



UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA

SEDE CUENCA

CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

**DISEÑO GEOMÉTRICO Y ESTRUCTURAL DE PAVIMENTO DE LA VÍA SAN
CRISTÓBAL -MALIMA DE LA ABSCISA 14+500 HASTA LA ABSCISA 17+400 KM,
PERTENECIENTE AL CANTÓN PAUTE PROVINCIA DEL AZUAY**

Trabajo de titulación previo a la obtención del
título de Ingeniero Civil

AUTORES: JORGE ADRIAN CHICAIZA NIVICELA

JOSUE SEBASTIAN HURTADO CALLE

TUTOR: ING. IVÁN ALEJANDRO MEJÍA REGALADO, MSc.

Cuenca - Ecuador

2024

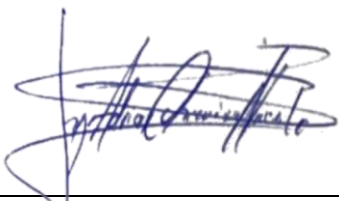
CERTIFICADO DE RESPONSABILIDAD Y AUTORÍA DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

Nosotros, Jorge Adrian Chicaiza Nivicela con documento de identificación N° 0105993570 y Josue Sebastian Hurtado Calle con documento de identificación N° 0104923669; manifestamos que:

Somos los autores y responsables del presente trabajo; y, autorizamos a que sin fines de lucro la Universidad Politécnica Salesiana pueda usar, difundir, reproducir o publicar de manera total o parcial el presente trabajo de titulación.

Cuenca, 23 de enero del 2024

Atentamente,



Jorge Adrian Chicaiza Nivicela

0105993570



Josue Sebastian Hurtado Calle

0104923669

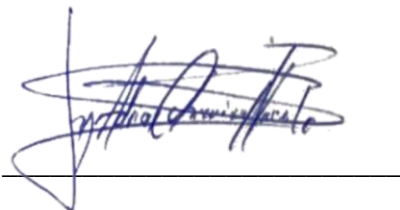
**CERTIFICADO DE CESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR DEL TRABAJO DE
TITULACIÓN A LA UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA**

Nosotros ,Jorge Adrian Chicaiza Nivicela con documento de identificación N° 0105993570 y Josue Sebastian Hurtado Calle con documento de identificación N° 0104923669, expresamos nuestra voluntad y por medio del presente documento cedemos a la Universidad Politécnica Salesiana la titularidad sobre los derechos patrimoniales en virtud de que somos autores del Proyecto técnico: “Diseño geométrico y estructural de pavimento de la vía San Cristóbal -Malima de la abscisa 14+500 hasta la abscisa 17+400 km, perteneciente al cantón Paute provincia del Azuay”, el cual ha sido desarrollado para optar por el título de: Ingeniero Civil, en la Universidad Politécnica Salesiana, quedando la Universidad facultada para ejercer plenamente los derechos cedidos anteriormente.

En concordancia con lo manifestado, suscribimos este documento en el momento que hacemos la entrega del trabajo final en formato digital a la Biblioteca de la Universidad Politécnica Salesiana.

Cuenca, 23 de enero del 2024

Atentamente,



Jorge Adrian Chicaiza Nivicela

0105993570



Josue Sebastian Hurtado Calle

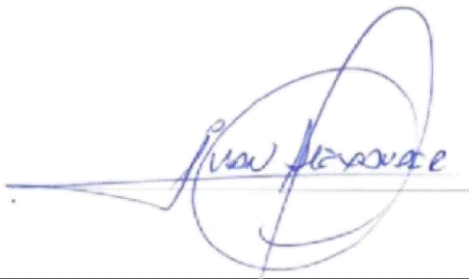
0104923669

CERTIFICADO DE DIRECCIÓN DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

Yo, Iván Alejandro Mejía Regalado con documento de identificación N° 0101883841, docente de la Universidad Politécnica Salesiana, declaro que bajo mi tutoría fue desarrollado el trabajo de titulación: DISEÑO GEOMÉTRICO Y ESTRUCTURAL DE PAVIMENTO DE LA VÍA SAN CRISTÓBAL -MALIMA DE LA ABSCISA 14+500 HASTA LA ABSCISA 17+400 KM, PERTENECIENTE AL CANTÓN PAUTE PROVINCIA DEL AZUAY, realizado por Jorge Adrian Chicaiza Nivicela con documento de identificación N° 0105993570 y por Josué Sebastián Hurtado Calle con documento de identificación N° 0104923669, obteniendo como resultado final el trabajo de titulación bajo la opción Proyecto técnico que cumple con todos los requisitos determinados por la Universidad Politécnica Salesiana.

Cuenca, 23 de enero del 2024

Atentamente,



Ing. Iván Alejandro Mejía Regalado, MSc.

0101883841

DEDICATORIA

El presente trabajo lo dedico a mis padres Medardo Hurtado y Narcisa Calle que fueron mi apoyo durante todo este periodo académico. Por su amor incondicional, apoyo constante y sacrificios innumerables. Este logro no habría sido posible sin su guía y aliento a lo largo de los años. Gracias por ser mi fuente inagotable de inspiración.

Josue Sebastian.

Hoy, al poder cumplir este logro muy importante de mi vida con la finalización de mi tesis, deseo dedicar este logro. A mis padres Jorge Chicaiza y María Nivicela, a mi hermano Iván Chicaiza, A mis abuelitas Mami Lolita (+), Mami Lulu (+), y a mi novia Andrea Paladines que me apoyaron y me dijeron que no me diera por vencido y que siguiera mi camino hasta el final.

Jorge Adrian.

AGRADECIMIENTO

A mis queridos hermanos Daniel Hurtado y Cristian Hurtado, su apoyo y orientación fueron fundamentales para alcanzar este logro académico.

A Iván Mejía, Por su orientación experta, sabiduría y dedicación a lo largo de este proyecto. Su mentoría ha sido fundamental para mi crecimiento académico

A mis amigos y seres queridos. Por su amistad, ánimo y momentos compartidos, que han hecho que este viaje sea más especial y memorable.

Josue Sebastian.

Al Ing. Iván Mejía, Por su orientación experta, sabiduría y dedicación a lo largo de este proyecto a más de su gran amistad y siempre queriendo lo mejor para mí. Su mentoría ha sido fundamental para mi crecimiento académico y personal para crecer como un buen ser humano.

A mis padres Jorge Chicaiza y María Nivicela, quien, con su apoyo incondicional, amor y su ejemplo de perseverancia, responsabilidad y dedicación me apoyaron para cumplir siempre con todas las metas que me imponga en el camino.

A mis amigos Pablo Yanes, Robinson Tenesaca, Geovanny Pulgarin y a mi mejor amigo Iván Alexander Mejía Carpio, gracias por tu amistad sincera, por nunca dejar que me dé por vencido y siempre apoyarme en todo.

A mi novia Andrea Paladines, que llego en un momento indicado y me apoya en todo momento como un gran pilar para continuar con nuestras metas, por motivarme hacer las cosas de mejor manera, gracias mi amor.

Jorge Adrian.

RESUMEN

Este proyecto se enfoca en el diseño geométrico y estructural de la vía San Cristóbal-Malima, en la provincia del Azuay, abarcando desde la abscisa 14+500 hasta la abscisa 17+400 km, tiene como objetivo principal garantizar la seguridad vial de los usuarios que transitan.

Para lograr este propósito, se llevó a cabo un levantamiento topográfico de la zona, proporcionando información sobre las características del terreno y su relieve. Asimismo, se realizó un conteo de tráfico para analizar el flujo vehicular en la vía, permitiendo determinar las necesidades de diseño. El respaldo de la prefectura tanto del Azuay como del GAD Parroquial de Paute resultó esencial, ya que proporcionaron información valiosa sobre las necesidades y requerimientos locales, contribuyendo significativamente a la retroalimentación para asegurar que el diseño final se alinee con las exigencias de la comunidad.

Se llevó a cabo un estudio de suelos para verificar los resultados y comprender las características geotécnicas del suelo, lo que permitió determinar las medidas necesarias para asegurar la estabilidad del pavimento. El proyecto cumplió con las normativas vigentes en cuanto al diseño geométrico de la carretera. En términos de pavimentación, se propuso una carpeta asfáltica de 3" de espesor para proporcionar una superficie duradera y resistente. Además, se consideró una base granular de 16 cm de espesor y una subbase granular de igual espesor para ofrecer estabilidad y soporte adecuados. Todos estos aspectos fueron calculados dentro de un presupuesto total de \$1.084.441,10 dólares.

Palabras Clave: Infraestructura vial, Seguridad vial, Levantamiento topográfico, Conteo de tráfico, Estudió de suelos, Diseño geométrico, Carpeta asfáltica.

ABSTRACT

This project focuses on the geometric and structural design of the San Cristóbal-Malima road in the Azuay province, spanning from station 14+500 to station 17+400 km. Its main objective is to ensure the road safety of the users who travel through it.

To achieve this purpose, a topographic survey of the area was carried out, providing information about the terrain characteristics and its relief. Additionally, a traffic count was conducted to analyze the vehicular flow on the road, allowing for the determination of design needs. The support from both the Azuay prefecture and the Parish GAD of Paute was essential, as they provided valuable information about local needs and requirements, significantly contributing to feedback to ensure that the final design aligns with the community's demands.

A soil study was conducted to verify the results and understand the geotechnical characteristics of the soil, enabling the determination of necessary measures to ensure pavement stability. The project complied with current regulations regarding road geometric design. In terms of paving, a 3-inch-thick asphalt layer was proposed to provide a durable and resistant surface. Additionally, a 16 cm thick granular base and an equal thickness granular subbase were considered to offer adequate stability and support. All these aspects were calculated within a total budget of \$1,084,441.10 dollars.

Keywords: Road infrastructure, Road safety, Topographic survey, Traffic count, Soil study, Geometric design, Asphalt layer.

ÍNDICE GENERAL

CERTIFICADO DE RESPONSABILIDAD Y AUTORÍA DEL TRABAJO DE TITULACIÓN	1
CERTIFICADO DE DIRECCION DEL TRABAJO DE TITULACION.....	3
DEDICATORIA	4
AGRADECIMIENTO	5
RESUMEN	6
ABSTRACT.....	7
1. ASPECTOS GENERALES.....	19
1.1. GLOSARIO.....	19
1.2. INTRODUCCIÓN	20
2. PROBLEMA DE ESTUDIO.....	21
2.1. ANTECEDENTES.....	22
2.2. LUGAR DE ESTUDIO.....	22
2.3. IMPORTANCIA Y ALCANCES	23
2.4. UBICACIÓN DEL PROYECTO.....	24
2.4.1. DELIMITACIONES.....	24
2.5. ESPACIAL O GEOGRÁFICA	25
3. OBJETIVOS.....	26
3.1. OBJETIVO GENERAL.....	26
3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	26

4.	MARCO METODOLOGICO	26
4.1.	MARCO TEÓRICO.....	27
4.2.	CARRETERAS.....	29
4.2.1.	CLASIFICACIÓN DE LAS CARRETERAS	29
4.2.2.	SEGÚN SU FUNCIÓN	29
4.2.3.	CLASIFICACIÓN DE LAS CARRETERAS EN FUNCIÓN DEL TPDA.....	29
4.2.4.	CAMINOS RURALES.....	29
4.2.5.	CAMINOS RURALES DE ASFALTO.....	30
4.2.6.	DEMANDA	30
4.2.7.	CAPACIDAD	30
4.3.	ELEMENTOS DE TRÁNSITO.....	31
4.3.1.	TRÁNSITO.....	31
4.3.2.	VOLÚMENES DE TRANSITO.....	31
4.3.3.	VOLÚMENES DE TRANSITO.....	32
4.3.4.	VOLÚMENES DE TRÁFICO PROMEDIO DIARIO.....	32
4.3.5.	TRÁFICO PROMEDIO DIARIO SEMANAL (TPDS).....	32
4.3.6.	TRÁFICO PROMEDIO DIARIO MENSUAL (TPDM)	33
4.3.7.	TRÁFICO PROMEDIO DIARIO MENSUAL (TPDM)	33
4.3.8.	AFOROS VEHICULARES	33
4.3.9.	AJUSTE DE VOLÚMENES DE TRAFICO.....	34

4.3.10.	FACTOR DE AJUSTE TRÁNSITO FUTURO.....	34
4.3.11.	DETERMINACIÓN DEL NÚMERO TOTAL DE EJES EQUIVALENTES ...	36
4.4.	DISEÑO GEOMÉTRICO	37
4.4.1.	VELOCIDAD DE DISEÑO	37
4.4.2.	VELOCIDAD DE ESPECIFICA	37
4.5.	DISEÑO GEOMÉTRICO HORIZONTAL	37
4.5.1.	TANGENTES	38
4.5.2.	CURVAS CIRCULARES SIMPLES	38
4.5.3.	RADIO MÍNIMO DE CURVATURA HORIZONTAL	40
4.5.4.	CURVAS DE TRANSICIÓN.....	41
4.5.5.	CURVAS CIRCULARES COMPUESTAS	43
4.5.6.	PERALTE.....	45
4.5.7.	TRANSICIÓN DEL PERALTE.....	46
4.5.8.	SOBREANCHO	47
4.5.9.	DISTANCIA DE VISIBILIDAD DE PARADA.....	48
4.5.10.	DISTANCIA DE VISIBILIDAD DE ADELANTO.....	49
4.6.	DISEÑO GEOMÉTRICO VERTICAL	49
4.6.1.	TANGENTES VERTICALES.....	49
4.6.2.	CURVAS VERTICALES.....	50
4.6.3.	CURVAS VERTICALES CONVEXAS	50

4.6.4.	CURVAS VERTICALES CÓNCAVAS.....	53
4.7.	PAVIMENTOS	54
4.7.1.	SERVICIABILIDAD.....	56
4.7.2.	ÍNDICE DE SERVICIABILIDAD INICIAL.....	56
4.7.3.	ÍNDICE DE SERVICIABILIDAD FINAL	56
4.7.4.	CONFIABILIDAD	57
4.7.5.	ERROR ESTÁNDAR COMBINADO	58
4.7.6.	MÓDULO RESILIENTE DE LA SUBRASANTE	58
4.7.7.	COEFICIENTE DE CAPAS.....	59
4.7.8.	CARACTERÍSTICAS ESTRUCTURALES DEL PAVIMENTO	63
4.8.	CLASIFICACION DE VEHICULOS	64
4.9.	SEÑALIZACIÓN VIAL	65
4.10.	DISEÑO DE CUNETAS.....	65
4.10.1.	COEFICIENTE DE ESCORRENTÍA	66
4.10.2.	INTENSIDAD DE LLUVIA	67
4.10.3.	SECCIÓN DE CANAL.....	68
5.	RESULTADOS	70
5.1.	TRÁFICO.....	70
5.1.1.	ANÁLISIS DE DATOS OBTENIDOS DE TRAFICO.....	70
5.1.2.	RECONOCIMIENTO DE CAMPO	71

5.1.3.	TRABAJO DE CAMPO.....	71
5.2.	TRABAJO DE OFICINA	71
5.2.1.	OBTENCIÓN DE DATOS.....	71
5.2.2.	PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS DE DATOS	71
5.2.3.	CREACIÓN DE MAPAS E INFORME DE VÍA	72
5.3.	ESTUDIO DE TRÁFICO	72
5.3.1.	PROYECCIÓN DEL TRÁFICO	76
5.4.	DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE	78
5.4.1.	CÁLCULO DEL ESALS.....	78
5.4.2.	DETERMINACION DEL FACTOR EQUIVALENTE DE CARGA	78
5.4.3.	ESTUDIO DE SUELOS (DATOS DE LABORATORIO	80
5.4.4.	DETERMINACIÓN DE PARÁMETROS DE CONFIABILIDAD (R).....	81
5.4.5.	DETERMINACIÓN DEL ERROR ESTÁNDAR COMBINADO	82
5.4.6.	DETERMINACIÓN DEL ÍNDICE DE SERVICIABILIDAD.....	82
5.4.7.	DETERMINACIÓN DE TIEMPO DE DISEÑO.....	82
5.4.8.	MÓDULO RESILIENTE DE LA SUBRASANTE	83
5.4.9.	CÁLCULO DEL MÓDULO RESILIENTE Y COEFICIENTES ESTRUCTURALES.....	83
5.4.10.	CÁLCULO DEL MÓDULO RESILIENTE PARA LA MEZCLA ASFÁLTICA	

5.4.11.	CARACTERÍSTICAS DEL DRENAJE.....	88
5.4.12.	ESPEORES DE PAVIMENTO	88
5.4.13.	CÁLCULO DEL NÚMERO ESTRUCTURAL REQUERIDO	89
5.5.	LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO	92
5.5.1.	PLANTEAMIENTO DEL GPD DIFERENCIAL (RTK)	92
5.6.	DISEÑO GEOMÉTRICO.....	93
5.6.1.	CONSIDERACIONES DE DISEÑO	94
5.7.	ALINEAMIENTO HORIZONTAL.....	94
5.7.1.	VELOCIDAD DE DISEÑO	94
5.7.2.	VELOCIDAD DE CIRCULACIÓN.....	94
5.7.3.	PERALTE (PE).....	95
5.7.4.	COEFICIENTE DE FRICCIÓN LATERAL (F).....	95
5.7.5.	RADIO MÍNIMO DE CURVATURA (RMIN).....	95
5.7.6.	DISTANCIA DE VISIBILIDAD (DP)Y DE REBASAMIENTO (DR).....	95
5.7.7.	SOBREANCHO	97
5.7.8.	RESULTADOS DE PARÁMETROS DEL DISEÑO HORIZONTAL	97
5.7.9.	DISEÑO HORIZONTAL	97
5.8.	DISEÑO VERTICAL	99
5.8.1.	DISTANCIA DE VISIBILIZAS PARA LA PARADA DE UN VEHÍCULO.....	102

5.8.2.	DISTANCIA DE VISIBILIZAS PARA REBASAMIENTO DE UN VEHÍCULO.	102
5.9.	CUNETAS	103
5.9.1.	COEFICIENTE DE ESCORRENTÍA	103
5.9.2.	INTENSIDAD DE LLUVIA	103
5.9.3.	VELOCIDAD MÁXIMA Y MÍNIMA.....	103
5.9.4.	COEFICIENTE DE RUGOSIDAD DE MANNING	104
5.9.5.	RELACIONES GEOMÉTRICAS PARA PARÁMETROS HIDRÁULICOS	105
5.10.	DISEÑO DE ALCANTARILLADO.....	105
5.10.1.	CAUDAL DE DISEÑO	105
5.10.2.	SECCION DE ALCANTARILLA	107
5.10.3.	ESTRUCTURA DE ENTRADA Y SALIDA.....	107
5.11.	CRONOGRAMA Y ACTIVIDADES PARA DESARROLLAR.....	108
5.12.	PRESUPUESTO.....	109
	CONCLUSIONES.....	110
	RECOMENDACIÓN.	111
	BIBLIOGRAFÍA	113
	ANEXOS	115

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Ubicación geográfica del proyecto	24
Tabla 2 Relaciones peralte-radio-velocidad específica.....	46
Tabla 3 Índice de serviciabilidad final.....	57
Tabla 4 Niveles de Confiabilidad.....	57
Tabla 5 Valores para la desviación estándar.....	58
Tabla 6 Valores recomendados para modificar los coeficientes de capas de base y subbase granulares	64
Tabla 7 Coeficiente de Escorrentía "C"	66
Tabla 8 Resultados de conteo vehicular.....	70
Tabla 9 resumen de giros.....	72
Tabla 10 Factores de ajuste semanal.....	73
Tabla 11 Factores de ajuste mensual	74
Tabla 12 Cálculo del factor del TPDA	74
Tabla 13 Resumen de tráfico observado en la intersección.....	75
Tabla 14 Proyección de tráfico proyectado en la intersección	75
Tabla 15 Tasas de crecimiento vehicular	76
Tabla 16 Proyección vehicular 2024 al 2044	77
Tabla 17 Factor Equivalente por tipo de carga.....	78
Tabla 18 Factor de distribución de carriles	79
Tabla 19 TPDA total	79
Tabla 20 Ensayo de laboratorio determinación CBR	80
Tabla 21 Valores normales de Desviación Estándar correspondientes a niveles de Confiabilidad seleccionada.....	81
Tabla 22 Periodo de diseño.....	83
Tabla 23 Módulo de elasticidad en base al material	87
Tabla 24 Valores recomendados del coeficiente ambiental y de drenaje (mi).....	88
Tabla 25 Espesores mínimos en función de ejes equivalentes (Asfalto y Base Granular)	89
Tabla 26 Datos para obtención (SN) de la subrasante.....	89
Tabla 27 Cálculo de los números estructurales Requeridos	91

Tabla 28 Cálculo de los Número estructurales Reales y espesores	91
Tabla 29 Comprobación de SN	91
Tabla 30 VELOCIDAD DE CIRCULACIÓN	94
Tabla 31 Resultados del diseño horizontal.....	97
Tabla 32 Pendiente de borde.....	98
Tabla 33 Velocidades máximas.....	104
Tabla 34 Caudal de diseño para las alcantarillas.....	106
Tabla 35 Valores de diseño para alcantarilla	107
Tabla 36 Clasificación de carreteras según el TPDA	117
Tabla 37 Radios mínimos de curvas en función del peralte “e” y del coeficiente de fricción lateral “f”	118
Tabla 38 Proyección de vehículos según modelo logístico	119
Tabla 39 Curvas Horizontales.....	125
Tabla 40 Datos de curvas verticales.....	126

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1 Ubicación del proyecto.....	25
Ilustración 2 Elementos geométricos de una curva circular simple.....	38
Ilustración 3 Elementos de una curva de transición.....	42
Ilustración 4 Fórmulas para el replanteo de una curva de transición.....	43
Ilustración 5 Ejemplo de una curva circular compuesta de dos radios.....	44
Ilustración 6 Transición del peralte.....	47
Ilustración 7 El sobreebanco de un carril de tránsito en una curva.....	48
Ilustración 8 Distancia de visibilidad de adelanto.....	49
Ilustración 9 Longitud de curva convexa, con $D < L$	51
Ilustración 10 Longitud de curva convexa, con $D > L$	51
Ilustración 11 Valores de K para las diferentes velocidades en curvas Convexas.....	52
Ilustración 12 Valores de K para las diferentes velocidades en curvas Concavas.....	54
Ilustración 13 Determinación del Módulo Resiliente de la capa asfáltica.....	60
Ilustración 14 Coeficiente estructural a_1 concreto asfáltico.....	61
Ilustración 15 Variación de coeficiente a_2 con diferentes parámetros de resistencia de la base granular.....	62
Ilustración 16 Coeficiente estructural a_3 , para subbase granular no tratada.....	63
Ilustración 17 Intensidad-Duración-Frecuencia de la estación de Paute.....	67
Ilustración 18 Intensidad de precipitación según Período de Retorno y Tiempo de Concentración.....	68
Ilustración 19 Sección típica de cuneta y canales triangulares.....	69
Ilustración 20 Ubicación de las estaciones.....	70
Ilustración 21 Cálculo del número de ejes equivalentes a 8.2 Tn.....	80
Ilustración 22 Estimación del número estructural de la subrasante.....	84
Ilustración 23 Estimación del número estructural de la base y Subbase.....	85
Ilustración 24 Estimación del Módulo Resiliente de la capa asfáltica.....	86
Ilustración 25 Ábaco para determinar número estructural del asfalto " a_1 ".....	87
Ilustración 26 Cálculo SN mediante el programa Ecuación AASHTO 93 por Luis.R Vasquez.....	90

Ilustración 27 Planteamiento del RTK.....	92
Ilustración 28 Levantamiento de puntos RTK.....	93
Ilustración 29 Elementos de una curva.....	98
Ilustración 30 Curva vertical N° 10.....	99
Ilustración 31 Curvas Verticales Convexas Mínimas.....	100
Ilustración 32 Curvas Verticales Cóncavas Mínimas.....	101
Ilustración 33 Valores del Coeficiente de Rugosidad de Manning.....	104
Ilustración 34 Cronograma de actividades.....	108
Ilustración 35 Proyecto vial San Cristóbal-Malima,tramo14+500 Km al 17+400 km.....	109
Ilustración 36 Valores de diseño recomendado para carreteras de dos carriles.....	115
Ilustración 37 Peso bruto Vehicular.....	116
Ilustración 38 Resultados de Laboratorio - Calicata C2.....	120
Ilustración 39 Resultados de Laboratorio - Calicata C4.....	121
Ilustración 40 Resultados de Laboratorio - Calicata C4.....	122
Ilustración 41 Resumen de ensayos de laboratorio subrasante.....	123
Ilustración 42 Curvas Horizontales.....	124
Ilustración 43 Excel de curvas Verticales.....	126

ASPECTOS GENERALES

1.1.GLOSARIO

- **Calle:** Vía destinada a la circulación de los peatones y vehículos.
- **CBR:** Es un ensayo para evaluar la calidad de un material de suelo con base en su resistencia, medida a través de un ensayo de placa a escala.
- **Fh:** Factor horario
- **Fd:** Factor diario
- **Fs:** Factor semanal
- **Fm:** Factor mensual
- **UTM:** Universal Transverse Mercator
- **TPDA:** Tráfico Promedio Diario Anual
- **To:** Tráfico inicial en un período de tiempo.
- **Tránsito:** Circulación de peatones y/o vehículos por vías de uso público.
- **Vehículo:** Medio de transporte que se utiliza para el traslado de personas por una vía.
- **Velocidad de diseño:** Diseño de una vía, que corresponde a la máxima velocidad a la que un vehículo puede circular con seguridad en condiciones de flujo libre.
- **Señalización vial:** Prevención de accidentes de tráfico con el objetivo de proteger la vida de los peatones y conductores.
- **Seguridad vial:** Prevención de accidentes de tráfico con el objetivo de proteger la vida de las personas.

1.2.INTRODUCCIÓN

La población de San Cristóbal tiene un total de 2.410 habitantes, dado que la agricultura es la principal fuente de sustento para sus residentes, es esencial contar con vías eficientes y rápidas para facilitar el transporte de sus productos. Con respecto a los Asentamientos Humanos, el Gobierno Autónomo Descentralizado (GAD) de Paute determinó una inversión inicial de \$18.836.313,83 dólares para los años 2015, 2016, 2017, 2018 y 2019. Posteriormente, con las reformas, esta cifra se incrementa a \$24.119.688,28 dólares, con un desembolso de \$11.839.856,80, representando un cumplimiento estimado del 49% del monto inicial (GADM Paute, 2020).

Los objetivos primordiales para mejorar la vialidad de la carretera que conecta San Cristóbal-Malima, incluyen dinamizar el comercio de productos locales, incrementar la movilidad entre áreas urbanas y rurales, garantizar comodidad y seguridad a los conductores y pasajeros, reducir los tiempos de viaje de la población y brindar un servicio eficiente al tráfico que circula por la vía. La existencia de baches causados por las lluvias aumenta los tiempos de llegada a destinos, provoca un mayor desgaste de los vehículos, obliga a la población a buscar rutas alternas y afecta la puntualidad en el traslado de productos. Además, la presencia de material granular suelto en la vía, ocasionado por el deslizamiento de neumáticos, puede afectar las vías respiratorias de la población.

El objetivo de mejorar el trazado geométrico y el diseño del pavimento en la vía San Cristóbal-Malima es ofrecer una solución integral para mejorar la calidad de vida de la población de la parroquia de Paute, según los beneficios descritos anteriormente. El procedimiento incluirá

la instalación de una estación para cuantificar el volumen de tráfico durante una semana y las veinticuatro horas, determinando así la tasa de crecimiento para una proyección a veinte años del diseño de la estructura del pavimento según la Normativa AASHTO 1993. Esto se llevará a cabo con un levantamiento topográfico utilizando RTK, abarcando una franja topográfica de diez metros a cada lado del eje de la vía. Se colocarán estaciones de cambio cada quinientos metros con RTK, y los datos se depurarán mediante el uso de varios softwares, como Office Excel y AutoCAD Civil 3D. El diseño geométrico se realizará con Autodesk Civil 3D, y se realizará una comprobación analítica basada en la Normativa del Ministerio de Transporte y Obras Públicas del año 2003, así como en el Manual de Carreteras 2011.

El propósito final de esta investigación es el Diseño Geométrico y Estructural de Pavimento de la Vía San Cristóbal-Malima, que conecta las vías El Descanso y Uzhupud. Este desarrollo permitirá obtener un diseño definitivo que aborde las deficiencias tanto en el trazado como en la estructura del pavimento.

PROBLEMA DE ESTUDIO

El GAD parroquial de Paute manifiesta su inconformidad con la vía San Cristóbal – Malima ya que, esta no presenta un pavimentado de vía que dificulta el transitar por la misma, presentando problemas como daños en los vehículos, problemas de salud dado por el polvo, inseguridad vial que pueden desencadenar en siniestros, perdidas tanto para la comunidad como para el GAD. Por este motivo, se ve necesario mejorar las condiciones geométricas y estructurales de la vía y genere un bienestar a la población del sector.

2.1.ANTECEDENTES

En la vía San Cristóbal, se han ejecutado labores de mitigación en las cunetas, junto con operaciones de limpieza y bacheo, incluyendo el relleno de baches y ajuste de su rasante. Estas intervenciones son esenciales para mantener la operatividad de la vía, dado su papel crucial como conexión entre diversas comunidades como Tacapamba, Villaflor.

Dada la diversidad de necesidades viales a lo largo de esta red, en el proceso de diseño se evaluará el riesgo asociado, especialmente en términos de cumplimiento con la normativa vigente del Ministerio de Transporte y Obras Públicas, considerando aspectos como los radios de curvatura.

2.2.LUGAR DE ESTUDIO

En el año 1846 San Cristóbal es reconocida como parroquia, la cual contiene una superficie de 17.90 km².

Se encuentra ubicado en el Sur de Ecuador, Azuay y perteneciente al Cantón Paute, cuenta con un total de 2.410 habitantes, 11 comunidades con una extensión de 17.12 Km². Con una altitud entre 2000 – 3000 m.s.n.m. Según su humedad esta clasificación como Semi-Húmedo y Húmedo (Se localiza en la zona interandina y zonas con alturas mayores a los 1.900 m hasta los 3.200 m) ; las temperaturas medias anuales varían entre 12° y 20° C, la temperatura máxima llega hasta 30°C y la baja los 0°C; las lluvias anuales fluctúan entre los 500 mm y 2.000 mm; la humedad relativa varía de 65% a 85%; y la duración de la insolación está comprendida entre las 1.000 y 2.000 horas anuales(GAD DE SAN CRISTÓBAL, 2015).

Los caminos rurales representan una infraestructura esencial para el desarrollo social, económico de comunidades rurales, generalmente ubicadas en áreas accesibles. La oferta de servicios básicos es muy limitada y se observa dinamismo comercial obstaculizado por dificultades

en el transporte de productos e insumos.

En lo relacionado a la producción agrícola, el principal cultivo es el de maíz en asocio con el fréjol, Mientras que las hortalizas se siembran en pequeños huertos familiares junto a las viviendas y están destinadas una parte sirven para el consumo familiar. En los terrenos de producción agrícola se encuentran sembrados en forma dispersa árboles frutales como el higo, nogal, capulí, claudias, santa rosa, manzanas y peras principalmente.

En el Sistema Nacional de Información se observa que en San Cristóbal predominan las habitantes de sexo femenino con un porcentaje del 53,5%, frente a los del sexo masculino que presentan un porcentaje del 46,52%(GAD DE SAN CRISTÓBAL, 2015).

2.3.IMPORTANCIA Y ALCANCES

La parroquia San Cristóbal enfrenta problemas en sus vías comunitarias y caminos vecinales debido a su mal estado, incluyendo problemas en la calzada y la ausencia de drenajes transversales. La construcción de viviendas cerca de las vías sin considerar elementos como quebradas secas y la falta de estabilidad en los taludes agrava la situación, resultando en deslizamientos durante las épocas de lluvia que pueden bloquear el paso de estas vías. Esta situación dificulta la comunicación entre las comunidades. La mejora de las vías terciarias y caminos vecinales es crucial para facilitar el transporte, por lo que el mantenimiento vial se vuelve esencial para el servicio que brindan a las comunidades y sectores productivos. Se destaca la necesidad de aplicar una carpeta asfáltica en la vía San Cristóbal–Malima–Paute, ya que sirve como una ruta alterna al corredor arterial (E40).

Dado que las carreteras desempeñan un papel crucial en la mejora del desarrollo socioeconómico de la comunidad de San Cristóbal - Malima y sus áreas circundantes, las cuales

se dedican a la explotación de los recursos naturales mediante actividades como la agricultura, la ganadería y el turismo(GAD DE SAN CRISTÓBAL, 2015).

Incide en la limitación de no generar vías de buena calidad. Esta situación se debe a que la mayoría de los fondos económicos son invertidos en las zonas urbanas, desatendiendo las necesidades de las zonas del sector rural. Sin embargo, se debe tomar en cuenta que la construcción de vías en buena calidad favorecerá al desarrollo económico y social de los moradores de las poblaciones rurales, siendo factible una solución como lo es el correcto diseño vial que favorezca al transporte con la finalidad de evitar el aislamiento de una parroquia con otra.

Es asegurar que la propuesta de diseño sea tanto técnica como económicamente viable. Con esto, se busca facilitar una circulación segura para toda la población que utiliza esta vía.

2.4.UBICACIÓN DEL PROYECTO

2.4.1. DELIMITACIONES

El problema de estudio se delimita en:

Tabla 1

Ubicación geográfica del proyecto

Abscisa	Coordenadas E.	Coordenadas N.	Cota
Km 14+500	747119.734	9687369.47	2441.389
Km 17+400	747595.479	9688323.473	2223.2

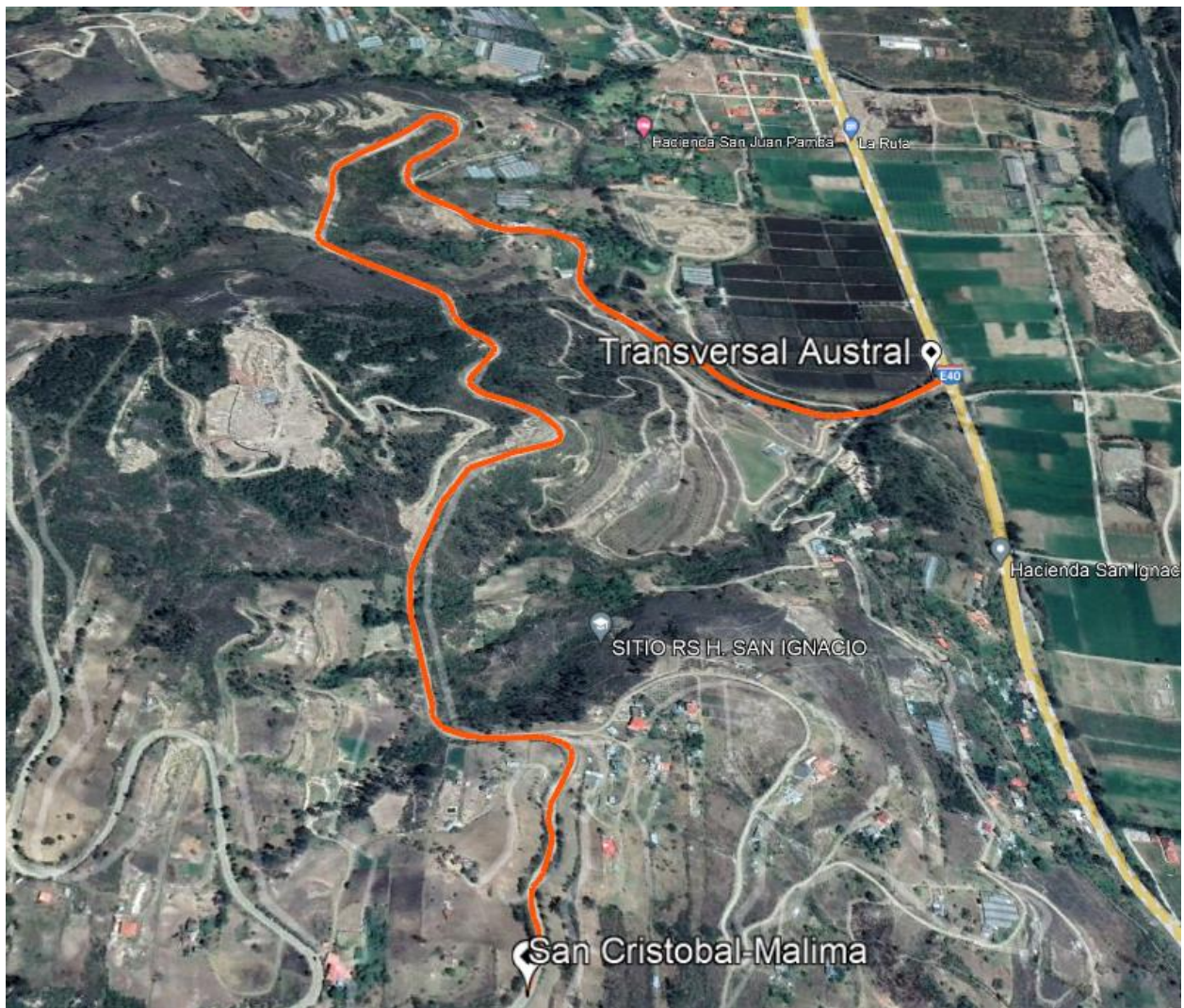
Fuente. Elaboración propia.

2.5.ESPACIAL O GEOGRÁFICA

El proyecto se desarrollará en la comunidad San Cristóbal- Malima como se observa en la Ilustración 1.

Ilustración 1

Ubicación del proyecto



Fuente. Google Earth.

OBJETIVOS

3.1.OBJETIVO GENERAL

- Realizar el diseño geométrico y estructural de la vía San Cristóbal – Malima de la abscisa 14+500 hasta la abscisa 17+400 perteneciente a la parroquia Azuay del cantón Paute.

3.2.OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Realizar el levantamiento topográfico.
- Establecer los parámetros iniciales como: capacidad portante del suelo, y estudio de tráfico para el diseño de la vía.
- Realizar el diseño geométrico y diseño de pavimentos para la vía.
- Evaluar las obras de arte existentes en el tramo de vía.

MARCO METODOLOGICO

La vía San Cristóbal-Malima ya está establecida y requerirá ajustes en su trazado para mejorar sus características geométricas y la capacidad del pavimento, buscando así optimizar la circulación, brindar mayor comodidad a los conductores, impulsar el transporte público y facilitar el acceso a centros de salud.

- El enfoque abarcará un conjunto de actividades destinadas a preservar las vías en condiciones seguras, cómodas y fluidas, con un costo mínimo (Fundora, 2019).
- El estudio se basó en directrices para garantizar un desplazamiento cómodo y seguro, abordando aspectos como pavimentos, drenajes, dispositivos de seguridad, señalización, taludes y drenaje, siendo esenciales para el funcionamiento adecuado de la infraestructura vial (De Solminihac, Echaveguren y Chamorro, 2019).

- El análisis de tráfico incluyó un conteo de tráfico durante siete días, la proyección para determinar el Tráfico Promedio Diario Anual (TPDA), usado para la categorización vial según el Ministerio de Transportes y Obras Públicas (2003), y siguió las recomendaciones de Cal y Mayor y Cárdenas (2018).
- El levantamiento topográfico y la clasificación del suelo, incluida la determinación del CBR, se llevaron a cabo según las directrices de Cárdenas (2013) y las recomendaciones de Braja M. Das (2015).
- El diseño de la estructura del pavimento siguió el método AASHTO 1993.
- Se empleó el software Autodesk Civil 3D para el diseño horizontal y vertical, y la elaboración de planos, siguiendo las guías de Ugarte (2016) y Vargas (2015).
- La depuración de datos topográficos siguió las directrices de Wirshing y Wirshing (1987).
- El cálculo de curvas horizontales, verticales, distancia de visibilidad y sobreeanchos se basó en la Normativa Nacional del Ministerio de Transporte y Obras Públicas (2003). El peralte de la vía se ajustó conforme a la Normativa AASHTO (2011).
- El análisis fue procesado en hojas de cálculo Excel, siguiendo las pautas de Cárdenas (2013).
- El presupuesto se elaboró con las cantidades de obra obtenidas utilizando el programa INTERPRO.

4.1.MARCO TEÓRICO

Volumen, tasa de flujo, demanda y capacidad: En el ámbito de la ingeniería de tránsito, la principal medida de importancia es el conteo o aforo, que puede ser de vehículos, ciclistas, pasajeros o peatones. Estos conteos se llevan a cabo para obtener estimaciones de Volumen, Tasa de Flujo, Demanda y Capacidad (Cal y Mayor y Cárdenas, 2018).

Volúmenes de tránsito promedio diarios: Se define el Volumen de Tránsito Promedio Diario (TPD) como el número total de vehículos que pasa durante un periodo de tiempo igual o menor a un año y mayor que un día, dividido por el número de días del periodo (Cal y Mayor y Cárdenas, 2018).

Variación del volumen de tránsito en la hora de máxima demanda: Un volumen horario de máxima demanda, a menos que tenga una distribución uniforme, no necesariamente indica una frecuencia constante de flujo durante toda la hora. Esto implica que hay periodos cortos dentro de la hora con tasas de flujo mucho mayores que las de la hora completa.

Tráfico: El diseño de una carretera o tramo debe basarse, entre otras consideraciones, en datos de tráfico para compararlo con la capacidad, es decir, el volumen máximo de vehículos que una carretera puede manejar. El tráfico afecta directamente las características del diseño geométrico. La información sobre tráfico debe incluir la determinación del tráfico actual (volúmenes y tipos de vehículos) y estudios de tráfico futuro utilizando pronósticos (MTO, 2003).

Ensayos De Resistencia Para Suelos De Subrasante: Los ensayos diseñados para evaluar la resistencia de un suelo ante cargas dinámicas de tránsito son diversos, siendo los más usuales: Relación de Valor Soporte California (CBR), Valor de resistencia de Hveem (Valor R), Ensayo de placa de carga (Valor k), Penetración dinámica con cono y Módulo resiliente (AASHTO, 1993).

Espesores mínimos en función del SN: En la fase inicial, se realiza la selección de materiales para cada capa, como, por ejemplo, una capa de concreto asfáltico en caliente, una base tratada con asfalto y una subbase granular. Los módulos resilientes de cada capa son conocidos. Utilizando el ábaco, es posible determinar los números estructurales necesarios para proteger cada capa no tratada, reemplazando el módulo resiliente de la subrasante con el módulo resiliente de la capa directamente inferior (AASHTO, 1993).

4.2.CARRETERAS

Una carretera es una infraestructura de transporte especialmente acondicionada dentro de toda una faja de terreno denominada derecho de vía, con el propósito de permitir la circulación de vehículos de manera continua en el espacio y en el tiempo, con niveles adecuados de seguridad y comodidad(Cárdenas Grisales, 2013).

4.2.1. CLASIFICACIÓN DE LAS CARRETERAS

4.2.2. SEGÚN SU FUNCIÓN

- **CARRETERAS PRIMARIAS O DE PRIMER ORDEN:** Son aquellas vías troncales, transversales y de accesos a las capitales de los Departamentos, que cumplen la función básica de integración de las principales zonas de producción y de consumo del país(Cárdenas Grisales, 2013).
- **CARRETERAS SECUNDARIAS O DE SEGUNDO ORDEN:** Son aquellas vías que unen cabeceras municipales entre sí y/o que provienen de una cabecera municipal y conectan con una carretera Primaria(Cárdenas Grisales, 2013).
- **CARRETERAS TERCARIAS O DE TERCER ORDEN:** Son aquellas vías de acceso que unen cabeceras municipales con sus veredas, o que unen veredas entre sí.

