



UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA

SEDE CUENCA

CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

**DISEÑO GEOMÉTRICO Y ESTRUCTURAL DE LA VÍA GIRÓN-CURIQUINGUE
DE LA ABCISA 17+120 HASTA LA ABCISA 19+260 KM, PERTENECIENTE AL
CANTÓN GIRÓN PROVINCIA DEL AZUAY**

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

AUTORES: JONNATHAN JAVIER GUAMÁN REINOSO

JOHNNY JOSÉ TOGRA GÓMEZ

TUTOR: ING. IVÁN ALEJANDRO MEJÍA REGALADO, MSc.

Cuenca - Ecuador

2024

CERTIFICADO DE RESPONSABILIDAD Y AUTORÍA DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

Nosotros, Jonnathan Javier Guamán Reinoso con documento de identificación N° 0105759724 y Johnny José Togra Gómez con documento de identificación N° 0106864002; manifestamos que:

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

Cuenca, 29 de enero del 2024

Atentamente,



Jonnathan Javier Guamán Reinoso

0105759724



Johnny José Togra Gómez

0106864002

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

Nosotros, Jonnathan Javier Guamán Reinoso con documento de identificación N° 0105759724 y Johnny José Togra Gómez con documento de identificación N° 0106864002, 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 17+120 hasta la abscisa 19+260 Km, perteneciente al cantón Girón provincia del Azuay”, el cual ha sido desarrollado para optar por el título de: Ingeniero Civil, en la Universidad Politécnica Salesiana, quedando la Universidad facultada para ejercer plenamente los derechos cedidos anteriormente.

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

Cuenca, 29 de enero del 2024

Atentamente,



Jonnathan Javier Guamán Reinoso

0105759724



Johnny José Togra Gómez

0106864002

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 GIRÓN-CURIQUINGUE DE LA ABSCISA 17+120 HASTA LA ABSCISA 19+260 KM, PERTENECIENTE AL CANTÓN GIRÓN PROVINCIA DEL AZUAY, realizado por Jonnathan Javier Guamán Reinoso con documento de identificación N° 0105759724 y por Johnny José Togra Gómez con documento de identificación N° 0106864002, 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, 29 de enero del 2024

Atentamente,



Ing. Iván Alejandro Mejía Regalado, MSc.

0101883841

DEDICATORIA

El presente proyecto de titulación va dedicado a mis padres Jhony Togra y Yoconda Gómez quienes son el pilar fundamental de la familia y en especial el mío, con cada uno de los esfuerzos que realizaron para poder ayudarme a salir adelante en cada una de las etapas de mi vida y en especial en esta etapa universitaria, y de igual manera a mis hermanas que con sus palabras de aliento y consejos me ayudaron a crecer como persona y poder sobrellevar los obstáculos que se presentan en la vida. Mi dedicatoria también va para cada uno de mis amigos que encontré en la universidad, en el básquet (Streetball Paute) y mi círculo más cercano que me inspiraron a salir adelante con mi carrera.

Johnny José Togra Gómez

A mis padres Patricio Guamán y Nelly Reinoso quienes me han llevado a ser una mejor persona y haberme dado la fuerza y el aliento incondicional a lo largo no solo de la universidad sino de la vida, gracias a su constante apoyo y sacrificio que me han permitido lograr una meta más, les dedico todo este trabajo, a mis abuelos y demás familiares que con su ejemplo de dedicación me inspiración a seguir siempre mis sueños y nunca rendirme por ello, a mi hermana que siempre me alegraba haciéndome más sencillo todo este camino y a mis amigos más cercanos que siempre confiaron en mí y compartieron conmigo momentos muy agradables, tristezas y obstáculos haciendo todo este proceso muy especial.

Jonnathan Javier Guamán Reinoso

AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios que ha sido nuestro guía para poder sobrellevar cada obstáculo que se ha presentado durante estos años de carrera universitaria.

A nuestra familia, pero sobre todo a nuestros padres que han sido el apoyo fundamental, la motivación y sustento durante nuestras vidas y que gracias a esto estamos cumpliendo una nueva meta.

A los ingenieros de la Universidad Politécnica Salesiana quienes han sido nuestros mentores y nos han brindado sus conocimientos de su vida profesional, convirtiéndonos en seres humanos excelentes y ayudándonos a dar nuestro primer paso en la vida profesional.

Y por último agradecer a uno de nuestros futuros colegas y compañeros de curso, por ser el apoyo dentro de las aulas de clase y compartir sus conocimientos que nos ayudaron durante los años de universidad.

ÍNDICE DE CONTENIDO

1	PROBLEMA DE ESTUDIO	4
1.1	Planteamiento del problema.....	4
1.2	Antecedentes	4
1.2.1	Ubicación del Proyecto.....	4
1.2.2	Población	5
1.2.3	Economía	5
1.2.4	Educación	6
1.2.5	Estudio del área	7
1.3	Justificación	8
1.4	Objetivo general.....	8
1.5	Objetivos específicos	8
1.6	Estado del arte.....	9
2	MARCO TEÓRICO	11
2.1	Topografía	11
2.2	Tráfico	11
2.2.1	Tráfico promedio anual (TPDA)	12
2.2.2	Tránsito actual	12
2.2.3	Tránsito futuro	12
2.2.4	Variaciones de tráfico	14
2.2.5	TPDA.....	15

2.2.6	Tráfico proyectado.....	15
2.2.7	Volumen de tránsito	15
2.2.8	Tránsito producido.....	16
2.2.9	Tránsito por desarrollo.....	16
2.2.10	Determinación del número de ejes equivalentes.....	17
2.3	Carreteras	17
2.3.1	Clasificación de carreteras según el TPDA	17
2.3.2	Clasificación de carreteras por jerarquía vial	18
2.3.3	Clasificación de carreteras según su terreno.....	19
2.3.4	Clasificación de carreteras según el tráfico proyectado	20
2.4	Diseño Geométrico	20
2.4.1	Velocidad de diseño	20
2.4.2	Velocidad de circulación.....	20
2.4.3	Alineamiento horizontal	21
2.4.4	Distancia de visibilidad	30
2.4.5	Alineamiento vertical	32
2.5	Pavimento	39
2.5.1	Tipos de pavimentos	40
2.5.2	Procedimiento para diseñar pavimentos flexibles (AASHTO)	41
2.6	Drenaje.....	46
2.6.1	Drenaje superficial.....	46
2.6.2	Drenaje subterráneo	46

2.6.3	Alcantarillado	47
2.7	Suelo de Fundación y Subrasante	48
2.7.1	Definición de suelo y roca	48
2.7.2	Etapas de un estudio de suelos	48
2.7.3	Trabajo de campo	49
2.7.4	Ensayo de laboratorio	49
2.8	Señalización	52
2.8.1	Señalización vertical	52
2.8.2	Señales regulatorias (R).....	52
2.8.3	Señalización horizontal.....	58
3	METODOLOGÍA	60
3.1	Equipamiento y materiales utilizados.....	60
3.1.1	Cinemática en tiempo real (RTK).....	60
3.1.2	Estación Total	61
3.1.3	Intercomunicadores	61
3.1.4	Flexómetro.....	62
3.1.5	Hitos.....	62
3.1.6	Ordenador	62
3.2	Recopilación de datos	62
3.2.1	Ubicación del proyecto	63
3.2.2	Determinación de TPDA	63
4	CÁLCULOS.....	65

4.1	Conteo vehicular	65
4.1.1	Factor horario	66
4.1.2	Factor diario.....	66
4.1.3	Factor semanal.....	66
4.1.4	Factor mensual.....	66
4.2	Cálculo del TPDA.....	67
4.3	Proyecciones de tráfico	68
4.4	Cálculo de ESALS	70
4.5	Diseño de pavimento flexible	73
4.5.1	Datos iniciales.....	74
4.5.2	Determinación de parámetros de confiabilidad	74
4.5.3	Cálculo del módulo resiliente y módulo de elasticidad.....	77
4.5.4	Cálculo de módulos resilientes y coeficientes estructurales.....	78
4.5.5	Cálculo de coeficientes de drenaje	80
4.5.6	Cálculo de alturas de la estructura requerida.....	80
4.6	Diseño Geométrico	82
4.6.1	Velocidad de diseño	82
4.6.2	Velocidad de circulación.....	82
4.6.3	Diseño Horizontal.....	82
4.6.4	Diseño Vertical.....	84
4.7	Evaluación de alcantarillas para paso de agua y Atajeas	85
4.8	Presupuesto del Proyecto	85

5	CONCLUSIONES	89
6	RECOMENDACIONES	89
7	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	90
8	ANEXOS.....	93

Índice de ilustraciones

Ilustración 1. Ubicación del proyecto.....	5
Ilustración 2. Sistema vial del cantón Girón	7
Ilustración 3. Elemento de una curva simple.....	22
Ilustración 4. Curva circular compuesta de dos radios.....	25
Ilustración 5. Estabilidad del vehículo en las curvas.....	26
Ilustración 6. Coeficiente de fricción	27
Ilustración 7. Transición de peralte.....	28
Ilustración 8. Sobreechancho	29
Ilustración 9. Distancia de parada.....	31
Ilustración 10. Distancia de visibilidad de adelantamiento en carreteras de dos carriles....	32
Ilustración 11. Esquema de elementos de una curva vertical	34
Ilustración 12. Tipos de tabla convexas.....	36
Ilustración 13. Tipos de curvas verticales cóncavas.....	38
Ilustración 14. Determinación del coeficiente estructural (a1) de la mezcla asfáltica	44
Ilustración 15. determinación del coeficiente estructural (a2) de la base granular	45
Ilustración 16. Determinación del coeficiente estructural (a3) de la Subbase granular	46
Ilustración 17. Canal circular.....	47
Ilustración 18. Clasificación a través del CBR.....	51
Ilustración 19. Señalización pare (R1-1).....	53
Ilustración 20. Señalización ceda el paso (R1-2)	53
Ilustración 21. Señalización doble vía (R2-2)	54
Ilustración 22. Señalización no entre (R2-7).....	54
Ilustración 23. Prohibido adelantar (R2-13).....	55
Ilustración 24. Velocidad máxima (R4-1).....	55

Ilustración 25. Señalización reducir velocidad (R4-4)	56
Ilustración 26. Señalización no estacionarse ni a la derecha ni a la izquierda (R5-1c).....	56
Ilustración 27. Señalización parada de autobuses (R5-6).....	57
Ilustración 28. Líneas segmentadas de separación de circulación opuesta	58
Ilustración 29. Doble línea continua (línea de barrera)	59
Ilustración 30. Doble línea mixta: continua y segmentada.....	59
Ilustración 31. RTK base	60
Ilustración 32. Estación Total	61
Ilustración 33. Hito.....	62
Ilustración 34. Ubicación de la cámara y estaciones de conteo.....	63
Ilustración 35. Valores escogidos para PSI0.....	76
Ilustración 36. Valores escogidos para PSIf	76
Ilustración 37. Parámetro de serviciabilidad	77
Ilustración 38. Desviación estándar S_o	77
Ilustración 39. Módulo de elasticidad por temperatura y velocidad.....	78
Ilustración 40. Coeficientes y módulo resiliente para la base	78
Ilustración 41. Coeficientes y módulo resiliente para la subbase.....	79
Ilustración 42. Calidad de drenaje según el tiempo de evacuación.....	80
Ilustración 43. Selección de coeficientes según la calidad de drenaje	80
Ilustración 44. Estimación del coeficiente de fricción lateral	83

Índice de tablas

Tabla 1. Principales actividades económicas productivas del territorio	6
Tabla 2. Establecimientos del Cantón Girón	7
Tabla 3. Clasificación de carreteras según el TPDA	18
Tabla 4. Clasificación de las carreteras según su jerarquía	18
Tabla 5. Clasificación de Carreteras de Acuerdo al Tráfico Proyectado	20
Tabla 6. Velocidad de circulación	21
Tabla 7. Elementos geométricos de una curva circular simple.....	23
Tabla 8. Elementos geométricos de una curva compuesta	25
Tabla 9. Elementos de la transición de peralte	28
Tabla 10. Valores de las gradientes para longitudes máximas.....	33
Tabla 11. Elementos de una curva vertical	34
Tabla 12. Curvas verticales convexas mínimas	37
Tabla 13. Curvas verticales cóncavas mínimas	39
Tabla 14. Índice de serviciabilidad	41
Tabla 15. Confiabilidad (R)	42
Tabla 16. Disminución del índice de Serviciabilidad	42
Tabla 17. Formato de conteo vehicular	64
Tabla 18. Conteo total de vehículos en una semana	65
Tabla 19. Resumen de giros en un día	65
Tabla 20. Factor semanal	66
Tabla 21. Consumo de combustible provincia del Azuay año 2022.....	67
Tabla 22. Trafico observado corregido en la intersección	67
Tabla 23. Proyección vehicular basado modelo logístico.....	69
Tabla 24. TPDA proyectado	70

Tabla 25. Factores de equivalencia por tipo de carga vehicular	71
Tabla 26. Factor de carriles.....	72
Tabla 27. Factores con el total del TPDA.....	72
Tabla 28. Cálculo del número de ejes equivalentes a 8.2 Ton.....	73
Tabla 29. Resultados del laboratorio obtenidos en el CBR.....	74
Tabla 30. Niveles de confiabilidad R dado por la AASHTO.....	75
Tabla 31. Desviación estándar, Zr	75
Tabla 32. Nivel de confiabilidad R.....	76
Tabla 33. Desviación estándar Zr	76
Tabla 34. Coeficientes estructurales	79
Tabla 35. Módulos de resiliencia	79
Tabla 36. Valores SN	81
Tabla 37. Espesores de la estructura.....	81
Tabla 38. Espesores mínimos de la estructura de la vía	81
Tabla 39. Sobreancho de las curvas horizontales	83
Tabla 40. Informe de curva 1 del diseño horizontal	84
Tabla 41. Informe de curva 1 del diseño vertical	85
Tabla 42. Presupuesto total de la vía	86
Tabla 43. Cronograma valorado del proyecto	87
Tabla 44. Formula polinómica.....	88
Tabla 45. Ruta crítica del proyecto	88

CAPÍTULO 1

RESUMEN

La vialidad en la actualidad es un factor importante en las condiciones de vida de cada una de las personas que conforman una comunidad, lo cual, puede ayudar con el desarrollo de la misma y evitando con ello enfermedades o siniestros viales, permitiendo que varias comunidades que se conectan por medio de esta vía puedan salir beneficiadas.

Por ello, el presente proyecto busca realizar el diseño geométrico y estructural de la vía Girón-Curiquingue perteneciente al cantón Girón provincia del Azuay, buscando brindar un proyecto con sus respectivos estudios y diseños que ayude a mejorar la vía ya existente.

Para que el proyecto se encuentre estructurado de una manera correcta se realizó algunas visitas que fueron vitales para el reconocimiento de la vía, la construcción y colocación de hitos de referencia en lugares estratégicos cada 500m, el levantamiento topográfico lo que ayuda a observar el relieve de la zona, se realizó el TPDA con la colocación de una cámara en los primeros metros de la vía, para el diseño estructural se tuvo que calcular los ESALs y verificar los CBRs mediante un estudio de suelo, utilizando así las normativas ecuatorianas como la MTOP, para el diseño horizontal y vertical de la vía y la ASSHTO 93, para el diseño de pavimentos; el diseño hidráulico y mediante el cálculo de volúmenes y los APUS (Análisis de precios unitarios), se obtiene el presupuesto aproximado.

Palabras Clave: Diseño geométrico, levantamiento topográfico, TPDA, señalización, diseño de pavimentos, diseño hidráulico.

ABSTRACT

Currently, roads are an important factor in the living conditions of each of the people who make up a community, which can help with its development and thereby avoiding diseases or road accidents, allowing several communities that connect through this means can benefit.

Therefore, this project seeks to carry out the geometric and structural design of the Girón-Curiquingue road belonging to the Girón canton, province of Azuay, seeking to provide a project with its respective studies and designs that helps improve the already existing road.

In order for the project to be structured correctly, some visits were made that were vital for the recognition of the road, the construction and placement of reference milestones in strategic places every 500m, the topographic survey which helps to observe the relief of the area, the TPDA was carried out with the placement of a camera in the first meters of the road, for the structural design the ESALs had to be calculated and the CBRs verified through a soil study, thus using Ecuadorian regulations such as the MTOP, for the horizontal and vertical design of the road and ASSHTO 93, for the design of pavements; the hydraulic design and by calculating volumes and APUS (Unit Price Analysis), the approximate budget is obtained.

Keywords: Geometric design, topographic survey, TPDA, signage, pavement design, hydraulic design

INTRODUCCIÓN

Una vía o carretera es una infraestructura que ayuda con la conexión entre comunidades permitiendo así la circulación de medios de transportes la cual debe estar diseñada de una manera que sea funcional, dependiendo el tipo de vía y sus características; cómoda ayudando a que los vehículos circulen de manera segura disminuyendo así sus velocidades, estética que permita tener una correcta visibilidad al momento de conducir por la carretera, económica que este apegada a los objetivos planteados para la vía pero con el menor costo posible para su construcción y su respectivo mantenimiento. Debe ser compatible con el medio ambiente valorando el uso que se le va a dar al suelo y procurando no tener impactos ambientales en la zona (Cárdenas, 2013).

El buen estado de una vía influye de manera directa o indirecta con las comunidades que se conectan por medio de ella, al tenerla en un buen estado puede brindar algunos beneficios como son los socioeconómicos, la comodidad al momento de viajar y la seguridad vial que se les brinda a los usuarios, al ser una vía que conecta el casco urbano con el rural ayudando a brindar apoyo de manera más rápida a problemas medio ambientales o atención médica, también ayudando a la educación con el transporte de niños y jóvenes a sus respectivas unidades educativas.

El proyecto del diseño geométrico de la vía Girón-Curiquingue de 2.14 km en las abscisas 17+120 km y 19+260 km, se encuentra sin un diseño de pavimentos y su estado puede provocar siniestros viales, por lo que el proyecto busca tener una vía duradera sin tener que dar muchos mantenimientos ayudando a minimizar costos.

1 PROBLEMA DE ESTUDIO

1.1 Planteamiento del problema

La vía Girón-Curiquingue presenta baches, zonas de derrumbes que no permite el correcto transitar por la misma, lo cual, presenta algunos problemas tanto en la economía como en la salud, perjudicando a los vehículos que circulan por esta vía y generando el levantamiento de polvo, lo cual conlleva a un problema de salud en el sector, inseguridad al momento de conducir provocando accidentes de tránsito.

La vía actual es utilizada para el transitar de los vehículos que circulan por la misma, sin embargo, se encuentra en unas condiciones inapropiadas, lo cual, presenta un peligro y no cuenta con la señalización adecuada, incumpliendo con los parámetros viales que debe tener el diseño de una carretera.

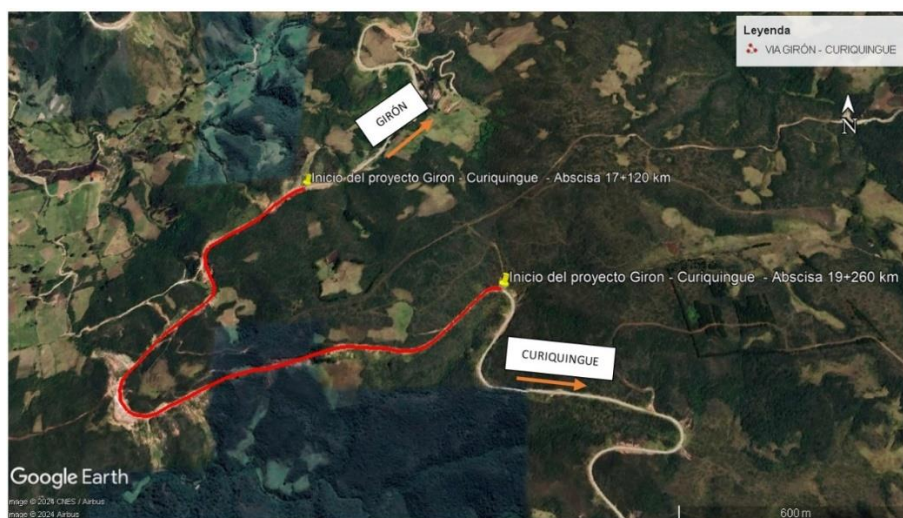
1.2 Antecedentes

La vía Girón-Curiquingue no cuenta con transporte público como lo es los autobuses, dificultando que las comunidades se movilen hacia el centro cantonal, en la zona no hay muchos indicios de que la vía ha tenido mantenimiento en los últimos meses, por lo que, afecta a los vehículos privados y transporte comercial como taxis o camionetas dañando los automotores. Es necesario y de gran importancia el brindar a la población un diseño geométrico y estructural de la vía para poder impulsar el transporte público a la zona.

1.2.1 Ubicación del Proyecto

El proyecto se encuentra ubicado en la parroquia Girón, cantón Girón, provincia del Azuay aproximadamente a 37 km de la ciudad de Cuenca. El cantón Girón consta de una parroquia urbana (Girón) y dos parroquias rurales (La Asunción y San Gerardo), se encuentra limitado al norte por el cantón Cuenca, al este con los cantones Síg sig y Nabón, al oeste con el cantón San Fernando y al sur con los cantones Nabón y Santa Isabel, representando el 4,2 % del territorio de la provincia del Azuay (PDOT Girón, 2014).

Ilustración 1. Ubicación del proyecto



Fuente: Elaboración propia

1.2.2 Población

La población de la parroquia Girón según se pudo observar en el último censo de población y vivienda (INEC 2022) es de 8441 habitantes en total, siendo 4453 en el sector urbano y 4088 en el sector rural, la distribución porcentual de los habitantes es: 45.2% pertenecen a los hombres (3814 habitantes) y el 54.8% pertenece a las mujeres (4627 habitantes) (INEC, 2022).

1.2.3 Economía

En el cantón Girón el sector primario de la economía en sus tres parroquias se basa en la agricultura y ganadería con el 50.1% de la población total, debido a que ocupa la mayor cantidad de mano de obra. El sector secundario de la economía se da por la construcción y manufactura con el 48%, esto porque a comparación del sector primario es la mejor remunerada, incorporando también al sector rural por la construcción de viviendas financiadas por migrantes. El sector terciario de la economía es el comercio al por mayor y menor, identificando 108 emprendimientos productivos, comerciales artesanales y de servicios (PDOT Girón, 2014).

Principales actividades económico-productivas del territorio (manufactura, comercio, agropecuario, piscícola, etc.) según ocupación por el PEA

Tabla 1. Principales actividades económicas productivas del territorio

RAMA POR ACTIVIDAD	PEA PARROQUIA			PEA Cantonal
	Girón	Asución	San Gerardo	
Agricultura, ganadería, silvicultura y pesca	1526	610	276	2412
Explotación y minas y canteras	6	5	5	16
Industrias manufactureras	212	18	18	248
Suministro de electricidad, gas, vapor y aire acondicionado	7	1	-	8
Distribución de agua, alcantarillado y gestión de desechos	7	2	-	9
Construcción	386	108	46	540
Comercio al por mayor y menor	372	81	20	473
Transporte y almacenamiento	103	62	6	171
Actividades de alojamiento y servicios de comida	104	25	7	136
Información y comunicación	23	2	-	25
Actividades financieras y de seguros	25	3	-	28
Actividades inmobiliarias	2	-	-	2
Actividades profesionales, científicas y técnicas	26	1	1	28
Actividades de servicio administrativos y de apoyo	25	3	-	28
Administración pública y defensa	120	17	6	143
Enseñanza	84	26	3	113
Actividades de la atención de la salud humana	37	10	2	49
Artes, entretenimiento y recreación	23	3	1	27
Otras actividades de servicio	57	9	3	69
Actividades de los hogares como empleadores	100	18	6	124
Actividades de organizaciones y órganos extrateritoriales	---	-	-	-
No declarado	115	88	10	213
Trabajo nuevo	100	7	4	111
Total	3,46	1,099	414	4,973

Fuente: Elaboración propia basada en el PDOT Girón

1.2.4 Educación

El cantón Girón con respecto a la educación cuenta con 34 establecimientos educativos los cuales se dividen en: 29 establecimientos primarios, 5 colegios, 1 establecimiento de educación especial y 1 instituto de educación superior los cuales acogen a 3292 estudiantes (PDOT Girón, 2014).

Tabla 2. Establecimientos del Cantón Girón

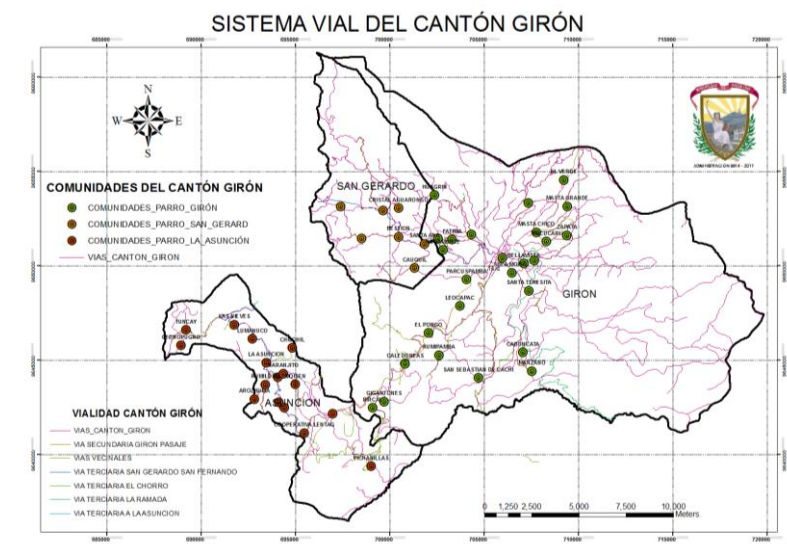
ESTABLECIMIENTOS DE EDUCACIÓN BÁSICA Y BACHILLERATO DEL CANTÓN GIRÓN				
PARROQUIA	N° ESTABLECIMIENTOS	ESTUDIANTES		
		HOMBRES	MUJERES	TOTAL
GIRÓN	4	470	558	1028
LA ASUNCIÓN	1	145	128	273
TOTAL				1301

Fuente: Elaboración propia basada en el PDOT Girón

1.2.5 Estudio del área

El proyecto se va a desarrollar dentro de una zona rural del cantón Girón el cual cuenta con una superficie de 350.1 km². Algunas de las redes viales que se encuentran con lastre o tierra dependen mucho del clima y la época que se da en la zona, en este caso el proyecto busca desarrollar una vía en la que el clima no sea un impedimento para su uso y se pueda transitar por ella de forma segura. Debemos tener en cuenta que el clima en el cantón Girón varía dependiendo de la zona baja o altas y la estación del año en que se encuentre, existen dos estaciones el invierno que va de enero a mayo y verano de junio a diciembre (PDOT Girón, 2014).

Ilustración 2. Sistema vial del cantón Girón



Fuente: PDOT Girón

1.3 Justificación

Los gobiernos autónomos descentralizados (GAD) parroquiales buscan el desarrollo económico y social del cantón, por medio de inversión financiera en lo que es diseño de carreteras, en donde, se busca mejorar las vías ya existentes y brindar seguridad a los conductores y habitantes de la zona, tratando de mejorar la conectividad entre la zona urbana y la zona rural dentro de lo que es el cantón, y también enlazando con el cantón vecino.

Es por ello que se realiza el diseño geométrico y estructural de la vía, tratando de ajustarnos a la vía ya existente siguiendo las normas establecidas en el Ecuador para el correcto diseño (MTOPE 2003), con lo cual se desarrollaran estudios para el diseño geométrico y de pavimento adecuado, logrando con ello una vía duradera y eficiente.

Teniendo en cuenta las condiciones en las que se encuentra la vía, se busca mejorar la misma para ayudar a cada una de las comunidades que se conectan por medio de esta, poniendo como algo primordial la conectividad entre zonas en donde se da la ganadería y agricultura, pero también ayudando con esto a que dos cantones vecinos se puedan conectar por medio de un proyecto vial que ayude a dinamizar la economía del cantón.

Por lo tanto, mediante el desarrollo del presente proyecto se busca que la vialidad dentro del cantón Girón vaya mejorando poco a poco, esto con el objetivo de que los habitantes o turistas tenga la comodidad y seguridad al momento de conducir por esta carretera que estará diseñada bajo las normativas correspondientes.

1.4 Objetivo general

Realizar el diseño geométrico y estructural de la vía Girón Curiquingue del km 17.120 – 19.260, cantón Girón, provincia de Azuay.

1.5 Objetivos específicos

- Establecer los parámetros iniciales como: capacidad portante del suelo, topografía y estudio de tráfico para el diseño de la vía.

- Realizar el diseño geométrico para la vía.
- Determinar el diseño estructural para la vía.
- Evaluar las obras de arte de la vía existente.
- Realizar el presupuesto de la vía.

1.6 Estado del arte

Una vía se representa como una infraestructura que es capaz de conectar a una o varias poblaciones, diseñadas para el transporte y adaptadas en una franja de los terrenos en donde está construida, su diseño debe buscar que mantenga comodidad, que propicie seguridad, sea funcional, se vea bien estéticamente, económica y que no busque dañar al medio ambiente (Cárdenas, 2013).

En el diseño vial la topografía es una de las ramas de la ingeniería de mayor importancia, al ser una ciencia aplicada que determina las ubicaciones absolutas o relativas de ciertos puntos dentro del planeta, ayudando a verificar que los parámetros de diseño geométrico cumplan con las curvas y pendientes para tener la seguridad requerida para el correcto uso de la vía (Alcántara, 2014).

El estudio de tráfico (TPDA), es de los primeros estudios que deben realizar para la construcción o mejoramiento de vías, dado que, el conteo vehicular ayuda a sacar una proyección del tráfico futuro y a calcular los volúmenes de tráfico buscando dar la vida útil a la vía (Agudelo, 2002).

Para el diseño de pavimentos previamente de debe conocer el comportamiento del suelo (CBR), ensayo de comprensión simple y el método que se utilizó es básicamente que mientras menor es el valor del CBR el pavimento contara con más estructuras para así protegerlo de las cargas de tránsito que se presenten (Montejo, 1998).

El diseño geométrico es crucial, ya que define la configuración tridimensional de manera que la vía sea funcional, segura, cómoda, estéticamente agradable, económicamente viable y respetuosa con el medio ambiente (Cárdenas, 2013).

En las vías de tráfico, las obras de drenaje son construcciones que facilitan la correcta gestión de los líquidos. Es esencial e imprescindible tener en cuenta los procesos de recolección, conducción, evacuación y disposición de estos. La falta de control del agua y otros fluidos en general, dentro de la estructura de una carretera, ocasiona un deterioro en las características geomecánicas, transferencia de carga, presiones de poros, presiones hidrostáticas, subpresiones de flujo, lo que provoca un aumento en los cambios volumétricos (Pérez, 2013).

CAPÍTULO 2

2 MARCO TEÓRICO

2.1 Topografía

La topografía es una ciencia encargada de determinar las posiciones relativas o absolutas sobre el planeta, es decir estudia los métodos y procedimientos para realizar mediciones sobre el terreno y como se ve representado sobre el mismo. La topografía está relacionada con la geodesia y cartografía que ayudan a ejecutar replanteos (trazos) sobre el terreno para realizar diferentes obras de ingeniería a partir de las condiciones establecidas sobre un plano (Alcántara, 2014).

Para proyectos de diseño vial es vital contar con la topografía, ya que con esto se pueden elegir los parámetros que intervienen en el diseño. La influencia del relieve obtenido en relación al proyecto vial, afecta a sus costos finales de construcción haciéndolos muy significativo y presenta sus debidas restricciones en lo que respecta al trazado horizontal. Esto se ve evidenciado en las alineaciones en curvas, así como en la configuración geométrica de la sección transversal del camino (MTO, 2003).

2.2 Tráfico

En lo que conlleva realizar un diseño para una vía se debe fundamentar con datos que sujetos a la realidad del tráfico o tránsito, es decir, verificar los vehículos y los usuarios que circulan en la actualidad o los que van a circular por esta. El tráfico ayuda a verificar que tipo de servicio se va a brindar con la carretera a construirse y esto afecta directamente a las características del diseño geométrico. El estudio del tráfico debe incluir la cantidad de vehículos por días y horas, tomar en cuenta la correcta distribución de los carros por pesos y el tipo, dependiendo su composición, se puede incluir ciertas estadísticas que ayudaran a diseñar de mejor manera y tener condiciones más apropiadas (NEVI-12-MTO, 2013).

2.2.1 Tráfico promedio anual (TPDA)

El Tráfico Promedio Anual (TPDA), manifiesta el tráfico total que circula por la vía durante todo el año dividido por 365 (días del año), teniendo el tráfico promedio por día. Factor importante para la determinación del uso anual para justificar sus costos y las dimensiones de los elementos funcionales y estructurales de la carretera (NEVI-12-MTOP, 2013).

