



UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA
SEDE CUENCA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

**DISEÑO GEOMÉTRICO Y ESTRUCTURAL DE LA VÍA GIRÓN-CURIQUINGUE
DE LA ABSCISA 12+840 HASTA LA ABSCISA 14+980 KM, PERTENECIENTE AL
CANTÓN GIRÓN, PROVINCIA DEL AZUAY**

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

AUTOR: MARIA ELENA SANCHEZ AUCAY

TUTOR: ING. DANIEL LEONIDAS CÁRDENAS JARAMILLO, MSC.

Cuenca - Ecuador

2024

CERTIFICADO DE RESPONSABILIDAD Y AUTORÍA DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

Yo, Maria Elena Sanchez Aucay con documento de identificación N° 1900719962; manifiesto que:

Soy la autora y responsable del presente trabajo; y, autorizo 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, 10 de julio del 2024

Atentamente,



Maria Elena Sanchez Aucay

1900719962

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

Yo, Maria Elena Sanchez Aucay con documento de identificación N° 1900719962, expreso mi voluntad y por medio del presente documento cedo a la Universidad Politécnica Salesiana la titularidad sobre los derechos patrimoniales en virtud de que soy la autora del Proyecto técnico: “Diseño geométrico y estructural de la vía Girón-Curiquingue de la abscisa 12+840 hasta la abscisa 14+980 km, perteneciente al cantón Girón, provincia del Azuay”, el cual ha sido desarrollado para optar por el título de: Ingeniera Civil, en la Universidad Politécnica Salesiana, quedando la Universidad facultada para ejercer plenamente los derechos cedidos anteriormente.

En concordancia con lo manifestado, suscribo este documento en el momento que hago la entrega del trabajo final en formato digital a la biblioteca de la Universidad Politécnica Salesiana

Cuenca, 10 de julio del 2024

Atentamente,



Maria Elena Sanchez Aucay


1900719962

CERTIFICADO DE DIRECCIÓN DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

Yo, Daniel Leonidas Cárdenas Jaramillo documento de identificación N° 0104031232, 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 12+840 HASTA LA ABSCISA 14+980 KM, PERTENECIENTE AL CANTÓN GIRÓN, PROVINCIA DEL AZUAY, realizado por Maria Elena Sanchez Aucay con documento de identificación N° 1900719962, 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, 10 de julio del 2024

Atentamente,



ING. DANIEL LEONIDAS CÁRDENAS JARAMILLO
0104031232

DEDICATORIA

Dedico esta tesis a las personas que sido mi pilar fundamental y mi mayor fuente de inspiración y fortaleza: mi mama y mis hermanas.

A mi mamá, por su amor infinito y su inquebrantable apoyo. Su sabiduría, paciencia y dedicación me han enseñado el verdadero significado del esfuerzo y la perseverancia. Gracias por creer en mí, incluso en los momentos en que yo mismo dudaba, y por brindarme siempre un refugio seguro en el cual encontrar consuelo y ánimo.

A mis hermanas, por su constante respaldo y compañía. Han sido mis confidentes, mis amigas y mis más grandes aliadas en esta travesía. Sus palabras de aliento y su fe en mis capacidades han sido el motor que me ha impulsado a seguir adelante. Gracias por compartir conmigo no solo los momentos de alegría y triunfo, sino también los de dificultad y desafío.

Este logro no solo es mío, sino de todas ustedes que han estado a mi lado en cada paso de este camino. Es su amor y su apoyo incondicional lo que me ha permitido llegar hasta aquí, y por ello les dedico esta tesis con todo mi cariño y gratitud.

Con amor y agradecimiento profundo.

Elena Sanchez

AGRADECIMIENTO

Quiero expresar mi más profundo agradecimiento a todas las personas que han contribuido de diversas maneras a la realización de esta tesis.

En primer lugar, agradezco a mi mamá, cuyo amor, apoyo incondicional y fe en mí han sido mi mayor fuente de motivación y fortaleza a lo largo de este arduo proceso. Sin su constante apoyo, este logro no habría sido posible.

A mis hermanas, por su paciencia, comprensión y ánimo en los momentos más desafiantes. Su apoyo y compañía han sido invaluable, proporcionándome el equilibrio necesario para continuar adelante.

A mi novio quien ha sido mi apoyo inquebrantable a lo largo de este arduo proceso de investigación y redacción de esta tesis. Tu paciencia, comprensión y aliento constante han sido fundamentales para mí en cada paso del camino. Gracias por estar siempre ahí para escucharme, motivarme y celebrar cada pequeño logro.

A mis profesores y mentores, por su guía, paciencia y valiosas enseñanzas. Su conocimiento y experiencia han sido fundamentales para el desarrollo de este trabajo.

A mis compañeros y amigos, por su apoyo constante, palabras de aliento y comprensión en los momentos más difíciles. Sus ánimos y consejos han sido invaluable.

Con gratitud.

Elena Sanchez

TABLA DE CONTENIDO

| | |
|--|-----------|
| CERTIFICADO DE RESPONSABILIDAD Y AUTORÍA DEL TRABAJO DE TITULACIÓN | 2 |
| CERTIFICADO DE CESION DE DERECHOS DE AUTOR DEL TRABAJO DE TITULACION A LA UNIVERSIDAD POLITECNICA SALESIANA | 3 |
| CERTIFICADO DE DIRECCION DEL TRABAJO DE TITULACION | 4 |
| DEDICATORIA | 5 |
| AGRADECIMIENTO | 6 |
| RESUMEN | 13 |
| ABSTRAC | 14 |
| INTRODUCCIÓN | 15 |
| CAPÍTULO I | 16 |
| 1 GENERALIDADES | 16 |
| 1.1 ANTECEDENTES..... | 16 |
| 1.2 PROBLEMA DE ESTUDIO | 17 |
| 1.3 JUSTIFICACIÓN..... | 18 |
| 1.4 ESTADO DEL ARTE..... | 19 |
| 1.5 OBJETIVOS..... | 20 |
| 1.5.1 <i>Objetivo General</i> | 20 |
| 1.5.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS | 20 |
| CAPÍTULO II | 20 |
| 2 MARCO TEÓRICO | 20 |
| 2.1 LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO | 20 |
| 2.1.1 <i>CLASIFICACION DE LOS LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICOS</i> | 21 |
| 2.2 CLASIFICACIÓN DE CARRETERAS..... | 22 |
| 2.2.1 <i>Según su función</i> | 22 |
| 2.2.2 <i>Según el tipo de terreno</i> | 23 |
| 2.2.3 <i>CLASIFICACION DE CARRETERAS DE ACUERDO AL TPDA</i> | 24 |
| 2.2.4 <i>CLASIFICACIÓN POR LA CLASE DE CARRETERA Y FUNCIÓN JERÁRQUICA</i> | 25 |
| 2.3 TRÁFICO..... | 25 |
| 2.3.1 <i>TRÁFICO PROMEDIO DIARIO ANUAL (TPDA)</i> | 26 |
| 2.3.2 <i>TRÁFICO FUTURO</i> | 27 |
| 2.3.3 <i>TRÁFICO GENERADO</i> | 28 |
| 2.3.4 <i>TRÁFICO POR DESARROLLO</i> | 29 |
| 2.4 SEÑALIZACIÓN..... | 29 |
| 2.4.1 <i>CLASIFICACIÓN DE SEÑALES Y SUS FUNCIONES</i> | 29 |
| 2.5 DISEÑO GEOMÉTRICO | 30 |
| 2.5.1 <i>VELOCIDAD DE DISEÑO</i> | 30 |
| 2.5.1.1 <i>ASPECTOS BÁSICOS DE LA VELOCIDAD DE DISEÑO</i> | 31 |
| 2.5.2 <i>VELOCIDAD ESPECIFICA</i> | 32 |
| 2.6 ALINEAMIENTO HORIZONTAL..... | 32 |
| 2.6.1 <i>TANGENTES</i> | 33 |
| 2.6.2 <i>RADIO MÍNIMO DE CURVATURA HORIZONTAL</i> | 33 |
| 2.6.3 <i>CURVA CIRCULAR SIMPLE</i> | 34 |
| 2.6.4 <i>CURVA DE TRANSICION</i> | 35 |

| | | |
|---------------------|--|-----------|
| 2.6.5 | TRANSICIÓN DEL PERALTE | 36 |
| 2.6.6 | EL SOBREAÑO EN LAS CURVAS | 37 |
| 2.7 | ALINEAMIENTO VERTICAL | 39 |
| 2.7.1 | GRADIENTES | 39 |
| 2.7.1.1 | Gradientes mínimas | 39 |
| 2.7.1.2 | Longitudes críticas de gradiente para el diseño..... | 40 |
| 2.7.2 | ELEMENTOS GEOMÉTRICOS QUE INTEGRAN EL ALINEAMIENTO VERTICAL..... | 40 |
| 2.7.3 | TANGENTES VERTICALES..... | 40 |
| 2.7.4 | CURVAS VERTICALES..... | 41 |
| 2.7.5 | CURVAS VERTICALES CONVEXAS | 41 |
| 2.7.6 | CURVAS VERTICALES CONCAVAS..... | 42 |
| 2.8 | PERALTE..... | 42 |
| 2.9 | SOBREAÑO | 44 |
| 2.9.1 | DETERMINACIÓN DEL SOBREAÑO | 45 |
| 2.10 | DISTANCIA DE VISIBILIDAD | 46 |
| 2.10.1 | DISTANCIA DE VISIBILIDAD PARA LA PARADA DE UN VEHICULO..... | 47 |
| 2.10.2 | EFFECTOS DE LAS GRADIENTES | 47 |
| 2.10.3 | DISTANCIA DE VISIBILIDAD EN LAS CURVAS HORIZONTALES | 48 |
| 2.10.4 | MEDIDA DE LA DISTANCIA DE VISIBILIDAD PARA PARADA..... | 48 |
| 2.10.4 | DISTANCIA DE VISIBILIDAD LATERAL | 49 |
| 2.10.5 | DISTANCIA DE VISIBILIDAD PARA EL REBASAMIENTO DEL VEHÍCULO | 50 |
| 2.10.6 | DISTANCIA DE CRUCE..... | 51 |
| 2.11 | DRENAJES PARA CARRETERAS..... | 51 |
| 2.12 | CUNETAS | 53 |
| 2.13 | TALUDES..... | 53 |
| 2.14 | PAVIMENTOS..... | 54 |
| 2.14.1 | TIPOS DE PAVIMENTOS | 54 |
| 2.14.1.1 | PAVIMENTOS CON TRATAMIENTO SUPERFICIAL | 54 |
| 2.14.1.2 | PAVIMENTOS FLEXIBLES..... | 54 |
| 2.14.1.3 | PAVIMENTOS RÍGIDOS | 55 |
| 2.14.1.4 | PAVIMENTOS SEMIRRÍGIDOS | 55 |
| 2.14.1.5 | PAVIMENTO FLEXIBLE (MÉTODO AASHTO93)..... | 55 |
| 2.14.2 | DETERMINACION DEL CBR (%)..... | 60 |
| CAPÍTULO III | | 62 |
| 3 | METODOLOGÍA | 62 |
| 3.1 | MATERIALES Y EQUIPO..... | 62 |
| 3.1.1 | FLEXÓMETRO..... | 62 |
| 3.1.2 | PINTURA | 62 |
| 3.1.3 | HITOS | 63 |
| 3.1.4 | RTK | 63 |
| 3.1.5 | RADIOS DE COMUNICACIÓN | 64 |
| 3.1.6 | COMPUTADORA..... | 65 |
| 3.2 | RECOPIACIÓN DE INFORMACIÓN | 65 |
| 3.2.1 | ANÁLISIS..... | 65 |
| 3.2.2 | PROCESO EN CAMPO..... | 65 |
| 3.2.3 | UBICACIÓN DEL PROYECTO | 65 |
| 4 | CONTEO VEHICULAR..... | 67 |

| | | |
|---------------|--|-----------|
| 4.1 | CÁLCULO DEL TPDA..... | 67 |
| 4.2 | CÁLCULO DEL FACTOR HORARIO..... | 67 |
| 4.3 | FACTOR DIARIO..... | 68 |
| 4.4 | FACTOR SEMANAL..... | 68 |
| 4.5 | FACTOR MENSUAL..... | 68 |
| 4.6 | CÁLCULO DEL TPDA..... | 69 |
| 4.7 | PROYECCIÓN DEL TRAFICO..... | 70 |
| 4.8 | CÁLCULO DEL ESALS..... | 75 |
| 4.9 | DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE..... | 77 |
| 4.9.1 | DATOS PARA EL DISEÑO DEL PAVIMENTO FLEXIBLE..... | 77 |
| 4.9.2 | PARÁMETROS DE CONFIABILIDAD..... | 78 |
| 4.9.3 | CÁLCULO DEL MÓDULO RESILIENTE..... | 79 |
| 4.9.4 | CÁLCULO DE MÓDULO RESILIENTE Y COEFICIENTES ESTRUCTURALES..... | 80 |
| 4.9.5 | CÁLCULOS DE LOS COEFICIENTES DE DRENAJE..... | 81 |
| 4.9.6 | CÁLCULO DEL NÚMERO ESTRUCTURAL REQUERIDO..... | 82 |
| 4.10 | DISEÑO GEOMETRICO..... | 83 |
| 4.10.1 | VELOCIDAD DE DISEÑO..... | 83 |
| 4.10.2 | RADIO MÍNIMO DE CURVATURA..... | 84 |
| 4.10.3 | DISTANCIA DE FRENADO..... | 85 |
| 4.10.4 | DISTANCIA DE VISIBILIDAD..... | 85 |
| 4.10.5 | PERALTE..... | 86 |
| 4.10.6 | VOLÚMENES TOTALES DE CORTE Y RELLENO..... | 87 |
| 4.11 | PRESUPUESTO..... | 87 |
| 5. | CONCLUSIONES..... | 89 |
| 6. | RECOMENDACIONES..... | 90 |
| | BIBLIOGRAFÍA..... | 91 |
| ANEXOS | | 92 |
| | PLANOS..... | 113 |

Tabla de ilustraciones

| | |
|--|----|
| ILUSTRACIÓN 1 VÍA GIRÓN | 17 |
| ILUSTRACIÓN 2 ELEMENTOS GEOMÉTRICOS DE UNA CURVA CIRCULAR SIMPLE | 34 |
| ILUSTRACIÓN 3 TRANSICIÓN DE PERALTE | 36 |
| ILUSTRACIÓN 4 ESQUEMA PARA DETERMINAR EL SOBREALCHO DE UN CARRIL | 38 |
| ILUSTRACIÓN 5 VALORES DE DISEÑO DE LAS GRADIENTES LONGITUDINALES | 39 |
| ILUSTRACIÓN 6 TANGENTE VERTICAL | 41 |
| ILUSTRACIÓN 7 ESTABILIDAD DE UN VEHÍCULO EN LAS CURVAS | 43 |
| ILUSTRACIÓN 8 COEFICIENTE DE FRICCIÓN | 44 |
| ILUSTRACIÓN 9 SOBREALCHO EN LAS CURVAS | 45 |
| ILUSTRACIÓN 10 DISTANCIA DE VISIBILIDAD EN CURVAS HORIZONTALES | 48 |
| ILUSTRACIÓN 11 COEFICIENTE ESTRUCTURAL A1 PARA MEZCLAS DE CONCRETO ASFALTICO | 56 |
| ILUSTRACIÓN 12 COEFICIENTE ESTRUCTURAL A2 PARA BASE GRANULAR NO TRATADA | 56 |
| ILUSTRACIÓN 13 COEFICIENTE ESTRUCTURAL A3 PARA SUBBASE GRANULAR NO TRATADA | 57 |
| ILUSTRACIÓN 14 FLEXÓMETRO | 62 |
| ILUSTRACIÓN 15 HITO | 63 |
| ILUSTRACIÓN 16 RTK | 64 |
| ILUSTRACIÓN 17 RADIO | 64 |
| ILUSTRACIÓN 18 ZONA DE ESTUDIO, VÍA GIRÓN - CURIQUINGUE. TRAMO 12+840 - 14+980 | 66 |
| ILUSTRACIÓN 19 ABACO PARA LA ESTIMACIÓN DEL NÚMERO ESTRUCTURAL BASE GRANULAR | 80 |
| ILUSTRACIÓN 20 ABACO PARA LA ESTIMACIÓN DEL NÚMERO ESTRUCTURAL SUB BASE GRANULAR | 81 |
| ILUSTRACIÓN 21 ESTIMACIÓN DEL COEFICIENTE DE FRICCIÓN | 84 |
| ILUSTRACIÓN 22. PRESUPUESTO TOTAL DEL PROYECTO | 88 |

Indice de tablas

| | |
|--|----|
| TABLA 1 CLASIFICACIÓN DE CARRETERAS (TPDA) | 24 |
| TABLA 2 CLASIFICACIÓN DE LAS CARRETERAS SEGÚN SU JERARQUÍA Y CLASE | 25 |
| TABLA 3 VELOCIDAD DE DISEÑO | 32 |

| | |
|--|----|
| TABLA 4 DIMENSIONES PARA EL CÁLCULO DEL SOBRECARGO EN LOS VEHÍCULOS DE TIPO RÍGIDO | 46 |
| TABLA 5 SERVICIABILIDAD FINAL PF | 58 |
| TABLA 6 CALIDAD DE DRENAJE | 59 |
| TABLA 7 VALORES DE M ₁ | 59 |
| TABLA 8 NIVELES DE CONFIABILIDAD R RECOMENDADOS | 60 |
| TABLA 9 CLASIFICACIÓN DE SUELOS CBR | 61 |
| TABLA 10 CLASIFICACIÓN DE SUELO A TRAVÉS DE CBR | 61 |
| TABLA 11 COORDENADAS DEL PROYECTO | 66 |
| TABLA 12 CONTEO VEHICULAR | 67 |
| TABLA 13 FACTOR SEMANAL | 68 |
| TABLA 14 DETERMINACIÓN DEL FACTOR SEMANAL | 69 |
| TABLA 15 TRÁFICO OBSERVADO | 70 |
| TABLA 16 CORRECCIÓN DE TRÁFICO OBSERVADO | 70 |
| TABLA 17 PROYECCIÓN DE VEHÍCULOS SEGÚN MODELO LOGÍSTICO | 71 |
| TABLA 18 TASA DE CRECIMIENTO | 74 |
| TABLA 19 TPDA AÑOS DE INTERÉS DEL PROYECTO | 75 |
| TABLA 20 FACTOR DE DISTRIBUCIÓN DE CARRILES | 76 |
| TABLA 21 CÁLCULO DEL NÚMERO DE EJES EQUIVALENTES | 77 |
| TABLA 22 DATOS DEL DISEÑO | 78 |
| TABLA 23 NIVELES DE CONFIABILIDAD | 78 |
| TABLA 24 RELACIÓN DE CONFIABILIDAD Y EL VALOR DE Z _R | 79 |
| TABLA 25 DETERMINACIÓN DEL S _O | 79 |
| TABLA 26 CALIDAD DE DRENAJE | 82 |
| TABLA 27 CARACTERÍSTICAS DEL DRENAJE | 82 |
| TABLA 28 PARÁMETROS UTILIZADOS | 82 |
| TABLA 29. DATOS PARA LA BASE, SUBBASE Y SUBRASANTE | 83 |
| TABLA 30 ESPESORES | 83 |
| TABLA 31 VELOCIDADES DE CIRCULACIÓN | 84 |

Índice de anexos

| | |
|---|-----|
| ANEXO 1 LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO | 92 |
| ANEXO 2 COLOCACIÓN Y MARCACIÓN DE HITOS | 93 |
| ANEXO 3 VISITA CAMPO | 94 |
| ANEXO 4. VALORES DE DISEÑO RECOMENDADOS PARA CARRETERAS DE DOS CARRILES Y CAMINOS VECINALES | 95 |
| ANEXO 5. PESO BRUTO VEHICULAR | 96 |
| ANEXO 6. CONTEO VEHICULAR | 97 |
| ANEXO 7. CONTEO VEHICULAR | 98 |
| ANEXO 8. CONTEO VEHICULAR | 101 |
| ANEXO 9. ANÁLISIS LABORATORIO RESULTADOS | 104 |
| ANEXO 10. CLASIFICACIÓN DE CARRETERAS SEGÚN TPDA | 105 |
| ANEXO 11. REGISTRO DE ALCANTARILLA 1 | 106 |
| ANEXO 12. REGISTRO DE ALCANTARILLA 2 | 107 |
| ANEXO 13. REGISTRO DE ALCANTARILLA 3 | 108 |
| ANEXO 14. REGISTRO DE ALCANTARILLA 4 | 109 |
| ANEXO 15. REGISTRO DE ALCANTARILLA 5 | 110 |
| ANEXO 16. REGISTRO DE ALCANTARILLA 6 | 111 |
| ANEXO 17. REGISTRO DE ALCANTARILLA 7 | 112 |

RESUMEN

El presente proyecto técnico de investigación, previo a la obtención del título de Ingeniero Civil, tiene como objetivo diseñar geométrica y estructuralmente el pavimento de la vía Girón – Curiquingue, ubicado en el cantón Girón, provincia del Azuay. Este proyecto busca proporcionar a la comunidad una carretera necesaria y de alta calidad, además de aportar con aspectos técnicos de investigación a la Carrera de Ingeniería Civil.

Para el desarrollo del proyecto, se realizó una visita a la vía de Girón - Curiquingue, donde se llevaron a cabo la mayoría de los estudios e investigaciones necesarias. A medida que avanzaba el proyecto, se plantearon diversas propuestas y soluciones a los problemas identificados.

Todo lo relacionado con el diseño geométrico de la vía se realizó basándose en la normativa del Ministerio de Transporte y Obras Públicas (MTOP). Para el diseño estructural del pavimento se utilizó la normativa ASSHTO 93 y, para estudiar la estabilidad de taludes, se emplearon métodos matemáticos establecidos. De esta manera, se garantiza la integridad del proyecto, basado en normativas vigentes.

Una vez que se analizaron las mejores propuestas para el diseño de la vía, se determinarán los volúmenes de obra necesarios para realizar el análisis de precios unitarios, y el presupuesto referencial de la obra.

Los aspectos más destacados del proyecto vial Girón - Curiquingue incluyen su clasificación como una carretera tipo III, determinada por el tráfico promedio que la transita. Se ha establecido un ancho de calzada de 6 metros con pavimento flexible de 3 pulgadas de espesor. La velocidad de diseño es de 40 km/h y el presupuesto referencial es de quinientos treinta mil novecientos noventa y dos con 04/100 dólares de los estados unidos.

Palabras Clave: Diseño geométrico y pavimentos, levantamiento topográfico, conteo vehicular, TPDA, ESALS.

ABSTRAC

The present technical research project, prior to obtaining the degree of Civil Engineer, aims to geometrically and structurally design the pavement of the Girón - Quiriquinge road, located in the Girón canton, province of Azuay. This project seeks to provide the community with a necessary and high-quality road, in addition to contributing with technical aspects of research to the Civil Engineering Career.

For the development of the project, a visit was made to the Girón - Quiriquinge road, where most of the necessary studies and research were carried out. As the project progressed, various proposals and solutions to the problems identified were put forward.

Everything related to the geometric design of the road will be carried out based on the regulations of the Ministry of Transportation and Public Works (MTOPE). For the structural design of the pavement, ASSHTO 93 standards will be used, and established mathematical methods will be used to study slope stability. In this way, the integrity of the project, based on current regulations, is guaranteed.

Once the best proposals for the design of the road have been analyzed, studied and selected, the volumes of work necessary for the unit price analysis and the reference budget for the work will be determined.

The highlights of the Girón - Quiriquinge road project include its classification as a type III road, determined by the average traffic that travels on it. The roadway width is 6 meters with a flexible pavement 3 inches thick. The design speed is 40 km/h and the reference budget is five hundred and thirty thousand nine hundred and ninety-two and 04/100 US dollars.

Key words: Geometric and pavement design, topographic survey, vehicle count, TPDA, ESAL

INTRODUCCIÓN

El objetivo de este proyecto fue diseñar geométrica y estructuralmente la vía Girón-Curiquingue para mejorar su operatividad, aumentar la seguridad y proporcionar mayor comodidad a los residentes de la comunidad. Se planificó anticipadamente el desarrollo de infraestructuras viales que contribuyeran al bienestar de la comunidad.

Una vez trazado el eje de la vía y definida su geometría, procedí con el diseño estructural del pavimento para asegurar una superficie de rodadura cómoda, eficiente y duradera para los usuarios. Para garantizar una adecuada seguridad vial, realicé un análisis exhaustivo de la estabilidad de los taludes y seleccioné métodos que mejoraran su seguridad.

Con todos los estudios necesarios finalizados, generé los planos detallados que incluyeron la geometría y la estructura del pavimento, así como las obras complementarias necesarias para superar los accidentes geográficos y asegurar un trazado geométrico eficaz. Con los planos definidos, determiné los volúmenes de trabajo necesarios para realizar el análisis de precios unitarios y calcular el presupuesto total requerido para la ejecución del proyecto.

CAPÍTULO I

1 GENERALIDADES

1.1 ANTECEDENTES

En la última década, Ecuador ha realizado una significativa cantidad de construcciones de carreteras y puentes, los cuales tienen como objetivo principal mejorar la conectividad entre diferentes regiones claves del país y promover su desarrollo. Estas infraestructuras proporcionan a los usuarios vías cómodas y en buen estado, además de puentes de diversas longitudes adaptados a la topografía y obstáculos locales.

Girón es un cantón ubicado en la provincia de Azuay, a 45 kilómetros al sur de Cuenca. Esta región se distingue por su notable verdor y su impresionante belleza paisajística. Los numerosos atractivos culturales y naturales que posee Girón le han garantizado un lugar destacado en el panorama turístico de Azuay.

Según el censo más reciente de 2022, la población de Girón se distribuye entre las parroquias de Girón, La Asunción y San Gerardo, sumando un total de 12,182 habitantes. De esta cifra, el 64% reside en áreas rurales. Los mismos datos indican que el 80% de la población de Girón es económicamente activa, comprendiendo a personas de entre 15 y 60 años, quienes se consideran en edad laboral.

La economía de Girón se fundamenta en el sector agrícola, con la agricultura y la ganadería como actividades predominantes y pilares centrales de su economía. No obstante, el principal desafío radica en la carencia de infraestructuras viales adecuadas. Muchas de las carreteras y caminos de conexión no están pavimentados ni reciben el mantenimiento necesario. Esta situación dificulta el transporte y afecta directamente a la economía local y a la calidad de vida de los habitantes.

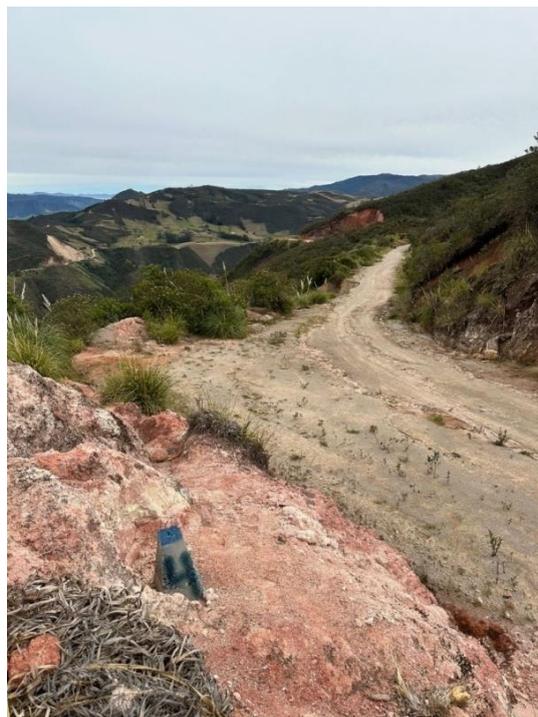
1.2 PROBLEMA DE ESTUDIO

El Consejo Parroquial de Desarrollo de Girón ha mostrado su inquietud por el mal estado de la carretera actual. Los numerosos baches complican el tráfico, dañan los vehículos, generan problemas de salud por el polvo y aumentan el riesgo de accidentes. Esta situación perjudica la economía local al dificultar el acceso. Para asegurar la seguridad, la salud y el desarrollo económico de la comunidad, es esencial mejorar tanto la infraestructura como el diseño de la carretera.

Es crucial que las autoridades actúen de inmediato para resolver estos problemas. La reparación y el mantenimiento constante de la vía no solo mejorarán la seguridad y la salud pública, sino que también estimularán la economía local al facilitar el transporte y el comercio. Además, una carretera en buenas condiciones atraerá a más visitantes e inversores potenciales, beneficiando aún más a la comunidad.

Ilustración 1

Vía Girón



Fuente: Elaboración propia

1.3 JUSTIFICACIÓN

Ante el mal estado de la carretera es necesario tomar medidas para mejorar la infraestructura de la vía. El desarrollo y el mejoramiento de la misma es fundamental para garantizar la movilidad de los residentes y para potenciar el crecimiento económico. Una infraestructura vial apropiada podrá facilitar el ingreso de vehículos que pueden transportar la carga de los agricultores, así se podrá fortalecer la economía local y tendrán una mejor calidad de vida.

Con respecto a la importancia de la Infraestructura Vial: Las carreteras son elementos vitales para la conectividad y desarrollo económico de regiones y comunidades. Un diseño adecuado puede mejorar la eficiencia del transporte, reducir costos operativos y tiempos de viaje, y promover la seguridad vial.

Con respecto a las necesidades Locales y Problemas Identificados: Identificar problemas específicos como baches, curvas peligrosas, o falta de accesibilidad que afectan a una comunidad o región, y proponer soluciones técnicas a través del diseño geométrico y estructural.

Con respecto al impacto Social y Económico: Un diseño mejorado de carreteras puede tener un impacto significativo en la calidad de vida de los habitantes locales, facilitando el acceso a servicios básicos, centros de salud, educación y mercados. Asimismo, puede estimular la actividad económica al mejorar las condiciones para el transporte de bienes y personas.

Con respecto a las normativas y Mejores Prácticas: Cumplir con las normativas y estándares nacionales e internacionales (como AASHTO, en el caso de América) garantiza la seguridad y durabilidad de las infraestructuras viales, así como su adecuación a las condiciones geográficas y climáticas locales.

1.4 ESTADO DEL ARTE

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

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

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

inconsistente puede producir sorpresas en los conductores provocando maniobras erráticas o conflictivas que incrementan la probabilidad de ocurrencia de accidentes. (Castello, 2018)

1.5 OBJETIVOS

1.5.1 Objetivo General

Realizar el diseño geométrico y estructural de la vía Girón-Curiquingue de la abscisa 12+840 hasta la abscisa 14+980 km, perteneciente al cantón girón, provincia del Azuay.

1.5.2 Objetivos Específicos

- Realizar el levantamiento topográfico del área del terreno para determinar el trazado actual y las condiciones del terreno del área circundante donde se reconstruirá la vía.
- Realizar un conteo de vehículos para determinar el volumen y tipo de tránsito que circula por la zona.
- Realizar el diseño del pavimento flexible.
- Realizar el diseño geométrico.

CAPÍTULO II

2 MARCO TEÓRICO

2.1 LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO

Se define como tal el conjunto de operaciones ejecutadas sobre un terreno con los instrumentos adecuados para poder confeccionar una correcta representación gráfica o plano. Este plano resulta esencial para situar correctamente cualquier obra que se desee llevar a cabo, así como para elaborar cualquier proyecto técnico. Si se desea conocer la posición de puntos en el área de interés, es necesario determinar su ubicación mediante tres coordenadas que son latitud, longitud y elevación o cota. Para

realizar levantamientos topográficos se necesitan varios instrumentos, como el nivel y la estación total. El levantamiento topográfico es el punto de partida para poder realizar toda una serie de etapas básicas dentro de la identificación y señalamiento del terreno a edificar, como levantamiento de planos (planimétricos y altimétricos), replanteo de planos, deslindes, amojonamientos y demás. (Fraquet & Querol, 2010)

Según Gámez (2015) la topografía se encarga de medir extensiones de tierra tomando los datos para su representación gráfica en un plano a escala, sus formas y accidentes. También podemos mencionar que la topografía determina distancias horizontales y verticales entre puntos y objetos sobre la superficie terrestre, medición de ángulos y establecer puntos por medio de ángulos y distancias previamente determinadas (Replanteo). El conjunto de operaciones necesarias para determinar las posiciones de puntos y posteriormente su representación en un plano es lo que se conoce como levantamiento. (Gámez, 2015)

2.1.1 CLASIFICACION DE LOS LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICOS

- a) Levantamiento de terrenos en general: tienen por objeto marcar linderos o localizarlos, medir y dividir superficie, ubicar terrenos en planos generales ligando con levantamientos anteriores o proyectar obras y construcciones. (Gámez, 2015)
- b) Topografía de vías de comunicación: es la que sirve para estudiar y construir caminos, ferrocarriles, líneas de transmisión, acuerdos, etc. (Gámez, 2015)
- c) Topografía de minas: tiene por objetivo fijar y controlar la posición de trabajos subterráneos y relacionarlos con las obras superficiales. (Gámez, 2015)
- d) Levantamientos catastrales: son los que hacen en ciudades, zonas urbanas y municipios, para fijar linderos o estudiar las obras urbanas. (Gámez, 2015)

2.2 CLASIFICACIÓN DE CARRETERAS

Una carretera es una infraestructura de transporte diseñada dentro de un área específica conocida como derecho de vía. Su objetivo es facilitar el tránsito de vehículos de forma continua, tanto en el espacio como en el tiempo, garantizando niveles apropiados de seguridad y comodidad.

La vía debe ser:

- Funcional de acuerdo a su tipo, características geométricas y volúmenes de tránsito, de tal manera que ofrezca una adecuada movilidad a través de una velocidad de operación suficiente. (Cárdenas, 2013)
- Cómoda en la medida en que se disminuyen las aceleraciones de los vehículos y sus variaciones, lo cual se lograra ajustando las curvaturas de la geometría y sus transiciones a las velocidades de operación por las que optan los conductores a lo largo de los tramos rectos. (Cárdenas, 2013)
- Estética al adaptarla al paisaje, permitiendo generar visuales agradables a las perspectivas cambiantes, produciendo en el conductor un recorrido fácil. (Cárdenas, 2013)
- Económica, cuando cumpliendo con los demás objetivos, ofrece el menor costo posible tanto en su construcción como en su mantenimiento. (Cárdenas, 2013)
- Compatible con el medio ambiente, adaptándola en lo posible a la topografía natural, a los usos del suelo y al valor de la tierra, y procurando mitigar o minimizar los impactos ambientales. (Cárdenas, 2013)

2.2.1 Según su función

- **Carreteras primarias o de primer orden:** son aquellas vías troncales, transversales y de accesos a las capitales de los departamentos, que cumplen la función básica de integración de las principales zonas de producción y de consumo. Este tipo de carreteras puede ser de calzadas divididas según las exigencias del proyecto y deben ser siempre pavimentadas. (Cárdenas, 2013)
- **Carreteras secundarias o de segundo orden:** son aquellas vías que unen cabeceras municipales entre sí o que provienen de unen cabeceras municipales y conectan con una carretera primaria. Las carreteras consideradas como secundarias pueden funcionar pavimentadas o en afirmado. (Cárdenas, 2013)
- **Carreteras terciarias o de tercer orden:** son aquellas vías que unen cabeceras municipales con veredas, o que unen veredas entre sí. Las carreteras consideradas como terciarias deben funcionar en afirmado. En caso de pavimentarse deben cumplir con las condiciones geométricas estipuladas para las carreteras secundarias. (Cárdenas, 2013)

2.2.2 Según el tipo de terreno

- **Carreteras en terreno plano:** es la combinación de alineamientos horizontal y vertical, que permite a los vehículos pesados mantener aproximadamente la misma velocidad que la de los vehículos livianos. Las pendientes longitudinales de las vías son normalmente menores al 3%. (Cárdenas, 2013)
- **Carreteras en terreno ondulado:** es la combinación de alineamientos horizontal y vertical que obliga a los vehículos pesados a reducir sus velocidades significativamente por debajo de la de los vehículos livianos. Sus pendientes longitudinales se encuentran entre el 3% y el 6%. (Cárdenas, 2013)
- **Carreteras en terreno montañoso:** es la combinación de alineamientos horizontal y vertical que obliga a los vehículos pesados a circular a velocidades sostenidas en

pendiente a lo largo de distancias considerables o durante intervalos frecuentes. Sus pendientes longitudinales predominantes se encuentran entre el 6% y el 8%. (Cárdenas, 2013)

- **Carreteras en terreno escarpado:** es la combinación de alineamientos horizontal y vertical que obliga a los vehículos pesados a operar a menores velocidades sostenidas en pendiente que aquellas a las que operan en terreno montañoso, para distancias significativas o a intervalos muy frecuentes. Generalmente sus pendientes longitudinales son superiores al 8%. (Cárdenas, 2013)

2.2.3 CLASIFICACION DE CARRETERAS DE ACUERDO AL TPDA

De acuerdo a la normativa de la MTOP se recomienda la clasificación de acuerdo al pronóstico de tráfico para un período de diseño de 15 o 20 años.

