa vigente de diseño geométrico de carreteras en el Ecuador.

BIBLIOGRAFÍA

- [1] L. A. Tapia Guerrero, “Infraestructura carretera y economía regional. El caso de los productores de ajo de Oaxaca y Puebla,” *región y Soc.*, vol. 30, no. 73, Sep. 2018.
- [2] K. Bautista, “DISEÑO DE LA VÍA GUASIATA-PUNTZATZO Y APLICACIÓN DE ESCÁNER 3D, EN LA PARROQUIA ANGAMARCA, PERTENECIENTE AL CANTÓN PUJILÍ DE LA PROVINCIA DE COTOPAXI,” 2016.
- [3] J. Torres, “La importancia vial,” *El Nacional*. [Online]. Available: <https://elnacional.com.do/la-importancia-vial/>. [Accessed: 02-Apr-2020].
- [4] E. Luisa, “CARACTERÍSTICAS DE LA CAPA DE RODADURA DEL SECTOR DE QUILLÁN LOMA DE LA PARROQUIA IZAMBA DEL CANTÓN AMBATO, PROVINCIA DE TUNGURAHUA Y SU INCIDENCIA EN EL DESARROLLO SOCIO ECONÓMICO,” 2015.
- [5] S. Caro, “Tecnologías para Vías Terciarias: Perspectivas y Experiencias desde la Academia,” *Rev. Ing.*, no. 45, pp. 12–21, 2017.
- [6] J. G. C. Daza, “TOPOGRAFIA CONVENCIONAL Y TOPOGRAFIA CON DRONES PARA EL DISEÑO GEOMETRICO DE UNA VIA EN REHABILITACION SECTOR TULUA – RIO FRIO JUAN GUILLERMO CORREDOR DAZA CODIGO : 3101239 Ingeniero Topográfico UNIVERSIDAD MILITAR NUEVA GRANADA Bogotá , Colombia,” 2015.
- [7] R. O. Leal and C. A. López, “METODOLOGÍA PARA LA PLANEACIÓN LOGÍSTICA DE VÍAS FORESTALES PARA LA COSECHA DE PLANTACIONES DE *Eucalyptus globulus* Labill. UTILIZANDO HERRAMIENTAS DE OPTIMIZACIÓN,” *Colomb. For.*, vol. 14, no. 1, p. 51, 2011.

- [8] C. (Univerdiad centroamericana) Delgado Pineid, “Texto Básico para el Diseño Geométrico y Vial de Carreteras para la Universidad Centroamericana,” Universidad Centroamericana, 2016.
- [9] J.-R. Quintero-González, “Del concepto de ingeniería de tránsito al de movilidad urbana sostenible,” *Ambient. y Desarro.*, vol. 21, no. 40, p. 57, 2017.
- [10] R. A. G. Depestre and E. E. D. García, “CARACTERIZACIÓN DE LA ACCIDENTALIDAD VEHICULAR Y ANÁLISIS DE LAS CAUSAS EN LA PROVINCIA DE VILLA CLARA , CUBA CHARACTERIZATION OF VEHICULAR ACCIDENTS AND ANALYSIS OF CAUSES IN THE PROVINCE OF VILLA CLARA , CUBA,” pp. 191–200, 2012.
- [11] Ministerio de transporte y obras publicas del ecuador, “Nevi-12,” in 2 A, Quito, 2013, p. 382.
- [12] A. García, F. J. Camacho-Torregrosa, A. M. Pérez-Zuriaga, A. T. Moreno, and C. Llorca, *Nuevo proceso de diseño geométrico para unas carreteras convencionales más seguras*, no. April. 2013.
- [13] R. Torres, “TRANSPORTE, COMUNICACIONES Y SEGURIDAD ALIMENTARIA,” *ProQuest*, p. 20, 2013.
- [14] F. Autachi and D. Quispe, “ANÁLISIS DE LA INFLUENCIA DE LAS CARACTERÍSTICAS GEOMÉTRICAS, DISPOSITIVOS DE CONTROL E INTENSIDAD DEL TRÁNSITO EN LA ACCIDENTABILIDAD DE LA CARRETERA NACIONAL PE-3S TRAMO ANCAHUASI - LIMATAMBO SEGÚN LA METODOLOGÍA DE INSPECCIÓN DE SEGURIDAD VIAL DEL MTC,” Univerdiada Andina del Cusco, 2019.
- [15] V. León, “EVALUACION Y DIAGNÓSTICO DE ACCIDENTALIDAD, APLICADO A LA SEGURIDAD VIAL DEL CORREDOR DE LA AV. SIMON BOLIVAR, TRAMO AUTOPISTA GENERAL RUMIÑAHUI –

- INTERSECCION RUTA VIVA,” Univerdiad de las Fuerzas Armadas ESPE, 2018.
- [16] S. Cevallos, “Modelo de Rehabilitación Vial que permita desarrollar un Plan que mejore las Condiciones de la Estructura de la Capa de Rodadura para Vías Interparroquiales del Cantón Guano de la Provincia de Chimborazo,” Universis Técnica de Ambato, 2011.
- [17] C. Arango Ruiz and J. Perugachi Cabascango, “Rehabilitación de la vía Carabuela -Guanansi - Cotama (5km de longitud), ubicado en el Cantón Otavalo, Provincia de Imbabura,” Universidad Central del Ecuador, 2018.
- [18] Ministerio de Transporte y Obras Publicas, *Normas de Diseño Geometrico de Carreteras - 2003*, vol. 2. 2003.
- [19] S. Uribe, “Propuesta metodológica para el diseño de intersecciones urbanas,” no. 7, pp. 46–54, 2009.
- [20] M. L. Fernando, M. L. Gabriel, and M. Luis, “Un sistema de gestión de pavimentos basado en nuevas tecnologías para países en vía de desarrollo A Pavement Management System Based on New Technologies for Developing Countries,” *Ing. Investig. y Tecnol.*, vol. 17, no. 2, pp. 223–236, 2016.
- [21] R. Tapia, ““ EVALUACIÓN EX – POST DE LA IMPLEMENTACIÓN DEL PROGRAMA DE MANTENIMIENTO VIAL POR,” 2016.
- [22] “Plan Nacional Buen Vivir.pdf.” .
- [23] J. Cárdenas Grisales, *Diseño Geométrico de Carreteras, 2da Edición*. 2013.
- [24] M. Silvera, “Ingeniería de carreteras,” 2010.
- [25] J. Jairo and A. Ospina, “DISEÑO GEOMÉTRICO DE VÍAS,” 2002.

- [26] J. Agudelo, *Diseño Geométrico de Vías*. 2012.
- [27] D. Alcantara Garcia, *Topografía y sus aplicaciones*, Grupo Patr. Mexico, 2014.
- [28] G. Jimenez, *Topografía para Ingenieros Civiles*. Armenia, 2007.
- [29] M. Parrales, “Análisis del diseño geométrico y alternativas de solución en la vía Cantagallo – El Jurón, Parroquia Puerto Cayo, cantón Jipijapa,” 2017.
- [30] “Fotogrametría | GeoPlanos.” [Online]. Available: <http://geoplanos.cl/fotogrametria/>. [Accessed: 18-Jan-2021].
- [31] O. Del Río Santana, A. Espinoza, J. Sáenz, and F. Martínez, “Levantamientos Topográficos con Drones,” pp. 15–19, 2019.
- [32] C. Puerta, “Tecnología Drone en Levantamientos Topográficos,” 2015.
- [33] M. R. Ferreira and V. G. Aira, “Aplicaciones topográficas de los drones,” no. 1.
- [34] H. Mamani, “Análisis y diseño de un sistema de control para la estabilidad de vuelo de un dron cuadrimotor aplicado a la topografía,” Universidad Nacional del Altiplano, 2017.
- [35] L. Casanova, *Topografía Plana*. 2002.
- [36] M. Laica, “DISEÑO GEOMÉTRICO DEL CAMINO VECINAL LA INDEPENDENCIA – ANILLO VIAL HACIA LA COMUNIDAD JAIME ROLDÓS AGUILERA II BLOQUE, UBICADO EN EL CANTÓN ARAJUNO, PROVINCIA DE PASTAZA,” 2016.
- [37] F. Moncayo, “Diseño Geométrico de la Vía que Comunica a la Comunidad El Tigre con El Recinto Pimpiguasi,” Universidad Estatal del Sur de Manabí, 2019.
- [38] C. Morales, “DISEÑO GEOMÉTRICO DE LA VÍA, ESTABILIZANDO LOS TALUDES CON MUROS ANCLADOS UBICADA EN EL SECTOR SAN

JOSÉ, SURANGAY, CHONTABAMBA, PERTENECIENTE A LA PARROQUIA HUAMBALÓ DEL CANTÓN SAN PEDRO DE PELILEO PROVINCIA DE TUNGURAHUA,” 2016.

- [39] J. N. Toscano Castillo, “Diseño De La Vía Provincial En El Tramo La Pillareña – El Carmen Del Cantón Pastaza En La Provincia De Pastaza, Con El Mejoramiento De La Subrasante Con Metodología Del Sector.,” p. 256, 2017.
- [40] I. S. Orozco Quinga, “DISEÑO GEOMÉTRICO DE LOS TRAMOS VIALES QUE UNEN LOS SECTORES QUITOCUCHO Y SEGOVIA ALTO ENTRE LAS PARROQUIAS BOLÍVAR Y HUAMBALÓ DEL CANTÓN PELILEO, PROVINCIA DEL TUNGURAHUA APLICANDO LOS SOFTWARE BIM DE ANIMACIÓN AutoCAD CIVIL 3D Y 3ds Max,” *Univ. Tec. Ambato*, p. 371, 2017.
- [41] R. (Universidad S. T. Perez, *Obras Viales Complementarias*. 2015, p. 106.
- [42] J. Toscano, “DISEÑO DE LA VÍA PROVINCIAL EN EL TRAMO LA PILLAREÑA – EL CARMEN DEL CANTÓN PASTAZA EN LA PROVINCIA DE PASTAZA, CON EL MEJORAMIENTO DE LA SUBRASANTE CON METODOLOGÍA DEL SECTOR.,” 2017.
- [43] P. Chocontá, *DISEÑO GEOMÉTRICO DE VÍAS*, 2da Edició. Bogotá, 1998.
- [44] P. E. Bravo, *Diseño de Carreteras*. 1976.
- [45] “Mavic 2 - Specifications, FAQs, Videos, Tutorials, Manuals - DJI.” [Online]. Available: <https://www.dji.com/mavic-2/info>. [Accessed: 13-Apr-2020].
- [46] A. y R. , S. Valera, “Geografía y clima,” 05-Jan-2020. [Online]. Available: <https://bioweb.bio/fungiweb/GeografiaClima/>. [Accessed: 13-Apr-2020].
- [47] “Ubicación geográfica - Visita Cotopaxi.” [Online]. Available: <https://sites.google.com/site/visitacotopaxi1/ubicacin-geografica>. [Accessed: 15-

Apr-2020].

[48] AASHTO, *Política Sobre Diseño Geométrico de Caminos y Calles*, 6th ed. 2011.

[49] J. Jerez, “DISEÑO GEOMÉTRICO DE LA ALTERNATIVA VIAL SHUYO – PINLLOPATA EN EL TRAMO KM 0 + 000 – 4 + 000 PERTENECIENTE A LOS CANTONES PUJILÍ Y PANGUA DE LA PROVINCIA DE COTOPAXI,” Universidad Técnica de Ambato, 2019.

ANEXOS

ANEXO A
MATERIALES Y EQUIPOS

MATERIALES

Anexo A - 1. Banco de nivel de precisión



Anexo A - 2. Estaca de madera



Anexo A - 3. Clavos de hierro



Anexo A - 4. Libreta de campo



Anexo A - 5. Pintura



EQUIPOS

Anexo A - 6. Dron



Anexo A - 7. RTK



<p>Anexo A - 8. Receptor de Geoposicionamiento global</p>	<p>Anexo A - 9. Trípode</p>
 <p>A yellow and black Garmin eTrex 10 GPS receiver. The screen displays a map with a route and a north arrow. The brand name 'GARMIN' is visible at the bottom of the device.</p>	 <p>A person wearing a white cap and a grey jacket is standing on a dirt road, using a silver tripod. The tripod is positioned over a line of yellow survey markers. A yellow bucket is visible in the foreground.</p>
<p>Anexo A - 10. Radio de comunicación</p>	<p>Anexo A - 11. Cinta métrica</p>
 <p>Two yellow and black Motorola radios standing side-by-side. Both have their antennas extended and their LCD screens displaying the number '22'.</p>	 <p>A roll of Azedid measuring tape. The tape is green with white markings. The brand name 'AZEDID' is visible on the yellow label in the center of the roll.</p>
<p>Anexo A - 12. Flexómetro</p>	<p>Anexo A - 13. Herramienta menor</p>



Anexo A - 14. Computador



ANEXO B

LEVANTAMIENTO

TOPOGRÁFICO

<p>Anexo B - 1. Reconocimiento de la carretera existente Km 6+500</p>	<p>Anexo B - 2. Socialización del proyecto con autoridades del Cantón Pangua</p>
	
<p>Anexo B - 3. Colocación del banco de nivel</p>	<p>Anexo B - 4. Implantación de estas de madera</p>
	

Anexo B - 5. Pintado del punto de control



Anexo B - 6. Instalacion y nivelacion del tripode para la estacion fija



Anexo B - 7. Instalación y configuración de la estación fija



Anexo B - 8. Instalación y topa del punto de referencia con la estación móvil



<p>Anexo B - 9. Levantamiento del vuelo del drone</p>	<p>Anexo B - 10. Orto fotogrametría del Km 6+300</p>
 <p>A photograph showing a person in a striped shirt and blue jeans standing on a dirt road. A blue drone is on the ground in front of them.</p>	 <p>An aerial photograph showing a dirt road winding through a dense green forest. The road is light brown and curves through the trees.</p>
<p>Anexo B - 11. Vuelo del dron para la obtención de las orto fotogrametría</p>	<p>Anexo B - 12. Vista de la Orto fotogrametría en la aplicación</p>
 <p>A photograph of a drone flying in a cloudy sky. The drone is small and dark, positioned in the center of the frame. The sky is overcast with grey clouds. The bottom of the image shows a dark, silhouetted forest.</p>	 <p>A photograph showing a hand holding a drone controller. The controller has a tablet attached to it, which displays an aerial view of the terrain. The background shows a dirt road and green hills.</p>