4.2.3. CLASIFICACIÓN DE LAS CARRETERAS EN FUNCIÓN DEL TPDA

Las carreteras pueden clasificarse en las siguientes jerarquías dependiendo del TPDA (Ministerio de Obras Públicas (MTO), 2003) . Anexo C

4.2.4. CAMINOS RURALES

Los caminos rurales son el medio de comunicación más importante para el agricultor, muchos de ellos no se encuentran en las condiciones que debieran, y cuando llueve se

llenan de barro, volviéndose intransitables. En muchos casos solamente pueden circular los carros de altas ruedas, las cuales se hunden en el barro hasta llegar al suelo firme, cuando estos caminos se secan o cuando hiela, el barro se endurece, formándose roderas o crestas, que también dificultan el tránsito. Hoy día, en que la agricultura se va mecanizando, los carros tirados por animales van siendo sustituidos por remolques arrastrados por tractores, el paso de los tractores de ruedas por estos caminos, cuando están embarrados, es difícil porque las ruedas resbalan, y cuando están secos o helados, el paso por roderas o crestas se hace dando tumbos, es decir, a costa de someter a las máquinas a un movimiento constante que daña su estructura y, a la larga, provoca averías. (Granda, 2006)

4.2.5. CAMINOS RURALES DE ASFALTO

El proceso de pavimentación de vías y calles es una técnica que se ha industrializado para crear aceras mucho más duraderas en el tiempo, además de brindar estabilidad y seguridad a vehículos y peatones, un pavimento flexible la superficie será de hormigón asfáltico, sin juntas y de no más de 10 cm de espesor. La base mide aproximadamente 20 cm y suele tener una subbase.

4.2.6. DEMANDA

La demanda es el número de vehículos (o personas) que desean viajar y pasar por el punto por un tiempo determinado.

4.2.7. CAPACIDAD

Su capacidad es el número máximo de vehículos que pueden pasar el punto por un cierto tiempo. En un momento, el volumen actual nunca será mayor que la capacidad real, sin embargo, hay una situación en la que parece ser precisamente porque la capacidad se estima o calcula con

varios procedimientos y no se observa directamente en el campo.

4.3.ELEMENTOS DE TRÁNSITO

4.3.1. TRÁNSITO

El diseño de una carretera o de cualquiera de sus partes se debe basar en datos reales del tránsito, o sea, del conjunto de vehículos y los usuarios que circularan por ella. El tránsito indica para que servicio se va a construir la vía y afecta directamente las características geométricas del diseño.(Cárdenas Grisales, 2013.)

4.3.2. VOLÚMENES DE TRANSITO

Los estudios sobre volúmenes de tránsito se realizan con el objetivo de obtener datos reales del movimiento tanto vehicular como peatonal sobre puntos específicos dentro de una vía o carretera y en donde estos resultados son expresados en función del tiempo. El volumen de tránsito se define como el número de vehículos que pasan por un punto o sección transversal dados, de un carril o calzada, durante un periodo determinado. (Cal & Cárdenas, 1994)

Su ecuación es:

$$Q = N/T \quad (1)$$

Donde:

Q : representa los vehículos que pasan por unidad de tiempo. (vehículos/periodo).

N :es el número total de vehículos que pasan.

T : indica un periodo determinado (unidades de tiempo).

4.3.3. VOLÚMENES DE TRANSITO

Dependiendo de los periodos de tiempo se presentan los siguientes volúmenes absolutos(Cal & Cárdenas, 1994)

- **Tráfico horario (TH):** corresponde al número de vehículos durante una hora.
- **Tráfico diario (TD):** corresponde al número de vehículos durante un día.
- **Tráfico semanal (TS):** corresponde al número de vehículos durante una semana.
- **Tráfico mensual (TM):** corresponde al número de vehículos durante un mes.
- **Tráfico anual (TA):** corresponde al número de vehículos durante un año.
- **Tasa de flujo (q):** corresponde al número de vehículos durante un periodo inferior a una hora (15 o 30 minutos).

4.3.4. VOLÚMENES DE TRÁFICO PROMEDIO DIARIO

El volumen de tráfico promedio diario (*TPD*) se define como la relación entre el número de vehículos que conducen en un cierto período de tiempo (días completos igual o menor a un año y mayor a un día) y el número de días del periodo.

Dependiendo del período de estudio, los volúmenes diarios promedio pueden ser los siguientes:

$$TPD = \frac{N}{1 \text{ día} < T < 1 \text{ año}} \quad (2)$$

Donde *N* representa el número de vehículos y *T* es el periodo de tiempo.

4.3.5. TRÁFICO PROMEDIO DIARIO SEMANAL (TPDS)

Se define como el número de vehículos que pasan por un determinado punto de una vía en un periodo de una semana continua y se representa mediante la siguiente expresión:

$$TPDS = \frac{TS}{7} \text{ Veh/día} \quad (3)$$

4.3.6. TRÁFICO PROMEDIO DIARIO MENSUAL (TPDM)

Consiste en el número de vehículos que pasan por un determinado punto de la hasta dentro de un mes, su valor se presenta de la siguiente manera:

$$TPDM = \frac{TM}{30} \text{ Veh/día} \quad (4)$$

4.3.7. TRÁFICO PROMEDIO DIARIO MENSUAL (TPDM)

“Representa el tránsito total que circulará por la carretera durante un año dividido por 365, es decir representa el volumen de tránsito promedio por día” (MOP, 2003). Este valor se encuentra definido mediante la siguiente expresión:

$$TPDA = \frac{TA}{365} \text{ Veh/día} \quad (5)$$

4.3.8. AFOROS VEHICULARES

La determinación del volumen de tránsito es parte fundamental para la evaluación y diseño de carreteras, puesto que su sobreestimación podría producir un sobredimensionamiento de estas y por ende ocasionará pérdidas económicas, por otro lado, la subestimación del tráfico dará como resultado un deficiente nivel de servicio en la carretera; por lo que será necesario recolectar la información más precisa posible.(Ha & Oh, 2014)

4.3.9. AJUSTE DE VOLÚMENES DE TRAFICO

“La unidad de medida del tráfico en una determinada sección de carretera es el volumen del tráfico Promedio Diario Anual. El TPDA equivale al volumen vehicular medio diario correspondiente a un año calendario”(MTOPI, 2013).

EL TPDA se puede calcular mediante muestreos, y existen cuatro factores de variación que son:

$$TPDA = T_a * F_h * F_d * F_s * F_m \quad (6)$$

Donde

T_a : Trafico aforado

F_h : Factor de ajuste horario

F_d : Factor de ajuste diario

4.3.10. FACTOR DE AJUSTE TRÁNSITO FUTURO

La previsión de vida útil de las carreteras en el Ecuador suele ser de 15 o 20 años. Esto es de gran ayuda porque estas predicciones proporcionan los datos que darán el diseño geométrico de las calles. Hay muchas formas de generar tráfico en el futuro. Haciendo uso del modelo logístico, Esto se basa en el uso del índice de motorización (T_m), lo que tiende a significar cuántos autos hay en la ciudad en base a cada mil habitantes en el periodo de un año determinado k , utilizando estas series históricas de T_m , identificaremos los índices de saturaciones (T_s), T_m puede ser constante, lo que da a conocer que cuando aumenta la población aumentan los turismos, pero las velocidades de motorizaciones tienden a ser constantes, los valores de T_s aumentarán los coeficientes de regresiones y se ajusta mejor a la siguiente ecuación.(MTOPI, 2003)

$$T_m = \frac{T_s}{1+e^{a+bt}} \quad (7)$$

Donde:

- v = Tasa de motorización para un año k (vehículos/1000 habitantes).
- T_s = Tasa de Saturación (Vehículos/1000 habitantes).
- e = Base del logaritmo natural.
- t = Tiempo.

Dado que esta ecuación tiene tres variables, se puede reducir a una forma de línea recta con la regresión apropiada, dando: (MTOP, 2003)

$$(a + bt) = \ln\left(\frac{T_s}{T_m} - 1\right) \quad (8)$$

Dado que T_s se superpone y T_m son datos anuales, la ecuación tiende a tener una forma de una línea recta y hay una manera de usar la regresión lineal para poder hallar el valor de (a) en base a la ordenada inicial y (b) como la pendiente.(Ministerio de Obras Públicas (MTOP), 2003)

$$Y = a + bt \quad (9)$$

$$Y = 2.539 - 0.094t$$

“Podemos calcular la tasa de proyección esperada de los vehículos durante 5 años usando la ecuación que se describe a continuación”(Ministerio de Obras Públicas (MTOP), 2003).

$$\sqrt[n]{\frac{TF}{TA}} - 1 = i \quad (10)$$

Donde:

- TF : = Tráfico Futuro para el año $n+5$.
- TA = Tráfico Actual para el año n .
- n = Número de años transcurridos entre $TA+TF$ ($n+5-n=5$).
- i = Tasa de crecimiento para los cinco años.

4.3.11. DETERMINACIÓN DEL NÚMERO TOTAL DE EJES EQUIVALENTES

Para los cálculos de tránsito, el método actual calcula el equivalente a 18 000 libras (8,2 toneladas) de ejes individuales acoplados durante la fase de los diseños. “La siguiente ecuación se usa para poder calcular los parámetros del tráfico W18 en los carriles de diseño”(AASHTO, 1993).

$$W18 = DD * DL * W18 \quad (11)$$

Donde:

- $W18$ = Es el Tránsito acumulado en los primeros años, en ejes equivalentes sencillos de 8.2 Ton, en el carril de diseño.
- DD = Factores de distribuciones direccionales.
- $W18$ = Ejes equivalentes acumulados en ambas direcciones.
- DL = Factor de distribución por carril, cuando se tenga dos o más carriles por sentido visualizar **Anexo A**.

4.4.DISEÑO GEOMÉTRICO

4.4.1. VELOCIDAD DE DISEÑO

La velocidad de diseño o velocidad de proyecto de un tramo de carretera es la velocidad guía o de referencia que permite definir las características geométricas mínimas de todos los elementos del trazado, en condiciones de comodidad y seguridad. Por lo tanto, ella representa una referencia mínima.(Cárdenas Grisales, 2013, p. 38)

Este parámetro está definido en función a la demanda y orografía de la carretera a diseñar.

4.4.2. VELOCIDAD DE ESPECIFICA

“La velocidad específica de un elemento de diseño, es la máxima velocidad que puede mantenerse a lo largo del elemento considerado aisladamente, en condiciones de seguridad y comodidad, cuando encontrándose el pavimento húmedo y las llantas en buen estado; las condiciones meteorológicas, del tránsito y las regulaciones son tales que no imponen limitaciones a la velocidad”(Cárdenas Grisales, 2013, p. 176).

4.5.DISEÑO GEOMÉTRICO HORIZONTAL

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

4.5.1. TANGENTES

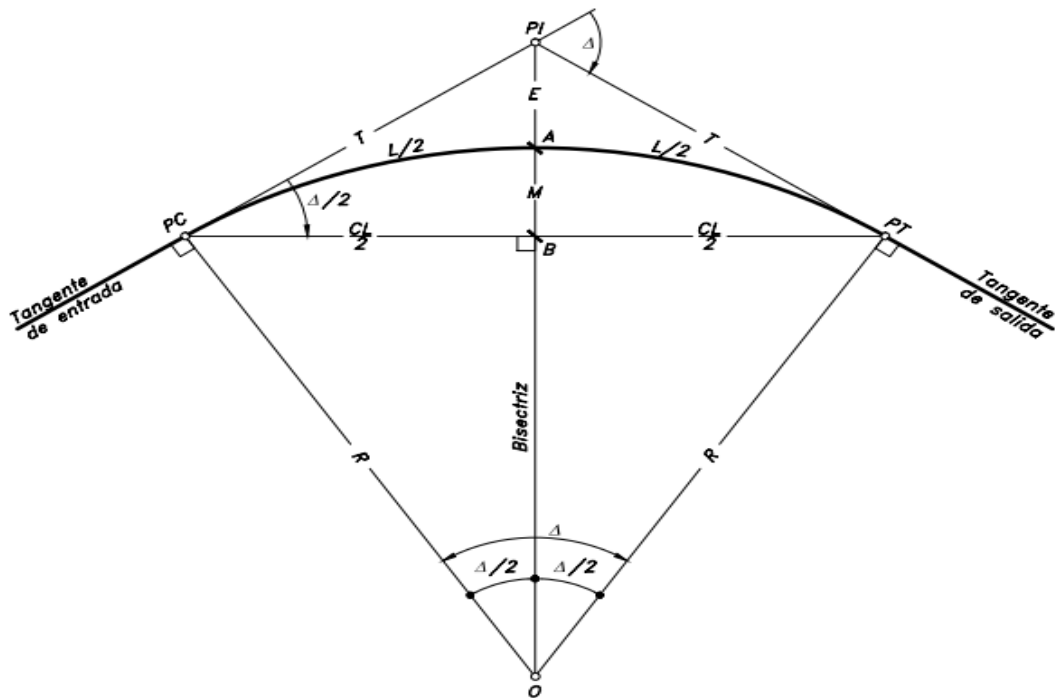
“Son la proyección sobre un plano horizontal de las rectas que unen las curvas. Al punto de intersección de la prolongación de dos tangentes consecutivas se lo llama PI y al ángulo de definición, formado por la prolongación de una tangente y la siguiente se lo denomina “ α ” (alfa)”(MTOP, 2003, p. 35).

4.5.2. CURVAS CIRCULARES SIMPLES

Las curvas horizontales circulares simples son arcos de circunferencia de un solo radio

Ilustración 2

Elementos geométricos de una curva circular simple.



Fuente. Cárdenas Grisales, James. Diseño geométrico de carreteras. Bogotá. 2013

Donde:

- **PI** = Punto de intersección de las tangentes o vértice de la curva.
- **PC** = Principio de curva: punto donde termina la tangente de entrada y empieza la curva.
- **PT** = Principio de tangente: punto donde termina la curva y empieza la tangente de salida.
- **O**= Centro de la curva circular.
- Δ = Ángulo de deflexión de las tangentes: ángulo de deflexión principal. Es igual al ángulo central subtendido por el arco PC·PT.
- **R** = Radio de la curva circular simple.

$$R = \frac{T}{tg \frac{\Delta}{2}} \quad (12)$$

- **T** = Tangente o subtangente: distancia desde el PI al PC o desde el PI al PT.

$$t = R * tg \frac{\Delta}{2} \quad (13)$$

- **L** = Longitud de curva circular: distancia desde el PC al PT a lo largo del arco circular, o de un polígono de cuerdas.
- **CL** = Cuerda larga: distancia en línea recta desde el PC al PT.

$$CL = 2 * R * \sin \frac{\Delta}{2} \quad (14)$$

- **E** = Externa: distancia desde el PI al punto medio de la curva A.

$$E = T * tg \frac{\Delta}{4} \quad (15)$$

- **M** = Ordenada media: distancia desde el punto medio de la curva A al punto medio de la cuerda larga B.

$$M = R * (1 - \cos \frac{\Delta}{2}) \quad (16)$$

4.5.3. **RADIO MÍNIMO DE CURVATURA HORIZONTAL**

El radio mínimo de la curvatura horizontal es el valor más bajo que posibilita la seguridad en el tránsito a una velocidad de diseño dada en función del máximo peralte (*e*) adoptado y el coeficiente (*f*) de fricción lateral correspondiente. El empleo de curvas con Radios menores al mínimo establecido exigirá peraltes que sobrepasen los límites prácticos de operación de vehículos. Por lo tanto, la curvatura constituye un valor significativo en el diseño del alineamiento (MTOP, 2003, p. 36). **Anexo D**

$$R = \frac{V^2}{127(e + f)} \quad (17)$$

Donde:

R = Radio mínimo de una curva horizontal, m.

V = Velocidad de diseño, Km/h.

f = Coeficiente de fricción lateral.

e = Peralte de la curva, m/m (metro por metro ancho de la calzada). Radio mínimo calculado

4.5.4. *CURVAS DE TRANSICIÓN*

“Las curvas de transición, son espirales que tienen por objeto evitar las discontinuidades en la curvatura del trazo, por lo que, en su diseño deberán ofrecer las mismas condiciones de seguridad, comodidad y estética que el resto de los elementos del trazo. Con tal finalidad y a fin de pasar de la sección transversal con bombeo (correspondiente a 39 los tramos en tangente), a la sección de los tramos en curva provistos de peralte y sobreebanco, es necesario intercalar un elemento de diseño, con una longitud en la que se realice el cambio gradual, a la que se conoce con el nombre de longitud de transición”(Meléndez Muñoz, 2019, p. 38).

La ecuación de la Clotoide (Euler) está dada por:

$$R * L = A^2 \quad (18)$$

Dónde:

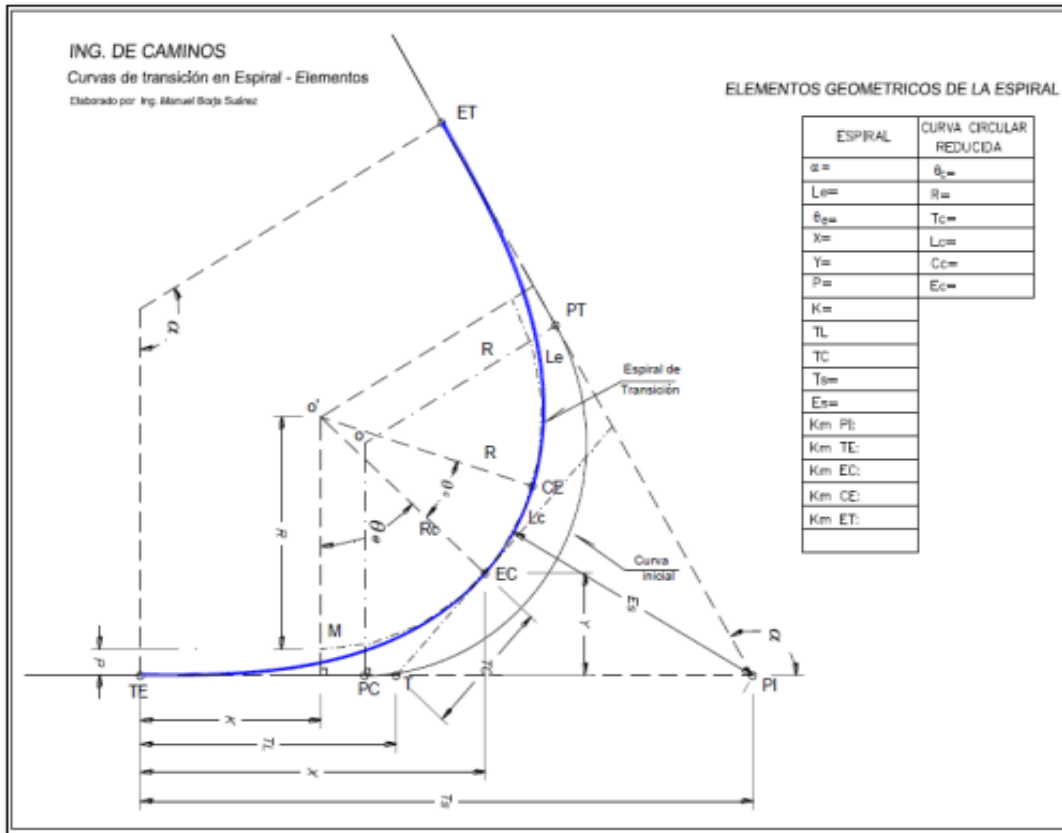
R: radio de curvatura en un punto cualquiera.

L: Longitud de la curva

A: Parámetro de la clotoide, característico de la misma.

Ilustración 3

Elementos de una curva de transición.



Fuente. Ing. Manuel Borja

Ilustración 4

Fórmulas para el replanteo de una curva de transición.

Elementos geométricos de una espiral de transición:

$$\theta = \frac{Le}{2R}$$
$$X = Le \left(1 - \frac{\theta^2}{10} + \frac{\theta^4}{216} - \frac{\theta^6}{9360} + \frac{\theta^8}{685440} - \frac{\theta^{10}}{76204800} + \dots \right)$$
$$Y = Le \left(\frac{\theta}{3} - \frac{\theta^3}{42} + \frac{\theta^5}{1320} - \frac{\theta^7}{75600} + \frac{\theta^9}{6894720} - \dots \right)$$
$$\theta_e = \frac{90Le}{\pi R} \rightarrow \text{Verificar : } \theta_e \leq \frac{\alpha}{2}$$
$$\theta_c = \alpha - 2\theta_e$$
$$P = Y - R \cdot (1 - \cos \theta_e)$$
$$K = X - R \cdot \text{Sen } \theta_e$$
$$TL = X - \left(\frac{Y}{\text{Tang}(\theta_e)} \right)$$
$$TC = \frac{Y}{\text{Sen}(\theta_e)}$$
$$Ts = (R + P) \text{Tang} \left(\frac{\alpha}{2} \right) + K$$
$$Es = \frac{R \cdot (1 - \cos \frac{\alpha}{2}) + P}{\cos(\alpha / 2)}$$

Donde:

X = Coordenada X del fin de la Espiral
Y = Coordenada Y del fin de la Espiral

θ = Angulo en decimales
 θ_e = Angulo central de la espiral
 θ_c = Angulo central en la nueva curva circular
 α = Angulo de deflexión de la curva circular

Le = Longitud de la espiral entrada = salida
R = Radio de la curva circular inicial

P = Retraqueo
K = Desplazamiento

TL = Tangente larga
TC = Tangente Corta
Ts = Tangente de la espiral
Es = Externa de la espiral

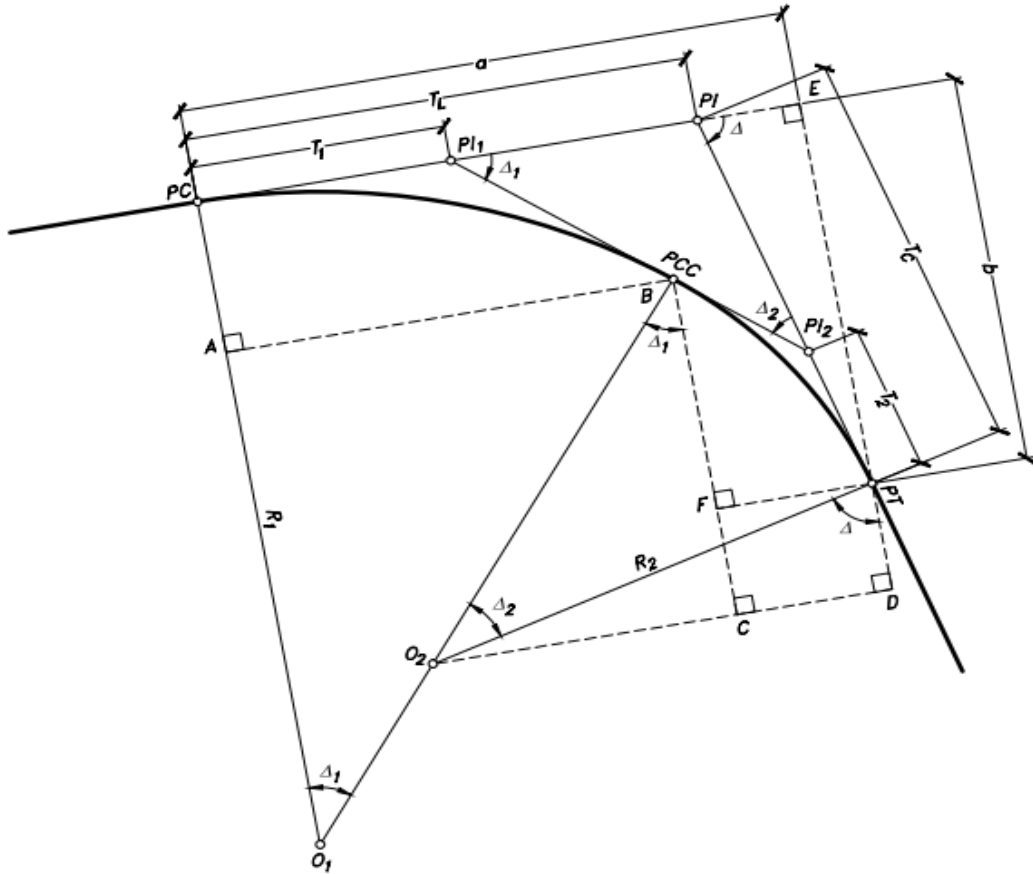
Fuente. Ing. Manuel Borja

4.5.5. CURVAS CIRCULARES COMPUESTAS

“Las curvas circulares compuestas son aquellas que están formadas por dos o más curvas circulares simples. Se pueden emplear en terrenos montañosos, cuando se quiere que la carretera quede lo más ajustada posible a la forma del terreno o topografía natural, lo cual reduce el movimiento de tierras”(Cárdenas Grisales, 2013, p. 145).

Ilustración 5

Ejemplo de una curva circular compuesta de dos radios.



Fuente. Cárdenas Grisales, James. Diseño geométrico de carreteras. Bogotá. 2013.

PI = Punto de intersección de las tangentes.

PC = Principio de la curva compuesta.

PT = Fin de la curva compuesta o principio de tangente.

PCC = Punto común de curvas o punto de curvatura compuesta. Punto donde termina la primera curva circular simple y empieza la segunda.

R1 = Radio de la curva de menor curvatura o mayor radio.

R2 = Radio de la curva de mayor curvatura o menor radio.

O1 = Centro de la curva de mayor radio.

O2 = Centro de la curva de menor radio.

Δ = Ángulo de deflexión principal.

Δ_1 = Ángulo de deflexión principal de la curva de mayor radio.

Δ_2 = Ángulo de deflexión principal de la curva de menor radio.

T1 = Tangente de la curva de mayor radio.

T2 = Tangente de la curva de menor radio.

TL = Tangente larga de la curva circular compuesta.

TC = Tangente corta de la curva circular compuesta.

4.5.6. **PERALTE**

Cuando un vehículo recorre una trayectoria circular es empujado hacia afuera por efecto de la fuerza centrífuga “F”. Esta fuerza es contrarrestada por las fuerzas componentes del peso (P) del vehículo, debido al peralte, y por la fuerza de fricción desarrollada entre llantas y la calzada (MTOPI, 2003, p. 51).

La fórmula del peralte está en función de la velocidad de diseño y es la siguiente:

$$e = \frac{V^2}{127(e + f)} \quad (19)$$

Donde:

R = Radio mínimo de una curva horizontal, m.

V = Velocidad de diseño, Km/h.

f = Coeficiente de fricción lateral.

e = Peralte de la curva, m/m (metro por metro ancho de la calzada). Radio mínimo calculado

Tabla 2*Relaciones peralte-radio-velocidad específica*

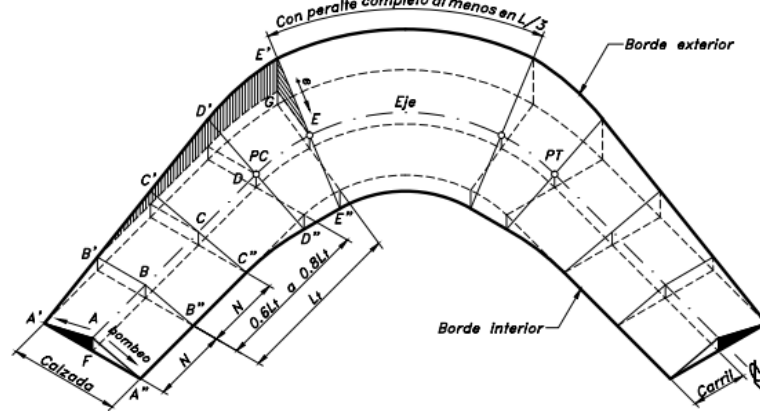
Velocidad específica (kph)	Peralte recomendado e_{max}	Coef. de fricción f_{max}	e_{max} + f_{max}	Radio mínimo (m)	
				Calc	Redondeado
30	0.080	0.180	0.260	27.26	30
40	0.080	0.172	0.252	49.99	50
50	0.080	0.164	0.244	80.68	80
60	0.080	0.157	0.237	119.61	120
70	0.080	0.149	0.229	168.48	170
80	0.075	0.141	0.216	233.30	235
90	0.070	0.133	0.203	314.18	315
100	0.065	0.126	0.191	412.25	415
110	0.060	0.118	0.178	535.26	535
120	0.055	0.110	0.165	687.19	690
130	0.050	0.100	0.150	887.14	890
140	0.045	0.094	0.139	1100.29	1100
150	0.040	0.087	0.127	1395	1400

Fuente. Elaboración propia basada en Chocontá. (2004)**4.5.7. TRANSICIÓN DEL PERALTE**

“Para pasar de una sección transversal con bombeo normal a otra con peralte, es necesario realizar un cambio de inclinación de la calzada. A este tramo de la vía se le llama transición de peraltado.”(Cárdenas Grisales, 2013, p. 200).

Ilustración 6

Transición del peralte



Fuente. Cárdenas Grisales, James. Diseño geométrico de carreteras. Bogotá. 2013.

4.5.8. SOBREENCHO

“Se llama sobreencho el aumento en la dimensión transversal de una calzada en las curvas tiene como finalidad mantener el espacio lateral de los vehículos en movimiento, puesto que al seguir la trayectoria curva se aumenta la anchura del espacio que ocupan, con la consiguiente disminución de los espacios laterales”(Chocontá Rojas, 2004, p. 119).

Para determinar el sobreencho se utiliza la siguiente ecuación:

$$S = R - \sqrt{R^2 - L^2} \quad (20)$$

Donde:

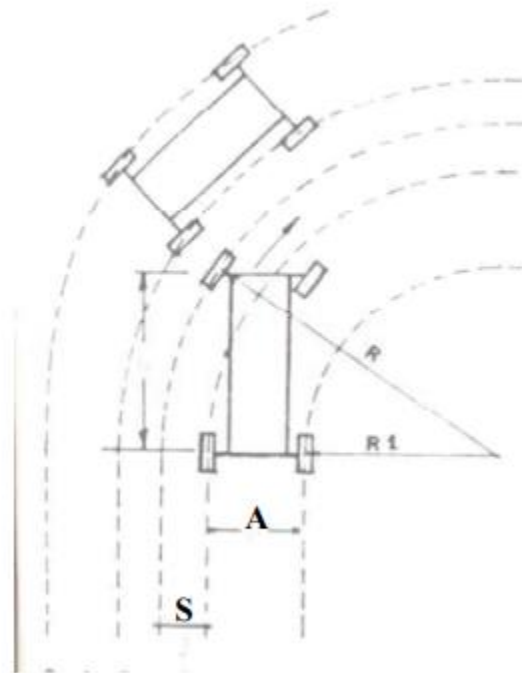
R= Radio de la curva, m

L= Ancho del vehículo, m

S= sobreaancho, m

Ilustración 7

El sobreaancho de un carril de tránsito en una curva



Fuente: Chocontá. (2004)

4.5.9. ***DISTANCIA DE VISIBILIDAD DE PARADA***

Se considera que es igual a la suma de dos distancias:

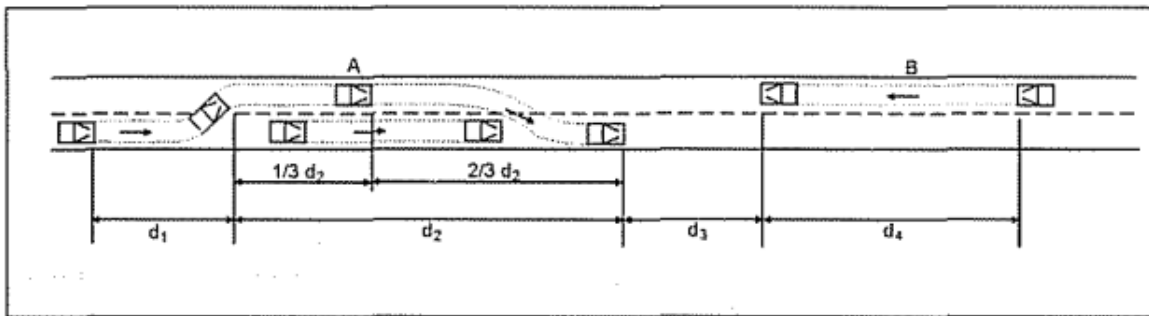
- La distancia recorrida por el vehículo durante el tiempo de percepción del obstáculo por la vista del conductor más el tiempo de reacción del conductor para frenar
- la distancia requerida para parar o detener el vehículo, después de haber accionado los frenos.

4.5.10. *DISTANCIA DE VISIBILIDAD DE ADELANTO*

Según la ASSHTO, la distancia de visibilidad de adelanto (o de paso) para una carretera de dos carriles es la suma de las siguientes distancias parciales según la figura:

Ilustración 8

Distancia de visibilidad de adelanto



Fuente. Chocontá. (2004)

4.6. DISEÑO GEOMÉTRICO VERTICAL

El diseño geométrico vertical de una carretera, o alineamiento en perfil, es la proyección del eje real o espacial de la vía sobre una superficie vertical paralela al mismo (Cárdenas Grisales, 2013, p. 307).

4.6.1. *TANGENTES VERTICALES*

Para propósitos del diseño vial, las pendientes deben limitarse dentro de un rango normal de valores, de acuerdo al tipo de vía que se trate, por lo que así se tendrán pendientes máximas y mínimas.

La pendiente máxima es la mayor pendiente que se permite en el proyecto. Su valor queda de En la vía San Cristóbal, se han ejecutado labores de mitigación en las cunetas, junto con operaciones de limpieza y bacheo, incluyendo el relleno de baches y ajuste de su rasante. Esta terminado por el volumen de tránsito futuro y su composición, por la configuración o tipo de terreno por donde pasará la vía y por la velocidad de diseño(Cárdenas Grisales, 2013, p. 139)

La pendiente mínima es la menor pendiente longitudinal de la rasante que se permite en el proyecto. Su valor se fija para facilitar el escurrimiento longitudinal de las aguas lluvias sobre la superficie(Cárdenas Grisales, 2013, p. 309).

4.6.2. *CURVAS VERTICALES*

Una curva vertical es aquel elemento del diseño en perfil que permite el enlace de dos tangentes verticales consecutivas, tal que a lo largo de su longitud se efectúa el cambio gradual de la pendiente de la tangente de entrada a la pendiente de la tangente de salida(Cárdenas Grisales, 2013, p. 313).

4.6.3. *CURVAS VERTICALES CONVEXAS*

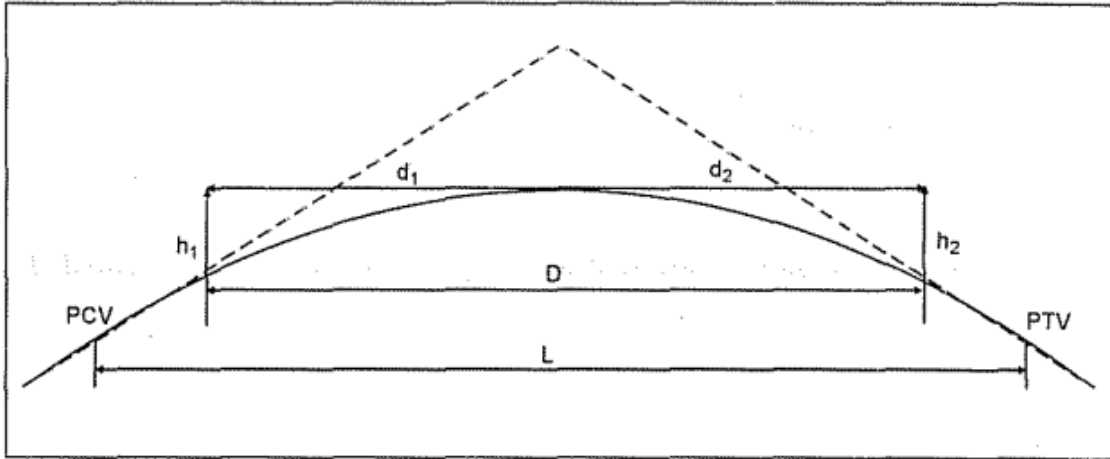
En el cálculo de la longitud mínima de las curvas verticales convexas el factor dominante es la distancia de visibilidad que debe proveerse a los conductores.

Se presentan dos casos diferentes:

- Cuando la distancia de visibilidad es menor que la longitud de la curva: $D < L$

Ilustración 9

Longitud de curva convexa, con $D < L$

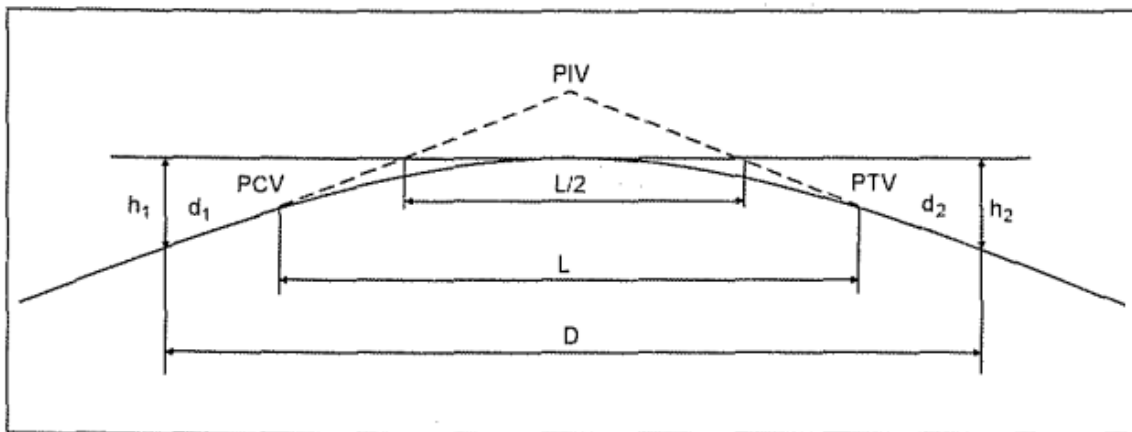


Fuente. Chocontá. (2004)

- Cuando la distancia de visibilidad es mayor que la longitud de la curva: $D > L$

Ilustración 10

Longitud de curva convexa, con $D > L$



Fuente. Chocontá. (2004)

Las longitudes de una curvatura vertical cóncava son expresadas por la siguiente ecuación(MTOP, 2003).

$$L = Q * A \quad (21)$$

Donde:

- L = Longitud de la curva.
- K = Curvas verticales mínimas.
- A = Diferencia algébrica de las gradientes, expresada en porcentaje.

En la ilustración 11 se indican diferentes principios de “K” en base a la velocidad de diseños y para varios tipos de vías para curvas convexas.

Ilustración 11

Valores de K para las diferentes velocidades en curvas Convexas

Velocidad de diseño kph	Distancia de Visibilidad para Parada-"s" (metros)	Coeficiente $K=S^2/426$	
		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	55	7,1	7
60	70	11,5	12
70	90	19,01	19
80	110	28,4	28
90	135	42,78	43
100	160	60,09	60
110	180	76,06	80
120	220	113,62	115

Fuente: Normas de diseño geométrico de carreteras 2003 MTOP

4.6.4. *CURVAS VERTICALES CÓNCAVAS*

En las cóncavas este factor no es importante sino, más bien, la distancia iluminada por los faros de los vehículos para la circulación nocturna.

No existe un criterio único respecto de la longitud para el diseño de esta clase de curvas Existen cuatro criterios diferentes con el fin de establecerla:

- a) Distancia de visibilidad nocturna, que es el que más se tiene en cuenta.
- b) Comodidad para conducir y para los usuarios.
- c) Control de drenaje.
- d) Apariencia de la vía.

$$L = Q * A \quad (22)$$

Donde:

- L = Longitud de la curva.
- K = Curvas verticales mínimas.
- A = Diferencia algébrica de las gradientes, expresada en porcentaje.

En la ilustración 12 se indican diferentes principios de “K” en base a la velocidad de diseños y para varios tipos de vías para curvas convexas.

Ilustración 12

Valores de K para las diferentes velocidades en curvas Concavas

Velocidad de diseño kph	Distancia de Visibilidad para Parada-"s" (metros)	Coeficiente $K=S^2/122+3,5 S$	
		Calculado	Redondeado
20	20	2.08	2
25	25	2.98	3
30	30	3.96	4
35	35	5.01	5
40	40	6.11	6
45	50	8.42	8
50	55	9.62	10
60	70	13.35	13
70	90	18.54	19
80	110	23.87	24
90	135	30.66	31
100	160	37.54	38
110	180	43.09	43
120	220	54.26	54

Fuente: Normas de diseño geométrico de carreteras 2003 MTOP

4.7.PAVIMENTOS

El método de cálculo utilizado es conforme a AASHTO, esta referencia es un número abstracto que hace referencia a la resistencia estructural de un pavimento tomando en cuenta factores de movimiento dados en ejes equivalentes, el Mr de soporte, la serviciabilidad y las condiciones ambientales y capacidad estructural de las capas de asfalto.

Existen dos pavimentos más utilizados que son el flexible y el rígido.

formula del pavimento flexible:

$$\text{Log}_{10}W_{18} = Z_r * S_o + 9.36 * \text{Log}_{10} * (SN + 1) - 0.20 + \frac{\text{Log}_{10}\left(\frac{\Delta PSI}{4.2-1.5}\right)}{\frac{0.40+1094}{(SN+1)^{5.19}}} + 2.32 * \text{Log}_{10} * M_r - 8.07 \quad (23)$$

Donde:

W_{18} = Número de cargas de 18 kips (80 kN) previstas.

Z_r = Es el valor de Z (área bajo la curva de distribución) correspondiente a la curva estandarizada, para una confiabilidad R.

S_o = Desvío estándar de todas las variables.

ΔPSI = Pérdida de serviciabilidad prevista en el diseño.

M_r = Modulo de resiliente (Psi).

SN = número estructural.

formula del pavimento rígido:

$$\text{Log}_{10}W_{18} = Z_r * S_o + 7.35 * \text{Log}_{10} * (D + 1) - 0.06 + \frac{\text{Log}_{10}\left(\frac{\Delta PSI}{4.2-1.5}\right)}{\frac{1.624+10^7}{(D+1)^{8.46}}} + (4.22 - 0.32P_t)\text{Log} \left[\frac{S'_c * C_d * (D^{0.75} - 1.132)}{215.63 \left[D^{0.75} - \frac{18.42}{\left[\frac{E_c}{K}\right]^{0.25}} \right]} \right]$$

(24)

W_{18} = Número de cargas de 18 kips (80 kN) previstas.

Z_r = Es el valor de Z (área bajo la curva de distribución) correspondiente a la curva estandarizada, para una confiabilidad R.

S_o = Desvío estándar de todas las variables.

D = Espesor de la losa del pavimento en pulg.

ΔPSI = Pérdida de serviciabilidad prevista en el diseño.

P_t = Serviciabilidad final.

S'_c = Módulo de rotura del concreto en psi.

J = Coeficiente de transferencia de carga.

C_d = Coeficiente de drenaje.

E_c = Módulo de elasticidad del concreto, en psi.

K = Módulo de reacción de la subrasante (coeficiente de balastro), en psi (psi/pulg).