Tabla 1

Clasificación de carreteras (TPDA)

| 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 |
| <p>* 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 7.000 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.</p> | |

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

2.2.4 CLASIFICACIÓN POR LA CLASE DE CARRETERA Y FUNCIÓN JERÁRQUICA

El Ministerio de Obras Públicas (MTO) ha clasificado históricamente las carreteras en función de su importancia, basándose principalmente en el volumen de tráfico y el número de calzadas necesarias, en lugar de su función jerárquica. Este criterio se ha incorporado para definir la estructura de la red vial del país en el nuevo milenio.

Tabla 2

Clasificación de las carreteras según su jerarquía y clase

| FUNCIÓN | TIPO DE CARRETERA | TPDA |
|-------------------|-------------------|-----------|
| CORREDOR ARTERIAL | RI-RIII | >8000 |
| COLECTORA | I | 3000-8000 |
| VECINAL | III | 100-300 |
| | IV | 100-300 |
| | V | <100 |

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

2.3 TRÁFICO

El diseño de una carretera o de un tramo de la misma debe basarse entre otras informaciones en los datos sobre tráfico, con el objeto de compararlo con la capacidad o sea con el volumen máximo de vehículos que una carretera puede absorber. El tráfico, en consecuencia, afecta directamente a las características del diseño geométrico. (MTO, 2003)

La información sobre tráfico debe comprender la determinación del tráfico actual (volúmenes y tipos de vehículos), en base a estudios de tráfico futuro utilizando pronósticos. (MTO, 2003)

2.3.1 TRÁFICO PROMEDIO DIARIO ANUAL (TPDA)

Es la unidad de medida en el tráfico de una carretera es el volumen del tráfico promedio diario anual cuya abreviatura es el TPDA. (MTOPI, 2003)

Para el cálculo del TPDA se debe tomar en cuenta lo siguiente:

- En vías de un solo sentido de circulación, el tráfico será el contado en ese sentido. (MTOPI, 2003)
- En vías de dos sentidos de circulación, se tomará el volumen de tráfico en las dos direcciones. Normalmente para este tipo de vías, el número de vehículos al final del día es semejante en los dos sentidos de circulación. (MTOPI, 2003)
- Para el caso de Autopistas, generalmente se calcula el TPDA para cada sentido de circulación, ya que en ellas interviene lo que se conoce como FLUJO DIRECCIONAL que es el % de vehículos en cada sentido de la vía: esto, determina composiciones y volúmenes de tráfico diferentes en un mismo período. (MTOPI, 2003)

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

Donde:

- T_o = Tráfico observado.
- F_h = Factor Horario.
- F_d = Factor Diario.
- F_s = Factor Semanal.
- F_m = Factor Mensual

2.3.1.1 FACTOR HORARIO (FH)

Nos permite transformar el volumen de tráfico que se haya registrado en un determinado número de horas a volumen diario promedio. (MTOPI, 2003)

2.3.1.2 FACTOR DIARIO (FD)

Transforma el volumen de tráfico diario promedio en volumen semanal promedio. (MTOPI, 2003)

2.3.1.3 FACTOR SEMANAL (FS)

Transforma el volumen semanal promedio de tráfico en volumen mensual promedio. (MTOPI, 2003)

2.3.1.4 FACTOR MENSUAL (FM)

transforma el volumen mensual promedio de tráfico en tráfico promedio diario anual (TPDA). (MTOPI, 2003)

2.3.2 TRÁFICO FUTURO

El pronóstico del volumen y composición del tráfico se basa en el tráfico actual. Los diseños se basan en una predicción del tráfico a 15 o 20 años y el crecimiento normal del tráfico, el tráfico generado y el crecimiento del tráfico por desarrollo. (MTOPI, 2003)

Las proyecciones de tráfico se usan para la clasificación de las carreteras e influyen en la determinación de la velocidad de diseño y de los demás datos geométricos del proyecto. (MTOPI, 2003)

La predicción de tráfico sirve, además, para indicar cuando una carretera debe mejorar su superficie de rodadura o para aumentar su capacidad; esto se hace mediante la comparación entre el flujo máximo que puede soportar una carretera y el volumen correspondiente a la 30ava hora, o

trigésimo volumen horario anual más alto, que es el volumen horario excedido sólo por 29 volúmenes horarios durante un año determinado. (MTOPI, 2003)

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

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.
- a, b = Coeficiente de ajuste

2.3.3 TRÁFICO GENERADO

El tráfico generado está constituido por aquel número de viajes que se efectuarían sólo si las mejoras propuestas ocurren, y lo constituyen: (MTOPI, 2003)

- Viajes que no se efectuaron anteriormente.
- Viajes que se realizaron anteriormente a través de unidades de transporte público.
- Viajes que se efectuaron anteriormente hacia otros destinos y con las nuevas facilidades han sido atraídos hacia la carretera propuesta. (MTOPI, 2003)

Generalmente, el tráfico generado se produce dentro de los dos años siguientes a la terminación de las mejoras o construcción de una carretera. En el país aún no se dispone de estudios respecto al comportamiento de tráfico generado, pero es conveniente disponer de un valor que relacione el grado de mejoramiento con el volumen de tráfico. (MTOPI, 2003)

2.3.4 TRÁFICO POR DESARROLLO

Este tráfico se produce por incorporación de nuevas áreas a la explotación o por incremento de la producción de las tierras localizadas dentro del área de influencia de la carretera. Este componente del tráfico futuro, puede continuar incrementándose durante parte o todo el período de estudio. Generalmente se considera su efecto a partir de la incorporación de la carretera al servicio de los usuarios. En cada proyecto, y en base a los datos que proporcionan los Contajes de Tráfico, así como las investigaciones de Origen y Destino se determinará cual será el factor de expansión del tráfico por desarrollo que debe emplearse para obtener el TPDA correspondiente. Este método podría utilizarse hasta que se desarrolle un procedimiento o modelo matemático más satisfactorio y práctico. (MTO, 2003)

2.4 SEÑALIZACIÓN

Las señales de tránsito se utilizan para ayudar al movimiento seguro y ordenado del tránsito de peatones y vehículos. Contienen instrucciones las cuales deben ser obedecidas por los usuarios de las vías, previene de peligros que pueden no ser muy evidentes o, información acerca de rutas, direcciones, destinos y puntos de interés; los medios empleados para transmitir información, constan de la combinación de un mensaje, una forma y un color. El mensaje de la señal de tránsito puede ser una leyenda, un símbolo o un conjunto de los dos. (INEN, 2011)

2.4.1 CLASIFICACIÓN DE SEÑALES Y SUS FUNCIONES

- **Señales regulatorias (Código R).** Regulan el movimiento del tránsito e indican a cuando se aplica un requerimiento legal, la falta del cumplimiento de sus instrucciones constituye una infracción de tránsito. (INEN, 2011)
- **Señales preventivas (Código P).** Advierten a los usuarios de las vías, sobre condiciones inesperadas o peligrosas en la vía o sectores adyacentes a la misma. (INEN, 2011)

- **Señales de información (Código I).** Informan a los usuarios de la vía de las direcciones, distancias, destinos, rutas, ubicación de servicios y puntos de interés turístico. (INEN, 2011)
- **Señales especiales delineadoras (Código 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 en la misma. (INEN, 2011)
- **Señales para trabajos en la vía y propósitos especiales (Código T).** Advierten, informan y guían a los usuarios viales a transitar con seguridad sitios de trabajos en las vías y aceras además para alertar sobre otras condiciones temporales y peligrosas que podrían causar daños a los usuarios viales. (INEN, 2011)

2.5 DISEÑO GEOMÉTRICO

El diseño geométrico en planta de una carretera, o alineamiento horizontal, es la proyección sobre un plano horizontal de su eje real o espacial. Dicho eje horizontal está constituido por una serie de tramos rectos denominados tangentes, enlazados entre sí por curvas. (Cárdenas, 2013)

2.5.1 VELOCIDAD DE DISEÑO

Es la velocidad máxima a la cual los vehículos pueden circular con seguridad sobre un camino cuando las condiciones atmosféricas y del tránsito son favorables. Esta velocidad se elige en función de las condiciones físicas y topográficas del terreno, de la importancia del camino, los volúmenes del tránsito y uso de la tierra, tratando de que su valor sea el máximo compatible con la seguridad, eficiencia, desplazamiento y movilidad de los vehículos. Con esta velocidad se calculan los elementos geométricos de la vía para su alineamiento horizontal y vertical. (MTO, 2003)

La velocidad de diseño debe seleccionarse para el tramo de carreteras más desfavorables y debe mantenerse en una longitud mínima entre 5 y 10 kilómetros. Una vez seleccionada la velocidad, todas las características propias del camino se deben condicionar a ella, para obtener un proyecto equilibrado.

Siempre que sea posible se aconseja usar valores de diseños mayores a los mínimos establecidos.
(MTOPI, 2003)

2.5.1.1 ASPECTOS BÁSICOS DE LA VELOCIDAD DE DISEÑO

- **Naturaleza del terreno:** Es comprensible que un camino ubicado en una zona llana o poco ondulada ha de tener una velocidad mayor que un similar de una zona muy ondulada o montañosa, o que uno que atraviesa una zona rural respecto del que pasa por una zona urbana. (MTOPI, 2003)
- **La modalidad de los Conductores:** Un conductor no ajusta la velocidad de su vehículo a la importancia que reviste un camino en el proyecto, sino a las limitaciones que le imponen las características del lugar o del tránsito y a sus propias necesidades o urgencias. Circula a una velocidad baja cuando existen motivos evidentes de tal necesidad. Como consecuencia de lo anterior existe una tendencia a viajar a una velocidad elegida instintivamente, la que puede ser alta para el camino. Este punto debe de estudiarse en detalle, dado que al proyectar ha de preferirse un valor que corresponda al deseo de la mayoría de los usuarios. (MTOPI, 2003)
- **El factor económico:** Las consideraciones económicas deben dirigirse hacia el estudio del costo de operación de los vehículos a velocidades elevadas, así como el alto costo de las obras destinadas a servir un tránsito de alta velocidad. (MTOPI, 2003)

Tabla 3

Velocidad de diseño

| VELOCIDADES DE DISEÑO EN km/h | VELOCIDADES DE CIRCULACION 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)

2.5.2 VELOCIDAD ESPECIFICA

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

2.6 ALINEAMIENTO HORIZONTAL

El diseño geométrico en planta de una carretera, o alineamiento horizontal, es la proyección sobre un plano horizontal de su eje real o espacial. Dicho eje horizontal está constituido por una serie de tramos rectos denominados tangentes, enlazados entre sí por curvas. (Cárdenas, 2013)

2.6.1 TANGENTES

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

Las tangentes van unidas entre sí por curvas y la distancia que existe entre el final de la curva anterior y el inicio de la siguiente se la denomina tangente intermedia. Su máxima longitud está condicionada por la seguridad. (MTOP, 2003)

Las tangentes intermedias largas son causa potencial de accidentes, debido a la somnolencia que produce al conductor mantener concentrada su atención en puntos fijos del camino durante mucho tiempo o por que favorecen al encandilamiento durante la noche; por tal razón, conviene limitar la longitud de las tangentes intermedias, diseñando en su lugar alineaciones onduladas con curvas de mayor radio. (MTOP, 2003)

2.6.2 RADIO MÍNIMO DE CURVATURA HORIZONTAL

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

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

- R = Radio mínimo de una curva horizontal (m).
- V = Velocidad de diseño (Km/h).

- PC Punto en donde empieza la curva simple
- PT Punto en donde termina la curva simple
- α Angulo de deflexión de las tangentes
- Δc Angulo central de la curva circular
- θ Angulo de deflexión a un punto sobre la curva circular
- Gc Grado de curvatura de la curva circular
- Rc Radio de la curva circular
- T Tangente de la curva circular o subtangente
- E External
- M Ordenada media
- C Cuerda
- CL Cuerda larga
- l Longitud de un arco
- le Longitud de la curva circular (MTOP, 2003)

2.6.4 CURVA DE TRANSICION

Son las curvas que unen al tramo de tangente con la curva circular en forma gradual, tanto para el desarrollo del peralte como para el del sobreebancho. La característica principal es que, a lo largo de la curva de transición, se efectúa de manera continua, el cambio en el valor del radio de curvatura, desde infinito en la tangente hasta llegar al radio de la curva circular. Tanto la variación de la curvatura como la variación de la aceleración centrífuga son constantes a lo largo de la misma. Este cambio será función de la longitud de la espiral, siendo más repentino cuando su longitud sea más corta. Las curvas de transición empalman la alineación recta con la parte circular, aumentando la seguridad, al favorecer la maniobra de entrada en la curva y la permanencia de los vehículos en su propio carril. (MTOP, 2003)

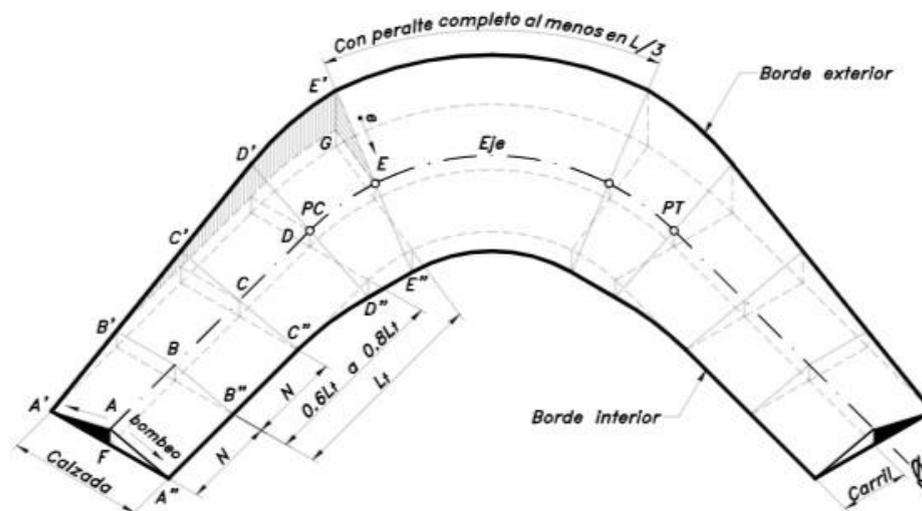
2.6.5 TRANSICIÓN DEL PERALTE

La sección transversal de la calzada sobre un alineamiento recto tiene una inclinación comúnmente llamada bombeo normal, el cual tiene por objeto facilitar el drenaje o escurrimiento de las aguas lluvias lateralmente hacia las cunetas. El valor del bombeo dependerá del tipo de superficie y de la intensidad de las lluvias en la zona del proyecto, variando del 1% al 4%. (Cárdenas, 2013)

Así mismo, la sección transversal de la calzada sobre un alineamiento curvo tendrá una inclinación asociada con el peralte, el cual tiene por objeto, como se vio anteriormente, facilitar el desplazamiento seguro de los vehículos sin peligros de deslizamientos. (Cárdenas, 2013)

Ilustración 3

Transición de peralte



Fuente: Diseño geométrico de carreteras, 2008

Donde:

L_t = Longitud de transición.

N = Longitud de aplanamiento.

L = Longitud de la curva circular.

e = Peralte necesario de la curva circular.

2.6.6 EL SOBREANCHO EN LAS CURVAS

El objeto del sobreancho en la curva horizontal es el de posibilitar el tránsito de vehículos con seguridad y comodidad, es necesario introducir los sobreanchos por las siguientes razones: (MTOPI, 2003)

a) El vehículo al describir la curva, ocupa un ancho mayor ya que generalmente las ruedas traseras recorren una trayectoria ubicada en el interior de la descrita por las ruedas delanteras, además el extremo lateral delantero, describe una trayectoria exterior a la del vehículo. (MTOPI, 2003)

b) La dificultad que experimentan los conductores para mantenerse en el centro de su carril debido a la menor facilidad para apreciar la posición relativa de su vehículo dentro de la curva. Esta dificultad aumenta con la velocidad, pero disminuye a medida que los radios de la curva son mayores. (MTOPI, 2003)

Para el caso “a”, si el vehículo describe una curva, marchando a muy pequeña velocidad, el sobreancho se podría calcular geoméricamente, ya que su eje posterior es radial. (MTOPI, 2003)

Lo mismo ocurrirá cuando describiera una curva peraltada a una velocidad tal, de manera que la fuerza centrífuga fuera contrarrestada completamente por la acción del peralte. (MTOPI, 2003)

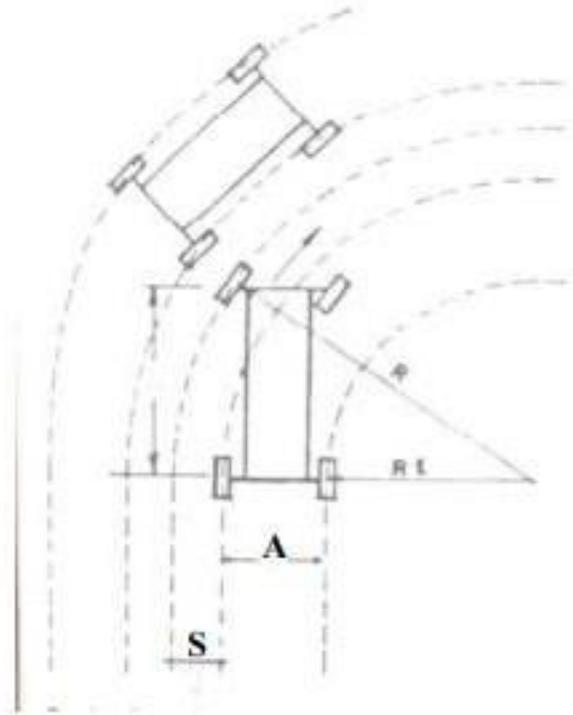
En cambio, si la velocidad fuera menor o mayor que la anterior, las ruedas traseras se moverían a lo largo de una trayectoria más cerrada o más abierta, respectivamente. (MTOPI, 2003)

Para el cálculo práctico del sobreancho, no se ha tenido en cuenta esta circunstancia, muy variable según las características de los vehículos y la velocidad que desarrollan. (MTOPI, 2003)

Para determinar la magnitud del sobreancho debe elegirse un vehículo representativo del tránsito de la ruta. (MTOPI, 2003)

Ilustración 4

Esquema para determinar el sobreaño de un carril



Fuente: (MTO, Normas de Diseño Geométrico de carreteras, 2003)

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

$$R1 + A = R - S$$

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

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

R= Radio de la curva, m

A= Ancho del vehículo, m S= sobreaño, m

V= Velocidad de diseño, Km/h

n = Número de carriles

2.7 ALINEAMIENTO VERTICAL

El alineamiento horizontal y el alineamiento vertical deben ser consistentes y balanceados, en forma tal que los parámetros del primero correspondan y sean congruentes con los del segundo. Por lo tanto, es necesario que los elementos del diseño vertical tengan la misma velocidad específica del sector en planta que coincide con el elemento vertical en estudio. (MTOPI, 2003)

2.7.1 GRADIENTES

En general, las gradientes a adoptarse dependen directamente de la topografía del terreno y deben tener valores bajos, en lo posible, a fin de permitir razonables velocidades de circulación y facilitar la operación de los vehículos. (MTOPI, 2003)

Ilustración 5

Valores de diseño de las gradientes longitudinales

| Clase de Carretera | | | | | Valor Recomendable | | | Valor Absoluto | | |
|--------------------|----------|---|-------|------|--------------------|---|---|----------------|---|----|
| | | | | | L | O | M | L | O | M |
| R—Io | R—II | > | 8.000 | TPDA | 2 | 3 | 4 | 3 | 4 | 6 |
| 1 | 3.000 | a | 8.000 | TPDA | 3 | 4 | 6 | 3 | 5 | 7 |
| II | 1.000 | a | 3.000 | TPDA | 3 | 4 | 7 | 4 | 6 | 8 |
| III | 300 | a | 1.000 | TPDA | 4 | 6 | 7 | 6 | 7 | 9 |
| IV | 100 | a | 300 | TPDA | 5 | 6 | 8 | 6 | 8 | 12 |
| V | Menos de | | 100 | TPDA | 5 | 6 | 8 | 6 | 8 | 14 |

Fuente: (MTOPI, Normas de Diseño Geométrico de carreteras, 2003)

2.7.1.1 Gradientes mínimas

La gradiente longitudinal mínima usual es de 0,5 por ciento. Se puede adoptar una gradiente de cero por ciento para el caso de rellenos de 1 metro de altura o más y cuando el pavimento tiene una gradiente transversal adecuada para drenar lateralmente las aguas de lluvia. (MTOPI, 2003)

2.7.1.2 Longitudes críticas de gradiente para el diseño

El término “longitud crítica de gradiente” se usa para indicar la longitud máxima de gradiente cuesta arriba, sobre la cual puede operar un camión representativo cargado, sin mayor reducción de su velocidad y, consecuentemente, sin producir interferencias mayores en el flujo de tráfico. (MTOP, 2003)

Para una gradiente dada, y con volúmenes de tráfico considerables, longitudes menores que la crítica favorecen una operación aceptable, y viceversa. (MTOP, 2003)

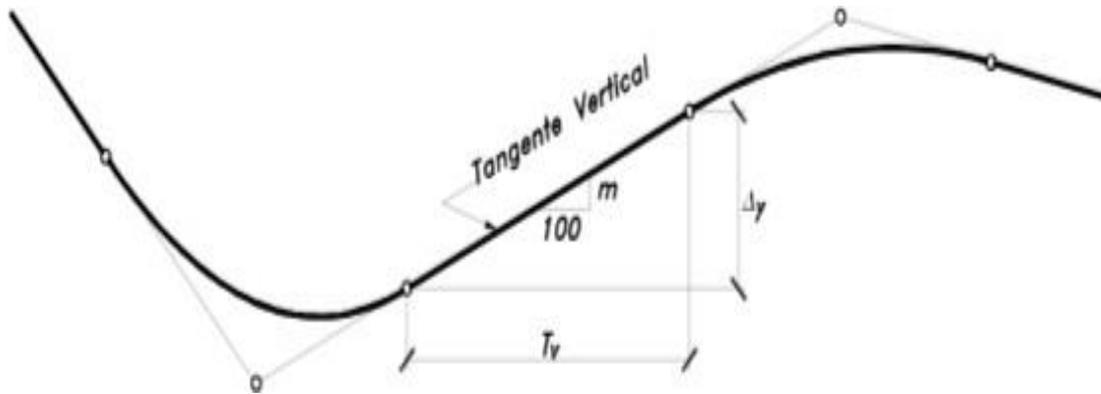
A fin de poder mantener una operación satisfactoria en carreteras con gradientes que tienen longitudes mayores que la crítica, y con bastante tráfico, es necesario hacer correcciones en el diseño, tales como el cambio de localización para reducir las gradientes o añadir un carril de ascenso adicional para los camiones y vehículos pesados. (MTOP, 2003)

2.7.2 ELEMENTOS GEOMÉTRICOS QUE INTEGRAN EL ALINEAMIENTO VERTICAL

La pendiente de las tangentes verticales y la longitud de las curvas dependen principalmente de la topografía de la zona, del alineamiento horizontal, de la visibilidad, de la velocidad del proyecto, de los costos de construcción, de los costos de operación, del porcentaje de vehículos pesados y de su rendimiento en los ascensos. (Cárdenas, 2013)

2.7.3 TANGENTES VERTICALES

Las tangentes sobre un plano vertical se caracterizan por su longitud y su pendiente, y están limitadas por dos curvas sucesivas. (Cárdenas, 2013)



Fuente: *Diseño Geométrica de carreteras*, 2008

2.7.4 CURVAS VERTICALES

Una curva vertical es aquel elemento del diseño en perfil que permite el enlace de dos tangentes verticales consecutivas, tal que a lo largo de su longitud se efectúa el cambio gradual de la pendiente de la tangente de entrada a la pendiente de la tangente de salida, de tal forma que facilite una operación vehicular segura y confortable, que sea de apariencia agradable y que permita un drenaje adecuado. Se ha comprobado que la curva que mejor se ajusta a estas condiciones es la parábola de eje vertical. (Cárdenas, 2013)

2.7.5 CURVAS VERTICALES CONVEXAS

La longitud mínima de las curvas verticales se determina en base a los requerimientos de la distancia de visibilidad para parada de un vehículo, considerando una altura del ojo del conductor de 1,15 metros y una altura del objeto que se divide sobre la carretera igual a 0,15 metros. Esta longitud se expresa por la siguiente fórmula: (MTOPI, 2003)

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

Donde:

L = longitud de la curva vertical convexa, expresada en metros.

A = diferencia algébrica de las gradientes, expresada en porcentaje.

S = distancia de visibilidad para la parada de un vehículo, expresada en metros.

2.7.6 CURVAS VERTICALES CONCAVAS

Por motivos de seguridad, es necesario que las curvas verticales cóncavas sean lo suficientemente largas, de modo que la longitud de los rayos de luz de los faros de un vehículo sea aproximadamente igual a la distancia de visibilidad necesaria para la parada de un vehículo. (MTOP, 2003)

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

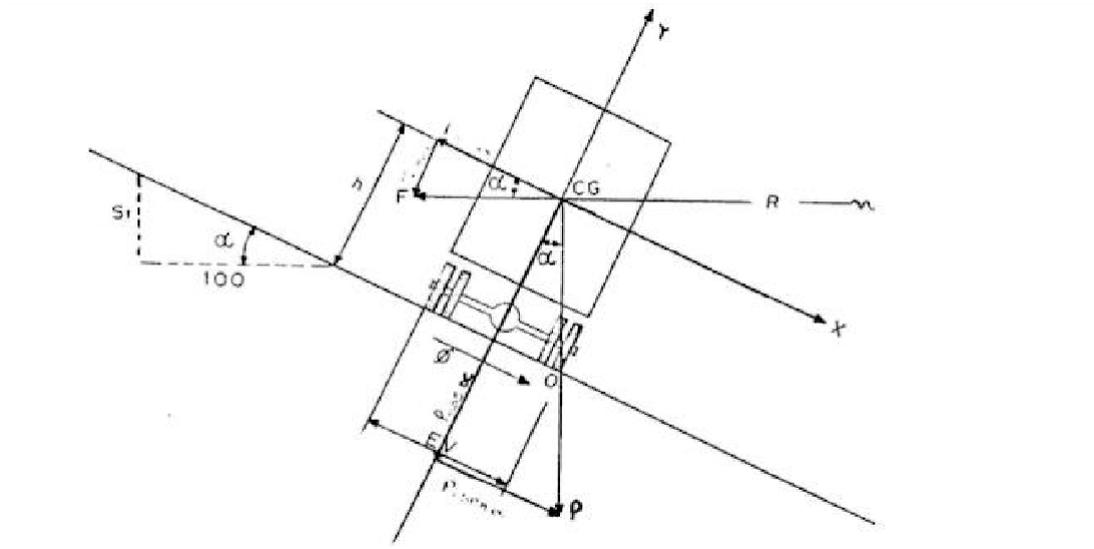
$$L = \frac{AS^2}{122 + 3.5S}$$

2.8 PERALTE

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

Ilustración 7

Estabilidad de un vehículo en las curvas



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

Formula de las fuerzas centrífugas "F"

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

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).

Formula cálculo del peralte: (MTO, 2003)

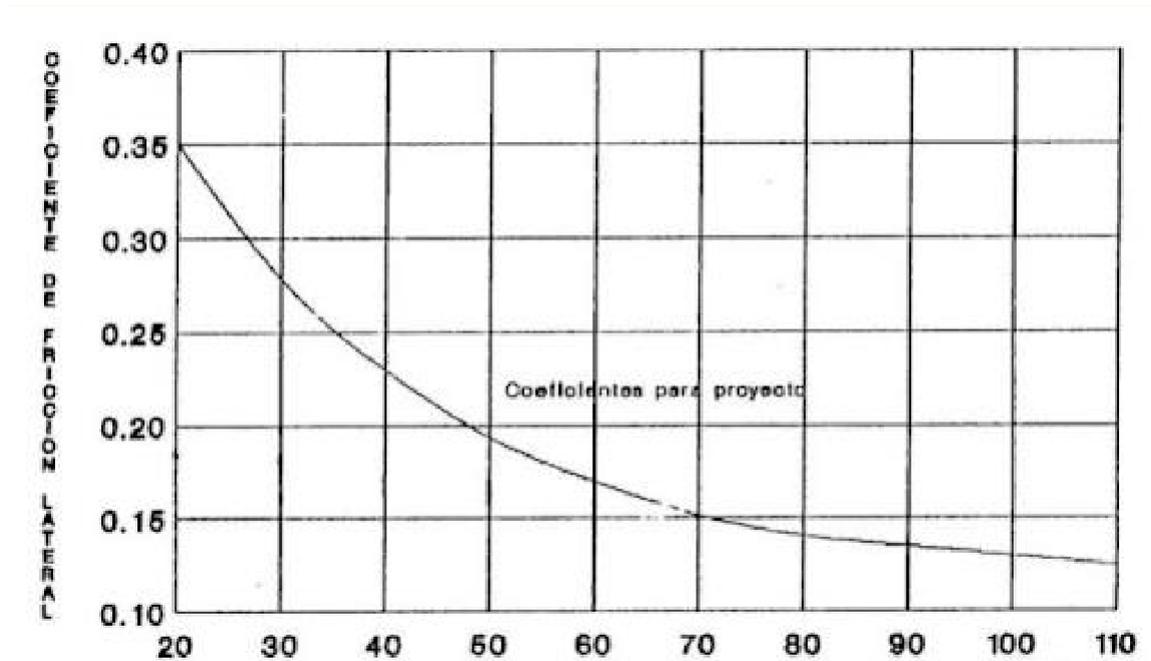
$$e = \frac{V^2}{127R} - f$$

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

- V = Velocidad de diseño (Km/h).
- R = Radio de la curva (m).
- f = Máximo coeficiente de fricción lateral.

Ilustración 8

Coeficiente de fricción



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

2.9 SOBREENCHO

Cárdenas (2013) describe que el sobreencho es el momento en el cual un vehículo al pasar por una curva horizontal se abre ocupando más espacio en la vía que cuando normalmente estuviera circulando de manera recta y esto es debido a la rigidez y dimensiones del vehículo, dando como resultado que el carro no se mantenga de manera alineada al centro del carril. Por lo cual es necesario que los carriles en las curvas cubran ese margen de abertura, siendo así más amplios para las carreteras de doble sentido y los que son unidireccionales. (Cárdenas, 2013)

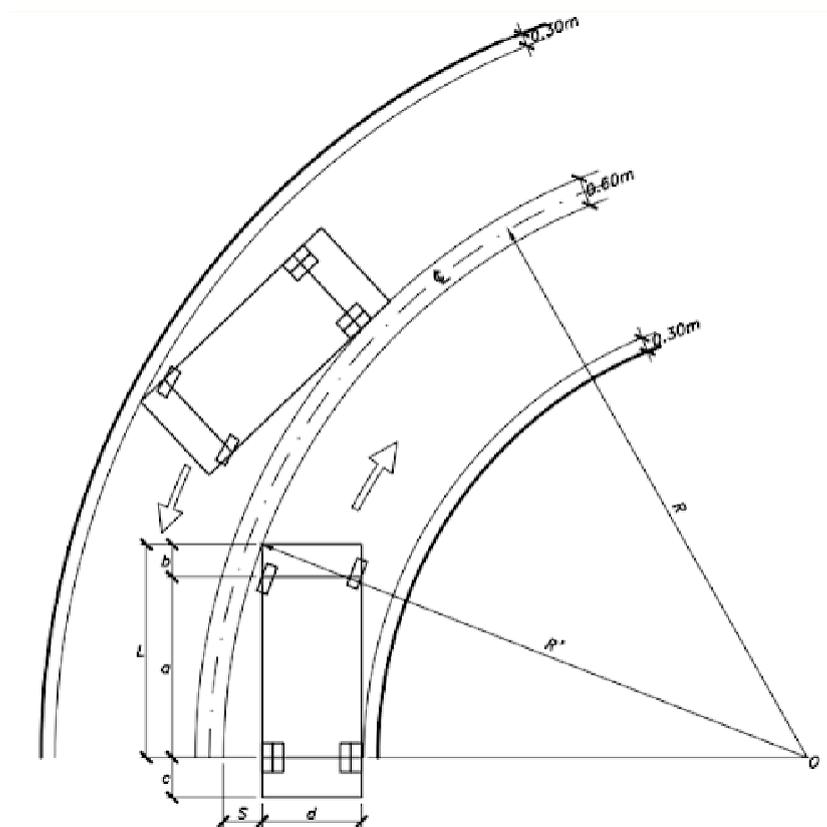
2.9.1 DETERMINACIÓN DEL SOBREANCHO

2.9.1.1 VEHÍCULOS RÍGIDOS

La ilustración 15 muestra 2 vehículos pesados rígidos que circulan por una curva de radio RC .
(MTO, 2003)

Ilustración 9

Sobrancho en las Curvas



Fuente: (Cárdenas Grisales, 2013)

Donde:

- R' = Radio hasta el extremo del parachoques delantero
- S = Sobrancho que se requiere para cada carril
- L = Es la distancia desde el parachoques delantero y el eje trasero del vehículo

Se asume que R' es igual a Rc, obteniendo que para la calzada de n carriles la fórmula será:

(Cárdenas, 2013)

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

Donde:

- S = Sobreancho requerido para la calzada.
- n = Número de carriles.
- Rc = Radio de la curva circular.

La siguiente tabla muestra las dimensiones que corresponde a cada tipo de vehículo tipo rígido según su categoría. (Cárdenas, 2013)

Tabla 4

Dimensiones para el cálculo del sobreancho en los vehículos de tipo rígido

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

Fuente: (Cárdenas Grisales, 2013)

2.10 DISTANCIA DE VISIBILIDAD

De acuerdo a la normativa MTOP (2003) es la La capacidad de visibilidad es de importancia en la seguridad y eficiencia de la operación de vehículos en una carretera, de ahí que a la longitud de la vía que un conductor ve continuamente delante de él, se le llame distancia de visibilidad. (MTOP, 2003)

2.10.1 DISTANCIA DE VISIBILIDAD PARA LA PARADA DE UN VEHICULO

Se considera la mínima distancia de visibilidad (d) para la parada de un vehículo es igual a la suma de dos distancias; una, la distancia (d1) recorrida por el vehículo desde el instante en que el conductor avizora un objeto en el camino hasta la distancia (d2) de frenaje del vehículo, es decir, la distancia necesaria para que el vehículo pare completamente después de haberse aplicado los frenos. (MTOPI, 2003)

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

Donde:

d2 = distancia que recorre un vehículo hasta frenar por completo en el pavimento (m).

f = Es el factor de fricciones longitudinales.