ANEXO C

CONTEO VEHICULAR

Anexo C - 1. Conteo vehicular, lunes 16 de septiembre del 2019

Conteo Vehicular											
Lugar:		Angamarca, Pujili									
Dirección:		Vía Shuyo - Pinllopata 4+000 Km al 8+000 Km									
N° de Carriles :		2									
Ancho Efectivo:		6 m									
Conteo Vehicular Día Lunes 16 de septiembre del 2019											
Intervalo	Tipo de Vehículo			Vehículo Total	Vehículo Acu.	Intervalo	Tipo de Vehículo			Vehículo Total	Vehículo Acu.
	A	B	C				A	B	C		
7:00 - 7:15	2			2		13:00 - 13:15					
7:15 - 7:30						13:15 - 13:30					
7:30 - 7:45	1			1		13:30 - 13:45					
7:45 - 8:00					3	13:45 - 14:00					
8:00 - 8:15			1	1	2	14:00 - 14:15					
8:15 - 8:30					2	14:15 - 14:30					
8:30 - 8:45			1	1	2	14:30 - 14:45					
8:45 - 9:00	1			1	3	14:45 - 15:00					
9:00 - 9:15	1			1	3	15:00 - 15:15					
9:15 - 9:30	1		1	2	5	15:15 - 15:30	1	1		2	2
9:30 - 9:45					4	15:30 - 15:45	1			1	3
9:45 - 10:00					3	15:45 - 16:00					3
10:00 - 10:15					2	16:00 - 16:15					3
10:15 - 10:30						16:15 - 16:30		1		1	2
10:30 - 10:45		1		1	1	16:30 - 16:45	2			2	3
10:45 - 11:00			1	1	2	16:45 - 17:00	1			1	4
11:00 - 11:15					2	17:00 - 17:15		1		1	5
11:15 - 11:30					2	17:15 - 17:30					4
11:30 - 11:45					1	17:30 - 17:45					2
11:45 - 12:00						17:45 - 18:00	1			1	2
12:00 - 12:15						18:00 - 18:15					1
12:15 - 12:30						18:15 - 18:30	2			2	3
12:30 - 12:45						18:30 - 18:45	2			2	5
12:45 - 13:00						18:45 - 19:00					4

Anexo C - 2. Conteo vehicular, martes 17 de septiembre del 2019

Conteo Vehicular											
Lugar:	Angamarca, Pujili										
Dirección:	Vía Shuyo - Pinllopata 4+000 Km al 8+000 Km										
N° de Carriles :	2										
Ancho Efectivo:	6 m										
Conteo Vehicular Día Martes 17 de septiembre del 2019											
Intervalo	Tipo de Vehículo			Vehículo Total	Vehículo Acu.	Intervalo	Tipo de Vehículo			Vehículo Total	Vehículo Acu.
	A	B	C				A	B	C		
7:00 - 7:15	1			1		13:00 - 13:15					2
7:15 - 7:30						13:15 - 13:30					1
7:30 - 7:45						13:30 - 13:45					
7:45 - 8:00	1		1	2	3	13:45 - 14:00	1			1	1
8:00 - 8:15	3		2	5	7	14:00 - 14:15					1
8:15 - 8:30					7	14:15 - 14:30	1			1	2
8:30 - 8:45					7	14:30 - 14:45					2
8:45 - 9:00	1			1	6	14:45 - 15:00					1
9:00 - 9:15					1	15:00 - 15:15	1			1	2
9:15 - 9:30					1	15:15 - 15:30		1		1	2
9:30 - 9:45					1	15:30 - 15:45					2
9:45 - 10:00			3	3	3	15:45 - 16:00					2
10:00 - 10:15					3	16:00 - 16:15					1
10:15 - 10:30	2		1	3	6	16:15 - 16:30					
10:30 - 10:45			1	1	7	16:30 - 16:45	1			1	1
10:45 - 11:00					4	16:45 - 17:00					1
11:00 - 11:15					4	17:00 - 17:15	1	1		2	3
11:15 - 11:30	1			1	2	17:15 - 17:30	1			1	4
11:30 - 11:45	1			1	2	17:30 - 17:45	1			1	4
11:45 - 12:00					2	17:45 - 18:00					4
12:00 - 12:15	1			1	3	18:00 - 18:15					2
12:15 - 12:30	1			1	3	18:15 - 18:30			1	1	2
12:30 - 12:45	1			1	3	18:30 - 18:45					1
12:45 - 13:00					3	18:45 - 19:00					1

Anexo C - 3. Conteo vehicular, miércoles 18 de septiembre del 2019

Conteo Vehicular											
Lugar:	Angamarca, Pujili										
Dirección:	Vía Shuyo - Pinllopata 4+000 Km al 8+000 Km										
N° de Carriles :	2										
Ancho Efectivo:	6 m										
Conteo Vehicular Día Miércoles 18 de septiembre del 2019											
Intervalo	Tipo de Vehículo			Vehículo Total	Vehículo Acu.	Intervalo	Tipo de Vehículo			Vehículo Total	Vehículo Acu.
	A	B	C				A	B	C		
7:00 - 7:15	1			1		13:00 - 13:15					1
7:15 - 7:30			1	1		13:15 - 13:30		1		1	1
7:30 - 7:45						13:30 - 13:45			1	1	2
7:45 - 8:00	2			2	4	13:45 - 14:00					2
8:00 - 8:15			1	1	4	14:00 - 14:15					2
8:15 - 8:30			1	1	4	14:15 - 14:30			2	2	3
8:30 - 8:45					4	14:30 - 14:45			1	1	3
8:45 - 9:00	2			2	4	14:45 - 15:00	1			1	4
9:00 - 9:15					3	15:00 - 15:15					4
9:15 - 9:30					2	15:15 - 15:30		1		1	3
9:30 - 9:45					2	15:30 - 15:45					2
9:45 - 10:00						15:45 - 16:00	2			2	3
10:00 - 10:15	2			2	2	16:00 - 16:15	1			1	4
10:15 - 10:30			1	1	3	16:15 - 16:30	1			1	4
10:30 - 10:45	1			1	4	16:30 - 16:45			1	1	5
10:45 - 11:00					4	16:45 - 17:00					3
11:00 - 11:15	1		1	2	4	17:00 - 17:15	1			1	3
11:15 - 11:30		1		1	4	17:15 - 17:30	1	1		2	4
11:30 - 11:45					3	17:30 - 17:45					3
11:45 - 12:00					3	17:45 - 18:00					3
12:00 - 12:15	1		1	2	3	18:00 - 18:15					2
12:15 - 12:30			1	1	3	18:15 - 18:30					
12:30 - 12:45					3	18:30 - 18:45					
12:45 - 13:00					3	18:45 - 19:00					

Anexo C - 4. Conteo vehicular, jueves 19 de septiembre del 2019

Conteo Vehicular											
Lugar:	Angamarca, Pujili										
Dirección:	Vía Shuyo - Pinllopata 4+000 Km al 8+000 Km										
N° de Carriles :	2										
Ancho Efectivo:	6 m										
Conteo Vehicular Día Jueves 19 de septiembre del 2019											
Intervalo	Tipo de Vehículo			Vehículo Total	Vehículo Acu.	Intervalo	Tipo de vehículo			Vehículo Total	Vehículo Acu.
	A	B	C				A	B	C		
7:00 - 7:15	1			1		13:00 - 13:15	1			1	5
7:15 - 7:30	2			2		13:15 - 13:30					4
7:30 - 7:45						13:30 - 13:45					2
7:45 - 8:00					3	13:45 - 14:00					1
8:00 - 8:15			1	1	3	14:00 - 14:15					
8:15 - 8:30	1			1	2	14:15 - 14:30					
8:30 - 8:45					2	14:30 - 14:45					
8:45 - 9:00			1	1	3	14:45 - 15:00	1			1	1
9:00 - 9:15					2	15:00 - 15:15					1
9:15 - 9:30					1	15:15 - 15:30					1
9:30 - 9:45					1	15:30 - 15:45		1		1	2
9:45 - 10:00	1			1	1	15:45 - 16:00					1
10:00 - 10:15	1			1	2	16:00 - 16:15					1
10:15 - 10:30					2	16:15 - 16:30			1	1	2
10:30 - 10:45					2	16:30 - 16:45					1
10:45 - 11:00	2			2	3	16:45 - 17:00	1			1	2
11:00 - 11:15	1	1		2	4	17:00 - 17:15		1		1	3
11:15 - 11:30					4	17:15 - 17:30					2
11:30 - 11:45					4	17:30 - 17:45					2
11:45 - 12:00	1			1	3	17:45 - 18:00					1
12:00 - 12:15					1	18:00 - 18:15	1			1	1
12:15 - 12:30			1	1	2	18:15 - 18:30					1
12:30 - 12:45	2			2	4	18:30 - 18:45	1			1	2
12:45 - 13:00		1		1	4	18:45 - 19:00					2

Anexo C - 5. Conteo vehicular, viernes 20 de septiembre del 2019

Conteo Vehicular											
Lugar:	Angamarca, Pujilí										
Dirección:	Vía Shuyo - Pinllopata 4+000 Km al 8+000 Km										
Nº de Carriles :	2										
Ancho Efectivo:	6 m										
Conteo Vehicular Día Viernes 20 de septiembre 2019											
Intervalo	Tipo de Vehículo			Vehículo Total	Vehículo Acu.	Intervalo	Tipo de Vehículo			Vehículo Total	Vehículo Acumulado
	A	B	C				A	B	C		
7:00 - 7:15	2			2		13:00 - 13:15	1	1		2	8
7:15 - 7:30						13:15 - 13:30					6
7:30 - 7:45	1			1		13:30 - 13:45			1	1	6
7:45 - 8:00	1			1	4	13:45 - 14:00	1		2	3	6
8:00 - 8:15	1			1	3	14:00 - 14:15					4
8:15 - 8:30			1	1	4	14:15 - 14:30					4
8:30 - 8:45	1		1	2	5	14:30 - 14:45	1		1	2	5
8:45 - 9:00	2			2	6	14:45 - 15:00					2
9:00 - 9:15					5	15:00 - 15:15			1	1	3
9:15 - 9:30	1			1	5	15:15 - 15:30	1	1		2	5
9:30 - 9:45					3	15:30 - 15:45		1	1	2	5
9:45 - 10:00	1			1	2	15:45 - 16:00	1			1	6
10:00 - 10:15	2			2	4	16:00 - 16:15	1			1	6
10:15 - 10:30	1			1	4	16:15 - 16:30	1			1	5
10:30 - 10:45	1		1	2	6	16:30 - 16:45			1	1	4
10:45 - 11:00		1	1	2	7	16:45 - 17:00					3
11:00 - 11:15					5	17:00 - 17:15	1			1	3
11:15 - 11:30					4	17:15 - 17:30	2			2	4
11:30 - 11:45			1	1	3	17:30 - 17:45					3
11:45 - 12:00			1	1	2	17:45 - 18:00	1		1	2	5
12:00 - 12:15	1		3	4	6	18:00 - 18:15					4
12:15 - 12:30	1		1	2	8	18:15 - 18:30	1			1	3
12:30 - 12:45	1			1	8	18:30 - 18:45					3
12:45 - 13:00	1	1	1	3	10	18:45 - 19:00					1

Anexo C - 6. Conteo vehicular, sábado 21 de septiembre del 2019

Conteo Vehicular											
Lugar:	Angamarca, Pujili										
Dirección:	Vía Shuyo - Pinllopata 4+000 Km al 8+000 Km										
Nº de Carriles :	2										
Ancho Efectivo:	6 m										
Conteo Vehicular Día Sábado 21 de septiembre del2019											
Intervalo	Tipo de vehículo			Vehículo Total	Vehículo Acu.	Intervalo	Tipo de vehículo			Vehículo Total	Vehículo Acu.
	A	B	C				A	B	C		
7:00 - 7:15						13:00 - 13:15		1		1	2
7:15 - 7:30	2			2		13:15 - 13:30	1	1		2	3
7:30 - 7:45						13:30 - 13:45					3
7:45 - 8:00					2	13:45 - 14:00	1			1	4
8:00 - 8:15	1	1		2	4	14:00 - 14:15					3
8:15 - 8:30					2	14:15 - 14:30					1
8:30 - 8:45			1	1	3	14:30 - 14:45					1
8:45 - 9:00					3	14:45 - 15:00	1			1	1
9:00 - 9:15					1	15:00 - 15:15	1			1	2
9:15 - 9:30					1	15:15 - 15:30	2			2	4
9:30 - 9:45	1		1	2	2	15:30 - 15:45			1	1	5
9:45 - 10:00			1	1	3	15:45 - 16:00					4
10:00 - 10:15					3	16:00 - 16:15	1			1	4
10:15 - 10:30					3	16:15 - 16:30					2
10:30 - 10:45					1	16:30 - 16:45	2			2	3
10:45 - 11:00			1	1	1	16:45 - 17:00			1	1	4
11:00 - 11:15					1	17:00 - 17:15					3
11:15 - 11:30					1	17:15 - 17:30			2	2	5
11:30 - 11:45	2			2	3	17:30 - 17:45	1			1	4
11:45 - 12:00					2	17:45 - 18:00					3
12:00 - 12:15					2	18:00 - 18:15	1			1	4
12:15 - 12:30		1		1	3	18:15 - 18:30					2
12:30 - 12:45					1	18:30 - 18:45					1
12:45 - 13:00					1	18:45 - 19:00					1

