



UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA

SEDE CUENCA

CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

DISEÑO GEOMÉTRICO Y ESTRUCTURAL DE LA VÍA GIRON-CURIQUINGUE

DELA ABSCISA 0+000 HASTA 2+140 KM, PERTENECIENTE AL CANTÓN

GIRON PROVINCIA DE AZUAY

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

AUTORES: ANDREA MICHEL CARCHI ABAMBARI

DAYANA LISSETH SIMBAÑA AVILA

TUTOR: ING. IVÁN ALEJANDRO MEJÍA REGALADO, Msc.

Cuenca - Ecuador

2024

CERTIFICADO DE RESPONSABILIDAD Y AUTORÍA DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

Nosotras, Andrea Michel Carchi Abambari con documento de identificación N° 0303032809 y Dayana Lisseth Simbaña Avila con documento de identificación N° 0302925342; manifestamos que:

Somos las autoras 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, 26 de enero del 2024

Atentamente,



Andrea Michel Carchi Abambari

0303032809



Dayana Lisseth Simbaña Avila

0302925342

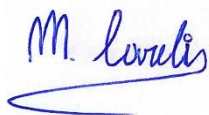
**CERTIFICADO DE CESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR DEL TRABAJO DE
TITULACIÓN A LA UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA**

Nosotras, Andrea Michel Carchi Abambari con documento de identificación N° 0303032809 y Dayana Lisseth Simbaña Avila con documento de identificación N° 0302925342, 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 la vía Girón-Curiquingue de la abscisa 0+000 hasta 2+140 km, perteneciente al cantón Giron provincia de 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, 26 de enero del 2024

Atentamente,



Andrea Michel Carchi Abambari

0303032809



Dayana Lisseth Simbaña Avila

0302925342

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 LA VÍA GIRON-CURIQUINGUE DE LA ABSCISA 0+000 HASTA 2+140 KM, PERTENECIENTE AL CANTÓN GIRON PROVINCIA DE AZUAY, realizado por Andrea Michel Carchi Abambari con documento de identificación N° 0303032809 y por Dayana Lisseth Simbaña Avila con documento de identificación N° 0302925342, 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, 26 de enero del 2024

Atentamente,



Ing. Iván Alejandro Mejía Regalado, MSC.

0101883841

DEDICATORIA

Para aquellos que estuvieron a mi lado desde el comienzo, observen lo que hemos conseguido juntos. Quisiera dedicar esta tesis a varias personas excepcionales que contribuyeron significativamente a este momento: A mi familia, quienes han sido el pilar fundamental sin el cual este logro no hubiera sido posible; a mis amigos, con quienes nos hemos respaldado mutuamente en nuestra formación, especialmente a mi querida amiga Tefy, cuyo legado espero honrar con este éxito. Este logro nos pertenece a todos nosotros.

Andrea Michel Carchi Abambari

Esta tesis no podría comenzar sin expresar mi profunda dedicación a Dios, quien ha sido mi fuente inagotable de fortaleza, guiándome en la búsqueda de mis sueños.

A mis amados padres, Galo Simbaña y Anita Avila, por su apoyo incansable y la oportunidad que me brindaron de convertirme en profesional, son el pilar sobre el cual he construido este logro. Su sacrificio y amor me han llevado hasta este punto, haciendo realidad uno de nuestros sueños más anhelados.

A mi hermano, mi compañero y modelo a seguir, Andrés, le expreso mi gratitud por estar siempre a mi lado, motivándome a seguir adelante y demostrándome que cualquier meta que me proponga es alcanzable.

A todos mis amigos, quienes siempre estuvieron ahí, apoyándome y ofreciendo su ayuda de manera incondicional. Y a O.C. Esa persona extraordinaria que me brindó su apoyo de manera especial en estos últimos meses, mi corazón se llena de gratitud por su presencia y aliento.

Dayana Lisseth Simbaña Avila

Agradecimiento.

En este momento tan significativo de nuestro viaje académico, queremos expresar con todo nuestro corazón un profundo agradecimiento a Dios, quien ha sido nuestra roca, nuestra fuente inagotable de inspiración y nuestra guía constante en cada paso de este camino.

A nuestros padres, les debemos todo. Su amor incondicional, su sacrificio incansable y los valores que nos han transmitido son el cimiento sobre el cual hemos construido nuestros logros. Cada logro, cada éxito, lleva impresa la huella de su amor y dedicación. Esta tesis es más que un documento académico, es un tributo a su amor infinito y a la dedicación con la que han guiado cada paso de nuestras vidas.

A nuestros hermanos, les agradecemos desde lo más profundo de nuestro ser por su constante aliento y comprensión. Su presencia ha sido una fuente inagotable de alegría y compañerismo en cada momento de este viaje.

A nuestro querido director de tesis, Ingeniero Iván Mejía Mcs, le agradecemos de todo corazón por su guía experta, su paciencia inquebrantable y su dedicación incansable a lo largo de todo este proceso. Su sabiduría y apoyo han sido una luz que ha iluminado nuestro camino, guiándonos con firmeza y claridad hacia la culminación de este proyecto.

Agradecemos también a nuestros estimados profesores y mentores, cuyo conocimiento y orientación han sido piedras angulares en nuestra formación académica. Su inspiración y estímulo han sido motores que nos han impulsado a superar desafíos y alcanzar logros que nunca creímos posibles.

En este momento de gratitud y reflexión, nos sentimos bendecidos por el apoyo inquebrantable de cada una de estas personas que han sido parte fundamental de nuestro viaje. Su influencia positiva ha dejado una marca indeleble en nuestras vidas y en este logro que hoy celebramos con humildad y alegría. Que esta tesis sea un testimonio no solo de nuestro esfuerzo y dedicación, sino también de la profunda gratitud que sentimos hacia aquellos que nos han acompañado en este hermoso camino del conocimiento y el crecimiento personal. ¡Gracias, de todo Corazón!

Contenido

CERTIFICADO DE RESPONSABILIDAD Y AUTORÍA DEL TRABAJO DE TITULACIÓN	I
CERTIFICADO DE CESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR DEL TRABAJO DE TITULACIÓN A LA UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA	II
CERTIFICADO DE DIRECCIÓN DEL TRABAJO DE TITULACIÓN.....	III
DEDICATORIA	IV
Agradecimiento.	V
TEMA	13
RESUMEN.....	13
ABSTRAC	14
CAPÍTULO I	15
INTRODUCCION.....	15
1.1.1. Ubicación	17
1.1.2. Población	18
1.1.3. Economía	18
1.2. JUSTIFICACIÓN.....	18
1.3. ESTADO DEL ARTE.....	19
1.4. OBJETIVOS.....	21
1.4.1. Objetivo General.....	21
1.4.2. Objetivos Específicos	22
CAPITULO II.....	22
2. MARCO TEORICO	22

2.1. Carreteras.....	22
2.1.1. Clasificación de vía.....	23
2.1.2. Clasificación de carretera según su TPDA.....	23
2.1.3. Clasificación de carretera según su función.....	24
2.2. Levantamiento topográfico.....	25
2.3. Estudio de trafico.....	25
2.3.1. Trafico Actual.....	26
2.3.2. Trafico promedio anual (TPDA).....	26
2.3.3. Composición de tránsito.....	29
2.3.4. Tránsito futuro.....	29
2.3.5. Trafico generado.....	30
2.3.6. Trafico por desarrollo.....	30
2.4. Señalización.....	31
2.5. Diseño Geométrico.....	31
2.5.1. Velocidad de diseño.....	32
2.5.2. Radios mínimos para curvas horizontales.....	33
2.5.3. Alineamiento horizontal.....	34
2.5.4. Alineamiento vertical.....	38
2.5.5. Peralte.....	42
2.5.6. Sobreechancho.....	43
2.5.7. Distancia de Visibilidad.....	47
2.6. Drenaje.....	51
2.6.1. Drenaje Longitudinal.....	52

2.7. Cunetas.....	52
2.7.1. Cunetas de coronación.....	53
2.8. Suelos de fundación y subrasante.....	54
2.8.1. Definición de Suelo y Roca.....	54
2.8.2. CBR.....	55
2.9. Pavimentos.....	56
2.9.1. Clasificación de los pavimentos.....	57
2.9.2. Metodología AASHTO para diseño de pavimentos flexibles.....	58
<i>CAPITULO III.....</i>	<i>68</i>
3. <i>METODOLOGIA.....</i>	<i>68</i>
3.1. Materiales y equipos.....	68
3.1.1. Hitos.....	68
3.1.2. Pintura.....	68
3.1.3. Flexómetro.....	68
3.1.4. RTK.....	69
3.1.5. Radios de Comunicación.....	69
3.1.6. Computadora.....	69
3.2. Recopilación de datos.....	69
3.2.1. Análisis y recopilación de información.....	69
3.2.2. Ubicación del proyecto.....	70
3.2.3. Determinación del flujo vehicular.....	71
3.2.3.3. Análisis de Datos.....	72
<i>CAPTULO IV.....</i>	<i>73</i>

4.	<i>CALCULOS</i>	73
4.1.	Resultados Obtenidos	73
4.1.1.	Conteo vehicular	73
	Se determinó un factor diario de 1 al dividir el número de días contados (7 días) entre 7.	75
4.1.2.	Cálculo del TPDA.....	76
4.1.3.	Proyección del Tráfico	78
4.1.4.	Cálculo del ESALS.....	82
4.1.5.	Diseño de pavimento flexible.....	83
4.1.6.	Levantamiento Topográfico	90
4.1.7.	Diseño Geométrico.....	91
4.1.8.	Presupuesto total del Proyecto.....	105
4.2.	CONCLUSIONES	107
4.3.	RECOMENDACIONES	108
5.	<i>BIBLIOGRAFIA</i>	109
5.1.	ANEXOS	111

INDICE DE IMAGENES

Imagen 1: Ubicación.....	17
Imagen 2: Elementos de la curva	36
Imagen 3: Clotoide o espiral de punta	37
Imagen 4: Curvas Cóncavas.....	41
Imagen 5: Curvas Convexas.....	42
Imagen 6: Estabilidad de un vehículo en curvas	42
Imagen 7: Sobreancho en las curvas	45
Imagen 8: Distancia visibilidad en curvas horizontales.	49
Imagen 9: Distancia visibilidad lateral.	49
Imagen 10: Esquema de una cuneta.....	53
Imagen 11: Esquema de una cuneta de coronación.....	53
Imagen 12. Determinación del Módulo Resiliente de la capa asfáltica	63
Imagen 13. Variación de coeficiente a2 con diferentes parámetros de resistencia de la base granular.....	64
Imagen 14. Variación de coeficiente a3 con diferentes parámetros de resistencia de la base granular.....	65
Imagen 15. Composición de las capas de un pavimento.....	67
Imagen 16. Ubicación del Proyecto	70
Imagen 17. Ubicación de las Estaciones de Conteo	¡Error! Marcador no definido.
Imagen 18. Formato de conteo vehicular	72
Imagen 19. Abaco para estimación del número estructural base granular	86
Imagen 20. Abaco para la estimación del número estructural de la sub base granular	

.....	87
Imagen 21. Calidad de drenaje	87
<i>Imagen 22. Calidad de drenaje</i>	88
Imagen 23. Planteamiento RTK	90
Imagen 24. Nube de puntos del levantamiento	91

INDICE DE TABLAS

Tabla 1: Clasificación de carreteras TPDA.....	23
Tabla 3: Velocidades de circulación.....	33
Tabla 4: Radios mínimos de curvas	34
Tabla 5: Valores de gradientes y longitudinales máximas (%).....	39
Tabla 6. Dimensiones de los vehículos de tipo rígido en el cálculo del sobreebanco ...	46
Tabla 7: Clasificación del suelo a través de CBR	56
Tabla 8: Niveles de confiabilidad	60
Tabla 9. Índices de serviciabilidad en base al TPDA	61
Tabla 10. Ubicación del Proyecto	71
Tabla 11. Total, de Vehículos que entran y salen en una semana.....	74
Tabla 12. Determinación del factor semanal	75
Tabla 13. Determinación del factor semanal	76
Tabla 14. Tráfico observado.....	77
Tabla 15. Corrección de Tráfico observado.	77
Tabla 16. Proyección de vehículos según modelo logístico.....	79
Tabla 17. Tasa de crecimiento Vehicular	81
Tabla 18. TPDA a los años de interés del proyecto	81
Tabla 19. Factor de distribución de carriles.....	82
Tabla 20. Cálculo de Número de Ejes Equivalentes.....	83
Tabla 21. Datos para el diseño	84
Tabla 22. Niveles de confiabilidad	84

Tabla 23 Determinación del Zr	85
Tabla 24.Determinación del So	85
Tabla 25. Parámetros Utilizados	88
Tabla 26. Parámetros Utilizados	89
Tabla 27. Cálculo de espesores	89
Tabla 28. Cálculo de espesores	89
Tabla 29. Cálculo de las Velocidades de circulación	92
Tabla 30. Velocidad de diseño.....	92
Tabla 31. Estimación del Coeficiente de fricción.....	93
Tabla 32. Alineamiento Horizontal.....	100
Tabla 33. Abscisa y elevación del Alineamiento Vertical.....	103
Tabla 34. Alineamiento Vertical.....	104
Tabla 35.. Presupuesto del proyecto.....	106

TEMA

DISEÑO GEOMÉTRICO Y ESTRUCTURAL DE LA VÍA GIRON-CURIQUINGUE DE LA ABSCISA 0+000 HASTA 2+140 KM, PERTENECIENTE AL CANTÓN GIRON PROVINCIA DE AZUAY

RESUMEN

El presente documento se enfoca en mejorar el diseño geométrico y estructural de la vía Girón - Curiquingue, que actualmente se encuentra en malas condiciones y causa molestias a los residentes. El objetivo principal de este proyecto, previo a la obtención del título de Ingeniería Civil, es mejorar la calidad de la vía para brindar bienestar a la comunidad, cumpliendo con todos los parámetros y normativas de diseño necesarias.

Para llevar a cabo este proyecto, se realizó un levantamiento topográfico detallado de la zona, lo cual nos permitió obtener información precisa sobre el terreno. Además, incluyó un análisis de tráfico que involucró un recuento vehicular y la clasificación de la carretera como Tipo III mediante el cálculo del Tráfico Promedio Diario Anual (TPDA). Se llevó a cabo la delineación horizontal y vertical, así como la elaboración de secciones transversales utilizando Autocad Civil 3D y siguiendo las Normas de Diseño Geométrico del MOP de 2003. El presupuesto de referencia detalla los recursos necesarios para cada etapa del proceso constructivo de la vía.

Palabras Claves: Levantamiento topográfico, conteos vehiculares, Diseño geométrico y pavimentos, TPDA, ESALS

ABSTRAC

This document focuses on improving the geometric and structural design of the Giron - Curiquingue road, which is currently in poor condition and causes inconvenience to residents. The main objective of this project, prior to obtaining the Civil Engineering degree, is to improve the quality of the road to provide welfare to the community, complying with all the necessary design parameters and regulations.

To carry out this project, a detailed topographic survey of the area was carried out, which allowed us to obtain precise information about the terrain. In addition, it included a traffic analysis that involved a vehicle count and the classification of the road as Type III by calculating the Annual Average Daily Traffic (APDA). The horizontal and vertical delineation was carried out, as well as the preparation of cross sections using AutoCAD Civil 3D and following the Geometric Design Standards of the MOP of 2003. The reference budget details the resources necessary for each stage of the road construction process.

Key words: Topographic survey, vehicle counts, Geometric and pavement design, TPDA, ESALS.

CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN

Esta tesis se centra en el campo del diseño geométrico y pavimento, explorando las técnicas métodos para mejorar la geometría de las carreteras y garantizar la resistencia y durabilidad de las superficies de rodadura. A medida que las demandas de la sociedad evolucionan, los ingenieros de transporte se enfrentan al desafío de adaptar las infraestructuras viales existentes y desarrollar nuevas soluciones que cumplan con estándares cada vez más exigentes en términos de seguridad, eficiencia y sostenibilidad

Los accidentes de tráfico son una preocupación global, con más de 1,35 millones de muertes anuales en todo el mundo. Cada segundo se registra una muerte en las carreteras, y el riesgo de muerte por este tipo de accidentes sigue siendo tres veces mayor en los países de bajos ingresos que en los de ingresos altos. Además, los accidentes de tránsito tienen un alto costo económico, representando aproximadamente el 3% del Producto Interno Bruto (PIB) de la mayoría de los países

El diseño de las carreteras y la velocidad promedio de los vehículos también tienen un impacto significativo en la seguridad vial. El trazado vial puede afectar considerablemente la seguridad, y se ha demostrado que el aumento de la velocidad promedio está directamente relacionado con la probabilidad de que ocurra un accidente de tránsito (Organización Mundial de Salud, 2018).

PROBLEMA DE ESTUDIO

Planteamiento de problema.

El Gobierno Autónomo Descentralizado (GAD) de Girón expresa su preocupación por el estado de la carretera. Los baches presentes en esta vía dificultan el tráfico, causan daños a los vehículos, generan problemas de salud debido al polvo y aumentan el riesgo de accidentes. Esta situación afecta negativamente la economía local debido a la falta de accesibilidad. Para asegurar la seguridad, salud y desarrollo económico de la comunidad, es crucial mejorar tanto la estructura como la geometría de la carretera.

ANTECEDENTES

El diseño vial desempeña un papel de vital importancia en la sociedad y la economía debido a que las vías conectan diferentes comunidades y regiones en todo el mundo, lo que facilita el acceso a servicios esenciales como áreas recreativas, escuelas, hospitales, etc. Esto mejora la calidad de vida de las personas y satisface una necesidad básica que es la movilidad.

Según el último censo de 2022 la población de Girón está conformada por las parroquias de Girón, la Asunción y San Gerardo, con un total de 12182 habitantes de los cuales el 64% reside en un área rural. Con los datos del censo del 2022 la estimación de la población económicamente activa de Girón es del 80%, este porcentaje compuesto por personas en el intervalo de edad de 15-60 años.

El sector primario de la economía (agricultura, ganadería, silvicultura y pesca), en las tres parroquias, ocupa la mayor cantidad de personas económicamente activas, poniendo de manifiesto que se constituye en una de las fuentes fundamentales de empleo en las respectivas parroquias, ocupando el 47.99% de mano de obra en el cantón Girón. (Universidad de Cuenca & GAD

Municipal de Girón, 2021)

Aunque el transporte representa una actividad fundamental para la mayoría de las actividades económicas en el cantón Girón, las condiciones para su ejecución pueden experimentar notables diferencias ubicaciones. En las áreas urbanas, la movilidad es más eficiente en comparación con las zonas rurales, por donde atraviesa la Vía Girón-Curiquingue, la cual carece de pavimentación, dificultando así la movilización local.

1.1.1. Ubicación

Girón es uno de los quince cantones de la Provincia del Azuay, situado en la región suroccidental de Ecuador, a 37 km al sur de la ciudad de Cuenca a lo largo de la carretera Girón-Pasaje. Según la Planificación Nacional de la SENPLADES, se encuentra en la zona seis.

Imagen 1: Ubicación



Fuente: (Plan De Desarrollo y Ordenamiento Territorial, 2014)

1.1.2. Población

De acuerdo al más reciente censo realizado en 2022, Girón cuenta con una población que se distribuye entre las parroquias de Girón, la Asunción y San Gerardo, sumando un total de 12,182 habitantes. Del total, aproximadamente el 64% vive en zonas rurales. Basándonos en los datos del censo de 2022, se estima que el 80% de la población de Girón es económicamente activa, siendo este porcentaje conformado por individuos en el rango de edad de 15 a 60 años.

1.1.3. Economía

La PEA del cantón Girón corresponde al 50.1% de la población total. La economía del cantón está predominantemente basada en la agricultura y ganadería; el 48% de la PEA cantonal está vinculada a esta actividad seguida en menor porcentaje por el comercio, la construcción y la industria manufacturera. Se han identificado 108 emprendimientos productivos, comerciales, artesanales y de servicios; la mayoría de los cuales son artesanales y unifamiliares. La baja productividad y los altos costos de producción hacen que los productos y servicios prestados en el Cantón no sean competitivos a nivel Regional. Girón posee atractivos naturales y patrimoniales en torno a los cuales se está desarrollando actividades turísticas que pueden ser aprovechados de manera técnica e integral (Plan De Desarrollo y Ordenamiento Territorial, 2014)

1.2. JUSTIFICACIÓN

El diseño geométrico y la calidad del pavimento de la vía Girón-Curiquingue son factores esenciales que influyen en la movilidad y el acceso a oportunidades económicas para la población en edad de trabajar. Un diseño geométrico adecuado de la vía es fundamental para la ganadería

(actividad realizada por la mayoría de la población aledaña a la vía) en múltiples aspectos. Primero, garantiza un acceso seguro y eficiente a los pastizales y áreas de pastoreo, permitiendo que los ganaderos trasladen su ganado hacia y desde estas zonas sin dificultades, asegurando así que los animales tengan acceso suficiente a alimento y agua, lo que contribuye a su salud y bienestar. Además, facilita un transporte seguro y sin obstáculos tanto para el ganado como para los suministros agrícolas, minimizando el estrés y el riesgo de lesiones durante el viaje. Asimismo, el diseño adecuado de la vía permite una movilidad eficiente de la maquinaria agrícola necesaria para tareas como la recolección de alimentos y el mantenimiento de los pastizales, lo que optimiza las operaciones ganaderas y reduce los tiempos de inactividad. Finalmente, una vía bien diseñada con curvas suaves y pendientes moderadas no solo reduce los costos operativos asociados con el transporte, como el consumo de combustible y el desgaste del vehículo, sino que también minimiza los tiempos de viaje, aumentando así la productividad y la rentabilidad de las operaciones ganaderas en su conjunto.

1.3. ESTADO DEL ARTE

La vialidad es un factor que juega un rol muy importante en el desarrollo económico de las sociedades. En general, el transporte, ya sea de personas, animales, productos, materiales, etcétera, es una de las actividades inherentes al desarrollo de una civilización. A lo largo de los años, los métodos de transporte que empleamos los humanos, ya sea mediante el uso directo de fuerzas motrices o por medio de la ayuda de tecnología, así como la infraestructura que estos métodos emplean, han sufrido muchos cambios e innovaciones, permitiendo que cada vez se logren mejores condiciones en cuanto a calidad, cantidad y accesibilidad (Wazhima, 2022).

Los Manuales de Diseño Geométrico de Carreteras se basan en Velocidades de diseño

constantes y radios de curvatura para tramos continuos, estos elementos se adaptarán para corredores exclusivos en sitios donde se alcancen velocidades de (50KPM), pero se presentan casos especiales de sitios por donde pasan estos sistemas que no permiten expansión o derrocamiento en el cual se presentarán situaciones de diseño a velocidades mínimas las cuales serán consideradas en la maestría "Diseño geométrico de corredores exclusivos de transporte para ciudades de la sierra y su incidencia en la disminución de tiempos de viaje y costos de operación" (Larenas, 2009)

La seguridad vial es una de las mayores preocupaciones de la sociedad actual. De hecho, anualmente mueren en las carreteras alrededor de 1,2 millones de personas y 50 millones resultan heridas. Entre los diferentes factores que están presentes en la producción de un accidente de tráfico cabe destacar el factor humano, el vehículo y la infraestructura. Concretamente, en los últimos años se ha estudiado profundamente la interacción entre el factor humano y el factor infraestructura a partir del concepto de consistencia del diseño geométrico de carreteras, que se puede definir como el grado de adecuación entre las expectativas de los conductores y el comportamiento de la carretera. En este sentido, un diseño consistente asegura que elementos geométricos sucesivos actúen de forma coordinada produciendo una conducción armoniosa libre de sorpresas. Por el contrario, un diseño inconsistente puede producir sorpresas en los conductores provocando maniobras erráticas o conflictivas que incrementan la probabilidad de ocurrencia de accidentes. (Castelló, 2018)

Los autores citados comparten un enfoque en la importancia de la vialidad y el diseño geométrico de carreteras en el contexto del desarrollo económico y la seguridad vial, enfoque que intentamos aplicar en el diseño geométrico y de pavimentos de la vía Girón Curiquingue.

Se procedió a analizar los elementos más relevantes en los estudios previamente

mencionados.

- **Desarrollo Económico:** El primer autor destaca la vialidad como un factor crucial para el desarrollo económico de las sociedades, subrayando la importancia del transporte en sus diversas formas. Esto implica una conexión directa entre la infraestructura vial y el progreso económico.
- **Diseño Geométrico de Carreteras:** El segundo autor se centra específicamente en los Manuales de Diseño Geométrico de Carreteras, que abordan la relación entre velocidades de diseño, radios de curvatura y la adaptación de elementos en diferentes contextos. Esto resalta la necesidad de un diseño coherente para garantizar la seguridad y eficiencia en la vía.
- **Seguridad Vial:** El tercer autor amplía la discusión sobre la seguridad vial, reconociendo la interacción crucial entre el factor humano y la infraestructura, especialmente a través del concepto de consistencia del diseño geométrico de carreteras. Se destaca cómo un diseño consistente puede contribuir a una conducción armoniosa y predecible, mientras que un diseño inconsistente puede aumentar la probabilidad de accidentes.

1.4. OBJETIVOS

1.4.1. Objetivo General

Realizar el diseño geométrico y estructural de la vía Girón Curiquingue de la abscisa 0+000 hasta 2+140, en el cantón Girón, provincia Azuay.

1.4.2. Objetivos Específicos

- Realizar el diseño geométrico de la vía.
- Realizar el diseño de la estructura de pavimentos.
- Realizar un levantamiento topográfico del terreno para adquirir información detallada sobre el trazado existente y las características topográficas de las áreas circundantes.
- Llevar a cabo el conteo del tráfico con el fin de determinar el volumen y la composición del flujo vehicular en esta área.

CAPITULO II

2. MARCO TEORICO

El diseño geométrico de carreteras permite determinar los elementos y valores geométricos de la silueta vertical y horizontal de un corredor vial determinado, en cumplimiento de especificaciones y mínimos técnicos validados por los institutos de investigación o entidades públicas de infraestructura, en atención a velar por las condiciones de seguridad en la operación. (Corredor & JG, 2015)

2.1. Carreteras.

Las carreteras son infraestructuras de transporte terrestre especialmente diseñadas y construidas para permitir que los vehículos circulen con fluidez y seguridad. Su objetivo principal es facilitar el movimiento eficiente de personas y mercancías y proporcionar espacio adecuado y seguro para el movimiento de vehículos ligeros, de carga y otros vehículos terrestres. Las autopistas están diseñadas para proporcionar rutas directas y eficientes entre diferentes destinos y

están construidas según estándares y regulaciones específicos para garantizar la seguridad de los usuarios. En pocas palabras, una carretera es una ruta de transporte terrestre que permite que los vehículos circulen de forma continua y segura dentro de un lugar determinado.

2.1.1. Clasificación de vía

Las vías pueden clasificarse por diferentes criterios como por jurisdicción, por sus características, por su terreno, por su función, por su localización y por su velocidad de diseño.

La clasificación de las carreteras de acuerdo al Manual de Diseño Geométrico de Carreteras (DG-2014), establece que éstas pueden clasificarse de acuerdo a su demanda y de acuerdo a su orografía, esto es tomando en cuenta el MDA (Índice Medio Diario Anual) y otras características geométricas, así como las pendientes transversales y longitudinales de la vía. (Vega Cuevas, 2018)

2.1.2. Clasificación de carretera según su TPDA

Las carreteras se pueden clasificar en jerarquías dependiendo del TPDA, ya que las carreteras deberán ser diseñadas con características geométricas correspondientes.

Tabla 1: Clasificación de carreteras TPDA

Clase de carretera	Trafico proyectado TPDA
R-I o R-II	Mas de 800
I	De 3000 a 800
II	De 1000 a 3000
III	De 300 a 1000
IV	De 100 a 300
V	Menos de 100

Fuente: (MTOPI, 2003).

2.1.3. Clasificación de carretera según su función

2.1.3.1. Carreteras de primer orden: Las carreteras de primer orden son vías fundamentales que permiten la integración de áreas clave de producción y consumo a nivel nacional e internacional. Estas carreteras están conectadas con puertos y aeropuertos, y su construcción o mejoras están respaldadas por compromisos gubernamentales a través de tratados o acuerdos internacionales. Estas carreteras brindan servicio a capitales de provincia, localidades fronterizas, puertos y otras áreas específicas.

2.1.3.2. Carreteras segundo orden. Se refieren a aquellos trayectos que permiten la comunicación entre dos o más ciudades o carreteras. En este nivel, se considera un volumen de tráfico igual o superior a 150 vehículos por vehículo. Estas carreteras tienen menos de 700 vehículos circulando diariamente.

Además, son de un solo carril con una anchura inferior a 7,30 metros y están al servicio de los residentes de las áreas correspondientes en el condado, donde la población supera los 15.000 habitantes.

2.1.3.3. Carreteras de tercer orden. Cumplen la función de proporcionar

comunicación entre dos o más caminos. En el caso de la ciudad, puede haber vías secundarias con un alto volumen de tráfico. El número de vehículos diarios será inferior a 150 cuando la vía esté completamente terminada. Estas vías serán simples, con un ancho menor o igual a 6 metros, y estarán al servicio de la población. La sede del gobierno de la ciudad tendrá una población de menos de 15.000 habitantes.

2.2. Levantamiento topográfico

La topografía de la vía juega un papel fundamental en la planificación de un camino, ya que afecta la selección de varios parámetros importantes en su diseño. Para definir las propiedades geométricas del camino, es necesario tener en cuenta las características topográficas del terreno. Estas características pueden clasificarse según su nivel de elevación, como terreno llano, ondulado o montañoso. Dentro de estas categorías, también pueden variar en su inclinación, siendo más suaves o empinadas (MTOPO, 2003).

2.3. Estudio de tráfico

El diseño de una carretera o un segmento de la misma debe basarse en varios aspectos, uno de los cuales es la información relacionada con el tráfico. El propósito de esta información es compararla con la capacidad máxima de vehículos que la carretera puede manejar.

La información sobre el tráfico debe incluir la evaluación del tráfico existente, que implica analizar los volúmenes y tipos de vehículos. Esto se basa en análisis de tráfico prospectivo mediante pronósticos. En proyectos de carreteras, especialmente en el caso de mejorar carreteras ya existentes (mediante cambios en el trazado, ensanchamiento, pavimentación, etc.) o construir carreteras alternativas entre puntos ya conectados por vías de comunicación, es relativamente fácil

determinar el tráfico actual y prever la demanda futura (MTOPI, 2003).

2.3.1. Tráfico Actual

Tráfico actual se refiere a la cantidad de vehículos que circulan por una carretera antes de que se realicen mejoras o modificaciones en ella. Es una medida de la cantidad de tráfico que existe en ese momento específico. (MTOPI, 2003)

2.3.2. Tráfico promedio anual (TPDA)

La medida utilizada para evaluar el tráfico en una carretera es el Tráfico Promedio Diario Anual, conocido como TPDA. En carreteras con tráfico en ambas direcciones, se tomará registro del volumen de tráfico en ambas direcciones. Por lo general, en este tipo de carreteras, el número de vehículos al final del día es similar en ambos sentidos de circulación. Es importante resaltar que es factible analizar el Tráfico Promedio Diario Anual (TPDA) considerando el volumen de ambos sentidos de circulación. Esto debe ser completamente transparente para evitar posibles errores en cálculos futuros basados en estos datos. Para calcular el TPDA de manera óptima, sería ideal contar con datos de una estación de conteo permanente que brinde información sobre las fluctuaciones diarias, semanales y estacionales (MTOPI, 2003).

Es fundamental realizar recuentos de vehículos para obtener información sobre el nivel de tráfico presente. Existen diferentes variedades de conteo que se utilizan para este propósito (MTOPI, 2003).

Los conteos manuales son esenciales, ya que proporcionan datos sobre la estructura del tráfico y los movimientos en cruces viales, lo cual es clave en el

diseño geométrico de las vías. Estos conteos se realizan de forma manual, observando y registrando los vehículos que pasan por un punto específico (MTOPI, 2003).

Por otro lado, los conteos automáticos permiten determinar el volumen total de tráfico. Estos conteos se realizan utilizando dispositivos automáticos que registran el paso de los vehículos. Sin embargo, es importante complementar estos conteos automáticos con conteos manuales para identificar la composición del tráfico. Los dispositivos automáticos registran pares de ejes, por lo que es necesario calibrarlos adecuadamente para obtener datos precisos sobre el número de vehículos (MTOPI, 2003).