VC = velocidad del auto antes de frenar (m/s).

P = Es el peso del automóvil.

g = aceleración por la gravedad (9.78 m/s).

2.10.2 EFECTOS DE LAS GRADIENTES

Se considera que las gradientes influyen en la distancia de visibilidad para la parada de un vehículo, en lo que se refiere a la distancia de frenaje. En este caso, la mencionada distancia está expresada por la siguiente fórmula: (MTOPI, 2003)

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

Donde:

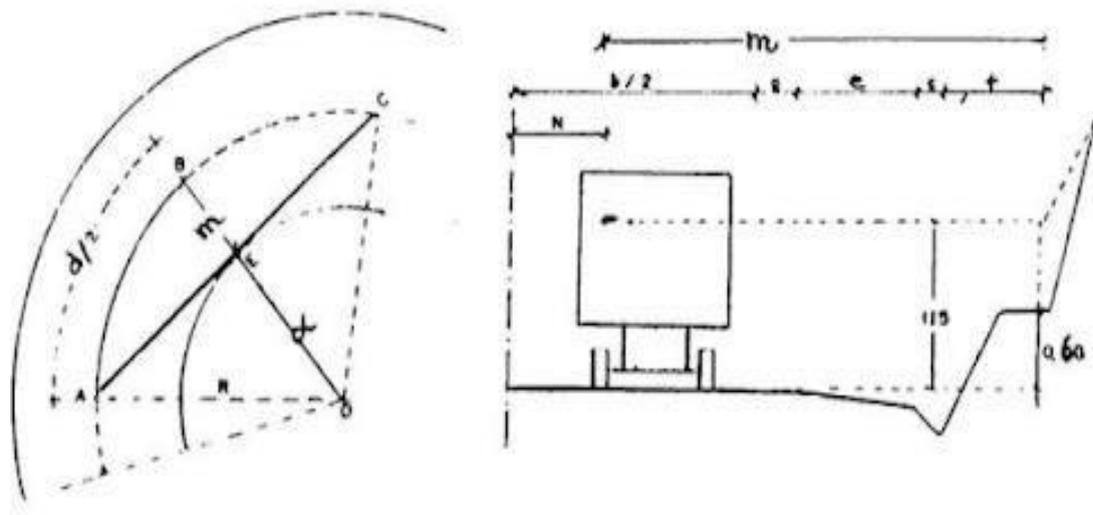
G = tanto por ciento del gradiente dividido para sacar 100 con el signo correspondiente; esto es, signo positivo para gradientes cuesta arriba y signo negativo para gradientes cuesta abajo. (MTOPI, 2003)

2.10.3 DISTANCIA DE VISIBILIDAD EN LAS CURVAS HORIZONTALES

La existencia de obstáculos laterales, tales como murallas, taludes en corte, edificios, etc., sobre el borde interno de las curvas, requiere la provisión de una adecuada distancia de visibilidad. (MTO, 2003)

Ilustración 10

Distancia de visibilidad en curvas horizontales



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

Del análisis del arco ABC, se desprende que el mismo representa la distancia de visibilidad de parada “d” y corresponde a la curva de radio R, que recorre al vehículo. Por otro lado, la recta AC representa la visual del conductor que pasará tangente al talud en el punto asumido a una altura de 1,15 m. sobre el nivel de la calzada. (MTO, 2003)

2.10.4 MEDIDA DE LA DISTANCIA DE VISIBILIDAD PARA PARADA

Línea de Visibilidad Vertical: se considera que la altura del objeto sobre la calzada debe ser igual a cero para la medida de la distancia de visibilidad para parada en condiciones de seguridad; o sea, la

superficie de la calzada debe ser visible al conductor a lo largo de dicha distancia. Sin embargo, por razones de economía reflejada en el acortamiento de curvas verticales, se recomienda adoptar una altura del objeto u obstáculo igual a 15 centímetros para la medida de esta distancia de visibilidad, como en el caso de las curvas verticales convexas. (MTO, 2003)

Línea de Visibilidad Horizontal: la distancia de visibilidad para parada se mide desde una altura de 1,15 metros para el ojo del conductor, hasta una altura de 15 centímetros para el objeto sobre la calzada. Se considera que la línea de visibilidad en el punto de obstrucción de la vista es 0,60 metros más alto que el nivel del centro del carril interno. (MTO, 2003)

2.10.4 DISTANCIA DE VISIBILIDAD LATERAL

El conductor debería tener la posibilidad de ver con tiempo en la vía a una persona que corra desde la acera hacia la calzada, o en intersecciones, ver al vehículo o tren que se acerca.

Fórmula para calcular la distancia mínima de visibilidad lateral

$$d_L = \frac{V_T}{V_V} D$$

- d_L = Distancia de Visibilidad lateral, (m)
- d = Distancia de Visibilidad para la parada de un vehículo, (m)
- V_T = Velocidad del transeúnte o del medio de transporte que circula por la vía que se intercepta (para una persona que corre se asume igual 10 Km/h)
- V_V = Velocidad de diseño del vehículo, Km/h

2.10.5 DISTANCIA DE VISIBILIDAD PARA EL REBASAMIENTO DEL VEHÍCULO

Para la visibilidad del rebasamiento se determina en base a la longitud de carretera necesaria para efectuar la maniobra de rebasamiento en condiciones de seguridad. Aunque puede darse el caso de múltiples rebasamientos simultáneos, no resulta práctico asumir esta condición; por lo general, se considera el caso de un vehículo que rebasa a otro únicamente. Usualmente, los valores de diseño para el rebasamiento son suficientes para facilitar ocasionalmente rebasamientos múltiples. (MTOPI, 2003)

Se considera 4 distancias para la visibilidad para el rebasamiento

d_1 = es la distancia recorrida por el vehículo rebasante en el tiempo de percepción/reacción y durante la aceleración inicial hasta alcanzar el carril izquierdo de la carretera. (MTOPI, 2003)

d_2 = es la distancia recorrida por el vehículo rebasante durante el tiempo que ocupa el carril izquierdo.

d_3 = es la distancia entre el vehículo rebasante y el vehículo que viene en sentido opuesto, al final de la maniobra. Asumir de 30 m a 90 m. (MTOPI, 2003)

d_4 = es la distancia recorrida por el vehículo que viene en sentido opuesto durante dos tercios del tiempo empleado por el vehículo rebasante, mientras usa el carril izquierdo; es decir, $2/3$ de d_2 . Se asume que la velocidad del vehículo que viene en sentido opuesto es igual a la del vehículo rebasante. (MTOPI, 2003)

La distancia de visibilidad para rebasamiento es igual a:

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

Donde:

- d_1, d_2, d_3, d_4 = distancias (m)
- t_1 = tiempo de la maniobra inicial (s)

- t_2 = tiempo durante el cual el vehículo rebasante ocupa el carril del lado izquierdo (s)
- V = velocidad promedio (km/h)
- m = diferencia de velocidades entre vehículos

2.10.6 DISTANCIA DE CRUCE

Se considera la distancia de visibilidad libre de obstáculos que requiere un conductor de un vehículo que está detenido en un cruce de carreteras para atravesar la vía perpendicular a su sentido de circulación cuando visualiza a un vehículo que viene en esa vía. (MTO, 2003)

2.11 DRENAJES PARA CARRETERAS

Pérez (2013) indica que los drenajes en las carreteras evitan que se produzca un daño a nivel estructural, geomecánica, en las presiones hídricas, y las supresiones del flujo. Para ello los drenajes deben cumplir con los siguientes procesos que son: recolección, conducción, evacuación y disposición del agua. Un adecuado diseño de drenajes en las carreteras permite que se brinde seguridad para quienes circulan y los habitantes de los alrededores. (Pérez, 2013)

2.11.1 DRENAJE SUPERFICIAL

El drenaje superficial tiene que ser muy efectivo para evacuar rápidamente las aguas de la superficie del pavimento y evitar que éstas se infiltren dentro de la estructura del mismo, ocasionándole daños que pueden ser considerables y de efectos inmediatos o a corto plazo. También previenen que el lodo o suciedades de las áreas no pavimentadas de la carretera penetren los lados del carril exterior de circulación, causando problemas de visibilidad de la línea de demarcación del borde separador entre el pavimento y sus hombros. (Ministerio de Asuntos Exteriores y de Cooperación, 2011)

Los canales de drenaje deben contruirse a los lados de las carreteras para conducir el agua hacia el drenaje transversal de la carretera (alcantarillas, bóvedas, cajas y puentes); así como alejarlas de la

carretera en concordancia con la topografía. El sistema de drenaje superficial está constituido por cunetas, contracunetas, cunetas centrales y alcantarilla en el caso de medianas, bordillos- cuneta y disipadores. También forman parte del sistema la evacuación de aguas subterráneas mediante sub-drenajes. Las cunetas y contracunetas son obras de drenaje que por su naturaleza quedan incluidas en la Sección Típica. (Ministerio de Asuntos Exteriores y de Cooperación, 2011)

- a) Cuentas: un canal se considera como un conducto abierto para la conducción de aguas. Las cunetas son canales que se construyen a ambos lados y paralelamente a la carretera, con el fin de drenar el agua de lluvia que cae sobre la misma y sobre las áreas de taludes. No resulta práctico aquí describir la sección transversal de la cuneta ya que esta es variable, así como sus dimensiones que pueden ser cualesquiera, siendo comunes las formas triangular, trapezoidal y cuadrada. La pendiente longitudinal de las cunetas generalmente es la misma que la de la subrasante, pero puede variar si las condiciones de drenaje así lo requieren. La profundidad de la cuneta se mide verticalmente, desde el extremo de la plataforma hasta el punto más bajo de su fondo. (Ministerio de Asuntos Exteriores y de Cooperación, 2011)
- b) Contracunetas: Son canales que se construyen en uno o ambos lados de la carretera, paralelamente a ella y fuera de los límites de construcción, con el fin de drenar el agua de lluvia que cae sobre las áreas contiguas a dichos límites. Algunas veces es importante construir las contracunetas perpendiculares a la pendiente máxima del terreno para la lograr una interceptación eficiente del escurrimiento laminar. Las contracunetas construidas en la parte superior de taludes de corte, deben de proveerse de un sistema adecuado para su descarga desde la parte superior hasta la cuneta o drenaje transversal correspondiente. (Ministerio de Asuntos Exteriores y de Cooperación, 2011)
- c) Sub-drenaje: se considera como el drenaje de aguas subterráneas, provenientes de taludes o debajo de la terracería; usualmente se construyen con tuberías perforadas,

geotextil y materiales pétreos para filtro, geo compuestos o simplemente de materiales pétreos (Drenaje Francés). Usualmente se construye debajo de la cuneta o del hombro para impedir que el agua subterránea llegue a las capas del pavimento. El subdrenaje se debe conectar a pozos de visita, tragantes y similares y se debe hacer la conexión o salida construyendo un cabezal apropiado. (Ministerio de Asuntos Exteriores y de Cooperación, 2011)

2.12 CUNETAS

Las cunetas son necesarias para el drenaje del camino. Su función primaria es coleccionar y conducir el agua superficial a lo largo del camino hasta drenarla sobrecauces naturales u obras de arte. Si no se diseñan, construyen y mantienen como traspasables, representan condiciones peligrosas del CDC. (Berardo, y otros, 2014)

Las cunetas traspasables se conforman con amplios y suaves lados y poca profundidad, lo que permite a los vehículos errantes atravesarlas sin ser violentamente redirigidos, volcados, o enganchados. (Berardo, y otros, 2014)

2.13 TALUDES

El talud de un corte o terraplén se presenta por la relación de la base a la altura de un triángulo rectángulo que tiene por hipotenusa el talud. (Muñoz, 2012)

La inclinación del talud depende de la clase de terreno y corresponde por lo menos al ángulo de reposo del material en que ha excavado el corte o con el cual se construye el terraplén. Además, pueden influir en el diseño del talud otros factores como la visibilidad, la apariencia de la carretera. (Muñoz, 2012)

2.14 PAVIMENTOS

Se refiere a la capa estructural construida sobre el terreno natural o sobre una base preparada, diseñada para soportar el tránsito de vehículos y proporcionar una superficie de rodadura adecuada y segura.

2.14.1 TIPOS DE PAVIMENTOS

2.14.1.1 PAVIMENTOS CON TRATAMIENTO SUPERFICIAL

Los tratamientos superficiales dobles o triples pueden ser utilizados como capas de revestimiento en carreteras de tráfico leve a medio. Se construyen mediante la aplicación de capas de ligante bituminoso sobre las cuales se conforman capas de materiales pétreos compactados, cuya granulometría debe ser rigurosamente controlada para satisfacer las exigencias de las especificaciones técnicas adoptadas en el proyecto. (Facultad de Ciencias y Tecnología San Simón, 2004)

2.14.1.2 PAVIMENTOS FLEXIBLES

Son aquellas que tienen un revestimiento asfáltico sobre una capa base granular. La distribución de tensiones y deformaciones generadas en la estructura por las cargas de rueda del tráfico, se da de tal forma que las capas de revestimiento y base absorben las tensiones verticales de compresión del suelo de fundación por medio de la absorción de tensiones cizallantes. En este proceso ocurren tensiones de deformación y tracción en la fibra inferior del revestimiento asfáltico, que provocara su fisuración por fatiga por la repetición de las cargas de tráfico. Al mismo tiempo la repetición de las tensiones y deformaciones verticales de compresión que actúan en todas las capas del pavimento producirán la formación de hundimientos en la trilla de rueda, cuando el tráfico tiende a ser canalizado, y la ondulación longitudinal de la superficie cuando la heterogeneidad del pavimento fuera significativa. (Facultad de Ciencias y Tecnología San Simón, 2004)

2.14.1.3 PAVIMENTOS RÍGIDOS

Son aquellos en los que la losa de concreto de cemento Portland (C.C.P.) es el principal componente estructural, que alivia las tensiones en las capas subyacentes por medio de su elevada resistencia a la flexión, cuando se generan tensiones y deformaciones de tracción de bajo la losa producen su fisuración por fatiga, después de un cierto número de repeticiones de carga. La capa inmediatamente inferior a las losas de C.C.P. denominada subbase, por esta razón, puede ser constituida por materiales cuya capacidad de soporte sea inferior a la requerida por los materiales de la capa base de los pavimentos flexibles. (Facultad de Ciencias y Tecnología San Simón, 2004)

2.14.1.4 PAVIMENTOS SEMIRRÍGIDOS

En términos amplios, un pavimento semirrígido o compuesto es aquel en el que se combinan tipos de pavimentos diferentes, es decir, pavimentos “flexibles” y pavimentos “rígidos”, normalmente la capa rígida está por debajo y la capa flexible por encima. Es usual que un pavimento compuesto comprenda una capa de base de concreto o tratada con cemento portland junto con una superficie de rodadura de concreto asfáltico. La estabilidad de suelos por medio de ligantes hidráulicos (cemento portland) permite que se obtengan materiales con capacidad de soporte suficiente para construir capas para base en pavimentos sujetos a cargas pesadas como ser camiones o aeronaves. (Facultad de Ciencias y Tecnología San Simón, 2004)

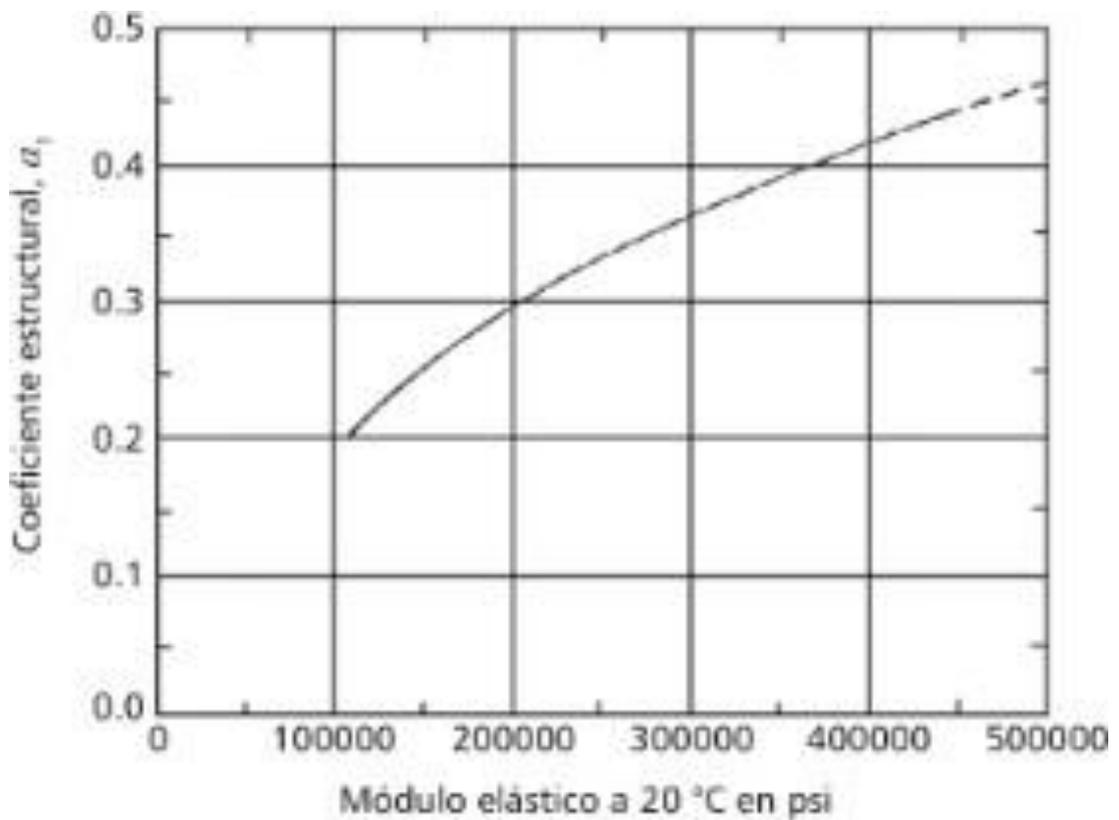
2.14.1.5 PAVIMENTO FLEXIBLE (MÉTODO AASHTO93)

- **Subrasante:** Es la capa sobre la cual se soporta o cimenta la estructura del pavimento (terreno natural de cimentación o de explanación en una vía). Debe soportar en última instancia las cargas producidas por el tránsito, presentar un comportamiento adecuado ante la acción del medio ambiente y suministrar apoyo uniforme a la estructura del pavimento. (Rondón, 2015)

- **Transito (W18):** se caracteriza a través del número de ejes equivalentes de 8.2 toneladas que circulan en el carril y el periodo de diseño. El subíndice 18 significa la masa del eje simple equivalente en Kips. (Rondón, 2015)
- **Propiedades mecánicas de los materiales:** el parámetro mecánico con el cual se caracteriza los materiales es el módulo resiliente en psi. Sin embargo, para el diseño y dimensionamiento del espesor de las capas del pavimento. (Rondón, 2015)

Ilustración 11

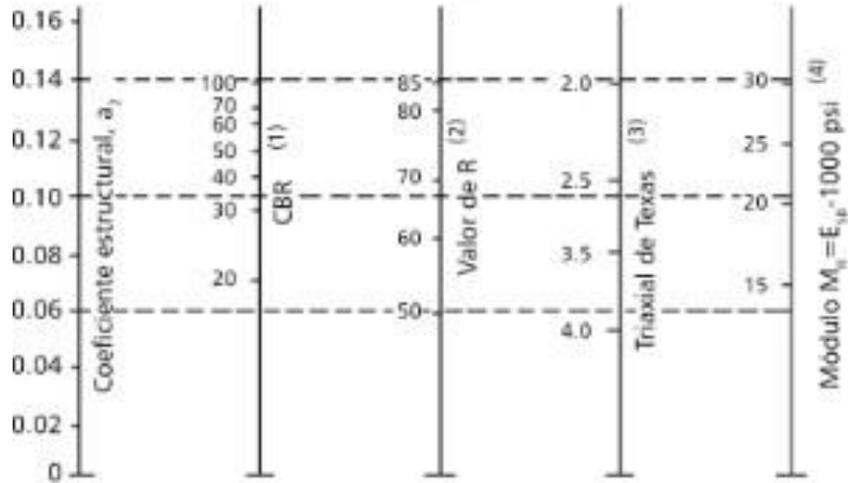
Coefficiente estructural a_1 para mezclas de concreto asfáltico



Fuente: (AASHTO, 1993)

Ilustración 12

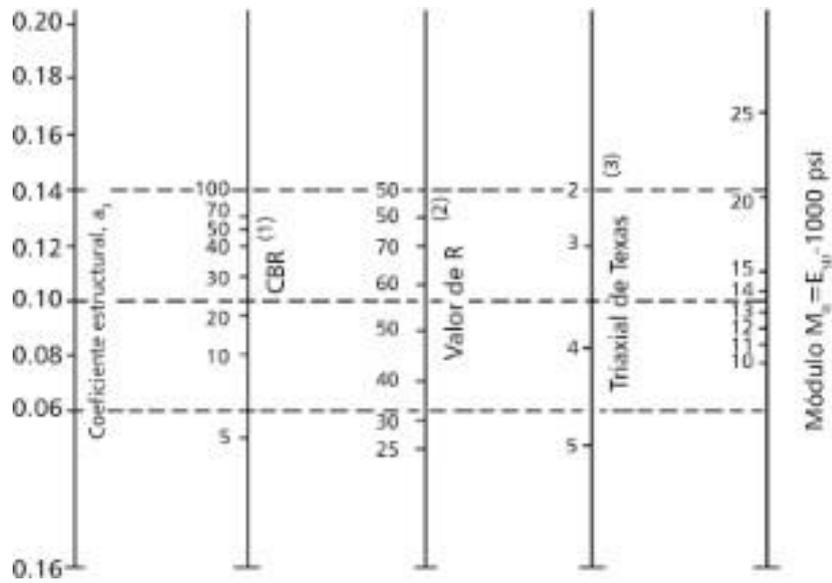
Coefficiente estructural a_2 para base granular no tratada



Fuente: (AASHTO, 1993)

Ilustración 13

Coefficiente estructural a_3 para subbase granular no tratada



Fuente: (AASHTO, 1993)

- **Serviciabilidad:** este índice comprende al estado inicial y final de serviciabilidad del pavimento que se diseñará y construirá. A pesar de ser un parámetro bastante subjetivo, el estado de

serviciabilidad se evalúa de manera cuantitativa asignando un valor entre 0 y 5, donde 5 es el máximo valor, asumiendo que el pavimento se encuentra en perfecto esta de serviciabilidad. (Rondón, 2015)

Tabla 5

Serviciabilidad final P_f

| 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: (AASHTO, 1993)

Ecuación:

$$\Delta PSI = P_o - P_t$$

- Condiciones ambientales y drenaje: los coeficientes de drenaje para las capas de base y subbase se seleccionan de acuerdo con las características del material, la calidad del drenaje y el porcentaje de tiempo en que la estructura del pavimento está expuesta a niveles de humedad próxima a la saturación. Este porcentaje de tiempo se calcula como la relación entre el número de días promedio que llueve en la zona donde se construirá la estructura del pavimento y los 365 días del año. El subíndice $i = 2$ corresponde a la capa granular no tratada de base si es estructura flexible o una base estabilizada con cementante hidráulico si es una estructura semirrígida, $ci = 3$ a la capa granular no tratada de subbase. El coeficiente de drenaje m_1 (capa asfáltica) se considera igual a 1.0 o superior ya que se supone la capa estabilizada como impermeable. (Rondón, 2015)

Tabla 6

Calidad de drenaje

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

Fuente: (AASHTO, 1993)

Tabla 7 Valores de m_1

| 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)

- Confiabilidad (R): tiene en cuenta el grado de incertidumbre que se presenta durante la estimación de las variables de diseño. Para entender este parámetro hay que señalar que la confiabilidad es contraria a la probabilidad de falla. Así, si R tiende a un valor de 100%, significa que el diseñador está introduciendo una probabilidad de falla tendiente a 0% al diseño, y en este punto el espesor de las capas del pavimento alcanzara su mayor valor debido a que el factor de seguridad es el más alto posible. Adicionalmente, es importante dar a conocer que a partir de un valor R superior al 50% es que el método de diseño introduce un factor de seguridad. (Rondón, 2015)

Tabla 8

Niveles de confiabilidad R recomendados

| Tipo de camino | Zona urbana | Zona rural |
|-----------------------------------|-------------|------------|
| Rutas interestatales y autopistas | 85 – 99.9 | 80 – 99.9 |
| Arterias principales | 80 – 99 | 75 – 99 |
| Colectoras | 80 – 95 | 75 – 95 |
| Locales | 50 – 80 | 50 – 80 |

Fuente: (AASHTO, 1993)

2.14.2 DETERMINACION DEL CBR (%)

También denominado ensayo de relación de soporte, es el procedimiento por medio del cual mediante pruebas de laboratorio y bajo condiciones de humedad y densidad controlada se puede medir la resistencia al corte de un suelo en el estado en que este se encuentre en ese momento. (Botía, 2015)

El método de CBR es normalmente utilizado para analizar materiales cuyo diámetro máximo de partículas es de $\frac{3}{4}$ ", existiendo metodologías adicionales para los casos en los cuales no se cumpla con este tipo de granulometría, pero debido a que dichos métodos no forman parte del alcance de este manual, no se detallara sobre los mismos. (Botía, 2015)

En el diseño de pavimentos flexibles utilizados en las diferentes obras de infraestructura vial, el método del CBR se convierte en pieza clave en la búsqueda de evaluar la resistencia potencial de los materiales utilizados en la base y subbase de las estructuras y además de esto, brindando información sobre la expansión esperada en el suelo bajo la estructura de pavimento cuando el suelo se satura e indicando la pérdida de resistencia debida a la saturación en el campo. A continuación, se presenta una tabla donde con base a los valores de CBR se establece una clasificación general para el suelo. (Botía, 2015)

Tabla 9

Clasificación de suelos CBR

| Valor CBR | Clasificación General | Usos |
|-----------|-----------------------|---------------|
| 0--3 | Muy Pobre | Subrasante |
| 3--7 | Pobre a Regular | Subrasante |
| 7--20 | Regular | Sub-base |
| 20--50 | Bueno | Base, Subbase |
| >50 | Excelente | Base |

Fuente: Manual de laboratorio de suelos. Joseph Bowles

Este ensayo tiene como objetivo medir cuánto resisten los suelos a ser penetrados y cuánto peso pueden soportar, estimando las fuerzas que pueden cortar el suelo según su humedad y densidad. Para realizar la prueba, se golpea la superficie del suelo con un martillo estándar usando un cilindro específico según las normas de AASHTO. Después de obtener los resultados, se comparan para decidir cómo se puede utilizar mejor el suelo que se ha probado. (Botía, 2015)

Tabla 10

Clasificación de suelo a través de CBR.

| %CBR | Clasificación | Uso |
|--------|-----------------|---------------|
| 45414 | Muy mala | Subrasante |
| 45509 | Mala | Subrasante |
| 44044 | Regular – Buena | Subrasante |
| 20-30 | Buena | Subrasante |
| 30-60 | Buena | Sub-Base |
| 60-80 | Muy Buena | Sub-Base Base |
| 80-100 | Excelente | Base |

Fuente: (Castro 2013)

CAPÍTULO III

3 METODOLOGÍA

3.1 MATERIALES Y EQUIPO

3.1.1 FLEXÓMETRO

Es un dispositivo de medición que consta de una banda metálica delgada, flexible y auto enrollable dentro de una carcasa de metal o plástico y equipado con un freno o sistema de bloqueo de banda para fijar la medición.

Ilustración 14

Flexómetro



Fuente: elaboración propia

3.1.2 PINTURA

La pintura o spray se puede aplicar en la parte superior de cada hito que indica el centro y se puede poner la numeración de cada hito para poderlos distinguir.

3.1.3 HITOS

Se trata de monumentos que ayudan a identificar un punto del relieve. Se utilizan para marcar una marca permanente que permite indicar una dirección, ubicación geográfica o una distancia específica. Por lo general, los hitos se utilizan para ubicar topográficamente una pieza en caso de que se quiera modificarla o topográficamente (normalmente por deformaciones o cuestiones legales), y los hitos siempre están orientados al norte.

Ilustración 15

Hito



Fuente: elaboración propia

3.1.4 RTK

Se trata de un sistema de posicionamiento y navegación que proporciona precisión centimétrica a la aeronave en la que se instala.

Se utilizó el RTK para la recolección de información de los siguientes datos: alcantarillas, postes, ejes de vía, topografía y cunetas. Para la metodología se colocó el RTK en los hitos colocados con el propósito de mejorar la precisión de posicionamiento. Se pasó los datos obtenidos al Civil 3D.

Ilustración 16

RTK



Fuente: elaboración propia

3.1.5 RADIOS DE COMUNICACIÓN

Mediante los radios es posible la transmisión de señales, por ende, es muy importante tenerlos para poder comunicarnos y dar señales de donde ubicarnos para tomar los puntos.

Ilustración 17

Radio



Fuente: elaboración propia

3.1.6 COMPUTADORA

En este proyecto, resulta fundamental contar con un equipo informático, dado que nos capacita para procesar de manera eficiente la información recolectada durante el levantamiento topográfico y llevar a cabo los cálculos indispensables para el diseño. Además, nos permite analizar y visualizar datos, así como ejecutar operaciones matemáticas necesarias para mejorar la optimización del proyecto.

3.2 RECOPIACIÓN DE INFORMACIÓN

3.2.1 ANÁLISIS

Para la recolección de datos se realizó varias visitas técnicas a girón el fin de estas visitas fue el realizar el levantamiento topográfico utilizando la estación y el RTK, analizando las condiciones de la vía.

3.2.2 PROCESO EN CAMPO

- Colocación de una cámara para el conteo vehicular.
- Realización de hitos
- Estación y RTK

3.2.3 UBICACIÓN DEL PROYECTO

La vía está ubicada en la parroquia de Girón, en la vía Girón – Rio Curiquingue, actualmente cuenta con una longitud total de 21 km y su capa es de rodadura es lastre, la cual se delimito en tramos de 2.14 km. Para realizar el diseño se tomará un punto inicial y se irán colocando hitos para una mayor precisión de la vía.

Ilustración 18

Zona de estudio, vía Girón - Curiquingue. Tramo 12+840 - 14+980



Fuente: Google Eart

Coordenadas del proyecto:

Tabla 11

Coordenadas del proyecto

| Descripción | Coordenada Este (m) | Coordenada Este (m) |
|-------------|------------------------|------------------------|
| Inicio | 707625.00 m E | 709222.00 m E |
| Fin | 9644953.00 m S | 9645471.00 m S |

Fuente: elaboración propia

4 CONTEO VEHICULAR

4.1 CÁLCULO DEL TPDA

El registro para realizar el conteo vehicular se realizó colocando una cámara en la entrada principal de la vía y se llevó un registro diario durante una semana en un lapso de 7 días 24 horas.

Con el objetivo de registrar el flujo vehicular y así clasificar los vehículos que transitan diariamente por la vía, se aplicó las normativas correspondientes MTOP y AASHTO, con estas normativas se obtiene el flujo de vehículos diarios y el cálculo del TPD.

Tabla 12

Conteo Vehicular

| CONTEO | | | | | | | | | |
|----------------|--------------|--------------------|-----------|------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|
| | No. día | HP | Hora Pico | día | Fh | F d | Fs | Fm | FTPDA |
| Domingo | día 1 | 07H45 08H45 | 6 | 85 | 4,5647059 | 1,0000000 | 1,1071429 | 0,9105638 | 4,6017902 |
| Lunes | día 2 | 15H00 16H00 | 36 | 208 | 1,8653846 | 1,0000000 | 1,1071429 | 0,9105638 | 1,8805393 |
| Martes | día 3 | 12H00 13H00 | 37 | 173 | 2,2427746 | 1,0000000 | 1,1071429 | 0,9105638 | 2,2609952 |
| Miércoles | día 4 | 17H30 18H30 | 39 | 268 | 1,4477612 | 1,0000000 | 1,1071429 | 0,9105638 | 1,4595230 |
| Jueves | día 5 | 11H30 12H30 | 47 | 341 | 1,1378299 | 1,0000000 | 1,1071429 | 0,9105638 | 1,1470738 |
| Viernes | día 6 | 11H30 12H30 | 49 | 388 | 1,0000000 | 1,0000000 | 1,1071429 | 0,9105638 | 1,0081242 |
| Sábado | día 7 | 07H45 08H45 | 13 | 83 | 4,6746988 | 1,0000000 | 1,1071429 | 0,9105638 | 4,7126768 |

Fuente: elaboración propia

Al término del conteo vehicular, se observó que el día viernes tuvo un flujo mayor con un volumen de 388 vehículos.

4.2 CÁLCULO DEL FACTOR HORARIO

El factor horario corresponde a las 24 horas que se realizó el conteo.

$$Fh = \frac{24}{24} = 1$$

4.3 FACTOR DIARIO

Se obtuvo el factor diario al dividir el número de días contados entre 7.

$$Fd = \frac{7}{7} = 1$$

4.4 FACTOR SEMANAL

Esto se obtuvo mediante el cálculo de los factores de ajustes semanal, según los resultados obtenidos el valor es de 1.107142857.

Tabla 13

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 | | |
| Fs = | 1,10714286 | | |

Fuente: elaboración propia

4.5 FACTOR MENSUAL

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

Tabla 14

Determinación del factor semanal

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

Fuente: elaboración propia

El factor mensual será:

$$Fm: 0.910564$$

4.6 CÁLCULO DEL TPDA

Después de obtener el factor de ajuste mensual (0.910564) se calculó el factor para el TPDA.

$$TPDA = T_0 * Fh * Fd * Fs * Fm$$

$$TPDA_{2023} = 388 * 1.00 * 1.00 * 1.10714286 * 0.910564$$

$$TPDA_{2023} = 391.1521719$$

Tabla 15

Tráfico observado

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

Fuente: elaboración Propia

Tabla 16

Corrección de tráfico observado

| CORRECCION DE TRAFICO OBSERVADO EN LA INTERSECCION | | | | | |
|--|------------|----------|------------|----------|------------|
| | E1 | E2 | E3 | E4 | SUMA |
| L | 182 | 0 | 180 | 0 | 302 |
| B | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 2E | 8 | 0 | 3 | 0 | 11 |
| 3E | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 4E-6E | 5 | 0 | 12 | 0 | 17 |
| TOTAL | 196 | 0 | 196 | 0 | 330 |

Fuente: elaboración Propia

4.7 PROYECCIÓN DEL TRAFICO

La capacidad de carga de un pavimento está estrechamente ligada al volumen y tipo de tráfico previsto, lo que facilita el diseño de estructuras capaces de soportar cargas sin sufrir desgaste prematuro. Pronosticar el tráfico a lo largo de la vida útil de un pavimento es crucial para evaluar el deterioro y desarrollar soluciones duraderas y rentables. Este enfoque ayuda a evitar tanto la sobre construcción como el dimensionamiento insuficiente, lo que conduce a superficies de carreteras más rentables y eficientes en términos de costes de construcción y mantenimiento. Además, la proyección

del tráfico influye en la selección de materiales de pavimento que puedan resistir cargas específicas, promoviendo así la seguridad vial al reducir los riesgos de desgaste prematuro y otros problemas. En última instancia, la anticipación del tráfico es esencial para la planificación a largo plazo de la infraestructura vial, permitiendo prepararse para futuras demandas y posibles aumentos en el volumen de tráfico.