Anexo C - 7. Conteo vehicular, domingo 22 de septiembre del 2019

Conteo Vehicular											
Lugar:	Angamarca, Pujili										
Dirección:	Vía Shuyo - Pinllopata 4+000 Km al 8+000 Km										
N° de Carriles :	2										
Ancho Efectivo:	6 m										
Conteo Vehicular Día Domingo 22 de septiembre del 2019											
Intervalo	Tipo de vehículo			Vehículo Total	Vehículo Acu.	Intervalo	Tipo de vehículo			Vehículo Total	Vehículo Acu.
	A	B	C				A	B	C		
7:00 - 7:15	1			1		13:00 - 13:15					6
7:15 - 7:30						13:15 - 13:30		2		2	7
7:30 - 7:45	2			2		13:30 - 13:45					3
7:45 - 8:00			1	1	4	13:45 - 14:00			1	1	3
8:00 - 8:15	2			2	5	14:00 - 14:15	1			1	4
8:15 - 8:30					5	14:15 - 14:30					2
8:30 - 8:45					3	14:30 - 14:45					2
8:45 - 9:00					2	14:45 - 15:00					1
9:00 - 9:15						15:00 - 15:15					
9:15 - 9:30	1			1	1	15:15 - 15:30					
9:30 - 9:45	1			1	2	15:30 - 15:45					
9:45 - 10:00					2	15:45 - 16:00					
10:00 - 10:15			1	1	3	16:00 - 16:15	1			1	1
10:15 - 10:30		1		1	3	16:15 - 16:30	1			1	2
10:30 - 10:45					2	16:30 - 16:45					2
10:45 - 11:00					2	16:45 - 17:00					2
11:00 - 11:15	1			1	2	17:00 - 17:15	1			1	2
11:15 - 11:30		1		1	2	17:15 - 17:30		1	1	2	3
11:30 - 11:45					2	17:30 - 17:45					3
11:45 - 12:00	1			1	3	17:45 - 18:00					3
12:00 - 12:15	2			2	4	18:00 - 18:15					2
12:15 - 12:30		1		1	4	18:15 - 18:30	1			1	1
12:30 - 12:45	4			4	8	18:30 - 18:45					1
12:45 - 13:00	1			1	8	18:45 - 19:00	1			1	2

ANEXO D

VOLUMEN DE CORTE Y

RELLENO

Anexo D - 1. Volumen de corte y relleno del Km 4+000 al 4+520

TABLA DE VOLÚMENES DE CORTE Y RELLENO							
Abscisa	Área de Relleno	Área de Corte	Volumen de Relleno	Volumen de Corte	Volumen de Relleno Acumulado	Volumen de Corte Acumulado	Volumen Neto Acumulado
Km	m2	m2	m3	m3	m3	m3	m3
4+000.000	4.78	10.30	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
4+020.000	28.21	6.47	329.88	167.67	329.88	167.67	-162.21
4+040.000	0.00	17.00	295.56	232.15	625.44	399.82	-225.62
4+050.000	0.00	18.63	0.00	174.09	625.44	573.91	-51.53
4+060.000	0.00	20.45	0.00	191.64	625.44	765.55	140.11
4+070.000	0.00	22.02	0.00	207.55	625.44	973.10	347.66
4+080.000	2.55	20.73	13.76	209.16	639.20	1182.26	543.06
4+100.000	0.00	23.77	25.51	444.97	664.71	1627.23	962.52
4+120.000	0.00	44.33	0.00	681.03	664.71	2308.27	1643.56
4+130.000	0.02	66.43	0.10	556.63	664.81	2864.90	2200.09
4+140.000	0.00	71.99	0.10	698.95	664.91	3563.84	2898.93
4+150.000	0.47	70.22	2.50	714.61	667.41	4278.46	3611.05
4+160.000	0.00	71.04	2.50	708.04	669.91	4986.50	4316.59
4+170.000	0.00	66.42	0.00	689.24	669.91	5675.74	5005.83
4+180.000	0.00	63.78	0.00	652.92	669.91	6328.65	5658.74
4+190.000	0.00	62.47	0.00	634.63	669.91	6963.28	6293.37
4+200.000	0.00	56.24	0.00	596.75	669.91	7560.03	6890.12
4+210.000	0.63	51.68	3.22	541.09	673.13	8101.12	7427.99
4+220.000	0.00	57.35	3.22	545.92	676.35	8647.04	7970.69
4+230.000	0.69	55.47	3.65	564.37	680.00	9211.41	8531.41
4+240.000	0.00	57.92	3.65	567.83	683.65	9779.25	9095.60
4+250.000	0.09	66.66	0.45	625.26	684.10	10404.50	9720.40
4+260.000	0.00	83.28	0.45	751.14	684.55	11155.64	10471.09
4+280.000	0.00	86.03	0.00	1693.15	684.55	12848.79	12164.24
4+300.000	0.00	86.52	0.00	1723.64	684.55	14572.43	13887.88
4+310.000	0.00	92.80	0.00	891.29	684.55	15463.72	14779.17
4+320.000	0.00	95.80	0.00	937.17	684.55	16400.89	15716.34
4+330.000	0.00	92.53	0.00	936.43	684.55	17337.32	16652.77
4+340.000	0.00	87.50	0.00	893.60	684.55	18230.92	17546.37
4+350.000	0.00	95.06	0.00	904.87	684.55	19135.79	18451.24
4+360.000	0.00	101.08	0.00	972.21	684.55	20108.01	19423.46
4+380.000	0.00	125.45	0.00	2265.30	684.55	22373.31	21688.76
4+400.000	0.00	137.25	0.00	2627.04	684.55	25000.35	24315.80
4+420.000	0.00	144.75	0.00	2820.07	684.55	27820.42	27135.87
4+440.000	0.00	157.30	0.00	3020.53	684.55	30840.95	30156.40
4+460.000	0.00	160.88	0.00	3181.82	684.55	34022.77	33338.22
4+480.000	0.00	156.77	0.00	3176.56	684.55	37199.33	36514.78
4+490.000	0.00	159.43	0.00	1582.72	684.55	38782.05	38097.50
4+500.000	0.00	161.43	0.00	1606.29	684.55	40388.34	39703.79
4+520.000	0.00	174.77	0.00	3362.05	684.55	43750.39	43065.84

Anexo D - 2. Volumen de corte y relleno del Km 4+540 al 5+110

TABLA DE VOLÚMENES DE CORTE Y RELLENO							
Abscisa	Área de Relleno	Área de Corte	Volumen de Relleno	Volumen de Corte	Volumen de Relleno Acumulado	Volumen de Corte Acumulado	Volumen Neto Acumulado
Km	m2	m2	m3	m3	m3	m3	m3
4+540.000	0.00	177.06	0.00	3518.36	684.55	47268.75	46584.20
4+560.000	0.00	193.16	0.00	3702.27	684.55	50971.03	50286.48
4+580.000	0.00	198.73	0.00	3918.89	684.55	54889.92	54205.37
4+600.000	0.00	243.29	0.00	4420.20	684.58	59310.11	58625.53
4+620.000	0.00	231.41	0.00	4750.96	684.58	64061.07	63376.49
4+630.000	0.00	219.59	0.00	2262.45	684.58	66323.51	65638.93
4+640.000	0.00	219.26	0.00	2198.97	684.58	68522.48	67837.90
4+650.000	0.37	217.71	1.74	2189.75	686.32	70712.23	70025.91
4+660.000	0.00	232.75	1.74	2257.01	688.06	72969.24	72281.18
4+680.000	0.00	229.58	0.00	4630.23	688.06	77599.47	76911.41
4+700.000	0.00	235.00	0.00	4645.78	688.06	82245.25	81557.19
4+720.000	0.00	222.08	0.00	4570.72	688.06	86815.97	86127.91
4+740.000	0.00	248.78	0.00	4708.58	688.06	91524.55	90836.49
4+760.000	0.00	217.87	0.00	4666.53	688.06	96191.08	95503.02
4+780.000	0.00	197.88	0.00	4158.95	688.06	100350.02	99661.96
4+790.000	0.00	210.29	0.00	2042.76	688.06	102392.78	101704.72
4+800.000	0.00	213.40	0.00	2118.62	688.06	104511.40	103823.34
4+820.000	0.00	197.27	0.00	4106.72	688.06	108618.12	107930.06
4+840.000	0.00	217.70	0.00	4149.77	688.06	112767.88	112079.82
4+860.000	0.00	228.68	0.00	4463.80	688.06	117231.68	116543.62
4+880.000	0.00	215.61	0.00	4474.12	688.06	121705.80	121017.74
4+890.000	0.06	173.66	0.23	1964.89	688.28	123670.69	122982.41
4+900.000	0.00	149.05	0.23	1605.13	688.51	125275.82	124587.31
4+910.000	0.00	141.12	0.01	1430.16	688.52	126705.98	126017.46
4+920.000	0.00	135.78	0.01	1366.67	688.54	128072.65	127384.11
4+930.000	0.00	140.90	0.00	1371.89	688.54	129444.54	128756.00
4+940.000	0.00	156.55	0.00	1490.55	688.54	130935.09	130246.55
4+960.000	0.00	183.34	0.00	3425.04	688.54	134360.13	133671.59
4+980.000	0.00	160.29	0.00	3436.32	688.54	137796.45	137107.91
5+000.000	0.00	123.41	0.00	2837.00	688.54	140633.45	139944.91
5+020.000	0.00	96.79	0.00	2201.96	688.54	142835.40	142146.86
5+040.000	0.00	79.81	0.00	1758.92	688.54	144594.33	143905.79
5+050.000	0.20	82.40	1.06	803.05	689.59	145397.38	144707.79
5+060.000	0.00	97.06	1.06	893.79	690.65	146291.18	145600.53
5+070.000	0.00	109.26	0.00	1028.89	690.65	147320.07	146629.42
5+080.000	0.00	111.53	0.00	1097.68	690.65	148417.75	147727.10
5+090.000	0.00	96.06	0.00	1031.02	690.66	149448.77	148758.11
5+100.000	0.00	98.42	0.00	967.37	690.66	150416.14	149725.48
5+110.000	0.06	103.58	0.29	1007.21	690.96	151423.35	150732.39

Anexo D - 3. Volumen de corte y relleno del Km 5+120 al 5+710

TABLA DE VOLÚMENES DE CORTE Y RELLENO							
Abscisa	Área de Relleno	Área de Corte	Volumen de Relleno	Volumen de Corte	Volumen de Relleno Acumulado	Volumen de Corte Acumulado	Volumen Neto Acumulado
Km	m2	m2	m3	m3	m3	m3	m3
5+120.000	0.00	107.57	0.29	1054.60	691.25	152477.95	151786.70
5+130.000	0.00	118.42	0.00	1127.65	691.25	153605.61	152914.36
5+140.000	0.00	127.25	0.00	1225.40	691.25	154831.00	154139.75
5+150.000	0.00	132.61	0.00	1298.10	691.25	156129.10	155437.85
5+160.000	0.00	130.16	0.00	1313.18	691.25	157442.28	156751.03
5+180.000	0.00	101.97	0.00	2321.26	691.25	159763.54	159072.29
5+200.000	0.00	75.52	0.00	1774.83	691.25	161538.37	160847.12
5+220.000	0.00	78.89	0.00	1544.08	691.25	163082.46	162391.21
5+240.000	0.00	121.18	0.00	1993.80	691.25	165076.26	164385.01
5+250.000	0.00	123.15	0.00	1227.13	691.25	166303.39	165612.14
5+260.000	0.00	133.27	0.00	1278.55	691.25	167581.94	166890.69
5+270.000	0.00	152.93	0.00	1386.05	691.25	168967.99	168276.74
5+280.000	0.00	177.65	0.00	1562.07	691.25	170530.06	169838.81
5+290.000	0.02	187.56	0.09	1690.79	691.34	172220.85	171529.51
5+300.000	0.00	149.46	0.09	1575.43	691.44	173796.27	173104.83
5+310.000	0.22	122.75	1.10	1307.63	692.54	175103.90	174411.36
5+320.000	0.00	116.85	1.09	1176.53	693.63	176280.43	175586.80
5+340.000	0.00	124.81	0.00	2416.57	693.63	178697.00	178003.37
5+360.000	0.00	121.87	0.00	2466.79	693.63	181163.79	180470.16
5+380.000	0.00	108.10	0.00	2299.71	693.63	183463.50	182769.87
5+400.000	0.00	118.18	0.00	2262.80	693.63	185726.30	185032.67
5+410.000	0.00	118.68	0.00	1184.28	693.63	186910.58	186216.95
5+420.000	0.00	132.74	0.00	1261.44	693.63	188172.02	187478.39
5+440.000	0.00	155.95	0.00	2894.21	693.63	191066.23	190372.60
5+460.000	0.00	132.52	0.00	2884.71	693.63	193950.94	193257.31
5+480.000	0.00	147.55	0.00	2800.63	693.63	196751.57	196057.94
5+500.000	0.00	150.72	0.00	2982.68	693.63	199734.24	199040.61
5+520.000	0.00	120.45	0.00	2711.75	693.63	202446.00	201752.37
5+540.000	0.00	97.01	0.00	2174.66	693.63	204620.66	203927.03
5+560.000	0.00	89.54	0.00	1865.48	693.63	206486.14	205792.51
5+580.000	0.00	87.14	0.00	1766.76	693.63	208252.90	207559.27
5+600.000	0.00	94.75	0.00	1818.93	693.63	210071.83	209378.20
5+620.000	0.00	112.87	0.00	2076.24	693.63	212148.07	211454.44
5+640.000	0.00	113.04	0.00	2259.07	693.63	214407.13	213713.50
5+660.000	0.00	109.63	0.00	2226.68	693.63	216633.81	215940.18
5+680.000	0.00	83.78	0.00	1938.29	693.63	218572.10	217878.47
5+690.000	0.00	75.77	0.00	796.14	693.64	219368.24	218674.60
5+700.000	0.00	76.79	0.00	758.65	693.64	220126.89	219433.25
5+710.000	0.06	74.49	0.33	747.43	693.97	220874.32	220180.35

