



**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO**  
**FACULTAD DE INGENIERIA 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 16 + 000 – 20 + 000 PERTENECIENTE A  
LOS CANTONES PUJILÍ Y PANGUA DE LA PROVINCIA DE COTOPAXI”

---

**AUTOR:** ANDRÉS SEBASTIÁN YANZAPANTA YANZAPANTA

**TUTOR:** ING. Mg. FRICSON MOREIRA

AMBATO – ECUADOR

2019

## **CERTIFICACIÓN**

Yo, Ing. Mg. Fricson Moreria en calidad de tutor, certifico que el presente proyecto técnico realizado por el señor Andrés Sebastián Yanzapanta Yanzapanta egresado de la Carrera de Ingeniería Civil de la Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica de la Universidad Técnica de Ambato, previo a la obtención del título de Ingeniero Civil, se desarrolló bajo mi tutoría, siendo un trabajo personal e inédito desarrollado bajo el tema: “DISEÑO GEOMÉTRICO DE LA ALTERNATIVA VIAL SHUYO – PINLLOPATA EN EL TRAMO KM 16 + 000 – 20 + 000 PERTENECIENTE A LOS CANTONES PUJILÍ Y PANGUA DE LA PROVINCIA DE COTOPAXI”, el cual reúne todos los requisitos para ser sometido a evaluación y que se ha finalizado de manera satisfactoria.

Es todo lo que puedo certificar en honor a la verdad.

Ambato, Diciembre del 2019



Ing. Mg. Fricson Moreria

**TUTOR DE TESIS**

## AUTORÍA

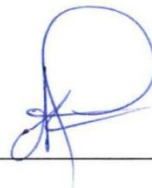
Yo, Andrés Sebastián Yanzapanta Yanzapanta, egresado de la Carrera de Ingeniería Civil de la Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica de la Universidad Técnica de Ambato, certifico que la responsabilidad del presente Proyecto Técnico bajo el tema: “DISEÑO GEOMÉTRICO DE LA ALTERNATIVA VIAL SHUYO – PINLLOPATA EN EL TRAMO KM 16 + 000 – 20 + 000 PERTENECIENTE A LOS CANTONES PUJILÍ Y PANGUA DE LA PROVINCIA DE COTOPAXI”, nos corresponde exclusivamente a mi persona Andrés Sebastián Yanzapanta Yanzapanta y al Ing. Mg. Fricson Moreira tutor de esta tesis.

Ambato, Diciembre del 2019



Andres Sebastián Yanzapanta Y.

**AUTOR**



Ing. Mg. Fricson Moreira

**TUTOR**

## DERECHOS DE AUTOR

Autorizo a la Universidad Técnica de Ambato, para que haga de esta tesis o parte de ella, 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 tesis, con fines de difusión pública, además apruebo la reproducción de esta tesis, 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, Diciembre del 2019



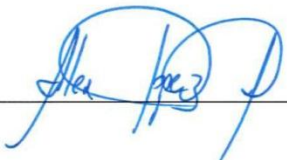
Andres Sebastián Yanzapanta Yanzapanta

AUTOR

## APROBACIÓN DEL TRIBUNAL CALIFICADOR

Los miembros del Tribunal Calificador aprueban en proyecto técnico previo a la obtención del título de Ingeniero Civil bajo el tema: “DISEÑO GEOMÉTRICO DE LA ALTERNATIVA VIAL SHUYO – PINLLOPATA EN EL TRAMO KM 16 + 000 – 20 + 000 PERTENECIENTE A LOS CANTONES PUJILÍ Y PANGUA DE LA PROVINCIA DE COTOPAXI”, realizado por el señor Andrés Sebastián Yanzapanta Yanzapanta, egresado de la carrera de Ingeniería Civil de la Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica de la Universidad Técnica de Ambato.

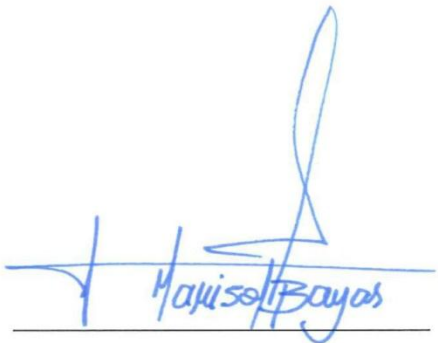
Para constancia firman:



---

Ing. Mg. Alex López

**CALIFICADOR**



---

Ing. Mg. Marisol Bayas

**CALIFICADOR**

## DEDICATORIA

*Este logro cumplido se la dedico principalmente a mis padres Patricio y Elsa, a mi padre que descansa en paz, un hombre lleno de virtudes que siempre fue ese pilar fundamental en mi etapa estudiantil y en la vida, sé que desde el cielo guía mis pasos y se alegra conmigo por esta meta, a mi madre, mujer luchadora y comprensiva, no tengo palabras para agradecerle porque me ha apoyado de todas las maneras que una madre lo haría, a ambos gracias una y mil veces por siempre creer en mí.*

*A mi esposa Gabriela, por ser mi compañera de vida, por apoyarme día a día y no perder la paciencia conmigo a pesar de los problemas, gracias por arrancarme una sonrisa cuando ya no tenía motivos para hacerlo y por acompañarme en las malas noches durante mi etapa de titulación.*

*A mi hermana Yessenia, por ser mi confidente y apoyo en los momentos en que perdía las fuerzas y las ganas de continuar con mi carrera, gracias nena por darme ánimos cuando más lo necesitaba.*

*A mi primo Byron, ahora colega, por ser una guía fundamental en mi carrera, que con su amplia experiencia y su don de gente supo enseñarme lo bueno y lo malo de esta profesión, te agradezco por abrirme las puertas, darme la oportunidad de trabajar contigo y ganar mucha experiencia tanto laboral como personal.*

*A mi tía Rosa, por ser como mi segunda madre, siempre apoyarme con sus palabras, con un plato de comida cuando no había nadie en casa y por siempre estar pendiente de mí y de mi familia.*

*A mis primos Sebastián, Carlos, Daniel por ser como hermanos para mí, por estar conmigo en las buenas, malas y no dejarme solo en ninguna etapa de mi vida, tengan por seguro que contarán conmigo de igual manera siempre.*

*A mis amigos, que son contados, gracias por los gratos momentos que compartimos durante esta etapa estudiantil.*

## AGRADECIMIENTO

*Primeramente, agradezco a Dios, por darme salud y vida para poder llegar hasta este momento de mi vida, y poder cumplir una meta más de tantas.*

*A mis padres, por ser ese motor que impulsa mi vida, por apoyarme siempre y no dejar de creer en mí, gracias infinitas padre mío allá en el cielo, este logro es de los dos negrito y sé que lo festeja conmigo, a mi madre le agradezco por no hacernos faltar nada a mi hermana y a mí, y apoyarme moral y económicamente para alcanzar esta meta.*

*A mi esposa Gabriela, gracias por el apoyo incondicional en cada paso de mi vida, por ser esa mujer humilde y luchadora y enseñarme a ser mejor persona.*

*Un agradecimiento especial a mi tutor Ing. Fricson Moreira, por su apoyo y asesoramiento durante este proyecto, brindándome su tiempo y conocimiento.*

*A los ingenieros de mi querida facultad, Ingeniero Milton Aldaz e Ingeniero Dilon Moya por ser partícipes de este proyecto y apoyar con su experiencia en este tipo de proyectos, darme las pautas para que esta tesis se lleve de la mejor manera y con excelentes resultados.*

## INDICE GENERAL DE CONTENIDOS

CERTIFICACIÓN .....	II
AUTORÍA.....	III
DERECHOS DE AUTOR .....	IV
APROBACIÓN DEL TRIBUNAL CALIFICADOR.....	V
DEDICATORIA .....	VI
AGRADECIMIENTO .....	VII
INDICE GENERAL DE CONTENIDOS.....	VIII
ÍNDICE DE FIGURAS.....	XII
ÍNDICE DE TABLAS .....	XIII
INDICE DE ANEXOS.....	XIV
RESUMEN EJECUTIVO .....	XV
SUMMARY .....	XVI
CAPÍTULO I.....	1
MARCO TEÓRICO.....	1
1. Tema: .....	1
1.1. Antecedentes del Proyecto .....	1
1.1.1. Antecedentes .....	1
1.1.2. Justificación.....	3
1.1.3. Fundamentación Teórica .....	4
1.1.3.1. Sistema de Coordenadas .....	4
1.1.3.2. Proyección Universal Transversa de Mercator (UTM) .....	5
1.1.3.3. Topografía.....	6
1.1.3.4. Drone .....	6
1.1.3.5. Curvas de Nivel .....	8
1.1.3.6. Vías de Comunicación Terrestre.....	10



1.1.3.6.1. Clasificación de las Carreteras según su Función Jerárquica .....	11
1.1.3.6.2. Clasificación de las Carreteras por su Topografía .....	13
1.1.3.6.3. Clasificación de las Carreteras de acuerdo al Tráfico.....	14
1.1.3.7. Tráfico.....	15
1.1.3.7.1. Tráfico Promedio Diario Anual (TPDA).....	15
1.1.3.7.2. Tipos de Conteo Vehicular .....	16
1.1.3.7.3. Tráfico Futuro .....	19
1.1.3.7.4. Tráfico Actual ( $T_a$ ) .....	19
1.1.3.7.5. Tráfico Generado ( $T_g$ ).....	20
1.1.3.7.6. Tráfico Desarrollado ( $T_d$ ).....	21
1.1.3.8. Diseño Geométrico .....	21
1.1.3.8.1. Elementos del Diseño Geométrico .....	21
1.1.3.8.2. Velocidad de Diseño.....	22
1.1.3.8.3. Velocidad de Circulación.....	23
1.1.3.8.4. Diseño Horizontal .....	24
1.1.3.8.4.1. Tangentes .....	24
1.1.3.8.4.2. Curvas Circulares .....	25
1.1.3.8.4.3. Curvas de Transición.....	28
1.1.3.8.4.4. Curvas de inflexión o curvas reversa .....	29
1.1.3.8.4.5. Curvas Espirales.....	30
1.1.3.8.4.6. Curvas circulares compuestas .....	30
1.1.3.8.4.7. Peralte.....	32
1.1.3.8.4.7.1. Magnitud del Peralte .....	33
1.1.3.8.4.7.2. Desarrollo del Peralte .....	34
1.1.3.8.4.7.3. Longitud de Transición .....	34
1.1.3.8.4.8. Sobreancho en las Curvas .....	35
1.1.3.8.4.9. Radio Mínimo de Curvatura Horizontal .....	37

1.1.3.8.4.10.	Distancia de Visibilidad .....	38
1.1.3.8.5.	Diseño Vertical .....	43
1.1.3.8.5.1.	Gradientes .....	44
1.1.3.8.5.1.1.	Gradientes Máximas .....	44
1.1.3.8.5.1.2.	Gradientes Mínimas .....	45
1.1.3.8.5.2.	Tangentes verticales .....	45
1.1.3.8.5.3.	Curvas verticales .....	46
1.1.3.8.5.3.1.	Curvas verticales convexas.....	47
1.1.3.8.5.3.2.	Curvas verticales cóncavas.....	49
1.1.3.8.5.4.	Sección transversal.....	50
1.2.	OBJETIVOS .....	55
1.2.1.	Objetivo General .....	55
1.2.2.	Objetivos Específicos .....	55
	CAPÍTULO II .....	56
	METODOLOGÍA .....	56
2.1.	Materiales y equipos .....	56
2.1.1.	Materiales.....	56
2.1.2.	Equipos.....	57
2.2.	Métodos.....	59
2.2.1.	Ubicación del Proyecto .....	60
2.2.1.1.	Ubicación macro del proyecto .....	60
2.2.1.2.	Ubicación Meso del Proyecto .....	61
2.2.1.3.	Ubicación Micro el Proyecto .....	62
2.2.2.	Plan de Recolección de datos .....	64
2.2.3.	Plan de Procesamiento de datos .....	64
2.2.4.	Análisis de la información .....	65
	CAPITULO III.....	66

RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....	66
3.1. Análisis y Discusión de los Resultados.....	66
3.1.1. Levantamiento Topográfico realizado con Drone.....	66
3.1.2. Conteo Vehicular .....	66
3.1.3. Diseño Geométrico Vial.....	75
3.1.3.1. Diseño Horizontal .....	77
3.1.3.2. Diseño Vertical.....	79
3.1.3.3. Diseño Transversal.....	80
3.1.4. Presupuesto Referencial .....	80
3.1.4.1. Análisis de Precios Unitarios .....	81
3.1.4.2. Rubros .....	81
CAPÍTULO IV.....	88
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	88
4.1. Conclusiones .....	88
4.2. Recomendaciones.....	89
BIBLIOGRAFIA: .....	90
ANEXOS .....	94

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.- Sistema de Coordenadas Geográficas .....	5
Figura 2.- Husos y Zonas .....	6
Figura 3.- DJI MAVIC 2 PRO (Este Drone se utilizó para el levantamiento en 3D)..	7
Figura 4.- Fotogrametría .....	8
Figura 5.- El relieve retratado por las curvas de nivel .....	9
Figura 6.- Curvas Maestras y Secundarias .....	10
Figura 7.- Corredor Arterial – Troncal de la Sierra E35 .....	11
Figura 8.- Vía Colectora – Acceso Central de Ambato .....	12
Figura 9.- Curva del Volumen Horario (VHP) .....	18
Figura 10.- Elementos de la Curva Circular Simple .....	25
Figura 11.- Elementos de la Curva de Transición.....	29
Figura 12.- Curva Reversa .....	29
Figura 13.- Elementos de Diseño de la Curva Circular Compuesta .....	31
Figura 14.- Acción de la fuerza centrífuga en curvas .....	32
Figura 15.- Coeficientes de fricción lateral para proyectos a diferentes velocidades	33
Figura 16.- Métodos para desarrollar el peralte .....	34
Figura 17.- Transición del Peralte.....	35
Figura 18.- Desarrollo del Sobreancho .....	36
Figura 19.- Distancia de Visibilidad de Parada.....	38
Figura 20.- Distancia de Rebasamiento .....	41
Figura 21.- Tangente Vertical .....	45
Figura 22.- Elementos de una curva vertical.....	46
Figura 23.- Curva Vertical Convexa .....	48
Figura 24.- Sección transversal de una vía.....	50
Figura 25.- Casos de Bombeo .....	54
Figura 26.- Ubicación Macro del proyecto .....	60
Figura 27.- Ubicación Meso del Proyecto.....	61
Figura 28. Ubicación Micro del Proyecto .....	62

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1.- Anchos de Faja Recomendada.....	7
Tabla 2.- Clasificación de carreteras según el tipo de terreno .....	14
Tabla 3.- Clasificación de Carreteras en Función del Tráfico Proyectado .....	14
Tabla 4.- Tasa del Crecimiento del Tráfico .....	20
Tabla 5.- Velocidad de diseño según la clasificación de la vía.....	22
Tabla 6.- Relaciones entre Velocidades de Circulación y de Diseño .....	23
Tabla 7.- Valores mínimos recomendados para radio de curvatura.....	37
Tabla 8.- Valores de distancia de visibilidad de parada para un vehículo .....	40
Tabla 9.- Valores de distancia de visibilidad de rebasamiento para un vehículo .....	43
Tabla 10.- Valores de gradientes longitudinales máximas.....	44
Tabla 11.- Gradientes y Longitudes Máximas .....	44
Tabla 12.- Curvas verticales convexas mínimas .....	47
Tabla 13.- Valores de coeficientes de K para curvas verticales cóncavas mínimas ..	49
Tabla 14.- Anchos de Calzada .....	51
Tabla 15.- Valores de ancho de espaldones .....	52
Tabla 16.- Valores de Bombeo .....	53
Tabla 17.- Ubicación Geográfica del Proyecto .....	63
Tabla 18.- Volumen Vehicular por día .....	67
Tabla 19.- Volumen de vehículos del día de mayor concentración .....	68
Tabla 20.- Volumen vehicular en la Hora Pico.....	69
Tabla 21.- Estudio de Tráfico Vía Apagua – La Maná.....	71
Tabla 22.- Tasa del Crecimiento del Tráfico .....	73
Tabla 23.- Tráfico Futuro .....	74
Tabla 24.- Velocidad de diseño según la clasificación de la vía.....	75
Tabla 25.- Relaciones entre Velocidades de Circulación y de Diseño .....	76
Tabla 26.- Valores mínimos recomendados para radio de curvatura.....	77
Tabla 27.- Presupuesto Referencial del Proyecto .....	87

## ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo I-A. Cuaderno de apuntes .....	95
Anexo II-A. Estacas de Madera .....	95
Anexo III-A. Clavos de hierro .....	95
Anexo IV-A. Martillo o Combo.....	95
Anexo V-A. Pintura .....	95
Anexo VI-A. Diana .....	95
Anexo VII-A. GPS Garmin eTrex 30 .....	96
Anexo VIII-A. Drone .....	96
Anexo IX-A. Sistema Trimble GNSS R10 .....	96
Anexo X-A. Trípode Topográfico.....	96
Anexo XI-A. Radiocomunicadores .....	97
Anexo XII-A. Cinta Métrica .....	97
Anexo XIII-A. Flexómetro.....	97
Anexo XIV-A. Computador.....	97
Anexo XV-B. Datos Topográficos.....	99
Anexo XVI-B. Recopilación Fotográfica del Levantamiento.....	100
Anexo XVII-B. Volumen de Corte y Relleno.....	106
Anexo XVIII-C. Conteo Vehicular día Lunes 21 de octubre del 2019.....	112
Anexo XIX-C. Conteo Vehicular día Martes 22 de octubre del 2019.....	113
Anexo XX-C. Conteo Vehicular día Miércoles 23 de octubre del 2019 .....	114
Anexo XXI-C. Conteo Vehicular día Jueves es 23 de octubre del 2019 .....	115
Anexo XXII-C. Conteo Vehicular día Viernes 24 de octubre del 2019 .....	116
Anexo XXIII-C. Conteo Vehicular día Sábado 25 de octubre del 2019.....	117
Anexo XXIV-C. Conteo Vehicular día Domingo 26 de octubre del 2019 .....	118
Anexo XXV-D. Rubro 1 – Desbroce, Desbosque y Limpieza .....	120
Anexo XXVI-D. Rubro 2 – Replanteo y Nivelación .....	121
Anexo XXVII-D. Rubro 3 – Excavación sin clasificar incluye desalojo .....	122
Anexo XXVIII-D. Rubro 4 - Relleno y compactado con suelo propio .....	123

## **RESUMEN EJECUTIVO**

**TEMA:** “DISEÑO GEOMÉTRICO DE LA ALTERNATIVA VIAL SHUYO – PINLLOPATA EN EL TRAMO Km 16+000 – 20+000 PERTENECIENTE A LOS CANTONES PUJILÍ Y PANGUA DE LA PROVINCIA DE COTOPAXI”.

**ESTUDIANTE:** Andrés Sebastián Yanzapanta Yanzapanta

**TUTOR:** Ing. M.Sc. Fricson Moreira

**FECHA:** 06 de diciembre del 2019

El presente proyecto técnico tiene como objetivo principal el diseño de un tramo de vía de 4km del camino vecinal existente que une Shuyo y Pinllopata, perteneciente a la provincia de Cotopaxi; influyendo directamente en el desarrollo de dichos sectores y la calidad de vida de sus habitantes.

Se realizó una observación directa del sitio de estudio con el fin de determinar las condiciones actuales de la vía y del terreno, posteriormente se procede a realizar el estudio topográfico con el que realizamos el diseño geométrico horizontal, vertical y transversal de la vía con sus respectivas secciones de calzada, volúmenes de movimientos de tierra, cunetas, y los puntos importantes por donde pasará la vía ajustándose al nuevo diseño.

Además, se efectuó el estudio de tráfico (T.P.D.A) en una estación de conteo manual ubicado en la población rural Chisla con una duración de 7 días por un lapso de 12 horas consecutivas, mediante el cual se pudo determinar el número de vehículos que por esta vía transitaban y el tráfico proyectado a futuro con la nueva vía mediante el método AASHTO y de la treintava hora.

Para finalizar, se calculó el volumen de corte y relleno, con el cual se realizará un análisis de precios unitarios y un cronograma de trabajo valorado. Una vez finalizado el presente estudio será entregado al GAD Parroquial de Angamarca como un aporte de la Universidad Técnica de Ambato hacia la comunidad para que se pueda realizar la construcción de la infraestructura vial, o lo use de la manera que crea conveniente.

## SUMMARY

**TEMA:** “GEOMETRIC DESIGN OF THE ALTERNATIVE VIAL SHUYO – PINLLOPATA IN THE SECTION Km 16+000 – 20+000 BELONGING TO THE PUJILÍ AND PANGUA TOWNS OF COTOPAXI PROVINCE”.

**AUTHOR:** Andrés Sebastián Yanzapanta Yanzapanta

**TUTOR:** Ing. M.Sc. Fricson Moreira

**FECHA:** December 6<sup>th</sup> of 2019

This technical project has as main objective to the design of four kilometers stretch of road located between the abscissas 16+000 – 20 + 000 of the existing roads that connects Shuyo and Pinllopata, belonging to the Cotopaxi province; directly influencing in the development of these populations and the quality of life of their habitants.

This work begins by making a direct observation of the study site in order to determine the current conditions of the road and terrain , then the topographic study with wich we carry out the horizontal, vertical and transversal design of the road with their respective sections of road, volumes of soil movements, ditches and important points where the road will pass adjusting to the new design.

In addition, the traffic study (TPDA) was carried out in a manual counting station located in the rural town Chisla with a duration of 7 days for a period of 12 consecutive hours, through which it was possible to determine the number oh vehicles that traveled through this route and the projected traffic in the future with the new route by means of the AASHTO method and the thirty hour.

Finally, the cut and fill volume will be calculated, with which a unit price analysis and a work schedule will be carried out. Once this study is completed, it will be delivered to the Angamarca Parish GAD as a contribution from the Universidad Técnica de Ambato to the community so that the construction of the road infrastructure can be carried out, or used in the way it deems appropriate.



# CAPÍTULO I

## MARCO TEÓRICO

### 1. Tema:

“DISEÑO GEOMÉTRICO DE LA ALTERNATIVA VIAL SHUYO – PINLLOPATA EN EL TRAMO Km 16+000 – 20+000 PERTENECIENTE A LOS CANTONES PUJILÍ Y PANGUA DE LA PROVINCIA DE COTOPAXI”.

### 1.1. Antecedentes del Proyecto

#### 1.1.1. Antecedentes

Una carretera es un sistema de transporte que permite la circulación de vehículos en condiciones de continuidad en el tiempo y espacio que requiere de un nivel mínimo de seguridad, comodidad y rapidez. Puede ser de una o varias calzadas, cada calzada puede estar conformada por uno o varios carriles y tener uno o dos sentidos de circulación, conforme al volumen de demanda de tránsito, composición vehicular, clasificación funcional y distribución direccional. [1]

La importancia de mejorar la cobertura y la calidad de las vías de tercer orden de la provincia y del país para el impulso y desarrollo socio económico de las zonas rurales y de poblaciones que se encuentran apartadas de las grandes urbes es más que necesaria. Sin embargo, para que este tipo de proyectos sea exitoso es necesario contar con buenos diseños geométricos y de pavimentos, así como también tecnologías apropiadas que se adapten perfectamente a la topografía del terreno y cumplan con los estándares de calidad, seguridad y comodidad para el usuario. [2]

Muchos son los factores que entran en juego a la hora de diseñar una vía y el proyectista de carreteras debe considerarlos según su importancia, ajustando el resultado final de tal forma que cumpla con las máximas exigencias a un coste mínimo. Esto quiere decir que el factor económico es el preponderante, casi siempre

es así; aunque hay casos en los que se debe sacrificar este factor para satisfacer otros, generalmente de índole geográfico, político o estratégico. [3]

La mayor parte de las calles y carreteras del mundo están trazadas siguiendo las rutas ya existentes y es común observar que las velocidades de proyecto sin superadas por la de los vehículos que por ahí transitan. Sus características de pendiente, curvatura, sección transversal y capacidad de carga, corresponden, más bien, a un tránsito de vehículos lentos, pequeños y ligeros, como lo eran los primeros vehículos a motor. [4]

Las características físicas y la proporción de vehículos de distintos tamaños que circulan por las carreteras, son clave para el diseño geométrico. Por esta razón, es necesario examinar todos los tipos de vehículos, clasificar en grupos y seleccionar el tamaño más representativo de cada grupo para su uso en el diseño. Estos vehículos tienen peso, dimensiones y características de operación, usados para establecer los criterios de diseño, son llamados vehículos de diseño. [5]

Cárdenas [6] establece los factores o requisitos de diseño a tener en cuenta se agrupan en internos o propios del diseño de la vía y externos o previamente existentes.

Los factores externos están directamente relacionados con varios aspectos como son, la conformación geotécnica y geológica del terreno, la topografía del mismo, el volumen y características del tránsito actual y futuro, los factores ambientales, los desarrollos urbanísticos existentes y proyectados, los parámetros socioeconómicos del área y la estructura de las propiedades.

Los factores internos contemplan las velocidades a tomar en cuenta para el diseño y los efectos de operación de la geometría, especialmente vinculados con la seguridad requerida, la estética y armonía de la solución.

El alineamiento horizontal es la proyección del eje del camino sobre un plano horizontal. Los elementos que integran esta proyección son las tangentes y la curvas, sean circulares o de transición. El establecimiento del alineamiento horizontal

depende de la topografía y características hidrológicas del terreno, las condiciones de drenaje y las características técnicas de la subrasante. [7]

La topografía afecta al alineamiento horizontal, pero es más evidente el efecto sobre el alineamiento vertical. Para caracterizar estas variaciones, los ingenieros dividen la topografía del terreno en tres clasificaciones de acuerdo con el terreno que son: terreno plano, terreno ondulado y terreno montañoso, en el caso de nuestro proyecto técnico el terreno es montañoso. [8]

### **1.1.2. Justificación**

La RUTA ESTATAL E30, es una vía de primer orden que une la provincia de Cotopaxi y Manabí, esta vía al interior de la provincia une los cantones Latacunga, Pujilí y La Maná, en la comunidad de Apagua en el Km 71.5 de esta ruta Latacunga – La Maná, se deriva la vía Apagua – Angamarca – El Corazón. [9]

El presente proyecto técnico tiene lugar entre las comunidades Shuyo – Pinllopata, Cantón Pujilí, provincia de Cotopaxi, al ser ésta una zona en crecimiento y con una gran producción agrícola y ganadera, se ve en la necesidad de contar con una vía de calidad y que les permita una circulación rápida y segura para su comunicación y transporte de productos a los distintos mercados de la zona centro.

Estas comunidades por muchos años se han visto aisladas por no tener un buen acceso, la gente del sector se moviliza utilizando transporte privado (camionetas, camiones y motocicletas), así como también los equinos y camélidos para transporte de carga, además las líneas de transporte público Pujilí y Salcedo cuenta con unidades que cubren estas frecuencias y atraviesan la parroquia de Angamarca, pero no son diarias y son en horarios establecidos por la Agencia Nacional de Transito.

El mal estado de la carretera existente limita la movilidad y el libre comercio, por lo que es necesario realizar un buen estudio de prefactibilidad y un buen diseño geométrico, ya que es la parte más significativa dentro de un proyecto de mejoramiento o construcción de una vía, además de tomar en cuenta el volumen de corte y relleno a realizar, para que la vía cumpla con los parámetros de seguridad,

comodidad, estética y sea compatible con el medio ambiente, es decir que la construcción sea sostenible y que los beneficios actuales y a futuro superen su costo de construcción.

Los problemas por el mal estado de la vía actual radican fundamentalmente en la falta de accesibilidad de la población localizada en la zona de influencia, dificultando la comercialización de producción agrícola y ganadera. La importancia de proporcionar una vía accesible es incrementar la producción agrícola y ganadera; facilitará además la comunicación en lapsos cortos de tiempo entre el cantón Pujilí y Pangua. [10]

El presente proyecto técnico es factible, ya que con un correcto sistema de comunicación permitirá acortar distancias y crear nuevas alternativas para sus habitantes que podrían emprender la agricultura, piscicultura, ganadería y generar el turismo. [11]

### **1.1.3. Fundamentación Teórica**

#### **1.1.3.1. Sistema de Coordenadas**

El posicionamiento global GPS, así como cualquier otro sistema satelital, requiere de sistemas de referencia bien definidos consistentes globales y geocéntricos. Esto implica que consideran todo el globo terrestre y tienen su origen en el centro de masa de la Tierra. [5]

Los más conocidos son:

- El Sistema de Referencia Terrestre Internacional ITRF (International Terrestrial Reference Frame).
- El Sistema Geodésico Mundial 1984 WGS-84 (World Geodesic System 1984).
- SIRGAS (Sistema de Referencia Geocéntrico para América del Sur).

- Sistema de referencia sudamericanos. Datum Provisorio Sudamericano 1956 – PSAD-56.

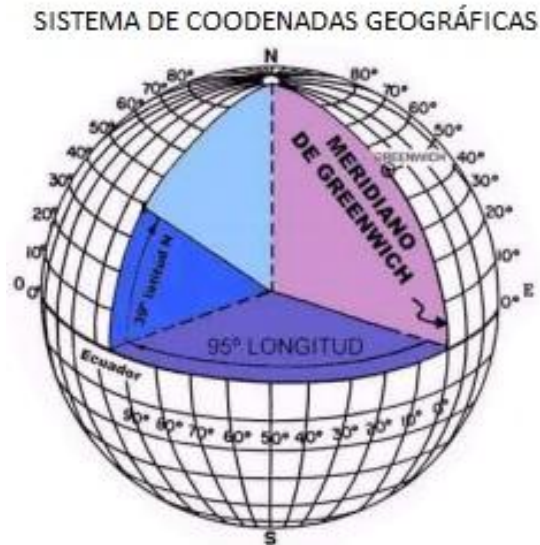


Figura 1.- Sistema de Coordenadas Geográficas

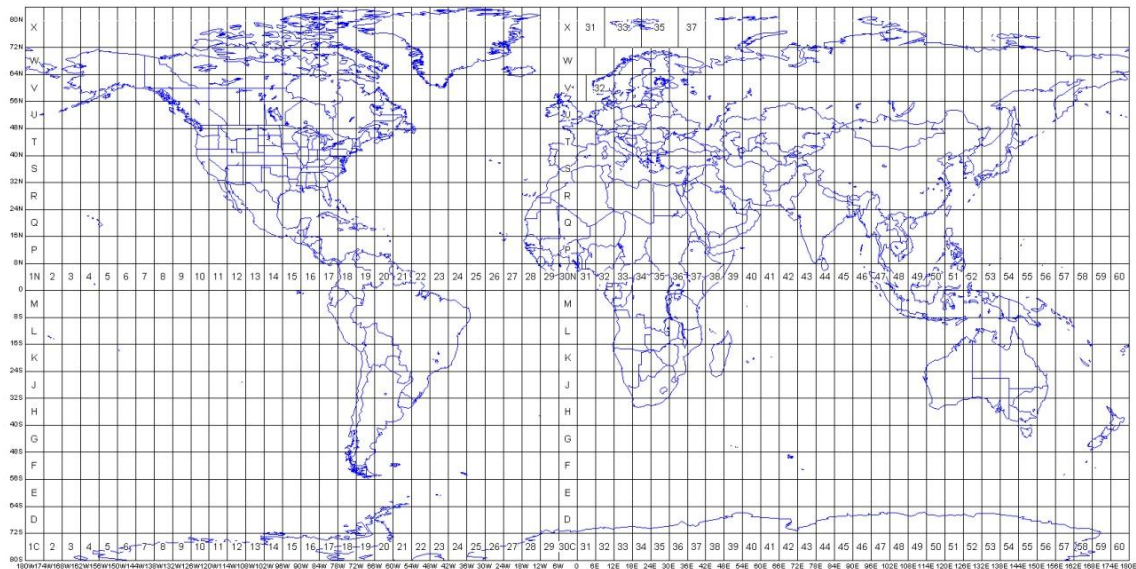
Fuente: “Cartografía y Geodesia. Sistemas de Proyección”, 2015

### 1.1.3.2. Proyección Universal Transversa de Mercator (UTM)

La proyección UTM es una de las más conocidas y utilizadas, se trata de una proyección cilíndrica transversa (la generatriz del cilindro no es paralela al eje de rotación sino perpendicular). La tierra está dividida en 60 husos, con un ancho de  $6^\circ$  de longitud, empezando desde el meridiano de Greenwich hacia el este, con 20 zonas de  $8^\circ$  de latitud. [12]

Cada huso se divide en 20 zonas de  $8^\circ$  cada una con lo cual se genera una cuadrícula (grid) hasta los  $84^\circ$  norte y  $80^\circ$  sur (latitud). Ecuador es un país que tiene una ubicación particular, se encuentra atravesado por la línea ecuatorial, por ende pertenece al hemisferio norte y hemisferio sur, es decir se extiende en las zonas 17 y 18 M y N. [13]

Figura 2.- Husos y Zonas



Fuente: “La proyección Universal Transversa de Mercator (UTM)”, 2013

### 1.1.3.3. Topografía

Es el procedimiento que tiene por objeto la determinación de la ubicación de puntos en la superficie de la tierra o a corta altura de la misma; este procedimiento consiste principalmente en las mediciones de las distancias horizontales y verticales entre varios objetos, para la determinación de los ángulos entre alineaciones, localizar la orientación de estas y situar los puntos en el terreno valiéndose de anteriores mediciones, tanto lineales como angulares. [14]

### 1.1.3.4. Drone

Es un vehículo aéreo autónomo que tiene características técnicas necesarias para realizar diversos trabajos como fotografía, cinematografía, uso militar, comercial, en ingeniería y hasta entretenimiento; posee un sistema de posicionamiento global (GPS), una amplia gama de sensores, cámara fotográfica y de video, etc. Puede desarrollar diferentes alturas de vuelo (desde 1m hasta 500m) y se puede operar mediante control remoto o se puede realizar un plan de vuelo ingresando datos en un software.

Figura 3.- DJI MAVIC 2 PRO (Este Drone se utilizó para el levantamiento en 3D)



Fuente: “Drones para Topografía”, 2019

**- Levantamiento Fotogramétrico con Drone**

Uno de los campos de mayor impacto es el de la topografía, donde gracias a estos instrumentos es posible realizar levantamientos topográficos de gran precisión en poco tiempo, suministrando a los procesos de cálculo y diseño información completa y confiable. [15]

De acuerdo a las condiciones del terreno donde vamos a realizar el levantamiento, para realizar los perfiles transversales hay que establecer un ancho de faja a criterio del diseñador, utilizando clinómetro, estación total, miras, etc. Si bien dependerá del criterio del ingeniero se puede recomendar algunos valores.

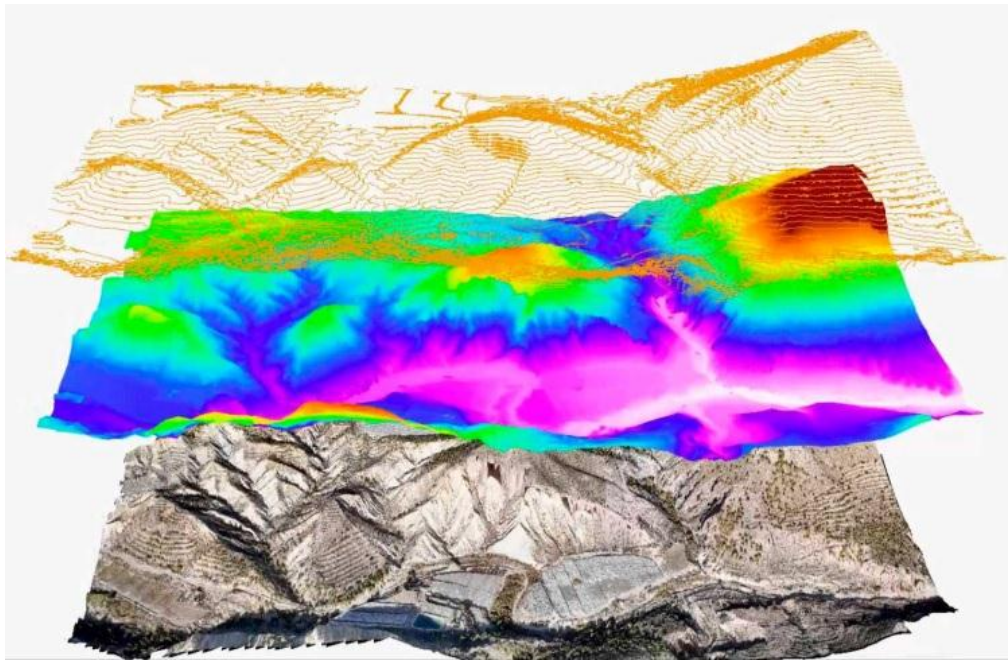
Tabla 1.- Anchos de Faja Recomendada

<b>Pendiente Transversal del Terreno</b>	<b>Longitud Mínima a cada lado del Polígono</b>
80% o más	100 metros
40% a 80%	60 metros
0% a 40%	40 metros

Fuente: “Norma Ecuatoriana Vial”, NEVI-12-MTOP. 2013

Luego de realizar el vuelo se procede al procesamiento de las imágenes obtenidas con software apropiado como Pix4D, PhotoScan, Photomodeler, entre otros; que permite obtener productos cartográficos tales como: Restituciones para Cartografía digital o impresa, Modelo Digital de Elevaciones (MDE), Ortofotos y Modelos foto realísticos. [16]

Figura 4.- Fotogrametría



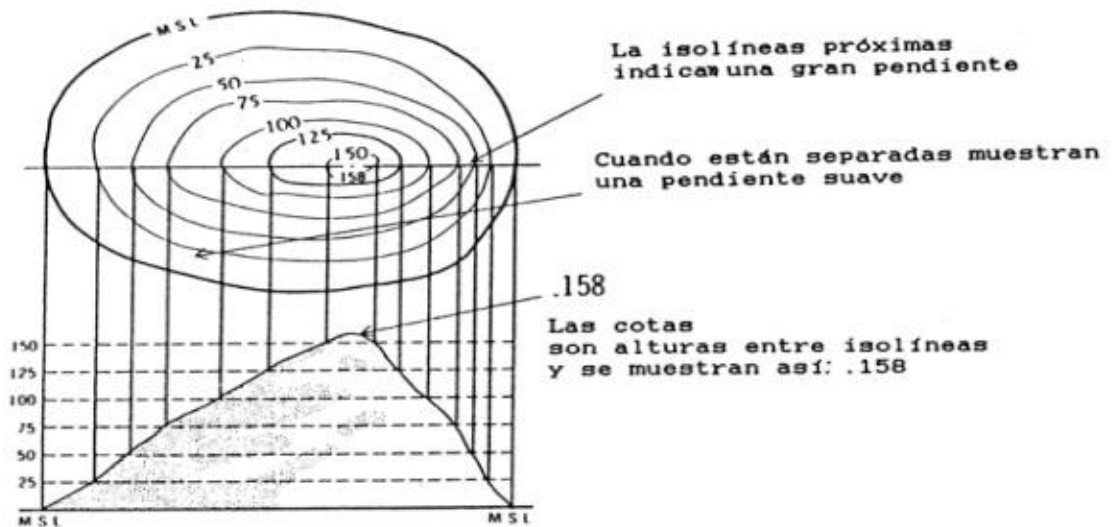
Fuente: “Fotogrametría y Modelos 3D con Drones”, 2018

#### **1.1.3.5. Curvas de Nivel**

Las curvas de nivel también llamadas isolíneas es el sistema de representación más usado para expresar gráficamente el relieve de un terreno, en otras palabras, una curva de nivel es la línea que une todos los puntos que en un mismo plano tiene la misma cota o altitud. En un plano se dibujan las curvas de nivel para representar los intervalos de alturas que son equidistantes sobre un plano de referencia. Esta diferencia de altura entre curvas se denomina “equidistancia”. [17]



Figura 5.- El relieve retratado por las curvas de nivel



Fuente: “Department of Energy, Mines and Resources”, Canada.

Es importante, tomar en cuenta varios aspectos sobre las curvas de nivel que no podemos pasar por alto, como son: [18]

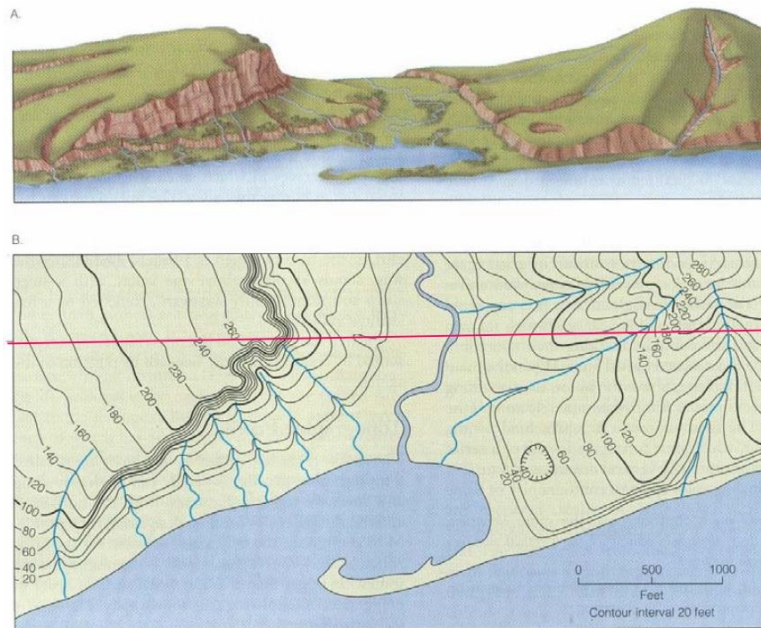
- Las curvas de nivel no se cruzan ni tampoco se cortan.
- Las líneas siempre son cerradas.
- Mientras las líneas están más cerca entre sí, indican una pendiente más pronunciada y viceversa.
- La línea de máxima pendiente entre dos curvas de nivel es aquella que tienen entre sí la distancia más corta.