La medida utilizada para evaluar el tráfico en una carretera es el Tráfico Promedio Diario Anual, conocido como TPDA. En carreteras con tráfico en ambas direcciones, se tomará registro del volumen de tráfico en ambas direcciones. Por lo general, en este tipo de carreteras, el número de vehículos al final del día es similar en ambos sentidos de circulación. Es importante resaltar que es factible analizar el Tráfico Promedio Diario Anual (TPDA) considerando el volumen de ambos sentidos de circulación. Esto debe ser completamente transparente para evitar posibles errores en cálculos futuros basados en estos datos. Para calcular el TPDA de manera óptima, sería ideal contar con datos de una estación de conteo permanente que brinde información sobre las fluctuaciones diarias, semanales y estacionales. (MTOPI, 2003)

La medida utilizada para evaluar el tráfico en una carretera es el Tráfico Promedio Diario Anual, conocido como TPDA. En carreteras con tráfico en ambas direcciones, se tomará registro del volumen de tráfico en ambas direcciones. Por lo general, en este tipo de carreteras, el número de vehículos al final del día es similar en ambos sentidos de circulación. Es importante resaltar que es factible analizar el Tráfico Promedio Diario Anual (TPDA) considerando el volumen de ambos sentidos de circulación. Esto debe ser completamente transparente para evitar posibles errores en cálculos futuros basados en estos datos. Para calcular el TPDA de manera óptima, sería ideal contar con datos de una estación de conteo permanente que brinde información

sobre las fluctuaciones diarias, semanales y estacionales. (MTOPI, 2003)

La metodología del MTOPI asume que las fluctuaciones observadas en el comportamiento del tráfico vehicular a lo largo de un año se mantienen constantes en los años subsiguientes. En otras palabras, aunque el volumen de tráfico tienda a aumentar, los porcentajes de variación permanecen consistentes según la estación del año en la que se realice el análisis. En función de esta premisa, se sugiere la aplicación de factores, ya sean horarios, diarios, semanales o mensuales según corresponda. Estos factores permiten estimar el Valor del Tráfico Promedio Diario Anual (TPDA) a partir de recuentos vehiculares realizados en períodos inferiores a un año, utilizando la siguiente ecuación:

En donde:

$$TPDA = T_0 * FH * FD * FS * FM$$

TPDA= Tráfico observado

FH = Factor horario: se emplea para convertir el volumen de tráfico registrado en un número determinado de horas, a Volumen Diario Promedio.

FD = Factor diario: se emplea para convertir el volumen diario promedio a volumen semanal promedio.

FS = Factor semanal: permite convertir el volumen semanal promedio a volumen mensual promedio.

FM = Factor mensual: permite convertir el volumen mensual promedio a tráfico promedio diario anual (TPDA)

2.3.3. Composición de tránsito.

En el diseño de una carretera es necesario tener en cuenta las características físicas de los vehículos que han de utilizarla durante su vida útil. Se requiere entonces de estudios previos que permitan determinar qué tipo de vehículos, y en qué proporción, circularan por esta. Dada la gran variedad existente de vehículos al hacer dichos estudios es conveniente agruparlos por clases y establecer medidas representativas de cada clase. De este modo la gran variedad de vehículos se puede reducir a unas cuantas clases. Cada una de estas clases conforma lo que se llama un Vehículo de diseño. Los vehículos de diseño son vehículos automotores seleccionados por el peso, las dimensiones y las características de operación que se usan para establecer parámetros del diseño de la vía por la cual circulara tal clase de vehículos. Para efectos de diseño geométrico cada vehículo de diseño tiene dimensiones más desfavorables que la de casi todos los vehículos de su clase. (Ospina,2002)

2.3.4. Tránsito futuro.

El proceso de diseño debe considerar la previsión y la composición del flujo de tráfico en función del tráfico real. Los diseños se desarrollan en base a proyecciones de tráfico de 15 a 20 años, teniendo en cuenta el crecimiento normal del tráfico, el tráfico generado y el aumento del tráfico procedente del desarrollo. Estas proyecciones de tráfico son críticas para la clasificación de carreteras e influyen en la determinación de las velocidades de diseño y otros aspectos geométricos del diseño. Además, las previsiones de tráfico ayudan a determinar cuándo es necesario mejorar las carreteras o aumentar su capacidad. Esto se logra comparando el caudal máximo que la carretera puede soportar con el caudal correspondiente a la hora 30 (es decir, el caudal horario

número 30 más alto del año). Este último representa un volumen de negociación por hora que supera solo las 29 horas en un año determinado. (MTOPI, 2003)

2.3.5. Trafico generado.

El tráfico adicional que se generará en los dos años posteriores a la finalización de la mejora o construcción de la carretera aún no ha sido estudiado a nivel local.

Sin embargo, sería útil contar con una métrica que relacione las mejoras realizadas con el aumento del volumen de tráfico. En consecuencia, se establece que el volumen de tráfico adicional resultante de la finalización del proyecto será proporcional al porcentaje del volumen de tráfico estándar esperado en el primer año después de la finalización del proyecto. Este porcentaje se estima en la mitad del ahorro de costes del usuario, expresado también en porcentaje. (MTOPI, 2003)

2.3.6. Trafico por desarrollo

El tráfico resultante de la incorporación de nuevos usos del suelo o el aumento de la producción de suelo en zonas cercanas a las carreteras es probable que siga aumentando en el futuro, ya sea durante todo el período de investigación o solo una parte de él. Por lo general, el impacto de una carretera se evalúa desde el momento en que se pone a disposición de los usuarios.

Dentro de cada proyecto, se determinará un factor de crecimiento de tráfico para cada desarrollo, basado en información de conteo de tráfico y encuestas de origen y destino. Este factor se utilizará para calcular el tráfico diario promedio anual (APDA). Este enfoque se puede utilizar hasta que se desarrolle un modelo matemático más eficiente y práctico.

En general, no se recomienda pronosticar el flujo de pasajeros basándose únicamente en tendencias históricas, ya que cambios repentinos en las condiciones, como la expansión de nuevos

territorios, la formación de nuevas industrias o la promoción del turismo en un área en particular, pueden alterar o modificar esas tendencias. En el futuro previsible, el término "futuro" tiene un significado basado en la historia. (MTO, 2003)

2.4. Señalización.

Todos los elementos, avisos, marcas, símbolos o leyendas ubicados en las vías con el fin de regular el tráfico son considerados como dispositivos de control de tránsito. Únicamente la autoridad u organismo oficial competente tiene la autorización para decidir sobre la instalación, traslado, modificación, retiro o suspensión de estos dispositivos.

Las señales de tránsito ofrecen instrucciones viales, alertan sobre peligros que podrían no ser evidentes y proporcionan información acerca de rutas, direcciones, destinos y puntos de interés. Estas indicaciones deben ser seguidas por los usuarios de las vías.

Para cumplir su función de manera efectiva, un dispositivo de control de tráfico debe cumplir con ciertos requisitos fundamentales, entre los cuales se incluyen: satisfacer una necesidad específica, ser visible y atraer la atención del usuario vial, transmitir un mensaje claro y simple, inspirar respeto y colocarse de manera que permita al usuario vial tener el tiempo necesario para reaccionar de manera adecuada.

2.5. Diseño Geométrico

El diseño geométrico de una carretera se compone de dos elementos fundamentales: el alineamiento horizontal y el alineamiento vertical. Estos elementos consisten en la conexión de líneas rectas a través de diferentes tipos de curvas, todas las cuales deben cumplir con requisitos de continuidad en el plano horizontal.

Es crucial que el diseño cumpla con las regulaciones actuales en Ecuador, específicamente las establecidas en el MOP 2003. A través de este proceso, se busca garantizar la creación de una carretera completamente funcional y segura (GOMEZ & SUQUILLO, 2020).

2.5.1. Velocidad de diseño

La velocidad de diseño, también conocida como velocidad del proyecto, es una velocidad de referencia que se utiliza para establecer las especificaciones mínimas en el diseño geométrico de una vía. Esta velocidad puede mantenerse constante a lo largo de todo el recorrido del proyecto, o puede variar en diferentes tramos según las condiciones físicas y otros factores que se presenten. Es la velocidad máxima a la que se puede transitar de manera cómoda y segura, bajo condiciones favorables, en un tramo específico de la vía (Ospina,2002).

El diseño del alineamiento horizontal, vertical y transversal se encuentra vinculado a la velocidad de diseño. En el alineamiento horizontal, el radio de curvatura y la distancia de visibilidad son aspectos que se ven mayormente influidos por la velocidad de diseño. En cuanto al alineamiento vertical, la pendiente máxima y la longitud mínima de curva son los elementos más impactados por esta variable. Respecto al diseño transversal, aspectos como el ancho de la calzada, de las bermas, el peralte máximo y el sobreebanco están directamente relacionados con este parámetro (Ospina,2002).

Al proyectar una vía, se busca mantener una velocidad de diseño constante en la mayor extensión posible. Sin embargo, debido a dificultades para mantener esta condición, se sugieren tramos mínimos de 2 kilómetros con la misma velocidad de diseño, y se recomienda que las diferencias entre tramos consecutivos no superen los 20 Km/h.

La velocidad de diseño se determina considerando varios factores, como la importancia de la vía (autopista o de primer orden), los volúmenes esperados de tráfico, la topografía y su uniformidad, la disponibilidad de recursos financieros, y los usos y servicios que se pretenden ofrecer en las áreas conectadas.

Tabla 2: Velocidades de circulación

Velocidad de diseño en Km/h	VELOCIDAD DE CIRCULACION EN KM/h		
	Volumen de transito bajo	Volumen de transito intenso	Volumen de transito alto
25	24	23	22
30	28	27	26
40	37	35	34
50	46	44	42
60	55	51	48
70	63	59	53
80	71	66	57
90	79	73	59
100	86	79	60
110	92	85	61

Fuente: (MTO, 2003)

2.5.2. Radios mínimos para curvas horizontales.

El radio de curvatura horizontal mínimo es el valor más bajo que asegura la seguridad del tráfico a una velocidad de diseño específica, considerando el peralte máximo elegido (e) y el coeficiente de fricción lateral correspondiente (f). Utilizar curvas con radios inferiores al mínimo establecido requeriría peraltes que exceden los límites prácticos de operación de vehículos. Por lo tanto, la curvatura es un factor fundamental en el diseño de la alineación de la vía. (MTO, 2003)

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

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 (ancho de calzada).

A continuación, se presenta una tabla con los valores mínimos recomendados para el radio de la curva horizontal.

Tabla 3: Radios mínimos de curvas

Velocidad de Circulación Km/h	f	Radio Mínimo Calculado				Radio Mínimo Recomendado			
		10%	8%	6%	4%	10%	8%	6%	4%
20	0,350	7	7	8	8	-	20	20	20
25	0,315	12	13	13	14	-	20	25	25
30	0,284	19	20	21	22	-	25	30	30
35	0,255	27	29	31	33	-	30	35	35
40	0,221	39	42	45	48	-	42	45	50
45	0,206	52	56	60	65	-	58	60	66
50	0,190	68	73	79	86	-	75	80	90
60	0,165	107	116	126	138	110	120	130	140
70	0,150	154	168	184	203	160	170	185	205
80	0,140	210	229	252	280	210	230	255	280
90	0,134	273	298	329	367	275	300	330	370
100	0,130	342	375	414	463	350	375	415	465
110	0,124	425	467	518	581	430	470	520	585
120	0,120	515	567	630	630	520	570	630	710

Fuente: (MTO, 2003)

2.5.3. Alineamiento horizontal

La alineación horizontal consiste en crear una representación visual del eje de la carretera en un plano completamente horizontal. Este plano está formado por segmentos rectos (tangentes) y curvas de diferentes tipos, siendo comunes las curvas simples, de transición y espirales. (Campos, 2016)

2.5.3.1. Tangentes

La tarea de las tangentes consiste en conectar las curvas mediante la proyección de líneas rectas en un plano horizontal. El punto de intersección de dos tangentes prolongadas se conoce como Punto de Intersección (PI), y el ángulo formado en este punto se denomina ángulo de definición, representado como α (alfa) (Campos, 2016).

2.5.3.2. Curvas circulares.

Las curvas circulares se utilizan para conectar dos tangentes sucesivas mediante un arco de círculo, y pueden ser simples o compuestas. La máxima curvatura permitida garantiza que los usuarios puedan transitar por la curva de manera segura, siendo este valor de 20 metros.

El radio de curvatura, como su nombre indica, es el radio de la curva circular y se denota como R. Su fórmula está relacionada con el grado de curvatura, como se expone en la siguiente ecuación.

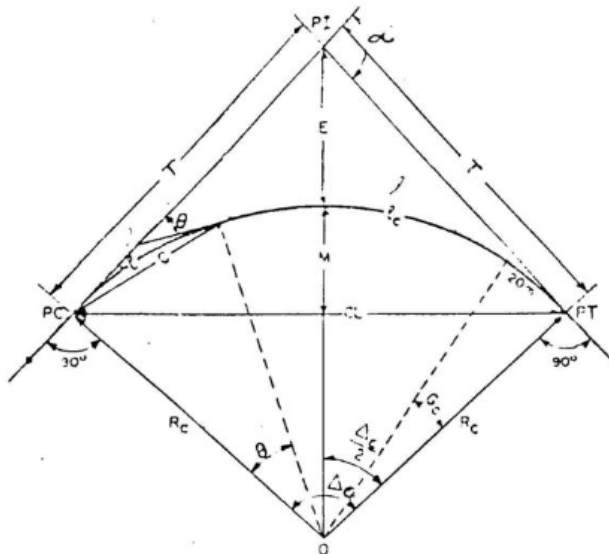
$$Gc = \frac{1145,92}{R}$$

Dónde:

Gc: Grado de curvatura

R: Radio de curvatura

Imagen 2: Elementos de la curva



Fuente: (MTO, 2003)

Donde

PI Punto de intersección de la prolongación de las tangentes

PC Punto en donde empieza la curva simple

PT Punto en donde termina la curva simple

α Angulo de deflexión de las tangentes

$C\Delta$ Angulo central de la curva circular

θ Angulo de deflexión a un punto sobre la curva circular

GC Grado de curvatura de la curva circular

RC Radio de la curva circular

T Tangente de la curva circular o subtangente

E External

M Ordenada media

C Cuerda

CL Cuerda larga

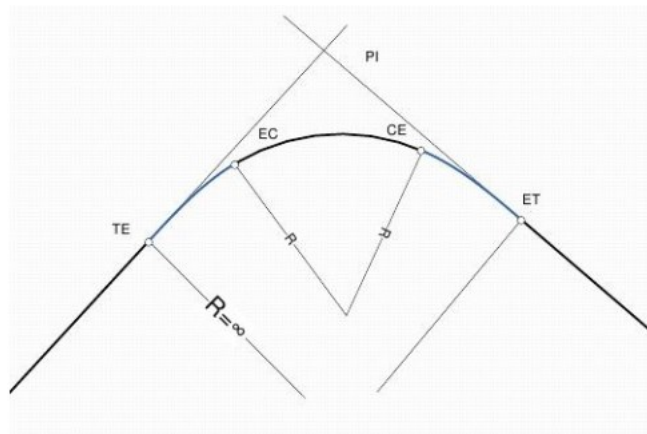
l Longitud de un arco

le Longitud de la curva circular

2.5.3.3. Curvas de transición.

Las curvas de transición ofrecen una trayectoria adecuada y fluida para el conductor, permitiendo velocidades constantes sin cambios bruscos en la aceleración. Además, brindan una longitud de transición que facilita el desarrollo del peralte. La clotoide se presenta como la curva más idónea para llevar a cabo estas transiciones.

Imagen 3: Clotoide o espiral de punta



Fuente: (Campos, 2016)

PI: Punto de intersección, resultante de la prolongación de las tangentes

TE: Inicio de la espiral

EC: Inicio circular

CE: Inicio de la espiral de salida

ET: Final de la espiral de salida

R: Radio de curvatura

2.5.4. Alineamiento vertical

El diseño del alineamiento vertical en una carretera posee una importancia equiparable al alineamiento horizontal y está estrechamente vinculado con la velocidad para la cual se planifica la vía. No obstante, es fundamental destacar que no se deben realizar ajustes en el trazado horizontal con el fin de mejorar o priorizar el alineamiento vertical.

Este último representa la proyección del desarrollo del eje de la sub corona sobre un plano vertical y también se conoce como la línea de la subrasante.

Los diversos componentes que conforman el alineamiento vertical son los siguientes:

2.5.4.1. Gradientes

Las pendientes que se consideran en la planificación vertical están asociadas a la configuración topográfica del terreno, y se recomienda que, siempre que sea posible, tengan valores reducidos. Esto contribuye a lograr una circulación vehicular más fluida y facilita el desplazamiento de los vehículos al mantener velocidades constantes. A continuación, se presentan los valores máximos de pendientes que pueden ser aplicados (Campos, 2016).

Tabla 4: Valores de gradientes y longitudinales máximas (%)

Tipo de Carretera	Valor Recomendable			Valor Absoluto		
	LL	O	M	LL	O	M
R-I ó R-II	3	3	4	3	4	6
I	3	4	6	3	5	7
II	3	4	7	4	6	8
III	4	6	7	6	7	9
IV	5	6	8	6	8	12
V	5	6	8	6	8	14

Fuente: (Campos, 2016)

2.5.4.2. Gradiente mínima

La pendiente longitudinal mínima aceptable es del 0,5%. Existe la posibilidad de permitir una pendiente del 0% siempre y cuando se aplique en terraplenes con una altura de 1 metro o más, y también si la superficie del pavimento cuenta con una inclinación apropiada para el drenaje eficiente del agua de lluvia.

Los valores que pueden adoptarse según la longitud máxima y la gradiente, son los siguientes:

8 – 10 % Longitud máxima = 1000m

10 – 12% Longitud máxima = 500m

12 – 14% Longitud máxima = 250m

2.5.4.3. Curvas Verticales.

Estas curvas tienen la función de conectar dos pendientes sucesivas con el objetivo de suavizar la transición cuando los vehículos atraviesan la zona. La parábola, que presenta

similitudes con una curva circular, es el tipo preferido de curva vertical para diseñar el perfil de la carretera.

Se identifican dos variantes de curvas verticales, a saber:

- **Curvas Cóncavas**

Por razones de seguridad, se busca que las curvas cóncavas sean lo más extensas posible. De esta manera, se logra equiparar la distancia de visibilidad de parada con los haces de luz emitidos por los faros del vehículo que se desplaza a lo largo de la curva vertical cóncava.

La fórmula utilizada para calcular la longitud vertical de la curva es la siguiente:

$$Lv = K * A$$

Dónde:

Lv: Longitud de la curva vertical

K: Coeficientes para curvas cóncavas

A: Diferencia entre gradientes

Para determinar la longitud mínima de las curvas cóncavas, se emplea la siguiente fórmula:

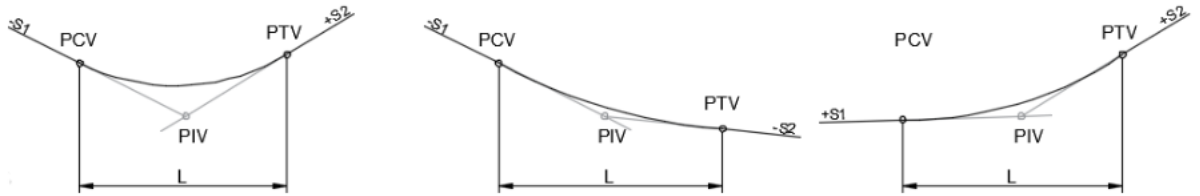
$$Lvmin = 60 * V$$

Donde:

Lv min es la longitud mínima de la curva vertical.

V es la velocidad de diseño.

Imagen 4: Curvas Cóncavas



Fuente: (Manual de diseño geométrico de carreteras, 2008)

- **Curvas Convexas**

La longitud mínima de las curvas verticales se establece teniendo en cuenta los criterios de la distancia de visibilidad requerida para que un vehículo pueda detenerse. Esto se calcula considerando una altura de 1,15 metros para el ojo del conductor y una altura de 0,15 metros para el objeto visible sobre la carretera (MTOP, 2003).

La fórmula para expresar esta longitud mínima es la siguiente:

$$L = K * A$$

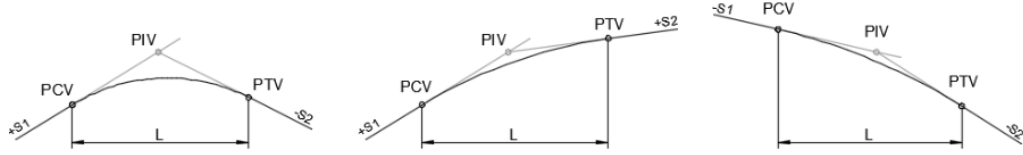
Dónde:

L: Longitud de la curva vertical

K: Coeficientes para curvas convexas

A: Diferencia entre gradientes

Imagen 5: Curvas Convexas

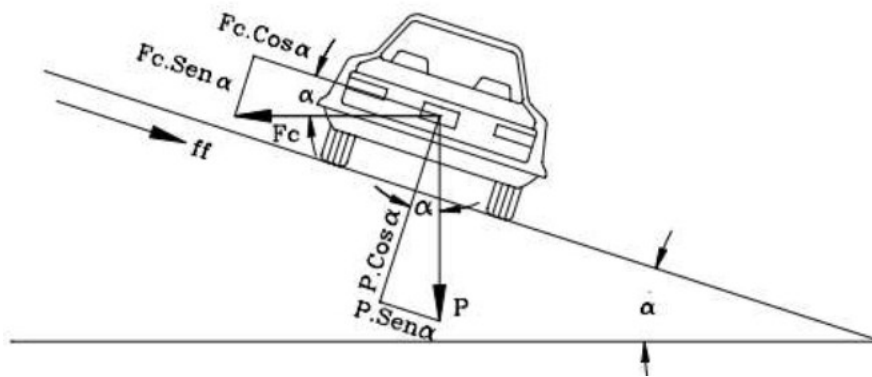


Fuente: (Manual de diseño geométrico de carreteras, 2008)

2.5.5. Peralte

Al circular en una trayectoria circular, el vehículo experimenta una fuerza centrífuga, denotada como "F", que lo impulsa hacia el exterior. Esta fuerza se opone a la componente del peso del vehículo (P) generada por la elevación y la fricción excesivas.

Imagen 6: Estabilidad de un vehículo en curvas



Fuente: (Freire, 2020)

Podemos calcular la fuerza centrífuga con la siguiente ecuación:

$$FC = \frac{P * V^2}{g * R}$$

Donde:

P: Peso del vehículo

g: Aceleración de la gravedad

R: Radio de la curva circular horizontal.

V: Velocidad del vehículo.

(J.CARDENAS, 2013)

Aplicando técnicas de cálculo diferencial, es posible obtener la fórmula para el peralte. Esta fórmula se encuentra relacionada con el radio de la curva (medido en metros), la velocidad (expresada en km/h) y el coeficiente de fricción lateral. (Freire, 2020)

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

Donde:

e: Peralte de la curva, m/m (metro por metro de ancho de la calzada)

V: Es la velocidad de Diseño en Km/h

R: Es el radio de la curva en metros.

f=Coeficiente de fricción lateral

2.5.6. Sobreancho

Cuando un vehículo se desplaza por una curva horizontal, ocupa un ancho específico que es mayor que en carreteras rectas. Esto está relacionado con la rigidez y el tamaño del vehículo,

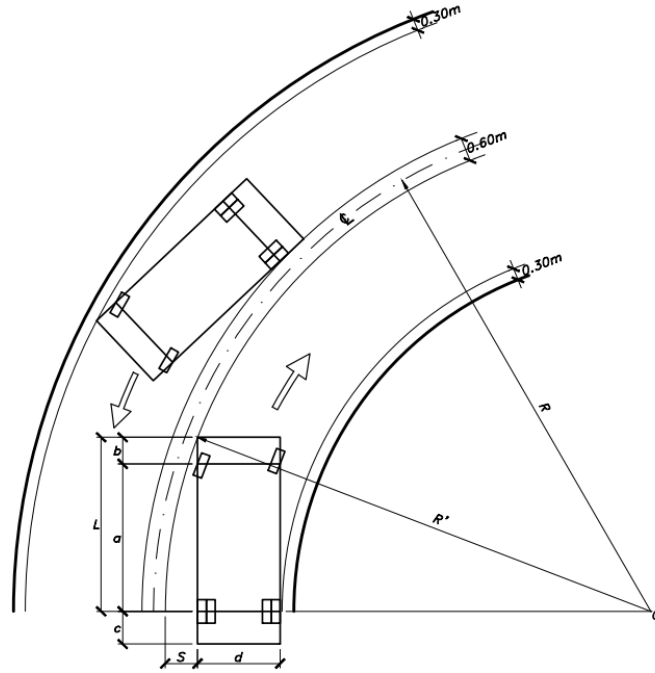
especialmente con las ruedas traseras que siguen la forma de la carretera. Esta diferencia entre las ruedas delanteras y traseras puede causar problemas de conducción si el conductor no mantiene el vehículo en la línea central de la calzada. (J.CARDENAS, 2013)

El tamaño de la curva adecuada para conducir un vehículo depende del tipo de vehículo, siendo más evidente en curvas con un radio más pequeño, especialmente para vehículos comerciales que suelen circular por carreteras. En estos casos, el objetivo es asegurarse de que el vehículo se conduzca en la curva de manera similar a una línea recta. La carretera en la curva debe ser más ancha para garantizar que haya suficiente distancia entre vehículos y para permitir maniobras de adelantamiento en carreteras de sentido único. Este aumento de ancho se conoce como sobreechancho S de la curva. (J.CARDENAS, 2013)

2.5.6.1. Determinación del sobreechancho

En la siguiente ilustración se puede ver dos automóviles pasados rígidos por una curva de radio R_c .

Imagen 7: Sobreancho en las curvas



Fuente: (J.CARDENAS, 2013)

En la siguiente tabla se da a conocer las dimensiones que corresponden a los vehículos según su categoría para el cálculo de sobreancho.

Tabla 5. Dimensiones de los vehículos de tipo rígido en el cálculo del sobreancho

CATEGORIA	a (m)	b (m)	d (m)	e (m)	L (m)
Vehículo liviano	2,90	0,80	1,30	1,80	3,70
Bus mediano	6,49	0,76	3,66	2,44	7,25
Bus grande	7,00	2,70	3,30	2,60	9,70
Camión de 2 ejes	6,60	1,40	3,20	2,50	8,00
Camión 3 eje o doble troque	6,55	1,25	3,20	2,50	7,80

Fuente: (J.CARDENAS, 2013)

Para el caso de una vía de dos carriles dos sentidos se tienen:

$$S = 2 (Rc - \sqrt{R_c^2 - L^2})$$

Donde:

S: sobreancho requerido para la calzada

n: Número de carriles

Rc: Radio de la curva circular

La adición de un sobreancho de seguridad se calcula para mejorar la capacidad de manejo en las curvas horizontales, teniendo en cuenta tanto la curvatura de la vía como la velocidad del vehículo en dichas curvas (Vch). Este sobreancho se expresa en metros y tiene como objetivo mejorar la seguridad y la estabilidad del vehículo al tomar curvas. (Manual de diseño geométrico de carreteras, 2008)

$$Z = 0.1 * \sqrt{\frac{Vch}{Rc}}$$

Donde:

Vch: Velocidades específicas de la curvatura en (km/h).

Rc: Radio de la curvatura (m).

2.5.7. Distancia de Visibilidad

La visibilidad desempeña un papel fundamental en la seguridad y eficiencia del desplazamiento de vehículos en la autopista. Se refiere a la distancia que un conductor puede ver claramente frente a él en todo momento. Esta distancia, conocida como distancia de visión, se examina en dos aspectos: la distancia necesaria para detener el vehículo y la distancia necesaria para realizar maniobras alrededor de otros vehículos.

La distancia de visión de parada se refiere a la distancia que se necesita para detener el vehículo, teniendo en cuenta las limitaciones en la línea de visión horizontal o vertical. Por otro lado, la distancia de visión de adelantamiento se refiere a la distancia requerida para realizar maniobras de adelantamiento de manera segura.

2.5.7.1. Distancia de visibilidad en parada

En curvas horizontales o verticales, la visibilidad es crucial para la circulación segura del vehículo. La distancia de visibilidad de parada, que es la mínima distancia necesaria para que un conductor que se desplaza a o cerca de la velocidad de diseño pueda ver un objeto en su trayectoria y detener su vehículo antes de alcanzarlo, desempeña un papel determinante en la circulación normal. Así, esta distancia debe ser garantizada en cualquier punto de la carretera. El tiempo de percepción puede variar según el conductor y generalmente se estima en 1,5 segundos para

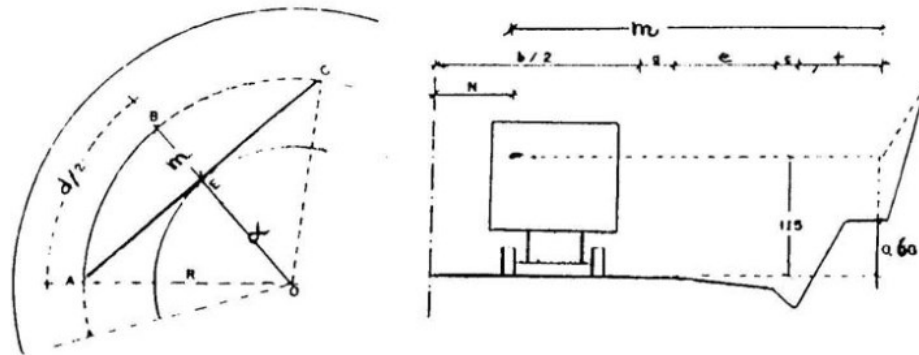
condiciones normales de carretera, según pruebas realizadas por la AASHTO. Sin embargo, por razones de seguridad, se recomienda adoptar un tiempo de reacción suficiente para la mayoría de los conductores, que equivale a un segundo. Por lo tanto, el tiempo total de percepción más reacción considerado adecuado es de 2,5 segundos para calcular la mínima distancia de visibilidad en condiciones seguras, según la AASHTO, y esto se aplica al 90% de los conductores. (MTOP, 2003)

2.5.7.2. Distancia de visibilidad en las curvas horizontales.

La presencia de obstáculos laterales como murallas, taludes en corte, edificios, etc., a lo largo del borde interno de las curvas, es necesario tener en cuenta para asegurar una distancia de visibilidad adecuada.

Al analizar el arco ABC en la siguiente ilustración, se puede deducir que representa la distancia de visibilidad de parada "d" y corresponde a la curva de radio R que el vehículo atraviesa. Además, la recta AC representa la línea de visión del conductor, que se extiende tangencialmente al talud en un punto asumido a una altura de 1,15 m sobre el nivel de la calzada. (MTOP, 2003)

Imagen 8: Distancia visibilidad en curvas horizontales.

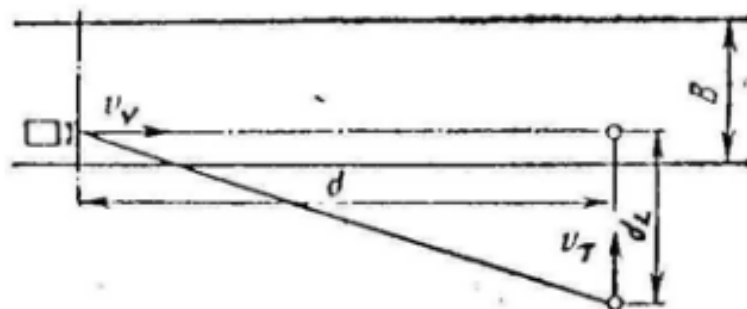


Fuente: (MTOP, 2003)

2.5.7.3. Distancia de visibilidad Lateral

En áreas urbanas y en intersecciones a nivel con otras carreteras y vías férreas, es crucial garantizar la seguridad del tráfico vehicular al asegurar una distancia de visibilidad lateral adecuada en las zonas adyacentes a la vía.

Imagen 9: Distancia visibilidad lateral.