Anexo D - 4. Volumen de corte y relleno del Km 5+720 al 6+280

TABLA DE VOLÚMENES DE CORTE Y RELLENO							
Abscisa	Área de Relleno	Área de Corte	Volumen de Relleno	Volumen de Corte	Volumen de Relleno Acumulado	Volumen de Corte Acumulado	Volumen Neto Acumulado
Km	m2	m2	m3	m3	m3	m3	m3
5+720.000	0.00	66.80	0.32	701.91	694.29	221576.24	220881.95
5+740.000	0.00	47.70	0.00	1144.95	694.29	222721.18	222026.89
5+760.000	0.00	75.06	0.00	1227.59	694.29	223948.77	223254.48
5+780.000	0.00	80.28	0.00	1551.83	694.29	225500.60	224806.31
5+790.000	0.00	76.99	0.00	778.97	694.29	226279.56	225585.27
5+800.000	0.00	64.68	0.00	703.10	694.29	226982.66	226288.37
5+810.000	0.04	62.73	0.23	630.68	694.52	227613.35	226918.83
5+820.000	0.00	64.94	0.23	631.54	694.74	228244.89	227550.15
5+840.000	0.00	52.49	0.00	1172.91	694.74	229417.80	228723.06
5+860.000	0.00	32.08	0.00	845.67	694.74	230263.47	229568.73
5+880.000	3.34	24.60	33.36	566.80	728.10	230830.27	230102.17
5+900.000	0.00	36.16	33.99	604.01	762.09	231434.28	230672.19
5+910.000	0.00	44.20	0.00	391.90	762.09	231826.18	231064.09
5+920.000	0.00	48.35	0.00	451.33	762.09	232277.50	231515.41
5+940.000	0.00	54.15	0.00	1024.98	762.09	233302.48	232540.39
5+960.000	0.00	46.78	0.00	1010.99	762.09	234313.47	233551.38
5+970.000	0.00	42.69	0.00	455.89	762.09	234769.36	234007.27
5+980.000	0.00	40.14	0.00	420.05	762.10	235189.41	234427.31
5+990.000	0.00	41.20	0.02	410.80	762.11	235600.21	234838.10
6+000.000	0.00	46.06	0.02	440.22	762.13	236040.43	235278.30
6+010.000	0.05	50.65	0.26	484.36	762.39	236524.79	235762.40
6+020.000	0.00	55.61	0.26	528.28	762.66	237053.07	236290.41
6+040.000	0.00	70.79	0.00	1264.08	762.66	238317.15	237554.49
6+060.000	0.00	73.08	0.00	1438.76	762.66	239755.91	238993.25
6+080.000	0.00	94.06	0.00	1671.43	762.66	241427.34	240664.68
6+100.000	0.00	113.98	0.00	2080.43	762.66	243507.76	242745.10
6+120.000	0.00	132.35	0.00	2463.29	762.66	245971.05	245208.39
6+130.000	0.00	123.48	0.00	1280.68	762.66	247251.72	246489.06
6+140.000	0.00	101.75	0.00	1123.11	762.66	248374.83	247612.17
6+150.000	0.17	92.37	0.79	964.88	763.45	249339.72	248576.27
6+160.000	0.00	101.85	0.79	965.31	764.24	250305.03	249540.79
6+170.000	0.01	94.93	0.05	978.57	764.28	251283.60	250519.32
6+180.000	0.00	85.12	0.05	896.33	764.33	252179.93	251415.60
6+200.000	0.00	99.52	0.00	1847.59	764.33	254027.52	253263.19
6+210.000	0.00	90.09	0.00	945.27	764.33	254972.79	254208.46
6+220.000	0.00	79.76	0.00	834.82	764.33	255807.61	255043.28
6+230.000	0.00	69.81	0.00	737.40	764.34	256545.01	255780.67
6+240.000	0.00	61.86	0.00	652.92	764.34	257197.94	256433.60
6+260.000	0.00	52.27	0.00	1141.31	764.34	258339.25	257574.91
6+280.000	0.00	43.16	0.00	954.37	764.34	259293.62	258529.28

Anexo D - 5. Volumen de corte y relleno del Km 6+290 al 6+750

TABLA DE VOLÚMENES DE CORTE Y RELLENO							
Abscisa	Área de Relleno	Área de Corte	Volumen de Relleno	Volumen de Corte	Volumen de Relleno Acumulado	Volumen de Corte Acumulado	Volumen Neto Acumulado
Km	m2	m2	m3	m3	m3	m3	m3
6+290.000	0.05	40.15	0.24	419.12	764.59	259712.75	258948.16
6+300.000	0.00	42.01	0.22	418.76	764.81	260131.51	259366.70
6+310.000	5.62	30.39	23.56	369.63	788.37	260501.14	259712.77
6+320.000	8.70	26.10	60.22	289.42	848.59	260790.56	259941.97
6+330.000	31.39	13.09	167.36	203.26	1015.95	260993.82	259977.87
6+340.000	43.74	4.44	326.62	92.12	1342.56	261085.94	259743.38
6+350.000	62.59	0.00	475.07	24.10	1817.63	261110.03	259292.40
6+360.000	25.28	1.09	393.05	5.86	2210.68	261115.89	258905.21
6+370.000	1.94	22.90	123.45	117.88	2334.13	261233.77	258899.64
6+380.000	0.00	81.82	9.56	532.61	2343.69	261766.38	259422.69
6+400.000	0.00	203.21	0.00	2858.60	2343.69	264624.98	262281.29
6+420.000	0.00	67.68	0.00	2708.84	2343.69	267333.82	264990.13
6+430.000	0.52	17.14	2.60	427.08	2346.29	267760.90	265414.61
6+440.000	0.00	17.50	2.56	174.54	2348.85	267935.43	265586.58
6+450.000	0.00	25.62	0.00	219.99	2348.85	268155.42	265806.57
6+460.000	0.00	30.63	0.00	291.02	2348.85	268446.44	266097.59
6+480.000	0.00	13.97	0.00	452.07	2348.85	268898.51	266549.66
6+500.000	30.40	0.28	303.95	142.48	2652.81	269040.98	266388.17
6+520.000	37.61	0.00	680.09	2.77	3332.89	269043.76	265710.87
6+540.000	31.53	3.18	709.89	31.18	4042.78	269074.94	265032.16
6+550.000	5.01	9.55	197.48	60.42	4240.26	269135.36	264895.10
6+560.000	0.04	16.98	27.37	126.63	4267.64	269261.99	264994.35
6+570.000	0.00	30.04	0.22	228.12	4267.86	269490.11	265222.25
6+580.000	40.45	15.67	222.21	221.93	4490.07	269712.04	265221.97
6+590.000	52.87	14.25	514.00	143.35	5004.06	269855.39	264851.33
6+600.000	51.27	12.02	575.30	126.23	5579.37	269981.62	264402.25
6+610.000	19.14	14.93	386.92	130.43	5966.29	270112.06	264145.77
6+620.000	12.26	16.40	170.18	151.35	6136.47	270263.40	264126.93
6+630.000	0.00	25.65	66.77	202.15	6203.24	270465.55	264262.31
6+640.000	0.00	19.69	0.00	218.05	6203.24	270683.60	264480.36
6+650.000	2.57	22.49	13.61	202.39	6216.85	270885.99	264669.14
6+660.000	6.94	18.29	50.91	195.36	6267.76	271081.35	264813.59
6+670.000	6.82	13.22	73.72	151.19	6341.48	271232.53	264891.05
6+680.000	15.29	8.13	115.73	104.18	6457.21	271336.71	264879.50
6+700.000	29.46	4.05	447.51	121.80	6904.72	271458.51	264553.79
6+710.000	11.56	7.65	182.50	60.28	7087.22	271518.79	264431.57
6+720.000	4.67	7.70	66.98	81.09	7154.21	271599.88	264445.67
6+730.000	14.39	0.57	82.74	44.42	7236.95	271644.31	264407.36
6+740.000	10.04	0.04	107.37	3.12	7344.32	271647.43	264303.11
6+750.000	0.13	4.86	45.17	25.21	7389.49	271672.64	264283.15

Anexo D - 6. Volumen de corte y relleno del Km 6+760 al 7+260

TABLA DE VOLÚMENES DE CORTE Y RELLENO							
Abscisa	Área de Relleno	Área de Corte	Volumen de Relleno	Volumen de Corte	Volumen de Relleno Acumulado	Volumen de Corte Acumulado	Volumen Neto Acumulado
Km	m2	m2	m3	m3	m3	m3	m3
6+760.000	0.00	24.69	0.62	158.45	7390.11	271831.09	264440.98
6+770.000	0.13	34.53	0.55	317.04	7390.66	272148.13	264757.47
6+780.000	0.56	28.75	3.00	337.25	7393.67	272485.38	265091.71
6+790.000	1.77	15.32	10.35	236.71	7404.02	272722.09	265318.07
6+800.000	7.42	9.88	45.97	126.04	7449.98	272848.14	265398.16
6+820.000	12.11	2.96	195.32	128.43	7645.31	272976.56	265331.25
6+840.000	5.69	10.47	177.99	134.26	7823.29	273110.83	265287.54
6+850.000	6.17	17.37	59.29	139.17	7882.58	273250.00	265367.42
6+860.000	5.54	18.46	59.94	174.13	7942.52	273424.13	265481.61
6+870.000	5.25	18.01	55.30	177.26	7997.82	273601.38	265603.56
6+880.000	5.05	18.61	52.93	177.91	8050.75	273779.29	265728.54
6+890.000	2.47	22.05	38.64	197.62	8089.39	273976.91	265887.52
6+900.000	1.31	29.35	19.36	250.05	8108.76	274226.96	266118.20
6+910.000	0.65	29.67	10.11	287.34	8118.87	274514.29	266395.42
6+920.000	0.00	19.05	3.35	239.03	8122.22	274753.33	266631.11
6+940.000	22.12	6.92	221.21	259.66	8343.43	275012.98	266669.55
6+960.000	0.00	19.37	221.21	262.82	8564.64	275275.80	266711.16
6+980.000	0.00	37.99	0.00	573.60	8564.64	275849.40	267284.76
7+000.000	0.00	51.29	0.00	891.09	8564.64	276740.49	268175.85
7+010.000	0.01	74.14	0.08	594.39	8564.71	277334.87	268770.16
7+020.000	0.00	109.76	0.08	873.11	8564.79	278207.99	269643.20
7+030.000	0.25	228.71	1.28	1625.28	8566.07	279833.27	271267.20
7+040.000	0.00	385.62	1.28	2998.47	8567.35	282831.74	274264.39
7+050.000	0.00	397.30	0.00	3769.64	8567.35	286601.38	278034.03
7+060.000	0.00	175.98	0.00	2691.66	8567.35	289293.04	280725.69
7+070.000	0.01	100.85	0.06	1284.82	8567.41	290577.87	282010.46
7+080.000	0.00	72.60	0.06	830.15	8567.47	291408.02	282840.55
7+100.000	0.00	46.27	0.00	1188.79	8567.47	292596.81	284029.34
7+120.000	0.00	47.92	0.00	952.12	8567.47	293548.93	284981.46
7+130.000	0.02	64.80	0.13	573.80	8567.60	294122.73	285555.13
7+140.000	0.00	99.43	0.13	837.37	8567.73	294960.10	286392.37
7+150.000	0.00	146.95	0.00	1254.79	8567.73	296214.89	287647.16
7+160.000	0.00	173.45	0.00	1630.65	8567.73	297845.55	289277.82
7+170.000	0.00	164.63	0.00	1725.20	8567.73	299570.75	291003.02
7+180.000	0.00	135.67	0.00	1537.16	8567.74	301107.90	292540.16
7+200.000	1.63	38.42	16.35	1740.87	8584.08	302848.78	294264.70
7+220.000	5.42	27.87	71.49	657.18	8655.58	303505.96	294850.38
7+230.000	4.39	37.28	52.21	315.22	8707.78	303821.18	295113.40
7+240.000	0.00	43.84	23.23	395.88	8731.02	304217.05	295486.03
7+260.000	4.81	20.93	48.08	647.68	8779.10	304864.74	296085.64