Tabla 17

Proyección de vehículos según modelo logístico

| AÑO | POBLACION GIRON | VEHICULOS LIVIANOS | Tm | Y=Ln(Ts/Tm -1) | Tm AJUSTADO | VEH. AJUSTADO. LIVIANOS |
|------------|----------------------------|-------------------------------|-----------|---------------------------|------------------------|--|
| 1969 | 32.699 | 1 | 0,03 | 10,77 | 2,41 | 79 |
| 1970 | 33.074 | 1 | 0,03 | 10,78 | 3,56 | 118 |
| 1971 | 33.449 | 1 | 0,03 | 10,79 | 5,26 | 176 |
| 1972 | 33.824 | 1 | 0,03 | 10,80 | 7,77 | 263 |
| 1973 | 34.199 | 1 | 0,03 | 10,81 | 11,46 | 392 |
| 1974 | 34.574 | 1 | 0,03 | 10,82 | 16,89 | 584 |
| 1975 | 34.666 | 1 | 0,03 | 10,83 | 24,86 | 862 |
| 1976 | 34.757 | 1 | 0,03 | 10,83 | 36,48 | 1.268 |
| 1977 | 34.849 | 1 | 0,03 | 10,83 | 53,33 | 1.858 |
| 1978 | 34.940 | 1 | 0,03 | 10,83 | 77,54 | 2.709 |
| 1979 | 35.032 | 1 | 0,03 | 10,84 | 111,85 | 3.918 |
| 1980 | 35.123 | 1 | 0,03 | 10,84 | 159,60 | 5.605 |
| 1981 | 35.215 | 1 | 0,03 | 10,84 | 224,30 | 7.899 |

| | | | | | | |
|------|--------|----|------|-------|---------|--------|
| 1982 | 35.306 | 1 | 0,03 | 10,84 | 308,95 | 10.908 |
| 1983 | 32.542 | 1 | 0,03 | 10,76 | 414,75 | 13.497 |
| 1984 | 29.777 | 1 | 0,03 | 10,67 | 539,64 | 16.069 |
| 1985 | 27.013 | 1 | 0,04 | 10,58 | 677,52 | 18.302 |
| 1986 | 24.249 | 1 | 0,04 | 10,47 | 818,94 | 19.858 |
| 1987 | 21.484 | 1 | 0,05 | 10,35 | 953,45 | 20.484 |
| 1988 | 18.720 | 1 | 0,05 | 10,21 | 1072,50 | 20.077 |
| 1989 | 15.955 | 1 | 0,06 | 10,05 | 1171,35 | 18.689 |
| 1990 | 13.191 | 1 | 0,08 | 9,86 | 1249,16 | 16.478 |
| 1991 | 13.136 | 1 | 0,08 | 9,85 | 1307,88 | 17.180 |
| 1992 | 13.080 | 1 | 0,08 | 9,85 | 1350,80 | 17.669 |
| 1993 | 13.025 | 1 | 0,08 | 9,85 | 1381,43 | 17.993 |
| 1994 | 12.970 | 1 | 0,08 | 9,84 | 1402,94 | 18.196 |
| 1995 | 12.915 | 1 | 0,08 | 9,84 | 1417,85 | 18.311 |
| 1996 | 12.859 | 1 | 0,08 | 9,83 | 1428,12 | 18.365 |
| 1997 | 12.804 | 1 | 0,08 | 9,83 | 1435,14 | 18.376 |
| 1998 | 12.749 | 1 | 0,08 | 9,82 | 1439,92 | 18.357 |
| 1999 | 12.694 | 1 | 0,08 | 9,82 | 1443,17 | 18.319 |
| 2000 | 12.638 | 1 | 0,08 | 9,82 | 1445,38 | 18.267 |
| 2001 | 12.583 | 1 | 0,08 | 9,81 | 1446,87 | 18.206 |
| 2002 | 12.586 | 1 | 0,08 | 9,81 | 1447,89 | 18.223 |
| 2003 | 12.588 | 1 | 0,08 | 9,81 | 1448,57 | 18.235 |
| 2004 | 12.591 | 1 | 0,08 | 9,81 | 1449,03 | 18.245 |
| 2005 | 12.594 | 30 | 2,38 | 6,41 | 2,41 | 30 |
| 2006 | 12.596 | 60 | 4,76 | 5,72 | 3,56 | 45 |

| | | | | | | |
|------|--------|------------------------|-------------------|-------|---------|--------|
| 2007 | 12.599 | 90 | 7,14 | 5,31 | 5,26 | 66 |
| 2008 | 12.602 | 120 | 9,52 | 5,02 | 7,77 | 98 |
| 2009 | 12.604 | 160 | 12,69 | 4,73 | 11,46 | 144 |
| 2010 | 12.607 | 220 | 17,45 | 4,41 | 16,89 | 213 |
| 2011 | 12.572 | 250 | 19,89 | 4,28 | 24,86 | 312 |
| 2012 | 12.536 | 300 | 23,93 | 4,09 | 36,48 | 457 |
| 2013 | 12.501 | 400 | 32,00 | 3,79 | 53,33 | 667 |
| 2014 | 12.465 | 500 | 40,11 | 3,56 | 77,54 | 967 |
| 2015 | 12.430 | 1.000 | 80,45 | 2,83 | 111,85 | 1.390 |
| 2016 | 12.395 | 2.000 | 161,36 | 2,08 | 159,60 | 1.978 |
| 2017 | 12.359 | 4.300 | 347,92 | 1,15 | 224,30 | 2.772 |
| 2018 | 12.324 | 5.400 | 438,18 | 0,84 | 308,95 | 3.807 |
| 2019 | 12.288 | 6.000 | 488,27 | 0,68 | 414,75 | 5.097 |
| 2020 | 12.253 | 7.500 | 612,10 | 0,31 | 539,64 | 6.612 |
| 2021 | 12.217 | 8.000 | 654,80 | 0,19 | 677,52 | 8.278 |
| 2022 | 12.182 | 9.450 | 775,73 | -0,14 | 818,94 | 9.976 |
| 2023 | 12.147 | | | | 953,45 | 11.581 |
| 2024 | 12.111 | a = | 6,400 | | 1072,50 | 12.989 |
| 2025 | 12.076 | | | | 1171,35 | 14.145 |
| 2026 | 12.040 | b = | -0,392 | | 1249,16 | 15.040 |
| 2027 | 12.005 | | | | 1307,88 | 15.701 |
| 2028 | 11.970 | r = | 0,9870 | | 1350,80 | 16.168 |
| 2029 | 11.934 | | | | 1381,43 | 16.486 |
| 2030 | 11.899 | r² = | 0,97407994 | | 1402,94 | 16.693 |
| 2031 | 11.863 | | | | 1417,85 | 16.820 |

| | | | | | |
|------|--------|---------------------------|-------------|---------|--------|
| 2032 | 11.828 | Ts = | 1450 | 1428,12 | 16.892 |
| 2033 | 11.792 | | | 1435,14 | 16.924 |
| 2034 | 11.757 | Y = | a+bt | 1439,92 | 16.929 |
| 2035 | 11.722 | | | 1443,17 | 16.916 |
| 2036 | 11.686 | Y = 6,400 -0,392 t | | 1445,38 | 16.891 |
| 2037 | 11.651 | | | 1446,87 | 16.857 |
| 2038 | 11.615 | | | 1447,89 | 16.818 |
| 2039 | 11.580 | | | 1448,57 | 16.774 |
| 2040 | 11.545 | | | 1449,03 | 16.728 |
| 2041 | 11.509 | | | 1449,35 | 16.681 |
| 2042 | 11.474 | | | 1449,56 | 16.632 |
| 2043 | 11.438 | | | 1449,70 | 16.582 |

Fuente: elaboración propia

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

Tabla 18

Tasa de crecimiento

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

Fuente: elaboración propia

Tabla 19

TPDA años de interés del proyecto

| VEHICULOS | TPDA 2029 | TPDA 2029 | TPDA 2034 | TPDA 2039 | TPDA 2044 | TPDA 2049 | TPDA 2054 |
|------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|
| L | 407 | 517 | 531 | 526 | 518 | 514 | 511 |
| B | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| E2 | 11 | 11 | 11 | 11 | 10 | 10 | 10 |
| E3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| E4 - E6 | 17 | 17 | 17 | 16 | 16 | 16 | 16 |
| TOTAL | 435 | 544 | 558 | 553 | 545 | 541 | 537 |

Fuente: elaboración propia

El resultado obtenido del TPDA para un periodo de diseño de 20 años, es de 545 vehículos, por ende, en la tabla de “clasificación de carreteras en función del tráfico proyectado” la vía se encuentra en la clase III de 300 hasta 1000 vehículos.

4.8 CÁLCULO DEL ESALS

Parámetro del tránsito W18 en el carril del diseño

$$W18 = DD * DL * W18$$

Donde:

W18: Tránsito acumulado en el primer año, ejes equivalentes sencillos de 8,2 toneladas.

DD: factor de distribución direccional, se recomienda en un 50% para la mayoría de carreteras.

W18: ejes equivalentes acumulados en ambas direcciones.

DL: factor de distribución por carril.

Dado que es necesario determinar el número de ejes correspondiente a 8,2 toneladas, la capacidad de carga equivalente para el número de ejes calculada según el modelo de vehículo se muestra en la Tabla 15.

Tabla 20

Factor de distribución de carriles

| FACTOR DE CARRIL | | |
|-------------------------|------------------|-------------|
| Núm. Carriles | Factor de carril | Rango |
| 1 | 1,00 | 1 |
| 2 | 0,90 | 0,8 - 1,00 |
| 3 | 0,70 | 0,60 - 0,80 |
| 4 | 0,60 | 0,50 - 0,75 |

Fuente: elaboración propia

Se realiza la elaboración de la tabla de proyecciones del ESALS, el W18 acumulado representa la suma total de, los vehículos presentes por año.

El W18 de los carriles se obtiene dividiendo el W18 acumulado por el porcentaje del número de carriles presentes.

Tabla 21

Cálculo del número de ejes equivalentes

| CALCULO DEL NUMERO DE EJES EQUIVALENTES A 8.2 TONS | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|--|--------------|--------|----------------|---------------|--------------------------|-------|-------|----------------|---------------|----------|-----|-------|-------|-----|-----|-----|-----------------|-----------------|-----------|---------------|
| CALCULO AV | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| AÑO | %Crecimiento | | | | TRANSITO PROMEDIO DIARIO | | | | | CAMIONES | | | | | | | W ₁₈ | W ₁₈ | | |
| | AUTOS | BUSES | CAMION LIVIANO | CAMION PESADO | TPD TOTAL | AUTOS | BUSES | CAMION LIVIANO | CAMION PESADO | 2DA | 2DB | 3 - A | 4 - C | 2S2 | 2R3 | 3S2 | 3R3 | 3S3 | Acumulado | Carril Diseño |
| | | | | | | | 1,57% | | | | | | | | | | | | | |
| 2024 | 0,00% | 0,00% | 0,00% | 0,00% | 751 | 725 | 0 | 2 | 24 | 2 | 8 | 0 | 5 | 1 | 4 | 1 | 1 | 4 | 51.670 | 23.252 |
| 2025 | 12,16% | -0,29% | -0,29% | -0,29% | 839 | 813 | 0 | 2 | 24 | 2 | 14 | 7 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 86.410 | 38.884 |
| 2026 | 8,90% | -0,29% | -0,29% | -0,29% | 911 | 885 | 0 | 2 | 24 | 2 | 14 | 7 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 121.148 | 54.516 |
| 2027 | 6,33% | -0,29% | -0,29% | -0,29% | 967 | 942 | 0 | 2 | 24 | 2 | 13 | 7 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 154.241 | 69.408 |
| 2028 | 4,39% | -0,29% | -0,29% | -0,29% | 1.009 | 983 | 0 | 2 | 24 | 2 | 13 | 7 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 187.333 | 84.300 |
| 2029 | 2,98% | -0,30% | -0,30% | -0,30% | 1.038 | 1.012 | 0 | 2 | 24 | 2 | 13 | 7 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 220.423 | 99.190 |
| 2030 | 1,97% | -0,30% | -0,30% | -0,30% | 1.058 | 1.032 | 0 | 2 | 24 | 2 | 13 | 7 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 253.513 | 114.081 |
| 2031 | 1,26% | -0,30% | -0,30% | -0,30% | 1.070 | 1.045 | 0 | 2 | 24 | 2 | 13 | 7 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 286.601 | 128.970 |
| 2032 | 0,76% | -0,30% | -0,30% | -0,30% | 1.078 | 1.053 | 0 | 2 | 23 | 2 | 13 | 7 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 319.688 | 143.860 |
| 2033 | 0,42% | -0,30% | -0,30% | -0,30% | 1.083 | 1.057 | 0 | 2 | 23 | 2 | 13 | 7 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 352.774 | 158.748 |
| 2034 | 0,19% | -0,30% | -0,30% | -0,30% | 1.085 | 1.059 | 0 | 2 | 23 | 2 | 13 | 7 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 385.858 | 173.636 |
| 2035 | 0,03% | -0,30% | -0,30% | -0,30% | 1.085 | 1.060 | 0 | 2 | 23 | 2 | 13 | 7 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 418.941 | 188.524 |
| 2036 | -0,08% | -0,30% | -0,30% | -0,30% | 1.084 | 1.059 | 0 | 2 | 23 | 2 | 13 | 7 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 452.023 | 203.411 |
| 2037 | -0,15% | -0,30% | -0,30% | -0,30% | 1.082 | 1.057 | 0 | 2 | 23 | 2 | 13 | 7 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 485.104 | 218.297 |
| 2038 | -0,20% | -0,30% | -0,30% | -0,30% | 1.080 | 1.055 | 0 | 2 | 23 | 2 | 13 | 7 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 518.184 | 233.183 |
| 2039 | -0,23% | -0,30% | -0,30% | -0,30% | 1.078 | 1.053 | 0 | 2 | 23 | 2 | 13 | 7 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 551.262 | 248.068 |
| 2040 | -0,26% | -0,30% | -0,30% | -0,30% | 1.075 | 1.050 | 0 | 2 | 23 | 2 | 13 | 7 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 584.340 | 262.953 |
| 2041 | -0,27% | -0,31% | -0,31% | -0,31% | 1.072 | 1.047 | 0 | 2 | 23 | 2 | 13 | 7 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 617.416 | 277.837 |
| 2042 | -0,29% | -0,31% | -0,31% | -0,31% | 1.069 | 1.044 | 0 | 2 | 23 | 2 | 13 | 7 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 650.490 | 292.721 |
| 2043 | -0,29% | -0,31% | -0,31% | -0,31% | 1.066 | 1.041 | 0 | 2 | 23 | 2 | 13 | 7 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 683.564 | 307.604 |
| 2044 | -0,30% | -0,31% | -0,31% | -0,31% | 1.063 | 1.038 | 0 | 2 | 23 | 2 | 13 | 7 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 716.636 | 322.486 |

Fuente: elaboración propia

Resultado de la proyección para el año 2044 de 716636 y se divide para el carril de diseño se obtiene un total de 322486.

4.9 DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE

Una vez obtenido los resultados de la ESALS, se realiza el diseño de pavimento flexible utilizando la normativa AASHTO.

$$ESALS_{2024} = 322\ 486$$

4.9.1 DATOS PARA EL DISEÑO DEL PAVIMENTO FLEXIBLE

Para realizar el diseño del pavimento, se obtuvo el índice de soporte CALIFORNIA BEARING RATIO (CBR) de 7%.

Tabla 22

Datos del diseño

| DATOS | | | |
|--------------------------|--------------|--------|-----|
| CALIFORNIA BEARING RATIO | CBR = | 7 | % |
| Proyección a 20 años | W18= | 322486 | Hab |

Fuente: elaboración propia

4.9.2 PARÁMETROS DE CONFIABILIDAD

Se emplea la tabla de la AASHTO 93, parámetros de confiabilidad.

De acuerdo a la normativa AASHTO para el tipo de carreteras colectoras ocuparemos un parámetro de $R = 90$

Tabla 23

Niveles de confiabilidad

| Tipo de camino | Confiabilidad recomendada | |
|-----------------------------------|----------------------------------|-------------------|
| | Zona urbana | Zona Rural |
| Rutas interestatales y autopistas | 85-99.9 | 80-99.9 |
| Arterias principales | 80-99 | 75-99 |
| Colectoras | 80-95 | 75-95 |
| Locales | 50-80 | 50-80 |

Fuente: (AASHTO, 1993)

Para determinar el Z_r utilizamos la siguiente tabla:

Tabla 24

Relación de confiabilidad y el valor de Zr

| Confiabilidad, % | Desviación normal estándar, Z _r |
|------------------|--|
| 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, 1993)

Desviación normal estándar Z_R: 1.282

Tabla 25

Determinación del S_o

| Proyecto de pavimento | Desviación estándar, S _o | |
|-----------------------|-------------------------------------|-------------|
| | Flexible | Rígido |
| | 0.40 – 0.50 | 0.30 – 0.40 |
| Construcción nueva | 0.45 | 0.35 |
| Sobrecapas | 0.50 | 0.40 |

Fuente: (AASHTO, 1993)

Como es una construcción nueva se toma el valor de 0.45.

4.9.3 CÁLCULO DEL MÓDULO RESILIENTE

Se rige mediante la normativa AASHTO 93, propone la siguiente condición.

$$Mr (PSI) = 1500 * CBR \text{ para } CBR < 10\%$$

CBR = 7% cumple la condición establecida.

$$Mr = 1500 * CBR$$

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

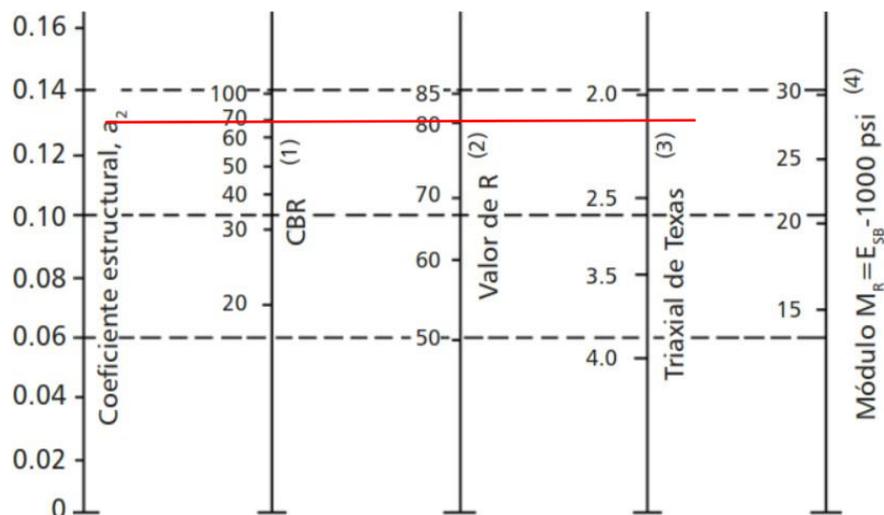
4.9.4 CÁLCULO DE MÓDULO RESILIENTE Y COEFICIENTES ESTRUCTURALES

- **Modulo resiliente de la capa de Base**

Para calcular el módulo de resiliente se toma el valor de CBR de bases mayores o iguales al 80% (MTO, 2003).

Ilustración 19

Abaco para la estimación del número estructural base granular



Fuente: (AASHTO, 1993)

Se obtuvo los siguientes datos:

Coeficiente estructural a_2

$$a_2 = 0.1378$$

Módulo de resiliencia

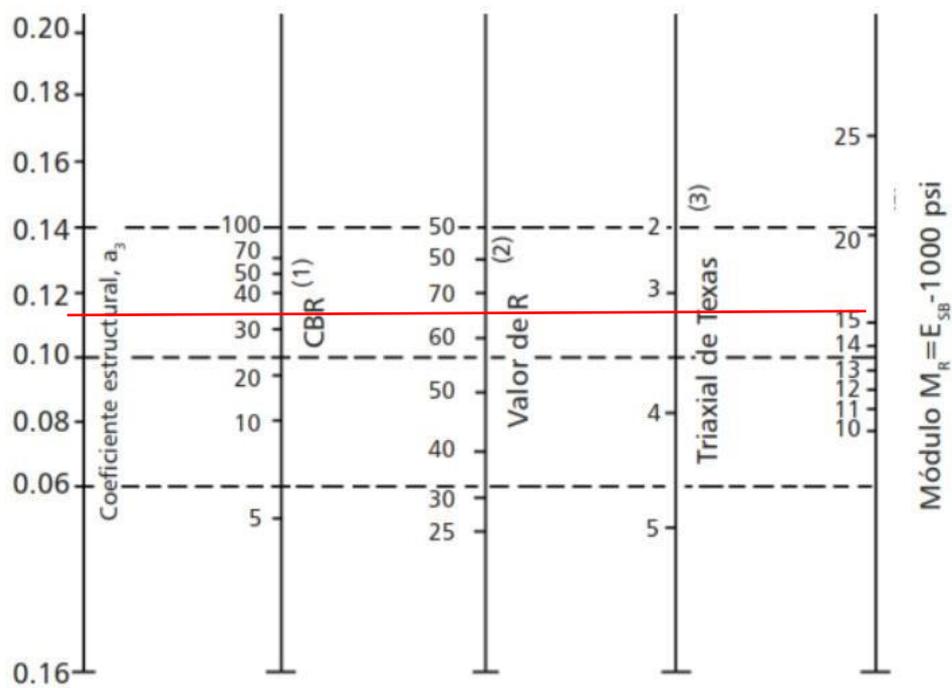
$$Mr 2 = 29000 \text{ psi}$$

Se utiliza un índice de resistencia CBR de sub bases mayor o igual al 30%.

- **Modulo resiliente de la capa de Subbase**

Ilustración 20

Abaco para la estimación del número estructural sub base granular



Fuente: (AASHTO, 1993)

4.9.5 CÁLCULOS DE LOS COEFICIENTES DE DRENAJE

Mediante la AASHTO 93 se establece los criterios y parámetros se determinó la capacidad de drenaje, se obtiene un índice de drenaje de 1.

Tabla 26

Calidad de drenaje

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

Fuente: (AASHTO, 1993)

Tabla 27

Características del 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, 1993)

4.9.6 CÁLCULO DEL NÚMERO ESTRUCTURAL REQUERIDO

$$\log W_{18} = Z_R S_0 + 9.36 \log(SN + 1) - 0.20 + \frac{\log(\Delta PSI)}{4.2 - 1.5} + 2.32 \log M_R - 8.07$$

$$0.40 + \frac{1094}{(SN + 1)^{5.19}}$$

Tabla 28

Parámetros utilizados

| | | | | | |
|------------|----------|------------|-----------|------------|----------|
| SN 1 = | 1,689633 | SN 2 = | 2,4796948 | SN 3 = | 2,196422 |
| Log (W18)= | 5,508511 | Log (W18)= | 5,5085109 | Log (W18)= | 5,508511 |
| Log (W18)= | 5,508736 | Log (W18)= | 5,5087378 | Log (W18)= | 5,508737 |

Fuente: elaboración propia

Tabla 29

Datos para la base, subbase y subrasante

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

Fuente: elaboración propia

Tabla 30

Espesores

| | | |
|----------------------------|------|----------|
| Capa asfáltica = | 3 in | 7,62 cm |
| Base granular = | 6 in | 15,24 cm |
| Sub base granular = | 6 in | 15,24 cm |

Fuente: elaboración propia

4.10 DISEÑO GEOMETRICO

La planificación geométrica de carreteras consiste en el proceso de identificar y definir las características físicas y dimensiones de la carretera, incluyendo la ubicación de elementos como curvas, pendientes, intersecciones y otros aspectos relacionados con su disposición en el espacio. Este enfoque busca establecer condiciones de tráfico que sean seguras, eficientes y cómodas para los vehículos, considerando aspectos como la velocidad de diseño, la visibilidad, las características topográficas del área y el propósito específico de la carretera.

4.10.1 VELOCIDAD DE DISEÑO

Establece la ruta de la carretera

Tabla 31

Velocidades de circulación

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

Fuente: (MTO, 2003)

4.10.2 RADIO MÍNIMO DE CURVATURA

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

Donde:

R_{min}: radio mínimo de curvatura.

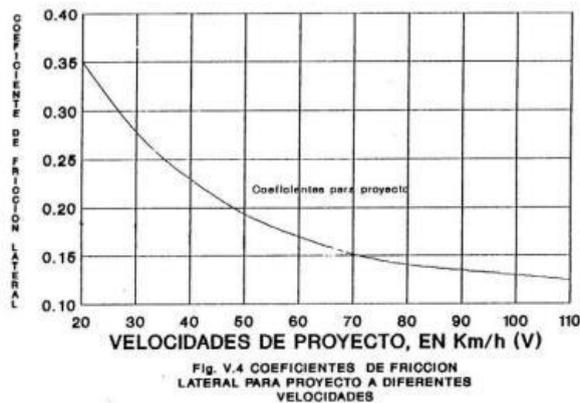
V: velocidad de diseño

E: peralte máximo

F: Coeficiente de fricción

Ilustración 2.1

Estimación del coeficiente de fricción



Fuente: (MTO, 2003)

Cálculo del radio mínimo de curvatura:

$$R_{min} = \frac{40^2}{127(8\% + 0.38)}$$

$$R_{min} = 27.4 \text{ m}$$

4.10.3 DISTANCIA DE FRENADO

La distancia de frenado en el diseño geométrico de carreteras se define como la distancia que recorre un vehículo desde el instante en que el conductor detecta la necesidad de frenar hasta que el vehículo se detiene por completo. Este aspecto es fundamental para asegurar la seguridad vial y se calcula teniendo en cuenta diversos factores, como la velocidad del vehículo, la eficacia del sistema de frenos, la adherencia del pavimento y el tiempo de reacción del conductor.

$$D. \text{ frenado} = \frac{Vc^2}{254 * (f \mp G)}$$

Donde:

Vc: velocidad del vehículo

f: coeficiente de fricción

G: pendiente más crítica (9%)

$$D. \text{ frenado} = \frac{40^2}{254 * (0.38 \mp 8.33)}$$

$$D. \text{ frenado} = 13.60 \text{ m}$$

4.10.4 DISTANCIA DE VISIBILIDAD

La Hace referencia a la distancia que un conductor necesita para mantener una visión adecuada y segura al transitar por una curva horizontal en la carretera. Se puede obtener en el cuadro VI- 4 la cual se encuentra en la norma de diseño geométrico de carreteras. Para obtener la distancia se suma las variables obtenidas.

$$d1 = 44 \text{ m}$$

$$d2 = 145 \text{ m}$$

$$d3 = 30 \text{ m}$$

$$d4 = 30 \text{ m}$$

$$\text{Debrasamiento} = 44 + 145 + 30 + 30 = 249 \text{ m}$$

Lateral

Ecuación:

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

Donde:

Vt: velocidad de un peatón, la normativa MTOP establece un valor de 10 Km/h para esa variable.

V: velocidad de diseño.

D: distancia de parada

$$dL = \frac{10}{40} * 13.40$$

$$dL = 3.35 \text{ m}$$

4.10.5 PERALTE

El peralte es crucial para la seguridad vial al transitar por una curva horizontal. Es importante tener en cuenta que un peralte demasiado elevado puede hacer que los neumáticos de los vehículos se deslicen hacia el interior de la curva, por lo que siempre se debe considerar cuidadosamente su magnitud.

Ecuación:

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

$$F = \frac{10000 * 40^2}{9.81 * 50^2}$$

$$F = 652.39 N$$

El peralte se determina al calcular la fuerza centrífuga en una curva horizontal, considerando el coeficiente de fricción previamente obtenido, así como la velocidad y el radio mínimo de curvatura. Alternativamente, puede establecerse de acuerdo con las normas según la velocidad.

Valor obtenido del peralte de la normativa:

$$e = 8\%$$

4.10.6 VOLÚMENES TOTALES DE CORTE Y RELLENO

Según las fases anteriores del diseño del pavimento, el índice CBR del suelo en nuestra sección vial indica que no se requiere la adición de material de mejoramiento, considerando tanto la estructura de la carretera como el alineamiento vertical.

Según los datos obtenidos de volúmenes de corte (5719.49) y rellenos (2743.72) se establece el presupuesto.

4.11 PRESUPUESTO

Ilustración 22.

Presupuesto total del proyecto

| Oferente: | Ing. Elena Sanchez | | | | | |
|--------------------|--|---|--------|------------|----------|-------------------|
| Ubicación: | Cuenca-Ecuador | | | | | |
| Fecha: | 09/07/2024 | | | | | |
| PRESUPUESTO | | | | | | |
| Ítem | Código | Descripción | Unidad | Cantidad | Unitario | P.Total |
| 1 | | Obras Preliminares | | | | 146.028,93 |
| 1.1 | 500004 | Replanteo y nivelación de vías | m | 2.140,00 | 3,50 | 7.490,00 |
| 1.2 | 500010 | Excavación a máquina con retroexcavadora | m3 | 14.507,61 | 1,96 | 28.434,92 |
| 1.3 | 500014 | Excavación manual material sin clasifica | m3 | 72,54 | 12,53 | 908,93 |
| 1.4 | 500001 | Cargado de material con cargadora | m3 | 18.954,19 | 1,37 | 25.967,24 |
| 1.5 | 500002 | Transporte de materiales hasta 6 km incluye pago en escombrera | m3 | 18.954,19 | 2,22 | 42.078,30 |
| 1.6 | 500003 | Sobreacarreo de materiales para desalojo lugar determinado por el Fiscalizador Distancia > 6 Km | m3/km | 158.267,50 | 0,26 | 41.149,55 |
| 2 | | Estructura vial | | | | 315.195,12 |
| 2.1 | 500005 | Subrasante conformación y compactación con equipo pesado | m2 | 3.566,84 | 1,31 | 4.672,56 |
| 2.3 | 500040 | Subbase conformación y compactación con equipo pesado | m3 | 2.568,00 | 29,69 | 76.243,92 |
| 2.4 | 500041 | Base Granular conformación y compactación con equipo pesado | m3 | 2.568,00 | 35,93 | 92.268,24 |
| 2.5 | 500011 | Imprimación asfáltica con barrido mecánico | m2 | 12.840,00 | 1,22 | 15.664,80 |
| 2.6 | 500012 | Carpeta asfáltica (e=2") Ho Asf. mezclado en planta | m2 | 12.840,00 | 9,84 | 126.345,60 |
| 3 | | Señalización | | | | 11.015,80 |
| 3.1 | 500018 | Señalización vertical | u | 5,00 | 148,76 | 743,80 |
| 3.2 | 500019 | Pintura para señalización de tráfico manual franja de hasta 15cm | ml | 6.420,00 | 1,60 | 10.272,00 |
| 4 | | Mitigación de impactos ambientales | | | | 1.860,18 |
| 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 | 50,00 | 0,29 | 14,50 |
| 4.5 | 500023 | Difusión Social | global | 1,00 | 700,80 | 700,80 |
| SUBTOTAL | | | | | | 474.100,03 |
| IVA | | | | | 12 % | 56.892,00 |
| TOTAL | | | | | | 530.992,04 |
| Son: | QUINIENTOS TREINTA MIL NOVECIENTOS NOVENTA Y DOS CON 04/100 DÓLARES DE LOS ESTADOS UNIDOS DE AMÉRICA | | | | | |

Fuente: Elaboración propia

5. CONCLUSIONES

En la elaboración de este proyecto de diseño geométrico y estructural para la vía Girón-Curiquingue, se realizó una evaluación exhaustiva y se aplicaron las normativas correspondientes. El principal objetivo del proyecto fue mejorar y asegurar la fluidez y seguridad del tráfico en la sección comprendida entre los puntos kilométricos 12+840 y 14+980. Durante la fase de diseño geométrico, se tuvieron en cuenta minuciosamente todas las normas y estándares pertinentes, abordando aspectos esenciales como la topografía del terreno, las curvas y la visibilidad.

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

Según las normativas vigentes, se ha establecido una velocidad de diseño de 40 km/h para esta área específica, teniendo en cuenta la presencia de curvas con radios definidos. Esta velocidad se determinó tras un análisis exhaustivo que considera tanto la seguridad vial como el cumplimiento de las regulaciones aplicables. La selección de esta velocidad de diseño tiene como objetivo asegurar condiciones óptimas de tráfico, minimizando los riesgos asociados con las curvas y garantizando un flujo adecuado de vehículos en la zona correspondiente.

En resumen, el estudio evalúa la viabilidad de llevar a cabo un proyecto de gran magnitud utilizando datos de referencia para garantizar la precisión de la obra. Los volúmenes de cortes y rellenos, que ascienden a 5719.49 m³ y 2743.72 m³ respectivamente, son determinantes para calcular el presupuesto total de 530992.04 dólares. Este análisis confirma la viabilidad y establece las bases para el desarrollo del proyecto en la ubicación de Girón-Curiquingue, abarcando desde la abscisa 12+840 km hasta la abscisa 14+980 km.

6. RECOMENDACIONES

Antes de comenzar las labores, es fundamental llevar a cabo un proceso de socialización con los residentes de la comunidad donde se realizará el trabajo de campo. Este proceso implica informar a los residentes sobre la naturaleza de las actividades planeadas con el objetivo de prevenir posibles inconvenientes durante la ejecución de los trabajos. Se busca establecer una comunicación abierta y transparente con la comunidad para que estén al tanto de las acciones que se llevarán a cabo y tengan la oportunidad de expresar cualquier preocupación o consideración que tengan. Este enfoque tiene como propósito fomentar la colaboración y minimizar posibles conflictos durante la realización de las tareas en la zona.

Se sugiere tomar medidas para desviar el agua de lluvia lejos de la carretera con el fin de prevenir daños. Esta medida busca evitar que el agua acumulada en la superficie de la carretera cause deterioro o represente un riesgo para los usuarios.

Es aconsejable realizar inspecciones y trabajos de mantenimiento periódicos en las carreteras para evitar su deterioro. Este mantenimiento regular es fundamental para garantizar que las vías se mantengan en condiciones óptimas y no sufran daños que puedan comprometer su funcionalidad o seguridad. Además, el mantenimiento preventivo ayuda a prevenir problemas futuros y a prolongar la vida útil de las carreteras, lo cual beneficia tanto a los usuarios como a la infraestructura en general.