El volumen vehicular debe considerarse de los dos sentidos de circulación de los vehículos, o para vías en un solo sentido solo realizar el conteo en dicha dirección. El TPDA es estima en una semana, donde los muestreos se lo realizar las 24 horas del día, durante un mínimo de 4 días, incluidos los sábados y domingos. Al tener los datos se procederá ajustar el TPDA semanal de acuerdo con sus factores mensuales (Bermeo & Lucero, 2023).

Es importante obtener muestras semanales que reflejen las variaciones que se dan dependiendo de las estaciones más significativas del año, se procesa las muestras para determinar la relación que existe en el tráfico en días ordinarios y los fines de semana. Se busca obtener una representación precisa y ajustada del tráfico en función de las variaciones estacionales para realizar los estudios y análisis (MTOP, 2003).

2.2.2 Tránsito actual

Se da por el conteo vehicular que se realiza en la vía transitada en el presente, comúnmente, es el tráfico que pasa por la carretera antes de realizar el mejoramiento vial.

2.2.3 Tránsito futuro

El pronóstico del tráfico está basado en la situación del tráfico actual y que es utilizado para predecir el volumen y composición del tráfico futuro. Obteniendo predicciones que son fundamentales para poder clasificar las vías y determinar la velocidad de diseño y otras características geométricas del proyecto. El tráfico futuro ayuda a indicar cuando una vía debe contar con un mejoramiento en su superficie de rodadura o para aumentar la capacidad de la misma (MTOP, 2003).

Para el tráfico futuro existen varias opciones para obtenerlo, haciendo uso con el modelo logístico, está basado en la utilización de un factor de motorización (T_m) lo que orienta a significar cuantos carros hay en el cantón o ciudad en base a cada mil habitantes en un periodo determinado k , haciendo uso de series históricas de T_m , se identificara los índices de saturación (T_s) (Naspud & Toledo, 2023).

T_m tiende a aumentar junto con la población, lo que indica que a medida que la población crece, también crece el número de vehículos de circulación. Sin embargo, las velocidades de motorización se mantienen constantes, es decir, no varían significativamente. Al aumentar T_s , los coeficientes de regresión, se logra un mejor ajuste en la ecuación que describe esta relación (MTOPI, 2003):

$$T_m = \frac{T_s}{1 + e^{a+bt}}$$

Donde:

T_m = Tasa de motorización para un año k (vehículos/1000 habitantes)

T_s = Tasa de saturación (vehículos/1000 habitantes)

e = Base del logaritmo natural

t = Tiempo

La ecuación al contar con tres variables se le puede reducir a una forma de línea recta realizando la regresión apropiada, dando (MTOPI, 2003):

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

Debido a que T_s se sobrepone y T_m son los datos que se dan anualmente, la ecuación se tiende a tener una línea recta y por ello se puede utilizar una regresión lineal para encontrar (a) en base a la ordenada inicial y (b) como la pendiente (MTOPI, 2003).

$$Y = a + bt$$

$$Y = 2.539 - 0.094t$$

Podremos calcular la tasa de proyección vehicular que se espera durante 5 años usando la siguiente ecuación (MTOP, 2003):

$$\sqrt[n]{\frac{TF}{TA}} - 1 = i$$

Donde:

TF= Tráfico Futuro para el año n+5

TA= Tráfico Actual para el año n

n= Número de años transcurridos entre TA+TF(n+5-n=5)

i= Tasa de crecimiento para los 5 años

2.2.4 Variaciones de tráfico

Las variaciones de tráfico son factores, que ayudan a residir la relación entre datos que se obtuvieron actualmente con los datos que fueron encontrados con anterioridad, determinando así el TPDA del año que se realiza el estudio (MTOP, 2003).

Los factores son los siguientes:

2.2.4.1 Factor horario (FH)

“Permite transformar el volumen de tráfico que se haya registrado en un determinado número de horas a Volumen Diario Promedio” (MTOP, 2003).

2.2.4.2 Factor diario (FD)

“Transforma el volumen de tráfico diario promedio en Volumen Semanal Promedio” (MTOP, 2003).

2.2.4.3 Factor semanal (FS)

“Transforma el volumen semanal promedio de tráfico en Volumen Mensual Promedio” (MTOPI, 2003).

2.2.4.4 Factor mensual (FM)

“Transforma el volumen mensual promedio de tráfico en Tráfico Promedio Diario Anual (TPDA)” (MTOPI, 2003).

2.2.5 TPDA

Ecuación del Tráfico Promedio Diario Anual (MTOPI, 2003):

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

Donde:

T_0 = Tráfico observado.

FH= Factor Horario

FD= Factor Diario

FS= Factor Semanal

FM= Factor Mensual

2.2.6 Tráfico proyectado

Al tráfico proyectado se da mediante la siguiente fórmula:

$$TPDA_{proyectado} = TPDA * (1 + r)^t$$

2.2.7 Volumen de tránsito

Para el estudio del volumen de tránsito se tiene que tener en cuenta varios conceptos, TPDA, representa al tráfico de promedio diario anual que está dado durante un año dividido por 365; el volumen de hora pico, volumen de tráfico que circula por la vía en una hora con mayor intensidad de tráfico; volumen horario de diseño, representado como VHD y es el volumen horario que es utilizada para su diseño, es decir, para hacer una comparación con la capacidad de la vía en estudio; y la proyección de tránsito, la carretera nueva o una ya existente para su

mejoramiento se deben diseñar por medio del tráfico que se espera que va a utilizarla, también llamado tráfico futuro (NEVI-12-MTOP, 2013).

2.2.8 Tránsito producido

Se da por los viajes de diferentes vehículos de transporte público, que no se hubiese dado antes del mejoramiento de la vía, comprendiendo lo siguiente: viajes no se hubiesen dado antes de ninguna manera, viajes que se hubiesen hecho antes por transporte público, y los viajes que con anterioridad se hubiera realizado a otros sitios y que ahora por comodidad de la nueva vía se realizan y no por cambio en los usos del terreno (NEVI-12-MTOP, 2013).

2.2.9 Tránsito por desarrollo

El pronóstico del tráfico futuro está basado en la incorporación de nuevas áreas que pueden ser de explotación o en el aumento a la producción de las tierras en el área donde influye una vía. El componente de tráfico puede ir aumentando durante el periodo de estudio. Para la obtención del TPDA, se utilizan datos de contajes de tráfico y estudios de origen y destino. Importante tener en cuenta que no conviene la proyección del tráfico basándose únicamente en las tendencias históricas, dado que, los cambios bruscos en las circunstancias pueden alterar la tendencia. Por lo tanto, se recomienda realizar previsiones en función de planes de desarrollo y previsiones industriales de las áreas afectadas (MTOP, 2003).

Es el tráfico que no se habría presentado en las zonas cercanas en donde se mejora la carretera, este componente del tráfico se va dando años después de la mejora vial, a diferencia del tránsito producido. El estudio del desarrollo de la zona se puede verificar por medio de mapas que representan los usos actuales y sus posibles cambios, con esto el uso futuro de la tierra y del cambio en su densidad se deduce de manera razonable el número de viajes y la proporción de los diversos puntos de origen y destino (NEVI-12-MTOP, 2013).

2.2.10 Determinación del número de ejes equivalentes

“Para los cálculos de tránsito, el método actual calcula el equivalente a 18 000 libras (8.2 toneladas) de ejes individuales acoplados durante la fase de los diseños” (Naspud & Toledo, 2023).

La siguiente ecuación es utilizada para poder calcular los parámetros del tráfico W18 en los carriles de diseño (AASHTO, 1993).

$$W18 = DD * DL * W18$$

Donde:

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

2.3 Carreteras

La carretera es una infraestructura de transporte que se usa para la conexión o comunicación de un sector a otro, estará adecuada dentro de una parte de uno o varios terrenos, que ayuda para la circulación de los vehículos de transporte de manera constante con diferentes niveles dependiendo de la seguridad y comodidad que se requiera (Cárdenas, 2013).

Cada carretera será funcional dependiendo del tipo que sea, las características con las que cuente y el tráfico, de esta forma, se busca ofrecer una movilidad adecuada por medio de una velocidad dada para su operación. Algo primordial en lo que es la carretera es contar con que sea segura, gracias a un diseño simple, duradero y que sea uniforme (Cárdenas, 2013).

2.3.1 Clasificación de carreteras según el TPDA

Según la tabla 3, las vías o carreteras se clasifican según las siguientes jerarquías dependiendo el Tráfico Promedio Diario Anual (TPDA) (MTOP, 2003).

Tabla 3. Clasificación de carreteras según el TPDA

Clase de Carretera	Tráfico Proyectado TPDA
RI- o R-II	Más de 8 000
I	De 3 000 a 8 000
II	De 1 000 a 3 000
III	De 300 a 1 000
IV	De 100 a 300
V	Menos de 100

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

2.3.2 Clasificación de carreteras por jerarquía vial

Al ir desarrollando el diseño de una vía, es necesario comprobar ciertas particularidades que corresponden a cada una de las carreteras, que se van a clasificar dependiendo la importancia con la relación entre el flujo vehicular y el número de carriles. De acuerdo, con su jerarquía en donde se ubique, el diseño se escalona de acuerdo con el crecimiento del tránsito (MTOP, 2003).

Tabla 4. Clasificación de las carreteras según su jerarquía

FUNCIÓN	TIPO DE CARRETERA	TPDA OBTENIDO
CORREDOR	RI-RIII	>8 000
ARTERIAL	I	3 000-8 000
COLECTORA	II	300-1 000
	III	100-300
VECINAL	IV	100-300
	V	<100

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

2.3.2.1 Carreteras de primer Orden

Carreteras que conectan dos o más ciudades, transversales y de acceso a las diferentes capitales de cada provincia, son las encargadas de integrar a las principales zonas de producción y consumo dentro del territorio (país). Deben de contar con calzadas divididas dependiendo del proyecto, y cuentan con su pavimentación respectiva (Cárdenas, 2013).

2.3.2.2 Carreteras de segundo Orden

Carreteras que conectan a cabeceras municipales o puede unir una cabecera municipal y conectar a una carretera primaria. Las carreteras de segundo orden pueden desempeñar en dos maneras: pavimentadas o en afirmado (Cárdenas, 2013).

2.3.2.3 Carreteras de tercer Orden

Carreteras de acceso que unen a las cabeceras municipales con sus respectivas veredas, o unen veredas entre sí. Deben desempeñar en afirmado, en caso de que se requiera pavimentarla debe cumplir con las condiciones de una carretera de segundo orden (Cárdenas, 2013).

2.3.3 Clasificación de carreteras según su terreno

Se determinarán dependiendo el tipo de topografía dominante en el tramo del estudio, pueden encontrarse tramos homogéneos en distintos tipos de terrenos, clasificándose con base en las pendientes de las laderas y de manera transversal en la carretera (Cárdenas, 2013).

Carretera de terreno plano (P): “Las pendientes longitudinales de las vías son normalmente menores al 3%” (Cárdenas, 2013).

Carretera de terreno ondulado (O): “Sus pendientes longitudinales se encuentran entre el 3% y el 6%” (Cárdenas, 2013).

Carretera de terreno montañoso (M): “Sus pendientes longitudinales predominantes se encuentran entre el 6% y el 8%” (Cárdenas, 2013).

Carretera de terreno escarpado (E): “Generalmente sus pendientes longitudinales son superiores al 8%” (Cárdenas, 2013).

2.3.4 Clasificación de carreteras según el tráfico proyectado

Tabla 5. Clasificación de Carreteras de Acuerdo al Tráfico Proyectado

CLASIFICACIÓN DE CARRETERAS EN FUNCIÓN DEL TRÁFICO PROYECTADO	
CLASE DE CARRETERA	TRÁFICO PROYECTADO TPDA
R-I o R-II	Más de 8 000
I	De 3 000 a 8 000
II	De 1 000 a 3 000
III	De 300 a 1 000
IV	De 100 a 300
V	Menos de 100

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

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

2.4 Diseño Geométrico

2.4.1 Velocidad de diseño

Es la máxima velocidad a la cual los vehículos pueden transitar con seguridad sobre una carretera cuando las condiciones ambientales y del tránsito son adecuadas. La velocidad de diseño de debe seleccionar para el tramo de la vía más desfavorable, y a su vez todas las características de la vía se deben ajustar a esta velocidad designada, usando valores mayores a los mínimos establecidos (MTOP, 2003).

2.4.2 Velocidad de circulación

La velocidad de circulación se define como la velocidad real del vehículo en una sección específica de la carretera, y es igual al dividir la distancia recorrida para el tiempo de circulación del vehículo, esta velocidad en una carretera constituye un indicador clave de la calidad del

servicio que la vía brinda a sus usuarios, por consiguiente, para propósitos de diseño, es esencial tener información sobre las velocidades previstas de los vehículos que se anticipa transitarán por la carretera en distintos niveles de tráfico (MTO, 2003).

Se podrá elegir la velocidad de diseño de acuerdo a la tabla 6.

Tabla 6. Velocidad de circulación

Velocidad de diseño 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

2.4.3 Alineamiento horizontal

El diseño geométrico en planta de una carretera, conocida como alineación horizontal, implica la representación en un plano horizontal de su eje físico o espacial. Este eje horizontal se compone de segmentos rectos llamados tangentes, que se conectan entre sí mediante curvas (Cárdenas, 2013).

2.4.3.1 Radio mínimo de curvatura horizontal

El radio mínimo de curvatura horizontal es el valor más bajo que garantiza la seguridad del tráfico a una velocidad de diseño determinada, considerando el peralte máximo (e) seleccionado y el coeficiente de fricción lateral (f) correspondiente. La utilización de curvas con radios inferiores al mínimo establecido requerirá peraltes que superen los límites prácticos de

En la tabla 7. se muestra los elementos geométricos con su descripción de una curva circular simple.

Tabla 7. Elementos geométricos de una curva circular simple.

Símbolo	Descripción
PI	Punto de intersección de las tangentes o vértice de la curva.
PC	Principio de curva: Punto donde termina la curva y empieza la tangente de salida.
PT	Principio de tangente: Punto donde termina la curva y empieza la tangente de salida.
O	Centro de la curva circular.
Δ	Ángulo de deflexión de las tangentes: ángulo de deflexión principal. Es igual al ángulo central subtendido por el arco PC*PT
R	Radio de curva circular simple.
T	Tangente o sub tangente: distancia desde el PI al PC o desde el PI al PT.
L	Longitud de curva circular: distancia desde el Pc al PT a lo largo del arco circular, o de un polígono de cuerdas.
CL	Cuerda larga: distancia en línea recta desde el PC a PT.
E	Externa: distancia desde el PI al punto medio de la curva A.
M	Ordenada media: distancia desde el punto medio de la curva A al punto medio de la cuerda larga B.

Fuente: Cárdenas, Diseño Geométrico, 2013

2.4.3.3 Relaciones de elementos geométricos

De acuerdo a la tabla anterior, en función a sus elementos, estos se relacionan entre sí para realizar el cálculo de la curva.

Angulo central: Se trata del ángulo conformado por la curva circular, representado como " α " (alfa). En el contexto de curvas circulares simples, este ángulo es equivalente a la deflexión entre las tangentes (MTOPI, 2003).

Longitud de curva: Distancia entre el PC y PT.

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

Tangente de curva o subtangente: Es la diferencia entre el PI y el PC o entre el PI y el PC de la curva (MTOP, 2003).

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

External: Es la mínima distancia entre el PI y la curva.

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

Ordenada media: Es la longitud de la flecha en el punto medio de la curva (MTOP, 2003).

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

Cuerda: Es la recta comprendida entre 3 puntos de la curva

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

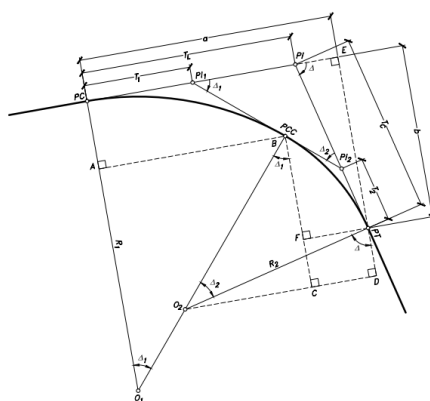
Cuerda Larga: Distancia en línea recta desde el PC al PT.

$$CL = 2 * R * \sen \frac{\Delta}{2}$$

2.4.3.4 Curvas circulares compuestas

Las curvas circulares compuestas son las que se forman mediante la combinación de dos o más curvas circulares simples. Aunque no son frecuentes, encuentran aplicación en áreas montañosas, especialmente cuando se busca que la carretera se adapte de manera óptima a la topografía natural del terreno, minimizando así el movimiento de tierras. Además, se utilizan en situaciones donde existen restricciones en el diseño, como, por ejemplo, en los accesos a puentes, pasos a desnivel e intersecciones (Cárdenas, 2013).

Ilustración 4. Curva circular compuesta de dos radios



Fuente: Cárdenas, Diseño Geométrico, 2013

La tabla 8. presenta los elementos geométricos junto con sus respectivas descripciones de una curva circular compuesta.

Tabla 8. Elementos geométricos de una curva compuesta

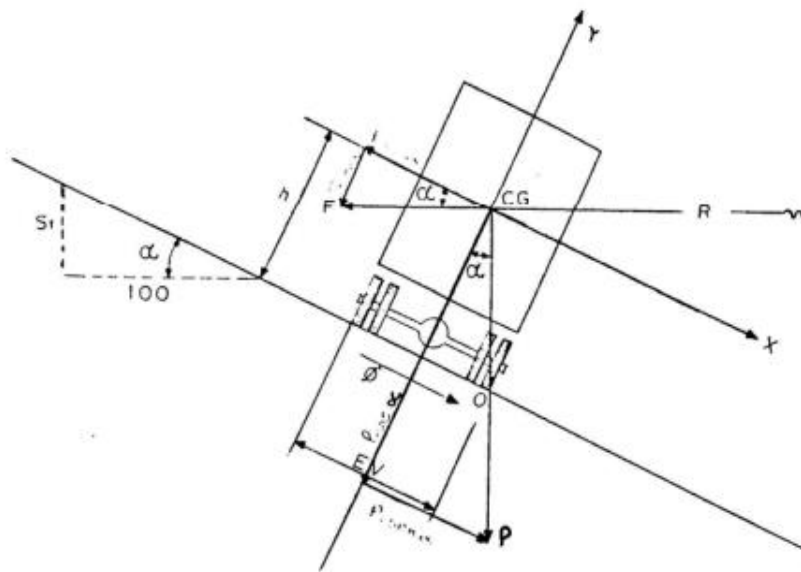
Símbolo	Descripción
PI	Punto de intersección de las tangentes.
PC	Principio de la curva compuesta
PT	Fin de la curva compuesta o principio de la tangente
PCC	Punto común de curvas o punto de curvatura compuesta. Punto donde termina la primera curva circular simple y empieza la segunda.
R1	Radio de la curva de menor curvatura o mayor radio.
R2	Radio de la curva de mayor curvatura o menor radio.
O1	Centro de la curva de mayor radio.
O2	Centro de la curva de menor radio.
Δ	Ángulo de deflexión principal.
Δ_1	Ángulo de deflexión principal de la curva de mayor radio.
Δ_2	Ángulo de deflexión principal de la curva de menor radio.
T1	Tangente de la curva de mayor radio.
T2	Tangente de la curva de menor radio.
TL	Tangente larga de la curva circular compuesta.
TC	Tangente corta de la curva circular compuesta.

Fuente: Cárdenas, Diseño Geométrico, 2013

2.4.3.5 Peralte

La única fuerza que se opone al deslizamiento lateral del vehículo es la fuerza de fricción generada entre las llantas y el pavimento. Sin embargo, esta fuerza, por lo general, no es adecuada por sí sola para prevenir el deslizamiento transversal. En consecuencia, se requiere complementarla mediante la inclinación lateral de la calzada, conocida como peralte (Cárdenas, 2013).

Ilustración 5. Estabilidad del vehículo en las curvas



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

Donde el peralte está en función de la velocidad del diseño seleccionada, el radio de curva y el coeficiente de fricción lateral.

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

Donde:

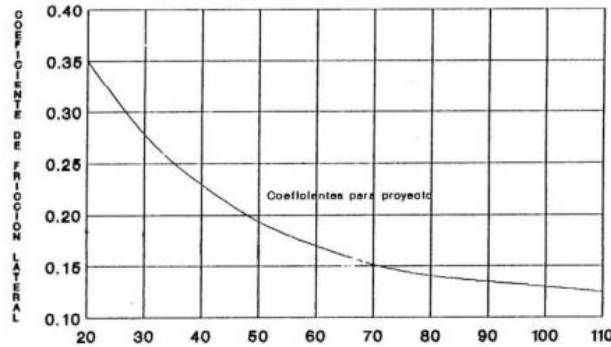
e: Peralte de la curva. (m/m)

V: Velocidad de diseño. (km/h)

R: radio de la curva. (m)

f: Máximo coeficiente de fricción lateral.

Ilustración 6. Coeficiente de fricción



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

La fuerza centrífuga, se representa con la letra “F” y se calcula de la siguiente manera

$$F = \frac{m * V^2}{R} = \frac{p * V^2}{g * R}$$

Donde:

P: Peso del vehículo. (kg)

V: Velocidad de diseño. (m/seg)

g: Aceleración de la gravedad 9.78 (m/seg²).

R: Radio de la curva circular. (m)

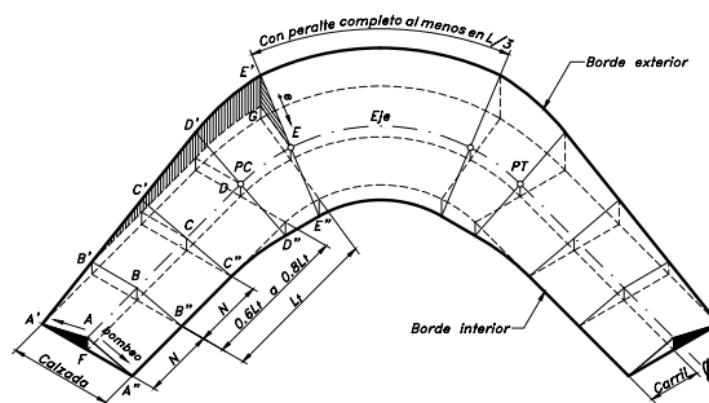
2.4.3.6 Transición del peralte

La sección transversal de la calzada en un tramo recto y este exhibe comúnmente una inclinación conocida como bombeo normal, diseñada para facilitar el drenaje lateral de las aguas pluviales hacia las cunetas. La magnitud del bombeo dependerá de la naturaleza de la

superficie y de la intensidad de las precipitaciones en la región del proyecto, variando típicamente del 1% al 4% (Cárdenas, 2013).

La transición de una sección transversal con bombeo normal a otra con peralte requiere un cambio gradual en la inclinación de la calzada. Este ajuste no debe llevarse a cabo de manera abrupta, sino de forma progresiva a lo largo del tramo de la vía entre estas dos secciones. A esta porción de la carretera se lo llama transición de peraltado (Cárdenas, 2013).

Ilustración 7. Transición de peralte



Fuente: Cárdenas, Diseño Geométrico, 2013

Descripción de los elementos de la transición de peralte

Tabla 9. Elementos de la transición de peralte

Símbolo	Descripción
Lt	Longitud de transición.
N	Longitud de aplanamiento.
PT	Longitud de la curva circular.
e	Peralte necesario de la curva circular.

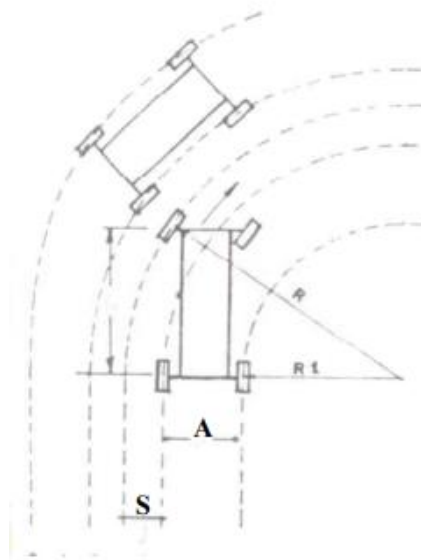
Fuente: Cárdenas, Diseño Geométrico, 2013

2.4.3.7 Sobreancho

Cuando circula un vehículo sobre una curva horizontal sus ruedas traseras describen una trayectoria distinta a la de las ruedas delanteras, esta trayectoria corresponde a un arco de radio menor, es decir, que la rueda interna del eje posterior tiende a salirse de la vía. En ciertos casos,

es necesario definir un ancho adicional de la calzada en la curva para prevenir la salida de vehículos de la carretera o vía (Agudelo, 2002).

Ilustración 8. Sobreancho



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

Para determinar el sobre ancho de la curva se utiliza la siguientes formulas:

$$R1 + A = R - s$$

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

Donde:

S: Sobre ancho. (m)

R: Radio de la curva. (m)

A: Ancho del vehículo. (m)

V: Velocidad de diseño. (km/h)

n: Número de carriles.

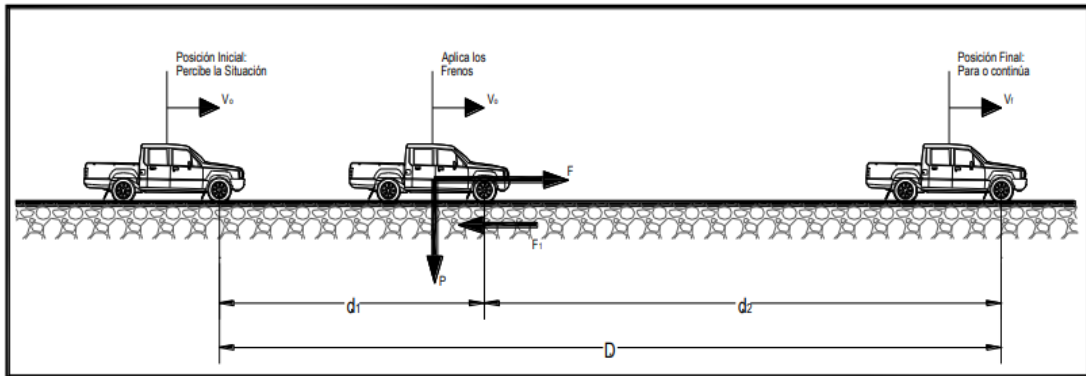
2.4.4 Distancia de visibilidad

Uno de los aspectos cruciales que debe proporcionar el diseño de una carretera al conductor es la capacidad de tener una visibilidad adecuada hacia adelante, permitiéndole realizar una conducción eficiente y segura. La distancia de visibilidad se define como la longitud ininterrumpida de la carretera que es visible para el conductor de un vehículo que lo transita a lo largo de ella. Y esta distancia tiene que ser lo suficiente mente extensa para que los conductores puedan alcanzar la velocidad de diseño y, al mismo tiempo, controlar la velocidad operativa de sus vehículos (Cárdenas, 2013).

2.4.4.1 Visibilidad de parada

Según la (NEVI-12-MTOP, 2013) la distancia de visibilidad de parada, se desglosa en dos componentes: la distancia de percepción y reacción del conductor (denominada d_1), la cual está influenciada por el estado de alerta y habilidad del conductor, y la distancia de frenado (denominada d_2). La primera es la distancia recorrida por el vehículo desde el momento en que el conductor identifica el peligro hasta que aplica el pedal del freno, mientras que la segunda es la distancia necesaria para detener completamente el vehículo después de dicha acción. El tiempo de reacción para activar los frenos es el lapso que transcurre desde el instante en que el conductor percibe la presencia de un objeto hasta que logra reaccionar aplicando los frenos.

Ilustración 9. Distancia de parada



Fuente: NEVI-12, 2013

Las distancias de frenado se calculan mediante las fórmulas de “carga dinámica”, además teniendo en cuenta la carretera y las acciones de fricciones desarrolladas (MTO, 2003).

$$d_2PF = \frac{PV_c^2}{2g}$$

Donde:

d_2 : Trayectoria de frenado en la calzada. (m)

f : Factor de fricciones longitudinales.

V_c : Velocidad del vehículo al aplicar frenos. (m/s)

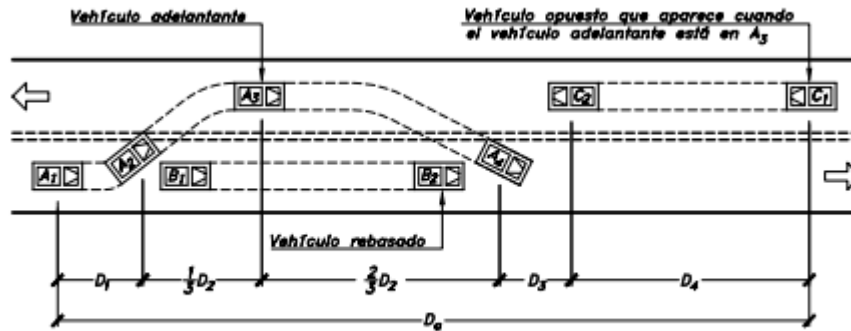
P : Peso del automóvil.

g : Aceleración de la gravedad. (9.78 m/s)

2.4.4.2 Distancia de visibilidad de adelantamiento

En un tramo de carretera con dos carriles que permite la circulación en ambos sentidos, cuenta con distancia de visibilidad de adelantamiento (D_a) y es aquella en la cual la visibilidad es suficiente para que, bajo condiciones seguras, un conductor pueda adelantar a otro vehículo que se desplaza por el mismo carril a una velocidad inferior. Así, se asegura que no exista riesgo de interferencia con un tercer vehículo que se aproxime en sentido contrario y se haga visible en el momento en que se inicia la maniobra de adelantamiento (Cárdenas, 2013).

Ilustración 10. Distancia de visibilidad de adelantamiento en carreteras de dos carriles



Fuente: Cárdenas, Diseño Geométrico, 2013

La distancia de visibilidad (D_a) se calcula de la siguiente manera:

$$D_a = D_1 + D_2 + D_3 + D_4$$

En donde:

D1: Longitud recorrida durante el tiempo de percepción-reacción del conductor que va a efectuar la maniobra (m) (Cárdenas, 2013).

D2: Longitud recorrida por el vehículo adelantante durante el tiempo desde que invade el carril del sentido contrario hasta que regresa a su carril (m) (Cárdenas, 2013).

D3: Longitud de seguridad, una vez terminada la maniobra, entre el vehículo adelantante y el vehículo que viene en la dirección opuesta, recorrida durante el tiempo de despeje (m) (Cárdenas, 2013).

D4: Longitud recorrida por el vehículo que viene en sentido opuesto, estimada en $2/3$ de D2 (m) (Cárdenas, 2013).

2.4.5 Alineamiento vertical

En el diseño vertical, el perfil longitudinal establece la rasante, compuesta por una serie de tramos rectos conectados por arcos verticales parabólicos, siendo las rectas tangentes a estos

arcos. Para realizar proyectos, la dirección de las pendientes se define en función del avance del kilometraje, considerando positivas aquellas que indican un aumento en la cota y negativas las que implican una disminución en la cota (Cárdenas, 2013).

Las curvas verticales que se encuentran entre dos pendientes consecutivas permiten crear una transición gradual entre pendientes de magnitudes diferentes, evitando así cambios bruscos en la rasante (Cárdenas, 2013).

2.4.5.1 Pendientes

En tramos en corte se evitan preferiblemente el empleo de pendientes menores a 0.5 %. Podrá hacerse uso de rasantes horizontales en los casos en que las cunetas adyacentes puedan ser dotadas de las pendientes necesaria para garantizar el drenaje y la calzada cuente con un bombeo igual o superior a 2% (NEVI-12-MTOP, 2013).

2.4.5.2 Gradiente

Usualmente, las pendientes a implementar están estrechamente ligadas a la topografía del terreno y se sugiere que sus valores sean lo más bajos posible. Esto busca favorecer velocidades de circulación adecuadas y mejorar la operación de los vehículos. En función de las velocidades de diseño, las cuales son influenciadas por el volumen de tráfico y las características de la topografía, se establecen de manera general los valores máximos de pendiente (Freire, 2020).