Las curvas de nivel se pueden clasificar en curvas maestras o principales y secundarias.

- **Curvas de Nivel Principales:** Se representan con líneas de un mayor espesor a las otras curvas, se dibujan en tono oscuro y su numeración se realiza en incrementos múltiplos de 5 o 10.

- **Curvas de Nivel Secundarias:** Se representan con líneas más finas, su numeración no es visible, se encuentran entre dos curvas maestras consecutivas, es decir, existen cuatro curvas de nivel en tono más claro.

Figura 6.- Curvas Maestras y Secundarias



Fuente: “U.S. Geological Survey”, 2015

### 1.1.3.6. Vías de Comunicación Terrestre

Las vías son estructuras de diferentes tipos construidas para la movilidad terrestre de los vehículos y constituyen un esencial medio de comunicación que une regiones, provinciales, cantones y parroquias de la República del Ecuador, cuya forma constitutiva contiene una plataforma de circulación que comprende todas las facilidades necesarias para garantizar la adecuada circulación, incluyendo aquella definida como derecho de vía y señalización. [19]

Una red vial estatal se denomina al conjunto de caminos de propiedad pública sujetos a la normatividad y marco institucional vigente. Está integrado por las redes primaria y secundaria, que se le ha denominado red nacional; más las redes terciaria y vecinal, denominada provincial. [20]

#### **1.1.3.6.1. Clasificación de las Carreteras según su Función Jerárquica**

De acuerdo a su jerarquía, las carreteras deberán diseñarse con las características geométricas que corresponden a su clase y construirse por fases según el incremento del tráfico.

##### **- Corredores Arteriales**

Las vías primarias o corredores arteriales son carreteras de calzada única (clase I y II) y de calzadas separadas (autopistas). Dentro del grupo clase I y II que son la mayoría de carreteras, éstas estarán conformadas por una sola superficie de rodadura con dos carriles para circulación en ambos sentidos y con espaldones apropiados a cada lado de la vía. Dentro del grupo de autopistas, éstas tendrán un control total de accesos y su uso puede ser restringido a cierto tipo de vehículos y usuarios. [7]

En el Ecuador existen un total de 12 vías primarias y tienen su dirección norte a sur y cubren un 66% de la longitud total de la Red Vial del Estatal; estas vías reciben un nombre propio, además se codifican con la letra E seguido de uno o dos dígitos, y en ocasiones una letra al final que indican rutas alternas (A, B, C, etc).

Figura 7.- Corredor Arterial – Troncal de la Sierra E35



Fuente: Carreteras del Ecuador, Transversal Central, 2010

### - Vías Colectoras

Las vías secundarias o vías colectoras tienen como función principal recoger el tráfico de una zona urbana o rural para conducirlo a las vías primarias o corredores arteriales. En el Ecuador existen un total de 43 vías secundarias y cubren el 33% de la longitud total de la Red Vial Estatal. [21]

Las vías secundarias reciben su nombre por las ciudades o lugares que conectan, además se codifican con la letra E, seguido de dos o tres dígitos, y en ocasiones una letra al final que indican rutas alternas (A, B, C, etc). El numeral de una vía secundaria puede ser par o impar y su orientación puede ser norte – sur y este – oeste, respectivamente. [22]

Figura 8.- Vía Colectora – Acceso Central de Ambato



Fuente: Carreteras del Ecuador, Transversal Central, 2010

### - Caminos Vecinales

Los caminos vecinales son carreteras de clase IV y V, en estos están incluidos todos los caminos rurales que no fueron incluidos en los antes mencionados, por lo general son vías lastradas o empedradas y en raras ocasiones son asfaltadas. [7]

### **1.1.3.6.2. Clasificación de las Carreteras por su Topografía**

#### **- Terreno Plano**

Se localiza en carreteras que tienen pendientes transversales al eje de la vía menores al 5%. Estas carreteras requieren un mínimo movimiento de tierras para su construcción, por lo que no existe problema alguno para su trazado y nivelación. Sus pendientes son habitualmente menores al 3%. [7]

#### **- Terreno Ondulado**

Se presenta en carreteras que tienen pendientes transversales al eje de vía entre 6% al 12%. Estas carreteras requieren un movimiento moderado de tierras para su construcción, esto permite tener alineamientos aproximadamente rectos, menores dificultades en el trazado y nivelación. Sus pendientes oscilan entre 3% al 6%. [7]

#### **- Terreno Montañoso**

Este tipo de terreno podemos hallar en carreteras que tienen pendientes transversales al eje de la vía entre 13% al 40%. Estas carreteras requieren grandes cantidades de movimientos de tierras para su construcción, razón por la cual su trazado y nivelación presentan dificultades. Sus pendientes fluctúan entre el 6% al 8%. Es aconsejable disminuir el ancho de la obra básica, sacrificando el ancho de los espaldones. [7]

#### **- Terreno Escarpado**

Este es el tipo de terreno más complicado, ya que la pendiente es muy alta que pasa el 40%. Para su construcción se necesita máximo movimiento de tierras y existen serias dificultades para su trazado y nivelación, ya que los alineamientos de la vía están prácticamente definidos por quebradas o divisorias de agua. Razón por la cual la mayoría de pendientes longitudinales superan el 8%. [7]

El MTOP propone la siguiente tabla con las especificaciones según el tipo de terreno:

Tabla 2.- Clasificación de carreteras según el tipo de terreno

<b>TIPO DE TERRENO</b>	<b>PENDIENTE LONGITUDINAL</b>	<b>PENDIENTE TRANSVERSAL</b>	<b>MOVIMIENTO DE TIERRA</b>	<b>TRAZADO</b>
<b>Plano</b>	menor al 3%	menor a 5°	Mínimo movimiento de tierras	No existe problema para su trazado y ejecución
<b>Ondulado</b>	3% - 6%	6° - 12°	Moderado movimiento de tierras	Menores problemas para su trazado y ejecución
<b>Montañoso</b>	6% - 8%	13° - 40°	Grandes movimientos de tierras	Presenta dificultades para su trazado y ejecución
<b>Escarpado</b>	mayor al 8%	mayor a 40°	Máximos movimientos de tierras	Presenta grandes dificultades para su trazado y ejecución

Fuente: Manual de diseño geométrico de carreteras, MOP 2003

### 1.1.3.6.3. Clasificación de las Carreteras de acuerdo al Tráfico

Para el diseño de carreteras en el país, la norma del Ministerio de Transportes y Obras Públicas recomienda la clasificación en función del pronóstico de tráfico proyectado a un tiempo de 15 o 20 años. [7]

Tabla 3.- Clasificación de Carreteras en Función del Tráfico Proyectado

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

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

### 1.1.3.7. Tráfico

El tráfico es el factor que indica el servicio para el cual se va a trazar una vía e influye directamente las características geométricas de diseño como son el ancho, las pendientes, los alineamientos, etc. Las características del tráfico que deben estudiarse son: los volúmenes, el sentido de la vía, la composición y la velocidad. [1]

Desde el ingreso de la vía, hasta llegar al límite de la parroquia Angamarca tiene una longitud de 11.54 Km, el ancho de la calzada es de 6 metros, la capa de rodadura de este tramo es lastrada, a la vez del límite de la parroquia al centro poblado tiene una longitud de 24.89 Km, el ancho de calzada es de 6 metros, el 42% de la capa de rodadura es suelo lastrado mientras que el 56% restante es de suelo natural; y desde el centro poblado hasta el límite con la parroquia Pinllopata que es donde se encuentra nuestro proyecto tiene una longitud de 19.47Km, el ancho de calzada es de 5 metros y el 72% de la capa de rodadura es lastrada y el restante 28% es suelo natural. [9]

#### 1.1.3.7.1. Tráfico Promedio Diario Anual (TPDA)

El tráfico promedio diario anual (TPDA) equivale al valor promedio del flujo vehicular que circula por una la carretera durante un año dividido por 365, es decir que es el volumen de tránsito promedio por día. [7]

Se calcula mediante la siguiente fórmula:

$$TDPA = TF + TG + TA + TD \quad \text{Ec. 1}$$

Donde:

**TF:** Tráfico Futuro

**TG:** Tráfico Generado

**TA:** Tráfico Atraído

**TD:** Tráfico Desarrollado

Para el realizar el cálculo hay que tomar en cuenta las siguientes consideraciones:

- En vías que sean de un solo sentido de circulación, será contabilizado el tráfico en ese sentido.
- En vías de dos sentidos de circulación, se tomará el volumen de tráfico en ambos sentidos. Regularmente en este tipo de vías, al final del día el conteo suele ser similar en los dos sentidos. [7]
- Para las autopistas, generalmente se calcula para cada sentido de circulación, porque aquí interviene lo que se conoce como Flujo Direccional que es el porcentaje de vehículos en cada sentido de la vía, esto determina en un mismo periodo diferentes volúmenes de tráfico. [7]

#### **1.1.3.7.2. Tipos de Conteo Vehicular**

##### **a) Conteo Manual**

Es indispensable para obtener información real sobre la composición del tráfico y los giros en las intersecciones.

##### **b) Conteo Automático**

El conteo automático permite conocer el volumen total del tráfico, además siempre debe ir acompañado de conteo manual para establecer la composición del tráfico.

Para un estudio definitivo se deben realizar conteos durante 12 horas ininterrumpidas por 7 días consecutivos, sin que estos días estén afectados por alguna fecha representativa. [7]

##### **- Volumen Horario de Máxima Demanda (VHMD)**

Es el máximo número de vehículos que transitan por un punto determinado o sección transversal de una vía en un lapso de 60 minutos consecutivos, es conocida también



como hora pico, y es aquí donde se registra la mayor circulación de vehículos durante un día en particular. [4]

- **Factor Horario de Máxima Demanda (FHMD)**

Es también conocido como factor de hora pico, establece la relación entre el volumen horario de máxima demanda y el flujo vehicular máximo representado en un periodo dentro de una hora, este valor obtenido no es constante a lo largo de toda la hora pico, dado que dentro de esta misma hora existe volumen mayor de tráfico, es por esto que la hora pico se subdivide en cuatro periodos de 15 minutos. [7] Para determinar el FHMD se lo realiza mediante la siguiente ecuación:

$$FHMD = \frac{VHMD}{4 * Qmáx} \quad \text{Ec. 2}$$

**Donde:**

**FHMD:** Factor horario de máxima demanda.

**VHMD:** Volumen horario de máxima demanda.

**Qmáx:** Flujo vehicular máximo en periodos de 15 minutos.

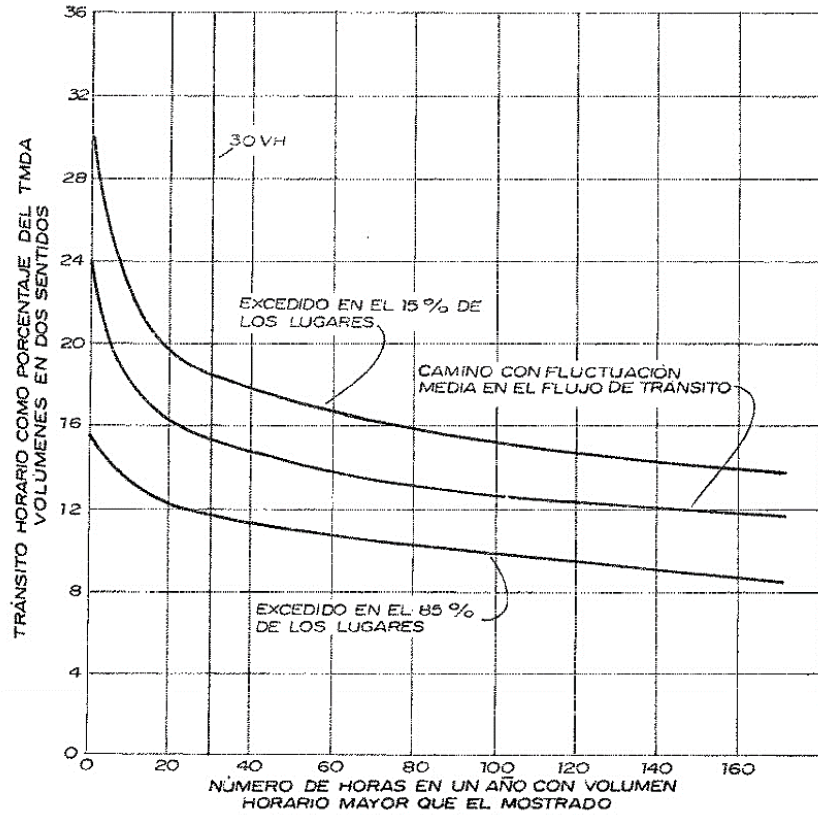
- **Volumen Horario Máximo Anual (VHMA)**

Es el máximo volumen de horario que pasa por un punto o sección transversal de un carril o calzada durante un año determinado. En otras palabras, es la hora de mayor volumen de tráfico de las 8760 horas del año. [23]

- **Volumen Horario de Proyecto (VHP)**

Es el volumen de tránsito horario que será empleado para determinar las características geométricas de la vía. Principalmente se proyecta con un volumen horario pronosticado. El volumen horario que se tiene que utilizar para el diseño debe ser el trigésimo más alto del año, designado como 30va hora.[4]

Figura 9.- Curva del Volumen Horario (VHP)



Fuente: Diseño Geométrico de Carreteras y Calles, AASHTO, 1994

El Volumen horario de proyecto que se debe utilizar tiene que ser el trigésimo as alto del año, denominado 30va hora. La gráfica nos indica que a partir de la 30va hora la curva tiende a horizontalizarse por lo que los volúmenes horarios diferirán poco entre sí. [8]

$$TPDA(actual) = \frac{VHP * FHP}{k} \quad \text{Ec. 3}$$

Donde:

$k = 0.10$  (Zona urbana)

$k = 0.15$  (Zona rural)

Siendo  $k$  la relación entre el volumen de la 30va hora y el TPDA.

#### 1.1.3.7.3. Tráfico Futuro

La proyección del volumen y la composición del tráfico futuro está basada en el tráfico actual, los diseños se fundamentan en una predicción del tráfico a 15 o 20 años, el crecimiento normal del tráfico, el crecimiento del tráfico por desarrollo y el tráfico generado. Estas proyecciones sirven para la clasificación de carreteras, para determinar la velocidad de diseño y para establecer las condiciones geométricas de la vía.

La predicción del tráfico nos ayuda también a indicar cuando una carretera tiene que mejorar su capa de rodadura o aumentar su capacidad, esto se realiza mediante la comparación entre el flujo máximo que una carretera puede soportar y el volumen correspondiente a la 30va hora, que es el volumen horario excedido sólo por 29 volúmenes durante un determinado año. [7]

#### 1.1.3.7.4. Tráfico Actual (Ta)

Es el volumen de tráfico que usará una carretera mejorada o la nueva carretera en el momento que se encuentre completamente en servicio a los usuarios. En el caso de la apertura de una carretera nueva, el tráfico actual se compone completamente del tráfico atraído. [4]

El tráfico actual para una carretera mejorada está conformado por:

- **Tráfico Existente (Te):** Es aquel que se obtiene a través de los estudios de tráfico y se utiliza en la carreta antes del mejoramiento. [7]
- **Tráfico Desviado o Atraído (Tat):** Es aquel que es atraído desde otras carreteras cercanas o medios de transporte, una vez que entre en funcionamiento la nueva carretera o al hacerse la mejoras, puesto que ofrece a los usuarios mayores ventajas como tiempo, distancia y economía. Éste corresponde al 10% del TPDA actual. [4] y [7]

$$T_{at} = 0.10 * TPDA_{ACTUAL} \quad \text{Ec. 4}$$

Las proyecciones del tráfico futuro cuando no contamos con información estadística, se realizarán tomando en cuenta la tasa de crecimiento poblacional o el consumo de combustible. Ec.5

$$T_f = T_a * (1 + i)^n \quad \text{Ec. 5}$$

**Donde:**

**Tf** = Tráfico futuro

**Ta** = Tráfico actual

**i** = Tasa de crecimiento del tráfico

**n** = Número de años proyectados

Tabla 4.- Tasa del Crecimiento del Tráfico

TASAS DE CRECIMIENTO ANUAL DEL TRAFICO (%)				
TIPOS DE VEHICULOS	PERIODO			
	2010 - 2015	2015 - 2020	2020 - 2025	2025 - 2030
LIVIANOS	4,47	3,97	3,57	3,25
BUSES	2,22	1,97	1,78	1,62
CAMIONES	2,18	1,94	1,74	1,58

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

#### 1.1.3.7.5. Tráfico Generado (Tg)

Está constituido por el número de viajes vehiculares, distintos a los del transporte público, que se realizaran siempre y cuando la nueva vía se construya. Debido a que en el país aún no se dispone de estudios del comportamiento del tráfico generado,

para el primer año de operación de la carretera se establece un valor del 20% del TPDA actual. [4]

$$Tg = 0.20 * TPDA_{ACTUAL} \quad \text{Ec. 6}$$

#### **1.1.3.7.6. Tráfico Desarrollado (Td)**

Es el aumento de volumen de tráfico debido a mejoras realizadas en el suelo adyacente a la vía. A diferencia del tráfico generado, el tráfico desarrollado sigue actuando por varios años más luego que la vía haya sido puesta en servicio y se considera un valor del 5% del TPDA actual. [4]

$$Td = 0.05 * TPDA_{ACTUAL} \quad \text{Ec. 7}$$

#### **1.1.3.8. Diseño Geométrico**

El diseño geométrico de carreteras es la parte más importante del proyecto de una carretera, estableciendo en base a las condiciones y factores existentes, la configuración geométrica definitiva de la vía, satisfaciendo la necesidad de funcionalidad, seguridad, comodidad, integración en su entorno, estética y economía de la vía. [24]

##### **1.1.3.8.1. Elementos del Diseño Geométrico**

Los elementos que definen la geometría de una vía son: [25]

- a) La velocidad de diseño.
- b) La distancia de visibilidad.
- c) La estabilidad de la plataforma de la vía, capa de rodadura, puentes, obras de arte y taludes.

- d) La conservación del medio ambiente.
- e) Vehículo de diseño.

### 1.1.3.8.2. Velocidad de Diseño

La velocidad de diseño también llamada velocidad de proyecto de una carretera es la máxima velocidad cómoda y segura a la que puede circular un vehículo en un tramo de vía, cuando las condiciones son tan favorables, que las características de la vía predominan. [6]

Tanto el alineamiento horizontal como vertical y el diseño transversal están sujetos a la velocidad de diseño. En el alineamiento horizontal el radio y la distancia de visibilidad son los elementos que dependen en mayor parte de la velocidad de diseño, mientras que en el alineamiento vertical la longitud mínima de curva y la pendiente máxima son los elementos más afectados. Por otra parte, en el diseño transversal los aspectos que dependen de la velocidad de diseño son el ancho de calzada, ancho de las bermas, peralte máximo y sobreanchos. [1]

Entre dos tramos contiguos la diferencia de velocidades no debe ser mayor a 20 km/h, y deberá mantenerse en una longitud mínima entre 5 y 10 kilómetros. En las normas de diseño geométrico de carreteras del MOP 2003, se encuentra la velocidad de circulación para volúmenes de tráfico bajos, intermedio y alto, en función de la velocidad de diseño asumida para el proyecto. [7]

Tabla 5.- Velocidad de diseño según la clasificación de la vía

VELOCIDADES DE DISEÑO EN Km/h							
CLASE DE CARRETERAS	TPDA ESPERADO	VALOR RECOMENDADO			VALOR ABSOLUTO		
		L (Llano)	O (Ondulado)	M (Montañoso)	L (Llano)	O (Ondulado)	M (Montañoso)
RI ó RII (Autopista)	> 8000	120	110	90	110	90	80
I	3000 a 8000	110	100	80	100	80	60
II	1000 a 3000	100	90	70	90	80	50
III	300 a 1000	90	80	60	80	60	40
IV	100 a 300	80	60	50	60	35	25
V	< 100	60	50	40	50	35	25

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

### 1.1.3.8.3. Velocidad de Circulación

Llamada también velocidad de cruceo, resulta de dividir la distancia recorrida para el tiempo durante el cual el vehículo estuvo en movimiento, bajo las condiciones de tráfico, la vía y señalización. Se recomienda que, de ser posible, la velocidad indicada en la señalética sea un poco menor que la velocidad para la que fue diseñada la vía. [26]

#### - Relación con la Velocidad de Circulación y la Velocidad de Diseño

Existe una relación inversamente proporcional entre estas dos velocidades ya que a medida que aumenta el volumen del tránsito, la velocidad de circulación disminuye debido a la obstrucción que se produce entre los vehículos. [7]

Tabla 6.- Relaciones entre Velocidades de Circulación y de Diseño

VELOCIDAD DE DISEÑO EN Km/h	VELOCIDAD DE CIRCULACIÓN EN Km/h		
	Volumen de Tránsito Bajo	Volumen de Tránsito Intermedio	Volumen de Tránsito 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”, MOP 2003

La norma AASHTO establece dos lineamientos para determinar la velocidad de circulación en función del TPDA que son: [8]

- Para un TPDA menor a 1000 vehículos:

$$Vc = 0.80 * Vd + 6.5 \quad \text{Ec. 8}$$

- Para un TPDA entre 1000 a 3000 vehículos:

$$Vc = 1.32 * Vd^{0.89} \quad \text{Ec. 9}$$

Donde:

**Vc** = Velocidad de circulación (km/h)

**Vd** = Velocidad de diseño (km/h)

#### **1.1.3.8.4. Diseño Horizontal**

El diseño horizontal es la proyección del eje de la vía sobre un plano horizontal. Los elementos que la integran son las tangentes y las curvas, sean circulares o de transición. El alineamiento horizontal depende de la topografía y las características hidrológicas del terreno, las condiciones del drenaje, las características técnicas de la subrasante y disponibilidad de materiales locales. [7]

##### **1.1.3.8.4.1. Tangentes**

Se denomina tangente horizontal a la recta que une dos curvas horizontales consecutivas, inicia al final de la curva y finaliza al comenzar la siguiente curva. Se caracterizan por su velocidad y su longitud. Su dirección está determinada por el ángulo o azimut, medido hacia la derecha en grados, entre una línea imaginaria N-S que pasa al inicio de la tangente y la misma tangente. Las prolongaciones más allá de las curvas que unen, dos tangentes consecutivas, se llaman subtangentes y se intersecan en un punto llamado PI. [27]





Donde:

**PI:** Punto de intersección de la continuación de tangentes

**PC:** Punto de inicio de la curva simple

**PT:** Punto donde finaliza la curva simple

**$\alpha$ :** Ángulo de deflexión de las tangentes

**$\Delta c$ :** Ángulo central de la curva circular

**$\theta$ :** Ángulo de deflexión a un punto sobre la curva circular, se forma por el cruce entre la tangente de la curva circular y la prolongación de la recta en el PC.

$$\theta = \frac{Gc * 1}{20} \quad \text{Ec. 10}$$

**Gc:** Grado de curvatura de la curva circular, es el ángulo que se forma por un arco de 20 metros, el máximo valor de Gc permite una circulación segura en la curva adoptando el peralte de diseño máximo. Se calcula con la siguiente fórmula:

$$\frac{Gc}{20} = \frac{360}{2 * \pi * R} \quad \text{Ec. 11}$$

**R:** Radio de la curva circular, tiene una relación inversamente proporcional al grado de la curvatura, es decir que si el grado de curvatura aumenta el radio disminuye y viceversa. Se calcula mediante la siguiente expresión:

$$R = \frac{1145.92}{Gc} \quad \text{Ec. 12}$$

**T:** Tangente de la curva circular o subtangente, es la distancia existente entre el PI y el PT o entre el PI y el PC. Se determina con la siguiente fórmula:

$$T = R * \tan \left[ \frac{\alpha}{2} \right] \quad \text{Ec. 13}$$

**E:** External, es la longitud existente entre el PI y la curva circular. Se determina con la siguiente expresión:

$$E = R * \left[ \sec \frac{\alpha}{2} - 1 \right] \quad \text{Ec. 14}$$

**M:** Ordenada media, es la distancia de la flecha en el punto medio de la curva. Para determinarla se utiliza la siguiente fórmula: Ec. 15

$$M = R - R * \cos \frac{\alpha}{2} \quad \text{Ec. 15}$$

**C:** Cuerda, es la longitud en línea recta comprendida entre dos puntos arbitrarios de la curva. Se determina mediante la siguiente fórmula:

$$C = R * \sin \frac{\theta}{2} \quad \text{Ec. 16}$$

**CL:** Cuerda larga, es la distancia en línea recta existente entre el PC y el PT. Se lo obtiene con la siguiente fórmula:

$$CL = 2 * R * \sin \frac{\alpha}{2} \quad \text{Ec. 17}$$

**L:** Longitud de arco.

**Lc:** Longitud de curva circular, es la longitud de arco existente entre el PC y el PT. Se lo determina con la siguiente expresión:

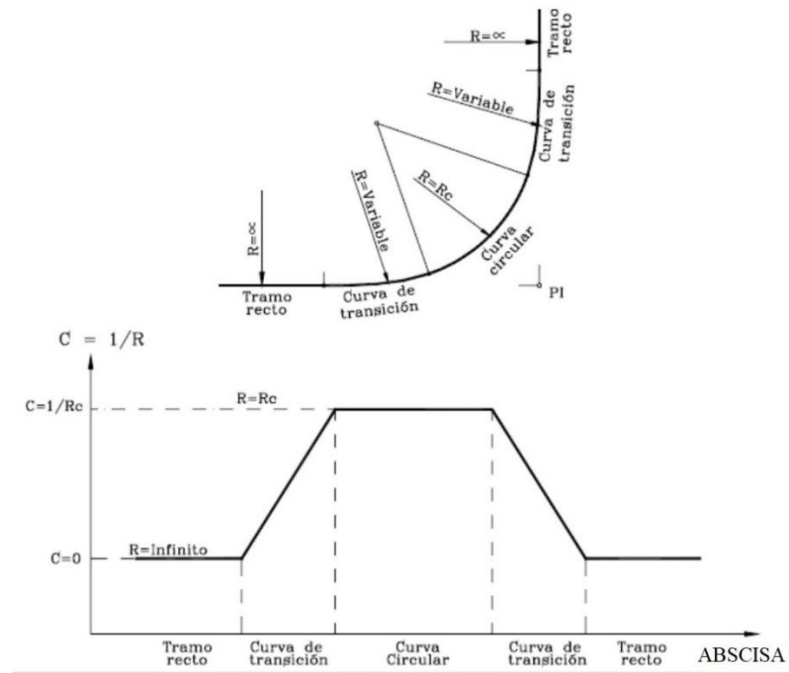
$$Lc = \frac{\pi * R * \alpha}{180} \quad \text{Ec. 18}$$

#### **1.1.3.8.4.3. Curvas de Transición**

Son curvas que están compuestas por tramos rectos conectados por arcos circulares. Un tramo recto o en tangente, presenta un radio de curvatura infinito mientras que un arco circular presenta un radio de curvatura constante lo que indica que en el PC y el PT de una curva circular presenta un cambio brusco y brusco de curvatura, lo que ocasiona a su vez un cambio inmediato en la fuerza centrífuga. [1]

La clotoide o espiral de Euler es la curva más adecuada para realizar transiciones. Todas las curvas de transición tienen la misma forma, pero difieren entre sí por su longitud. [7]

Figura 11.- Elementos de la Curva de Transición

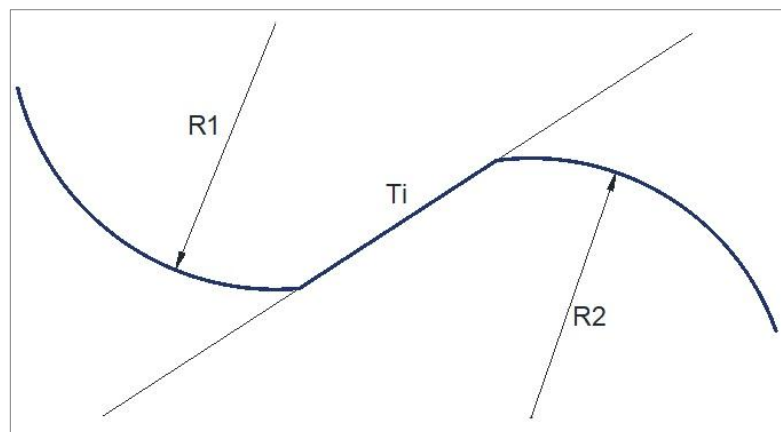


Fuente: “Diseño y Cálculo Geométrico de Viales”, UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA, Nicaragua - 2017

#### 1.1.3.8.4.4. Curvas de inflexión o curvas reversa

Es una curva en forma de “S” que une dos puntos de una curvatura opuesta. En ciertos casos puede darse que no exista la tangente intermedia, es decir que  $T_i = 0$ .

Figura 12.- Curva Reversa



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

**Donde:**

**R1:** Radio de la curva 1.

**Ti:** Tangente intermedia.

**R2:** Radio de la curva 2.

#### **1.1.3.8.4.5. Curvas Espirales**

Las curvas espirales de transición se utilizan para unir las tangentes con las curvas circulares formando una curva compuesta por una transición de entrada, una curva circular central y una transición de salida de longitud igual a la de entrada. [29]

La variación de la curvatura es lineal a lo largo de su desarrollo, por lo que se evitan las discontinuidades de la curva. La longitud de esta espiral es directamente proporcional a la velocidad de diseño e inversamente proporcional al radio mínimo de curvatura. [7]

$$Le = \frac{0.035 * V^3}{R} \quad \text{Ec. 19}$$

**Donde:**

**Le:** Longitud de la curva espiral, expresada en metros.

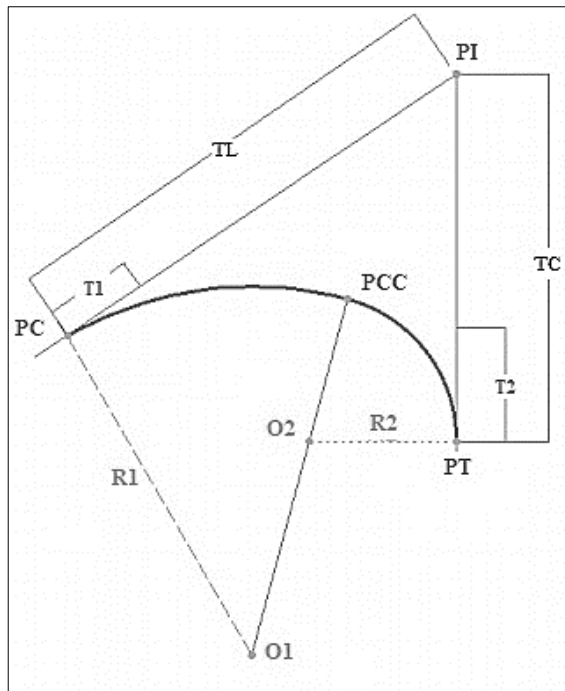
**V:** Velocidad de diseño, expresada en Km/h.

**R:** Radio de curvatura, expresada en metros.

#### **1.1.3.8.4.6. Curvas circulares compuestas**

En general se evitará el uso de curvas compuestas, tratando de reemplazarlas por una sola curva. Solo en casos excepcionales se podrán usar curvas compuestas o de tres centros. En tal caso, el radio de una no deberá ser mayor a 1.5 veces el radio de la otra. [30]

Figura 13.- Elementos de Diseño de la Curva Circular Compuesta



Fuente: “Diseño Geométrico de Carreteras”, J. Cárdenas - 2008

**Donde:**

**PI:** Punto de intersección de las tangentes.

**PC:** Punto de inicio de la curva.

**PT:** Punto de inicio de la tangente.

**PCC:** Punto de curvatura compuesta, es el punto donde finaliza la primera curva y comienza la segunda curva.

**O1:** Centro de curva de mayor radio

**R1:** Radio de la curva de mayor radio.

**O2:** Centro de la curva de menor radio.

**R2:** Radio de la curva de menor radio.

**T1:** Tangente de la curva de mayor radio.

**T2:** Tangente de la curva de menor radio.

**TL:** Tangente más larga de la curva compuesta.

**Tc:** Tangente más corta de la curva compuesta.





$$F = \frac{m * V^2}{R} = \frac{P * V^2}{g * R} \quad \text{Ec. 20}$$

**Donde:**

**P:** Peso del vehículo, expresado en km.

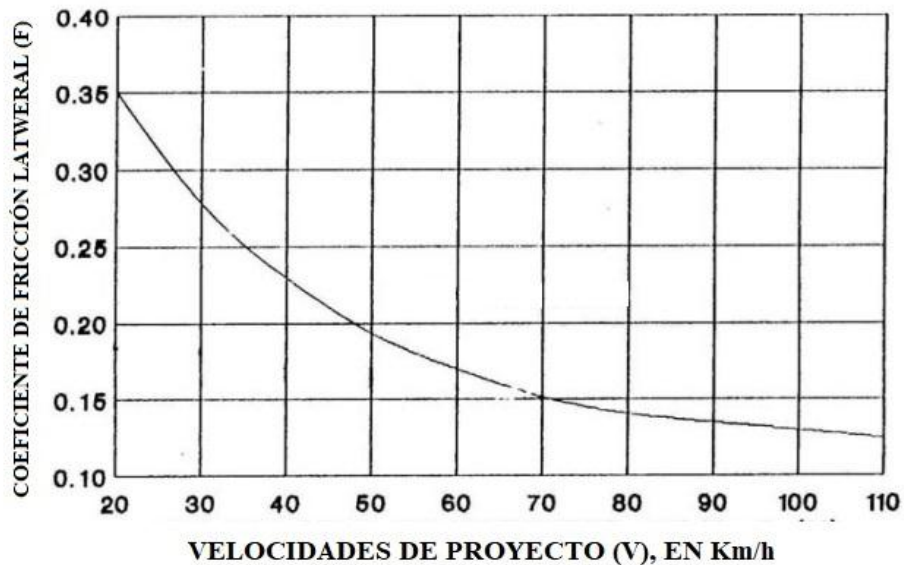
**V:** Velocidad de diseño, expresada en m/seg.

**R:** Radio de la curva circular, expresado en metros.

**g:** Aceleración de la gravedad, constante=9.81 m/seg<sup>2</sup>.

Figura 15.- Coeficientes de fricción lateral para proyectos a diferentes velocidades

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



#### 1.1.3.8.4.7.1. Magnitud del Peralte

El uso del peralte provee comodidad y seguridad al vehículo que transita sobre la carretera en curvas horizontales, sin embargo, existen valores que el peralte no puede superar, ya que el vehículo podría deslizarse hacia el interior de la curva cuando se encuentre circulando a bajas velocidades. [7]

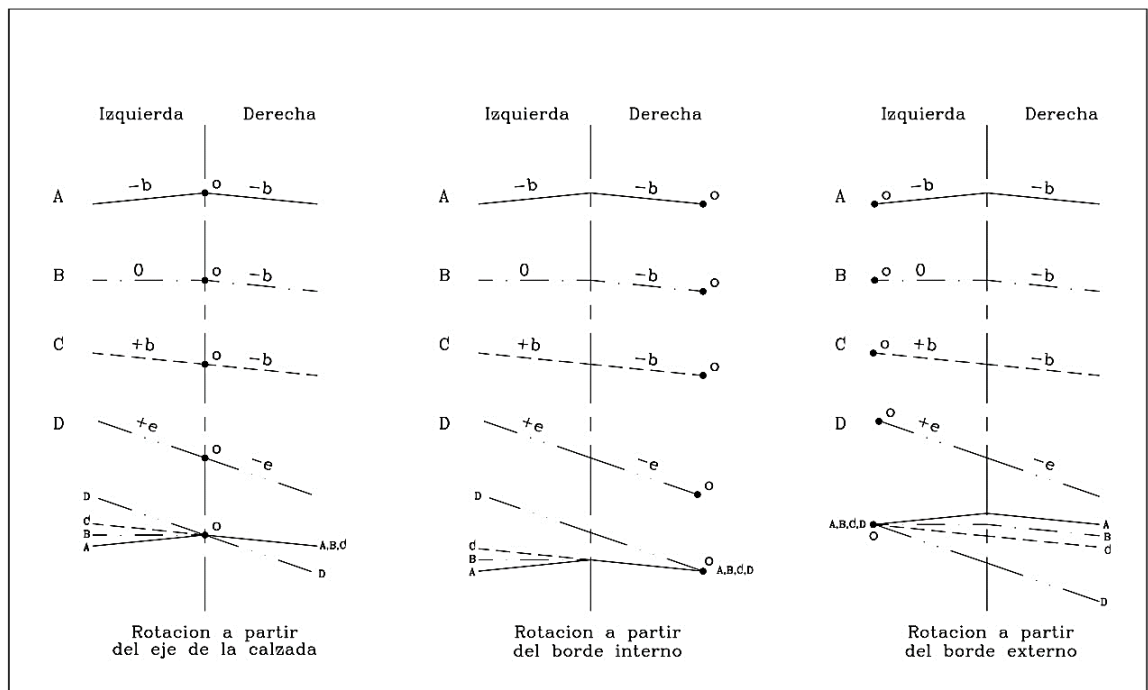
La norma de diseño del MTOP 2003, recomienda para carreteras o caminos de dos con capa de rodadura de hormigón, asfalto o empedrada con velocidades de diseño

mayores a 50 km/h un peralte máximo del 10%, y para caminos con capa de rodadura granular (Caminos vecinales tipo IV, V y VI) y velocidades de hasta 50 km/h un peralte máximo del 8%. [7]

### 1.1.3.8.4.7.2. Desarrollo del Peralte

Siempre que se pasa de una alineación recta a una curva, se debe realizar una transición de una sección transversal de un estado de sección plana a una sección peraltada o viceversa, dentro de una distancia necesaria adecuada para cumplir este desarrollo del peralte. [7]

Figura 16.- Métodos para desarrollar el peralte



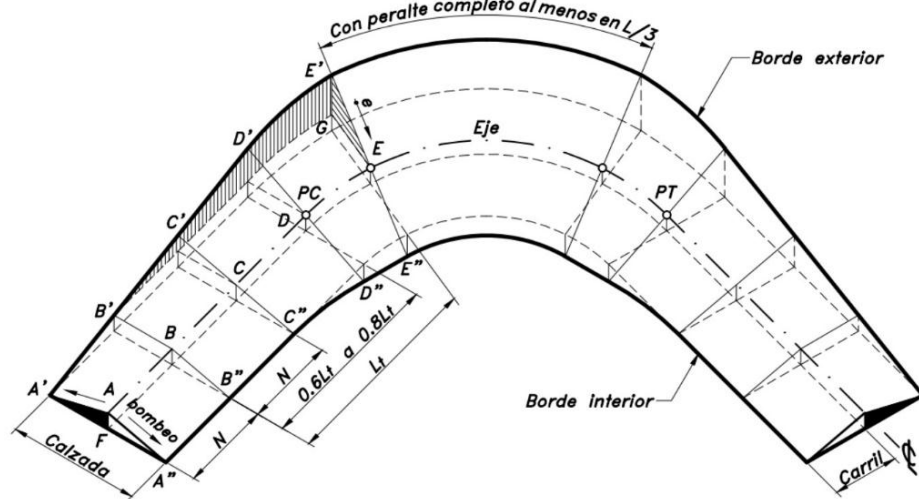
Fuente: "DISEÑO GEOMÉTRICO DE VÍAS", J, Agudelo - 2002.