BIBLIOGRAFÍA

- [1] Berardo, M., Baruzzi, A., Dapás, O., Freire, R., Tartabini, M., & Vanoli, G. (2014). *Manual de diseño geométrico vial. Tomo I*. Editorial Brujas. Obtenido de <https://bibliotecas.ups.edu.ec:3488/es/ereader/bibliotecaups/78155>
- [2] Botía, W. (2015). *Manual de procedimientos de ensayos de suelos y memoria de cálculo*. Obtenido de <http://hdl.handle.net/10654/6239>
- [3] Cárdenas, J. (2013). *Diseño geométrico de carreteras*. Ecoe Ediciones. Obtenido de <https://bibliotecas.ups.edu.ec:3488/es/lc/bibliotecaups/titulos/69261>
- [4] Castello, D. (2018). *Desarrollo de una metodología para el diseño y mejora de carreteras convencionales a partir del análisis de la seguridad vial mediante modelos de consistencia [Tesis de doctoral, Universidad Politécnica de Valencia]*. Repositorio institucional. Obtenido de <http://hdl.handle.net/10251/100271>
- [5] Facultad de Ciencias y Tecnología San Simón. (2004). *Pavimentos*. Obtenido de https://www.academia.edu/36162816/PAVIMENTOS_Texto_Gu%C3%ADa
- [6] Fraquet, J., & Querol, A. (2010). *NIVELACIÓN DE TERRENOS POR REGRESIÓN TRIDIMENSIONAL*. Tortosa. Obtenido de <https://www.eumed.net/libros/index.html>
- [7] Gámez, W. (2015). *Texto básico autoformativo de topografía general*. Managua. Obtenido de <https://repositorio.una.edu.ni/id/eprint/3179>
- [8] INEN. (2011). *Señalización vial. Parte 1. Señalización vertical*. Obtenido de https://www.obraspublicas.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2015/04/LOTAIP2015_reglamento-tecnico-ecuadoriano-rte-inen-004-1-2011.pdf
- [9] Larenas, F. (2009). *El diseño geométrico de corredores exclusivos de transporte para ciudades de la sierra y su incidencia en la disminución de tiempos de viaje y costos de operación [Tesis de maestría, Universidad Técnica de Ambato]*. Repositorio digital. Obtenido de <http://repositorio.uta.edu.ec/handle/123456789/2184>
- [10] Ministerio de Asuntos Exteriores y de Cooperación. (2011). *Manual Centroamericano de Normas para el Diseño Geométrico de Carreteras*. Obtenido de <https://www.sieca.int/producto/manual-de-normas-para-el-diseno-geometrico-de-carreteras/>
- [11] MTOP. (2003). *Normas de Diseño Geométrico de Carreteras*. Obtenido de https://sjnnavarro.wordpress.com/wp-content/uploads/2011/08/manual-dedisecc3b1o-de-carretera_2003-ecuador.pdf
- [12] Muñoz, W. (2012). *Diseño geométrico de vías con aplicaciones en Excel y AutoCAD*. Ecoe Ediciones. Obtenido de <https://bibliotecas.ups.edu.ec:3488/es/ereader/bibliotecaups/152075>
- [13] Pérez, R. (2013). *Diseño y construcción de alcantarillados sanitario, pluvial y drenaje en carreteras*. Ecoe ediciones. Obtenido de *Diseño y construcción de alcantarillados sanitario, pluvial y drenaje en carreteras*
- [14] Rondón, H. (2015). *Pavimentos: materiales, construcción y diseño*. Ecoe Ediciones. Obtenido de <https://bibliotecas.ups.edu.ec:3488/es/ereader/bibliotecaups/70435>
- [15] Wazhima, G. (2022). *Diseño geométrico y diseño de la estructura de pavimento de la vía de acceso a Yunquil, entre las abscisas 4+251 hasta 9+205 km, en el cantón Saraguro de la provincia de Loja [Tesis de maestría, Universidad UCUENCA]*. Repositorio institucional. Obtenido de <http://dspace.ucuenca.edu.ec/handle/123456789/39988>

ANEXOS

Anexo 1

Levantamiento topográfico



Fuente: elaboración propia

Anexo 2

Colocación y marcación de hitos



Fuente: elaboración propia

Anexo 3

Visita campo



Fuente: elaboración propia

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



República del Ecuador
MINISTERIO DE OBRAS PÚBLICAS

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

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

- 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, usense 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 $V_0 = 20$ km/h y $R = 15$ m siempre y cuando se trate de aprovechar infraestructuras existentes y relieve difícil (escarpado).

NOTA: Las Normas anotadas "Recomendables" se emplearán cuando el TPDA es cerca al limite 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.

Fuente: MTOP 2003

Anexo 5.

Peso bruto vehicular

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

Fuente: MTOP 2003

Anexo 6.

Conteo vehicular

| Resumen de trafico observado HORA PICO | | 11H30 | 12H30 | 60 | |
|---|------------|--|--------------|-----------|-------------|
| viernes, 2 de diciembre de 2022 | | INTERSECCION: Av. 24 de Mayo y Av. Gapal | | | |
| | | E1 + E2 + E3 + E4 | | | |
| | E1 | E2 | E3 | E4 | SUMA |
| L | 22 | 0 | 24 | 0 | 46 |
| B | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 2E | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| 3E | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 4E - 6E | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| TOTAL | 23 | 0 | 24 | 0 | 47 |
| RESUMEN DE TRAFICO OBSERVADO EN LA INTERSECCION | | | | | |
| viernes, 2 de diciembre de 2022 | | INTERSECCION: Av. 24 de Mayo y Av. Gapal | | | |
| | | E1 + E2 + E3 + E4 | | | |
| | E1 | E2 | E3 | E4 | SUMA |
| L | 181 | 0 | 179 | 0 | 360 |
| B | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 2E | 8 | 0 | 3 | 0 | 11 |
| 3E | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 4E - 6E | 5 | 0 | 12 | 0 | 17 |
| TOTAL | 194 | 0 | 194 | 0 | 388 |
| Correccion por factor del TPDA | | | | | |
| viernes, 2 de diciembre de 2022 | | INTERSECCION: Av. 24 de Mayo y Av. Gapal | | | |
| | | E1 + E2 + E3 + E4 | | | |
| | E1 | E2 | E3 | E4 | SUMA |
| L | 22 | 0 | 24 | 0 | 46 |
| B | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 2E | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| 3E | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 4E - 6E | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| TOTAL | 23 | 0 | 24 | 0 | 47 |
| CORRECCION DE TRAFICO OBSERVADO EN LA INTERSECCION | | | | | |
| viernes, 2 de diciembre de 2022 | | INTERSECCION: Av. 24 de Mayo y Av. Gapal | | | |
| | | E1 + E2 + E3 + E4 | | | |
| | 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 |
| Fh | | 1,083 | | | |
| Fd | | 0,954 | | | |
| Fs | | 1,071428571 | | | |
| Fm | | 0,998 | | | |
| | | 1,104766753 | | | |

Fuente: Elaboración propia

Anexo 7.

Conteo vehicular

| PERIODO HORAS | PERIODO 15 MIN | DE FRENTEsubiendo hacia la escuela | | | | | | | | | | | | |
|---------------|----------------|--|--|--|--|-------|----------|-------|------|------|------|-------|-------|---------|
| | | LIVIANOS | | | | BUSES | Camiones | | | | | Motos | Bicis | Peatone |
| | | | | | | | C-2D | C-2DB | C-3A | C-4C | V2DB | | | |
| 00H00-01H00 | 0-15 | 0 | | | | | 0 | | 0 | 0 | | 0 | | |
| | 15-30 | 1 | | | | | 0 | | 0 | 0 | | 0 | | |
| | 30-45 | 1 | | | | | 0 | | 0 | 0 | | 0 | | |
| | 45-60 | 0 | | | | | 0 | | 0 | 0 | | 0 | | |
| 01H00-02H00 | 0-15 | 0 | | | | | 0 | | 0 | 0 | | 0 | | |
| | 15-30 | 0 | | | | | 0 | | 0 | 0 | | 0 | | |
| | 30-45 | 0 | | | | | 0 | | 0 | 0 | | 0 | | |
| | 45-60 | 0 | | | | | 0 | | 0 | 0 | | 0 | | |
| 02H00-03H00 | 0-15 | 0 | | | | | 0 | | 0 | 0 | | 0 | | |
| | 15-30 | 0 | | | | | 0 | | 0 | 0 | | 0 | | |
| | 30-45 | 0 | | | | | 0 | | 0 | 0 | | 0 | | |
| | 45-60 | 0 | | | | | 0 | | 0 | 0 | | 0 | | |
| 03H00-04H00 | 0-15 | 0 | | | | | 0 | | 0 | 0 | | 0 | | |
| | 15-30 | 0 | | | | | 0 | | 0 | 0 | | 0 | | |
| | 30-45 | 0 | | | | | 0 | | 0 | 0 | | 0 | | |
| | 45-60 | 0 | | | | | 0 | | 0 | 0 | | 0 | | |
| 04H00-05H00 | 0-15 | 0 | | | | | 0 | | 0 | 0 | | 0 | | |
| | 15-30 | 0 | | | | | 0 | | 0 | 0 | | 0 | | |
| | 30-45 | 0 | | | | | 1 | | 0 | 0 | | 0 | | |
| | 45-60 | 1 | | | | | 0 | | 0 | 0 | | 0 | | |
| 05H00-06H00 | 0-15 | 1 | | | | | 0 | | 0 | 0 | | 0 | | |
| | 15-30 | 0 | | | | | 0 | | 0 | 0 | | 1 | | |
| | 30-45 | 2 | | | | | 0 | | 0 | 0 | | 0 | | |
| | 45-60 | 3 | | | | | 0 | | 0 | 0 | | 0 | | |
| 06H00-07H00 | 0-15 | 1 | | | | | 0 | | 0 | 0 | | 0 | | |
| | 15-30 | 1 | | | | | 0 | | 0 | 0 | | 0 | | |
| | 30-45 | 1 | | | | | 0 | | 0 | 0 | | 0 | | |
| | 45-60 | 6 | | | | | 0 | | 0 | 0 | | 1 | | |
| 07H00-08H00 | 0-15 | 1 | | | | | 0 | | 0 | 0 | | 0 | | |
| | 15-30 | 5 | | | | | 0 | | 0 | 0 | | 2 | | |
| | 30-45 | 7 | | | | | 0 | | 0 | 0 | | 2 | | |
| | 45-60 | 3 | | | | | 0 | | 0 | 0 | | 1 | | |
| 08H00-09H00 | 0-15 | 4 | | | | | 0 | | 0 | 0 | | 3 | | |
| | 15-30 | 2 | | | | | 0 | | 0 | 0 | | 0 | | |
| | 30-45 | 5 | | | | | 0 | | 0 | 0 | | 1 | | |
| | 45-60 | 1 | | | | | 0 | | 0 | 0 | | 0 | | |

| | | | | | | | | | | | |
|-------------|-------|---|--|---|--|---|---|--|---|--|--|
| 09H00-10H00 | 0-15 | 2 | | 1 | | 0 | 0 | | 0 | | |
| | 15-30 | 2 | | 0 | | 0 | 0 | | 1 | | |
| | 30-45 | 3 | | 0 | | 0 | 0 | | 0 | | |
| | 45-60 | 2 | | 0 | | 0 | 0 | | 1 | | |
| 10H00-11H00 | 0-15 | 3 | | 0 | | 0 | 0 | | 0 | | |
| | 15-30 | 6 | | 0 | | 0 | 0 | | 2 | | |
| | 30-45 | 2 | | 0 | | 0 | 0 | | 0 | | |
| | 45-60 | 6 | | 1 | | 0 | 0 | | 0 | | |
| 11H00-12H00 | 0-15 | 3 | | 0 | | 0 | 0 | | 1 | | |
| | 15-30 | 4 | | 0 | | 0 | 0 | | 0 | | |
| | 30-45 | 4 | | 0 | | 1 | 0 | | 0 | | |
| | 45-60 | 5 | | 0 | | 0 | 0 | | 0 | | |
| 12H00-13H00 | 0-15 | 6 | | 1 | | 0 | 0 | | 1 | | |
| | 15-30 | 7 | | 0 | | 0 | 0 | | 1 | | |
| | 30-45 | 2 | | 0 | | 0 | 0 | | 0 | | |
| | 45-60 | 5 | | 0 | | 0 | 0 | | 0 | | |
| 13H00-14H00 | 0-15 | 5 | | 0 | | 0 | 0 | | 1 | | |
| | 15-30 | 2 | | 0 | | 0 | 0 | | 1 | | |
| | 30-45 | 1 | | 0 | | 2 | 0 | | 0 | | |
| | 45-60 | 1 | | 0 | | 0 | 0 | | 2 | | |
| 14H00-15H00 | 0-15 | 4 | | 0 | | 0 | 0 | | 0 | | |
| | 15-30 | 2 | | 0 | | 0 | 0 | | 1 | | |
| | 30-45 | 3 | | 0 | | 0 | 0 | | 0 | | |
| | 45-60 | 1 | | 0 | | 0 | 0 | | 0 | | |
| 15H00-16H00 | 0-15 | 2 | | 0 | | 0 | 0 | | 0 | | |
| | 15-30 | 3 | | 0 | | 0 | 0 | | 0 | | |
| | 30-45 | 1 | | 0 | | 1 | 0 | | 0 | | |
| | 45-60 | 5 | | 0 | | 0 | 0 | | 1 | | |
| 16H00-17H00 | 0-15 | 1 | | 0 | | 0 | 0 | | 0 | | |
| | 15-30 | 2 | | 0 | | 0 | 0 | | 0 | | |
| | 30-45 | 0 | | 0 | | 1 | 0 | | 1 | | |
| | 45-60 | 2 | | 0 | | 0 | 0 | | 0 | | |
| 17H00-18H00 | 0-15 | 3 | | 0 | | 0 | 0 | | 0 | | |
| | 15-30 | 2 | | 0 | | 0 | 0 | | 0 | | |
| | 30-45 | 4 | | 0 | | 0 | 0 | | 3 | | |
| | 45-60 | 1 | | 0 | | 0 | 0 | | 0 | | |
| 18H00-19H00 | 0-15 | 1 | | 0 | | 0 | 0 | | 0 | | |
| | 15-30 | 0 | | 0 | | 0 | 0 | | 1 | | |
| | 30-45 | 2 | | 0 | | 0 | 0 | | 0 | | |
| | 45-60 | 4 | | 0 | | 0 | 0 | | 0 | | |

| | | | | | | | | | | | |
|-------------|-------|------------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|-----------|----------|----------|
| 19H00-20H00 | 0-15 | 1 | | 0 | | 0 | 0 | | 0 | | |
| | 15-30 | 0 | | 0 | | 0 | 0 | | 0 | | |
| | 30-45 | 2 | | 0 | | 0 | 0 | | 0 | | |
| | 45-60 | 0 | | 0 | | 0 | 0 | | 0 | | |
| 20H00-21H00 | 0-15 | 1 | | 0 | | 0 | 0 | | 0 | | |
| | 15-30 | 0 | | 0 | | 0 | 0 | | 0 | | |
| | 30-45 | 2 | | 0 | | 0 | 0 | | 0 | | |
| | 45-60 | 0 | | 0 | | 0 | 0 | | 0 | | |
| 21H00-22H00 | 0-15 | 1 | | 0 | | 0 | 0 | | 0 | | |
| | 15-30 | 2 | | 0 | | 0 | 0 | | 1 | | |
| | 30-45 | 2 | | 0 | | 0 | 0 | | 1 | | |
| | 45-60 | 3 | | 0 | | 0 | 0 | | 0 | | |
| 22H00-23H00 | 0-15 | 3 | | 0 | | 0 | 0 | | 0 | | |
| | 15-30 | 1 | | 0 | | 0 | 0 | | 0 | | |
| | 30-45 | 0 | | 0 | | 0 | 0 | | 0 | | |
| | 45-60 | 0 | | 4 | | 0 | 0 | | 0 | | |
| 23H00-24H00 | 0-15 | 2 | | 0 | | 0 | 0 | | 0 | | |
| | 15-30 | 0 | | 0 | | 0 | 0 | | 0 | | |
| | 30-45 | 1 | | 0 | | 0 | 0 | | 0 | | |
| | 45-60 | 0 | | 0 | | 0 | 0 | | 0 | | |
| | | 181 | 0 | 8 | 0 | 5 | 0 | 0 | 31 | 0 | 0 |
| | | 194 | | | | | | | 31 | 0 | 0 |

Fuente: Elaboración propia

Anexo 8.

Conteo vehicular

| PERIODO HORAS | PERIODO 15 MIN | REGRESA | | subiendo | | | | | | | | |
|---------------|----------------|---------------|---|----------|----------|-------|------|------|------|-------|-------|----------|
| | | LIVIANOS | | BUSES | Camiones | | | | | Motos | Bicis | Peatones |
| | | | | | C-2D | C-2DB | C-3A | C-4C | V2DB | | | |
| 00H00-01H00 | 0-15 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | 15-30 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | 30-45 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | 45-60 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 01H00-02H00 | 0-15 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | 15-30 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | 30-45 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | 45-60 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 02H00-03H00 | 0-15 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | 15-30 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | 30-45 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | 45-60 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 03H00-04H00 | 0-15 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | 15-30 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | 30-45 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | 45-60 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 04H00-05H00 | 0-15 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | 15-30 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | 30-45 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | 45-60 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 05H00-06H00 | 0-15 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | 15-30 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | 30-45 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 |
| | 45-60 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 06H00-07H00 | 0-15 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | 15-30 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | 30-45 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | 45-60 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 4 | 0 | 1 | 0 |
| 07H00-08H00 | 0-15 | 4 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 |
| | 15-30 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 |
| | 30-45 | 5 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 2 | 0 | 0 | 0 |
| | 45-60 | 4 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |

| | | | | | | | | | | | |
|-------------|-------|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 08H00-09H00 | 0-15 | 6 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | 15-30 | 4 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | 30-45 | 3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 |
| | 45-60 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 09H00-10H00 | 0-15 | 5 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 |
| | 15-30 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 3 | 0 | 0 |
| | 30-45 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | 45-60 | 4 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 10H00-11H00 | 0-15 | 3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | 15-30 | 6 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | 30-45 | 4 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | 45-60 | 5 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 11H00-12H00 | 0-15 | 3 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 |
| | 15-30 | 6 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 | 0 | 0 |
| | 30-45 | 8 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | 45-60 | 6 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 |
| 12H00-13H00 | 0-15 | 6 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | 15-30 | 4 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | 30-45 | 7 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | 45-60 | 4 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 13H00-14H00 | 0-15 | 4 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | 15-30 | 2 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 |
| | 30-45 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | 45-60 | 5 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 14H00-15H00 | 0-15 | 2 | 0 | 0 | 0 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | 15-30 | 4 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | 30-45 | 5 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | 45-60 | 6 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 |
| 15H00-16H00 | 0-15 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | 15-30 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | 30-45 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | 45-60 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 16H00-17H00 | 0-15 | 2 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 2 | 0 | 0 |
| | 15-30 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | 30-45 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | 45-60 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 9 |

| | | | | | | | | | | | |
|-------------|-------|------------|----------|----------|----------|-----------|----------|----------|-----------|----------|-----------|
| 17H00-18H00 | 0-15 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | 15-30 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | 30-45 | 3 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | 45-60 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 18H00-19H00 | 0-15 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | 15-30 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | 30-45 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | 45-60 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 |
| 19H00-20H00 | 0-15 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | 15-30 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | 30-45 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | 45-60 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 |
| 20H00-21H00 | 0-15 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | 15-30 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | 30-45 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | 45-60 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 21H00-22H00 | 0-15 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | 15-30 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 |
| | 30-45 | 3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | 45-60 | 4 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 22H00-23H00 | 0-15 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | 15-30 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | 30-45 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | 45-60 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 23H00-24H00 | 0-15 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | 15-30 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | 30-45 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | 45-60 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | | 179 | 0 | 3 | 0 | 12 | 0 | 0 | 26 | 0 | 10 |
| | | 194 | | | | | | | 26 | 0 | 10 |

Fuente:

Elaboración propia

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

RESUMEN DE TRAFICO OBSERVADO EN LA INTERSECCION

viernes, 8 de julio de 2016

| Día | Livianos | Bus/c2 | C3 | C4 | > C5 | otos/bicicletas |
|-----------|----------|--------|-----|-----|------|-----------------|
| JUEVES | 48861 | 6843 | 384 | 189 | 146 | 2904 59327 |
| VIERNES | 52248 | 7331 | 348 | 150 | 124 | 2309 62510 |
| SABADO | 47948 | 5404 | 207 | 31 | 89 | 1741 55420 |
| DOMINGO | 35676 | 3791 | 63 | 13 | 39 | 1084 40666 |
| LUNES | 50812 | 6679 | 375 | 115 | 136 | 2588 60705 |
| MARTES | 48994 | 3920 | 322 | 112 | 103 | 2262 55713 |
| MIERCOLES | 49047 | 6782 | 338 | 138 | 156 | 2241 58702 |

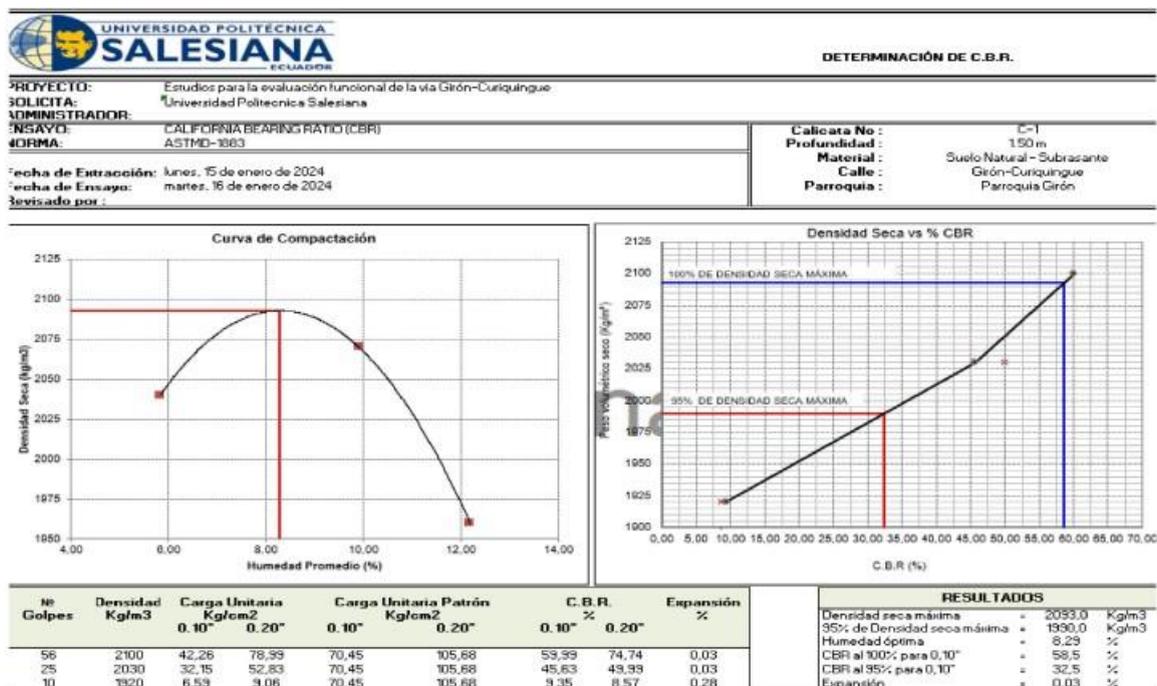
RESUMEN DE TRAFICO PROYECTADO EN LA INTERSECCION

martes, 8 de agosto de 2023

| día | Livianos | Bus/c2 | C3 | C4 | > C5 | otos/bicicletas |
|-----------|----------|--------|-----|-----|------|-----------------|
| JUEVES | 53.980 | 7.560 | 424 | 209 | 161 | 3.208 65.542 |
| VIERNES | 57.722 | 8.099 | 384 | 166 | 137 | 2.551 69.059 |
| SABADO | 52.971 | 5.970 | 229 | 34 | 98 | 1.923 61.226 |
| DOMINGO | 39.414 | 4.188 | 70 | 14 | 43 | 1.198 44.926 |
| LUNES | 56.135 | 7.379 | 414 | 127 | 150 | 2.859 67.065 |
| MARTES | 54.127 | 4.331 | 356 | 124 | 114 | 2.499 61.550 |
| MIERCOLES | 54.185 | 7.493 | 373 | 152 | 172 | 2.476 64.852 |

Anexo 9.

Análisis laboratorio resultados



Fuente: Elaboración propia

Anexo 10.

Clasificación de carreteras según TPDA

| CLASIFICACION DE CARRETERAS EN FUNCION DEL TRAFICO 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 7.000 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 2003

| | | | |
|---|---|---|----|
|  | “SERVICIO DE CONSULTORÍA PARA LA ELABORACIÓN DE LOS DISEÑOS DEFINITIVOS DEL PROYECTO VIAL GIRÓN - CURIQUINGUE, PROVINCIA DEL AZUAY”. |  | |
| Ficha de Registro Pasos de Agua y Atarjeas | | N°01 | |
| País Ecuador | Provincia Azuay | Cantón Girón | |
| ENTRADA | | | |
|  | Coordenadas UTM | | |
| | Norte: | 9645389 | |
| | Este: | 707960 | |
| | Cota invert: | 2790 | |
| | Estructura | | |
| | | SI | NO |
| | Cabezal | | |
| | Caja | | |
| | Observaciones | | |
| | Entrada completamente tapada | | |
| SALIDA | | | |
|  | Coordenadas UTM | | |
| | Norte: | 9645382 | |
| | Este: | 707968 | |
| | Cota invert: | 2787 | |
| | Estructura | | |
| | | SI | NO |
| | Cabezal | | |
| | Caja | x | |
| | Observaciones | | |
| | (Empty observation field) | | |
| ALCANTARILLA | | | |
| Material | Longitud | Observaciones | |
| PVC | 10,01 | | |
| Hormigón | Diametro | | |
| Armico | 1200 mm | | |

| | | | |
|---|---|---|-----------|
|  | “SERVICIO DE CONSULTORÍA PARA LA ELABORACIÓN DE LOS DISEÑOS DEFINITIVOS DEL PROYECTO VIAL GIRÓN - CURIQUINGUE, PROVINCIA DEL AZUAY”. |  | |
| Ficha de Registro Pasos de Agua y Atarjeas | | N°02 | |
| País Ecuador | Provincia Azuay | Cantón Girón | |
| ENTRADA | | | |
|  | Coordenadas UTM | | |
| | Norte: | 9645624 | |
| | Este: | 708095 | |
| | Cota invert: | 2807 | |
| | Estructura | | |
| | | SI | NO |
| | Cabezal | | |
| | Caja | x | |
| | Observaciones | | |
| | | | |
| SALIDA | | | |
|  | Coordenadas UTM | | |
| | Norte: | 9645597 | |
| | Este: | 708089 | |
| | Cota invert: | 2785 | |
| | Estructura | | |
| | | SI | NO |
| | Cabezal | | |
| | Caja | x | |
| | Observaciones | | |
| | | | |
| ALCANTARILLA | | | |
| Material | Longitud | Observaciones | |
| PVC | 10,01 | | |
| Hormigón | Diametro | | |
| Armico | x 1200 mm | | |

Fuente: Elaboración propia

| | | | |
|---|---|---|-----------|
|  | “SERVICIO DE CONSULTORÍA PARA LA ELABORACIÓN DE LOS DISEÑOS DEFINITIVOS DEL PROYECTO VIAL GIRÓN - CURIQUINGUE, PROVINCIA DEL AZUAY”. |  | |
| Ficha de Registro Pasos de Agua y Atarjeas | | N°03 | |
| País Ecuador | Provincia Azuay | Cantón Girón | |
| ENTRADA | | | |
|  | Coordenadas UTM | | |
| | Norte: | 9645597 | |
| | Este: | 708211 | |
| | Cota invert: | 2804 | |
| | Estructura | | |
| | | SI | NO |
| | Cabezal | | |
| | Caja | x | |
| | Observaciones | | |
| | | | |
| SALIDA | | | |
|  | Coordenadas UTM | | |
| | Norte: | 9645598 | |
| | Este: | 708210 | |
| | Cota invert: | 2803 | |
| | Estructura | | |
| | | SI | NO |
| | Cabezal | | |
| | Caja | x | |
| | Observaciones | | |
| | | | |
| ALCANTARILLA | | | |
| Material | Longitud | Observaciones | |
| PVC | 10,01 | | |
| Hormigón | Diametro | | |
| Armico | 1200 mm | | |

Fuente: Elaboración propia

| | | | |
|---|---|---|----|
|  | “SERVICIO DE CONSULTORÍA PARA LA ELABORACIÓN DE LOS DISEÑOS DEFINITIVOS DEL PROYECTO VIAL GIRÓN - CURIQUINGUE, PROVINCIA DEL AZUAY”. |  | |
| Ficha de Registro Pasos de Agua y Atarjeas | | N°04 | |
| País | Provincia | Cantón | |
| Ecuador | Azuay | Girón | |
| ENTRADA | | | |
|  | Coordenadas UTM | | |
| | Norte: | | |
| | Este: | | |
| | Cota invert: | | |
| | Estructura | | |
| | | SI | NO |
| | Cabezal | | |
| | Caja | x | |
| | Observaciones | | |
| | | | |
| SALIDA | | | |
|  | Coordenadas UTM | | |
| | Norte: | | |
| | Este: | | |
| | Cota invert: | | |
| | Estructura | | |
| | | SI | NO |
| | Cabezal | | |
| | Caja | x | |
| | Observaciones | | |
| | | | |
| ALCANTARILLA | | | |
| Material | Longitud | Observaciones | |
| PVC | 10,01 | | |
| Hormigón | Diametro | | |
| Armico | 1200 mm | | |

Fuente: Elaboración propia

| | | | |
|---|---|---|----|
|  | “SERVICIO DE CONSULTORÍA PARA LA ELABORACIÓN DE LOS DISEÑOS DEFINITIVOS DEL PROYECTO VIAL GIRÓN - CURIQUE, PROVINCIA DEL AZUAY”. |  | |
| Ficha de Registro Pasos de Agua y Atarjeas | | N°05 | |
| País | Provincia | Cantón | |
| Ecuador | Azuay | Girón | |
| ENTRADA | | | |
|  | Coordenadas UTM | | |
| | Norte: | | |
| | Este: | | |
| | Cota invert: | | |
| | Estructura | | |
| | | SI | NO |
| | Cabezal | | |
| | Caja | x | |
| | Observaciones | | |
| | | | |
| SALIDA | | | |
|  | Coordenadas UTM | | |
| | Norte: | | |
| | Este: | | |
| | Cota invert: | | |
| | Estructura | | |
| | | SI | NO |
| | Cabezal | | |
| | Caja | x | |
| | Observaciones | | |
| | | | |
| ALCANTARILLA | | | |
| Material | Longitud | Observaciones | |
| PVC | 10,01 | | |
| Hormigón | Diametro | | |
| Armico | 1200 mm | | |
| | x | | |

Fuente: Elaboración propia

| | | |
|---|---|---|
|  | “SERVICIO DE CONSULTORÍA PARA LA ELABORACIÓN DE LOS DISEÑOS DEFINITIVOS DEL PROYECTO VIAL GIRÓN - CURIQUINGUE, PROVINCIA DEL AZUAY”. |  |
| Ficha de Registro Pasos de Agua y Atarjeas | | N°06 |
| País | Provincia | Cantón |
| Ecuador | Azuay | Girón |
| ENTRADA | | |
|  | Coordenadas UTM | |
| | Norte: | 9645724 |
| | Este: | 798834 |
| | Cota invert: | 2788 |
| | Estructura | |
| | | SI |
| Cabezal | | |
| Caja | x | |
| Observaciones | | |
| | | |
| SALIDA | | |
|  | Coordenadas UTM | |
| | Norte: | 9645712 |
| | Este: | 708835 |
| | Cota invert: | 2784 |
| | Estructura | |
| | | SI |
| Cabezal | | |
| Caja | x | |
| Observaciones | | |
| | | |
| ALCANTARILLA | | |
| Material | Longitud | Observaciones |
| PVC | 10,01 | |
| Hormigón | Diametro | |
| Armico | 1200 mm | |
| | x | |

| | | | |
|---|---|---|----|
|  | “SERVICIO DE CONSULTORÍA PARA LA ELABORACIÓN DE LOS DISEÑOS DEFINITIVOS DEL PROYECTO VIAL GIRÓN - CURIQUINGUE, PROVINCIA DEL AZUAY”. |  | |
| Ficha de Registro Pasos de Agua y Atarjeas | | N°07 | |
| País | Provincia | Cantón | |
| Ecuador | Azuay | Girón | |
| ENTRADA | | | |
|  | Coordenadas UTM | | |
| | Norte: | 9645638 | |
| | Este: | 709006 | |
| | Cota invert: | 2761 | |
| | Estructura | | |
| | | SI | NO |
| | Cabezal | | |
| | Caja | x | |
| | Observaciones | | |
| | | | |
| SALIDA | | | |
|  | Coordenadas UTM | | |
| | Norte: | 9645627 | |
| | Este: | 708997 | |
| | Cota invert: | 2755 | |
| | Estructura | | |
| | | SI | NO |
| | Cabezal | | |
| | Caja | x | |
| | Observaciones | | |
| | | | |
| ALCANTARILLA | | | |
| Material | Longitud | Observaciones | |
| PVC | 10,01 | | |
| Hormigón | Diametro | | |
| Armico | 1200 mm | | |

Fuente: Elaboración propia

PLANOS



UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA

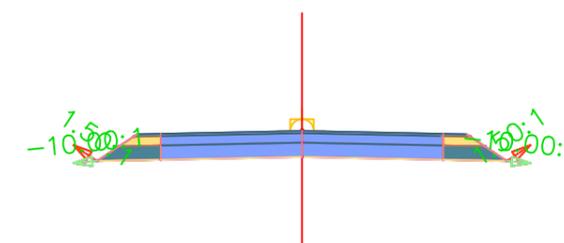
PROYECTO DE TITULACION
 DISEÑO GEOMÉTRICO Y ESTRUCTURAL DE LA VÍA
 GIRÓN-CURIQUINGUE
 DE LA ABCISA 12+840 HASTA LA ABCISA 14+980
 KM. PERTENECIENTE AL
 CANTÓN GIRÓN, PROVINCIA DEL AZUAY

REALIZADO POR: ELENA SANCHEZ

UBICACION: GIRÓN-AZUAY

FECHA: JULIO-2024

SECCION TRANSVERSAL



ESCALA: 1/150

ESCALA:
1/2000

LAMINA:
1/13

DISEÑO HORIZONTAL: TRAMO 12+840 - 13+300



| TABLA DE ELEMENTOS DE CURVA | | | | | | | | | | | | | |
|-----------------------------|---------------|------------|--------|-------|--------|--------|-------|-----------|-----------|-----------|------------|------------|-----------|
| N° CURVA | DIRECCION | DELTA | RADIO | PC | PT | LC | E | TA | PI | PC | PT | PI NORTE | PI ESTE |
| Pt-1 | N58° 41' 29"E | 43°48'19" | 115.65 | 46.50 | 86.42 | 9.00 | 8.35 | 13+072.25 | 13+025.75 | 13+114.17 | 9645165.07 | 707799.34 | |
| Pt-2 | N37° 32' 20"E | 86°06'38" | 50.42 | 47.11 | 75.77 | 08.84 | 18.58 | 13+208.35 | 13+182.25 | 13+238.02 | 9645188.22 | 707939.11 | |
| Pt-3 | N19° 02' 59"E | 49°07'56" | 120.00 | 54.85 | 102.90 | 99.78 | 11.94 | 10.86 | 13+339.54 | 13+284.68 | 13+387.58 | 9645336.16 | 707924.83 |
| Pt-4 | N22° 09' 28"E | 42°54'57" | 200.00 | 78.61 | 149.80 | 146.33 | 14.90 | 13.86 | 13+494.59 | 13+415.98 | 13+565.78 | 9645453.34 | 708036.48 |
| Pt-5 | N22° 09' 28"E | 42°54'57" | 200.00 | 78.61 | 149.80 | 146.33 | 14.90 | 13.86 | 13+494.59 | 13+415.98 | 13+565.78 | 9645453.34 | 708036.48 |
| Pt-6 | N60° 28' 55"E | 99°33'50" | 45.29 | 53.56 | 78.70 | 59.17 | 24.85 | 16.05 | 13+858.41 | 13+604.85 | 13+683.55 | 9645624.57 | 708038.57 |
| Pt-7 | S89° 29' 42"E | 19°31'03" | 405.79 | 69.79 | 138.23 | 137.56 | 5.96 | 5.87 | 14+062.79 | 13+993.00 | 14+131.23 | 9645547.45 | 708464.44 |
| Pt-8 | N82° 02' 30"E | 37°24'31" | 205.61 | 69.61 | 134.25 | 131.87 | 11.48 | 10.86 | 14+269.48 | 14+199.86 | 14+334.11 | 9645580.91 | 708669.78 |
| Pt-9 | N82° 20' 02"E | 77°59'35" | 72.91 | 58.04 | 99.25 | 91.76 | 20.90 | 16.25 | 14+477.68 | 14+418.63 | 14+517.88 | 9645735.85 | 708816.07 |
| Pt-10 | S10° 13' 54"W | 137°48'09" | 29.86 | 77.38 | 71.81 | 55.71 | 53.09 | 19.11 | 14+995.64 | 14+918.25 | 14+990.06 | 9645456.83 | 709274.58 |