Anexo D - 7. Volumen de corte y relleno del Km 7+280 al 7+800

TABLA DE VOLÚMENES DE CORTE Y RELLENO							
Abscisa	Área de Relleno	Área de Corte	Volumen de Relleno	Volumen de Corte	Volumen de Relleno Acumulado	Volumen de Corte Acumulado	Volumen Neto Acumulado
Km	m2	m2	m3	m3	m3	m3	m3
7+280.000	9.97	2.94	147.77	238.61	8926.87	305103.35	296176.48
7+300.000	18.08	0.00	280.46	29.36	9207.33	305132.71	295925.38
7+330.000	4.55	5.03	336.16	75.89	9543.49	305208.60	295665.11
7+340.000	3.92	11.97	42.38	84.98	9585.87	305293.58	295707.71
7+360.000	3.85	15.38	77.72	273.44	9663.58	305567.02	295903.44
7+380.000	5.27	0.37	91.16	157.48	9754.74	305724.50	295969.76
7+400.000	6.72	0.00	119.88	3.73	9874.62	305728.23	295853.61
7+420.000	40.42	0.00	471.41	0.00	10346.03	305728.23	295382.20
7+440.000	19.43	0.27	598.48	2.68	10944.51	305730.91	294786.40
7+460.000	4.94	6.75	254.43	67.56	11198.94	305798.47	294599.53
7+470.000	2.78	2.75	42.72	43.83	11241.66	305842.30	294600.64
7+480.000	29.12	7.58	185.43	47.73	11427.09	305890.03	294462.94
7+500.000	37.29	8.19	677.86	156.19	12104.95	306046.21	293941.26
7+520.000	1.75	14.35	390.39	225.45	12495.34	306271.66	293776.32
7+540.000	23.05	10.49	247.99	248.46	12743.33	306520.12	293776.79
7+560.000	32.72	9.81	557.64	202.97	13300.96	306723.09	293422.13
7+580.000	33.96	8.36	666.75	181.61	13967.71	306904.70	292936.99
7+600.000	37.05	8.74	710.15	170.90	14677.86	307075.61	292397.75
7+610.000	4.71	20.32	213.82	144.23	14891.68	307219.83	292328.15
7+620.000	0.00	23.29	27.90	208.15	14919.58	307427.99	292508.41
7+630.000	0.00	29.55	0.00	249.33	14919.58	307677.32	292757.74
7+640.000	0.00	29.62	0.00	281.59	14919.58	307958.91	293039.33
7+660.000	0.00	40.15	0.00	697.70	14919.58	308656.61	293737.03
7+670.000	0.00	25.11	0.00	343.16	14919.58	308999.77	294080.19
7+680.000	0.95	13.36	4.07	199.88	14923.66	309199.65	294275.99
7+690.000	14.99	3.38	65.80	87.09	14989.46	309286.74	294297.28
7+700.000	16.47	4.37	130.03	40.12	15119.48	309326.86	294207.38
7+710.000	16.21	7.65	135.68	61.21	15255.16	309388.07	294132.91
7+720.000	0.00	41.26	67.39	256.65	15322.55	309644.73	294322.18
7+730.000	0.00	62.69	0.00	546.23	15322.55	310190.96	294868.41
7+740.000	0.00	69.70	0.00	692.91	15322.55	310883.87	295561.32
7+760.000	0.00	27.99	0.00	976.88	15322.55	311860.75	296538.20
7+770.000	1.00	22.51	5.36	246.66	15327.91	312107.42	296779.51
7+780.000	21.17	22.51	127.44	214.90	15455.35	312322.31	296866.96
7+790.000	0.00	26.86	121.85	239.24	15577.20	312561.55	296984.35
7+800.000	0.00	21.01	0.00	231.85	15577.20	312793.40	297216.20

Anexo D - 8. Volumen de corte y relleno del Km 7+810 al 7+887.644

TABLA DE VOLÚMENES DE CORTE Y RELLENO							
Abscisa	Área de Relleno	Área de Corte	Volumen de Relleno	Volumen de Corte	Volumen de Relleno Acumulado	Volumen de Corte Acumulado	Volumen Neto Acumulado
Km	m ²	m ²	m ³	m ³	m ³	m ³	m ³
7+810.000	0.04	41.75	0.22	294.39	15577.42	313087.79	297510.37
7+820.000	0.15	43.32	1.05	396.84	15578.47	313484.63	297906.16
7+840.000	0.04	48.06	2.05	887.57	15580.52	314372.20	298791.68
7+860.000	0.00	69.21	0.42	1201.13	15580.94	315573.33	299992.39
7+870.000	0.00	47.36	0.00	622.40	15580.94	316195.73	300614.79
7+880.000	26.85	28.18	109.36	399.19	15690.29	316594.92	300904.63
7+887.644	0.00	19.18	97.74	183.02	15788.03	316777.94	300989.91

ANEXO E

ANÁLISIS DE PRECIOS

UNITARIOS

Anexo E - 1. Análisis de precios unitarios, Rubro 1

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA INGENIERÍA CIVIL					
TEMA: Diseño Geométrico de la Alternativa Vial Shuyo - Pinllopata en Tramo Km 4+000 - 8+000					
UBICACIÓN: Cantón Pujili, Parroquia Rural Angamarca					
ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
RUBRO No.	1				UNIDAD
DETALLE:	Desbroce, desbosque y limpieza				ha
EQUIPO:					
DESCRIPCIÓN:	CANTIDAD	TARIFA	COSTO/HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	C=A*B	R	D=C*R
Herramienta Menor 5% de M.O.					2.36
Motosierra	2.00	2.40	4.80	3.250	15.60
				SUBTOTAL (M)	17.96
MANO DE OBRA					
DESCRIPCIÓN:	CANTIDAD	JORNAL/HR	COSTO/HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	C=A*B	R	D=C*R
Peón	EO E2	2.00	3.60	7.20	23.40
Operador de equipo liviano	EO D2	2.00	3.65	7.30	23.73
				SUBTOTAL (N)	47.13
MATERIALES					
DESCRIPCIÓN:	UNIDAD	CANTIDAD	P. UNITARIO	COSTO	
		A	B	C=A*B	
				SUBTOTAL (O)	0.00
TRANSPORTE					
DESCRIPCIÓN:	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO	
		A	B	C=A*B	
				SUBTOTAL (P)	0.00
COSTO UNITARIO DIRECTO (M+N+O+P)					65.08
INDIRECTOS 20%					13.02
UTILIDAD 0%					0.00
COSTO TOTAL DEL RUBRO					78.10
VALOR UNITARIO					78.10
Valor: Setenta y ocho dólares con diez centavos					
Estos valores no incluyen I.V.A.					
Ambato, Julio 2020				Romel Uvidia Elaborado	

Anexo E - 2. Análisis de precios unitarios, Rubro 2

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA INGENIERÍA CIVIL						
TEMA: Diseño Geométrico de la Alternativa Vial Shuyo - Pinllopata en Tramo Km 4+000 - 8+000						
UBICACIÓN: Cantón Pujili, Parroquia Rural Angamarca						
ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS						
RUBRO No.	2				UNIDAD	
DETALLE:	Replanteo y nivelación				Km	
EQUIPO:						
DESCRIPCIÓN:	CANTIDAD	TARIFA	COSTO/HORA	RENDIMIENTO	COSTO	
	A	B	C=A*B	R	D=C*R	
Herramienta Menor 5% de M.O.					4.38	
Equipo Topográfico	1.00	2.00	2.00	12.000	24.00	
				SUBTOTAL (M)	\$ 28.38	
MANO DE OBRA						
DESCRIPCIÓN:	CANTIDAD	JORNAL/HR	COSTO/HORA	RENDIMIENTO	COSTO	
	A	B	C=A*B	R	D=C*R	
Topógrafo 2	EO C1	1.00	4.04	4.04	12.000	48.48
Peón	EO E2	1.00	3.60	3.60	12.000	43.20
Cadenero	EO D2	2.00	3.65	7.30	12.000	87.60
				SUBTOTAL (N)	\$ 87.60	
MATERIALES						
DESCRIPCIÓN:	UNIDAD	CANTIDAD	P. UNITARIO	COSTO		
		A	B	C=A*B		
Estaca de madera 30cm	u	100	0.30	30		
Pintura	galón	0.5	16.67	8.34		
Clavos 2"	Kg	2.000	1.75	3.49		
				SUBTOTAL (O)	\$ 41.83	
TRANSPORTE						
DESCRIPCIÓN:	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO		
		A	B	C=A*B		
				SUBTOTAL (P)	\$ -	
COSTO UNITARIO DIRECTO (M+N+O+P)					\$ 157.81	
INDIRECTOS 20%					\$ 31.56	
UTILIDAD 0%					\$ -	
COSTO TOTAL DEL RUBRO					\$ 189.37	
VALOR UNITARIO					\$ 189.37	
Valor: ciento ochenta y nueve dólares con treinta y siete centavos						
Estos valores no incluyen I.V.A.						
Ambato, Julio 2020			Romel Uvidia Elaborado			

Anexo E - 3. Análisis de precios unitarios, Rubro 3

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA INGENIERÍA CIVIL						
TEMA: Diseño Geométrico de la Alternativa Vial Shuyo - Pinllopata en Tramo Km 4+000 - 8+000						
UBICACIÓN: Cantón Pujili, Parroquia Rural Angamarca						
ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS						
RUBRO No.	3				UNIDAD	
DETALLE:	Excavación sin clasificar, incluye desalojo				m3	
EQUIPO:						
DESCRIPCIÓN:	CANTIDAD	TARIFA	COSTO/HORA	RENDIMIENTO	COSTO	
	A	B	C=A*B	R	D=C*R	
Herramienta Menor 5% de M.O.					0.01	
Volqueta 8 m3	1.00	20.00	20.00	0.018	0.36	
Excavadora de oruga de 14 Ton	1.00	38.00	38.00	0.018	0.68	
				SUBTOTAL (M)	1.06	
MANO DE OBRA						
DESCRIPCIÓN:	CANTIDAD	JORNAL/HR	COSTO/HORA	RENDIMIENTO	COSTO	
	A	B	C=A*B	R	D=C*R	
Operador de excavadora	OP C1	1.00	4.04	4.04	0.018	0.07
Chofer de volqueta	CH C1	1.00	5.29	5.29	0.018	0.10
Peón	EO E2	2.00	3.60	7.20	0.018	0.13
				SUBTOTAL (N)	0.30	
MATERIALES						
DESCRIPCIÓN:	UNIDAD	CANTIDAD	P. UNITARIO	COSTO		
		A	B	C=A*B		
				SUBTOTAL (O)	0.00	
TRANSPORTE						
DESCRIPCIÓN:	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO		
		A	B	C=A*B		
				SUBTOTAL (P)	0.00	
COSTO UNITARIO DIRECTO (M+N+O+P)					1.36	
INDIRECTOS 20%					0.27	
UTILIDAD 0%					0.00	
COSTO TOTAL DEL RUBRO					1.63	
VALOR UNITARIO					1.63	
Valor: un dólar con sesenta y tres centavos						
Estos valores no incluyen I.V.A.						
Ambato, Julio 2020			Romel Uvidia Elaborado			

Anexo E - 4. Análisis de precios unitarios, Rubro 4

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA INGENIERÍA CIVIL						
TEMA: Diseño Geométrico de la Alternativa Vial Shuyo - Pinllopata en Tramo Km 4+000 - 8+000						
UBICACIÓN: Cantón Pujili, Parroquia Rural Angamarca						
ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS						
RUBRO No.	4				UNIDAD	
DETALLE:	Relleno con material del sitio				m3	
EQUIPO:						
DESCRIPCIÓN:	CANTIDAD	TARIFA	COSTO/HORA	RENDIMIENTO	COSTO	
	A	B	C=A*B	R	D=C*R	
Herramienta Menor 5% de M.O.					0.03	
Rodillo compactador	1.00	7.50	7.50	0.020	0.15	
Motoniveladora	1.00	47.50	47.50	0.020	0.95	
Tanquero de agua	1.00	20.00	20.00	0.020	0.40	
				SUBTOTAL (M)	1.53	
MANO DE OBRA						
DESCRIPCIÓN:	CANTIDAD	JORNAL/HR	COSTO/HORA	RENDIMIENTO	COSTO	
	A	B	C=A*B	R	D=C*R	
Peón	EO E2	4.00	3.60	14.40	0.020	0.29
Operador de Rodillo	OP C2	1.00	3.85	3.85	0.020	0.08
Operador de motoniveladora	OP C1	1.00	4.04	4.04	0.020	0.08
Chofer de tanquero	CH C1	1.00	5.29	5.29	0.020	0.11
				SUBTOTAL (N)	0.55	
MATERIALES						
DESCRIPCIÓN:	UNIDAD	CANTIDAD	P. UNITARIO	COSTO		
		A	B	C=A*B		
				SUBTOTAL (O)	0.00	
TRANSPORTE						
DESCRIPCIÓN:	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO		
		A	B	C=A*B		
				SUBTOTAL (P)	0.00	
COSTO UNITARIO DIRECTO (M+N+O+P)					2.08	
INDIRECTOS 20%					0.42	
UTILIDAD 0%					0.00	
COSTO TOTAL DEL RUBRO					2.50	
VALOR UNITARIO					2.50	
Valor: Dos dólares y cincuenta centavos						
Estos valores no incluyen I.V.A.						
Ambato, Julio 2020				Romel Uvidia Elaborado		