### 1.1.3.8.4.7.3. Longitud de Transición

La longitud de transición se utiliza para realizar la transición de las pendientes transversales entre una sección normal y otra peraltada alrededor del eje de la vía o de uno de sus bordes. La longitud de transición para carreteras de 4 y 6 carriles se

incrementa en 1,5 y 2,5 veces con respecto a la longitud para carreteras de 2 carriles. [7]

Figura 17.- Transición del Peralte



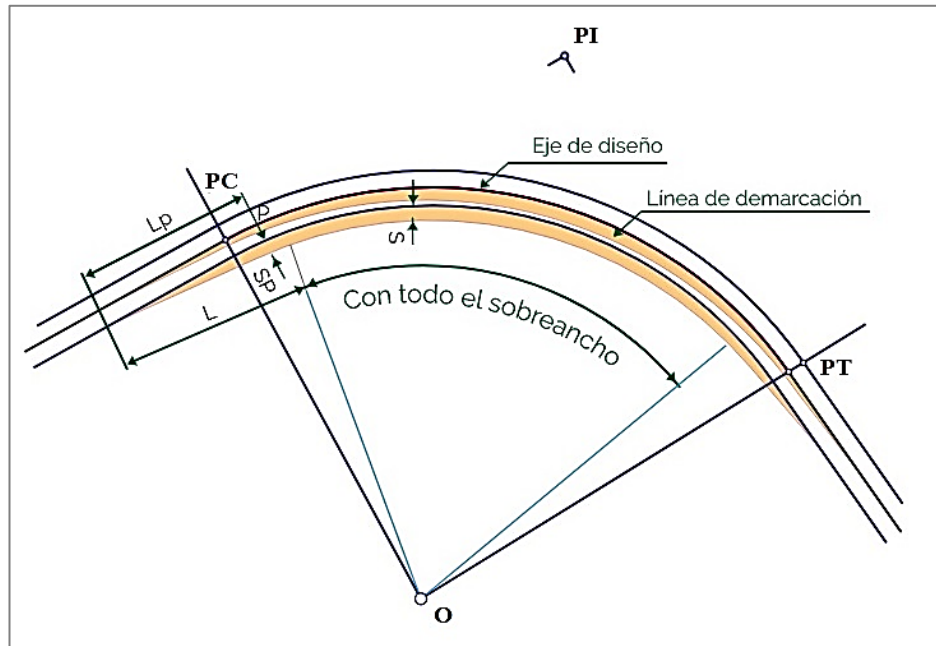
Fuente: "Diseño Geométrico de Carreteras". J, Cárdenas – 2013

#### 1.1.3.8.4.8. Sobrecancho en las Curvas

Cuando un vehículo circula por una curva horizontal, ocupa un espacio a lo ancho del carril que es mayor que el que usa en un tramo tangente (recto), esto se da debido a que la trayectoria que siguen las ruedas traseras de un vehículo es distante al de las delanteras. [28]

En curvas de radio pequeño y mediano, dependiendo del tipo de vehículos (livianos y pesados), que circulan regularmente por una carretera o camino, se debe ensanchar la calzada con el objeto de asegurar espacios libres adecuados para cuando dos vehículos se crucen en calzadas bidireccionales o que se rebasan en carreteras unidireccionales y entre los vehículos y bordes de las calzadas. [24]

Figura 18.- Desarrollo del Sobreancho



Fuente: “Diseño Geométrico de Vías con Civil 3D”. M, Rincón, W, Vargas & C, Gonzáles. 2013

La Norma de Diseño Geométrico del MOP 2003 establece una fórmula para el diseño del sobreancho que es: [7]

$$S = n * \left( R - \sqrt{R^2 - L^2} \right) + \frac{V}{10\sqrt{R}} \quad \text{Ec. 21}$$

**Donde:**

**S:** Valor de sobreancho, expresado en metros.

**n:** Número de carriles de la calzada.

**R:** Radio de la curvatura, expresado en metros.

**L:** Longitud entre el frente del vehículo y el eje posterior, expresado en metros.

**V:** Velocidad de diseño, expresado en Km/h.

#### **1.1.3.8.4.9. Radio Mínimo de Curvatura Horizontal**

Los radios mínimos de una curvatura horizontal son los menores radios que puede un vehículo recorrer con la velocidad de diseño y el máximo peralte, cumpliendo los requerimientos mínimos de comodidad y seguridad. Para su cálculo se utiliza la siguiente fórmula: [5]

$$R = \frac{V^2}{127(e + f)} \quad \text{Ec. 22}$$

**Donde:**

**R:** Radio mínimo de la curva en m.

**V:** Velocidad de diseño em Km/h.

**f:** Coeficiente de fricción lateral

**e:** Peralte de la curva en m/m

Tabla 7.- Valores mínimos recomendados para radio de curvatura

VELOCIDAD DE DISEÑO Km/h	f Máximo	RADIO MÍNIMO CALCULADO				RADIO MÍNIMO RECOMENDADO			
		10%	8%	6%	4%	10%	8%	6%	4%
20	0,350		7,32	7,58	5,08		18	20	20
25	0,315		12,48	13,12	13,66		20	25	25
30	0,284		19,47	20,50	21,67		25	30	30
35	0,255		25,79	30,62	32,70		30	36	35
40	0,221		41,88	44,65	48,27		42	45	50
45	0,206		55,75	59,94	64,82		68	60	65
50	0,190		72,91	78,74	86,96		75	80	90
60	0,165	106,97	115,70	128,98	138,28	110	120	130	140
70	0,150	154,55	157,75	185,73	203,67	180	170	185	205
80	0,140	209,97	229,98	251,97	279,97	210	230	255	280
90	0,134	272,58	298,04	328,70	300,55	275	300	330	370
100	0,130	342,36	374,95	414,42	463,16	350	375	415	465
110	0,124	475,34	467,04	517,80	550,95	430	470	520	585
120	0,120	615,39	568,93	529,92	708,86	520	570	630	710
Nota:	Se podrá usar un radio mínimo de 15 metros siempre y cuando se trate de: Aprovechar estructuras existentes Relieve difícil (escarpado) Caminos de bajo costo								

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

#### 1.1.3.8.4.10. Distancia de Visibilidad

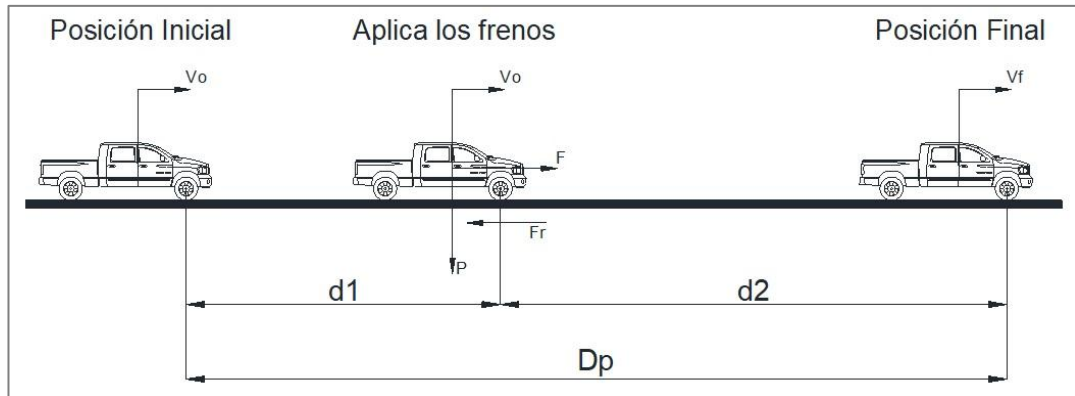
La distancia de visibilidad es la longitud que el conductor de un vehículo es capaz de observar continuamente delante de él, permitiéndole una circulación cómoda y segura durante un tramo de carretera.

La distancia de visibilidad se analiza en dos formas:

1. La distancia de visibilidad de parada de un vehículo.
  2. La distancia visibilidad de rebasamiento.
- Distancia de Visibilidad de Parada de un Vehículo

También llamado Distancia de Frenado, es la longitud mínima necesaria para que un vehículo que se encuentra circulando por la carretera respetando la velocidad de diseño, pueda detenerse al observar un obstáculo en su trayectoria antes de llegar a él.

Figura 19.- Distancia de Visibilidad de Parada



Fuente: “Diseño Geométrico de Carreteras”. J, Cárdenas – 2013

Según [7], la distancia de visibilidad de parada se determina con las siguientes fórmulas:

$$DVP = d1 + d2 \quad \text{Ec. 23}$$

$$d1 = 0,7Vc \quad \text{Ec. 24}$$

$$d2 = \frac{Vc^2}{254 * f} \quad \text{Ec. 25}$$

Reemplazando obtenemos:

$$DVP = 0,7 * Vc + \frac{Vc^2}{254 * f} \quad \text{Ec. 26}$$

Para el cálculo del coeficiente (f) de variación de longitud, se utiliza la siguiente ecuación:

$$f = \frac{1.15}{Vc^{0.3}}$$

Ec. 27

**Donde:**

**Dp:** Distancia total recorrida desde el tiempo de percepción hasta que se detiene el vehículo, expresado en metros.

**d1:** Distancia recorrida durante el tiempo de percepción más reacción, expresado en metros.

**d2:** Distancia de frenado sobre la calzada hasta detenerse, expresado en metros.

**Vc:** Velocidad de circulación del vehículo, expresado en Km/h.

**f:** Tiempo de percepción más reacción, expresado en segundos (2,5 seg).

Tabla 8.- Valores de distancia de visibilidad de parada para un vehículo

VALORES DE DISEÑO DE LAS DISTANCIAS DE VISIBILIDAD MÍNIMAS PARA PARADA DE UN VEHÍCULO (Metros)							
Criterio de Diseño: Pavimentos Mojados							
CLASE DE CARRETERAS	TPDA	VALOR RECOMENDADO			VALOR ABSOLUTO		
		L (Llano)	O (Ondulado)	M (Montañoso)	L (Llano)	O (Ondulado)	M (Montañoso)
RI ó RII (Autopista)	> 8000	220	180	135	180	135	110
I	3000 a 8000	180	160	110	160	110	70
II	1000 a 3000	160	135	90	135	110	55
III	300 a 1000	135	110	70	110	70	40
IV	100 a 300	110	70	55	70	35	25
V	< 100	70	55	40	55	35	25

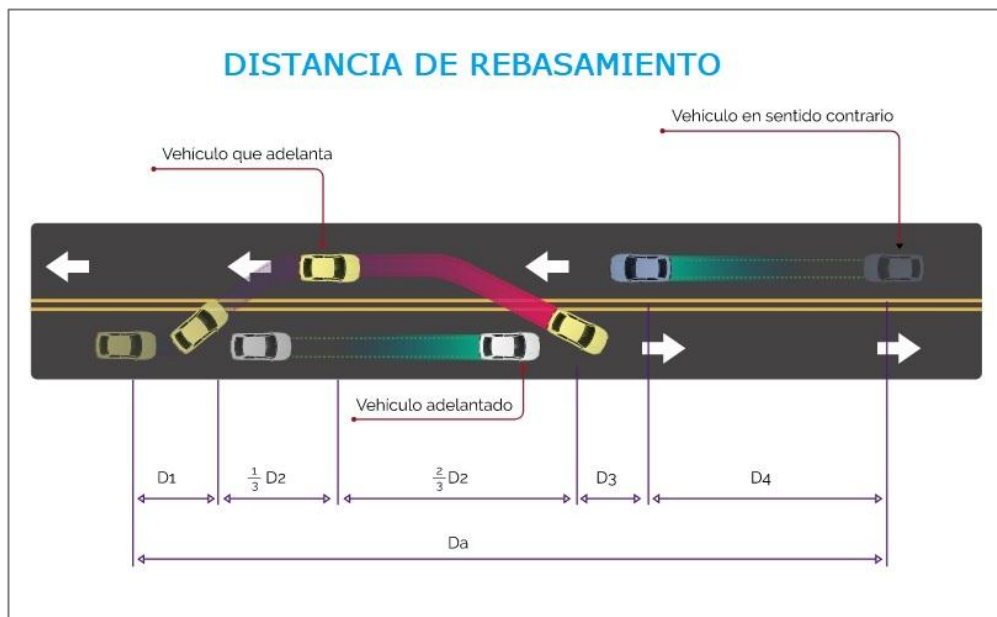
Fuente: “Norma de Diseño Geométrico de Carreteras”, MOP 2003

- **Distancia de Visibilidad de Rebasamiento (Dr)**



Equivalencia a la distancia de visibilidad mínima que requiere un conductor para adelantar a un vehículo que se moviliza a una velocidad menor a la de proyecto, para esto necesita abandonar su carril, sobrepasar al vehículo rebasado y volver a su carril de forma segura, sin afectar la velocidad del vehículo adelantado ni tampoco de algún vehículo que pueda venir en el carril de sentido contrario utilizado para el rebasamiento. [24]

Figura 20.- Distancia de Rebasamiento



Fuente: “Diseño Geométrico de Carreteras”, J. Cárdenas, 2013

Esta distancia de visibilidad de rebasamiento se calcula con la siguiente fórmula: [7]

$$dr = d1 + d2 + d3 + d4$$

Ec. 28

Donde:

**d1:** Es la distancia recorrida por el vehículo en el tiempo percepción/reacción.

$$d1 = 0.14 * t_1(2V - 2m + at_1) \quad \text{Ec. 29}$$

**d2:** Es la distancia recorrida por el vehículo mientras se encuentra en el carril izquierdo.

$$d2 = 0.28 * Vt_2 \quad \text{Ec. 30}$$

**d3:** Es la distancia entre el vehículo rebasante y el vehículo que viene en sentido contrario, al terminar el adelantamiento.

$$d3 = 30 \text{ a } 90 \text{ m} \quad \text{Ec. 31}$$

**d4:** Es la distancia que recorre el vehículo que viene en sentido opuesto durante los dos tercios del tiempo que se tarda el vehículo rebasante mientras esta en el carril izquierdo, es decir  $2/3$  de  $d2$ .

$$d4 = 0.18Vt_2 \quad \text{Ec. 32}$$

Resumiendo, la distancia de visibilidad de rebasamiento en función de la velocidad, viene dada por la siguiente ecuación: [7]

$$Dr = 9.54 * V - 218$$

Ec. 33

Siempre y cuando:  $30 < Vc < 100$

Donde:

**Dr:** Distancia de Visibilidad de rebasamiento, expresado en metros.

**Vc:** Velocidad promedio del vehículo rebasante, expresado en km/h.

La norma de diseño del MTOP 2003 recomienda tomar valores de diseño que se indican en la tabla a continuación:

Tabla 9.- Valores de distancia de visibilidad de rebasamiento para un vehículo

VALORES DE DISEÑO DE LAS DISTANCIAS DE VISIBILIDAD MÍNIMAS PARA EL REBASAMIENTO DE UN VEHÍCULO (Metros)							
CLASE DE CARRETERAS	TPDA	VALOR RECOMENDADO			VALOR ABSOLUTO		
		L (Llano)	O (Ondulado)	M (Montañoso)	L (Llano)	O (Ondulado)	M (Montañoso)
RI ó RII (Autopista)	> 8000	830	830	640	830	640	565
I	3000 a 8000	830	690	565	690	565	415
II	1000 a 3000	690	640	490	640	565	345
III	300 a 1000	640	565	415	565	415	270
IV	100 a 300	480	290	210	290	150	110
V	< 100	290	210	150	210	150	110

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

#### 1.1.3.8.5. Diseño Vertical

También llamado alineamiento vertical, corresponde al perfil de la carretera o proyección sobre un plano vertical del desarrollo del eje de la sub corona o subrasante. De la misma manera que el diseño horizontal, el vertical está formado por tangentes y curvas. [27]

El alineamiento vertical deberá permitir el tránsito constante de los vehículos, tratando de conservar la misma velocidad de diseño en la mayor longitud de carretera que sea posible. En general, el relieve del suelo es el factor de control de radio de curvatura vertical (cóncavas o convexas), y el de la velocidad de diseño además que controla la distancia de visibilidad. [5]

### 1.1.3.8.5.1. Gradientes

Generalmente las gradientes a adoptarse para el diseño dependen directamente de la topografía del terreno y de ser posible deben ser valores bajos, con el objetivo de permitir velocidades de circulación razonables y una mejor operación de los vehículos. [7]

#### 1.1.3.8.5.1.1. Gradientes Máximas

Es el máximo valor de pendiente que puede tener darse en un proyecto, dependerá de la topografía y del tipo de vía a diseñarse.

Tabla 10.- Valores de gradientes longitudinales máximas

VALORES DE DISEÑO DE LAS GRADIENTES LONGITUDINALES MÁXIMAS (Porcentaje)							
CLASE DE CARRETERAS	TPDA	VALOR RECOMENDADO			VALOR ABSOLUTO		
		L (Llano)	O (Ondulado)	M (Montañoso)	L (Llano)	O (Ondulado)	M (Montañoso)
RI ó RII (Autopista)	> 8000	2	3	4	3	4	6
I	3000 a 8000	3	4	6	3	5	7
II	1000 a 3000	3	4	7	4	6	8
III	300 a 1000	4	6	7	6	7	9
IV	100 a 300	5	6	8	6	8	12
V	< 100	5	6	8	6	8	14

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

Las gradientes máximas y longitudes máximas de acuerdo al MTOP, pueden expresarse a los valores siguientes:

Tabla 11.- Gradientes y Longitudes Máximas

GRADIENTES	LONGITUD MÁXIMA (m)
8% - 10%	1000
10% - 12%	500
12% - 14%	250

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

En distancias cortas se puede aumentar la gradiente en 1%, en terrenos ondulados y montañosos, con el fin de reducir los costos de construcción para las vías de 1ª, 2ª y 3ª clase. [7]

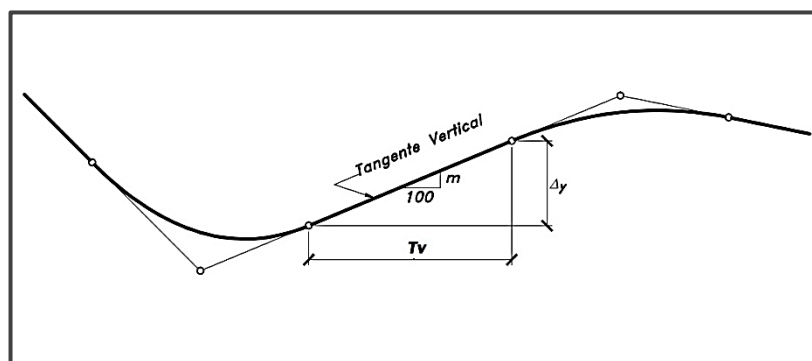
#### 1.1.3.8.5.1.2. Gradientes Mínimas

La gradiente longitudinal mínima típica es de 0,5%. Se puede adoptar una gradiente de 0% para el caso de rellenos de 1 metro de altura o más, y cuando la calzada tiene una gradiente transversal apropiada para drenar lateralmente el agua lluvia. [7]

#### 1.1.3.8.5.2. Tangentes verticales

Las tangentes sobre un plano vertical se caracterizan por su pendiente y su longitud y se encuentran restringidas por dos curvas sucesivas. La longitud  $T_v$  de una tangente vertical es la distancia medida horizontalmente entre el final de la curva anterior y el inicio de la siguiente, de la siguiente manera: [6]

Figura 21.- Tangente Vertical

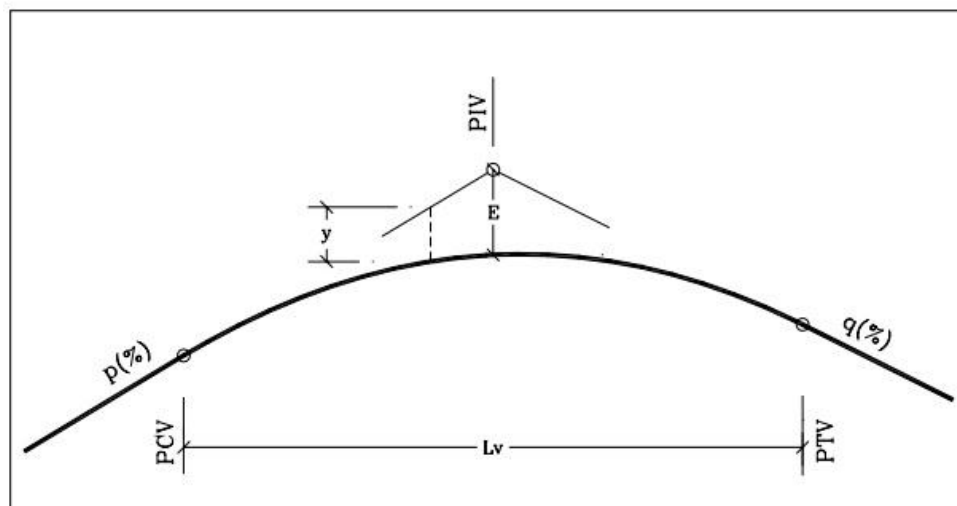


Fuente: “Diseño Geométrico de Carreteras”, J. Cárdenas, 2013

### 1.1.3.8.5.3. Curvas verticales

Las curvas verticales, son las que conectan dos tangentes consecutivas del alineamiento vertical para que en su longitud se realice el paso gradual de la pendiente de la tangente de salida. [31]

Figura 22.- Elementos de una curva vertical



Fuente: “Diseño Geométrico de Vías”, J. Agudelo, 2002

**Donde:**

**PIV:** Punto de intersección de las tangentes verticales.

**PCV:** Punto de inicio de la curva vertical.

**PTV:** Punto de fin de la tangente vertical.

**E:** External, es la distancia vertical comprendida entre el PIV y la curva.

**$L_v$ :** Longitud de la curva vertical.

**$p$ :** Pendiente inicial, expresada en porcentaje.

**q:** Pendiente final, expresada en porcentaje.

**CLv:** Distancia horizontal comprendida entre el PCV y el PTV.

**y:** Ordenada del punto P de la curva vertical.

**x:** Distancia horizontal del PCV al punto P de la curva.

#### **1.1.3.8.5.3.1. Curvas verticales convexas**

La longitud mínima de las curvas verticales se obtiene en base a los parámetros de distancia de visibilidad para parada de un vehículo, tomando en cuenta la altura del ojo del conductor de 1.15 metros desde el suelo y una altura del objeto que se distingue sobre la vía de 0.15 metros desde el suelo. Esta longitud se determina mediante la fórmula: [7]

$$L = \frac{A * S^2}{426} \quad \text{Ec. 34}$$

**Donde:**

**L:** Longitud de la curva vertical convexa, expresada en metros.

**A:** Diferencia algebraica de las gradientes, expresada en porcentaje.

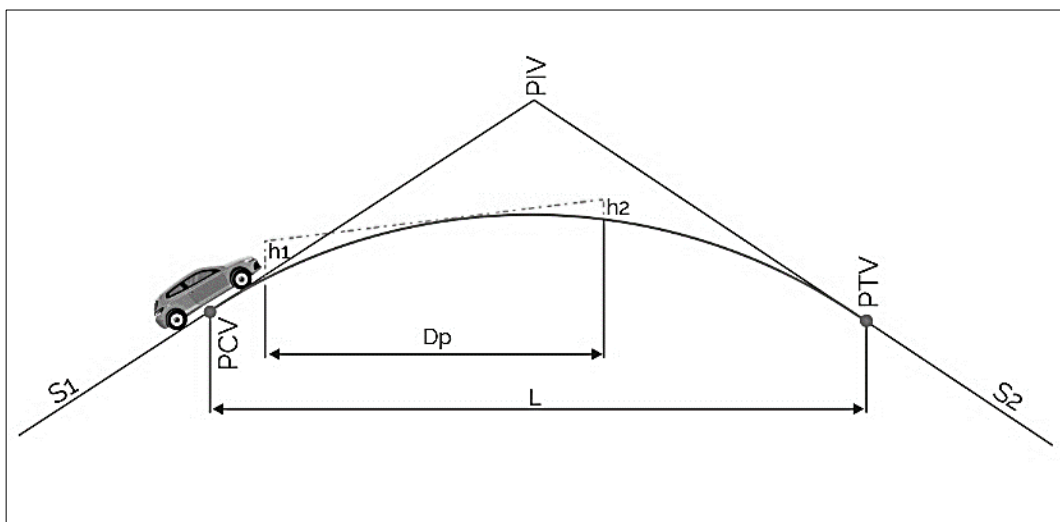
**S:** Distancia de visibilidad para la parada de un vehículo, expresada en metros.

Tabla 12.- Curvas verticales convexas mínimas

CURVAS VERTICALES CONVEXAS MÍNIMAS			
VELOCIDAD DE DISEÑO $K_{hp}$	DISTANCIA DE VISIBILIDAD PARA PARADA "S" (Metros)	COEFICIENTE $K = \frac{S^2}{426}$	
		CALCULADO	REDONDEADO
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	65	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", MOP 2003

Figura 23.- Curva Vertical Convexa



Fuente: "Manual de Diseño Geométrico de Carreteras", Inviás, 2008.



### 1.1.3.8.5.3.2. Curvas verticales cóncavas

Las curvas verticales cóncavas no tienen el inconveniente de visibilidad diurna, ya que los conductores no tienen dificultad para divisarse, por lo que el objetivo de estas curvas es brindar al vehículo uniformidad al moverse, eliminando el desagradable efecto columpio que se da al cambiar de pendientes. [25]

Según la norma del MTOP 2003, la longitud de curva cóncava se puede calcular mediante la siguiente fórmula:

$$L = \frac{A * S^2}{122 + 3.5 * S} \quad \text{Ec. 35}$$

**Donde:**

**L:** Longitud de curva vertical convexa, expresada en metros.

**A:** Diferencia de gradientes, expresada en porcentaje.

**S:** Distancia de visibilidad de parada, expresada en metros.

Simplificando más la fórmula, la longitud de curva vertical cóncava se expresa así:

$$L = K * A \quad \text{Ec. 36}$$

Tabla 13.- Valores de coeficientes de K para curvas verticales cóncavas mínimas

VALORES MÍNIMOS DE DISEÑO DEL COEFICIENTE "K" PARA DETERMINAR LA LONGITUD DE CURVAS VERTICALES CÓNCAVAS MÍNIMAS							
CLASE DE CARRETERAS	TPDA	VALOR RECOMENDADO			VALOR ABSOLUTO		
		L (Llano)	O (Ondulado)	M (Montañoso)	L (Llano)	O (Ondulado)	M (Montañoso)
RI ó RII (Autopista)	> 8000	115	80	43	80	43	28
I	3000 a 8000	80	60	28	60	28	12
II	1000 a 3000	60	43	19	43	28	7
III	300 a 1000	43	28	12	28	12	4
IV	100 a 300	28	12	7	12	3	2
V	< 100	12	7	4	7	3	2

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

La longitud mínima absoluta de las curvas verticales cóncavas, expresada en metros, se calcula con la siguiente fórmula: [7]

$$L = 0.60 * V \quad \text{Ec. 37}$$

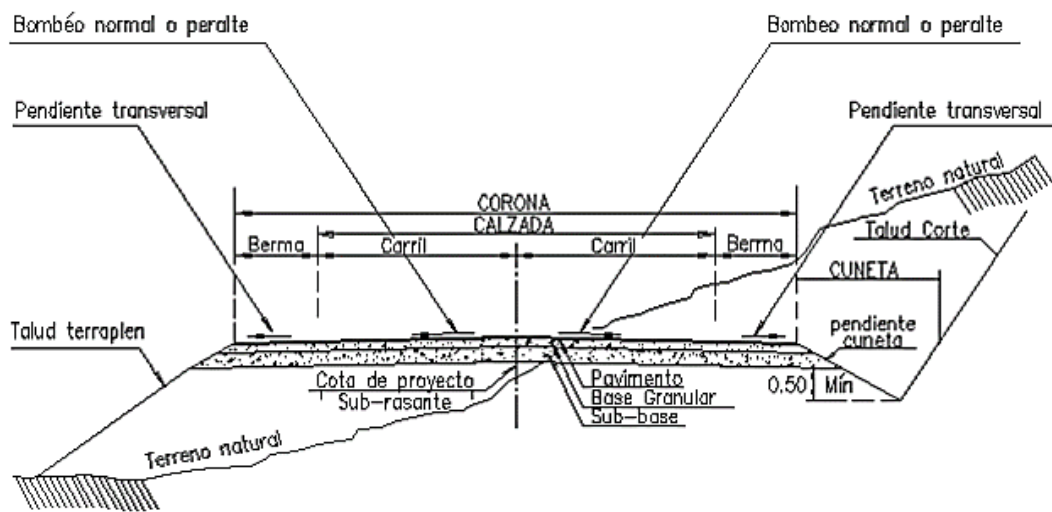
**Donde:**

V: Velocidad de diseño, expresada en km/h.

#### 1.1.3.8.5.4. Sección transversal

La sección transversal de una carretera corresponde a un corte vertical perpendicular al eje de alineamiento horizontal, definiendo la ubicación y todos los parámetros que conforman la carretera en un punto cualquiera y su relación con la topografía del terreno. [1]

Figura 24.- Sección transversal de una vía



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

Los elementos principales que conforman la sección transversal son:

- **Corona**

Es la distancia horizontal perpendicular al eje de la vía, que existe entre los bordes internos de los taludes. Su ancho depende de los elementos que definen la vía. [7]

- **Calzada**

También llamada capa de rodadura, es la zona destinada para la circulación vehicular con comodidad y seguridad. [7]

Tabla 14.- Anchos de Calzada

VALORES PARA ANCHOS DE CALZADA			
CLASE DE CARRETERAS	TPDA	ANCHO DE CALZADA (m)	
		RECOMENDADO	ABSOLUTO
RI ó RII (Autopista)	> 8000	7,30	7,30
I	3000 a 8000	7,30	7,30
II	1000 a 3000	7,30	6,50
III	300 a 1000	6,70	6,00
IV	100 a 300	6,00	6,00
V	< 100	4,00	4,00

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

- **Carril**

Es la zona más importante de la carretera ya que por aquí circularan los vehículos, en un solo sentido. [7]

- **Berma o Espaldón**

Es la zona de la sección transversal que limita con la calzada y el inicio de las cunetas, se diseña para mejorar la capacidad de la carretera, colocar la señalética en la vía, estacionar los vehículos dañados, equipos camineros.

Tabla 15.- Valores de ancho de espaldones

VALORES DE DISEÑO PARA EL ANCHO DE ESPALDONES (Metros)							
CLASE DE CARRETERAS	TPDA	Ancho de Espaldones (m)					
		VALOR RECOMENDADO			VALOR ABSOLUTO		
		L (Llano)	O (Ondulado)	M (Montañoso)	L (Llano)	O (Ondulado)	M (Montañoso)
RI ó RII (Autopista)	> 8000	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2
I	3000 a 8000	3,0*	3,0*	2,5*	3	3,0*	2,0*
II	1000 a 3000	2,5*	2,5*	2,0*	2,5**	2,0**	1,5**
III	300 a 1000	2,5*	2,5*	1,5*	2,5	2	1,5
IV	100 a 300	2,0**	1,5**	1,0*	1,5	1	0,5
V	< 100	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6
Una parte del soporte lateral está incorporado en el ancho de la superficie de rodadura (no se considera el espaldón como tal)							
* El valor 1,2 es la medida del espaldón interior de cada calzada y la otra es para el espaldón exterior. Ambos espaldones se deben pavimentar con concreto asfáltico.							
** Se recomienda que el espaldón deba pavimentarse con el mismo material de la capa de rodadura del camino.							

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

- **Cuneta**

Es el área de la sección transversal que tiene por objetivo recoger y conducir hacia un desfogue el agua que se produce por las lluvias y derrames en la superficie de la carretera. [7]

Las dimensiones de una cuneta son calculadas en base a cálculos hidrológicos e hidráulicos que tienen en cuenta la intensidad de precipitaciones, tipo de terreno, pendiente de la cuneta, área a drenar, materiales, forma de la cuneta, etc. [1]

- **Bombeo**

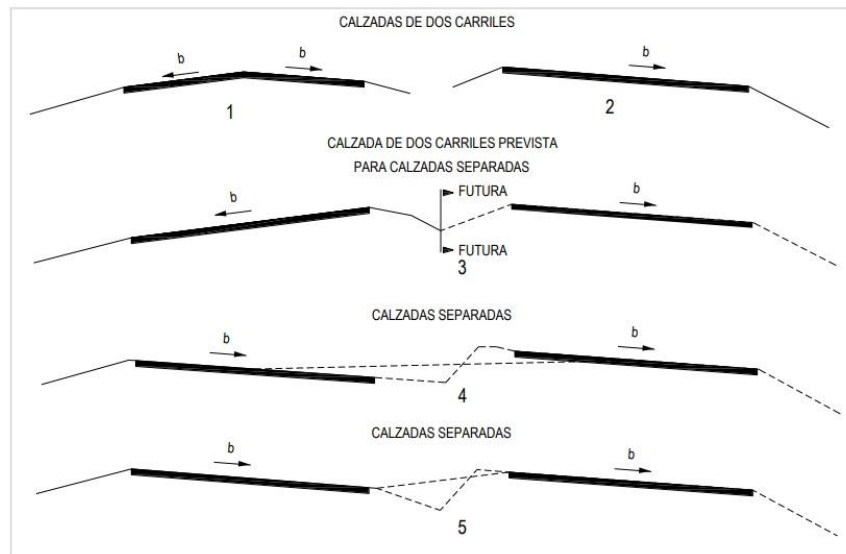
En tramos en tangente o en curvas en contraperalte, la calzada de la vía debe tener una inclinación transversal mínima llamada bombeo, con el objetivo de evacuar las aguas superficiales. El valor del bombeo depende directamente del tipo de capa de rodadura de la vía y del nivel de precipitaciones de la zona. [26]

Tabla 16,. Valores de Bombeo

<b>BOMBEO</b>			
<b>CLASE DE CARRETERAS</b>	<b>TPDA</b>	<b>TIPO DE SUPERFICIE</b>	<b>GRADIENTE TRANSVERSAL (%)</b>
RI ó RII (Autopista)	> 8000	Alto grado estructural: concreto asfáltico u hormigón	1,5 - 2
I	3000 a 8000	Alto grado estructural: concreto asfáltico u hormigón	1,5 - 2
II	1000 a 3000	Grado estructural intermedio	2
III	300 a 1000	Bajo grado estructural: doble tratamiento superficial bituminoso D.T.S.B.	2
IV	100 a 300	Grava de D.T.S.B.	2,5 - 4*
V	< 100	Grava, empedrado, tierra	4
<b>* Para caminos vecinales tipo 5 y 5E</b>			

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

Figura 25.- Casos de Bombeo



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

- **Alcantarillas**

El sistema de drenaje de una vía influye directamente en el costo de mantenimiento y conservación de la misma, por lo que es necesario el diseño de las alcantarillas sean proyectadas considerando que su funcionamiento y mantenimiento debe estar acorde con las limitaciones impuestas por los sistemas de conservación y métodos de mantenimiento. [7]

- **Corona**

Es la longitud existente entre el ancho de calzada y el ancho de los espaldones de la carretera. [7]

- **Taludes**

El diseño de taludes es uno de los aspectos más importantes en el diseño de carreteras, se conoce como talud a toda superficie inclinada respecto a la horizontal, que haya que construir de forma permanente las masas de tierra. Los taludes se construyen con la pendiente más elevada que la resistencia del terreno permita, manteniendo las condiciones seguras de estabilidad. [32]

- **Movimientos de Tierras**

Los volúmenes de movimiento de tierras, sean de corte o relleno, son transportados para formar terraplenes, pero hay ocasiones en los cuales estos volúmenes no se van a utilizar en la obra por lo que deben ser transportados a otros lugares fuera del área de la construcción. En nuestro caso el valor del volumen de movimientos de tierras se determinará en el diseño vial con el software Civil 3D. [27]

## **1.2. OBJETIVOS**

### **1.2.1. Objetivo General**

Realizar el diseño geométrico de la vía Shuyo – Pinllopata en el tramo Km 16+000 – 20+000, perteneciente a los cantones Pujilí y Pangua de la provincia de Cotopaxi.

### **1.2.2. Objetivos Específicos**

- Realizar el levantamiento topográfico del estado actual de la vía Shuyo – Pinllopata en el tramo Km 16+000 – 20+000.
- Determinar el Tráfico promedio diario anual (TPDA) de la Vía Shuyo – Pinllopata en el tramo Km 16+000 – 20+000.
- Realizar el diseño longitudinal de la vía Shuyo – Pinllopata en el tramo Km 16+000 – 20+000.
- Realizar el diseño transversal de la vía Shuyo – Pinllopata en el tramo Km 16+000 – 20+000.
- Determinar los volúmenes de masas de corte y relleno de la vía Shuyo - Pinllopata en el tramo Km 16+000 – 20+000.
- Determinar el presupuesto de la vía Shuyo - Pinllopata en el tramo Km 16+000 – 20+000.

## **CAPÍTULO II**

### **METODOLOGÍA**

#### **2.1. Materiales y equipos**

Para el desarrollo del presente proyecto técnico se utilizaron los siguientes materiales y equipos:

##### **2.1.1. Materiales**

###### **Cuaderno de apuntes**

Primordial para llevar una bitácora del levantamiento y los aspectos necesarios como son: nombres y coordenadas de puntos, poblaciones, ubicación de casas, construcciones, pasos de agua, puntos de referencia, etc. Anexo I.

###### **Estacas de madera**

Se utilizaron estacas de eucalipto de 5x5x50 cm, para señalar los puntos de control en el suelo natural, como son las referencias colocadas con el equipo R10. Anexo II.

###### **Clavos de hierro**

Se colocan en el centro de la cabeza de la estaca, se utiliza para señalar el punto exacto de georreferenciación con el equipo R10. Anexo III.

###### **Martillo o combo**

Se emplea para enterrar las estacas en el suelo natural y los clavos en la cabeza de las estacas. Anexo IV.



## **Pintura amarilla**

Se utilizará para pintar los puntos de control que serán fijas y para que pueda ser visualizada de mejor manera desde el aire con el dron. Anexo V.

## **Diana**

Es un elemento de topografía que tiene unas dimensiones de 1.00 x 1.00 m, y servirán como referencias visuales para que el dron pueda visualizar el punto exacto referenciado sobre el piso, tiene forma de cruz y se colocara de tal manera que su centro coincida con el punto exacto de control. Anexo VI.

### **2.1.2. Equipos**

#### **Sistema de Posicionamiento Global (GPS Garmin eTrex 30)**

El equipo eTrex 30 supone es un dispositivo GPS de mano muy fiable para realizar trabajos de campo, posee una brújula electrónica de tres ejes con inclinación compensada, que muestra el rumbo y posicionamiento con mucha exactitud. Posee también un altímetro barométrico para registrar los cambios de altitud precisa y puede rastrear satélites GPS y GLONASS de forma simultánea. [33]. Anexo VII.

## **Dron**

Para el presente proyecto técnico debido a las condiciones topográficas de la zona y el difícil acceso con estación total, se utilizó el dron DJI Mavic Pro 2, que posee una cámara de 12.7 megapíxeles capaz de tomar fotografías en FHD (4000x3000) y grabar video en 4K (3840x2160). Tiene una autonomía de batería de 27 minutos, alcanzar una altura de 150 a 200m y un alcance de hasta 13km en condiciones óptimas, por lo que prestó las condiciones óptimas para el trabajo realizado. [34]. Anexo VIII.

## **Sistema Trimble GNSS R10**

Este es un equipo de alta precisión utilizado en la topografía de campo, permitirá al topógrafo recopilar datos con una precisión de centímetros indefinidamente después que se pierda la conexión con su base o red VRS, puede llegar a puntos inaccesibles y reduce el tiempo de medición. El firmware incorporado ofrece una compensación automática de hasta 15 grados de inclinación y mayor precisión en cualquier lugar.

El software de campo Trimble Access proporciona flujos de trabajo especializados y personalizados para que las tareas de topografía sean más rápidas y fáciles al tiempo que permite a los equipos comunicar información vital entre el campo y la oficina en tiempo real. [35]. Anexo IX.

## **Trípode topográfico**

Proporciona el soporte a la base de equipo Trimble R10, el mismo que tiene que ser fijado al terreno y nivelado correctamente. Anexo X.

## **Radiocomunicadores**

Esencial para mantener la comunicación entre el operador de la base del equipo Trimble R10 y el que operador del equipo móvil R10 a largas distancias. Anexo XI.

## **Cinta métrica**

Se utilizó una cinta de 30 metros, para realizar mediciones periódicas del ancho de faja y ancho de calzada. Anexo XII.

## **Flexómetro**

Ayudo en la medición de la altura existente entre la estaca de referencia y el equipo R10 fijo. Anexo XIII.

## **Computador**

Equipo necesario para la recopilación de datos obtenidos, procesamiento e interpretación de los mismos, así como para la realización de los planos y el presente proyecto técnico. Las características del computador son las siguientes:

DESKTOP-4FCBPQ1 Toshiba, procesador Intel(R) Core (TM) i7-6500U CPU @2.50GHz 2.59GHz, MEMORIA RAM 8.00 GB, sistema operativo de 64 bits, procesador x64. Anexo XIV.

## **2.2. Métodos**

### **Análisis de Campo**

Como su nombre lo indica es el reconocimiento del sitio de trabajo, se realizará un análisis del estado actual de la vía y un conversatorio con los beneficiarios directos del proyecto, a fin de conocer las necesidades y carencias del sector y como se puede mejorar su calidad de vida.

### **Investigación bibliográfica**

Para realizar una investigación bien fundamentada se utilizarán medios físicos como libros, revistas, tesis, y medios digitales como publicaciones, artículos científicos, normas y reglamentos relacionados al diseño geométrico vial, los mismos que serán debidamente citados al final de este proyecto.

## 2.2.1. Ubicación del Proyecto

### 2.2.1.1. Ubicación macro del proyecto

El Ecuador es un país localizado en la costa noroccidental de América del Sur, ubicado entre los meridianos  $75^{\circ}12'W$  y  $81^{\circ}00'W$  y entre los paralelos  $01^{\circ}30'N$  y  $03^{\circ}23.5'S$ . Tiene una extensión territorial de 270.670 km<sup>2</sup> incluyendo la región insular. Se encuentra atravesado por la línea ecuatorial a 22 km al norte de la ciudad de Quito que es su capital. [36]

Posee cuatro regiones que son: costa, sierra, oriente y región insular; y sus límites son al norte: Colombia, al sur y al este: Perú, y al oeste: El Océano Pacífico.

Figura 26.- Ubicación Macro del proyecto



Fuente: [www.wikiwand.com](http://www.wikiwand.com)



### 2.2.1.3. Ubicación Micro el Proyecto

El diseño vial del presente proyecto se ubica en la Parroquia Pinllopata del Cantón Pangua, Provincia del Cotopaxi, tiene una superficie de 31.5 km<sup>2</sup> y sus límites son al norte: la Parroquia de Angamarca, al sur: la Parroquia El Corazón, al este: la Parroquia El Corazón y al oeste: la Parroquia Angamarca, su altitud varía entre los 1200 y 3560 msnm. [38]

Figura 28. Ubicación Micro del Proyecto



Fuente: Google Earth Pro

Está constituida por siete comunidades rurales que son: Pinllopata, La Merced, Langalo, Siguidaza, Veracruz, Ventanas de Amimín y Chisla; entre estas dos últimas poblaciones se encuentra el tramo de vía de nuestro proyecto. [38]

### Ubicación Geográfica del Proyecto

El presente proyecto se encuentra ubicado entre las abscisas km 16+000 – 20+000, del camino vecinal existente que conecta las parroquias de Angamarca y Pinllopata y comprende las comunidades rurales de Chisla y Ventanas de Amimín.

La ubicación geográfica de las abscisas del presente proyecto se muestra a continuación en la siguiente tabla.