Tabla 10. Valores de las gradientes para longitudes máximas

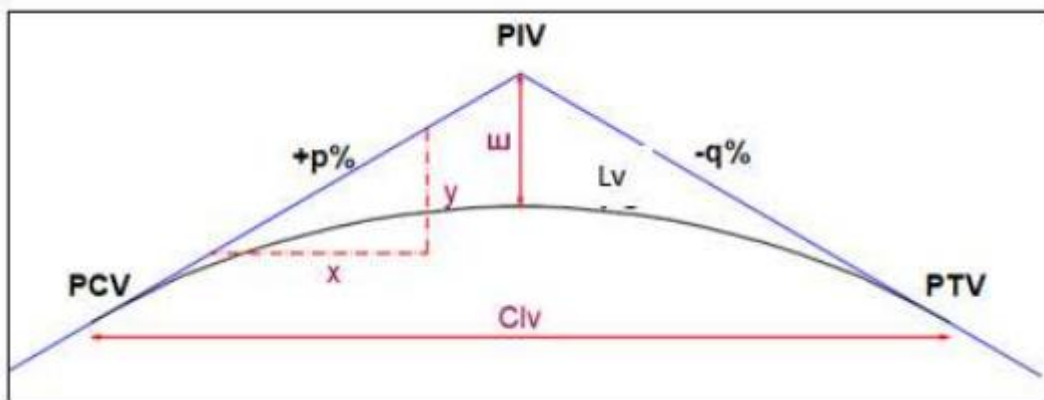
Valores de diseño de las gradientes longitudinales máximas (%)						
Clases de carretera	Valores recomendables			Valores absolutos		
	Llano	Ondulado	Montañoso	Llano	Ondulado	Montañoso
RI o RII	2	3	4	3	4	6
I	3	4	6	3	5	7
II	3	4	7	4	6	8
III	4	6	7	6	7	9
IV	5	6	8	6	8	12
V	5	6	8	6	8	14

Fuente: Freire, 2020

2.4.5.3 Curvas verticales

Una curva vertical es un elemento del diseño en perfil que conecta dos tangentes verticales consecutivas. A lo largo de su extensión, y produce una transición gradual de la pendiente de la tangente de entrada a la pendiente de la tangente de salida. Buscando facilitar una operación vehicular segura y cómoda, con una apariencia estéticamente agradable y permitiendo un drenaje efectivo. La parábola de eje vertical ha demostrado ser la curva que mejor se adapta a estas condiciones (Cárdenas, 2013).

Ilustración 11. Esquema de elementos de una curva vertical



Fuente: Freire, 2020

A continuación, se describe los elementos de una curva vertical:

Tabla 11. Elementos de una curva vertical

Símbolo	Descripción
PIV	Punto de intersección de las tangentes verticales.
PCV	Punto de principio de la curva vertical.
PTV	Punto de término de la tangente vertical.
E	External, es la distancia vertical comprendida entre el PIV y la curva
Lv	Longitud de la curva vertical
p	Pendiente inicial expresada en porcentaje.
q	Pendiente final expresada en porcentaje
Clv	Distancia horizontal comprendida entre PCV y PTV.
Y	Ordenada del punto P
X	Distancia horizontal desde PCV hasta el punto P.

Fuente: Cárdenas, Diseño Geométrico, 2013

Distancia de pendientes (A): Es el valor absoluto de la suma algebraica de las pendientes (Freire, 2020).

$$A = |p\% - q\%|$$

External (E): Se calcula con la ecuación:

$$E = \frac{A}{200 * Clv} * \left(\frac{Clv}{2}\right)^2$$

Ordenada (y): Se determina con la siguiente ecuación y la ordena se considera en cualquier punto de la curva.

$$y = \frac{A}{200 * Clv} * x^2$$

2.4.5.4 Curva vertical convexas

La longitud mínima de las curvas verticales se establece de acuerdo a los requisitos de distancia de visibilidad para la parada de un vehículo. Esta evaluación toma en cuenta una altura del ojo del conductor de 1,15 metros y una altura del objeto divisado sobre la carretera de 0,15 metros (MTOPI, 2003).

Se calcula con la ecuación siguiente:

$$L \frac{AS^2}{426}$$

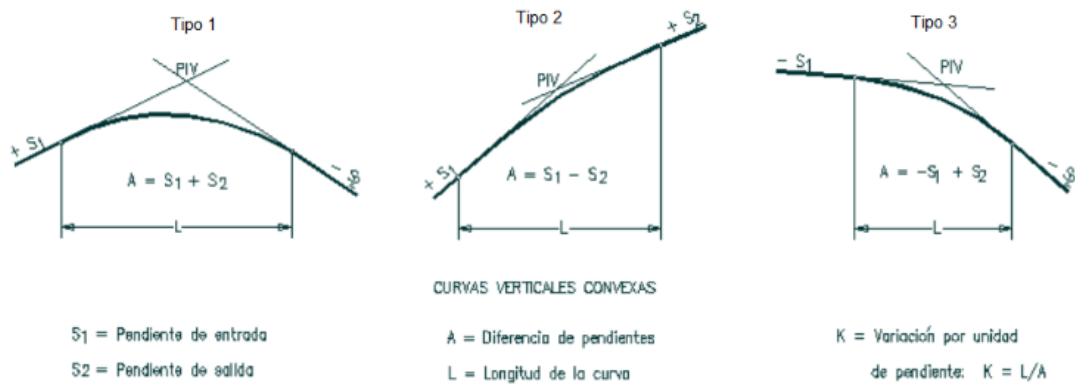
Donde:

L: Longitud de la curva vertical convexa. (m)

A = Diferencia algébrica de las gradientes. (%)

S = Distancia de visibilidad para la parada de un vehículo. (m)

Ilustración 12. Tipos de tabla convexas



Fuente: Ascencio, J. 2020

De acuerdo con la ilustración anterior existen 3 tipos de curvas convexas:

Tipo 1: Cuando la gradiente de entrada es mayor que cero y gradiente de salida es menor que cero.

Tipo 2: Cando la gradiente de entrada es menor que cero y la gradiente de salida es menor que cero.

Tipo 3: Cuando la gradiente de entrada y de salida es mayor que cero.

Y en la tabla 12. se indican los valores de K para diferentes velocidades de diseño

Tabla 12. Curvas verticales convexas mínimas

CURVAS VERTICALES CONVEXAS MINIMAS			
Velocidad de diseño	Distancia de visibilidad para Parada "s"	Coeficiente $K=S^2/426$	
kph	(metros)	Calculado	Rondeado
20	20	0,94	1
25	25	1,47	2
30	30	2,11	2
35	35	2,88	3
40	40	3,76	4
45	50	5,87	6
50	55	7,10	7
60	70	11,50	12
70	90	19,01	19
80	110	28,40	28
90	135	42,78	43
100	160	60,09	60
110	180	76,06	80
120	220	113,62	115

Fuente: Norma de Diseño Geométrico de Carreteras, 2003

De acuerdo con (MTO, 2003) la longitud mínima absoluta de las curvas verticales convexas, expresada en metros, se indica por la siguiente fórmula:

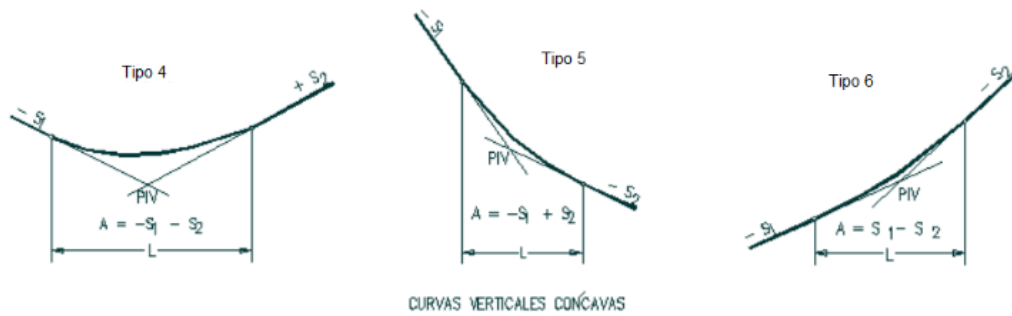
$$L_{min} = 0.60V$$

V: Velocidad de diseño. (km/h)

2.4.5.5 Curvas cóncavas

El análisis de la curva vertical cóncava se efectúa considerando la visibilidad nocturna, donde la iluminación generada por las luces delanteras del vehículo desempeña un papel importante. La visibilidad diurna no plantea inconvenientes, ya que cualquier conductor dentro de una curva vertical cóncava siempre cuenta con la visibilidad necesaria para su seguridad, a menos que dentro de esta curva vertical se encuentre una curva horizontal (NEVI-12-MTO, 2013).

Ilustración 13. Tipos de curvas verticales cóncavas.



Fuente: Ascencio, 2020

Donde:

Tipo 4: Cuando la gradiente de entrada menor a cero y gradiente de salida mayor a cero.

Tipo 5: Cuando la gradiente de entrada menor a cero y gradiente de salida menor a cero.

Tipo 6: Cuando la gradiente de entrada mayor a cero y gradiente de salida mayor a cero.

La siguiente ecuación indica la relación entre la longitud de la curva, la diferencia algebraica de gradiente y la distancia de visibilidad de parada (MTOP, 2003).

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

La expresión más simple de la longitud de una curva vertical cóncava es:

$$L = KA$$

Donde:

L: Longitud de curva.

K: Curvas verticales mínimas.

A= Diferencia algebraica de las gradientes. (%)

Y en la tabla 13. se indican los valores de K para diferentes velocidades de diseño de curvas cóncavas.

Tabla 13. Curvas verticales cóncavas mínimas

CURVAS VERTICALES CONCAVAS MINIMAS			
Velocidad de diseño	Distancia de visibilidad para Parada "s"	Coeficiente $K=S^2/122+3,5S$	
		Calculado	Rondeado
kph	(metros)		
20	20	2,08	2
25	25	2,98	3
30	30	3,96	4
35	35	5,01	5
40	40	6,11	6
45	50	8,42	8
50	55	9,62	10
60	70	13,35	13
70	90	18,54	19
80	110	23,87	24
90	135	30,66	31
100	160	37,54	38
110	180	43,09	43
120	220	54,26	54

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

2.5 Pavimento

El pavimento está conformado por un conjunto de capas superpuestas, dispuestas de manera relativamente horizontal, que son diseñadas técnicamente utilizando materiales apropiados y compactados de manera adecuada. Estas estructuras estratificadas se sustentan sobre la subrasante de una vía, obtenida mediante el proceso de movimiento de tierras durante la fase de exploración. Dichas capas están diseñadas para resistir los esfuerzos generados por las cargas repetidas del tránsito a lo largo del periodo para el cual se planificó la estructura del pavimento (Montejo, 1998).

2.5.1 Tipos de pavimentos

De acuerdo con (Montejo, 1998) los pavimentos más usados en nuestro medio son: Pavimentos flexibles, pavimentos semirrígidos, pavimentos rígidos y pavimentos articulados.

2.5.1.1 Pavimento flexible

Este tiene una carpeta asfáltica que proporciona la superficie de rodamiento, haciendo que las cargas de los vehículos se distribuyan para las capas inferiores mediante las características de fricción y cohesión de los materiales; la capa asfáltica se pliega a pequeñas deformaciones de las capas inferiores sin que su estructura se rompa (Olivera, 1996).

El pavimento flexible está formado por: Carpeta asfáltica, base, subbase las que se construyen sobre la subrasante.

2.5.1.2 Pavimentos semirrígidos

Este guarda la misma estructura del flexible, una de sus capas puede estar rigidizada artificialmente con un aditivo como: asfalto, emulsión, cemento, cal y químicos. Con el fin de modificar o corregir las propiedades locales de los materiales que no son aptas para la construcción de las capas de pavimento (Montejo, 1998).

2.5.1.3 Pavimiento rígido

El pavimento rígido en la superficie de rodamiento es proporcionado por losas de concreto hidráulico, ayudando a distribuir las cargas de los vehículos hacia las capas inferiores, este pavimento no puede presentar fallas estructurales porque no puede plegarse a las capas inferiores (Olivera, 1996).

2.5.1.4 Pavimento articulado

Estos pavimentos están conformados por una capa de rodadura diseñada por bloques de concretos prefabricados (adoquines) de espesores iguales, el mismo debe estar apoyada sobre una capa de base granular o sobre la subrasante (Montejo, 1998).

2.5.2 Procedimiento para diseñar pavimentos flexibles (AASHTO)

El método AASHTO-1993 para el diseño de pavimentos flexibles se centra principalmente en la determinación de un "número estructural (SN)" para el pavimento, capaz de resistir la carga solicitada. Para calcular este número estructural, el método utiliza una ecuación que relaciona coeficientes con sus respectivos valores estructurales. Estos valores se obtienen mediante el uso de un software (AASHTO 93), el cual requiere datos de entrada como el número de ejes equivalentes, el rango de serviciabilidad, la confiabilidad y el módulo resiliente de la capa bajo análisis (Aristizábal et al., 2014).

2.5.2.1 Serviciabilidad

Es la condición esencial que debe cumplir un pavimento con el fin de ofrecer a los usuarios una conducción segura y cómoda en un momento específico (AASHTO, 1993).

Tabla 14. Índice de serviciabilidad

Índice de seVICIabilidad (p)	Clasificación
0 - 1.	Muy buena
1 - 2.	Mala
2 - 3.	Regular
3 - 4.	Buena
4 - 5.	Muy buena

Fuente: AASHTO, 1993

2.5.2.2 Confiabilidad R

El uso del parámetro de confiabilidad (R) requiere cierto grado de certeza en el enfoque de diseño para garantizar que las diferentes alternativas a los miembros estructurales finales duren al menos a lo largo del periodo de diseño. AASHTO clasifica estos niveles de confiabilidad como se muestra en la tabla 15.

Tabla 15. Confiabilidad (R)

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, 1993

2.5.2.3 Perdida o disminución del índice de Serviciabilidad

Para el cálculo de serviciabilidad la AASHTO muestra la siguiente tabla en base al TPDA obtenido:

Tabla 16. Disminución del índice de Serviciabilidad

TIPO DE CAMION	TRÁFICO	EJES EQUIVALENTES ACUMULADOS	INDICE DE SERVICIALIDAD INICIAL (PI)	INDICE DE SERVICIALIDAD FINAL (PT)
Caminos de bajo volumen de tránsito	TP1	150,001	4,1	2
	TP2	300,001	4,1	2
	TP3	500,001	4,1	2
	TP4	750,001	4,1	2

Fuente: AASHTO, 1993

Y mediante la ecuación se obtiene el índice de Serviciabilidad

$$\Delta PSI = PSI_{inicial} - PSI_{final}$$

En donde:

ΔPSI : índice de serviciabilidad

2.5.2.4 Modulo resiliente para la subrasante

Los módulos resilientes son empleados para inferir las composiciones de los suelos base (base de la carretera). Estos datos son cruciales al considerar el tipo de subrasante sobre la cual

se instalará el revestimiento, ya que determinan las condiciones del suelo subyacente y permiten estimar los espesores de la capa de revestimiento. El método de la AASHTO para el diseño de pavimentos flexibles incluye las relaciones entre los módulos resilientes "Mr" y CBRs. Es importante señalar que, en algunos países, no se dispone del equipo necesario para determinar el módulo de elasticidad (AASHTO, 1993; Naspud & Toledo, 2023).

$Mr(PSI)=1500*CBR$ para $CBR < 10\%$ (AASHTO, 1993).

$Mr(PSI)=3000*CBR^{0.65}$ para los CBR de 7.2 % a 20% (AASHTO, 1993).

$Mr(PSI)=4236*\ln CBR + 241$ para suelos que son granulares (AASHTO, 1993).

2.5.2.5 Número estructural

El diseño de pavimentos flexibles se fundamenta principalmente en la identificación de un "número estructural (SN)" para el pavimento, capaz de soportar la carga solicitada. Para calcular este número estructural, el método se basa en una ecuación que establece la relación entre los coeficientes y los respectivos números estructurales. Estos últimos se determinan mediante el uso de un software (AASHTO 93), el cual requiere datos de entrada como el número de ejes equivalentes, el rango de serviciabilidad, la confiabilidad y el módulo resiliente de la capa que se está analizando (Aristizábal et al., 2014).

Con la siguiente ecuación:

$$SN = a_1 D_1 + a_2 D_2 m_2 + a_3 D_3 m_3$$

En donde:

a: Coeficiente estructural

D: espesor (Pulgadas)

m: coeficiente de drenaje

2.5.2.5.1 Modulo resiliente de la capa asfáltica (a1)

Las capas asfálticas se definen a través de los módulos resilientes, los cuales varían según las frecuencias de carga y las temperaturas de las mezclas. Para determinar nuestro número, se emplea la siguiente fórmula (AASHTO, 1993):

$$f = \frac{v}{2\pi}$$

En donde:

f: frecuencia de aplicaciones de carga. (Hz)

v: Velocidad de operaciones de los vehículos. (km/h)

De la misma la temperatura efectiva se calcula con:

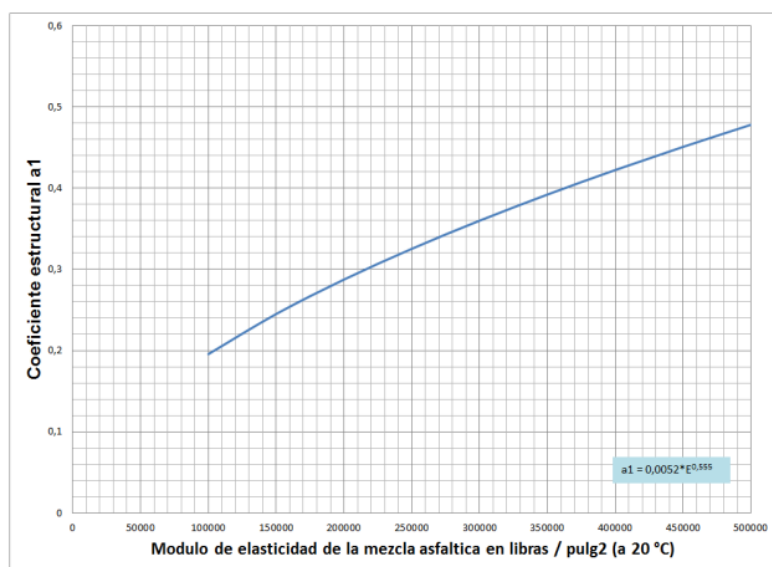
$$T_s = (-0.0093 * T_a^2 + 1.578)(-0.084 * \ln h_s + 1.55)$$

Ts: Temperatura efectivas. (C°)

Ta: Temperaturas medidas del aire. (C°)

hs: Espesores de las capas asfálticas. (mm)

Ilustración 14. Determinación del coeficiente estructural (a1) de la mezcla asfáltica



Fuente: García, 2015

Con la ilustración anterior se puede obtener el módulo de resiliencia con relación a la temperatura obtenida.

Determinado el módulo de resiliencia en la respectiva curva se calcula el número estructural de a_1 de acuerdo a la formula (AASHTO, 1993):

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

En donde:

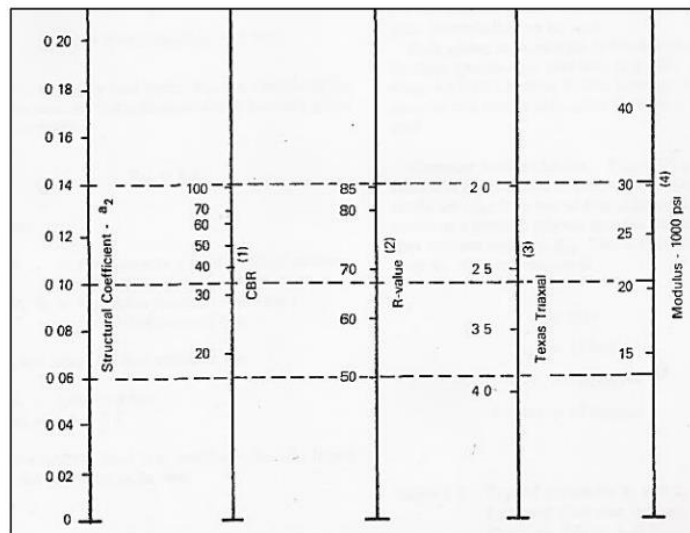
a_1 : Número de estructural para la capa asfáltica.

Mr : Módulo de resiliencia.

2.5.2.5.2 Modulo resiliente de la capa base (a2)

La propuesta de MTOP sugiere utilizar un CBR del 80% para calcular los módulos resilientes de la base. Utilizando el ábaco de la Ilustración 15., es posible obtener los valores de los módulos de resiliencia correspondientes a las subbases (Naspud & Toledo, 2023).

Ilustración 15. determinación del coeficiente estructural (a_2) de la base granular

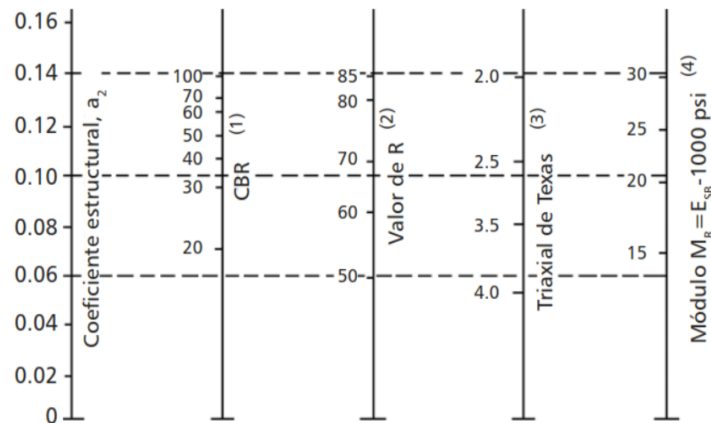


Fuente: AASHTO, 1993

2.5.2.5.3 Modulo resiliente de la capa subbase (a3)

Para obtener el coeficiente estructural granular a_3 en emplea con el ábaco siguiente:

Ilustración 16. Determinación del coeficiente estructural (a_3) de la Subbase granular



Fuente: AASHTO, 1993

2.6 Drenaje

“Proceso de evacuación de las aguas superficiales o subterráneas” (Pérez, 2013).

2.6.1 Drenaje superficial

La finalidad del drenaje superficial es el remover los excedentes de agua que se encuentran en la superficie del terreno y se basa en un grupo de canales de poca profundidad que llevan la escorrentía de la superficie y se descarga en drenes colectores. Usualmente se trata de emplear las depresiones o cauces naturales para los colectores (Villón, 2006).

2.6.2 Drenaje subterráneo

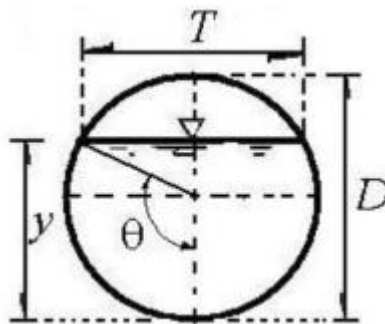
Los dos tipos de drenaje tiene como objetivo de controlar la posición de la tabla de agua, nivel freático, de manera que se balancee el agua y las sales en el sector. Para esto se busca la eliminación de agua infiltrada procedente de la lluvia, riego u otros orígenes, representando el nivel freático la superficie de agua que está presente en el suelo, lo que marca un límite entre un suelo saturado y no saturado y que la presión es igual a la presión atmosférica de forma particular (Villón, 2006).

2.6.3 Alcantarillado

Se refiere a un sistema compuesto por tuberías y otras estructuras diseñadas para recibir, eliminar, transportar y desechar las aguas residuales generadas por las actividades humanas, así como aquellas originadas por la lluvia (Pérez, 2013).

Para los calculas de un alcantarillado de sección circular se realiza mediante las fórmulas siguientes (Naspud & Toledo, 2023):

Ilustración 17. Canal circular



Fuente: Soteldo, Hidráulica II, 1997

Área (A)

$$\theta = \cos^{-1}\left(1 - \frac{2y}{D}\right)$$

Perímetro mojado (P)

$$P = \frac{\theta D}{2}$$

Radio hidráulico(Rh)

$$Rh = \frac{A}{P}$$

Ancho de la superficie libre (T)

$$T = 2\sqrt{y * (D - y)}$$

Tirante medio (Tm)

$$Tm = \frac{A}{T}$$

2.7 Suelo de Fundación y Subrasante

El soporte más complejo que existe es el suelo, esto dado a que, soporta la estructura del pavimento. La definición que se da en el trazo y las dimensiones en la estructura de pavimento se da por cómo influye el efecto del suelo. Es necesario, conocer las propiedades del suelo que sirve como suelo de fundación y subrasante logrando ser naturales o transportadas como son los rellenos (Menéndez, 2009).

2.7.1 Definición de suelo y roca

En los diseños de pavimentación a la roca se le estima como un agregado natural que se encuentra constituido por granos minerales, que se encuentran fusionados por grandes y permanentes fuerzas de cohesión. Mientras que, el suelo se considera como un agregado natural constituido por granos minerales, que contienen o no componentes orgánicos, que pueden llegar a separarse por cosas comunes, como lo es la agitación del agua (Montejo, 1998).

2.7.2 Etapas de un estudio de suelos

Las etapas que se dan en el estudio de suelos son (Menéndez, 2009):

Realizar una revisión de la topografía y la geología de la zona del proyecto.

Reconocimiento: tiene el objetivo de disponer la geología de la zona y elaborar la hipótesis del suelo (perfil probable).

Investigación preliminar: se basa mediante el reconocimiento el número limitado de perforaciones y muestras para probar la hipótesis del subsuelo.

Se selecciona los tramos del diseño basado en las características geológicas, del drenaje y la topografía.

Investigación definitiva: Ayuda a estipular los parámetros finales de su resistividad y las estratigrafías para el diseño de pavimentos.

2.7.3 Trabajo de campo

Para saber acerca de los diferentes tipos de ensayos y trabajo que se realiza en campo, se tiene que tomar en cuenta los siguientes procesos (Menéndez, 2009):

Análisis de información existente

Son de igual manera, estudios realizados con anterioridad, estudios del tipo de geología, fotografías aéreas, mapas de su geología, visualizaciones satelitales, vistas en el programa Google Earth.

Métodos de prospección de suelos

Calicatas

Trincheras

Perforaciones con posteadora

Perforaciones con dinamita

Recolección de muestras

Inalteradas

Alteradas

Ensayo de campo

Ensayo estándar de penetración

Cono de penetración ligero (PDC)

2.7.4 Ensayo de laboratorio

Hay algunos ensayos que tienen que llevarse a cabo para poder determinar cómo se compone el suelo y son los siguientes (Menéndez, 2009):

Contenido de humedad

Contenidos de humedades del suelo (contenidos de agua).

Indica la cantidad de agua que está en el suelo. Por concepto, los contenidos de humedades se dan por la relación entre el peso del agua en una muestra y la masa de sólidos al momento de secar al horno, y es expresado con porcentaje (w).

Análisis granulométrico

Uno de los ensayos que son de los más antiguos, se utiliza para clasificar el suelo y es parte del conjunto del código de suelos para construcciones como: vías, aeropuertos, presas de tierra, entre otras construcciones.

El análisis estándar de la granulometría estipula las composiciones relativas de diferentes separaciones de los tamaños de las partículas o granos específicos conocido también como distribución de la granulometría.

Gravedad Específica de los sólidos

En un sólido la gravedad específica se da por el enlazamiento del peso de un establecido volumen de material y el peso de un volumen idéntico de agua (a 20°C). Se aplica comúnmente a los sólidos que pasan por un tamiz N° 4, pero esta gravedad del suelo se subordina en mayor parte de los materiales que se contenga en el mismo.

Límite líquido, plástico y obtención del índice de plasticidad

Determinados suelos finos y arcillas cuando cuentan con la cantidad de agua correcta presentan plasticidad, por ello, los suelos plásticos son los que van a cambiar de forma más allá de recuperarse sin que se lleguen a romper ni variar su volumen. Se los conoce también como suelos moldeados.

Cuando se tiene una máxima capacidad de agua es su límite líquido permitido y debe de continuar con su plasticidad sin variaciones.

El índice de plasticidad verifica que un suelo sea muy plástico o si los valores son pequeños, el suelo cuenta con poca plasticidad y se da de la diferencia entre el límite líquido y límite plástico.

Ensayo de la relación esfuerzos densidades mejor conocido como Proctor modificado (ensayo de compactación)

Es vital la compactación en los tipos de construcciones como carreteras, aeródromos y todo tipo de construcciones donde su estructura este compuesta por capas para el mejoramiento del terreno, incrementando la densidad y mejorando la resistencia, permeabilidad y compresibilidad del suelo.

Ensayo de CBR

Ensayo simples que ayudan a la obtención de las resistencias de la subrasante, subbase y la base para poder pavimentar carreteras o aeropuertos. Se realizaron en el año de 1929 por la División de Carreteras de California. Los ensayos se pueden dar en laboratorios o en campo.

2.7.4.1 CBR

“El cálculo del valor relativo de soporte normal del suelo CBR, es un índice de resistencia al corte usado generalmente para evaluar materiales de subrasante, subbase y base de caminos” (Villalobos, 2016).

Se da por un esfuerzo cortante en condiciones de humedad y suelo compactado, que busca encontrar un porcentaje de carga que se da al penetrar un pistón circular en cierta muestra de suelo (Crespo, 2004).

Ilustración 18. Clasificación a través del CBR

CBR	Clasificación
0 – 5	Subrasante muy mala
5 – 10	Subrasante mala
10 – 20	Subrasante regular a buena
20 – 30	Subrasante muy buena
30 – 50	Subbase buena
50 – 80	Base buena
80 – 100	Base muy buena

Fuente: Crespo, Mecánica de Suelos y Cimentaciones, 2004

2.8 Señalización

La importancia que tiene las señales de tránsito vertical y horizontal dentro del diario vivir, es que ayuda a convivir de una manera más segura y ordena a los peatones y a los vehículos, este tipo de señalización indican que se puede hacer, que no se puede hacer, para que sirven ciertos espacios, se usan de manera preventiva para evitar choques, atropellamientos, entre otras cosas, se tiene que obedecer las señales para poder evitar situaciones peligrosas que se pueden ir dando. El aviso que buscan dar las señales se da por una leyenda, un símbolo o el conjunto de ambas; y también se ve mediante siluetas o líneas marcadas en la carretera. Y existen señales de tránsito de algunos colores, las rojas indicando la prohibición, la amarilla que buscan prevenir y las verdes que dan ciertas indicaciones (INEN, 2011a).

2.8.1 Señalización vertical

Este tipo de señales usualmente se encuentran ubicadas a los costados de las carreteras o en las veredas y brindan indicaciones para un correcto uso de la vía.

2.8.2 Señales regulatorias (R)

“Regulan el movimiento de tránsito e indican cuando se aplica un requerimiento legal, la falta del cumplimiento de sus instrucciones constituye una infracción de tránsito” (INEN, 2011a).

Tipos de señales (INEN, 2011a):

Pare (R1-1). La instalación de la señal pare se da en las intersecciones de calles secundarias las cuales no tienen la prioridad con respecto a la vía principal, obligando a los vehículos a frenar en la intersección (INEN, 2011a).

Ilustración 19. Señalización pare (R1-1)



R1 - 1

Fuente: INEN, señalización vertical, 2011

La señal de tránsito busca obligar a los conductores a frenar completamente el vehículo antes de llegar a la intersección hasta estar seguro de que puede seguir circulando, tratando así de evitar accidentes.

Ceda el paso (R1-2). Señal colocada antes de las intersecciones donde la visibilidad de la vía principal es buena (INEN, 2011a).

Ilustración 20. Señalización ceda el paso (R1-2)



R1-2

Fuente: INEN, señalización vertical, 2011

Busca a que los conductores cedan el paso a otros vehículos que circulan por la vía principal, pudiendo aproximarse sin detenerse, sin que exista flujo de vehículos existiendo un espacio para que se pueda cruzar.

Doble vía (R2-2). Su colocación se da al inicio de la calle para poder dar a conocer el sentido que tiene la vía y estas pueden llegar a estar en todas las intersecciones y cruces (INEN, 2011a).

Ilustración 21. Señalización doble vía (R2-2)



R2-2

Fuente: INEN, señalización vertical, 2011

La indicación que da la señal de tránsito es indicar el sentido que tiene la calle en este caso que puede conducirse en ambos sentidos.

No entre (R2-7). Señal que prohíbe que el vehículo que está transitando por la vía, no vaya más allá del lugar donde se encuentra instalada la señal (INEN, 2011a).

Ilustración 22. Señalización no entre (R2-7)



R2-7

Fuente: INEN, señalización vertical, 2011

La ubicación de la señal debe ser de fácil comprensión para los conductores y mostrar de manera correcta cual es la vía con la prohibición de entrar.

No rebasar (R2-13). Señal que indica que la zona esta estrictamente prohibido realizar la maniobra de rebasamiento en una vía con doble sentido de circulación (INEN, 2011a).

Ilustración 23. Prohibido adelantar (R2-13)



R2-13

Fuente: INEN, señalización vertical, 2011

Señal útil que debe colocarse en ambos lados de la vía para indicar a los conductores en ambos sentidos a evitar realizar este tipo de maniobras.

Límite máximo de velocidad (R4-1). Señal que indica el límite de la velocidad que tiene el conductor como su máxima permitida en la carretera, requiriendo un estudio del tipo de carretera, velocidad a la que fue diseñada y de operación, accidentes registrados, entre otros, para su instalación (INEN, 2011a).

Ilustración 24. Velocidad máxima (R4-1)



R4-1

Fuente: INEN, señalización vertical, 2011

Señalización que puede tener una placa que indique para que tipo de vehículos tiene este límite de velocidad o si es general.

Reduzca la velocidad (R4-4). La utilización que se le da a esta señal, es para lugares en donde la velocidad es de rango alto y se busca la reducción de velocidad por algún tipo de detención próxima a la señal (INEN, 2011a).

Ilustración 25. Señalización reducir velocidad (R4-4)



R4-4

Fuente: INEN, señalización vertical, 2011

No reemplaza a otras señales preventivas, sino que su objetivo es ser una señal complementaria para otra mas adelante.