Fuente: (MTOP, 2003)

Es fundamental que los conductores puedan anticipar la presencia de peatones que puedan cruzar desde la acera hacia la calzada, así como identificar vehículos o trenes que se aproximen en las intersecciones. (MTOPI, 2003)

La fórmula para calcular la distancia mínima necesaria para la visibilidad lateral se establece de acuerdo con los parámetros específicos. (MTOPI, 2003)

$$d_L = \frac{V_t}{V_v} d$$

Donde:

d_L = Distancia de Visibilidad lateral, m

d = Distancia de Visibilidad para la parada de un vehículo, m

V_T = Velocidad del transeúnte o del medio de transporte que circula por la vía que se intercepta (para una persona que corre se asume igual 10 km/h)

V_v = Velocidad de diseño del vehículo, Km/h

2.5.7.4. Distancia de visibilidad para el rebasamiento de un vehículo.

La determinación de la distancia de visibilidad para el rebasamiento se basa en la longitud de carretera necesaria para realizar la maniobra de rebasamiento de manera segura. Aunque puede haber casos en los que se produzcan múltiples rebasamientos simultáneos, no es práctico asumir esta condición. Por lo general, se considera el escenario en el que un vehículo rebasa a otro únicamente.

La distancia de visibilidad necesaria para realizar un adelantamiento se compone de cuatro segmentos:

- d1: Es la distancia que cubre el vehículo que adelanta durante el tiempo de percepción/reacción y durante la aceleración inicial hasta alcanzar el carril izquierdo de la carretera.
- d2: Representa la distancia recorrida por el vehículo que adelanta mientras ocupa el carril izquierdo.
- d3: Indica la distancia entre el vehículo que adelanta y el vehículo que se aproxima en sentido contrario al finalizar la maniobra. Se asume que esta distancia está en el rango de 30 m a 90 m.
- d4: Corresponde a la distancia recorrida por el vehículo que se acerca en sentido contrario durante dos tercios del tiempo utilizado por el vehículo que adelanta en el uso del carril izquierdo, es decir, el 2/3 de d2. Se supone que la velocidad del vehículo en sentido contrario es igual a la del vehículo que adelanta. (MTOPI, 2003)

Entonces la distancia de visibilidad para el rebasamiento de un vehículo es igual a:

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

Donde

dr: Distancia de visibilidad para el rebasamiento de un automóvil.

2.6. Drenaje

El sistema de drenaje vial es fundamental para el funcionamiento de la carretera y cumple cuatro funciones esenciales:

- a) Elimina rápidamente el agua de lluvia en la calzada;
- b) Controla el nivel freático;

c) Intercepta el agua que fluye superficial o subterráneamente hacia la carretera; y, d) Guía de manera controlada el agua que cruza la vía.

Las primeras tres funciones son llevadas a cabo por drenajes longitudinales como cunetas, cunetas de coronación, canales de encauzamiento, bordillos y subdrenes. La última función se realiza mediante drenajes transversales como alcantarillas y puentes. (MTO, 2003)

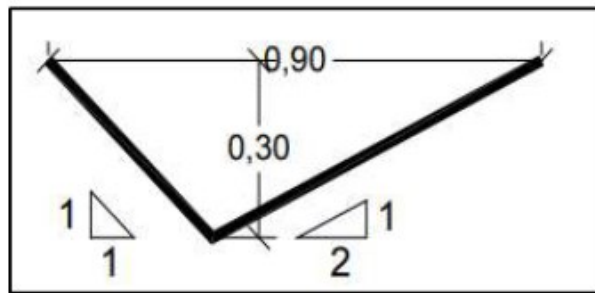
2.6.1. Drenaje Longitudinal

El sistema de drenaje longitudinal previene la retención de agua en los bordes de las carreteras o senderos, promoviendo su flujo a lo largo de la vía mediante cunetas o permitiendo su paso bajo la plataforma, facilitando su drenaje hacia áreas inferiores. La elección de diferentes tipos de drenajes longitudinales dependerá de las condiciones específicas y la configuración de la sección de la vía. (Freire, 2020)

2.7. Cunetas

Se trata de canales construidos en las áreas de excavación, a uno o ambos lados de una carretera, con el objetivo de capturar el agua de lluvia que fluye desde la parte más elevada de la vía, el talud de la excavación y áreas pequeñas cercanas. Estos canales dirigen el agua hacia un drenaje natural o una estructura transversal, con el fin de alejarla rápidamente de la zona ocupada por la carretera.

Imagen 10: Esquema de una cuneta

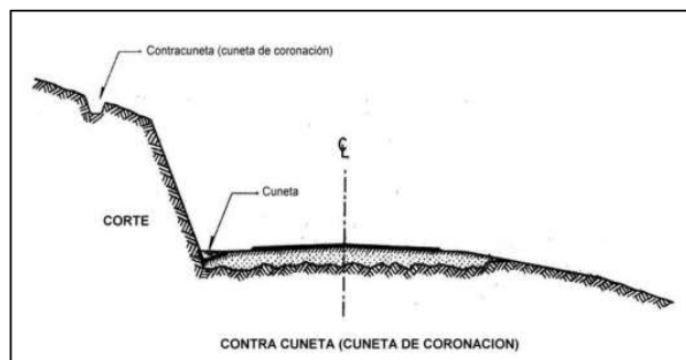


Fuente: (Freire, 2020)

2.7.1. Cunetas de coronación.

Las cunetas de coronación consisten en canales excavados en el terreno natural y se sitúan aguas arriba de la parte superior de los taludes de corte. Tienen como objetivo capturar el agua superficial que fluye hacia abajo desde altitudes más elevadas, con la intención de prevenir la erosión del talud y reducir el aumento del caudal y los sedimentos en la cuneta. Se establece una distancia mínima de 5.00 metros entre la contracuneta y la parte superior del corte, o equivalente a la altura de la excavación si esta supera los 5.00 metros (Freire, 2020)

Imagen 11: Esquema de una cuneta de coronación



Fuente: (Freire, 2020)

2.8. Suelos de fundación y subrasante

En el proceso de planificación geométrica y diseño de pavimentos para carreteras, la atención a los suelos de fundación y subrasante juega un papel fundamental en garantizar la estabilidad y resistencia duradera de la infraestructura. Con respecto a los suelos de fundación, se elige el tipo apropiado mediante un análisis geotécnico que evalúa la capacidad de carga pruebas mediante como SPT y CPT. La subrasante debe proporcionar un soporte adecuado, prestando atención especial a la compactación y homogeneidad para prevenir asentamientos diferenciales.

El suelo que soporta las estructuras de los pavimentos son unos de los más complicados de entender. La influencia del suelo afecta el perfil y las medidas de las estructuras de los pavimentos, así como el mantenimiento requerido en toda la vida útil del pavimento. Es necesario saber las propiedades del suelo a utilizar como base y del suelo, que puede ser natural o transportado, como relleno (Menéndez, 2009).

2.8.1. Definición de Suelo y Roca

Se define el suelo como la capa superficial de la tierra que actúa como la base para la construcción de carreteras. Esta composición incluye partículas minerales, agua, aire y materia orgánica. Es esencial comprender las propiedades geotécnicas del suelo, como capacidad de carga, expansión, compresibilidad y resistencia, para asegurar la estabilidad y durabilidad de la estructura vial. Asimismo, en el ámbito del diseño de pavimentos, se hace referencia a la roca como un material geológico sólido y compacto compuesto principalmente por minerales.

A diferencia del suelo, la roca exhibe mayor resistencia y menor propensión a cambios volumétricos. Su ubicación en capas más profundas del subsuelo influye en la capacidad de carga y resistencia del suelo de fundación, y su evaluación geotécnica resulta crucial para determinar su capacidad de soporte y planificar eficazmente la construcción del pavimento sobre esta base geológica más sólida.

2.8.2. CBR

El Ensayo de Índice de Soporte California (CBR) se presenta como una herramienta esencial en la ingeniería geotécnica, centrándose en la evaluación de la resistencia de los suelos bajo carga estática, particularmente en proyectos de construcción de carreteras y pavimentos. Este procedimiento involucra la determinación de la carga necesaria para penetrar una muestra de suelo mediante un pistón estándar, expresando el resultado como un porcentaje y comparándolo con el CBR de un suelo de referencia.

Este índice señala la capacidad del suelo para soportar cargas y resistir deformaciones, siendo un CBR elevado, obtenido mediante el ensayo, beneficio en la selección de materiales de base y subbase en el diseño de pavimentos, asegurando así mayor resistencia y durabilidad de la superficie vial. Además, el ensayo CBR se utiliza para evaluar la capacidad del suelo para soportar cimientos y determinar la necesidad de mejorar el suelo mediante técnicas como la estabilización. En conclusión, el ensayo CBR desempeña un papel crucial al proporcionar información esencial sobre la capacidad de carga y resistencia de los suelos, contribuyendo al diseño seguro y duradero de infraestructuras y al fomento del desarrollo sostenible en las comunidades.

Para poder ejecutar la prueba hay que realizar varios impactos en la superficie del suelo con un martillo estándar usando un cilindro específico de acuerdo con AASHTO. Una vez que se

obtienen los resultados, se debe hacer una comparación para determinar el uso previsto del suelo de prueba (Castro, 2013).

Tabla 6: Clasificación del suelo a través de CBR

% CBR	Clasificación	Uso
2-5	Muy mala	Subrasante
5-8	Mala	Subrasante
8-20	Regular – Buena	Subrasante
20-30	Buena	Subrasante
30-60	Buena	Sub-Base
60-80	Muy Buena	Sub-Base Base
80-100	Excelente	Base

Fuente: (Castro, Mecánica de suelos, 2013)

2.9. Pavimentos

Los pavimentos están compuestos por grupos de capas colocadas en formas horizontales, de maneras técnicas diseñadas y construidas con componentes adecuados y adecuadamente aplastados. Estas estructuras en capas colocadas sobre la superficie de la carretera, obtenidas a través del proceso de estudio del movimiento del suelo, deben ser capaces de soportar las fuerzas que se les aplican durante las cargas de tráfico repetidas durante los diseños de las estructuras de los pavimentos (Montejo, 1998).

Los pavimentos desempeñan un papel fundamental en la construcción de infraestructuras viales seguras y perdurables. Una diferencia del diseño geométrico, que se centra en la disposición de las carreteras abordando aspectos como alineación horizontal y vertical, visibilidad, curvas y

pendientes, el diseño de pavimentos se orienta hacia la elección de materiales y estructuras que puedan resistir las cargas del tráfico y proporcionar una superficie funcional y resistente.

2.9.1. Clasificación de los pavimentos

En nuestro medio los pavimentos se clasifican en: pavimentos flexibles, pavimentos semirrígidos, pavimentos rígidos y pavimentos articulados. (Montejo, 1998).

2.9.1.1. Pavimentos flexibles

Los pavimentos flexibles constituyen una categoría de infraestructuras viales concebida para ajustarse a las deformaciones generadas por las cargas del tráfico, ofreciendo flexibilidad y durabilidad a lo largo del tiempo. Este tipo de pavimentos encuentra aplicación frecuente en carreteras y autopistas, destacando por su habilidad para absorber tensiones y distribuir eficientemente las cargas generadas por el tráfico vehicular.

Este tipo de pavimentos están formados por una carpeta bituminosa apoyada generalmente sobre dos capas no rígidas, la base y la subbase. No obstante, puede prescindirse de cualquiera de estas capas dependiendo de las necesidades particulares de cada obra (Montejo, 1998).

2.9.1.2. Pavimentos semirrígidos

Los pavimentos semirrígidos constituyen una clasificación particular de infraestructuras viales que muestran atributos intermedios entre los pavimentos flexibles y los pavimentos rígidos. Su diseño se orienta a fusionar la flexibilidad inherente a los pavimentos flexibles con la robustez estructural característica de los pavimentos rígidos.

Aunque este tipo de pavimentos guarda básicamente la misma estructura de un pavimento

flexible, una de sus capas se encuentra rigidizada artificialmente con un aditivo que puede ser: asfalto, emulsión, cemento, cal y químicos (Montejo, 1998).

2.9.1.3. Pavimentos rígidos

A diferencia de los pavimentos flexibles, los pavimentos rígidos se construyen utilizando materiales sólidos y resistentes, como el concreto.

Son aquellos que fundamentalmente están constituidos por una losa de concreto hidráulico, apoyada sobre la subrasante o sobre una capa, de material seleccionado, la cual se denomina subbase del pavimento rígido (Montejo, 1998).

2.9.1.4. Pavimentos rígidos

Los pavimentos articulados están compuestos por una capa de rodadura que está elaborada con bloques de concretos prefabricados, llamados adoquines, de espesor uniforme e iguales entre sí. Esta puede ir sobre una capa delgada de arena la cual, a su vez, se apoya sobre una capa de base granular o directamente sobre la subrasante, dependiendo de la calidad de ésta y de la magnitud y frecuencia de las cargas que circularan por dicho pavimento (Montejo, 1998).

2.9.2. Metodología AASHTO para diseño de pavimentos flexibles

La metodología de diseño de pavimentos flexibles de la Asociación Americana de funcionarios de Carreteras y Transporte (AASHTO) se apoya en principios y procedimientos establecidos por la organización con el objetivo de garantizar la seguridad, resistencia y eficacia

de las carreteras. En la evaluación del tráfico, se examinan las características tales como el tipo y volumen de vehículos, y se realizan cálculos de las cargas equivalentes de diseño (ESAL) para representar la acumulación del impacto del tráfico a lo largo del tiempo. El análisis del suelo de fundación implica investigaciones geotécnicas para determinar las propiedades y capacidades del suelo, mientras que la determinación del espesor de la pavimentación emplea métodos empíricos o mecánicos, teniendo en cuenta factores como la resistencia del suelo y su durabilidad.

2.9.2.1. Confiabilidad “R”

La confiabilidad "R" en la metodología AASHTO se define como un parámetro esencial para evaluar la probabilidad de que la estructura del pavimento cumpla con los requisitos de diseño durante su vida. útil. Dentro del marco de AASHTO, esta medida de confiabilidad se presenta como un valor numérico que representa la probabilidad de que el pavimento mantenga su integridad estructural y satisfaga los criterios de rendimiento establecidos. En términos generales, una mayor confiabilidad indica una probabilidad elevada de que el pavimento resista las cargas y condiciones a las que estará expuesto a lo largo de su ciclo de vida. La AASHTO incorpora el concepto de confiabilidad para introducir un margen de seguridad en el diseño de pavimentos, considerando las incertidumbres asociadas con las condiciones del tráfico, las propiedades del suelo, la variabilidad de los materiales y otros factores que pueden afectar el rendimiento del pavimento.

Tabla 7: Niveles de confiabilidad

NIVELES DE CONFIABILIDAD	
CLASIFICACIÓN FUNCIONAL	NIVEL RECOMENDADO POR AASHTO
Carretera interestatal o autopista	80-99
Red principal o federal	75-95
Red secundaria o estatal	75-95
Red rural o local	50-80

Fuente: (AASHTO, American Association of State highway and Transportation Officials, 1993)

2.9.2.2. Pérdida o diferencia entre índices de servicio inicial y terminal

La variación en las condiciones de servicio de un pavimento a lo largo de su vida útil se define como la pérdida o diferencia entre el índice de servicio inicial y el índice de servicio terminal. En el marco de la metodología AASHTO, el índice de servicio inicial representa las condiciones del pavimento al comienzo de su servicio, mientras que el índice de servicio terminal refleja las condiciones al final de su vida útil.

Esta variación en los índices de servicio puede atribuirse a diversos factores, como el desgaste acumulado por el tráfico, los efectos climáticos, la degradación de los materiales y otras influencias ambientales. A medida que transcurre el tiempo, es natural que un pavimento experimente cambios en su rendimiento y condiciones de servicio, afectando su capacidad para cumplir con los requisitos de diseño iniciales.

Tabla 8. Índices de serviciabilidad en base al TPDA

TIPO DE CAMIÓN	TRÁFICO	EJES EQUIVALENTES ACUMULADOS		INDICE DE SERVICIABILIDAD INICIAL (PI)	INDICE DE SERVICIABILIDAD FINAL (PT)
Caminos de bajo volumen de tránsito	TP1	150.001	300.000	4.10	2.00
	TP2	300.001	500.000	4.10	2.00
	TP3	500.001	750.000	4.10	2.00
	TP4	750.001	100.0000	4.10	2.00

Fuente: (AASHTO, American Association of State highway and Transportation Officials, 1993)

2.9.2.3. Módulo Resiliente

El Módulo Resiliente, conocido como Mr, es una propiedad crucial empleada en la evaluación de la capacidad de carga y resistencia de los pavimentos. Esta medida refleja la rigidez del material de la capa elástica de un pavimento y desempeña un papel esencial en el análisis de pavimentos flexibles.

De manera más simple, el Módulo Resiliente indica la capacidad de una capa de pavimento para recuperarse después de sufrir deformaciones bajo carga. Su medición se realiza mediante ensayos de laboratorio y se integra en modelos matemáticos que permiten prever el comportamiento del pavimento frente a las cargas del tráfico a lo largo del tiempo.

2.9.2.4. Número estructural

El "Número Estructural" es un elemento fundamental en la evaluación de la capacidad estructural de pavimentos flexibles, este indicador numérico refleja la capacidad estructural global del pavimento y se emplea para determinar el grosor adecuado de las capas del pavimento.

La determinación del Número Estructural implica la consideración de diversos factores, como el tipo de material presente en las capas, sus respectivos espesores y los valores del Módulo Resiliente (M_r) asociados a cada capa. La fórmula utilizada para calcular el Número Estructural varía según las condiciones particulares del pavimento y el tráfico anticipado.

Con este método, a cada una de la capa de pavimento se le asigna un coeficiente necesario para la construcción de pavimentos flexibles. Estos factores posibilitan transformar los espesores reales en números de estructura (SN), cada uno de los cuales es una aptitud relativa de cada uno de los materiales para servir como fragmento de las estructuras de los pavimentos. (AASHTO, 1993)

$$SN = a_1h_1 + a_2 m_2h_2 + a_3m_3h_3$$

Donde:

a_1, a_2, a_3 = Número estructural del pavimento.

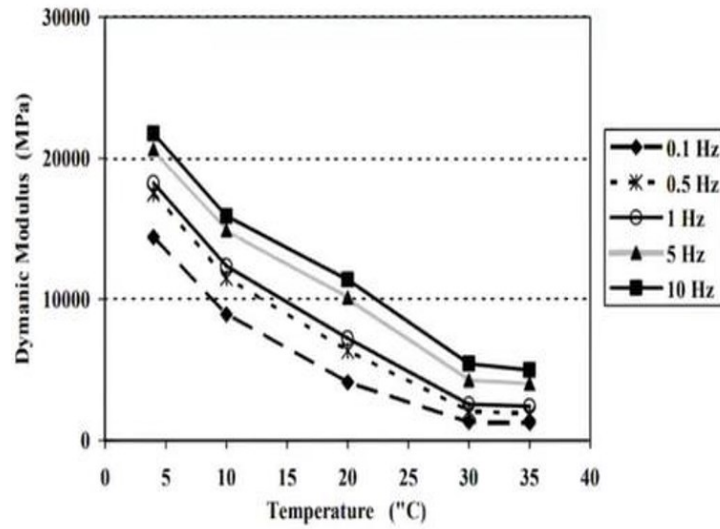
h_1, h_2, h_3 = Espesores de capa asfáltica.

m_2, m_3 = Coeficientes de drenaje.

2.9.2.4.1. Módulo resiliente para la capa asfáltica (a_1)

El Módulo Resiliente destinado a la capa asfáltica se evalúa a través de ensayos de laboratorio especializados que analizan su respuesta elástica ante cargas repetidas. Este dato se emplea en modelos matemáticos para anticipar la reacción de la capa asfáltica ante las tensiones generadas por el tráfico durante un período prolongado. Un Módulo Resiliente superior señala una mayor rigidez y capacidad de recuperación de la capa asfáltica.

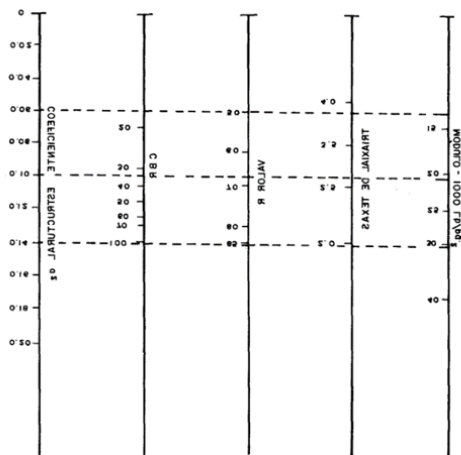
Imagen 12. Determinación del Módulo Resiliente de la capa asfáltica



Fuente: (AASHTO, American Association of State highway and Transportation Officials, 1993)

2.9.2.4.2. Módulo de resiliencia para la capa base (a2)

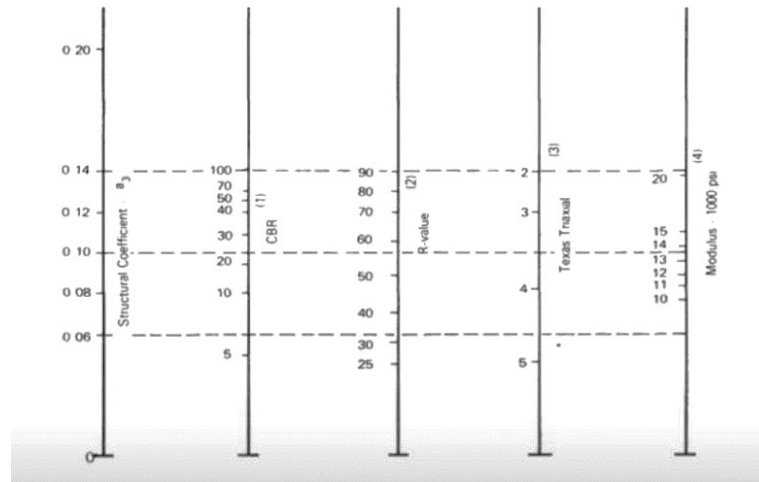
Imagen 13. Variación de coeficiente a2 con diferentes parámetros de resistencia de la base granular.



Fuente: (AASHTO, American Association of State highway and Transportation Officials, 1993

2.9.2.4.3. Módulo de resiliencia para la subbase (a3)

Imagen 14. Variación de coeficiente a_3 con diferentes parámetros de resistencia de la base granular.



Fuente: (AASHTO, American Association of State highway and Transportation Officials, 1993)

2.9.2.5. Diseño Estructural del pavimento

Los ejes equivalentes se determinan considerando tanto la magnitud de la carga como la frecuencia de repetición de cada categoría de eje de vehículo. Este enfoque metodológico contribuye a representar la fatiga experimentada por el pavimento debido a las fluctuaciones en el tráfico. La cuantificación de las cargas en unidades de ejes equivalentes simplifica la comparación y la toma de decisiones en el diseño de pavimentos, permitiendo evaluar de manera equitativa el impacto de diferentes tipos y frecuencias de carga en la fatiga del pavimento. Este enfoque de diseño es aplicable a vías con un tráfico que excede los 0.05×10^6 ejes equivalentes de 8.2 toneladas. A continuación, se detalla la formula:

$$\text{Log } W_{18} = ZR * S_o + 9.36 \text{ Log}(SN + 1) - 0.20 + 0.40 \left(\frac{\text{Log} \frac{\Delta\text{PSI}}{2.2 - 1.5}}{\frac{1.094}{(SN + 1)^{5.19}}} \right) + 2.32 \text{ Log } Mr - 8.07$$

Donde:

W18 = Número estimado de ejes simples equivalentes de 8.2 toneladas.

ZR = Desviación estándar normal.

So = Error estándar combinado de la predicción del tránsito y de la predicción del comportamiento.

ΔPSI = Diferencias entre los índices de serviciabilidad.

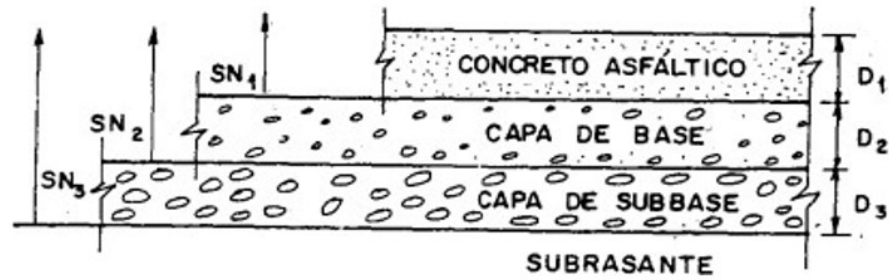
Mr = Módulos resilientes.

SN = Número estructural.

2.9.2.5.1. Análisis de diseño por capas

Se lleva a cabo un análisis geotécnico para determinar las propiedades del suelo de fundación y evaluar su capacidad de carga. La determinación del grosor de la pavimentación tiene en cuenta factores como la resistencia del suelo y su durabilidad, mientras que la selección de materiales aborda la elección de capas apropiadas y considera aspectos como la calidad y resistencia a la fatiga. El diseño estructural evalúa la capacidad de carga frente a diversas condiciones de carga y se asegura de que cumple con los criterios establecidos por AASHTO en cuanto a seguridad y durabilidad. El análisis de falla contempla posibles modos de falla como fatiga, erosión y deformación permanente. La incorporación de juntas y refuerzos en el diseño busca mejorar la resistencia del pavimento, y se verifica la superficie de rodadura para garantizar condiciones seguras.

Imagen 15. Composición de las capas de un pavimento



Fuente: (Montejo, Ingeniería de Pavimentos, 1998)

Un pavimento se compone de diversas capas, cada una con funciones específicas. La capa superior, conocida como superficie de rodadura, generalmente está conformada por materiales como asfalto o concreto para resistir el desgaste ocasionado por el tráfico y proporcionar una superficie de conducción segura. Justo debajo, la capa base ofrece soporte estructural y puede estar constituida por materiales granulares como grava o piedra triturada. La subbase, situada a una mayor profundidad, funciona como una capa de transición entre la base y el suelo natural, mejorando tanto la capacidad de carga como el drenaje. La capa de subrasante, en contacto directo con el suelo natural, proporciona soporte adicional y debe ser compactada para prevenir asentamientos.

CAPITULO III

3. METODOLOGIA

3.1. Materiales y equipos

Cada plan técnico demanda el empleo de recursos particulares y herramientas especializadas con el propósito de alcanzar las metas establecidas, elementos que es detallado a continuación.

3.1.1. Hitos

Los hitos geográficos son puntos físicos estratégicamente ubicados que proporcionan orientación y referencia a las personas que transitan por un área determinada. Han sido utilizados históricamente para delimitar fronteras entre países, regiones, propiedades privadas o públicas, y para señalar rutas o caminos. Los hitos son puntos de referencia que se creó en el terreno. Se ocupó estos puntos con equipos RTK para obtener mediciones precisas de ubicaciones. Son marcadores clave que aseguran mediciones exactas al realizar levantamientos topográficos.

3.1.2. Pintura

La marca de pintura puede aplicarse haciendo una 'x' en la parte superior de cada hito que quede en el centro, o también mediante un spray de un color distintivo en cada punto de referencia. Es esencial realizar las marcas en ubicaciones estables que no se desplacen.

3.1.3. Flexómetro

Un flexómetro de 5 metros resulta extremadamente práctico cuando se requiere medir dimensiones pequeñas. Su uso es indispensable en actividades de campo, ofreciendo una precisión milimétrica.

3.1.4. RTK

Para la recolección de información en la vía Girón-Curiquingue se utilizó el sistema de posicionamiento y navegación RTK (Real-Time Kinematic), en donde se recolecto los siguientes datos: cunetas, alcantarillas, postes, eje de la vía y topografía. La metodología que se siguió es colocando el RTK en los diferentes puntos de control(hitos) con el fin de mejorar la precisión de posicionamiento. El software que se utilizó para el post-procesamiento de los datos es el CIVIL 3D.

3.1.5. Radios de Comunicación

Cuando se trabaja en un proyecto extenso con un grupo de personas en una zona con una comunicación celular e internet limitada, es beneficioso tener equipos como estos, ya que es fundamental mantener una comunicación efectiva entre las partes para prevenir errores o contratiempos.

3.1.6. Computadora

En esencial una computadora ya que desempeña un papel crucial al permitirnos procesar eficientemente los datos del levantamiento topográfico y realizar los cálculos necesarios para el diseño del proyecto. Facilita la organización, análisis y visualización de datos, así como la ejecución de operaciones matemáticas complejas para optimizar el diseño

3.2. Recopilación de datos

3.2.1. Análisis y recopilación de información

Para llevar a cabo el desarrollo del proyecto, se llevaron a cabo múltiples visitas a Girón. El propósito principal fue realizar un levantamiento topográfico utilizando estación y RTK,

analizar las condiciones de la vía existente, instalar una cámara para efectuar el conteo del flujo vehicular y establecer comunicación con los residentes cercanos. Esto nos permitió obtener una comprensión integral no solo de los aspectos técnicos, sino también de los aspectos sociales del entorno.

3.2.2. Ubicación del proyecto

La vía está ubicada en el Cantón Girón, actualmente cuenta con una longitud total de 21 kilómetros y su capa de rodadura es lastre. Como se puede observar en la Imagen 16, el trazado de la vía ya se encuentra realizado, con el detalle de que esta vía no se encuentra pavimentada.

Imagen 16. Ubicación del Proyecto



Fuente: Google Eart

Tabla 9. Ubicación del Proyecto

Descripción	Coordenada Este (m)	Coordenada Norte (m)
Inicio	706519.00 m	9650908.00 m
Fin	707316.00 m	9650473.00 m

Fuente: Elaboración propia

3.2.3. Determinación del flujo vehicular

3.2.3.1. Estaciones de conteo

Con el fin de estimar el flujo vehicular en el área de estudio, se propuso la instalación de dos estaciones, una de entrada y otra de salida. Estas estaciones proporcionarán información sobre los vehículos que transitan por la vía objeto de estudio.

- Intersección E1: Esta Intersección dará a conocer los datos de los vehículos que ingresan a la intersección.
- Intersección E2: Esta intersección dará a conocer los datos de los vehículos que salen de la intersección.

3.2.3.2. Vehicular



Para llevar a cabo el registro del flujo vehicular, se instaló una cámara que proporciona información sobre la cantidad de automóviles que transitan por la vía, tanto en la entrada como en la salida. La contabilización de vehículos se realizó durante todo el día, desde las 00:00 a.m. hasta las 24:00 p.m., este proceso se llevó a cabo durante los siete días de la semana. Los formularios

utilizados para la contabilización de vehículos se detallan en la siguiente tabla:

Imagen 17. Formato de conteo vehicular

INTERSECCION: Entrada Principal Comunidad Morascale
 ENCUESTADOR: David Toledo/Santiago Naspud
 ESTACION:

E1 - I 1

PERIODO HORAS	PERIODO 15 MIN	HACIA LA IZQUIERDA.....											
		LIVIANOS					BUSES	CAMIONES					
								2 EJES	3 EJES	TRAILER	Motos	Bicis	Peatones
00H00-01H00	0-15												
	15-30												
	30-45												
	45-60												
01H00-02H00	0-15												
	15-30												
	30-45												
	45-60												
02H00-03H00	0-15												
	15-30												
	30-45												
	45-60												
03H00-04H00	0-15												
	15-30												
	30-45												
	45-60												

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

3.2.3.3. Análisis de Datos

La obtención de datos sobre los flujos vehiculares es fundamental, ya que a partir de estos datos se analizan y comprenden las pautas que se utilizarán en el diseño de la vía a construir. Se considera especialmente el día en el que se registra el mayor flujo vehicular, asegurando que el

diseño final cumpla con las normativas viales correspondientes y logre una planificación óptima y adecuada.

CAPTULO IV

4. CALCULOS.

4.1. Resultados Obtenidos

4.1.1. Conteo vehicular

Los registros del flujo vehicular fueron llevados a cabo mediante el empleo de un dispositivo de captura de imágenes(cámara) durante un lapso de 24 horas (desde las 00:00 hasta las 24:00) a lo largo de un período de siete días, específicamente del 10 de diciembre de 2023 al 16 de diciembre de 2023.