Tabla 17.- Ubicación Geográfica del Proyecto

PUNTO	ABSCISA (Km)	COTA (m.s.n.m)	Coordenadas UTM WGS-84 (Zona 17S)	
			LONGITUD	LATITUD
Inicio	16+000	2887	724493,59 m	9874225,575 m
Final	20+000	2681	722502,029 m	9872884,625 m

Fuente: Andrés Sebastián Yanzapanta Yanzapanta

### **Relieve**

La topografía de la parroquia Pinllopata posee relieves muy agudos, relieves moderados, con pendientes superiores al 70% y su altitud oscila entre 1200 y 3560 m.s.n.m. Existen accidentes orográficos muy pronunciados y pendientes escarpadas hacia los ríos colindantes. [38]

### **Clima**

Las condiciones atmosféricas que caracteriza a la parroquia es un clima Templado Frio con un rango de precipitaciones que varía entre 1500 a 2500 mm por año. Esto depende de los meses del año como son desde enero hasta abril son los meses con mayor precipitación de lluvias y se tiene entre 1600 a 1800 mm por año y en los meses de mayo, junio y agosto el nivel más bajo de precipitaciones con 100 mm/mes promedio. [38]

### **Economía**

La Parroquia Pinllopata basa su economía en tres aspectos representativos que son la producción agrícola y ganadera en su mayor parte y en un porcentaje menor el turismo.

## **Agricultura**

El clima templado frío de esta parroquia presta las condiciones óptimas para cultivar una variedad de productos como el maíz, frejol, papas, chochos, mora entre otros, sin embargo, los productos que generan mayor economía son el frejol y la mora, los demás productos son utilizados para el consumo de las familias del sector. [38]

## **Ganadería**

En la zona existen varios tipos de ganado que sirven para el comercio que son el ganado vacuno, ganado ovino, ganado caballar y mular y aves de campo; sin embargo, el principal es el ganado vacuno, los ganaderos crían razas criollas y mestizas para luego comercializarlos en la plaza de Moraspungo y la mayoría de ganado s llevado a Guayaquil para su consumo. [38]

## **Turismo**

La actividad turística ha ido incrementando en los últimos años, en la parroquia existen varios lugares de gran potencial turística como cultural, cabe destacar que el turismo y agroturismo influye directamente del aspecto ambiental, económico, político y social lo cual beneficia de forma directa o indirecta a varios sectores de esta población. [38]

### **2.2.2. Plan de Recolección de datos**

La recolección de datos para el presente proyecto debe ser de una manera ordenada y técnica con el fin de facilitar el proceso de procesamiento y análisis de los mismos.

### **2.2.3. Plan de Procesamiento de datos**

1. Encontrar el punto de inicio de trabajo, colocar una estaca y un clavo en su centro para plantar el R10 y georeferenciar el punto inicial.



2. Los puntos de referencia se colocarán cada kilómetro o donde se considere necesario referenciando con el móvil del equipo R10 hasta finalizar el tramo.
3. Se colocarán piedras pintadas de color amarillo brillante en forma de cruz o a su vez las “dianas” sobre cada punto referenciado con el R10, para poder ser visualizado desde el aire.
4. El vuelo con el dron se realizará por tramos debido a la longitud y por la autonomía de vuelo que tiene de máximo 27 minutos.
5. El estudio de tráfico TPDA se realizará mediante un conteo manual en una estación fija ubicada en algún punto entre la abscisa km 16+000 al km 20+000, para lo cual se efectuará durante 7 días seguidos, por un periodo de 12 horas continuas en intervalos de 15 minutos.
6. Se realizará el diseño geométrico horizontal, vertical y transversal.
7. Se obtendrá los volúmenes de masas de corte y relleno del proyecto.
8. Se elaborará el análisis de precios unitarios y un presupuesto referencial.

#### **2.2.4. Análisis de la información**

Una vez obtenidos los resultados de nuestro estudio, se realizará un análisis comparativo con los valores establecidos en la norma vigente del MTOP, para luego formular las conclusiones del proyecto correlacionadas con los objetivos planteados.

## **CAPITULO III**

### **RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

#### **3.1. Análisis y Discusión de los Resultados**

##### **3.1.1. Levantamiento Topográfico realizado con Drone**

El levantamiento se realizó en etapas, primero se realizó con el equipo R10 la referenciación de los puntos colocados en la vía, se colocaron estacas de madera en el inicio del proyecto y cada kilómetro hasta el fin del levantamiento, luego se colocaron las “dianas” sobre cada punto exactamente en su centro para que el drone pueda visualizarlos desde el aire al realizar el vuelo. Cabe destacar que todos los puntos se colocaron en la vía existente o al costado buscando un área despejada de casas o árboles. Los datos del levantamiento con el drone se pueden visualizar en el Anexo A.

##### **3.1.2. Conteo Vehicular**

Para determinar el volumen de tráfico TPDA de nuestro proyecto se realizó el conteo vehicular durante 7 días seguidos en las fechas desde el día miércoles 21 al martes 27 de octubre del año en curso, con una duración de 12 horas por día y dividida en periodos de 15 minutos.

El conteo se realizó en ambos sentidos de circulación y la estación de conteo manual fue en la población rural de Chisla, en la vía Angamarca – Pinllopata en las abscisas km 16+000 – 20+000. Los conteos vehiculares se detallan en el Anexo B.

Tabla 18.- Volumen Vehicular por día

Volumen Vehicular por día						
<b>Fecha:</b>	Lunes 21 al domingo 27 de Octubre del 2019					
<b>Estación:</b>	Chisla					
<b>Abscisa:</b>	km 16+000 - km 20+000					
<b>Conteo:</b>	2 Carriles					
<b>Lunes</b>	<b>Martes</b>	<b>Miercoles</b>	<b>Jueves</b>	<b>Viernes</b>	<b>Sábado</b>	<b>Domingo</b>
24	21	26	22	42	27	23

Fuente: Andrés Sebastián Yanzapanta Yanzapanta

Como se muestra en la tabla 18 el día de mayor volumen vehicular es el día viernes 25 de octubre, esto porque en la parroquia Pinllopata se realiza la feria agrícola y ganadera los días viernes, la gente de las poblaciones aledañas llevan sus productos para ser comercializados.

De la tabla 19 del día de mayor volumen vehicular podemos determinar que la hora pico está en el rango desde las 08:15 a 09:15 am.

Tabla 19.- Volumen de vehículos del día de mayor concentración

Volumen Vehicular por día						
<b>Fecha:</b>	Viernes 24 de Octubre del 2019					
<b>Estación:</b>	Chisla					
<b>Abscisa:</b>	km 16+000 - km 20+000					
<b>Conteo:</b>	2 Carriles					
INTERVALO		B	C	D	TOTAL VEHICULO	TOTAL ACUMULADO
7:00:00	7:15:00		1		1	
7:15:00	7:30:00				0	
7:30:00	7:45:00				0	
7:45:00	8:00:00	2		1	3	4
8:00:00	8:15:00	2		1	3	6
8:15:00	8:30:00	3			3	9
8:30:00	8:45:00	1	1		2	11
8:45:00	9:00:00	2		1	3	11
9:00:00	9:15:00	2			2	10
9:15:00	9:30:00				0	7
9:30:00	9:45:00	1		1	2	7
9:45:00	10:00:00				0	4
10:00:00	10:15:00	1			1	3
10:15:00	10:30:00		1		1	4
10:30:00	10:45:00				0	2
10:45:00	11:00:00	1			1	3
11:00:00	11:15:00	1			1	3
11:15:00	11:30:00			1	1	3
11:30:00	11:45:00	1			1	4
11:45:00	12:00:00				0	3
12:00:00	12:15:00	1			1	3
12:15:00	12:30:00	1			1	3
12:30:00	12:45:00		1	1	2	4
12:45:00	13:00:00				0	4
13:00:00	13:15:00				0	3
13:15:00	13:30:00	1			1	3
13:30:00	13:45:00				0	1
13:45:00	14:00:00				0	1
14:00:00	14:15:00				0	1
14:15:00	14:30:00	1	1		2	2
14:30:00	14:45:00			1	1	3
14:45:00	15:00:00				0	3
15:00:00	15:15:00				0	3
15:15:00	15:30:00	2			2	3
15:30:00	15:45:00				0	2
15:45:00	16:00:00	1			1	3
16:00:00	16:15:00				0	3
16:15:00	16:30:00				0	1
16:30:00	16:45:00	1			1	2
16:45:00	17:00:00				0	1
17:00:00	17:15:00	1			1	2
17:15:00	17:30:00				0	2
17:30:00	17:45:00			1	1	2
17:45:00	18:00:00	2			2	4
18:00:00	18:15:00		1		1	4
18:15:00	18:30:00				0	4
18:30:00	18:45:00				0	3
18:45:00	19:00:00				0	1

Fuente: Andrés Sebastián Yanzapanta Yanzapanta

Cabe señalar que la nomenclatura de los tipos de vehículos fue obtenida de la norma del MTOP, es decir:

**B:** Vehículos livianos.

**C:** Buses.

**D:** Camiones.

Tabla 20.- Volumen vehicular en la Hora Pico

INTERVALO		TIPO DE VEHICULO			TOTAL VEHICULOS	TOTAL ACUMULADO
		B	C	D		
8:15:00	8:30:00	3			3	3
8:30:00	8:45:00	1	1		2	5
8:45:00	9:00:00	2		1	3	8
9:00:00	9:15:00	2			2	10
PORCENTAJE		64%	9%	27%	100%	

Fuente: Andrés Sebastián Yanzapanta Yanzapanta

El volumen de tráfico durante la hora pico es de 10, con este valor procedemos a calcular el factor de máxima demanda mediante la Ec 2:

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

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

$$FHMD = 0.56$$

**Donde:**

**FHMD:** Factor horario de máxima demanda.

**VHMD:** Volumen horario de máxima demanda.

**Q<sub>máx</sub>:** Flujo vehicular máximo en periodos de 15 minutos.

### **Determinación del Tráfico Actual (TPDA)**

Luego de calcular el valor del FMHD, se procede a calcular el volumen horario de proyecto (VHP), empleando el método de la 30va hora mediante la Ec 3. Para nuestro proyecto utilizamos un  $k = 0.15$  por encontrarse en una zona rural.

$$TPDA (actual) = \frac{VHP * FHP}{k}$$

$$TPDA (actual) = \frac{7 * 0.56}{0.15} = 26.13 \approx 26 \text{ livianos/día}$$

$$TPDA (actual) = \frac{1 * 0.56}{0.15} = 3.73 \approx 4 \text{ buses/día}$$

$$TPDA (actual) = \frac{1 * 0.56}{0.15} = 3.73 \approx 4 \text{ camiones/día}$$

### **Determinación del Tráfico Generado (Tg)**

Utilizando la formula Ec. 6, que según la norma del MTOP establece un valor del 20% del TPDA actual.

$$Tg = 0.20 * TPDA_{ACTUAL}$$

$$Tg = 0.20 * 26 = 5.2 \approx 5 \text{ livianos}$$

$$Tg = 0.20 * 4 = 1 \text{ bus}$$

$$Tg = 0.20 * 4 = 1 \text{ camión}$$

### **Determinación del Tráfico Atraído (Tat)**

Mediante la Ec. 4, calcularemos el tráfico atraído según la fórmula que propone la norma del MTOP que establece que será el 10% del TPDA.

$$Tat = 0.10 * TPDA_{ACTUAL}$$

$$Tat = 0.10 * 26 = 2.6 \approx 3 \text{ livianos}$$

$$Tat = 0.10 * 4 = 0.4 \approx 0 \text{ buses}$$

$$Tat = 0.10 * 4 = 0.4 \approx 0 \text{ camiones}$$

Debido a que la vía de nuestro proyecto es un camino vecinal y en malas condiciones, el tránsito de vehículos es limitado y en ocasiones escaso, es por eso que para el estudio del tráfico atraído tomaremos en cuenta el tráfico de las vías aledañas, en este caso tomaremos el tráfico de la vía Apagua – La Maná que es una vía en mejores condiciones y por aquí se puede ir al cantón Pangua.

Tabla 21.- 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	231	35	38	304
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.

Mediante la Ec. 4, calcularemos el tráfico atraído de esta vía Apagua – La Maná ya que al ejecutarse y ponerse en funcionamiento nuestra vía, será un atractivo para los conductores ya que por esta vía se ahorrarán tiempo y gastos en movilidad.

$$Tat = 0.10 * TPDA$$

$$Tat = 0.10 * 253 = 25.3 \approx 25 \text{ livianos}$$

$$Tat = 0.10 * 35 = 3.5 \approx 4 \text{ buses}$$

$$T_{at} = 0.10 * 42 = 4.2 \approx 4 \text{ camiones}$$

### **Determinación del Tráfico Desarrollado (Td)**

Utilizando la Ec. 7, calculamos el tráfico desarrollado que se considera un valor del 5% del TPDA actual. [4] Ec.7

$$T_d = 0.05 * TPDA_{ACTUAL}$$

$$T_d = 0.05 * 26 = 1.3 \approx 1 \text{ liviano}$$

$$T_d = 0.05 * 4 = 0.2 \approx 0 \text{ buses}$$

$$T_d = 0.05 * 4 = 0.2 \approx 0 \text{ camiones}$$

### **Determinación del Tráfico Actual (Ta)**

Luego de tener los datos del tráfico TPDA actual, tráfico generado, tráfico atraído y el tráfico desarrollado, determinamos el tráfico actual con la fórmula Ec. 1.

$$T_a = TPDA(actual) + TG + TA + TD$$

$$T_a (\text{livianos}) = 26 + 5 + (3 + 25) + 1 = 60 \text{ livianos}$$

$$T_a (\text{buses}) = 4 + 1 + (0 + 4) + 0 = 9 \text{ buses}$$

$$T_a (\text{camiones}) = 4 + 1 + (0 + 4) + 0 = 9 \text{ camiones}$$

$$T_a = 78 \text{ vehículos/día}$$

### **Determinación del Tráfico Futuro (Tf)**

Podremos determinar el tráfico futuro mediante la fórmula Ec. 5,

$$T_f = T_a * (1 + i)^n$$



**Donde:**

**Tf** = Tráfico futuro

**Ta** = Tráfico actual

**n** = Número de años proyectados

**i** = Tasa de crecimiento del tráfico (será determinada en la tabla 4)

Tabla 22.- Tasa del Crecimiento del Tráfico

TASAS DE CRECIMIENTO ANUAL DEL TRAFICO (%)				
TIPOS DE VEHICULOS	PERIODO			
	2010 - 2015	2015 - 2020	2020 - 2025	2025 - 2030
LIVIANOS	4,47	3,97	3,57	3,25
BUSES	2,22	1,97	1,78	1,62
CAMIONES	2,18	1,94	1,74	1,58

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

El tráfico futuro para el año 2020 será igual:

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

$$Tf = 60 * (1 + 3.57\%)^1 = 62 \text{ livianos/dia}$$

$$Tf = 9 * (1 + 1.78\%)^1 = 9 \text{ buses/dia}$$

$$Tf = 9 * (1 + 1.74\%)^1 = 9 \text{ camiones/dia}$$

$$Tf = 80 \text{ vehiculos/día}$$

Luego de calcular el tráfico futuro proyectado para el año 2020, procedemos a realizar para los demás años en la siguiente tabla:

Tabla 23.- Tráfico Futuro

DETERMINACIÓN DEL TRÁFICO FUTURO							
<b>Fecha:</b>	Viernes 24 de Octubre del 2019						
<b>Estación:</b>	Chisla						
<b>Abscisa:</b>	km 16+000 - km 20+000						
<b>Conteo:</b>	2 Carriles						
AÑO	% TASA DE CRECIMIENTO			TRÁNSITO PROMEDIO DIARIO ANUAL			TPDA TOTAL
	B	C	D	B	C	D	
<b>2019</b>	3,97%	1,97%	1,94%	60	9	9	<b>78</b>
2020	3,57%	1,78%	1,74%	62	9	9	80
2021	3,57%	1,78%	1,74%	64	9	9	83
2022	3,57%	1,78%	1,74%	67	9	9	86
2023	3,57%	1,78%	1,74%	69	10	10	88
2024	3,57%	1,78%	1,74%	72	10	10	91
2025	3,25%	1,62%	1,58%	74	10	10	94
2026	3,25%	1,62%	1,58%	76	10	10	96
2027	3,25%	1,62%	1,58%	79	10	10	99
2028	3,25%	1,62%	1,58%	81	10	10	102
<b>2029</b>	3,25%	1,62%	1,58%	84	11	11	<b>105</b>
2030	3,25%	1,62%	1,58%	87	11	11	108
2031	3,25%	1,62%	1,58%	89	11	11	111
2032	3,25%	1,62%	1,58%	92	11	11	115
2033	3,25%	1,62%	1,58%	95	11	11	118
2034	3,25%	1,62%	1,58%	98	12	11	121
2035	3,25%	1,62%	1,58%	102	12	12	125
2036	3,25%	1,62%	1,58%	105	12	12	129
2037	3,25%	1,62%	1,58%	108	12	12	133
2038	3,25%	1,62%	1,58%	112	12	12	136
<b>2039</b>	3,25%	1,62%	1,58%	116	13	12	<b>140</b>

Fuente: Andrés Sebastián Yanzapanta Yanzapanta

El estudio de tráfico de nuestro proyecto nos da un valor del tráfico proyectado para un periodo de diseño de 20 años, es de 140 vehículos/día, según la Norma de Diseño Geométrico del MTOP – 2003 con este volumen de tráfico debemos diseñar una vía de clase IV (Ver en Tabla 3), lo que da una clasificación de camino vecinal.

Según Jeréz [10], asume este estudio como de prefactibilidad y proyecta un tráfico futuro de 737 vehículos/día; al ser nuestra vía una continuación de este estudio, asumimos el mismo criterio y diseñamos como una vía de Clase III (Ver en Tabla3).

### 3.1.3. Diseño Geométrico Vial

#### Velocidad de diseño

De acuerdo a la ubicación y relieve del terreno del proyecto, la vía se encuentra en una zona montañosa, por lo que la velocidad de diseño adoptada será  $V_d = 60$  Km/h según la norma de diseño geométrico del MTOP – 2003, y lo podemos ver en la tabla 5.

Tabla 24.- Velocidad de diseño según la clasificación de la vía

VELOCIDADES DE DISEÑO EN Km/h							
CLASE DE CARRETERAS	TPDA ESPERADO	VALOR RECOMENDADO			VALOR ABSOLUTO		
		L (Llano)	O (Ondulado)	M (Montañoso)	L (Llano)	O (Ondulado)	M (Montañoso)
RI ó RII (Autopista)	> 8000	120	110	90	110	90	80
I	3000 a 8000	110	100	80	100	80	60
II	1000 a 3000	100	90	70	90	80	50
III	300 a 1000	90	80	60	80	60	40
IV	100 a 300	80	60	50	60	35	25
V	< 100	60	50	40	50	35	25

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

#### Velocidad de circulación

La velocidad de circulación la podemos calcular mediante la ecuación Ec. 8 que nos da proporciona el MTOP - 2003, para un TPDA menor a 1000 vehículos.

$$V_c = 0.80 * V_d + 6.5$$

$$V_c = 0.80 * (60 \text{ km/h}) + 6.5$$

$$V_c = 54.5 \text{ km/h} \approx 55 \text{ km/h}$$

Tabla 25.- Relaciones entre Velocidades de Circulación y de Diseño

VELOCIDAD DE DISEÑO EN Km/h	VELOCIDAD DE CIRCULACIÓN EN Km/h		
	Volumen de Tránsito Bajo	Volumen de Tránsito Intermedio	Volumen de Tránsito 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”, MOP 2003

De acuerdo a la velocidad de circulación y en relación a la velocidad de diseño, según la tabla 6, que nos proporciona el MTOP – 2003, nos da un volumen de tránsito bajo.

### Radio Mínimo de Curvatura

Para el presente proyecto se calculará un radio de curvatura mínimo con la siguiente ecuación Ec. 22.

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

**Donde:**

**R:** Radio mínimo de la curva en m.

**V:** Velocidad de diseño en Km/h.

**f:** Coeficiente de fricción lateral

**e:** Peralte de la curva en m/m

Tabla 26.- Valores mínimos recomendados para radio de curvatura

VELOCIDAD DE DISEÑO Km/h	f Máximo	RADIO MÍNIMO CALCULADO				RADIO MÍNIMO RECOMENDADO			
		10%	8%	6%	4%	10%	8%	6%	4%
20	0,350		7,32	7,58	5,08		18	20	20
25	0,315		12,48	13,12	13,66		20	25	25
30	0,284		19,47	20,50	21,67		25	30	30
35	0,255		25,79	30,62	32,70		30	36	35
40	0,221		41,88	44,65	48,27		42	45	50
45	0,206		55,75	59,94	64,82		68	60	65
50	0,190		72,91	78,74	86,96		75	80	90
60	0,165	106,97	115,70	128,98	138,28	110	120	130	140
70	0,150	154,55	157,75	185,73	203,67	180	170	185	205
80	0,140	209,97	229,98	251,97	279,97	210	230	255	280
90	0,134	272,58	298,04	328,70	300,55	275	300	330	370
100	0,130	342,36	374,95	414,42	463,16	350	375	415	465
110	0,124	475,34	467,04	517,80	550,95	430	470	520	585
120	0,120	615,39	568,93	529,92	708,86	520	570	630	710

Nota: Se podrá usar un radio mínimo de 15 metros siempre y cuando se trate de:  
 Aprovechar estructuras existentes  
 Relieve difícil (escarpado)  
 Caminos de bajo costo

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

$$R = \frac{60^2}{127(0.10 + 0.165)}$$

$$R = 106.97 \text{ m}$$

### 3.1.3.1. Diseño Horizontal

Distancia de visibilidad de parada

Primeramente, determinamos el coeficiente de fricción de longitud mediante la ecuación Ec. 27

$$f = \frac{1.15}{V_c^{0.3}}$$

$$f = \frac{1.15}{(55 \text{ km/h})^{0.3}} = 0.3456$$

Posteriormente se aplicará la Ec. 26, para determinar la distancia de visibilidad de parada.

$$DVP = 0,7 * Vc + \frac{Vc^2}{254 * f}$$

$$DVP = 0,7 * (55 \text{ km/h}) + \frac{(55 \text{ km/h})^2}{254 * (0.3456)}$$

$$DVP = 72.76 \text{ m} \approx 73 \text{ m}$$

La norma de diseño del MTOP 2003, nos proporciona valores de distancia de visibilidad de parada para vías de clase III y terreno montañoso establece un valor de 70 metros. (Ver en Tabla 8).

### **Distancia de Visibilidad de Rebasamiento**

La velocidad de rebasamiento se la determina mediante la siguiente ecuación. Ec. 33.

$$Dr = 9.54 * V - 218$$

Siempre y cuando:  $30 < Vc < 100$

### **Donde:**

**Dr:** Distancia de Visibilidad de rebasamiento, expresado en metros.

**Vc:** Velocidad de circulación del vehículo rebasante, expresado en km/h.

$$Dr = 9.54 * (55 \text{ km/h}) - 218 = 306.7 \text{ m}$$

El la distancia mínima de visibilidad de rebasamiento recomendado por la norma de diseño del MTOP 2003 para una vía de clase III y para terreno montañoso es 415 metros, ya que el valor calculado es menor asumimos el valor recomendado. (Ver en tabla 9).

### **Magnitud del peralte**

La norma de diseño del MTOP 2003 [7], recomienda “para carreteras o caminos de dos con capa de rodadura de hormigón, asfalto o empedrada con velocidades de diseño mayores a 50 km/h un peralte máximo del 10%, y para caminos con capa de rodadura granular (Caminos vecinales tipo IV, V y VI) y velocidades de hasta 50 km/h un peralte máximo del 8%”, razón por la cual para el diseño de nuestro proyecto escogimos un valor de peralte de 10%.

### **Sobreancho**

Para velocidades de diseño mayores a 50 km/h el sobreancho será de 40 cm, y para velocidades de diseño inferiores a los 50 km/h el sobreancho deberá ser 30 cm. [7] Tomando en cuenta estas condiciones, como la velocidad de diseño de nuestro proyecto es de 60 km/h, el sobreancho será de 40cm.

### **3.1.3.2. Diseño Vertical**

#### **Gradientes**

La gradiente de una carretera está en función del tráfico futuro y el tipo de terreno. La norma de diseño del MTOP 2003, nos ofrece valores de gradientes longitudinales, para el presente proyecto tenemos una carretera clase III y un terreno montañoso, lo que nos da una pendiente máxima de 7%, (Ver Tabla 10),

#### **Curvas Verticales Convexas**

La longitud mínima absoluta de las curvas verticales cóncavas, expresada en metros, se calcula con la siguiente fórmula: Ec. 37

$$L = 0.60 * V$$

$$L = 0.60 * \left(60 \frac{km}{h}\right) = 60 m$$

### **3.1.3.3. Diseño Transversal**

#### **Calzada**

Para el presente proyecto sabemos que es una carretera tipo III, por lo que la norma de diseño del MTOP 2003 nos da valores recomendados, para nuestro caso será un valor de 6.70 metros. (Ver en Tabla 14).

#### **Berma o Espaldón**

La norma del MTOP 2003 recomienda valores para bermas o espaldones según la clase de vía y el tipo de terreno, para nuestro proyecto tenemos una vía clase III con un terreno montañoso, lo que nos da un valor de espaldones de 1 m para el espaldón externo y 1.2 metros para el espaldón interno, ambos espaldones tienen que ser pavimentados con hormigón asfálticos. (Ver Tabla 15).

#### **Cunetas**

En carreteras con terreno montañoso se recomienda construir cunetas de 30 centímetros de profundidad con respecto a la rasante, por lo que se debe obligadamente revestir dicha cuneta para proteger el pavimento de la vía. [7]

#### **Bombeo**

El valor de bombeo recomendado por la norma del MTOP 2003 para una vía de clase III es del 2%. (Ver Tabla 16).

### **3.1.4. Presupuesto Referencial**

Se establece un presupuesto referencial para un periodo de diseño de 20 años desde su construcción, los costos de equipos, materiales, mano de obra y transporte que se utiliza en el proyecto son actualizados y tomados de la cámara de la construcción para obtener la cantidad de dinero real necesaria para ejecutar este proyecto. [39]



#### **3.1.4.1. Análisis de Precios Unitarios**

Es la cuantía del pago o remuneración total que se le debe consignar al contratista por un trabajo terminado y ejecutado conforme al proyecto cumpliendo las normas de calidad y especificaciones técnicas de la construcción. Un precio unitario consta de los costos directos, indirectos, por financiamiento, y los cargos adicionales al concepto de trabajo. [40]

##### **Costos Directos**

Los costos directos son todos aquellos gastos que están relacionados directamente con la obra. Se denominan también gastos variables y aquí constan: la mano de obra, materiales usados en la obra, maquinaria, etc. [41]

##### **Costos Indirectos**

Los costos indirectos son todos aquellos gastos que no son aplicables directamente a unidades concretas sino a la obra en sí y no se pueden cobrar al cliente final, como son los gastos de administración, organización, dirección técnica, utilidades e impuestos. [41]

#### **3.1.4.2. Rubros**

##### **Rubro 1.- Desbroce, Desbosque y Limpieza**

**Descripción.** - Este trabajo consiste en despejar el terreno necesario para ejecutar la obra vial de acuerdo a las especificaciones presentes; se eliminarán plantas, arboles, troncos, y cualquier otro tipo de vegetación hasta llegar a la profundidad establecida en los planos o por Fiscalización, esto se realizará de forma manual debido a la topografía del terreno y se utilizarán equipos mecánicos en las áreas que lo permitan. [42]

Para el presente proyecto se limpiará un ancho de 50 metros aproximadamente a cada lado medido desde el eje de la vía.

**Procedimiento de Trabajo.** – El desbroce, desbosque y limpieza se efectuarán por medios eficaces, manuales y mecánicos, incluyendo la zocola, tala, repique y cualquier otro procedimiento que dé resultados que el Fiscalizador considere satisfactorios. Por lo general, se efectuará dentro de los límites de construcción y hasta 10 metros por fuera de estructuras en las líneas exteriores de taludes. En todo caso, se pagará al contratista solamente por los trabajos efectuados dentro de los límites de Desbroce, Desbosque y Limpieza señalados en los planos o indicados por el Fiscalizador. [42]

En las zonas de excavaciones o de terraplenes de altura inferior a 2 m. deberán removerse y desecharse todos los troncos, tocones, raíces, vegetación en general y material calificado por el Fiscalizador como inadecuado, y si en los documentos contractuales se lo exige, remover y almacenar para su uso posterior la capa de tierra vegetal superficial. En las zonas que deben cubrirse por terraplenes de altura superior a 2 m. la tala de árboles se podrá realizar de modo que el corte se haga a una altura no mayor a 20 cm. sobre la superficie del terreno natural; los arbustos y maleza se eliminarán por completo y el césped se deberá cortar al ras. Los árboles deberán ser removidos por completo en los lugares donde esté prevista la construcción de estructuras o subdrenes, pilotes, excavación en forma escalonada para terraplenado, remoción de capa de tierra vegetal o la remoción de material inadecuado. [42]

El destronque de zonas para cunetas, rectificaciones de canales o cauces, se efectuará hasta obtener la profundidad necesaria para ejecutar la excavación correspondiente a estas superficies. En las áreas fuera de los límites de construcción y dentro de los límites señalados para el Desbroce, Desbosque y Limpieza, los troncos se cortarán en lo posible, al ras del terreno natural; pero en ningún caso se los dejará de una altura mayor de 30 cm. No se requerirá en estas áreas la remoción de arbustos ni de otra vegetación que no sea árboles. No podrá iniciarse el movimiento de tierras en ningún tramo del proyecto mientras las operaciones de Desbroce, Desbosque y Limpieza de

las áreas señaladas en dicho tramo no hayan sido totalmente concluidas, en forma satisfactoria al Fiscalizador y de acuerdo con el programa de trabajo aprobado. [42]

**Disposición de materiales removidos.** – Todos los materiales no aprovechables provenientes del desbroce, desbosque y limpieza, serán retirados y depositados en los sitios indicados en los planos o escogidos por el Contratista, con la aprobación del Fiscalizador. No se permitirá el depósito de residuos ni escombros en áreas dentro del derecho de vía, donde sería visible desde el camino terminado, a menos que se los entierre o coloque de tal manera que no altere el paisaje. Tampoco se permitirá que se quemen los materiales removidos. [42]

El material cuya recuperación esté prevista en los documentos contractuales u ordenada por el Fiscalizador será almacenado para uso posterior, de acuerdo a las estipulaciones del contrato y las instrucciones del Fiscalizador. Cualquier madera aprovechable que se encuentre dentro de los límites señalados para el Desbroce, Desbosque y Limpieza, será de propiedad de la obra y para su uso en ella, y cualquier excedente se entregará en las bodegas del MOP más cercanas. [42]

**Medición.** – La unidad de medida es en hectáreas (Ha) medida en la obra, en su proyección horizontal de trabajos ordenados y aceptablemente ejecutados, incluyendo las zonas de préstamo, canteras y minas dentro de la zona del camino y las fuentes de trabajo aprovechadas fuera de dicha zona, que estén señaladas en los planos como fuentes designadas u opcionales al Contratista. [42]

**Pago.** – Se pagará la cantidad medida en el inciso anterior, este precio y pago constituirá la compensación total por la eliminación, retiro, desecho y transporte de todos los materiales provenientes del desbroce, desbosque y limpieza, así como por toda la mano de obra, equipo, herramientas, materiales y operaciones conexas necesarios para ejecutar los trabajos descritos en esta Sección, incluyendo la remoción y disposición de obstáculos misceláneos, cuando no haya en el contrato los rubros de pago para tales trabajos. [42]

<b>Rubro</b>	<b>Unidad de Medición</b>
Desbroce, Desbosque y Limpieza.....	Hectárea (Ha)

## **Rubro 2.- Replanteo y Nivelación**

**Descripción.** - Este trabajo consiste en la materialización en el sitio los puntos y datos que se encuentran en los planos, tales como marcación de ejes, niveles de excavación y relleno, anchos de calzada, y todos los puntos.

**Procedimiento de Trabajo.** - Todos los trabajos de replanteo deberán ser realizados con aparatos de precisión, tales como estaciones totales, teodolitos, niveles, cintas métricas, etc. y por personal técnico capacitado y experimentado. Se deberá colocar mojones de hormigón perfectamente identificados con la cota y abscisa correspondiente y su número estará de acuerdo a la magnitud de la obra y necesidad de trabajo y/o órdenes del Ingeniero Fiscalizador. La Fiscalización dará al contratista como datos de campo, el BM con cota y punto referenciado, desde el cual el contratista, procederá a replantear la obra a ejecutarse. [43]

**Medición.** - El replanteo se medirá en metros cuadrados, hectáreas, kilómetros u otra unidad de área o longitud, de acuerdo con la unidad definida en el presupuesto general, con aproximación a un decimal. [43]

**Pago.** – Se pagará a los precios establecidos en el contrato la cantidad de replanteo real ejecutada medida en el terreno y aprobada por el Ingeniero Fiscalizador.

<b>Rubro</b>	<b>Unidad de Medición</b>
Replanteo y Nivelación.....	Kilómetro (Km)

### **Rubro 3.- Excavación sin clasificar incluye desalojo**

**Descripción.** - Este trabajo consistirá en la excavación de todo el material cuya remoción sea necesaria para conformar la subrasante de la vía tomando en cuenta los niveles de diseño, con la finalidad de colocar los espesores de subbase, base, cama de arena y adoquín de acuerdo al plano. En los trabajos de excavación el Contratista deberá tomar todas las precauciones necesarias para proteger y evitar daños o perjuicios en las propiedades colindantes con los límites de la obra para que no se interrumpan las servidumbres de paso, riego, servicios de agua potable y alcantarillado, etc., en caso de roturas en los sistemas la reparación correrá por cuenta del Contratista. [44]

Es el rubro más representativo en este proyecto, ya que consiste en realizar las excavaciones necesarias para llegar al ancho necesario que indican los planos para la ejecución de la obra. Se realizará a mano o mediante maquinaria para conformar plataformas, taludes, etc. En caso de ser necesario el desalojo se lo hará mediante volquetas o mulas. El volumen de excavación se calculará mediante el software CivilCad 3D. [44]

**Medida y forma de pago:** El volumen excavado será medido en  $m^3$  el pago de este rubro se efectuará por  $m^3$  excavado y desalojado.

<b>Rubro</b>	<b>Unidad de Medición</b>
Excavación sin clasificar inc. desalojo.....	Metro cúbico (m3)

#### **Rubro 4.- Relleno y compactado suelo propio**

**Descripción.** – No deberá emplearse en el relleno, tierras que contengan materia orgánica en cantidad apreciable, ni raíces, arcillas o limo. En las calles sin pavimento, se dejará la superficie del terreno pareja, tal como estaba antes de la excavación y los rellenos sucesivos, que fuesen necesarios para acondicionar la superficie de la calle. El material sobrante después de efectuado el relleno de la zanja, será retirado del sitio de trabajo y llevado inmediatamente a un lugar donde no cause molestias. [42]

Una vez preparado el lecho, colocado el caño y construida la junta, la zanja deberá rellenarse con suelo seleccionado, compactable y fino proveniente de la misma excavación o de un préstamo. Los espacios entre tubo y las paredes de la zanja se rellenará a mano con tierra seleccionada humedecida, que será colocada a lo largo de la cañería, sin terrones ni piedras mayores de 5 cm., compactándola de tal manera que las cargas de tierra a uno y otro lado de la cañería estén siempre equilibradas y en capas sucesivas bien apisonadas no mayores de 15 cm. de espesor, para asegurar un buen asiento a la cañería cada una de dichas capas deberá ser humedecida, según los casos, para alcanzar el contenido óptimo de humedad y compactarse posteriormente con una aplanadora o compactadora mecánica. Se deberá tener especial cuidado para compactar el material en los costados del caño y asegurarse de que el material de relleno quede en íntimo contacto con dicho caño. El relleno hasta una capa de 50 cm. sobre el tubo, se efectuará también a mano, pudiendo terminarse el faltante con procedimientos mecánicos. [42]

El grado de compactación será el 98% (noventa y ocho por ciento) del máximo obtenido por el procedimiento de ensayo AASTM D1557, método D. Los ensayos de laboratorios para la determinación de la densidad, se harán de acuerdo al procedimiento ASTM D-1556. No se efectuará ninguna medición real en el campo de los anchos de zanja, ni se efectuará pago sobre excavaciones extras no especificadas en el Contrato. [42]

**Medida y forma de pago:** El volumen relleno será medido en  $m^3$  el pago de este rubro se realizará por  $m^3$  relleno y compactado.

**Rubro**

**Unidad de Medición**

Relleno y compactado con suelo propio.....Metro cúbico (m3)

El presupuesto referencial del proyecto se encuentra detallado en el anexo E, y se obtuvo un valor de \$ que se explica en la siguiente tabla.

Tabla 27.- Presupuesto Referencial del Proyecto

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL					
TEMA: "DISEÑO GEOMÉTRICO DE LA ALTERNATIVA VIAL SHUYO – PINLLOPATA EN EL TRAMO KM 16 + 000 – 20 + 000 PERTENECIENTE A LOS CANTONES PUJILÍ Y PANGUA DE LA PROVINCIA DE COTOPAXI"					
REALIZADO POR: Egdo. Andrés Sebastián Yanzapanta Yanzapanta					
PRESUPUESTO REFERENCIAL					
No.	RUBRO	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	PRECIO TOTAL
1	Desbroce, Desbosque y Limpieza	Ha	223,43	374,55	83686,76
2	Replanteo y Nivelación	km	3,86	3258,65	12578,40
3	Excavación sin clasificar inc. desalojo	m3	445069,79	1,43	635780,50
4	Relleno y compactado con suelo propio	m3	241,85	2,99	721,96
<b>TOTAL:</b>					<b>732767,62</b>
SON:SETECIENTOS TREINTA Y DOS MIL SETECIENTOS SESENTA Y SIETE CON 62/100 DÓLARES AMERICANOS					
ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA					
AMBATO, DICIEMBRE DEL 2019					

Fuente: Andrés Sebastián Yanzapanta Yanzapanta

## CAPÍTULO IV

### CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

#### 4.1. Conclusiones

- ✓ La vía que conecta El Shuyo – Pinllopata atraviesa una zona montañosa con espesa vegetación y terreno escarpado, tiene pendientes muy pronunciadas a ambos lados de la vía existente por lo que el levantamiento topográfico se realizó mediante un dron desde el km 16+000 – 20+000.
- ✓ Se determinó un TPDA para un periodo de diseño de 20 años obteniendo un valor de 140 vehículos/día lo que según la normativa del MTOP nos da una vía de clase IV (100-300 vehículos/día) para un camino vecinal, por criterio personal y para mantener la uniformidad del proyecto con el resto de diseño de la vía, se optó por un valor de 737 vehículos/día, establecido por Jeréz para el diseño para una vía de clase III.
- ✓ Se calculó una velocidad de diseño de 60 km/hora, pero al tener un terreno montañoso y tratarse de un diseño de la alternativa vial se optó por una velocidad de 40 km/h para cumplir con las condiciones geométricas como radios mínimos de curvatura, anchos de calzada, distancias de visibilidad, etc. Que exige la norma de diseño geométrico de carreteras del MTOP 2003.
- ✓ Al existir una topografía montañosa y accidentada las pendientes de diseño se mantuvieron entre 3% a 7%, que está especificado en la Norma del MTOP 2003, se calculó una sección típica de 3.35 metros por carril y una pendiente del 2% y un espaldón de 1 metro al igual que la cuneta con una relación de 2:1, para un correcto desalojo de las aguas lluvias.
- ✓ Se calculó un volumen de corte de 445.069,79 m<sup>3</sup>, este valor se obtuvo debido a la accidentada topografía de la zona y para que el diseño realizado cumpla con los parámetros exigidos por la norma, en su mayoría el diseño se realizó por corte por lo que el volumen excedente al ser un material apto para



su uso será depositado en un área amplia existente en el sector llamado “Siguidaza” en el km 17 + 500, para su posterior uso en la construcción de la misma vía o el mejoramiento de vías aledañas a estos sectores.

- ✓ Se determinó un presupuesto referencial de \$ 889.568,58 dólares americanos para un trazado de vía de 3 + 680 metros, siendo el rubro más representativo la excavación sin clasificar por tener volúmenes muy grandes de corte en este proyecto.

#### **4.2. Recomendaciones**

- ✓ Al ser este un proyecto técnico a nivel de prefactibilidad se recomienda realizar la socialización respectiva con los GADS parroquiales y la gente del sector para que den las facilidades necesarias para su ejecución.
- ✓ Debido a la topografía montañosa y accidentada del sector se realizó un alto volumen de corte por lo que se recomienda realizar un estudio de suelos para verificar la estabilidad de los taludes y proponer una estructura de pavimento.
- ✓ Se recomienda realizar los estudios hidrológicos debido a la alta cantidad de precipitaciones en el sector y por existir pasos de agua y pequeñas vertientes.
- ✓ Para la ejecución de la obra se recomienda en lo posible respetar el diseño propuesto y cumplir con las especificaciones técnicas vigentes en la Norma de Diseño Geométrico de Carreteras del MTOP 2003.