4.7.1. SERVICIABILIDAD

La serviciabilidad de un pavimento se define como la idoneidad que tiene el mismo para servir a la clase de tránsito que lo va a utilizar.

$$\Delta PSI = P_o - P_t \quad (25)$$

Donde:

P_o = Índice de serviciabilidad inicial

P_t = Índice de serviciabilidad final

4.7.2. ÍNDICE DE SERVICIABILIDAD INICIAL

Se establece como la condición original del pavimento inmediatamente después de su construcción o rehabilitación. AASHTO estableció para pavimentos rígidos un valor inicial deseable de 4.5, si es que no se tiene información disponible para el diseño.

4.7.3. ÍNDICE DE SERVICIABILIDAD FINAL

Ocurre cuando la superficie del pavimento ya no cumple con las expectativas de comodidad y seguridad exigidas por el usuario. Dependiendo de la importancia de la vialidad, pueden considerarse los valores P_t indicados en la tabla siguiente.

Tabla 3*Índice de serviciabilidad final*

P_t	Clasificación
3.00	Autopistas
2.50	Colectores
2.25	Calles comerciales e industriales
2.00	Calles residenciales y estacionamientos

Fuente. Guía AASHTO “Diseño de estructuras de pavimentos.1993.

4.7.4. **CONFIABILIDAD**

La confiabilidad es la probabilidad de que el pavimento se comporte satisfactoriamente durante su vida útil o período de diseño, resistiendo las condiciones de tráfico y medio ambiente dentro de dicho período.

Tabla 4*Niveles de Confiabilidad*

Niveles de confiabilidad sugeridos para diferentes carreteras		
Clasificación	Nivel de confiabilidad recomendado	
	Urbana	Rural
Autopistas interestatales y otras	85 -99.9	80 -99.9
Arterias principales	80 - 99	75 - 95
Colectoras de Tránsitos	80 - 95	75 - 95
Carreteras locales	50 -80	50 -80

Fuente. Guía AASHTO “Diseño de estructuras de pavimentos.1993.

4.7.5. **ERROR ESTÁNDAR COMBINADO**

La desviación estándar es la desviación de la población de valores obtenidos por AASHTO que involucra la variabilidad inherente a los materiales y a su proceso constructivo.

Tabla 5

Valores para la desviación estándar

CONDICIÓN DE DISEÑO	DESVIACIÓN ESTÁNDAR (S0)	
	Pav. rígido	Pav. flexible
Variación en la predicción del comportamiento del pavimento sin errores en el tránsito.	0.34	0.45
Variación en la predicción del comportamiento del pavimento con errores en el tránsito.	0.39	0.49

Fuente. Guía AASHTO “Diseño de estructuras de pavimentos.1993.

4.7.6. **MÓDULO RESILIENTE DE LA SUBRASANTE**

La base para la caracterización de los materiales de subrasante en este método es el módulo resiliente o elástico.

Para suelos finos:

$$Mr = 1500 * CBR; \text{ para } CBR < 7.2\% \quad (26)$$

(27)

$$Mr = 3000 * CBR; \text{ para } CBR \text{ de } 7.2\% \text{ a } 20\%$$

$$Mr = 3000 * CBR^{0.65} \quad 7.2 < CBR \leq 20$$

4.7.7. COEFICIENTE DE CAPAS

El método asigna a cada capa del pavimento un coeficiente (D_i), los cuales son requeridos para el diseño estructural normal de los pavimentos flexibles. Estos coeficientes permiten convertir los espesores reales a números estructurales (SN), siendo cada coeficiente una medida de la capacidad relativa de cada material para funcionar como parte de la estructura del pavimento (Montejo Alfonso, 2002).

Conformado por:

Concreto asfáltico: para estimar el coeficiente (a_1) de la capa estructural de una rodadura de concreto asfáltico de gradación densa, con base en su módulo elástico (resiliente) a 20°C (68°F) (AASHTO, 1993). muestra una carta que puede utilizarse para estimar el coeficiente estructural de capa de una superficie de concreto asfáltico.

Las carpetas asfálticas son caracterizadas por los módulos resilientes, los cuales dependen de las frecuencias de cargas y de las temperaturas de las mezclas en donde para conocer nuestro número estructural hacemos uso de las siguientes fórmulas (AASHTO, 1993).

$$f = \frac{v}{2\pi} \quad (29)$$

Donde:

- f = Frecuencias de aplicaciones de cargas (Hz).
- v = Velocidades de operaciones de los vehículos (km/h).

$$T_s = (-0.0093 * T_a^2 + 1.569 * T_a - 1.578)(-0.084 * \ln h_s + 1.55) \quad (30)$$

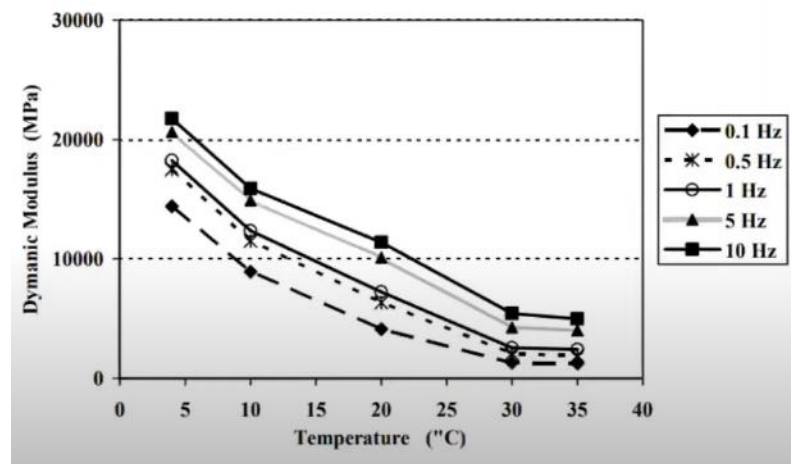
Donde:

- T_s = Temperaturas efectivas (C°).
- T_a = Temperaturas medias del aire (C°).
- h_s = Espesores de las capas asfálticas (mm).

Una vez determinado las frecuencias de aplicaciones de cargas y las temperaturas efectivas de las capas asfálticas se procede a ubicar los valores obtenidos en la siguiente figura(AASHTO, 1993).

Ilustración 13

Determinación del Módulo Resiliente de la capa asfáltica



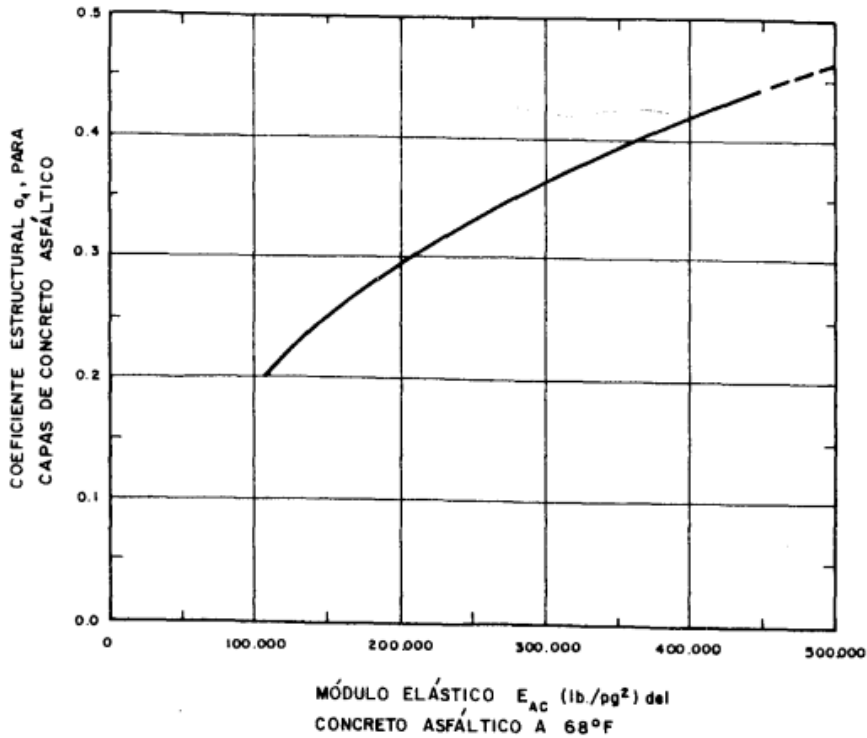
Fuente. Guía AASHTO "Diseño de estructuras de pavimentos.1993.

Cuando se haya determinado el módulo de resiliencia en la respectiva curva según se obtenga el resultado se calcula el número estructural a_1 con la siguiente fórmula.

$$a_1 = 0.184 * \ln(Mr) - 1.9547 \quad (31)$$

Ilustración 14

Coefficiente estructural a_1 concreto asfáltico.

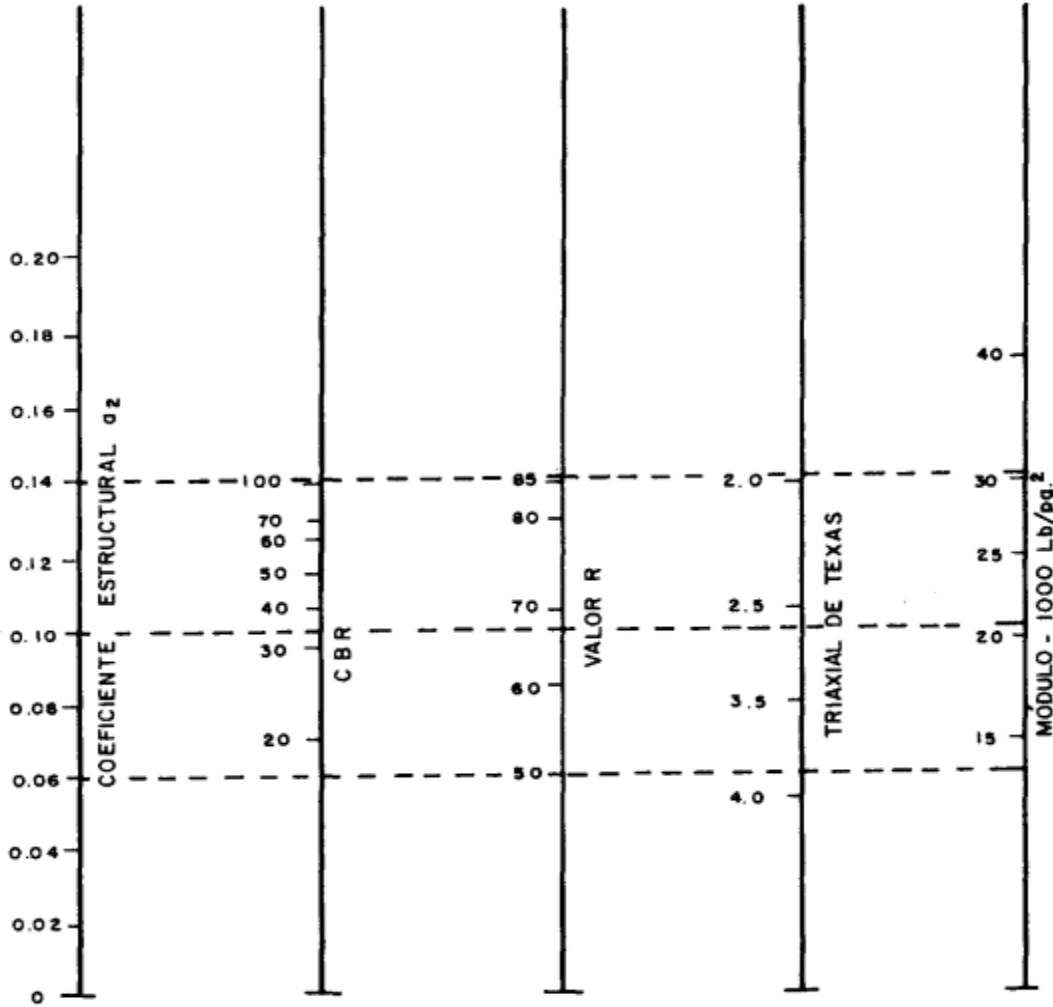


Fuente. Guía AASHTO "Diseño de estructuras de pavimentos.1993.

Bases granulares: para estimar el coeficiente estructural a_2 , incluyendo el módulo resiliente de la base(AASHTO,1993). Ilustración 12 proporciona una carta que puede ser usada para estimar el coeficiente de capa estructural a_2 .

Ilustración 15

Variación de coeficiente a_2 con diferentes parámetros de resistencia de la base granular.

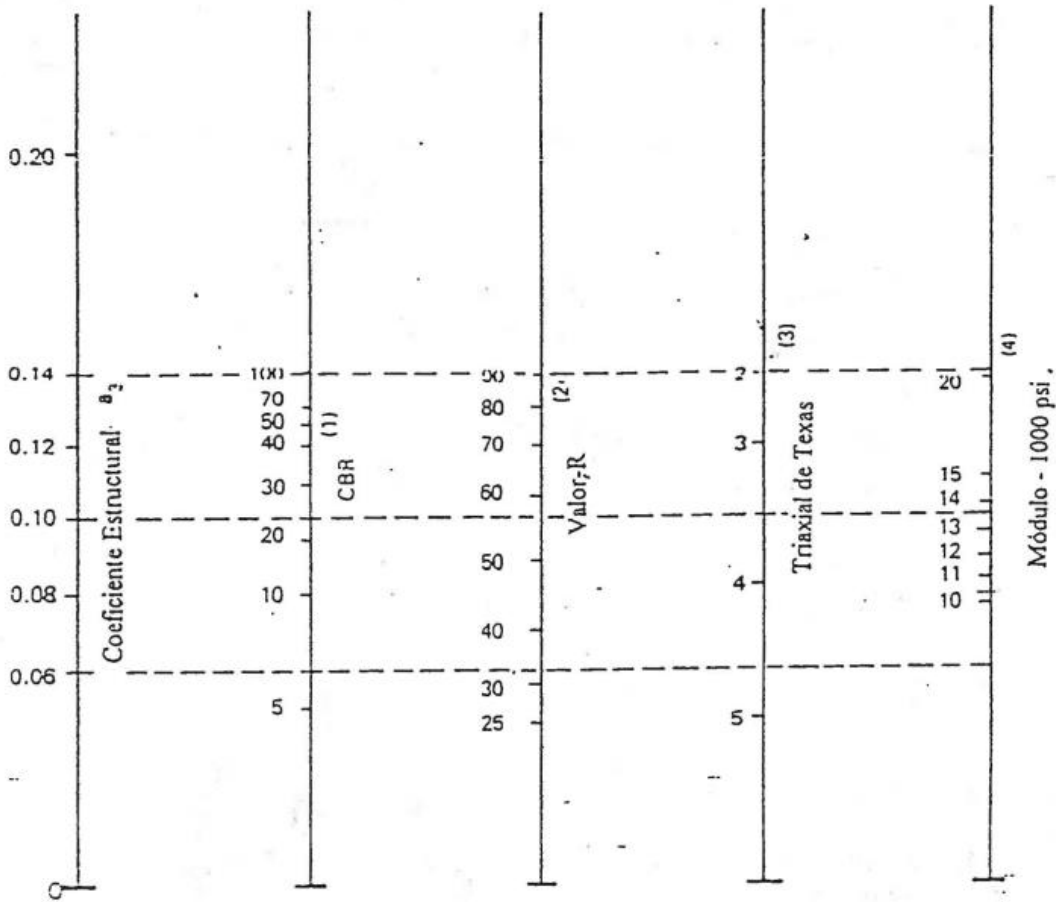


Fuente. Guía AASHTO "Diseño de estructuras de pavimentos.1993.

Capas de Sub-Base Granular: Los valores para los materiales de subbase en la Carretera Experimental ASSTHO fueron:

Ilustración 16

Coficiente estructural a_3 , para subbase granular no tratada



Fuente. Guía AASHTO "Diseño de estructuras de pavimentos.1993.

4.7.8. CARACTERÍSTICAS ESTRUCTURALES DEL PAVIMENTO

Drenaje: El método deja en libertad al Ingeniero de Diseño para identificar cual nivel calidad de drenaje se logra bajo una serie especifica de condiciones de drenaje.

Se dan a continuación las definiciones generales correspondientes, para diferentes niveles de drenaje de la estructura del pavimento.

Tabla 6

Valores recomendados para modificar los coeficientes de capas de base y subbase granulares

Calidad del drenaje	% de tiempo de exposición de la estructura del pavimento a nivel de humedad drenaje próximos a la saturación			
	<1%	1-5%	5-25%	>25%
Excelente	1.40-1.35	1.35-1.30	1.30-1.20	1.20
Bueno	1.35-1.25	1.25-1.15	1.15-1.00	1.00
Aceptable	1.25-1.15	1.15-1.05	1.00-0.80	0.80
Pobre	1.15-1.05	1.05-0.80	0.80-0.60	0.60
Muy pobre	1.05-0.95	0.95-0.75	0.75-0.40	0.40

Fuente. Guía AASHTO “Diseño de estructuras de pavimentos.1993.

4.8.CLASIFICACION DE VEHICULOS

Según el Ministerio de Transporte y Obras Públicas del Ecuador (MTOPE, 2013), Los vehículos livianos incluyen motocicletas, automóviles, camiones y camionetas con espacio para ocho pasajeros y tiene una rueda en el eje trasero.

En el diseño de las carreteras también se deben dar a conocer las funciones de conducción de los vehículos, las cuales difieren según el tamaño y peso de los vehículos y forma diferentes clases. (MTOPE, 2013)

Según el Ministerio de Transporte y Obras Públicas del Ecuador (MTOPE, 2013), Los

vehículos pesados incluyen los camiones, buses, semirremolques y remolques, el peso para saber si es un vehículo pesado es que debe ser superior a cuatro toneladas de peso y llevan doble llanta en las ruedas traseras y delanteras.

Este parámetro está definido en función a la demanda y orografía de la carretera a diseñar.

4.9. SEÑALIZACIÓN VIAL

La señalización de la carretera es muy importante para los automóviles y las personas porque sirve para evitar accidentes, por lo que las personas tienen una mayor visualización mientras conducen, que los automóviles respetan a los peatones y viceversa.

La comunicación vial responde a la necesidad de ordenar y garantizar la seguridad de los caminos, calles y vías o carreteras. La vida y la integridad de quienes recorren estos caminos dependen de lo que indiquen las señales, de prestarles atención y de ser responsables de lo que mandan (Dextre, 2018)

Los semáforos se utilizan para ayudar a los vehículos y peatones a moverse de manera segura y ordenada. Contienen instrucciones a seguir para los usuarios de la vía, advertencias sobre peligros que pueden no ser evidentes o información sobre rutas, señales, destinos y lugares de interés; medio utilizado para transmitir información y consiste en una combinación de mensajes, formas y colores. (INEN, 2011).

4.10. DISEÑO DE CUNETAS

El objetivo de dichas obras es la disposición final de los escurrimientos o los escurrimientos superficiales. Son complementos de gran importancia para controlar la erosión de taludes, proteger

la estructura de los pavimentos y para prevenir la integridad de los usuarios que están utilizando la carretera. El agua superficial en las carreteras crea un peligro para el tráfico exacerbado por las condiciones de congelamiento; causa erosión, se filtra en las calzadas y no soporta las aceras y sus banquetas; y esto entrega como resultados aumentos significativos en los precios de mantenimiento o reparación (Pérez R, 2013).

4.10.1. COEFICIENTE DE ESCORRENTÍA

Para la determinación del Coeficiente de Escorrentía, teniendo en cuenta que el proyecto se encuentra en un área cuya cobertura vegetal es “pastos con vegetación ligera”, tiene una pendiente media y el suelo es semipermeable, Este coeficiente establece la relación que existe entre la cantidad total de lluvia que se precipita y la que se escurre superficialmente (MTO, 2003, p. 298), con estas consideraciones se tiene el siguiente resultado:

Tabla 7

Coeficiente de Escorrentía "C"

Coeficiente de Escorrentía "C"					
Cobertura Vegetal	Pendiente del terreno				
	Tipo de Suelo	Pronunciada 50%	Alta 20%	Media 5%	Suave 1%
Sin vegetación	Impermeable	0.80	0.75	0.70	0.65
	Semipermeable	0.70	0.65	0.60	0.55
	Permeable	0.50	0.45	0.40	0.35
Cultivos	Impermeable	0.70	0.65	0.60	0.55
	Semipermeable	0.60	0.55	0.50	0.45
	Permeable	0.40	0.35	0.30	0.25
Pastos vegetación ligera	Impermeable	0.65	0.65	0.55	0.50
	Semipermeable	0.55	0.50	0.45	0.40
	Permeable	0.35	0.30	0.25	0.20
Hierba, grama	Impermeable	0.60	0.55	0.50	0.45
	Semipermeable	0.50	0.45	0.40	0.35
	Permeable	0.30	0.25	0.20	0.15
Bosques densa vegetación	Impermeable	0.55	0.50	0.45	0.40
	Semipermeable	0.45	0.40	0.35	0.30
	Permeable	0.25	0.20	0.15	0.10

Fuente. elaboración propia basada en MTO, (2003)

4.10.2. INTENSIDAD DE LLUVIA

Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología (INAMHI) ha realizado estudios de curvas IDF en todo el país y ha proporcionado ecuaciones para calcular la intensidad en intervalos de tiempo en minutos y en estaciones (INAMHI, 2015).

Ilustración 17

Intensidad-Duración-Frecuencia de la estación de Paute

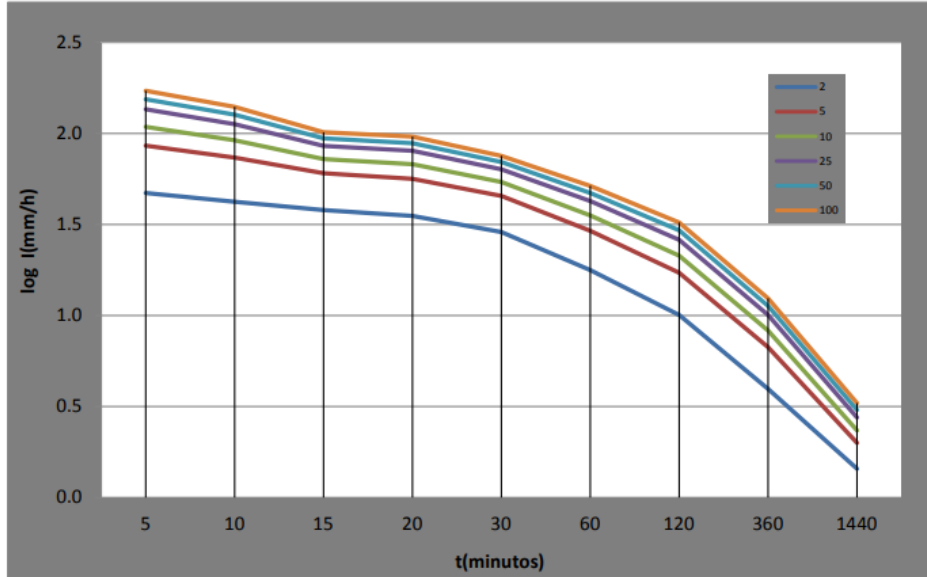
ESTACIÓN		INTERVALOS DE TIEMPO (minutos)	ECUACIONES	R	R ²
CÓDIGO	NOMBRE				
M0138	PAUTE	5<30	$i = 103.2125 * T^{0.2620} * t^{-0.3919}$	0.9732	0.9472
		30<120	$i = 262.0571 * T^{0.2563} * t^{-0.6679}$	0.9779	0.9563
		120<1440	$i = 719.77 * T^{0.2543} * t^{-0.8795}$	0.9939	0.9878

Fuente. INAMHI, (2015)

Los caudales de diseño para el drenaje de la plataforma se estimarán mediante el método racional, adoptándose un tiempo de concentración mínimo de 10 minutos y un período de retorno equivalente a 25 años” (NEVI, 2012, p. 308)

Ilustración 18

Intensidad de precipitación según Período de Retorno y Tiempo de Concentración



T (min)	Período de Retorno T (años)					
	2	5	10	25	50	100
5	65.9	83.7	100.4	127.7	153.1	183.6
10	50.2	63.8	76.5	97.3	116.7	139.9
15	42.8	54.4	65.3	83.0	99.5	119.3
20	38.3	48.6	58.3	74.2	88.9	106.6
30	32.3	40.8	48.8	61.7	73.7	88.0
60	20.3	25.7	30.7	38.8	46.4	55.4
120	12.7	16.1	19.2	24.2	28.9	34.4
360	4.8	6.1	7.3	9.2	11.0	13.1
1440	1.4	1.8	2.2	2.7	3.2	3.9

INTENSIDAD MAXIMA (mm/h)

Fuente. INAMHI, (2015)

4.10.3. SECCIÓN DE CANAL

“Las cunetas según la forma de su sección transversal, pueden ser: triangulares, rectangulares y trapezoidales. El uso de cunetas triangulares es generalizado, posiblemente, por su facilidad de construcción y mantenimiento” ((MTO, 2003, p. 255).

Ilustración 19

Sección típica de cuneta y canales triangulares

Tipo de Cuneta o Canal	
Ancho Superficial (l)	$(z_1 + z_2) \cdot h$
Área (A)	$x + z_2 \cdot \left(h - \frac{x}{z_1} \right)$
Perímetro Mojado (P)	$\frac{(z_1 + z_2) \cdot h^2}{2}$
Radio Hidráulico (R)	$x \cdot h + \frac{z_2 \cdot h^2}{2} + \frac{x^2}{2 \cdot z_1} \left(\frac{z_2 - 2 \cdot z_1 \cdot h}{z_1 \cdot x} - 1 \right)$
	$h + \sqrt{x^2 \cdot \left(1 + \frac{1}{z_1^2} \right)} + \sqrt{z_2^2 + 1} \cdot \left(h - \frac{x}{z_1} \right)$
	$\frac{(z_1 + z_2) \cdot h}{2 \cdot \left(\sqrt{1 + z_1^2} + \sqrt{1 + z_2^2} \right)}$
	$\frac{x \cdot h + \frac{z_2 \cdot h^2}{2} + \frac{x^2}{2 \cdot z_1} \left(\frac{z_2 - 2 \cdot z_1 \cdot h}{z_1 \cdot x} - 1 \right)}{h + \sqrt{x^2 \cdot \left(1 + \frac{1}{z_1^2} \right)} + \sqrt{z_2^2 + 1} \cdot \left(h - \frac{x}{z_1} \right)}$

Fuente. NEVI, (2012)

La capacidad hidráulica de estas cunetas se puede calcular con la expresión de

Manning:

$$Q = \frac{1}{n} * \left(A * R^{\frac{2}{3}} * S^{\frac{1}{2}} \right) \quad (32)$$

En donde:

- Q: caudal de diseño
- n: coeficiente de rugosidad de Manning
- A: área mojada
- R: radio hidráulico
- S: pendiente (m/m)

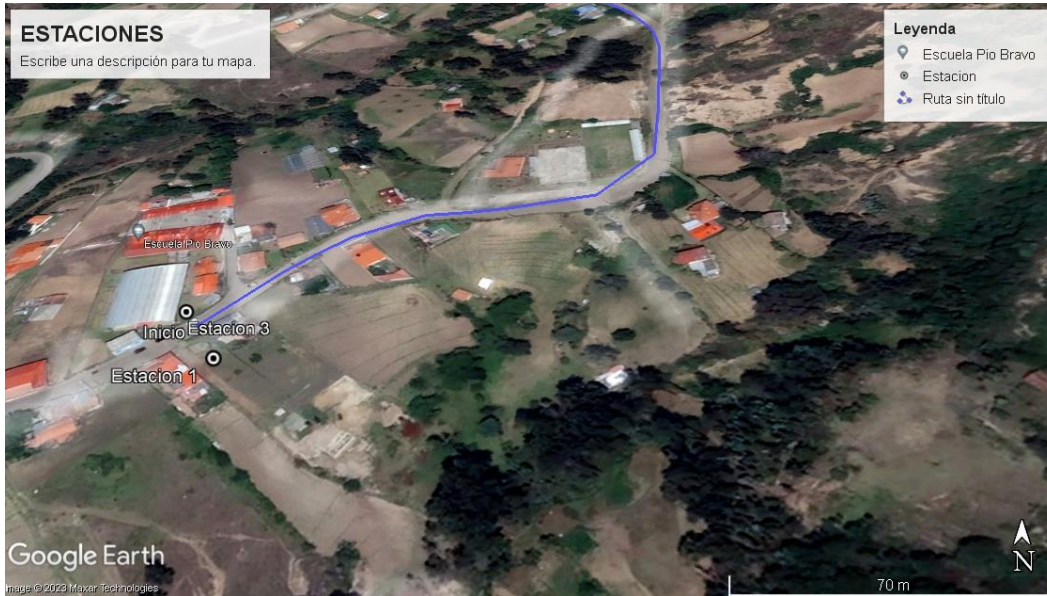
RESULTADOS

5.1. TRÁFICO

Se llevaron a cabo conteos de tráfico en 2 estaciones, durante un período de 7 días las 24 horas, mediante intervalos de 15 minutos desde la medianoche (0:00 am) hasta las 12:00 pm, según se indica en la imagen.

Ilustración 20

Ubicación de las estaciones



Fuente. Google Earth.

5.1.1. ANÁLISIS DE DATOS OBTENIDOS DE TRAFICO

Se obtuvo los siguientes resultados:

Tabla 8

Resultados de conteo vehicular

TOTAL, DE VEHICULOS QUE INGRESAN Y SALEN EN 24 HORAS						
Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Domingo	Lunes
216	261	249	227	238	308	247

Fuente. Elaboración propia.

5.1.2. RECONOCIMIENTO DE CAMPO

Se realizó una visita al campo para determinar cómo se ejecutará, se tomó la decisión de hacer un levantamiento con rtk y estación para los taludes altos donde cada 500m se fundió un hito donde se tomarían los puntos estáticos del rtk. Tomando puntos aproximadamente cada 1.5m tanto el eje de vía, cunetas. Bordillos taludes y etc.

Las coordenadas del GPS base (N: 9687929.514 E: 746393.266 Z: 2592.093 DATUM UTM WGS84 ZONA 17S) en la vía San Cristobal-Malima.

5.1.3. TRABAJO DE CAMPO

Recopiladas las coordenadas de partida con el GPS base, se realizó el levantamiento planimétrico y altimétrico en base a la vía existente San Cristobal-Malima que cuenta con una longitud de 2.900 km. Los puntos se tomaron a lo largo del eje de la vía a detalle con una franja topográfica de 40 metros, los cuales cuenta con una numeración, coordenadas (Norte, Este, Cota y descripción).

5.2. TRABAJO DE OFICINA

5.2.1. OBTENCIÓN DE DATOS

Al momento de haber realizado todos los levantamientos con el RTK se, procedió a la transferencia de esto por cable dándonos todos los datos realizados en campo.

5.2.2. PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS DE DATOS

Los datos recopilados se revisaron y se llevó un procedimiento de control para verificar su precisión y tengan concordancia con el camino realizado el levantamiento, los puntos erróneos se borraron y otros se arreglaron para su mejor comprensión, todo esto se realizó en el programa CIVIL3D.

5.2.3. CREACIÓN DE MAPAS E INFORME DE VÍA

Una vez realizado el análisis de los datos exportados del RTK, se generó lo que son el diseño geométrico de la vía, con la creación de mapas topográficos, los cuales incorporan coordenadas, elevaciones, perfil del terreno, perfil del proyecto, cunetas y curvas de nivel, se adjunta a continuación.

5.3. ESTUDIO DE TRÁFICO

Los conteos del tráfico se realizaron de forma manual mediante una cámara que grabó las 24 horas de (12:00am a 12:00pm) los 7 días de la semana (14/11/2023 al 20/11/2023) cuya localización se realizó al inicio de la vía (14+500km a la 17+400 km), su dirección es San Cristobal-Malima.

Al concluir los 7 días de conteo vehicular se realizó en Excel la recopilación de todos los transportes, que llegaron a transitar en el periodo anteriormente dicho. Obteniendo como resultado la siguiente tabla:

Tabla 9

resumen de giros

RESUMEN DE GIROS (Vehículos 00H00 - 24H00)						
INTERSECCION: SAN CRSITOBAL-MALIMA						
domingo, 19 de noviembre de 2023						
O	D	S1	S2	S3	S4	Total
	E1	0	0	134	0	134
	E3	0	0	174	0	174
		0	0	308	0	308

Fuente. Elaboración propia

El día con mayor flujo vehicular presentado es el domingo, lo cual indica que ese día se usara para realizar los cálculos correspondientes al TPDA.

Para obtener EL Trafico promedio Anual, se consideró los siguientes factores:

- **Factor Horario:** en relación al conteo de un día entero de 24 horas de conteo se dio un factor de 1 al realizar la división de 24 ya que se contó un día entera.
- **Factor diario:** se dio un factor de 1 al realizar la división de 7 para el número de días contados, que fueron 7.
- **Factor diario:** En función del número de semanas por mes, y en el mes de conteo. Se obtuvo un factor de $F_s = 1.071428571$

Tabla 10

Factores de ajuste semanal

Factor semanal			
MES	No DIAS	No SEMANAS	Fs
Enero	31	4.428571429	1.107142857
Febrero	28	4	1
Marzo	31	4.428571429	1.107142857
Abril	30	4.285714286	1.071428571
Mayo	31	4.428571429	1.107142857
Junio	30	4.285714286	1.071428571
Julio	31	4.428571429	1.107142857
Agosto	31	4.428571429	1.107142857
Septiembre	30	4.285714286	1.071428571
Octubre	31	4.428571429	1.107142857
Noviembre	30	4.285714286	1.071428571
Diciembre	31	4.428571429	1.107142857
Total	365		

Fuente. Elaboración propia

- **Factor mensual:** mediante los datos obtenido del consumo de combustibles de la provincia del Azuay, de los años 2019-2021, se realizó una proyección para el año 2022.

Tabla 11

Factores de ajuste mensual

CONSUMO DE COMBUSTIBLES PROVINCIA DEL AZUAY 2022					
	Extra	Super	Diesel Premium	Suma	Factor Mensual
Enero	5 041 034	426 907	3 821 603	9 289 543	1.059591651
Febrero	4 880 836	433 298	3 541 383	8 855 516	1.111524411
Marzo	5 355 979	453 869	3 841 103	9 650 951	1.019912205
Abril	5 032 952	413 959	3 736 007	9 182 917	1.071894934
Mayo	5 078 272	399 376	4 163 812	9 641 460	1.020916201
Junio	5 196 709	387 913	4 223 877	9 808 499	1.00352997
Julio	5 547 513	419 991	4 503 173	10 470 677	0.940065545
Agosto	5 452 805	428 022	4 448 420	10 329 247	0.9529371
Septiembre	5 349 559	389 638	4 417 146	10 156 342	0.969160177
Octubre	5 258 978	392 703	4 126 129	9 777 810	1.006679687
Noviembre	5 417 543	396 626	4 330 418	10 144 587	0.970283235
Diciembre	5 907 968	444 561	4 457 393	10 809 921	0.91056375
	63 520 145	4 986 862	49 610 461	118 117 467	
				9 843 122	

Fuente. Elaboración propia

Una vez determinado el factor de ajuste mensual de 0.970283235, se obtuvo el tráfico Promedio Diario Anual con la formula (6) dándonos el resultado de la tabla siguiente:

Tabla 12

Cálculo del factor del TPDA

$TPDA_{2024} = T_o * F_h * F_d * F_s * F_m$	
$TPDA_{2024} = T_o x 1 x 1 x 1.07142857142857 x 0.97028323513564$	
$TPDA_{2024} = T_o x$	1.0395892

Fuente. Elaboración propia

Para el conteo se obtuvieron los siguientes datos tanto para el sentido E1 y E3 que son los siguientes

Tabla 13

Resumen de tráfico observado en la intersección

Noviembre 2023				INTERSECCION:	
Dia con mayo conteo		19/11/2023	E1 + E3		
	E1	E2	E3	E4	SUMA
L	129		162		291
B	2		9		11
C-2D	2		2		4
C-2DB	0		1		1
C-3A	1		0		1
C-4AC	0		0		0
V2DB	0		0		0
TOTAL	134	0	174	0	308

Fuente. Elaboración propia

Una vez obtenido el conteo del máximo día se procede a realizar el Tráfico Promedio Diario Anual multiplicado por el factor antes obtenido.

Tabla 14

Proyección de tráfico proyectado en la intersección

CORRECCION DE TRAFICO OBSERVADO EN LA INTERSECCION

	E1	E2	E3	E4	SUMA
L	134	0	168	0	302
B	2	0	9	0	11
2E	2	0	2	0	4
3E	0	0	1	0	1
4E-6E	1	0	0	0	1
TOTAL	139	0	180	0	319

Fuente. Elaboración propia.

Con los datos obtenidos, se realizó la proyección de la cantidad de vehículos para un periodo de 20 años.

5.3.1. PROYECCIÓN DEL TRÁFICO

Para determinar la relación de vehículos livianos, se utilizó un modelo logístico basado en la relación de motorizaciones T_m , lo cual significa cuántos automóviles por cada mil habitantes de la parroquia en un año determinado k , y encontrar las series histórica de T_m en relación de las tasas de saturaciones T_s , T_m es un factor constante, lo que significa que aumenta los habitantes, aumenta el número de vehículos livianos, pero las motorizaciones son constantes, los valores de T_s encontrados harán que los coeficientes de regresión sean los valores máximos que mejor se ajustan dicha ecuación (Ministerio de Obras Públicas (MTOPE), 2003). Visualizar **Anexo E** para mayores detalles.

Se muestra una relación directa del crecimiento poblacional. Con los datos obtenidos hacemos proyecciones del 2024 al 2044 que es el tiempo de diseño.

Tabla 15

Tasas de crecimiento vehicular

TASAS DE CRECIMIENTO VEHICULAR				
	LIVIANOS	BUSES	CAMIONES	TIEMPO
2024-2029	0.93%	0.39%	0.39%	5
2029-2034	0.69%	0.39%	0.39%	5
2034-2039	0.54%	0.38%	0.38%	5
2039-2044	0.46%	0.37%	0.37%	5

Fuente. Elaboración propia.

Tabla 16*Proyección vehicular 2024 al 2044*

ESTACION	VEHICULOS	TPDA 2024	TPDA 2029	TPDA 2034	TPDA 2039	TPDA 2044
E1	L	136	142	147	151	155
	B	2	2	2	2	2
	E2	2	2	2	2	2
	E3	0	0	0	0	0
	E4 - E6	1	1	1	1	1
	TOTAL	141	147	152	157	160
E2	L	0	0	0	0	0
	B	0	0	0	0	0
	E2	0	0	0	0	0
	E3	0	0	0	0	0
	E4 - E6	0	0	0	0	0
	TOTAL	0	0	0	0	0
E3	L	170	178	185	190	194
	B	9	10	10	10	10
	E2	2	2	2	2	2
	E3	1	1	1	1	1
	E4 - E6	0	0	0	0	0
	TOTAL	182	191	198	203	208
E4	L	0	0	0	0	0
	B	0	0	0	0	0
	E2	0	0	0	0	0
	E3	0	0	0	0	0
	E4 - E6	0	0	0	0	0
	TOTAL	0	0	0	0	0
TOTAL	L	306	321	332	341	349
	B	11	12	12	12	12
	E2	4	4	4	4	5
	E3	1	1	1	1	1
	E4 - E6	1	1	1	1	1
	TOTAL	323	339	350	359	368

Fuente. Elaboración propia.

El resultado del TPDA para un período de diseño de 20 años, fue de 368 vehículos, por lo tanto, en función de la Tabla 36, la vía San Cristobal-Malima se encuentra dentro de la clase III de 300 hasta 1000 vehículos.

5.4.DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE

5.4.1. CÁLCULO DEL ESALS

Para los cálculos de tráfico, el método actual estima el equivalente a 18.000 libras (8,2 toneladas) de ejes individuales.

Para calcular el parámetro de tráfico W18, se utiliza la ecuación (9).

5.4.2. DETERMINACION DEL FACTOR EQUIVALENTE DE CARGA

Se determinó el factor de ejes equivalentes mediante la aplicación del Método AASHTO 93, empleando el Peso Bruto Vehicular especificado en la normativa NEVI 12.,

Tabla 17

Factor Equivalente por tipo de carga

FACTORES DE EQUIVALENTE DE CARGA POR TIPO DE VEHÍCULO									
TIPO	SIMPLE		SIMPLE DOBLE		TANDEM		TRIDEM		FACTOR FEC
	tons	$(P/6.6)^4$	tons	$(P/8.2)^4$	tons	$(P/15)^4$	tons	$(P/23)^4$	
BUS	4	0.13	9	1.45					1.59
2DA	3	0.04	7	0.53					0.57
2DB	7	1.27	11	3.24					4.50
3A	7	1.27			20	3.16			4.43
4C	7	1.27					24	1.19	2.45
2S2	7	1.27	11	3.24	20	3.16			7.66
2R3	7	1.27	11	3.24	20	3.16			10.90
			11	3.24					
3S2	7	1.27			20	3.16			7.59
					20	3.16			
3R3	7	1.27	11	3.24	20	3.16			10.82
					20	3.16			
3S3	7	1.27			20	3.16	24	1.19	5.61

Fuente. (NEVI 12, Norma para Estudios y Diseños Viales, 2013)

El factor de distribución de carriles tiene en cuenta el número de carriles que estarán en funcionamiento en la vía. Esto puede variar, como se muestra en la Tabla 18. Esto muestra que el

W18 se divide por el porcentaje supuesto del número de carriles que se dividirá por el W18 acumulado.

Tabla 18

Factor de distribución de carriles

número de carriles	FACTOR DE CARRIL		
	Núm. Carriles	Factor de carril	rango
2	1	1.00	1
	2	0.90	0,8 - 1,00
	3	0.70	0,60 - 0,80
	4	0.60	0,50 - 0,75

Determinados los factores se utiliza el TPDA obtenido en el año para que así podamos determinar el W18, se toma un porcentaje de camiones con fines de seguridad para así tener un margen mayor de certeza, los valores se muestran en la siguiente Tabla 19.

Tabla 19

TPDA total

AÑO 2024	TOTAL	Porcentajes de Vehículos	
TPD TOTAL	523		
AUTOS	488	93.84%	Distribución Camiones
BUSES	19	1.57%	
CAMIONES	16	4.59%	
2DA	2		19.56%
2DB	7		58.77%
3 - A	3		31.93%
4 - C	1		1.86%
2S2	0		1.70%
2R3	1		0.49%
3S2	0		3.64%
3R3	0		1.05%
3S3	2		0.57%

Fuente. Elaboración propia.

Después de todos los procesos anteriormente realizados, los factores que se necesitan para estimar el W18 se procede a construir la tabla de proyecciones del ESAL, donde se calculara el año de W18 y su proyección. El W18 acumulado es la suma de todos los vehículos presentes en el año y el W18 en las vías de diseño es el valor acumulado dividido por el porcentaje del número de vías existentes.