Con el fin de registrar el flujo vehicular, se instalaron dos estaciones en el primer tramo de la vía: una de entrada denominada E1 y otra de salida llamada E3. Estas estaciones posibilitan la evaluación del tráfico presente en las áreas de estudio. Asimismo, para clasificar los diferentes tipos de vehículos que transitan por la vía, se aplicaron las normativas correspondientes, como las establecidas por la MTOP y la AASHTO. Con el conteo se obtuvo el número máximo de vehículos que circulan en un día específico, como se detalla en la siguiente tabla. Esta información es esencial para realizar los cálculos necesarios y determinar el Tráfico Promedio Diario Anual (TPDA) de manera precisa.

Tabla 10. Total, de Vehículos que entran y salen en una semana

Conteo										
	No. dia	HP	Hora Pico	dia	Fh	F d	Fs	Fm	FTPDA	
domingo, 10 de diciembre de 2023	1	07H45 08H45	6	85	4,5647059	1,0000000	1,1071429	0,9105638	4,6017902	07H45 08H45
lunes, 11 de diciembre de 2023	2	15H00 16H00	36	208	1,8653846	1,0000000	1,1071429	0,9105638	1,8805393	15H00 16H00
martes, 12 de diciembre de 2023	3	12H00 13H00	37	173	2,2427746	1,0000000	1,1071429	0,9105638	2,2609952	12H00 13H00
miércoles, 13 de diciembre de 2023	4	17H30 18H30	39	268	1,4477612	1,0000000	1,1071429	0,9105638	1,4595230	17H30 18H30
jueves, 14 de diciembre de 2023	5	11H30 12H30	47	341	1,1378299	1,0000000	1,1071429	0,9105638	1,1470738	11H30 12H30
viernes, 15 de diciembre de 2023	6	11H30 12H30	49	388	1,0000000	1,0000000	1,1071429	0,9105638	1,0081242	11H30 12H30
sábado, 16 de diciembre de 2023	7	07H45 08H45	13	83	4,6746988	1,0000000	1,1071429	0,9105638	4,7126768	07H45 08H45

Fuente: Autor

Después de completar el conteo vehicular durante el período de siete días, se llevó a cabo la digitalización de los datos, revelando que la vía GIRON-CURIQUINGUE experimenta principalmente el tránsito de vehículos como automóviles livianos y motocicletas. Para calcular el Tráfico Promedio Diario Anual, se consideraron varios factores, entre los cuales se incluyen:

4.1.1.1. Cálculo del factor diario:

Se determinó un factor diario de 1 al dividir el número de días contados (7 días) entre 7.

$$Fd = \frac{7}{7}$$

4.1.1.2. Cálculo del factor horario:

Ya que se contabilizo los siete días de la semana el factor horario corresponde a 1.

$$Fh = \frac{24}{24}$$

4.1.1.3. Cálculo del factor semanal:

Se calculó mediante los factores de ajuste semanal, según se detalla en la tabla correspondiente, resultando en un valor de 1,107142857.

Tabla 11. Determinación del factor semanal

MES	No DIAS	No SEMANAS	Fs
Enero	31	4,428571429	1,107142857
Febrero	28	4,000000000	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		
Fs =	1,107142857		

Fuente: elaboración propia

4.1.1.4. Cálculo del factor mensual:

Se adquirió a partir de los registros de consumo de combustible correspondientes a la provincia del Azuay durante los años 2019-2021, con la adición de una proyección realizada para el año 2022.

Tabla 12. Determinación del factor semanal

CONSUMO DE COMBUSTIBLES PROVINCIA DEL AZUAY 2022					
MES	87 OCTANOS	92 OCTANOS	DIESEL PREMIUM	SUMA	FACTOR
Enero	5.041.034	426.907	3.821.603	9.289.543	1,059592
Febrero	4.880.836	433.298	3.541.383	8.855.516	1,111524
Marzo	5.355.979	453.869	3.841.103	9.650.951	1,019912
Abril	5.032.952	413.959	3.736.007	9.182.917	1,071895
Mayo	5.078.272	399.376	4.163.812	9.641.460	1,020916
Junio	5.196.709	387.913	4.223.877	9.808.499	1,003530
Julio	5.547.513	419.991	4.503.173	10.470.677	0,940066
Agosto	5.452.805	428.022	4.448.420	10.329.247	0,952937
Septiembre	5.349.559	389.638	4.417.146	10.156.342	0,969160
Octubre	5.258.978	392.703	4.126.129	9.777.810	1,006680
Noviembre	5.417.543	396.626	4.330.418	10.144.587	0,970283
Diciembre	5.907.968	444.561	4.457.393	10.809.921	0,910564
	63.520.145	4.986.862	49.610.461	118.117.467	
			COSTO PROMEDIO MENSUAL	9.843.122	

Fuente: elaboración propia

4.1.2. Cálculo del TPDA

Después de establecer el factor de ajuste mensual en 0,910564, se calculó el factor para el Tráfico Promedio Diario Anual, proporcionando la información subsiguiente:

El factor TPDA:

$$TPDA = To * Fh * Fd * Fs * Fm$$

TPDA= 1,008124152

Tabla 13. Tráfico observado

RESUMEN TRÁFICO OBSERVADO					
	E1	E2	E3	E4	SUMA
L	181	0	179	0	360
B	0	0	0	0	0
2E	8	0	3	0	11
3E	0	0	0	0	0
4E-6E	5	0	12	0	17
TOTAL	194	0	194	0	388
	FACTOR TPDA		1,008124		

Fuente: elaboración propia

Tabla 14. Corrección de Tráfico observado.

CORRECCION DE TRAFICO OBSERVADO

	E1	E2	E3	E4	SUMA
L	182	0	180	0	302
B	0	0	0	0	0
2E	8	0	3	0	11
3E	0	0	0	0	0
4E-6E	5	0	12	0	17
TOTAL	196	0	196	0	330

Fuente: elaboración propia

4.1.3. Proyección del Tráfico

La capacidad de carga de un pavimento se relaciona directamente con el volumen y tipo de tráfico anticipado, lo que permite diseñar estructuras capaces de soportar las cargas sin sufrir deterioro prematuro. Además, la proyección del tráfico a lo largo de la vida útil del pavimento es esencial para estimar el desgaste y desarrollar soluciones duraderas y rentables. Un diseño proyecciones precisas contribuye a evitar excesos de construcción o sub-

dimensionamientos, resultando en pavimentos más económicos y eficientes en términos de costos de construcción y mantenimiento. La proyección del tráfico también influye en la selección de materiales para el pavimento, permitiendo elegir aquellos que son adecuados para resistir las cargas específicas. Además, un diseño que considera la proyección del tráfico contribuye a la seguridad vial al reducir los riesgos de desgaste prematuro y otros problemas. En última instancia, la proyección del tráfico es esencial para la planificación a largo plazo de la infraestructura vial, permitiendo anticipar necesidades futuras y prepararse para posibles aumentos de tráfico.

Tabla 15. Proyección de vehículos según modelo logístico

AÑO	POBLACION GIRON	VEHICULOS LIVIANOS	Tm	Y=Ln(Ts/Tm -1)	Tm AJUSTADO	VEH. AJUSTADO. LIVIANOS
1969	32.699	1	0,03	10,77	2,41	79
1970	33.074	1	0,03	10,78	3,56	118
1971	33.449	1	0,03	10,79	5,26	176
1972	33.824	1	0,03	10,80	7,77	263
1973	34.199	1	0,03	10,81	11,46	392
1974	34.574	1	0,03	10,82	16,89	584
1975	34.666	1	0,03	10,83	24,86	862
1976	34.757	1	0,03	10,83	36,48	1.268
1977	34.849	1	0,03	10,83	53,33	1.858
1978	34.940	1	0,03	10,83	77,54	2.709
1979	35.032	1	0,03	10,84	111,85	3.918
1980	35.123	1	0,03	10,84	159,60	5.605
1981	35.215	1	0,03	10,84	224,30	7.899
1982	35.306	1	0,03	10,84	308,95	10.908
1983	32.542	1	0,03	10,76	414,75	13.497
1984	29.777	1	0,03	10,67	539,64	16.069
1985	27.013	1	0,04	10,58	677,52	18.302
1986	24.249	1	0,04	10,47	818,94	19.858
1987	21.484	1	0,05	10,35	953,45	20.484
1988	18.720	1	0,05	10,21	1072,50	20.077
1989	15.955	1	0,06	10,05	1171,35	18.689
1990	13.191	1	0,08	9,86	1249,16	16.478
1991	13.136	1	0,08	9,85	1307,88	17.180
1992	13.080	1	0,08	9,85	1350,80	17.669
1993	13.025	1	0,08	9,85	1381,43	17.993
1994	12.970	1	0,08	9,84	1402,94	18.196
1995	12.915	1	0,08	9,84	1417,85	18.311
1996	12.859	1	0,08	9,83	1428,12	18.365
1997	12.804	1	0,08	9,83	1435,14	18.376
1998	12.749	1	0,08	9,82	1439,92	18.357
1999	12.694	1	0,08	9,82	1443,17	18.319
2000	12.638	1	0,08	9,82	1445,38	18.267
2001	12.583	1	0,08	9,81	1446,87	18.206
2002	12.586	1	0,08	9,81	1447,89	18.223
2003	12.588	1	0,08	9,81	1448,57	18.235
2004	12.591	1	0,08	9,81	1449,03	18.245
2005	12.594	30	2,38	6,41	2,41	30
2006	12.596	60	4,76	5,72	3,56	45
2007	12.599	90	7,14	5,31	5,26	66
2008	12.602	120	9,52	5,02	7,77	98

2009	12.604	160	12,69	4,73	11,46	144
2010	12.607	220	17,45	4,41	16,89	213
2011	12.572	250	19,89	4,28	24,86	312
2012	12.536	300	23,93	4,09	36,48	457
2013	12.501	400	32,00	3,79	53,33	667
2014	12.465	500	40,11	3,56	77,54	967
2015	12.430	1.000	80,45	2,83	111,85	1.390
2016	12.395	2.000	161,36	2,08	159,60	1.978
2017	12.359	4.300	347,92	1,15	224,30	2.772
2018	12.324	5.400	438,18	0,84	308,95	3.807
2019	12.288	6.000	488,27	0,68	414,75	5.097
2020	12.253	7.500	612,10	0,31	539,64	6.612
2021	12.217	8.000	654,80	0,19	677,52	8.278
2022	12.182	9.450	775,73	-0,14	818,94	9.976
2023	12.147				953,45	11.581
2024	12.111		a =	6,400	1072,50	12.989
2025	12.076				1171,35	14.145
2026	12.040		b =	-0,392	1249,16	15.040
2027	12.005				1307,88	15.701
2028	11.970		r =	0,9870	1350,80	16.168
2029	11.934				1381,43	16.486
2030	11.899		r ² =	0,97407994	1402,94	16.693
2031	11.863				1417,85	16.820
2032	11.828		Ts =	1450	1428,12	16.892
2033	11.792				1435,14	16.924
2034	11.757		Y =	a+bt	1439,92	16.929
2035	11.722				1443,17	16.916
2036	11.686		Y =	6.400 -0.392 t	1445,38	16.891
2037	11.651				1446,87	16.857
2038	11.615				1447,89	16.818
2039	11.580				1448,57	16.774
2040	11.545				1449,03	16.728
2041	11.509				1449,35	16.681
2042	11.474				1449,56	16.632
2043	11.438				1449,70	16.582
2044	11.403				1449,80	16.532
2045	11.367				1449,86	16.481
2046	11.332				1449,91	16.430
2047	11.297				1449,94	16.379
2048	11.261				1449,96	16.328
2049	11.226				1449,97	16.277
2050	11.190				1449,98	16.226
2051	11.155				1449,99	16.174
2052	11.120				1449,99	16.123
2053	11.084				1449,99	16.072

Fuente: elaboración propia

Se realizó la proyección de la cantidad de vehículos para un período de 20 años, los resultados se muestran en la siguiente tabla:

Tabla 16. Tasa de crecimiento Vehicular

TASAS DE CRECIMIENTO VEHICULAR				
	LIVIANOS	BUSES	CAMIONES	TIEMPO
2024-2029	4,88%	-0,29%	-0,29%	5
2029-2034	0,53%	-0,30%	-0,30%	5
2034-2039	-0,18%	-0,30%	-0,30%	5
2039-2044	-0,29%	-0,31%	-0,31%	5

Fuente: elaboración propia

Tabla 17. TPDA a los años de interés del proyecto

Vehículos	TPDA2024	TPDA2029	TPDA2034	TPDA2039	TPDA2044
L	407	517	531	526	518
B	0	0	0	0	0
E2	11	11	11	11	10
E3	0	0	0	0	0
E4 – E6	17	17	17	16	16
TOTAL	435	544	558	553	545

Fuente: elaboración propia

El resultado del TPDA para un período de diseño de 20 años, fue de 545 vehículos, por lo tanto, en función de la Tabla “CLASIFICACIÓN DE CARRETERAS EN FUNCIÓN DEL TRÁFICO PROYECTADO”, la vía GIRON-CURIQUINGUE se encuentra dentro de la clase III de 300 hasta 1000 vehículos.

4.1.4. Cálculo del ESALS

La ecuación siguiente se usa para calcular el parámetro del tránsito W18 en el carril de diseño.

$$W18 = DD * DL * W18$$

Donde:

W18: Tránsito acumulado en el primer año, en ejes equivalentes sencillos de 8.2 Ton, en el carril de diseño.

DD: Factor de distribución direccional; el cual se recomienda 50% para la mayoría de las carreteras pudiendo variar de 0.3 a 0.7.

W18: Ejes equivalentes acumulados en ambas direcciones.

DL: Factor de distribución por carril, cuando se tenga dos o más carriles por sentido.

Tabla 18. Factor de distribución de carriles

FACTOR DE CARRIL		
Núm. Carriles	Factor de carril	rango
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

Fuente: Autor

Una vez que se cuentan con todos los elementos necesarios para calcular el W18, se inicia la elaboración de la tabla de proyecciones del ESAL. El W18 acumulado refleja la suma total de vehículos presentes en el año, mientras que el W18 en los carriles de diseño se obtiene dividiendo dicho acumulado por el porcentaje correspondiente al número de carriles presentes.

Tabla 19. Cálculo de Número de Ejes Equivalentes.

CÁLCULO DEL NÚMERO DE EJES EQUIVALENTES A 8.2 TONS																				
CÁLCULO AV																				
AÑO	% Crecimiento				TRANSITO PROMEDIO DIARIO					CAMIONES							W ₁₈	W ₁₈		
	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	Acumulado	Carril Diseño
							1,57%													
2024	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	751	725	0	2	24	2	8	0	5	1	4	1	1	4	51 670	23 252
2025	12,16%	-0,29%	-0,29%	-0,29%	839	813	0	2	24	2	14	7	0	0	0	0	0	0	86 410	38 884
2026	8,96%	-0,29%	-0,29%	-0,29%	911	885	0	2	24	2	14	7	0	0	0	0	0	0	121 148	54 516
2027	6,33%	-0,29%	-0,29%	-0,29%	967	942	0	2	24	2	13	7	0	0	0	0	0	0	154 241	69 408
2028	4,39%	-0,29%	-0,29%	-0,29%	1.009	983	0	2	24	2	13	7	0	0	0	0	0	0	187 333	84 300
2029	2,88%	-0,30%	-0,30%	-0,30%	1.038	1.012	0	2	24	2	13	7	0	0	0	0	0	0	220 423	99 190
2030	1,97%	-0,30%	-0,30%	-0,30%	1.058	1.032	0	2	24	2	13	7	0	0	0	0	0	0	253 513	114 081
2031	1,26%	-0,30%	-0,30%	-0,30%	1.070	1.045	0	2	24	2	13	7	0	0	0	0	0	0	286 601	128 970
2032	0,76%	-0,30%	-0,30%	-0,30%	1.078	1.053	0	2	23	2	13	7	0	0	0	0	0	0	319 688	143 860
2033	0,42%	-0,30%	-0,30%	-0,30%	1.083	1.057	0	2	23	2	13	7	0	0	0	0	0	0	352 774	158 748
2034	0,19%	-0,30%	-0,30%	-0,30%	1.085	1.059	0	2	23	2	13	7	0	0	0	0	0	0	385 858	173 636
2035	0,03%	-0,30%	-0,30%	-0,30%	1.085	1.060	0	2	23	2	13	7	0	0	0	0	0	0	418 941	188 524
2036	-0,08%	-0,30%	-0,30%	-0,30%	1.084	1.059	0	2	23	2	13	7	0	0	0	0	0	0	452 023	203 411
2037	-0,15%	-0,30%	-0,30%	-0,30%	1.082	1.057	0	2	23	2	13	7	0	0	0	0	0	0	485 104	218 297
2038	-0,20%	-0,30%	-0,30%	-0,30%	1.080	1.055	0	2	23	2	13	7	0	0	0	0	0	0	518 184	233 183
2039	-0,23%	-0,30%	-0,30%	-0,30%	1.078	1.053	0	2	23	2	13	7	0	0	0	0	0	0	551 262	248 068
2040	-0,26%	-0,30%	-0,30%	-0,30%	1.075	1.050	0	2	23	2	13	7	0	0	0	0	0	0	584 340	262 953
2041	-0,27%	-0,31%	-0,31%	-0,31%	1.072	1.047	0	2	23	2	13	7	0	0	0	0	0	0	617 416	277 837
2042	-0,29%	-0,31%	-0,31%	-0,31%	1.069	1.044	0	2	23	2	13	7	0	0	0	0	0	0	650 490	292 721
2043	-0,29%	-0,31%	-0,31%	-0,31%	1.066	1.041	0	2	23	2	13	7	0	0	0	0	0	0	683 564	307 604
2044	-0,30%	-0,31%	-0,31%	-0,31%	1.063	1.038	0	2	23	2	13	7	0	0	0	0	0	0	716 636	322 486

Fuente: Autor

Como resultado de la proyección del ESALS se obtuvo un W18 para el año 2044 de **716636** acumulado y divididos para el carril de diseño se obtuvo un total de **322486**.

4.1.5. Diseño de pavimento flexible

Una vez que se ha recopilado la información sobre los ESALS, se procede a llevar a cabo el diseño del pavimento flexible utilizando la normativa AASHTO 93. Esto implica aplicar las pautas y criterios establecidos por la AASHTO (Asociación Americana de funcionarios de Carreteras y Transporte) en 1993 para garantizar un diseño efectivo y duradero del pavimento flexible.

4.1.5.1. Datos

Para llevar a cabo el diseño del pavimento, se obtuvo un Índice de Soporte CALIFORNIA BEARING RATIO (CBR) que corresponde a la subrasante y tiene un valor del 7 %. Además, se cuenta con una velocidad de 40 km/h. Este CBR es una medida esencial que indica la capacidad de la subrasante para soportar carga, y es un indicador crucial para el diseño de pavimentos.

Tabla 20. Datos para el diseño

DATOS	
CALIFORNIA BEARING RATIO	CBR = 7 %
Velocidad de diseño	V = 40 km/h

Fuente: Autor

4.1.5.2. Parámetros confiabilidad.

En esta etapa, empleamos una tabla suministrada por la AASHTO 93, la cual detalla los parámetros de confiabilidad y a si obteniendo uno del 90 %.

Tabla 21. Niveles de confiabilidad

Niveles de Confiabilidad	
CLASIFICACION FUNCIONAL	NIVEL RECOMENDADO POR ASSHTO PARA CARRETERAS
Autopistas y carreteras importantes	80-99
Arterias principales	75-95
Colectoras	75-95
Locales	50-80

Fuente: (AASHTO Guide for designing of pavement Structures 1993)

Así obtuvimos un R de 90% y para determinar Zr utilizamos la siguiente tabla y se obtuvo un valor de -1,282

Tabla 22 Determinación del Zr

Confiabilidad %	Desviación estándar
85	-1,037
90	-1,282
91	-1,34

Fuente: (AASHTO Guide for designing of pavement Structures 1993)

Para calcular el parámetro de So, consultamos la tabla que se proporciona a continuación.

Tabla 23. Determinación del So

Proyecto de pavimento	Desviación estándar	
	Flexible	Rigido
	0,40-0,50	0,30-0,40
Construcción nueva	0,45	0,35
Sobre capas	0,50	0,4

Fuente: (AASHTO Guide for designing of pavement Structures 1993)

Tomado en cuenta que es una construcción nueva obtenemos un valor de 0,45.

Cálculo del módulo resiliente.

En el cálculo del módulo resiliente, nos orientamos según las pautas establecidas por la AASHTO 93, ya que esta normativa propone la siguiente condición como referencia para el análisis.

$$Mr(PSI) = 1500 * CBR \quad CBR < 10\% \text{ (SEGUN AASHTO 93)}$$

Al utilizar la fórmula proporcionada por la AASHTO 93 y teniendo en cuenta un CBR del 7%, después de realizar estudios, se ha encontrado que el suelo en cuestión tiene un CBR mínimo del 7%. Este valor indica que el suelo tiene una resistencia relativamente alta y puede soportar cargas mayores con menos deformación, obteniendo el siguiente resultado:

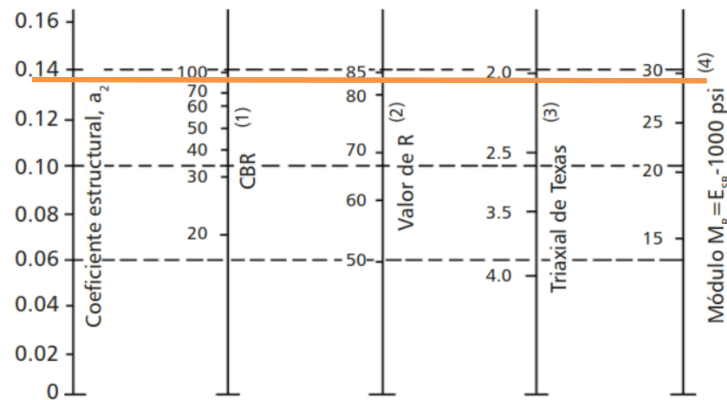
$$Mr = 1500 * CBR$$

$$Mr = 1500 * 7\% = 10710 \text{ psi}$$

4.1.5.3. Cálculo de coeficientes estructurales y modulo resiliente

Para encontrar el módulo resiliente se toma un valor de CBR de $\geq 80\%$ (MTOP, 2003) y al ubicarlo en la Siguiete ilustración:

Imagen 18. Abaco para estimación del número estructural base granular

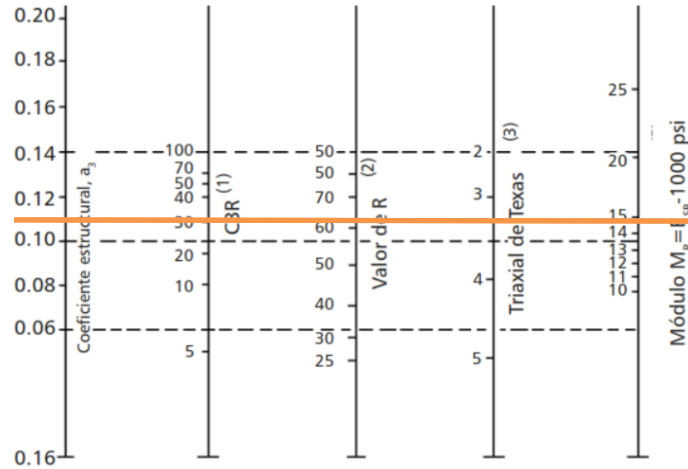


Fuente: (AASHTO Guide for designing of pavement Structures 1993)

Y obtenemos un módulo resiliente de 29000 psi y un a_2 de 0,1378.

Se sugiere utilizar un índice de resistencia CBR igual o superior al 30% como requisito mínimo para calcular el módulo resiliente de la subbase.

Imagen 19. Abaco para la estimación del número estructural de la sub base granular



Fuente: (AASHTO Guide for designing of pavement Structures 1993)

4.1.5.4. Cálculo de coeficientes de drenaje

Para llevar a cabo este cálculo, nos apoyamos en dos tablas proporcionadas por la AASHTO 93. En estas tablas, consideramos la calidad del drenaje de la vía, lo cual es crucial para la evacuación efectiva del agua. La AASHTO 93 establece criterios y parámetros que nos permiten determinar la capacidad de drenaje de la carretera, lo que influye en el diseño, así logrando obtener un índice de drenaje de 1.

Imagen 20. Calidad de drenaje

Calidad del drenaje	Tiempo que tarda el agua en ser evacuada
Excelente	2 horas
Bueno	1 día
Regular	1 semana
Pobre	1 mes
Muy malo	El agua no evacúa

Fuente: (AASHTO Guide for designing of pavement Structures 1993)

Imagen 21. Calidad de drenaje

Características del drenaje	Porcentaje del tiempo que la estructura del pavimento está expuesta a grados de humedad próxima a la saturación			
	Menos del 1%	1 – 5%	5 – 25%	Más de 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
Regular	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 malo	1.05 – 0.95	0.95 – 0.75	0.75 – 0.40	0.40

Fuente: (AASHTO Guide for designing of pavement Structures 1993)

4.1.5.5. Cálculo de la Ecuación AASHTO

Se hace referencia a la aplicación específica de la fórmula proporcionada por el estándar ASSHTO 93.

$$\log(W_{18}) = Z_r \times S_o + 9.36 \times \log(SN_i + 1) - 0.20 + \frac{\log\left(\frac{\Delta PSI}{4.2 - 1.5}\right)}{0.40 + \left(\frac{1094}{(SN_i + 1)^{5.19}}\right)} + 2.32 \times \log(M_r) - 8.07$$

Tabla 24. Parámetros Utilizados

SN 1 =	1,6896329	SN 2 =	2,479694765	SN 3 =	2,196422168
Log (W18) =	5,5085108	Log (W18) =	5,508510865	Log (W18) =	5,508510865
Log (W18) =	5,5087363	Log (W18) =	5,508737832	Log (W18) =	5,508736537

Fuente: Autor

Tabla 25. Parámetros Utilizados

Con el Mr de la base	SN1 =	1,689632922
Con el MR de la subbase	SN2 =	2,479694765
Con el MR de la subrasante	SN3 =	2,196422168

Fuente: Autor

Tabla 26. Cálculo de espesores

Espesores minimos				
Capa asfáltica =	3	in	7,6	cm
Base granular =	6	in	15	cm
Sub base granular =	6	in	15	cm

Fuente: Autor

Tabla 27. Cálculo de espesores

Resumen estructura final				
Carpeta asfáltica =	3	in		Carpeta asfáltica
Base granular =	6	in		Base granular
Sub base granular =	6	in		Sub base granular

Fuente: Autor

4.1.6. Levantamiento Topográfico

Un levantamiento topográfico en una vía, es un paso crucial en la ingeniería civil. Consiste en recolectar información detallada sobre la topografía del terreno a lo largo de una carretera o vía. Este proceso se realiza con el objetivo de obtener datos precisos y actualizados sobre la configuración del terreno, los cuales son fundamentales para el diseño geométrico de la carretera.

4.1.6.1. Planteamiento del GPS

Durante un levantamiento RTK, se coloca el receptor de referencia en un punto con coordenadas previamente conocidas, manteniéndolo estacionario a lo largo de todo el procedimiento. A continuación, este receptor envía correcciones a uno o más receptores móviles mediante señales de radio. Estos receptores móviles, en tiempo real, procesan la información para calcular vectores con precisión relativa al punto de referencia establecido.

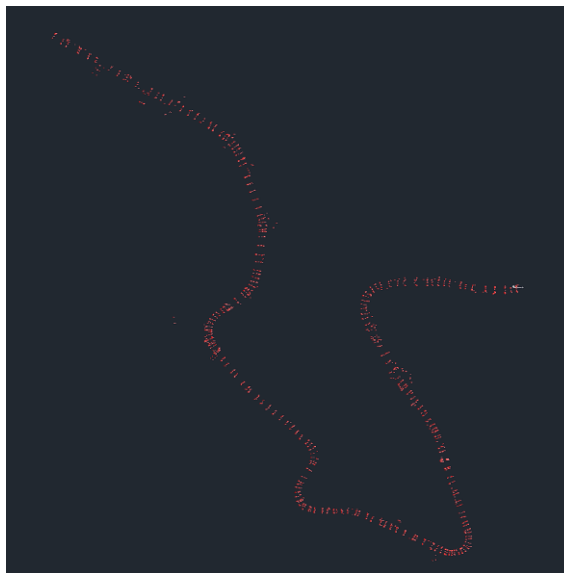
Imagen 22. Planteamiento RTK



Fuente: Autor

Mediante este enfoque, se consigue obtener de forma exhaustiva y minuciosa la información relacionada con la topografía del terreno. Se dedica una atención especial a elementos específicos como el eje de la vía y su anchura, así como a las de cunetas y otros aspectos relevantes del entorno.

Imagen 23. Nube de puntos del levantamiento



Fuente: Autor

4.1.7. Diseño Geométrico

La planificación geométrica de una carretera implica el proceso de definir y especificar las características físicas y dimensionales de la vía, abarcando la disposición de elementos como curvas, pendientes, intersecciones, y otros aspectos vinculados con su configuración espacial. Este enfoque tiene como objetivo crear condiciones seguras, eficientes y confortables para el desplazamiento vehicular, teniendo en cuenta aspectos tales como la velocidad de diseño, la visibilidad, las características topográficas del terreno y la finalidad específica de la vía. A continuación, se detallan algunos de los elementos fundamentales en el diseño geométrico de una carretera:

4.1.7.1. Alineamiento horizontal

4.1.7.1.1. Velocidad de diseño.

Este componente del diseño tiene como objetivo establecer la ruta de la carretera en lo que respecta a curvas horizontales, tramos rectos y las transiciones suaves entre ellos. Un elemento fundamental es la velocidad de circulación detallada en la siguiente tabla:

Tabla 28. Cálculo de las Velocidades de circulación

Velocidad de diseño en km/h	VELOCIDAD DE CIRCULACIÓN EN KM/H		
	Volumen de tránsito bajo	Volumen de tránsito intermedio	Volumen de tránsito Alto
25	24	23	22
30	28	27	26
40	37	35	34
50	46	44	42
60	55	51	48
70	63	59	53
80	71	66	57
90	79	73	59
100	86	79	60
110	92	85	61

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

Considerando la normativa vigente, se determinó la velocidad de diseño correspondiente en función del análisis previo realizado sobre el tráfico en la siguiente tabla:

Tabla 29. Velocidad de diseño.

Velocidad de diseño (km/h)	V. DE CIRCULACIÓN		
	Tránsito bajo	Tránsito Intermedio	Tránsito Alto
40	37	35	34

Fuente: Elaboración propia

4.1.7.1.2. Radio Mínimo de curvatura

Los radios mínimos de curvatura representan el valor mínimo para garantizar la seguridad del tráfico en relación con las velocidades de diseño determinadas anteriormente. La fórmula utilizada para calcular este parámetro es la siguiente:

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

Donde:

R_{min} es el radio mínimo de curvatura que se está calculando.

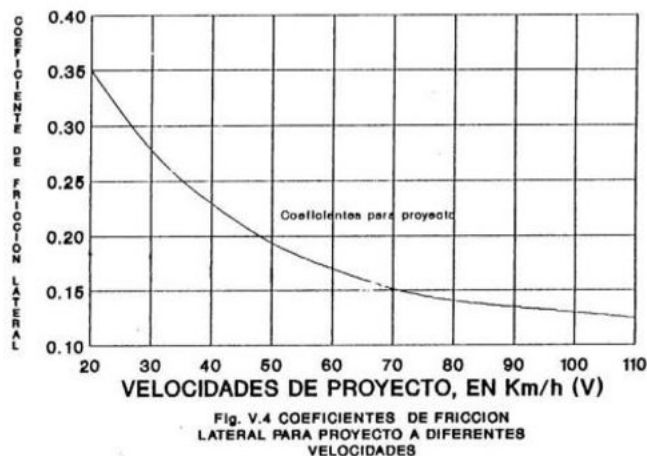
V es la velocidad de diseño previamente determinada.

e es el peralte máximo utilizado en el diseño de la carretera, en este contexto, se emplearía un peralte del 8%, conforme a la recomendación establecida por la normativa vigente, para la velocidad de diseño determinada.

f es un factor adicional que afecta el radio de curvatura, que viene dado por la siguiente

figura:

Tabla 30. Estimación del Coeficiente de fricción



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

A continuación, se muestra el cálculo del radio mínimo de curvatura de nuestro tramo:

$$R_{min} = \frac{40^2}{127(8\% + 0,38)}$$

$$R_{min} = 27,4 \text{ m}$$

4.1.7.1.3. Distancia de parada

La distancia de parada en el diseño geométrico de carreteras hace referencia a la distancia que recorre un vehículo desde el instante en que el conductor identifica la necesidad de frenar hasta que el vehículo se detiene completamente. Este elemento es de suma importancia para asegurar la seguridad vial y se calcula teniendo en cuenta diversos factores, tales como la velocidad del vehículo, la eficiencia del sistema de frenos, la adherencia del pavimento y el tiempo de reacción del conductor.