No estacionar (R5-1c). Señal que da una indicación concreta de no estacionarse en la vía que tenga este tipo de señalización en ambas lados si así lo indica (INEN, 2011a).

Ilustración 26. Señalización no estacionarse ni a la derecha ni a la izquierda (R5-1c)



R5-1c

Fuente: INEN, señalización vertical, 2011

Se coloca en parte de la carretera buscando que los conductores no estacionen sus vehículos en ambos lados de la vía para una mayor fluidez en la misma.

Parada de bus (R5-6). Indica el lugar en donde los transportes públicos en este caso los autobuses deben parar para recoger a los pasajeros (INEN, 2011a).

Ilustración 27. Señalización parada de autobuses (R5-6)



R5-6

Fuente: INEN, señalización vertical, 2011

Se debe colocar las paradas de buses en zonas donde se tenga visibilidad para poder rebasar los vehículos que viene atrás del autobús.

2.8.2.1 Señales preventivas (P)

“Advierten a los usuarios de las vías, sobre condiciones inesperadas o peligrosas en la vía o sectores adyacentes de la misma” (INEN, 2011a).

2.8.2.2 Señales de información (I)

“Informan a los usuarios de la vía de las direcciones, distancias, destinos, rutas, ubicación de servicios y puntos de interés turístico” (INEN, 2011a).

2.8.2.3 Señales especiales delineadoras (D)

“Delinean al tránsito que se aproxima a un lugar con cambio brusco (ancho, altura y dirección) de la vía, o la presencia de una obstrucción de la misma” (INEN, 2011a).

2.8.3 Señalización horizontal

Las condiciones con las cuales deben de cumplir las señales de tránsito son: tienen que ser necesarias, tienen que llamar la atención del conductor y estar a su visibilidad, tienen que ser de fácil entendimiento, para la respuesta de los usuarios se tiene que dar el tiempo necesario, tiene que inferir respeto y ser creíble (INEN, 2011b).

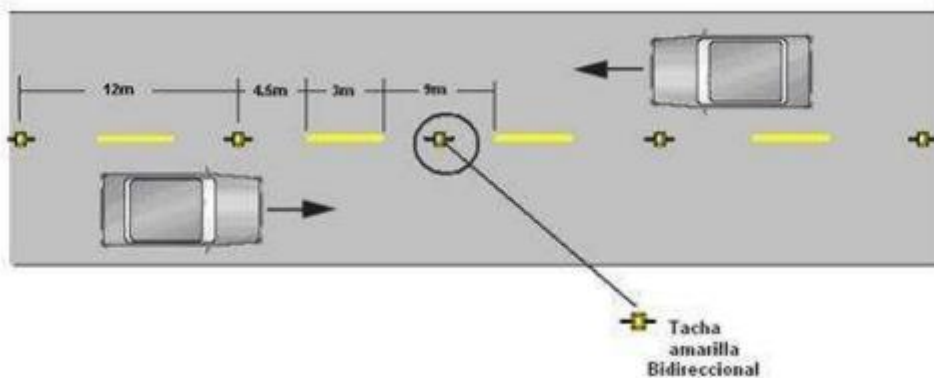
2.8.3.1 Líneas de separación de flujo opuesto

Pintadas en color amarillo y usadas en una vía que será utilizada bidireccionalmente para poder separar el tráfico en los lados opuestos de la carretera (INEN, 2011b).

- **Líneas segmentadas de separación de circulación opuesta**

“Estas líneas deben ser color amarillo y pueden ser traspasadas siempre y cuando haya seguridad, se emplean donde las características geométricas de la vía permiten el rebasamiento y los virajes” (INEN, 2011b).

Ilustración 28. Líneas segmentadas de separación de circulación opuesta

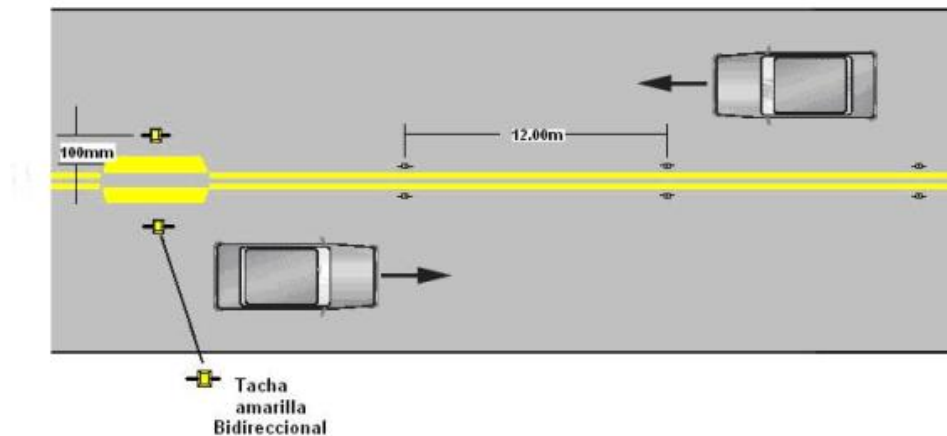


Fuente: INEN señalización horizontal

- **Doble línea continua**

“Se emplean en calzadas con doble sentido de tránsito, en donde la visibilidad en la vía se ve reducida por curvas, pendientes u otros, impidiendo efectuar rebasamientos o virajes a la izquierda en forma segura” (INEN, 2011b).

Ilustración 29. Doble línea continua (línea de barrera)

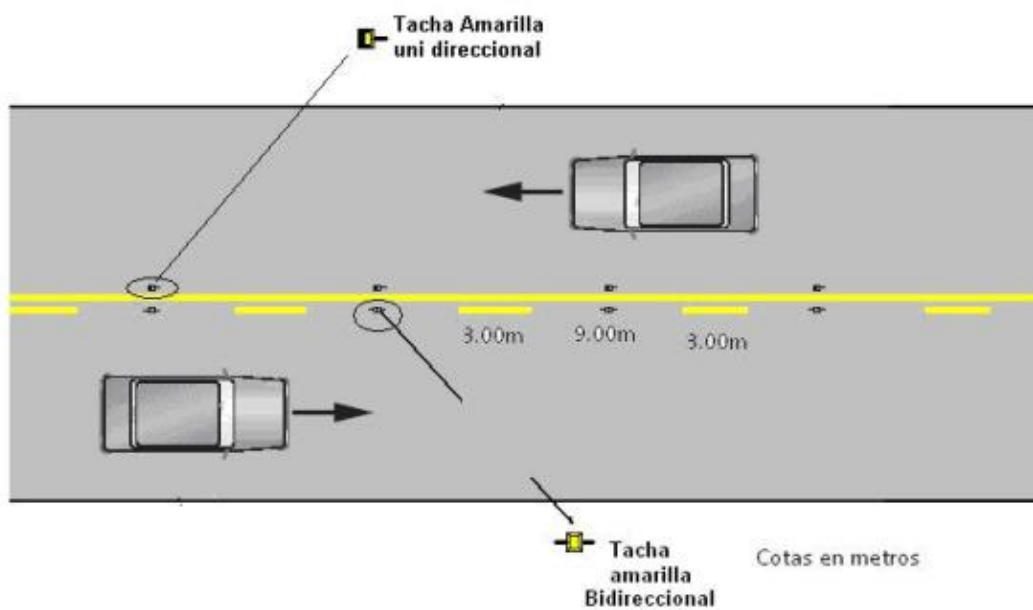


Fuente: INEN señalización horizontal

- **Doble línea mixta**

“Los vehículos siempre que exista seguridad pueden cruzar desde la línea segmentada para realizar rebasamientos; es prohibido cruzar desde la línea continua para realizar rebasamientos” (INEN, 2011b).

Ilustración 30. Doble línea mixta: continua y segmentada



Fuente: INEN señalización horizontal

CAPÍTULO 3

3 METODOLOGÍA

3.1 Equipamiento y materiales utilizados.

3.1.1 *Cinemática en tiempo real (RTK)*

Al momento de realizar el levantamiento topográfico se hace uso del equipo RTK que ayuda a la medición de la vía por medio de satélites conectados al equipo.

Ilustración 31. RTK base



Fuente: Autor propio

Para realizar la medición es necesario contar con dos receptores GPS que estén conectados de manera simultánea para su manejo. El receptor base queda plantado en una ubicación conocida, estas coordenadas están dadas por su longitud, latitud, la elevación o el este, y el norte conocido. Al momento de tener bien plantada la base se procede con el receptor móvil y jalón a recopilar los datos necesarios para el levantamiento topográfico (Naspud & Toledo, 2023).

3.1.2 Estación Total

El uso de la estación total se da al momento de tener acceso limitado a ciertos taludes y terrenos necesario para recoger la información para el levantamiento topográfico. El equipo está conformado por la estación, trípode, un jalón y un prisma.

La estación total surge de la necesidad de mejorar el equipo llamado Teodolito, lo cual lleva a la ciencia a colocar en un solo equipo instrumentos de gran ayuda para la medición de distancias y un ordenador que ayude a realizar los cálculos respectivos y que contenga una memoria para el almacenamiento de los datos recopilados. Siendo la estación integrada por 4 diferentes equipos para facilitar y dar eficacia a los procesos de la topografía, teniendo un distanciómetro láser, teodolito, computador y un nivel de precisión (Hernández, 2011).

Ilustración 32. Estación Total



Fuente: Autor propio

3.1.3 Intercomunicadores

Para llevar a cabo un levantamiento de forma correcta y precisa fue necesario el uso de los intercomunicadores para estar en comunicación con cada uno de los colaboradores al momento

de realizar la topografía, dado que, las distancias que implica el levantamiento son grandes y limitada informar los por mayores al momento de la medición.

3.1.4 Flexómetro

El flexómetro de 5m de longitud fue utilizado para la medición de los equipos como el RTK, estación total y sus respectivos jalones, siendo de gran importancia para un levantamiento bien ejecutado del proyecto.

3.1.5 Hitos

Fueron construidos a base de hormigón con sus respectivos moldes en forma de prisma, colocados a cada 500m dos hitos que se puedan observar entre sí, para poder realizar el respectivo replanteo y utilizar como un cambio de base al RTK y estación total.

Ilustración 33. Hito.



Fuente: Autor propio

3.1.6 Ordenador

Es uno de los equipos con mayor importancia en el proyecto, debido que, ayuda a la recopilación de datos que se obtuvo en el levantamiento topográfico y que sirve para realizar cada uno de los cálculos y diseños para el correcto desarrollo del proyecto técnico.

3.2 Recopilación de datos

La recopilación de información se da basada en cada una de las visitas a campo para poder obtener datos relevantes para el correcto desarrollo del proyecto, por ejemplo, el análisis de las

condiciones de la vía ya existente, reconocer el flujo vehicular que se da en la zona, y dialogar con la comunidad para tener un estudio de datos técnicos y sociales.

3.2.1 Ubicación del proyecto

La vía está ubicada en la parroquia Girón, cantón Girón, provincia del Azuay, la carretera se encuentra lastrada con una longitud de alrededor de 22km, el proyecto se dará entre las abscisas 17+120 km hasta la 19+260 km, no contando con un diseño geométrico correcto ni con un diseño de pavimentación.

3.2.2 Determinación de TPDA

3.2.2.1 Ubicación de estaciones de conteo

La ubicación de las estaciones se debe colocar en puntos estratégicos donde permite ver la entrada y salida de los vehículos que transitan en la vía, para así tener datos precisos al momento del conteo vehicular.

Ilustración 34. Ubicación de la cámara y estaciones de conteo



Fuente: Autor propio

3.2.2.2 Conteo de vehículos

Para el conteo respectivo del tránsito en la vía del estudio, se decidió colocar una cámara antes de los 100m en donde empieza la vía, ayudándonos a contabilizar los vehículos que se movilizaban en ambas direcciones, subiendo hacia Curiquingue y bajando hacia Girón. Las

grabaciones se realizan durante una semana de corrido y se cuentan las 24 horas del día, para poder llevar una precisión alto al momento del conteo.

Tabla 17. Formato de conteo vehicular

Periodo de Hora	Bajando hacia Girón												
	OTROS	LIVANOS	BUSES	Camiones					Motos	Bicis	Pestones	Total	
				2 ejes	3 ejes	4 ejes	Trailer	Volquetas					
00:00-01:00	0-15												
	15-30												
	30-45												
	45-60												
01:00-02:00	0-15												
	15-30												
	30-45												
	45-60												
02:00-03:00	0-15												
	15-30												
	30-45												
	45-60												
03:00-04:00	0-15												
	15-30												
	30-45												
	45-60												
04:00-05:00	0-15												
	15-30												
	30-45												
	45-60												

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

3.2.2.3 Análisis de datos

La obtención de los datos precisos del conteo vehicular es esencial para el diseño geométrico y de pavimentos, ya que se analiza de manera minuciosa los ejes de cada uno de los vehículos que transitan por la vía, y las proyecciones que se pueden dar cuando la carretera este en mejores condiciones.

CAPÍTULO 4

4 CÁLCULOS

4.1 Conteo vehicular

La colocación de dos estaciones (E1 y E3) en los primeros 100 m de la vía, contabilizando el número de vehículos que transitan por la misma, se pudo clasificar los tipos de vehículos contando en un rango de 15 minutos por 24 horas (00h am hasta 23h59 pm), una semana completa (7 días), calculando así el número máximo de vehículos que transitan en cada uno de los días y así poder calcular el TPDA.

Tabla 18. Conteo total de vehículos en una semana

TOTAL, DE VECHÍCULOS QUE ENTRAN Y SALEN EN 24 HORAS						
Domingo, 10 de diciembre	Lunes, 11 de diciembre	Martes, 12 de diciembre	Miércoles, 13 de diciembre	Jueves, 14 de diciembre	Viernes, 15 de diciembre	Sábado, 16 de diciembre
85	208	173	268	341	388	83

Fuente: Elaboración propia

En (Anexo I y J) se dio el conteo durante las 24 horas del día en el que mayor flujo vehicular se observó. Tomando como referencia el día viernes, se calculó el TPDA como se muestra en la tabla 19.

Tabla 19. Resumen de giros en un día

RESUMEN DE GIROS (Vehículos 00H00 - 24H00)						
INTERSECCION:	Girón					
Curiquingue	viernes, 15 de diciembre de 2023			INTERSECCION: I1		
O -D	S1	S2	S3	S4	Total	
E1	0	0	194	0	194	
E3	0	0	194	0	194	
	0	0	388	0	388	

Fuente: Elaboración propia

4.1.1 Factor horario

Relación entre el conteo realizado en un día completo de 24 horas en donde $Fh = \frac{24}{24}$, por lo que el factor es 1.

4.1.2 Factor diario

Relación de los días contados con los días que tiene una semana, y como se realizó el conteo vehicular de 7 días ($Fd = \frac{7}{7}$) el factor diario es 1.

4.1.3 Factor semanal

El factor semanal se obtiene del número de semanas que tiene cada mes del año, y se toma el factor semanal del mes que se realizó el conteo, por lo tanto, el factor semanal es 1.107142857

Tabla 20. Factor semanal

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

Fuente: Elaboración propia

4.1.4 Factor mensual

Este factor se obtiene proyectando un año más con los datos que se obtuvo del consumo de combustible de la provincia del Azuay con valores de años anteriores, utilizando el factor mensual de 0.91056375 del mes de diciembre.

Tabla 21. Consumo de combustible provincia del Azuay año 2022

CONSUMO DE COMBUSTIBLES PROVINCIA DEL AZUAY 2022					
MES	87 OCTANOS	92 OCTANOS	DIESEL PREMIUM	SUMA	FACTOR
Enero	5041034	426906.5	3821602.5	9289543	1.059591651
Febrero	4880835.5	433297.5	3541383	8855516	1.111524411
Marzo	5355979	453869	3841102.5	9650950.5	1.019912205
Abril	5032951.5	413959	3736006.5	9182917	1.071894934
Mayo	5078271.5	399376	4163812	9641459.5	1.020916201
Junio	5196708.5	387913	4223877	9808498.5	1.00352997
Julio	5547513	419991	4503172.5	10470676.5	0.940065545
Agosto	5452804.5	428022	4448420	10329246.5	0.9529371
Septiembre	5349558.5	389638	4417145.5	10156342	0.969160177
Octubre	5258977.5	392703	4126129	9777809.5	1.006679687
Noviembre	5417543	396626	4330417.5	10144586.5	0.970283235
Diciembre	5907968	444560.5	4457392.5	10809921	0.91056375
	63520144.5	4986861.5	49610460.5	118117466.5	
			COSTO PROMEDIO MENSUAL	9843122.208	

Fuente: Recursos y Energía, 2022

4.2 Cálculo del TPDA

Para el cálculo del TPDA se utiliza la siguiente ecuación:

$$TPDA = T_o * F_h * F_d * F_m * F_s$$

$$TPDA = 391$$

En la tabla 22, podemos observado lo que es la corrección del tráfico observado.

Tabla 22. Trafico observado corregido en la intersección

CORRECCION DE TRAFICO OBSERVADO EN LA INTERSECCION						
Viernes, 15 de diciembre			INTERSECCIÓN: GIROÓN - CURIQUINGUE			
E1+ E3						
	E1	E2	E3	E4	SUMA	
L	182	0	180	0	363	
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	391	

Fuente: Elaboración propia

4.3 Proyecciones de tráfico

Al momento de obtener el resultado del TPDA se procede a realizar la proyección de vehículos para un periodo de diseño de 20 años. Mediante la tasa de motorización, tasa de saturación, constantes por determinar y tiempo. Utilizando el llamado modelo logístico que da la relación de motorizaciones, lo que es el número de automóviles por cada mil habitantes que tendrá el sitio de diseño en un determinado año K (MTOPI, 2003).

$$Tm = \frac{Ts}{1 + e^{a+bt}}$$

Donde:

Tm: Tasa de motorización para el año K (vehículos/1000 habitantes)

Ts: Tasa de saturación (vehículos/1000 habitantes)

e: Base del logaritmo natural

a,b: Constantes a determinar.

t: Tiempo

Se realiza una progresión línea por lo que la ecuación mencionada consta con tres variables (MTOPI, 2003).

$$(a + bt) = \ln\left(\frac{Ts}{Tm} - 1\right)$$

Al superponer Ts y al tener que Tm son datos de cada año, se vuelve una función de una línea recta y se puede utilizar la regresión lineal para hallar el valor a como una ordenada inicial y como una pendiente le b (MTOPI, 2003).

$$Y = a + bt$$

$$Y = 6.4 - 0.392t$$

Tabla 23. Proyección vehicular basado modelo logístico

AÑO	POBLACION GIRÓN	VEHICULOS LIVIANOS	Tm	Y=Ln(Ts/Tm -1)	Tm AJUSTADO	VEH. AJUSTADO LIVIANOS
2005	12593.667	30	2.382	6.410	2.406	30.302
2006	12596.333	60	4.763	5.715	3.557	44.809
2007	12599.000	90	7.143	5.308	5.257	66.236
2008	12601.667	120	9.523	5.019	7.765	97.854
2009	12604.333	160	12.694	4.729	11.460	144.446
2010	12607.000	220	17.451	4.408	16.892	212.962
2011	12571.583	250	19.886	4.275	24.855	312.469
2012	12536.167	300	23.931	4.088	36.476	457.271
2013	12500.750	400	31.998	3.791	53.327	666.629
2014	12465.333	500	40.111	3.560	77.536	966.510
2015	12429.917	1000	80.451	2.835	111.854	1390.338
2016	12394.500	2000	161.362	2.078	159.596	1978.113
2017	12359.083	4300	347.922	1.153	224.300	2772.137
2018	12323.667	5400	438.181	0.837	308.954	3807.452
2019	12288.250	6000	488.271	0.678	414.749	5096.535
2020	12252.833	7500	612.103	0.314	539.637	6612.078
2021	12217.417	8000	654.803	0.194	677.519	8277.538
2022	12182.000	9450	775.735	-0.140	818.940	9976.331
2023	12146.583				953.446	11581.109
2024	12111.167				1072.498	12989.200
2025	12075.750				1171.348	14144.910
2026	12040.333				1249.162	15040.323
2027	12004.917				1307.882	15701.015
2028	11969.500				1350.797	16168.370
2029	11934.083				1381.433	16486.137
2030	11898.667				1402.937	16693.084
2031	11863.250				1417.854	16820.361
2032	11827.833				1428.117	16891.530
2033	11792.417				1435.138	16923.741
2034	11757.000				1439.922	16929.160
2035	11721.583				1443.173	16916.275
2036	11686.167				1445.379	16890.940
2037	11650.750				1446.874	16857.163
2038	11615.333				1447.886	16817.674
2039	11579.917				1448.570	16774.323
2040	11544.500				1449.033	16728.366
2041	11509.083				1449.347	16680.651
2042	11473.667				1449.558	16631.749
2043	11438.250				1449.701	16582.048
2044	11402.833				1449.798	16531.807
2045	11367.417				1449.864	16481.204
2046	11332.000				1449.908	16430.355
2047	11296.583				1449.938	16379.342
2048	11261.167				1449.958	16328.218
2049	11225.750				1449.972	16277.018
2050	11190.333				1449.981	16225.768
2051	11154.917				1449.987	16174.484
2052	11119.500				1449.991	16123.177
2053	11084.083				1449.994	16071.855

a	=	6.400
b	=	-0.392
r2	=	0.987
r2	=	0.974
Ts	=	1450.000
Y	=	a+bt
Y = 6.400 - 0.392 t		

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 23 se muestra los ajustes de las curvas logísticas y se calcula el ajuste del Tm para hallar el valor del parque vehicular para uno de los años k, teniendo información de los registros de la ciudad de Girón dese al año 2005 hasta el año 2023.

Para usar la ecuación se tiene que encontrar las tasas proyectadas que se esperan de los vehículos livianos por cada 5 años (MTOPI, 2003).

La Tabla 24 muestra el valor de cada uno de los resultados de proyección del TPDA para los años de vida útil de la vía, y repartido para cada uno de los tipos de vehículos que se tomaran en cuenta al momento de realizar el conteo vehicular.

Tabla 24. TPDA proyectado

		ESTACION	VEHÍCULOS	TPDA 2024	TPDA 2029	TPDA 2034	TPDA 2039	TPDA 2044	TPDA 2049	TPDA 2054
Tráfico de 00H00 a 24H00	E1	L		205	260	267	264	260	260	260
		B		0	0	0	0	0	0	0
		E2		8	8	8	8	8	8	8
		E3		0	0	0	0	0	0	0
		E4 - E6		5	5	5	5	5	5	5
		TOTAL		218	273	279	277	273	273	273
	E2	L		202	257	264	261	258	254	250
		B		0	0	0	0	0	0	0
		E2		3	3	3	3	3	3	3
		E3		0	0	0	0	0	0	0
		E4 - E6		12	12	12	12	11	11	11
		TOTAL		217	272	278	276	272	268	264
	TOTAL	L		407	517	531	526	518	514	511
		B		0	0	0	0	0	0	0
		E2		11	11	11	11	0	10	10
E3			0	0	0	0	0	0	0	
E4 - E6			17	17	17	16	16	16	16	
	TOTAL		435	544	558	553	534	541	537	

Fuente: Elaboración propia

Teniendo para el año de proyección un total de 534 vehículos.

4.4 Cálculo de ESALS

Para calcular el tránsito, el método actualizado computa con un equivalente de 8.2 toneladas (18 000 libras), de cada eje individualmente en el proceso del diseño.

$$W18 = DD * DL * W18$$

Donde:

W18: Tráfico acumulado en el primer año, en eje equivalentes sencillos de 8,2 Toneladas, en el carril de diseño

DD: Factor de distribución direccional; el cual es recomendable 50% para la mayor cantidad de vías teniendo valores de 0.3 a 0.7

DL: Factor de distribución por cada carril, cuando se tiene dos o más carriles en cada sentido

W18: Acumulación de los ejes equivalentes en los dos sentidos

Mediante la Tabla 25 se tiene los valores de ejes equivalentes con las cargas acumulativas basado en el tipo de vehículo, por la necesidad de encontrar los ejes equivalentes a 8.2 Ton.

Tabla 25. Factores de equivalencia por tipo de carga vehicular

FACTORES DE EQUIVALENTE DE CARGA POR TIPO DE VEHÍCULO									
TIPO	SIMPLE		SIMPLE DOBLE		TANDEM		TRIDEM		FACTOR FEC
	tons	$(P/6.6)^4$	tons	$(P/8.2)^4$	tons	$(P/15)^4$	tons	$(P/23)^4$	
BUS	4	0,13	9	1,45					1,59
2DA	3	0,04	7	0,53					0,57
2DB	7	1,27	11	3,24					4,50
3A	7	1,27			20	3,16			4,43
4C	7	1,27					24	1,19	2,45
2S2	7	1,27	11	3,24	20	3,16			7,66
2R3	7	1,27	11	3,24	20	3,16			10,90
			11	3,24					
3S2	7	1,27			20	3,16			7,59
					20	3,16			
3R3	7	1,27	11	3,24	20	3,16			10,82
					20	3,16			
3S3	7	1,27			20	3,16	24	1,19	5,61

Fuente: Cuadro demostrativo (NEVI 12, Norma para Estudios y Diseños Viales, 2013)

Se considera el número de los carriles que funcionaran en la vía para el factor de distribución de carriles, en donde varían según la tabla 26, observando que el W18 va a ser dividido por el valor dado en el porcentaje que se asume del valor de carriles que estará dividido el W18 acumulado.

Tabla 26. Factor 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: Elaboración propia

Calculado los factores se utiliza el TPDA hallado para encontrar el valor de W18 asumiendo los porcentajes dados en la siguiente tabla 27.

Tabla 27. Factores con el total del TPDA

AÑO 2022	TOTAL	Porcentajes de Vehículos	
TPD TOTAL	751		
AUTOS	725	93,84%	
BUSES	0	1,57%	Distribución
CAMIONES	26	4,59%	Camiones
2DA	2		19,56%
2DB	8		58,77%
3 - A	0		31,93%
4 - C	5		1,86%
2S2	1		1,70%
2R3	4		0,49%
3S2	1		3,64%
3R3	1		1,05%
3S3	4		0,57%

Fuente: Elaboración propia

Al tener los factores que se necesitan para hallar el W18 es necesario el tener una tabla que cuente con las proyecciones del ESAL, en donde dará año por año la proyección de W18. En donde el W18 acumulado se da por la suma del número de vehículos y el W18 en el número de carriles de diseño es el W18 acumulado dividido para el porcentaje que se encontró con el número de carriles.

Tabla 28. Cálculo del número de ejes equivalentes a 8.2 Ton

**CÁLCULO DEL NÚMERO DE
EJES EQUIVALENTES A 8.2
TONS**

**CÁLCULO VÍA GIRÓN
CURIQUINGUE**

AÑO	W18 Acumulado	W18 Carril Diseño
2024	51.670	23.252
2025	86.410	38.884
2026	121.148	54.516
2027	154.241	69.408
2028	187.333	84.300
2029	220.423	99.190
2030	253.513	114.081
2031	286.601	128.970
2032	319.688	143.860
2033	352.774	158.748
2034	385.858	173.636
2035	418.941	188.524
2036	452.023	203.411
2037	485.104	218.297
2038	518.184	233.183
2039	551.262	248.068
2040	584.340	262.953
2041	617.416	277.837
2042	650.490	292.721
2043	683.564	307.604
2044	716.636	322.486
2045	749.707	337.368
2046	782.777	352.250
2047	815.846	367.131
2048	848.913	382.011

Fuente: Elaboración propia

El total del W18 para el año de proyección fue de, para W18 acumulado de 716 636 y el W18 dividido para el número de carriles es de 322 486.

4.5 Diseño de pavimento flexible

Después del cálculo del ESALs obtenemos el valor de 322 486 correspondiente al año de proyección procediendo a calcular el diseño de pavimento flexible por medio del método AASHTO93.

4.5.1 Datos iniciales

Los datos iniciales obtenidos para nuestro diseño son el W18 con un valor de 322 486, la proyección en años para el diseño, la velocidad de diseño y el CBR.

En este caso se realizó tres calicatas en donde se decidió escoger el menor valor de CBR, las muestras obtenidas en el laboratorio (Anexo K), teniendo como resultado lo mostrado en la siguiente tabla 29.

Tabla 29. Resultados del laboratorio obtenidos en el CBR

CBR	%
CBR 1	1,3
CBR 2	1,2
CBR 3	2,8
ESCOGIDO	1,2

Fuente: Elaboración propia

Al escoger el CBR de menor valor 1.2, se optó por la colocación de una capa de mejoramiento para lograr estabilizar de una mejor manera las condiciones estructurales de la vía.

Ecuación para la capa de mejoramiento:

$$D_4 = \frac{SN_0 - SN}{a_4 * m_4}$$

A4: Subrasante mejorada 0.061

Subrasante regular 6% - 10%

4.5.2 Determinación de parámetros de confiabilidad

Para tener el valor de confiabilidad de los parámetros se usó la siguiente tabla 30.

Tabla 30. Niveles de confiabilidad R dado por la AASHTO

NIVELES DE CONFIABILIDAD	
CLASIFICACIÓN FUNCIONAL	NIVEL RECOMENDADO SEGÚN LA 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

Teniendo un nivel de confiabilidad R del 80% para una red rural o local.

Mediante lo cual se escoge una desviación estándar Zr de -0.841 según indica la siguiente tabla

31.

Tabla 31. Desviación estándar, Zr

Confiabilidad, %	Desviación normal estándar, Zr
50	0,000
60	-0,253
70	-0,524
75	-0,674
80	-0,841
85	-1,037
90	-1,282
91	-1,340
92	-1,405
93	-1,476
94	-1,555
95	-1,645
96	-1,751
97	-1,881
98	-2,054
99	-2,327
99,9	-3,090
99,99	-3,750

Fuente: AASHTO, American Association of State Highway and Transportation Officials,

1993

Teniendo como resultados los siguientes valores.

Tabla 32. Nivel de confiabilidad R

Nivel de confiabilidad	
R =	80 %

Fuente: Elaboración propia

Tabla 33. Desviación estándar Zr

Desviación estándar	
Zr =	-0,841

Fuente: Elaboración propia

Para la obtención del parámetro Serviciabilidad se utiliza las siguientes ilustraciones, en donde, procedemos a elegir los valores.

Ilustración 35. Valores escogidos para PSIO

Tipo pavimento	Serviciabilidad inicial, P_0
Concreto	4.5
Asfalto	4.2

Fuente: AASHTO, American Association of State Highway and Transportation Officials,

1993

Ilustración 36. Valores escogidos para PSIf

Tipo de vía	Serviciabilidad final, P_f
Autopista	2.5 – 3.0
Carreteras	2.0 – 2.5
Zonas industriales	
Pavimento urbano principal	1.5 – 2.0
Pavimento urbano secundario	1.5 – 2.0

Fuente: NEVI 12, Norma para Estudios y Diseños Viales, 2013

Tendiendo como resultado lo que muestra la siguiente tabla 37.

Ilustración 37. Parámetro de serviciabilidad

Serviciabilidad	
PSI 0=	4,2
PSI f=	2,2
D PSI =	2,0

Fuente: Elaboración Propia

Para encontrar el error normal combinado se guía mediante la siguiente ilustración escogiendo el valor de 0.45 para construcciones nuevas y pavimento flexible.

Ilustración 38. Desviación estándar S_e

Proyecto de pavimento	Desviación estándar, S_e	
	Flexible	Rígido
	0.40 - 0.50	0.30 - 0.40
Construcción nueva	0.45	0.35
Sobrecapas	0.50	0.40

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

4.5.3 Cálculo del módulo resiliente y módulo de elasticidad

Calculando el módulo de resiliente obtenemos los siguientes resultados.

Módulo resiliente	Mr =	22500 psi
-------------------	-------------	-----------

Para el módulo de elasticidad tenemos un valor de 6000MPa convirtiendo en 870228 psi, escogiendo el valor de la ilustración 39.

Ilustración 39. Módulo de elasticidad por temperatura y velocidad

Capa	T [°C]	f [Hz]	v [km/h]	E [MPa]
Rodadura	10	2.5	15-25	7000
		5.0	35-45	8500
		10.0	70-80	9500
	15	2.5	15-25	5000
		5.0	35-45	6000
		10.0	70-80	7200
	20	2.5	15-25	3000
		5.0	35-45	4000
		10.0	70-80	5000
	25	2.5	15-25	2200
		5.0	35-45	2700
		10.0	70-80	3500
30	2.5	15-25	1200	
	5.0	35-45	1600	
	10.0	70-80	2000	

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

4.5.4 Cálculo de módulos resilientes y coeficientes estructurales

Para su cálculo es necesario tener en cuenta que en la capa de subbase y base los módulos resilientes cambian por que se diseñan con un CBR diferentes, para la base con un 80% y subbase con un 30%.