Ilustración 21

Cálculo del número de ejes equivalentes a 8.2 Tn

CÁLCULO DEL NÚMERO DE EJES EQUIVALENTES A 8.2 TONS																					
CÁLCULO AV																					
AÑO	% Crecimiento				TRANSITO PROMEDIO DIARIO					CAMIONES										W ₁₈ Acumulado	W ₁₈ Carril Diseño
	AUTOS	BUSES	CAMION LIVIANO	CAMION PESADO	TPD TOTAL	AUTOS	BUSES	CAMION LIVIANO	CAMION PESADO	2DA	2DB	3 - A	4 - C	2S2	2R3	3S2	3R3	3S3			
2024	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	523	488	19	2	14	2	7	3	1	0	1	0	0	0	2	36 742	16 534
2025	1.15%	0.40%	0.40%	0.40%	529	494	19	2	14	2	8	4	0	0	0	0	0	0	0	67 818	30 518
2026	1.07%	0.40%	0.40%	0.40%	534	499	19	2	14	2	8	4	0	0	0	0	0	0	0	98 940	44 523
2027	0.99%	0.40%	0.40%	0.40%	539	504	19	2	14	2	8	4	0	0	0	0	0	0	0	130 107	56 548
2028	0.93%	0.39%	0.39%	0.39%	544	509	19	2	14	2	8	4	0	0	0	0	0	0	0	161 320	72 594
2029	0.87%	0.39%	0.39%	0.39%	549	513	19	2	14	2	8	4	0	0	0	0	0	0	0	192 579	86 660
2030	0.81%	0.39%	0.39%	0.39%	553	517	19	2	14	2	8	4	0	0	0	0	0	0	0	223 883	100 747
2031	0.76%	0.39%	0.39%	0.39%	557	521	20	2	14	2	8	4	0	0	0	0	0	0	0	255 233	114 855
2032	0.72%	0.39%	0.39%	0.39%	561	525	20	2	14	2	8	4	0	0	0	0	0	0	0	286 628	128 983
2033	0.68%	0.39%	0.39%	0.39%	565	528	20	2	15	2	8	4	0	0	0	0	0	0	0	318 069	143 131
2034	0.65%	0.39%	0.39%	0.39%	568	532	20	2	15	2	8	4	0	0	0	0	0	0	0	349 555	157 300
2035	0.62%	0.38%	0.38%	0.38%	572	535	20	2	15	2	8	4	0	0	0	0	0	0	0	381 087	171 489
2036	0.59%	0.38%	0.38%	0.38%	575	538	20	2	15	2	8	4	0	0	0	0	0	0	0	412 665	185 699
2037	0.56%	0.38%	0.38%	0.38%	578	541	20	2	15	2	8	4	0	0	0	0	0	0	0	444 288	199 930
2038	0.54%	0.38%	0.38%	0.38%	581	544	20	2	15	2	8	4	0	0	0	0	0	0	0	475 957	214 181
2039	0.52%	0.38%	0.38%	0.38%	584	547	20	2	15	2	8	4	0	0	0	0	0	0	0	507 671	228 452
2040	0.50%	0.38%	0.38%	0.38%	587	550	20	2	15	2	8	4	0	0	0	0	0	0	0	539 431	242 744
2041	0.49%	0.38%	0.38%	0.38%	590	552	20	2	15	2	8	4	0	0	0	0	0	0	0	571 237	257 057
2042	0.47%	0.37%	0.37%	0.37%	593	555	20	2	15	2	8	4	0	0	0	0	0	0	0	603 088	271 380
2043	0.46%	0.37%	0.37%	0.37%	595	558	20	2	15	2	8	4	0	0	0	0	0	0	0	634 984	285 743
2044	0.45%	0.37%	0.37%	0.37%	598	560	21	2	15	2	8	4	0	0	0	0	0	0	0	666 927	300 117

Fuente. Elaboración propia.

Como resultado de la proyección del ESALS se obtuvo un W18 para el año 2044 de 275183 acumulado y divididos para el carril de diseño se obtuvo un total de 123832.55.

5.4.3. ESTUDIO DE SUELOS (DATOS DE LABORATORIO)

El valor del CBR se adoptó según del estudio obtenido de la subrasante sobre el cual se realizó el respectivo diseño de pavimento.

Tabla 20

Ensayo de laboratorio determinación CBR

Densidad máxima (kg/m ³)	CBR 95%
1978	7

Fuente. Laboratorio TitaniumRoad.

El estudio se llevó a cabo en el mes de noviembre del 2023, **Anexo C** calicata 4, se presenta un resumen de los ensayos realizados de acuerdo con las siguientes normas:

- Ensayo DCP (Norma ASTM D-6951).
- Proctor Modificado (Norma ASTM D1557-12).

5.4.4. DETERMINACIÓN DE PARÁMETROS DE CONFIABILIDAD (R)

Según el estudio de tráfico es un camino de segundo orden tipo III, con un TPDA proyectado al año 2044 de 368 vehículos, Tabla 4, se tiene un nivel de confiabilidad del 85% para zonas rurales.

Tabla 21

Valores normales de Desviación Estándar correspondientes a niveles de Confiabilidad seleccionada

Confiabilidad R (%)	Desviación Estándar (Zr)
50	0
60	-0 253
70	-0 524
75	-0 674
80	-0 841
85	-1 037
90	-1 282
91	-1 340
92	1 405
93	-1 476
94	-1 555
95	-1 645
96	-1 751
97	-1 881
98	-2 054
99	-2 327
99.9	3 090
99.99	-3 750

Fuente. Guía AASHTO “Diseño de estructuras de pavimentos.1993.

El coeficiente de Desviación Estándar para un nivel de confiabilidad del 85% es de -1.037, los mismos valores que se muestran en la Tabla 21, con el fin de garantizar que las diferentes alternativas a los miembros estructurales finales duren al menos a lo largo del periodo a diseñar de 20 años.

5.4.5. DETERMINACIÓN DEL ERROR ESTÁNDAR COMBINADO

Para determinar el parámetro de error estándar combinado, como es construcción nueva y pavimento flexible, haciendo uso de un $S_o=0.45$ según la Tabla 5.

5.4.6. DETERMINACIÓN DEL ÍNDICE DE SERVICIABILIDAD

El estado de servicio se evalúa de 0 a 5. En general el pavimento recién construido o rehabilitado, los valores de partida usuales son 4.2 para pavimentos flexibles y se tiene valores funcionales de 1.5 a 2.5.

Se tomo como $P_o=4.02$ y un $P_f=2$ según la Tabla 6 Donde.

$$\Delta PSI = 4.02 - 2 = 2.02$$

5.4.7. DETERMINACIÓN DE TIEMPO DE DISEÑO

Un pavimento flexible se define como una estructura vial que consta de una o más capas de asfalto compactado sobre una base y subbase granular. Una capa de asfalto ayuda a proteger las capas de agua y reducir el hidropilano.

El periodo de diseño es de 20 años.

Tabla 22

Periodo de diseño

Tipo de carretera	Periodo de diseño en años
Urbano de tránsito elevado	30 - 50
Rural de tránsito elevado	20 - 50
Pavimentada de baja intensidad de tránsito	15 - 25
De baja intensidad de tránsito, pavimentación con grava	10 - 20

Fuente. Guía AASHTO “Diseño de estructuras de pavimentos.1993.

5.4.8. MÓDULO RESILIENTE DE LA SUBRASANTE

El método AASHTO propone la siguiente condición:

$$Mr = 1500 * CBR$$

$$Mr = 3000 * 7 = 10500$$

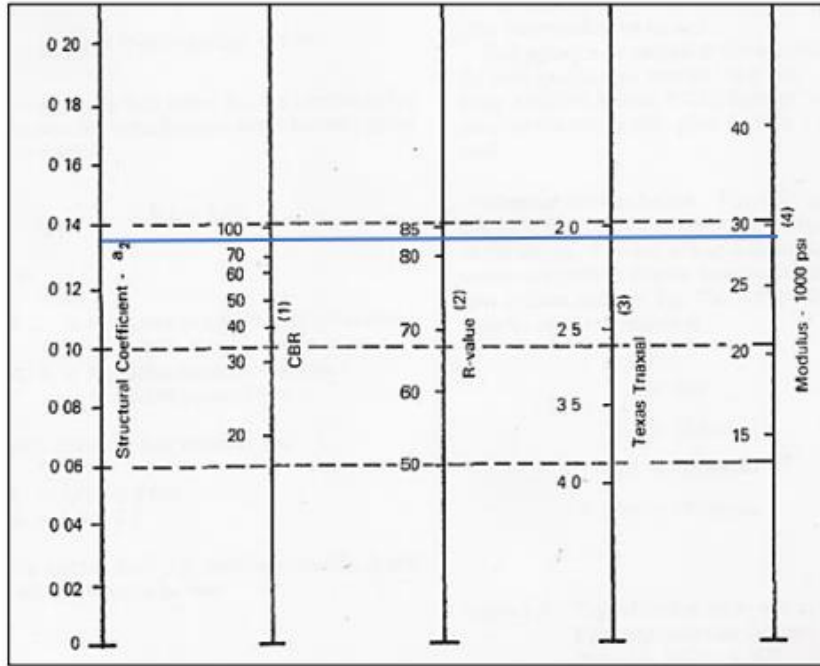
Para valores de CBR de la subrasante menores a 6% AASHTO nos da unas pautas, poner una capa de mejoramiento.

5.4.9. CÁLCULO DEL MÓDULO RESILIENTE Y COEFICIENTES ESTRUCTURALES

De acuerdo con la MOP-001 para determinar el módulo resiliente de la subrasante se tiene un CBR para la Base mayor o igual a 80% este es el valor mínimo recomendado. El cual se tomó uno de 80% para este caso.

Ilustración 22

Estimación del número estructural de la subrasante



Fuente. Guía AASHTO "Diseño de estructuras de pavimentos.1993.

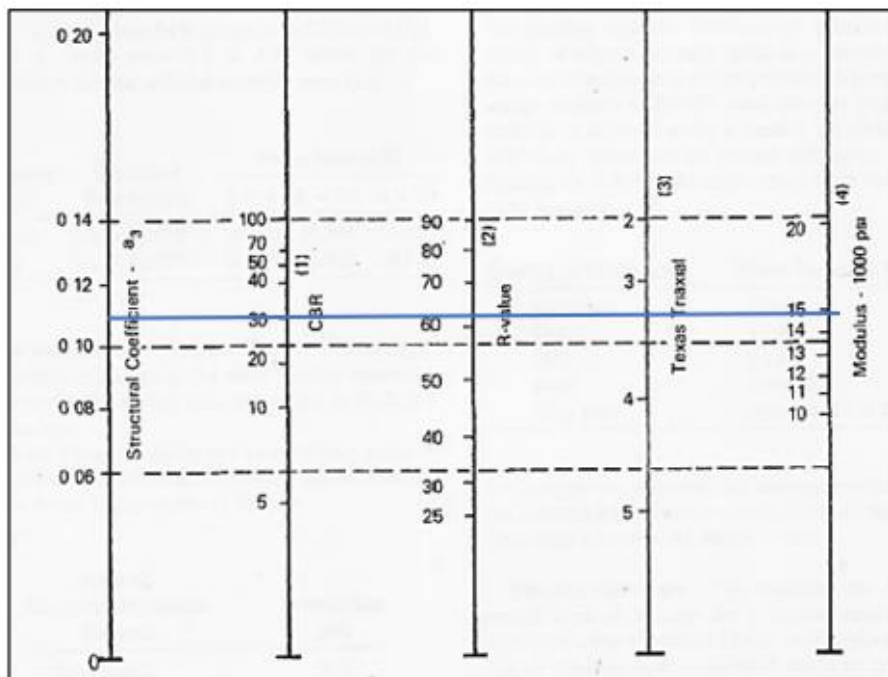
Como el CBR utilizado es de 80% se obtuvo los siguientes resultados:

- El módulo resiliente para la subrasante es de 28000 PSI
- Por lo que su coeficiente estructural $a_2 = 0.135$

De acuerdo con la MOP-001, se tiene un CBR para la Subbase mayor o igual al 30%. Para determinar el valor del coeficiente a_3 que corresponde a la subbase, utilizamos el ábaco de la Ilustración 14 con un valor del 30% del CBR.

Ilustración 23

Estimación del número estructural de la base y Subbase



Fuente. Guía AASHTO "Diseño de estructuras de pavimentos.1993.

Como el CBR utilizado es de 30% se obtuvo los siguientes resultados:

- El módulo resiliente para la subrasante es de 15000 PSI
- Por lo que su coeficiente estructural $a_3 = 0.11$

5.4.10. CÁLCULO DEL MÓDULO RESILIENTE PARA LA MEZCLA ASFÁLTICA

Para determinar el módulo resiliente primero calculamos la frecuencia de aplicación de carga con la formula (24).

$$f = \frac{30}{2\pi} = 4.7746\text{Hz} = 5\text{Hz}$$

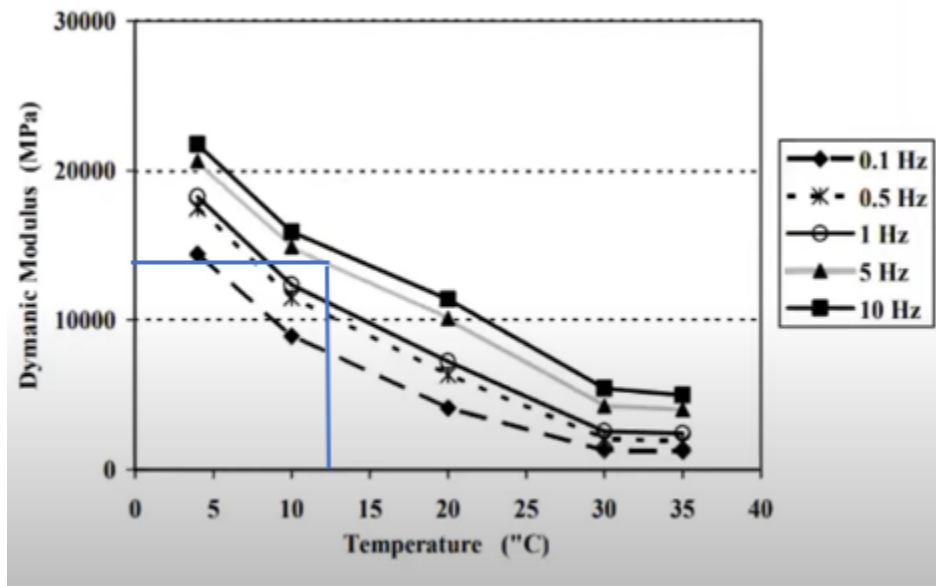
Calculamos la temperatura efectiva de la capa asfáltica, en °C. La temperatura ambiente de San Cristóbal era de 9°C un espesor de capa mínimo permitido de 50 mm, reemplazando en la ecuación (25) donde nos dio el siguiente resultado:

$$T_s = (-0.0093 * 9^2 + 1.569 * 9 - 1.578)(-0.084 * \ln 50 + 1.55) = 14.39982248$$

Obtenidos la frecuencia de aplicación de carga y la temperatura efectiva de la capa asfáltica se procede a ubicar los valores obtenidos en la ilustración 24.

Ilustración 24

Estimación del Módulo Resiliente de la capa asfáltica



Fuente. Guía AASHTO "Diseño de estructuras de pavimentos.1993.

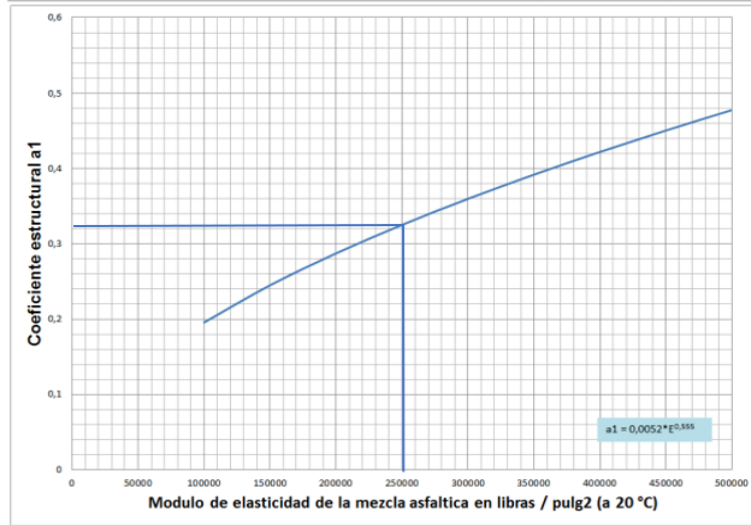
Obteniendo un módulo resiliente de: 13500 Mpa

Una vez obtenido el módulo de resiliente se procede a transformarlo a psi y se procede a calcular el número estructural a1 con la fórmula a1:

$$a_1 = 0.184 * \ln(1957500) - 1.9547 = 0.71094$$

Ilustración 25

Ábaco para determinar número estructural del asfalto “a1”



Fuente. Guía AASHTO “Diseño de estructuras de pavimentos.1993.

Para determinar el valor del coeficiente a1 utilizamos el recomendado por la AASHTO dado que el anterior es un valor muy alto utilizamos el ábaco de la ilustración 12 que se encuentra en función del módulo resiliente de la subrasante. Para determinar el Módulo de Elasticidad utilizamos la Tabla 23.

Tabla 23

Módulo de elasticidad en base al material

Material	Módulo de Elasticidad Mr (PSI)	a1	mi
Concreto asfáltico	400000	0.42	1
Base piedra partida	30000	0.14	0.8
Subbase granular	14000	0.1	0.7
Subrasante	5000	-	-

Fuente. Guía AASHTO “Diseño de estructuras de pavimentos.1993.

- El módulo resiliente para la capa asfáltica es de 400000 PSI
- Por lo que su coeficiente estructural $a_1 = 0.42$

5.4.11. CARACTERÍSTICAS DEL DRENAJE

Según el tiempo de lluvia que tiene la región de Paute en San Cristóbal se encuentra expuestas las estructuras de pavimento a la humedad y saturación, con una capacidad de saturación mayor al 25%, según la Tabla 6.

Tabla 24

Valores recomendados del coeficiente ambiental y de drenaje (mi)

Calidad del drenaje	% de tiempo de exposición de la estructura del pavimento a nivel de humedad drenaje próximos a la saturación			
	<1%	1-5%	5-25%	>25%
Excelente	1.40-1.35	1.35-1.30	1.30-1.20	1.20
Bueno	1.35-1.25	1.25-1.15	1.15-1.00	1.00
Aceptable	1.25-1.15	1.15-1.05	1.00-0.80	0.80
Pobre	1.15-1.05	1.05-0.80	0.80-0.60	0.60
Muy pobre	1.05-0.95	0.95-0.75	0.75-0.40	0.40

Fuente. Guía AASHTO “Diseño de estructuras de pavimentos.1993.

Se tomo un $m_2=1$ y $m_3=1$

5.4.12. ESPESORES DE PAVIMENTO

No se recomienda colocar capas menores a lo que recomienda la normativa AASHTO 1993 ya que al utilizar espesores mayores al mínimo ayuda a que sea estable.

Tabla 25*Espesores mínimos en función de ejes equivalentes (Asfalto y Base Granular)*

Numero de ESALS	Mezcla Asfáltica (pul)	Base Granular (pul)
Menos de 50.000	1.0 o T. S	4
50.001 - 150.000	2	4
50.001 - 500.000	2.5	4
500.001 - 2,000.000	3	6
2,000.001 - 7,000.000	3.5	6
Más de 7,000.000	4	6

Fuente. Guía AASHTO “Diseño de estructuras de pavimentos.1993.**5.4.13. CÁLCULO DEL NÚMERO ESTRUCTURAL REQUERIDO**

Determinamos los números estructurales del pavimento mediante el método AASHTO 93, en la siguiente tabla se muestran los datos utilizados para el cálculo S_n de la subrasante.

Donde:

Tabla 26*Datos para obtención (SN) de la subrasante*

Po	4.02	servicialidad inicial
Pt	2.0	servicialidad final
W	300117	ESALS
NC	0.85	85% de confiabilidad
ZR	-1.037	t student
So	0.45	Proyeccion de pavimento
SN	2.385	Número estructural: iterar
Δ PSI	2.02	Servicialidad
CBR	7	de ensayos %
MR	10500	1500*CBR

Fuente. Elaboración propia.

Utilizando la ecuación (22) para pavimento flexible obtenemos los números estructurales respectivos para cada capa del pavimento mediante el método AASHTO 93.

Ilustración 26

Cálculo SN mediante el programa Ecuación AASHTO 93 por Luis.R Vasquez

Método AASHTO para el diseño de pavimentos (1993)
 Desarrollado por: Luis Ricardo Vásquez Varela, Ingeniero Civil, Manizales, 2006.

Tipo de pavimento: Flexible Rígido

Confianza (R) y desviación estándar (So): 85% $Z_r = -1.037$ So: 0.45

Serviciabilidades inicial y final: PSI inicial: 4.02 PSI final: 2

Tránsito de diseño: W18: 300117

Capa	Módulo de elasticidad (psi)	Coefficiente de capa (ai)	Coefficiente de drenaje (mi)	SN necesario	Espesor D (plg.)	Espesor D* (plg.)	SN* dispuesto
1	400000	¿E/a?	0.42	1	¿m?	1.62	3.86 4.0 4.0 1.68
2	28000	¿E/a?	0.13	1	¿m?	2.08	3.08 3.5 4.0 0.52
3	15000	¿E/a?	0.11	1	¿m?	2.37	1.55 2.0 6.0 0.66
4	10500	MR					2.86 OK

W18 real: 9.82E+005

Cálculo de W18 para un SN: SN = 2.385 W18 = 3.13E+005

Fuente. Elaboración propia.

Para el espesor del pavimento tomamos el valor mínimo que nos da de la Tabla 25 que está en función de los ESALS 2.5 pulgadas de capa asfáltica y 4 pulgadas de base granular, Una vez se tengan todos los parámetros necesarios para el cálculo del número estructural requerido, se reemplaza en la fórmula y se obtiene los siguientes números estructurales:

Tabla 27*Cálculo de los números estructurales Requeridos*

	LOG(W)	5.477	=	5.477
	MR	400000	Lb/pulg ²	
SN capa asfáltica		0.349	teórico	
	LOG(W)	5.477	=	5.477
	MR	28000	Lb/pulg ²	
SN base granular		1.619	teórico	
	LOG(W)	5.477	=	5.477
	MR	15000	Lb/pulg ²	
SN subbase		2.080	teórico	

*Fuente. Elaboración propia.***Tabla 28***Cálculo de los Número estructurales Reales y espesores*

Capa	Espesor in	Espesor cm	SN requerido	SN* real	SN* ≥ SN
Capa asfáltica	3.00	7.62	0.349	1.26	CUMPLE
base granular	6.00	15.24	1.619	2.07	CUMPLE
Subbase	6.00	15.24	2.080	2.73	CUMPLE

*Fuente. Elaboración propia.***Tabla 29***Comprobación de SN*

SN subrasante	<=	Sn total
2.385		2.73
cumple		

Fuente. Elaboración propia.

Según el Sn obtenido del programa ASSHTO 93 que un dio un valor de 2.385 pero poniendo lo valores de espesores que nos impusimos obtuvimos un SN real de 2.73 que supera al anterior confirmando que cumple con todos los parámetros.

5.5.LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO

El levantamiento topográfico es un proceso que tiene como objetivo recopilar datos detallados sobre la superficie de la Tierra, con el fin de crear representaciones precisas y detalladas de la topografía de un área específica. Estos levantamientos son realizados por topógrafos y utilizan una variedad de técnicas y equipos para medir y registrar la ubicación tridimensional de puntos en la superficie terrestre.

5.5.1. *PLANTEAMIENTO DEL GPD DIFERENCIAL (RTK)*

El levantamiento topográfico fue llevado a cabo utilizando un GPS diferencial y sus accesorios suministrados por la institución académica. El GPS diferencial posibilita la determinación de la posición de un punto al medir las distancias entre las antenas emisoras de los satélites y la antena receptora del equipo de campo.

Ilustración 27

Planteamiento del RTK

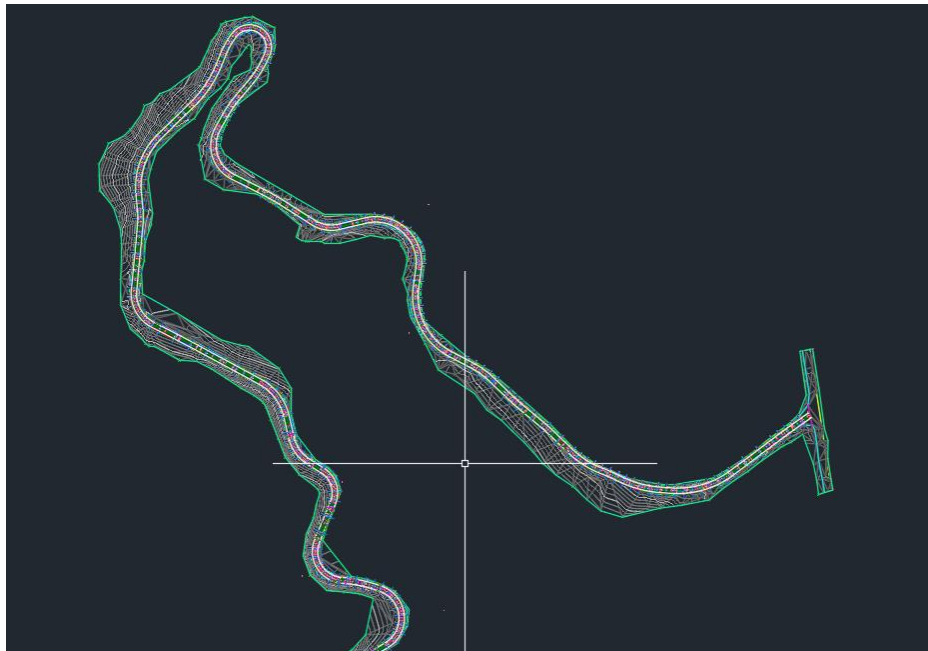


Fuente. Elaboración propia.

Con el respaldo del equipo mencionado, se llevó a cabo la recopilación de datos del terreno, considerando aspectos como el ancho de la vía actual y los límites de las propiedades colindantes. Posteriormente, se procedió a procesar todos estos datos utilizando el software más adecuado para nuestro diseño geométrico, se realizó en CIVIL 3D.

Ilustración 28

Levantamiento de puntos RTK



Fuente. Elaboración propia.

5.6.DISEÑO GEOMÉTRICO

El diseño geométrico de una carretera busca crear una vía segura, eficiente y cómoda. Sus objetivos incluyen garantizar la seguridad del usuario, optimizar la operación del tráfico, proporcionar accesibilidad, cumplir con normativas, ser ambientalmente sostenible, ser duradero y adaptable a futuros cambios.

5.6.1. CONSIDERACIONES DE DISEÑO

Utilizando la tabla proporcionada por el MTOP y los datos obtenidos del TPDA, se han establecido las consideraciones de diseño que se presentan en la tabla correspondiente del **Anexo A**

5.7. ALINEAMIENTO HORIZONTAL

5.7.1. VELOCIDAD DE DISEÑO

Mediante la clasificación de vía al ser una vía tipo III, terreno montañoso y se tomó como valor absoluto tenemos una velocidad de diseño de 40 km/h.

5.7.2. VELOCIDAD DE CIRCULACIÓN

Para la velocidad de circulación tomamos los valores de la ilustración 36 que recomienda la norma de diseño geométrico de carreteras 2003 MTOP.

Tabla 30

VELOCIDAD DE CIRCULACIÓN

VELOCIDAD DE CIRCULACIÓN EN KM/H			
Velocidad de diseño 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. Elaboración propia.

5.7.3. *PERALTE (PE)*

Con base en la clasificación de carreteras, se sugiere un peralte del 10% para vías con velocidades superiores a 50 km/h. No obstante, dado que este diseño tiene una velocidad de diseño de 30 km/h, se recomienda un peralte del 8%, conforme a las directrices para velocidades inferiores a 50 km/h.

5.7.4. *COEFICIENTE DE FRICCIÓN LATERAL (F)*

Ocupar la siguiente formula

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

Remplazamos

$$f = \frac{1.15}{40^{0.3}}$$

$$f = 0.38$$

5.7.5. *RADIO MÍNIMO DE CURVATURA (RMIN)*

Ocupar la siguiente formula:

$$Rmin = \frac{Vd^2}{127(e + f)}$$

Remplazamos

$$Rmin = \frac{40^2}{127(0.08 + 0.38)}$$

$$Rmin = 27.38m$$

Obteniendo un valor de Rmin de 27.38

5.7.6. *DISTANCIA DE VISIBILIDAD (DP)Y DE REBASAMIENTO (DR)*

- **Distancia minina de parada (Dp)**

$$Dp = D1 + D2$$

$$D1 = 0.7 * Vc$$

$$D1 = 0.7 * 35$$

$$D1 = 24.5$$

$$D2 = \frac{Vc^2}{254 * f}$$

$$D2 = \frac{35^2}{254 * 0.38}$$

$$D2 = \frac{35^2}{254 * 0.38}$$

$$D2 = 12.69$$

$$Dp = 12.69 + 24.5 = 37.19 = 38m$$

D1: Distancia recorrida durante el tiempo de percepción más reacción, expresada en metros.

D2: distancia de frenaje sobre la calzada a nivel, expresada en metros.

con una distancia mínima de parada medida en 38 metros, la Normativa de Diseño Geométrico de Carreteras 2003 del MTOP sugiere una recomendación de 40 metros para garantizar la seguridad. Como medida adicional de seguridad, se implementa señalización regulatoria a lo largo de la vía.

- **Distancia de visibilidad de rebasamiento (*Dr*).**

$$D_r = 9.54 * Vd - 218$$

$$D_r = 9.54 * 40 - 218$$

$$D_r = 163.6m$$

Con una distancia de visibilidad de rebasamiento medida en 163.6 metros, las directrices de la Normativa de Diseño Geométrico de Carreteras 2003 del MTOP sugieren una recomendación de

270 metros para la distancia mínima de parada, y como medida adicional de seguridad, se incorpora señalización regulatoria a lo largo de la vía.

5.7.7. SOBREENCHO

$$S = R - \sqrt{R^2 - L^2} \quad (33)$$

Donde:

R= Radio de la curva, m

L= Ancho del vehículo, m

S= sobreancho, m

Sobreancho se calcula con el radio correspondiente y la longitud de un vehículo de 7.5 metros de largo.

5.7.8. RESULTADOS DE PARÁMETROS DEL DISEÑO HORIZONTAL

Con los parámetros calculados se obtiene los resultados que indica la tabla siguiente.

Tabla 31

Resultados del diseño horizontal

Vd (Km/h)	Pe %	Vc (Km/h)	F	D1 m	D2 m	Dp	Dr	Sa m	Rmin m
40	0.08	35	0.38	24.5	12.68302	37.18302	163.6	0.434	27.37245

Fuente. Elaboración propia.

5.7.9. DISEÑO HORIZONTAL

Según los datos obtenidos del CIVIL 3Dse realizo una tabla con los datos obtenidos como radio de cada curva, ángulo delta, longitud de cuerda, tangente, ordenada media y externa.

Ilustración 29

Elementos de una curva

TABLA DE ELEMENTOS DE CURVA													
NºCURVA	DIRECCION	DELTA	RADIO	T	L	LC	E	M	PI	PC	PT	PI NORTE	PI ESTE
C1	N9° 45' 54"E	30°32'31"	65.00	17.75	34.65	34.24	2.38	2.30	14+517.75	14+500.00	747140.63	9687563.70	747133.12
C2	N36° 25' 14"W	122°54'48"	32.00	58.83	68.65	56.22	34.97	16.71	14+611.85	14+553.02	747115.03	9687649.73	747173.31
C3	N55° 31' 34"W	84°42'08"	35.00	31.90	51.74	47.16	12.36	9.13	14+707.53	14+675.62	747022.71	9687629.90	747029.99
C4	N2° 31' 54"W	21°17'12"	190.00	35.71	70.59	70.18	3.33	3.27	14+901.97	14+866.26	746987.95	9687830.97	746982.92
C5	N14° 50' 33"E	13°27'41"	190.00	22.42	44.64	44.54	1.32	1.31	14+994.33	14+971.91	747004.31	9687923.23	746996.07
C6	N40° 20' 58"E	37°33'08"	85.00	28.90	55.71	54.72	4.78	4.52	15+092.14	15+063.24	747056.90	9688014.37	747032.10
C7	N5° 45' 25"W	129°45'54"	36.00	76.79	81.53	65.19	48.81	20.72	15+255.75	15+178.96	747101.88	9688099.40	747174.32
C8	N77° 28' 55"W	13°41'06"	150.00	18.00	35.83	35.74	1.08	1.07	15+282.66	15+264.66	747063.06	9688132.21	747080.97
C9	N30° 44' 27"W	107°10'02"	33.00	44.73	61.72	53.11	22.59	13.41	15+352.67	15+307.94	747028.49	9688139.15	747011.13
C10	N17° 51' 44"W	81°24'36"	30.00	25.81	42.63	39.13	9.57	7.26	15+442.36	15+416.55	747034.69	9688247.37	747056.72
C11	N35° 34' 37"W	45°58'51"	45.00	19.09	36.11	35.15	3.88	3.57	15+496.54	15+477.44	746998.66	9688280.31	747002.82
C12	N37° 09' 31"W	49°08'40"	60.00	27.43	51.46	49.90	5.97	5.43	15+565.48	15+538.04	746963.18	9688349.62	746987.35
C13	N62° 29' 36"W	1°31'30"	60.00	0.80	1.60	1.60	0.01	0.01	15+694.75	15+693.95	746869.78	9688412.45	746870.49
C14	N28° 49' 20"W	68°52'01"	40.00	27.42	48.08	45.24	8.50	7.01	15+756.81	15+729.38	746817.75	9688440.38	746815.07
C15	NO° 12' 49"W	11°38'58"	100.00	10.20	20.33	20.30	0.52	0.52	15+861.99	15+851.78	746824.95	9688551.79	746826.02
C16	N19° 57' 51"E	52°00'17"	80.00	39.02	72.61	70.15	9.01	8.10	15+927.95	15+888.93	746847.13	9688617.46	746819.07
C17	N33° 38' 41"E	24°38'37"	130.00	28.40	55.91	55.48	3.07	2.99	16+042.85	16+014.45	746915.91	9688701.10	746905.58
C18	N29° 18' 19"E	15°57'52"	95.00	13.32	26.47	26.38	0.93	0.92	16+094.99	16+081.67	746932.93	9688750.50	746924.86
C19	S60° 32' 13"E	164°21'05"	22.29	162.21	63.94	44.16	141.44	19.26	16+270.35	16+108.14	746971.38	9688890.15	747031.20
C20	S31° 18' 19"W	190°59'	120.00	20.44	40.49	40.30	1.73	1.70	16+192.52	16+172.08	746950.45	9688720.37	746963.85

Fuente. Elaboración propia.

Para determinar la pendiente de borde del peralte se toma de la tabla 32 el valor de i según la velocidad de diseño que es 40 km/h, y corresponde $i=0.7$.

Tabla 32

Pendiente de borde

V dis	i
20	0 800
25	0 775
30	0 750
35	0 725
40	0 700
50	0 650
60	0 600
70	0 550
80	0 500
90	0 470
100	0 430
110	0 400
120	0.370

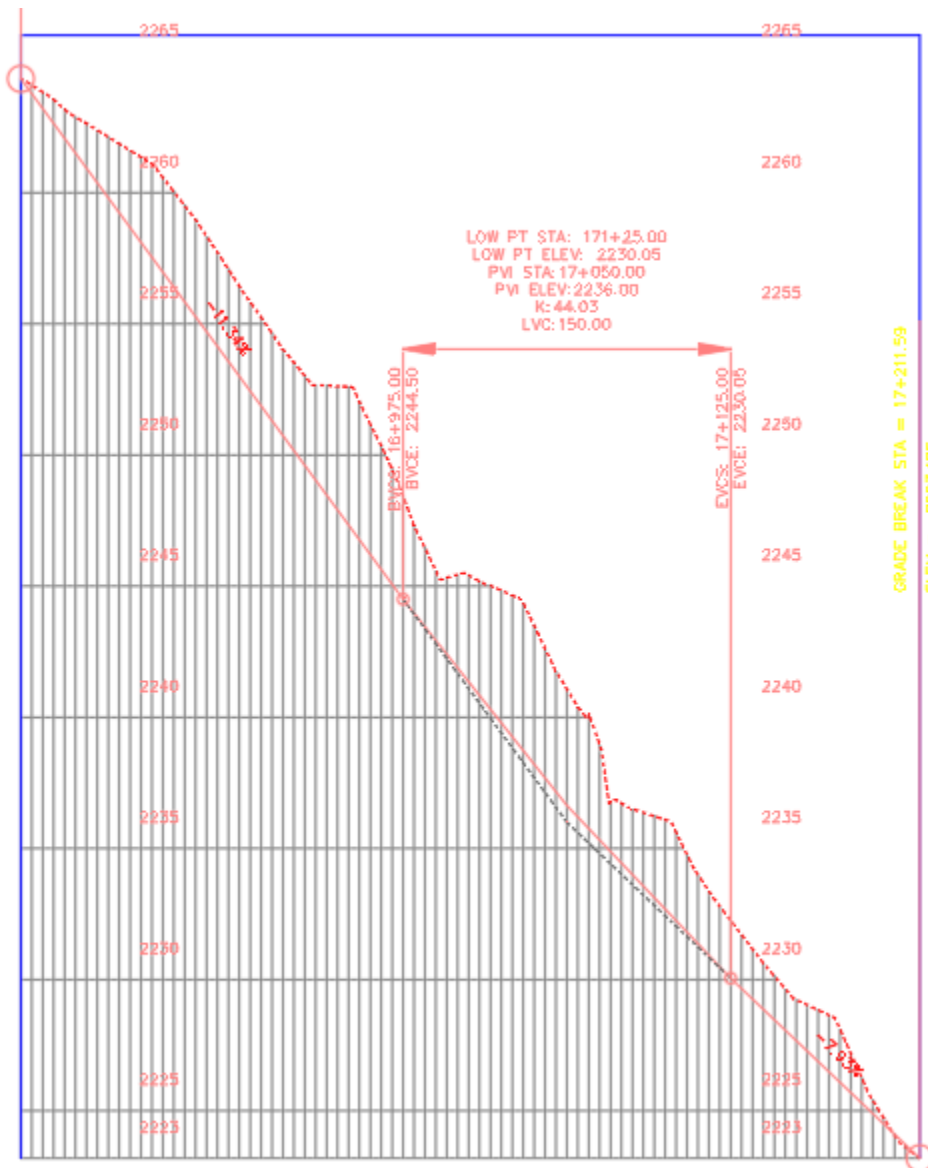
Fuente. Elaboración propia.

5.8.DISEÑO VERTICAL

- Datos

Ilustración 30

Curva vertical N° 10



Fuente. Elaboración propia.

Pendiente de entrada: -11.34%

Pendiente de salida: -7.93%

Abscisa PIV: 17+050.00

Cota PIV: 2236.00m.s.n.m.

Distancia de visibilidad (S): 30 m

Coefficiente Kmin:6

Longitud de la curva vertical (L): 150m

La curva vertical al tener las dos pendientes negativas, la de entrada con pendiente mayor que el de salida indica que es una curva convexa.

Según sus pendientes el factor K mínimo de curvas verticales convexas mínimas tenemos la siguiente imagen.

Ilustración 31

Curvas Verticales Convexas Mínimas

Velocidad de diseño kph	Distancia de Visibilidad para Parada-"s" (metros)	Coeficiente $K=S^2/426$	
		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	55	7,1	7
60	70	11,5	12
70	90	19,01	19
80	110	28,4	28
90	135	42,78	43
100	160	60,09	60
110	180	76,06	80
120	220	113,62	115

Fuente: Normas de diseño geométrico de carreteras 2003 MTOP

Ilustración 32

Curvas Verticales Cóncavas Mínimas

Velocidad de diseño kph	Distancia de Visibilidad para Parada-"s" (metros)	Coeficiente $K = S^2 / 122 + 3,5 S$	
		Calculado	Redondeado
20	20	2.08	2
25	25	2.98	3
30	30	3.96	4
35	35	5.01	5
40	40	6.11	6
45	50	8.42	8
50	55	9.62	10
60	70	13.35	13
70	90	18.54	19
80	110	23.87	24
90	135	30.66	31
100	160	37.54	38
110	180	43.09	43
120	220	54.26	54

Fuente: Normas de diseño geométrico de carreteras 2003 MTOP

Coeficiente K de diseño:

$$K = \frac{S^2}{426}$$

$$K = \frac{40^2}{426}$$

$$K = 6.11$$

Longitud mínima de la curva:

$$L_{min} = 0.6 * Vd$$

$$L_{min} = 0.6 * 40$$

$$L_{min} = 24m$$

5.8.1. DISTANCIA DE VISIBILIZAS PARA LA PARADA DE UN VEHÍCULO

Definida como la distancia mínima necesaria que el conductor circula por la vía con la velocidad de diseño ve un objeto y pueda parar antes de llegar a él.

Distancia recorrida durante el tiempo de percepción (d1):

$$d_1 = 0.7 * V_c$$

$$d_1 = 0.7 * 35$$

$$d_1 = 24.5$$

Distancia de frenado sobre la calzada (d2)

$$d_2 = \frac{(V_c)^2}{254 * f}$$

$$d_2 = \frac{(35)^2}{254 * 0.38}$$

$$d_2 = 12.69m$$

Distancia de visibilidad (d):

$$d = d_1 + d_2$$

$$d = 24.5 + 12.69$$

$$d = 37.19 m$$

5.8.2. DISTANCIA DE VISIBILIZAS PARA REBASAMIENTO DE UN VEHÍCULO.

Definida como la distancia necesaria para que se maniobre en condiciones seguras.

Distancia de rebasamiento (dr):

$$D_r = 9.54 * Vd - 218$$

$$D_r = 9.54 * 40 - 218$$

$$D_r = 163.6m$$

5.9.CUNETAS

5.9.1. COEFICIENTE DE ESCORRENTÍA

Para la determinación del Coeficiente de Escorrentía se utilizó la tabla del Tabla 9, teniendo en cuenta que el proyecto se encuentra en un área cuya cobertura vegetal es “pastos con vegetación ligera”, tiene una pendiente media y el suelo es semipermeable, con estas consideraciones se tiene el siguiente resultado:

Con un $C=0.25$.

5.9.2. INTENSIDAD DE LLUVIA

El Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología (INAMHI) ha realizado estudios de las curvas IDF de todo el país y proporciona ecuaciones para el cálculo de la intensidad, de acuerdo a intervalos de tiempo en minutos y por estaciones.

Se utilizó la estación M0138 Paute para el presente proyecto, adoptándose un tiempo de concentración mínimo de 10 minutos y un período de retorno equivalente a 25 años, consiguiendo así una intensidad máxima de 97.3 mm/h.

5.9.3. VELOCIDAD MÁXIMA Y MÍNIMA

La pendiente máxima para evitar la erosión del material se consideró de 4.50 m/s, de acuerdo con la siguiente tabla:

Tabla 33

Velocidades máximas

MATERIAL	VELOCIDAD (m/s)
Arenas finas y limos	0.40 -0.60
Arcilla arenosa	0.50 -0.75
Arcilla	0.75 - 1.00
Arcilla fina	1.00 - 1.50
Grava limosa	1.00 - 1.50
Grava fina	1.50 -2.00
Pizarras suaves	1.50 -2.00
Grava gruesa	2.00 -3.50
Zampeados	3.00 -4.50
Rocas sanas v hormigón	4.50 -7.50

Fuente: elaboración propia basada en MTOP, (2003)

La velocidad mínima para evitar sedimentación de materiales se consideró de 0.60 m/s.