La ecuación para determinar la distancia de parada (D_p) se formula de la siguiente manera:

$$D.p = \frac{Vc^2}{254(f \pm G)}$$

Donde:

V_c es la velocidad del vehículo en kilómetros por horas.

f es el coeficiente de fricción entre los neumáticos y el pavimento.

G es la pendiente más crítica en el proyecto en nuestro proyecto es de 28,78%.

El cálculo de la distancia de parada para el diseño en consideración se detalla a continuación:

$$D. parada = \frac{40^2}{254(0,38 \pm 28,78\%)}$$

$$D. parada = 10,72 \text{ m}$$

4.1.7.1.4. Distancia de Visibilidad en Curvas Horizontales

La "Distancia de Visibilidad en Curvas Horizontales" se refiere a la distancia necesaria para que un conductor tenga una visión adecuada y segura en una curva horizontal de la carretera.

La distancia de visibilidad en curvas horizontales viene dada por la siguiente ecuación:

$$m = Rc * \left(1 - \cos \left(\frac{28,65 * Dp}{Rc} \right) \right)$$

Donde:

Rc es el radio de la Curva Horizontal más crítico en todo el alineamiento en nuestro proyecto es de 31,31 m.

Dp es la distancia de parada.

El cálculo de la distancia de visibilidad en curvas horizontales para el diseño en consideración se detalla a continuación:

$$m = 31,31 * \left(1 - \cos \left(\frac{28,65 * 10,72}{31,31} \right) \right)$$
$$m = 60,37 \text{ m}$$

4.1.7.1.5. Distancia de Visibilidad lateral

Las distancias de Visibilidad Lateral se definen mediante la siguiente fórmula:

$$dL = \frac{Vt}{Vv} * d$$

Donde:

Vt es la velocidad de un peatón que, de acuerdo con la Normativa Ecuatoriana de diseño geométrico de carreteras del Ministerio de Transporte y Obras Públicas, se establece un valor de 10 km/h para esta variable. Asimismo, se emplean los valores previamente determinados en nuestro análisis.

V es la velocidad de diseño del proyecto.

d es la distancia de parada.

El cálculo de la distancia de visibilidad lateral para el diseño en consideración se detalla a continuación:

$$dL = \frac{10}{40} * 10,72$$

$$dL = 2,68 \text{ m}$$

4.1.7.1.6. Distancia de Visibilidad para el rebasamiento de un Vehículo

Según la MTOP - 2003, la distancia de visibilidad para el rebasamiento recomendada para la velocidad de diseño es:

$$D. \text{ Rebasamiento} = 270 \text{ m}$$

4.1.7.1.7. Alineamiento horizontal

Este componente es fundamental para establecer la trayectoria de la carretera y comprende tanto segmentos rectos como curvas circulares. Las curvas circulares son elementos específicos dentro del alineamiento horizontal y desempeñan un papel crucial en el diseño de carreteras. Estas curvas permiten cambios graduales en la dirección de la carretera, contribuyendo a la seguridad y comodidad del tráfico. Con el propósito de mostrar el cálculo de estas curvas, hemos seleccionado una curva representativa de la totalidad de nuestro alineamiento, la cual se presenta a continuación:

CURVA 1

Radio de curvatura: 110,08 m

Ángulo de deflexión de las tangentes: 38,62°

Valor PI: 0+ 345,1634

Cuerda larga:

$$CL = 2 * R * \text{sen}\left(\frac{\Delta}{2}\right)$$

$$CL = 2 * 110,8 * \text{sen}\left(\frac{38,62^\circ}{2}\right)$$

$$CL = 72,82 \text{ m}$$

Tangente:

$$T = R * \text{Tan}\left(\frac{\Delta}{2}\right)$$

$$T = 110,08 * \text{Tan}\left(\frac{38,62^\circ}{2}\right)$$

$$T = 38,581 \text{ m}$$

G. curvatura:

$$Gc = \frac{360 * CL}{2\pi * R}$$

$$Gc = \frac{360 * 72,82}{2\pi * 110,08}$$

$$Gc = 37,90^\circ$$

Longitud Curva Circular:

$$Lc = \frac{CL * \Delta}{G}$$

$$Lc = \frac{72,82 * 38,62^\circ}{37,90^\circ}$$

$$Lc = 74,22 \text{ m1}$$

Externa:

$$E = R * \left(\frac{1}{\cos \frac{\Delta}{2}} \right) - 1$$

$$E = 110,08 * \left(\frac{1}{\cos \frac{38,62^\circ}{2}} \right) - 1$$

$$E = 6,565$$

Ordenada Media:

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

$$M = 110,08 * \left(1 - \cos \frac{38,62^\circ}{2} \right)$$

$$M = 6,20$$

Deflexión por metro:

$$D.m = \frac{Gc}{2 * Cl}$$

$$D.m = \frac{37,90^\circ}{2 * 72,82}$$

$$D.m = 0,26$$

Deflexión por unidad de cuerda:

$$D.c = \frac{Gc}{2}$$

$$D.c = \frac{37,90^\circ}{2}$$

$$D.c = 18,95^\circ$$

Principio de Curva:

$$PC = PI - T$$

$$PC = 345,1634 - 38,581$$

$$PC = 306,582654 \text{ m}$$

Principio de Tangente:

$$PT = PC + Lc$$

$$PT = 306,582654 + 74,22$$

$$PT = 380,80 \text{ m}$$

Tabla 31. Alineamiento Horizontal.

DISEÑO RECTAS TANGENTES ALINEAMIENTO HORIZONTAL							
KM	ELEMENTO	C. NORTE	C. ESTE	DISTANCIA	ÁNGULO	AZIMUT	DELTA
0	INICIO	9650906,85	706523,5				
345,16	PI1	9650738,1	706824,6	345,16	-29,26823	150,73	38,629
508,37	PI2	9650586,89	706886,01	163,20	-67,89675	112,10	31,933
620,30	PI3	9650476,6	706866,9	111,93	80,16993	80,17	42,572
739,95	PI4	9650403,6	706772,1	119,65	37,59779	37,60	89,191
853,83	PI5	9650312,4	706840,3	113,88	-53,21060	126,79	11,289
1041,99	PI6	9650186,69	706980,3	188,16	-41,92157	138,08	79,225
1158,61	PI7	9650086,88	706919,98	116,62	58,85341	58,85	119,804
1279,82	PI8	9650084,04	707041,16	121,21	-1,34255	178,66	22,456
1517,70	PI9	9649988,05	707258,81	237,88	-23,79888	156,20	131,614
1776,40	PI10	9650234,35	707179,66	258,71	-72,18488	287,82	20,440
2059,23	PI11	9650474,67	707030,54	282,83	-58,18015	301,82	115,040
2205,17	PI12	9650482,29	707176,28	145,94	2,99298	182,99	10,592
2324,95	PI13	9650466,45	707295,01	119,78	-7,59907	172,40	18,400
2347,17	FINAL	9650470,8	707316,8	22,22	11,28970	191,29	191,290

Fuente: Elaboración propia

4.1.7.2. Alineamiento Vertical

Al igual que con el alineamiento horizontal hemos seleccionado una curva representativa de la totalidad de nuestro alineamiento, la cual se presenta a continuación:

CURVA 1

Velocidad: 40 km/h

Valor PI: 0+63,2

Elevación PI: 2094,671 msnm

Pendiente m: 7,47%

Pendiente n: 1,89%

Diferencia de pendientes:

$$A = |m - n|$$

$$A = |7,47 - 1,89|$$

$$A = 5,58\%$$

Factor K para curvas cóncavas:

$$K = 2$$

Longitud mínima de curva vertical:

$$Lvmin = K * A$$

$$Lvmin = 2 * 0,0558$$

$$Lvmin = 11,16 \text{ m}$$

Longitud mínima por comodidad

$$Lvmin = \frac{V^2 * A}{395}$$

$$Lvmin = \frac{40^2 * 5,58}{395}$$

$$Lvmin = 22,60 \text{ m}$$

Longitud mínima por apariencia

$$Lvmin = 40 * A$$

$$Lvmin = 40 * 5,58$$

$$Lvmin = 223,20 \text{ m}$$

Para elegir la longitud de la curva vertical, hemos seleccionado el valor de 11,16 metros, dado que los demás valores no resultan apropiados para el diseño vertical de nuestra vía, la cual corresponde con una clasificación correspondiente a una carretera de tercer orden. Con la longitud

de la curva establecida, procedemos a calcular los parámetros restantes de la curva vertical convexa.

$$\frac{L_{min}}{2} = \frac{Lv_{min}}{2}$$

$$\frac{L_{min}}{2} = \frac{11,16}{2}$$

$$\frac{L_{min}}{2} = 5,58 \text{ m}$$

Corrección de pendiente:

$$y = \frac{A}{2 * Lv_{min}}$$

$$y = \frac{5,58}{2 * 11,16}$$

$$y = 0,0025$$

Externa Vertical:

$$E = \frac{Lv_{min} * A}{8}$$

$$E = \frac{11,16 * 5,58}{8}$$

$$E = 7,78$$

Tabla 32. Abscisa y elevación del Alineamiento Vertical.

ABSCISA	ELEVACIÓN
0	2089,5
63,2	2094,671
301,93	2099,081
490,63	2113,308
554,5	2115,343
624,1	2129,805
718,47	2118
794,83	2128,425
994,09	2142,506
1038,61	2141
1126,79	2149,46
1232,1	2152
1430,13	2186,283
1596,81	2195,8
1919,66	2179,001
2154,77	2218,9

Fuente: Elaboración propi

Tabla 33. Alineamiento Vertical.

PI	ELEVACIÓN	PENDIENTE m	PENDIENTE n	A	K	RADIO	LONG. CV	TIPO DE C.
63,2	2094,671	7,47%	1,89%	5,58%	8,895	889,454	49,634	CONVEXA
301,93	2099,081	1,89%	7,54%	5,65%	12,812	1281,167	72,388	CÓNCAVA
490,63	2113,308	7,54%	3,19%	4,35%	8,714	871,386	37,906	CONVEXA
554,5	2115,343	3,19%	20,78%	17,59%	1,252	125,162	22,023	CÓNCAVA
624,1	2129,805	20,78%	-12,51%	33,29%	2,576	257,56	85,755	CONVEXA
718,47	2118	-12,51%	13,65%	26,16%	3,182	318,192	83,241	CÓNCAVA
794,83	2128,425	13,65%	7,07%	6,58%	6,266	626,605	41,230	CONVEXA
994,09	2142,506	7,07%	-3,38%	10,45%	1,845	184,453	19,280	CONVEXA
1038,61	2141	-3,38%	9,59%	12,97%	3,141	314,114	40,74	CÓNCAVA
1126,79	2149,46	9,59%	2,41%	7,18%	4,882	488,154	35,053	CONVEXA
1232,1	2152	2,41%	17,31%	14,9%	5,898	589,811	87,880	CÓNCAVA
1430,13	2186,283	17,31%	5,71%	11,6%	3,554	355,369	41,23	CONVEXA
1596,81	2195,8	5,71%	-5,20%	10,91%	9,291	929,136	101,4	CONVEXA
1919,66	2179,001	-5,20%	16,97%	22,17%	9,02	901,955	200,0	CÓNCAVA

Fuente: Elaboración propia

4.1.7.3. Sobreancho

El sobreancho es un espacio adicional que cumple la función de contrarrestar la fuerza centrífuga que afecta a un vehículo al desplazarse en una curva. Su utilidad radica en asegurar que los vehículos puedan navegar por curvas sin invadir el carril opuesto ni colisionar con obstáculos en el margen de la carretera. Las dimensiones del sobreancho pueden fluctuar dependiendo de la categorización de la carretera, la velocidad de diseño y las regulaciones particulares de cada país o localidad, el sobreancho recomendado para la velocidad de diseño de nuestra vía debe ser superior a 0,30m, en este caso se ha optado por un sobre ancho de 0,80m tomando en cuenta la topografía existente en el lugar.

4.1.7.4. Total, de Volúmenes de Corte y Relleno

Como se puede observar en fases anteriores del diseño de nuestro pavimento, el índice CBR del suelo en nuestro tramo vial muestra un valor con el cual no es necesario agregar material de mejora, considerando tanto la estructura vial como el alineamiento vertical. En base a estas consideraciones, se ha calculado el volumen de corte y relleno, siendo de 11061,08 m³ y 3711,99 m³ respectivamente. Para una comprensión más clara de este proceso, los volúmenes mencionados pueden ser verificados en los planos y tablas adjuntas.

4.1.8. Presupuesto total del Proyecto

El análisis de la dimensión del tramo vial, los materiales de construcción, mano de obra, tipo de actividad y los recursos necesarios, permitió una estimación precisa de los elementos que integran el presupuesto total del proyecto. Los costos detallados se encuentran reflejados en la siguiente tabla:

Tabla 34.. Presupuesto del proyecto.

Ítem	Código	Descripción	Unidad	Cantidad	P.Unitario	P.Total
1		OBRAS PRELIMINARES				170.048,76
1.1	500004	Replanteo y nivelación de vías	ml	2.140,00	3,50	7.490,00
1.2	500010	Excavación a máquina con retroexcavadora	m3	19.271,44	1,96	37.772,02
1.3	500014	Excavación manual material sin clasificar	m3	96,36	12,53	1.207,39
1.4	500001	Cargado de material con cargadora	m3	25.178,14	1,37	34.494,05
1.5	500002	Transporte de materiales hasta 6 km, incluye pago en escombrera	m3	25.178,14	2,22	55.895,47
1.6	500003	Sobre acarreo de materiales para desalojo, lugar determinado por el Fiscalizador, Distancia > 6 Km	m3-km	127.653,18	0,26	33.189,83
2		ESTRUCTURA VIAL				411.278,27
2.1	500005	Subrasante conformación y compactación con equipo pesado	m2	12.840,00	1,31	16.820,40
2.2	500006	Pedraplén, conformación y compactación con equipo pesado	m3	128,40	25,01	3.211,28
2.3	500007	Mejoramiento, conformación y compactación con equipo pesado	m3	4.825,59	23,45	113.160,09
2.4	500040	Sub base conformación y compactación con equipo pesado	m3	1.956,00	29,69	58.073,64
2.5	500041	Base Granular conformación y compactación con equipo pesado	m3	1.956,00	35,93	70.279,08
2.6	500011	Imprimación asfáltica con barrido mecánico	m2	12.840,00	1,22	15.664,80
2.7	500012	Carpeta asfáltica (e=2") Ho Asf. mezclado en planta	m2	12.840,00	9,84	126.345,60
2.8	500013	Brocal de hormigón para pozos (h=20cm) y tapa (h=10cm) cónicos, D=700mm, Tipo A	u	42,00	105,35	4.424,70
2.9	500017	Recuperación de pozo, d = 600 mm	u	42,00	78,54	3.298,68
3		SEÑALIZACION				11.015,80
3.1	500018	Señalización vertical	u	5,00	148,76	743,80
3.2	500019	Pintura para señalización de tráfico, manual, franja de hasta 15cm	ml	6.420,00	1,60	10.272,00
4		MITIGACION DE IMPACTOS AMBIETALES				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						594.813,11
					12 %	71.377,57
TOTAL						666.190,68

Fuente: Elaboración propia

Son: SEISCIENTOS SESENTA Y SEIS MIL CIENTO NOVENTA CON 68/100 DÓLARES

4.2. CONCLUSIONES

En el desarrollo de este proyecto de diseño geométrico y estructural para la vía Giron-Curiquingue, se ha llevado a cabo una evaluación exhaustiva y la aplicación de las normativas pertinentes. Nuestro enfoque central ha sido mejorar y garantizar la fluidez y seguridad del tráfico a lo largo de la sección que abarca desde el punto kilométrico 0+000 hasta el punto kilométrico 2+140. Durante la fase de diseño geométrico, sea considerado meticulosamente todas las normas y estándares aplicables, abordando aspectos cruciales como la topografía del terreno, las curvas y la visibilidad.

Basándonos en los resultados de los estudios de laboratorio, se obtuvieron tres valores de CBR (California Bearing Ratio). Sin embargo, para el diseño con un nivel de confianza del 95%, se optó por tomar el valor más bajo de estos estudios, que fue del 7%. Esto se hizo para garantizar una mayor seguridad en el diseño, considerando la posibilidad de variabilidad en las condiciones del terreno.

De acuerdo con las normativas vigentes, se ha establecido una velocidad de diseño de 40 km/h para esta área específica, teniendo en cuenta la presencia de curvas con radios determinados. Esta velocidad se ha determinado tras un exhaustivo análisis que considera tanto la seguridad vial como el cumplimiento de las regulaciones pertinentes. La selección de esta velocidad de diseño tiene como objetivo garantizar condiciones óptimas de tránsito, minimizando los riesgos asociados con las curvas y asegurando el adecuado flujo de vehículos en el área en cuestión.

4.3. RECOMENDACIONES

Para empezar con el trabajo se debe realizar proceso de socialización con los residentes de la comunidad donde se llevará a cabo el trabajo de campo. Este proceso implica informar a las personas sobre la naturaleza de las actividades que se realizarán, con el objetivo de evitar posibles problemas durante la ejecución de los trabajos. La idea es establecer una comunicación abierta y transparente con la comunidad, de manera que estén al tanto de las acciones planificadas y puedan expresar cualquier preocupación o consideración que tengan. Este enfoque busca fomentar la colaboración y reducir posibles conflictos durante la ejecución de las tareas en el área.

Se aconseja implementar medidas para desviar el agua de lluvia lejos de la carretera con el fin de prevenir daños. Esta acción busca evitar que el agua acumulada en la superficie de la carretera cause deterioro o peligro para los usuarios.

Se recomienda realizar un mantenimiento regular de la carretera para evitar su deterioro. Esto se hace con el fin de asegurar que la vía permanezca en buenas condiciones y no sufra daños que puedan afectar su funcionalidad o seguridad. El mantenimiento periódico ayuda a prevenir problemas futuros y a prolongar la vida útil de la carretera, lo que resulta beneficioso tanto para los usuarios como para la infraestructura en sí.

5. BIBLIOGRAFIA

Corredor, JG (2015). Implementación de modelos de elevación obtenidos mediante topografía convencional y topografía con drones para el diseño geométrico de una vía en rehabilitación sector Tuluá – Rio Frio. Recuperado de: <http://hdl.handle.net/10654/7596>.

Vega Cuevas, Z. Y. (2018). Análisis de la capacidad y niveles de servicio de las vías de ingreso a la ciudad de Cajamarca perteneciente a la red vial nacional.

Ospina, J. J. A. (2002). Diseño geométrico de vías. Trabajo de grado para optar al título de Especialista en Vías y Transporte, Universidad Nacional de Colombia sede Medellín, Medellín.

Ricardo, A., & Morales, G. (s/f). *DISEÑO DE PAVIMENTO ASFÁLTICO POR EL METODO AASHTO-93 EMPLEANDO EL SOFTWARE DISAASHTO-93*.

Core.ac.uk. Recuperado el 20 de octubre de 2023, de <https://core.ac.uk/download/pdf/143451539.pdf>

Oswaldo, A., Santana, M., & Pérez, I. M. L. (s/f). *UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO*. Edu.ec. Recuperado el 20 de octubre de 2023, de <https://repositorio.uta.edu.ec/jspui/bitstream/123456789/23638/1/Tesis%201037%20-%20Manotoa%20Santana%20Andr%C3%A9s%20Oswaldo.pdf>

TOMO, I. PLAN DE DESARROLLO Y ORDENAMIENTO TERRITORIAL CANTONAL DE GIRÓN CONTENIENDO AL PLAN DE USO Y GESTIÓN DEL SUELO RURAL.

Campos, A. J. (2016). *DISEÑO GEOMETRICO Y ESTRUCTURAL DEL PAVIMENTO*. Obtenido de <file:///C:/Users/USER/Downloads/Tesis%201009%20-%20Campos%20Villafuerte%20%C3%81ngel%20Javier.pdf>

Carranza, A. F. (2015.). *LAS CONDICIONES DE LAS VÍAS EL MIRADOR YAYULIHUÍ ALTO Y EL MIRADOR - RUMIPAMBA.* Obtenido de

file:///C:/Users/USER/Downloads/Tesis%20842%20-%20Palacios%20Carranza%20Alex%20Fabi%C3%A1n.pdf

Freire, C. (2020). *Universidad tecnica de ambato* . Obtenido de

file:///C:/Users/USER/Downloads/Tesis%20I.%20C.%201386%20-%20Freire%20Ruiz%20Cristhian%20Dar%C3%ADo-2.pdf

GEOMETRICO, M. D. (2008). *Invias* .

Girón, P. D. (2014). Obtenido de https://www.giron.gob.ec/wp-content/uploads/2021/05/PDOT_GAD-Municipal-Giron.pdf

J.CARDENAS. (2013). *Diseño Geometrico de carreteras.* Colombia: Sengunda edicion.

Manual de diseño geometrico de carreteras, I. (2008). *Manual de diseño geometrico de carreteras.*

MTOP. (2003). *Normas de Diseño Geometrico de carreteras* .

Plan De Desarrollo y Ordenamiento Territorial, G. (2014). *Gob.EC.* Obtenido de https://www.giron.gob.ec/wp-content/uploads/2021/05/PDOT_GAD-Municipal-Giron.pdf

Larenas Loor, F. G. (2009). El diseño geométrico de corredores exclusivos de transporte para ciudades de la sierra y su incidencia en la disminución de tiempos de viaje y costos de operación (Master's thesis, Universidad Técnica de Ambato. Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica. Maestría en Vías Terrestres).

Crispín Quispe, D, De la Cruz Cueva, D y Saenz Paulino, I. (2021). Propuesta de diseño geométrico y señalización para incrementar la demanda vehicular y mejorar la seguridad vial en la carretera La Mejorada-Paucará. Universidad San Ignacio de Loyola.

Llopis Castelló, D. (2018). Desarrollo de una metodología para el diseño y mejorade

carreteras convencionales a partir del análisis de la seguridad vial mediante modelos de consistencia (Doctoral dissertation, Universitat Politècnica de València).

Wazhima Clavijo, G. A. Diseño geométrico y diseño de la estructura de pavimento de la vía de acceso a Yunquil, entre las abscisas 4+ 251 hasta 9+ 205 km, en el cantón Saraguro de la provincia de Loja (Bachelor's thesis, Universidad de Cuenca).

Baque, J., Cuadrado, L., & Palacios, B. (2022). Análisis comparativo topográfico sobre levantamientos altimétricos con RTK GNSS, Estación Total y Drone en Manta. <https://doi.org/10.23857/pc.v7i8>

5.1. ANEXOS



**DISEÑO GEOMÉTRICO Y
ESTRUCTURAL DE LA VÍA GIRON-
CURIQUINGUE DE LA ABSCISA 0+000
HASTA 2+140 KM, PERTENECIENTE
AL CANTÓN
GIRON PROVINCIA DE AZUAY**

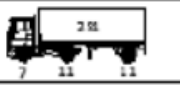

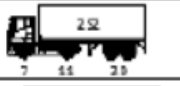
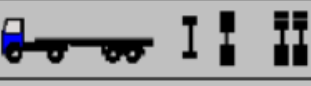
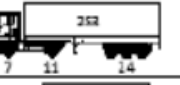
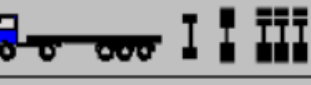

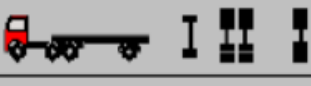

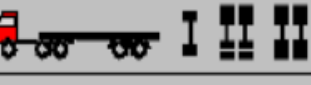



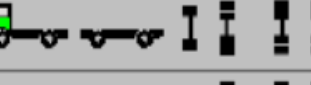
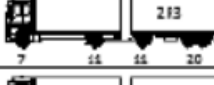
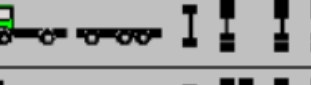
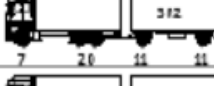
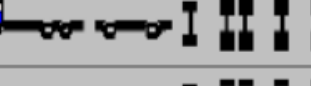
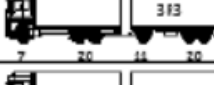
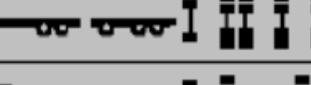
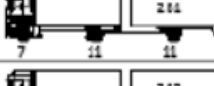
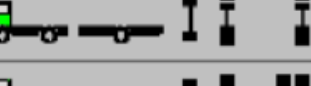
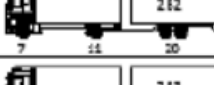
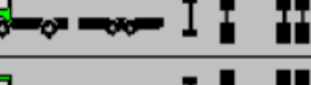
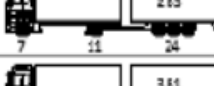
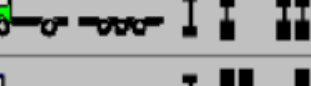
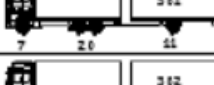

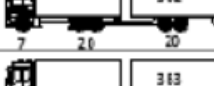
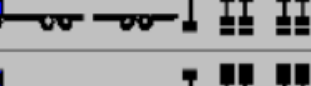
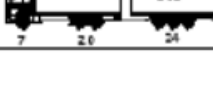
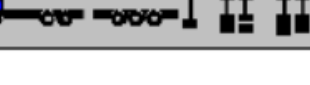
Anexo 1. Levantamiento topográfico



Anexo 2. Colocación de cámara para el conteo vehicular.



Anexo 2. Peso Bruto Vehicular

TIPO	DISTRIBUCIÓN MÁXIMA DE CARGA POR EJE	DESCRIPCIÓN	PESO BRUTO VEHICULAR MÁXIMO PERMITIDO (toneladas)	LONGITUDES MÁXIMAS PERMITIDAS (m etras)		
				Largo	Ancho	Alto
2S1			29	20,50	2,50	4,30
2S2			38	20,50	2,50	4,30
2S3			42	20,50	2,50	4,30
3S1			38	20,50	2,50	4,30
3S2			47	20,50	2,50	4,30
3S3			48	20,50	2,50	4,30
2R2			40	20,50	2,50	4,30
2R3			45	20,50	2,50	4,30
3R2			48	20,50	2,50	4,30
3R3			48	20,50	2,50	4,30
2B1			29	20,50	2,50	4,30
2B2			38	20,50	2,50	4,30
2B3			42	20,50	2,50	4,30
3B1			38	20,50	2,50	4,30
3B2			47	20,50	2,50	4,30
3B3			48	>20,50	3,00	4,30

Fuente: (NEVI, 2012)

Anexo 3. Conteo Vehicular ingreso

RESUMEN DIARIO DE CONTEO DE TRAFICO POR INTERSECCION (VEHICULOS, MOTOS y BICIS)										
Interseccion: Av. 24 de Mayo y Av. Gapal					INICIO 00H00					
viernes, 2 de diciembre de 2022					FIN 24H00					
FECHA:		Camiones					Motos	Bicis	Peatonos	
		C-2D	C-2DB	C-3A	C-4C	V2DB				
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	
1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	
2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	

3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
6	0	0	0	0	0	0	1	0	0	
1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
5	0	0	0	0	0	0	2	0	0	
7	0	0	0	0	0	0	2	0	0	
3	0	0	0	0	0	0	1	0	0	
4	0	0	0	0	0	0	3	0	0	
2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
5	0	0	0	0	0	0	1	0	0	
1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
2	0	1	0	0	0	0	0	0	0	
2	0	0	0	0	0	0	1	0	0	
3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
2	0	0	0	0	0	0	1	0	0	
3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
6	0	0	0	0	0	0	2	0	0	
2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
6	0	1	0	0	0	0	0	0	0	
3	0	0	0	0	0	0	1	0	0	
4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
4	0	0	0	1	0	0	0	0	0	
5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
6	0	1	0	0	0	0	1	0	0	
7	0	0	0	0	0	0	1	0	0	
2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
5	0	0	0	0	0	0	1	0	0	
2	0	0	0	0	0	0	1	0	0	

1	0	0	0	2	0	0	0	0	0
1	0	0	0	0	0	0	2	0	0
4	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	0	0	0	0	0	0	1	0	0
3	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1	0	0	0	1	0	0	0	0	0
5	0	0	0	0	0	0	1	0	0
1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	1	0	0	1	0	0
2	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4	0	0	0	0	0	0	3	0	0
1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
2	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1	0	0	0	0	0	0	0	0	0

2	0	0	0	0	0	0	1	0	0	
2	0	0	0	0	0	0	1	0	0	
3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
0	0	4	0	0	0	0	0	0	0	
2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
181	0	8	0	5	0	0	31	0	0	
194							31	0	0	

FUENTE: Autor

Anexo 4. Conteo Vehicular ingreso

RESUMEN DE CONTEO DE TRAFICO POR INTERSECCION (VEHICULOS Y MOTOS)														
Interseccion: Av. 24 de Mayo y Av. Gapal														
FECHA: viernes, 2 de diciembre de 2022							INICIO	00H00						
							FIN	24H00						
LIVIANOS					BUSES		Camiones							
							C-2D	C-2DB	C-3A	C-4C	V2DB	Motos	Bicis	Peatones
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1	0	1	0	0	0	0	4	0	1
4	0	0	0	1	0	0	1	0	0
2	0	0	0	0	0	0	1	0	0
5	0	0	0	1	0	0	2	0	0
4	0	0	0	0	0	0	0	0	0
6	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4	0	0	0	1	0	0	0	0	0
3	0	0	0	0	0	0	1	0	0

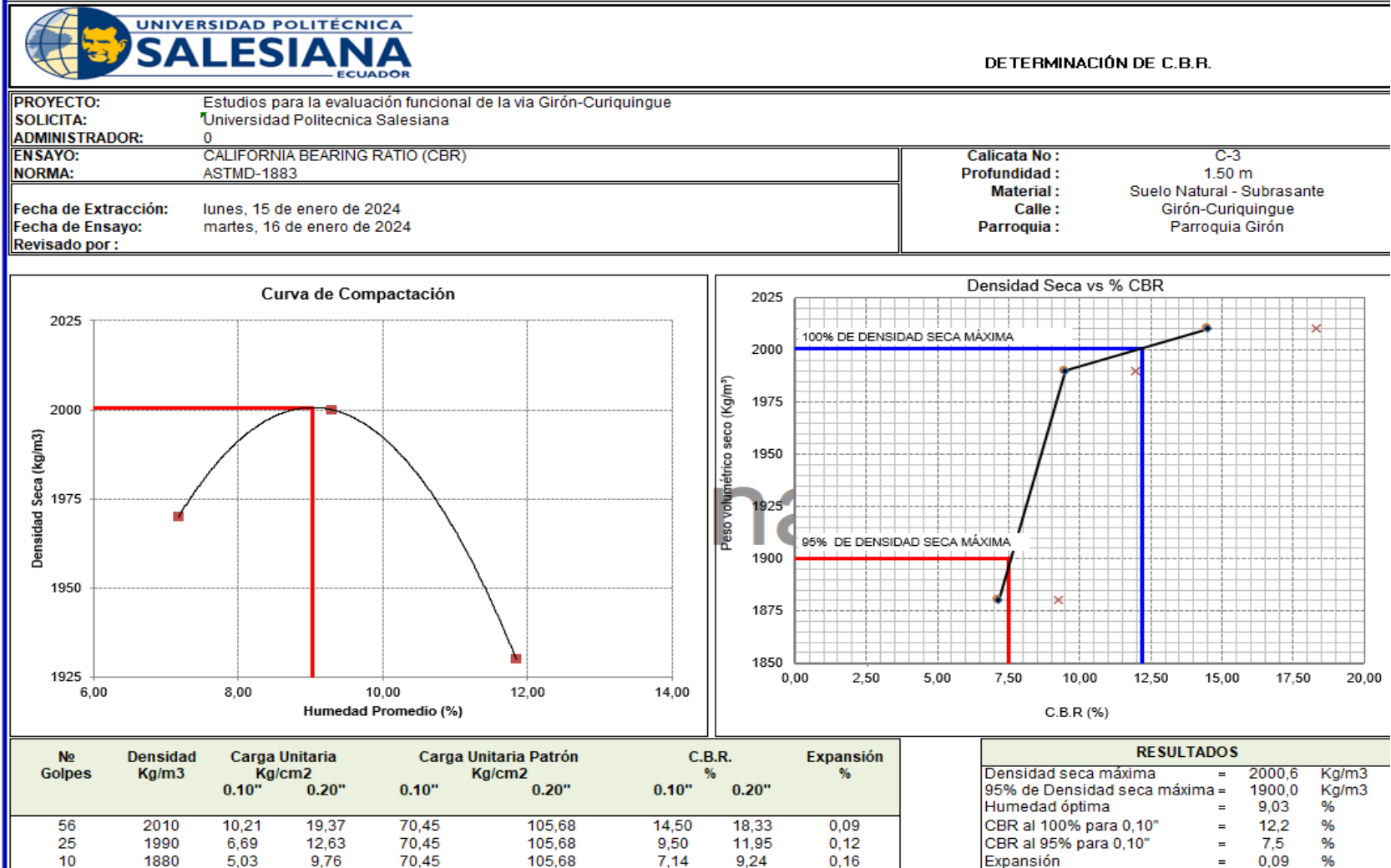
1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5	0	0	0	0	0	0	1	0	0
2	0	0	0	0	0	0	3	0	0
2	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4	0	0	0	1	0	0	0	0	0
3	0	0	0	0	0	0	0	0	0
6	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3	0	1	0	0	0	0	1	0	0
6	0	0	0	0	0	0	2	0	0
8	0	0	0	1	0	0	0	0	0
6	0	0	0	0	0	0	1	0	0
6	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4	0	0	0	0	0	0	0	0	0
7	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	0	1	0	0	0	0	1	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	0	0	0	2	0	0	0	0	0
4	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5	0	0	0	0	0	0	0	0	0
6	0	0	0	1	0	0	1	0	0
1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1	0	0	0	0	0	0	0	0	0

2	0	0	0	1	0	0	2	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	1	0	9
1	0	0	0	1	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3	0	0	0	1	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1	0	0	0	0	0	0	1	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
2	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1	0	0	0	0	0	0	1	0	0
3	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1	0	0	0	0	0	0	0	0	0

0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	0	0	0	0	0	0	0	0	0
179	0	3	0	12	0	0	26	0	10
194							26	0	10

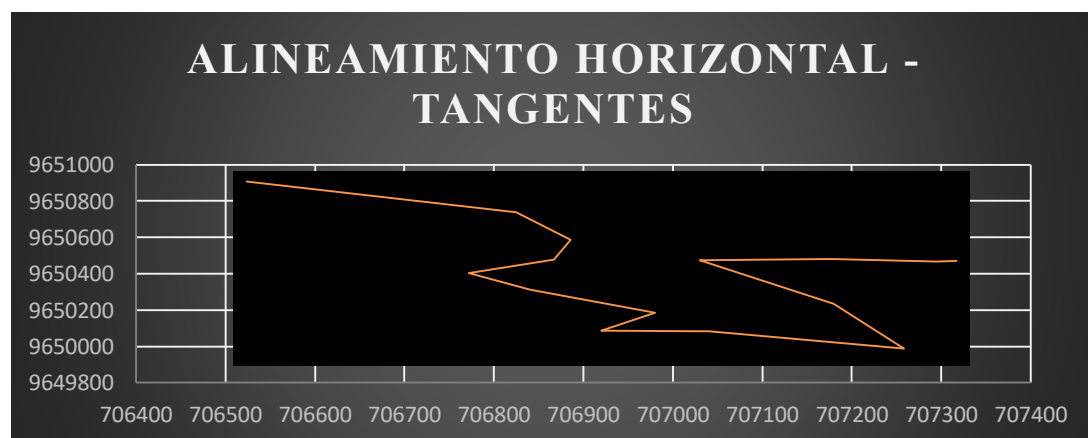
FUENTE. Autor.