## BIBLIOGRAFIA:

- [1] J. J. Agudelo, “DISEÑO GEOMÉTRICO DE VÍAS,” 2002.
- [2] S. Caro and B. Caicedo, “Tecnologías para Vías Terciarias: Perspectivas y Experiencias desde la Academia,” Bogotá, Colombia, pp. 12–21, Jan-2017.
- [3] O. Alzamora, L. Wong Herrera, and D. Washington, “Diseño Y Cálculo Geométrico De Viales,” Universidad Nacional de Ingeniería, 2017.
- [4] R. Cal y Mayor and J. Cardenas Grisales, *Ingenieria de Transito*, Sétima Edi. México: Ediciones Alfaomega S.A, 1994.
- [5] D. G. D. C. Y. FERROCARRILES, “MANUAL DE CARRETERAS: DISEÑO GEOMÉTRICO DG – 2018,” p. 285, 2018.
- [6] J. Cárdenas Grisales, *Diseño geométrico de carreteras*. 2013.
- [7] Ministerio de Transporte y Obras Públicas, “Normas de diseño geometrico de carreteras - 2003,” *Normas diseño Geom. carreteras - 2003*, 2003.
- [8] *DISEÑO GEOMÉTRICO DE CARRETERAS AASHTO-1994*. 1994.
- [9] Gobierno Autónomo Descentralizado Parroquial de Angamarca, “PLAN DE DESARROLLO Y ORDENAMIENTO TERRITORIAL DE LA PARROQUIA ANGAMARCA,” 2015.
- [10] F. J. Jerés, “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.
- [11] D. A. Guato Paredes, “EL SISTEMA DE COMUNICACIÓN TERRESTRE CHISTILÁN–SHUYO GRANDE, PARROQUIA ANGAMARCA, CANTÓN PUJILÍ, PROVINCIA DE COTOPAXI Y SU INFLUENCIA EN LA CALIDAD DE VIDA DE LOS HABITANTES,” Universidad Técnica de Ambato, 2013.
- [12] F. Alonso Sarría, “Cartografía y Geodesia. Sistemas de proyección,” *Sist. Inf. Geográfica*.

- [13] Facultad de Ingeniería Civil y Ambiental, “Sistemas de Información Geográfica 2-2013,” 2013. [Online]. Available: <https://sigmcalispa.files.wordpress.com/2013/01/4-utm1.pdf>.
- [14] V. Johnny, “Ingeniería y Soluciones Geográficas,” 2014. [Online]. Available: <http://ingeosolutions.blogspot.com/>. [Accessed: 18-Nov-2019].
- [15] P. Grijalba, “Fotogrametría con Drones,” *Ing. Civ. y Geol.*, 2018.
- [16] M. R. Ferreira and V. G. Aira, “Aplicaciones Topográficas de los Drones,” *http://www. Bibl. org. ar/greenstone/collect/otragr/index/assoc/HASH0159/314a3cb*, 2017.
- [17] “CURVAS DE NIVEL. TOPOGRAFÍA - ARQUITECTURA Y CONSTRUCCION.” [Online]. Available: <https://www.arquba.com/monografias-de-arquitectura/curvas-de-nivel-topografia/>. [Accessed: 19-Nov-2019].
- [18] J. Porto and M. Merino, “Definición de curva de nivel - Qué es, Significado y Concepto,” 2019. [Online]. Available: <https://definicion.de/curva-de-nivel/>. [Accessed: 19-Nov-2019].
- [19] Asamblea Nacional Constituyente del Ecuador, “Ley Sistema Nacional de Infraestructura Vial y Transporte Terrestre,” pp. 1–14, 2017.
- [20] “RED VIAL DE ECUADOR.” [Online]. Available: <http://www.e-asfalto.com/redvialecuador/>. [Accessed: 21-Nov-2019].
- [21] Ministerio de Transporte y Obras Públicas, “Plan Maestro de Vialidad,” 2002. [Online]. Available: <http://www.iirsa.org/BancoMedios/Documentos/PDF/Presentacion III Andino Ecuador.pdf>. [Accessed: 21-Nov-2019].
- [22] “Carreteras de Ecuador - Wikiwand,” 2010. [Online]. Available: [https://www.wikiwand.com/es/Carreteras\\_de\\_Ecuador](https://www.wikiwand.com/es/Carreteras_de_Ecuador). [Accessed: 21-Nov-2019].
- [23] “VOLUMEN DE TRANSITO HORARIO | INGENIERIA CIVIL (APUNTES),” 2007. [Online]. Available: <http://ingenieracivil.blogspot.com/2007/12/volumen-de-transito-horario.html>.

[Accessed: 23-Nov-2019].

- [24] Administradora Boliviana de Carreteras, “Manual de Diseño Geométrico,” 2008.
- [25] Ministerio de Transportes y Comunicaciones, “Manual para el diseño de carreteras pavimentadas de bajo volumen de tránsito,” 2008.
- [26] Ministerio de Transportes y Comunicaciones, “Manual De Carreteras,” 2014.
- [27] Dirección General de Servicios Técnicos, “MANUAL DE PROYECTO GEOMÉTRICO DE CARRETERAS 2018,” p. 584, 2018.
- [28] J. B. Torres, “DISEÑO DEFINITIVO DE UNA CARRERETERA.”
- [29] E. Castelán, “Trazo y Construcción de una Carretera,” 2013.
- [30] Ministerio de Transportes y Comunicaciones, “Manual de Diseño de Carreteras No Pavimentadas de Bajo Volumen de Tránsito,” 2008.
- [31] K. Molina and V. Cerda, “Metodología para Diseño de Proyectos Viales,” 2003.
- [32] C. Sanhueza Plaza and L. Rodríguez Cifuentes, “Análisis comparativo de métodos de cálculo de estabilidad de taludes finitos aplicados a laderas naturales,” *Rev. la Constr.*, vol. 12, no. 1, pp. 17–29, 2013.
- [33] “eTrex 30 | Garmin.” [Online]. Available: <https://buy.garmin.com/es-ES/ES/p/87774>. [Accessed: 30-Nov-2019].
- [34] “DJI Mavic Pro – Specs, Tutorials & Guides – DJI.” [Online]. Available: <https://www.dji.com/mavic/info>. [Accessed: 30-Nov-2019].
- [35] “Sistema Trimble R10 GNSS.” [Online]. Available: [https://www.trimble.com/Survey/Trimble-R10.aspx?tab=GNSS\\_System\\_Comparison](https://www.trimble.com/Survey/Trimble-R10.aspx?tab=GNSS_System_Comparison). [Accessed: 30-Nov-2019].
- [36] “CARACTERÍSTICAS GEOGRÁFICAS DEL ECUADOR | tarea-num-1.” [Online]. Available: <https://juliansalvador911.wixsite.com/tarea-num-1/about>. [Accessed: 30-Nov-2019].
- [37] Gobierno Autónomo Descentralizado de la Provincia de Cotopaxi,

“Actualización del Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial Cotopaxi 2025,” p. 127, 2015.

- [38] Gobierno Autónomo Descentralizado Parroquial Rural De Pinllopata, “PLAN DE DESARROLLO Y ORDENAMIENTO TERRITORIAL DE LA PARROQUIA RURAL PINLLOPATA,” 2015.
- [39] J. C. Tamayo, “DISEÑO GEOMÉTRICO DE LA VPIA LA PALMERA HASTA LA ESTANCIA Y ESTABILIZACIÓN DE TALUDES EN LA PARROQUIA RÍO NEGRO DEL CANTÓN BAÑOS DE AGUA SANTA, PROVINCIA DEL TUNGURAHUA,” Universidad Técnica de Ambato, 2016.
- [40] E. Carrillo and J. Garzón, “DESARROLLO DE UN MANUAL DE COSTOS PARA LAS INDUSTRIAS DEL PETRÓLEO Y DE LAS ESTRUCTURAS METÁLICAS,” Escuela Politécnica Nacional, 2014.
- [41] “COSTOS DIRECTOS E INDIRECTOS DE UNA OBRA CIVIL.” [Online]. Available: <http://www.eloficial.ec/modulo-3-analisis-de-costos-costos-directos-e-indirectos-de-una-obra-civil/>. [Accessed: 03-Dec-2019].
- [42] Ministerio de Obras Públicas y Comunicaciones 2002, “ESPECIFICACIONES GENERALES PARA LA CONSTRUCCIÓN DE CAMINOS PUENTES,” 2002.
- [43] Direccion de Obras Públicas del Cantón Mera, “PROYECTO DE AGUA POTABLE PARA MERA FASE II - DISEÑOS DEFINITIVOS.”
- [44] E. Bedón, “ADOQUINADO CALLES GUAYABOS FRESAS Y CAYAMBE.”

**ANEXOS**

## **ANEXO A**

### **MATERIALES Y EQUIPOS**



**Anexo I-A. Cuaderno de apuntes**



**Anexo II-A. Estacas de Madera**



**Anexo III-A. Clavos de hierro**




**Anexo IV-A. Martillo o Combo**



**Anexo V-A. Pintura**



**Anexo VI-A. Diana**

 <p>A black Garmin eTrex 30 GPS device with a color screen displaying a map and the text 'Hedensdorf, Bayern, Deut 395m' and 'Go'.</p>	 <p>A black quadcopter drone with four propellers and a black remote control with two antennas.</p>
<p><b>Anexo VII-A. GPS Garmin eTrex 30</b></p>	<p><b>Anexo VIII-A. Drone</b></p>
 <p>A yellow hard-shell carrying case containing a Trimble GNSS R10 receiver, a handheld controller, and various cables.</p>	 <p>A yellow topographic tripod with a central column and a leveling head.</p>
<p><b>Anexo IX-A. Sistema Trimble GNSS R10</b></p>	<p><b>Anexo X-A. Trípode Topográfico</b></p>





**Anexo XI-A. Radiocomunicadores**



**Anexo XII-A. Cinta Métrica**



**Anexo XIII-A. Flexómetro**



**Anexo XIV-A. Computador**

# ANEXO B

# TOPOGRAFÍA

Anexo XV-B. Datos Topográficos

<b>PUNTOS TOMADOS CON EL TRIMBLE R10</b>		
<b>NORTE</b>	<b>ESTE</b>	<b>COTA</b>
9874225,575	724493,590	2648,986
9873667,044	724293,677	2603,458
9873628,595	723671,019	2603,719
9873551,243	722971,878	2567,738
9872884,625	722502,029	2458,991

Fuente: Andrés Sebastián Yanzapanta Yanzapanta

Anexo XVI-B. Recopilación Fotográfica del Levantamiento



**Arribo al punto inicial del sitio de trabajo**



**Preparación del equipo R10**



**Ubicación de las estacas en los puntos de referencia**



**Clavos en el centro de la cabeza de la estaca**



**Armada del equipo R10**



**Pintado de las piedras**



**Nivelación del trípode para colocar la base del equipo R10**



**Colocación y fijado de la base del R10 en el trípode**



**Tomar la altura de referencia desde el clavo hasta el R10 (base)**



**Configuración del Colector de datos**



**Sincronización de la base del R10 con el móvil**



**Toma de puntos georreferenciados con el móvil del R10**



**Toma de puntos georreferenciados con el móvil del R10**



**Último punto referenciado plantado con el R10 en Pinllopata**



**Preparación del vuelo del dron**



**Calibración del dron para el vuelo**



**Puesta en vuelo del drone**



**Drone en el aire**



**Preparación del vuelo del drone**



**Calibración del drone para el vuelo**





**Fotos tomadas con el drone**



**Fotos tomadas con el drone**

Anexo XVII-B. Volumen de Corte y Relleno

<b>ABSCISAS</b>	<b>Área de desmonte (m2)</b>	<b>Vol. desmonte acumul. (m3)</b>	<b>Vol. reutilizable acumul.</b>	<b>Vol. Relleno acumul. (m3)</b>	<b>Vol. neto acumul.</b>
15+680.000	7,47	0	0	0	0
15+700.000	42,69	501,63	501,63	6,71	494,92
15+720.000	25,47	1190,02	1190,02	7,1	1182,92
15+740.000	17,91	1633,9	1633,9	7,27	1626,63
15+760.000	39,33	2221,3	2221,3	7,44	2213,86
15+780.000	41,41	3037,86	3037,86	7,44	3030,42
15+800.000	32,26	3774,59	3774,59	7,44	3767,15
15+820.000	29,83	4395,45	4395,45	7,44	4388,01
15+840.000	50,13	5195,06	5195,06	7,44	5187,62
15+860.000	65,46	6350,96	6350,96	7,44	6343,52
15+880.000	72,62	7731,69	7731,69	7,44	7724,25
15+900.000	92,09	9414,6	9414,6	7,44	9407,16
15+920.000	24,75	10625,39	10625,39	7,44	10617,95
15+940.000	16,21	11037,79	11037,79	7,44	11030,35
15+960.000	12,67	11327,66	11327,66	7,46	11320,2
15+980.000	37,12	11827,03	11827,03	7,48	11819,55
16+000.000	75,06	12948,77	12948,77	7,48	12941,29
16+020.000	80,25	14501,8	14501,8	7,48	14494,32
16+040.000	83,45	16138,71	16138,71	7,48	16131,23
16+060.000	69,17	17664,91	17664,91	7,48	17657,43
16+080.000	53,31	18889,74	18889,74	7,48	18882,26
16+100.000	45,58	19878,66	19878,66	7,48	19871,19
16+120.000	44,81	20782,6	20782,6	7,5	20775,09
16+140.000	56,45	21795,16	21795,16	7,53	21787,63
16+160.000	75,86	23123,49	23123,49	7,53	23115,96
16+180.000	44,16	24334,05	24334,05	7,53	24326,52
16+200.000	16,89	24949,53	24949,53	8,24	24941,29
16+220.000	36,8	25489,09	25489,09	8,95	25480,14
16+240.000	148,82	27345,22	27345,22	8,95	27336,26
16+260.000	288,18	31715,14	31715,14	8,95	31706,19
16+280.000	182,44	36421,27	36421,27	8,95	36412,32
16+300.000	155,03	39795,96	39795,96	8,95	39787,01
16+320.000	130,58	42652,08	42652,08	8,95	42643,13
16+340.000	107,5	45032,92	45032,92	8,95	45023,97
16+360.000	106,84	47120,68	47120,68	8,95	47111,72
16+380.000	135,3	49474,05	49474,05	8,95	49465,1
16+400.000	118,3	51945,87	51945,87	8,95	51936,91
16+420.000	134,19	54409,87	54409,87	8,95	54400,92

16+440.000	300,24	58688,56	58688,56	8,95	58679,61
16+460.000	213,23	63737,06	63737,06	8,95	63728,11
16+480.000	185,92	67628,91	67628,91	8,95	67619,96
16+500.000	215,55	71643,63	71643,63	8,95	71634,68
16+520.000	212,79	75926,97	75926,97	8,95	75918,02
16+540.000	121,13	79266,12	79266,12	8,95	79257,17
16+560.000	42,07	80915,41	80915,41	8,95	80906,46
16+580.000	20,93	81556,06	81556,06	8,95	81547,11
16+600.000	33,27	82112,42	82112,42	8,95	82103,46
16+620.000	26,77	82730,41	82730,41	10,16	82720,25
16+640.000	16,99	83167,97	83167,97	17,86	83150,12
16+660.000	20,01	83537,89	83537,89	28,33	83509,56
16+680.000	56,85	84306,49	84306,49	32,45	84274,04
16+700.000	88,47	85759,67	85759,67	32,45	85727,22
16+720.000	64,43	87288,59	87288,59	32,45	87256,13
16+740.000	63,12	88527,16	88527,16	32,45	88494,71
16+760.000	102,32	90123,25	90123,25	32,45	90090,8
16+780.000	140,32	92471,19	92471,19	32,45	92438,74
16+800.000	144,79	95322,29	95322,29	32,45	95289,84
16+820.000	124,57	98074,92	98074,92	32,45	98042,47
16+840.000	83,25	100253,61	100253,61	32,45	100221,16
16+860.000	68,57	101858,02	101858,02	32,45	101825,57
16+880.000	72,88	103322,13	103322,13	32,45	103289,68
16+900.000	51,9	104522,5	104522,5	32,45	104490,05
16+920.000	107,57	105998,72	105998,72	32,45	105966,27
16+940.000	88,84	107809,15	107809,15	32,45	107776,7
16+960.000	49,23	109076,3	109076,3	32,45	109043,85
16+980.000	82,43	110312,82	110312,82	32,45	110280,37
17+000.000	203,78	113174,87	113174,87	32,45	113142,42
17+020.000	218,35	117396,13	117396,13	32,45	117363,68
17+040.000	165,04	121230	121230	32,45	121197,55
17+060.000	88,74	123767,77	123767,77	32,45	123735,31
17+080.000	43,37	125114,31	125114,31	32,45	125081,86
17+100.000	48,3	126054,91	126054,91	32,45	126022,46
17+120.000	108,07	127655,96	127655,96	32,45	127623,51
17+140.000	199,18	130728,46	130728,46	32,45	130696,01
17+160.000	293,04	135650,66	135650,66	32,45	135618,21
17+180.000	238,03	140961,32	140961,32	32,45	140928,87
17+200.000	164,46	144986,19	144986,19	32,45	144953,74
17+220.000	80,24	147433,15	147433,15	32,45	147400,7
17+240.000	37,69	148673,97	148673,97	32,45	148641,52
17+260.000	93,32	150051,37	150051,37	32,45	150018,92
17+280.000	144,6	152544,2	152544,2	32,45	152511,75
17+300.000	318,79	157269,37	157269,37	32,45	157236,92

17+320.000	470,14	165158,65	165158,65	32,45	165126,2
17+340.000	221,74	172077,39	172077,39	32,45	172044,94
17+360.000	56,63	174828,95	174828,95	32,45	174796,5
17+380.000	187,94	177195,24	177195,24	32,45	177162,79
17+400.000	372,28	182641,88	182641,88	32,45	182609,43
17+420.000	473,27	191007,42	191007,42	32,45	190974,97
17+440.000	252,42	198264,35	198264,35	32,45	198231,89
17+460.000	117,04	201958,95	201958,95	32,45	201926,5
17+480.000	140,99	204601,38	204601,38	32,45	204568,93
17+500.000	140,3	207505,29	207505,29	32,45	207472,84
17+520.000	96,59	209951,69	209951,69	32,45	209919,24
17+540.000	81,87	211791,76	211791,76	32,45	211759,31
17+560.000	49,65	213121,83	213121,83	32,53	213089,31
17+580.000	37	213985,83	213985,83	34,23	213951,61
17+600.000	12,83	214465,5	214465,5	50,5	214415,01
17+620.000	6,27	214646,62	214646,62	97,78	214548,84
17+640.000	14,43	214844,31	214844,31	134,44	214709,88
17+660.000	28,26	215271,21	215271,21	140,24	215130,97
17+680.000	38,29	215910,51	215910,51	142,52	215767,99
17+700.000	39,39	216640,44	216640,44	142,52	216497,92
17+720.000	25,87	217254,61	217254,61	142,52	217112,09
17+740.000	32,14	217813,45	217813,45	142,52	217670,93
17+760.000	76,43	218899,15	218899,15	142,52	218756,63
17+780.000	178,82	221451,62	221451,62	142,52	221309,1
17+800.000	144,61	224685,94	224685,94	142,52	224543,42
17+820.000	67,29	226804,93	226804,93	143,01	226661,92
17+840.000	28,26	227772,45	227772,45	146,02	227626,43
17+860.000	28,87	228353,74	228353,74	148,8	228204,94
17+880.000	86,79	229526,3	229526,3	149,1	229377,21
17+900.000	175,12	232181,21	232181,21	149,1	232032,11
17+920.000	105,66	234999,42	234999,42	149,51	234849,92
17+940.000	107,11	237127,1	237127,1	150,81	236976,29
17+960.000	82,29	239021,04	239021,04	152,1	238868,93
17+980.000	128,84	241113,11	241113,11	154,65	240958,46
18+000.000	61,58	242916,84	242916,84	165,73	242751,11
18+020.000	33,92	243819,09	243819,09	179,8	243639,29
18+040.000	59,09	244706,35	244706,35	186,06	244520,29
18+060.000	47,39	245761,92	245761,92	202,91	245559,01
18+080.000	54,89	246784,71	246784,71	220,13	246564,59
18+100.000	217,82	249511,86	249511,86	221,64	249290,21
18+120.000	464,37	256333,82	256333,82	221,64	256112,17
18+140.000	446,05	265438,04	265438,04	221,64	265216,4
18+160.000	436,98	274268,36	274268,36	221,64	274046,71
18+180.000	427,53	282913,49	282913,49	221,64	282691,84

18+200.000	415	291338,74	291338,74	221,64	291117,1
18+220.000	381,31	299301,79	299301,79	221,64	299080,14
18+240.000	177,88	305011,15	305011,15	221,64	304789,51
18+260.000	29,25	307157,6	307157,6	221,65	306935,95
18+280.000	85,27	308387,55	308387,55	221,65	308165,89
18+300.000	97,25	310313,9	310313,9	221,65	310092,25
18+320.000	92,89	312215,33	312215,33	221,65	311993,67
18+340.000	82,18	313966,06	313966,06	221,65	313744,41
18+360.000	65,25	315465,04	315465,04	221,65	315243,39
18+380.000	120,48	317345,85	317345,85	221,65	317124,2
18+400.000	184,29	320410,77	320410,77	221,65	320189,12
18+420.000	173,73	323990,98	323990,98	221,65	323769,33
18+440.000	149,43	327222,57	327222,57	221,65	327000,91
18+460.000	127	330001,08	330001,08	221,65	329779,42
18+480.000	142,98	332738,91	332738,91	221,65	332517,26
18+500.000	187,94	336089,65	336089,65	221,65	335868
18+520.000	185,69	339858,95	339858,95	221,65	339637,3
18+540.000	157,9	343294,77	343294,77	221,65	343073,12
18+560.000	193,93	346775,14	346775,14	221,65	346553,49
18+580.000	262,26	351275,65	351275,65	221,65	351053,99
18+600.000	210,57	355942,75	355942,75	221,65	355721,1
18+620.000	193,53	359947,07	359947,07	221,65	359725,42
18+640.000	184,15	363723,88	363723,88	221,65	363502,23
18+660.000	209,35	367658,9	367658,9	221,65	367437,25
18+680.000	278,27	372428,09	372428,09	221,65	372206,44
18+700.000	442,04	379442,07	379442,07	221,65	379220,42
18+720.000	312,27	386682,37	386682,37	221,65	386460,72
18+740.000	157,8	391109,56	391109,56	221,65	390887,91
18+760.000	206,21	394551,18	394551,18	221,65	394329,52
18+780.000	263,32	399104,89	399104,89	221,65	398883,24
18+800.000	240,57	404143,77	404143,77	221,65	403922,12
18+820.000	105,79	407656,22	407656,22	221,65	407434,56
18+840.000	72,61	409492,44	409492,44	221,65	409270,78
18+860.000	89,25	411156,77	411156,77	221,65	410935,11
18+880.000	80	412876,51	412876,51	221,65	412654,86
18+900.000	71,52	414391,67	414391,67	221,65	414170,02
18+920.000	55,85	415708,07	415708,07	221,65	415486,42
18+940.000	17,25	416458,21	416458,21	221,72	416236,48
18+960.000	13,45	416769,8	416769,8	221,99	416547,81
18+980.000	22,69	417131,11	417131,11	222,51	416908,59
19+000.000	44,04	417798,35	417798,35	222,83	417575,53
19+020.000	55,17	418790,49	418790,49	222,83	418567,66
19+040.000	37,87	419724,43	419724,43	222,83	419501,61
19+060.000	24,5	420353,52	420353,52	222,83	420130,69

19+080.000	33,08	420932,59	420932,59	222,83	420709,77
19+100.000	76,35	422033,7	422033,7	222,83	421810,87
19+120.000	126,05	424057,74	424057,74	222,83	423834,91
19+140.000	116,41	426482,36	426482,36	222,83	426259,53
19+160.000	74,04	428386,86	428386,86	222,83	428164,03
19+180.000	28,46	429410,43	429410,43	222,83	429187,6
19+200.000	27,93	429973,93	429973,93	222,83	429751,1
19+220.000	29,71	430549,9	430549,9	222,83	430327,08
19+240.000	50,18	431347,19	431347,19	222,83	431124,37
19+260.000	94,9	432798,09	432798,09	222,83	432575,26
19+280.000	44,71	434184,57	434184,57	222,83	433961,74
19+300.000	22,65	434845,3	434845,3	223,13	434622,17
19+320.000	18,26	435246,39	435246,39	224,78	435021,61
19+340.000	35,55	435772,25	435772,25	226,22	435546,03
19+360.000	54,47	436661,57	436661,57	226,31	436435,26
19+380.000	69,92	437901,54	437901,54	226,31	437675,23
19+400.000	85,53	439450,2	439450,2	226,31	439223,89
19+420.000	87,4	441167,7	441167,7	226,31	440941,39
19+440.000	39,85	442428,18	442428,18	226,31	442201,87
19+460.000	26,43	443076,19	443076,19	229,37	442846,83
19+480.000	18,93	443529,77	443529,77	235,05	443294,72
19+500.000	21,13	443930,33	443930,33	239,86	443690,46
19+520.000	26,64	444407,95	444407,95	241,84	444166,12
19+540.000	39,55	445069,79	445069,79	241,85	444827,95

Fuente: Andrés Sebastián Yanzapanta Yanzapanta

# ANEXO C

## ESTUDIO DE TRÁFICO (TPDA)

Anexo XVIII-C. Conteo Vehicular día Lunes 21 de octubre del 2019

Volumen Vehicular por día						
Fecha:		Lunes 21 Octubre del 2019				
Estación:		Chisla				
Abscisa:		km 16+000 - km 20+000				
Conteo:		2 Carriles				
INTERVALO		TIPO DE VEHICULO			TOTAL VEHICULO	TOTAL ACUMULADO
		B	C	D		
7:00:00	7:15:00				0	
7:15:00	7:30:00	1			1	
7:30:00	7:45:00				0	
7:45:00	8:00:00	1		1	2	3
8:00:00	8:15:00				0	3
8:15:00	8:30:00	2			2	4
8:30:00	8:45:00				0	4
8:45:00	9:00:00		1		1	3
9:00:00	9:15:00				0	3
9:15:00	9:30:00			1	1	2
9:30:00	9:45:00	1			1	3
9:45:00	10:00:00				0	2
10:00:00	10:15:00				0	2
10:15:00	10:30:00				0	1
10:30:00	10:45:00	1			1	1
10:45:00	11:00:00			1	1	2
11:00:00	11:15:00				0	2
11:15:00	11:30:00		1		1	3
11:30:00	11:45:00				0	2
11:45:00	12:00:00				0	1
12:00:00	12:15:00		1		1	2
12:15:00	12:30:00				0	1
12:30:00	12:45:00				0	1
12:45:00	13:00:00	1			1	2
13:00:00	13:15:00	1			1	2
13:15:00	13:30:00		1		1	3
13:30:00	13:45:00				0	3
13:45:00	14:00:00	1			1	3
14:00:00	14:15:00				0	2
14:15:00	14:30:00		1		1	2
14:30:00	14:45:00				0	2
14:45:00	15:00:00				0	1
15:00:00	15:15:00	1			1	2
15:15:00	15:30:00				0	1
15:30:00	15:45:00		1		1	2
15:45:00	16:00:00				0	2
16:00:00	16:15:00			1	1	2
16:15:00	16:30:00				0	2
16:30:00	16:45:00	1			1	2
16:45:00	17:00:00				0	2
17:00:00	17:15:00	1			1	2
17:15:00	17:30:00	1			1	3
17:30:00	17:45:00				0	2
17:45:00	18:00:00				0	2
18:00:00	18:15:00				0	1
18:15:00	18:30:00		1		1	1
18:30:00	18:45:00				0	1
18:45:00	19:00:00				0	1

Fuente: Andrés Sebastián Yanzapanta Yanzapanta



Anexo XIX-C. Conteo Vehicular día Martes 22 de octubre del 2019

Volumen Vehicular por día						
Fecha:	Martes 22 de Octubre del 2019					
Estación:	Chisla					
Abscisa:	km 16+000 - km 20+000					
Conteo:	2 Carriles					
INTERVALO		TIPO DE VEHICULO			TOTAL VEHICULO	TOTAL ACUMULADO
		B	C	D		
7:00:00	7:15:00	1			1	
7:15:00	7:30:00				0	
7:30:00	7:45:00	1			1	
7:45:00	8:00:00	1		1	2	4
8:00:00	8:15:00				0	3
8:15:00	8:30:00				0	3
8:30:00	8:45:00				0	2
8:45:00	9:00:00		1		1	1
9:00:00	9:15:00				0	1
9:15:00	9:30:00				0	1
9:30:00	9:45:00	1			1	2
9:45:00	10:00:00				0	1
10:00:00	10:15:00				0	1
10:15:00	10:30:00				0	1
10:30:00	10:45:00	1		1	2	2
10:45:00	11:00:00				0	2
11:00:00	11:15:00				0	2
11:15:00	11:30:00		1		1	3
11:30:00	11:45:00				0	1
11:45:00	12:00:00				0	1
12:00:00	12:15:00				0	1
12:15:00	12:30:00			1	1	1
12:30:00	12:45:00				0	1
12:45:00	13:00:00	1			1	2
13:00:00	13:15:00	1			1	3
13:15:00	13:30:00		1		1	3
13:30:00	13:45:00				0	3
13:45:00	14:00:00	1			1	3
14:00:00	14:15:00				0	2
14:15:00	14:30:00				0	1
14:30:00	14:45:00				0	1
14:45:00	15:00:00				0	0
15:00:00	15:15:00	1			1	1
15:15:00	15:30:00				0	1
15:30:00	15:45:00		1		1	2
15:45:00	16:00:00	1			1	3
16:00:00	16:15:00				0	2
16:15:00	16:30:00				0	2
16:30:00	16:45:00	1			1	2
16:45:00	17:00:00				0	1
17:00:00	17:15:00				0	1
17:15:00	17:30:00				0	1
17:30:00	17:45:00				0	0
17:45:00	18:00:00	1			1	1
18:00:00	18:15:00				0	1
18:15:00	18:30:00		1		1	2
18:30:00	18:45:00	1			1	3
18:45:00	19:00:00				0	2

Fuente: Andrés Sebastián Yanzapanta Yanzapanta

Anexo XX-C. Conteo Vehicular día Miércoles 23 de octubre del 2019

Volumen Vehicular por día						
Fecha:		Miércoles 23 de Octubre del 2019				
Estación:		Chisla				
Abscisa:		km 16+000 - km 20+000				
Conteo:		2 Carriles				
INTERVALO		TIPO DE VEHICULO			TOTAL VEHICULO	TOTAL ACUMULADO
		B	C	D		
7:00:00	7:15:00				0	
7:15:00	7:30:00	1		1	2	
7:30:00	7:45:00	1			1	
7:45:00	8:00:00		1		1	4
8:00:00	8:15:00				0	4
8:15:00	8:30:00				0	2
8:30:00	8:45:00		1		1	2
8:45:00	9:00:00				0	1
9:00:00	9:15:00				0	1
9:15:00	9:30:00	1		1	2	3
9:30:00	9:45:00				0	2
9:45:00	10:00:00				0	2
10:00:00	10:15:00				0	2
10:15:00	10:30:00		1		1	1
10:30:00	10:45:00				0	1
10:45:00	11:00:00				0	1
11:00:00	11:15:00	1			1	2
11:15:00	11:30:00				0	1
11:30:00	11:45:00				0	1
11:45:00	12:00:00				0	1
12:00:00	12:15:00				0	0
12:15:00	12:30:00	1		1	2	2
12:30:00	12:45:00				0	2
12:45:00	13:00:00				0	2
13:00:00	13:15:00	1	1		2	4
13:15:00	13:30:00				0	2
13:30:00	13:45:00				0	2
13:45:00	14:00:00	1			1	3
14:00:00	14:15:00	1			1	2
14:15:00	14:30:00				0	2
14:30:00	14:45:00				0	2
14:45:00	15:00:00	1			1	2
15:00:00	15:15:00				0	1
15:15:00	15:30:00				0	1
15:30:00	15:45:00		1	1	2	3
15:45:00	16:00:00	1			1	3
16:00:00	16:15:00				0	3
16:15:00	16:30:00				0	3
16:30:00	16:45:00	1			1	2
16:45:00	17:00:00				0	1
17:00:00	17:15:00	1		1	2	3
17:15:00	17:30:00				0	3
17:30:00	17:45:00				0	2
17:45:00	18:00:00	1			1	3
18:00:00	18:15:00		1		1	2
18:15:00	18:30:00	1			1	3
18:30:00	18:45:00	1			1	4
18:45:00	19:00:00				0	3

\*Fuente: Andrés Sebastián Yanzapanta Yanzapanta

Anexo XXI-C. Conteo Vehicular día Jueves es 23 de octubre del 2019

Volumen Vehicular por día						
<b>Fecha:</b>		Jueves 23 de Octubre del 2019				
<b>Estación:</b>		Chisla				
<b>Abscisa:</b>		km 16+000 - km 20+000				
<b>Conteo:</b>		2 Carriles				
INTERVALO		TIPO DE VEHICULO			TOTAL VEHICULO	TOTAL ACUMULADO
		B	C	D		
7:00:00	7:15:00	1			1	
7:15:00	7:30:00		1		1	
7:30:00	7:45:00	2			2	
7:45:00	8:00:00				0	4
8:00:00	8:15:00	1		1	2	5
8:15:00	8:30:00				0	4
8:30:00	8:45:00			1	1	3
8:45:00	9:00:00				0	3
9:00:00	9:15:00	1			1	2
9:15:00	9:30:00				0	2
9:30:00	9:45:00				0	1
9:45:00	10:00:00		1		1	2
10:00:00	10:15:00				0	1
10:15:00	10:30:00				0	1
10:30:00	10:45:00	1			1	2
10:45:00	11:00:00				0	1
11:00:00	11:15:00				0	1
11:15:00	11:30:00				0	1
11:30:00	11:45:00	1			1	1
11:45:00	12:00:00				0	1
12:00:00	12:15:00				0	1
12:15:00	12:30:00		1		1	2
12:30:00	12:45:00				0	1
12:45:00	13:00:00			1	1	2
13:00:00	13:15:00				0	2
13:15:00	13:30:00	1			1	2
13:30:00	13:45:00				0	2
13:45:00	14:00:00	1			1	2
14:00:00	14:15:00				0	2
14:15:00	14:30:00				0	1
14:30:00	14:45:00				0	1
14:45:00	15:00:00				0	0
15:00:00	15:15:00		1		1	1
15:15:00	15:30:00				0	1
15:30:00	15:45:00			1	1	2
15:45:00	16:00:00	1			1	3
16:00:00	16:15:00				0	2
16:15:00	16:30:00				0	2
16:30:00	16:45:00	1			1	2
16:45:00	17:00:00				0	1
17:00:00	17:15:00				0	1
17:15:00	17:30:00				0	1
17:30:00	17:45:00				0	0
17:45:00	18:00:00			1	1	1
18:00:00	18:15:00				0	1
18:15:00	18:30:00		1		1	2
18:30:00	18:45:00				0	2
18:45:00	19:00:00	1			1	2

Fuente: Andrés Sebastián Yanzapanta Yanzapanta

Anexo XXII-C. Conteo Vehicular día Viernes 24 de octubre del 2019

Volumen Vehicular por día							
<b>Fecha:</b>	Viernes 24 de Octubre del 2019						
<b>Estación:</b>	Chisla						
<b>Abscisa:</b>	km 16+000 - km 20+000						
<b>Conteo:</b>	2 Carriles						
INTERVALO		TIPO DE VEHICULO				TOTAL VEHICULO	TOTAL ACUMULADO
		A	B	C	D		
7:00:00	7:15:00			1		1	
7:15:00	7:30:00					0	
7:30:00	7:45:00					0	
7:45:00	8:00:00		2		1	3	4
8:00:00	8:15:00		3		1	4	7
8:15:00	8:30:00		2			2	9
8:30:00	8:45:00		1	1		2	11
8:45:00	9:00:00		2		1	3	11
9:00:00	9:15:00		2			2	9
9:15:00	9:30:00					0	7
9:30:00	9:45:00		1		1	2	7
9:45:00	10:00:00					0	4
10:00:00	10:15:00		1			1	3
10:15:00	10:30:00			1		1	4
10:30:00	10:45:00					0	2
10:45:00	11:00:00		1			1	3
11:00:00	11:15:00		1			1	3
11:15:00	11:30:00				1	1	3
11:30:00	11:45:00		1			1	4
11:45:00	12:00:00					0	3
12:00:00	12:15:00		1			1	3
12:15:00	12:30:00		1			1	3
12:30:00	12:45:00			1	1	2	4
12:45:00	13:00:00					0	4
13:00:00	13:15:00					0	3
13:15:00	13:30:00		1			1	3
13:30:00	13:45:00					0	1
13:45:00	14:00:00					0	1
14:00:00	14:15:00					0	1
14:15:00	14:30:00		1	1		2	2
14:30:00	14:45:00				1	1	3
14:45:00	15:00:00					0	3
15:00:00	15:15:00					0	3
15:15:00	15:30:00		2			2	3
15:30:00	15:45:00					0	2
15:45:00	16:00:00		1			1	3
16:00:00	16:15:00					0	3
16:15:00	16:30:00					0	1
16:30:00	16:45:00		1			1	2
16:45:00	17:00:00					0	1
17:00:00	17:15:00		1			1	2
17:15:00	17:30:00					0	2
17:30:00	17:45:00				1	1	2
17:45:00	18:00:00		2			2	4
18:00:00	18:15:00			1		1	4
18:15:00	18:30:00					0	4
18:30:00	18:45:00					0	3
18:45:00	19:00:00					0	1

Fuente: Andrés Sebastián Yanzapanta Yanzapanta

Anexo XXIII-C. Conteo Vehicular día Sábado 25 de octubre del 2019

Volumen Vehicular por día						
<b>Fecha:</b>		Sábado 25 de Octubre del 2019				
<b>Estación:</b>		Chisla				
<b>Abscisa:</b>		km 16+000 - km 20+000				
<b>Conteo:</b>		2 Carriles				
INTERVALO		TIPO DE VEHICULO			TOTAL VEHICULO	TOTAL ACUMULADO
		B	C	D		
7:00:00	7:15:00	1			1	
7:15:00	7:30:00			1	1	
7:30:00	7:45:00	1			1	
7:45:00	8:00:00		1		1	4
8:00:00	8:15:00	1			1	4
8:15:00	8:30:00				0	3
8:30:00	8:45:00				0	2
8:45:00	9:00:00				0	1
9:00:00	9:15:00	1			1	1
9:15:00	9:30:00				0	1
9:30:00	9:45:00	1		1	2	3
9:45:00	10:00:00		1		1	4
10:00:00	10:15:00				0	3
10:15:00	10:30:00				0	3
10:30:00	10:45:00				0	1
10:45:00	11:00:00	1			1	1
11:00:00	11:15:00				0	1
11:15:00	11:30:00				0	1
11:30:00	11:45:00				0	1
11:45:00	12:00:00				0	0
12:00:00	12:15:00	1			1	1
12:15:00	12:30:00		1		1	2
12:30:00	12:45:00				0	2
12:45:00	13:00:00			1	1	3
13:00:00	13:15:00	2			2	4
13:15:00	13:30:00				0	3
13:30:00	13:45:00				0	3
13:45:00	14:00:00				0	2
14:00:00	14:15:00				0	0
14:15:00	14:30:00	1			1	1
14:30:00	14:45:00				0	1
14:45:00	15:00:00				0	1
15:00:00	15:15:00				0	1
15:15:00	15:30:00	1			1	1
15:30:00	15:45:00		1		1	2
15:45:00	16:00:00				0	2
16:00:00	16:15:00			1	1	3
16:15:00	16:30:00	1			1	3
16:30:00	16:45:00			1	1	3
16:45:00	17:00:00				0	3
17:00:00	17:15:00				0	2
17:15:00	17:30:00	1			1	2
17:30:00	17:45:00				0	1
17:45:00	18:00:00			1	1	2
18:00:00	18:15:00	1	1		2	4
18:15:00	18:30:00				0	3
18:30:00	18:45:00				0	3
18:45:00	19:00:00	1	1		2	4

Fuente: Andrés Sebastián Yanzapanta Yanzapanta

Anexo XXIV-C. Conteo Vehicular día Domingo 26 de octubre del 2019

Volumen Vehicular por día						
Fecha:		Domingo 26 de Octubre del 2019				
Estación:		Chisla				
Abscisa:		km 16+000 - km 20+000				
Conteo:		2 Carriles				
INTERVALO		TIPO DE VEHICULO			TOTAL VEHICULO	TOTAL ACUMULADO
		B	C	D		
7:00:00	7:15:00				0	
7:15:00	7:30:00	1			1	
7:30:00	7:45:00	2			2	
7:45:00	8:00:00		1		1	4
8:00:00	8:15:00				0	4
8:15:00	8:30:00				0	3
8:30:00	8:45:00	1		1	2	3
8:45:00	9:00:00				0	2
9:00:00	9:15:00				0	2
9:15:00	9:30:00	1			1	3
9:30:00	9:45:00		1		1	2
9:45:00	10:00:00				0	2
10:00:00	10:15:00	1			1	3
10:15:00	10:30:00				0	2
10:30:00	10:45:00				0	1
10:45:00	11:00:00				0	1
11:00:00	11:15:00	1			1	1
11:15:00	11:30:00				0	1
11:30:00	11:45:00	1			1	2
11:45:00	12:00:00		1		1	3
12:00:00	12:15:00				0	2
12:15:00	12:30:00				0	2
12:30:00	12:45:00				0	1
12:45:00	13:00:00				0	0
13:00:00	13:15:00				0	0
13:15:00	13:30:00	1			1	1
13:30:00	13:45:00			1	1	2
13:45:00	14:00:00	1			1	3
14:00:00	14:15:00				0	3
14:15:00	14:30:00				0	2
14:30:00	14:45:00				0	1
14:45:00	15:00:00	1			1	1
15:00:00	15:15:00		1		1	2
15:15:00	15:30:00				0	2
15:30:00	15:45:00				0	2
15:45:00	16:00:00	1			1	2
16:00:00	16:15:00	1			1	2
16:15:00	16:30:00				0	2
16:30:00	16:45:00				0	2
16:45:00	17:00:00				0	1
17:00:00	17:15:00	1		1	2	2
17:15:00	17:30:00				0	2
17:30:00	17:45:00				0	2
17:45:00	18:00:00				0	2
18:00:00	18:15:00	1			1	1
18:15:00	18:30:00				0	1
18:30:00	18:45:00		1		1	2
18:45:00	19:00:00				0	2