5.9.4. COEFICIENTE DE RUGOSIDAD DE MANNING

Este coeficiente varía de acuerdo al tipo de material, para el proyecto se tomó el valor de 0.013 para hormigón alisado con regla de acuerdo a la siguiente ilustración:

Ilustración 33

Valores del Coeficiente de Rugosidad de Manning

d) Hormigón	Platachado	0,011	0,013	0,015
	Alisado con regla	0,013	0,015	0,016
	Alisado con rípio a la vista en el fondo	0,015	0,017	0,020
	Sin alisar	0,014	0,017	0,020
	Gunita (hormigón proyectado), sección regular	0,016	0,019	0,023
	Idem, sección ondulada	0,018	0,022	0,025
	Garita sobre una roca bien excavada	0,017	0,020	
	Garita sobre una roca excavada en forma irregular	0,022	0,027	
e) Fondo de hormigón alisado con lados de:	Piedra acomodada en mortero	0,015	0,017	0,020
	Piedra distribuida al azar en mortero	0,017	0,020	0,024
	Albañilería de piedra en bruto unida con cemento, enlucida	0,016	0,020	0,024
	Albañilería de piedra en bruto unida con cemento	0,020	0,025	0,030
f) Fondo de grava con lados de:	Empedrado o enrocado (rip rap)	0,020	0,030	0,035
	Hormigón (con moldaje)	0,017	0,020	0,025
	Piedra distribuida al azar en mortero	0,020	0,023	0,026
	Empedrado o rip rap	0,023	0,033	0,036
g) Ladrillo	Terminación tipo barnizada o vidriada	0,011	0,013	0,015
	En mortero de cemento	0,012	0,015	0,018
h) Albañilería	Empedrado cementado	0,017	0,025	0,030
	Empedrado libre	0,023	0,032	0,035
i) Asfalto	Piedra conteada	0,013	0,015	0,017
	Liso	0,013	0,013	
j) Cubierto con Vegetación	Rugoso	0,016	0,016	
		0,030		0,500

Fuente: NEVI, (2012)

5.9.5. RELACIONES GEOMÉTRICAS PARA PARÁMETROS HIDRÁULICOS

En el diseño de las cunetas, se adoptó una relación de 1:2, es decir, con dimensiones $d=0.2$ metros y $a=0.4$ metros. La velocidad se determinó considerando la pendiente, el coeficiente de rugosidad de Manning y el radio hidráulico. La capacidad de la cuneta se calculó utilizando la pendiente, el radio hidráulico, el coeficiente de rugosidad de Manning y el área del canal.

Las áreas principales que se tomaron en cuenta para el proyecto incluyen la escorrentía en la propia calzada de la vía y un área con vegetación en el talud.

Para la obtención del caudal de diseño se tiene:

Q1, se determinó multiplicando el caudal máximo y la longitud entre sumideros.

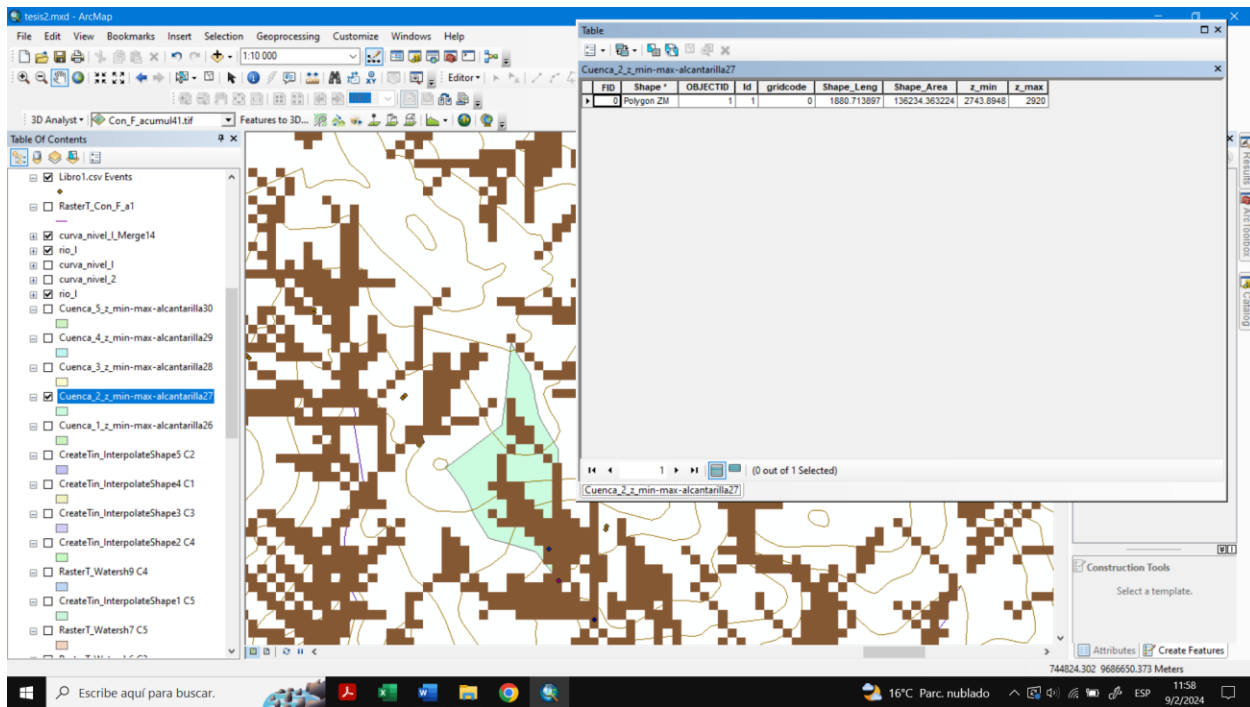
Q2, se determinó en base a la ecuación del Método Racional

Se adjunta los datos en el **Anexo B**.

5.10. DISEÑO DE ALCANTARILLADO

5.10.1. CAUDAL DE DISEÑO

En el proceso de definir el caudal necesario y la posición óptima de las alcantarillas, se consideró el intervalo de tiempo que el agua requiere para desplazarse desde el punto más distante de las cunetas hasta la alcantarilla. Esta evaluación se basó en factores como la longitud de las cunetas, la pendiente del terreno y la velocidad del flujo del agua.



Para calcular este caudal se utilizó la herramienta Arcgis, mediante las dimensiones de cada microcuenca se obtuvo el área y la longitud de río que más aporta a esta microcuenca.

Tabla 34

Caudal de diseño para las alcantarillas.

TRAMO	Nº ALCANTARILLA	cotas inical msnm	cota final msnm	longuitud m	pendiente	caudal de diseño m3/s
TRAMO 6 ABSCISA 14+500 a 17+400 KM	53	2411.31	2410.77	11.62	4.65%	0.6388982
	54	2404.63	2404.48	11.95	1.26%	1.93404675
	55	2394.42	2393.82	10.16	5.91%	2.02296107
	56	2362.52	2362.27	11.03	2.27%	3.48102039
	57	2361.45	2360.98	11.68	4.02%	0.62717929
	58	2292.49	2291.8	13.61	5.07%	0.63046297
	59	2281.64	2281.28	16.38	2.20%	1.33619256
	60	2267.12	2266.33	11.7	6.75%	1.96765912

Fuente: Elaboración Propia.

5.10.2. SECCION DE ALCANTARILLA

Para establecer las dimensiones de las alcantarillas, se tuvieron en cuenta factores como el caudal, la pendiente del terreno, la sección parcialmente llena, y las velocidades máximas y mínimas establecidas por las normativas del INVIAS (2009).

Se utilizó un coeficiente de Manning de 0.13 para hormigón y uno de 0.24 para alcantarillas con tuberías corrugadas de PVC

Tabla 35

Valores de diseño para alcantarilla

EVALUACION DE ALCANTARILLA															
TRAMO	Nº ALCANTARILLA	cotas inicial msnm	cota final msnm	longitud m	pendiente	caudal de diseño m ³ /s	diametro m	velocidad (m/s)	v min	vmax	coeficiente de rugosidad	K4	k4	Y/D	CONDICIÓN
TRAMO 6 ABSCISA 14+500 a 17+400 KM	53	2411.31	2410.77	11.62	4.65%	0.6388982	1.5	4.67	0.6	5	0.024	0.00024125	0.00024125	0.10959936	CUMPLE
	54	2404.63	2404.48	11.95	1.26%	1.93404675	1.5	2.43	0.6	5	0.024	0.00140521	0.00140521	0.20033484	CUMPLE
	55	2394.42	2393.82	10.16	5.91%	2.02296107	1.5	5.27	0.6	5	0.024	0.00067763	0.00067763	0.15507467	CUMPLE
	56	2362.52	2362.27	11.03	2.27%	3.48102039	1.5	3.26	0.6	5	0.024	0.00188217	0.00188217	0.20033484	CUMPLE
	57	2361.45	2360.98	11.68	4.02%	0.62717929	1.5	4.35	0.6	5	0.024	0.00025451	0.00025451	0.10959936	CUMPLE
	58	2292.49	2291.8	13.61	5.07%	0.63046297	1.5	4.88	0.6	5	0.024	0.00022793	0.00022793	0.10959936	CUMPLE
	59	2281.64	2281.28	16.38	2.20%	1.33619256	1.5	3.21	0.6	5	0.024	0.00073368	0.00073368	0.15507467	CUMPLE
	60	2267.12	2266.33	11.7	6.75%	1.96765912	1.5	5.63	0.6	5	0.024	0.0006164	0.0006164	0.14153947	CUMPLE

Fuente: Elaboración Propia.

5.10.3. ESTRUCTURA DE ENTRADA Y SALIDA

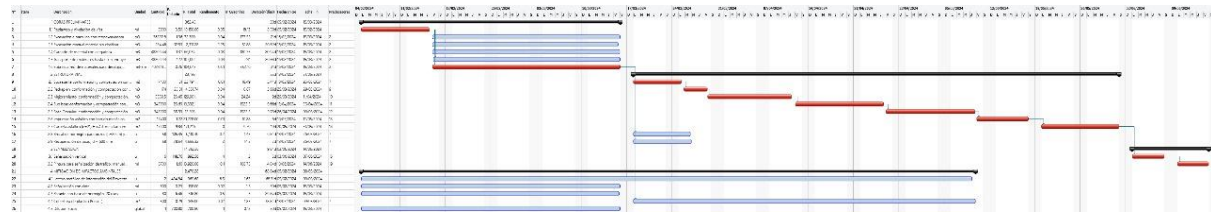
Para el diseño de las estructuras de entrada y salida de las alcantarillas, se consideraron las secciones típicas proporcionadas por las normas del INVIAS (2009), con especial atención a la seguridad de los usuarios y la inclinación del terreno. Se optó por un diámetro de 1500 mm, conforme a las especificaciones de la normativa INNVIAS (2009), que establece un diámetro mínimo de 1.5 m para todas las alcantarillas, utilizando tubería de PVC. Esta elección se respalda en la capacidad de la tubería de PVC para manejar el caudal de diseño requerido. La estructura de salida se diseñó a una distancia de 1.5 metros de la vía, lo que resultó en la generación de los planos correspondientes. Visualizar **Anexo K**

5.11. CRONOGRAMA Y ACTIVIDADES PARA DESARROLLAR

De manera más detallada visualizar **Anexo I**

Ilustración 34

Cronograma de actividades



Fuente: Elaboración Propia.

5.12. PRESUPUESTO

Ilustración 35

Proyecto vial San Cristóbal-Malima, tramo 14+500 Km al 17+400 km

Proyecto vial San Cristobal Malima 14+500 Km al 17+400 km						
Oferente:	Adrian , Josue					
Ubicación:	CUENCA					
Fecha:	05/02/2024					
PRESUPUESTO						
Ítem	Código	Descripción	Unidad	Cantidad	P.Unitario	P.Total
1		OBRAS PRELIMINARE S				362,453.91
1.1	500004	Replanteo y nivelación de vías	m l	2,900.00	3.50	10,150.00
1.2	500010	Excavación a máquina con retroexcavadora	m 3	36,892.80	1.96	72,309.89
1.3	500014	Excavación manual material sin clasificar	m 3	184.46	12.53	2,311.28
1.4	500001	Cargado de material con cargadora	m 3	48,200.44	1.37	66,034.60
1.5	500002	Transporte de materiales hasta 6 km, incluye pago en escombrera	m 3	48,200.44	2.22	107,004.98
1.6	500003	Sobreacarreo de materiales para desalojo, lugar determinado por el Fiscalizador, Distancia > 6 Km	m 3-km	402,473.67	0.26	104,643.15
2		ESTRUCTURA VIAL				588,514.24
2.1	500005	Subrasante conformación y compactación con equipo pesado	m 2	17,400.00	1.31	22,794.00
2.2	500006	Pedraplén, conformación y compactación con equipo pesado	m 3	174.00	25.01	4,351.74
2.3	500007	Mejoramiento, conformación y compactación con equipo pesado	m 3	5,539.50	23.45	129,901.28
2.4	500040	Sub base conformación y compactación con equipo pesado	m 3	3,480.00	29.69	103,321.20
2.5	500041	Base Granular conformación y compactación con equipo pesado	m 3	3,480.00	35.93	125,036.40
2.6	500011	Imprimación asfáltica con barrido mecánico	m 2	17,400.00	1.22	21,228.00
2.7	500012	Carpeta asfáltica (e=2") Ho As f. mezclado en planta	m 2	17,400.00	9.84	171,216.00
2.8	500013	Brocal de hormigón para pozos (h=20 cm) y tapa (h=10 cm) cónicos, D=700m m, Tipo A	u	58.00	105.35	6,110.30
2.9	500017	Recuperación de pozo, d = 600 m m	u	58.00	78.54	4,555.32
3		SEÑALIZACION				14,812.56
3.1	500018	Señalización vertical	u	6.00	148.76	892.56
3.2	500019	Pintura para señalización de tráfico, manual, franja de hasta 15cm	m l	8,700.00	1.60	13,920.00
4		MITIGACION DE IMPACTOS AMBIENTALES				2,470.28
4.1	500028	Letrero metálico de información del Proyecto	u	2.00	484.84	969.68
4.2	500020	Señalización con cinta	m l	600.00	0.23	138.00
4.3	500021	Parante con base de hormigón, 20 usos	u	80.00	6.46	516.80
4.4	500022	Cobertura de plástico (5 usos)	m 2	500.00	0.29	145.00
4.5	500023	Difusión Social	global	1.00	700.80	700.80
SUBTOTAL						968,250.98
IVA					12 %	116,190.12
TOTAL						1,084,441.10
Son:	UNO MILLONES OCHENTAY CUATRO MIL CUATROCIENTOS CUARENTAY UNO CON 10/100 DÓLARES					

Fuente: Elaboración Propia.

CONCLUSIONES.

- El estudio se llevó a cabo mediante dos estaciones de conteo, una orientada en sentido Este-Oeste y la otra en sentido Oeste-Este, situadas a 500 metros de la vía Panamericana Sur. Esta carretera, con un Tráfico Promedio Diario Anual (TPDA) de 368 vehículos, fue clasificada como Clase III según las recomendaciones del MTOP 2003, a través de un análisis comparativo.
- El levantamiento topográfico se realizó con una franja de 10 metros a cada lado del eje de la vía. La velocidad de diseño considerada fue de 40 km/h, tomando en cuenta la presencia de curvas con radios específicos.
- El diseño de la carretera refleja el producto de un detallado procedimiento de planificación y evaluación, en el cual se han tenido en cuenta múltiples aspectos técnicos, ambientales, sociales y económicos. Esto se lleva a cabo con el objetivo de asegurar la construcción de una infraestructura vial que sea segura, eficiente y sostenible, como se puede apreciar en el programa Civil 3D.
- A partir de los resultados obtenidos, hemos observado que tanto el diseño geométrico como el estructural del pavimento de la carretera pueden desempeñar un papel fundamental en la mejora del uso de la vía, considerando aspectos relacionados con la seguridad vial. Esto implica la incorporación de elementos de señalización, dispositivos de control de velocidad y medidas preventivas para evitar accidentes y salvaguardar a los usuarios. Al optimizar su funcionamiento, se busca crear un entorno vial más seguro y eficiente.
- Como resultado para el diseño de pavimentos se dieron las siguientes medidas, subbase 6 pulgadas, base granular 6 pulgadas y capa asfáltica 3 pulgadas.

- Para el presupuesto de esta vía tenemos el costo de 1,084,441.10 (UNO MILLONES OCHENTA Y CUATRO MIL CUATROCIENTOS CUARENTA Y UNO CON 10/100 DÓLARES) que se ocuparan para todo el proyecto.

RECOMENDACIÓN.

- Es fundamental establecer un proceso de socialización a través del Gobierno Autónomo Descentralizado (GAD) de la Parroquia de San Cristóbal, dirigido hacia las comunidades que están conectadas por la vía en cuestión.
- Se recomienda poner cuatro alcantarillas en cada km, nuestro proyecto cuenta con ocho alcantarillas para los 2.9 kilómetros de vía por lo que se recomienda realizar un nuevo diseño por cada 1 km .
- Además, se requiere llevar a cabo un catastro detallado de la red de alcantarillado, la red de sumideros, así como de la infraestructura de agua potable y subdrenes, asegurándose de cumplir con la normativa vigente.
- Considerar la construcción de cunetas, alcantarillas y sistemas de drenaje superficial.
- Para garantizar la estabilidad de la vía, es esencial realizar un estudio geológico y geotécnico específico, focalizado en el análisis de muros a lo largo de las abscisas. Este análisis permitirá tomar decisiones fundamentadas sobre la construcción de muros de contención u otras medidas necesarias.
- Después de la finalización de la construcción, se aconseja llevar a cabo revisiones regulares en la infraestructura vial y en las estructuras de drenaje. El propósito de estas revisiones es preservarlas en un estado óptimo, libre de deterioros, para asegurar su funcionalidad y prolongar su vida útil.

- El presupuesto proporciona una visión completa y detallada de los costos asociados con el proyecto vial, permitiendo una planificación efectiva y una ejecución exitosa. Es crucial que los responsables del proyecto monitoreen cualquier cambio en las condiciones del mercado que pueda afectar estos costos y ajusten el presupuesto según sea necesario durante la ejecución del proyecto.
- Involucrar a la comunidad local y a las partes interesadas en el proceso de diseño.

BIBLIOGRAFÍA

AASHTO. (1993). *American Association of State Highway and Transportation Officials*.

Cal, R., & Cárdenas, J. (1994). *Ingeniería de tránsito. Fundamentos y aplicaciones*. Alfaomega .

Cárdenas Grisales, J. (2013). *Diseño geométrico de carreteras*. ECOE ediciones.

Chocontá Rojas, P. A. (2004). *DISEÑO GEOMÉTRICO DE CARRETERAS* (2da ed.). ESCUELA COLOMBIANA DE INGENIERÍA.

GAD DE SAN CRISTÓBAL. (2015). *PDOT DE SAN CRISTÓBAL* (Vol. 3).

<https://gobiernoparroquialsancristobal.gob.ec/azuay/wp-content/uploads/2016/03/ACTUALIZACION-PDyOT-SAN-CRISTOBAL-2015.pdf#page=74&zoom=100,277,94>

Ha, J.-A., & Oh, J.-S. (2014). Estimating annual average daily traffic using daily adjustment factor. *Journal of Emerging Trends in Computing and Information Sciences*, 5(7), 580–587.

INAMHI. (2015). *DETERMINACIÓN DE ECUACIONES PARA EL CÁLCULO DE INTENSIDADES MÁXIMAS DE PRECIPITACIÓN*.

Melendez Muñoz, M. Á. (2019). *Análisis técnico del diseño geométrico de la carretera nacional PE-3N, con relación al manual de carreteras DG-2018, tramo: KM. 136+ 000–KM. 141+ 000*.

Ministerio de Obras Públicas (MTO). (2003). *Norma de diseño geométrico de carreteras*.

Ministerio de Transporte y Obras Públicas (MTO). (2013). *Norma para estudios y diseños viales* (NEVI-12, Ed.; A, Vol. 2).

Montejo Alfonso. (2002). *INGENIERÍA DE PAVIMENTOS PARA CARRETERAS*.

NEVI. (2012). *Norma para Estudios y Diseños Viales*.

Pérez R. (2013). *Diseño y construcción de alcantarillados sanitarios, pluvial y drenaje de carreteras*. Ecoe Ediciones.

ANEXOS

Anexo A

Ilustración 36

Valores de diseño recomendado para carreteras de dos carriles



República del Ecuador
MINISTERIO DE OBRAS PÚBLICAS

VALORES DE DISEÑO RECOMENDADOS PARA CARRETERAS DE DOS CARRILES Y CAMINOS VECINALES DE CONSTRUCCIÓN

NORMAS	CLASE I 3 000 – 8 000 TPDA ⁽¹⁾						CLASE II 1 000 - 3 000 TPDA ⁽¹⁾						CLASE III 300 – 1 000 TPDA ⁽¹⁾						CLASE IV 100 – 300 TPDA ⁽¹⁾						CLASE V MENOS DE 100 TPDA ⁽¹⁾							
	RECOMENDABLE			ABSOLUTA			RECOMENDABLE			ABSOLUTA			RECOMENDABLE			ABSOLUTA			RECOMENDABLE			ABSOLUTA			RECOMENDABLE			ABSOLUTA				
	LL	O	M	LL	O	M	LL	O	M	LL	O	M	LL	O	M	LL	O	M	LL	O	M	LL	O	M	LL	O	M	LL	O	M	LL	O
Velocidad de diseño (K.P.H.)	110	100	80	100	80	60	100	90	70	90	80	50	90	80	60	80	60	40	80	60	50	60	35	25 ⁽³⁾	60	50	40	50	35	25 ⁽³⁾		
Radio mínimo de curvas horizontales (m)	430	350	210	350	210	110	350	275	160	275	210	75	275	210	110	210	110	42	210	110	75	110	30	20	110	75	42	75	30	20 ⁽³⁾		
Distancia de visibilidad para parada (m)	180	160	110	160	110	70	160	135	90	135	110	55	135	110	70	110	70	40	110	70	55	70	35	25	70	55	40	55	35	25		
Distancia de visibilidad para rebasamiento (m)	830	690	565	690	565	415	690	640	490	640	565	345	640	565	415	565	415	270	480	290	210	290	150	110	290	210	150	210	150	110		
Peralte	MAXIMO = 10%												10% (Para V > 50 K.P.H.) 8% (Para V < 50 K.P.H.)																			
Coefficiente "K" para: ⁽²⁾																																
Curvas verticales convexas (m)	80	60	28	60	28	12	60	43	19	43	28	7	43	28	12	28	12	4	28	12	7	12	3	2	12	7	4	7	3	2		
Curvas verticales cóncavas (m)	43	38	24	38	24	13	38	31	19	31	24	10	31	24	13	24	13	6	24	13	10	13	5	3	13	10	6	10	5	3		
Gradiente longitudinal ⁽³⁾ máxima (%)	3	4	6	3	5	7	3	4	7	4	6	8	4	6	7	6	7	9	5	6	8	6	8	12	5	6	8	6	8	14		
Gradiente longitudinal ⁽³⁾ mínima (%)	0,5%																															
Ancho de pavimento (m)	7,3			7,3			7,0			6,70			6,70			6,00			6,00						4,00 ⁽⁴⁾							
Clase de pavimento	Carpeta Asfáltica y Hormigón						Carpeta Asfáltica						Carpeta Asfáltica o D.T.S.B.						D.T.S.B, Capa Granular o Empedrado						Capa Granular o Empedrado							
Ancho de espaldones ⁽⁵⁾ estables (m)	3,0	2,5	2,0	2,5	2,0	1,5	3,0	2,5	2,0	2,5	2,0	1,5	2,0	1,5	1,0	1,5	1,0	0,5	0,60 (C.V. Tipo 6 y 7)						---							
Gradiente transversal para pavimento (%)	2,0						2,0						2,0						2,5 (C.V. Tipo 6 y 7) 4,0 (C.V. Tipo 5 y 5E)						4,0							
Gradiente transversal para espaldones (%)	2,0 ⁽⁶⁾ - 4,0						2,0 - 4,0						2,0 - 4,0						4,0 (C.V. Tipo 5 y 5E)						---							
Curva de transición	USENSE ESPIRALES CUANDO SEA NECESARIO																															
Puentes	Carga de diseño HS - 20 - 44; HS - MOP; HS - 25																															
	Ancho de la calzada (m) SERA LA DIMENSION DE LA CALZADA DE LA VIA INCLUIDOS LOS ESPALDONES																															
	Ancho de Aceras (m) ⁽⁷⁾ 0,50 m mínimo a cada lado																															
Mínimo derecho de vía (m) Según el Art. 3º de la Ley de Caminos y el Art. 4º del Reglamento aplicativo de dicha Ley																																
LL = TERRENO PLANO O = TERRENO ONDULADO M = TERRENO MONTAÑOSO																																

- El TPDA indicado es el volumen promedio anual de tráfico diario proyectado a 15 – 20 años, cuando se proyecta un TPDA en exceso de 7 000 en 10 años debe investigarse la necesidad de construir una autopista. (Las normas para esta serán parecidas a las de la Clase I, con velocidad de diseño de 10 K.P.H. más para clase de terreno – Ver secciones transversales típicas para más detalles. Para el diseño definitivo debe considerarse el número de vehículos equivalentes.
- Longitud de las curvas verticales: $L = KA$, en donde K = coeficiente respectivo y A = diferencia algebraica de gradientes, expresado en tanto por ciento. Longitud mínima de curvas verticales: $L_{min} = 0,60 V$, en donde V es la velocidad de diseño expresada en kilómetros por hora.
- En longitudes cortas menores a 500 m. se puede aumentar el gradiente en 1% en terrenos ondulados y 2% en terrenos montañosos, solamente para las carreteras de Clase I, II y III. Para Caminos Vecinales (Clase IV) se puede aumentar el gradiente en 1% en terrenos ondulados y 3% en terrenos montañosos, para longitudes menores a 750 m.
- Se puede adoptar una gradiente longitudinal de 0% en rellenos de 1 m. a 6 m. de altura, previo análisis y justificación.
- Espaldón pavimentado con el mismo material de la capa de rodadura de la vía. (Ver Secciones Típicas en Normas). Se ensanchará la calzada 0,50 m más cuando se prevé la instalación de guarda caminos.
- Cuando el espaldón está pavimentado con el mismo material de la capa de rodadura de la vía.
- En los casos en los que haya bastante tráfico de peatones, usense dos aceras completas de 1,20 m de ancho.
- Para tramos largos con este ancho, debe ensancharse la calzada a intervalos para proveer refugios de encuentro vehicular.
- Para los caminos Clase IV y V, se podrá utilizar $V_0 = 20$ Km/h y $R = 15$ m siempre y cuando se trate de aprovechar infraestructuras existentes y relieve difícil (escarpado).

NOTA: Las Normas anotadas "Recomendables" se emplearán cuando el TPDA es cerca al límite superior de las clases respectivas o cuando se puede implementar sin incurrir en costos de construcción. Se puede variar algo de las Normas Absolutas para una determinada clase, cuando se considere necesario el mejorar una carretera existente siguiendo generalmente el trazado actual.

Anexo B

Ilustración 37

Peso bruto Vehicular

CUADRO DEMOSTRATIVOS DEL TIPO DE VEHÍCULOS MOTORIZADOS REMOLQUES Y SEMIREMOLQUES						
TIPO	DISTRIBUCIÓN MÁXIMA DE CARGA POR EJE	DESCRIPCIÓN	PESO MÁXIMO PERMITIDO (Ton.)	LONGITUDES MÁXIMAS PERMITIDAS (metros)		
				largo	Ancho	Alto
2 D			7	5,00	2,60	3,00
2DA			10	7,50	2,60	3,50
2DB			18	12,20	2,60	4,10
3-A			27	12,20	2,60	4,10
4-C			31	12,20	2,60	4,10
4-0			32	12,20	2,60	4,10
V2DB			18	12,20	2,60	4,10
V3A			27	12,20	2,60	4,10
VZS			27	12,20	2,60	4,10
T2			18	8,50	2,60	4,10
T3			27	8,50	2,60	4,10
S3			24	13,00	3,00	4,30
S2			20	13,00	3,00	4,30
S1			11	13,00	3,00	4,30
R2			22	10,00	3,00	4,30
R3			31	10,00	3,00	4,30
B1			11	10,00	3,00	4,30
B2			20	10,00	3,00	4,30
B3			24	10,00	3,00	4,30

Fuente. (Ministerio de Obras Públicas (MTO), 2003).

Anexo C

Tabla 36

Clasificación de carreteras según el TPDA

Clase de Carretera	Tráfico Proyectado TPDA
R-I o R-II	Más de 8000
I	De 3000 a 8000
II	De 1000 a 3000
III	De 300 a 1000
IV	De 100 a 300
V	Menos de 100

El TPDA indicado es el volumen de tráfico promedio diario anual proyectado a 15 o 20 años. Cuando el pronóstico de tráfico para el año 10 sobrepasa los 7000 vehículos debe investigarse la posibilidad de construir una autopista. Para la determinación de la capacidad de una carretera, cuando se efectúa el diseño definitivo, debe usarse tráfico en vehículos equivalentes.

Fuente: (MTO, Norma de Diseño Geométrico de Carreteras, 2003)

Anexo D

Tabla 37

Radios mínimos de curvas en función del peralte “e” y del coeficiente de fricción lateral “f”

RADIOS MÍNIMOS DE CURVAS EN FUNCIÓN DEL PERALTE “e” Y DEL COEFICIENTE DE FRICCIÓN LATERAL “f”									
Velocidad de diseño Km/h	“f” Max	Radio mínimo calculado				Radio mínimo recomendado			
		e = 0.10	e = 0.08	e = 0.06	e = 0.04	e = 0.10	e = 0.08	e = 0.06	e = 0.04
20	0.35	7	7	8	8	-	20	30	20
25	0.315	12	13	13	14	-	20	25	25
30	0.284	19	20	21	22	-	25	30	30
35	0.255	27	29	31	33	-	30	35	35
40	0.221	39	42	45	48	-	42	45	50
45	0.206	52	56	60	65	-	58	60	66
50	0.190	68	73	79	86	-	75	80	90
60	0.165	107	116	126	138	110	120	130	140
70	0.150	154	168	184	203	160	170	185	205
80	0.140	210	229	252	280	210	230	255	280
90	0.134	273	298	329	367	275	300	330	370
100	0.130	342	375	370	463	350	375	415	465
110	0.124	425	467	518	581	430	470	520	585
120	0.120	515	567	630	709	520	570	630	710

Nota: se podrá utilizar un radio mínimo de 15 m en los siguientes casos:

Presencia de estructuras existentes

Relieve difícil

Fuente. Elaboración propia basada en la MOP. Quito. 2013.

Anexo E

Tabla 38

Proyección de vehículos según modelo logístico

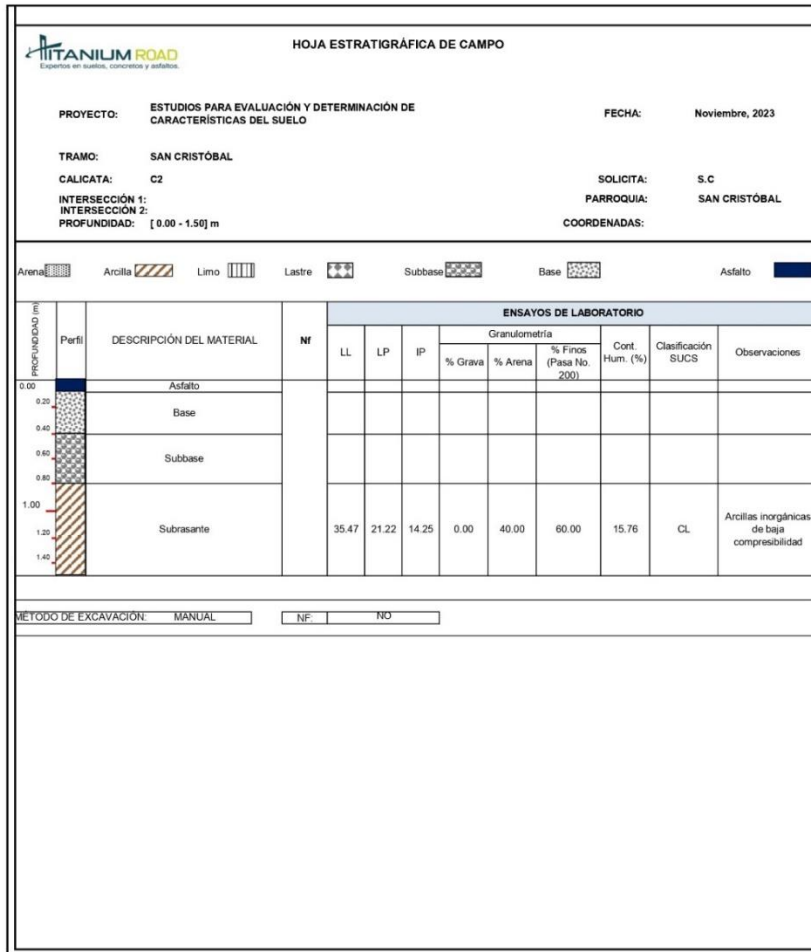
PROYECCION DE TRAFICO PROYECCIONES DE VEHICULOS LIVIANOS SEGUN EL MODELO LOGISTICO						
AÑO	POBLACION PAUTE	VEHICULOS LIVIANOS	Tm	Y=Ln(Ts/Tm -1)	Tm AJUSTADO	VEH. AJUSTADO. LIVIANOS
1969	31 603	1	0.03	10.09	15.09	476
1970	31 936	100	3.13	5.49	16.98	542
1971	32 269	400	12.40	4.10	19.13	617
1972	32 602	700	21.47	3.54	21.53	702
1973	32 935	1 000	30.36	3.18	24.23	798
1974	33 268	1 300	39.08	2.92	27.25	907
1975	33 632	1 600	47.57	2.71	30.64	1 030
1976	33 996	1 900	55.89	2.54	34.43	1 170
1977	34 359	2 200	64.03	2.39	38.66	1 328
1978	34 723	2 500	72.00	2.26	43.37	1 506
1979	35 087	2 800	79.80	2.15	48.63	1 706
1980	35 451	3 100	87.45	2.04	54.48	1 931
1981	35 814	3 400	94.93	1.95	60.96	2 183
1982	36 178	3 700	102.27	1.87	68.15	2 465
1983	34 307	4 000	116.42	1.71	76.09	2 814
1984	32 536	4 300	132.16	1.56	84.84	2 760
1985	30 715	4 600	149.76	1.41	94.46	2 901
1986	28 894	4 900	169.59	1.25	105.00	3 034
1987	27 073	5 200	192.07	1.09	116.52	3 155
1988	25 252	5 500	217.80	0.92	129.05	3 259
1989	23 431	5 800	247.54	0.73	142.63	3 342
1990	21 610	6 100	282.28	0.53	157.28	3 399
1991	21 746	6 400	294.31	0.47	173.02	3 763
1992	21 882	6 700	306.19	0.40	189.94	4 154
1993	22 018	7 000	317.92	0.34	207.72	4 574
1994	22 154	7 300	329.51	0.27	226.62	5 021
1995	22 290	7 600	340.96	0.21	246.48	5 494
1996	22 426	7 900	352.27	0.15	267.21	5 992
1997	22 562	8 200	363.44	0.09	288.71	6 514
1998	22 698	8 500	374.48	0.04	310.85	7 056
1999	22 834	8 800	385.39	-0.02	333.49	7 615
2000	22 970	9 100	396.17	-0.08	356.49	8 189
2001	23 106	9 400	406.82	-0.13	379.67	8 773
2002	23 271	9 700	415.04	-0.18	402.86	9 415
2003	23 637	10 000	423.07	-0.22	425.90	10 067
2004	23 902	10 300	430.93	-0.26	448.61	10 723
2005	24 167	10 600	438.61	-0.30	470.94	11 379
2006	24 433	10 900	446.12	-0.34	492.45	12 032
2007	24 698	11 200	453.48	-0.38	513.31	12 678
2008	24 963	11 500	460.68	-0.42	533.31	13 313
2009	25 229	11 800	467.72	-0.46	552.36	13 935
2010	25 494	12 100	474.62	-0.50	570.41	14 542
2011	25 601	12 400	484.35	-0.55	587.40	15 038
2012	25 709	12 700	494.00	-0.61	603.31	15 510
2013	25 816	13 000	503.56	-0.66	618.13	15 958
2014	25 923	13 300	513.05	-0.72	631.88	16 380
2015	26 031	13 600	522.46	-0.78	644.57	16 779
2016	26 138	13 900	531.79	-0.83	656.25	17 153
2017	26 245	14 200	541.05	-0.89	666.94	17 504
2018	26 353	14 500	550.23	-0.95	676.70	17 833
2019	26 460	18 000	662.16	-2.13	685.59	18 141
2020	26 567	19 300	726.46	-2.59	693.65	18 428
2021	26 675	19 600	734.78	-3.26	700.95	18 698
2022	26 782	20 100	750.50	-4.10	707.55	18 949
2023	26 889				713.49	19 185
2024	26 997				718.83	19 406
2025	27 104				723.63	19 613
2026	27 211				727.94	19 808
2027	27 319				731.79	19 992
2028	27 426				735.24	20 165
2029	27 533				738.32	20 328
2030	27 641				741.06	20 483
2031	27 748				743.51	20 631
2032	27 855				745.69	20 772
2033	27 963				747.64	20 906
2034	28 070				749.37	21 035
2035	28 177				750.90	21 158
2036	28 285				752.27	21 278
2037	28 392				753.49	21 393
2038	28 499				754.56	21 506
2039	28 607				755.52	21 613
2040	28 714				756.37	21 718
2041	28 821				757.12	21 821
2042	28 929				757.79	21 922
2043	29 036				758.38	22 020
2044	29 143				758.91	22 117
2045	29 251				759.38	22 212
2046	29 358				759.79	22 306
2047	29 465				760.16	22 398
2048	29 573				760.48	22 489
2049	29 680				760.77	22 580
2050	29 787				761.02	22 669
2051	29 895				761.25	22 757
2052	30 002				761.45	22 845
2053	30 109				761.63	22 932

Fuente. Elaboración propia.

Anexo F

Ilustración 38

Resultados de Laboratorio - Calicata C2



Ing. Flavio Albarracín Llivisaca Msc.
ESPECIALISTA DE PAVIMENTOS

Fuente: Laboratorio Titanium Road

Anexo G

Ilustración 39

Resultados de Laboratorio - Calicata C4

HOJA ESTRATIGRÁFICA DE CAMPO												
PROYECTO: ESTUDIOS PARA EVALUACIÓN Y DETERMINACIÓN DE CARACTERÍSTICAS DEL SUELO				FECHA: Noviembre, 2023								
TRAMO: SAN CRISTÓBAL				SOLICITA: S.C								
CALICATA: C4				PARROQUIA: SAN CRISTÓBAL								
INTERSECCIÓN 1:				COORDENADAS:								
INTERSECCIÓN 2:												
PROFUNDIDAD: [0.00 - 1.50] m												
Mejoramiento Grava Adoquín Lastre Subbase Base Asfalto												
PROFUNDIDAD (m)	Perfil	DESCRIPCIÓN DEL MATERIAL	NF	ENSAYOS DE LABORATORIO								
				LL	LP	IP	Granulometría			Cont. Hum. (%)	Clasificación SUCS	Observaciones
							% Grava	% Arena	% Finos (Pasa No. 200)			
0.00		Asfalto										
0.25		Subbase										
0.45												
0.60												
0.80												
1.00		Subrasante		36.28	23.23	13.05	65.00	23.00	12.00	14.49	GC	Grava arcillosa
1.20												
1.40												
MÉTODO DE EXCAVACIÓN: <input type="text" value="MANUAL"/> <input type="text" value="NF"/> : <input type="text" value="NO"/>												


Ing. Flavio Albarracín Llivisaca Msc.
ESPECIALISTA DE PAVIMENTOS

Fuente: Laboratorio Titanium Road

Anexo H

Ilustración 40

Resultados de Laboratorio - Calicata C4



HOJA ESTRATIGRÁFICA DE CAMPO

PROYECTO: ESTUDIOS PARA EVALUACIÓN Y DETERMINACIÓN DE CARACTERÍSTICAS DEL SUELO

TRAMO: SAN CRISTÓBAL

CALICATA: C5

INTERSECCIÓN 1:

INTERSECCIÓN 2:








PROFUNDIDAD: [0.00 - 1.50] m

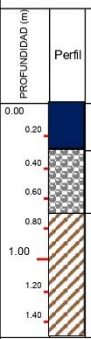
FECHA: Noviembre, 2023

SOLICITA: S.C

PARROQUIA: SAN CRISTÓBAL

COORDENADAS:

Mejoramiento  Grava  Adoquín  Empedrado  Subbase  Base  Asfalto 

PROFUNDIDAD (m)	Perfil	DESCRIPCIÓN DEL MATERIAL	NF	ENSAYOS DE LABORATORIO								
				LL	LP	IP	Granulometría			Cont. Hum. (%)	Clasificación SUCS	Observaciones
							% Grava	% Arena	% Finos (Pasa No. 200)			
0.00		Asfalto										
0.20		Subbase										
0.40		Subrasante	32.16	20.28	11.88	63.00	27.00	10.00	9.44	GW-GC	Grava bien graduada con arcilla	
0.60												
0.80												
1.00												
1.20												
1.40												

MÉTODO DE EXCAVACIÓN: NF:


Ing. Flavio Albarracín Llivisaca Msc.
ESPECIALISTA DE PAVIMENTOS

Fuente: Laboratorio Titanium Road

Anexo I

Ilustración 41

Resumen de ensayos de laboratorio subrasante

													
PROYECTO:		ESTUDIOS PARA EVALUACIÓN Y DETERMINACIÓN DE CARACTERÍSTICAS DEL SUELO											
CONSULTOR:		ING. FLAVIO ALBARRACÍN LLIVISACA											
Ensayo:		CALIFORNIA BEARING RATIO (CBR)											
Norma:		ASTM D 1883											
Material:													
CUADRO RESUMEN ENSAYOS DE LABORATORIO: SUBRASANTE													
CALLE	CALICATA	LIMITES ATTERBERG			HUMEDAD Natural	GRANULOMETRIA			PROCTOR		CBR 95%	CLASIFICACIÓN	
		LL (%)	LP (%)	IP (%)		% de Grava	% de Arena	% de Finos (Pasa No. 200)	Densidad Seca max. (kg/m ³)	Humedad Optima		SUCS	Descripción
San Cristóbal- Malima	C2	35.47	21.22	14.25	15.76	0	40	60	1771	11.01	1.9	CL	Arcillas inorgánicas de baja compresibilidad
	C4	36.28	23.23	13.05	14.49	65	23	12	1978	10.57	7	GC	Grava arcillosa
	C5	32.16	20.28	11.88	9.44	63	27	10	2066	7.71	18	GW-GC	Grava bien graduada con arcilla

ING. FLAVIO ALBARRACÍN
TÉCNICO CONTROL DE CALIDAD
TITANIUM

Fuente: Laboratorio Titanium Road

Anexo J

Ilustración 42

Curvas Horizontales

CURVAS HORIZONTALES													
Nº CURVA	DIRECCION	DELTA	RADIO	T	L	LC	E	M	PI	PC	PT	PI NORTE	PI ESTE
C1	N9° 45' 54"E	30°32'31"	65	17.75	34.65	34.24	2.38	2.3	14+517.75	14+500.00	747140.63	9687563.7	747133.12
C2	N36° 25' 14"W	122°54'48"	32	58.83	68.65	56.22	34.97	16.71	14+611.85	14+553.02	747115.03	9687649.73	747173.31
C3	N55° 31' 34"W	84°42'08"	35	31.9	51.74	47.16	12.36	9.13	14+707.53	14+675.62	747022.71	9687629.9	747029.99
C4	N2° 31' 54"W	21°17'12"	190	35.71	70.59	70.18	3.33	3.27	14+901.97	14+866.26	746987.95	9687830.97	746982.92
C5	N14° 50' 33"E	13°27'41"	190	22.42	44.64	44.54	1.32	1.31	14+994.33	14+971.91	747004.31	9687923.23	746996.07
C6	N40° 20' 58"E	37°33'08"	85	28.9	55.71	54.72	4.78	4.52	15+092.14	15+063.24	747056.9	9688014.37	747032.1
C7	N5° 45' 25"W	129°45'54"	36	76.79	81.53	65.19	48.81	20.72	15+255.75	15+178.96	747101.88	9688099.4	747174.32
C8	N77° 28' 55"W	13°41'06"	150	18	35.83	35.74	1.08	1.07	15+282.66	15+264.66	747063.06	9688132.21	747080.97
C9	N30° 44' 27"W	107°10'02"	33	44.73	61.72	53.11	22.59	13.41	15+352.67	15+307.94	747028.49	9688139.15	747011.13
C10	N17° 51' 44"W	81°24'36"	30	25.81	42.63	39.13	9.57	7.26	15+442.36	15+416.55	747034.69	9688247.37	747056.72
C11	N35° 34' 37"W	45°58'51"	45	19.09	36.11	35.15	3.88	3.57	15+496.54	15+477.44	746998.66	9688280.31	747002.82
C12	N37° 09' 31"W	49°08'40"	60	27.43	51.46	49.9	5.97	5.43	15+565.48	15+538.04	746963.18	9688349.62	746987.35
C13	N62° 29' 36"W	1°31'30"	60	0.8	1.6	1.6	0.01	0.01	15+694.75	15+693.95	746869.78	9688412.45	746870.49
C14	N28° 49' 20"W	68°52'01"	40	27.42	48.08	45.24	8.5	7.01	15+756.81	15+729.38	746817.75	9688440.38	746815.07
C15	N0° 12' 49"W	11°38'58"	100	10.2	20.33	20.3	0.52	0.52	15+861.99	15+851.78	746824.95	9688551.79	746826.02
C16	N19° 57' 51"E	52°00'17"	80	39.02	72.61	70.15	9.01	8.1	15+927.95	15+888.93	746847.13	9688617.46	746819.07
C17	N33° 38' 41"E	24°38'37"	130	28.4	55.91	55.48	3.07	2.99	16+042.85	16+014.45	746915.91	9688701.1	746905.58
C18	N29° 18' 19"E	15°57'52"	95	13.32	26.47	26.38	0.93	0.92	16+094.99	16+081.67	746932.93	9688750.5	746924.86
C19	S60° 32' 13"E	164°21'05"	22.29	162.21	63.94	44.16	141.44	19.26	16+270.35	16+108.14	746971.38	9688890.15	747031.2
C20	S31° 18' 19"W	19°19'59"	120	20.44	40.49	40.3	1.73	1.7	16+192.52	16+172.08	746950.45	9688720.37	746963.85
C21	S35° 07' 08"W	11°42'20"	130	13.33	26.56	26.51	0.68	0.68	16+244.85	16+231.53	746922.77	9688680.57	746929.28
C22	S17° 08' 19"E	92°48'34"	40	42.01	64.79	57.94	18.01	12.42	16+317.66	16+275.65	746931.25	9688616.97	746893.64
C23	S60° 25' 28"E	6°14'16"	200	10.9	21.77	21.76	0.3	0.3	16+392.59	16+381.69	746987.11	9688575.02	746977.94
C24	S80° 33' 16"E	46°29'53"	40	17.18	32.46	31.58	3.54	3.25	16+463.65	16+446.47	747054.44	9688536.63	747037.76
C25	S47° 35' 09"E	112°26'08"	50	74.74	98.12	83.12	39.92	22.2	16+583.94	16+509.20	747145.2	9688565.78	747156.42
C26	S27° 11' 42"E	71°39'14"	75	54.15	93.79	87.8	17.5	14.19	16+681.49	16+627.34	747182.32	9688418.56	747134.07
C27	S54° 21' 56"E	17°18'45"	100	15.22	30.22	30.1	1.15	1.14	16+762.46	16+747.24	747230.05	9688375.25	747219.15
C28	S48° 18' 27"E	5°11'47"	300	13.61	27.21	27.2	0.31	0.31	16+815.70	16+802.08	747267.99	9688337.91	747257.42
C29	S48° 27' 58"E	4°52'44"	150	6.39	12.77	12.77	0.14	0.14	16+860.16	16+853.77	747296.55	9688309.86	747291.95
C30	S58° 04' 40"E	24°06'07"	100	21.35	42.07	41.76	2.25	2.2	16+921.23	16+899.88	747355.98	9688267.46	747335.9
C31	S66° 19' 02"E	7°37'24"	150	9.99	19.96	19.94	0.33	0.33	16+951.94	16+941.94	747374.24	9688256.8	747365.38
C32	S74° 14' 11"E	23°27'43"	125	25.96	51.19	50.83	2.67	2.61	16+987.86	16+961.90	747423.16	9688240.21	747397.27
C33	N73° 28' 06"E	41°07'43"	105	39.39	75.37	73.76	7.15	6.69	17+064.97	17+025.57	747506.33	9688234.73	747474.91
C34	N54° 16' 56"E	2°45'23"	900	21.65	43.3	43.29	0.26	0.26	17+186.67	17+165.01	747592.58	9688310.19	747574.7

Fuente. Elaboración propia.