Anexo E - 5. Análisis de precios unitarios, Rubro 5

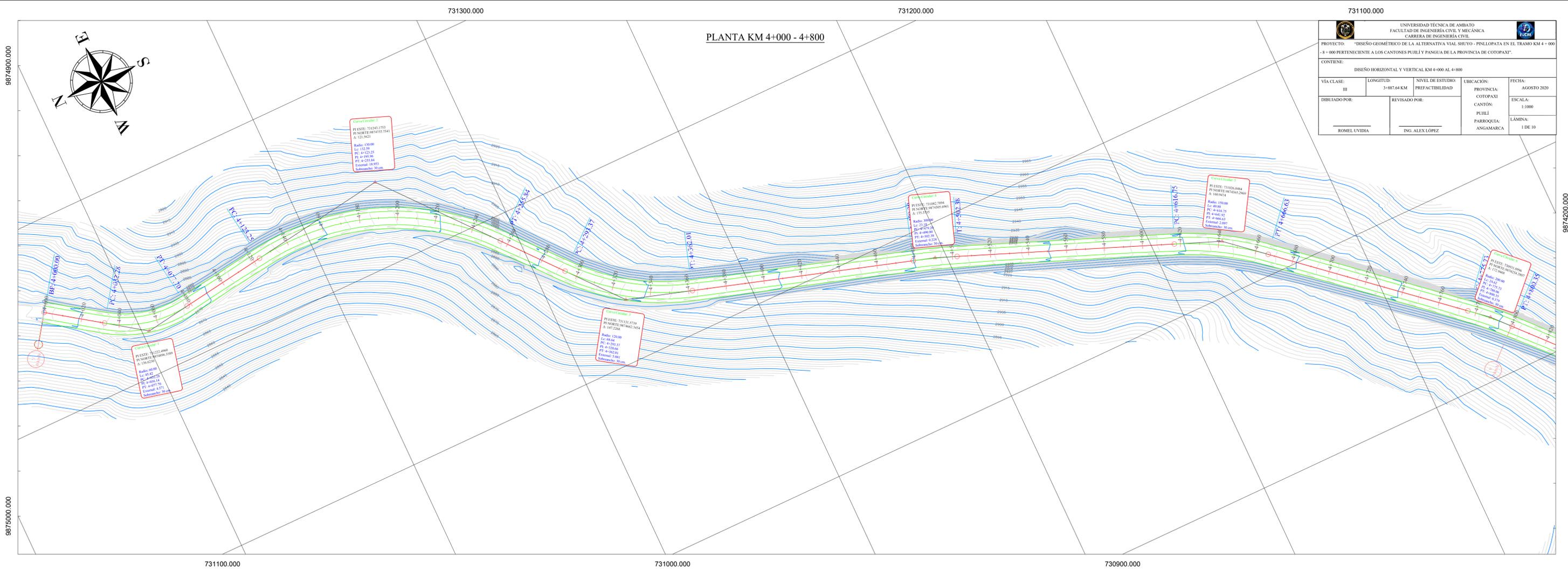
UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO					
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA					
INGENIERÍA CIVIL					
TEMA: Diseño Geométrico de la Alternativa Vial Shuyo - Pinllopata en Tramo Km 4+000 - 8+000					
UBICACIÓN: Cantón Pujilí, Parroquia Rural Angamarca					
ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
RUBRO No.	5				UNIDAD
DETALLE:	Excavación de zanja para cunetas				m3
EQUIPO:					
DESCRIPCIÓN:	CANTIDAD	TARIFA	COSTO/HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	C=A*B	R	D=C*R
Herramienta Menor 5% de M.O.					0.02
Retroexcavadora	1.00	25.00	25.00	0.040	1.00
SUBTOTAL (M)					1.02
MANO DE OBRA					
DESCRIPCIÓN:	CANTIDAD	JORNAL/HR	COSTO/HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	C=A*B	R	D=C*R
Peón	EO E2	1.00	3.60	0.040	0.14
Operador de retroexcavadora	OP C1	1.00	4.04	0.040	0.16
SUBTOTAL (N)					0.31
MATERIALES					
DESCRIPCIÓN:	UNIDAD	CANTIDAD	P. UNITARIO	COSTO	
		A	B	C=A*B	
SUBTOTAL (O)					0.00
TRANSPORTE					
DESCRIPCIÓN:	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO	
		A	B	C=A*B	
SUBTOTAL (P)					0.00
COSTO UNITARIO DIRECTO (M+N+O+P)					1.32
INDIRECTOS 20%					0.26
UTILIDAD 0%					0.00
COSTO TOTAL DEL RUBRO					1.59
VALOR UNITARIO					1.59
Valor: Un dólar con cincuenta y nueve centavos					
Estos valores no incluyen I.V.A.					
Ambato, Julio 2020				Romel Uvidia Elaborado	

ANEXO F

CRONOGRAMA DE TRABAJO

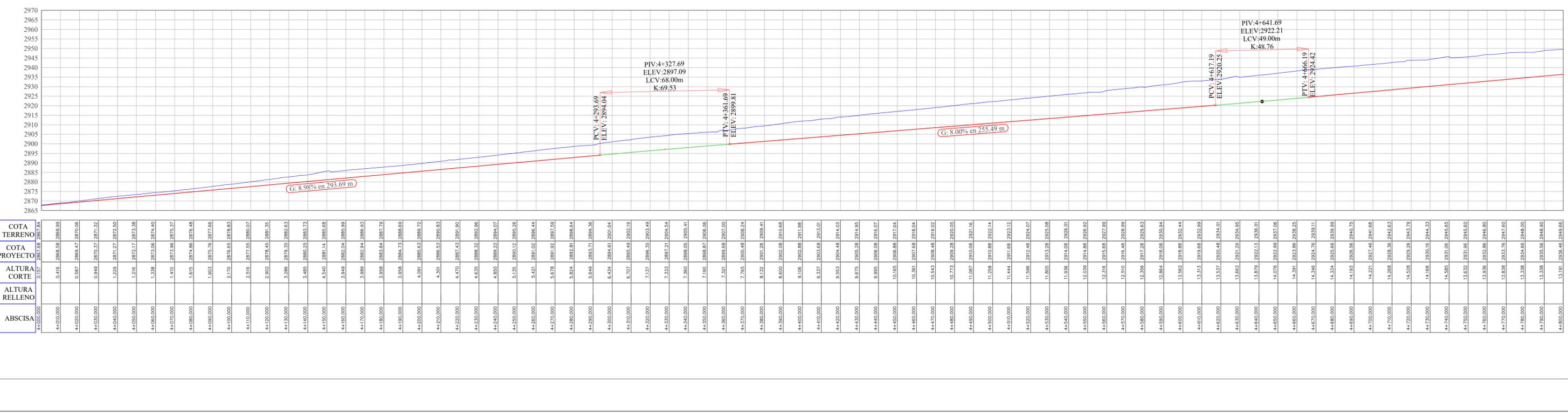
ANEXO G

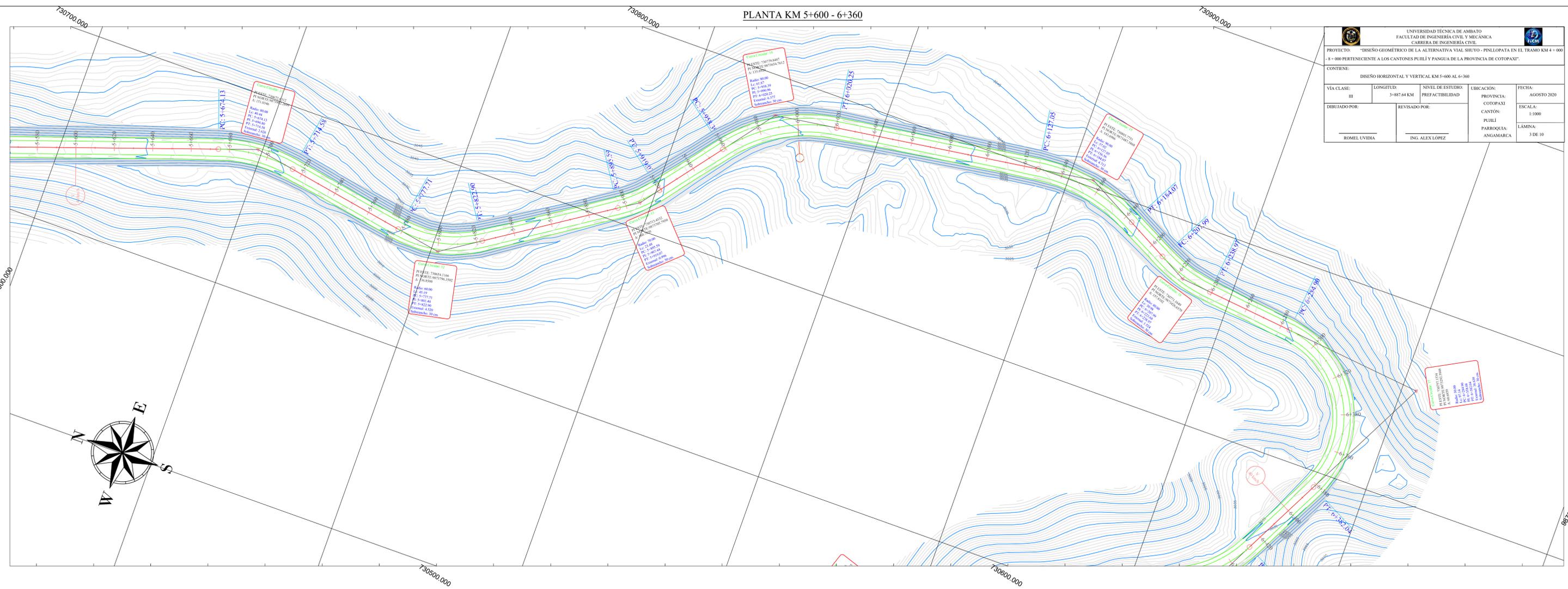
PLANOS DE DISEÑO



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL			
PROYECTO: "DISEÑO GEOMÉTRICO DE LA ALTERNATIVA VIAL SHUYO - PINLLIOPATA EN EL TRAMO KM 4 + 000 - 8 + 000 PERTENECIENTE A LOS CANTONES PUILI Y PANGUA DE LA PROVINCIA DE COTOPAXI".			
CONTIENE: DISEÑO HORIZONTAL Y VERTICAL KM 4+000 AL 4+800			
VIA CLASE: III	LONGITUD: 3+887.64 KM	NIVEL DE ESTUDIO: PREFACTIBILIDAD	UBICACIÓN: PROVINCIA: COTOPAXI CANTÓN: PUILI PARROQUIA: ANGAMARCA
DIBUJADO POR: ROMELUVEDIA	REVISADO POR: ING. ALEX LOPEZ	FECHA: AGOSTO 2020	ESCALA: 1:1000 LAMINA: 1 DE 10