Fuente: Andrés Sebastián Yanzapanta Yanzapanta

## ANEXO D

# ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

Anexo XXV-D. Rubro 1 – Desbroce, Desbosque y Limpieza

<b>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO</b> <b>FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y MECÁNICA</b> <b>CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL</b>
<b>TEMA: "DISEÑO GEOMÉTRICO DE LA ALTERNATIVA VIAL SHUYO – PINLLOPATA EN EL TRAMO KM 16 + 000 – 20 + 000 PERTENECIENTE A LOS CANTONES PUJILÍ Y PANGUA DE LA PROVINCIA DE COTOPAXI"</b>  <b>REALIZADO POR: Egdo. Andrés Sebastián Yanzapanta Yanzapanta</b>
<b>ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS</b>

RUBRO #	1			HOJA 01 DE 04	
	Desbroce, Desbosque y Limpieza			UNIDAD:	Ha
EQUIPOS	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
DESCRIPCION	A	B	C = A*B	R	D = C*R
Excavadora de oruga 128 hp	1,00	25,00	25,00	3,25	81,25
Mula 12 m3	1,00	20,00	20,00	3,25	65,00
Cargadora frontal 170 hp	1,00	25,00	25,00	3,25	81,25
Herramienta Manual 5% de la M.O.					4,28

<b>SUBTOTAL M</b>	<b>231,78</b>
-------------------	---------------

MANO DE OBRA	CANTIDAD	JORNAL/HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
DESCRIPCION (CATEG.)	A	B	C = A*B	R	D = C*R
Operador	2,00	4,01	8,02	3,25	26,07
Maestro mayor	1,00	4,01	4,01	3,25	13,03
Peón	4,00	3,58	14,32	3,25	46,54

<b>SUBTOTAL N</b>	<b>85,64</b>
-------------------	--------------

MATERIALES	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO
DESCRIPCION		A	B	C = A*B

<b>SUBTOTAL O</b>	<b>-</b>
-------------------	----------

TRANSPORTE	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO
DESCRIPCION		A	B	C=A*B

<b>SUBTOTAL P</b>	<b>-</b>
-------------------	----------

TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)	317,42
INDIRECTOS Y UTILIDADES 18%	57,14
<b>COSTO TOTAL DEL RUBRO</b>	<b>374,55</b>
<b>VALOR UNITARIO</b>	<b>374,55</b>

<p><b>NOTA:</b> Los salarios de mano de obra fueron obtenidos de la tabla de salarios 2019 de la Contraloría General del Estado</p> <p><b>SON:</b> TRESCIENTOS SETENTA Y CUATRO CON 55/100 DÓLARES AMERICANOS</p> <p><b>ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA</b></p> <p>AMBATO, DICIEMBRE DEL 2019</p>
---

Fuente: Andrés Sebastián Yanzapanta Yanzapanta



## Anexo XXVI-D. Rubro 2 – Replanteo y Nivelación

<b>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO</b> <b>FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y MECÁNICA</b> <b>CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL</b>
<b>TEMA: “DISEÑO GEOMÉTRICO DE LA ALTERNATIVA VIAL SHUYO – PINLLOPATA EN EL TRAMO KM 16 + 000 – 20 + 000 PERTENECIENTE A LOS CANTONES PUJILÍ Y PANGUA DE LA PROVINCIA DE COTOPAXI”</b>
<b>REALIZADO POR:</b> Egdo. Andrés Sebastián Yanzapanta Yanzapanta
<b>ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS</b>

<b>RUBRO #</b>	2	<b>HOJA 02 DE 04</b>			
<b>DETALLE:</b>	Replanteo y Nivelación	UNIDAD:	Km		
<b>EQUIPOS</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>TARIFA</b>	<b>COSTO HORA</b>	<b>RENDIMIENTO</b>	<b>COSTO</b>
<b>DESCRIPCION</b>	<b>A</b>	<b>B</b>	<b>C = A*B</b>	<b>R</b>	<b>D = C*R</b>
Equipo topográfico (drone)	1,00	200,00	200,00	12,00	2.400,00
Herramienta Manual 5% de la M.O.					13,17

<b>SUBTOTAL M</b>	<b>2.413,17</b>
-------------------	-----------------

<b>MANO DE OBRA</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>JORNAL/HR</b>	<b>COSTO HORA</b>	<b>RENDIMIENTO</b>	<b>COSTO</b>
<b>DESCRIPCION (CATEG.)</b>	<b>A</b>	<b>B</b>	<b>C = A*B</b>	<b>R</b>	<b>D = C*R</b>
Toógrafo	1,00	4,01	4,01	12,00	48,12
Cadenero	1,00	3,62	3,62	12,00	43,44
Peón	4,00	3,58	14,32	12,00	171,84

<b>SUBTOTAL N</b>	<b>263,40</b>
-------------------	---------------

<b>MATERIALES</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>PRECIO UNIT.</b>	<b>COSTO</b>
<b>DESCRIPCION</b>		<b>A</b>	<b>B</b>	<b>C = A*B</b>
Estacas de madera	u	20,00	0,50	10,00
Dianas	u	5,00	12,00	60,00
Pintura esmalte amarilla	gl	1,00	15,00	15,00

<b>SUBTOTAL O</b>	<b>85,00</b>
-------------------	--------------

<b>TRANSPORTE</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>TARIFA</b>	<b>COSTO</b>
<b>DESCRIPCION</b>		<b>A</b>	<b>B</b>	<b>C=A*B</b>

<b>SUBTOTAL P</b>	<b>-</b>
-------------------	----------

TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)	2.761,57
INDIRECTOS Y UTILIDADES 18%	497,08
<b>COSTO TOTAL DEL RUBRO</b>	<b>3.258,65</b>
VALOR UNITARIO	<b>3.258,65</b>

<p><b>NOTA:</b> Los salarios de mano de obra fueron obtenidos de la tabla de salarios 2019 de la Contraloría General del Estado</p> <p><b>SON:</b> TRES MIL DOSCIENTOS CINCUENTA Y OCHO CON 65/100 DÓLARES AMERICANOS</p> <p><b>ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA</b></p> <p>AMBATO, DICIEMBRE DEL 2019</p>
---

Fuente: Andrés Sebastián Yanzapanta Yanzapanta

Anexo XXVII-D. Rubro 3 – Excavación sin clasificar incluye desalojo

<b>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO</b> <b>FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y MECÁNICA</b> <b>CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL</b>
<b>TEMA: "DISEÑO GEOMÉTRICO DE LA ALTERNATIVA VIAL SHUYO – PINLLOPATA EN EL TRAMO KM 16 + 000 – 20 + 000 PERTENECIENTE A LOS CANTONES PUJILÍ Y PANGUA DE LA PROVINCIA DE COTOPAXI"</b>
<b>REALIZADO POR: Ego. Andrés Sebastián Yanzapanta Yanzapanta</b>
<b>ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS</b>

<b>RUBRO #</b>	3			<b>HOJA 03 DE 04</b>	
<b>DETALLE:</b>	Excavación sin clasificar inc. desalojo			UNIDAD:	M3
<b>EQUIPOS</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>TARIFA</b>	<b>COSTO HORA</b>	<b>RENDIMIENTO</b>	<b>COSTO</b>
<b>DESCRIPCION</b>	<b>A</b>	<b>B</b>	<b>C = A*B</b>	<b>R</b>	<b>D = C*R</b>
Excavadora de oruga 128 hp	1,00	25,00	25,00	0,02	0,50
Mula 12 m3	1,00	20,00	20,00	0,02	0,40
Herramienta Manual 5% de la M.O.					0,01

<b>SUBTOTAL M</b>	<b>0,91</b>
-------------------	-------------

<b>MANO DE OBRA</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>JORNAL/HR</b>	<b>COSTO HORA</b>	<b>RENDIMIENTO</b>	<b>COSTO</b>
<b>DESCRIPCION (CATEG.)</b>	<b>A</b>	<b>B</b>	<b>C = A*B</b>	<b>R</b>	<b>D = C*R</b>
Operador	1,00	4,01	4,01	0,02	0,08
Ayudante de operador	1,00	3,62	3,62	0,02	0,07
Peón	2,00	3,58	7,16	0,02	0,14

<b>SUBTOTAL N</b>	<b>0,30</b>
-------------------	-------------

<b>MATERIALES</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>PRECIO UNIT.</b>	<b>COSTO</b>
<b>DESCRIPCION</b>		<b>A</b>	<b>B</b>	<b>C = A*B</b>

<b>SUBTOTAL O</b>	<b>-</b>
-------------------	----------

<b>TRANSPORTE</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>TARIFA</b>	<b>COSTO</b>
<b>DESCRIPCION</b>		<b>A</b>	<b>B</b>	<b>C=A*B</b>

<b>SUBTOTAL P</b>	<b>-</b>
-------------------	----------

TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)	1,21
INDIRECTOS Y UTILIDADES 18%	0,22
COSTO TOTAL DEL RUBRO	1,43
VALOR UNITARIO	<b>1,43</b>

<b>NOTA:</b> Los salarios de mano de obra fueron obtenidos de la tabla de salarios 2019 de la Contraloría General del Estado
<b>SON:</b> UNO CON 43/100 DÓLARES AMERICANOS
<b>ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA</b>
AMBATO, DICIEMBRE DEL 2019

Fuente: Andrés Sebastián Yanzapanta Yanzapanta

Anexo XXVIII-D. Rubro 4 - Relleno y compactado con suelo propio

<b>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO</b> <b>FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y MECÁNICA</b> <b>CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL</b>
<b>TEMA: "DISEÑO GEOMÉTRICO DE LA ALTERNATIVA VIAL SHUYO – PINLLOPATA EN EL TRAMO KM 16 + 000 – 20 + 000 PERTENECIENTE A LOS CANTONES PUJILÍ Y PANGUA DE LA PROVINCIA DE COTOPAXI"</b>
<b>REALIZADO POR: Ego. Andrés Sebastián Yanzapanta Yanzapanta</b>
<b>ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS</b>

<b>RUBRO #</b>	4			<b>HOJA 04 DE 04</b>	
<b>DETALLE:</b>	Relleno y compactado con suelo propio			UNIDAD:	M3
<b>EQUIPOS</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>TARIFA</b>	<b>COSTO HORA</b>	<b>RENDIMIENTO</b>	<b>COSTO</b>
<b>DESCRIPCION</b>	<b>A</b>	<b>B</b>	<b>C = A*B</b>	<b>R</b>	<b>D = C*R</b>
Motoniveladora	1,00	40,00	40,00	0,02	0,80
Rodillo Neumático	1,00	30,00	30,00	0,02	0,60
Tanquero de agua	1,00	25,00	25,00	0,02	0,50
Herramienta Manual 5% de la M.O.					0,03
<b>SUBTOTAL M</b>					<b>1,93</b>

<b>MANO DE OBRA</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>JORNAL/HR</b>	<b>COSTO HORA</b>	<b>RENDIMIENTO</b>	<b>COSTO</b>
<b>DESCRIPCION (CATEG.)</b>	<b>A</b>	<b>B</b>	<b>C = A*B</b>	<b>R</b>	<b>D = C*R</b>
Operador de rodillo	1,00	4,01	4,01	0,02	0,08
Operador de motoniveladora	1,00	4,01	4,01	0,02	0,08
Ayudante de operador	1,00	3,62	3,62	0,02	0,07
Residente de obra	1,00	4,03	4,03	0,02	0,08
Peón	4,00	3,58	14,32	0,02	0,29
<b>SUBTOTAL N</b>					<b>0,60</b>

<b>MATERIALES</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>PRECIO UNIT.</b>	<b>COSTO</b>	
<b>DESCRIPCION</b>		<b>A</b>	<b>B</b>	<b>C = A*B</b>	
<b>SUBTOTAL O</b>					<b>-</b>

<b>TRANSPORTE</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>TARIFA</b>	<b>COSTO</b>	
<b>DESCRIPCION</b>		<b>A</b>	<b>B</b>	<b>C=A*B</b>	
<b>SUBTOTAL P</b>					<b>-</b>

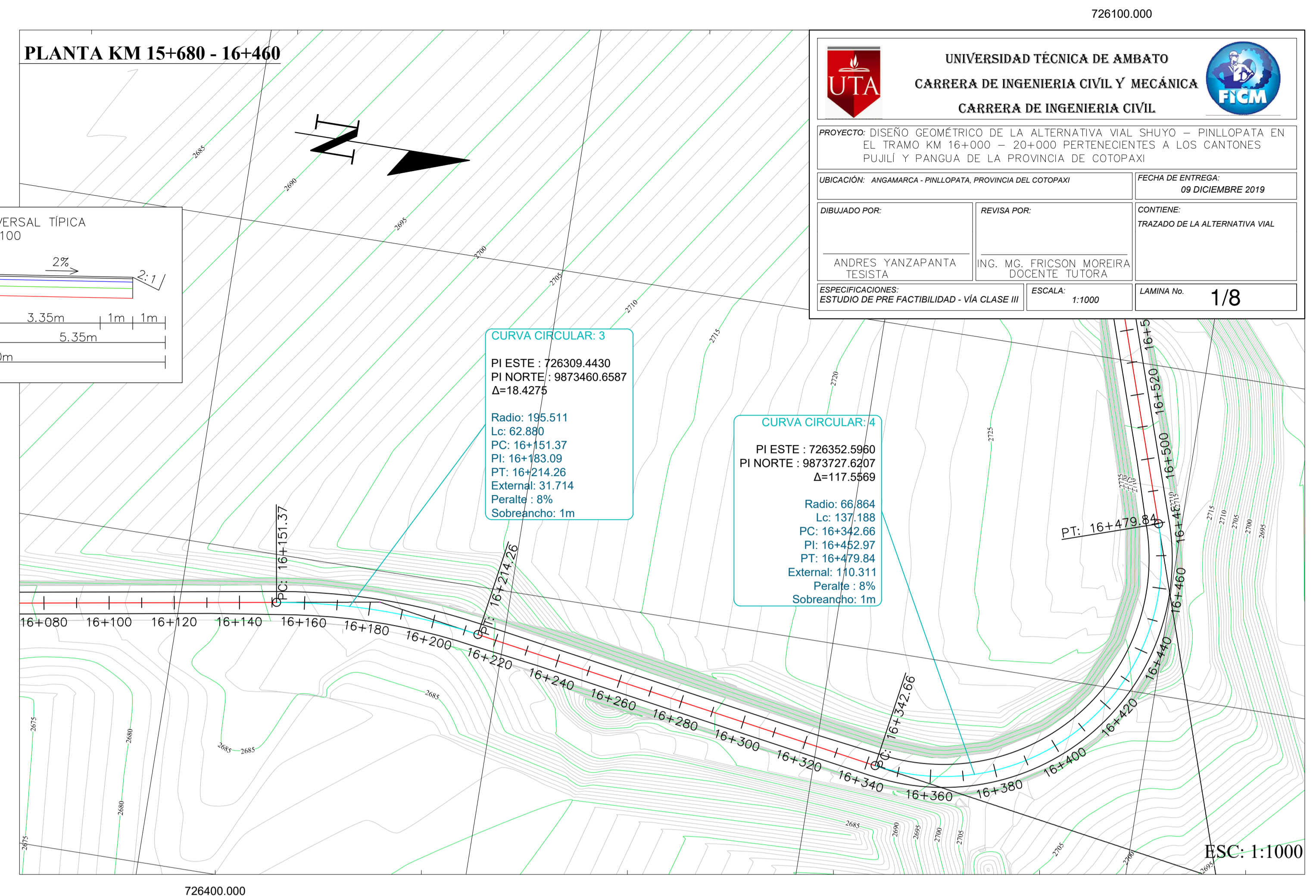
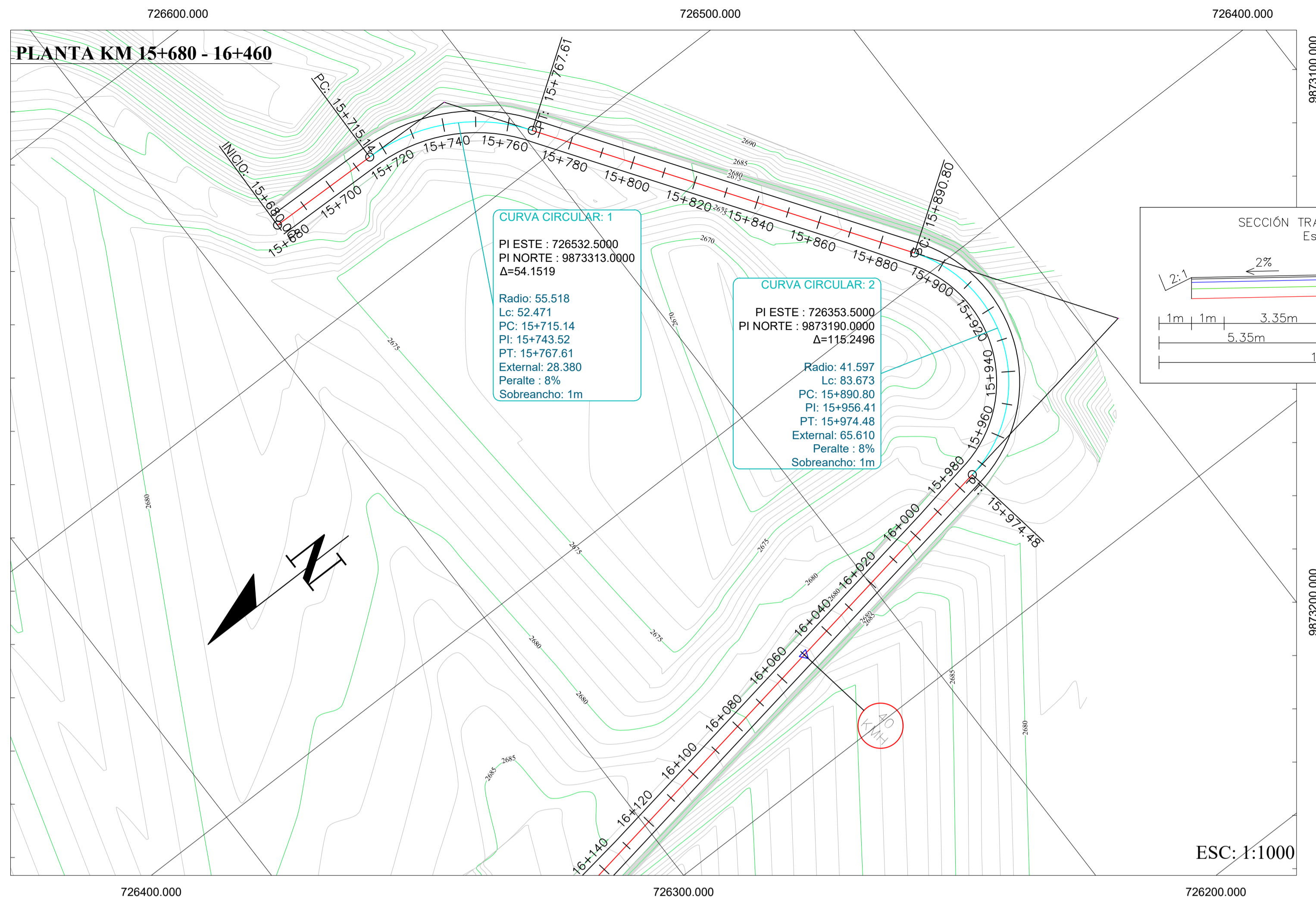
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)	2,53
INDIRECTOS Y UTILIDADES 18%	0,46
COSTO TOTAL DEL RUBRO	2,99
VALOR UNITARIO	2,99

**NOTA:** Los salarios de mano de obra fueron obtenidos de la tabla de salarios 2019 de la Contraloría General del Estado  
**SON:** DOS CON 99/100 DÓLARES AMERICANOS  
**ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA**  
 AMBATO, DICIEMBRE DEL 2019

Fuente: Andrés Sebastián Yanzapanta Yanzapanta

# ANEXO F

## PLANOS DE DISEÑO



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

PROYECTO: DISEÑO GEOMÉTRICO DE LA ALTERNATIVA VIAL SHUYO - PINLLÓPATA EN EL TRAMO KM 16+000 - 20+000 PERTENECIENTES A LOS CANTONES PUJULI Y PANGUA DE LA PROVINCIA DE COTOPAXI

UBICACIÓN: ANGAMARCA - PINLLÓPATA, PROVINCIA DEL COTOPAXI

FECHA DE ENTREGA: 09 DICIEMBRE 2019

DIBUJADO POR: ANDRÉS YANZAPANTA TESISISTA

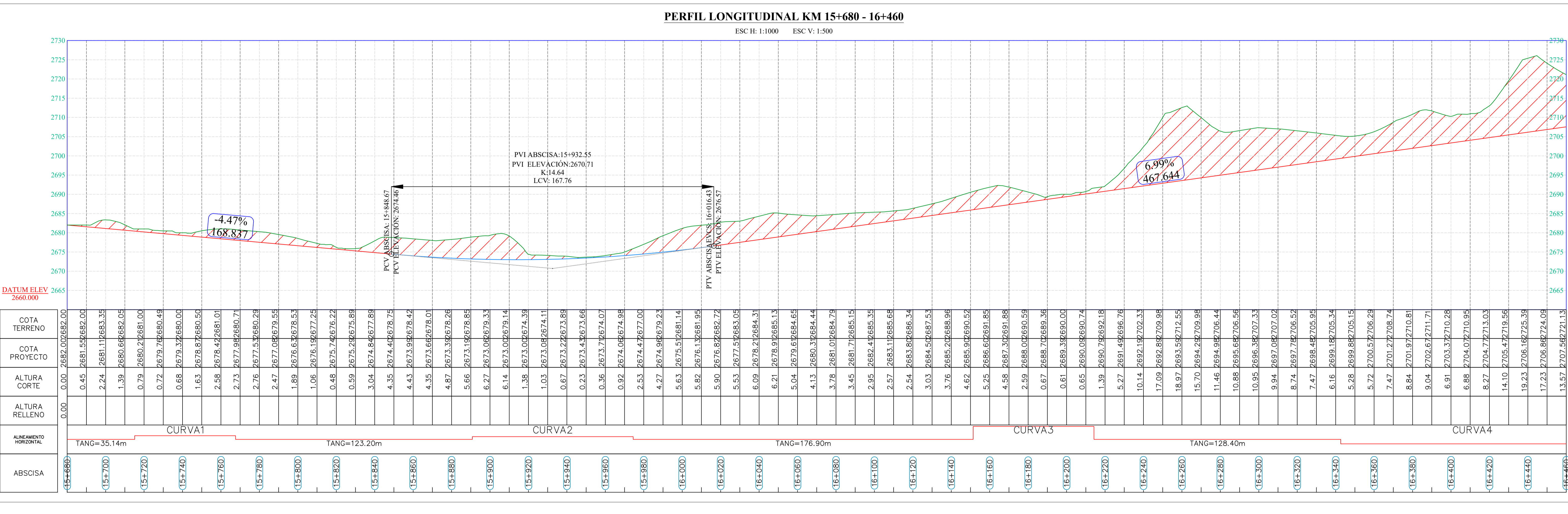
REVISADO POR: ING. MG. FRISON MOREIRA DOCENTE TUTORA

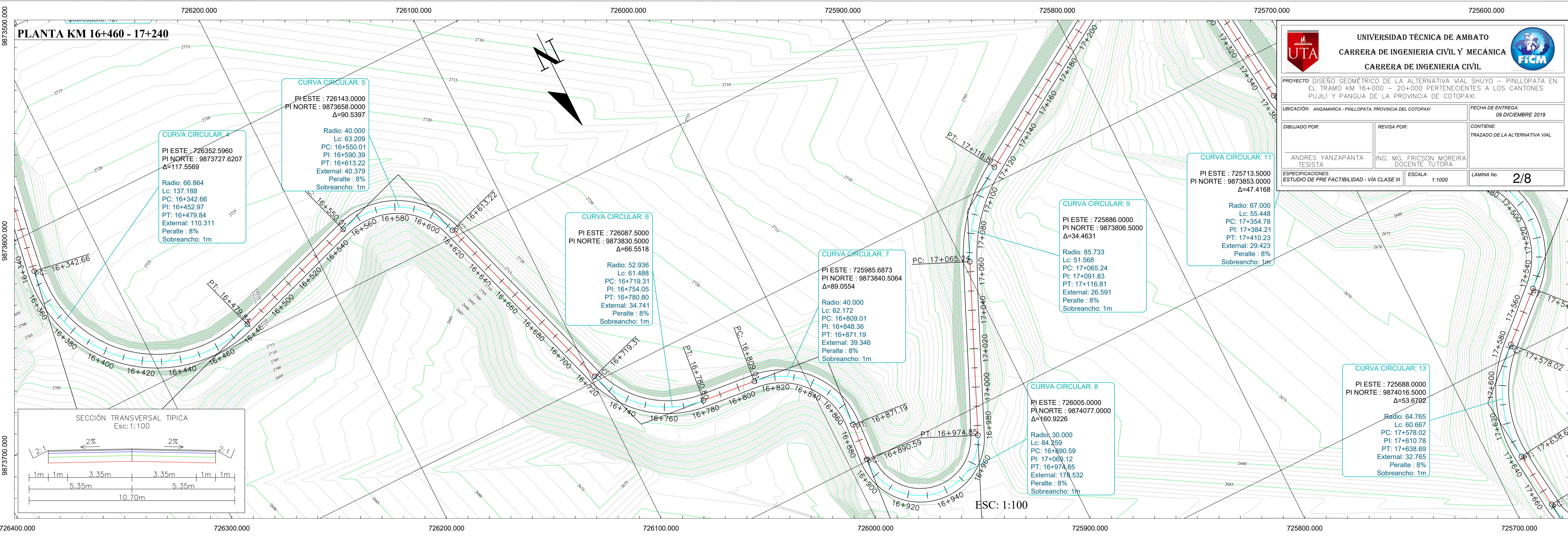
CONTIENE: TRAZADO DE LA ALTERNATIVA VIAL

ESPECIFICACIONES: ESTUDIO DE PRE FACTIBILIDAD - VÍA CLASE III

ESCALA: 1:1000

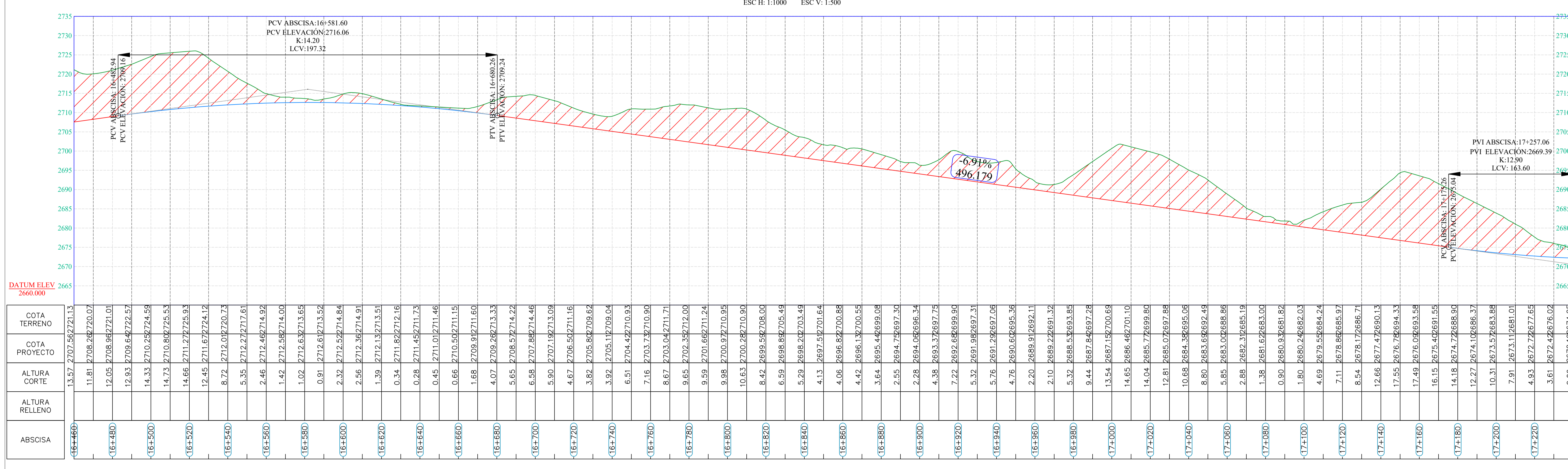
LAMINA No: 1/8

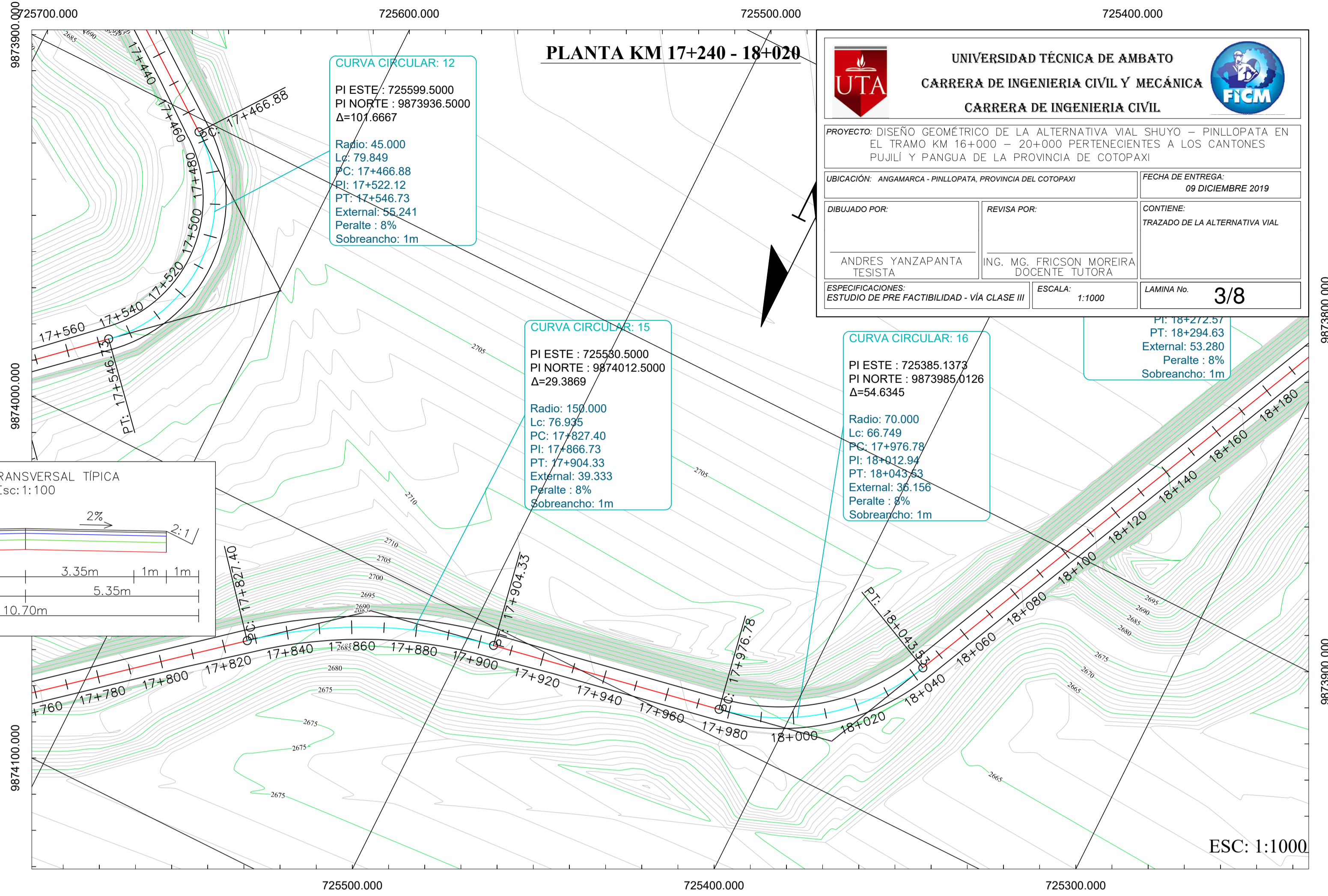
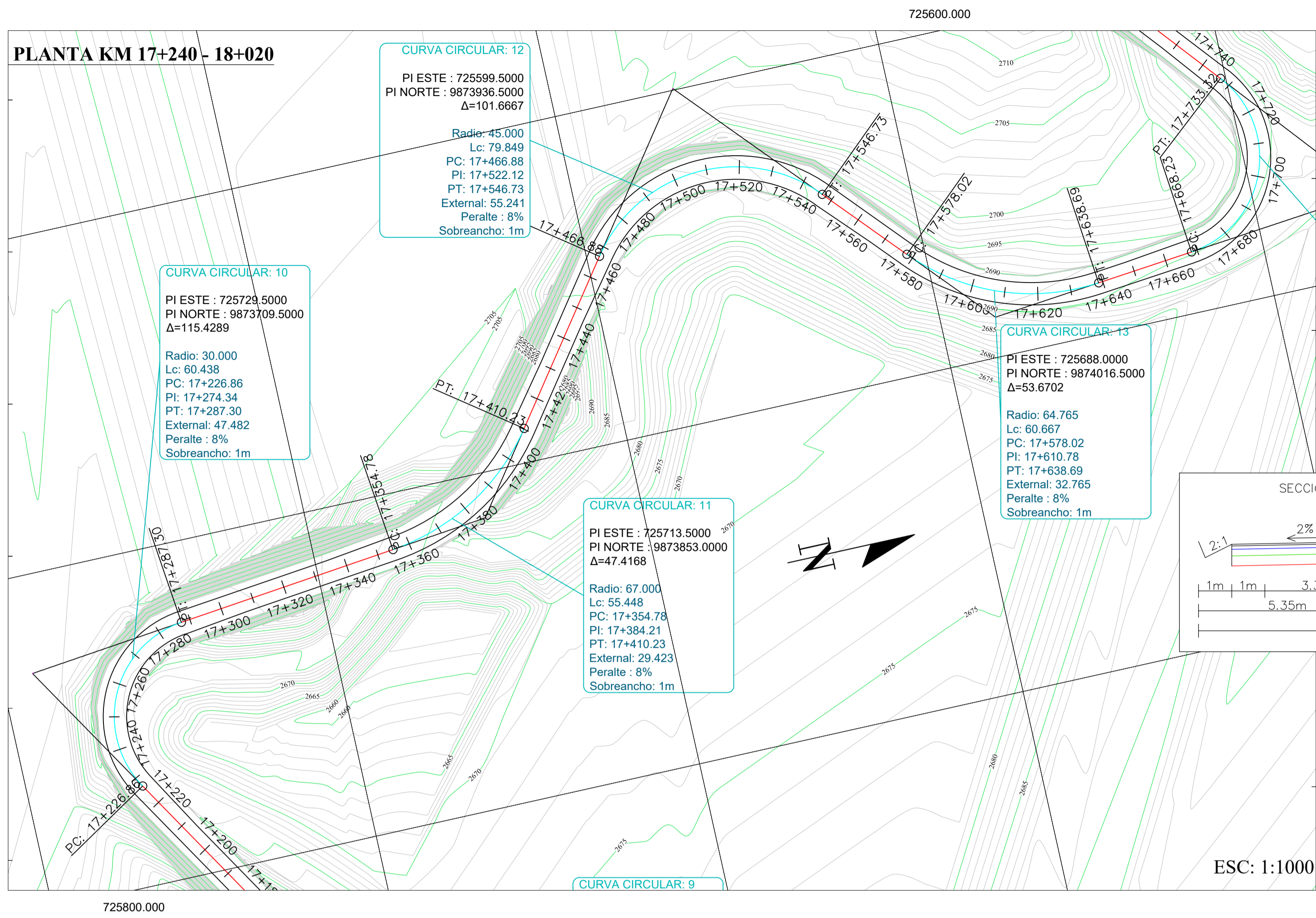




### PERFIL LONGITUDINAL KM 16+460 - 17+240

ESC H: 1:1000    ESC V: 1:500





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

PROYECTO: DISEÑO GEOMÉTRICO DE LA ALTERNATIVA VIAL SHUYO - PINLLOPATA EN EL TRAMO KM 16+000 - 20+000 PERTENECIENTES A LOS CANTONES PUJILI Y PANGUA DE LA PROVINCIA DE COTOPAXI

UBICACIÓN: ANGAMARCA - PINLLOPATA, PROVINCIA DEL COTOPAXI

FECHA DE ENTREGA: 09 DICIEMBRE 2019

DIBUJADO POR: ANDRÉS YANZAPANTA TESISISTA

REVISADO POR: ING. MG. FRICSON MOREIRA DOCENTE TUTORA

CONTIENE: TRAZADO DE LA ALTERNATIVA VIAL

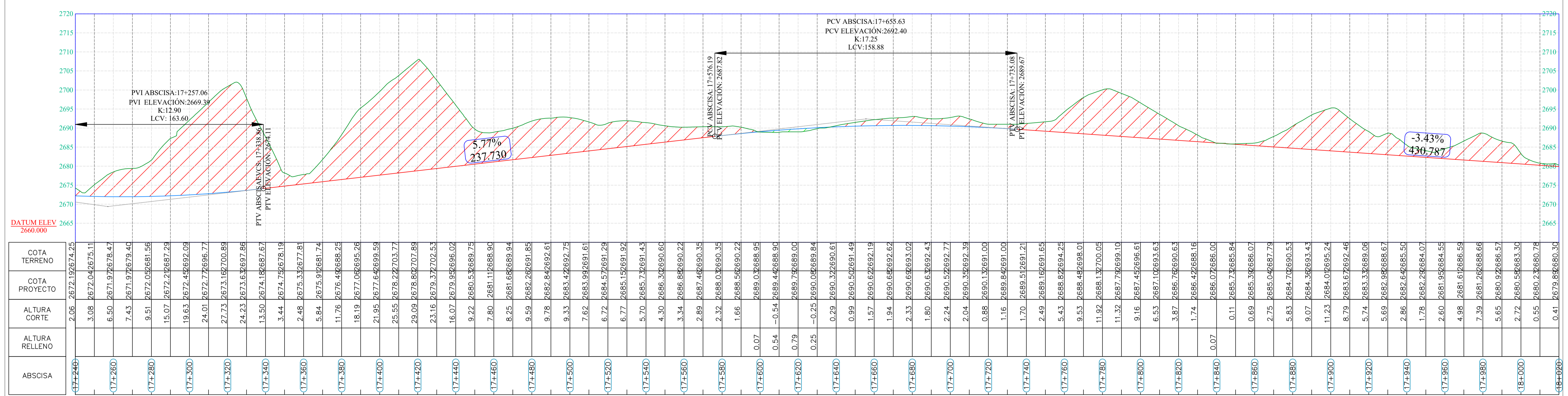
ESPECIFICACIONES: ESTUDIO DE PRE FACTIBILIDAD - VÍA CLASE III