Elementos de curva
 PC: Principio de curva
 PT: Principio de tangente
 PI: Punto de interseccion
 R: Radio de Curva
 L: Longitud de curva
 LC: Longitud de cuerda
 T: Tangente

UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA

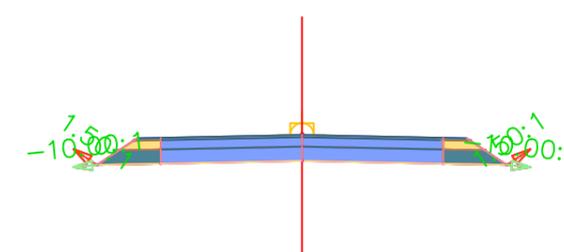
PROYECTO DE TITULACION
DISEÑO GEOMÉTRICO Y ESTRUCTURAL DE LA VÍA
GIRÓN-CURIQUINGUE
DE LA ABCISA 12+840 HASTA LA ABCISA 14+980
KM. PERTENECIENTE AL
CANTÓN GIRÓN, PROVINCIA DEL AZUAY

REALIZADO POR: ELENA SANCHEZ

UBICACION: GIRÓN-AZUAY

FECHA: JULIO-2024

SECCION TRANSVERSAL



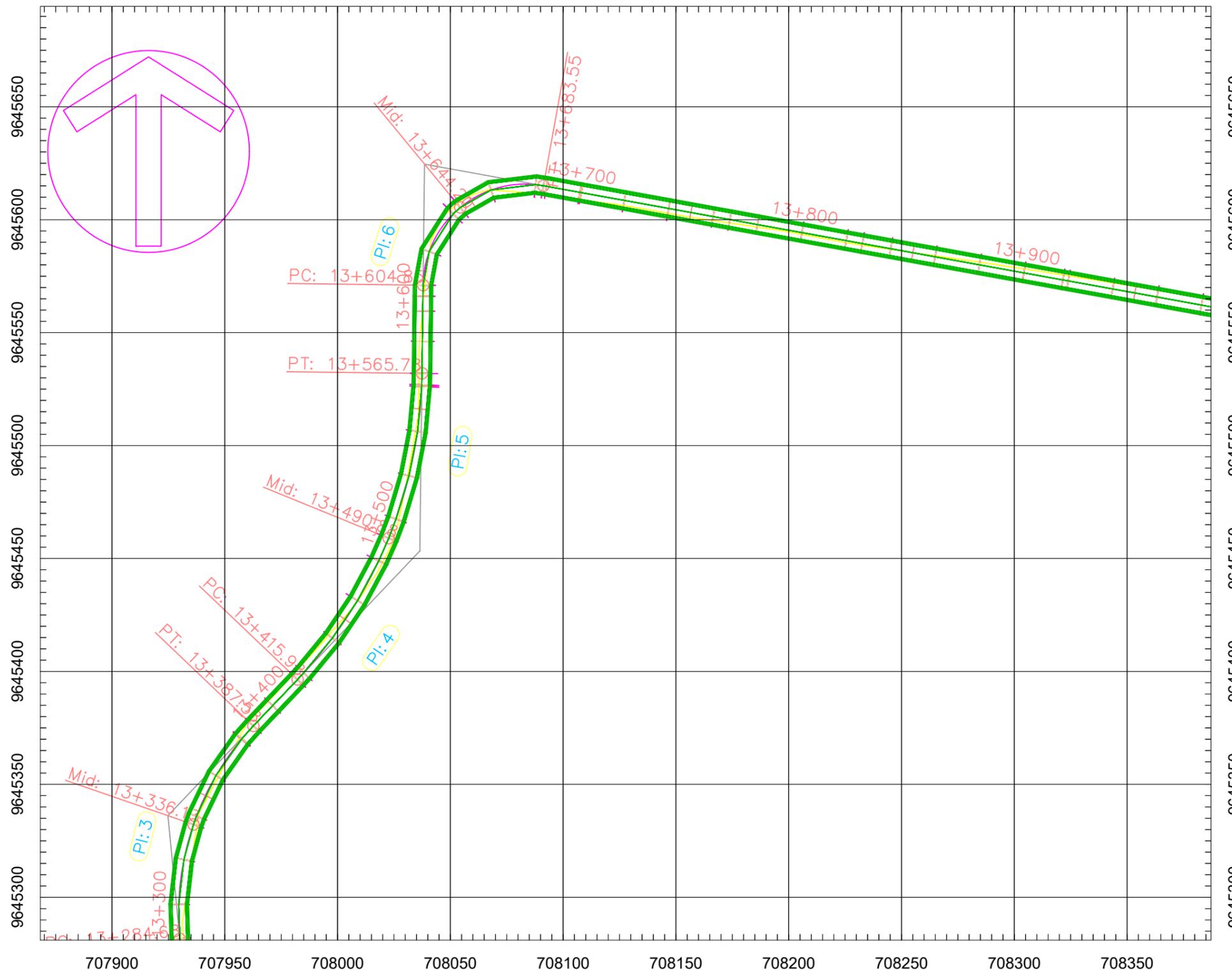
ESCALA: 1/150

ESCALA:
1/2000

LAMINA:
2/13

DISEÑO HORIZONTAL: TRAMO 13+300 - 13+950

707900 707950 708000 708050 708100 708150 708200 708250 708300 708350



| TABLA DE ELEMENTOS DE CURVA | | | | | | | | | | | | | |
|-----------------------------|---------------|------------|--------|-------|--------|--------|-------|-----------|-----------|-----------|------------|-----------|---------|
| N° CURVA | DIRECCION | DELTA | RADIO | PC | PT | LC | E | LC | PI | PC | PT | PI NORTE | PI ESTE |
| PI-1 | N58° 41' 29"E | 43°48'19" | 115.65 | 46.50 | 86.28 | 9.00 | 8.35 | 13+072.25 | 13+025.75 | 13+114.17 | 9645165.07 | 707799.34 | |
| PI-2 | N37° 32' 20"E | 86°06'38" | 50.42 | 47.11 | 75.77 | 08.84 | 18.58 | 13+208.35 | 13+182.25 | 13+238.02 | 9645188.22 | 707939.11 | |
| PI-3 | N19° 02' 59"E | 49°07'56" | 120.00 | 54.85 | 102.90 | 89.78 | 11.94 | 13+338.54 | 13+284.68 | 13+387.58 | 9645336.16 | 707924.83 | |
| PI-4 | N22° 09' 28"E | 42°54'57" | 200.00 | 78.61 | 149.80 | 146.33 | 14.90 | 13+494.59 | 13+415.98 | 13+565.78 | 9645453.34 | 708036.48 | |
| PI-5 | N22° 09' 28"E | 42°54'57" | 200.00 | 78.61 | 149.80 | 146.33 | 14.90 | 13+494.59 | 13+415.98 | 13+565.78 | 9645453.34 | 708036.48 | |
| PI-6 | N60° 28' 55"E | 99°33'50" | 45.29 | 53.56 | 78.70 | 59.17 | 24.85 | 13+858.41 | 13+604.85 | 13+683.55 | 9645624.57 | 708038.57 | |
| PI-7 | S89° 29' 42"E | 18°31'03" | 405.79 | 69.79 | 138.23 | 137.56 | 5.96 | 14+062.79 | 13+993.00 | 14+131.23 | 9645547.45 | 708464.44 | |
| PI-8 | N82° 02' 30"E | 37°24'31" | 205.61 | 69.61 | 134.25 | 131.87 | 11.48 | 14+269.48 | 14+199.86 | 14+334.11 | 9645580.91 | 708669.78 | |
| PI-9 | N82° 20' 02"E | 77°59'35" | 72.91 | 58.04 | 99.25 | 91.76 | 20.90 | 14+477.68 | 14+418.63 | 14+517.88 | 9645735.85 | 708816.07 | |
| PI-10 | S10° 13' 54"W | 137°48'09" | 29.86 | 77.38 | 71.81 | 55.71 | 53.09 | 14+995.64 | 14+918.25 | 14+990.06 | 9645456.83 | 709274.58 | |

Elementos de curva
PC: Principio de curva
PT: Principio de tangente
PI: Punto de interseccion
R: Radio de Curva
L: Longitud de curva
LC: Longitud de cuerda
T: Tangente



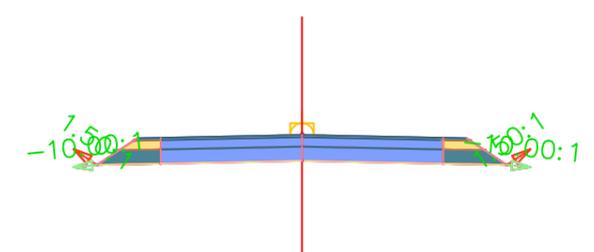


UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA

PROYECTO DE TITULACION
DISEÑO GEOMÉTRICO Y ESTRUCTURAL DE LA VÍA
GIRÓN-CURIQUINGUE
DE LA ABCISA 12+840 HASTA LA ABCISA 14+980
KM. PERTENECIENTE AL
CANTÓN GIRÓN, PROVINCIA DEL AZUAY

REALIZADO POR: ELENA SANCHEZ
UBICACION: GIRÓN-AZUAY
FECHA: JULIO-2024

SECCION TRANSVERSAL

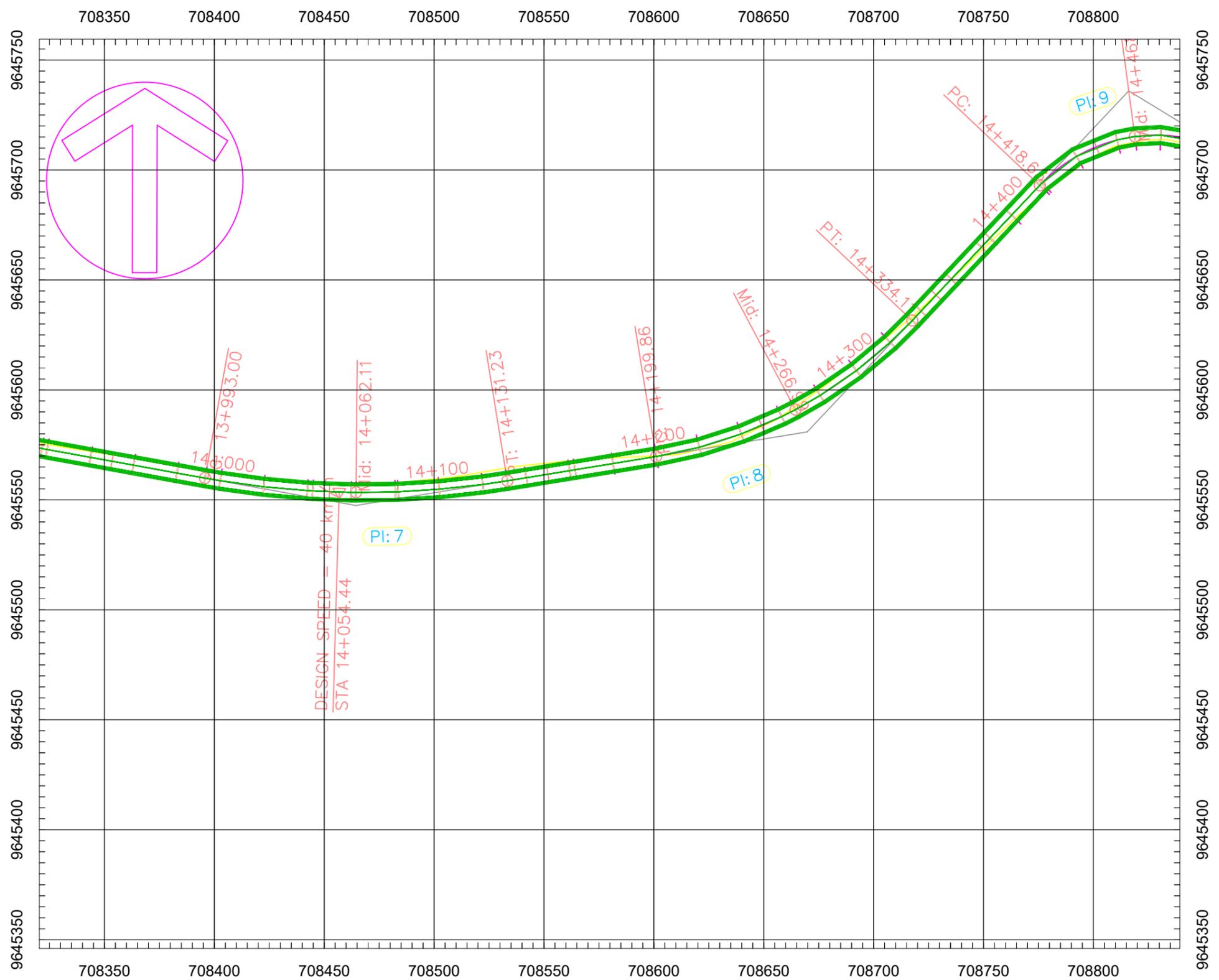


ESCALA: 1/150

ESCALA:
1/2000

LAMINA:
3/13

DISEÑO HORIZONTAL: TRAMO 13+950 - 14+450



| TABLA DE ELEMENTOS DE CURVA | | | | | | | | | | | | | |
|-----------------------------|---------------|------------|--------|-------|--------|--------|-------|-------|-----------|-----------|-----------|------------|-----------|
| Nº CURVA | DIRECCION | DELTA | RADIO | PC | PT | LC | E | M | PI | PC | PT | PI NORTE | PI ESTE |
| PI-1 | N58° 41' 29"E | 43°48'19" | 115.65 | 46.50 | 86.42 | 86.28 | 9.00 | 8.35 | 13+072.25 | 13+025.75 | 13+114.17 | 9645165.07 | 707799.34 |
| PI-2 | N37° 32' 20"E | 86°06'38" | 50.42 | 47.11 | 75.77 | 68.84 | 18.58 | 13.58 | 13+208.35 | 13+182.25 | 13+238.02 | 9645188.22 | 707939.11 |
| PI-3 | N19° 02' 59"E | 49°07'56" | 120.00 | 54.85 | 102.90 | 89.78 | 11.94 | 10.86 | 13+339.54 | 13+284.68 | 13+387.58 | 9645336.16 | 707924.83 |
| PI-4 | N22° 09' 28"E | 42°54'57" | 200.00 | 78.61 | 149.80 | 146.33 | 14.90 | 13.86 | 13+494.59 | 13+415.98 | 13+565.78 | 9645453.34 | 708036.48 |
| PI-5 | N22° 09' 28"E | 42°54'57" | 200.00 | 78.61 | 149.80 | 146.33 | 14.90 | 13.86 | 13+494.59 | 13+415.98 | 13+565.78 | 9645453.34 | 708036.48 |
| PI-6 | N60° 28' 55"E | 99°33'50" | 45.29 | 53.56 | 78.70 | 69.17 | 24.85 | 16.05 | 13+858.41 | 13+604.85 | 13+683.55 | 9645624.57 | 708038.57 |
| PI-7 | S89° 29' 42"E | 19°31'03" | 405.79 | 69.79 | 138.23 | 137.56 | 5.96 | 5.87 | 14+062.79 | 13+993.00 | 14+131.23 | 9645547.45 | 708464.44 |
| PI-8 | N82° 02' 30"E | 37°24'31" | 205.61 | 69.61 | 134.25 | 131.87 | 11.48 | 10.86 | 14+269.48 | 14+199.86 | 14+334.11 | 9645590.91 | 708669.78 |
| PI-9 | N82° 20' 02"E | 77°59'35" | 72.91 | 59.04 | 99.25 | 91.76 | 20.90 | 16.25 | 14+477.68 | 14+418.63 | 14+517.88 | 9645735.85 | 708816.07 |
| PI-10 | S10° 13' 54"W | 137°48'09" | 29.86 | 77.38 | 71.81 | 55.71 | 53.09 | 19.11 | 14+995.64 | 14+918.25 | 14+990.06 | 9645456.83 | 709274.58 |

Elementos de curva
PC: Principio de curva
PT: Principio de tangente
PI: Punto de interseccion
R: Radio de Curva
LC: Longitud de curva
T: Tangente

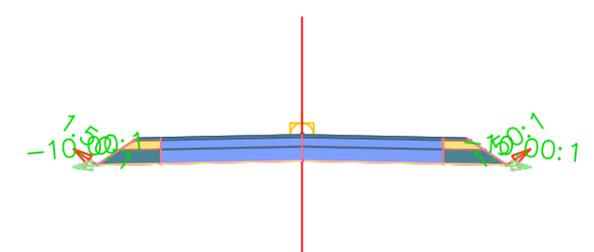


UNIVERSIDAD POLITECNICA SALESIANA

PROYECTO DE TITULACION
 DISEÑO GEOMÉTRICO Y ESTRUCTURAL DE LA VÍA
 GIRÓN-CURIQUINGUE
 DE LA ABCISA 12+840 HASTA LA ABCISA 14+980
 KM. PERTENECIENTE AL
 CANTÓN GIRÓN, PROVINCIA DEL AZUAY

REALIZADO POR: ELENA SANCHEZ
 UBICACION: GIRON-AZUAY
 FECHA: JULIO-2024

SECCION TRANSVERSAL

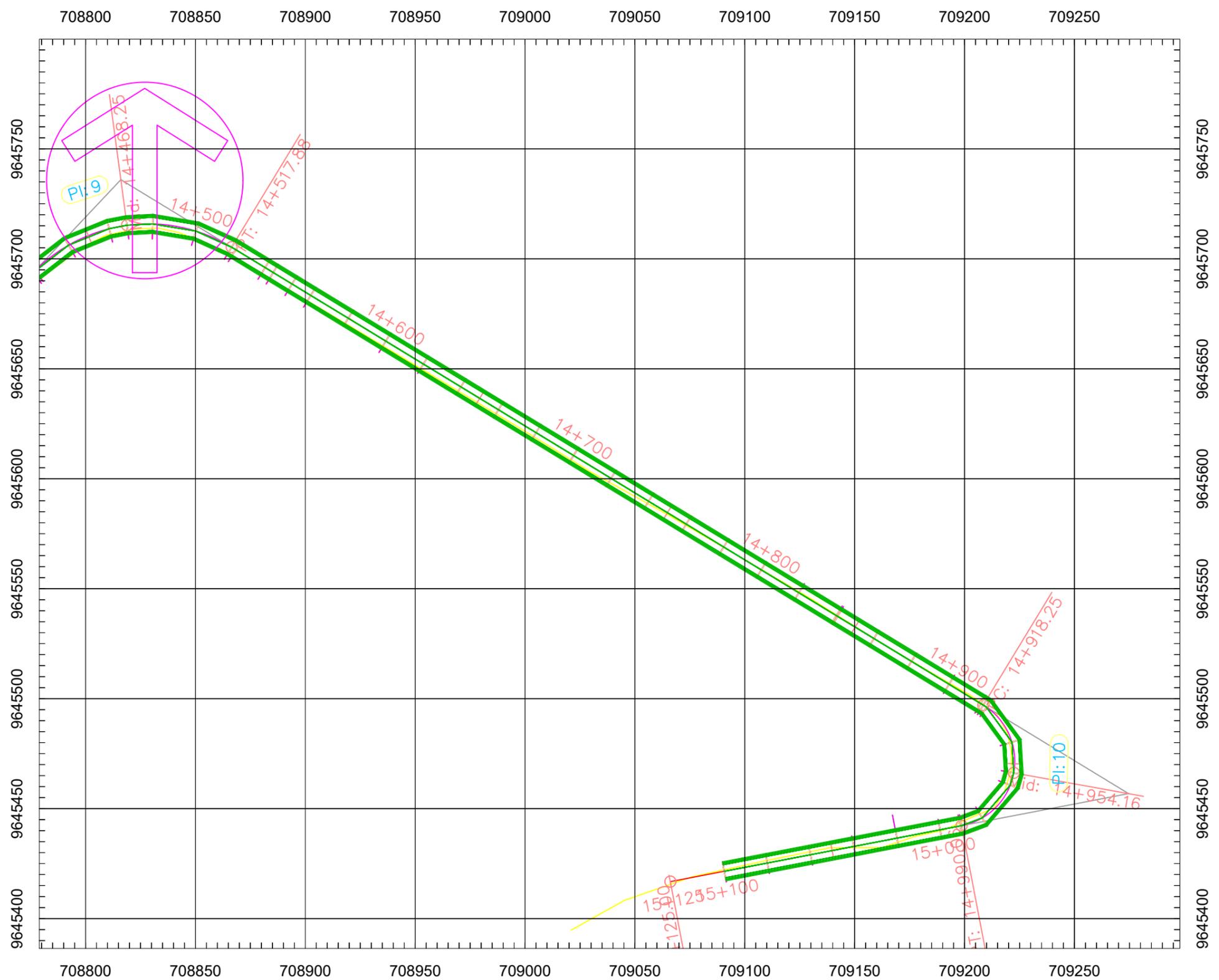


ESCALA: 1/150

ESCALA:
1/2000

LAMINA:
4/13

DISEÑO HORIZONTAL: TRAMO 14+450 - 15+100



| TABLA DE ELEMENTOS DE CURVA | | | | | | | | | | | | | |
|-----------------------------|---------------|------------|--------|-------|--------|--------|-------|-------|-----------|-----------|-----------|------------|-----------|
| N° CURVA | DIRECCION | DELTA | RADIO | LC | LC | E | TA | PT | PI NORTE | PI SUR | PI NORTE | PI SUR | PI ESTE |
| Pt-1 | N58° 41' 29"E | 43°48'19" | 115.65 | 46.50 | 88.42 | 86.28 | 9.00 | 8.35 | 13+072.25 | 13+025.75 | 13+114.17 | 9645165.07 | 707799.34 |
| Pt-2 | N37° 32' 20"E | 86°06'38" | 50.42 | 47.11 | 75.77 | 68.84 | 18.58 | 13.58 | 13+208.35 | 13+182.25 | 13+238.02 | 9645188.22 | 707939.11 |
| Pt-3 | N19° 02' 59"E | 49°07'56" | 120.00 | 54.85 | 102.90 | 89.78 | 11.94 | 10.86 | 13+338.54 | 13+284.68 | 13+387.58 | 9645336.16 | 707924.83 |
| Pt-4 | N22° 09' 28"E | 42°54'57" | 200.00 | 78.61 | 149.80 | 146.33 | 14.90 | 13.86 | 13+494.59 | 13+415.98 | 13+565.78 | 9645453.34 | 708036.48 |
| Pt-5 | N22° 09' 28"E | 42°54'57" | 200.00 | 78.61 | 149.80 | 146.33 | 14.90 | 13.86 | 13+494.59 | 13+415.98 | 13+565.78 | 9645453.34 | 708036.48 |
| Pt-6 | N60° 28' 55"E | 99°33'50" | 45.29 | 53.56 | 78.70 | 69.17 | 24.85 | 16.05 | 13+858.41 | 13+604.85 | 13+683.55 | 9645624.57 | 708038.57 |
| Pt-7 | S89° 29' 42"E | 19°31'03" | 405.79 | 69.79 | 138.23 | 137.56 | 5.96 | 5.87 | 14+062.79 | 13+993.00 | 14+131.23 | 9645547.45 | 708464.44 |
| Pt-8 | N82° 02' 30"E | 37°24'31" | 205.61 | 69.61 | 134.25 | 131.87 | 11.48 | 10.86 | 14+269.48 | 14+199.86 | 14+334.11 | 9645580.91 | 708669.78 |
| Pt-9 | N82° 20' 02"E | 77°59'35" | 72.91 | 58.04 | 99.25 | 91.76 | 20.90 | 16.25 | 14+477.68 | 14+418.63 | 14+517.88 | 9645735.85 | 708816.07 |
| Pt-10 | S10° 13' 54"W | 137°48'09" | 29.86 | 77.38 | 71.81 | 55.71 | 53.09 | 19.11 | 14+995.64 | 14+918.25 | 14+990.06 | 9645458.83 | 709274.58 |

Elementos de curva
 PC: Principio de curva
 PT: Principio de tangente
 PI: Punto de interseccion
 R: Radio de Curva
 L: Longitud de curva
 LC: Longitud de cuerda
 T: Tangente

UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA

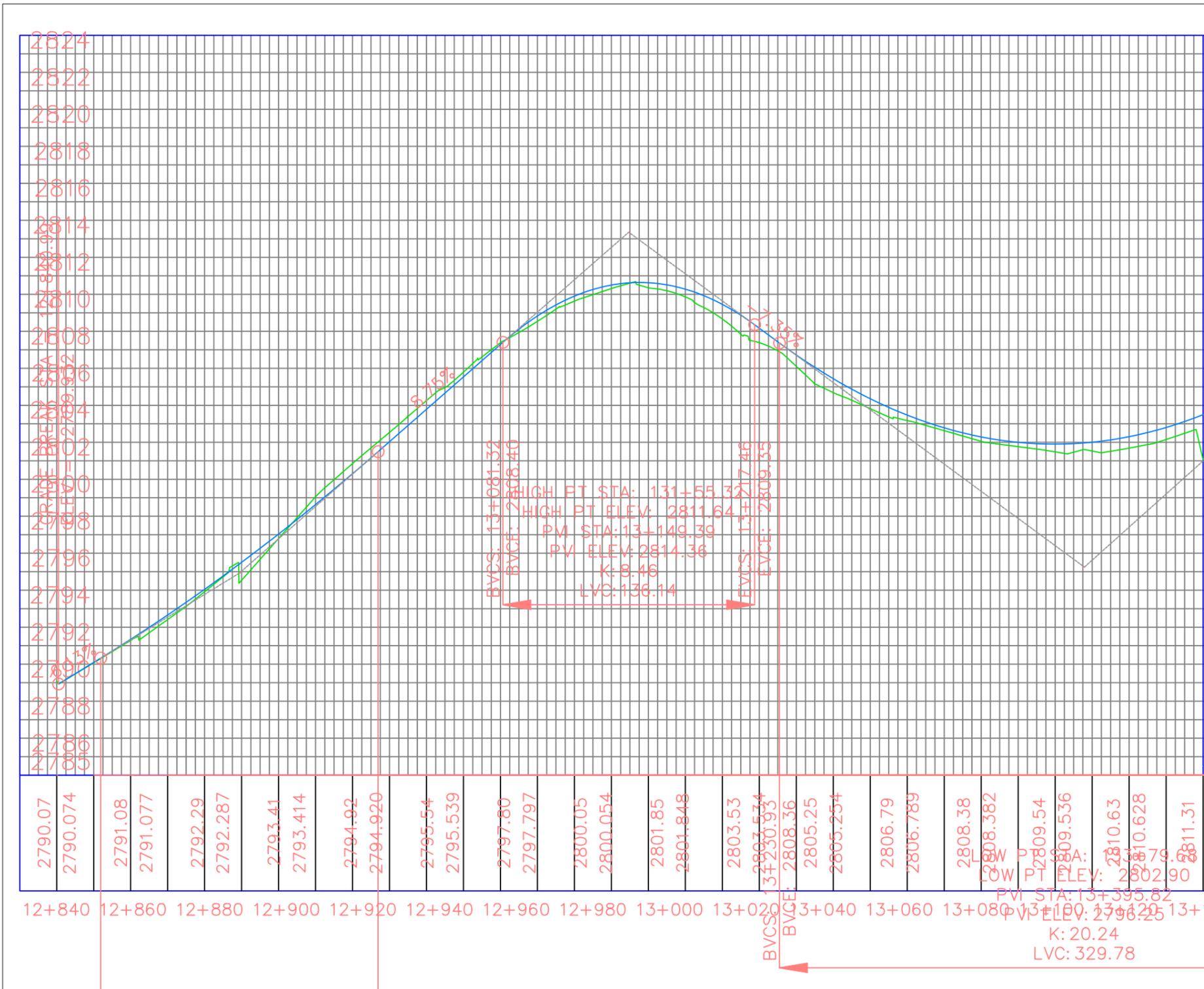
PROYECTO DE TITULACION
DISEÑO GEOMÉTRICO Y ESTRUCTURAL DE LA VÍA
GIRÓN-CURIQUINGUE
DE LA ABCISA 12+840 HASTA LA ABCISA 14+980
KM. PERTENECIENTE AL
CANTÓN GIRÓN, PROVINCIA DEL AZUAY

REALIZADO POR: ELENA SANCHEZ

UBICACION: GIRÓN-AZUAY

FECHA: JULIO-2024

| Total Volume Table | | | | | | |
|--------------------|-----------|----------|-------------|------------|---------------------|--------------------|
| Station | Fill Area | Cut Area | Fill Volume | Cut Volume | Cumulative Fill Vol | Cumulative Cut Vol |
| 12+860.00 | 0.08 | 1.70 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 12+880.00 | 0.68 | 0.00 | 7.58 | 16.98 | 7.58 | 16.98 |
| 12+900.00 | 1.41 | 0.00 | 20.95 | 0.00 | 28.53 | 16.98 |
| 12+920.00 | 0.01 | 1.10 | 14.21 | 10.99 | 42.74 | 27.97 |
| 12+940.00 | 6.67 | 0.00 | 66.75 | 10.99 | 109.49 | 38.96 |
| 12+960.00 | 1.00 | 1.03 | 76.69 | 10.35 | 186.18 | 49.30 |
| 12+980.00 | 0.00 | 5.10 | 9.99 | 61.31 | 196.17 | 110.61 |
| 13+000.00 | 0.00 | 3.34 | 0.00 | 84.41 | 196.17 | 195.02 |
| 13+020.00 | 0.00 | 4.96 | 0.00 | 83.08 | 196.17 | 278.10 |
| 13+040.00 | 0.00 | 2.73 | 0.00 | 76.89 | 196.17 | 354.99 |
| 13+060.00 | 0.00 | 3.66 | 0.00 | 63.20 | 196.17 | 418.20 |
| 13+080.00 | 0.01 | 1.31 | 0.10 | 49.13 | 196.28 | 467.32 |
| 13+100.00 | 0.48 | 0.09 | 4.82 | 13.93 | 201.09 | 481.26 |
| 13+120.00 | 0.96 | 0.00 | 14.48 | 0.88 | 215.57 | 482.13 |
| 13+140.00 | 0.23 | 0.21 | 11.92 | 2.10 | 227.49 | 484.24 |
| 13+160.00 | 0.31 | 0.20 | 5.36 | 4.10 | 232.85 | 488.34 |
| 13+180.00 | 4.37 | 0.00 | 42.77 | 2.06 | 275.62 | 490.40 |
| 13+200.00 | 9.29 | 0.00 | 124.32 | 0.00 | 399.94 | 490.40 |
| 13+220.00 | 5.35 | 0.00 | 137.79 | 0.00 | 537.73 | 490.40 |
| 13+240.00 | 4.29 | 0.00 | 95.61 | 0.00 | 633.34 | 490.40 |
| 13+260.00 | 4.92 | 0.00 | 92.15 | 0.00 | 725.49 | 490.40 |
| 13+280.00 | 1.78 | 0.00 | 66.98 | 0.00 | 792.47 | 490.40 |
| 13+300.00 | 1.15 | 0.00 | 28.99 | 0.03 | 821.45 | 490.43 |
| 13+320.00 | 0.54 | 0.49 | 16.32 | 4.90 | 837.77 | 495.33 |
| 13+340.00 | 1.66 | 0.00 | 21.76 | 4.87 | 859.53 | 500.20 |
| 13+360.00 | 0.10 | 0.25 | 17.58 | 2.49 | 877.12 | 502.69 |
| 13+380.00 | 2.81 | 0.00 | 29.02 | 2.49 | 906.14 | 505.18 |
| 13+400.00 | 3.19 | 0.00 | 59.88 | 0.00 | 966.02 | 505.18 |
| 13+420.00 | 2.03 | 0.00 | 52.16 | 0.00 | 1018.19 | 505.18 |
| 13+440.00 | 4.82 | 0.00 | 68.28 | 0.00 | 1086.46 | 505.18 |
| 13+460.00 | 16.41 | 0.00 | 212.36 | 0.00 | 1298.83 | 505.18 |
| 13+480.00 | 4.26 | 0.00 | 206.76 | 0.00 | 1505.59 | 505.18 |
| 13+500.00 | 5.59 | 0.00 | 98.00 | 0.00 | 1603.59 | 505.18 |
| 13+520.00 | 1.42 | 0.00 | 69.74 | 0.00 | 1673.32 | 505.18 |
| 13+540.00 | 0.00 | 3.07 | 14.19 | 30.87 | 1687.51 | 536.05 |
| 13+560.00 | 0.00 | 4.49 | 0.01 | 75.96 | 1687.53 | 612.01 |
| 13+580.00 | 0.00 | 3.22 | 0.00 | 77.08 | 1687.53 | 689.09 |
| 13+600.00 | 0.00 | 2.30 | 0.00 | 55.15 | 1687.53 | 744.24 |
| 13+620.00 | 0.00 | 7.29 | 0.00 | 94.75 | 1687.53 | 838.99 |
| 13+640.00 | 0.00 | 7.70 | 0.00 | 147.97 | 1687.53 | 986.96 |



ESCALA:
1/2500

LAMINA:
5/13



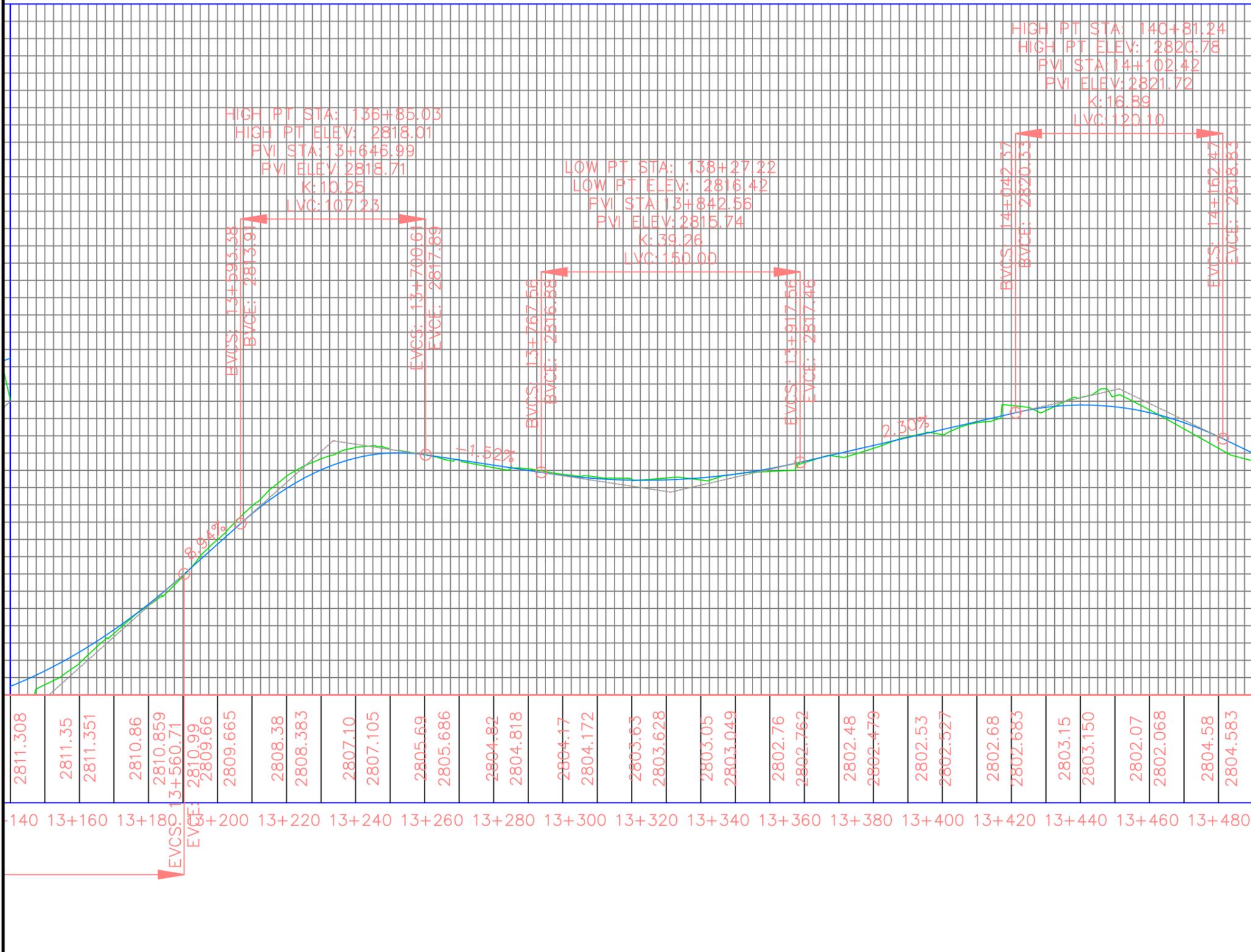
UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA