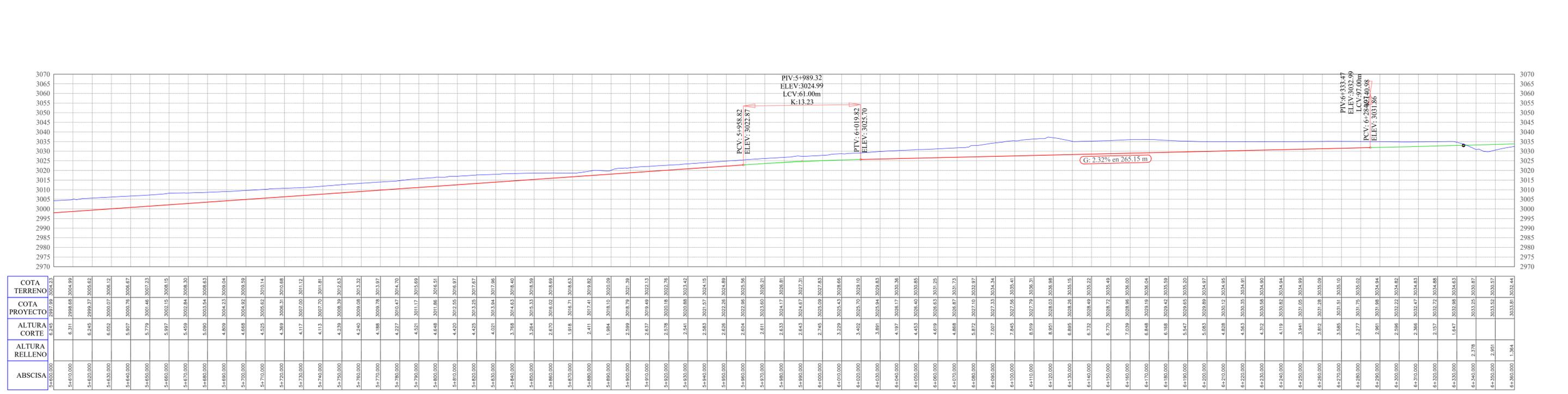
PERFIL LONGITUDINAL KM 4+000 - 4+800

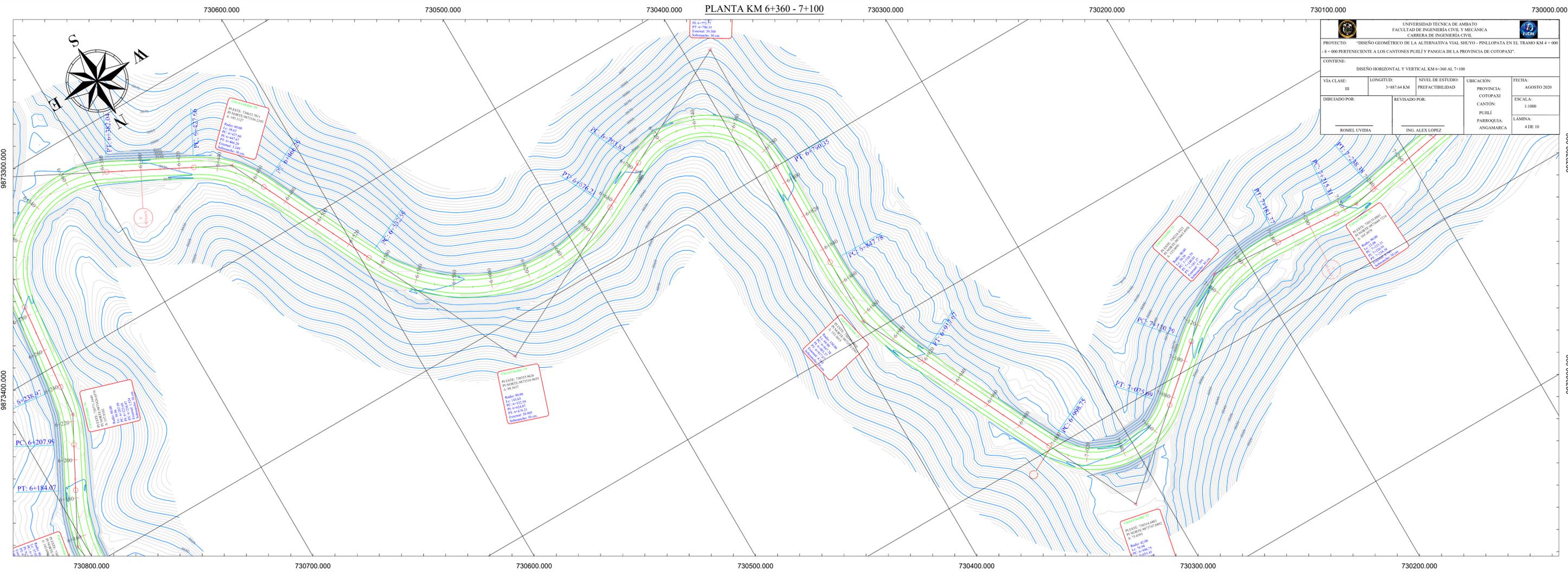




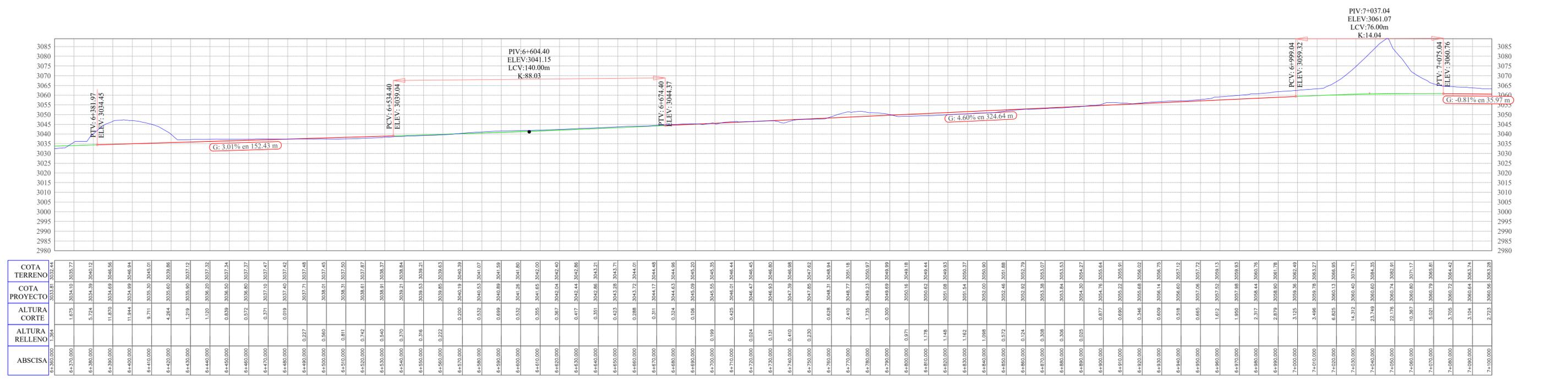
UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL				
PROYECTO: "DISEÑO GEOMÉTRICO DE LA ALTERNATIVA VIAL SHUYO - PINLOPATA EN EL TRAMO KM 4 + 000 - 8 + 000 PERTENECIENTE A LOS CANTONES PULILI Y PANGUA DE LA PROVINCIA DE COTOPAXI".				
CONTENIDO: DISEÑO HORIZONTAL Y VERTICAL KM 5+600 AL 6+360				
VIA CLASE:	LONGITUD:	NIVEL DE ESTUDIO:	UBICACIÓN:	FECHA:
III	3+87,64 KM	PREFACTIBILIDAD	PROVINCIA: COTOPAXI	AGOSTO 2020
DIBUJADO POR:	REVISADO POR:		CANTÓN: PULILI	ESCALA: 1:1000
ROMEL UVIEDA	ING. ALEX LOPEZ		PARROQUIA: ANGAMARCA	LÁMINA: 3 DE 10