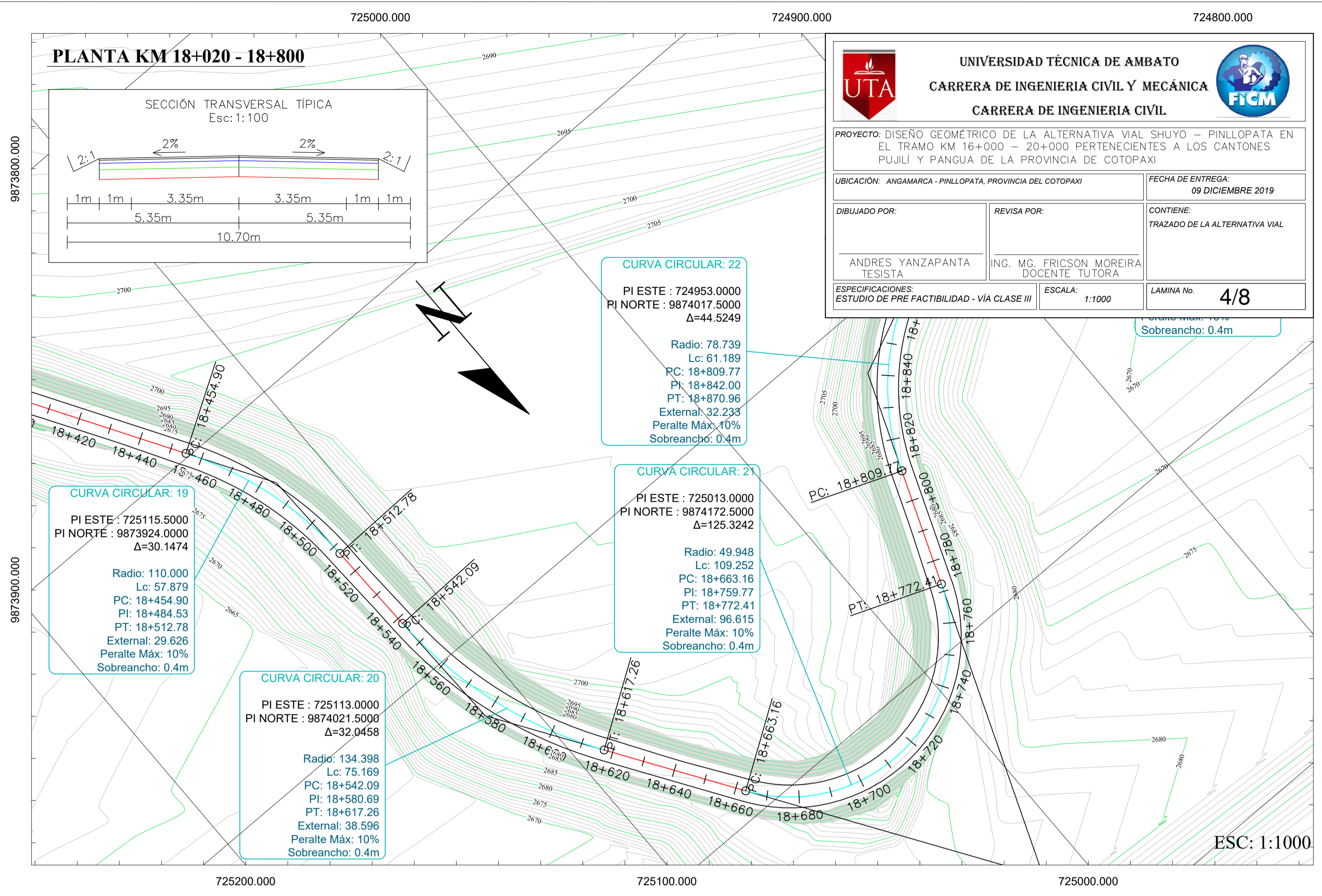
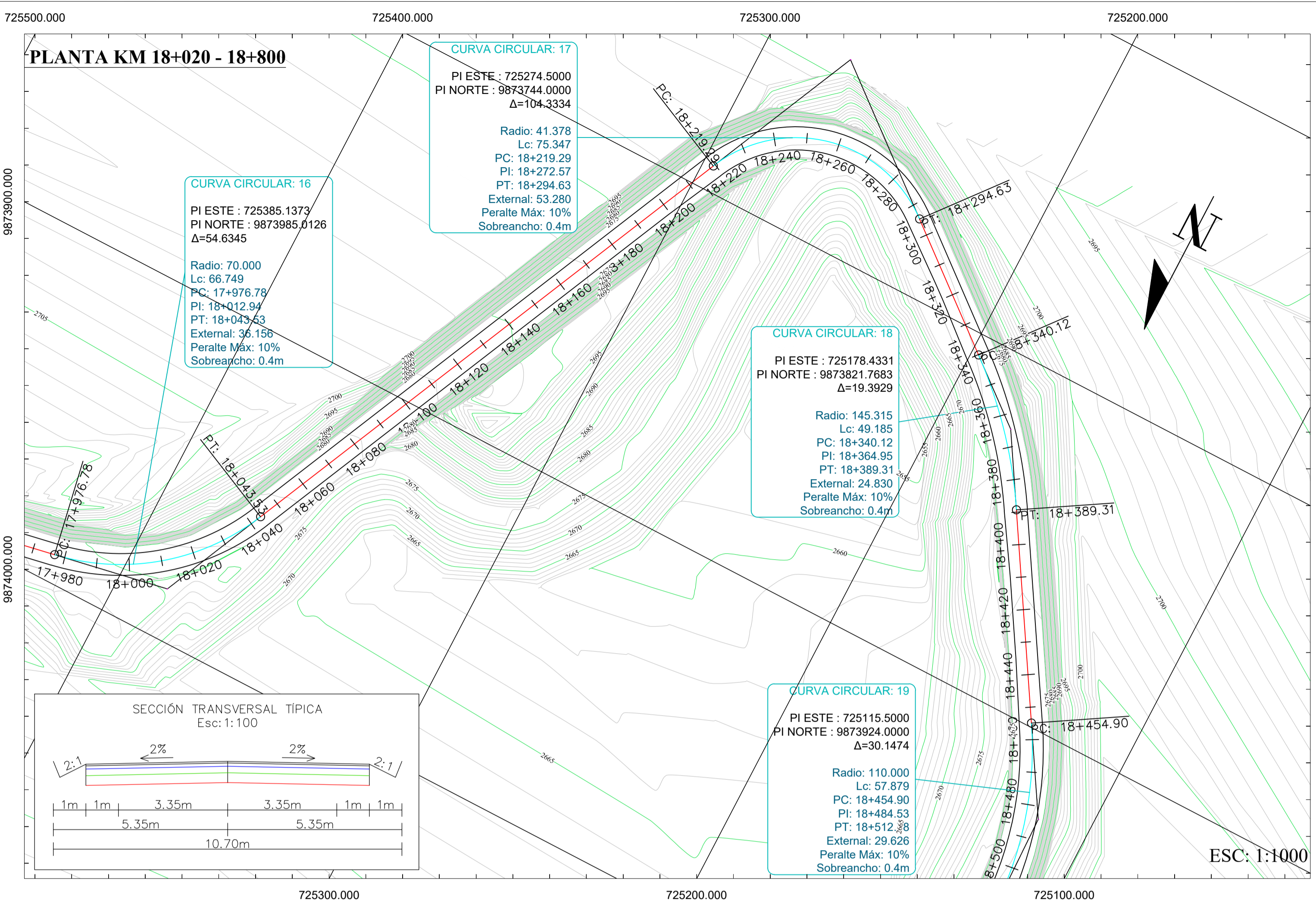
ESCALA: 1:1000

LAMINA No: 3/8

### PERFIL LONGITUDINAL KM 17+240 - 18+020

ESC H: 1:1000 ESC V: 1:500





**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO**  
**CARRERA DE INGENIERIA CIVIL Y MECÁNICA**  
**CARRERA DE INGENIERIA CIVIL**

PROYECTO: DISEÑO GEOMÉTRICO DE LA ALTERNATIVA VIAL SHUYO - PINLLÓPATA EN EL TRAMO KM 16+000 - 20+000 PERTENECIENTES A LOS CANTONES PUJILI Y PANGUA DE LA PROVINCIA DE COTOPAXI

UBICACIÓN: ANGAMARCA - PINLLÓPATA, PROVINCIA DEL COTOPAXI

FECHA DE ENTREGA: 09 DICIEMBRE 2019

DIBUJADO POR: ANDRÉS YANZAPANTA (TESISTA)

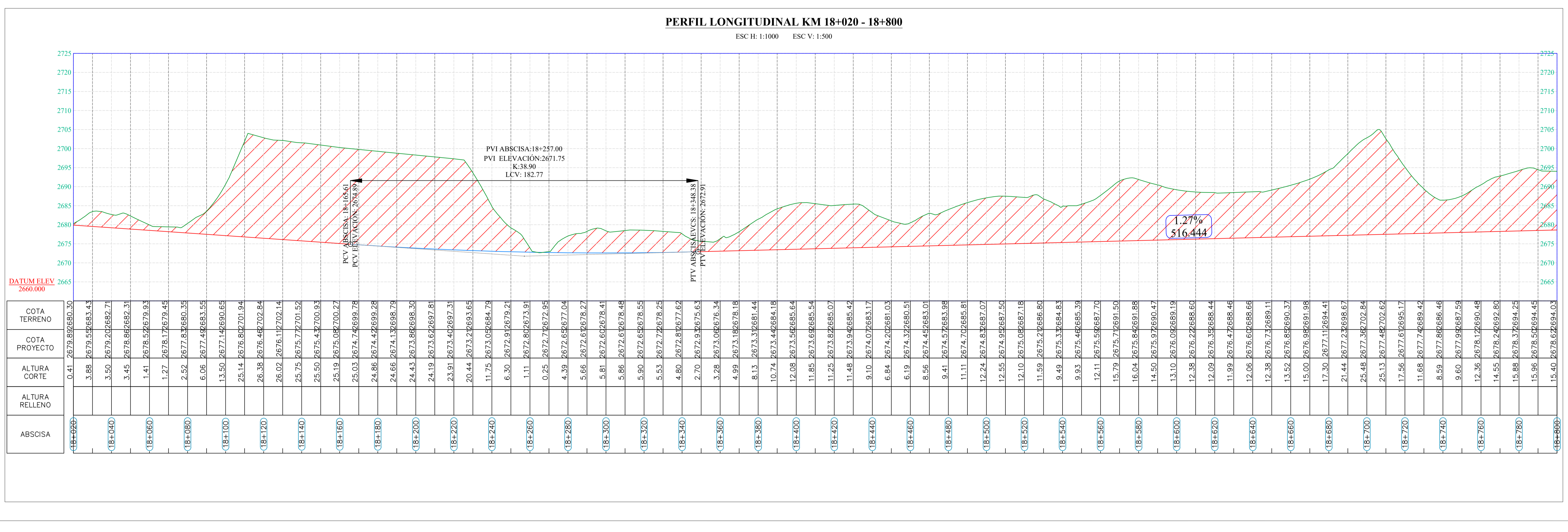
REVISADO POR: ING. MG. FRICSON MOREIRA (DOCENTE TUTORA)

CONTIENE: TRAZADO DE LA ALTERNATIVA VIAL

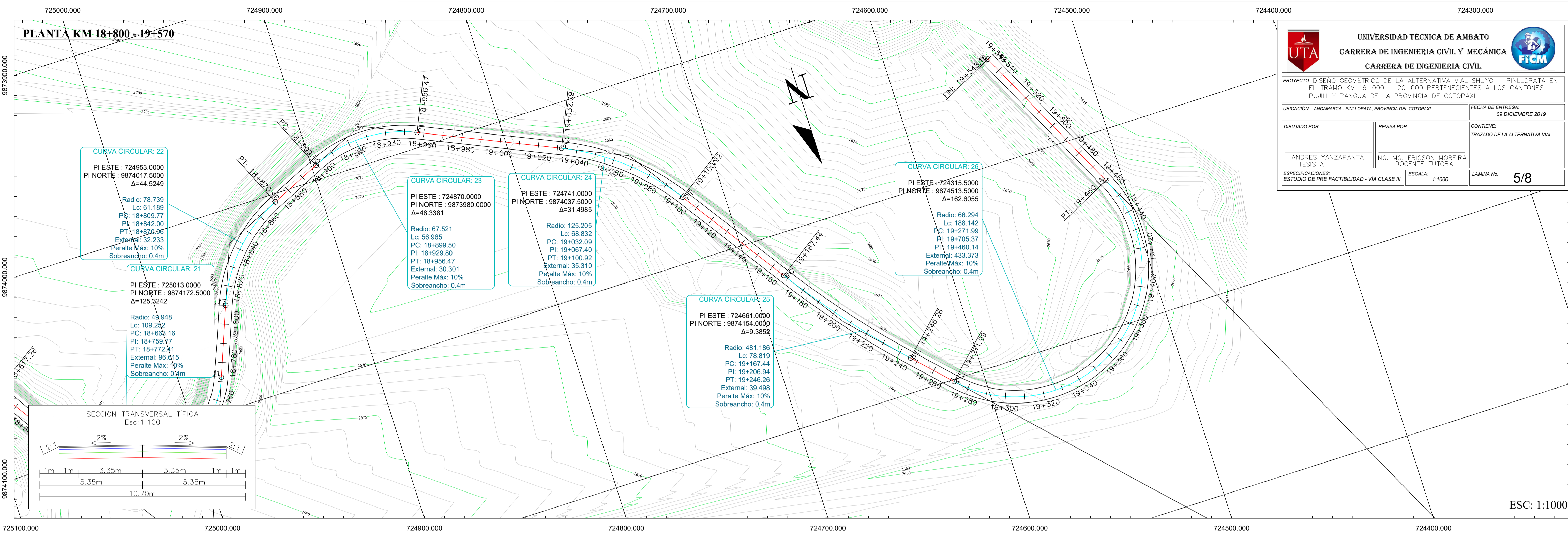
ESPECIFICACIONES: ESTUDIO DE PRE FACTIBILIDAD - VÍA CLASE III

ESCALA: 1:1000

LAMINA N°: 4/8







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

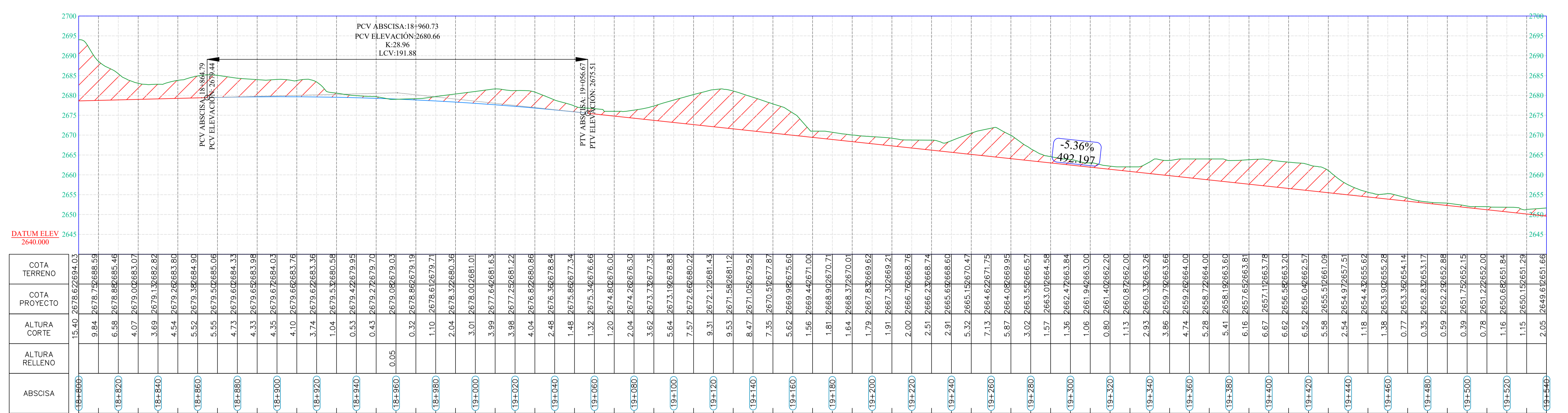
PROYECTO: DISEÑO GEOMÉTRICO DE LA ALTERNATIVA VIAL SHUYO - PINLLÓPATA EN EL TRAMO KM 16+000 - 20+000 PERTENECIENTES A LOS CANTONES PUJILI Y PANGUA DE LA PROVINCIA DE COTOPAXI

UBICACIÓN: ANGAMARCA - PINLLÓPATA, PROVINCIA DEL COTOPAXI  
 FECHA DE ENTREGA: 09 DICIEMBRE 2019

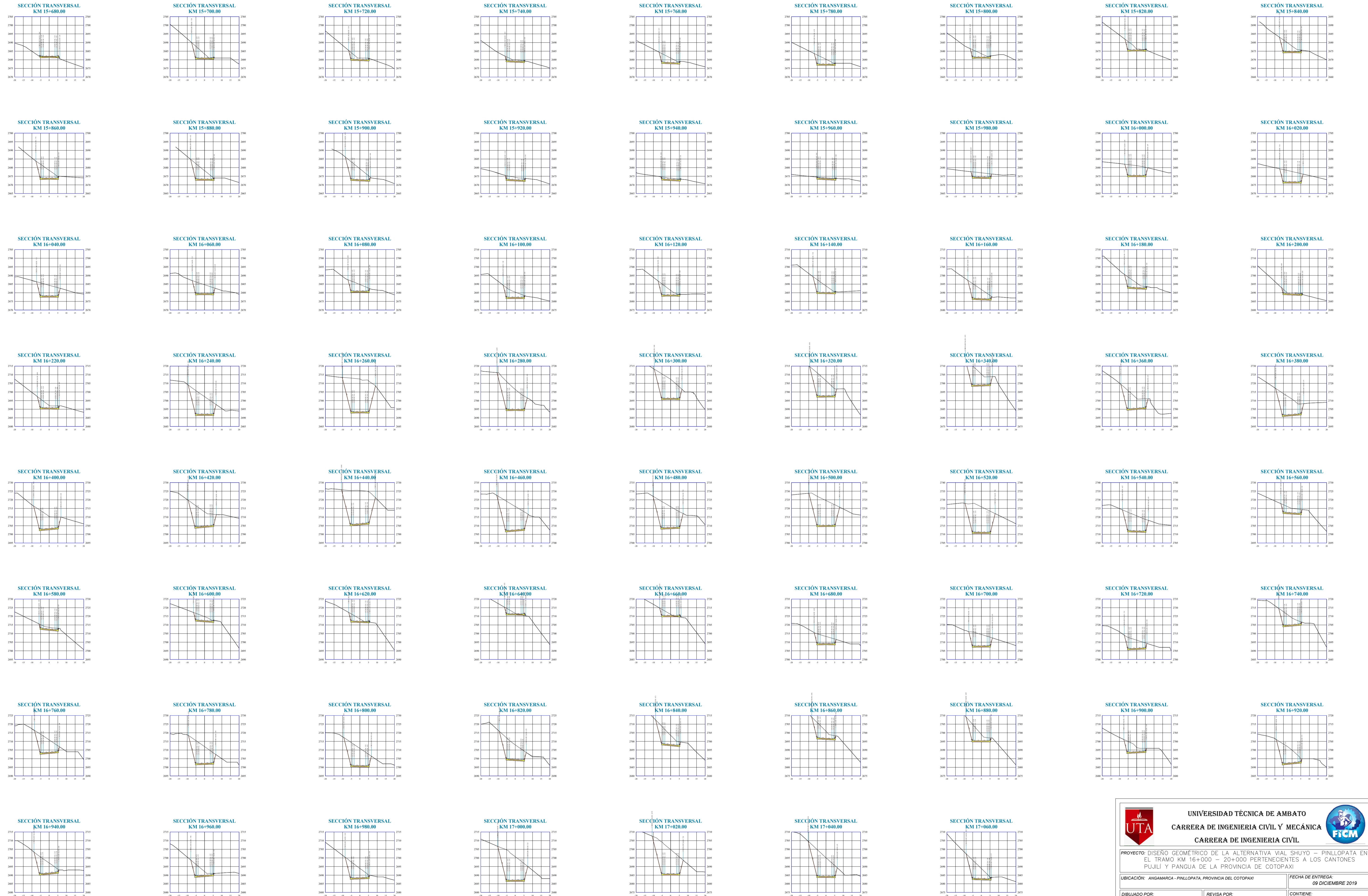
DIBUADO POR: ANDRÉS YANZAPANTA TESISISTA  
 REVISADO POR: ING. MG. FRICSON MOREIRA DOCENTE TUTORA  
 CONTIENE: TRAZADO DE LA ALTERNATIVA VIAL

ESPECIFICACIONES: ESTUDIO DE PRE FACTIBILIDAD - VÍA CLASE III  
 ESCALA: 1:1000  
 LAMINA No: **5/8**

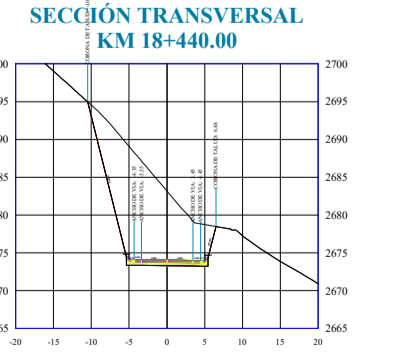
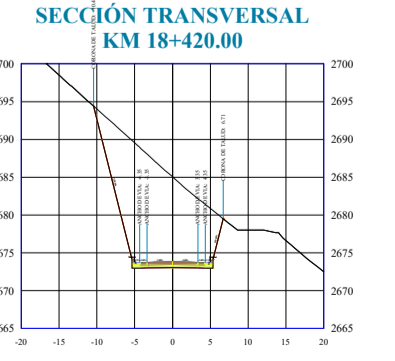
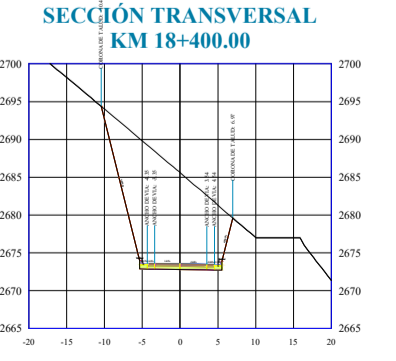
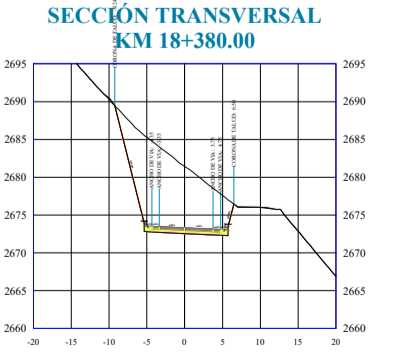
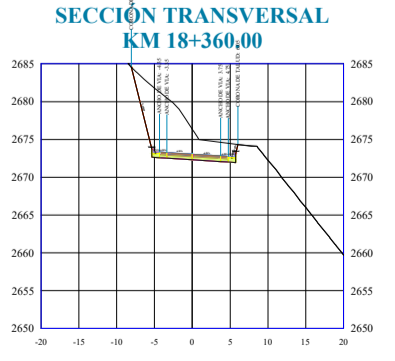
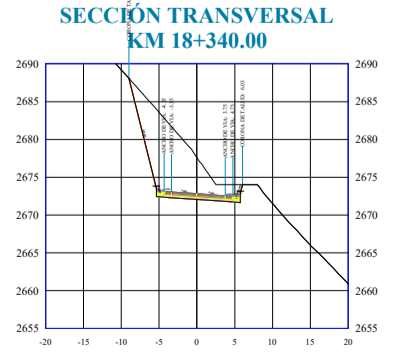
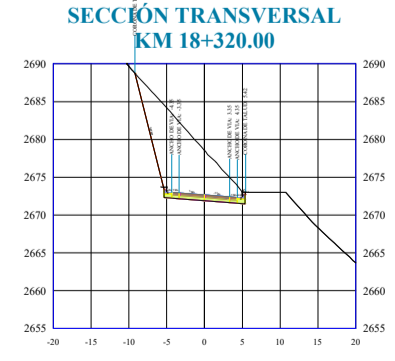
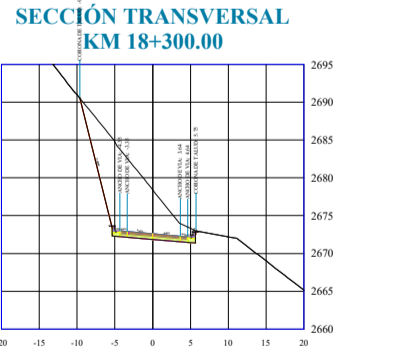
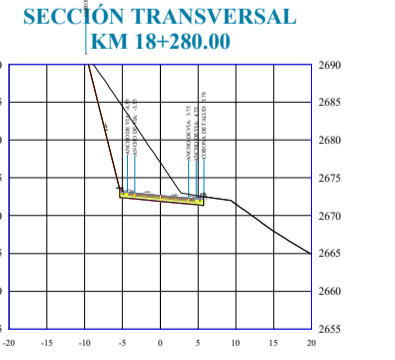
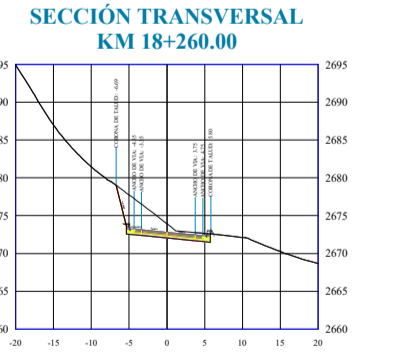
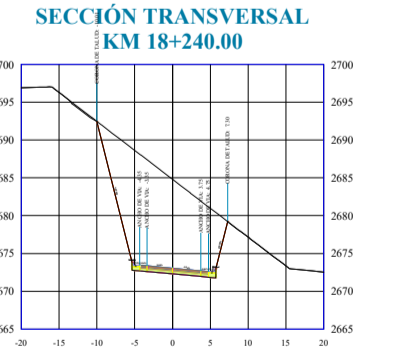
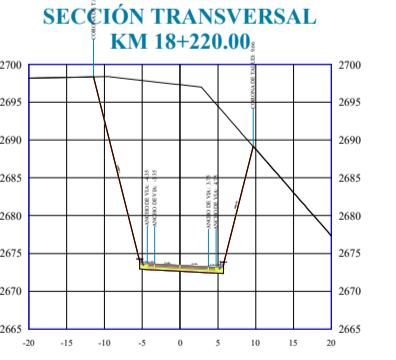
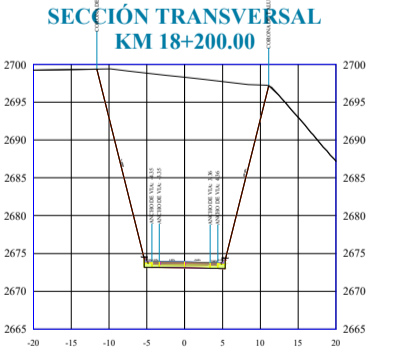
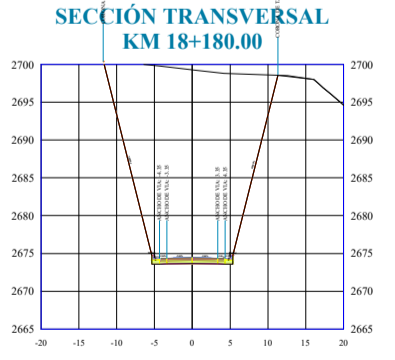
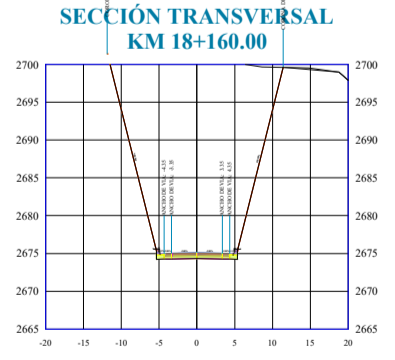
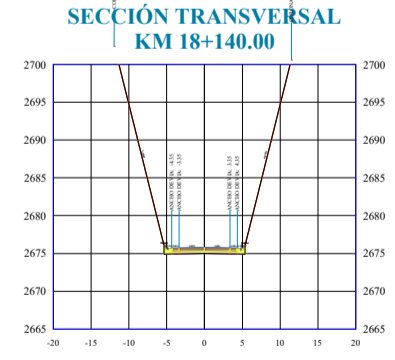
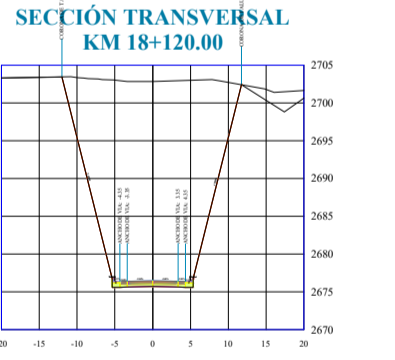
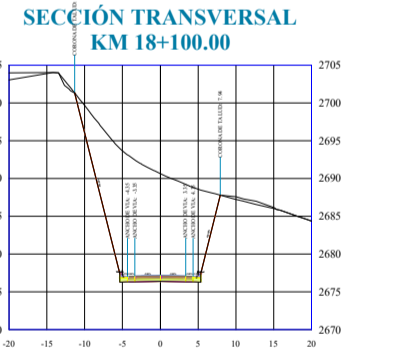
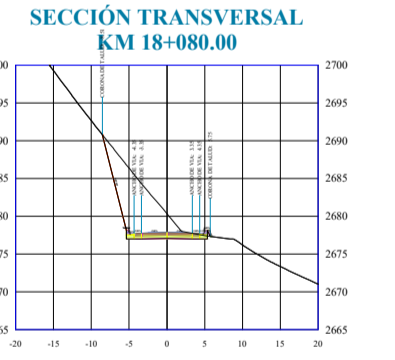
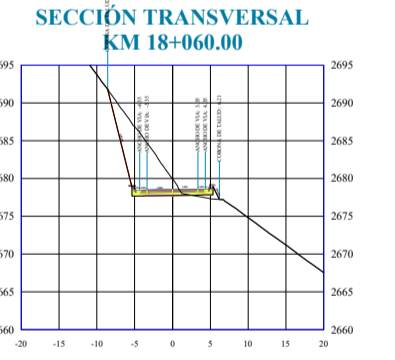
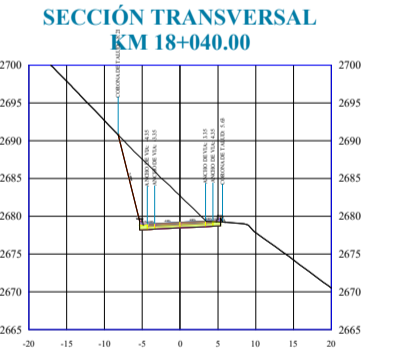
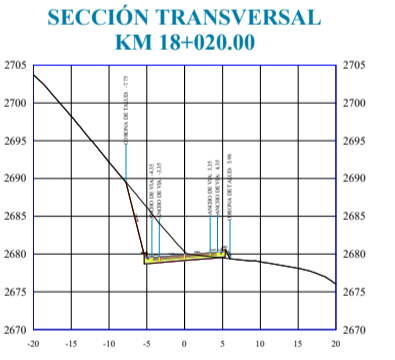
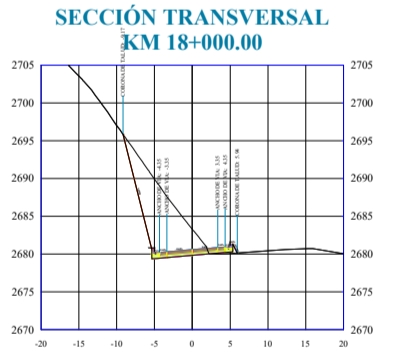
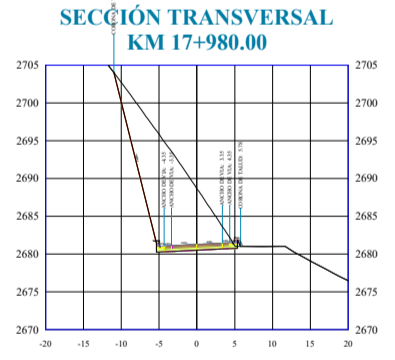
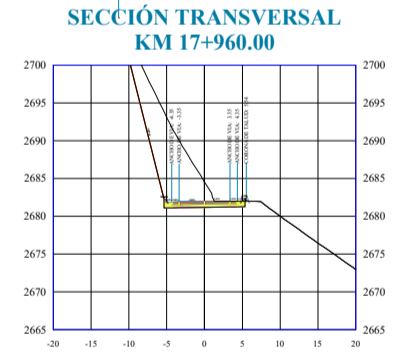
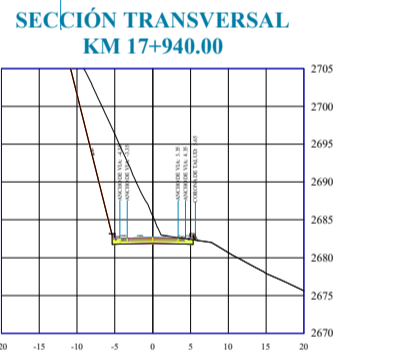
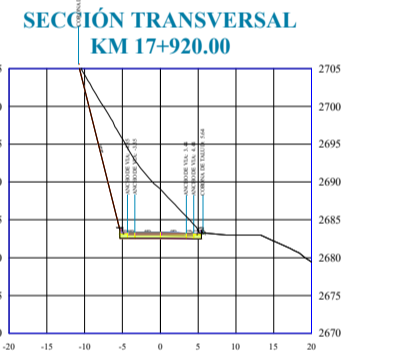
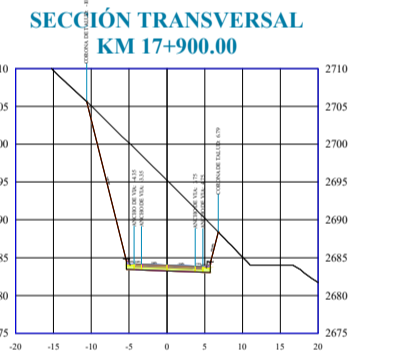
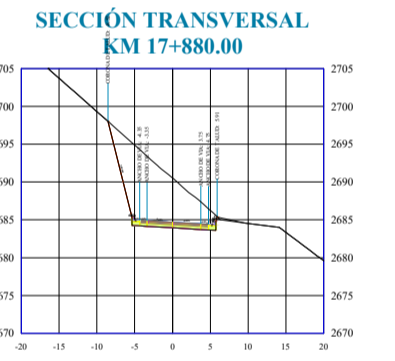
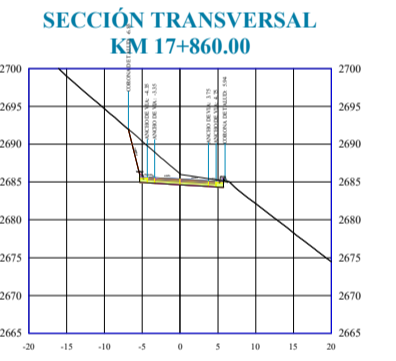
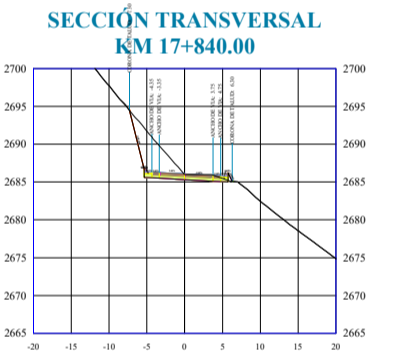
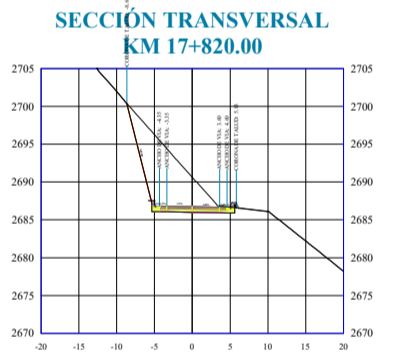
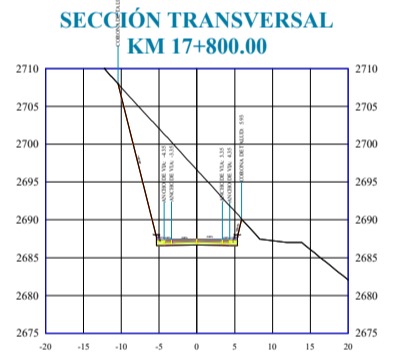
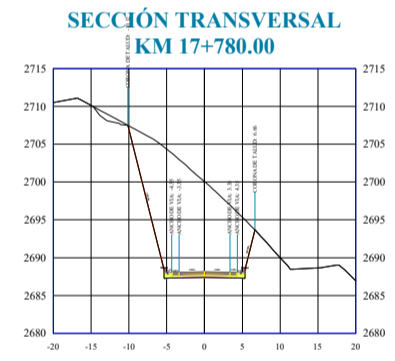
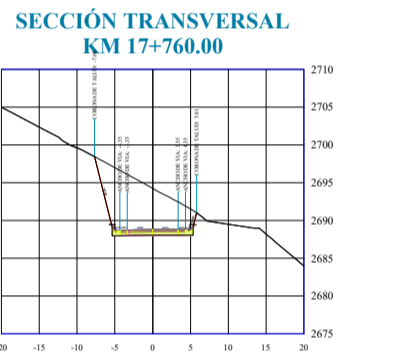
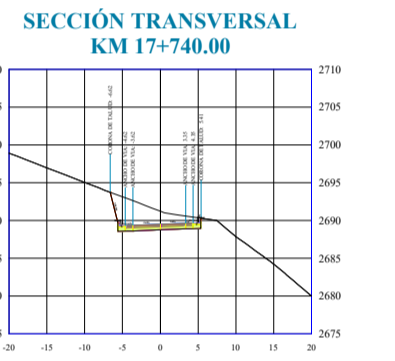
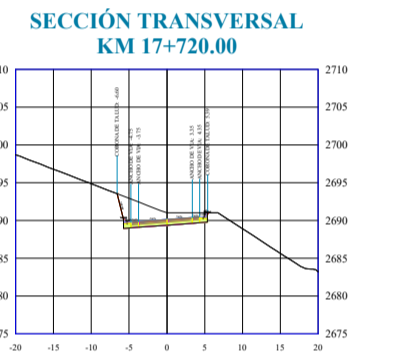
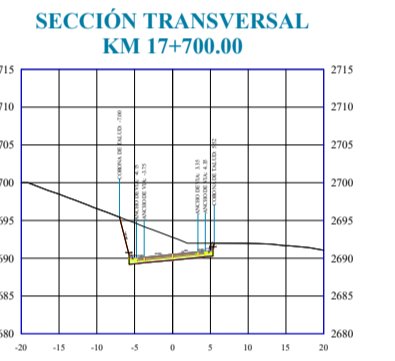
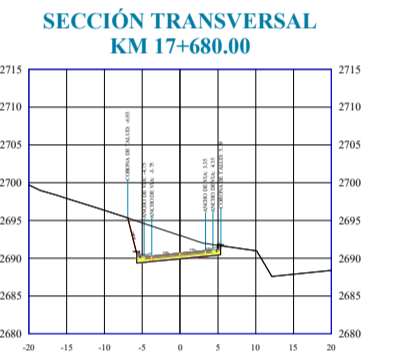
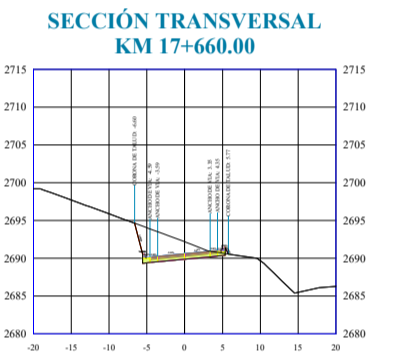
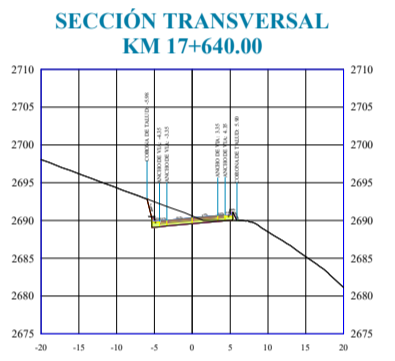
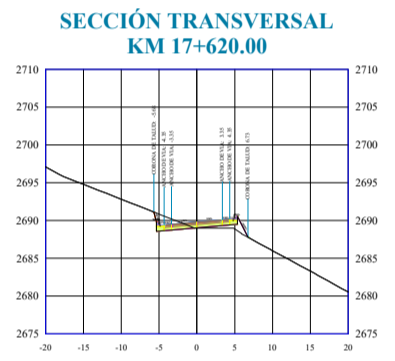
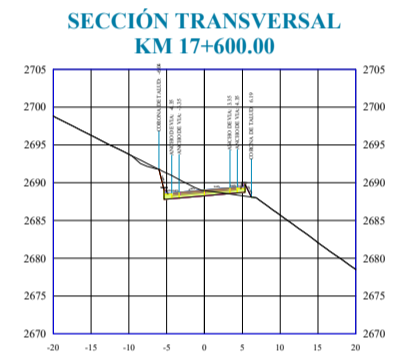
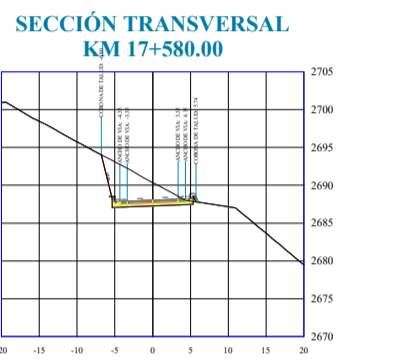
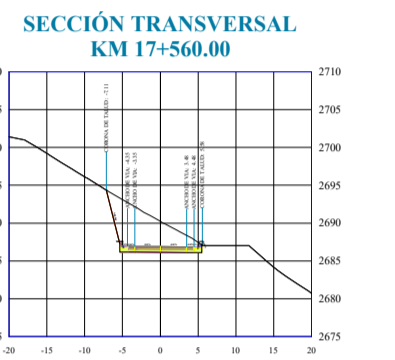
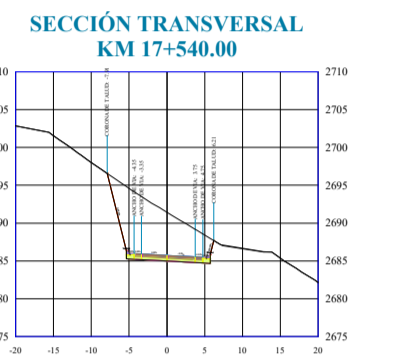
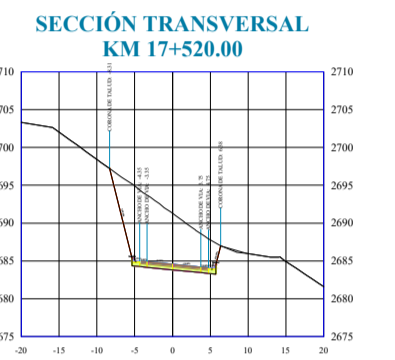
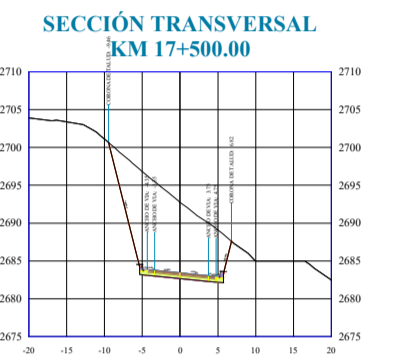
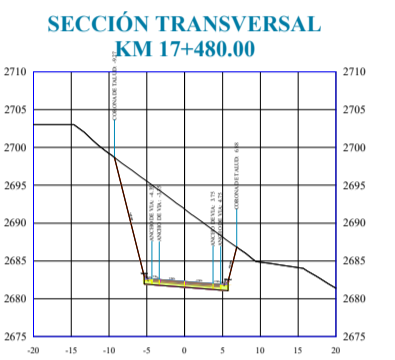
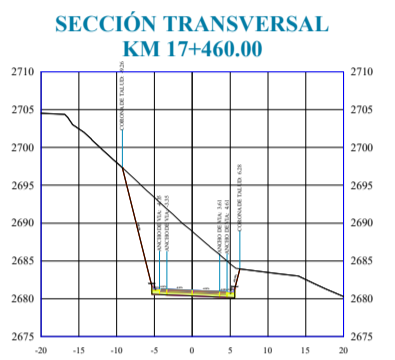
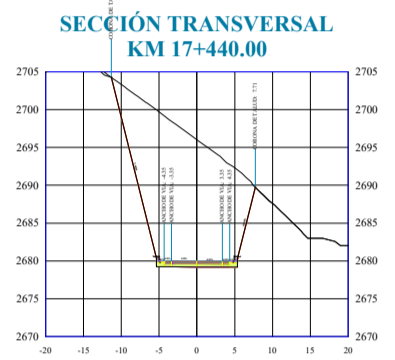
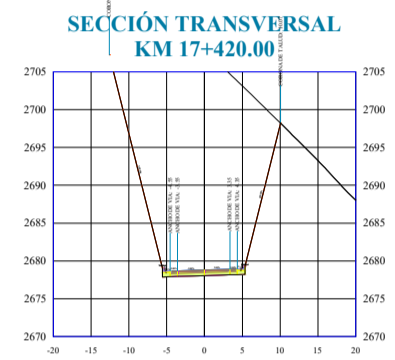
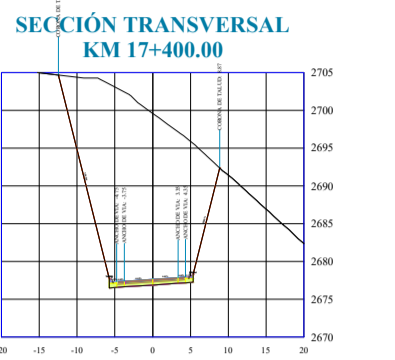
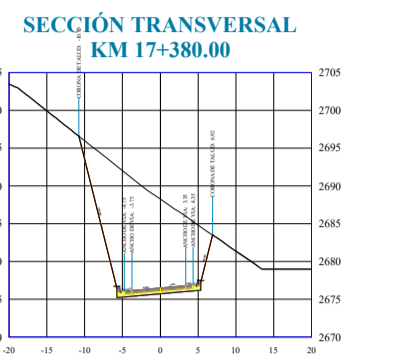
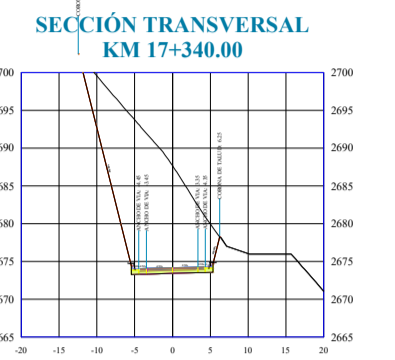
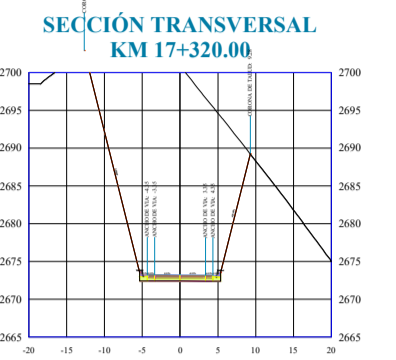
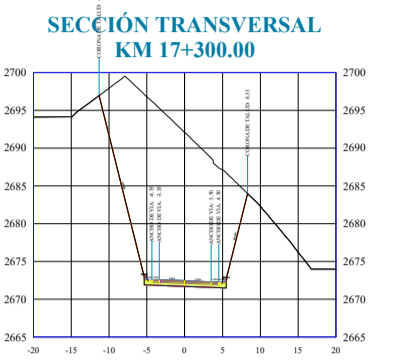
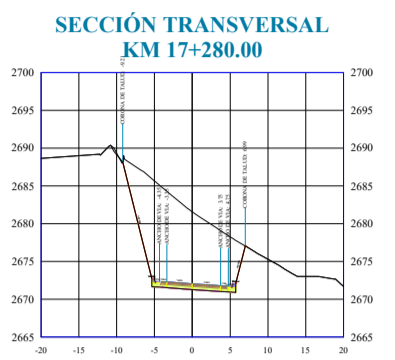
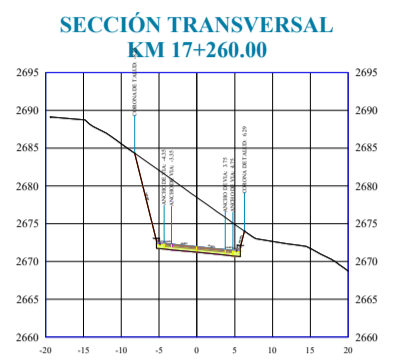
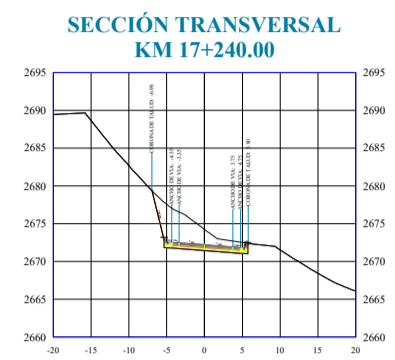
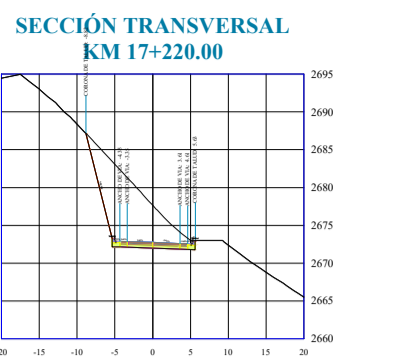
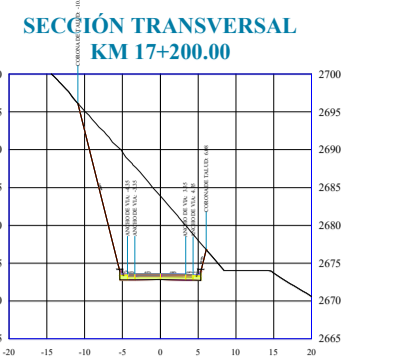
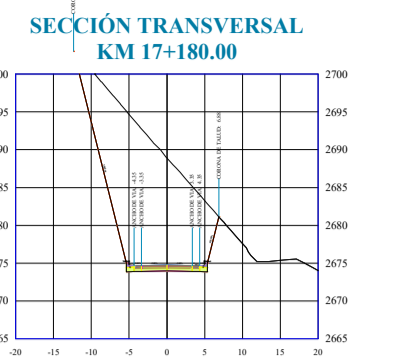
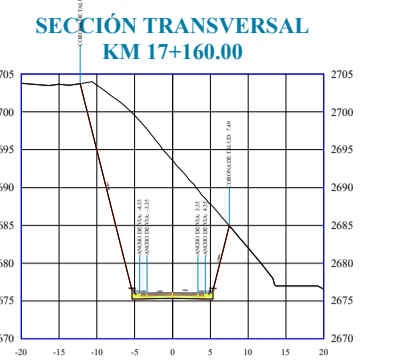
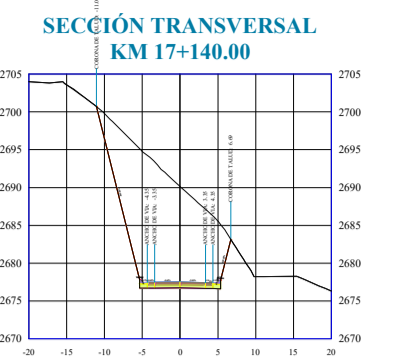
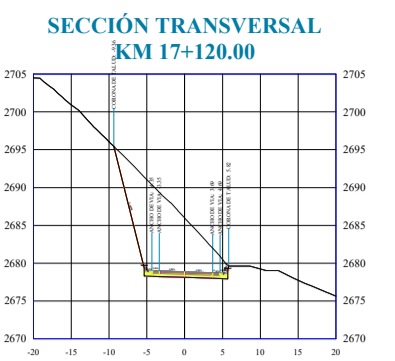
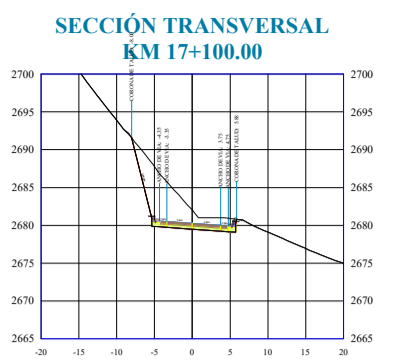
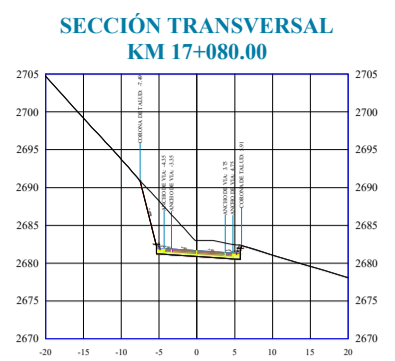
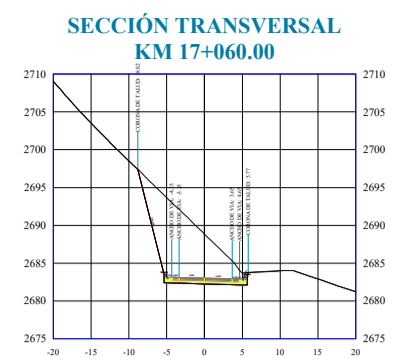
**PERFIL LONGITUDINAL KM 18+800 - 19+570**  
 ESC H: 1:1000 ESC V: 1:500