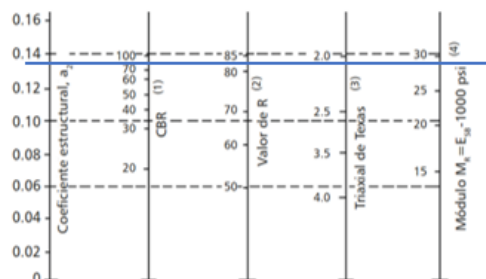
En las siguientes ilustraciones se muestran cómo se selecciona cada uno de los coeficientes estructurales y módulos resilientes.

$$a_1 = 0.184 * \ln(E_1) - 1.9547$$

$$a_2 = 0.249 * \log(E_2) - 0.977$$

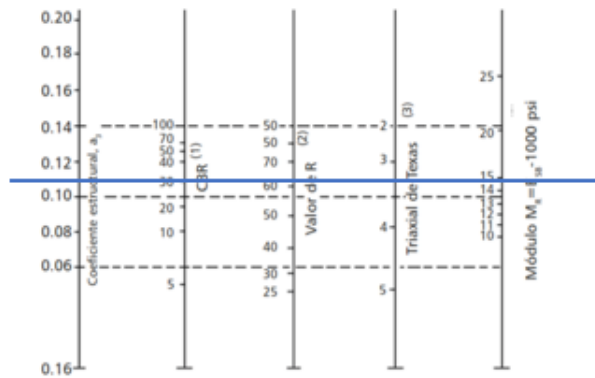
$$a_3 = 0.227 * \log(E_3) - 0.839$$

Ilustración 40. Coeficientes y módulo resiliente para la base



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

Ilustración 41. Coeficientes y módulo resiliente para la subbase



Fuente: AASHTO, American Association of State Highway and Transportation Officials,

1993

Obteniendo los siguientes valores.

Tabla 34. Coeficientes estructurales

Coeficiente estructural a1	
a1 =	0,561778 -

Coeficiente estructural a2	
a2 =	0,137803 -

Coeficiente estructural a3	
a3 =	0.11471715 -

Fuente: Elaboración propia

Tabla 35. Módulos de resiliencia

Módulo de resiliencia y elástico	
Mr 2 =	29000 psi
E 2 =	30000 psi

Módulo de resiliencia y elástico	
Mr 3 =	14900 psi
E 3 =	15900 psi

Fuente: Elaboración propia

4.5.5 Cálculo de coeficientes de drenaje

Para el cálculo de los coeficientes de drenaje es necesario colocar las características de drenaje para poder encontrar las condiciones m2 y m3, mediante las siguientes ilustraciones.

Ilustración 42. Calidad de drenaje según el tiempo de evacuación

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, American Association of State Highway and Transportation Officials, 1993

Ilustración 43. Selección de coeficientes según la 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, American Association of State Highway and Transportation Officials, 1993

4.5.6 Cálculo de alturas de la estructura requerida

Para el cálculo de los números de la estructura dado por los factores antes seleccionados procedemos a utilizar la siguiente fórmula (AASHTO, 1993).

$$\log W18 = ZR * So + 9.36 \log(SN + 1) - 0.20 + \frac{\log\left(\frac{\Delta PSI}{2.2 - 1.5}\right)}{0.40 \left(\frac{1.094}{(SN + 1)^{5.19}}\right)} + 2.32 \log Mr - 8.07$$

Tabla 36. Valores SN

Cálculo con la ecuación de la AASHTO					
SN 1 =	1,559083	SN 2 =	1,728611	SN 3 =	2,032096
Log (W18)=	5,508511	Log (W18)=	5,508511	Log (W18)=	5,508511
Log (W18)=	5,509068	Log (W18)=	5,508589	Log (W18)=	5,50867
Con el Mr de la base		SN1 =	1,559083		
Con el MR de la subbase		SN2 =	1,728611		
Con el MR de la subrasante		SN3 =	2,032096		

Fuente: Elaboración propia

Tabla 37. Espesores de la estructura

Cálculo el espesor de la carpeta asfáltica	
h1 =	2,8 in
h1 =	7,1 cm
Cálculo el espesor de la base	
h2 =	1,2 in
h2 =	3,1 cm
Cálculo el espesor de la subbase	
h3 =	2,65 in
h3 =	6,7 cm

Fuente: Elaboración propia

Tabla 38. Espesores mínimos de la estructura de la vía

Espesores mínimos		
Capa asfáltica =	3 in	7,62 cm
Base granular =	5,905511811 in	15 cm
Sub base granular =	5,905511811 in	15 cm
Mejoramiento=	21,25984252 in	54 cm

Fuente: Elaboración propia

4.6 Diseño Geométrico

Alineamiento horizontal

4.6.1 Velocidad de diseño

Según el (Anexo M), escogemos nuestra velocidad de diseño en función de nuestro TPDA y el tipo de terreno que se presenta, en nuestro caso contamos con un TPDA de 534 vehículos y un terreno montañoso, dándonos una velocidad de diseño de 40 km/h.

4.6.2 Velocidad de circulación

Al definir la velocidad de diseño, determinamos el volumen de tránsito, que da un volumen intermedio y revisamos en la tabla 6 dándonos así un resultado de 40 km/h como velocidad de circulación.

4.6.3 Diseño Horizontal

4.6.3.1 Peralte

La MTOP recomienda un peralte del 8 % para velocidades menores a 50 km/h siendo este valor el escogido.

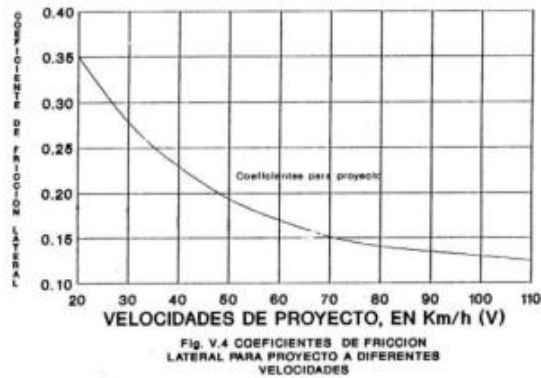
4.6.3.2 Radio mínimo

El radio mínimo se calcula de acuerdo con la siguiente formula:

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

El valor del coeficiente de fricción lateral se elige según la ilustración 6 dándonos como resultado f igual a 0.235 y seguimos trabajando con el peralte del 8% y nuestra velocidad de diseño.

Ilustración 44. Estimación del coeficiente de fricción lateral



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

Al tener todos los valores obtenemos el radio mínimo de:

$$R_{min} = \frac{V^2}{127 * (0.08 + 0.235)}$$

$$R_{min} = 40$$

4.6.3.3 Sobreechancho

Para diseñar el sobreechancho necesitamos partir del radio de curvatura, el número de carriles, ancho de vehículos y la velocidad de diseño, en la siguiente tabla se muestran los distintos sobreeanchos para las curvas dadas:

Tabla 39. Sobreechancho de las curvas horizontales

Curva (1-8)				
Camión 2 ejes	N° carriles	Radio de curva	Velocidad	Sobreechancho
7.5	2	200	40	0.6

Fuente: Elaboración propia

4.6.3.4 Distancia de parada, visibilidad y rebasamiento

Según el (Anexo M) de la MTOP 2003, se obtiene la distancia de visibilidad de parada de 40 m y una distancia de visibilidad de rebasamiento de 270 m.

Y en la tabla 40 se muestra el reporte de la primera curva del diseño horizontal.

Tabla 40. Informe de curva 1 del diseño horizontal

N° de Curva	Abscisa	Cuerda	Deflexión	Deflexión acum.	Deflexión/2	Azimut	D. larga	Coord. Norte	Coord. Este
1	76.14	0.00	0.00	0.00	0.00	78.96	0.00	9644335.56	708339.59
	90.00	13.86	3.97	3.97	1.98	76.98	13.85	9644332.43	708326.09
	110.00	20.00	5.73	9.70	4.85	74.11	33.82	9644326.30	708307.07
	130.00	20.00	5.73	15.43	7.71	71.25	53.69	9644318.30	708288.75
	150.00	20.00	5.73	21.16	10.58	68.39	73.44	9644308.50	708271.32
	166.39	16.39	4.70	25.85	12.93	66.04	89.49	9644299.20	708257.80

Fuente: Elaboración propia

4.6.4 Diseño Vertical

4.6.4.1 Curvas verticales convexas

Se estableció el valor de K de 6 de acuerdo con la tabla de valores de diseño de la MTOP 2003, y se calculó la longitud mínima con la siguiente ecuación:

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

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

$$L_{min} = 24$$

4.6.4.2 Curvas verticales cóncavas

De la misma manera se calculó la longitud mínima con la ecuación anterior dado como valor de 24 m.

Y en tabla 41 se encuentra detallado el reporte de la primera curva del diseño vertical.

Tabla 41. Informe de curva 1 del diseño vertical

N° Curva	PUNTO	COTA	ABS	P. CORREGIDAS	C. CORREGIDAS
	PCV	2889.51	223.00	0.00	2889.51
	COTA 1	2889.54	225.70	-0.01	2889.55
	COTA 2	2889.57	228.40	-0.02	2889.59
	COTA 3	2889.59	231.10	-0.05	2889.65
	COTA 4	2889.62	233.80	-0.10	2889.72
	COTA 5	2889.65	236.50	-0.15	2889.80
	COTA 6	2889.67	239.20	-0.22	2889.89
	COTA 7	2889.70	241.90	-0.30	2890.00
	COTA 8	2889.73	244.60	-0.39	2890.12
	COTA 9	2889.76	247.30	-0.49	2890.25
1	PIV	2889.78	250.00	-0.61	2890.39
	COTA 10	2890.05	252.70	-0.49	2890.54
	COTA 11	2890.32	255.40	-0.39	2890.71
	COTA 12	2890.59	258.10	-0.30	2890.89
	COTA 13	2890.86	260.80	-0.22	2891.08
	COTA 14	2891.13	263.50	-0.15	2891.28
	COTA 15	2891.40	266.20	-0.10	2891.50
	COTA 16	2891.67	268.90	-0.05	2891.73
	COTA 17	2891.94	271.60	-0.02	2891.97
	COTA 18	2892.21	274.30	-0.01	2892.22
	PTV	2892.48	277.00	0.00	2892.48

Fuente: Elaboración propia


4.7 Evaluación de alcantarillas para paso de agua y Atajeas

En el momento de evaluar cada una de las alcantarillas localizadas en el tramo 17+120 km hasta 19+260, se pudo observar que su estructura de hormigón tanto las de caja como las de cabezal están en buen estado y las tuberías tienen ciertos escombros naturales los cuales llegan a evitar el paso de agua lluvia. En conclusión, se recomienda realizar un programa de mantenimiento y limpieza a las obras hidráulicas existentes dentro del sector, se puede observar una ficha de registro de paso de agua y atajeas en el (Anexo S).

4.8 Presupuesto del Proyecto

Al tener cada uno de los estudios necesario para el diseño geométrico y estructural de la vía Girón-Curiquingue, cantón Girón, provincia del Azuay, con los resultados obtenidos se procedió a sacar las cantidades de obras con las que se determinó cada uno de los rubros a realizarse en el proyecto, la mano de obra, los materiales que se utilizarán para la construcción, las actividades a realizar junto con el cronograma, el transporte, y así poder estimar un valor total de la obra como se muestra en la tabla 42.

Tabla 42. Presupuesto total de la vía

		Proyecto vial Girón Curiquingue del Km 17+120 al km 19+260				
Oferente: Ing. Jonnathan Guaman - Ing. Johnny Togra						
Ubicación: Girón						
Fecha: 24/01/2024						
PRESUPUESTO						
Ítem	Código	Descripción	Unidad	Cantidad	P.Unitario	P.Total
1		OBRAS PRELIMINARES				619220.18
1.1	500004	Replanteo y nivelación de vías	ml	2,140.00	3.50	7490.00
1.2	500010	Excavación a máquina con retroexcavadora	m3	42,926.31	1.96	84135.57
1.3	500014	Excavación manual material sin clasificar	m3	214.63	12.53	2689.31
1.4	500001	Cargado de material con cargadora	m3	56,083.22	1.37	76834.01
1.5	500002	Transporte de materiales hasta 6 km, incluye pago en escombrera	m3	56,083.22	2.22	124504.75
1.6	500003	Sobreacarreo de materiales para desalojo, lugar determinado por el Fiscalizador, Distancia > 6 Km	m3-km	1,244,486.68	0.26	323566.54
2		ESTRUCTURA VIAL				751637.69
2.1	500005	Subrasante conformación y compactación con equipo pesado	m2	12,840.00	1.31	16820.40
2.2	500006	Pedraplén, conformación y compactación con equipo pesado	m3	128.40	25.01	3211.28
2.3	500007	Mejoramiento, conformación y compactación con equipo pesado	m3	19,423.80	23.45	455488.11
2.4	500040	Sub base conformación y compactación con equipo pesado	m3	1,926.00	29.69	57182.94
2.5	500041	Base Granular conformación y compactación con equipo pesado	m3	1,926.00	35.93	69201.18
2.6	500011	Imprimación asfáltica con barrido mecánico	m2	12,840.00	1.22	15664.80
2.7	500012	Carpeta asfáltica (e=2") Ho Asf. mezclado en planta	m2	12,840.00	9.84	126345.60
2.8	500013	Brocal de hormigón para pozos (h=20cm) y tapa (h=10cm) cónicos, D=700mm, Tipo A	u	42.00	105.35	4424.70
2.9	500017	Recuperación de pozo, d = 600 mm	u	42.00	78.54	3298.68
3		SEÑALIZACIÓN				11164.56
3.1	500018	Señalización vertical	u	6.00	148.76	892.56
3.2	500019	Pintura para señalización de tráfico, manual, franja de hasta 15cm	ml	6,420.00	1.60	10272.00
4		MITIGACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES				1990.68
4.1	500028	Letrero metálico de información del Proyecto	u	2.00	484.84	969.68
4.2	500020	Señalización con cinta	ml	200.00	0.23	46.00
4.3	500021	Parante con base de hormigón, 20 usos	u	20.00	6.46	129.20
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						1,384,013.12
IVA					12 %	166,081.57
TOTAL						1,550,094.69
Son:	UN MILLÓN QUINIENTOS CINCUENTA MIL NOVENTA Y CUETRO CON 69/100 DÓLARES					

Fuente: Elaboración propia

Tabla 43. Cronograma valorado del proyecto

CRONOGRAMA VALORADO



Proyecto vial Girón Curiquire del Km 17+120 al km 19+260

Oferente: Ing. Jonnathan Guaman - Ing. Johnny Tegra

Ubicación: Girón

Fecha: 24/01/2024

Item	Codigo	Descripción	Unidad	Cantidad	P.Unit.	P.Total	1	2	3	4	5
1		OBRAS PRELIMINARES				557,007.29	5,483,090.44	-4,926,083.15	0.00	0.00	0.00
1.1	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
1.2	500010	Excavación a máquina con retroexcavadora	m3	38,560.71	1.96	75,578.99	1,000.00	755,789.90	-900.00	-680,210.91	0.00
1.3	500014	Excavación manual material sin clasificar	m3	192.80	12.53	2,415.78	1,000.00	24,157.80	-900.00	-21,742.02	0.00
1.4	500001	Cargado de material con cargadora	m3	50,379.57	1.37	69,020.01	1,000.00	690,200.10	-900.00	-621,180.09	0.00
1.5	500002	Transporte de materiales hasta 6 km, incluye pago en escombrera	m3	50,379.57	2.22	111,842.65	982.50	1,098,854.04	-882.50	-987,011.39	0.00
1.6	500003	Sobrecarreo de materiales para desajolo, lugar determinado por el Fiscalizador, Distancia > 6 Km	m3-km	1,117,922.55	0.26	290,659.86	1,000.00	2,906,598.60	-900.00	-2,615,938.74	0.00
2		ESTRUTURAS				751,637.69	0.00	264,039.52	483,990.13	3,608.04	0.00
2.1	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
2.2	500006	Pedregón, 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
2.3	500007	Mejoramiento, conformación y compactación con equipo pesado	m3	19,423.80	23.45	455,488.11	0.00	0.00	51.88	236,284.46	48.13
2.4	500040	Sub base conformación y compactación con equipo pesado	m3	1,926.00	29.69	57,182.94	0.00	0.00	0.00	100.00	57,182.94
2.5	500041	Base Granular conformación y compactación con equipo pesado	m3	1,926.00	35.93	69,201.18	0.00	0.00	0.00	300.00	207,603.54
2.6	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
2.7	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
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	0.00	0.00	100.00	4,424.70	0.00
2.9	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
3		SEÑALIZACIÓN				11,164.56	0.00	0.00	0.00	0.00	11,164.56
3.1	500018	Señalización vertical	u	6.00	148.76	892.56	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
3.2	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	0.00
4		MITIGACION DE IMPACTOS AMBIENTALES				1,990.68	35,067.92	6,045.28	24,522.96	-63,645.48	0.00
4.1	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
4.2	500020	Señalización con cinta	ml	200.00	0.23	46.00	1,900.00	874.00	-1,800.00	-828.00	0.00
4.3	500021	Parante con base de hormigón, 20 usos	u	20.00	6.46	129.20	1,900.00	2,454.80	-1,800.00	-2,325.60	0.00
4.4	500022	Cobertura de plástico (5 usos)	m2	500.00	0.29	145.00	0.00	0.00	1,450.00	2,200.00	3,190.00
4.5	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:						1,321,800.22					
INVERSION MENSUAL							5,518,158.36	-4,655,998.35	508,513.09	-60,037.44	11,164.56
AVANCE PARCIAL EN %							417.47	-352.25	38.47	-4.54	0.84
INVERSION ACUMULADA							5,518,158.36	862,160.01	1,370,673.10	1,310,635.66	1,321,800.22
AVANCE ACUMULADO EN %							417.47	65.23	103.70	99.16	100.00

Fuente: Elaboración propia

Tabla 44. Formula polinómica

FÓRMULA POLINÓMICA



Proyecto vial Giron Curiquingue del Km 17+120 al km 19+260

Oferente: Ing. Jonnathan Guaman - Ing. Johnny Togra

Ubicación Giron

Fecha: 24/01/2024

Término	Descripción	Costo Directo	Coefficiente
B	Cuadrilla Tipo	187,726.43	0.170
C	Combustibles (O)	47,630.21	0.043
E	Equipo y maquinaria de Construc. vial	224,276.53	0.204
G	Betún petróleo (Asfalto) (O)	51,902.84	0.047
P	Materiales pétreos (Azuay)	414,401.96	0.376
R	Repuestos para maquinaria de construcción	112,138.26	0.102
X	Indice de Precios al Consumidor Urbano - Cuenca	63,423.96	0.058
Totales:		1,101,500.18	1.000

$$PR = P0 (0.17000 B1/B0 + 0.04300 C1/C0 + 0.20400 E1/E0 + 0.04700 G1/G0 + 0.37600 P1/P0 + 0.10200 R1/R0 + 0.05800 X1/X0)$$

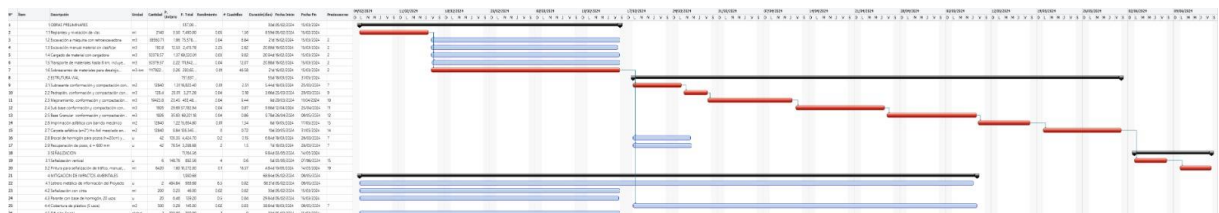
CUADRILLA TIPO

Término	Descripción	Salario Ley	Salario Efectivo	Horas Hombre	Costo Directo	Coefficiente
401	Estructura Ocupacional E2	3.83	3.83	17,720.24	67,868.51	0.380
402	Estructura Ocupacional D2	3.87	3.87	1,089.88	4,217.82	0.028
403	Estructura Ocupacional C2	4.09	4.09	774.16	3,166.31	0.020
404	Topografía	4.29	4.29	118.41	508.00	0.003
405	Estructura Ocupacional C1 (Grupo I)	4.29	4.29	4,407.55	18,908.41	0.111
406	Estructura Ocupacional C2 (Grupo II)	4.09	4.09	955.25	3,906.99	0.024
407	Choferes Profesionales	5.15	5.62	8,700.32	48,895.77	0.220
408	Estructura Ocupacional C1	5.62	5.62	8,473.09	47,618.77	0.214
Totales:				42,238.90	195,090.58	1.000

$$+ 0.38 \text{ SHR Estructura Ocupacional E2} + 0.028 \text{ SHR Estructura Ocupacional D2} + 0.02 \text{ SHR Estructura Ocupacional C2} + 0.003 \text{ SHR Topografía} + 0.111 \text{ SHR Estructura Ocupacional C1 (Grupo I)} + 0.024 \text{ SHR Estructura Ocupacional C2 (Grupo II)} + 0.22 \text{ SHR Choferes Profesionales} + 0.214 \text{ SHR Estructura Ocupacional C1}$$

Fuente: Elaboración propia

Tabla 45. Ruta crítica del proyecto



Fuente: Elaboración propia

5 CONCLUSIONES

Se lograron establecer los parámetros iniciales, mediante el levantamiento topográfico pudimos ajustar el diseño a la vía existente.

Como resultado del estudio de tránsito mediante el TPDA, se obtuvo una proyección de 534 para un periodo de proyecto de 20 años, en donde, se tiene que la vía está catalogada como clase III, considerando un ancho total de vía de 6m.

Mediante el estudio de suelo se obtuvo el valor de CBR de 1.%, usando la información obtenida en laboratorio.

Al basarnos en el Manual de Diseño Geométrico de Carreteras del Ministerio de Transporte y Obras Públicas, pudimos realizar un correcto trazado de la vía, diseñada para una velocidad de 40 km/h según las recomendaciones.

El diseño de pavimentos obtenido mediante los ESALs, se conforma por una capa de mejoramiento de 20cm, subbase de 15cm, base de 15cm y su respectiva capa asfáltica de 3 pulgadas.

Al realizar el análisis de estructuras hidráulicas tenemos que, las alcantarillas de desfogue de aguas lluvia se encuentran en buen estado.

Mediante los diseños obtenidos se realizó el cálculo de cantidades de obra obteniendo un presupuesto de \$ 1.480.416,25.

6 RECOMENDACIONES

Dar cumplimiento a la normativa para la señalización horizontal y vertical de la vía para evitar accidentes y prevenir a los conductores.

Complementar el proyecto con obras como el alcantarillado y red de agua potable en zonas donde haya mayor población.

Dar mantenimientos periódicos cada año a la vía para ayudar con la vida útil del pavimento y a las obras de arte existentes cerca de la vía.

Adquirir materiales dentro del cantón Girón para optimizar los costos de construcción.

7 REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

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

Agudelo, J. (2002). *DISEÑO GEOMÉTRICO DE VÍAS Ajustado al Manual Colombiano* [Trabajo de grado]. Universidad Nacional de Colombia.

Alcántara, D. (2014). *Topografía y sus aplicaciones* (J. E. Callejas & E. Delfín, Eds.; Primera, Vol. 1). COMPAÑÍA EDITORIAL CONTINENTAL.

Aristizábal, L., Hoyos, J., Gil, L., Gómez, M., & Gómez Dayana. (2014). *DISEÑO DE UN PAVIMENTO FLEXIBLE POR LOS MÉTODOS AASTHO Y RACIONAL* [Proyecto técnico]. Universidad Libre.

Bermeo, D., & Lucero, C. (2023). *DISEÑO GEOMÉTRICO DE LA VÍA UZHOC - GRANDA, PARROQUIA JADÁN, CANTÓN GUALACEO, PROVINCIA DEL AZUAY* [Proyecto técnico]. Universidad Politécnica Salesiana.

Cárdenas, J. (2013). *Diseño geométrico de carreteras, 2da Edición*.
https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=1t03DgAAQBAJ&oi=fnd&pg=PP1&dq=Carreteras&ots=v3xwQESJYG&sig=g9Xn_HGdbjAGFan2ekmEIpz3LyA#v=onepage&q=Carreteras&f=false

Crespo, C. (2004). *Mecánica de Suelos y Cimentaciones* (Quinta). Limusa.

Freire, C. (2020). *DISEÑO GEOMÉTRICO DE LA ALTERNATIVA VIAL SHUYOPINLLOPATA EN EL TRAMO KM 20+000- 24+000 PERTENECIENTE A LOS CANTONES PUJILI Y PANGUA DE LA PROVINCIA DE COTOPAXI* [Proyecto técnico]. Universidad Técnica de Ambato.

- Hernández, L. (2011). MANUAL DE OPERACIÓN DE LA ESTACIÓN TOTAL. In *Enseñanza de la Topografía*.
- INEC. (2022). *CENSO ECUADOR*. Instituto Nacional de Estadísticas y Censos.
- INEN. (2011a). *Señalización Vial. Parte 1. Señalización Vertical* (Primera). Instituto Ecuatoriano de Normalización.
- INEN. (2011b). *Señalización Vial. Parte 2. Señalización Horizontal* (Primera). Instituto Ecuatoriano de Normalización.
- Menéndez, J. (2009). *Ingeniería de Pavimentos Materiales, Diseño y Conservación* (Primera). ICG.
- Montejo, A. (1998). *Ingeniería de Pavimentos* (Segunda). Stella Valbuena de Fierro.
- MTOP. (2003). *Normas de Diseño Geométrico de Carreteras* . Ministerio de Transporte y Obras Públicas del Ecuador.
- Naspud, S., & Toledo, M. (2023). *DISEÑO GEOMÉTRICO Y ESTRUCTURAL DEL PAVIMENTO DE LA VÍA A LA COMUNIDAD MORASCALLE DE LA PARROQUIA TARQUI PERTENECIENTE AL CANTÓN CUENCA, PROVINCIA DEL AZUAY* [Proyecto técnico]. Universidad Politécnica Salesiana.
- NEVI-12-MTOP. (2013). MINISTERIO DE TRANSPORTE Y OBRAS PÚBLICAS DEL ECUADOR SUBSECRETARÍA DE INFRAESTRUCTURA DEL TRANSPORTE VOLUMEN N° 2-LIBRO A NORMA PARA ESTUDIOS Y DISEÑOS VIALES. In *Ministerio de Transporte y Obras Públicas* (Primera, Vol. 2). Ministerio de Transporte y Obras Públicas del Ecuador.
- Olivera, F. (1996). *Estructuración de vías terrestres* (Segunda). Grupo Editorial Patria.
- PDOT Girón. (2014). *Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial 2014-2023*. Gobierno Autónomo Descentralizado Del Cantón Girón .

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

Villalobos, F. (2016). *Mecánica de Suelos* (Segunda). UCSC.

Villón, M. (2006). *Drenaje* (Primera). Editorial Tecnológica de Costa Rica.

8 ANEXOS

Anexo A. Reconocimiento de la vía



Fuente: Autor propio

Anexo B. Construcción de hitos



Fuente: Autor propio

Anexo C. Colocación del punto estático



Fuente: Autor propio

Anexo D. Reconocimiento de alcantarillas



Fuente: Autor propio

Anexo E. Levantamiento topográfico con RTK



Fuente: Autor propio

Anexo F. Cambio de base



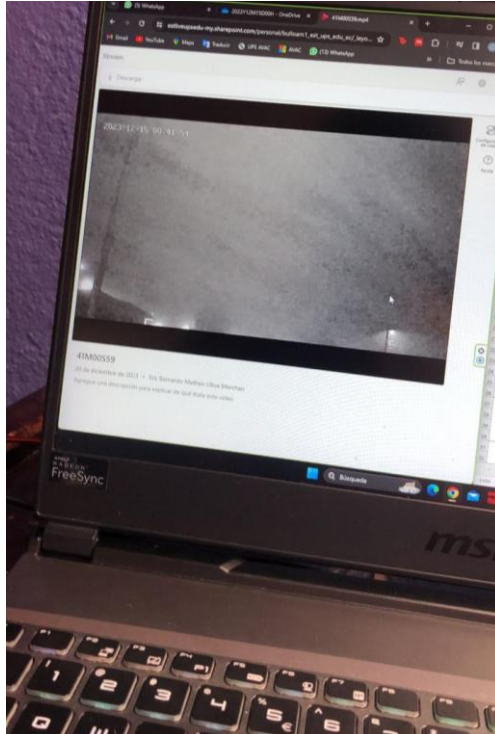
Fuente: Autor propio

Anexo G. Levantamiento de taludes con estación total









Fuente: Autor propio

Anexo H. Conteo vehicular mediante grabaciones



Fuente: Autor propio




Anexo I. Conteo vehicular estación 1-Subida

Periodo de hora	PERIODO 15 MIN	Subiendo hacia Curiquingue															
		LIVIANOS					BUSES	Camiones					Motos	Bicis	Peatones	Total	
								2 ejes	3 ejes	4 ejes	Trailer	Volquetas					
00H00-01HC	0-15																0
	15-30	1															1
	30-45	1															1
	45-60																0
01H00-02HC	0-15																0
	15-30																0
	30-45																0
	45-60																0
02H00-03HC	0-15																0
	15-30																0
	30-45																0
	45-60																0
03H00-04HC	0-15																0
	15-30																0
	30-45																0
	45-60																0
04H00-05HC	0-15																0
	15-30																0
	30-45																0
	45-60	1															1
05H00-06HC	0-15	1															1
	15-30											1			1		2
	30-45	2															2
	45-60	3															3
06H00-07HC	0-15	1															1
	15-30	1														1	2
	30-45	1															1
	45-60	6										1					7
07H00-08HC	0-15	1															1
	15-30	5										2					7
	30-45	7										2			1		10
	45-60	3										1					4
08H00-09HC	0-15	4										3					7
	15-30	2															2
	30-45	5										1			1		7
	45-60	1															1
09H00-010H	0-15	2															2
	15-30	2										1					3
	30-45	3															3
	45-60	2										1					3
010H00-011H	0-15	3															3
	15-30	6										2					8
	30-45	2															2
	45-60	6															6

011H00-012	0-15	3							1		4
	15-30	4									4
	30-45	4		1							5
	45-60	5									5
012H00-013	0-15	6							1	2	9
	15-30	7							1		8
	30-45	2								2	4
	45-60	5									5
013H00-014	0-15	5							1	2	8
	15-30	2							1	1	4
	30-45	1		2						3	6
	45-60	1							2	1	4
014H00-015	0-15	4								3	7
	15-30	2							1		3
	30-45	3									3
	45-60	1									1
015H00-016	0-15	2								2	4
	15-30	3									3
	30-45	1		1							2
	45-60	5							1		6
016H00-017	0-15	1								1	2
	15-30	2								2	4
	30-45			1					1		2
	45-60	2									2
017H00-018	0-15	3								1	4
	15-30	2									2
	30-45	4							3		7
	45-60	1								3	4
018H00-019	0-15	1									1
	15-30								1		1
	30-45	2								1	3
	45-60	4									4
019H00-020	0-15	1								1	2
	15-30										0
	30-45	2									2
	45-60										0
020H00-021	0-15	1									1
	15-30										0
	30-45	2									2
	45-60										0
021H00-022	0-15	1									1
	15-30	2							1		3
	30-45	2							1		3
	45-60	3									3
022H00-023	0-15	3									3
	15-30	1									1
	30-45	0									0
	45-60	0									0
023H00-024	0-15	2									2
	15-30	0									0
	30-45	1									1
	45-60	0									0