Tabla 39

Curvas Horizontales

CURVAS HORIZONTALES											
Nº CURVA	Vd (Km/h)	Pe %	Vc (Km/h)	f	D1 m	D2 m	Dp	Dr	Sa	Rmin m	R >= Rmin
C1	40	0.08	35	0.38	24.5	12.68	37.2	164	0.434	27.37245	Cumple
C2	40	0.08	35	0.38	24.5	12.68	37.2	164	0.891	27.37245	Cumple
C3	40	0.08	35	0.38	24.5	12.68	37.2	164	0.813	27.37245	Cumple
C4	40	0.08	35	0.38	24.5	12.68	37.2	164	0.148	27.37245	Cumple
C5	40	0.08	35	0.38	24.5	12.68	37.2	164	0.148	27.37245	Cumple
C6	40	0.08	35	0.38	24.5	12.68	37.2	164	0.332	27.37245	Cumple
C7	40	0.08	35	0.38	24.5	12.68	37.2	164	0.790	27.37245	Cumple
C8	40	0.08	35	0.38	24.5	12.68	37.2	164	0.188	27.37245	Cumple
C9	40	0.08	35	0.38	24.5	12.68	37.2	164	0.864	27.37245	Cumple
C10	40	0.08	35	0.38	24.5	12.68	37.2	164	0.953	27.37245	Cumple
C11	40	0.08	35	0.38	24.5	12.68	37.2	164	0.629	27.37245	Cumple
C12	40	0.08	35	0.38	24.5	12.68	37.2	164	0.471	27.37245	Cumple
C13	40	0.08	35	0.38	24.5	12.68	37.2	164	0.471	27.37245	Cumple
C14	40	0.08	35	0.38	24.5	12.68	37.2	164	0.709	27.37245	Cumple
C15	40	0.08	35	0.38	24.5	12.68	37.2	164	0.282	27.37245	Cumple
C16	40	0.08	35	0.38	24.5	12.68	37.2	164	0.352	27.37245	Cumple
C17	40	0.08	35	0.38	24.5	12.68	37.2	164	0.217	27.37245	Cumple
C18	40	0.08	35	0.38	24.5	12.68	37.2	164	0.297	27.37245	Cumple
C19	40	0.08	35	0.38	24.5	12.68	37.2	164	1.300	27.37245	Cumple
C20	40	0.08	35	0.38	24.5	12.68	37.2	164	0.235	27.37245	Cumple
C21	40	0.08	35	0.38	24.5	12.68	37.2	164	0.217	27.37245	Cumple
C22	40	0.08	35	0.38	24.5	12.68	37.2	164	0.709	27.37245	Cumple
C23	40	0.08	35	0.38	24.5	12.68	37.2	164	0.141	27.37245	Cumple
C24	40	0.08	35	0.38	24.5	12.68	37.2	164	0.709	27.37245	Cumple
C25	40	0.08	35	0.38	24.5	12.68	37.2	164	0.566	27.37245	Cumple
C26	40	0.08	35	0.38	24.5	12.68	37.2	164	0.376	27.37245	Cumple
C27	40	0.08	35	0.38	24.5	12.68	37.2	164	0.282	27.37245	Cumple
C28	40	0.08	35	0.38	24.5	12.68	37.2	164	0.094	27.37245	Cumple
C29	40	0.08	35	0.38	24.5	12.68	37.2	164	0.188	27.37245	Cumple
C30	40	0.08	35	0.38	24.5	12.68	37.2	164	0.282	27.37245	Cumple
C31	40	0.08	35	0.38	24.5	12.68	37.2	164	0.188	27.37245	Cumple
C32	40	0.08	35	0.38	24.5	12.68	37.2	164	0.225	27.37245	Cumple
C33	40	0.08	35	0.38	24.5	12.68	37.2	164	0.268	27.37245	Cumple
C34	40	0.08	35	0.38	24.5	12.68	37.2	164	0.031	27.37245	Cumple

Fuente. Elaboración propia.

Anexo K

Tabla 40

Datos de curvas verticales

CURVAS VERTICALES						
N	Pendiente de entrada	Pendiente de Salida	Abscisa PIV	Cota PIV	k	L. curva vertical (m)
1	-5.33%	-10.50%	14+515.00	2427.45	5.51	28.5
2	-10.50%	-7.45%	14+605.00	2418	49.23	150
3	-7.45%	-7.69%	14+940.00	2393.04	635.78	150
4	-7.69%	-8.26%	15+055.00	2384.2	132.4	76
5	-8.26%	-5.12%	15+130.00	2378	22.35	70.3
6	-8.29%	-8.77%	15+355.00	2360	313.26	150
7	-8.77%	-6.29%	15+720.00	2328	60.45	150
8	-6.29%	-6.22%	16+420.00	2284	2252.19	150
9	-6.22%	-0.54%	16+730.00	2264.72	23.42	133
10	-11.34%	-7.93%	17+050.00	2236	44.03	150

Fuente. Elaboración propia.

Ilustración 43

Excel de curvas Verticales

CURVAS VERTICALES									
N	Distancia de visibilidad (S)	Tipo	Coefficiente K min	L min	d1	d2	d visibilidad	D rebasamiento	L >= Lmin
1	40	convexa	4	24	24.5	12.6916701	37.19167012	163.6	Cumple
2	40	concava	6	24	24.5	12.6916701	37.19167012	163.6	Cumple
3	40	convexa	4	24	24.5	12.6916701	37.19167012	163.6	Cumple
4	40	convexa	4	24	24.5	12.6916701	37.19167012	163.6	Cumple
5	40	concava	6	24	24.5	12.6916701	37.19167012	163.6	Cumple
6	40	convexa	4	24	24.5	12.6916701	37.19167012	163.6	Cumple
7	40	concava	6	24	24.5	12.6916701	37.19167012	163.6	Cumple
8	40	concava	6	24	24.5	12.6916701	37.19167012	163.6	Cumple
9	40	concava	6	24	24.5	12.6916701	37.19167012	163.6	Cumple
10	40	concava	6	24	24.5	12.6916701	37.19167012	163.6	Cumple

Fuente. Elaboración propia.

Anexo L

CRONOGRAMA VALORADO

NOMBRE DEL OFERENTE: Adrian, Josue

Item	Codigo	Descripcion	Unidad	Cantidad	P. Unit.	P. Total	PERIODOS				
							1	2	3	4	5
1		OBRAS PRELIMINARES				362,453.90	3,514,463.13	-3,152,009.23	0.00	0.00	0.00
1.1	500004	Replanteo y nivelación de vías	ml	2,900.00	3.50	10,150.00	100.00	0.00	0.00	0.00	0.00
							10,150.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1.2	500010	Excavación a máquina con retroexcavadora	m3	36,892.80	1.96	72,309.89	100.00	0.00	0.00	0.00	0.00
							72,309.89	0.00	0.00	0.00	0.00
1.3	500014	Excavación manual material sin clasificar	m3	184.46	12.53	2,311.28	100.00	0.00	0.00	0.00	0.00
							2,311.28	0.00	0.00	0.00	0.00
1.4	500001	Cargado de material con cargadora	m3	48,200.44	1.37	66,034.60	100.00	0.00	0.00	0.00	0.00
							66,034.60	0.00	0.00	0.00	0.00
1.5	500002	Transporte de materiales hasta 6 km, incluye pago en escombrera	m3	48,200.44	2.22	107,004.98	100.00	0.00	0.00	0.00	0.00
							107,004.98	0.00	0.00	0.00	0.00
1.6	500003	Sobreacarreo de materiales para desalojo, lugar determinado por el Fiscalizador, Distancia > 6 Km	m3-km	402,473.67	0.26	104,643.15	100.00	0.00	0.00	0.00	0.00
							104,643.15	0.00	0.00	0.00	0.00
2		ESTRUTURA VIAL				588,514.24	0.00	105,197.65	540,945.39	-57,628.80	0.00
2.1	500005	Subrasante conformación y compactación con equipo pesado	m2	17,400.00	1.31	22,794.00	0.00	100.00	0.00	0.00	0.00
							0.00	22,794.00	0.00	0.00	0.00
2.2	500006	Pedraplén, conformación y compactación con equipo pesado	m3	174.00	25.01	4,351.74	0.00	100.00	0.00	0.00	0.00
							0.00	4,351.74	0.00	0.00	0.00

2.3	500007	Mejoramiento, conformación y compactación con equipo pesado	m3	5,539.50	23.45	129,901.28	0.00	51.88	48.13	0.00	0.00
							0.00	67,386.29	62,514.99	0.00	0.00
2.4	500040	Subbase conformación y compactación con equipo pesado	m3	3,480.00	29.69	103,321.20	0.00	0.00	100.00	0.00	0.00
							0.00	0.00	103,321.20	0.00	0.00
2.5	500041	Base Granular conformación y compactación con equipo pesado	m3	3,480.00	35.93	125,036.40	0.00	0.00	300.00	-200.00	0.00
							0.00	0.00	375,109.20	-250,072.80	0.00
2.6	500011	Imprimación asfáltica con barrido mecánico	m2	17,400.00	1.22	21,228.00	0.00	0.00	0.00	100.00	0.00
							0.00	0.00	0.00	21,228.00	0.00
2.7	500012	Carpeta asfáltica (e=2") Ho Asf. mezclado en planta	m2	17,400.00	9.84	171,216.00	0.00	0.00	0.00	100.00	0.00
							0.00	0.00	0.00	171,216.00	0.00
2.8	500013	Brocal de hormigón para pozos (h=20cm) y tapa (h=10cm) cónicos, D=700mm, Tipo A	u	58.00	105.35	6,110.30	0.00	100.00	0.00	0.00	0.00
							0.00	6,110.30	0.00	0.00	0.00
2.9	500017	Recuperación de pozo, d = 600 mm	u	58.00	78.54	4,555.32	0.00	100.00	0.00	0.00	0.00
							0.00	4,555.32	0.00	0.00	0.00
3		SEÑALIZACION				14,812.56	0.00	0.00	0.00	0.00	14,812.56
3.1	500018	Señalización vertical	u	6.00	148.76	892.56	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00
							0.00	0.00	0.00	0.00	892.56
3.2	500019	Pintura para señalización de tráfico, manual, franja de hasta 15cm	ml	8,700.00	1.60	13,920.00	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00
							0.00	0.00	0.00	0.00	13,920.00
4		MITIGACION DE IMPACTOS AMBIENTALES				2,470.28	44,180.32	-2,587.52	24,522.96	-63,645.48	0.00
4.1	500028	Letrero metálico de información del Proyecto	u	2.00	484.84	969.68	25.00	25.00	25.00	25.00	0.00
							242.42	242.42	242.42	242.42	0.00
4.2	500020	Señalización con cinta	ml	600.00	0.23	138.00	50.00	50.00	0.00	0.00	0.00

							69.00	69.00	0.00	0.00	0.00
4.3	500021	Parante con base de hormigón, 20 usos	u	80.00	6.46	516.80	50.00	50.00	0.00	0.00	0.00
							258.40	258.40	0.00	0.00	0.00
4.4	500022	Cobertura de plástico (5 usos)	m2	500.00	0.29	145.00	0.00	33.00	33.00	34.00	0.00
							0.00	47.85	47.85	49.30	0.00
4.5	500023	Difusión Social	global	1.00	700.80	700.80	50.00	50.00	0.00	0.00	0.00
							350.40	350.40	0.00	0.00	0.00
TOTAL:						968,250.98					
INVERSION MENSUAL							363,374.12	106,165.72	541,235.66	-57,337.08	14,812.56
AVANCE PARCIAL EN %							37.53	10.96	55.90	-5.92	1.53
INVERSION ACUMULADA							363,374.12	469,539.84	1,010,775.50	953,438.42	968,250.98
AVANCE ACUMULADO EN %							37.53	48.49	104.39	98.47	100.00

miércoles, 24 de enero de 2024

Proyecto vial San Cristobal-Malima Km14+500 al km17+400

FÓRMULA POLINÓMICA

Término	Descripción	Costo Directo	Coefficiente
B	Cuadrilla Tipo	133,703.06	0.166
C	Combustibles (O)	40,714.71	0.050
E	Equipo y maquinaria de Construc. vial	149,131.36	0.185
G	Betún petróleo (Asfalto) (O)	70,271.11	0.087
P	Materiales pétreos (Azuay)	277,080.19	0.344
R	Repuestos para maquinaria de construcción	74,565.68	0.092
X	Indice de Precios al Consumidor Urbano - Cuenca	61,409.71	0.076
Totales:		806,875.82	1.000

PR = P0 (0.16600 B1/B0 + 0.05000 C1/C0 + 0.18500 E1/E0 + 0.08700 G1/G0 + 0.34400 P1/P0 + 0.09200 R1/R0 + 0.07600 X1/X0)

CUADRILLA TIPO

Término	Descripción	Salario Ley	Salario Efectivo	Horas Hombre	Costo Directo	Coefficiente
401	Estructura Ocupacional E2	3.83	3.83	14,508.92	55,569.15	0.427
402	Estructura Ocupacional D2	3.87	3.87	1,438.43	5,566.73	0.049
403	Estructura Ocupacional C2	4.09	4.09	731.95	2,993.69	0.025
404	Topografía	4.29	4.29	154.27	661.84	0.005
405	Estructura Ocupacional C1 (Grupo I)	4.29	4.29	3,763.26	16,144.39	0.128
406	Estructura Ocupacional C2 (Grupo II)	4.09	4.09	925.76	3,786.39	0.032
407	Choferes Profesionales	5.15	5.62	4,126.42	23,190.45	0.141
408	Estructura Ocupacional C1	5.62	5.62	5,643.40	31,715.90	0.193
Totales:				31,292.42	139,628.55	1.000

+ 0.427 SHR Estructura Ocupacional E2+ 0.049 SHR Estructura Ocupacional D2+ 0.025 SHR Estructura Ocupacional C2+ 0.005 SHR Topografía+ 0.128 SHR Estructura Ocupacional C1 (Grupo I) + 0.032 SHR Estructura Ocupacional C2 (Grupo II)+ 0.141 SHR Choferes Profesionales+ 0.193 SHR Estructura Ocupacional C1

Proyecto vial San Cristobal Malima 14+500 Km al 17+400 km

Oferente: Adrian, Josue

Ubicación: CUENCA

Fecha: 05/02/2024

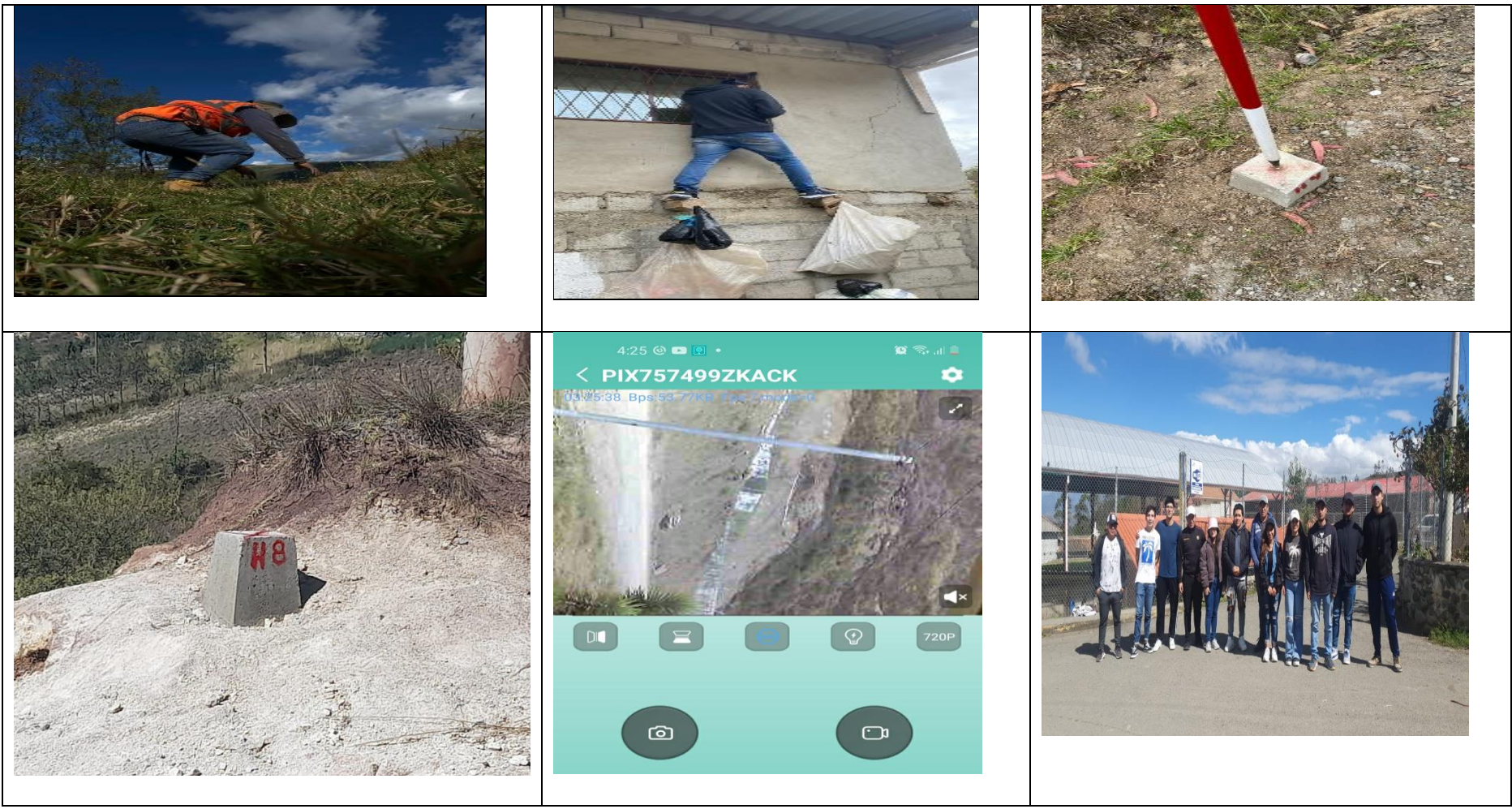
PRESUPUESTO						
Ítem	Código	Descripción	Unidad	Cantidad	P.Unitario	P.Total
1		OBRAS PRELIMINARES				362,453.91
1.1	500004	Replanteo y nivelación de vías	m1	2,900.00	3.50	10,150.00
1.2	500010	Excavación a máquina con retroexcavadora	m3	36,892.80	1.96	72,309.89
1.3	500014	Excavación manual material sin clasificar	m3	184.46	12.53	2,311.28
1.4	500001	Cargado de material con cargadora	m3	48,200.44	1.37	66,034.60
1.5	500002	Transporte de materiales hasta 6 km, incluye pago en escombrera	m3	48,200.44	2.22	107,004.98
1.6	500003	Sobreacarreo de materiales para desalojo, lugar determinado por el Fiscalizador, Distancia > 6 Km	m3-km	402,473.67	0.26	104,643.15
2		ESTRUCTURA VIAL				588,514.24
2.1	500005	Subrasante conformación y compactación con equipo pesado	m2	17,400.00	1.31	22,794.00
2.2	500006	Pedraplén, conformación y compactación con equipo pesado	m3	174.00	25.01	4,351.74
2.3	500007	Mejoramiento, conformación y compactación con equipo pesado	m3	5,539.50	23.45	129,901.28
2.4	500040	Sub base conformación y compactación con equipo pesado	m3	3,480.00	29.69	103,321.20

2.5	500041	Base Granular conformación y compactación con equipo pesado	m3	3,480.00	35.93	125,036.40
2.6	500011	Imprimación asfáltica con barrido mecánico	m2	17,400.00	1.22	21,228.00
2.7	500012	Carpeta asfáltica (e=2") Ho Asf. mezclado en planta	m2	17,400.00	9.84	171,216.00
2.8	500013	Brocal de hormigón para pozos (h=20cm) y tapa (h=10cm) cónicos, D=700mm, Tipo A	u	58.00	105.35	6,110.30
2.9	500017	Recuperación de pozo, d = 600 mm	u	58.00	78.54	4,555.32
3		SEÑALIZACION				14,812.56
3.1	500018	Señalización vertical	u	6.00	148.76	892.56
3.2	500019	Pintura para señalización de tráfico, manual, franja de hasta 15cm	ml	8,700.00	1.60	13,920.00
4		MITIGACION DE IMPACTOS AMBIENTALES				2,470.28
4.1	500028	Letrero metálico de información del Proyecto	u	2.00	484.84	969.68
4.2	500020	Señalización con cinta	ml	600.00	0.23	138.00
4.3	500021	Parante con base de hormigón, 20 usos	u	80.00	6.46	516.80
4.4	500022	Cobertura de plástico (5 usos)	m2	500.00	0.29	145.00
4.5	500023	Difusión Social	global	1.00	700.80	700.80
SUBTOTAL						968,250.98
				IVA	12 %	116,190.12
TOTAL						1,084,441.10

Son: UNO MILLONES OCHENTA Y CUATRO MIL CUATROCIENTOS CUARENTA Y UNO CON 10/100 DÓLARES

Anexo M Fotos en obra

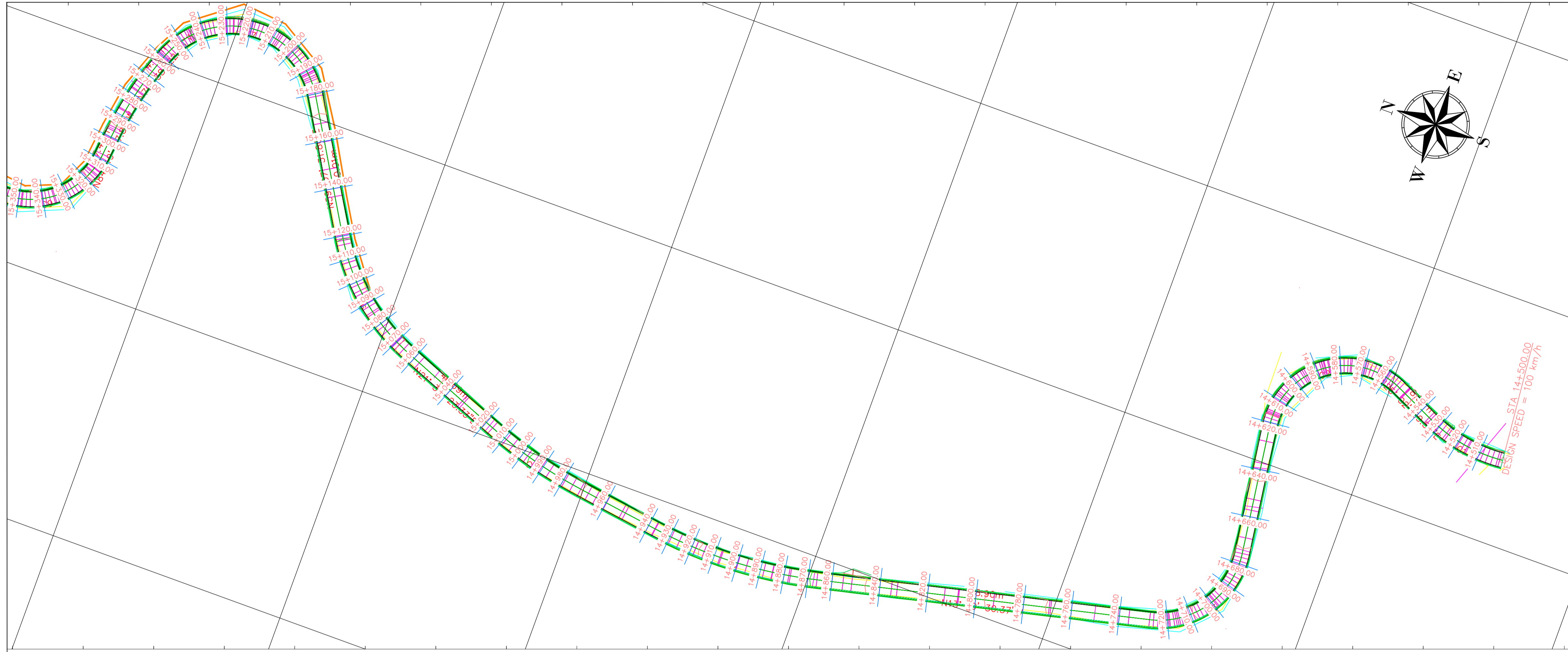




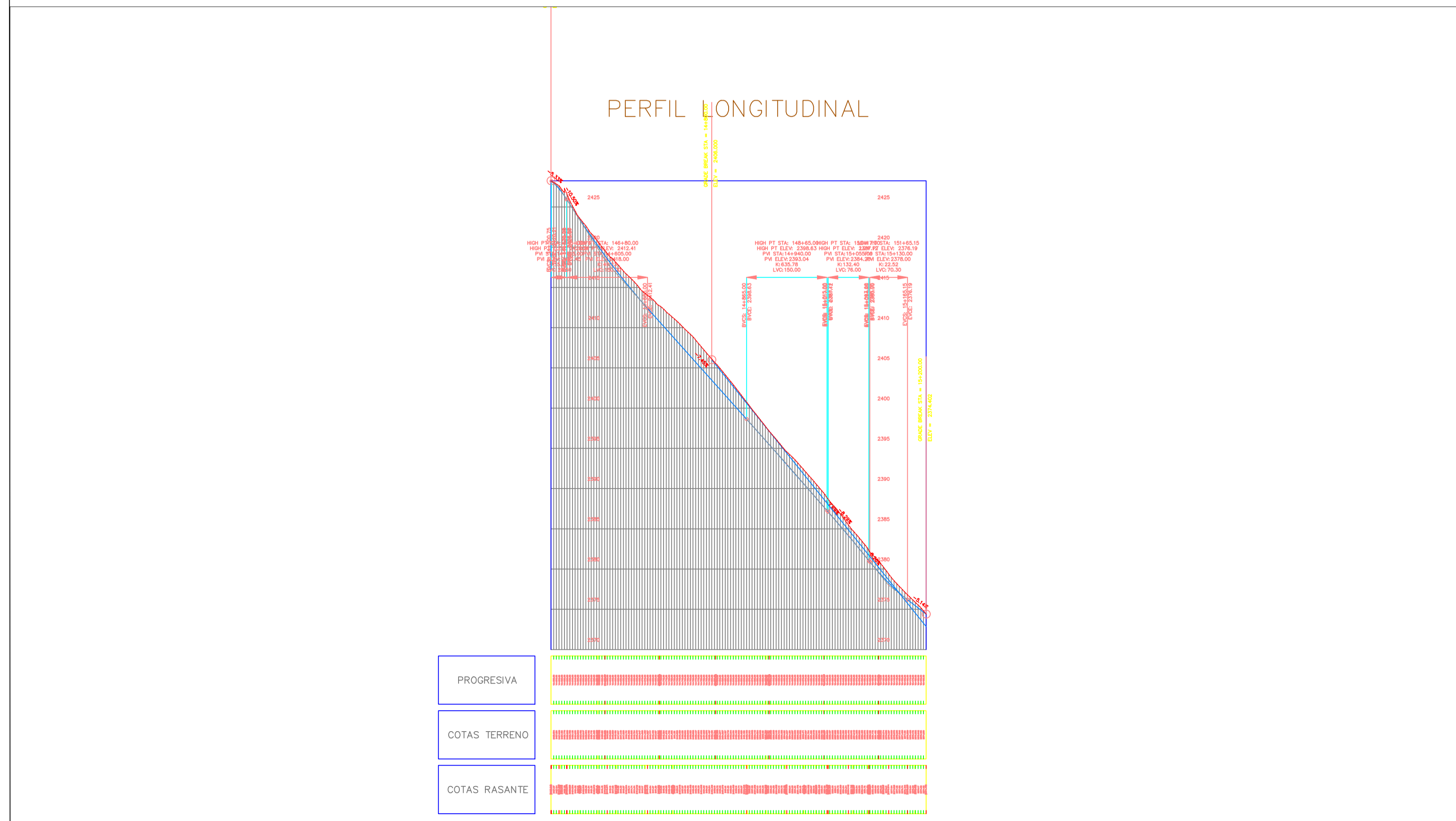
Anexo N Planos

PLANO VISTA EN PLANTA
Escala 1:2000

747300.000



PERFIL LONGITUDINAL 14+500 - 17+400
Escala H= 1:150 Escala V= 1:15



CURVAS HORIZONTALES

Nº CURVA	DIRECCION	DELTA	RADIO	T	L	LC	E	M	PI	PC	PT	PI NORTE	PIESTE
C1	N9°45'54"E	30°32'31"	65	17.75	34.65	34.24	2.38	2.3	14+517.75	14+500.00	747140.63	9687563.7	747133.12
C2	N36°25'14"W	122°54'48"	32	58.83	68.65	56.22	34.97	16.71	14+611.85	14+553.02	747115.03	9687649.73	747173.31
C3	N55°31'34"W	84°42'08"	35	31.9	51.74	47.16	12.36	9.13	14+707.53	14+675.62	747022.71	9687629.9	747029.99
C4	N2°31'54"W	21°17'12"	190	35.71	70.59	70.18	3.33	3.27	14+901.97	14+866.26	746987.95	9687830.97	746982.92
C5	N14°50'33"E	13°27'41"	190	22.42	44.64	44.54	1.32	1.31	14+994.33	14+971.91	747004.31	9687923.23	746996.07
C6	N40°20'58"E	37°33'08"	85	28.9	55.71	54.72	4.78	4.52	15+092.14	15+063.24	747056.9	9688014.37	747032.1
C7	N5°45'25"W	129°45'54"	36	76.79	81.53	65.19	48.81	20.72	15+255.75	15+178.96	747101.88	9688099.4	747174.32

CURVAS VERTICALES

N	Pendiente de entrada	Pendiente de Salida	Abscisa PIV	Cota PIV	k	L. curva vertical (m)
1	-5.33%	-10.50%	14+515.00	2427.45	5.51	28.5
2	-10.50%	-7.45%	14+605.00	2418	49.23	150
3	-7.45%	-7.69%	14+940.00	2393.04	635.78	150
4	-7.69%	-8.26%	15+055.00	2384.2	132.4	76
5	-8.26%	-5.12%	15+130.00	2378	22.35	70.3



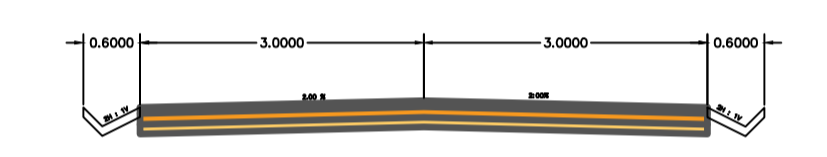
UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA SEDE CUENCA

CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

DISEÑO: GEOMÉTRICO Y ESTRUCTURAL DE PAVIMENTO DE LA VÍA SAN CRISTÓBAL - MALIMA DE LA ABCISA 14+500 HASTA LA ABCISA 17+400 KM, PERTENECIENTE AL CANTÓN PAUTE PROVINCIA DEL AZUAY.

UBICACIÓN: PARROQUIA DE SAN CRISTÓBAL, CANTÓN PAUTE, PROVINCIA DEL AZUAY

SECCION TRANSVERSAL TÍPICA
Escala: 1/150



Realizado por:
JORGE ADRIAN CHICAIZA NIVICELA
JOSUE SEBASTIÁN HURTADO CALLE

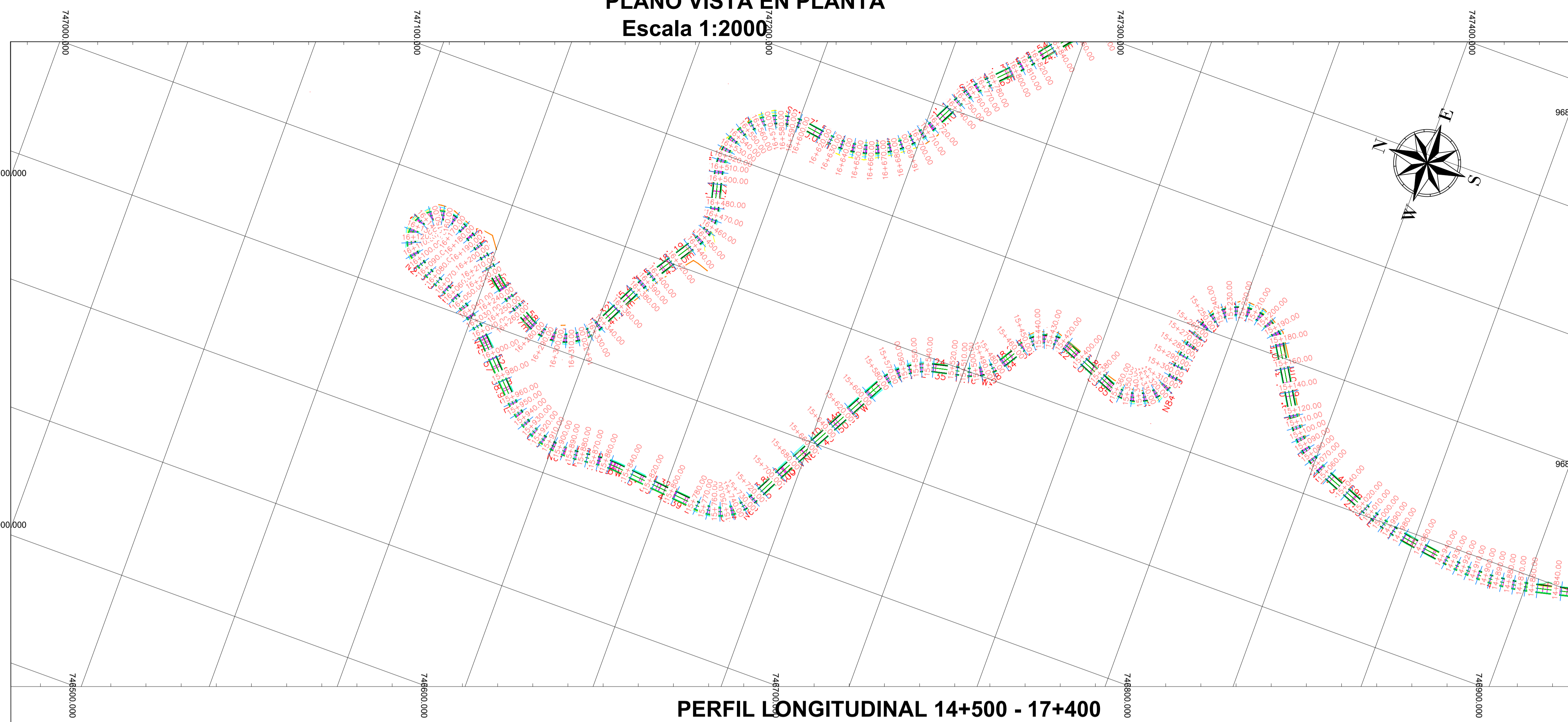
Trazo horizontal y vertical

SIMBOLOGÍA

	ANCHO DE VIA
	RASANTE
	CERRAMIENTO
	MURO

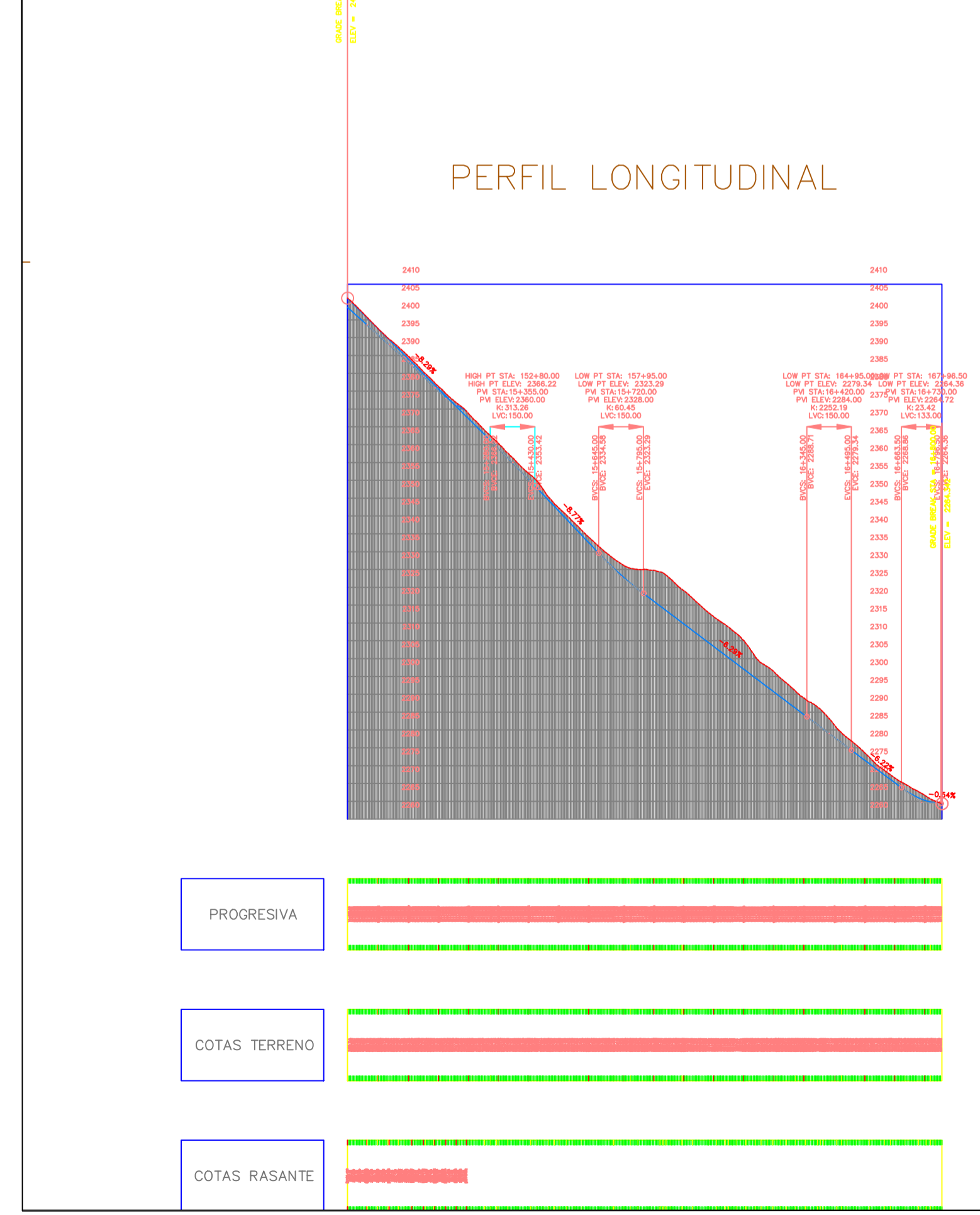
PLANO VISTA EN PLANTA

Escala 1:2000



PERFIL LONGITUDINAL 14+500 - 17+400

Escala H= 1:150 Escala V= 1:10



CURVAS HORIZONTALES													
Nº CURVA	DIRECCION	DELTA	RADIO	T	L	LC	E	M	PI	PC	PT	PI NORTE	PI ESTE
C1	N9°45'54"E	30°32'31"	65	17.75	34.65	34.24	2.38	2.3	14+517.75	14+500.00	747140.63	9687563.7	747133.12
C2	N36°25'14"W	122°54'48"	32	58.83	68.65	56.22	34.97	16.71	14+611.85	14+553.02	747115.03	9687649.73	747173.31
C3	N55°31'34"W	84°42'08"	35	31.9	51.74	47.16	12.36	9.12	14+707.53	14+675.62	747022.71	9687629.9	747029.99
C4	N2°31'54"W	21°17'12"	190	35.71	70.59	70.18	3.33	3.27	14+901.97	14+866.26	746987.95	9687830.97	746982.92
C5	N14°50'33"E	13°27'41"	190	22.42	44.84	44.54	1.32	1.31	14+994.33	14+971.91	747004.31	9687923.23	746996.07
C6	N40°20'58"E	37°33'08"	85	28.9	55.71	54.72	4.78	4.52	15+092.14	15+063.24	747056.9	9688014.37	747032.1
C7	N5°45'25"W	129°45'54"	36	76.79	81.53	65.19	48.81	20.72	15+255.75	15+178.96	747101.88	9688099.4	747174.32
C8	N77°28'55"W	13°41'06"	150	18	35.83	35.74	1.08	1.07	15+282.66	15+264.66	747063.06	9688132.21	747080.97
C9	N30°44'27"W	107°10'02"	33	44.73	61.72	53.11	22.59	13.41	15+352.67	15+307.94	747028.49	9688139.15	747011.13
C10	N17°51'44"W	81°24'36"	30	25.81	42.63	39.13	9.57	7.26	15+442.36	15+416.55	747034.69	9688247.37	747056.72
C11	N35°34'37"W	45°58'51"	45	19.09	36.11	35.15	3.88	3.57	15+496.54	15+477.44	746998.66	9688280.31	747002.82
C12	N37°09'31"W	49°08'40"	60	27.43	51.46	49.9	5.97	5.43	15+565.48	15+538.04	746963.18	9688349.62	746987.35
C13	N62°29'36"W	1°31'30"	60	0.8	1.6	1.6	0.01	0.01	15+694.75	15+693.95	746889.78	9688412.45	746870.49
C14	N28°49'20"W	68°52'01"	40	27.42	48.08	45.24	8.5	7.01	15+756.81	15+729.38	746817.75	9688440.38	746815.07
C15	N0°12'49"W	11°38'58"	100	10.2	20.33	20.3	0.52	0.52	15+861.99	15+851.78	746824.95	9688551.79	746826.02
C16	N19°57'51"E	52°00'17"	80	39.02	72.61	70.15	9.01	8.1	15+927.95	15+888.93	746847.13	9688617.46	746819.07
C17	N33°38'41"E	24°38'37"	130	28.4	55.91	55.48	3.07	2.99	16+042.85	16+014.45	746915.91	9688701.1	746905.58
C18	N29°18'19"E	15°57'52"	95	13.32	26.47	26.38	0.93	0.92	16+094.99	16+081.67	746932.93	9688750.5	746924.86
C19	S60°32'13"E	164°21'05"	22.29	162.21	63.94	44.16	141.44	19.26	16+270.35	16+108.14	746971.38	9688890.15	747031.2
C20	S31°18'19"W	19°19'59"	120	20.44	40.49	40.3	1.73	1.7	16+192.52	16+172.08	746950.45	9688720.37	746963.85
C21	S35°07'08"W	11°42'20"	130	13.33	26.56	26.51	0.68	0.68	16+244.85	16+231.53	746922.77	9688860.57	746929.28
C22	S17°08'19"E	92°48'34"	40	42.01	64.78	57.94	18.01	12.42	16+317.66	16+275.65	746931.25	9688616.97	746933.64
C23	S60°25'28"E	6°14'16"	200	10.9	21.77	21.76	0.3	0.3	16+392.59	16+381.69	746987.11	9688575.02	746977.94
C24	S80°33'16"E	46°29'53"	40	17.18	32.46	31.58	3.54	3.25	16+463.65	16+446.47	747054.44	9688536.63	747037.76
C25	S47°35'09"E	112°26'08"	50	74.74	98.12	83.12	39.92	22.2	16+583.94	16+509.20	747145.2	9688565.78	747156.42
C26	S27°11'42"E	71°39'14"	75	54.15	93.79	87.8	17.5	14.19	16+681.49	16+627.34	747182.32	9688418.56	747134.07
C27	S54°21'56"E	17°18'45"	100	15.22	30.22	30.1	1.15	1.14	16+762.46	16+747.24	747230.05	9688375.25	747219.15