Anex4. Resultado laboratorio.



Anexo 5. Alineamiento Horizontal.

DISEÑO RECTAS TANGENTES ALINEAMIENTO HORIZONTAL							
KM	ELEMENTO	C. NORTE	C. ESTE	DISTANCIA	ÁNGULO	AZIMUT	DELTA
0	INICIO	9650906,85	706523,5				
345,16	PI1	9650738,1	706824,6	345,16	-29,26823	150,73	38,629
508,37	PI2	9650586,89	706886,01	163,20	-67,89675	112,10	31,933
620,30	PI3	9650476,6	706866,9	111,93	80,16993	80,17	42,572
739,95	PI4	9650403,6	706772,1	119,65	37,59779	37,60	89,191
853,83	PI5	9650312,4	706840,3	113,88	-53,21060	126,79	11,289
1041,99	PI6	9650186,69	706980,3	188,16	-41,92157	138,08	79,225
1158,61	PI7	9650086,88	706919,98	116,62	58,85341	58,85	119,804
1279,82	PI8	9650084,04	707041,16	121,21	-1,34255	178,66	22,456
1517,70	PI9	9649988,05	707258,81	237,88	-23,79888	156,20	131,614
1776,40	PI10	9650234,35	707179,66	258,71	-72,18488	287,82	20,440
2059,23	PI11	9650474,67	707030,54	282,83	-58,18015	301,82	115,040
2205,17	PI12	9650482,29	707176,28	145,94	2,99298	182,99	10,592
2324,95	PI13	9650466,45	707295,01	119,78	-7,59907	172,40	18,400
2347,17	FINAL	9650470,8	707316,8	22,22	11,28970	191,29	191,290



DISEÑO DE CURVAS HORIZONTALES - ALINEAMIENTO HORIZONTAL

CURVA 1		SIMPLE	DERECHA
DATOS:			
DELTA	Δ:	38,629	
RADIO	R:	110,08	m
VELOCIDAD	V:	40	km/h
L.RECTA TANGENTE	LT:	345,16	m
LONGITUD DE CUERDA	LCUERDA:	72,82	m
TANGENTE	T:	38,581	m
GRADO DE CURVATURA	GC:	37,90	m
L. CURVA	LC:	74,22	m
EXTERNA	E:	6,565	
ORDENADA MEDIA	M:	6,20	
DEFLEXIÓN POR METRO	DEF:	0,26	/m
PI	PC	PT	
345,16	306,583	380,80	

CURVA 2		SIMPLE	DERECHA
DATOS:			
DELTA	Δ:	31,933	
RADIO	R:	132,81	m
VELOCIDAD	V:	40	km/h
L.RECTA TANGENTE	LT:	163,20	m
LONGITUD DE CUERDA	LCUERDA:	73,07	m
TANGENTE	T:	38,00	m
GRADO DE CURVATURA	GC:	31,52	m
L. CURVA	LC:	74,02	m
EXTERNA	E:	5,33	
ORDENADA MEDIA	M:	5,12	
DEFLEXIÓN POR METRO	DEF:	0,22	/m
PI	PC	PT	
506,00	468,006	542,03	

CURVA 3		SIMPLE	DERECHA
DATOS:			
DELTA	Δ:	42,572	
RADIO	R:	47	m
VELOCIDAD	V:	40	km/h
L.RECTA TANGENTE	LT:	111,93	m
LONGITUD DE CUERDA	LCUERDA:	34,12	m
TANGENTE	T:	18,31	m
GRADO DE CURVATURA	GC:	41,60	m
L. CURVA	LC:	34,92	m
EXTERNA	E:	3,44	
ORDENADA MEDIA	M:	3,21	
DEFLEXIÓN POR METRO	DEF:	0,61	/m

PI 615,96	PC 597,649	PT 632,57	
CURVA 4			
		SIMPLE	DERECHA
DATOS:			
DELTA	Δ:	89,191	
RADIO	R:	42,88	m
VELOCIDAD	V:	40	km/h
L.RECTA TANGENTE	LT:	119,65	m
LONGITUD DE CUERDA	LCUERDA:	60,21	m
TANGENTE	T:	42,28	m
GRADO DE CURVATURA	GC:	80,45	m
L. CURVA	LC:	66,75	m
EXTERNA	E:	17,34	
ORDENADA MEDIA	M:	12,35	
DEFLEXIÓN POR METRO	DEF:	0,67	/m
PI 733,91	PC 691,631	PT 758,38	

CURVA 5			
		SIMPLE	DERECHA
DATOS:			
DELTA	Δ:	11,289	
RADIO	R:	285,74	m
VELOCIDAD	V:	40	km/h
L.RECTA TANGENTE	LT:	113,88	m
LONGITUD DE CUERDA	LCUERDA:	56,21	m
TANGENTE	T:	28,24	m
GRADO DE CURVATURA	GC:	11,27	m
L. CURVA	LC:	56,30	m
EXTERNA	E:	1,39	

ORDENADA MEDIA	M:	1,39	
DEFLEXIÓN POR METRO	DEF:	0,10	/m
PI 829,98	PC 801,741	PT 858,04	

CURVA 6		SIMPLE	DERECHA
DATOS:			
DELTA	Δ:	79,225	
RADIO	R:	33,53	m
VELOCIDAD	V:	40	km/h
L.RECTA TANGENTE	LT:	188,16	m
LONGITUD DE CUERDA	LCUERDA:	42,76	m
TANGENTE	T:	27,75	m
GRADO DE CURVATURA	GC:	73,06	m
L. CURVA	LC:	46,36	m
EXTERNA	E:	9,99	
ORDENADA MEDIA	M:	7,70	
DEFLEXIÓN POR METRO	DEF:	0,85	/m
PI 1017,96	PC 990,206	PT 1036,57	

CURVA 7		SIMPLE	DERECHA
DATOS:			
DELTA	Δ:	119,804	
RADIO	R:	31,37	m
VELOCIDAD	V:	40	km/h
L.RECTA TANGENTE	LT:	116,62	m
LONGITUD DE CUERDA	LCUERDA:	54,28	m
TANGENTE	T:	54,12	m
GRADO DE CURVATURA	GC:	99,14	m

L. CURVA	LC:	65,59	m
EXTERNA	E:	31,18	
ORDENADA MEDIA	M:	15,64	
DEFLEXIÓN POR METRO	DEF:	0,91	/m
PI 1125,44	PC 1071,319	PT 1136,91	

CURVA 8		SIMPLE	DERECHA
DATOS:			
DELTA	Δ:	22,456	
RADIO	R:	71,36	m
VELOCIDAD	V:	40	km/h
L.RECTA TANGENTE	LT:	121,21	m
LONGITUD DE CUERDA	LCUERDA:	27,79	m
TANGENTE	T:	14,17	m
GRADO DE CURVATURA	GC:	22,31	m
L. CURVA	LC:	27,97	m
EXTERNA	E:	1,39	
ORDENADA MEDIA	M:	1,37	
DEFLEXIÓN POR METRO	DEF:	0,40	/m
PI 1204,01	PC 1189,840	PT 1217,81	

CURVA 9		SIMPLE	DERECHA
DATOS:			
DELTA	Δ:	131,614	
RADIO	R:	31,31	m
VELOCIDAD	V:	40	km/h
L.RECTA TANGENTE	LT:	237,88	m
LONGITUD DE CUERDA	LCUERDA:	57,12	m
TANGENTE	T:	69,69	m

GRADO DE CURVATURA	GC:	104,53	m
L. CURVA	LC:	71,92	m
EXTERNA	E:	45,09	
ORDENADA MEDIA	M:	18,48	
DEFLEXIÓN POR METRO	DEF:	0,91	/m
PI 1441,52	PC 1371,829	PT 1443,75	
CURVA 10		SIMPLE	DERECHA
DATOS:			
DELTA	Δ:	20,440	
RADIO	R:	91,18	m
VELOCIDAD	V:	40	km/h
L.RECTA TANGENTE	LT:	258,71	m
LONGITUD DE CUERDA	LCUERDA:	32,36	m
TANGENTE	T:	16,44	m
GRADO DE CURVATURA	GC:	20,33	m
L. CURVA	LC:	32,53	m
EXTERNA	E:	1,47	
ORDENADA MEDIA	M:	1,45	
DEFLEXIÓN POR METRO	DEF:	0,31	/m
PI 1632,77	PC 1616,327	PT 1648,85	

CURVA 11		SIMPLE	DERECHA
DATOS:			
DELTA	Δ:	115,040	
RADIO	R:	42,42	m
VELOCIDAD	V:	40	km/h
L.RECTA TANGENTE	LT:	282,83	m
LONGITUD DE CUERDA	LCUERDA:	71,57	m
TANGENTE	T:	66,64	m
GRADO DE CURVATURA	GC:	96,67	m
L. CURVA	LC:	85,17	m
EXTERNA	E:	36,57	
ORDENADA MEDIA	M:	19,64	
DEFLEXIÓN POR METRO	DEF:	0,68	/m
PI 1915,24	PC 1848,604	PT 1933,78	

CURVA 12		SIMPLE	DERECHA
DATOS:			
DELTA	Δ:	10,592	
RADIO	R:	218,58	m
VELOCIDAD	V:	40	km/h
L.RECTA TANGENTE	LT:	145,94	m
LONGITUD DE CUERDA	LCUERDA:	40,35	m
TANGENTE	T:	20,26	m
GRADO DE CURVATURA	GC:	10,58	m
L. CURVA	LC:	40,41	m
EXTERNA	E:	0,94	
ORDENADA MEDIA	M:	0,93	

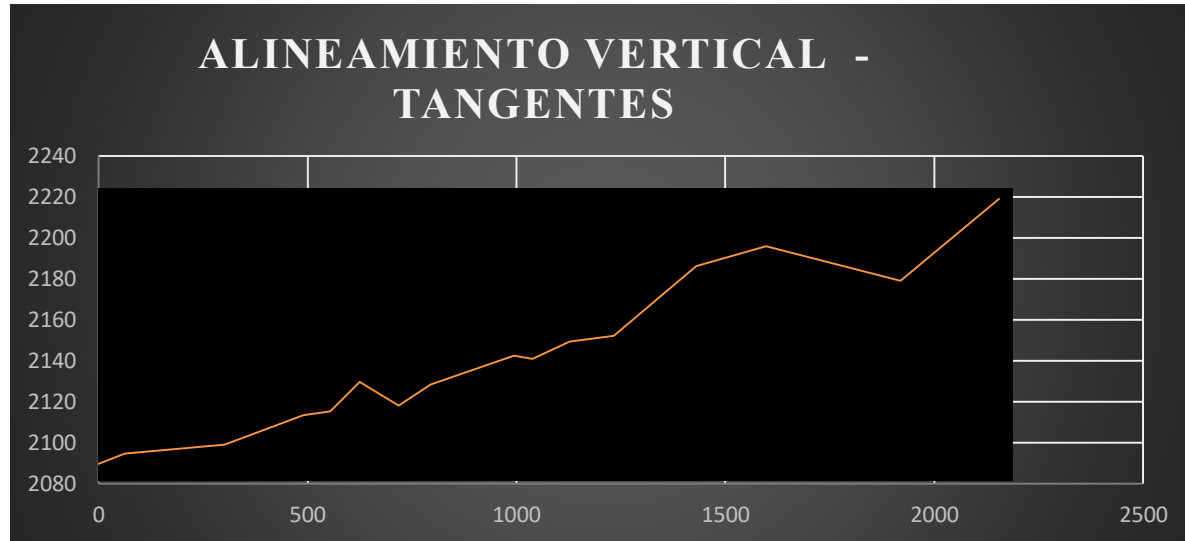
DEFLEXIÓN POR METRO	DEF:	0,13	/m
PI 2013,08	PC 1992,817	PT 2033,22	

CURVA 13		SIMPLE	DERECHA
DATOS:			
DELTA	Δ:	18,400	
RADIO	R:	110,53	m
VELOCIDAD	V:	40	km/h
L.RECTA TANGENTE	LT:	119,78	m
LONGITUD DE CUERDA	LCUERDA:	35,34	m
TANGENTE	T:	17,90	m
GRADO DE CURVATURA	GC:	18,32	m
L. CURVA	LC:	35,50	m
EXTERNA	E:	1,44	
ORDENADA MEDIA	M:	1,42	
DEFLEXIÓN POR METRO	DEF:	0,26	/m
PI 2132,74	PC 2114,843	PT 2150,34	

ALINEAMIENTO VERTICAL

ABSCISA	ELEVACIÓN
0	2089,5
63,2	2094,671
301,93	2099,081
490,63	2113,308
554,5	2115,343
624,1	2129,805
718,47	2118
794,83	2128,425
994,09	2142,506
1038,61	2141
1126,79	2149,46
1232,1	2152

1430,13	2186,283
1596,81	2195,8
1919,66	2179,001
2154,77	2218,9



ALINEAMIENTO VERTICAL CURVAS VERTICALES CÓNCAVAS Y CONVEXAS

PI	ELEVACIÒN	PENDIENTE m	PENDIENTE n	A	K	RADIO	LONG. CV	TIPO DE C.
63,2	2094,671	7,47%	1,89%	5,58%	8,895	889,454	49,634	CONVEXA
301,93	2099,081	1,89%	7,54%	5,65%	12,812	1281,167	72,388	CÓNCAVA
490,63	2113,308	7,54%	3,19%	4,35%	8,714	871,386	37,906	CONVEXA
554,5	2115,343	3,19%	20,78%	17,59%	1,252	125,162	22,023	CÓNCAVA
624,1	2129,805	20,78%	-12,51%	33,29%	2,576	257,56	85,755	CONVEXA
718,47	2118	-12,51%	13,65%	26,16%	3,182	318,192	83,241	CÓNCAVA
794,83	2128,425	13,65%	7,07%	6,58%	6,266	626,605	41,230	CONVEXA
994,09	2142,506	7,07%	-3,38%	10,45%	1,845	184,453	19,280	CONVEXA
1038,61	2141	-3,38%	9,59%	12,97%	3,141	314,114	40,74	CÓNCAVA
1126,79	2149,46	9,59%	2,41%	7,18%	4,882	488,154	35,053	CONVEXA
1232,1	2152	2,41%	17,31%	14,9%	5,898	589,811	87,880	CÓNCAVA
1430,13	2186,283	17,31%	5,71%	11,6%	3,554	355,369	41,23	CONVEXA
1596,81	2195,8	5,71%	-5,20%	10,91%	9,291	929,136	101,4	CONVEXA
1919,66	2179,001	-5,20%	16,97%	22,17%	9,02	901,955	200,0	CÓNCAVA

CRONOGRAMA Y PRESUPUESTO.

Nº	Item	Descripción	Unidad	Cantidad	U. Original	U. Total	Reemplazo	U. Equivalente	U. Original (Cód.)	U. Original (Cód.)	U. Original (Cód.)	Procesos	01/01/2024	02/01/2024	03/01/2024	04/01/2024	05/01/2024	06/01/2024	07/01/2024	08/01/2024	09/01/2024	10/01/2024	11/01/2024	12/01/2024	01/02/2024	02/02/2024	03/02/2024	04/02/2024	05/02/2024	06/02/2024	07/02/2024	08/02/2024	09/02/2024	10/02/2024	11/02/2024	12/02/2024			
1	1	1.0344 PIELAS VALES		17.046																																			
2	13	Reparación y pintura de las	m ²	3740	3.00	7.487,00	0,00	3,58	83447632324	7402324																													
3	12	Exclusión de malla con entonador	m ²	187144	1,08	207,72	0,04	4,42	2147632324	7402324																													
4	13	Exclusión de malla metálica en capilar	m ²	8838	1,20	1.077,38	1,20	1,20	208447632324	7402324																													
5	14	Cargado de material con cargadora	m ³	207814	1,00	14.044	0,00	4,50	205447632324	7402324																													
6	15	Transporte de materiales hasta 4m. incluye	m ³	207814	1,22	25.959	0,04	0,00	208447632324	7402324																													
7	16	Cableado de malla para energía	m ² km	17061	1,28	22.368,80	0,00	1,32	2147632324	7402324																													
8	7	ESTRUCTURA VAG		49378					5447632324	3102324																													
9	21	Laboreo conformado y compactación	m ²	1246	1,00	10.820,40	0,00	1,00	14447632324	2402324																													
10	22	Rebaje conformado y compactación	m ²	1254	0,00	1.077,38	0,04	0,00	19447632324	2402324																													
11	23	Magranado, conformado y compactación	m ²	48559	23,45	10.78	0,04	2,35	8429632324	1042324																													
12	24	Sub base conformado y compactación	m ²	995	29,89	18.97	0,04	0,00	84447632324	2402324																													
13	25	Base Chapea conformado y compactación	m ²	995	35,90	20.78	0,04	0,00	57847632324	0402324																													
14	26	Empalmado artificial con banda mecánica	m ²	1246	1,22	10.84,80	0,00	1,24	847632324	1102324																													
15	27	Cayado artificial 2x25m. Ancl. mecánico en	m ²	1246	0,84	10.34	0	0,72	9429632324	3102324																													
16	28	Banco de hormigón para apoyo de tubería	m ²	42	25,30	4.42,50	0,2	0,16	84447632324	2402324																													
17	29	Recuperación de pasto, 4 x 600 mm	m ²	42	78,54	3.298,68	2	1,5	747632324	2402324																													
18	3	REALIZACION		70780					8447632324	7402324																													
19	1	1. Instalación vertical	m	5	148,78	743,89	4	0,5	843232324	01042324																													
20	32	Protección para señalización de tráfico, manual	m ²	8400	1,40	10.172,00	0,1	16,77	45447632324	7402324																													
21	4	INTIGACION EN INFRACTOS ALTERNATIVOS		2.470,00					84447632324	0402324																													
22	43	Cableado de fibra óptica de Proyecto	m	2	49.044	98.088	6,0	0,00	00731632324	0402324																													
23	42	Instalación con cable	m ²	600	0,20	108,00	0,00	0,00	1047632324	7402324																													
24	43	Paralelo con base de hormigón, 0,70 x 0,70	m ²	80	0,48	38,40	0,0	0,17	29447632324	7402324																													
25	44	Cableado de sistema BLS	m ²	600	0,20	144,00	0,00	0,00	10447632324	0402324																													
26	45	Plataforma Social	global	1	700,80	700,80	1	0	1047632324	7402324																													

Codigo	Descripcion	Unidad	Cantidad	P.Unit.	P.Total	PERIODOS				
						1	2	3	4	5
	OBRAS PRELIMINARES				170.048,76	1.623.295,89	-1.453.247,13	0,00	0,00	0,00
500004	Replanteo y nivelación de vías	ml	2.140,00	3,50	7.490,00	100,00	7.490,00	0,00	0,00	0,00
500010	Excavación a máquina con retroexcavadora	m3	19.271,44	1,96	37.772,02	1.000,00	377.720,20	-900,00	-339.948,18	0,00
500014	Excavación manual material sin clasificar	m3	96,36	12,53	1.207,39	1.000,00	12.073,90	-900,00	-10.866,51	0,00
500001	Cargado de material con cargadora	m3	25.178,14	1,37	34.494,05	1.000,00	344.940,50	-900,00	-310.446,45	0,00
500002	Transporte de materiales hasta 6 km, incluye pago en escombrera	m3	25.178,14	2,22	55.895,47	982,50	549.172,99	-882,50	-493.277,52	0,00
500003	Sobreacarreo de materiales para desalojo, lugar determinado por el Fiscalizador, Distancia > 6 Km	m3-km	127.653,18	0,26	33.189,83	1.000,00	331.898,30	-900,00	-298.708,47	0,00
	ESTRUCTURA VIAL				411.278,27	0,00	86.456,86	323.369,17	1.452,24	0,00
500005	Subrasante conformación y compactación con equipo pesado	m2	12.840,00	1,31	16.820,40	0,00	0,00	100,00	16.820,40	0,00
500006	Pedraplén, conformación y compactación con equipo pesado	m3	128,40	25,01	3.211,28	0,00	0,00	100,00	3.211,28	0,00
500007	Mejoramiento, conformación y compactación con equipo pesado	m3	4.825,59	23,45	113.160,09	0,00	0,00	51,88	58.701,80	48,13
500040	Sub base conformación y compactación con equipo pesado	m3	1.956,00	29,69	58.073,64	0,00	0,00	0,00	0,00	100,00
500041	Base Granular conformación y compactación con equipo pesado	m3	1.956,00	35,93	70.279,08	0,00	0,00	0,00	0,00	300,00
500011	Imprimación asfáltica con barrido mecánico	m2	12.840,00	1,22	15.664,80	0,00	0,00	0,00	0,00	100,00
500012	Carpeta asfáltica (e=2") Ho Asf. mezclado en planta	m2	12.840,00	9,84	126.345,60	0,00	0,00	0,00	0,00	100,00
500013	Brocal de hormigón para pozos (h=20cm) y tapa (h=10cm) cónicos, D=700mm, Tipo A	u	42,00	105,35	4.424,70	0,00	0,00	100,00	4.424,70	0,00
500017	Recuperación de pozo, d = 600 mm	u	42,00	78,54	3.298,68	0,00	0,00	100,00	3.298,68	0,00
	SEÑALIZACION				11.015,80	0,00	0,00	0,00	0,00	11.015,80
500018	Señalización vertical	u	5,00	148,76	743,80	0,00	0,00	0,00	0,00	100,00
500019	Pintura para señalización de tráfico, manual, franja de hasta 15cm	ml	6.420,00	1,60	10.272,00	0,00	0,00	0,00	0,00	100,00
	MITIGACION DE IMPACTOS AMBIENTALES				2.470,28	44.180,32	-2.587,52	24.522,96	-63.645,48	0,00
500028	Letrero metálico de información del Proyecto	u	2,00	484,84	969,68	1.900,00	18.423,92	2.100,00	20.363,28	2.200,00
500020	Señalización con cinta	ml	600,00	0,23	138,00	1.900,00	2.622,00	-1.800,00	-2.484,00	0,00
500021	Parante con base de hormigón, 20 usos	u	80,00	6,46	516,80	1.900,00	9.819,20	-1.800,00	-9.302,40	0,00
500022	Cobertura de plástico (5 usos)	m2	500,00	0,29	145,00	0,00	0,00	1.000,00	1.450,00	2.200,00
500023	Difusión Social	global	1,00	700,80	700,80	1.900,00	13.315,20	-1.800,00	-12.614,40	0,00
	TOTAL:				594.813,10					
SUAL						1.667.476,21	-1.369.377,80	347.892,13	-62.193,24	11.015,80
LEN %						280,34	-230,22	58,49	-10,46	1,85
MULADA						1.667.476,21	298.098,42	645.990,55	583.797,31	594.813,11
LADO EN %						280,34	50,12	108,60	98,15	100,00

Polinómica.

Proyecto vial Giron Curiquingue del Km 0+000 al km 2+140

FÓRMULA POLINÓMICA

Término	Descripción	Costo Directo	Coefficiente
B	Cuadrilla Tipo	74.527,30	0,150
C	Combustibles (O)	25.365,93	0,051
E	Equipo y maquinaria de Construc. vial	79.663,90	0,161
G	Betún petróleo (Asfalto) (O)	51.838,83	0,105
P	Materiales pétreos (Azuay)	187.255,79	0,378
R	Repuestos para maquinaria de construcción	39.831,95	0,080
X	Indice de Precios al Consumidor Urbano - Cuenca	37.193,89	0,075
Totales:		495.677,59	1,000

$PR = P0 (0.15000 B1/B0 + 0.05100 C1/C0 + 0.16100 E1/E0 + 0.10500 G1/G0 + 0.37800 P1/P0 + 0.08000 R1/R0 + 0.07500 X1/X0)$

CUADRILLA TIPO

Término	Descripción	Salario Ley	Salario Efectivo	Horas Hombre	Costo Directo	Coefficiente
401	Estructura Ocupacional E2	3,83	3,83	8.819,91	33.780,21	0,461
402	Estructura Ocupacional D2	3,87	3,87	1.054,72	4.081,77	0,063
403	Estructura Ocupacional C2	4,09	4,09	386,67	1.581,46	0,023
404	Topografía	4,29	4,29	111,34	477,63	0,007
405	Estructura Ocupacional C1 (Grupo I)	4,29	4,29	2.055,23	8.816,92	0,123
406	Estructura Ocupacional C2 (Grupo II)	4,09	4,09	660,15	2.700,02	0,040
407	Choferes Profesionales	5,15	5,62	1.700,48	9.556,72	0,102
408	Estructura Ocupacional C1	5,62	5,62	3.024,78	16.999,29	0,181
Totales:				17.813,28	77.994,02	1,000

Presupuesto.

Ítem	Código	Descripción	Unidad	Cantidad	P.Unitario	P.Total
1		OBRAS PRELIMINARES				170.048,76
1.1	500004	Replanteo y nivelación de vías	ml	2.140,00	3,50	7.490,00
1.2	500010	Excavación a máquina con retroexcavadora	m3	19.271,44	1,96	37.772,02
1.3	500014	Excavación manual material sin clasificar	m3	96,36	12,53	1.207,39
1.4	500001	Cargado de material con cargadora	m3	25.178,14	1,37	34.494,05
1.5	500002	Transporte de materiales hasta 6 km, incluye pago en escombrera	m3	25.178,14	2,22	55.895,47
1.6	500003	Sobreacarreo de materiales para desalojo, lugar determinado por el Fiscalizador, Distancia > 6 Km	m3-km	127.653,18	0,26	33.189,83
2		ESTRUCTURA VIAL				411.278,27
2.1	500005	Subrasante conformación y compactación con equipo pesado	m2	12.840,00	1,31	16.820,40
2.2	500006	Pedraplén, conformación y compactación con equipo pesado	m3	128,40	25,01	3.211,28
2.3	500007	Mejoramiento, conformación y compactación con equipo pesado	m3	4.825,59	23,45	113.160,09
2.4	500040	Sub base conformación y compactación con equipo pesado	m3	1.956,00	29,69	58.073,64
2.5	500041	Base Granular conformación y compactación con equipo pesado	m3	1.956,00	35,93	70.279,08
2.6	500011	Imprimación asfáltica con barrido mecánico	m2	12.840,00	1,22	15.664,80
2.7	500012	Carpeta asfáltica (e=2") Ho Asf. mezclado en planta	m2	12.840,00	9,84	126.345,60
2.8	500013	Brocal de hormigón para pozos (h=20cm) y tapa (h=10cm) cónicos, D=700mm, Tipo A	u	42,00	105,35	4.424,70
2.9	500017	Recuperación de pozo, d = 600 mm	u	42,00	78,54	3.298,68
3		SEÑALIZACION				11.015,80
3.1	500018	Señalización vertical	u	5,00	148,76	743,80
3.2	500019	Pintura para señalización de tráfico, manual, franja de hasta 15cm	ml	6.420,00	1,60	10.272,00
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						594.813,11
					12 %	71.377,57
TOTAL						666.190,68

REGISTRO DE ALCANTARILLAS



"SERVICIO DE CONSULTORÍA PARA LA ELABORACIÓN DE LOS DISEÑOS DEFINITIVOS DEL PROYECTO VIAL CHICAN – Y DE UZHUPUD - CERTAG, PROVINCIA DEL AZUAY".



Ficha de Registro Pasos de Agua y Atarjeas

N°01

País	Provincia	Cantón
Ecuador	Azuay	Girón

ENTRADA



Coordenadas UTM

Norte:	9650197
Este:	706975
Cota invert:	2162,243

Estructura

	SI	NO
Cabecal		x
Caja		x

Observaciones

No cuenta con una estructura de hormigón.

SALIDA



Coordenadas UTM

Norte:	9650542,98
Este:	707391,83
Cota invert:	2161,43

Estructura

	SI	NO
Cabecal		x
Caja		x

Observaciones

No cuenta con una estructura de hormigón.

ALCANTARILLA

Material	Longitud	Observaciones
PVC	8 m	
Hormigón	Diametro	
Armico	900 mm	

Sin observaciones.



"SERVICIO DE CONSULTORÍA PARA LA ELABORACIÓN DE LOS DISEÑOS DEFINITIVOS DEL PROYECTO VIAL CHICAN – Y DE UZHUPUD - CERTAG, PROVINCIA DEL AZUAY".