Fuente: Elaboración propia


Anexo J. Conteo vehicular estación 3-Bajada

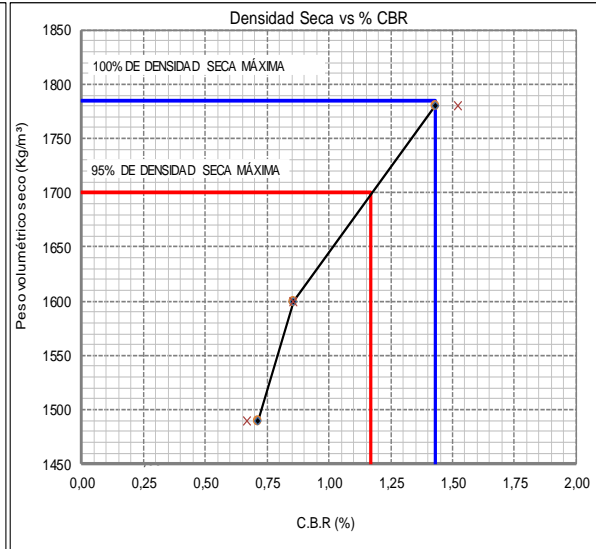
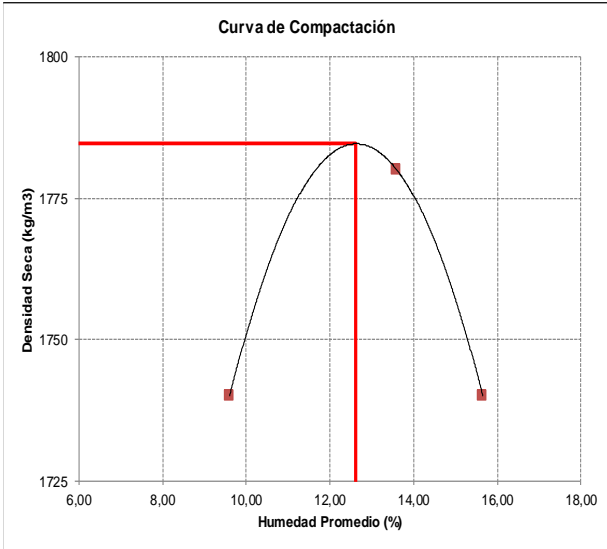
Periodo de hora	PERIODO 15 MIN	Bajando hacia Girón											
		LIVIANOS		BUSES	Camiones					Motos	Bicis	Peatones	Total
					2 ejes	3 ejes	4 ejes	Trailer	Volquetas				
00H00-01HC	0-15												0
	15-30												0
	30-45												0
	45-60	1											1
01H00-02HC	0-15												0
	15-30												0
	30-45												0
	45-60												0
02H00-03HC	0-15												0
	15-30												0
	30-45	1											1
	45-60												0
03H00-04HC	0-15	2											2
	15-30												0
	30-45												0
	45-60												0
04H00-05HC	0-15	1											1
	15-30												0
	30-45												0
	45-60												0
05H00-06HC	0-15												0
	15-30											1	1
	30-45									1			1
	45-60	1											1
06H00-07HC	0-15												0
	15-30	1											1
	30-45	2											2
	45-60	1								4		3	8
07H00-08HC	0-15	4			1					1			6
	15-30	2								1			3
	30-45	5			1					2		3	11
	45-60	4										1	5
08H00-09HC	0-15	6											6
	15-30	4			1								5
	30-45	3								1			4
	45-60	1											1
09H00-010H	0-15	5								1			6
	15-30	2								3			5
	30-45	2										1	3
	45-60	4			1								5
010H00-011H	0-15	3											3
	15-30	6											6
	30-45	4											4
	45-60	5											5

011H00-012	0-15	3						1		4
	15-30	6						2		8
	30-45	8		1						9
	45-60	6						1		7
012H00-013	0-15	6								6
	15-30	4								4
	30-45	7								7
	45-60	4								4
013H00-014	0-15	4								4
	15-30	2						1	2	5
	30-45								3	3
	45-60	5								5
014H00-015	0-15	2		2					1	5
	15-30	4								4
	30-45	5								5
	45-60	6		1				1	1	9
015H00-016	0-15	1							2	3
	15-30									0
	30-45	2								2
	45-60	1							2	3
016H00-017	0-15	2		1				2		5
	15-30								1	1
	30-45	1								1
	45-60							1	2	3
017H00-018	0-15	1		1						2
	15-30									0
	30-45	3		1					1	5
	45-60									0
018H00-019	0-15									0
	15-30	1							1	2
	30-45									0
	45-60	1						1		2
019H00-020	0-15									0
	15-30			1						1
	30-45	1								1
	45-60							1		1
020H00-021	0-15	2								2
	15-30									0
	30-45	2								2
	45-60									0
021H00-022	0-15	1								1
	15-30	1						1		2
	30-45	3								3
	45-60	4								4
022H00-023	0-15	1								1
	15-30	2								2
	30-45	0								0
	45-60	2								2
023H00-024	0-15	1								1
	15-30	0								0
	30-45	2								2
	45-60	2								2

Fuente: Elaboración propia

Anexo K. CBR calicata 5

		DETERMINACIÓN DE C.B.R.
PROYECTO: Estudios para la evaluación funcional de la vía Girón-Curiquingue SOLICITA: Universidad Politécnica Salesiana ADMINISTRADOR:		
ENSAYO: CALIFORNIA BEARING RATIO (CBR) NORMA: ASTM-D-1883	Calicata No.: C-5 Profundidad: 1.50 m Material: Suelo Natural - Subrasante Calle: Girón-Curiquingue Parroquia: Parroquia Girón	
Fecha de Extracción: lunes, 15 de enero de 2024 Fecha de Ensayo: martes, 16 de enero de 2024 Revisado por :		


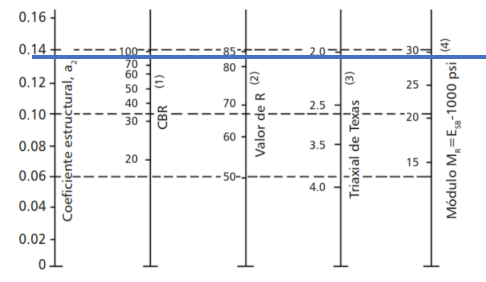
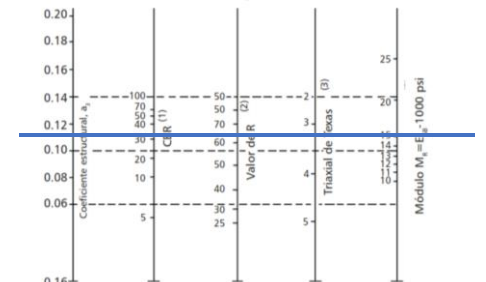
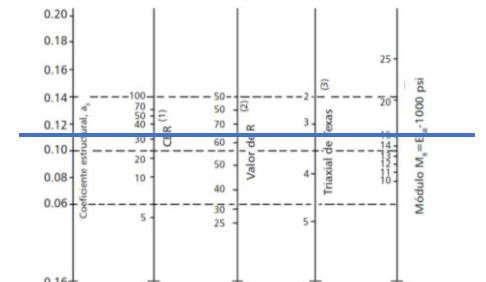
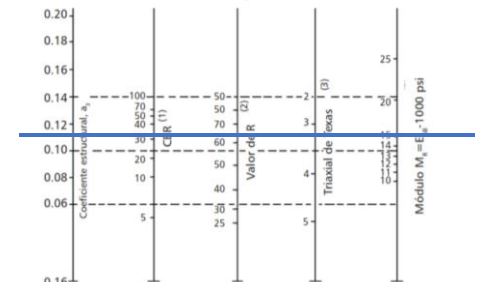


Nº Golpes	Densidad Kg/m3	Carga Unitaria Kg/cm2		Carga Unitaria Patrón Kg/cm2		C.B.R. %		Expansión %
		0.10"	0.20"	0.10"	0.20"	0.10"	0.20"	
56	1780	1,01	1,61	70,45	105,68	1,43	1,52	3,66
25	1600	0,60	0,91	70,45	105,68	0,86	0,86	6,43
10	1490	0,50	0,70	70,45	105,68	0,71	0,67	10,11

RESULTADOS		
Densidad seca máxima	=	1784,6 Kg/m3
95% de Densidad seca máxima	=	1700,0 Kg/m3
Humedad óptima	=	12,63 %
CBR al 100% para 0,10"	=	1,4 %
CBR al 95% para 0,10"	=	1,2 %
Expansión	=	3,66 %

Fuente: Laboratorio UPS

Anexo L. Diseño de pavimento flexible

	DISEÑO DE PAVIMENTOS FLEXIBLES SEGÚN LA AASHTO 93																																																										
VIA GIRON CURIQUINGUE																																																											
DATOS																																																											
CALIFORNIA BEARING RATIO	CBR =	15,0 %	CBR dado por la colocación de capa de mejoramiento																																																								
Proyección a 20 años	W18=	322486 Hab																																																									
Velocidad de diseño	V =	40 km/h																																																									
DISEÑO																																																											
<ul style="list-style-type: none"> Heukelom y Foster (1960) y Heukelom y Klomp (1962): $M_r = 10 \text{ CBR (MPa)} \text{ ó } M_r = 1500 \text{ CBR (psi), para CBR < 10\%$																																																											
Módulo resiliente	Mr =	22500 psi																																																									
<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-bottom: 10px; text-align: center;">Módulo de elasticidad</div> E = 6000 MPa Conversion 870228 psi	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; text-align: center;"> <thead> <tr> <th>Capa</th> <th>T [°C]</th> <th>f [Hz]</th> <th>v [km/h]</th> <th>E [MPa]</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td rowspan="12">Rodadura</td> <td rowspan="3">10</td> <td>2.5</td> <td>15-25</td> <td>7000</td> </tr> <tr> <td>5.0</td> <td>35-45</td> <td>8500</td> </tr> <tr> <td>10.0</td> <td>70-80</td> <td>9500</td> </tr> <tr> <td rowspan="3">15</td> <td>2.5</td> <td>15-25</td> <td>5000</td> </tr> <tr> <td>5.0</td> <td>35-45</td> <td>6000</td> </tr> <tr> <td>10.0</td> <td>70-80</td> <td>7200</td> </tr> <tr> <td rowspan="3">20</td> <td>2.5</td> <td>15-25</td> <td>3000</td> </tr> <tr> <td>5.0</td> <td>35-45</td> <td>4000</td> </tr> <tr> <td>10.0</td> <td>70-80</td> <td>5000</td> </tr> <tr> <td rowspan="3">25</td> <td>2.5</td> <td>15-25</td> <td>2200</td> </tr> <tr> <td>5.0</td> <td>35-45</td> <td>2700</td> </tr> <tr> <td>10.0</td> <td>70-80</td> <td>3500</td> </tr> <tr> <td rowspan="3">30</td> <td>2.5</td> <td>15-25</td> <td>1200</td> </tr> <tr> <td>5.0</td> <td>35-45</td> <td>1600</td> </tr> <tr> <td>10.0</td> <td>70-80</td> <td>2000</td> </tr> </tbody> </table>			Capa	T [°C]	f [Hz]	v [km/h]	E [MPa]	Rodadura	10	2.5	15-25	7000	5.0	35-45	8500	10.0	70-80	9500	15	2.5	15-25	5000	5.0	35-45	6000	10.0	70-80	7200	20	2.5	15-25	3000	5.0	35-45	4000	10.0	70-80	5000	25	2.5	15-25	2200	5.0	35-45	2700	10.0	70-80	3500	30	2.5	15-25	1200	5.0	35-45	1600	10.0	70-80	2000
Capa	T [°C]	f [Hz]	v [km/h]	E [MPa]																																																							
Rodadura	10	2.5	15-25	7000																																																							
		5.0	35-45	8500																																																							
		10.0	70-80	9500																																																							
	15	2.5	15-25	5000																																																							
		5.0	35-45	6000																																																							
		10.0	70-80	7200																																																							
	20	2.5	15-25	3000																																																							
		5.0	35-45	4000																																																							
		10.0	70-80	5000																																																							
	25	2.5	15-25	2200																																																							
		5.0	35-45	2700																																																							
		10.0	70-80	3500																																																							
30	2.5	15-25	1200																																																								
	5.0	35-45	1600																																																								
	10.0	70-80	2000																																																								
Cálculo del coeficiente estructural																																																											
<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-bottom: 10px; text-align: center;">Coeficiente estructural a1</div> a1 = 0,561778 -	$a_1 = 0.184 \times \ln(E_1) - 1.9547$ $a_2 = 0.249 \times \log(E_2) - 0.977$ $a_3 = 0.227 \times \log(E_3) - 0.839$																																																										
Especificación Técnica MTOP: CBR de bases mayor o igual al 80%																																																											
<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-bottom: 10px; text-align: center;">Coeficiente estructural a2</div> a2 = 0,137803 -																																																											
<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-bottom: 10px; text-align: center;">Módulo de resiliencia y elastico</div> Mr 2 = 29000 psi E 2 = 30000 psi																																																											
Especificación Técnica MTOP: CBR de sub bases mayor o igual al 30%																																																											
<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-bottom: 10px; text-align: center;">Coeficiente estructural a3</div> a3 = 0,114717 -																																																											
<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-bottom: 10px; text-align: center;">Módulo de resiliencia y elastico</div> Mr 3 = 14900 psi E 3 = 15900 psi																																																											

Seviciabilidad

Seviciabilidad	
PSI 0=	4,2
PSI f=	2,2
D PSI =	2,0

Tipo pavimento	Seviciabilidad inicial, P_0
Concreto	4.5
Asfalto	4.2

Fuente: (AASHTO, 1993, p. II-10)

Tipo de vía	Seviciabilidad final, P_f
Autopista	2.5 – 3.0
Carreteras	2.0 – 2.5
Zonas Industriales	
Pavimento urbano principal	1.5 – 2.0
Pavimento urbano secundario	1.5 – 2.0

Fuente: (AASHTO, 1993, p. II-10)

Drenaje

Características drenaje

Calidad =	Bueno
Luvia (días)=	55 días
Saturacion =	15,06849 %

Condiciones

m2 =	1 -
m3 =	1 -

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, 1993

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, 1993

Nivel de confiabilidad

R =	80 %
-----	------

Tipo de carretera	Nivel de confiabilidad, R (%)	
	Urbana	Interurbana
Autopistas y carreteras importantes	85.0 – 99.9	80.0 – 99.9
Arterias principales	80.0 – 99.0	75.0 – 95.0
Colectoras	80.0 – 95.0	75.0 – 95.0
Locales	50.0 – 80.0	50.0 – 80.0

Fuente: (AASHTO, 1993, p. II-9)

Desviación estándar

Zr =	-0,841 -
------	----------

Confiabilidad, %	Desviación normal estándar, Zr
50	0.000
60	-0.253
70	-0.524
75	-0.674
80	-0.844
85	-1.037
90	-1.282
91	-1.340
92	-1.405
93	-1.476
94	-1.555
95	-1.645
96	-1.751
97	-1.881
98	-2.054
99	-2.327
99.9	-3.090
99.99	-3.750

Fuente: (AASHTO, 1993, p. I-42)

Error normal combinado

So =	0,45 -
------	--------

Proyecto de pavimento	Desviación estándar, S _o	
	Flexible	Rígido
Construcción nueva	0.45	0.35
Sobrecapas	0.50	0.40

Fuente: (AASHTO, 1993, p. I-63)

Cálculo con la ecuación de la AASHTO

SN 1 =	1,559083	SN 2 =	1,728611	SN 3 =	2,032096
Log (W18)=	5,508511	Log (W18)=	5,508511	Log (W18)=	5,508511
Log (W18)=	5,509068	Log (W18)=	5,508589	Log (W18)=	5,50867

Con el Mr de la base	SN1 =	1,559083
Con el MR de la subbase	SN2 =	1,728611
Con el MR de la subrasante	SN3 =	2,032096

Cálculo el espesor de la carpeta asfáltica		<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; display: inline-block;">Cálculo espesores</div> $h_1 = \frac{SN_1}{a_1}$ $h_2 = \frac{SN_2 - SN_1^*}{a_2 \times m_2}$ $h_3 = \frac{SN_3 - SN_2^*}{a_3 \times m_3}$	<i>Tabla 8.2. Espesores mínimos de concreto asfáltico y base granular</i> <table border="1" style="margin: auto;"> <thead> <tr> <th>Número de ESALs</th> <th>Concreto asfáltico</th> <th>Base granular</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Menos de 50,000</td> <td>2.5 cm</td> <td>10 cm</td> </tr> <tr> <td>50,000 - 15,000</td> <td>5.0 cm</td> <td>10 cm</td> </tr> <tr> <td>150,000 - 500,000</td> <td>6.5 cm</td> <td>10 cm</td> </tr> <tr> <td>500,000 - 2,000,000</td> <td>7.5 cm</td> <td>15 cm</td> </tr> <tr> <td>2,000,000 - 7,000,000</td> <td>9.0 cm</td> <td>15 cm</td> </tr> <tr> <td>Más de 7,000,000</td> <td>10.0 cm</td> <td>15 cm</td> </tr> </tbody> </table>	Número de ESALs	Concreto asfáltico	Base granular	Menos de 50,000	2.5 cm	10 cm	50,000 - 15,000	5.0 cm	10 cm	150,000 - 500,000	6.5 cm	10 cm	500,000 - 2,000,000	7.5 cm	15 cm	2,000,000 - 7,000,000	9.0 cm	15 cm	Más de 7,000,000	10.0 cm	15 cm
Número de ESALs	Concreto asfáltico			Base granular																				
Menos de 50,000	2.5 cm			10 cm																				
50,000 - 15,000	5.0 cm			10 cm																				
150,000 - 500,000	6.5 cm	10 cm																						
500,000 - 2,000,000	7.5 cm	15 cm																						
2,000,000 - 7,000,000	9.0 cm	15 cm																						
Más de 7,000,000	10.0 cm	15 cm																						
h1 =	2,8 in																							
h1 =	7,1 cm																							
Cálculo el espesor de la base																								
h2 =	1,2 in																							
h2 =	3,1 cm																							
Cálculo el espesor de la subbase																								
h3 =	2,65 in																							
h3 =	6,7 cm																							
Espesores minimos																								
Capa asfáltica =	3 in	7,62 cm																						
Base granular =	5,905511811 in	15 cm																						
Sub base granular =	5,905511811 in	15 cm																						
Mejoramiento=	21,25984252 in	54 cm																						

RESUMEN								
a1 =	0,56	m1 =	1	D1 (in) =	3,000	CUMPLE	SN1 =	1,559
a2 =	0,14	m2 =	1	D2 (in) =	5,9	CUMPLE	SN2 =	1,729
a3 =	0,11	m3 =	1	D3 (in) =	5,9	CUMPLE	SN3 =	2,032

Resumen estructura final		
Carpeta asfáltica =	3 in	<div style="border: 1px solid black; padding: 10px; margin: auto;"> <p>Carpeta asfáltica</p> <hr/> <p>Base granular</p> <hr/> <p>Sub base granular</p> <hr/> <p>Mejoramiento</p> </div>
Base granular =	15 cm	
Sub base granular =	15 cm	
Mejoramiento=	54 cm	

Fuente: Elaboración propia

Anexo M. Valores de diseño recomendados por la MTOP

Valores de diseño recomendados para carreteras de dos carriles y caminos vecinales de construcción



República del Ecuador
MINISTERIO DE OBRAS PÚBLICAS

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

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

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

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

Anexo N. Diseño de curva 1 horizontal

Datos

Radio mínimo	42 m		
Grado min de curva	27,284		
Orientacion Inicial	53,1100 °	0,927 rad	ORIENTACION FINAL
Orietacion Final	25,8544 °	0,451 rad	INCREMENTO
Abscisa PI	122,050	P.K. DE PI	
Coordenada PI (N)	9644326,768	PUNTOPI	
Coordenada PI (E)	708294,534	PUNTO PI	
Radio de Curvatura	200,000 m	RADIO	
Cuerda Unidad	20,000 m		

Grado de curva calculado

Gc= 5,730

Elementos de la curva horizontal

G	5,730		
Tangente	45,906	m	
Cuerda Principal	89,485	m	
Longitud de Curva	90,249	m	
Secante Externa	5,201	m	
Flecha	5,069	m	

Abcisas

Abscisa (PC)	76,14 m		
Abscisa(PT)	166,39 m		

Coordenadas

Coordenadas (PC)	1,378 °		INICIAL
Norte	9644335,555		
Este	708339,591		

Coordenadas (PT)			FINAL
Norte	9644299,211		
Este	708257,819		

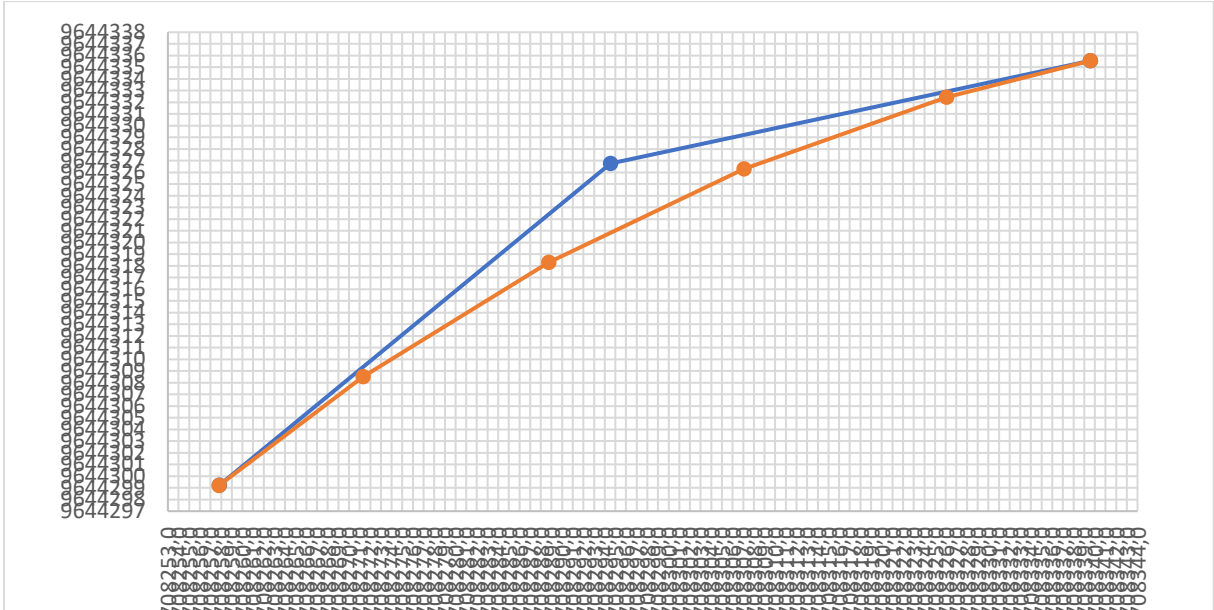
	NORTE	ESTE
PT	9644299,211	708257,819
PI	9644326,768	708294,534
PC	9644335,555	708339,591

Deflexión por metro

Deflexión cuerda	2,865		
Deflexión metro	0,143		

Cálculo de azimut

Ángulo interior	154,1456 °		ANG. INCLUIDO PI
Ángulo exterior	205,8544 °		
Ángulo inicial	53,1100 °		
Azimut=	258,964	=	78,964 ° 78,964



Abscisa	Cuerda	Deflexión	Deflexión acum.	Deflexión/2	Azimut	D. larga	Coord. Norte	Coord. Este
76,14	0,00	0	0	0	78,964	0,000	9644335,555	708339,591
90,00	13,86	3,969	3,969	1,985	76,980	13,853	9644332,434	708326,094
110,00	20,00	5,730	9,699	4,850	74,115	33,816	9644326,300	708307,067
130,00	20,00	5,730	15,429	7,714	71,250	53,693	9644318,296	708288,747
150,00	20,00	5,730	21,158	10,579	68,385	73,437	9644308,504	708271,318
166,39	16,39	4,696	25,854	12,927	66,037	89,485	9644299,200	708257,800
	CUMPLE			CUMPLE			CUMPLE	CUMPLE

RADIO	CUMPLE
--------------	---------------

TODAS LAS CURVAS	
CAMION 2 EJES:	7,5 m
N° carriles	2
Radio de curva	200,000 m
Velocidad	40 km/h
SOBREANCHO	0,6 m

	NORTE	ESTE
PT	9644299,200	708257,800
PI	9644326,768	708294,534
PC	9644335,555	708339,591

Fuente: Elaboración propia

Anexo O. Resultados de curvas horizontales

N° de Curva	Abscisa	Cuerda	Deflexión	Deflexión acum.	Deflexión/2	Azimut	D. larga	Coord. Norte	Coord. Este
1	76,14	0,00	0,00	0,00	0,00	78,96	0,00	9644335,56	708339,59
	90,00	13,86	3,97	3,97	1,98	76,98	13,85	9644332,43	708326,09
	110,00	20,00	5,73	9,70	4,85	74,11	33,82	9644326,30	708307,07
	130,00	20,00	5,73	15,43	7,71	71,25	53,69	9644318,30	708288,75
	150,00	20,00	5,73	21,16	10,58	68,39	73,44	9644308,50	708271,32
	166,39	16,39	4,70	25,85	12,93	66,04	89,49	9644299,20	708257,80
2	381,96	0,00	0,00	0,00	0,00	53,10	0,00	9644169,80	708085,42
	385,00	3,04	2,18	2,18	1,09	52,01	3,04	9644167,93	708083,02
	390,00	5,00	3,58	5,76	2,88	50,22	8,04	9644164,66	708079,24
	395,00	5,00	3,58	9,34	4,67	48,43	13,03	9644161,15	708075,67
	400,00	5,00	3,58	12,92	6,46	46,64	18,01	9644157,44	708072,33
	405,00	5,00	3,58	16,50	8,25	44,85	22,96	9644153,52	708069,22
	410,00	5,00	3,58	20,09	10,04	43,06	27,90	9644149,41	708066,37
	415,00	5,00	3,58	23,67	11,83	41,27	32,81	9644145,14	708063,78
	420,00	5,00	3,58	27,25	13,62	39,48	37,69	9644140,71	708061,46
	425,00	5,00	3,58	30,83	15,41	37,69	42,53	9644136,15	708059,42
	430,00	5,00	3,58	34,41	17,20	35,90	47,33	9644131,46	708057,67
	435,00	5,00	3,58	37,99	19,00	34,11	52,08	9644126,68	708056,22
	440,00	5,00	3,58	41,57	20,79	32,32	56,78	9644121,82	708055,06
	445,00	5,00	3,58	45,15	22,58	30,53	61,43	9644116,89	708054,22
	450,00	5,00	3,58	48,73	24,37	28,74	66,01	9644111,92	708053,68
	455,00	5,00	3,58	52,31	26,16	26,95	70,53	9644106,92	708053,46
	460,00	5,00	3,58	55,90	27,95	25,16	74,99	9644101,93	708053,54
	465,00	5,00	3,58	59,48	29,74	23,37	79,37	9644096,94	708053,94
470,00	5,00	3,58	63,06	31,53	21,58	83,67	9644091,99	708054,65	
474,87	4,87	3,49	66,54	33,27	19,83	87,78	9644087,20	708055,60	
3	544,63	0,00	0,00	0,00	0,00	13,44	0,00	9644019,38	708071,85
	550,00	5,37	5,13	5,13	2,57	10,88	5,37	9644014,10	708072,86
	555,00	5,00	4,77	9,91	4,95	8,49	10,36	9644009,13	708073,38
	560,00	5,00	4,77	14,68	7,34	6,10	15,33	9644004,13	708073,48
	565,00	5,00	4,77	19,46	9,73	3,71	20,28	9643999,14	708073,16
	570,00	5,00	4,77	24,23	12,12	1,33	25,19	9643994,20	708072,43
	575,00	5,00	4,77	29,01	14,50	-1,06	30,05	9643989,33	708071,29
	580,00	5,00	4,77	33,78	16,89	-3,45	34,86	9643984,58	708069,75
	585,00	5,00	4,77	38,56	19,28	-5,84	39,62	9643979,97	708067,82
	590,00	5,00	4,77	43,33	21,66	-8,22	44,30	9643975,53	708065,51
	595,00	5,00	4,77	48,10	24,05	-10,61	48,91	9643971,31	708062,84
	600,00	5,00	4,77	52,88	26,44	-13,00	53,43	9643967,32	708059,83
605,98	5,98	5,71	58,59	29,30	-15,85	58,72	9643962,90	708055,80	
4	867,41	0,00	0,00	0,00	0,00	45,16	0,00	9643778,54	707870,46
	870,00	2,59	2,28	2,28	1,14	44,01	2,59	9643776,67	707868,65
	875,00	5,00	4,41	6,69	3,35	41,81	7,59	9643772,88	707865,40
	880,00	5,00	4,41	11,10	5,55	39,61	12,57	9643768,85	707862,44
	885,00	5,00	4,41	15,51	7,75	37,40	17,54	9643764,61	707859,80
	890,00	5,00	4,41	19,91	9,96	35,20	22,48	9643760,17	707857,50
	895,00	5,00	4,41	24,32	12,16	33,00	27,39	9643755,57	707855,54
	900,00	5,00	4,41	28,73	14,36	30,79	32,25	9643750,83	707853,95
	905,00	5,00	4,41	33,14	16,57	28,59	37,07	9643745,99	707852,72
	910,00	5,00	4,41	37,54	18,77	26,38	41,83	9643741,06	707851,86
	915,00	5,00	4,41	41,95	20,98	24,18	46,54	9643736,08	707851,39
	920,00	5,00	4,41	46,36	23,18	21,98	51,17	9643731,09	707851,31
	925,00	5,00	4,41	50,77	25,38	19,77	55,73	9643726,10	707851,60
	930,00	5,00	4,41	55,17	27,59	17,57	60,20	9643721,14	707852,28
	935,00	5,00	4,41	59,58	29,79	15,37	64,59	9643716,26	707853,34
	940,00	5,00	4,41	63,99	31,99	13,16	68,88	9643711,47	707854,77
	945,00	5,00	4,41	68,40	34,20	10,96	73,07	9643706,80	707856,57
	950,00	5,00	4,41	72,80	36,40	8,76	77,15	9643702,29	707858,71
955,00	5,00	4,41	77,21	38,60	6,55	81,11	9643697,95	707861,20	
960,00	5,00	4,41	81,62	40,81	4,35	84,96	9643693,82	707864,01	
965,00	5,00	4,41	86,02	43,01	2,14	88,68	9643689,92	707867,14	
970,00	5,00	4,41	90,43	45,22	-0,06	92,27	9643686,27	707870,55	
975,00	5,00	4,41	94,84	47,42	-2,26	95,72	9643682,89	707874,24	
978,41	3,41	3,01	97,85	48,92	-3,77	98,00	9643680,80	707876,90	

	1004,90	0,00	0,00	0,00	0,00	52,69	0,00	9643664,70	707897,97
	1010,00	5,10	6,50	6,50	3,25	55,94	5,10	9643661,84	707902,19
	1015,00	5,00	6,37	12,86	6,43	59,12	10,08	9643659,52	707906,62
	1020,00	5,00	6,37	19,23	9,61	62,31	15,03	9643657,71	707911,28
	1025,00	5,00	6,37	25,60	12,80	65,49	19,94	9643656,43	707916,11
5	1030,00	5,00	6,37	31,96	15,98	68,67	24,78	9643655,69	707921,05
	1035,00	5,00	6,37	38,33	19,16	71,86	29,54	9643655,50	707926,04
	1040,00	5,00	6,37	44,69	22,35	75,04	34,22	9643655,86	707931,03
	1045,00	5,00	6,37	51,06	25,53	78,22	38,79	9643656,78	707935,94
	1050,00	5,00	6,37	57,43	28,71	81,41	43,24	9643658,24	707940,72
	1053,36	3,36	4,28	61,71	30,85	83,55	46,16	9643659,51	707943,83
	1309,06	0,00	0,00	0,00	0,00	65,60	0,00	9643765,14	708176,68
6	1320,00	10,94	3,13	3,13	1,57	67,17	10,94	9643769,38	708186,76
	1340,00	20,00	5,73	8,86	4,43	70,04	30,91	9643775,69	708205,73
	1352,37	12,37	3,54	12,41	6,20	71,81	43,22	9643778,60	708217,70
	1608,89	0,00	0,00	0,00	0,00	78,00	0,00	9643831,94	708468,67
	1620,00	11,11	3,18	3,18	1,59	79,59	11,11	9643833,95	708479,60
7	1640,00	20,00	5,73	8,91	4,46	82,46	31,08	9643836,02	708499,48
	1660,00	20,00	5,73	14,64	7,32	85,32	50,97	9643836,10	708519,47
	1671,40	11,40	3,27	17,91	8,95	86,96	62,26	9643835,30	708530,80
	1747,05	0,00	0,00	0,00	0,00	84,08	0,00	9643827,46	708606,09
	1760,00	12,95	3,71	3,71	1,85	85,94	12,95	9643826,54	708619,00
	1780,00	20,00	5,73	9,44	4,72	88,80	32,91	9643826,77	708638,99
	1800,00	20,00	5,73	15,17	7,58	91,67	52,79	9643828,99	708658,86
	1820,00	20,00	5,73	20,90	10,45	94,53	72,54	9643833,19	708678,40
8	1840,00	20,00	5,73	26,63	13,31	97,40	92,11	9643839,32	708697,43
	1860,00	20,00	5,73	32,36	16,18	100,26	111,45	9643847,31	708715,76
	1880,00	20,00	5,73	38,09	19,04	103,12	130,51	9643857,10	708733,19
	1900,00	20,00	5,73	43,82	21,91	105,99	149,25	9643868,57	708749,56
	1920,00	20,00	5,73	49,55	24,77	108,85	167,61	9643881,62	708764,70
	1924,72	4,72	1,35	50,90	25,45	109,53	171,89	9643884,92	708768,08

Fuente: Elaboración propia

Anexo P. Diseño vertical de la curva 1 convexa

DATOS

Curva 1: convexa

Velocidad de diseño	40 km/h
D. de visibilidad de parada	35 m
D. de visibilidad de rebasamiento	150 m

1. Cálculo de pendientes

Calcular el valor de las pendientes entre los puntos de quiebre de la rasante.