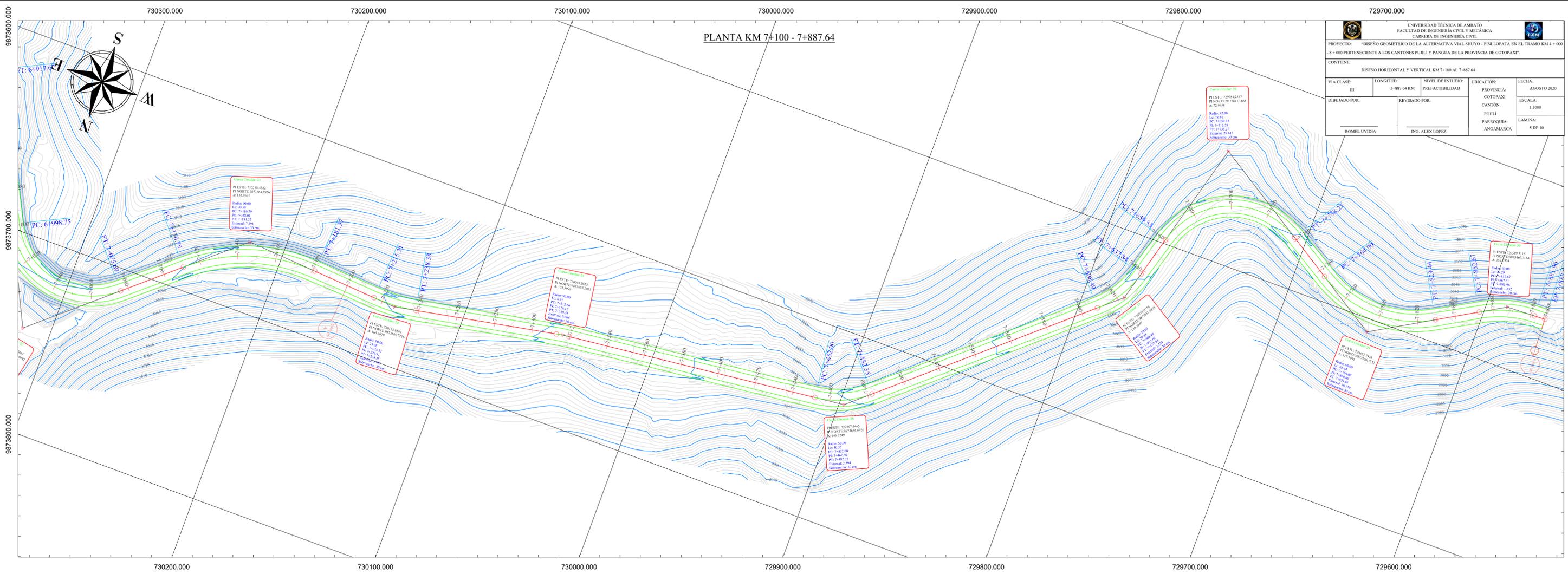
PERFIL LONGITUDINAL KM 5+600 - 6+360



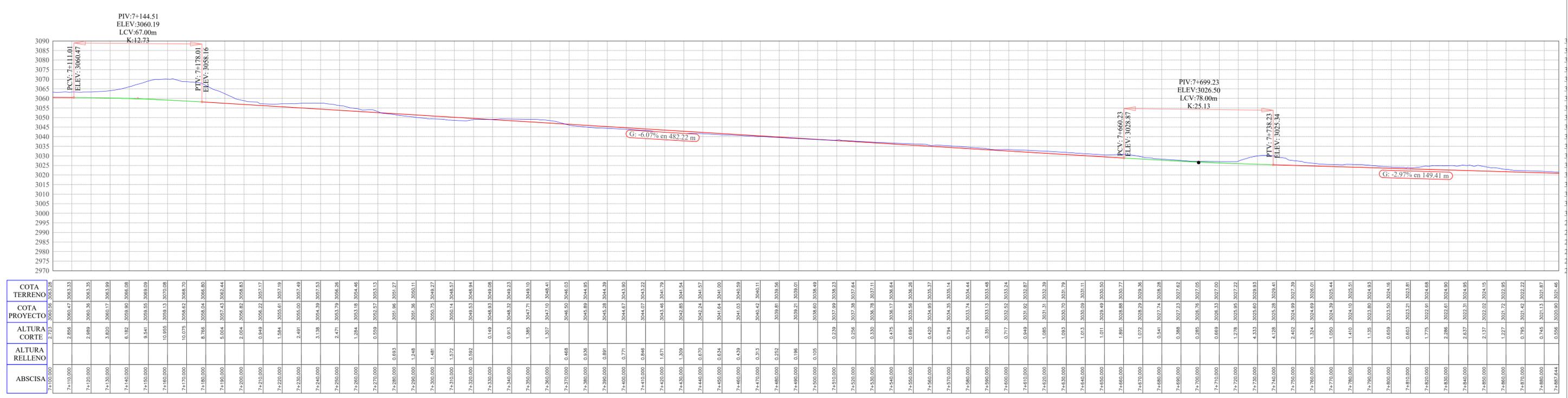


PERFIL LONGITUDINAL KM 6+360 - 7+100



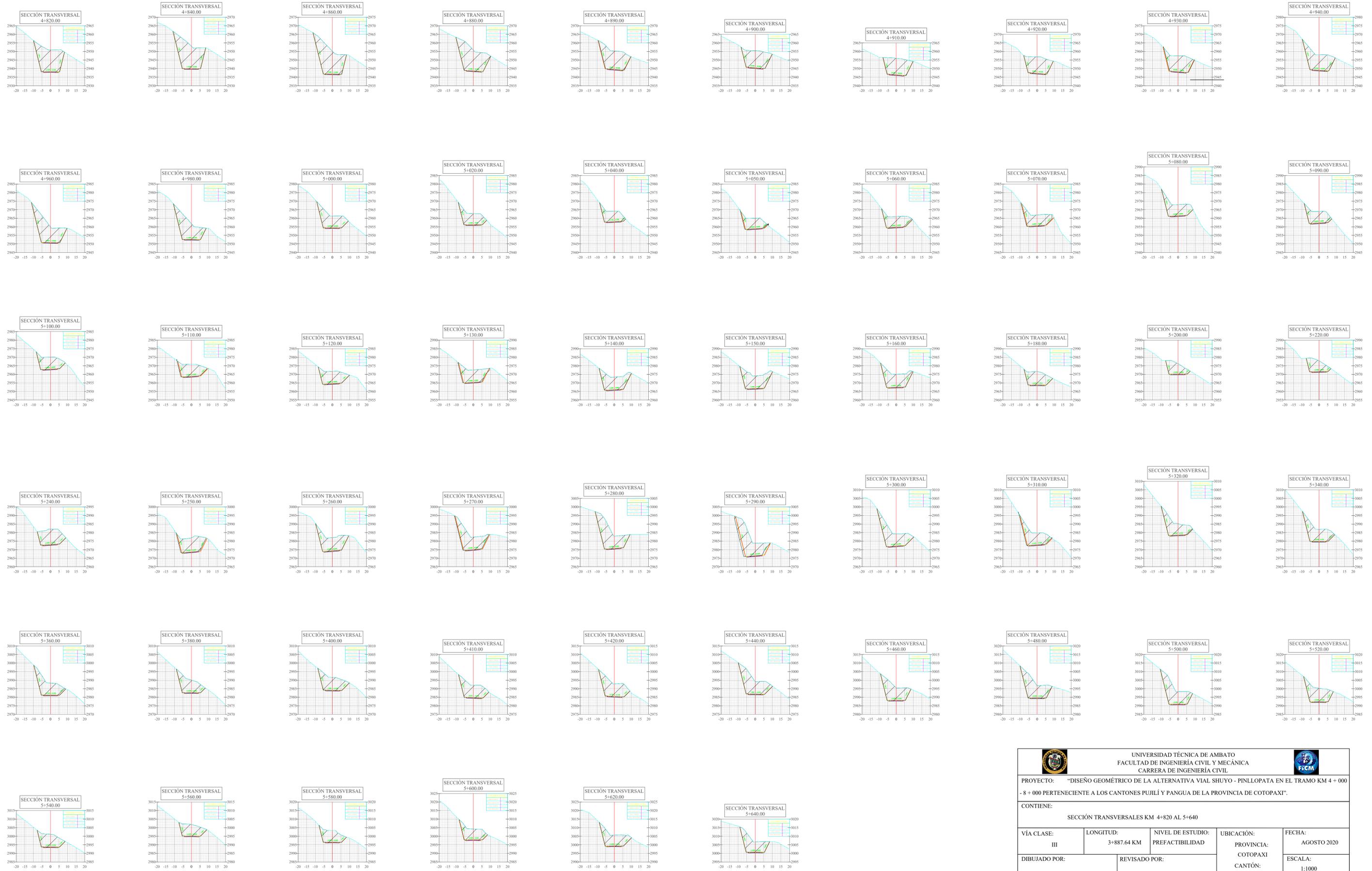


PERFIL LONGITUDINAL KM 7+100 - 7+887.64

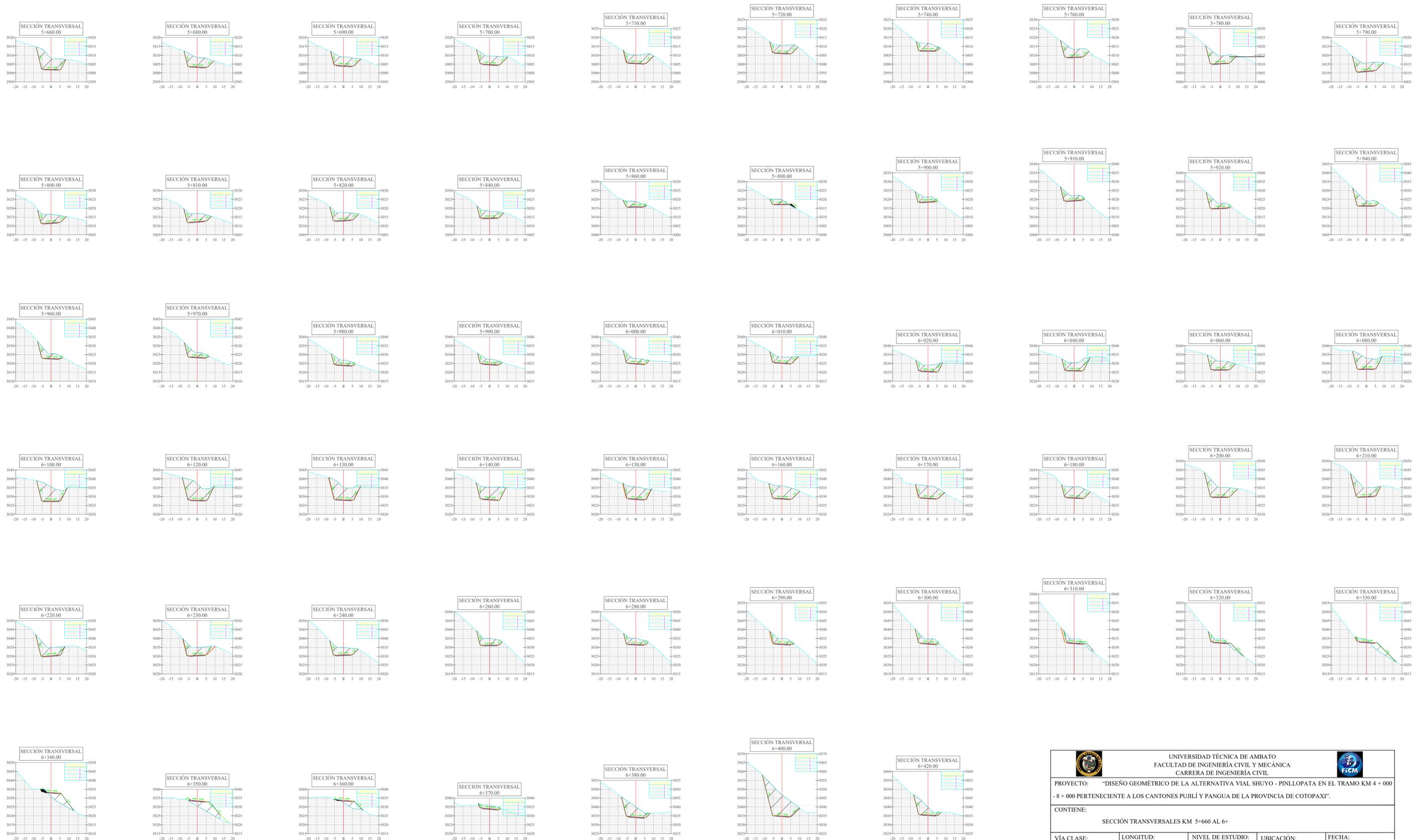




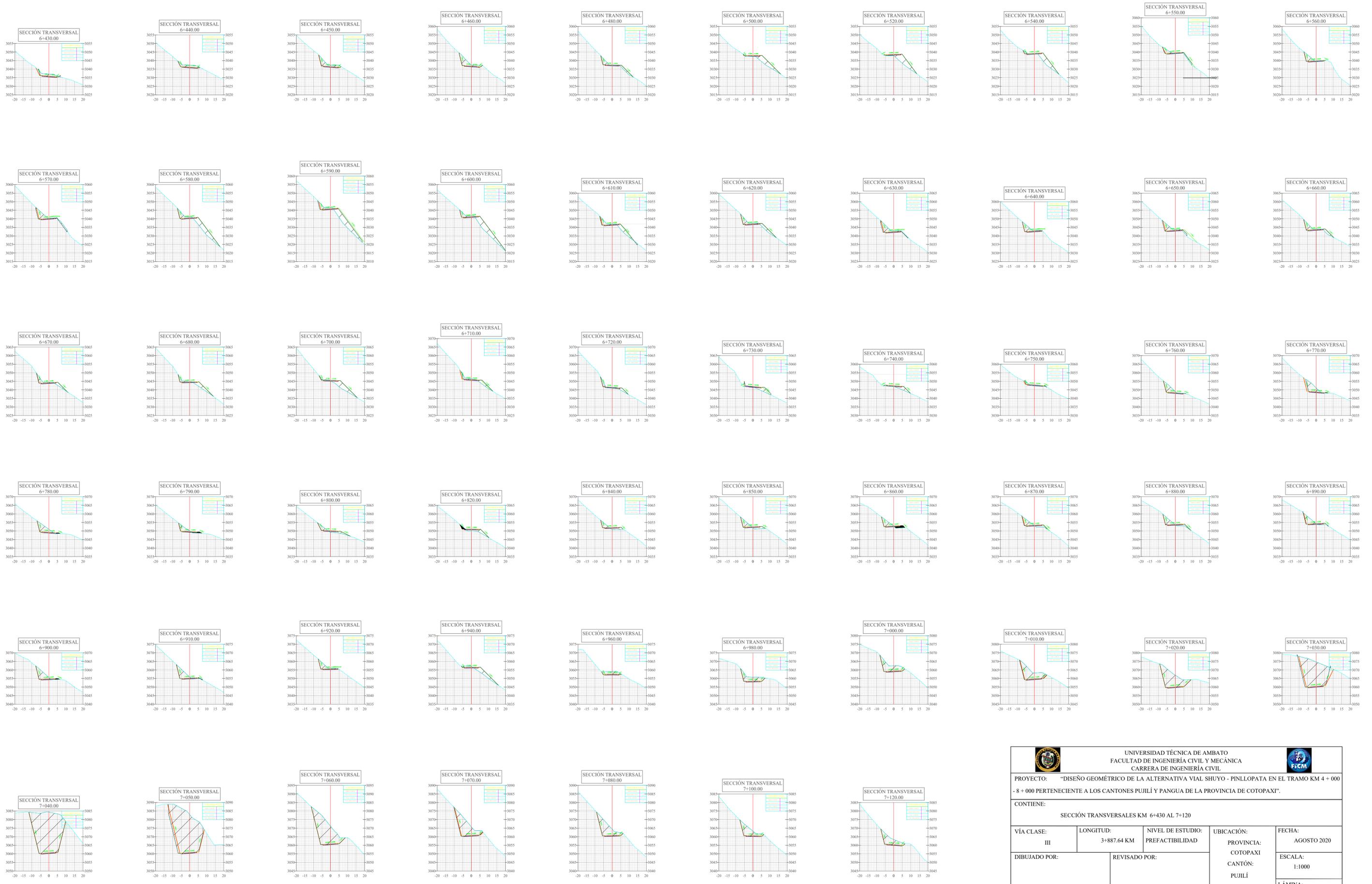
 UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL				
PROYECTO: "DISEÑO GEOMÉTRICO DE LA ALTERNATIVA VIAL SHUYO - PINLOPATA EN EL TRAMO KM 4 + 000 - 8 + 000 PERTENECIENTE A LOS CANTONES PUJILÍ Y PANGUA DE LA PROVINCIA DE COTOPAXI".				
CONTIENE: SECCIÓN TRANSVERSALES KM 4+000 AL 4+800				
VÍA CLASE:	LONGITUD:	NIVEL DE ESTUDIO:	UBICACIÓN:	FECHA:
III	3+887.64 KM	PREFACTIBILIDAD	PROVINCIA: COTOPAXI	AGOSTO 2020
DIBUJADO POR:	REVISADO POR:		CANTÓN: PUJILÍ	ESCALA: 1:1000
ROMEL UVIDIA	ING. ALEX LÓPEZ		PARROQUIA: ANGAMARCA	LÁMINA: 6 DE 10



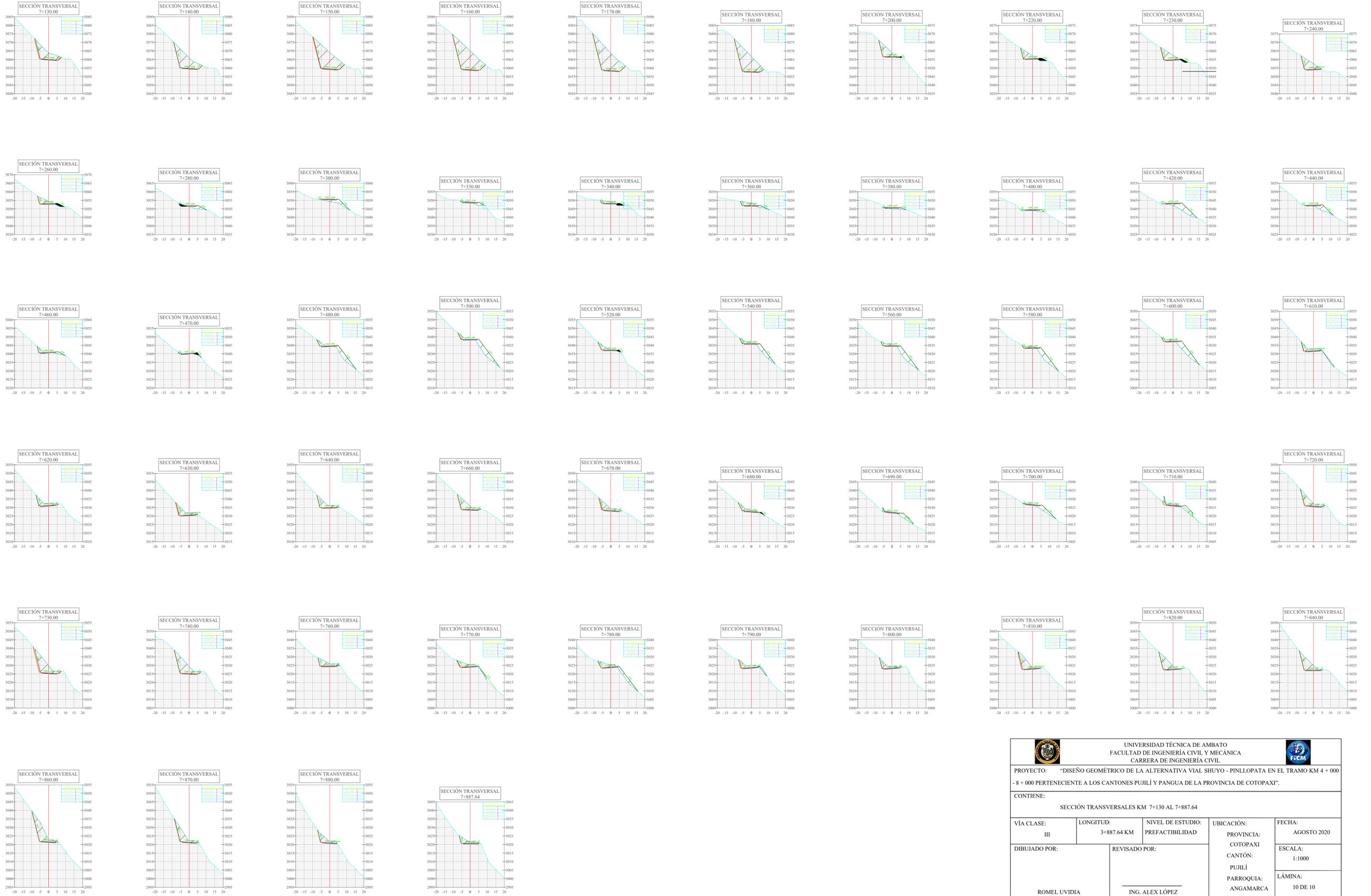
 UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL				
PROYECTO: "DISEÑO GEOMÉTRICO DE LA ALTERNATIVA VIAL SHUYO - PINLOPATA EN EL TRAMO KM 4 + 000 - 8 + 000 PERTENECIENTE A LOS CANTONES PUJILÍ Y PANGUA DE LA PROVINCIA DE COTOPAXI".				
CONTIENE: <div style="text-align: center;">SECCIÓN TRANSVERSALES KM 4+820 AL 5+640</div>				
VÍA CLASE:	LONGITUD:	NIVEL DE ESTUDIO:	UBICACIÓN:	FECHA:
III	3+887.64 KM	PREFACTIBILIDAD	PROVINCIA: COTOPAXI	AGOSTO 2020
DIBUJADO POR:	REVISADO POR:		CANTÓN: PUJILÍ	ESCALA: 1:1000
ROMEL UVIDIA	ING. ALEX LÓPEZ		PARROQUIA: ANGAMARCA	LÁMINA: 7 DE 10



		UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL			
PROYECTO: "DISEÑO GEOMÉTRICO DE LA ALTERNATIVA VIAL SHUYO - PINLLOPATA EN EL TRAMO KM 4 + 000 - 8 + 000 PERTENECIENTE A LOS CANTONES PUJILÍ Y PANGUA DE LA PROVINCIA DE COTOPAXI".					
CONTIENE: <div style="text-align: center;">SECCIÓN TRANSVERSALES KM 5+660 AL 6+</div>					
VÍA CLASE:	LONGITUD:	NIVEL DE ESTUDIO:	UBICACIÓN:	FECHA:	
III	3+887.64 KM	PREFACTIBILIDAD	PROVINCIA: COTOPAXI	AGOSTO 2020	
DIBUJADO POR:	REVISADO POR:		CANTÓN: PUJILÍ	ESCALA: 1:1000	
ROMEL UVIDIA	ING. ALEX LÓPEZ		PARROQUIA: ANGAMARCA	LÁMINA: 8 DE 10	



 UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL				
PROYECTO: "DISEÑO GEOMÉTRICO DE LA ALTERNATIVA VIAL SHUYO - PINLOPATA EN EL TRAMO KM 4 + 000 - 8 + 000 PERTENECIENTE A LOS CANTONES PUJILÍ Y PANGUA DE LA PROVINCIA DE COTOPAXI".				
CONTIENE: SECCIÓN TRANSVERSALES KM 6+430 AL 7+120				
VÍA CLASE:	LONGITUD:	NIVEL DE ESTUDIO:	UBICACIÓN:	FECHA:
III	3+887.64 KM	PREFACTIBILIDAD	PROVINCIA: COTOPAXI	AGOSTO 2020
DIBUJADO POR:	REVISADO POR:		CANTÓN: PUJILÍ	ESCALA: 1:1000
ROMEL UVIDIA	ING. ALEX LÓPEZ		PARROQUIA: ANGAMARCA	LÁMINA: 9 DE 10



 UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL				
PROYECTO: "DISEÑO GEOMÉTRICO DE LA ALTERNATIVA VIAL SHUYO - PINLOPATA EN EL TRAMO KM 4 + 000 - 8 + 000 PERTENECIENTE A LOS CANTONES PUJILÍ Y PANGUA DE LA PROVINCIA DE COTOPAXI".				
CONTIENE: SECCIÓN TRANSVERSALES KM 7+130 AL 7+887.64				
VÍA CLASE:	LONGITUD:	NIVEL DE ESTUDIO:	UBICACIÓN:	FECHA:
III	3+887.64 KM	PREFACTIBILIDAD	PROVINCIA: COTOPAXI	AGOSTO 2020
DIBUJADO POR:	REVISADO POR:	CANTÓN:	PARROQUIA:	ESCALA:
ROMEL UVIDIA	ING. ALEX LÓPEZ	PUJILÍ	ANGAMARCA	1:1000
				LÁMINA:
				10 DE 10