Ficha de Registro Pasos de Agua y Atarjeas

N°02

País Ecuador	Provincia Azuay	Cantón Girón
------------------------	---------------------------	------------------------

ENTRADA



Coordenadas UTM

Norte:	9650553,899
Este:	707401,042
Cota invert:	2239,699

Estructura

	SI	NO
Cabezal		x
Caja		x

Observaciones

No cuenta con estructura de hormigón.

SALIDA



Coordenadas UTM

Norte:	9650549,757
Este:	707389,516
Cota invert:	2239,215

Estructura

	SI	NO
Cabezal		x
Caja		x

Observaciones

No cuenta con estructura de hormigón.

ALCANTARILLA

Material	Longitud	Observaciones
PVC	9 m	
Hormigón	Diametro	
Armico	900 mm	Sin observaciones.



"SERVICIO DE CONSULTORÍA PARA LA ELABORACIÓN DE LOS DISEÑOS DEFINITIVOS DEL PROYECTO VIAL CHICAN – Y DE UZHUPUD - CERTAG, PROVINCIA DEL AZUAY".



Ficha de Registro Pasos de Agua y Atarjeas

Nº03

País	Provincia	Cantón
Ecuador	Azuay	Girón

ENTRADA



Coordenadas UTM

Norte:	9650105,777
Este:	707761,394
Cota invert:	2325,885

Estructura

	SI	NO
Cabecal	x	
Caja		x

Observaciones

Estructura y tubería deteriorada.

SALIDA



Coordenadas UTM

Norte:	9650097,576
Este:	707760,151
Cota invert:	2324,656

Estructura

	SI	NO
Cabecal	x	
Caja		x

Observaciones

Estructura y tubería deteriorada.

ALCANTARILLA

Material	Longitud	Observaciones
PVC	8,5 m	Sin observaciones.
Hormigón	Diametro	
Armico	900 mm	



"SERVICIO DE CONSULTORÍA PARA LA ELABORACIÓN DE LOS DISEÑOS DEFINITIVOS DEL PROYECTO VIAL CHICAN – Y DE UZHUPUD - CERTAG, PROVINCIA DEL AZUAY".



Ficha de Registro Pasos de Agua y Atarjeas

N°04

País	Provincia	Cantón
Ecuador	Azuay	Girón

ENTRADA



Coordenadas UTM

Norte:	9649999,26
Este:	707835,023
Cota invert:	2322,073

Estructura

	SI	NO
Cabecal	x	
Caja		x

Observaciones

Tubería con material.

SALIDA



Coordenadas UTM

Norte:	9649999,335
Este:	707827,889
Cota invert:	2322,06

Estructura

	SI	NO
Cabecal	x	
Caja		x

Observaciones

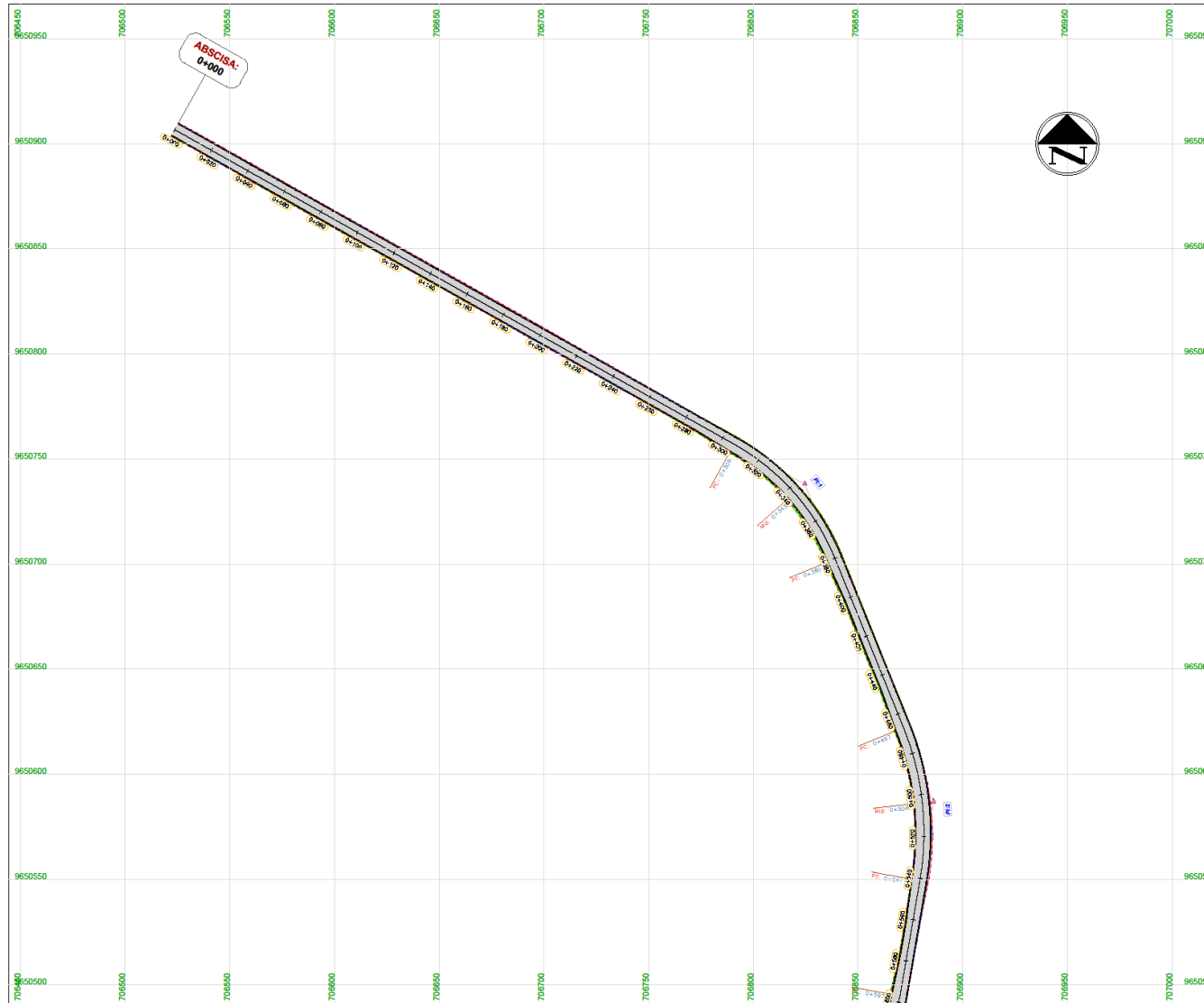
Tubería con material.

ALCANTARILLA

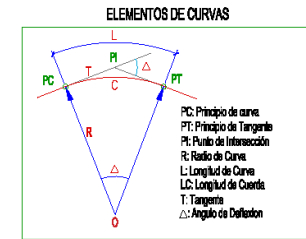
Material		Longitud	Observaciones
PVC		9 m	
Hormigón		Diametro	
Armico	x	1000 mm	
			Sin observaciones.

PLANOS.

DISEÑO GEOMÉTRICO DE LA CARRETERA GIRÓN - CURIQUINGUE PLANIMETRIA ESCALA 1:1000



ESC: 1:1000



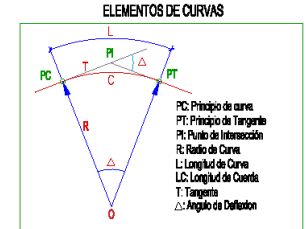
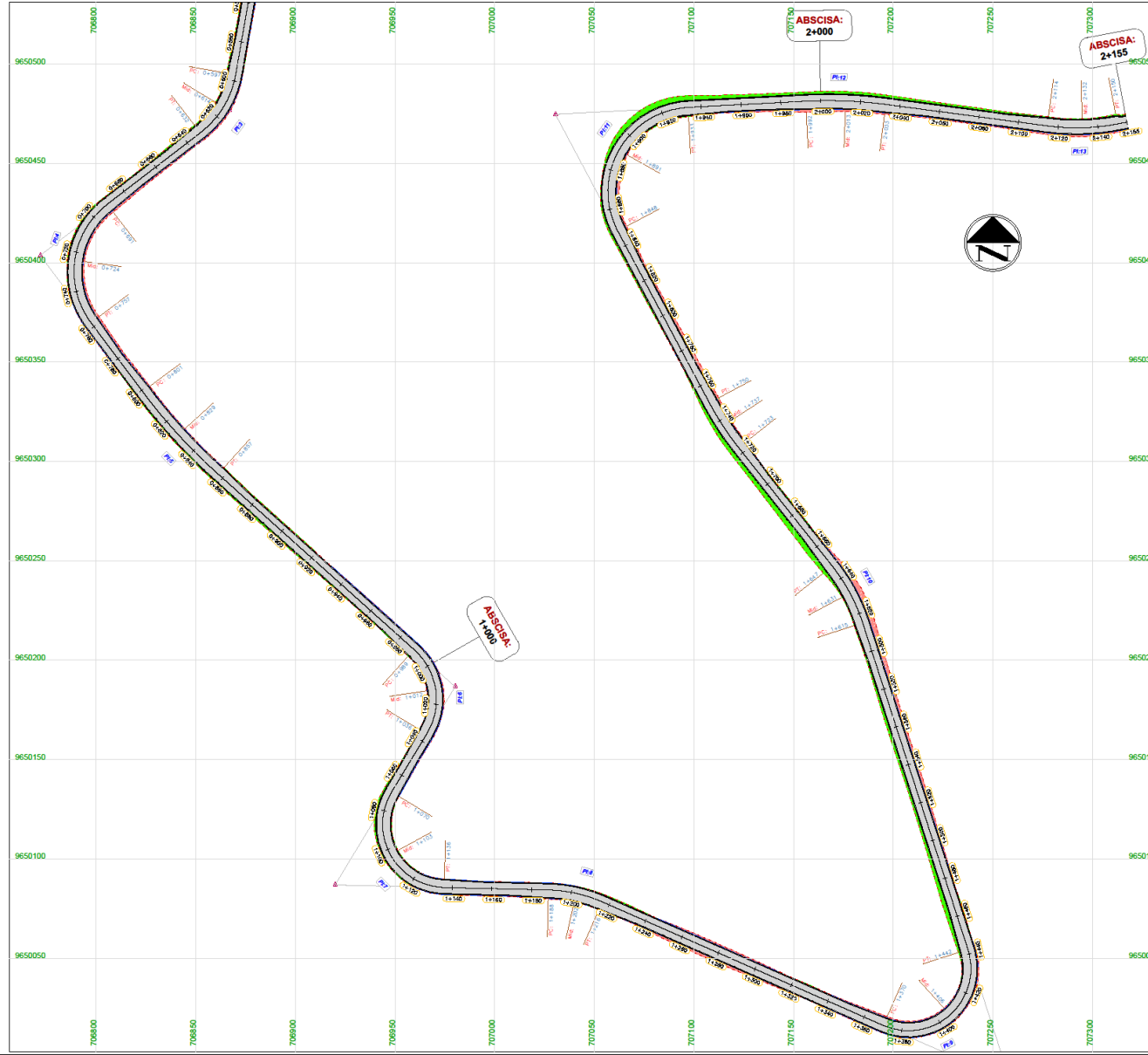
CURVAS HORIZONTALES

CURVA	R	T	LC	M	E
1	110,08	38,581	72,82	8,20	6,565
2	132,81	38,00	73,07	5,12	5,33
3	47	18,31	34,12	3,21	3,44
4	42,88	42,28	60,21	12,35	17,34
5	285,74	28,24	58,21	1,39	1,39
6	33,53	27,75	42,76	7,70	9,99
7	31,37	54,12	54,28	15,64	31,18
8	71,96	14,17	27,79	1,37	1,39
9	31,31	68,69	57,12	18,48	45,09
10	91,18	16,44	32,36	1,45	1,47
11	42,42	66,64	71,57	10,64	38,57
12	218,58	20,26	40,85	0,93	0,94
13	110,53	17,90	35,34	1,42	1,44

UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA		
PROYECTO:		
DISEÑO GEOMETRICO DE LA VIA GIRÓN CURIQUINGUE 0+000 - 2+150		
PLANO:	PLANIMETRÍA - ALINEAMIENTO HORIZONTAL	PLANO IV
CANTÓN:	GIRÓN	REVISOR:
PROVINCIA:	AZUAY	ESCALAS:
AUTORES:		FECHA:
SIMBAÑA D. - CARCHI M.		FECHA:
		ASIGNATURA:
		TRABAJO DE TITULACIÓN


DISEÑO GEOMÉTRICO DE LA CARRETERA GIRÓN - CURIQUINGUE PLANIMETRIA ESCALA 1:1000

ESC: 1:1000

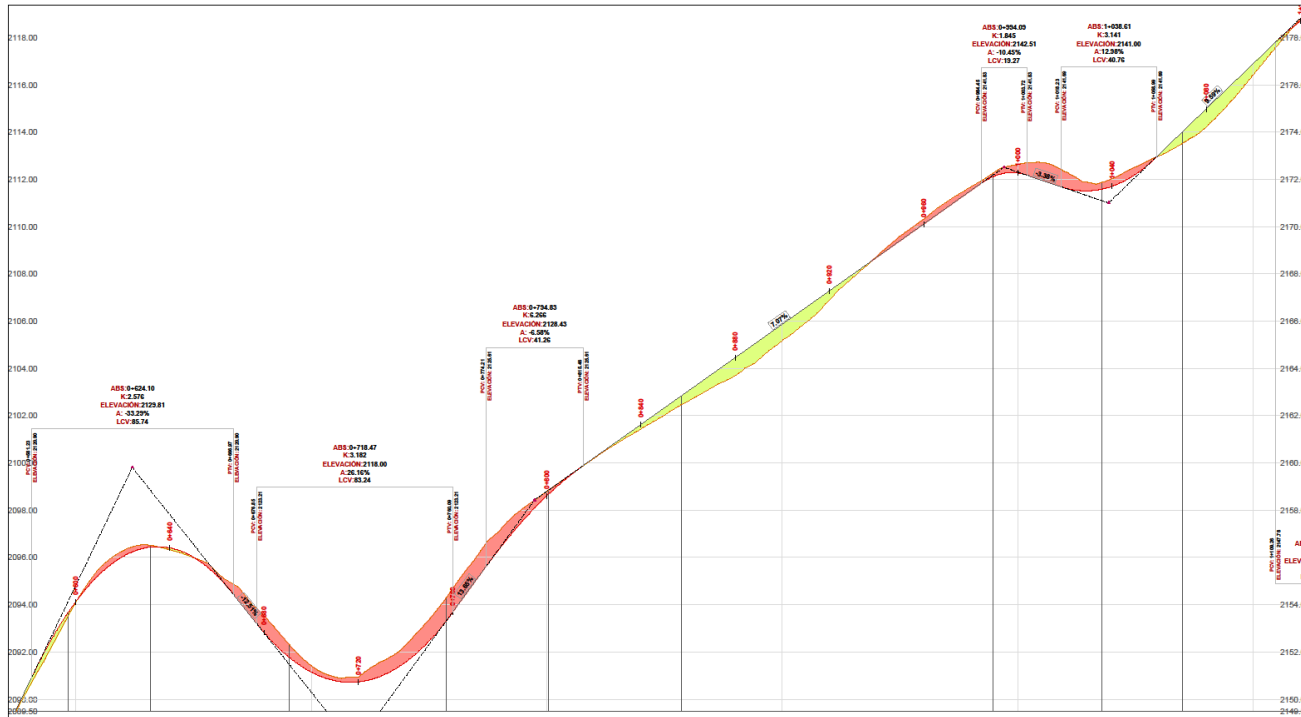


CURVAS HORIZONTALES

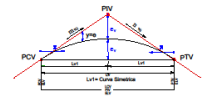
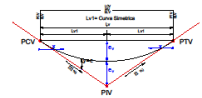
CURVA	R	T	LC	M	E
1	110,08	38,581	72,82	6,20	6,565
2	132,81	38,00	73,07	5,12	5,33
3	47	18,31	34,12	3,21	3,44
4	42,88	42,28	60,21	12,35	17,34
5	285,74	28,24	56,21	1,39	1,39
6	33,53	27,75	42,76	7,70	9,99
7	31,37	54,12	54,28	15,64	31,18
8	71,36	14,17	27,79	1,37	1,39
9	31,31	69,69	57,12	18,48	45,09
10	91,18	16,44	32,36	1,45	1,47
11	42,42	66,64	71,57	19,64	36,57
12	218,58	20,26	40,35	0,93	0,94
13	110,53	17,90	35,34	1,42	1,44

UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA			
PROYECTO:			
DISEÑO GEOMÉTRICO DE LA VIA GIRÓN CURIQUINGUE 0+000 - 2+150			
	PLANO:	PLANIMETRÍA - ALINEAMIENTO HORIZONTAL	PLANO N°
	CANTÓN:	GIRÓN	REVISOR:
	PROVINCIA:	AZUAY	ESCALA:
	AUTORES:	SIMBAÑA D. - CARCHI M.	FECHA:
		INDICADAS	
		ENERO - 2024	
		ASIRATURA: TRABAJO DE TITULACIÓN	2

DISEÑO GEOMÉTRICO DE LA CARRETERA GIRÓN - CURIQUINGUE PERFIL LONGITUDINAL ESCALA 1:1000



ELEMENTOS DE CURVAS



CURVAS VERTICALES

CURVA	PVI	% m	% n	R	LC
1	63.2	7,47%	1,89%	880.454	49.634
2	301.93	1,89%	7,54%	1281.167	72.388
3	490.83	7,54%	3,19%	871.366	37.906
4	554.5	3,19%	20,76%	125.162	22.023
5	624.1	20,76%	-12,51%	257.56	65,755
6	718.47	-12,51%	13,65%	318.192	83,241
7	794,83	13,65%	7,07%	626,605	41,230
8	994,09	7,07%	-3,38%	184,453	19,280
9	1036,61	-3,38%	9,59%	314,114	40,74
10	1126,79	9,59%	2,41%	486,154	35,053
11	1232,1	2,41%	17,31%	580,811	67,890
12	1430,13	17,31%	5,71%	355,969	41,230
13	1595,81	5,71%	-5,20%	920,136	101,4
14	1919,66	-5,20%	16,97%	901,956	200,0

ALINEAMIENTO VERTICAL	ALINEAMIENTO HORIZONTAL	ELEVACIÓN TERRENO (m.s.n.m)	ELEVACIÓN RASANTE (m.s.n.m)	ALTURA DE CORTE (m)	ALTURA DE RELLENO (m)
0+000	2	2102.00	2102.00	0.00	0.00
0+050	2	2105.00	2105.00	0.00	0.00
0+100	2	2108.00	2108.00	0.00	0.00
0+150	2	2111.00	2111.00	0.00	0.00
0+200	2	2114.00	2114.00	0.00	0.00
0+250	2	2117.00	2117.00	0.00	0.00
0+300	2	2120.00	2120.00	0.00	0.00
0+350	2	2123.00	2123.00	0.00	0.00
0+400	2	2126.00	2126.00	0.00	0.00
0+450	2	2129.81	2129.81	0.00	0.00
0+500	2	2133.00	2133.00	0.00	0.00
0+550	2	2136.00	2136.00	0.00	0.00
0+600	2	2139.00	2139.00	0.00	0.00
0+650	2	2142.00	2142.00	0.00	0.00
0+700	2	2145.00	2145.00	0.00	0.00
0+750	2	2148.00	2148.00	0.00	0.00
0+800	2	2151.00	2151.00	0.00	0.00
0+850	2	2154.00	2154.00	0.00	0.00
0+900	2	2157.00	2157.00	0.00	0.00
0+950	2	2160.00	2160.00	0.00	0.00
1+000	2	2163.00	2163.00	0.00	0.00
1+050	2	2166.00	2166.00	0.00	0.00
1+100	2	2169.00	2169.00	0.00	0.00
1+150	2	2172.00	2172.00	0.00	0.00
1+200	2	2175.00	2175.00	0.00	0.00
1+250	2	2178.00	2178.00	0.00	0.00
1+300	2	2181.00	2181.00	0.00	0.00
1+350	2	2184.00	2184.00	0.00	0.00
1+400	2	2187.00	2187.00	0.00	0.00
1+450	2	2190.00	2190.00	0.00	0.00
1+500	2	2193.00	2193.00	0.00	0.00
1+550	2	2196.00	2196.00	0.00	0.00
1+600	2	2199.00	2199.00	0.00	0.00
1+650	2	2202.00	2202.00	0.00	0.00
1+700	2	2205.00	2205.00	0.00	0.00
1+750	2	2208.00	2208.00	0.00	0.00
1+800	2	2211.00	2211.00	0.00	0.00
1+850	2	2214.00	2214.00	0.00	0.00
1+900	2	2217.00	2217.00	0.00	0.00
1+950	2	2220.00	2220.00	0.00	0.00
2+000	2	2223.00	2223.00	0.00	0.00
2+050	2	2226.00	2226.00	0.00	0.00
2+100	2	2229.00	2229.00	0.00	0.00

UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA

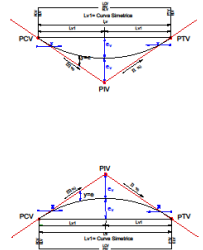
PROYECTO: **DISEÑO GEOMÉTRICO DE LA VIA GIRÓN CURIQUINGUE 0+000 - 2+150**

PLANO:	PERFIL LONGITUDINAL 0+000 - 2+150	PLANO N°
CANTON:	GIRÓN	REVISOR:
PROVINCIA:	AZUAY	ING. IVÁN MEJÍA
AUTORES:	SIMBAÑA D. - CARCHI M.	FECHA:
		ENERO - 2024
		ASIGNATURA:
		TRABAJO DE TITULACIÓN

4

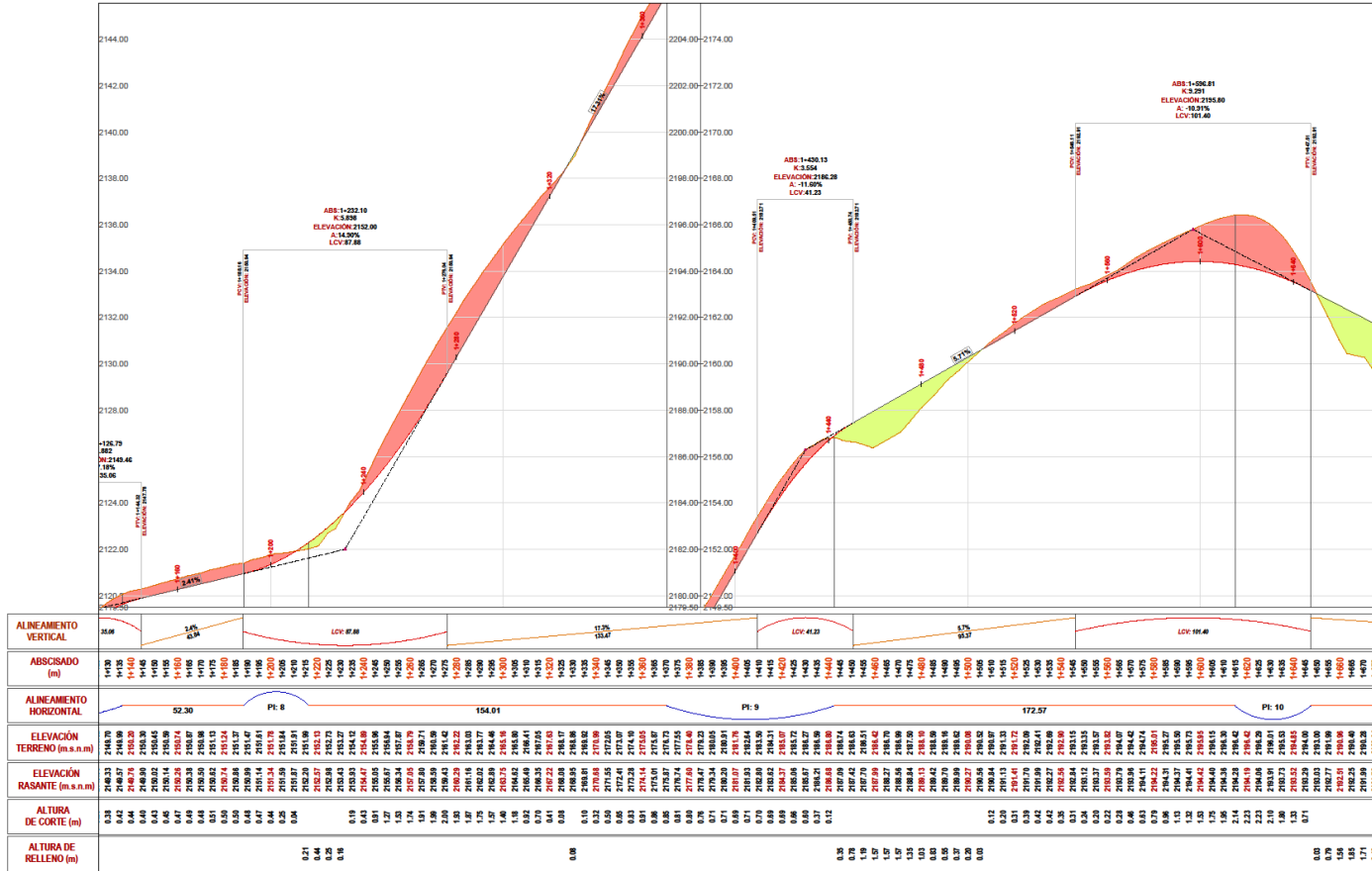
DISEÑO GEOMÉTRICO DE LA CARRETERA GIRÓN - CURIQUINGUE PERFIL LONGITUDINAL ESCALA 1:1000

ELEMENTOS DE CURVAS



CURVAS VERTICALES

CURVA	PVI	% m	% n	R	LC
1	63.2	7.47%	1.89%	889.454	49.634
2	301.93	1.89%	7.54%	1281.167	72.388
3	490.63	7.54%	3.19%	871.385	37.906
4	554.5	3.19%	20.78%	125.162	22.023
5	624.1	20.78%	-12.51%	257.56	85.755
6	715.47	-12.51%	13.65%	318.192	83.241
7	794.83	13.65%	7.07%	626.605	41.230
8	904.09	7.07%	-3.98%	184.453	19.280
9	1038.61	-3.98%	9.59%	314.114	40.74
10	1128.79	9.59%	2.41%	488.154	35.053
11	1292.1	2.41%	17.31%	589.811	87.880
12	1430.13	17.31%	5.71%	355.369	41.23
13	1596.81	5.71%	-5.20%	920.136	101.4
14	1919.66	-5.20%	16.97%	901.955	200.0



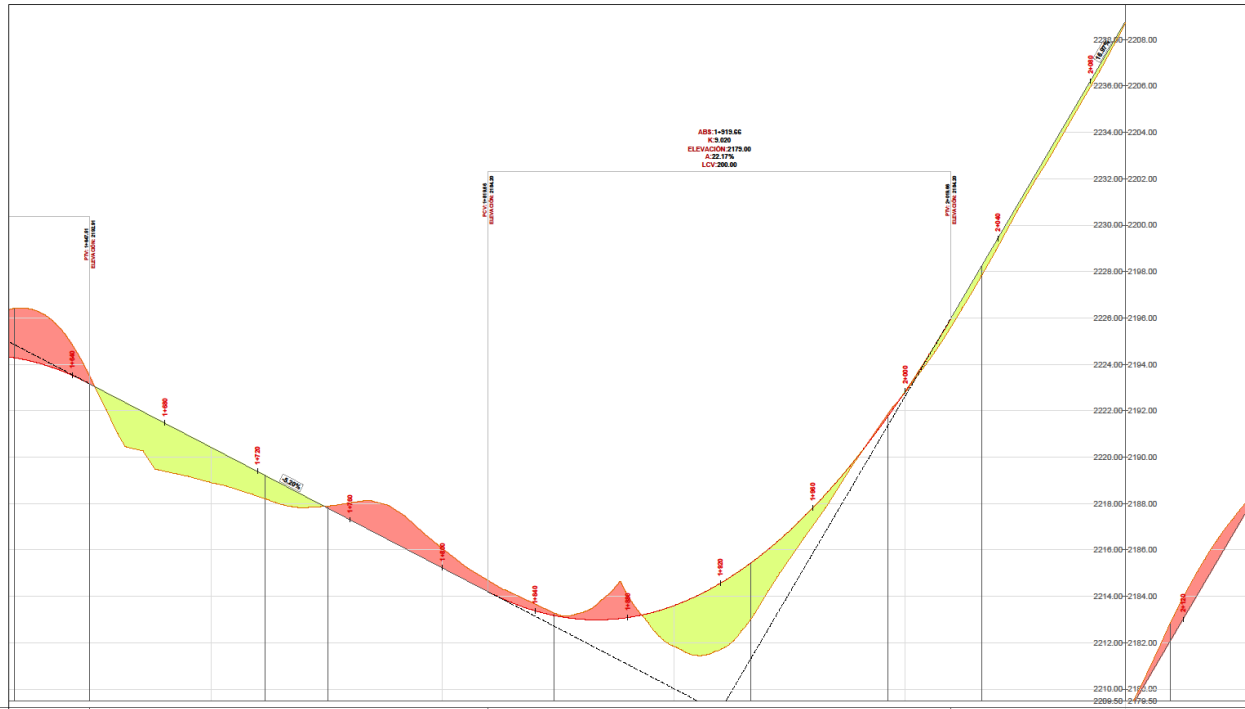
UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA

PROYECTO: **DISEÑO GEOMÉTRICO DE LA VIA GIRÓN CURIQUINGUE 0+000 - 2+150**

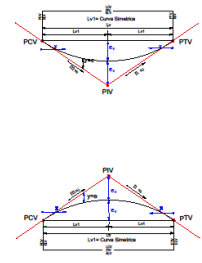
PLANO	PERFIL LONGITUDINAL 0+000 - 2+150	PLANO N°
CANTÓN	GIRÓN	PROYECTISTA
PROVINCIA	AZUAY	ING. NÁN MEJÍA
AUTORES	SIMBAÑA D. - CARCHI M.	ESCALA
		INDICADAS
		FECHA
		ENERO - 2024
		SIGNATURA
		TRABAJO DE TITULACIÓN

5

DISEÑO GEOMÉTRICO DE LA CARRETERA GIRÓN - CURIQUINGUE PERFIL LONGITUDINAL ESCALA 1:1000



ELEMENTOS DE CURVAS



CURVAS VERTICALES

CURVA	PVI	% m	% n	R	LC
1	83.2	7.47%	1.89%	889.454	49.634
2	301.93	1.89%	7.54%	1281.167	72.388
3	490.83	7.54%	3.19%	871.384	37.906
4	554.5	3.19%	20.76%	125.162	22.023
5	624.1	20.76%	-12.51%	257.56	85.755
6	718.47	-12.51%	13.65%	318.192	83.241
7	794.83	13.65%	7.07%	626.605	41.230
8	994.09	7.07%	-3.38%	184.453	19.280
9	1038.61	-3.38%	9.59%	314.114	40.74
10	1126.79	9.59%	2.41%	486.154	35.053
11	1232.1	2.41%	17.31%	589.811	87.880
12	1430.13	17.31%	5.71%	355.369	41.23
13	1596.81	5.71%	-5.20%	920.136	101.4
14	1919.66	-5.20%	16.97%	901.955	200.0