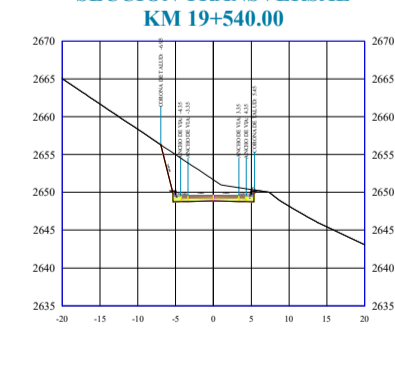
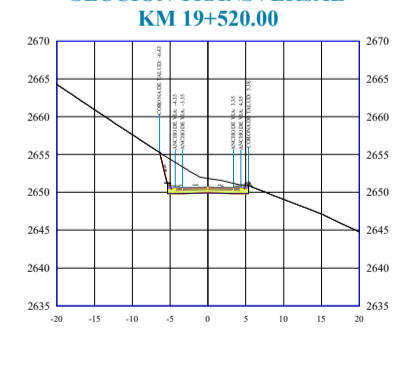
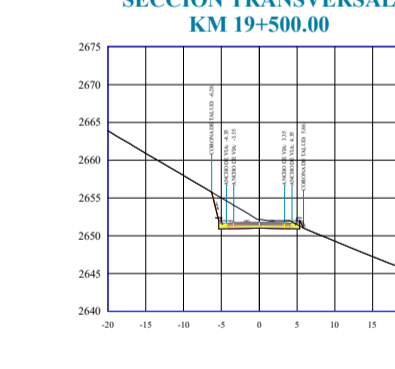
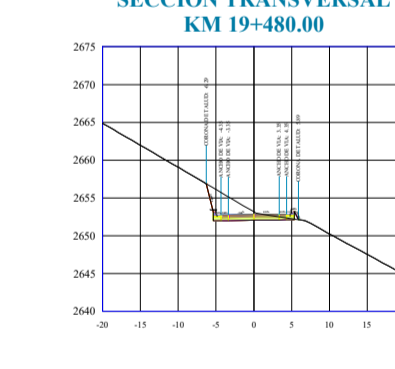
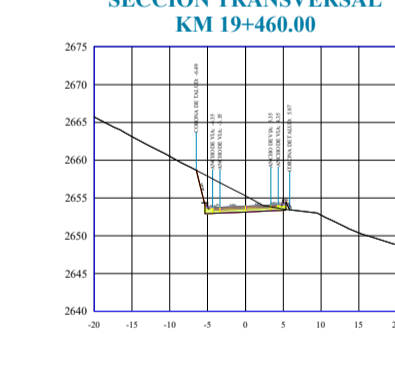
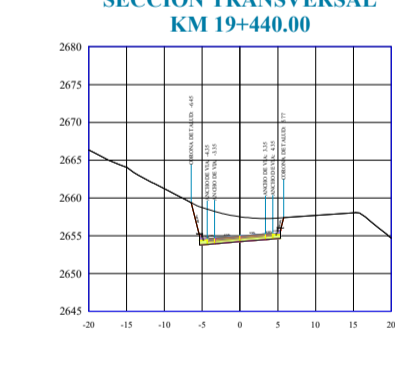
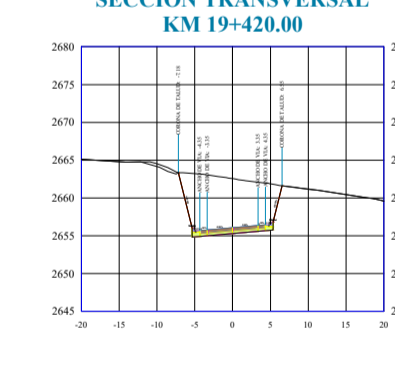
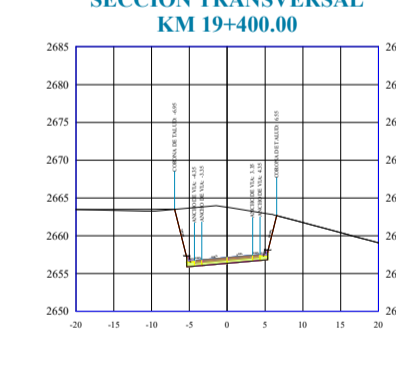
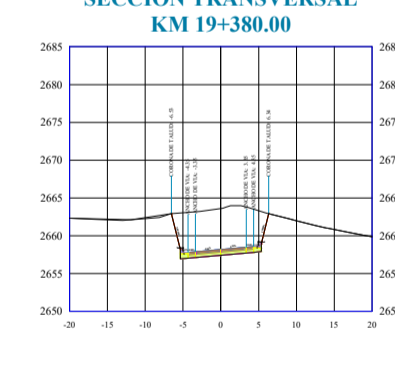
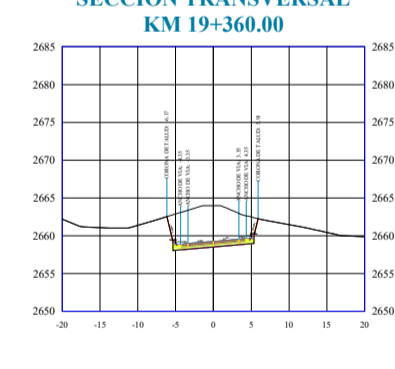
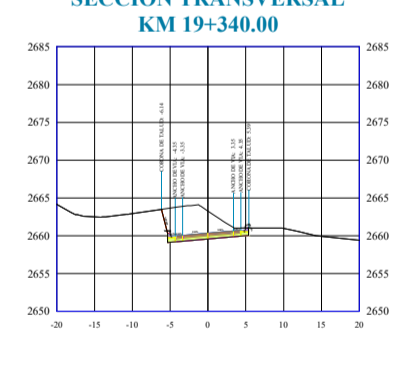
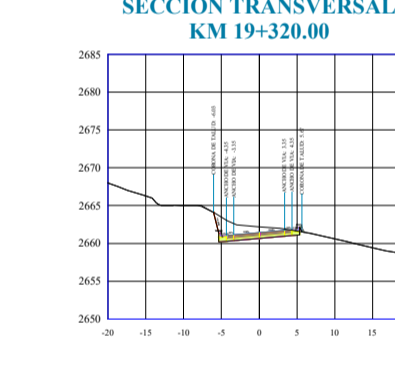
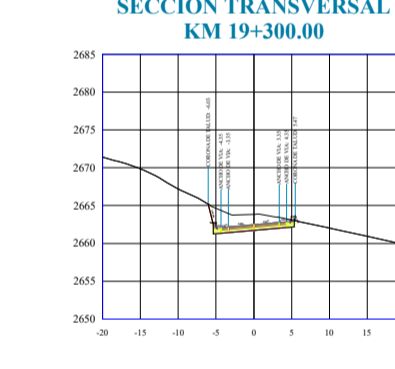
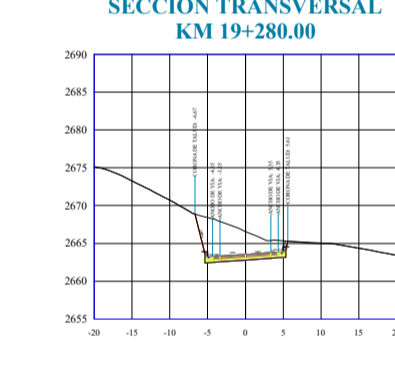
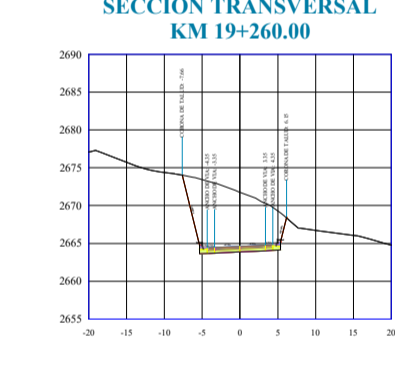
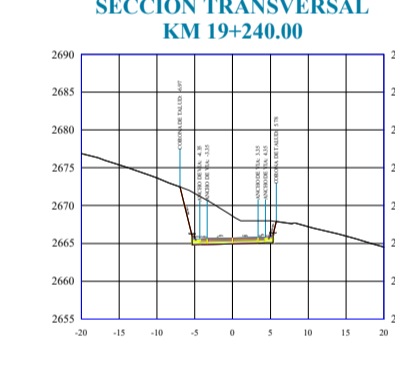
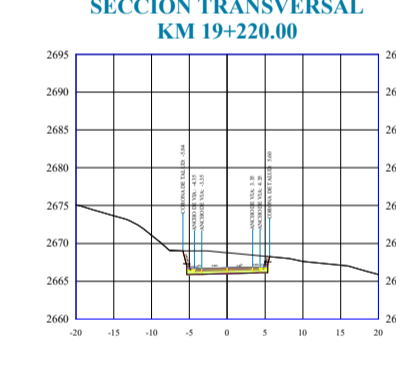
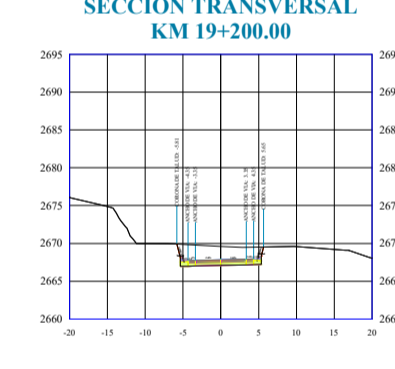
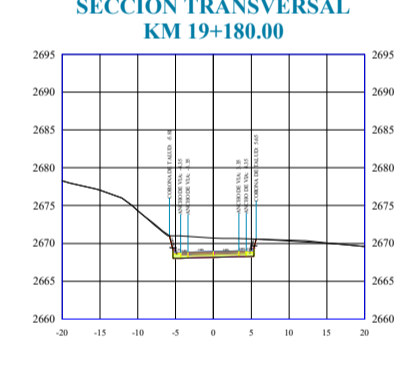
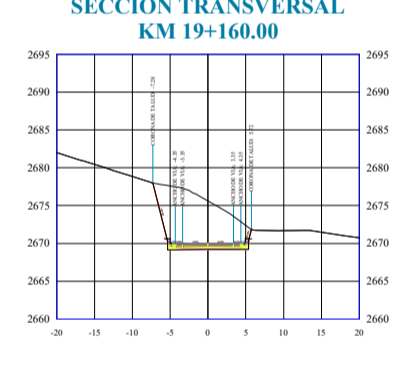
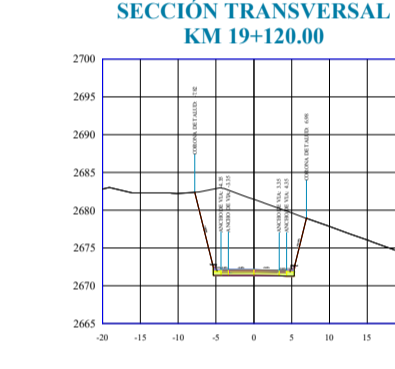
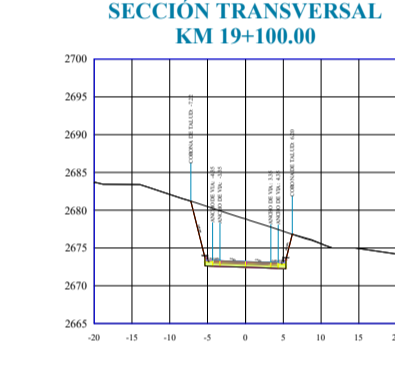
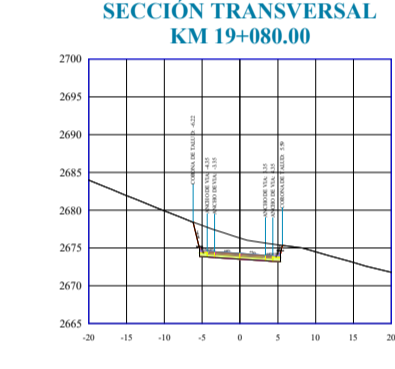
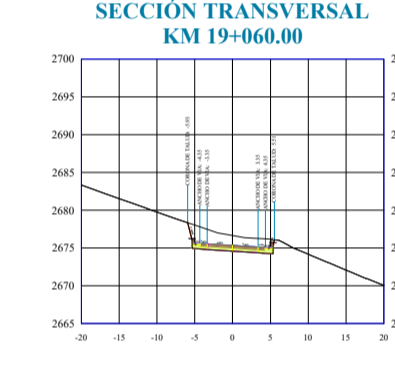
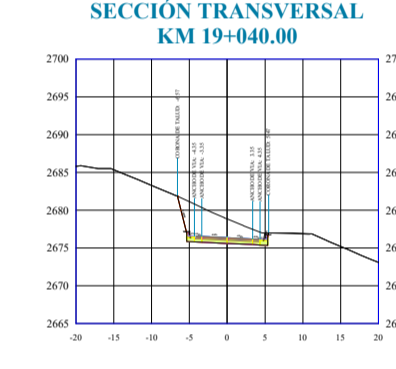
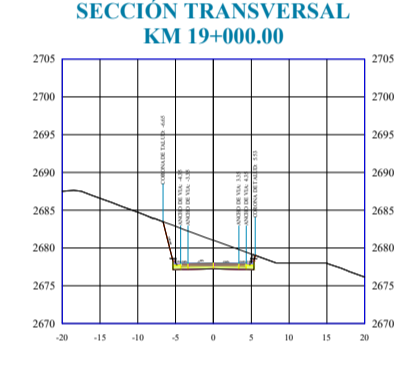
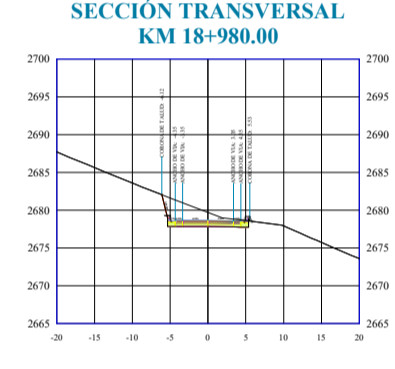
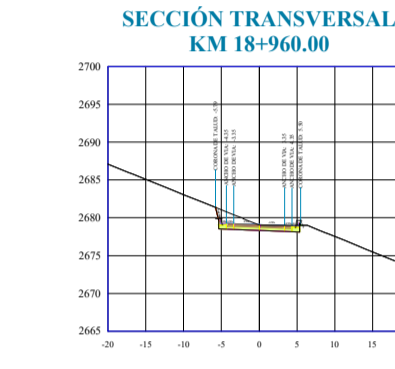
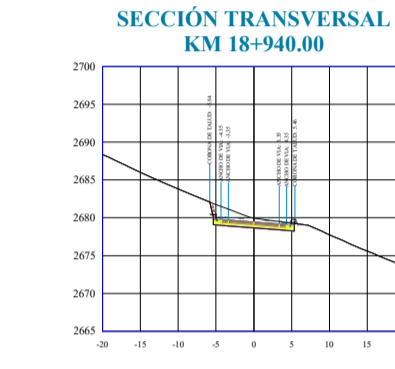
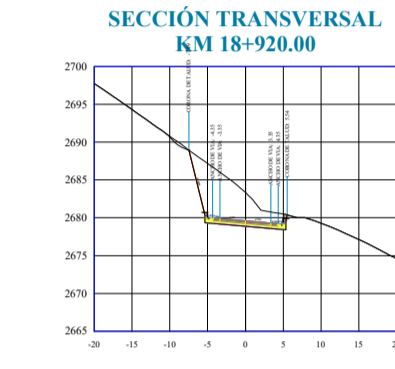
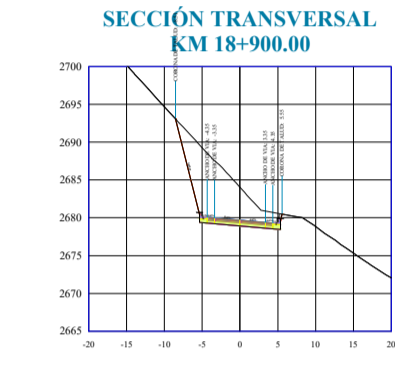
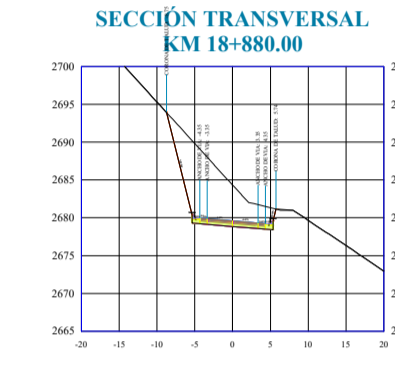
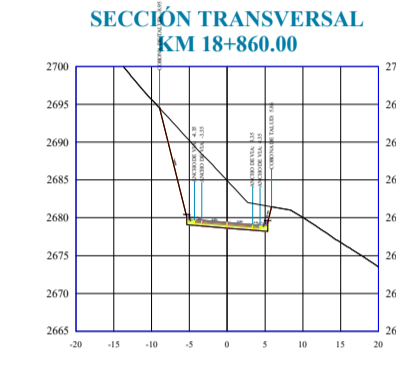
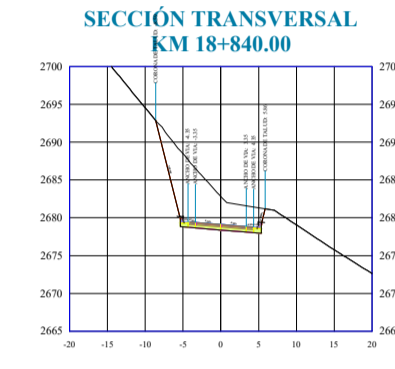
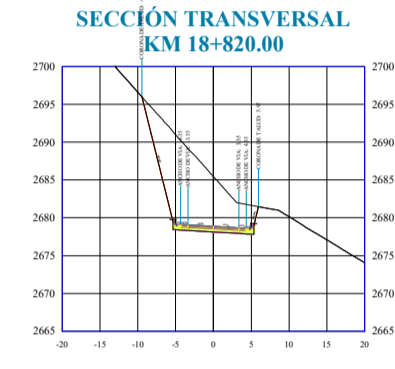
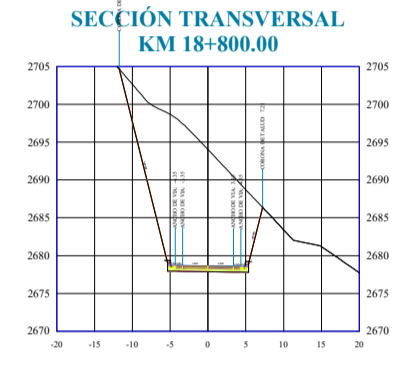
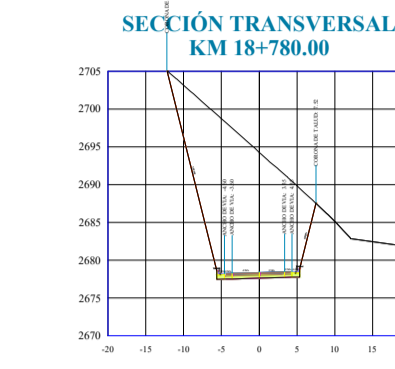
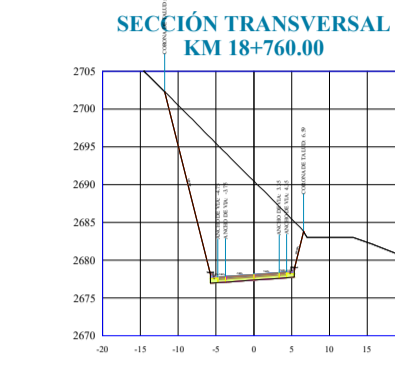
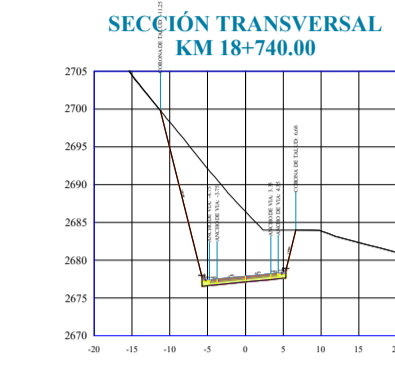
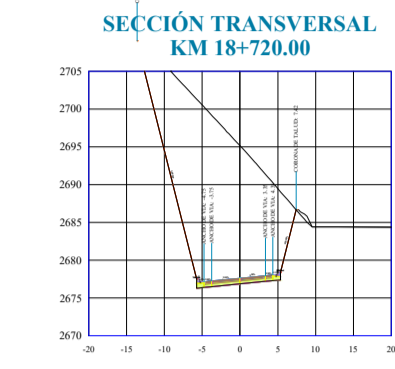
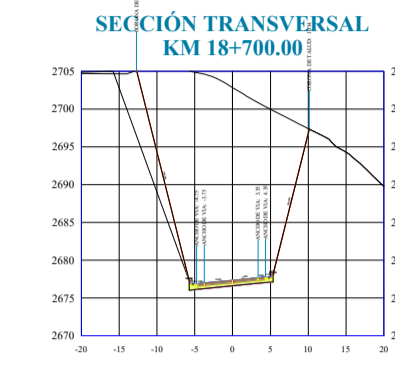
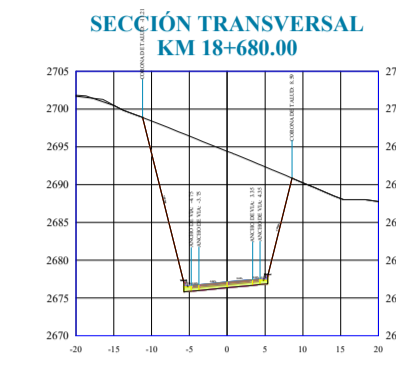
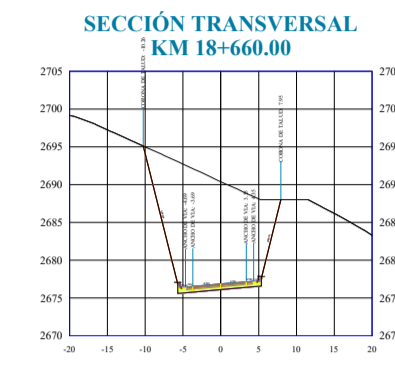
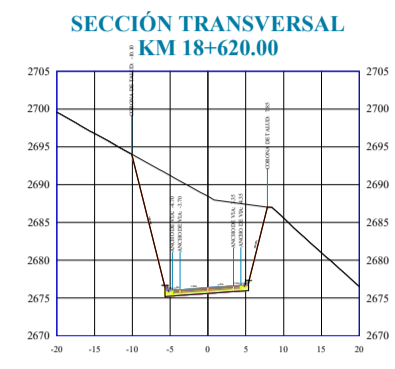
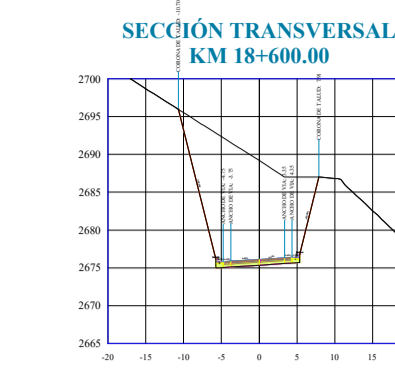
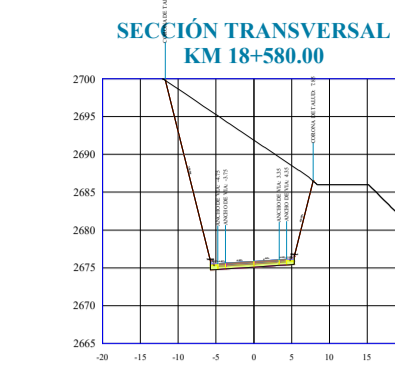
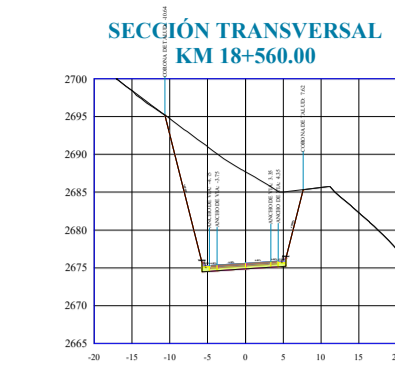
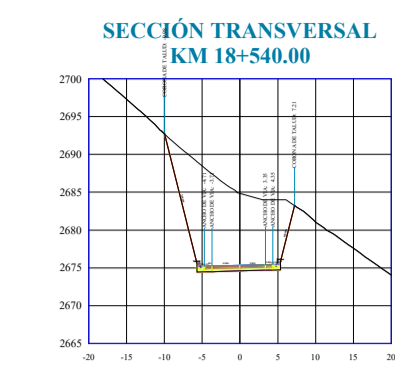
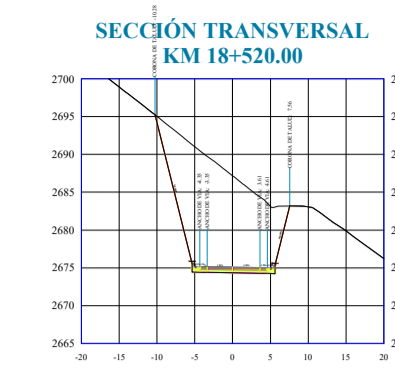
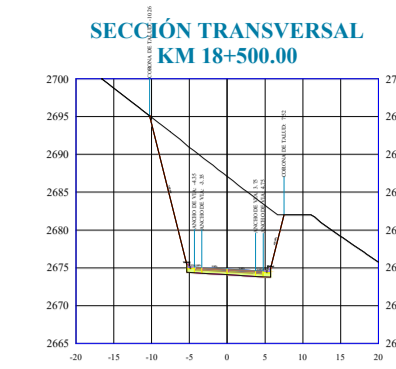
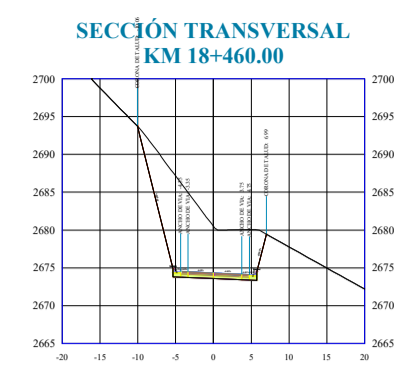
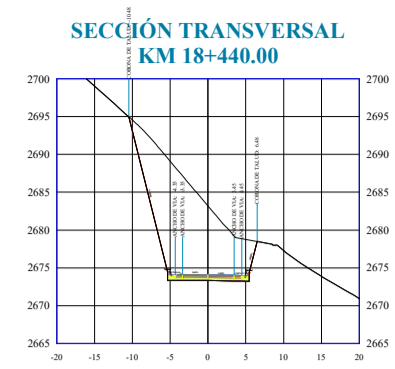
ABSCISA	COTA TERRENO	COTA PROYECTO	ALTURA CORTE	ALTURA RELLENO
18+800	2678.62	2678.62	0.00	0.00
18+820	2678.75	2678.75	0.00	0.00
18+840	2678.82	2678.82	0.00	0.00
18+860	2679.02	2679.02	0.00	0.00
18+880	2679.28	2679.28	0.00	0.00
18+900	2679.62	2679.62	0.00	0.00
18+920	2679.62	2679.62	0.00	0.00
18+940	2679.42	2679.42	0.00	0.00
18+960	2679.02	2679.02	0.00	0.00
18+980	2678.82	2678.82	0.00	0.00
19+000	2678.00	2678.00	0.00	0.00
19+020	2677.25	2677.25	0.00	0.00
19+040	2676.32	2676.32	0.00	0.00
19+060	2675.32	2675.32	0.00	0.00
19+080	2674.22	2674.22	0.00	0.00
19+100	2673.12	2673.12	0.00	0.00
19+120	2672.12	2672.12	0.00	0.00
19+140	2671.02	2671.02	0.00	0.00
19+160	2670.02	2670.02	0.00	0.00
19+180	2668.92	2668.92	0.00	0.00
19+200	2667.82	2667.82	0.00	0.00
19+220	2666.72	2666.72	0.00	0.00
19+240	2665.62	2665.62	0.00	0.00
19+260	2664.52	2664.52	0.00	0.00
19+280	2663.42	2663.42	0.00	0.00
19+300	2662.32	2662.32	0.00	0.00
19+320	2661.22	2661.22	0.00	0.00
19+340	2660.12	2660.12	0.00	0.00
19+360	2659.02	2659.02	0.00	0.00
19+380	2657.92	2657.92	0.00	0.00
19+400	2656.82	2656.82	0.00	0.00
19+420	2655.72	2655.72	0.00	0.00
19+440	2654.62	2654.62	0.00	0.00
19+460	2653.52	2653.52	0.00	0.00
19+480	2652.42	2652.42	0.00	0.00
19+500	2651.32	2651.32	0.00	0.00
19+520	2650.22	2650.22	0.00	0.00
19+540	2649.12	2649.12	0.00	0.00
19+560	2648.02	2648.02	0.00	0.00
19+570	2647.00	2647.00	0.00	0.00



 <b>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO</b> <b>CARRERA DE INGENIERIA CIVIL Y MECÁNICA</b> <b>CARRERA DE INGENIERIA CIVIL</b>		
<b>PROYECTO:</b> DISEÑO GEOMÉTRICO DE LA ALTERNATIVA VIAL SHUYO – PINLOPATA EN EL TRAMO KM 16+000 – 20+000 PERTENECIENTES A LOS CANTONES PUJULÍ Y PANGUA DE LA PROVINCIA DE COTOPAXI		
<b>UBICACIÓN:</b> ANSAMARCA - PINLOPATA, PROVINCIA DEL COTOPAXI		<b>FECHA DE ENTREGA:</b> 09 DICIEMBRE 2019
<b>DIBUJADO POR:</b> ANDRÉS YANZAPANTA TESISTA	<b>REVISADO POR:</b> ING. MG. FRICSON MOREIRA DOCENTE TUTORA	<b>CONTIENE:</b> TRAZADO DE LA ALTERNATIVA VIAL
<b>ESPECIFICACIONES:</b> ESTUDIO DE PRE FACTIBILIDAD - VÍA CLASE III	<b>ESCALA:</b> 1:1000	<b>LAMINA No.:</b> 6/8



 <b>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO</b> <b>CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA</b> <b>CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL</b>		
<b>PROYECTO:</b> DISEÑO GEOMÉTRICO DE LA ALTERNATIVA VIAL SHUYO – PINLOPATA EN EL TRAMO KM 16+000 – 20+000 PERTENECIENTES A LOS CANTONES PUJILÍ Y PANGUA DE LA PROVINCIA DE COTOPAXI		
<b>UBICACIÓN:</b> ANSAMARCA - PINLOPATA, PROVINCIA DEL COTOPAXI		<b>FECHA DE ENTREGA:</b> 09 DICIEMBRE 2019
<b>DIBUJADO POR:</b> ANDRÉS YANZAPANTA TESISTA	<b>REVISADO POR:</b> ING. MG. FRICSON MOREIRA DOCENTE TUTORA	<b>CONTIENE:</b> TRAZADO DE LA ALTERNATIVA VIAL
<b>ESPECIFICACIONES:</b> ESTUDIO DE PRE FACTIBILIDAD - VÍA CLASE III	<b>ESCALA:</b> 1:1000	<b>LAMINA No.:</b> 7/8



 <b>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO</b> <b>CARRERA DE INGENIERIA CIVIL Y MECÁNICA</b> <b>CARRERA DE INGENIERIA CIVIL</b>		
PROYECTO: DISEÑO GEOMÉTRICO DE LA ALTERNATIVA VIAL SHUYO – PINLLOPATA EN EL TRAMO KM 16+000 – 20+000 PERTENECIENTES A LOS CANTONES PUJILÍ Y PANGUA DE LA PROVINCIA DE COTOPAXI		
UBICACIÓN: ANGAMARCA - PINLLOPATA, PROVINCIA DEL COTOPAXI		FECHA DE ENTREGA: 09 DICIEMBRE 2019
DIBUJADO POR: ANDRÉS YANZAPANTA TESISTA	REVISADO POR: ING. MG. FRICSON MOREIRA DOCENTE TUTORA	CONTIENE: TRAZADO DE LA ALTERNATIVA VIAL
ESPECIFICACIONES: ESTUDIO DE PRE FACTIBILIDAD - VÍA CLASE III	ESCALA: 1:1000	LAMINA N.º: <b>8/8</b>