CURVAS VERTICALES						
N	Pendiente de entrada	Pendiente de Salida	Abscisa PIV	Cota PIV	k	L. curva vertical (m)
1	-5.33%	-10.50%	14+515.00	2427.45	5.51	28.5
2	-10.50%	-7.45%	14+605.00	2418	49.23	150
3	-7.45%	-7.69%	14+940.00	2393.04	635.78	150
4	-7.69%	-8.26%	15+055.00	2384.2	132.4	76
5	-8.26%	-5.12%	15+130.00	2378	22.35	70.3
6	-8.29%	-8.77%	15+355.00	2360	313.26	150
7	-8.77%	-6.29%	15+720.00	2328	60.45	150
8	-6.29%	-6.22%	16+420.00	2284	2252.19	150
9	-6.22%	-0.54%	16+730.00	2264.72	23.42	133

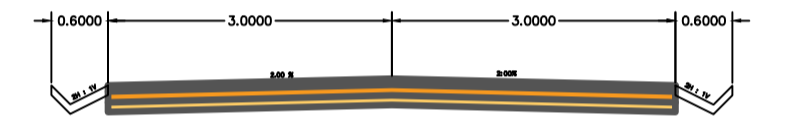


UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA SEDE CUENCA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

DISEÑO: GEOMÉTRICO Y ESTRUCTURAL DE PAVIMENTO DE LA VÍA SAN CRISTÓBAL -MALIMA DE LA ABCISA 14+500 HASTA LA ABCISA 17+400 KM, PERTENECIENTE AL CANTÓN PAUTE PROVINCIA DEL AZUAY.

UBICACIÓN: PARROQUIA DE SAN CRISTÓBAL, CANTÓN PAUTE, PROVINCIA DEL AZUAY

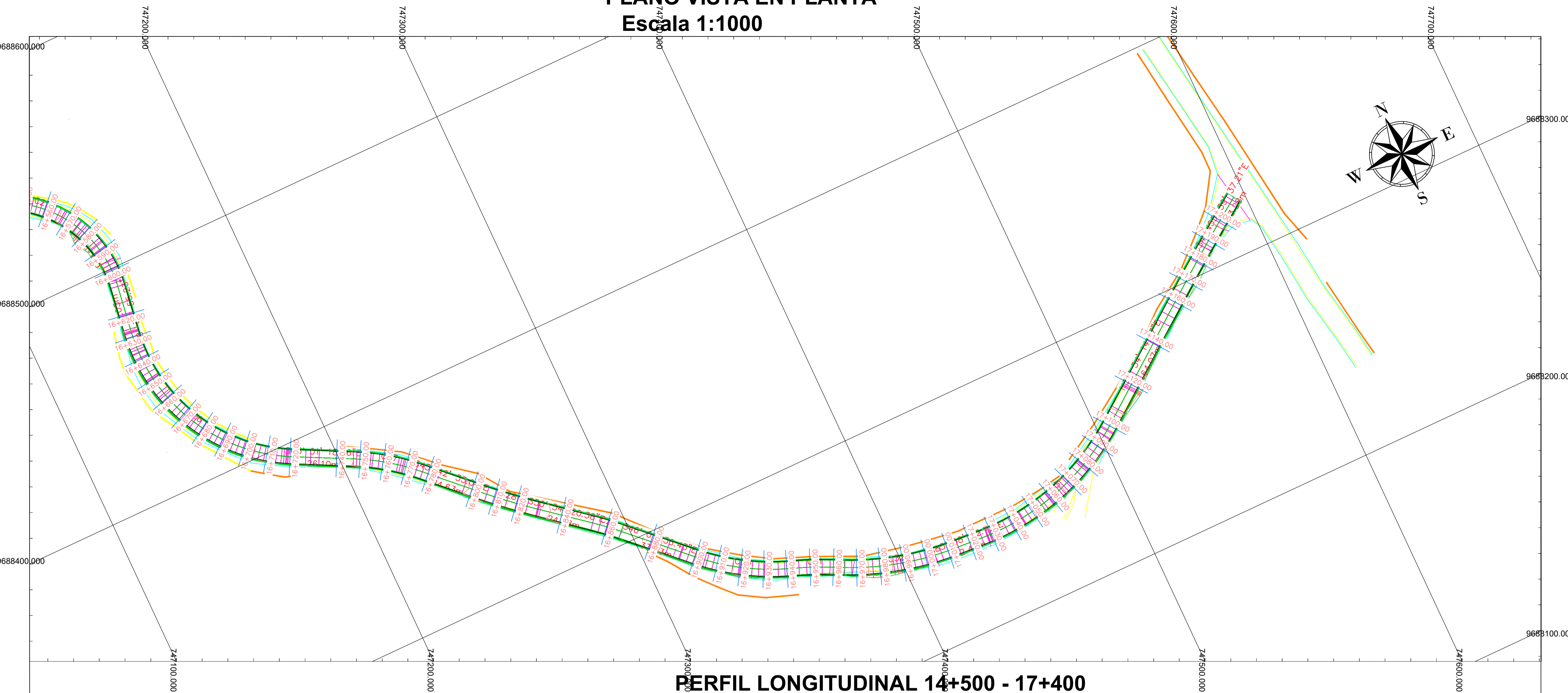
SECCION TRANSVERSAL TIPICA
Escala: 1/150



Realizado por:
JORGE ADRIAN CHICAIZA NIVICELA
JOSUE SEBASTIÁN HURTADO CALLE

Trazo horizontal y vertical	
SIMBOLOGÍA	
[Green line]	ANCHO DE VIA
[Blue line]	RASANTE
[Orange line]	CERRAMIENTO
[Yellow line]	MURO

PLANO VISTA EN PLANTA
Escala 1:1000

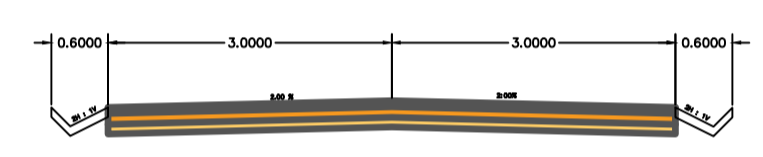


UNIVERSIDAD POLITÉCNICA
SALESIANA SEDE CUENCA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

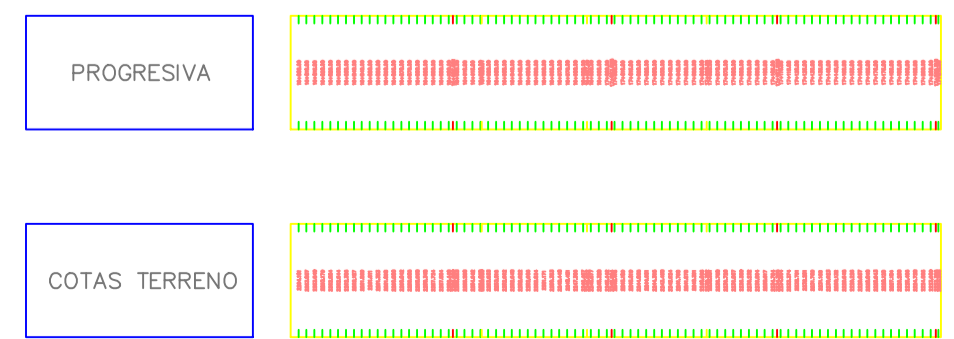
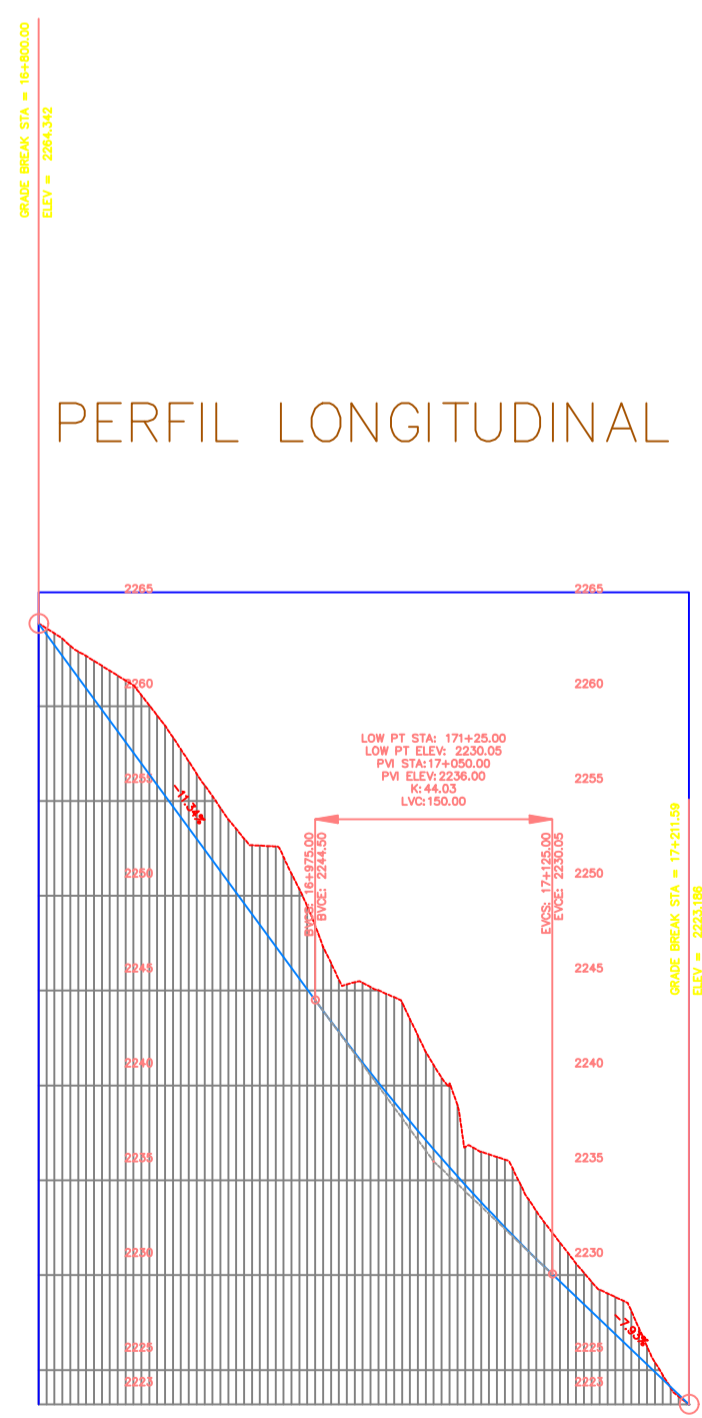
DISEÑO: GEOMÉTRICO Y ESTRUCTURAL DE PAVIMENTO DE
LA VÍA SAN CRISTÓBAL - MALIMA DE LA ABCISA 14+500
HASTA LA ABCISA 17+400 KM, PERTENECIENTE AL
CANTÓN PAUTE PROVINCIA DEL AZUAY.

UBICACIÓN: PARROQUIA DE SAN CRISTÓBAL,
CANTÓN PAUTE, PROVINCIA DEL AZUAY

SECCION TRANSVERSAL TÍPICA
Escala: 1/150



PERFIL LONGITUDINAL 14+500 - 17+400
Escala H= 1:150 Escala V= 1:15



CURVAS HORIZONTALES													
Nº CURVA	DIRECCION	DELTA	RADIO	T	L	LC	E	M	PI	PC	PT	PI NORTE	PIESTE
C1	N9°45'54"E	30°32'31"	65	17.75	34.65	34.24	2.38	2.3	14+517.75	14+500.00	747140.63	9687563.7	747133.12
C2	N36°25'14"W	122°54'48"	32	58.83	68.65	56.22	34.97	16.71	14+611.85	14+553.02	747115.03	9687649.73	747173.31
C3	N65°31'34"W	84°42'08"	35	31.9	61.74	47.16	12.36	9.13	14+707.53	14+675.62	747022.71	9687629.9	747029.99
C4	N2°31'54"W	21°17'12"	190	35.71	70.59	70.18	3.33	3.27	14+901.97	14+866.26	746987.95	9687830.97	746982.92
C5	N14°50'33"E	13°27'41"	190	22.42	44.64	44.54	1.32	1.31	14+994.33	14+971.91	747004.31	9687923.23	746996.07
C6	N40°20'58"E	37°33'08"	85	28.9	55.71	54.72	4.78	4.52	15+092.14	15+063.24	747056.9	9688014.37	747032.1
C7	N5°45'25"W	129°45'54"	36	76.79	81.53	65.19	48.81	20.72	15+255.75	15+178.96	747101.88	9688099.4	747174.32
C8	N77°28'55"W	13°41'06"	150	18	35.83	35.74	1.08	1.07	15+282.66	15+264.66	747063.06	9688132.21	747080.97
C9	N30°44'27"W	107°10'02"	33	44.73	61.72	53.11	22.59	13.41	15+352.67	15+307.94	747028.49	9688139.15	747011.13
C10	N17°51'44"W	81°24'36"	30	25.81	42.63	39.13	9.57	7.26	15+442.36	15+416.55	747034.69	9688247.37	747056.72
C11	N35°34'37"W	45°58'51"	45	19.09	36.11	35.15	3.88	3.57	15+496.54	15+477.44	746998.66	9688280.31	747002.82
C12	N37°09'31"W	49°08'40"	60	27.43	51.46	49.9	5.97	5.43	15+565.48	15+538.04	746963.18	9688349.62	746987.35
C13	N62°29'36"W	1°31'30"	60	0.8	1.6	1.6	0.01	0.01	15+694.75	15+693.95	746869.78	9688412.45	746870.49
C14	N28°49'20"W	68°52'01"	40	27.42	48.08	45.24	8.5	7.01	15+756.81	15+729.38	746817.75	9688440.38	746815.07
C15	N0°12'49"W	11°38'58"	100	10.2	20.33	20.3	0.52	0.52	15+861.99	15+851.78	746824.95	9688551.79	746826.02
C16	N19°57'51"E	52°00'17"	80	39.02	72.61	70.15	9.01	8.1	15+927.95	15+888.93	746847.13	9688617.46	746819.07
C17	N33°38'41"E	24°38'37"	130	28.4	56.91	55.48	3.07	2.99	16+042.85	16+014.45	746915.91	9688701.1	746905.58
C18	N29°18'19"E	15°57'52"	95	13.32	26.47	26.38	0.93	0.92	16+094.99	16+081.67	746932.93	9688750.5	746924.86
C19	S60°32'13"E	164°21'05"	22.29	162.21	63.94	44.16	141.44	19.26	16+270.35	16+108.14	746971.38	9688890.15	747031.2
C20	S31°18'19"W	19°19'59"	120	20.44	40.48	40.3	1.73	1.7	16+192.52	16+172.08	746950.45	9688720.37	746963.85
C21	S35°07'08"W	11°42'20"	130	13.33	26.56	26.51	0.68	0.68	16+244.85	16+231.53	746922.77	9688680.57	746929.28
C22	S17°08'19"E	92°48'34"	40	42.01	64.78	57.94	18.01	12.42	16+317.66	16+275.65	746931.25	9688616.97	746893.64
C23	S60°25'28"E	6°14'16"	200	10.9	21.77	21.76	0.3	0.3	16+392.59	16+381.69	746987.11	9688575.02	746977.94
C24	S80°33'16"E	46°29'53"	40	17.18	32.46	31.58	3.54	3.25	16+463.65	16+446.47	747054.44	9688536.63	747037.76
C25	S47°35'09"E	112°26'08"	50	74.74	98.12	83.12	39.92	22.2	16+583.94	16+509.20	747145.2	9688565.78	747156.42
C26	S27°11'42"E	71°39'14"	75	54.15	93.79	87.8	17.5	14.19	16+681.49	16+627.34	747182.32	9688418.56	747134.07
C27	S54°21'56"E	17°18'45"	100	15.22	30.22	30.1	1.15	1.14	16+782.46	16+747.24	747230.05	9688375.25	747219.15
C28	S48°18'27"E	5°11'47"	300	13.61	27.21	27.2	0.31	0.31	16+815.70	16+802.08	747267.99	9688337.91	747257.42
C29	S48°27'58"E	4°52'44"	150	6.39	12.77	12.77	0.14	0.14	16+860.16	16+853.77	747296.55	9688309.86	747291.95
C30	S58°04'40"E	24°06'07"	100	21.35	42.07	41.76	2.25	2.2	16+921.23	16+899.88	747355.98	9688267.46	747335.9
C31	S66°19'02"E	7°37'24"	150	9.99	19.96	19.94	0.33	0.33	16+951.94	16+941.94	747374.24	9688256.8	747365.38
C32	S74°14'11"E	23°27'43"	125	25.96	51.19	50.83	2.67	2.61	16+987.86	16+961.90	747423.16	9688240.21	747397.27
C33	N73°28'06"E	41°07'43"	105	39.39	75.37	73.76	7.15	6.69	17+064.97	17+025.57	747506.33	9688234.73	747474.91
C34	N54°16'56"E	2°45'23"	900	21.65	43.3	43.29	0.26	0.26	17+186.67	17+165.01	747592.58	9688310.19	747574.7

Trazo horizontal y vertical	
SIMBOLOGÍA	
	ANCHO DE VIA
	RASANTE
	CERRAMIENTO
	MURO

CURVAS VERTICALES						
N	Pendiente de entrada	Pendiente de Salida	Abscisa PIV	Cota PIV	k	L. curva vertical (m)
1	-5.33%	-10.50%	14+515.00	2427.45	5.51	28.5
2	-10.50%	-7.45%	14+605.00	2418	49.23	150
3	-7.45%	-7.69%	14+940.00	2393.04	635.78	150
4	-7.69%	-8.26%	15+055.00	2384.2	132.4	76
5	-8.26%	-5.12%	15+130.00	2378	22.35	70.3
6	-8.29%	-8.77%	15+355.00	2360	313.26	150
7	-8.77%	-6.29%	15+720.00	2328	60.45	150
8	-6.29%	-6.22%	16+420.00	2284	2252.19	150
9	-6.22%	-0.54%	16+730.00	2264.72	23.42	133
10	-11.34%	-7.93%	17+050.00	2236	44.03	150

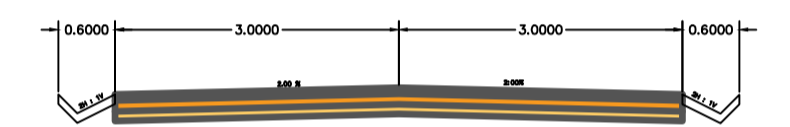
UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA SEDE CUENCA

CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

DISEÑO: GEOMÉTRICO Y ESTRUCTURAL DE PAVIMENTO DE LA VÍA SAN CRISTÓBAL - MALIMA DE LA ABCISA 14+500 HASTA LA ABCISA 17+400 KM, PERTENECIENTE AL CANTÓN PAUTE PROVINCIA DEL AZUAY.

UBICACIÓN: PARROQUIA DE SAN CRISTÓBAL, CANTÓN PAUTE, PROVINCIA DEL AZUAY

SECCION TRANSVERSAL TÍPICA
Escala: 1/150



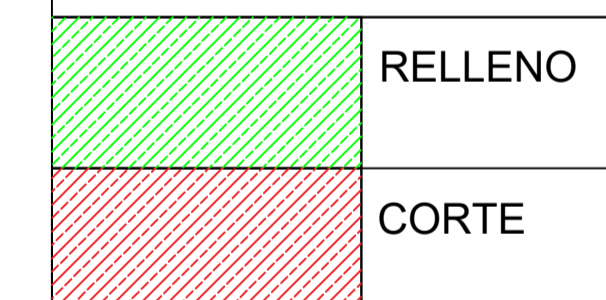
Realizado por:

JORGE ADRIAN CHICAIZA NIVICELA
JOSUE SEBASTIÁN HURTADO CALLE

Secciones transversales corte y relleno

Fecha: Enero 2024 Escala: 1/150

SIMBOLOGÍA



Station	Fill Area	Cut Area	Fill Volume	Cut Volume	Cumulative Fill Vol	Cumulative Cut Vol
14+510.00	0.01	2.61	0	0	0	0
14+520.00	0.02	2.23	0.17	24.08	0.17	24.08
14+530.00	0.94	1.7	4.93	19.38	5.1	43.46
14+540.00	0.1	2.58	5.24	21.28	10.34	64.74
14+560.00	0	2.71	0.94	53.11	11.28	117.85
14+570.00	0	2.98	0	28.93	11.28	146.79
14+580.00	0	2.85	0	29.95	11.28	176.73
14+590.00	0	3.02	0	30.33	11.28	207.06
14+600.00	0	2.91	0	30.42	11.28	237.48
14+610.00	0	3.06	0	30.29	11.28	267.77
14+620.00	0	2.87	0	30.08	11.28	297.85
14+640.00	0.01	2.6	0.06	54.74	11.34	352.59
14+660.00	0	2.61	0.06	52.18	11.41	404.76
14+680.00	0.16	2.69	1.55	53.28	12.95	458.05
14+690.00	0.13	2.5	1.28	26.64	14.23	484.69
14+700.00	0.23	2.32	1.61	24.68	15.84	509.37
14+710.00	0.13	2.35	1.6	23.82	17.44	533.19
14+720.00	0.08	2.29	0.94	23.63	18.38	556.82
14+740.00	0.03	2.38	1.15	46.87	19.52	603.69
14+760.00	0.01	2.4	0.5	47.78	20.02	651.47
14+780.00	0	2.55	0.15	49.48	20.17	700.95
14+800.00	0	2.57	0	51.16	20.17	752.11
14+820.00	0	2.59	0	51.54	20.17	803.65
14+840.00	0.01	2.41	0.11	49.97	20.27	853.62
14+860.00	0.04	2.32	0.53	47.33	20.8	900.95
14+870.00	0.07	2.43	0.58	23.77	21.38	924.72
14+880.00	0.06	2.46	0.65	24.46	22.03	949.17
14+890.00	0.02	2.53	0.37	24.94	22.4	974.12
14+900.00	0	2.58	0.09	25.54	22.49	999.66
14+910.00	0	2.7	0	26.4	22.49	1026.06

UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA SEDE CUENCA

CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

DISEÑO: GEOMÉTRICO Y ESTRUCTURAL DE PAVIMENTO DE

LA VÍA SAN CRISTÓBAL - MALIMA DE LA ABCISA 14+500

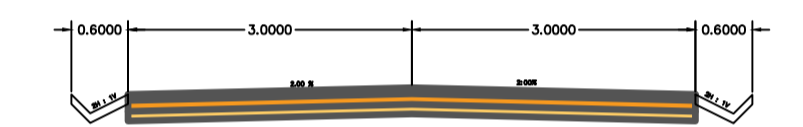
HASTA LA ABCISA 17+400 KM, PERTENECIENTE AL

CANTÓN PAUTE PROVINCIA DEL AZUAY.

UBICACIÓN: PARROQUIA DE SAN CRISTÓBAL,

CANTÓN PAUTE, PROVINCIA DEL AZUAY

SECCION TRANSVERSAL TÍPICA
Escala: 1/150



Realizado por:

JORGE ADRIAN CHICAIZA NIVICELA

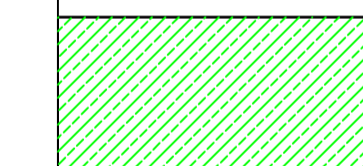
JOSUE SEBASTIÁN HURTADO CALLE

Secciones transversales corte y relleno

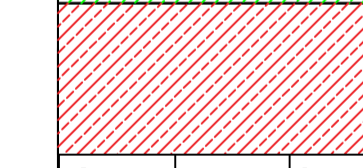
Fecha: Enero 2024

Escala: 1/150

SIMBOLOGÍA



RELLENO



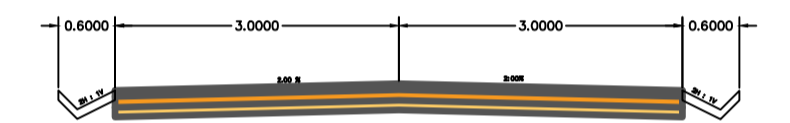
CORTE

Station	Fill Area	Cut Area	Fill Volume	Cut Volume	Cumulative Fill Vol	Cumulative Cut Vol
14+920.00	0	2.37	0.01	25.33	22.5	1051.38
14+930.00	0.02	2.43	0.08	23.96	22.58	1075.34
14+940.00	0.02	2.7	0.16	25.68	22.74	1101.02
14+960.00	0.07	2.56	0.85	52.62	23.58	1153.64
14+980.00	0.02	2.8	0.88	53.57	24.47	1207.21
14+990.00	0.06	2.8	0.4	28.03	24.87	1235.24
15+000.00	0.07	2.76	0.63	27.85	25.5	1263.09
15+010.00	0.09	2.49	0.76	26.33	26.26	1289.42
15+020.00	0.03	2.81	0.57	26.53	26.83	1315.95
15+040.00	0.05	2.47	0.76	52.71	27.59	1368.66
15+060.00	0.02	2.49	0.65	49.58	28.24	1418.25
15+070.00	0.01	2.52	0.15	25.13	28.38	1443.37
15+080.00	0.02	2.66	0.16	26.03	28.55	1469.4
15+090.00	0.04	2.6	0.3	26.49	28.85	1495.89
15+100.00	0.01	2.93	0.24	27.93	29.09	1523.82
15+110.00	0	2.91	0.05	29.42	29.14	1553.24
15+120.00	0	2.8	0.01	28.63	29.15	1581.87
15+140.00	0	2.77	0.01	55.74	29.16	1637.61
15+160.00	0	2.56	0.01	53.33	29.17	1690.94
15+180.00	0	2.86	0.01	54.22	29.17	1745.16
15+190.00	0	2.7	0	28.02	29.17	1773.18
15+200.00	0	2.53	0	26.49	29.17	1799.67
15+210.00	0	2.94	0.01	27.86	29.18	1827.53
15+220.00	0.05	2.83	0.23	29.64	29.41	1857.16
15+230.00	0	2.68	0.23	28.39	29.64	1885.56
15+240.00	0	2.64	0.01	27.23	29.65	1912.79
15+250.00	0	2.66	0	26.96	29.65	1939.75
15+260.00	0	2.7	0	27.18	29.65	1966.93
15+270.00	0	2.71	0.01	27.15	29.66	1994.08
15+280.00	0.02	2.72	0.13	27.29	29.79	2021.37

DISEÑO: GEOMÉTRICO Y ESTRUCTURAL DE PAVIMENTO DE LA VÍA SAN CRISTÓBAL - MALIMA DE LA ABCISA 14+500 HASTA LA ABCISA 17+400 KM, PERTENECIENTE AL CANTÓN PAUTE PROVINCIA DEL AZUAY.

UBICACIÓN: PARROQUIA DE SAN CRISTÓBAL, CANTÓN PAUTE, PROVINCIA DEL AZUAY

SECCION TRANSVERSAL TÍPICA
Escala: 1/150



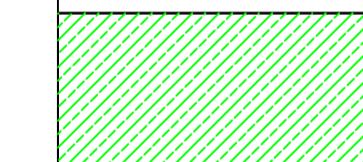
Realizado por:

JORGE ADRIAN CHICAIZA NIVICELA
JOSUE SEBASTIÁN HURTADO CALLE

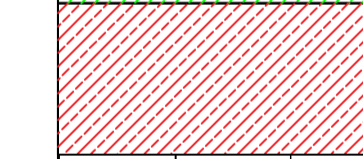
Secciones transversales corte y relleno

Fecha: Enero 2024 | Escala: 1/150

SIMBOLOGÍA

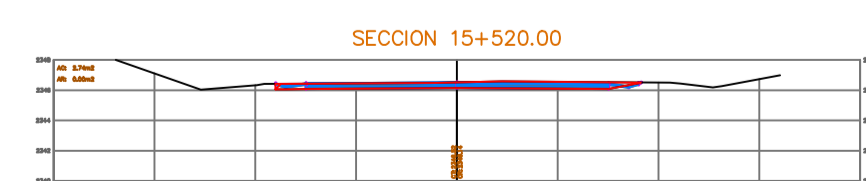
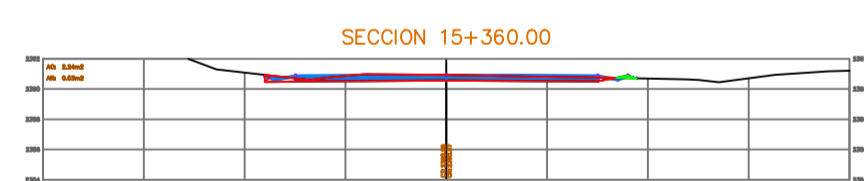
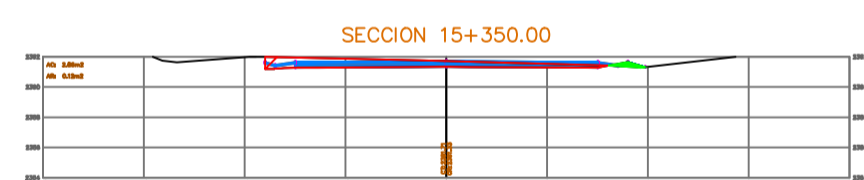
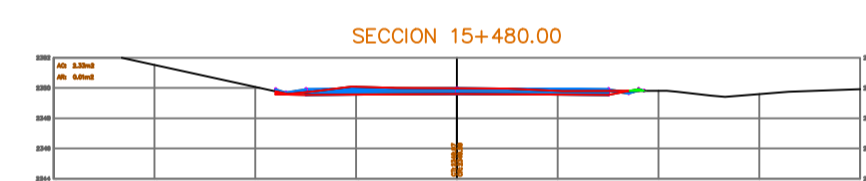
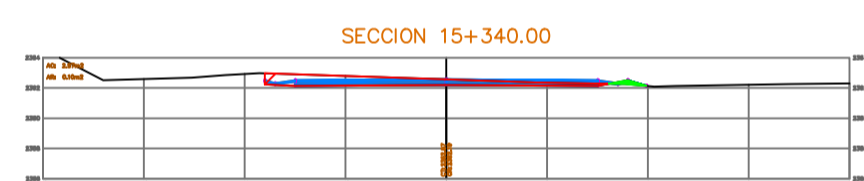
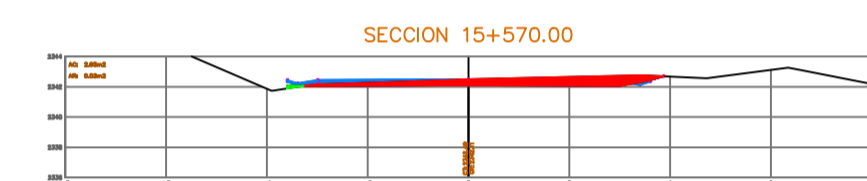
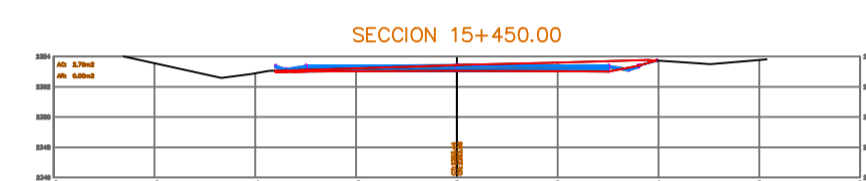
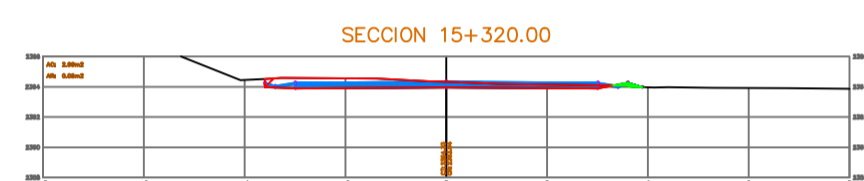
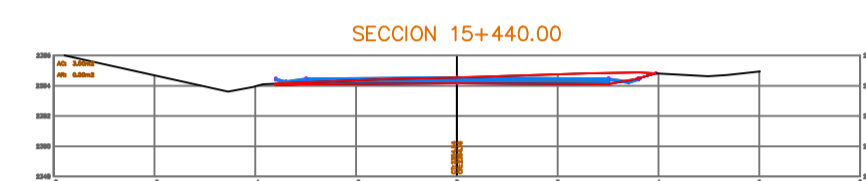


RELLENO

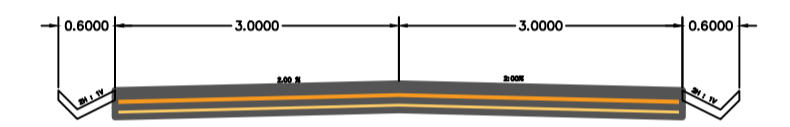


CORTE

Station	Fill Area	Cut Area	Fill Volume	Cut Volume	Cumulative Fill Vol	Cumulative Cut Vol
15+290.00	0	2.77	0.12	27.56	29.92	2048.93
15+300.00	0.03	2.56	0.17	26.69	30.08	2075.62
15+310.00	0.01	2.84	0.21	27.08	30.29	2102.69
15+320.00	0.06	2.99	0.32	29.8	30.62	2132.5
15+330.00	0.1	2.87	0.73	30.26	31.35	2162.76
15+340.00	0.1	2.97	0.89	30.24	32.24	2193
15+350.00	0.12	2.86	0.95	30.09	33.2	2223.09
15+360.00	0.03	2.24	0.66	25.98	33.86	2249.07
15+380.00	0.07	2.48	0.95	47.38	34.8	2296.45
15+400.00	0.01	2.47	0.74	49.53	35.54	2345.97
15+420.00	0	2.55	0.06	50.23	35.6	2396.21
15+430.00	0	2.93	0	28.12	35.6	2424.33
15+440.00	0	3	0	30.65	35.6	2454.98
15+450.00	0	2.79	0	29.89	35.6	2484.87
15+460.00	0	2.86	0	28.81	35.6	2513.68
15+480.00	0.01	2.33	0.15	51.88	35.75	2565.55
15+490.00	0.05	2.43	0.32	24.02	36.07	2589.57
15+500.00	0.12	2.55	0.79	25.29	36.85	2614.87
15+510.00	0.01	2.57	0.56	25.91	37.42	2640.78
15+520.00	0	2.74	0.03	26.57	37.45	2667.34
15+540.00	0	2.76	0	55	37.45	2722.34
15+550.00	0	2.79	0	28.16	37.45	2750.5
15+560.00	0	2.81	0	28.48	37.45	2778.98
15+570.00	0.03	2.65	0.14	27.78	37.58	2806.76
15+580.00	0	2.72	0.14	27.22	37.72	2833.97
15+600.00	0	2.59	0.05	53.25	37.77	2887.23
15+620.00	0.01	2.47	0.2	50.61	37.97	2937.84
15+640.00	0	2.72	0.15	51.86	38.11	2989.7
15+660.00	0.01	2.62	0.05	53.36	38.17	3043.06
15+680.00	0	2.75	0.05	53.65	38.22	3096.71



SECCION TRANSVERSAL TIPICA
Escala: 1/150



Realizado por:

JORGE ADRIAN CHICAIZA NIVICELA

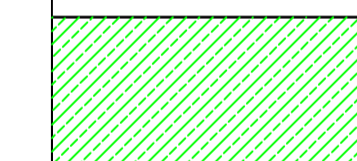
JOSUE SEBASTIÁN HURTADO CALLE

Secciones transversales corte y relleno

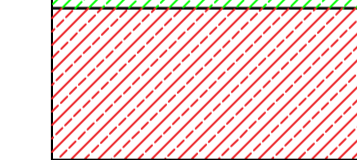
Fecha: Enero 2024

Escala: 1/150

SIMBOLOGÍA



RELLENO



CORTE

Station	Fill Area	Cut Area	Fill Volume	Cut Volume	Cumulative Fill Vol	Cumulative Cut Vol
15+700.00	0	3.41	0	61.54	38.22	3158.25
15+720.00	0.02	2.81	0.16	62.15	38.39	3220.4
15+730.00	0.05	2.73	0.34	27.68	38.72	3248.08
15+740.00	0.04	2.72	0.43	27.76	39.16	3275.85
15+750.00	0.06	2.44	0.46	26.22	39.62	3302.07
15+760.00	0.11	2.32	0.74	24.13	40.36	3326.19
15+770.00	0.07	2.32	0.78	23.48	41.14	3349.68
15+780.00	0.06	2.36	0.61	23.53	41.75	3373.21
15+800.00	0.03	2.17	0.94	45.25	42.68	3418.46
15+820.00	0	2.19	0.31	43.6	42.99	3462.06
15+840.00	0	2.5	0.02	46.88	43.01	3508.95
15+860.00	0	2.71	0	52.12	43.01	3561.07
15+870.00	0	2.7	0	27.13	43.01	3588.2
15+880.00	0	2.57	0	26.37	43.01	3614.58
15+890.00	0.05	2.46	0.25	25.14	43.25	3639.72
15+900.00	0.13	2.39	0.88	24.32	44.13	3664.05
15+910.00	0.21	2.35	1.65	23.94	45.78	3687.98
15+920.00	0.17	2.4	1.8	23.99	47.58	3711.97
15+930.00	0.15	2.2	1.52	23.17	49.1	3735.14
15+940.00	0.12	2.21	1.31	22.15	50.41	3757.29
15+950.00	0.11	2.2	1.11	22.12	51.53	3779.42
15+960.00	0.01	2.51	0.59	23.61	52.12	3803.03
15+980.00	0	2.55	0.14	50.58	52.26	3853.61
16+000.00	0	2.56	0	51.08	52.26	3904.69
16+020.00	0.02	2.55	0.23	51.11	52.49	3955.8
16+030.00	0.02	2.45	0.2	25.03	52.69	3980.83
16+040.00	0.01	2.47	0.12	24.67	52.81	4005.5
16+050.00	0	2.43	0.03	24.59	52.85	4030.09
16+060.00	0	2.51	0	24.79	52.85	4054.89
16+070.00	0.02	2.39	0.08	24.57	52.93	4079.45

UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA SEDE CUENCA

CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

DISEÑO: GEOMÉTRICO Y ESTRUCTURAL DE PAVIMENTO DE

LA VÍA SAN CRISTÓBAL - MALIMA DE LA ABCISA 14+500

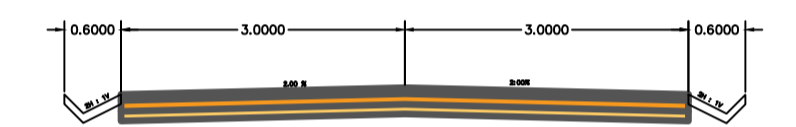
HASTA LA ABCISA 17+400 KM, PERTENECIENTE AL

CANTÓN PAUTE PROVINCIA DEL AZUAY.