ALINEAMIENTO VERTICAL	ABSCISADO (m)	ALINEAMIENTO HORIZONTAL	ELEVACIÓN TERRENO (m s.n.m.)	ELEVACIÓN RASANTE (m s.n.m.)	ALTURA DE CORTE (m)	ALTURA DE RELLENO (m)
4%	1400	PL 10	2164.2	2164.2	0.0	0.0
17.18	1425	75.93	2164.16	2164.2	0.04	1.98
	1450		2164.06	2164.2	0.14	1.98
	1475		2163.93	2164.2	0.27	1.98
	1500		2163.77	2164.2	0.43	1.98
	1525		2163.58	2164.2	0.62	1.98
	1550		2163.36	2164.2	0.84	1.98
	1575		2163.11	2164.2	1.09	1.98
	1600		2162.84	2164.2	1.36	1.98
	1625		2162.54	2164.2	1.66	1.98
	1650		2162.22	2164.2	1.98	1.98
	1675		2161.88	2164.2	2.32	1.98
	1700		2161.52	2164.2	2.68	1.98
	1725		2161.14	2164.2	3.06	1.98
	1750		2160.74	2164.2	3.46	1.98
	1775		2160.32	2164.2	3.88	1.98
	1800		2159.89	2164.2	4.31	1.98
	1825		2159.44	2164.2	4.76	1.98
	1850		2158.98	2164.2	5.22	1.98
	1875		2158.5	2164.2	5.7	1.98
	1900		2158.0	2164.2	6.2	1.98
	1925		2157.48	2164.2	6.72	1.98
	1950		2156.94	2164.2	7.26	1.98
	1975		2156.38	2164.2	7.82	1.98
	2000		2155.8	2164.2	8.4	1.98
	2025		2155.2	2164.2	9.0	1.98
	2050		2154.6	2164.2	9.6	1.98
	2075		2154.0	2164.2	10.2	1.98
	2100		2153.4	2164.2	10.8	1.98
	2125		2152.8	2164.2	11.4	1.98
	2150		2152.2	2164.2	12.0	1.98
	2175		2151.6	2164.2	12.6	1.98
	2200		2151.0	2164.2	13.2	1.98
	2225		2150.4	2164.2	13.8	1.98
	2250		2149.8	2164.2	14.4	1.98
	2275		2149.2	2164.2	15.0	1.98
	2300		2148.6	2164.2	15.6	1.98
	2325		2148.0	2164.2	16.2	1.98
	2350		2147.4	2164.2	16.8	1.98
	2375		2146.8	2164.2	17.4	1.98
	2400		2146.2	2164.2	18.0	1.98
17.18	2400	PL 14	2146.2	2146.2	0.0	0.0

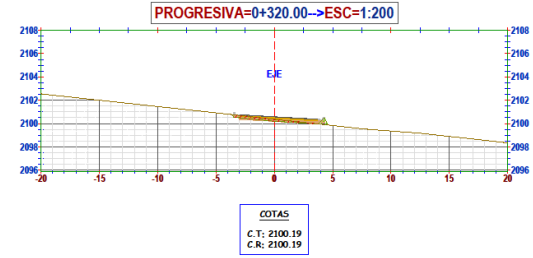
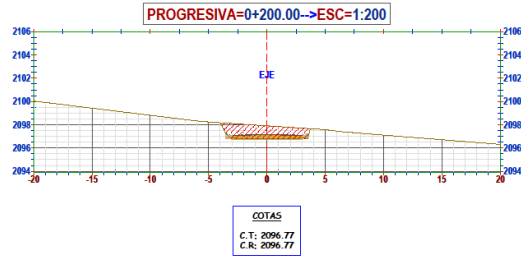
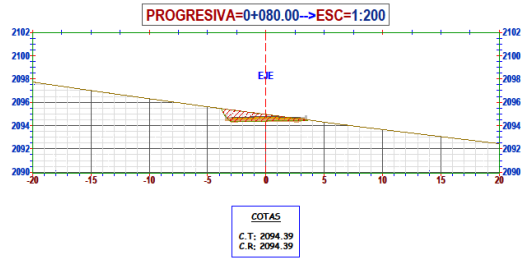
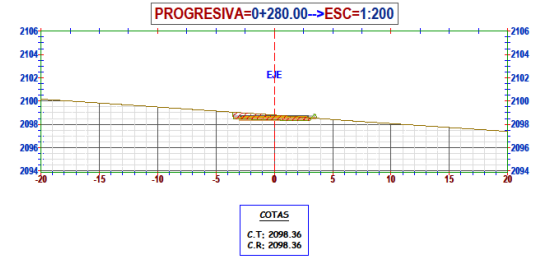
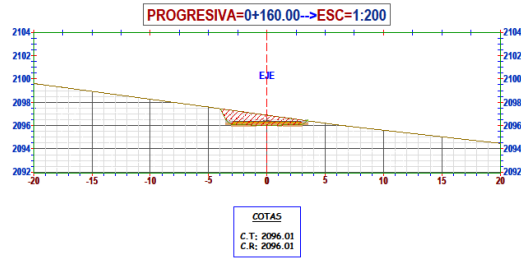
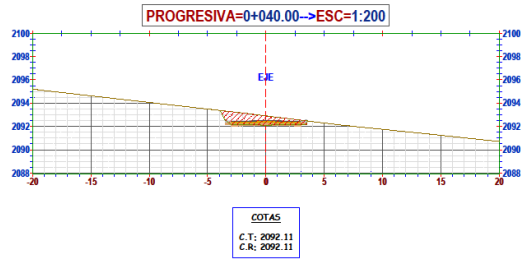
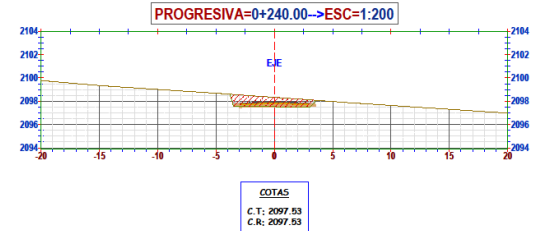
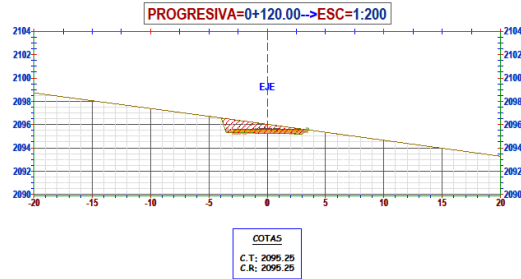
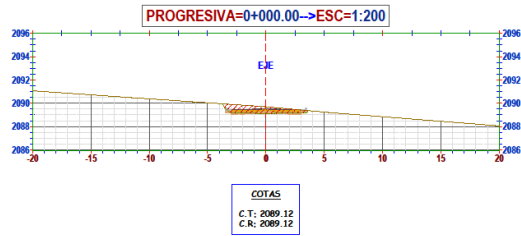
UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA

PROYECTO: **DISEÑO GEOMÉTRICO DE LA VÍA GIRÓN CURIQUINGUE 0+000 - 2+150**

PLANO:	PERFIL LONGITUDINAL 0+000 - 2+150	PLANO N°:
CANTÓN:	GIRÓN	REVISOR:
PROVINCIA:	AZUAY	ESCALA:
AUTOPES:	SIMBAÑA D. - CARCHI M.	INDICADAS:
		FECHA:
		ABRIL 2024
		ABRIL 2024

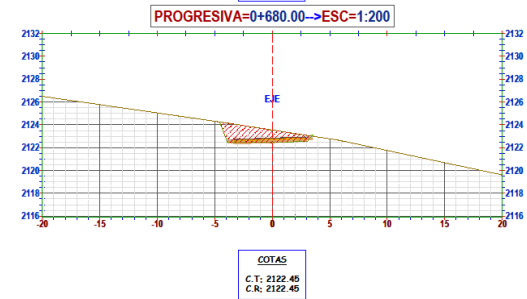
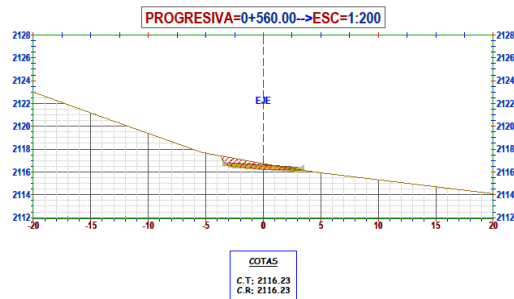
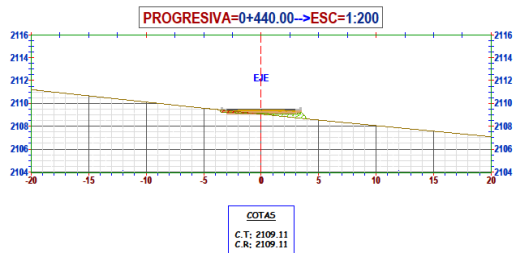
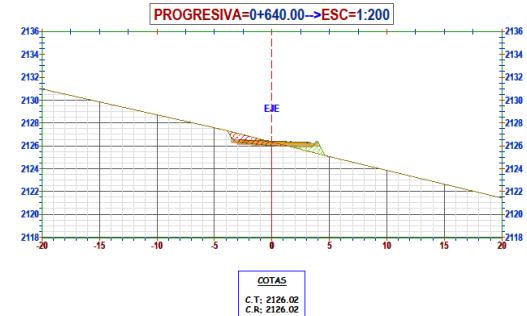
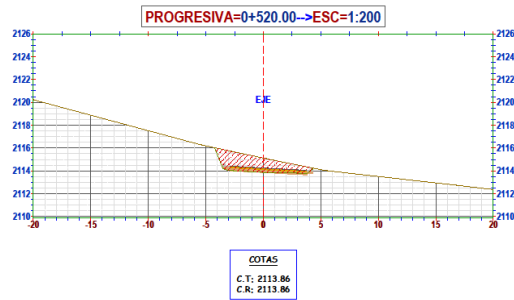
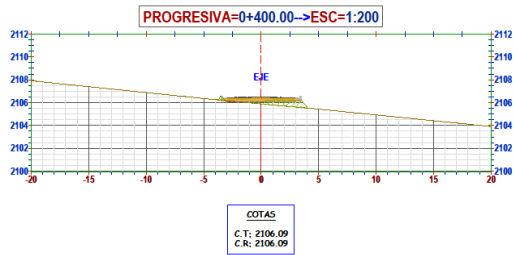
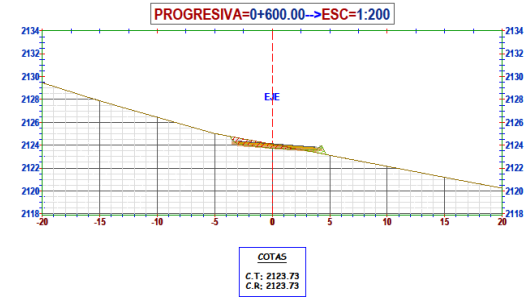
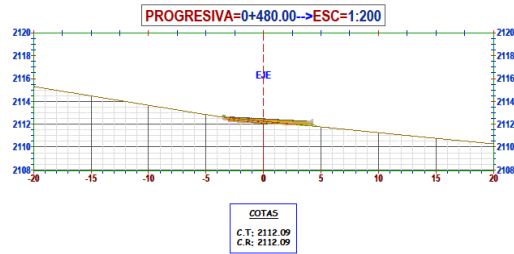
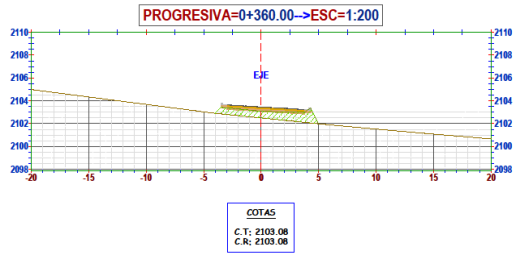
6

DISEÑO GEOMÉTRICO DE LA CARRETERA GIRÓN - CURIQUINGUE SECCIONES TRANSVERSALES ESCALA 1:200



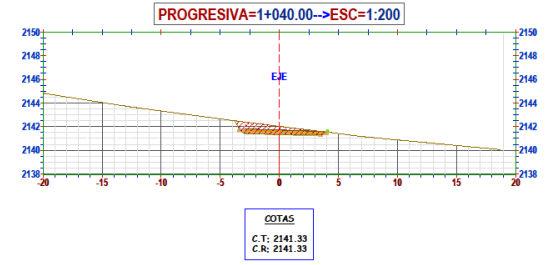
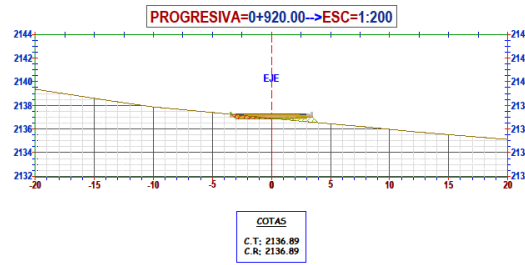
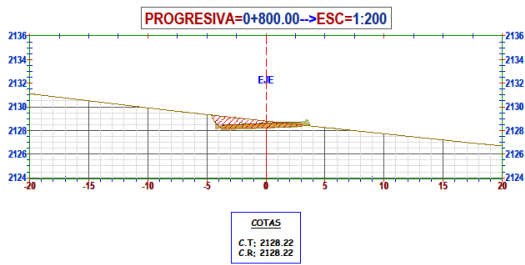
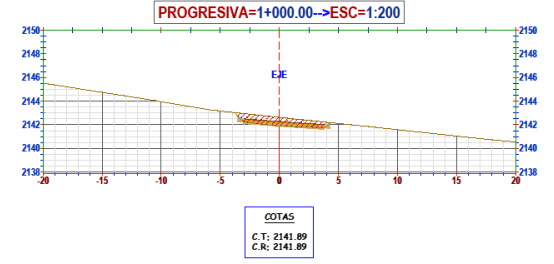
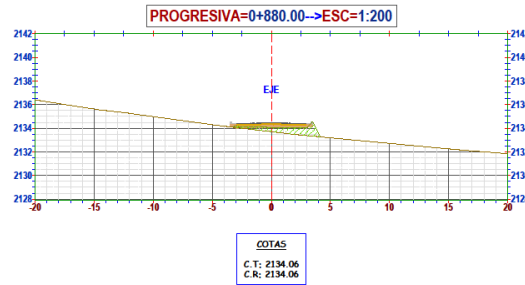
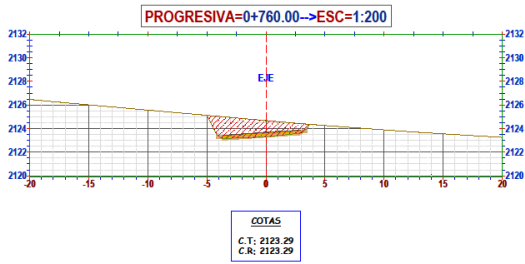
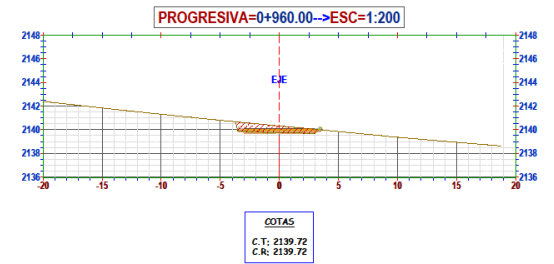
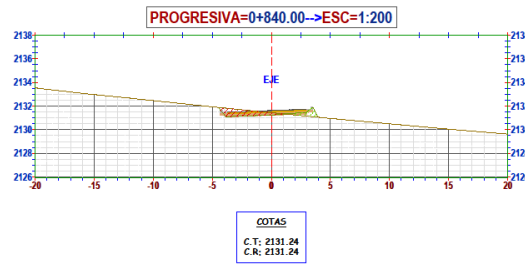
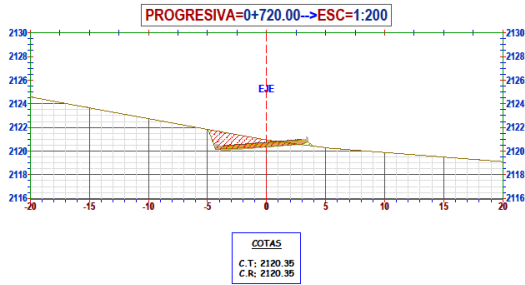
UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA			
<small>PROYECTO:</small>			
DISEÑO GEOMÉTRICO DE LA VIA GIRÓN CURIQUINGUE 0+000 - 2+150			
	<small>PLANO:</small>	SECCIONES TRANSVERSALES	
	<small>CANTÓN:</small>	GIRÓN	<small>REVISOR:</small> ING. IVÁN MEJÍA
	<small>PROVINCIA:</small>	AZUAY	<small>ESCALAS:</small> INDICADAS
	<small>FECHA:</small>	ENERO - 2024	
<small>ALUMNO:</small>		SIMBAÑA D. - CARCHI M.	<small>ASIGNATURA:</small> TRABAJO DE TITULACIÓN
			7

DISEÑO GEOMÉTRICO DE LA CARRETERA GIRÓN - CURIQUINGUE SECCIONES TRANSVERSALES ESCALA 1:200



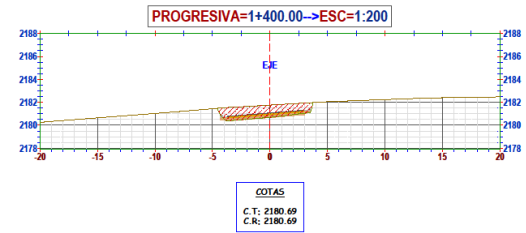
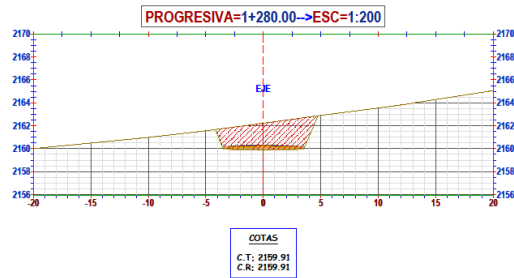
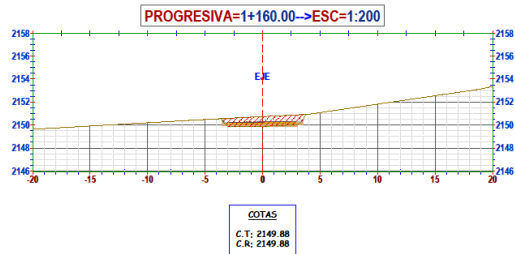
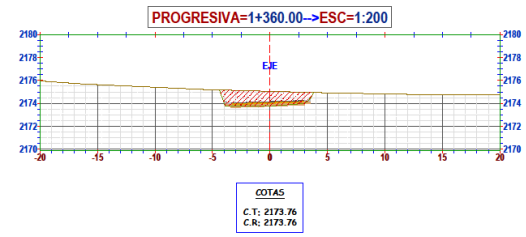
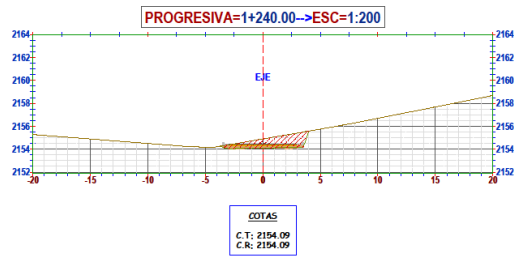
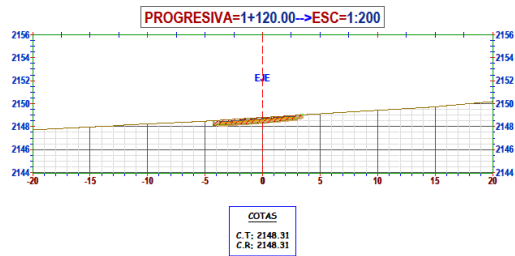
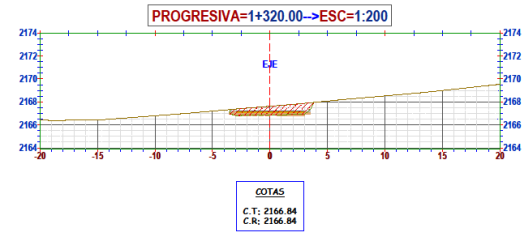
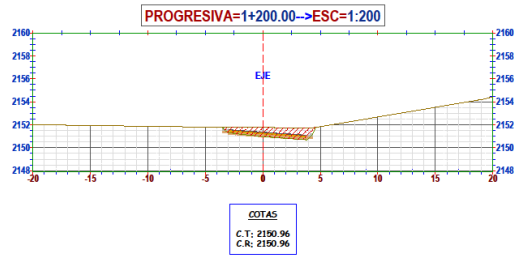
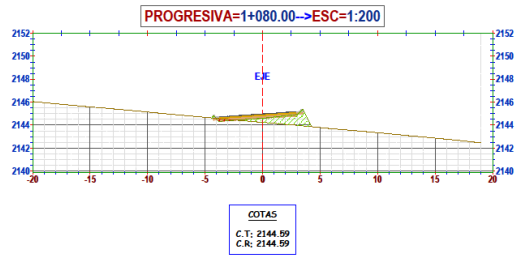
UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA			
<small>PROYECTO:</small>			
DISEÑO GEOMÉTRICO DE LA VIA GIRÓN CURIQUINGUE 0+000 - 2+150			
<small>PLANO:</small>	SECCIONES TRANSVERSALES		<small>PLANO N°</small>
<small>CANTÓN:</small> GIRÓN	<small>REVISOR:</small>	ING. IVÁN MEJÍA	
<small>PROVINCIA:</small> AZUAY	<small>ESCALA:</small>	INDICADAS	
<small>AUTORES:</small>	<small>FECHA:</small>	ENERO - 2024	
SIMBAÑA D. - CARCHI M.	<small>ASIGNATURA:</small>	TRABAJO DE TITULACIÓN	


DISEÑO GEOMÉTRICO DE LA CARRETERA GIRÓN - CURIQUINGUE SECCIONES TRANSVERSALES ESCALA 1:200



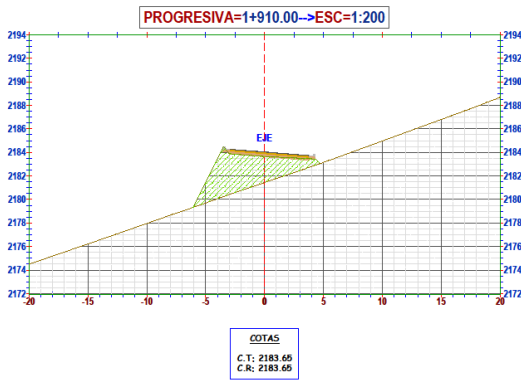
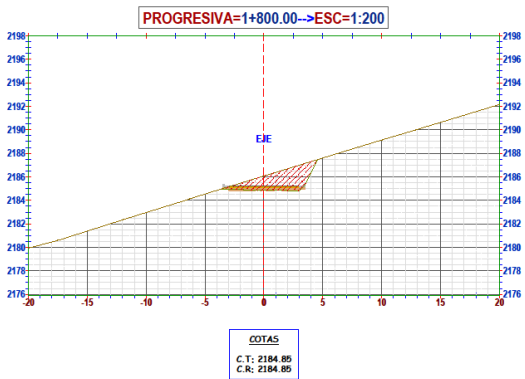
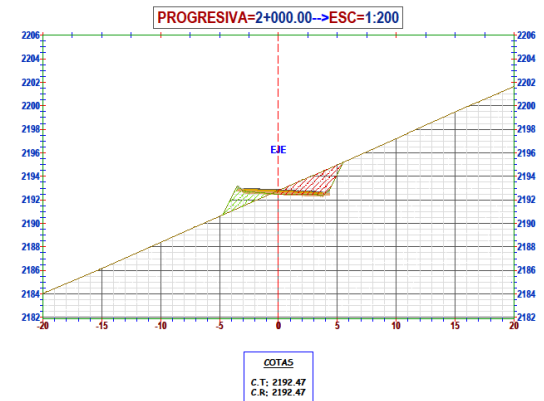
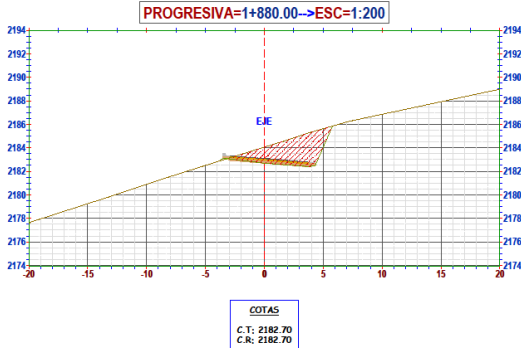
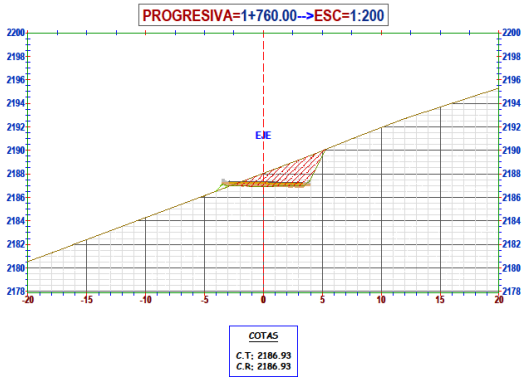
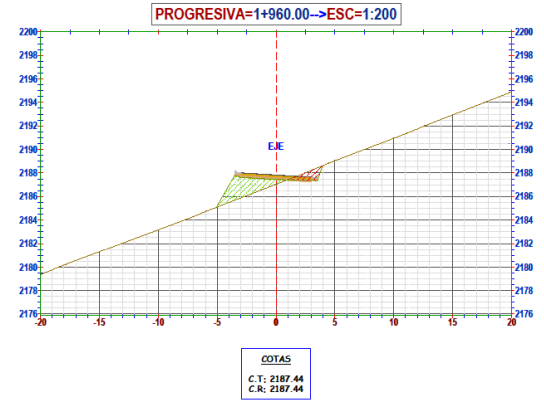
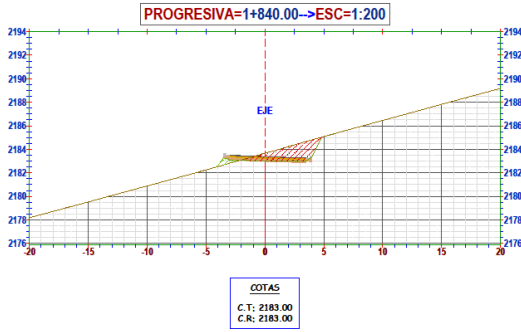
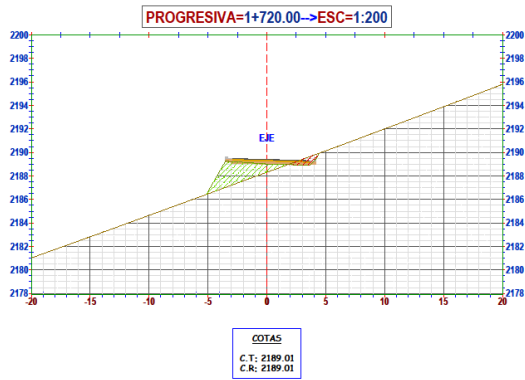
UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA			
<small>PROYECTO:</small>			
DISEÑO GEOMÉTRICO DE LA VÍA GIRÓN CURIQUINGUE 0+000 - 2+150			
	<small>PLANO:</small>	SECCIONES TRANSVERSALES	<small>PLANO Nº</small>
	<small>CIUDAD:</small>	GIRÓN	<small>REVISOR:</small> ING. IVÁN MEJÍA
	<small>PROVINCIA:</small>	AZUAY	<small>ESCALAS:</small> INDICADAS
	<small>AUTORES:</small>	SIMBAÑA D. - CARCHI M.	<small>FECHA:</small> ENERO - 2024
		<small>ASIGNATURA:</small> TRABAJO DE TITULACIÓN	9

DISEÑO GEOMÉTRICO DE LA CARRETERA GIRÓN - CURIQUINGUE SECCIONES TRANSVERSALES ESCALA 1:200



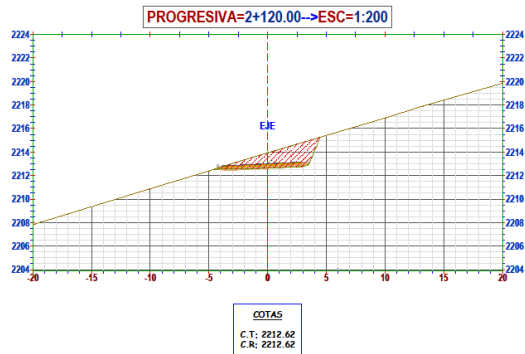
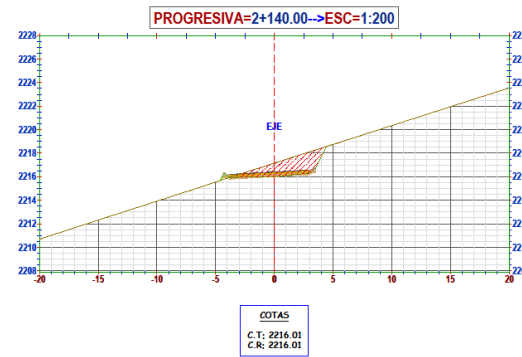
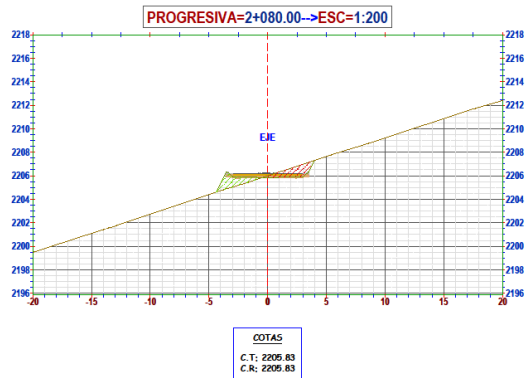
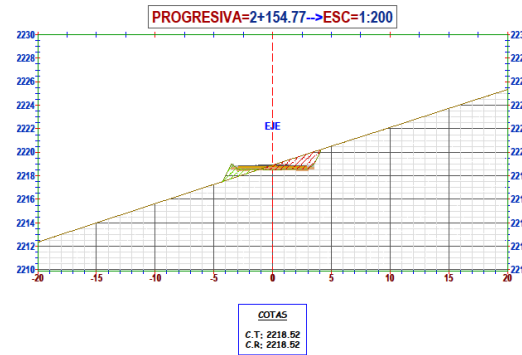
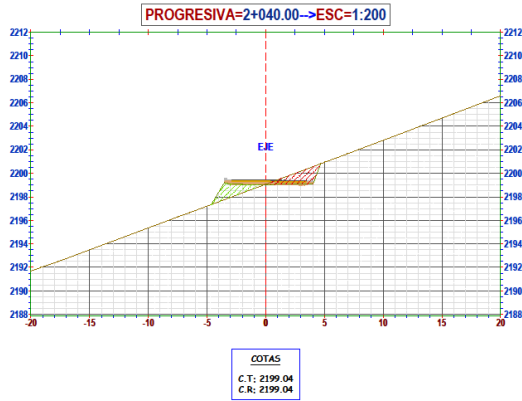
UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA			
<small>PROYECTO:</small>			
DISEÑO GEOMÉTRICO DE LA VÍA GIRÓN CURIQUINGUE 0+000 - 2+150			
<small>PLANO:</small>	SECCIONES TRANSVERSALES		<small>PLANO N°</small>
<small>CANTÓN:</small> GIRÓN	<small>REVISOR:</small>	ING. IVÁN MEJÍA	
<small>PROVINCIA:</small> AZUAY	<small>ESCALA:</small>	INDICADAS	
<small>AUTORES:</small>	ENERO - 2024		
SIMBAÑA D. - CARCHI M.	<small>ASIGNATURA:</small>	TRABAJO DE TITULACIÓN	
		10	

DISEÑO GEOMÉTRICO DE LA CARRETERA GIRÓN - CURIQUINGUE SECCIONES TRANSVERSALES ESCALA 1:200



UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA			
PROYECTO:			
DISEÑO GEOMÉTRICO DE LA VIA GIRÓN CURIQUINGUE 0+000 - 2+150			
PLANO:		SECCIONES TRANSVERSALES	
CANTÓN:		ING. IVÁN MEJÍA	
PROVINCIA:		INDICADAS	
AUTORES:		FECHA:	
SIMBAÑA D. - CARCHI M.		ENERO - 2024	
		FIRMA: TRABAJO DE TITULACIÓN	

DISEÑO GEOMÉTRICO DE LA CARRETERA GIRÓN - CURIQUINGUE SECCIONES TRANSVERSALES ESCALA 1:200



UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA			
PROYECTO:			
DISEÑO GEOMÉTRICO DE LA VIA GIRÓN CURIQUINGUE 0+000 - 2+150			
PLANO:		SECCIONES TRANSVERSALES	
CANTÓN:	GIRÓN	REVISOR:	ING. IVÁN MEJÍA
PROVINCIA:	AZUAY	ESCALA:	INDICADAS
AUTORES:	SIMBAÑA D. - CARCHI M.	FECHA:	ENERO - 2024
		SIGNATURA: TRABAJO DE TITULACIÓN	