PROYECTO DE TITULACION
DISEÑO GEOMÉTRICO Y ESTRUCTURAL DE LA VÍA
GIRÓN-CURIQUINGUE
DE LA ABCISA 12+840 HASTA LA ABCISA 14+980
KM. PERTENECIENTE AL
CANTÓN GIRÓN, PROVINCIA DEL AZUAY

REALIZADO POR: ELENA SANCHEZ

UBICACION: GIRÓN-AZUAY

FECHA: JULIO-2024



| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|----------|---------|----------|---------|----------|---------|---------|----------|---------|----------|---------|----------|---------|----------|---------|----------|---------|----------|---------|----------|---------|----------|---------|----------|---------|----------|---------|----------|---------|----------|---------|----------|---------|----------|---------|----------|--|--|
| 2811.308 | 2811.35 | 2811.351 | 2810.86 | 2810.859 | 2810.99 | 2809.66 | 2809.665 | 2808.38 | 2808.383 | 2807.10 | 2807.105 | 2805.69 | 2805.686 | 2804.82 | 2804.818 | 2804.17 | 2804.172 | 2803.63 | 2803.628 | 2803.05 | 2803.049 | 2802.76 | 2802.762 | 2802.48 | 2802.479 | 2802.53 | 2802.527 | 2802.68 | 2802.683 | 2803.15 | 2803.150 | 2802.07 | 2802.068 | 2804.58 | 2804.583 | | |
| 140 | 13+160 | 13+180 | 13+200 | 13+220 | 13+240 | 13+260 | 13+280 | 13+300 | 13+320 | 13+340 | 13+360 | 13+380 | 13+400 | 13+420 | 13+440 | 13+460 | 13+480 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

| Total Volume Table | | | | | | |
|--------------------|-----------|----------|-------------|------------|---------------------|--------------------|
| Station | Fill Area | Cut Area | Fill Volume | Cut Volume | Cumulative Fill Vol | Cumulative Cut Vol |
| 13+660.00 | 0.00 | 7.24 | 0.00 | 147.63 | 1687.53 | 1134.58 |
| 13+680.00 | 0.00 | 1.23 | 0.00 | 82.96 | 1687.53 | 1217.54 |
| 13+700.00 | 0.09 | 0.04 | 0.87 | 12.60 | 1688.40 | 1230.14 |
| 13+720.00 | 0.00 | 1.49 | 0.88 | 15.28 | 1689.28 | 1245.42 |
| 13+740.00 | 0.00 | 0.87 | 0.00 | 23.63 | 1689.28 | 1269.05 |
| 13+760.00 | 0.12 | 0.94 | 1.24 | 18.07 | 1690.52 | 1287.12 |
| 13+780.00 | 0.07 | 1.45 | 1.94 | 23.83 | 1692.46 | 1310.95 |
| 13+800.00 | 0.02 | 2.36 | 0.86 | 38.08 | 1693.32 | 1349.03 |
| 13+820.00 | 0.33 | 0.40 | 3.45 | 27.61 | 1696.78 | 1376.64 |
| 13+840.00 | 0.06 | 1.84 | 3.91 | 22.39 | 1700.69 | 1399.04 |
| 13+860.00 | 0.03 | 1.00 | 0.88 | 28.42 | 1701.57 | 1427.46 |
| 13+880.00 | 0.01 | 1.29 | 0.37 | 22.90 | 1701.94 | 1450.36 |
| 13+900.00 | 0.17 | 0.94 | 1.77 | 22.28 | 1703.71 | 1472.65 |
| 13+920.00 | 1.25 | 0.03 | 14.15 | 9.74 | 1717.86 | 1482.38 |
| 13+940.00 | 1.18 | 0.02 | 24.27 | 0.48 | 1742.13 | 1482.87 |
| 13+960.00 | 0.00 | 0.72 | 11.79 | 7.39 | 1753.92 | 1490.26 |
| 13+980.00 | 0.00 | 1.03 | 0.02 | 17.58 | 1753.95 | 1507.83 |
| 14+000.00 | 0.00 | 0.89 | 0.07 | 19.20 | 1754.01 | 1527.04 |
| 14+020.00 | 0.00 | 1.04 | 0.04 | 19.22 | 1754.05 | 1546.26 |
| 14+040.00 | 0.00 | 2.47 | 0.01 | 35.08 | 1754.06 | 1581.34 |
| 14+060.00 | 0.01 | 0.64 | 0.12 | 31.07 | 1754.18 | 1612.41 |
| 14+080.00 | 0.00 | 1.53 | 0.11 | 21.68 | 1754.29 | 1634.09 |
| 14+100.00 | 0.00 | 3.46 | 0.00 | 49.78 | 1754.29 | 1683.88 |
| 14+120.00 | 0.69 | 0.39 | 6.87 | 38.36 | 1761.16 | 1722.24 |
| 14+140.00 | 1.81 | 0.00 | 24.94 | 3.87 | 1786.11 | 1728.11 |
| 14+160.00 | 3.69 | 0.00 | 54.96 | 0.00 | 1841.07 | 1728.11 |
| 14+180.00 | 2.89 | 0.00 | 65.82 | 0.00 | 1906.89 | 1728.11 |
| 14+200.00 | 0.07 | 4.04 | 29.65 | 40.37 | 1936.54 | 1766.47 |
| 14+220.00 | 0.00 | 2.54 | 0.71 | 65.91 | 1937.25 | 1832.38 |
| 14+240.00 | 0.00 | 3.24 | 0.00 | 57.94 | 1937.25 | 1890.33 |
| 14+260.00 | 0.02 | 1.86 | 0.16 | 51.10 | 1937.40 | 1941.43 |
| 14+280.00 | 0.00 | 4.25 | 0.16 | 60.90 | 1937.56 | 2002.33 |
| 14+300.00 | 0.00 | 2.20 | 0.00 | 64.05 | 1937.56 | 2066.38 |
| 14+320.00 | 0.00 | 2.84 | 0.00 | 49.85 | 1937.56 | 2116.23 |
| 14+340.00 | 0.00 | 4.67 | 0.00 | 74.77 | 1937.56 | 2191.00 |
| 14+360.00 | 0.00 | 5.67 | 0.00 | 103.43 | 1937.56 | 2294.43 |
| 14+380.00 | 0.00 | 4.25 | 0.00 | 99.26 | 1937.56 | 2393.69 |
| 14+400.00 | 0.03 | 2.96 | 0.26 | 72.16 | 1937.82 | 2465.85 |
| 14+420.00 | 0.00 | 4.19 | 0.26 | 71.43 | 1938.09 | 2537.28 |
| 14+440.00 | 0.00 | 3.77 | 0.00 | 77.99 | 1938.09 | 2615.27 |

ESCALA:
1/2500

LAMINA:
6/13

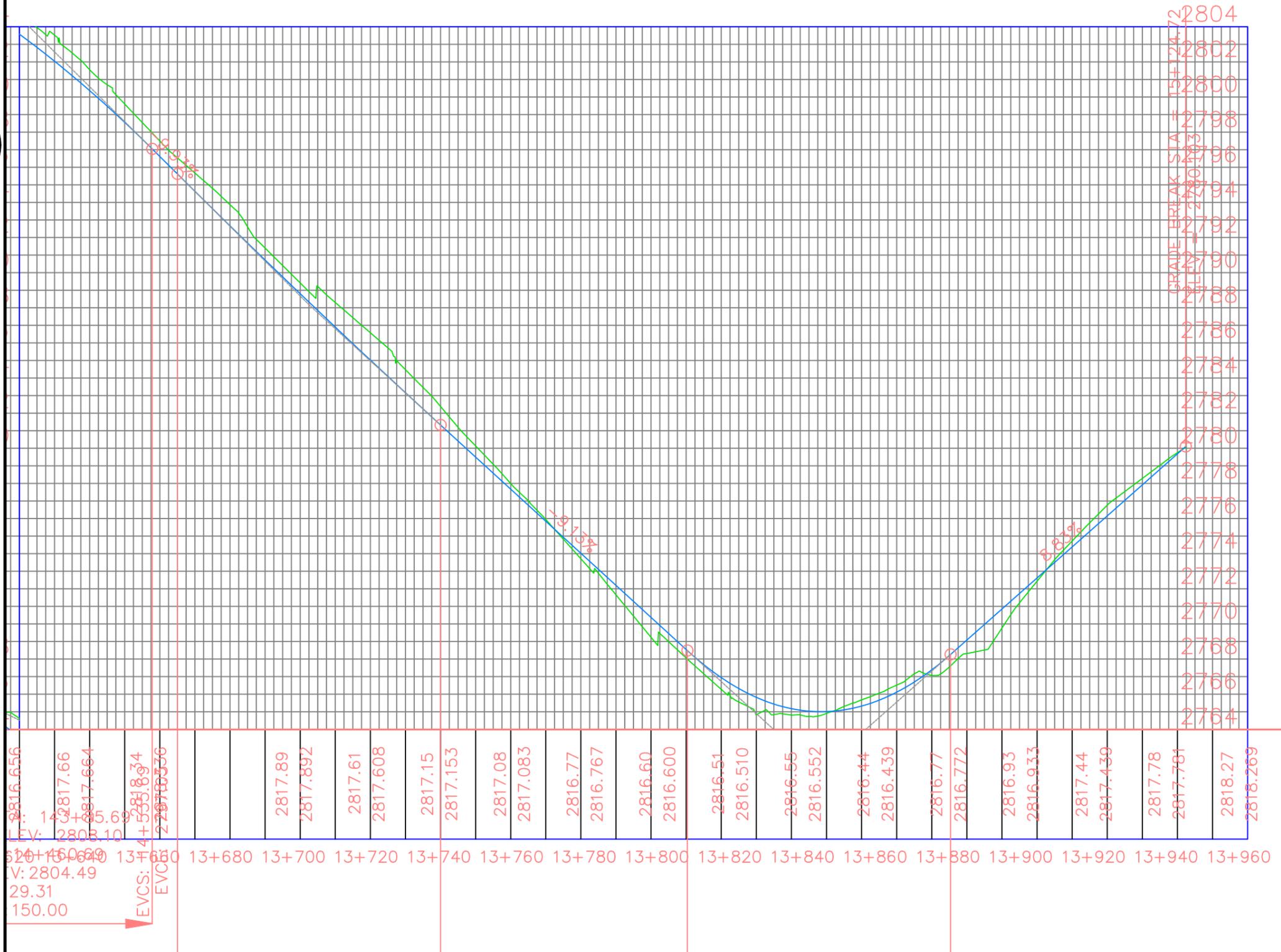
UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA

PROYECTO DE TITULACION
DISEÑO GEOMÉTRICO Y ESTRUCTURAL DE LA VÍA
DE LA ABCISA 12+840 HASTA LA ABCISA 14+980
KM. PERTENECIENTE AL
CANTÓN GIRÓN, PROVINCIA DEL AZUAY

REALIZADO POR: ELENA SANCHEZ

UBICACION: GIRÓN-AZUAY

FECHA: JULIO-2024



| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|----------|---------|----------|---------|---------|---------|----------|---------|----------|---------|----------|---------|----------|---------|----------|---------|----------|---------|----------|---------|----------|---------|----------|---------|----------|---------|----------|---------|----------|---------|----------|---------|----------|--------|--------|--------|--------|--------|
| 2816.656 | 2817.66 | 2817.664 | 2818.34 | 2818.56 | 2817.89 | 2817.892 | 2817.61 | 2817.608 | 2817.15 | 2817.153 | 2817.08 | 2817.083 | 2816.77 | 2816.767 | 2816.60 | 2816.600 | 2816.51 | 2816.510 | 2816.55 | 2816.552 | 2816.44 | 2816.439 | 2816.77 | 2816.772 | 2816.93 | 2816.933 | 2817.44 | 2817.439 | 2817.78 | 2817.781 | 2818.27 | 2818.269 | | | | | |
| 13+610 | 13+620 | 13+630 | 13+640 | 13+650 | 13+660 | 13+670 | 13+680 | 13+690 | 13+700 | 13+710 | 13+720 | 13+730 | 13+740 | 13+750 | 13+760 | 13+770 | 13+780 | 13+790 | 13+800 | 13+810 | 13+820 | 13+830 | 13+840 | 13+850 | 13+860 | 13+870 | 13+880 | 13+890 | 13+900 | 13+910 | 13+920 | 13+930 | 13+940 | 13+950 | 13+960 | 13+970 | 13+980 |

| Total Volume Table | | | | | | |
|--------------------|-----------|----------|-------------|------------|---------------------|--------------------|
| Station | Fill Area | Cut Area | Fill Volume | Cut Volume | Cumulative Fill Vol | Cumulative Cut Vol |
| 14+460.00 | 0.00 | 9.29 | 0.00 | 127.26 | 1938.09 | 2742.53 |
| 14+480.00 | 0.00 | 8.74 | 0.00 | 177.55 | 1938.09 | 2920.08 |
| 14+500.00 | 0.00 | 9.78 | 0.00 | 182.05 | 1938.09 | 3102.14 |
| 14+520.00 | 0.00 | 5.07 | 0.00 | 145.00 | 1938.09 | 3247.14 |
| 14+540.00 | 0.00 | 4.70 | 0.00 | 97.74 | 1938.09 | 3344.88 |
| 14+560.00 | 0.00 | 6.46 | 0.00 | 111.63 | 1938.09 | 3456.51 |
| 14+580.00 | 0.00 | 6.36 | 0.00 | 128.25 | 1938.09 | 3584.76 |
| 14+600.00 | 0.00 | 3.98 | 0.00 | 103.46 | 1938.09 | 3688.22 |
| 14+620.00 | 0.00 | 4.27 | 0.03 | 82.49 | 1938.12 | 3770.71 |
| 14+640.00 | 0.00 | 8.60 | 0.03 | 128.66 | 1938.15 | 3899.37 |
| 14+660.00 | 0.00 | 9.81 | 0.00 | 184.14 | 1938.15 | 4083.51 |
| 14+680.00 | 0.00 | 10.24 | 0.00 | 200.50 | 1938.15 | 4284.01 |
| 14+700.00 | 0.00 | 6.94 | 0.00 | 171.73 | 1938.15 | 4455.74 |
| 14+720.00 | 0.00 | 4.40 | 0.00 | 113.43 | 1938.15 | 4569.17 |
| 14+740.00 | 0.00 | 3.84 | 0.00 | 82.41 | 1938.15 | 4651.57 |
| 14+760.00 | 0.11 | 0.44 | 1.12 | 42.74 | 1939.28 | 4694.32 |
| 14+780.00 | 2.06 | 0.00 | 21.73 | 4.38 | 1961.01 | 4698.70 |
| 14+800.00 | 1.98 | 0.00 | 40.41 | 0.00 | 2001.42 | 4698.70 |
| 14+820.00 | 7.55 | 0.00 | 95.26 | 0.00 | 2096.69 | 4698.70 |
| 14+840.00 | 3.59 | 0.00 | 111.39 | 0.00 | 2208.08 | 4698.70 |
| 14+860.00 | 4.33 | 0.00 | 79.20 | 0.00 | 2287.28 | 4698.70 |
| 14+880.00 | 6.06 | 0.00 | 103.92 | 0.00 | 2391.20 | 4698.70 |
| 14+900.00 | 0.70 | 0.00 | 67.68 | 0.00 | 2458.88 | 4698.70 |
| 14+920.00 | 1.40 | 0.05 | 20.85 | 0.46 | 2479.73 | 4698.16 |
| 14+940.00 | 0.53 | 5.47 | 13.80 | 50.59 | 2493.53 | 4749.75 |
| 14+960.00 | 0.30 | 6.22 | 3.20 | 104.04 | 2496.73 | 4853.79 |
| 14+980.00 | 1.90 | 2.19 | 19.49 | 73.02 | 2516.23 | 4926.81 |
| 15+000.00 | 3.51 | 0.00 | 54.37 | 20.46 | 2570.59 | 4947.27 |
| 15+020.00 | 6.37 | 0.00 | 98.81 | 0.00 | 2669.41 | 4947.27 |
| 15+040.00 | 0.46 | 0.24 | 68.35 | 2.45 | 2737.76 | 4949.72 |
| 15+060.00 | 0.07 | 3.54 | 5.30 | 37.88 | 2743.05 | 4987.60 |
| 15+080.00 | 0.00 | 5.74 | 0.67 | 92.82 | 2743.72 | 5080.42 |
| 15+100.00 | 0.00 | 4.17 | 0.00 | 99.06 | 2743.72 | 5179.49 |

ESCALA:
1/2500

LAMINA:
7/13

MÚLTIPLES SECCIONES DE LA VÍA CON CORTE Y RELLENO



UNIVERSIDAD POLITECNICA SALESIANA

PROYECTO DE TITULACION
DISEÑO GEOMÉTRICO Y ESTRUCTURAL DE LA VÍA
GIRÓN-CURIQUINGUE
DE LA ABCISA 12+840 HASTA LA ABCISA 14+980
KM. PERTENECIENTE AL
CANTÓN GIRÓN, PROVINCIA DEL AZUAY

REALIZADO POR: ELENA SANCHEZ

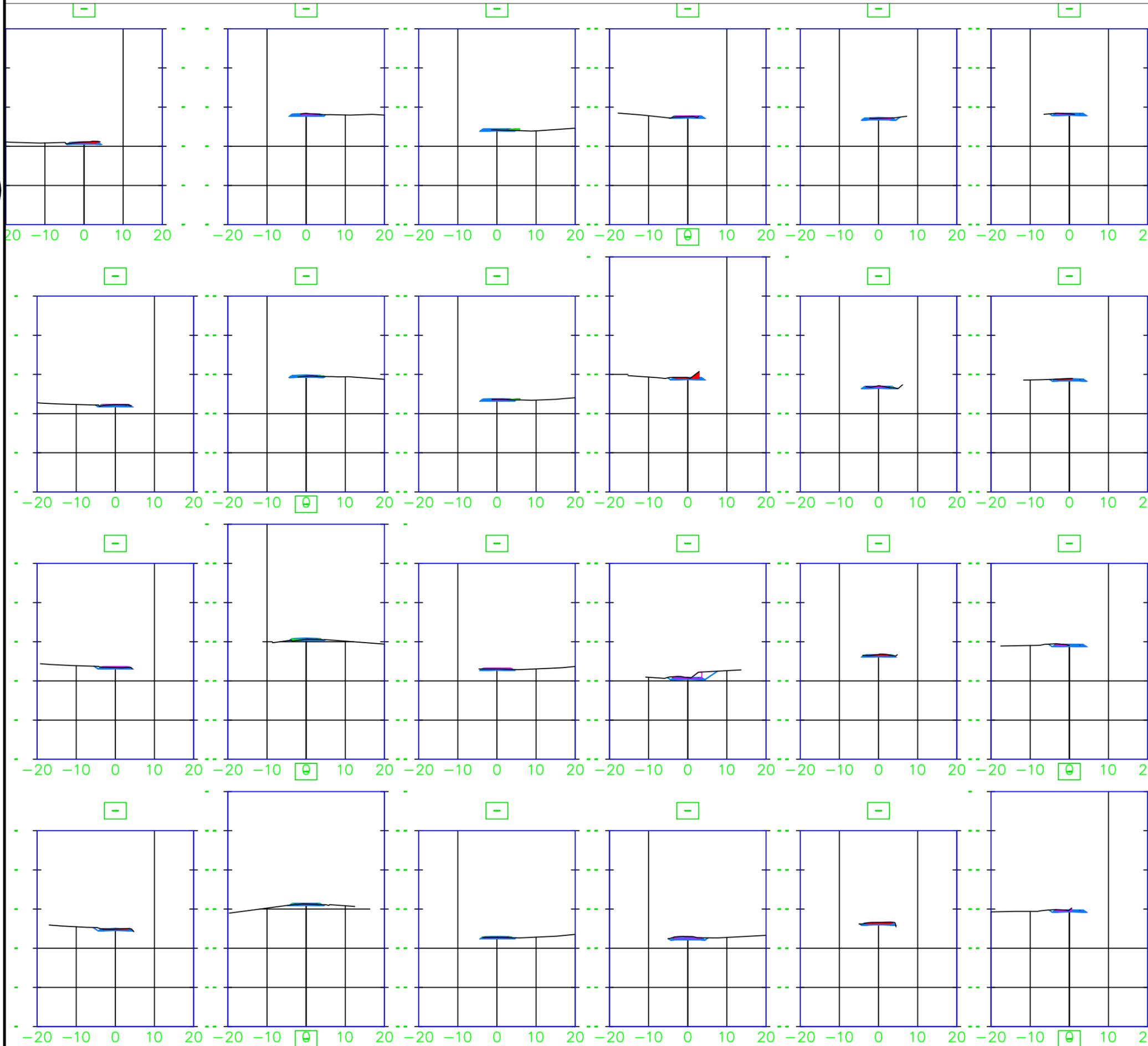
UBICACION: GIRON-AZUAY

FECHA: JULIO-2024

| Total Volume Table | | | | | | |
|--------------------|-----------|----------|-------------|------------|---------------------|--------------------|
| Station | Fill Area | Cut Area | Fill Volume | Cut Volume | Cumulative Fill Vol | Cumulative Cut Vol |
| 12+860.00 | 0.08 | 1.70 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 12+880.00 | 0.68 | 0.00 | 7.58 | 16.98 | 7.58 | 16.98 |
| 12+900.00 | 1.41 | 0.00 | 20.95 | 0.00 | 28.53 | 16.98 |
| 12+920.00 | 0.01 | 1.10 | 14.21 | 10.99 | 42.74 | 27.97 |
| 12+940.00 | 6.67 | 0.00 | 66.75 | 10.99 | 109.49 | 38.96 |
| 12+960.00 | 1.00 | 1.03 | 76.69 | 10.35 | 186.18 | 49.30 |
| 12+980.00 | 0.00 | 5.10 | 9.99 | 61.31 | 196.17 | 110.61 |
| 13+000.00 | 0.00 | 3.34 | 0.00 | 84.41 | 196.17 | 195.02 |
| 13+020.00 | 0.00 | 4.96 | 0.00 | 83.08 | 196.17 | 278.10 |
| 13+040.00 | 0.00 | 2.73 | 0.00 | 76.89 | 196.17 | 354.99 |
| 13+060.00 | 0.00 | 3.66 | 0.00 | 63.20 | 196.17 | 418.20 |
| 13+080.00 | 0.01 | 1.31 | 0.10 | 49.13 | 196.28 | 467.32 |
| 13+100.00 | 0.48 | 0.09 | 4.82 | 13.93 | 201.09 | 481.26 |
| 13+120.00 | 0.96 | 0.00 | 14.48 | 0.88 | 215.57 | 482.13 |
| 13+140.00 | 0.23 | 0.21 | 11.92 | 2.10 | 227.49 | 484.24 |
| 13+160.00 | 0.31 | 0.20 | 5.36 | 4.10 | 232.85 | 488.34 |
| 13+180.00 | 4.37 | 0.00 | 42.77 | 2.06 | 275.62 | 490.40 |
| 13+200.00 | 9.29 | 0.00 | 124.32 | 0.00 | 399.94 | 490.40 |
| 13+220.00 | 5.35 | 0.00 | 137.79 | 0.00 | 537.73 | 490.40 |
| 13+240.00 | 4.29 | 0.00 | 95.61 | 0.00 | 633.34 | 490.40 |
| 13+260.00 | 4.92 | 0.00 | 92.15 | 0.00 | 725.49 | 490.40 |
| 13+280.00 | 1.78 | 0.00 | 66.98 | 0.00 | 792.47 | 490.40 |
| 13+300.00 | 1.15 | 0.00 | 28.99 | 0.03 | 821.45 | 490.43 |
| 13+320.00 | 0.54 | 0.49 | 16.32 | 4.90 | 837.77 | 495.33 |
| 13+340.00 | 1.66 | 0.00 | 21.76 | 4.87 | 859.53 | 500.20 |
| 13+360.00 | 0.10 | 0.25 | 17.58 | 2.49 | 877.12 | 502.69 |
| 13+380.00 | 2.81 | 0.00 | 29.02 | 2.49 | 906.14 | 505.18 |
| 13+400.00 | 3.19 | 0.00 | 59.88 | 0.00 | 966.02 | 505.18 |
| 13+420.00 | 2.03 | 0.00 | 52.16 | 0.00 | 1018.19 | 505.18 |
| 13+440.00 | 4.82 | 0.00 | 68.28 | 0.00 | 1086.46 | 505.18 |
| 13+460.00 | 16.41 | 0.00 | 212.36 | 0.00 | 1298.83 | 505.18 |
| 13+480.00 | 4.26 | 0.00 | 206.76 | 0.00 | 1505.59 | 505.18 |
| 13+500.00 | 5.59 | 0.00 | 98.00 | 0.00 | 1603.59 | 505.18 |
| 13+520.00 | 1.42 | 0.00 | 69.74 | 0.00 | 1673.32 | 505.18 |
| 13+540.00 | 0.00 | 3.07 | 14.19 | 30.87 | 1687.51 | 536.05 |
| 13+560.00 | 0.00 | 4.49 | 0.01 | 75.96 | 1687.53 | 612.01 |
| 13+580.00 | 0.00 | 3.22 | 0.00 | 77.08 | 1687.53 | 689.09 |
| 13+600.00 | 0.00 | 2.30 | 0.00 | 55.15 | 1687.53 | 744.24 |
| 13+620.00 | 0.00 | 7.29 | 0.00 | 94.75 | 1687.53 | 838.99 |
| 13+640.00 | 0.00 | 7.70 | 0.00 | 147.97 | 1687.53 | 986.96 |

ESCALA:
1/1000

LAMINA:
8/13



MÚLTIPLES SECCIONES DE LA VÍA CON CORTE Y RELLENO



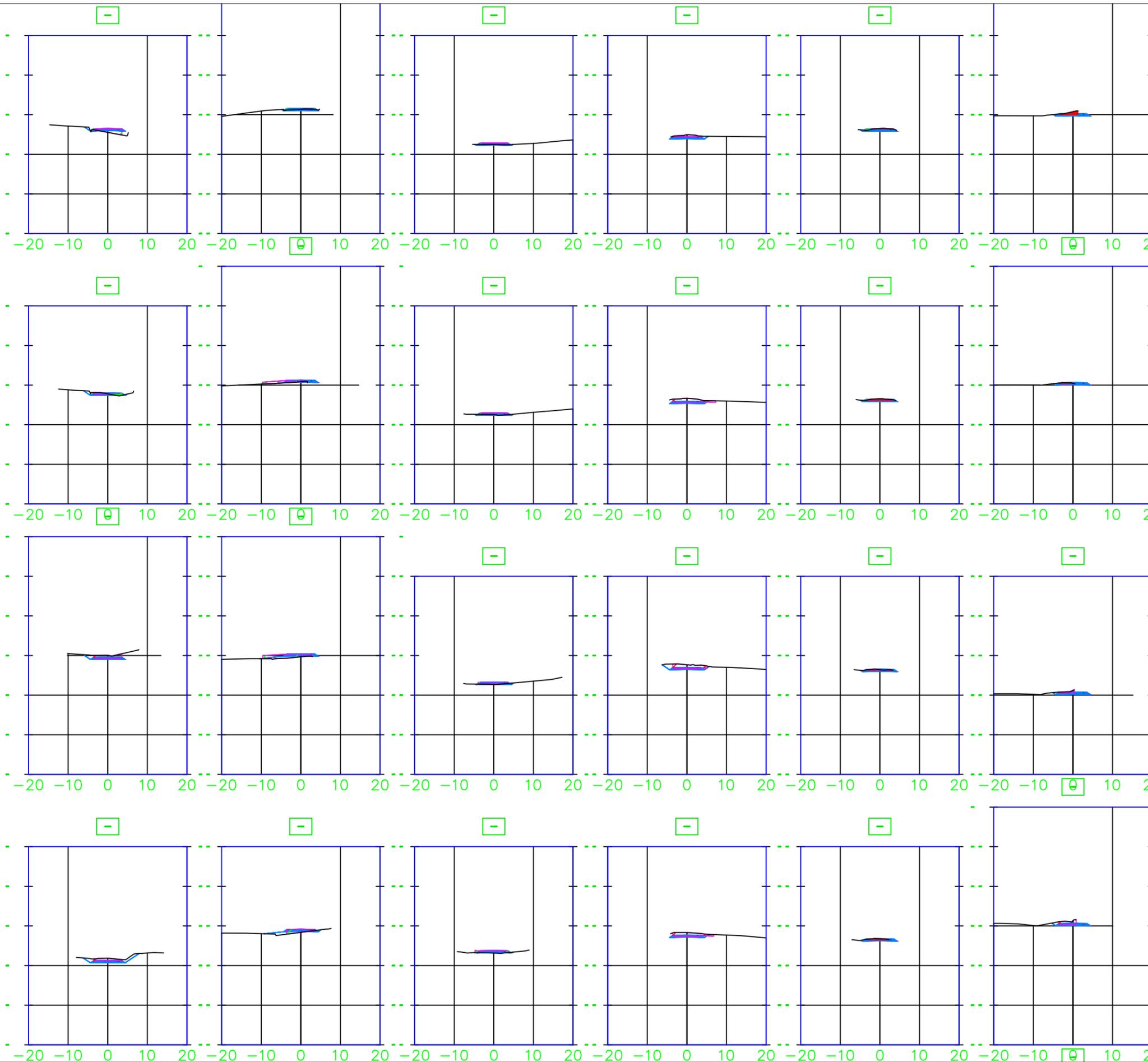
UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA

PROYECTO DE TITULACION
 DISEÑO GEOMÉTRICO Y ESTRUCTURAL DE LA VÍA
 DE LA ABCISA 12+840 HASTA LA ABCISA 14+980
 KM. PERTENECIENTE AL
 CANTÓN GIRÓN, PROVINCIA DEL AZUAY

REALIZADO POR: ELENA SANCHEZ

UBICACION: GIRÓN-AZUAY

FECHA: JULIO-2024



| Total Volume Table | | | | | | |
|--------------------|-----------|----------|-------------|------------|---------------------|--------------------|
| Station | Fill Area | Cut Area | Fill Volume | Cut Volume | Cumulative Fill Vol | Cumulative Cut Vol |
| 12+860.00 | 0.08 | 1.70 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 12+880.00 | 0.68 | 0.00 | 7.58 | 16.98 | 7.58 | 16.98 |
| 12+900.00 | 1.41 | 0.00 | 20.95 | 0.00 | 28.53 | 16.98 |
| 12+920.00 | 0.01 | 1.10 | 14.21 | 10.99 | 42.74 | 27.97 |
| 12+940.00 | 6.67 | 0.00 | 66.75 | 10.99 | 109.49 | 38.96 |
| 12+960.00 | 1.00 | 1.03 | 76.69 | 10.35 | 186.18 | 49.30 |
| 12+980.00 | 0.00 | 5.10 | 9.99 | 61.31 | 196.17 | 110.61 |
| 13+000.00 | 0.00 | 3.34 | 0.00 | 84.41 | 196.17 | 195.02 |
| 13+020.00 | 0.00 | 4.96 | 0.00 | 83.08 | 196.17 | 278.10 |
| 13+040.00 | 0.00 | 2.73 | 0.00 | 76.89 | 196.17 | 354.99 |
| 13+060.00 | 0.00 | 3.66 | 0.00 | 63.20 | 196.17 | 418.20 |
| 13+080.00 | 0.01 | 1.31 | 0.10 | 49.13 | 196.28 | 467.32 |
| 13+100.00 | 0.48 | 0.09 | 4.82 | 13.93 | 201.09 | 481.26 |
| 13+120.00 | 0.96 | 0.00 | 14.48 | 0.88 | 215.57 | 482.13 |
| 13+140.00 | 0.23 | 0.21 | 11.92 | 2.10 | 227.49 | 484.24 |
| 13+160.00 | 0.31 | 0.20 | 5.36 | 4.10 | 232.85 | 488.34 |
| 13+180.00 | 4.37 | 0.00 | 42.77 | 2.06 | 275.62 | 490.40 |
| 13+200.00 | 9.29 | 0.00 | 124.32 | 0.00 | 399.94 | 490.40 |
| 13+220.00 | 5.35 | 0.00 | 137.79 | 0.00 | 537.73 | 490.40 |
| 13+240.00 | 4.29 | 0.00 | 95.61 | 0.00 | 633.34 | 490.40 |
| 13+260.00 | 4.92 | 0.00 | 92.15 | 0.00 | 725.49 | 490.40 |
| 13+280.00 | 1.78 | 0.00 | 66.98 | 0.00 | 792.47 | 490.40 |
| 13+300.00 | 1.15 | 0.00 | 28.99 | 0.03 | 821.45 | 490.43 |
| 13+320.00 | 0.54 | 0.49 | 16.32 | 4.90 | 837.77 | 495.33 |
| 13+340.00 | 1.66 | 0.00 | 21.76 | 4.87 | 859.53 | 500.20 |
| 13+360.00 | 0.10 | 0.25 | 17.58 | 2.49 | 877.12 | 502.69 |
| 13+380.00 | 2.81 | 0.00 | 29.02 | 2.49 | 906.14 | 505.18 |
| 13+400.00 | 3.19 | 0.00 | 59.88 | 0.00 | 966.02 | 505.18 |
| 13+420.00 | 2.03 | 0.00 | 52.16 | 0.00 | 1018.19 | 505.18 |
| 13+440.00 | 4.82 | 0.00 | 68.28 | 0.00 | 1086.46 | 505.18 |
| 13+460.00 | 16.41 | 0.00 | 212.36 | 0.00 | 1298.83 | 505.18 |
| 13+480.00 | 4.26 | 0.00 | 206.76 | 0.00 | 1505.59 | 505.18 |
| 13+500.00 | 5.59 | 0.00 | 98.00 | 0.00 | 1603.59 | 505.18 |
| 13+520.00 | 1.42 | 0.00 | 69.74 | 0.00 | 1673.32 | 505.18 |
| 13+540.00 | 0.00 | 3.07 | 14.19 | 30.87 | 1687.51 | 536.05 |
| 13+560.00 | 0.00 | 4.49 | 0.01 | 75.96 | 1687.53 | 612.01 |
| 13+580.00 | 0.00 | 3.22 | 0.00 | 77.08 | 1687.53 | 689.09 |
| 13+600.00 | 0.00 | 2.30 | 0.00 | 55.15 | 1687.53 | 744.24 |
| 13+620.00 | 0.00 | 7.29 | 0.00 | 94.75 | 1687.53 | 838.99 |
| 13+640.00 | 0.00 | 7.70 | 0.00 | 147.97 | 1687.53 | 986.96 |