UBICACIÓN: PARROQUIA DE SAN CRISTÓBAL,

CANTÓN PAUTE, PROVINCIA DEL AZUAY

SECCION TRANSVERSAL TÍPICA
Escala: 1/150



Realizado por:

JORGE ADRIAN CHICAIZA NIVICELA

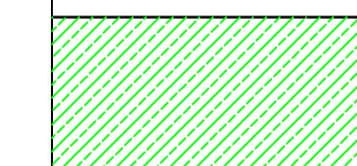
JOSUE SEBASTIÁN HURTADO CALLE

Secciones transversales corte y relleno

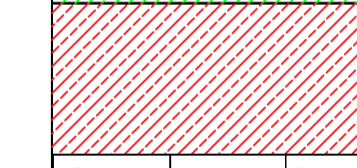
Fecha: Enero 2024

Escala: 1/150

SIMBOLOGÍA



RELLENO



CORTE

Station	Fill Area	Cut Area	Fill Volume	Cut Volume	Cumulative Fill Vol	Cumulative Cut Vol
16+080.00	0.04	2.43	0.28	24.06	53.21	4103.52
16+090.00	0.1	2.36	0.7	23.95	53.91	4127.47
16+100.00	0.21	2.46	1.51	24.23	55.42	4151.7
16+110.00	0.09	2.37	1.39	24.39	56.81	4176.1
16+120.00	0.11	2.31	0.81	24.08	57.62	4200.17
16+130.00	0.14	2.25	1.02	23.52	58.64	4223.69
16+140.00	0.3	2.45	1.83	24.3	60.47	4248
16+150.00	0.46	2.34	3.2	24.98	63.67	4272.98
16+160.00	0.25	2.41	2.99	24.84	66.67	4297.82
16+170.00	0.05	2.64	1.25	26.18	67.92	4324
16+180.00	0.03	2.68	0.36	26.91	68.28	4350.91
16+190.00	0.07	2.76	0.48	27.41	68.76	4378.31
16+200.00	0.03	2.77	0.51	27.84	69.27	4406.15
16+210.00	0.06	2.77	0.44	27.81	69.71	4433.95
16+220.00	0.07	2.54	0.61	26.53	70.32	4460.49
16+240.00	0.08	2.39	1.52	49.3	71.84	4509.78
16+250.00	0.04	2.55	0.65	24.76	72.49	4534.54
16+260.00	0	2.77	0.22	26.64	72.7	4561.18
16+280.00	0	2.45	0	52.27	72.71	4613.45
16+290.00	0.03	2.52	0.16	24.88	72.86	4638.33
16+300.00	0	2.54	0.16	25.54	73.02	4663.87
16+310.00	0	2.95	0	27.94	73.02	4691.82
16+320.00	0	2.79	0	29.32	73.02	4721.13
16+330.00	0	2.67	0	27.88	73.02	4749.01
16+340.00	0	2.77	0	27.6	73.02	4776.61
16+360.00	0.07	2.41	0.67	51.78	73.69	4828.39
16+380.00	0.01	2.76	0.79	51.68	74.48	4880.07
16+390.00	0.05	2.32	0.29	25.43	74.77	4905.5
16+400.00	0.05	2.37	0.49	23.5	75.26	4929
16+420.00	0.01	2.73	0.6	51.05	75.86	4980.05

UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA SEDE CUENCA

CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

DISEÑO: GEOMÉTRICO Y ESTRUCTURAL DE PAVIMENTO DE

LA VÍA SAN CRISTÓBAL - MALIMA DE LA ABCISA 14+500

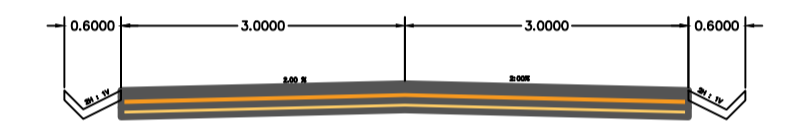
HASTA LA ABCISA 17+400 KM, PERTENECIENTE AL

CANTÓN PAUTE PROVINCIA DEL AZUAY.

UBICACIÓN: PARROQUIA DE SAN CRISTÓBAL,

CANTÓN PAUTE, PROVINCIA DEL AZUAY

SECCION TRANSVERSAL TÍPICA
Escala: 1/150



Realizado por:

JORGE ADRIAN CHICAIZA NIVICELA

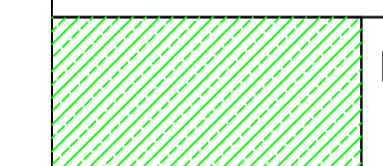
JOSUE SEBASTIÁN HURTADO CALLE

Secciones transversales corte y relleno

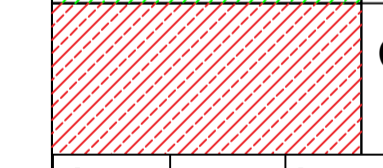
Fecha: Enero 2024

Escala: 1/150

SIMBOLOGÍA

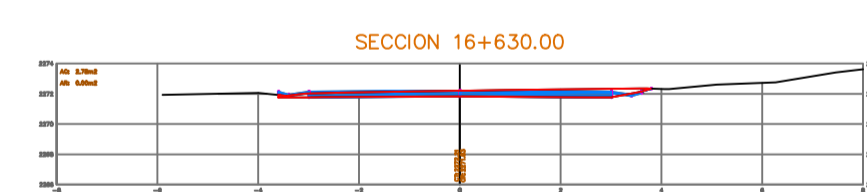
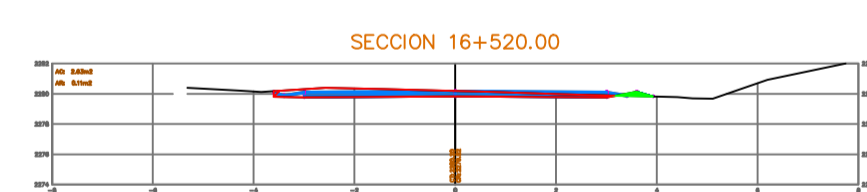
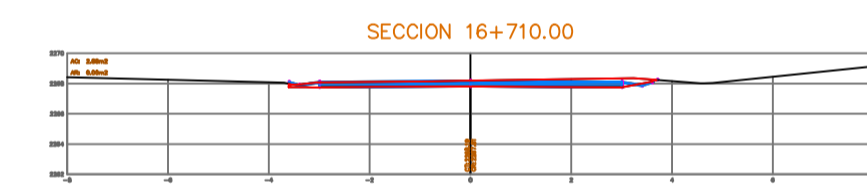
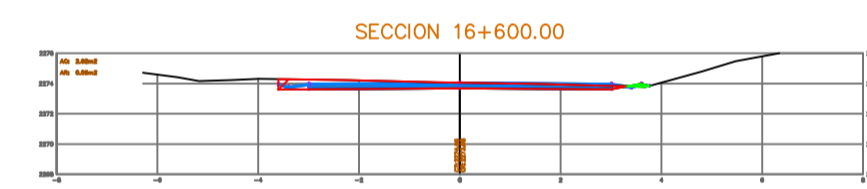
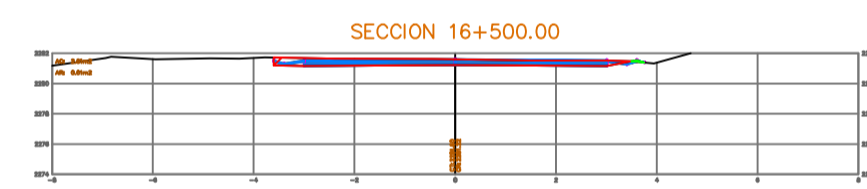
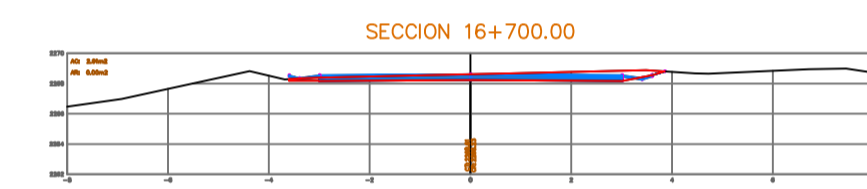
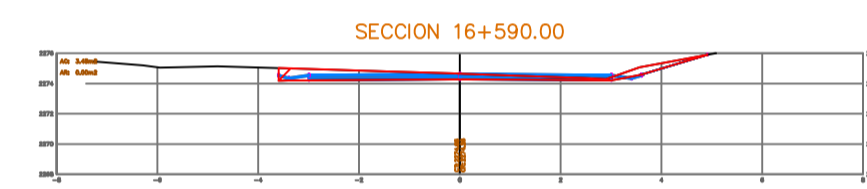
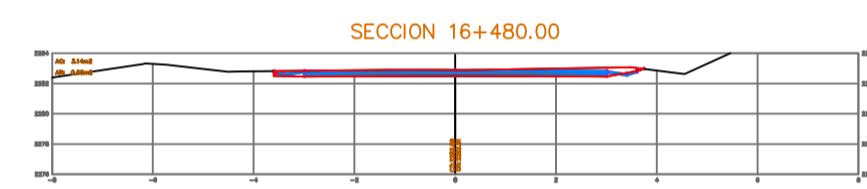
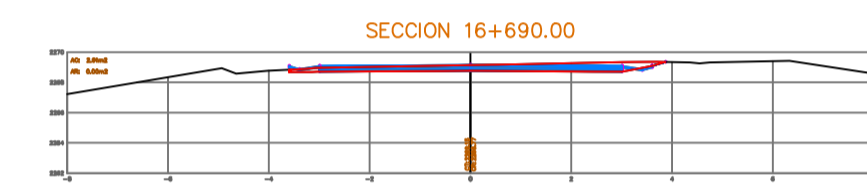
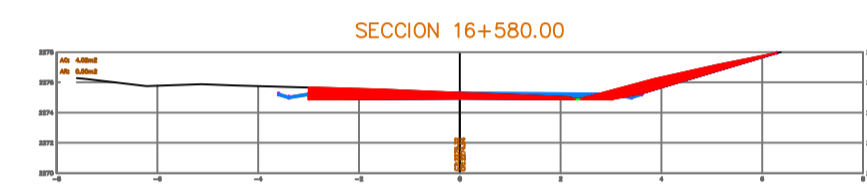
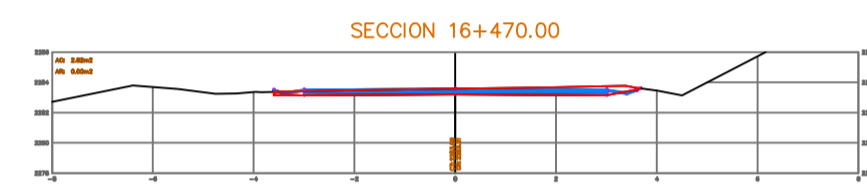
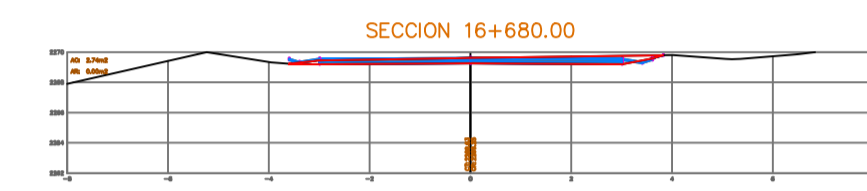
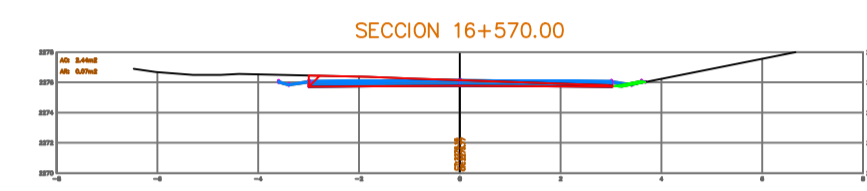
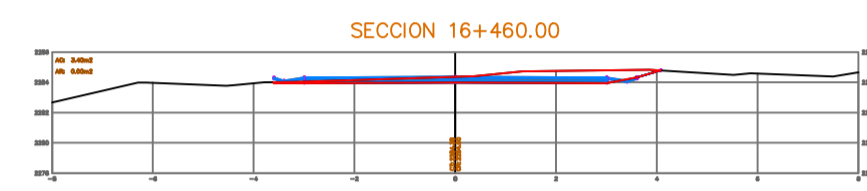
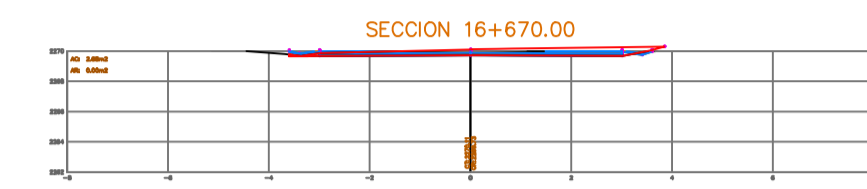
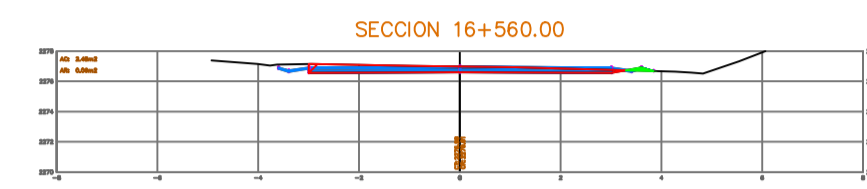
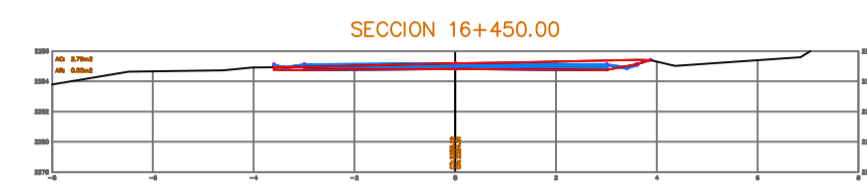
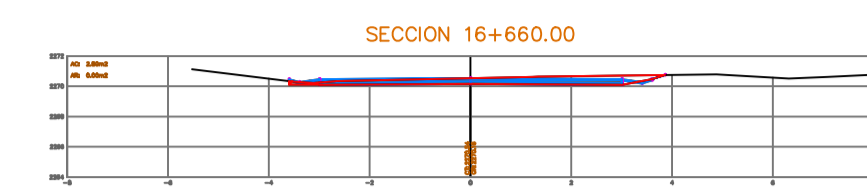
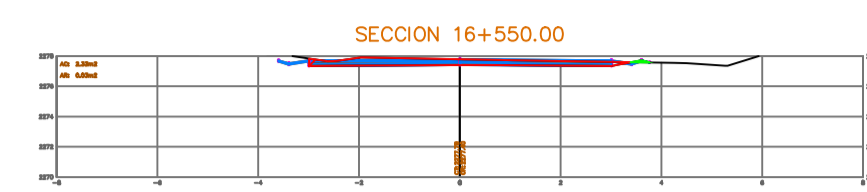
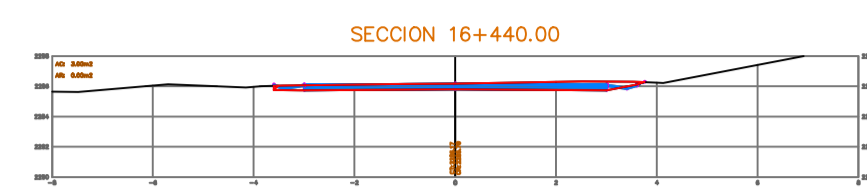


RELLENO



CORTE

Station	Fill Area	Cut Area	Fill Volume	Cut Volume	Cumulative Fill Vol	Cumulative Cut Vol
16+440.00	0	3	0.06	57.96	75.92	5037.41
16+450.00	0	2.79	0	29.08	75.92	5066.49
16+460.00	0	3.4	0	31.72	75.92	5098.2
16+470.00	0	2.82	0	31.77	75.92	5129.97
16+480.00	0	3.14	0	30.02	75.92	5159.99
16+500.00	0.01	2.81	0.13	59.56	76.05	5219.55
16+510.00	0.04	2.96	0.28	28.86	76.33	5248.4
16+520.00	0.11	2.63	0.7	28.42	77.03	5276.82
16+530.00	0.09	2.53	0.93	26.23	77.96	5303.05
16+540.00	0.07	2.23	0.76	24.03	78.72	5327.09
16+550.00	0.03	2.33	0.45	22.89	79.17	5349.97
16+560.00	0.06	2.45	0.41	24.01	79.57	5373.99
16+570.00	0.07	2.44	0.59	24.7	80.17	5398.69
16+580.00	0	4.02	0.32	32.06	80.49	5430.75
16+590.00	0	3.45	0	37.1	80.49	5467.84
16+600.00	0.05	2.92	0.23	32.27	80.72	5500.11
16+620.00	0	2.65	0.49	55.89	81.21	5556
16+630.00	0	2.78	0	27.19	81.21	5583.19
16+640.00	0	2.72	0	27.73	81.21	5610.92
16+650.00	0	2.87	0	28.18	81.21	5639.1
16+660.00	0	2.8	0	28.57	81.21	5667.67
16+670.00	0	2.68	0	27.63	81.21	5695.29
16+680.00	0	2.74	0	27.32	81.21	5722.61
16+690.00	0	2.91	0	28.45	81.21	5751.06
16+700.00	0	2.91	0	29.35	81.21	5780.41
16+710.00	0	2.88	0	29.2	81.21	5809.61
16+720.00	0.01	2.66	0.06	27.84	81.28	5837.45
16+740.00	0.11	2.54	1.24	52	82.51	5889.46
16+750.00	0.05	2.64	0.82	25.92	83.33	5915.38
16+760.00	0.01	2.7	0.31	26.85	83.64	5942.24



UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA SEDE CUENCA

CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

DISEÑO: GEOMÉTRICO Y ESTRUCTURAL DE PAVIMENTO DE

LA VÍA SAN CRISTÓBAL - MALIMA DE LA ABCISA 14+500

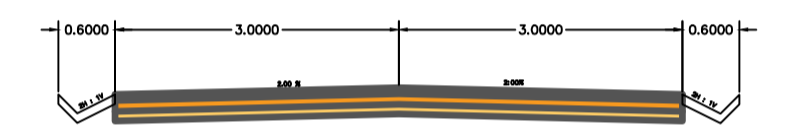
HASTA LA ABCISA 17+400 KM, PERTENECIENTE AL

CANTÓN PAUTE PROVINCIA DEL AZUAY.

UBICACIÓN: PARROQUIA DE SAN CRISTÓBAL,

CANTÓN PAUTE, PROVINCIA DEL AZUAY

SECCION TRANSVERSAL TÍPICA
Escala: 1/150



Realizado por:

JORGE ADRIAN CHICAIZA NIVICELA

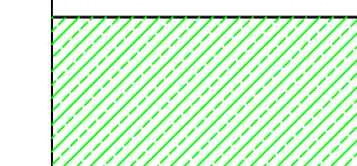
JOSUE SEBASTIÁN HURTADO CALLE

Secciones transversales corte y relleno

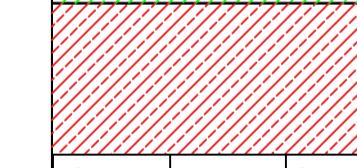
Fecha: Enero 2024

Escala: 1/150

SIMBOLOGÍA

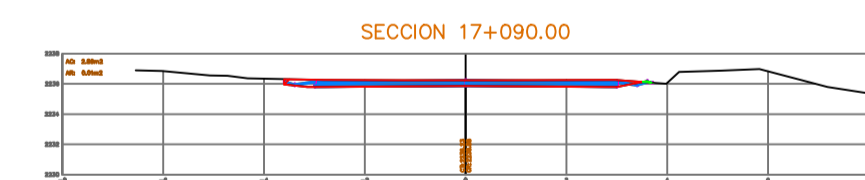
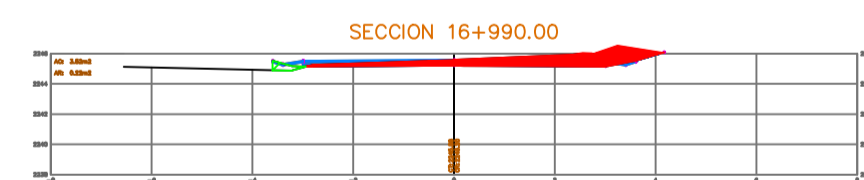
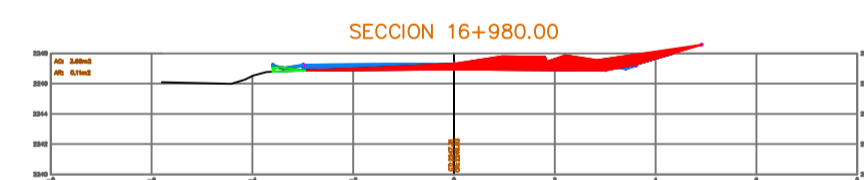
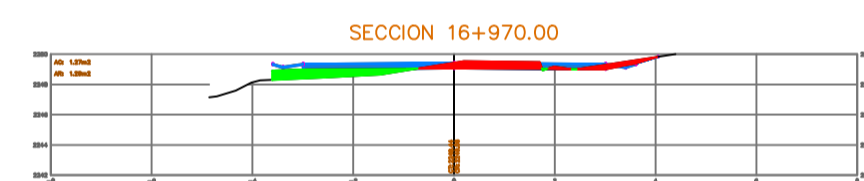
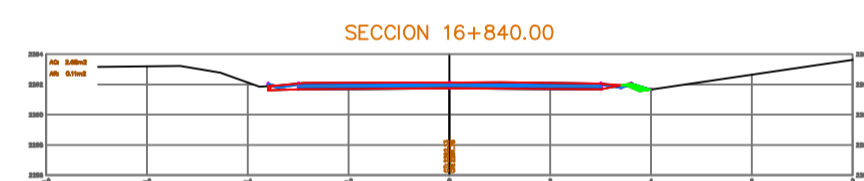
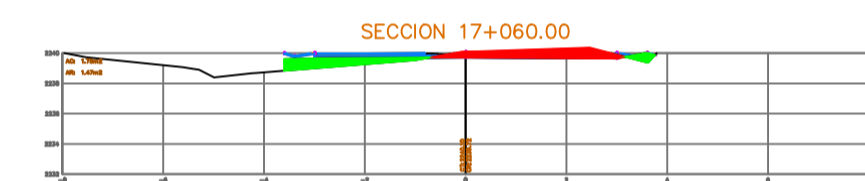
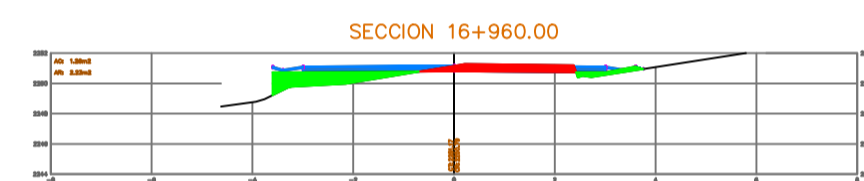
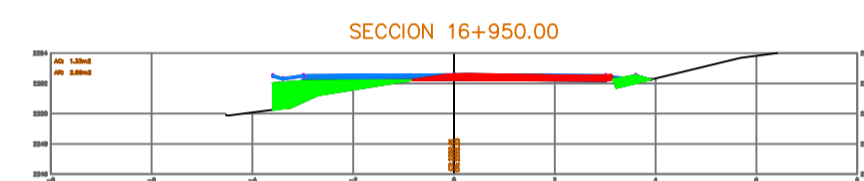
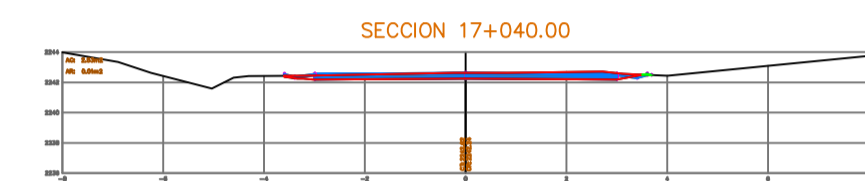
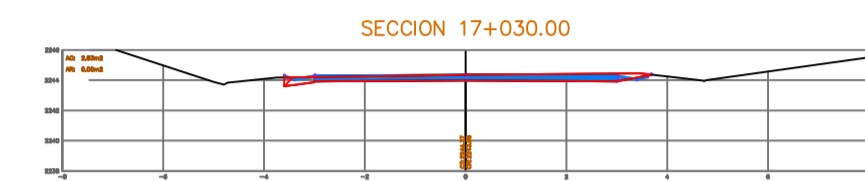
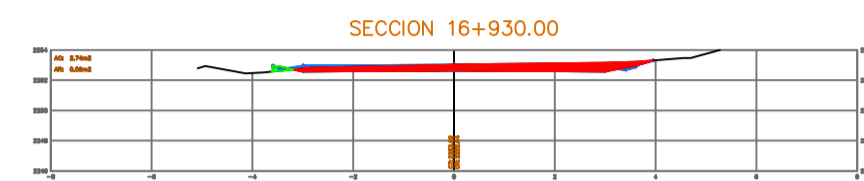
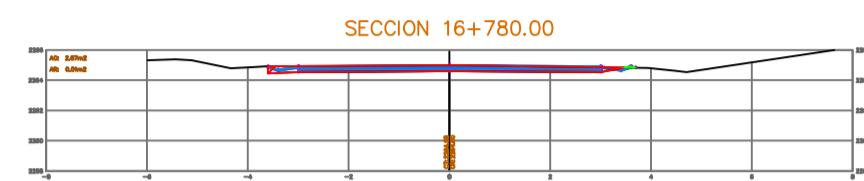
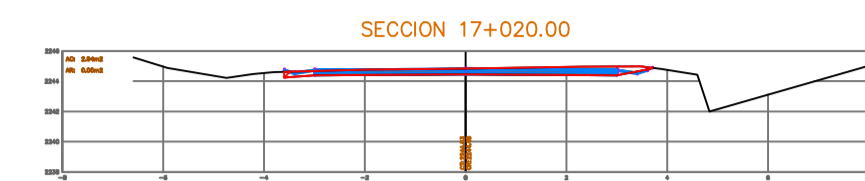


RELLENO



CORTE

Station	Fill Area	Cut Area	Fill Volume	Cut Volume	Cumulative Fill Vol	Cumulative Cut Vol
16+770.00	0.01	2.63	0.09	26.75	83.74	5968.99
16+780.00	0.01	2.57	0.08	26.06	83.81	5995.05
16+800.00	0.07	2.52	0.81	50.91	84.63	6045.96
16+810.00	0.13	2.52	1.03	25.19	85.66	6071.15
16+820.00	0.07	2.83	1.01	26.75	86.66	6097.89
16+840.00	0.11	2.68	1.78	55.09	88.44	6152.99
16+860.00	0.41	2.79	5.12	54.76	93.56	6207.74
16+880.00	0	2.96	4.04	57.59	97.6	6265.33
16+900.00	0.09	2.34	0.93	53.07	98.52	6318.4
16+910.00	0.01	2.66	0.52	25.14	99.04	6343.54
16+920.00	0.03	2.9	0.21	28.01	99.25	6371.55
16+930.00	0.09	2.74	0.59	28.45	99.84	6399.99
16+940.00	0.66	2.17	3.6	24.77	103.43	6424.77
16+950.00	2.56	1.33	16.22	17.45	119.65	6442.21
16+960.00	2.23	1.26	24.25	12.89	143.9	6455.1
16+970.00	1.29	1.27	17.41	12.75	161.31	6467.85
16+980.00	0.11	3.69	6.88	25.11	168.19	6492.96
16+990.00	0.22	3.52	1.58	36.49	169.77	6529.45
17+000.00	0	2.76	1.05	31.66	170.82	6561.11
17+010.00	0	2.64	0.01	27.08	170.83	6588.19
17+020.00	0	2.94	0.01	27.9	170.84	6616.1
17+030.00	0	2.83	0	28.89	170.84	6644.98
17+040.00	0.01	2.53	0.03	26.87	170.88	6671.85
17+050.00	0.1	2.1	0.54	23.3	171.42	6695.15
17+060.00	1.47	1.75	7.76	19.46	179.18	6714.61
17+070.00	0.61	2.31	10.21	20.47	189.39	6735.08
17+080.00	0	3.07	2.96	26.92	192.36	6762
17+090.00	0.01	2.89	0.03	29.72	192.39	6791.72
17+100.00	0	2.95	0.03	29.16	192.42	6820.88
17+120.00	0	3.68	0	66.36	192.42	6887.24



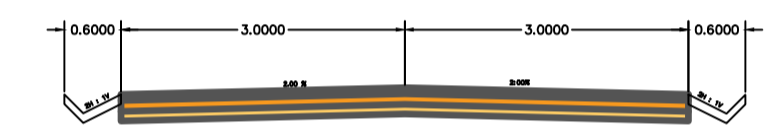
UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA SEDE CUENCA

CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

DISEÑO: GEOMÉTRICO Y ESTRUCTURAL DE PAVIMENTO DE LA VÍA SAN CRISTÓBAL -MALIMA DE LA ABCISA 14+500 HASTA LA ABCISA 17+400 KM, PERTENECIENTE AL CANTÓN PAUTE PROVINCIA DEL AZUAY.

UBICACIÓN: PARROQUIA DE SAN CRISTÓBAL, CANTÓN PAUTE, PROVINCIA DEL AZUAY

SECCION TRANSVERSAL TÍPICA
Escala: 1/150



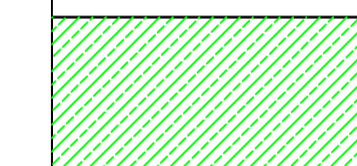
Realizado por:

JORGE ADRIAN CHICAIZA NIVICELA
JOSUE SEBASTIÁN HURTADO CALLE

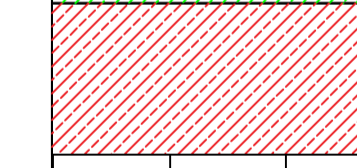
Secciones transversales corte y relleno

Fecha: Enero 2024 Escala: 1/150

SIMBOLOGÍA



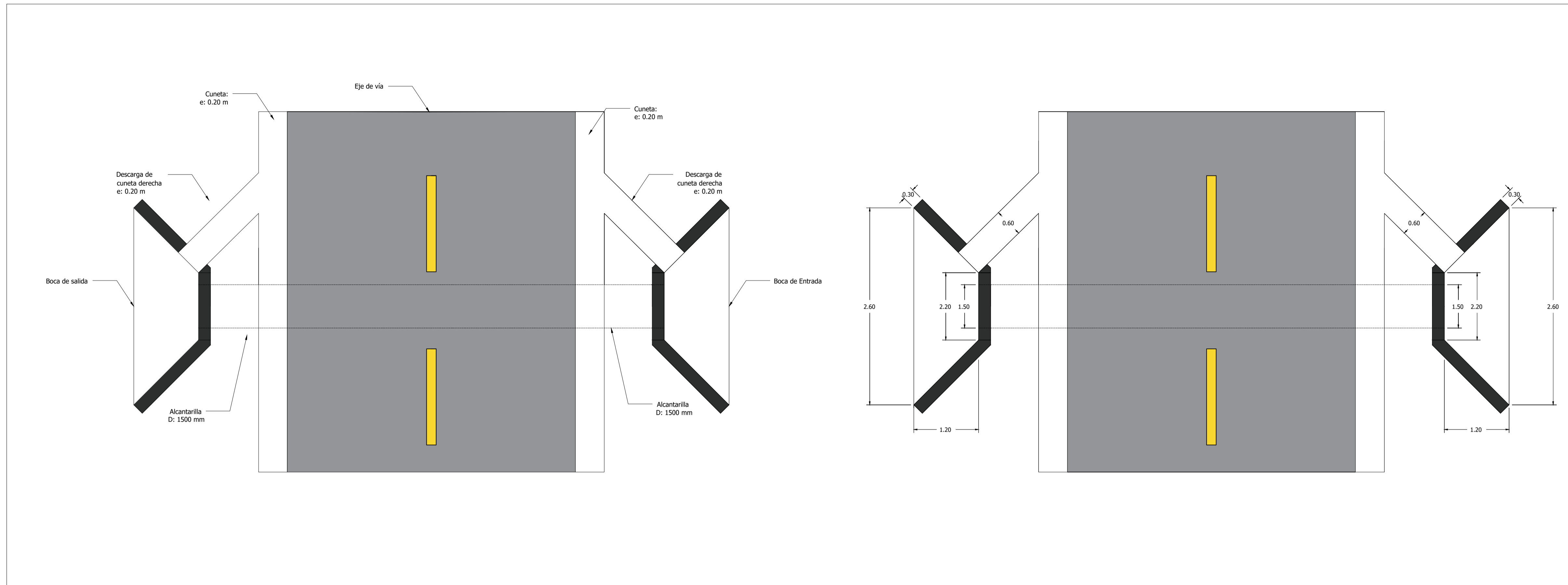
RELLENO



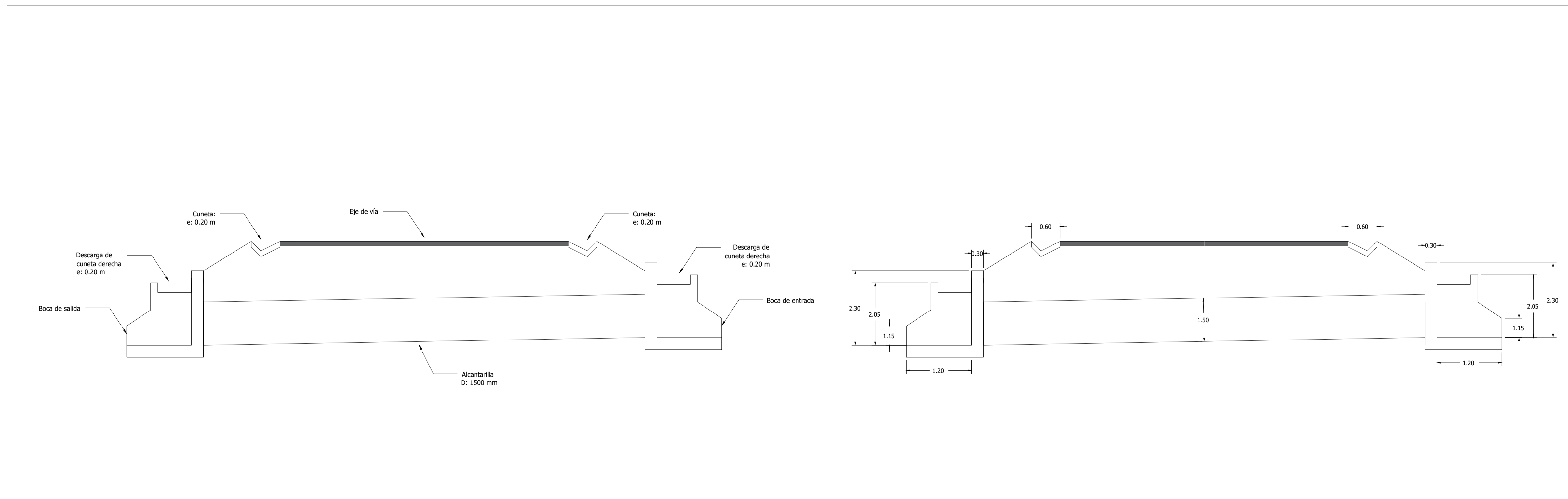
CORTE

Station	Fill Area	Cut Area	Fill Volume	Cut Volume	Cumulative Fill Vol	Cumulative Cut Vol
17+140.00	0	2.57	0	62.49	192.42	6949.73
17+160.00	0.53	1.94	5.31	45.06	197.73	6994.79
17+170.00	2.21	1.5	13.71	17.17	211.44	7011.95
17+180.00	1.13	1.37	16.7	14.32	228.14	7026.28
17+190.00	0	3.32	5.64	23.45	233.78	7049.73
17+200.00	0	2.71	0.01	30.16	233.79	7079.89

VISTA EN PLANTA
Esc. 1:50



VISTA EN PERFIL
Esc. 1:50



UNIVERSIDAD POLITÉCNICA
SALESIANA SEDE CUENCA

CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

Proyecto: DISEÑO GEOMÉTRICO Y
ESTRUCTURAL DE LA VÍA SAN
CRISTÓBAL - MALIMA

Ubicación: Cantón Paute, Provincia
Azúay

Contenido: Estructura Cabezal
de entrada y salida

Realizado por:
Jorge Adrian Chicaiza Nivicela
Josué Sebastián Hurtado Calle

Fecha: Enero - 2024

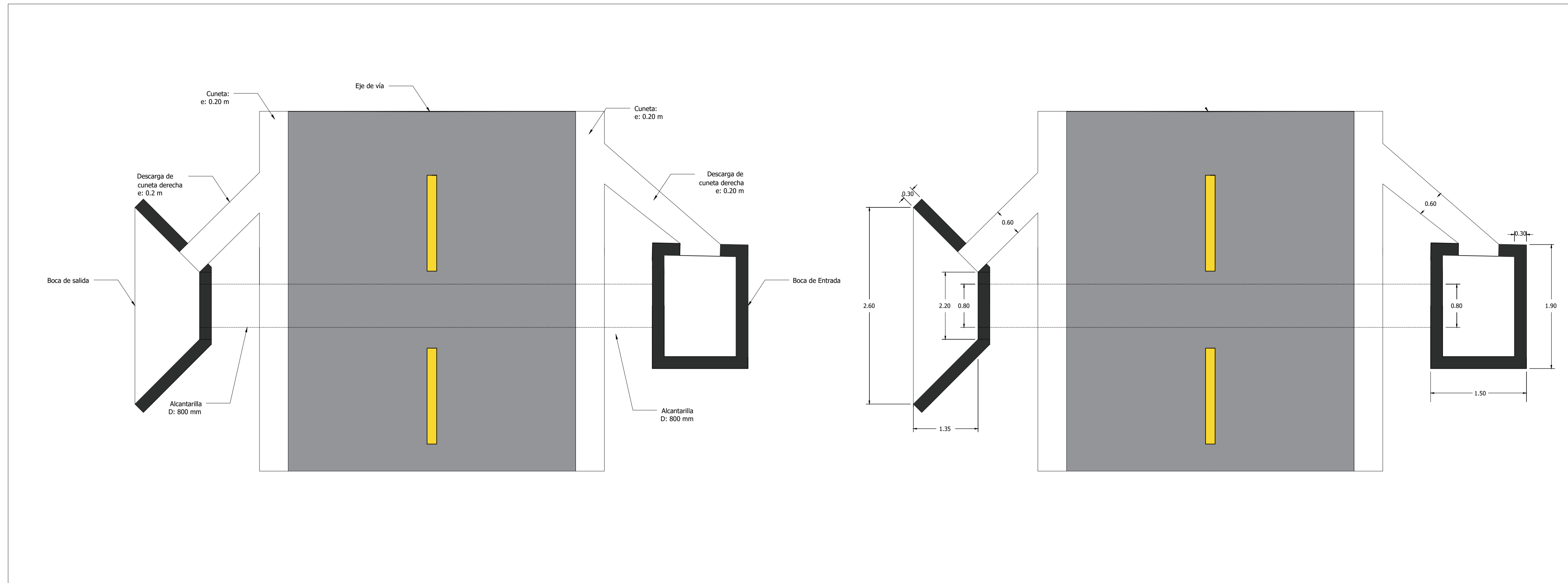
Especificaciones técnicas:
Hormigón: $F'c=210 \text{ kg/cm}^2$

ALCANTARILLAS
D= 1500mm --- Material: Ármico

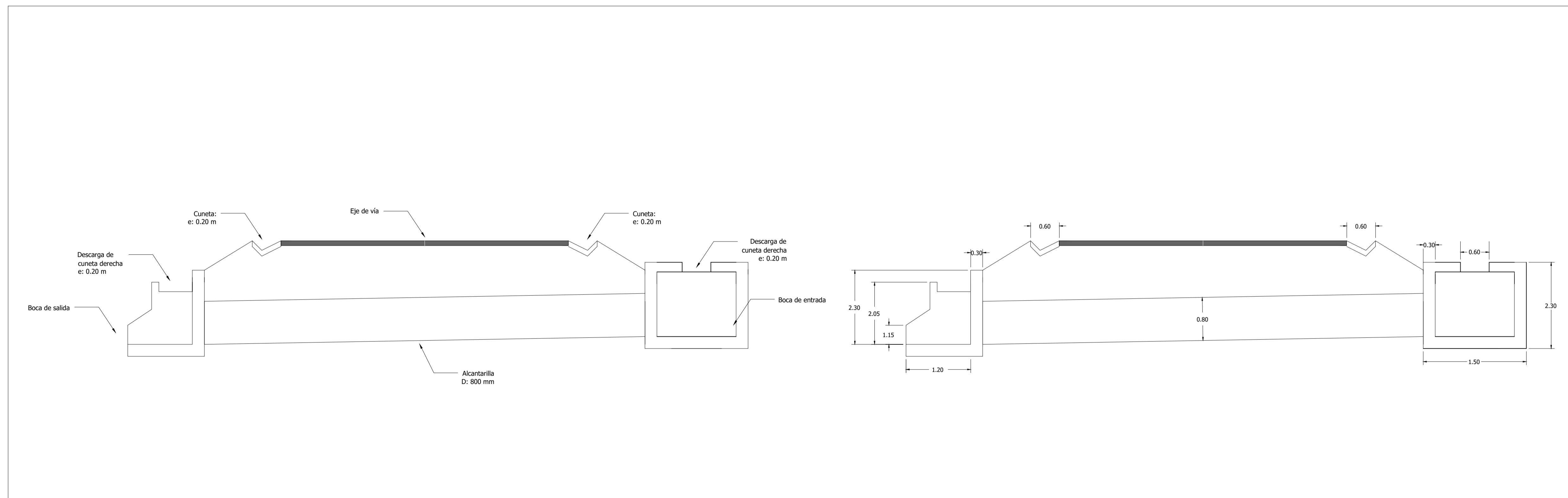
ABSCISA	DIÁMETRO (mm)	S transv. (%)
14+677 km	1500	4.65
14+769 km	1500	1.26
15+345 km	1500	4.02
16+314 km	1500	5.07

Lámina 1/1

VISTA EN PLANTA
Esc. 1:50



VISTA EN PERFIL
Esc. 1:50



UNIVERSIDAD POLITÉCNICA
SALESIANA SEDE CUENCA

CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

Proyecto: DISEÑO GEOMÉTRICO Y
ESTRUCTURAL DE LA VÍA SAN
CRISTÓBAL - MALIMA

Ubicación: Cantón Paute, Provincia
Azuay

Contenido: Estructura Cabezal -Caja
de entrada y salida

Realizado por:
Jorge Adrian Chicaiza Nivicela
Josué Sebastián Hurtado Calle

Fecha: Enero - 2024

Especificaciones técnicas:
Hormigón: F'c=210 kg/cm2

ALCANTARILLAS

D= 1500mm --- Material: Ármico

ABSCISA	DIÁMETRO (mm)	S transv. (%)
14+891 km	1500	5.91
15+321 km	1500	2.27
16+447 km	1500	2.20

Lámina 1/2