Pendiente entrante (m)	9,00%
Pendiente saliente (n)	-1,00%
i	10,00%

2. Cálculo de la longitud mínima de curva

k=	4
----	---

Lv= 40,00 m

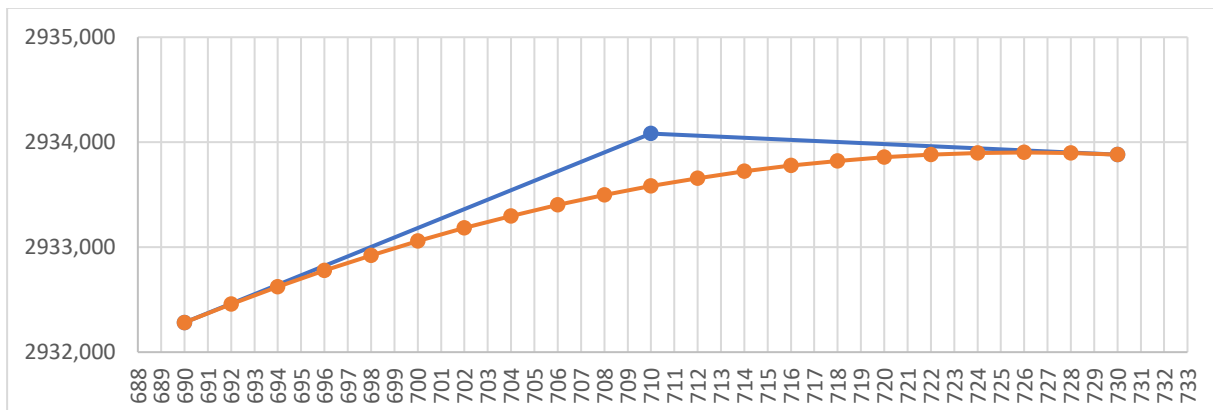
LMIN 24

3. Abscisas de curvatura

PCV	690 m	20
PIV	710 m	2
PTV	730 m	-20

4. Cotas de curvatura

Cota PCV	2932,282 msnm
Cota PIV	2934,082 msnm
Cota PTV	2933,882 msnm



ENTRANTE		COTA	ABS
COTA 1	18	2932,462	692
COTA 2	16	2932,642	694
COTA 3	14	2932,822	696
COTA 4	12	2933,002	698
COTA 5	10	2933,182	700
COTA 6	8	2933,362	702
COTA 7	6	2933,542	704
COTA 8	4	2933,722	706
COTA 9	2	2933,902	708
SALIENTE		COTA	ABS
COTA 10	2	2934,062	712
COTA 11	4	2934,042	714
COTA 12	6	2934,022	716
COTA 13	8	2934,002	718
COTA 14	10	2933,982	720
COTA 15	12	2933,962	722
COTA 16	14	2933,942	724
COTA 17	16	2933,922	726
COTA 18	18	2933,902	728

$$y = \left(\frac{i}{2L_v} \right) x^2$$

CURVA

PUNTO	COTA	ABS	P. CORREGIDAS	C. CORREGIDAS
PCV	2932,282	690	0,0000	2932,282
COTA 1	2932,462	692	0,0050	2932,457
COTA 2	2932,642	694	0,0200	2932,622
COTA 3	2932,822	696	0,0450	2932,777
COTA 4	2933,002	698	0,0800	2932,922
COTA 5	2933,182	700	0,1250	2933,057
COTA 6	2933,362	702	0,1800	2933,182
COTA 7	2933,542	704	0,2450	2933,297
COTA 8	2933,722	706	0,3200	2933,402
COTA 9	2933,902	708	0,4050	2933,497
PIV	2934,082	710	0,5000	2933,582
COTA 10	2934,062	712	0,4050	2933,657
COTA 11	2934,042	714	0,3200	2933,722
COTA 12	2934,022	716	0,2450	2933,777
COTA 13	2934,002	718	0,1800	2933,822
COTA 14	2933,982	720	0,1250	2933,857
COTA 15	2933,962	722	0,0800	2933,882
COTA 16	2933,942	724	0,0450	2933,897
COTA 17	2933,922	726	0,0200	2933,902
COTA 18	2933,902	728	0,0050	2933,897
PTV	2933,882	730	0,0000	2933,882

Ev=	0,5	=	0,5	CUMPLE
-----	-----	---	-----	---------------

Fuente: Elaboración propia













Anexo Q. Resultados de curvas verticales














N° Curva	PUNTO	COTA	ABS	P. CORREGIDAS	C. CORREGIDAS
1	PCV	2889,51	223,00	0,00	2889,51
	COTA 1	2889,54	225,70	-0,01	2889,55
	COTA 2	2889,57	228,40	-0,02	2889,59
	COTA 3	2889,59	231,10	-0,05	2889,65
	COTA 4	2889,62	233,80	-0,10	2889,72
	COTA 5	2889,65	236,50	-0,15	2889,80
	COTA 6	2889,67	239,20	-0,22	2889,89
	COTA 7	2889,70	241,90	-0,30	2890,00
	COTA 8	2889,73	244,60	-0,39	2890,12
	COTA 9	2889,76	247,30	-0,49	2890,25
	PIV	2889,78	250,00	-0,61	2890,39
	COTA 10	2890,05	252,70	-0,49	2890,54
	COTA 11	2890,32	255,40	-0,39	2890,71
	COTA 12	2890,59	258,10	-0,30	2890,89
	COTA 13	2890,86	260,80	-0,22	2891,08
	COTA 14	2891,13	263,50	-0,15	2891,28
	COTA 15	2891,40	266,20	-0,10	2891,50
	COTA 16	2891,67	268,90	-0,05	2891,73
COTA 17	2891,94	271,60	-0,02	2891,97	
COTA 18	2892,21	274,30	-0,01	2892,22	
2	PTV	2892,48	277,00	0,00	2892,48
	PCV	2917,53	527,50	0,00	2917,53
	COTA 1	2917,66	528,75	0,00	2917,66
	COTA 2	2917,78	530,00	0,00	2917,78
	COTA 3	2917,91	531,25	0,00	2917,90
	COTA 4	2918,03	532,50	0,01	2918,03
	COTA 5	2918,16	533,75	0,01	2918,15
	COTA 6	2918,28	535,00	0,01	2918,27
	COTA 7	2918,41	536,25	0,02	2918,39
	COTA 8	2918,53	537,50	0,02	2918,51
	COTA 9	2918,66	538,75	0,03	2918,63
	PIV	2918,78	540,00	0,03	2918,75
	COTA 10	2918,89	541,25	0,03	2918,87
	COTA 11	2919,01	542,50	0,02	2918,99
	COTA 12	2919,12	543,75	0,02	2919,10
	COTA 13	2919,23	545,00	0,01	2919,22
	COTA 14	2919,34	546,25	0,01	2919,34
	COTA 15	2919,46	547,50	0,01	2919,45
COTA 16	2919,57	548,75	0,00	2919,57	
COTA 17	2919,68	550,00	0,00	2919,68	
COTA 18	2919,79	551,25	0,00	2919,79	
PTV	2919,91	552,50	0,00	2919,91	
3	PCV	2932,28	690,00	0,00	2932,28
	COTA 1	2932,46	692,00	0,01	2932,46
	COTA 2	2932,64	694,00	0,02	2932,62
	COTA 3	2932,82	696,00	0,05	2932,78
	COTA 4	2933,00	698,00	0,08	2932,92
	COTA 5	2933,18	700,00	0,13	2933,06
	COTA 6	2933,36	702,00	0,18	2933,18
	COTA 7	2933,54	704,00	0,25	2933,30
	COTA 8	2933,72	706,00	0,32	2933,40
	COTA 9	2933,90	708,00	0,41	2933,50
	PIV	2934,08	710,00	0,50	2933,58
	COTA 10	2934,06	712,00	0,41	2933,66
	COTA 11	2934,04	714,00	0,32	2933,72
	COTA 12	2934,02	716,00	0,25	2933,78
	COTA 13	2934,00	718,00	0,18	2933,82
	COTA 14	2933,98	720,00	0,13	2933,86
	COTA 15	2933,96	722,00	0,08	2933,88
	COTA 16	2933,94	724,00	0,05	2933,90
COTA 17	2933,92	726,00	0,02	2933,90	
COTA 18	2933,90	728,00	0,01	2933,90	
PTV	2933,88	730,00	0,00	2933,88	

	PCV	2933,24	794,50	0,00	2933,24
	COTA 1	2933,19	799,05	-0,01	2933,21
	COTA 2	2933,15	803,60	-0,06	2933,21
	COTA 3	2933,10	808,15	-0,13	2933,23
	COTA 4	2933,06	812,70	-0,24	2933,29
	COTA 5	2933,01	817,25	-0,37	2933,38
	COTA 6	2932,96	821,80	-0,53	2933,50
	COTA 7	2932,92	826,35	-0,72	2933,64
	COTA 8	2932,87	830,90	-0,95	2933,82
	COTA 9	2932,83	835,45	-1,20	2934,03
4	PIV	2932,78	840,00	-1,48	2934,26
	COTA 10	2933,33	844,55	-1,20	2934,53
	COTA 11	2933,87	849,10	-0,95	2934,82
	COTA 12	2934,42	853,65	-0,72	2935,14
	COTA 13	2934,97	858,20	-0,53	2935,50
	COTA 14	2935,51	862,75	-0,37	2935,88
	COTA 15	2936,06	867,30	-0,24	2936,29
	COTA 16	2936,60	871,85	-0,13	2936,74
	COTA 17	2937,15	876,40	-0,06	2937,21
	COTA 18	2937,70	880,95	-0,01	2937,71
	PTV	2938,24	885,50	0,00	2938,24
	PCV	2949,88	982,50	0,00	2949,88
	COTA 1	2950,09	984,25	0,00	2950,09
	COTA 2	2950,30	986,00	0,01	2950,29
	COTA 3	2950,51	987,75	0,02	2950,49
	COTA 4	2950,72	989,50	0,04	2950,69
	COTA 5	2950,93	991,25	0,05	2950,88
	COTA 6	2951,14	993,00	0,08	2951,06
	COTA 7	2951,35	994,75	0,11	2951,24
	COTA 8	2951,56	996,50	0,14	2951,42
	COTA 9	2951,77	998,25	0,18	2951,59
5	PIV	2951,98	1000,00	0,22	2951,76
	COTA 10	2951,86	1001,75	0,18	2951,68
	COTA 11	2951,74	1003,50	0,14	2951,60
	COTA 12	2951,61	1005,25	0,11	2951,51
	COTA 13	2951,49	1007,00	0,08	2951,41
	COTA 14	2951,37	1008,75	0,05	2951,31
	COTA 15	2951,25	1010,50	0,04	2951,21
	COTA 16	2951,12	1012,25	0,02	2951,10
	COTA 17	2951,00	1014,00	0,01	2950,99
	COTA 18	2950,88	1015,75	0,00	2950,88
	PTV	2950,76	1017,50	0,00	2950,76
	PCV	2979,07	1387,00	0,00	2979,07
	COTA 1	2979,16	1388,30	0,00	2979,16
	COTA 2	2979,25	1389,60	0,01	2979,25
	COTA 3	2979,35	1390,90	0,02	2979,33
	COTA 4	2979,44	1392,20	0,03	2979,40
	COTA 5	2979,53	1393,50	0,05	2979,47
	COTA 6	2979,62	1394,80	0,08	2979,54
	COTA 7	2979,71	1396,10	0,10	2979,61
	COTA 8	2979,80	1397,40	0,14	2979,66
	COTA 9	2979,89	1398,70	0,17	2979,72
6	PIV	2979,98	1400,00	0,21	2979,77
	COTA 10	2979,99	1401,30	0,17	2979,82
	COTA 11	2980,00	1402,60	0,14	2979,86
	COTA 12	2980,00	1403,90	0,10	2979,90
	COTA 13	2980,01	1405,20	0,08	2979,93
	COTA 14	2980,01	1406,50	0,05	2979,96
	COTA 15	2980,02	1407,80	0,03	2979,99
	COTA 16	2980,03	1409,10	0,02	2980,01
	COTA 17	2980,03	1410,40	0,01	2980,03
	COTA 18	2980,04	1411,70	0,00	2980,04
	PTV	2980,05	1413,00	0,00	2980,05
	PCV	2980,97	1597,50	0,00	2980,97
	COTA 1	2980,98	1599,75	0,00	2980,98
	COTA 2	2980,99	1602,00	-0,01	2981,00
	COTA 3	2981,00	1604,25	-0,02	2981,02
	COTA 4	2981,01	1606,50	-0,03	2981,04
	COTA 5	2981,03	1608,75	-0,04	2981,07
	COTA 6	2981,04	1611,00	-0,06	2981,10
	COTA 7	2981,05	1613,25	-0,08	2981,13
	COTA 8	2981,06	1615,50	-0,11	2981,17
	COTA 9	2981,07	1617,75	-0,14	2981,21
7	PIV	2981,08	1620,00	-0,17	2981,25
	COTA 10	2981,16	1622,25	-0,14	2981,30
	COTA 11	2981,24	1624,50	-0,11	2981,35
	COTA 12	2981,32	1626,75	-0,08	2981,40
	COTA 13	2981,40	1629,00	-0,06	2981,46
	COTA 14	2981,48	1631,25	-0,04	2981,52
	COTA 15	2981,55	1633,50	-0,03	2981,58
	COTA 16	2981,63	1635,75	-0,02	2981,65
	COTA 17	2981,71	1638,00	-0,01	2981,72
	COTA 18	2981,79	1640,25	0,00	2981,79
	PTV	2981,87	1642,50	0,00	2981,87

Fuente: Elaboración propia




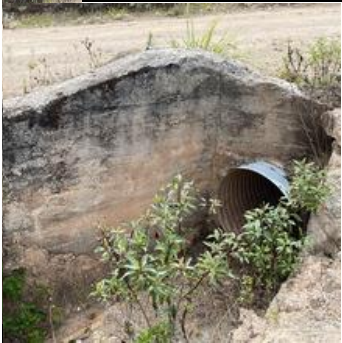
Anexo R. Señalización vertical

ABSCISA	SIMBOLOGÍA	CÓDIGO	DIMENSIONES (mm)
0+000		R2-2A	900x300
0+040		R4-1A	600x600
0+080		P1-1 I	600x600
0+160		P1-1 D	600x600
0+300		P6-17	600x600
0+340		P6-17	600x600
0+380		P1-1 I	600x600
0+455		P1-1 D	600x600
0+520		P1-1 D	600x600
0+610		P1-1 I	600x600
0+660		P6-17	600x600
0+780		P6-17	600x600

0+840		P1-1 I	600x600
1+080		P1-1 D	600x600
1+160		R5-1c C	900x900
1+180		R5-1c C	900x900
1+290		P1-1 D	600x600
1+400		P1-1 I	600x600
1+600		P1-1 D	600x600
1+700		P1-1 I	600x600
1+760		P1-1 I	600x600
1+940		P1-1 D	600x600
1+980		R4-1A	600x600
2+020		R4-1A	600x600
2+210		R2-2A	900x300

Fuente: Elaboración propia

Anexo S. Ficha de registro de paso de agua y atarjeas

		<p>“SERVICIO DE CONSULTORÍA PARA LA ELABORACIÓN DE LOS DISEÑOS DEFINITIVOS DEL PROYECTO VIAL GIRÓN - CURIQUINGUE, PROVINCIA DEL AZUAY”.</p>			
Ficha de Registro Pasos de Agua y Atarjeas					N°13
País		Provincia		Cantón	
Ecuador		Azuay		Girón	
ENTRADA					
		Coordenadas UTM			
		Norte:		9644381	
		Este:		708470	
		Cota invert:		2871	
		Estructura			
		SI	NO		
Cabezal					
Caja		x			
Observaciones					
SALIDA					
		Coordenadas UTM			
		Norte:		9644390	
		Este:		708476	
		Cota invert:		2868	
		Estructura			
		SI	NO		
Cabezal					
Caja		x			
Observaciones					
ALCANTARILLA					
Material		Longitud		Observaciones	
PVC		10,01			
Hormigón		Diametro			
Armico		x	1200 mm		

Fuente: Elaboración propia

ANEXO T. PLANOS



UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA
ECUADOR

CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

Proyecto: DISEÑO GEOMÉTRICO Y ESTRUCTURAL DE LA VÍA GIRÓN - CURIQUINGUE DE LA ABCISA 17+120 HASTA LA ABCISA 19+260 KM, PERTENECIENTE AL CANTÓN GIRÓN PROVINCIA DEL AZUAY

Ubicación: Parroquia Girón, cantón Girón, Provincia del Azuay.

Abscisado: 0+000 - 0+500

Realizado por:

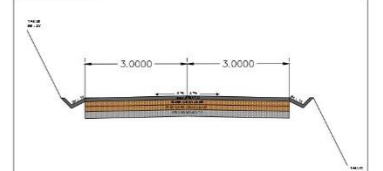
Jonnathan Javier Guamán Reinoso
Jonny José Togra Gómez

Fecha: Enero del 2024

SIMBOLOGÍA

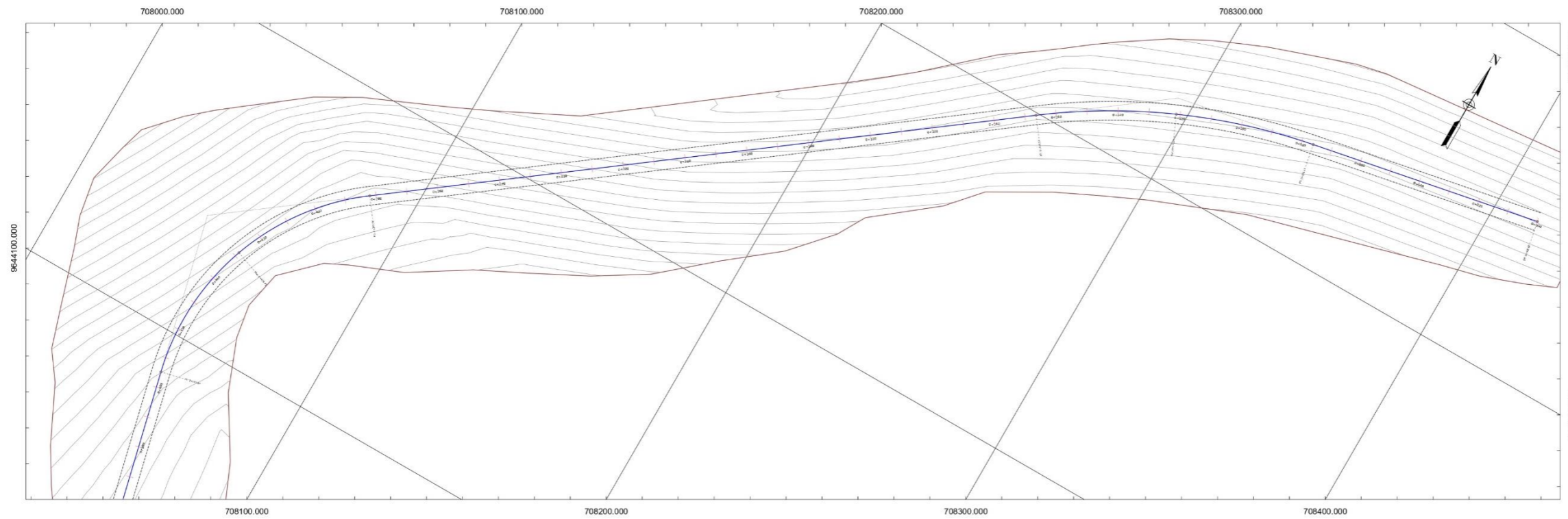
----	Ancho de calzada
—	Eje de vía
—	Terreno
	Pavimento: 3 in
	Base granular: 15 cm
	Sub base granular: 15 cm
	Mejoramiento: 20 cm

Sección Transversal
Esc 1:100



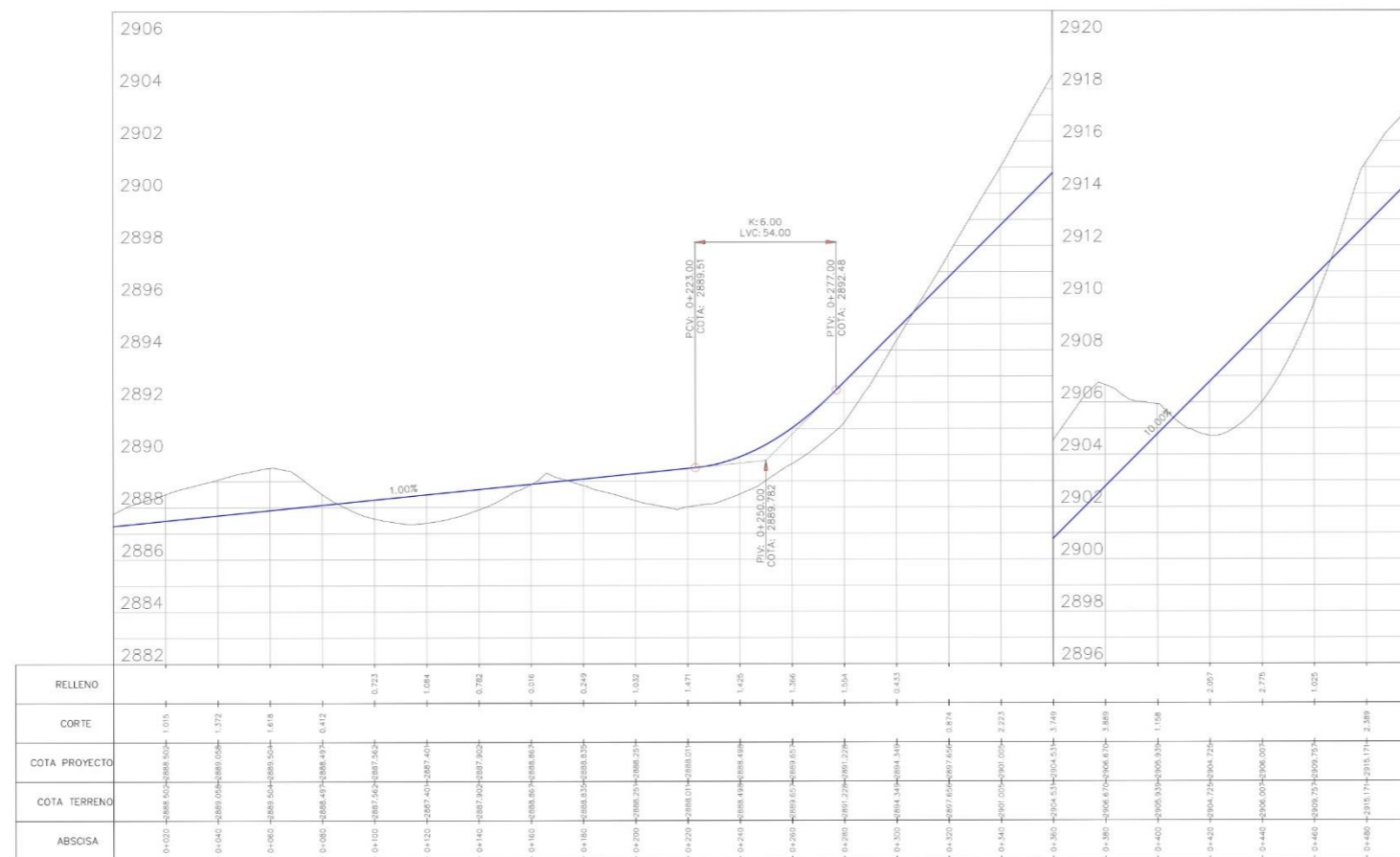
VISTA EN PLANTA

Esc 1:750

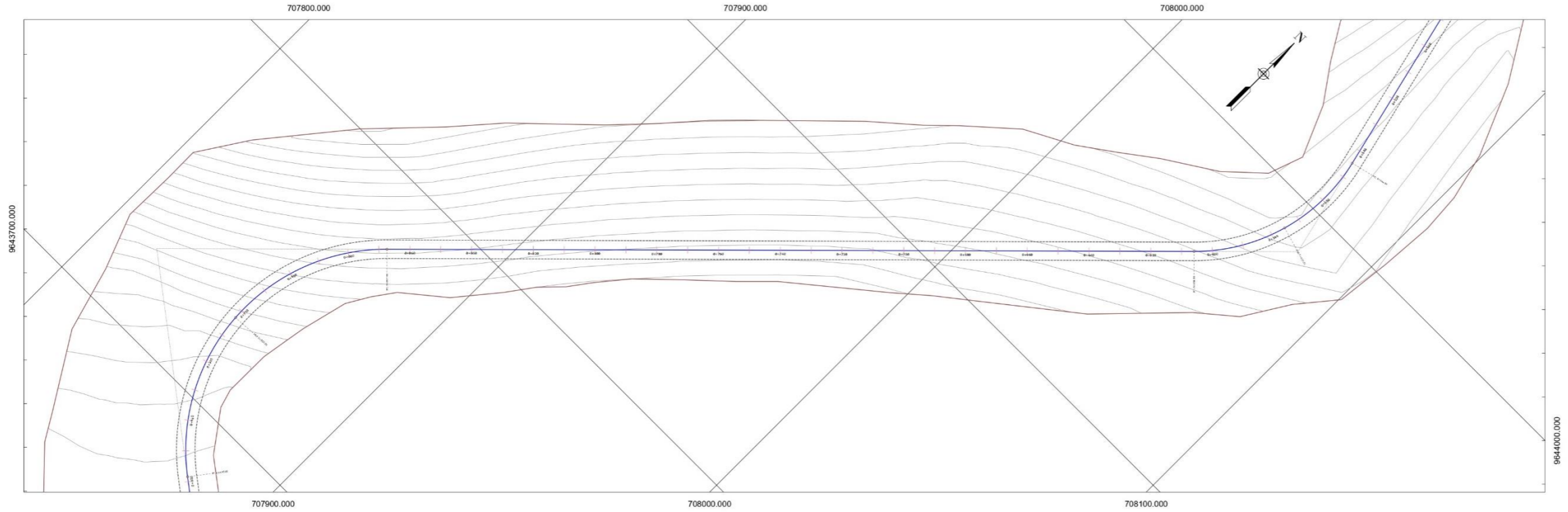


PERFIL LONGITUDINAL 00+000.00 - 00+500.00

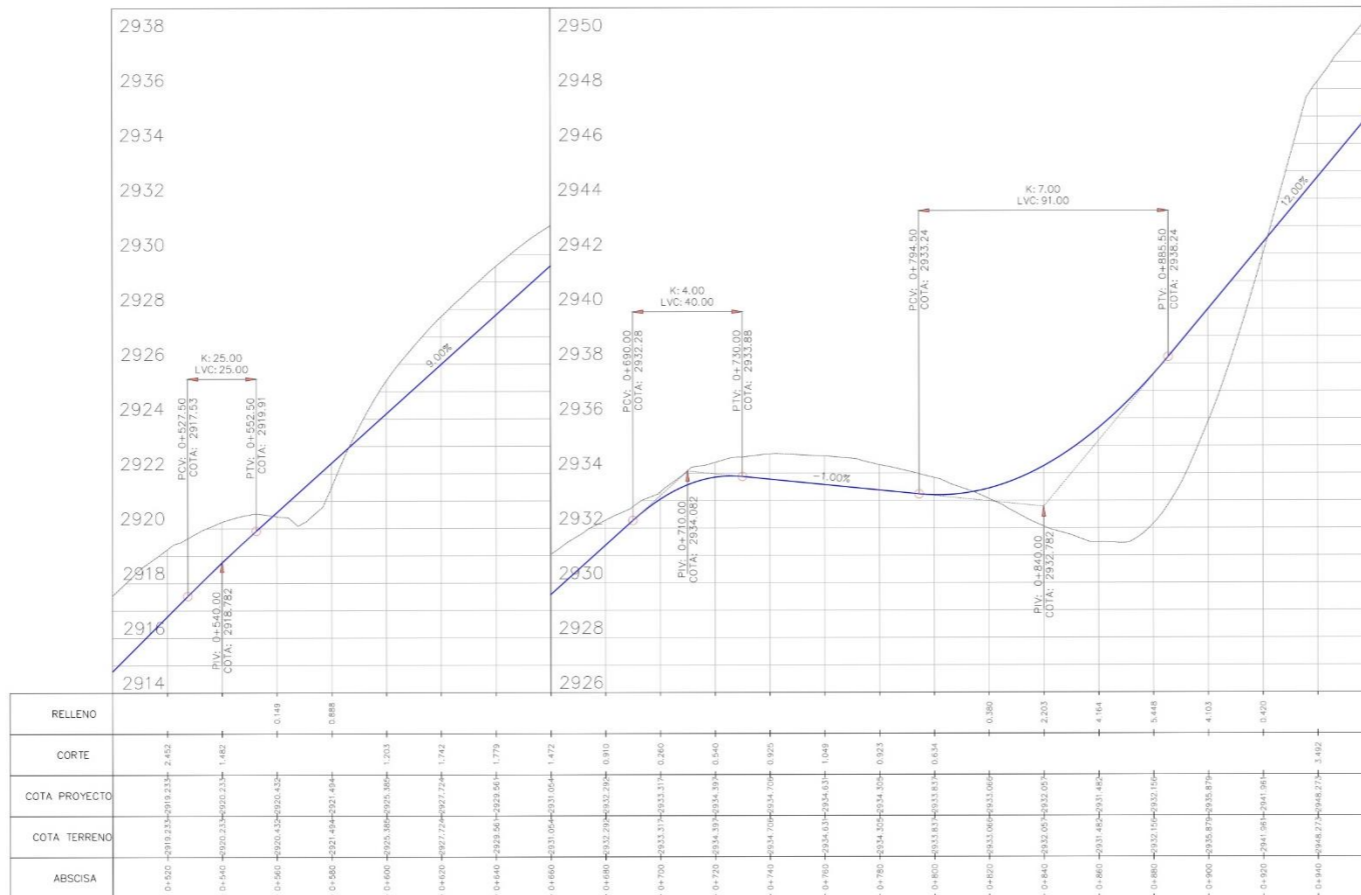
Esc H= 1:1000 Esc V= 1:100



VISTA EN PLANTA
Esc 1:750



PERFIL LONGITUDINAL 00+500.00 - 00+960.00
Esc H= 1:1000 Esc V= 1:100



UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA
ECUADOR

CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

Proyecto: DISEÑO GEOMÉTRICO Y ESTRUCTURAL DE LA VÍA GIRÓN - CURIQUINGUE DE LA ABCISA 17+120 HASTA LA ABCISA 19+260 KM, PERTENECIENTE AL CANTÓN GIRÓN PROVINCIA DEL AZUAY

Ubicación: Parroquia Girón, cantón Girón, Provincia del Azuay.