ESCALA:
1/1000

LAMINA:
9/13

MÚLTIPLES SECCIONES DE LA VÍA CON CORTE Y RELLENO



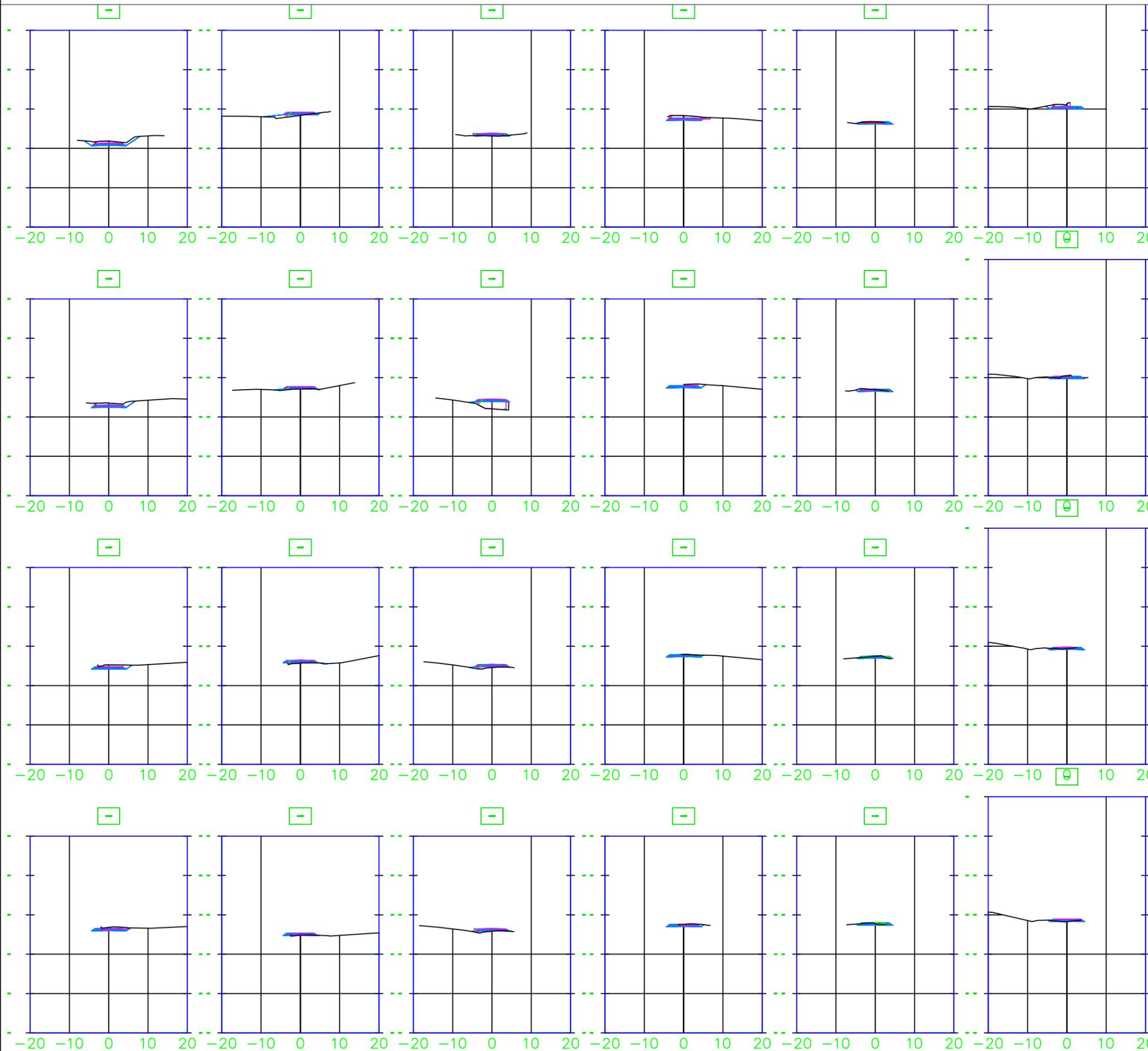
UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA

PROYECTO DE TITULACION
 DISEÑO GEOMÉTRICO Y ESTRUCTURAL DE LA VÍA
 GIRÓN-CURIQUINGUE
 DE LA ABCISA 12+840 HASTA LA ABCISA 14+980
 KM, PERTENECIENTE AL
 CANTÓN GIRÓN, PROVINCIA DEL AZUAY

REALIZADO POR: ELENA SANCHEZ

UBICACION: GIRÓN-AZUAY

FECHA: JULIO-2024



| Total Volume Table | | | | | | |
|--------------------|-----------|----------|-------------|------------|---------------------|--------------------|
| Station | Fill Area | Cut Area | Fill Volume | Cut Volume | Cumulative Fill Vol | Cumulative Cut Vol |
| 13+660.00 | 0.00 | 7.24 | 0.00 | 147.63 | 1687.53 | 1134.58 |
| 13+680.00 | 0.00 | 1.23 | 0.00 | 82.96 | 1687.53 | 1217.54 |
| 13+700.00 | 0.09 | 0.04 | 0.87 | 12.60 | 1688.40 | 1230.14 |
| 13+720.00 | 0.00 | 1.49 | 0.88 | 15.28 | 1689.28 | 1245.42 |
| 13+740.00 | 0.00 | 0.87 | 0.00 | 23.63 | 1689.28 | 1269.05 |
| 13+760.00 | 0.12 | 0.94 | 1.24 | 18.07 | 1690.52 | 1287.12 |
| 13+780.00 | 0.07 | 1.45 | 1.94 | 23.83 | 1692.46 | 1310.95 |
| 13+800.00 | 0.02 | 2.36 | 0.86 | 38.08 | 1693.32 | 1349.03 |
| 13+820.00 | 0.33 | 0.40 | 3.45 | 27.61 | 1696.78 | 1376.64 |
| 13+840.00 | 0.06 | 1.84 | 3.91 | 22.39 | 1700.69 | 1399.04 |
| 13+860.00 | 0.03 | 1.00 | 0.88 | 28.42 | 1701.57 | 1427.46 |
| 13+880.00 | 0.01 | 1.29 | 0.37 | 22.90 | 1701.94 | 1450.36 |
| 13+900.00 | 0.17 | 0.94 | 1.77 | 22.28 | 1703.71 | 1472.65 |
| 13+920.00 | 1.25 | 0.03 | 14.15 | 9.74 | 1717.86 | 1482.38 |
| 13+940.00 | 1.18 | 0.02 | 24.27 | 0.48 | 1742.13 | 1482.87 |
| 13+960.00 | 0.00 | 0.72 | 11.79 | 7.39 | 1753.92 | 1490.26 |
| 13+980.00 | 0.00 | 1.03 | 0.02 | 17.58 | 1753.95 | 1507.83 |
| 14+000.00 | 0.00 | 0.89 | 0.07 | 19.20 | 1754.01 | 1527.04 |
| 14+020.00 | 0.00 | 1.04 | 0.04 | 19.22 | 1754.05 | 1546.26 |
| 14+040.00 | 0.00 | 2.47 | 0.01 | 35.08 | 1754.06 | 1581.34 |
| 14+060.00 | 0.01 | 0.64 | 0.12 | 31.07 | 1754.18 | 1612.41 |
| 14+080.00 | 0.00 | 1.53 | 0.11 | 21.68 | 1754.29 | 1634.09 |
| 14+100.00 | 0.00 | 3.46 | 0.00 | 49.78 | 1754.29 | 1683.88 |
| 14+120.00 | 0.69 | 0.39 | 6.87 | 38.36 | 1761.16 | 1722.24 |
| 14+140.00 | 1.81 | 0.00 | 24.94 | 3.87 | 1786.11 | 1726.11 |
| 14+160.00 | 3.69 | 0.00 | 54.96 | 0.00 | 1841.07 | 1726.11 |
| 14+180.00 | 2.89 | 0.00 | 65.82 | 0.00 | 1906.89 | 1726.11 |
| 14+200.00 | 0.07 | 4.04 | 29.65 | 40.37 | 1936.54 | 1766.47 |
| 14+220.00 | 0.00 | 2.54 | 0.71 | 65.91 | 1937.25 | 1832.38 |
| 14+240.00 | 0.00 | 3.24 | 0.00 | 57.94 | 1937.25 | 1890.33 |
| 14+260.00 | 0.02 | 1.86 | 0.16 | 51.10 | 1937.40 | 1941.43 |
| 14+280.00 | 0.00 | 4.25 | 0.16 | 60.90 | 1937.56 | 2002.33 |
| 14+300.00 | 0.00 | 2.20 | 0.00 | 64.05 | 1937.56 | 2066.38 |
| 14+320.00 | 0.00 | 2.84 | 0.00 | 49.85 | 1937.56 | 2116.23 |
| 14+340.00 | 0.00 | 4.67 | 0.00 | 74.77 | 1937.56 | 2191.00 |
| 14+360.00 | 0.00 | 5.67 | 0.00 | 103.43 | 1937.56 | 2294.43 |
| 14+380.00 | 0.00 | 4.25 | 0.00 | 99.26 | 1937.56 | 2393.69 |
| 14+400.00 | 0.03 | 2.96 | 0.26 | 72.16 | 1937.82 | 2465.85 |
| 14+420.00 | 0.00 | 4.19 | 0.26 | 71.43 | 1938.09 | 2537.28 |
| 14+440.00 | 0.00 | 3.77 | 0.00 | 77.98 | 1938.09 | 2615.27 |

ESCALA:
1/1000

LAMINA:
10/13

MÚLTIPLES SECCIONES DE LA VÍA CON CORTE Y RELLENO



UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA

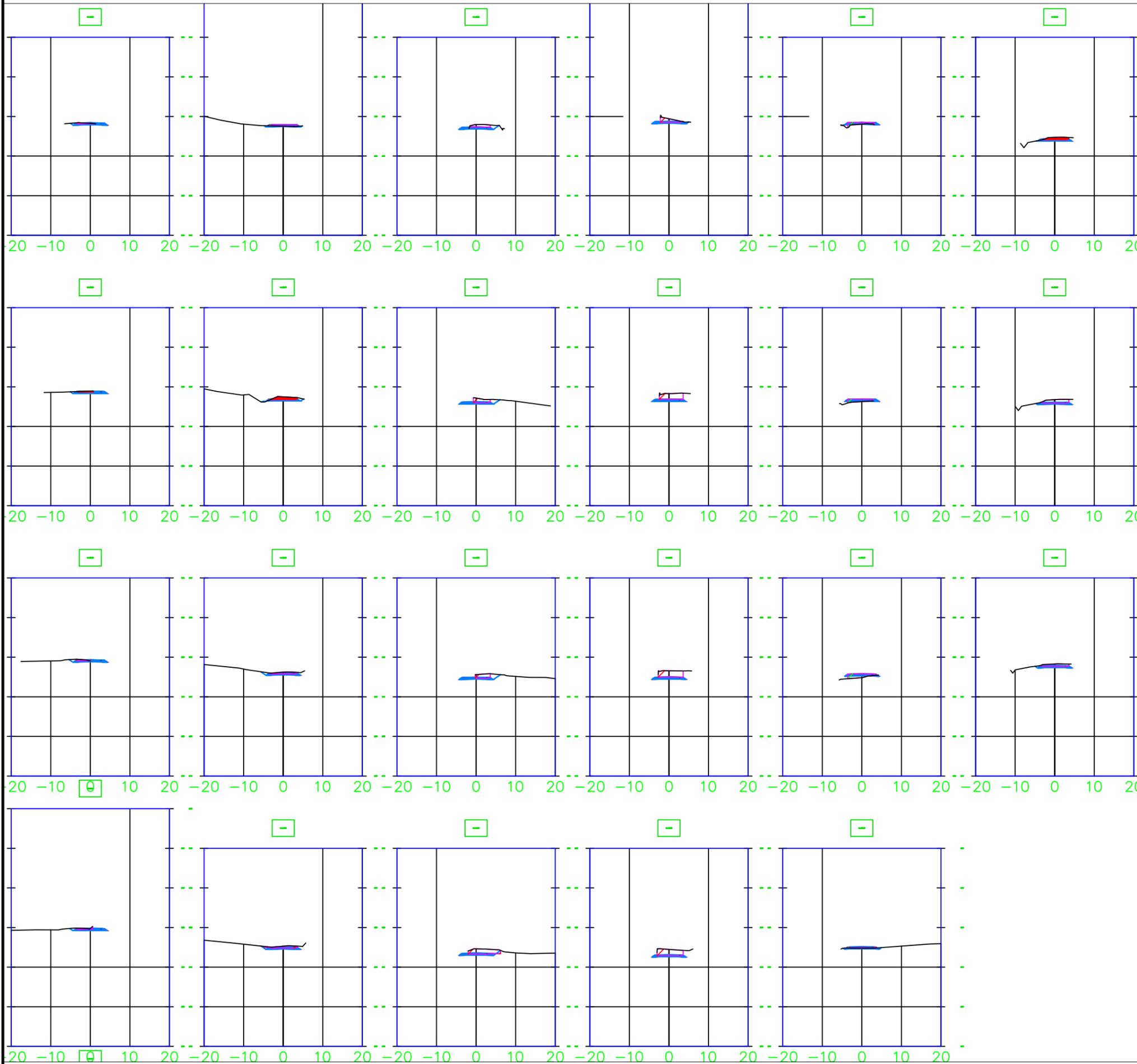
PROYECTO DE TITULACION
 DISEÑO GEOMÉTRICO Y ESTRUCTURAL DE LA VÍA
 GIRÓN-CURIQUINGUE
 DE LA ABCISA 12+840 HASTA LA ABCISA 14+980
 KM. PERTENECIENTE AL
 CANTÓN GIRÓN, PROVINCIA DEL AZUAY

REALIZADO POR: ELENA SANCHEZ

UBICACION: GIRÓN-AZUAY

FECHA: JULIO-2024

| Total Volume Table | | | | | | |
|--------------------|-----------|----------|-------------|------------|---------------------|--------------------|
| Station | Fill Area | Cut Area | Fill Volume | Cut Volume | Cumulative Fill Vol | Cumulative Cut Vol |
| 13+660.00 | 0.00 | 7.24 | 0.00 | 147.63 | 1687.53 | 1134.58 |
| 13+680.00 | 0.00 | 1.23 | 0.00 | 82.96 | 1687.53 | 1217.54 |
| 13+700.00 | 0.09 | 0.04 | 0.87 | 12.60 | 1688.40 | 1230.14 |
| 13+720.00 | 0.00 | 1.49 | 0.88 | 15.28 | 1689.28 | 1245.42 |
| 13+740.00 | 0.00 | 0.87 | 0.00 | 23.63 | 1689.28 | 1269.05 |
| 13+760.00 | 0.12 | 0.94 | 1.24 | 18.07 | 1690.52 | 1287.12 |
| 13+780.00 | 0.07 | 1.45 | 1.94 | 23.83 | 1692.46 | 1310.95 |
| 13+800.00 | 0.02 | 2.36 | 0.86 | 38.08 | 1693.32 | 1349.03 |
| 13+820.00 | 0.33 | 0.40 | 3.45 | 27.61 | 1696.78 | 1376.64 |
| 13+840.00 | 0.06 | 1.84 | 3.91 | 22.39 | 1700.69 | 1399.04 |
| 13+860.00 | 0.03 | 1.00 | 0.88 | 28.42 | 1701.57 | 1427.46 |
| 13+880.00 | 0.01 | 1.29 | 0.37 | 22.90 | 1701.94 | 1450.36 |
| 13+900.00 | 0.17 | 0.94 | 1.77 | 22.28 | 1703.71 | 1472.65 |
| 13+920.00 | 1.25 | 0.03 | 14.15 | 9.74 | 1717.86 | 1482.38 |
| 13+940.00 | 1.18 | 0.02 | 24.27 | 0.48 | 1742.13 | 1482.87 |
| 13+960.00 | 0.00 | 0.72 | 11.79 | 7.39 | 1753.92 | 1490.26 |
| 13+980.00 | 0.00 | 1.03 | 0.02 | 17.58 | 1753.95 | 1507.83 |
| 14+000.00 | 0.00 | 0.89 | 0.07 | 19.20 | 1754.01 | 1527.04 |
| 14+020.00 | 0.00 | 1.04 | 0.04 | 19.22 | 1754.05 | 1546.26 |
| 14+040.00 | 0.00 | 2.47 | 0.01 | 35.08 | 1754.06 | 1581.34 |
| 14+060.00 | 0.01 | 0.64 | 0.12 | 31.07 | 1754.18 | 1612.41 |
| 14+080.00 | 0.00 | 1.53 | 0.11 | 21.68 | 1754.29 | 1634.09 |
| 14+100.00 | 0.00 | 3.46 | 0.00 | 49.78 | 1754.29 | 1683.88 |
| 14+120.00 | 0.89 | 0.39 | 6.87 | 38.36 | 1761.16 | 1722.24 |
| 14+140.00 | 1.81 | 0.00 | 24.94 | 3.87 | 1786.11 | 1726.11 |
| 14+160.00 | 3.69 | 0.00 | 54.96 | 0.00 | 1841.07 | 1726.11 |
| 14+180.00 | 2.89 | 0.00 | 65.82 | 0.00 | 1906.89 | 1726.11 |
| 14+200.00 | 0.07 | 4.04 | 28.65 | 40.37 | 1936.54 | 1766.47 |
| 14+220.00 | 0.00 | 2.54 | 0.71 | 65.91 | 1937.25 | 1832.38 |
| 14+240.00 | 0.00 | 3.24 | 0.00 | 57.94 | 1937.25 | 1890.33 |
| 14+260.00 | 0.02 | 1.88 | 0.16 | 51.10 | 1937.40 | 1941.43 |
| 14+280.00 | 0.00 | 4.25 | 0.16 | 60.90 | 1937.56 | 2002.33 |
| 14+300.00 | 0.00 | 2.20 | 0.00 | 64.05 | 1937.56 | 2066.38 |
| 14+320.00 | 0.00 | 2.84 | 0.00 | 49.85 | 1937.56 | 2116.23 |
| 14+340.00 | 0.00 | 4.67 | 0.00 | 74.77 | 1937.56 | 2191.00 |
| 14+360.00 | 0.00 | 5.67 | 0.00 | 103.43 | 1937.56 | 2294.43 |
| 14+380.00 | 0.00 | 4.25 | 0.00 | 99.26 | 1937.56 | 2393.69 |
| 14+400.00 | 0.03 | 2.96 | 0.26 | 72.16 | 1937.82 | 2465.85 |
| 14+420.00 | 0.00 | 4.19 | 0.26 | 71.43 | 1938.09 | 2537.28 |
| 14+440.00 | 0.00 | 3.77 | 0.00 | 77.99 | 1938.09 | 2615.27 |



ESCALA:
1/1000

LAMINA:
11/13

MÚLTIPLES SECCIONES DE LA VÍA CON CORTE Y RELLENO

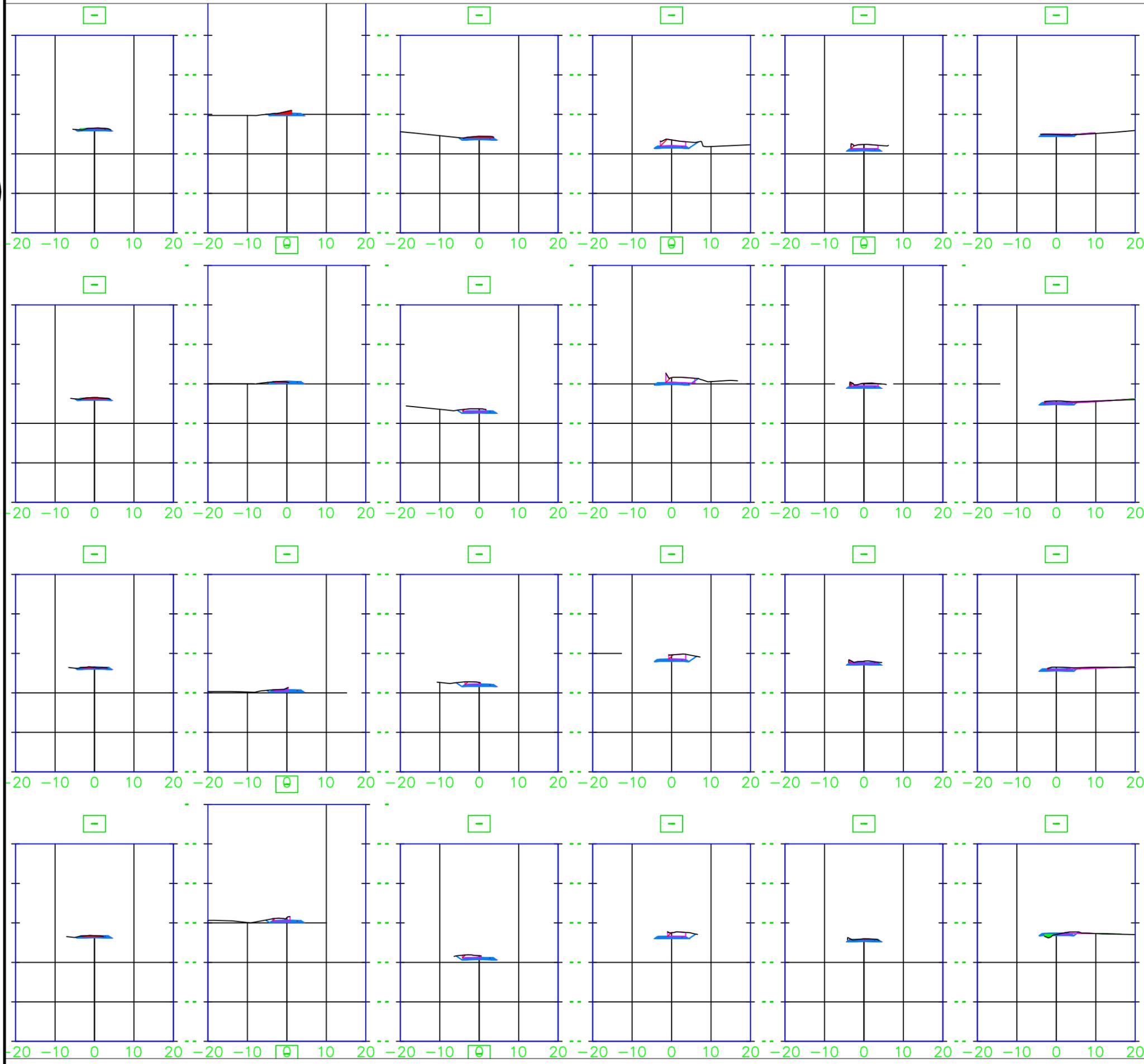
UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA

PROYECTO DE TITULACION
DISEÑO GEOMÉTRICO Y ESTRUCTURAL DE LA VÍA
DE LA ABCISA 12+840 HASTA LA ABCISA 14+980
KM, PERTENECIENTE AL
CANTÓN GIRÓN, PROVINCIA DEL AZUAY

REALIZADO POR: ELENA SANCHEZ

UBICACION: GIRÓN-AZUAY

FECHA: JULIO-2024



| Total Volume Table | | | | | | |
|--------------------|-----------|----------|-------------|------------|---------------------|--------------------|
| Station | Fill Area | Cut Area | Fill Volume | Cut Volume | Cumulative Fill Vol | Cumulative Cut Vol |
| 14+460.00 | 0.00 | 9.29 | 0.00 | 127.26 | 1938.09 | 2742.53 |
| 14+480.00 | 0.00 | 8.74 | 0.00 | 177.55 | 1938.09 | 2920.08 |
| 14+500.00 | 0.00 | 9.78 | 0.00 | 182.05 | 1938.09 | 3102.14 |
| 14+520.00 | 0.00 | 5.07 | 0.00 | 145.00 | 1938.09 | 3247.14 |
| 14+540.00 | 0.00 | 4.70 | 0.00 | 97.74 | 1938.09 | 3344.88 |
| 14+560.00 | 0.00 | 6.46 | 0.00 | 111.63 | 1938.09 | 3456.51 |
| 14+580.00 | 0.00 | 6.36 | 0.00 | 128.25 | 1938.09 | 3584.76 |
| 14+600.00 | 0.00 | 3.98 | 0.00 | 103.46 | 1938.09 | 3688.22 |
| 14+620.00 | 0.00 | 4.27 | 0.03 | 82.49 | 1938.12 | 3770.71 |
| 14+640.00 | 0.00 | 8.60 | 0.03 | 128.66 | 1938.15 | 3899.37 |
| 14+660.00 | 0.00 | 9.81 | 0.00 | 184.14 | 1938.15 | 4083.51 |
| 14+680.00 | 0.00 | 10.24 | 0.00 | 200.50 | 1938.15 | 4284.01 |
| 14+700.00 | 0.00 | 6.94 | 0.00 | 171.73 | 1938.15 | 4455.74 |
| 14+720.00 | 0.00 | 4.40 | 0.00 | 113.43 | 1938.15 | 4569.17 |
| 14+740.00 | 0.00 | 3.84 | 0.00 | 82.41 | 1938.15 | 4651.57 |
| 14+760.00 | 0.11 | 0.44 | 1.12 | 42.74 | 1938.28 | 4694.32 |
| 14+780.00 | 2.06 | 0.00 | 21.73 | 4.38 | 1961.01 | 4698.70 |
| 14+800.00 | 1.98 | 0.00 | 40.41 | 0.00 | 2001.42 | 4698.70 |
| 14+820.00 | 7.55 | 0.00 | 95.26 | 0.00 | 2096.69 | 4698.70 |
| 14+840.00 | 3.59 | 0.00 | 111.39 | 0.00 | 2208.08 | 4698.70 |
| 14+860.00 | 4.33 | 0.00 | 79.20 | 0.00 | 2287.28 | 4698.70 |
| 14+880.00 | 6.06 | 0.00 | 103.92 | 0.00 | 2391.20 | 4698.70 |
| 14+900.00 | 0.70 | 0.00 | 67.68 | 0.00 | 2458.88 | 4698.70 |
| 14+920.00 | 1.40 | 0.05 | 20.85 | 0.46 | 2479.73 | 4699.16 |
| 14+940.00 | 0.53 | 5.47 | 13.80 | 50.59 | 2493.53 | 4749.75 |
| 14+960.00 | 0.30 | 6.22 | 3.20 | 104.04 | 2496.73 | 4853.79 |
| 14+980.00 | 1.90 | 2.19 | 19.49 | 73.02 | 2516.23 | 4926.81 |
| 15+000.00 | 3.51 | 0.00 | 54.37 | 20.46 | 2570.59 | 4947.27 |
| 15+020.00 | 6.37 | 0.00 | 96.81 | 0.00 | 2669.41 | 4947.27 |
| 15+040.00 | 0.46 | 0.24 | 68.35 | 2.45 | 2737.76 | 4949.72 |
| 15+060.00 | 0.07 | 3.54 | 5.30 | 37.88 | 2743.05 | 4987.60 |
| 15+080.00 | 0.00 | 5.74 | 0.67 | 92.82 | 2743.72 | 5080.42 |
| 15+100.00 | 0.00 | 4.17 | 0.00 | 99.06 | 2743.72 | 5179.49 |

ESCALA:
1/1000

LAMINA:
12/13

MÚLTIPLES SECCIONES DE LA VÍA CON CORTE Y RELLENO

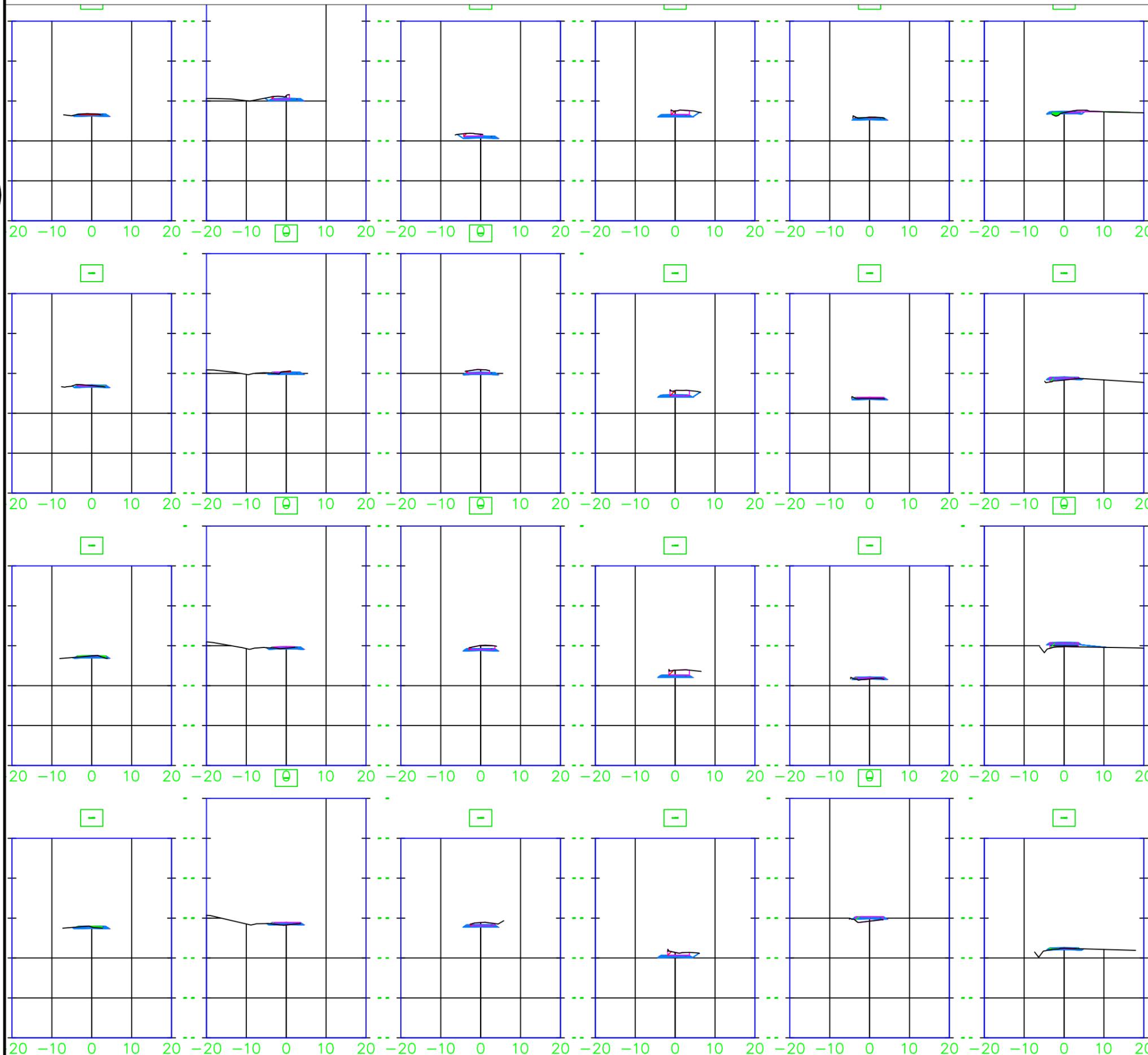
UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA

PROYECTO DE TITULACION
DISEÑO GEOMÉTRICO Y ESTRUCTURAL DE LA VÍA
DE LA ABCISA 12+840 HASTA LA ABCISA 14+980
KM, PERTENECIENTE AL
CANTÓN GIRÓN, PROVINCIA DEL AZUAY

REALIZADO POR: ELENA SANCHEZ

UBICACION: GIRÓN-AZUAY

FECHA: JULIO-2024



| Total Volume Table | | | | | | |
|--------------------|-----------|----------|-------------|------------|---------------------|--------------------|
| Station | Fill Area | Cut Area | Fill Volume | Cut Volume | Cumulative Fill Vol | Cumulative Cut Vol |
| 14+460.00 | 0.00 | 9.29 | 0.00 | 127.26 | 1938.09 | 2742.53 |
| 14+480.00 | 0.00 | 8.74 | 0.00 | 177.55 | 1938.09 | 2920.08 |
| 14+500.00 | 0.00 | 9.78 | 0.00 | 182.05 | 1938.09 | 3102.14 |
| 14+520.00 | 0.00 | 5.07 | 0.00 | 145.00 | 1938.09 | 3247.14 |
| 14+540.00 | 0.00 | 4.70 | 0.00 | 97.74 | 1938.09 | 3344.88 |
| 14+560.00 | 0.00 | 6.46 | 0.00 | 111.63 | 1938.09 | 3456.51 |
| 14+580.00 | 0.00 | 6.36 | 0.00 | 128.25 | 1938.09 | 3584.76 |
| 14+600.00 | 0.00 | 3.98 | 0.00 | 103.46 | 1938.09 | 3688.22 |
| 14+620.00 | 0.00 | 4.27 | 0.03 | 82.49 | 1938.12 | 3770.71 |
| 14+640.00 | 0.00 | 8.60 | 0.03 | 128.66 | 1938.15 | 3899.37 |
| 14+660.00 | 0.00 | 9.81 | 0.00 | 184.14 | 1938.15 | 4083.51 |
| 14+680.00 | 0.00 | 10.24 | 0.00 | 200.50 | 1938.15 | 4284.01 |
| 14+700.00 | 0.00 | 6.94 | 0.00 | 171.73 | 1938.15 | 4455.74 |
| 14+720.00 | 0.00 | 4.40 | 0.00 | 113.43 | 1938.15 | 4569.17 |
| 14+740.00 | 0.00 | 3.84 | 0.00 | 82.41 | 1938.15 | 4651.57 |
| 14+760.00 | 0.11 | 0.44 | 1.12 | 42.74 | 1939.28 | 4694.32 |
| 14+780.00 | 2.06 | 0.00 | 21.73 | 4.38 | 1961.01 | 4698.70 |
| 14+800.00 | 1.98 | 0.00 | 40.41 | 0.00 | 2001.42 | 4698.70 |
| 14+820.00 | 7.55 | 0.00 | 95.26 | 0.00 | 2096.69 | 4698.70 |
| 14+840.00 | 3.59 | 0.00 | 111.39 | 0.00 | 2208.08 | 4698.70 |
| 14+860.00 | 4.33 | 0.00 | 79.20 | 0.00 | 2287.28 | 4698.70 |
| 14+880.00 | 6.06 | 0.00 | 103.92 | 0.00 | 2391.20 | 4698.70 |
| 14+900.00 | 0.70 | 0.00 | 67.68 | 0.00 | 2458.88 | 4698.70 |
| 14+920.00 | 1.40 | 0.05 | 20.85 | 0.46 | 2479.73 | 4699.16 |
| 14+940.00 | 0.53 | 5.47 | 13.80 | 50.59 | 2493.53 | 4749.75 |
| 14+960.00 | 0.30 | 6.22 | 3.20 | 104.04 | 2496.73 | 4853.79 |
| 14+980.00 | 1.90 | 2.19 | 19.49 | 73.02 | 2516.23 | 4926.81 |
| 15+000.00 | 3.51 | 0.00 | 54.37 | 20.46 | 2570.59 | 4947.27 |
| 15+020.00 | 6.37 | 0.00 | 98.81 | 0.00 | 2669.41 | 4947.27 |
| 15+040.00 | 0.46 | 0.24 | 68.35 | 2.45 | 2737.76 | 4949.72 |
| 15+060.00 | 0.07 | 3.54 | 5.30 | 37.88 | 2743.05 | 4987.60 |
| 15+080.00 | 0.00 | 5.74 | 0.67 | 92.82 | 2743.72 | 5080.42 |
| 15+100.00 | 0.00 | 4.17 | 0.00 | 99.06 | 2743.72 | 5179.49 |

ESCALA:
1/1000

LAMINA:
13/13