Abscisado: 0+500 - 0+960

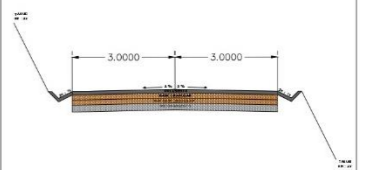
Realizado por:
Jonnathan Javier Guamán Reinoso
Jonny José Togra Gómez

Fecha: Enero del 2024

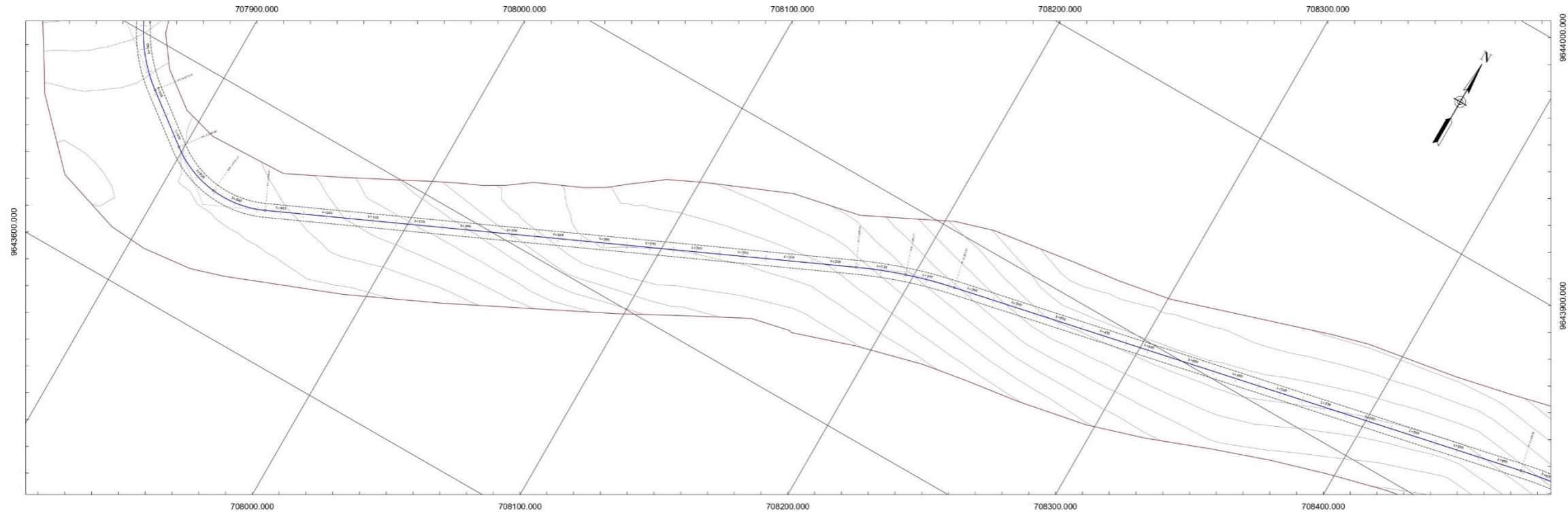
SIMBOLOGÍA

---	Ancho de calzada
—	Eje de vía
—	Terreno
Pavimento: 3 in	
Espeores de capas: Base granular: 15 cm	
Sub base granular: 15 cm	
Mejoramiento: 20 cm	

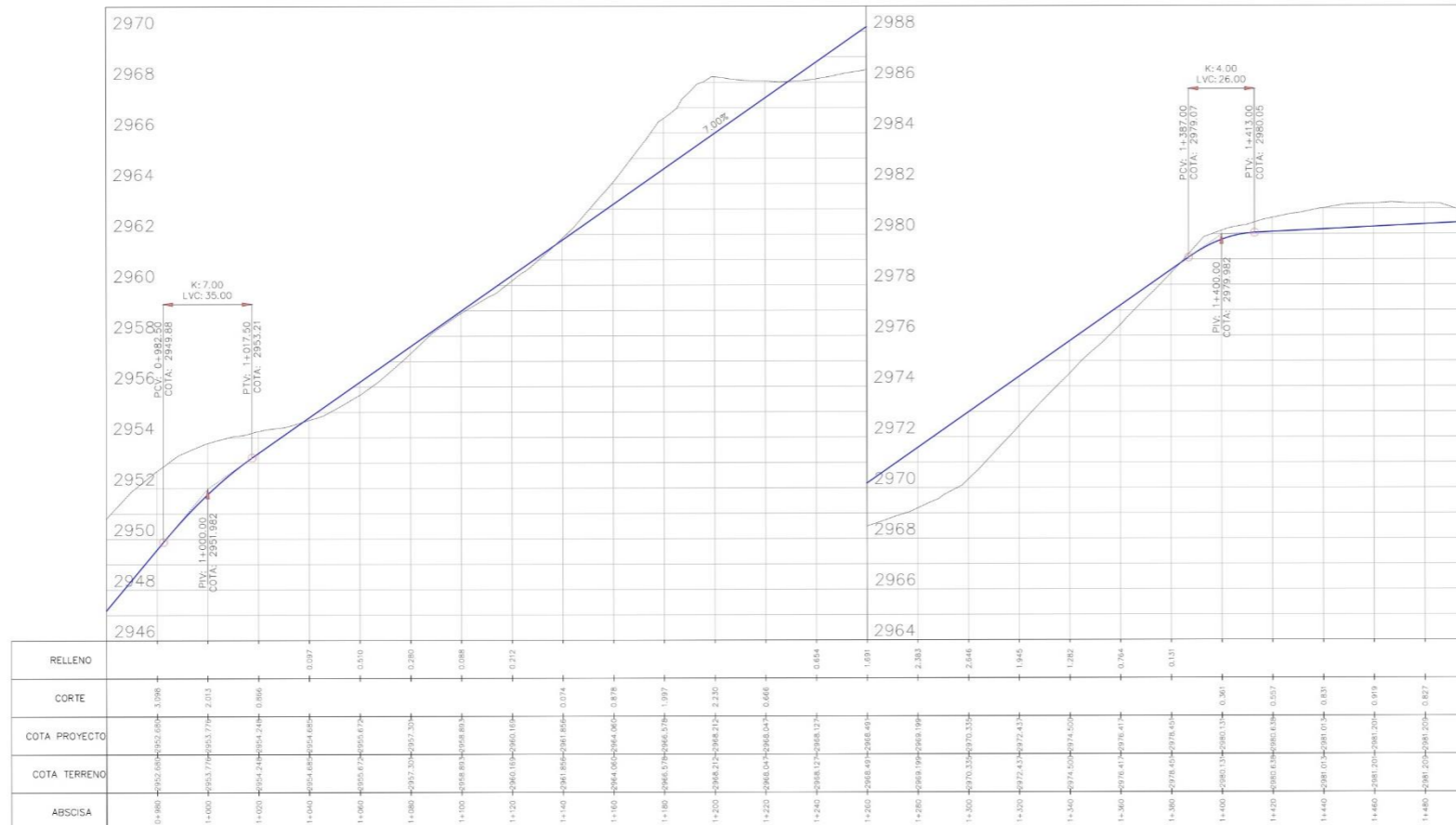
Sección Transversal
Esc 1:100



VISTA EN PLANTA
Esc 1:1000



PERFIL LONGITUDINAL 00+960.00 - 01+500.00
Esc H= 1:1000 Esc V= 1:100



UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA
ECUADOR

CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

Proyecto: DISEÑO GEOMÉTRICO Y ESTRUCTURAL DE LA VÍA GIRÓN - CURIQUINGUE DE LA ABCISA 17+120 HASTA LA ABCISA 19+260 KM, PERTENECIENTE AL CANTÓN GIRÓN PROVINCIA DEL AZUAY

Ubicación: Parroquia Girón, cantón Girón, Provincia del Azuay.

Abcísado: 0+960 - 1+500

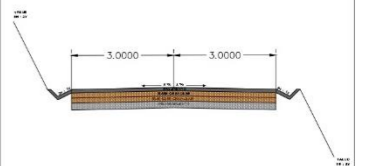
Realizado por:
Jonathan Javier Guamán Reinoso
Jonny José Togra Gómez

Fecha: Enero del 2024

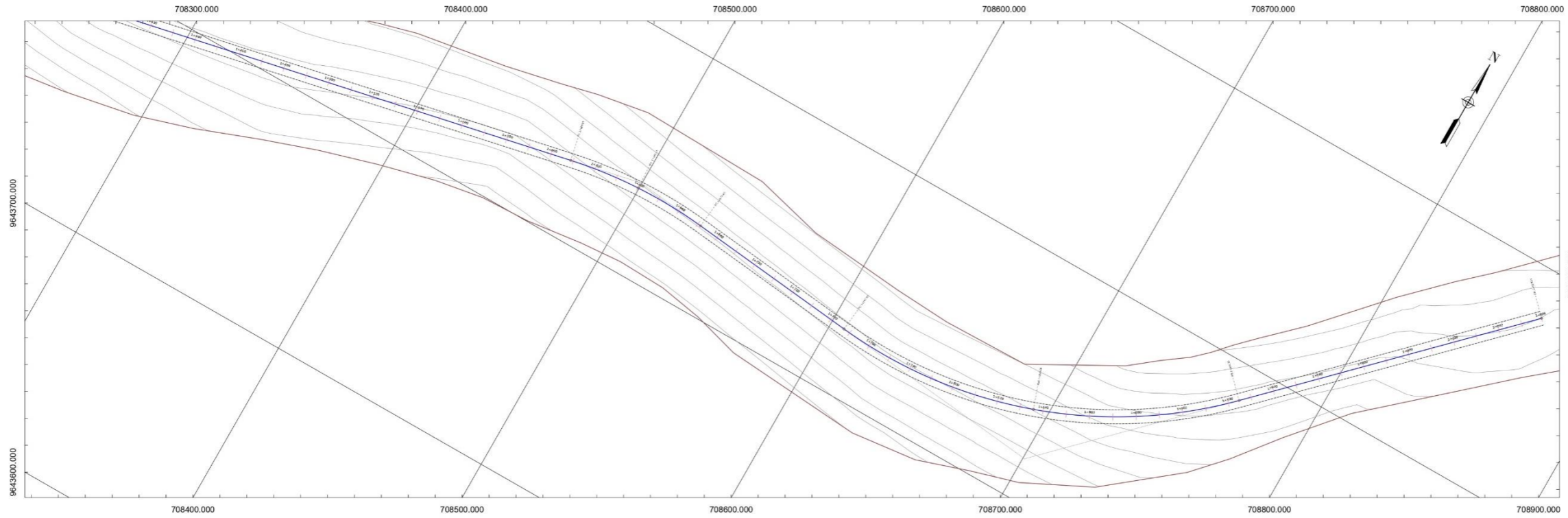
SIMBOLOGÍA

----	Ancho de calzada
—	Eje de vía
—	Terreno
Pavimento: 3 in	
Base granular: 15 cm	
Sub base granular: 15 cm	
Mejoramiento: 20 cm	

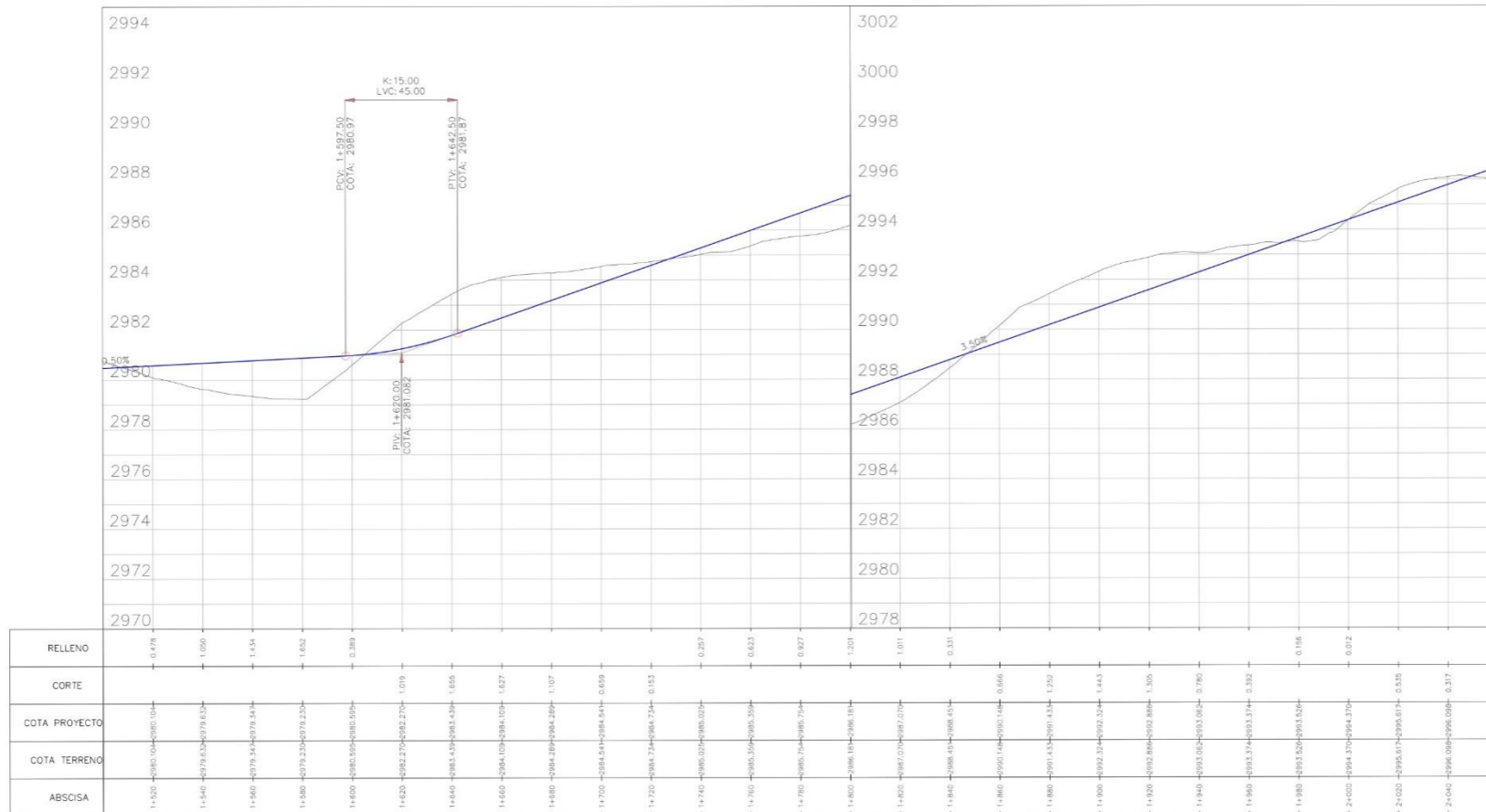
Sección Transversal
Esc 1:100



VISTA EN PLANTA
Esc 1:1000



PERFIL LONGITUDINAL 01+500.00 - 02+060.00
Esc H= 1:1000 Esc V= 1:100



UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA
ECUADOR

CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

Proyecto: DISEÑO GEOMÉTRICO Y ESTRUCTURAL DE LA VÍA GIRÓN - CURIQUINGUE DE LA ABCISA 17+120 HASTA LA ABCISA 19+260 KM, PERTENECIENTE AL CANTÓN GIRÓN PROVINCIA DEL AZUAY

Ubicación: Parroquia Girón, cantón Girón, Provincia del Azuay.

Abscisado: 1+500 - 2+060

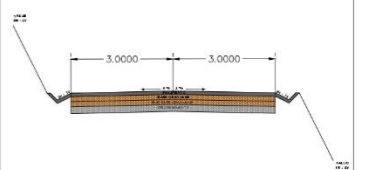
Realizado por:
Jonathan Javier Guamán Reinoso
Jonny José Togra Gómez

Fecha: Enero del 2024

SIMBOLOGÍA

----	Ancho de calzada
—	Eje de vía
—	Terreno
Espesores de capas	
—	Pavimento: 3 in
—	Base granular: 15 cm
—	Sub base granular: 15 cm
—	Mejoramiento: 20 cm

Sección Transversal
Esc 1:100





UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA
ECUADOR

CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

Proyecto: DISEÑO GEOMÉTRICO Y ESTRUCTURAL DE LA VÍA GIRÓN - CURIQUINGUE DE LA ABCISCA 17+120 HASTA LA ABCISCA 19+260 KM, PERTENECIENTE AL CANTÓN GIRÓN PROVINCIA DEL AZUAY

Ubicación: Parroquia Girón, cantón Girón, Provincia del Azuay.

Abscisado: 0+000 - 0+480

Realizado por:
Jonathan Javier Guamán Reinoso
Jonny José Togra Gómez

Fecha: Enero del 2024

SIMBOLOGÍA

	Corte
	Relleno
	Terreno
	Pavimento: 3 in
	Base granular: 15 cm
	Sub base granular: 15 cm
	Mejoramiento: 20 cm





UNIVERSIDAD POLITÉCNICA
SALESIANA
ECUADOR

CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

Proyecto: DISEÑO GEOMÉTRICO Y ESTRUCTURAL DE LA VÍA GIRÓN - CURIQUINGUE DE LA ABCISIA 17+120 HASTA LA ABCISIA 19+260 KM, PERTENECIENTE AL CANTÓN GIRÓN PROVINCIA DEL AZUAY

Ubicación: Parroquia Girón, cantón Girón, Provincia del Azuay.

Abcísado: 0+500 - 0+980

Realizado por:
Jonnathan Javier Guamán Reinoso
Jonny José Togra Gómez

Fecha: Enero del 2024

SIMBOLOGÍA

	Corte
	Relleno
	Terreno
Espesores de capas	Pavimento: 3 in
	Base granular: 15 cm
	Sub base granular: 15 cm
	Mejoramiento: 20 cm





UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA
ECUADOR

CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

Proyecto: DISEÑO GEOMÉTRICO Y ESTRUCTURAL DE LA VÍA GIRÓN - CURIQUINGUE DE LA ABCISCA 17+120 HASTA LA ABCISCA 19+260 KM, PERTENECIENTE AL CANTÓN GIRÓN PROVINCIA DEL AZUAY

Ubicación: Parroquia Girón, cantón Girón, Provincia del Azuay.

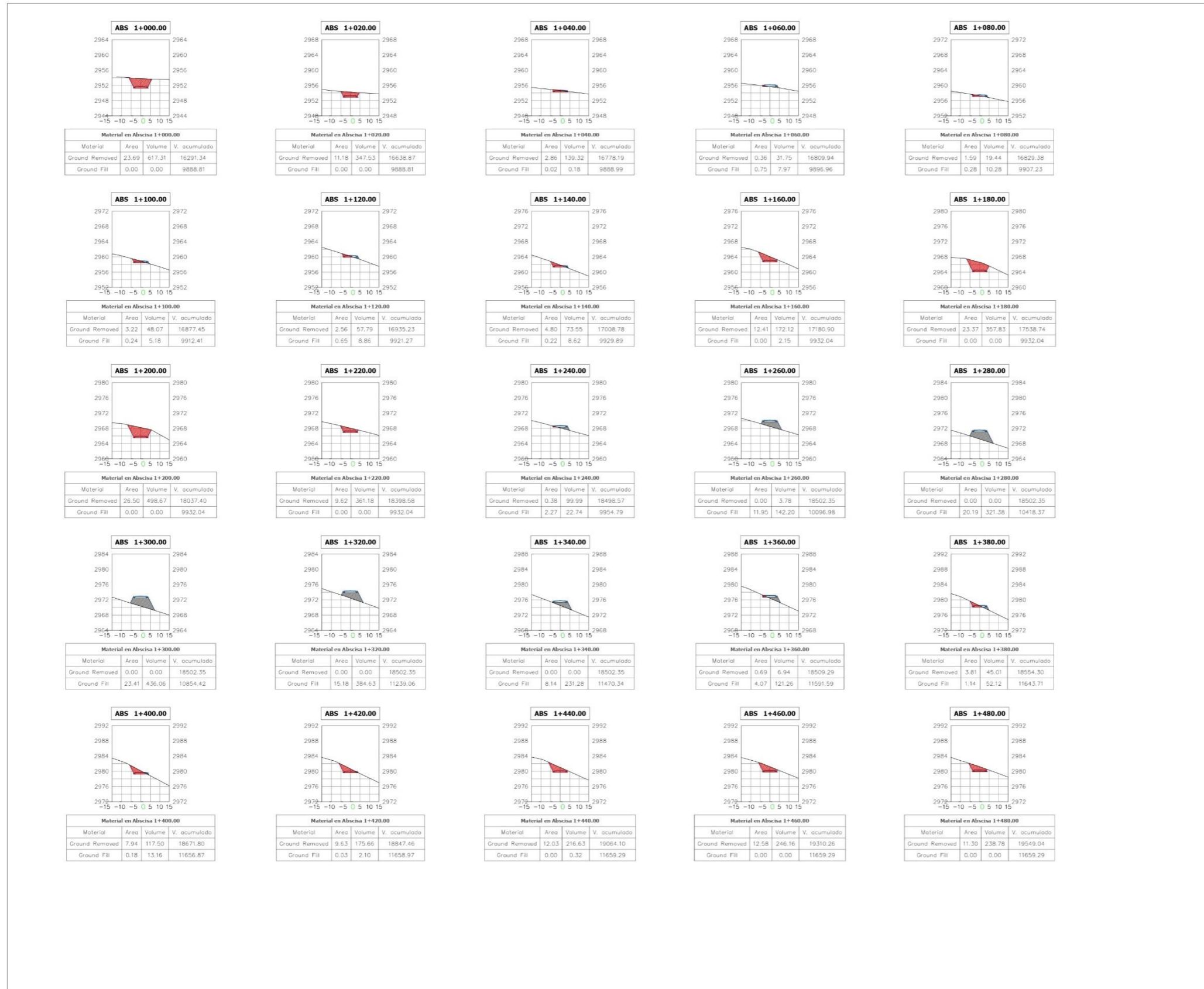
Abscisado: 1+000 - 1+480

Realizado por:
Jonathan Javier Guamán Reinoso
Jonny José Togra Gómez

Fecha: Enero del 2024

SIMBOLOGÍA

	Corte
	Relleno
	Terreno
	Pavimento: 3 in
	Base granular: 15 cm
	Sub base granular: 15 cm
	Mejoramiento: 20 cm





**UNIVERSIDAD POLITÉCNICA
SALESIANA**
ECUADOR

CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

Proyecto: DISEÑO GEOMÉTRICO Y ESTRUCTURAL DE LA VÍA GIRÓN - CURIQUINGUE DE LA ABCISCA 17+120 HASTA LA ABCISCA 19+260 KM, PERTENECIENTE AL CANTÓN GIRÓN PROVINCIA DEL AZUAY

Ubicación: Parroquia Girón, cantón Girón, Provincia del Azuay.

Abscisado: 1+400 - 1+980

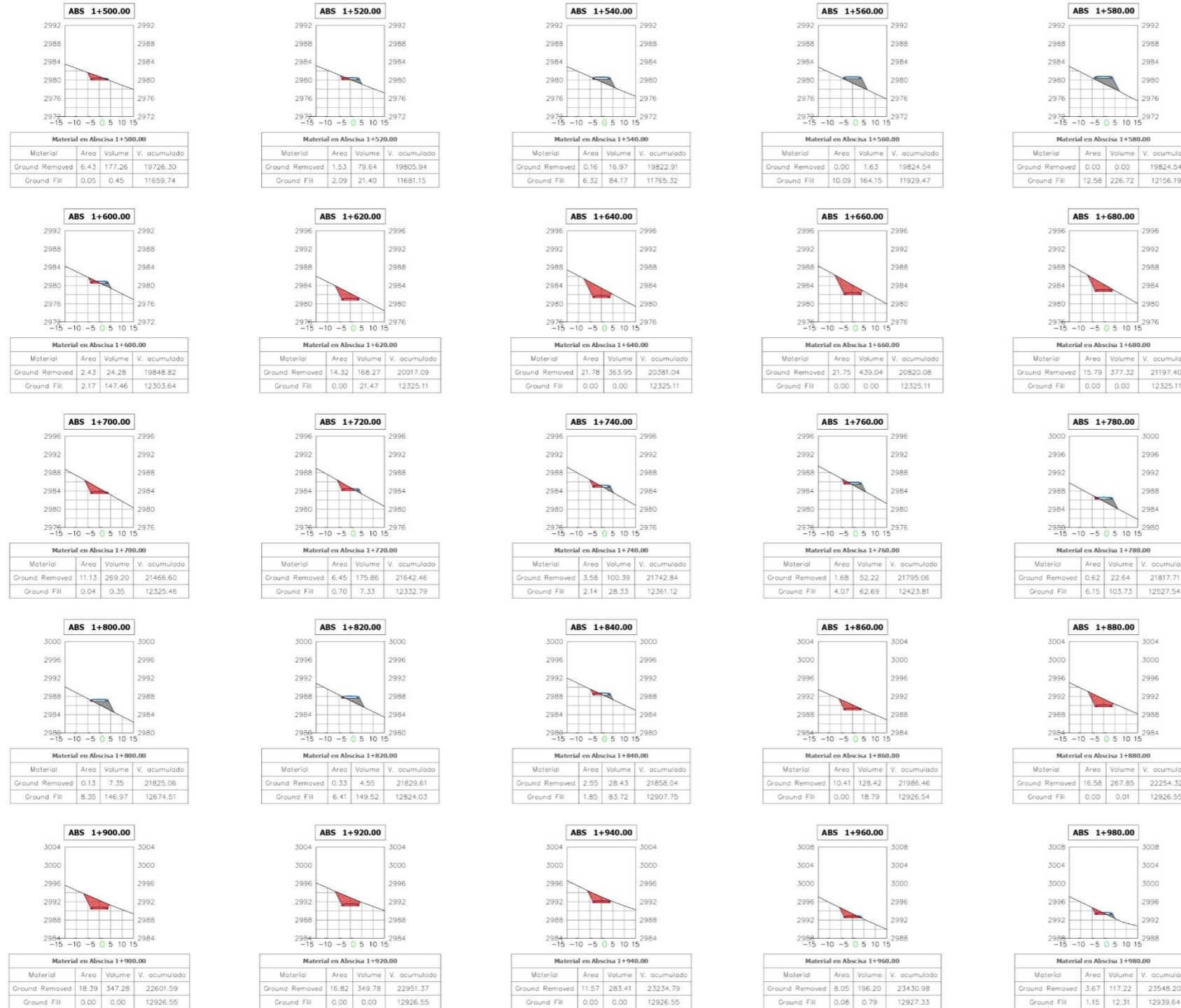
Realizado por:
Jonnathan Javier Guamán Reinoso
Jonny José Togra Gómez

Fecha: Enero del 2024

SIMBOLOGÍA

	Corte
	Relleno
	Terreno
	Pavimento: 3 in
	Base granular: 15 cm
	Sub base granular: 15 cm
	Mejoramiento: 20 cm

Espesores de capas





UNIVERSIDAD POLITÉCNICA
SALESIANA
ECUADOR

CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

Proyecto: DISEÑO GEOMÉTRICO Y ESTRUCTURAL DE LA VÍA GIRÓN - CURIQUINGUE DE LA ABCISA 17+120 HASTA LA ABCISA 19+260 KM, PERTENECIENTE AL CANTÓN GIRÓN PROVINCIA DEL AZUAY

Ubicación: Parroquia Girón, cantón Girón, Provincia del Azuay.

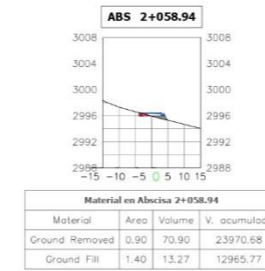
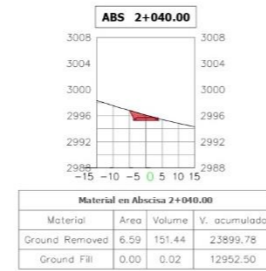
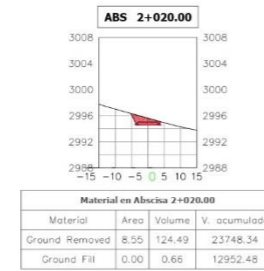
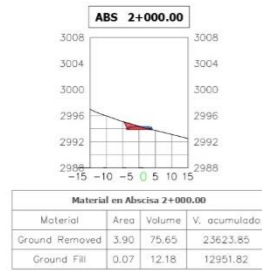
Abcisado: 2+000 - 2+058

Realizado por:
Jonnathan Javier Guamán Reinoso
Jonny José Togra Gómez

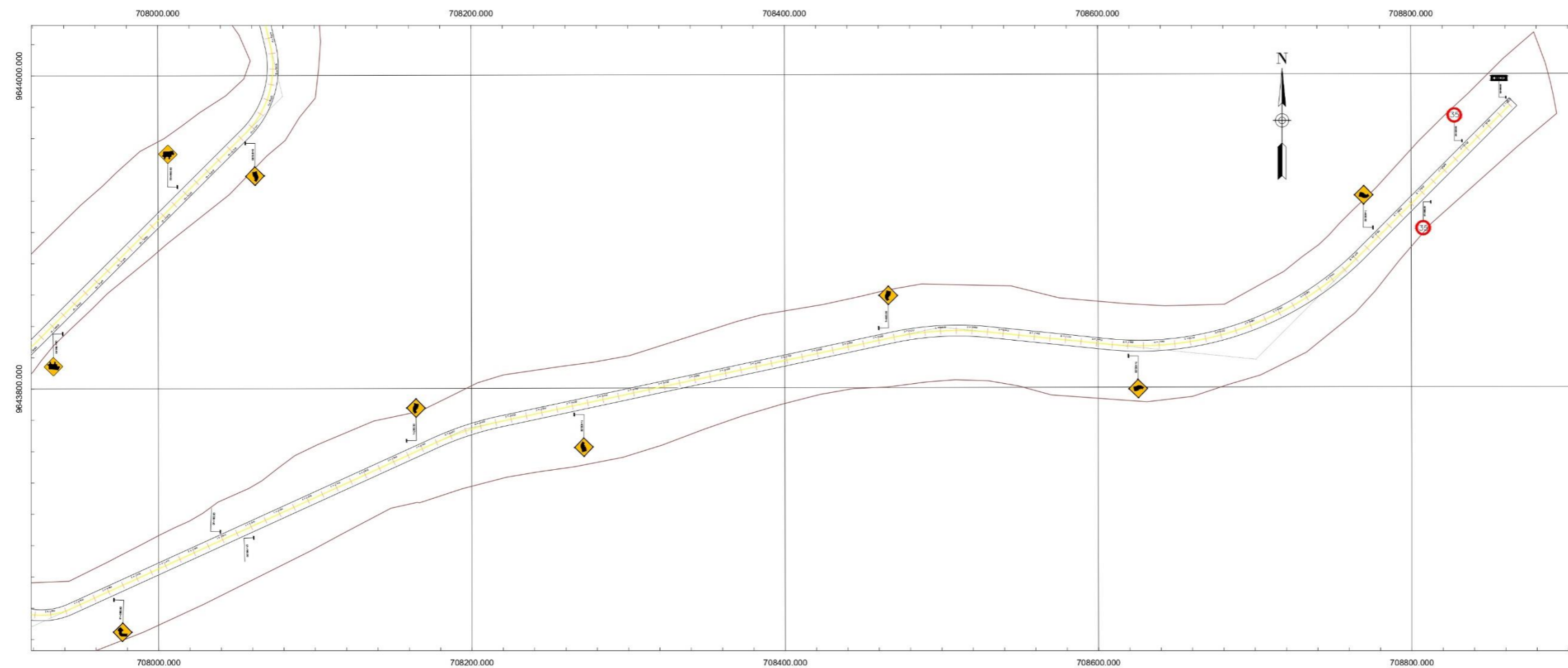
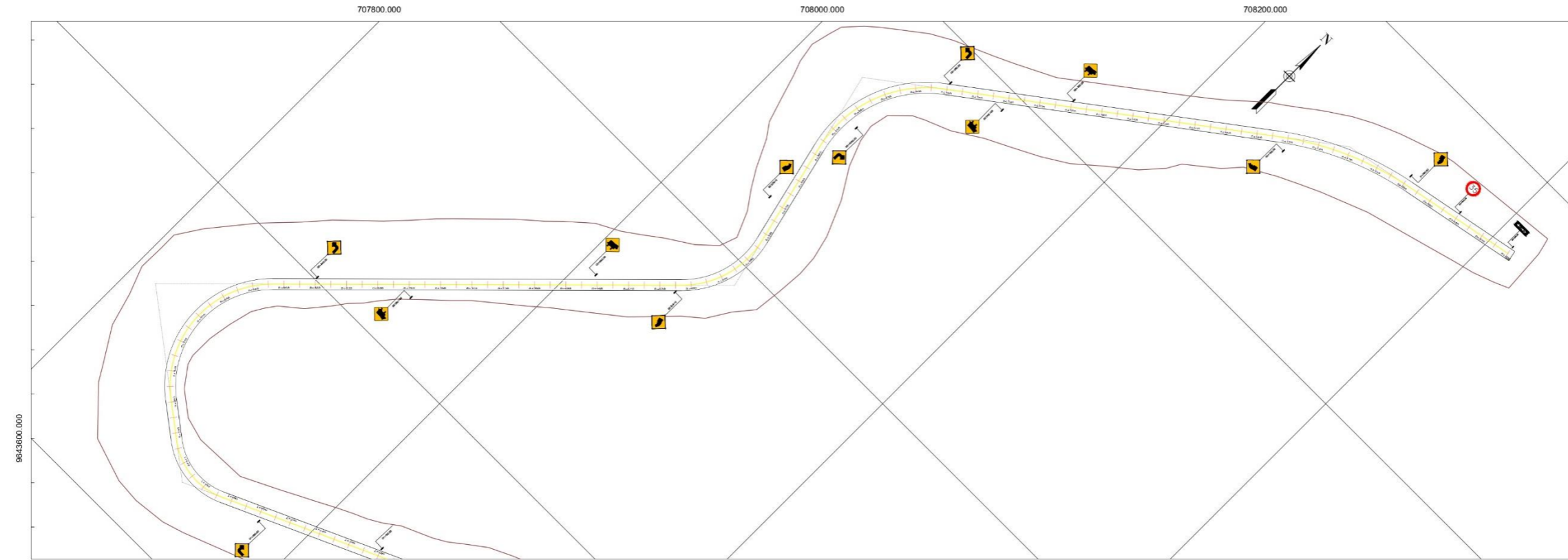
Fecha: Enero del 2024

SIMBOLOGÍA

	Corte
	Relleno
	Terreno
Espesores de capas	Pavimento: 3 in
	Base granular: 15 cm
	Sub base granular: 15 cm
	Mejoramiento: 20 cm



VISTA EN PLANTA
Esc 1:1500



UNIVERSIDAD POLITÉCNICA
SALESIANA
ECUADOR

CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

Proyecto: DISEÑO GEOMÉTRICO Y ESTRUCTURAL DE LA VÍA GIRÓN - CURIQUINGUE DE LA ABCISA 17+120 HASTA LA ABCISA 19+260 KM, PERTENECIENTE AL CANTÓN GIRÓN PROVINCIA DEL AZUAY

Ubicación: Parroquia Girón, cantón Girón, Provincia del Azuay.

SEÑALIZACIÓN

Realizado por:

Jonnathan Javier Guamán Reinoso
Jonny José Togra Gómez

Fecha: Enero del 2024

SIMBOLOGÍA

	Ancho de calzada
	Eje de vía
	Topografía
Pavimento: 3 in	
Espesores de capas	
Base granular: 15 cm	
Sub base granular: 15 cm	
Mejoramiento: 20 cm	

Sección Transversal
Esc 1:100

